



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS | 1 |
| 2. OBJETO DEL PROYECTO | 1 |
| 3. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA | 2 |
| 4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA | 4 |
| 4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA | 4 |
| 4.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA | 4 |
| 4.3. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA | 4 |
| 4.3.1. <i>Climatología</i> | 4 |
| 4.3.2. <i>Hidrología</i> | 5 |
| 4.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA | 5 |
| 4.5. SISMICIDAD | 5 |
| 5. NORMATIVA | 6 |
| 5.1. NORMATIVA ADMINISTRATIVA | 6 |
| 5.2. NORMATIVA TÉCNICA | 6 |
| 5.2.1. <i>Expropiaciones</i> | 6 |
| 5.2.2. <i>Seguridad y Salud</i> | 6 |
| 5.2.3. <i>Carreteras</i> | 6 |
| 5.2.4. <i>Drenaje</i> | 7 |
| 5.2.5. <i>Geología y geotecnia</i> | 7 |
| 5.2.6. <i>Obras de paso: puentes y estructuras</i> | 7 |
| 5.2.7. <i>Sistemas de contención de vehículos</i> | 7 |
| 5.2.8. <i>Firmes y pavimentos</i> | 8 |
| 5.2.9. <i>Señalización</i> | 8 |
| 5.2.10. <i>Medición y valoración</i> | 8 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 9 |
| 7. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS | 9 |
| 8. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS | 9 |
| 9. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 10. PLAZO DE EJECUCIÓN | 10 |
| 11. PLAN DE OBRA | 10 |
| 12. PLAZO DE GARANTÍA | 10 |
| 13. PRESUPUESTO | 10 |
| 14. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO | 11 |
| 15. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA | 11 |
| 16. EQUIPO REDACTOR | 11 |
| 17. CONCLUSIONES | 12 |
| ANEJOS A LA MEMORIA | 13 |
| ANEJO Nº1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS | 13 |
| ANEJO Nº2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA | 13 |
| ANEJO Nº3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA | 13 |
| ANEJO Nº4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA | 13 |
| ANEJO Nº5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS | 13 |
| ANEJO Nº6: AUSCULTACIÓN | 13 |
| ANEJO Nº7: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 13 |
| ANEJO Nº8: PRUEBA DE CARGA | 13 |
| ANEJO Nº9: PLAN DE OBRA | 13 |
| ANEJO Nº10: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA | 13 |
| ANEJO Nº11: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS | 13 |
| ANEJO Nº12: GESTIÓN DE RESIDUOS | 13 |

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto se redacta con el fin de construir un viaducto que permita dar continuidad a la autovía A-76 entre Ponferrada y Ourense a la altura del término municipal de A Rúa (Ourense).

El proyecto de la Autovía A-76 tiene por objeto la mejora de la conexión de Galicia con la meseta norte, actuación contemplada en el Plan Estratégico de Infraestructuras de Transporte 2005-2020, dentro del Programa de Actuaciones de la Red Básica de Altas Prestaciones de Carreteras de titularidad del Estado.

El tramo de la carretera nacional N-120 que une las localidades de Ponferrada y Ourense ha sido siempre la conexión principal de la Meseta con Galicia, por lo que es el corredor que se ha considerado como solución óptima para plantear la nueva autovía.

Esta nueva vía de alta capacidad supondrá una mejora desde el punto de vista funcional de las condiciones existentes en las comunicaciones, en cuanto a distancias de recorrido, tiempos de desplazamiento, condiciones de comodidad y seguridad para los usuarios de la vía y su entorno.

1.2. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El promotor del proyecto de la Autovía A-76 es la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, a través de la Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia. El órgano sustantivo es la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Como antecedentes se va a incluir la relación de documentos que sirven de origen de partida para la elaboración del Proyecto:

- Resolución de 24 de julio de 2013, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Estudio informativo Autovía A-76 Ponferrada-Ourense, León, Lugo y Ourense, términos municipales de Ponferrada (León) y otros (Galicia).
- Anuncio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia sobre Resolución del Ministerio de Fomento por la que se aprueba el expediente de Información Pública y aprobación definitiva del Estudio Informativo "Autovía A-76. Tramo: Ponferrada-Ourense". Clave: EI-1-E- 177. Provincias de: León, Lugo y Ourense.

Esta autovía tiene alta complejidad técnica, pues cruza el cañón del río Sil y numerosos sistemas montañosos durante todo el recorrido, teniendo el trazado definitivo un total de 125,3 km, de los cuales, según el Estudio Informativo aprobado, 14,04 km discurrirán sobre los 64 viaductos que se pretenden construir, y 9,02 km atravesarán el terreno bajo el suelo por los 22 túneles que conforman el trazado. La velocidad de proyecto de la autovía será de 80 km/h.

Las características del trazado que se describen en el Estudio son las siguientes:

- 2 carriles de 3,50 metros, haciendo un total de 7 metros.
- Arcén interior de 1,00 metros.
- Arcén exterior de 2,50 metros.

El tramo al que pertenece el Viaducto que se desarrollará en este Proyecto es el tramo 4: Villamartín, que de acuerdo al Estudio Informativo, se propusieron 3 alternativas:

| Alternativa | Longitud | Duplicación N-120 |
|-------------|----------|-------------------|
| 1 | 17,96 km | 1,3 km |
| 2 | 17,09 km | 1,3 km |
| 3 | 16,96 km | 1,3 km |

Finalmente, el 29 de enero de 2014 se aprueba definitivamente el Estudio siendo la alternativa 3 la seleccionada, en la que se duplicará la calzada de la N-120 durante 1,3 km, realizando un nuevo trazado en los restantes kilómetros.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente Proyecto tiene como objetivo la construcción de un viaducto para permitir el cruce de la Autovía A-76 a través del Regueiro da Rúa (Ourense).

Para ello se realizará un desarrollo completo de la solución óptima, con el detalle necesario para poder hacer factible su construcción así como la posterior explotación.

No es objeto de este Proyecto la construcción de la Autovía A-76, siendo el viaducto a tratar únicamente una estructura integrada en dicho trazado.

El fin último que se pretende alcanzar con este Proyecto es la realización de una de las dos estructuras gemelas que soportarán las dos calzadas que componen la Autovía. Dadas las

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

semejanzas entre ambas estructuras, se considera que sus características técnicas son perfectamente trasladables a su gemela.

El viaducto tendrá una longitud total de 340 metros, la rasante máxima estará a casi 44 m sobre el paramento superior de las cimentaciones, una anchura de las plataformas de 11,50 metros. Debido a las características del cauce a atravesar, se optará por una estructura de tipología arco.

El proceso constructivo consistirá en realizar las cimentaciones, situar las pilas que se sitúan sobre el terreno. Tras ello se lanzará el tablero desde cada estribo hasta el arranque del arco, desde donde se ejecutarán las mitades del arco hasta su encuentro en su clave. Finalmente se terminarán de colocar las pilas sobre el arco, finalizando el lanzamiento del tablero.

3. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El viaducto se sitúa en el Término Municipal de A Rúa, al norte del barrio de Somoza, en la provincia de Ourense. El cauce que atravesará será el del Regueiro da Rúa, un barranco que habitualmente está seco pero ocasionalmente sufre de avenidas ante lluvias torrenciales.

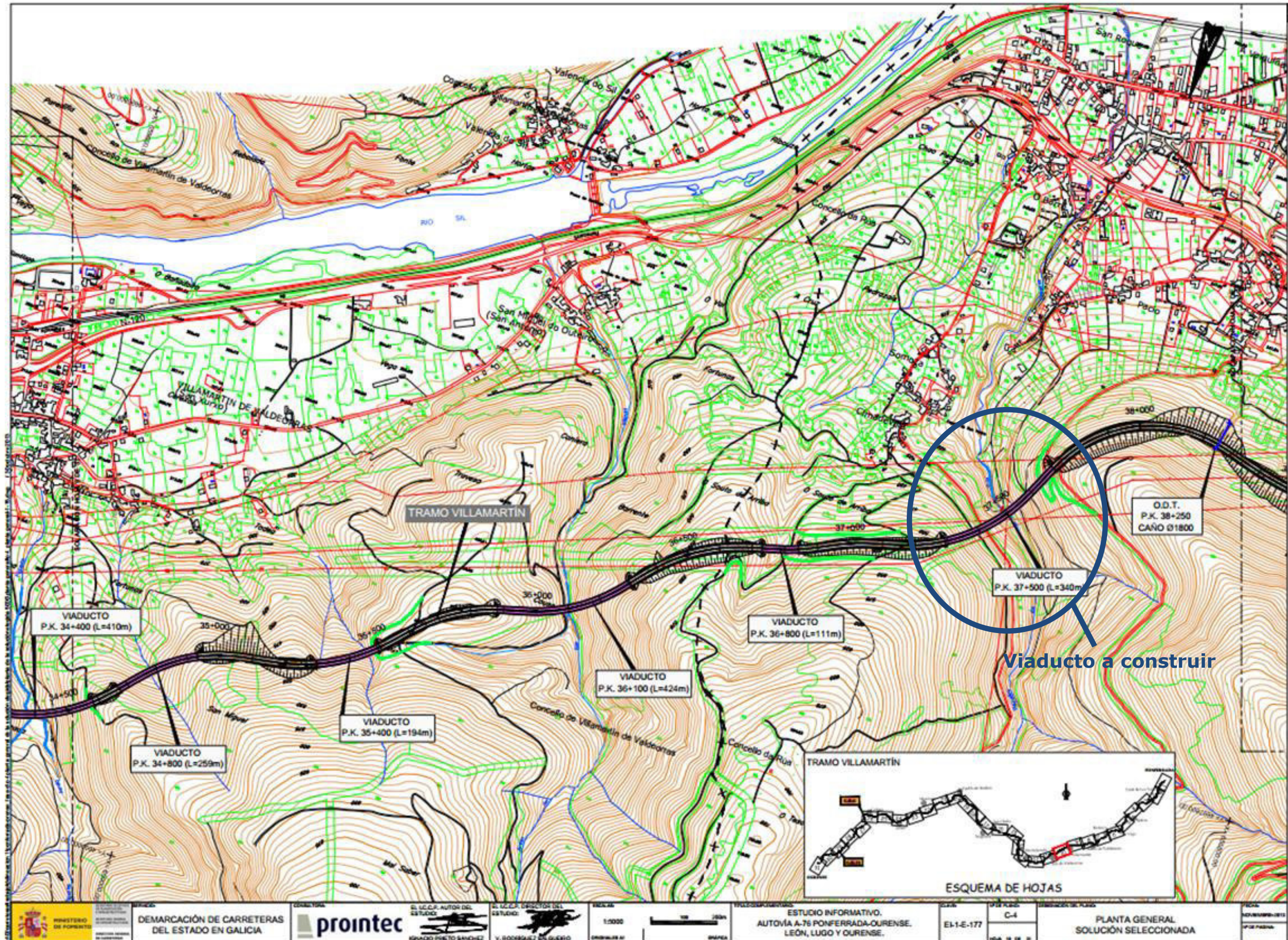
El PK de la autovía A-76 en el que se sitúa el viaducto es el 37+500, que corresponde al subtramo 4: Villamartín.

La cota máxima de la rasante de la autovía en ese punto es de 481,25 msnm, y su acimut 42,278º.



Con el fin de simplificar el trabajo, y pese a que en el Estudio Informativo se diseñó una solución curva, se opta por un viaducto de alineación recta en planta.

Se puede acceder desde Somoza por la carretera que conduce hasta el barrio de San Xulian.



4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA

El viaducto que se va a construir consta de dos estructuras gemelas de longitud total 340 metros. Dichas estructuras están separadas 9 metros medidos desde el borde del tablero.

Debido a la profundidad y ancho del cauce a atravesar, se ha decidido realizar un arco metálico cuya luz es de 216 metros, y una flecha de 40 metros.

El viaducto está compuesto por 13 vanos, con una luz de 27 metros los intermedios, y siendo un 20% más cortos los vanos extremos, con una longitud de 21,50 metros.

El tablero está formado por dos vigas cajón metálicas sobre las que se sitúa una losa de hormigón armado que soporta el firme. La solución adoptada consiste en un tablero hiperestático, ya que se mantiene la continuidad de vigas y losa durante toda la longitud del viaducto, equilibrando de este modo los momentos flectores.

El tablero tiene un ancho de 11,50 metros, distribuidos en 2 carriles de 3,50 metros, arcones interior y exterior de 1 y 2,5 metros respectivamente, y barreras de protección (pretilas) de 0,50 metros cada una.

Las pilas tienen sección hueca, estableciéndose por parejas sosteniendo una viga cada una, arriostradas entre sí en la coronación para aumentar la rigidez global del viaducto. Cada pila tiene una sección de 2,00x1,50 metros, las cuales se conectan con el tablero mediante dos neoprenos por pila, es decir, un total de cuatro neoprenos por sección de tablero.

El arco está compuesto por dos secciones iguales cuyas dimensiones son 2,50 de canto y 2,00 de ancho, con espesores de chapa de 30 mm. Se arriostran entre sí en los arranques de las pilas para mejorar la rigidez.

4.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La cartografía seleccionada para la realización de este Proyecto la componen los planos a Escala 1/5000 proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las coordenadas de los estribos, tomados desde el eje de simetría de los dos viaductos, y que se emplearán para el replanteo de las obras son las siguientes:

| Estribo | X | Y | Z |
|-----------|-------------|--------------|--------|
| Izquierdo | 656540,3749 | 4696740,4866 | 480,36 |
| Derecho | 656749,9584 | 4697008,1790 | 480,50 |

El sistema de coordenadas empleado es el Universal Transversal de Mercator (UTM), con huso 29N.

Tal como obliga el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, el datum empleado ha sido el ETRS89, tomando como referencia para la altitud el nivel medio del mar en Alicante.

4.3. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

4.3.1. Climatología

Se ha estudiado el Clima en las estaciones meteorológicas más cercanas de las que se disponen datos, siendo éstas las que se muestran a continuación:

- Ourense "Granxa" (1690A)
- Ponferrada (1549)

Los índices obtenidos para las estaciones referidas son los siguientes:

- Índices climáticos
 - Aridez de Martonne
 - Termo pluviométrico de Dantin-Revenga
 - Pluviosidad de Lang
- Climograma
 - Termohietas (Climatodiagrama de Wilson)
 - Ombrotérmico de Walger Gausen
- Clasificación climática
 - Agroclimático de Köppen

Dado que la obra está situada en línea recta prácticamente a mitad de distancia entre ambas estaciones, se concluyó el Estudio clasificando el clima en la obra como **Clima Húmedo**.

4.3.2. Hidrología

Tomando como datos de partida la serie histórica de la máxima precipitación diaria en la estación de A Rúa (1586), y tras realizar análisis estadísticos de Gumbel y SQRT-EX con el fin de hallar la precipitación de diseño para T = 500 años sobre la cuenca vertiente en el punto donde se ubicará el viaducto, y realizando el método de abstracción del Número de Curva de la SCS, se ha obtenido que el caudal de avenida para duración de la lluvia de 2 veces el t_c de la cuenca (duración lluvia = 150 minutos) es de 476,02 m³/s, lo que supone que en la sección de control, situada en el mismo plano del eje longitudinal de la obra, el calado será de 3,08 metros.

De estos datos se deduce que la estructura no corre ningún riesgo en caso de avenidas extraordinarias, no siendo necesaria la ejecución de obras de protección tales como escolleras.

En el Anejo Nº 3: Climatología e Hidrología se detalla la metodología empleada para la obtención de los índices climáticos y los análisis realizados sobre las series históricas de precipitación para obtener el nivel de agua.

4.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El Estudio Geotécnico muestra el resultado de varios sondeos in situ además de pruebas en laboratorio de muestras de terreno, tras lo cual se ha caracterizado el suelo sobre el que se ubicará la obra, extrayendo las propiedades geológicas y geotécnicas:

- **Afloramiento:** Arenisca de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco fisurada, con yacencia subvertical, con intercalaciones de margas de igual color y yacencia. El RQD medido de las areniscas es de 90%.

Sobre ella hay una capa vegetal cuyo espesor varía entre 10 y 30 cm, del cual no se han realizado ensayos. El cuadro resumen de las características de la roca es el siguiente:

| Profundidad (varía según sondeo) | Designación | Peso específico (t/m ³) | Módulo de Young (kg/cm ²) | Resistencia compresión simple (kg/cm ²) | Coefficiente Poisson | Ángulo rozamiento interno (°) |
|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------|-------------------------------|
| >0,10-0,30 | Roca sana de buena calidad. | 2,50 | 451,00 | 326,17 | 0,20 | 35,29 |

Considerándose apropiada para la sustentación de la estructura.

Según la Guía de Cimentación en Obras de Carretera, para una resistencia a compresión simple de 326,17 kg/cm², siendo arenisca con grado de meteorización I y un RQD del 90%, la tensión admisible de la roca es de **2,15 MPa**.

El análisis químico arrojó los siguientes resultados:

- Sulfatos: 34,67 mg/kg
- Acidez Baumann-Gully: 7,99 ml/kg

De acuerdo a la tabla 8.2.3.b de la EHE-08, se trata de un suelo **NO AGRESIVO**.

El Anejo Nº 4: Estudio Geotécnico muestra con mayor nivel de detalle los diferentes aspectos que han permitido la caracterización del suelo, así como una descripción ampliada de la litología encontrada en los sondeos.

4.5. SISMICIDAD

Considerando la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), que marca que no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b cumpla la siguiente expresión

$$a_b < 0,04g$$

donde g es la aceleración de la gravedad.

Tanto en la figura 3.1 donde se muestra el Mapa de peligrosidad Sísmica, el Municipio de A Rúa no figura, por lo que se estima que **no es necesario aplicar la norma sismorresistente**.



5. NORMATIVA

Para la redacción de este Proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, tanto administrativa como técnica:

5.1. NORMATIVA ADMINISTRATIVA

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3854/1970 de 31 de Diciembre, en lo que no se oponga a lo establecido en la Ley 13/1995 de 18 de mayo.
- Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001).
- Reglamento General de Carreteras 1812/1994 (BOE 228 DE 23.9.94), y los R.D. 1911/1997 (BOE del 9 de enero), 597/1999 (BOE del 29 de abril) Y 114/2001 (BOE del 21 de febrero).
- Ley 16/1987 de 30 de julio de ordenación de los Transportes Terrestres, y modificaciones posteriores, DE 18.09.93, 26.03.98 Y 11.06.99.
- R.D. 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (BOE nº 241 de 08.10.90) y modificaciones posteriores: R.D. 780/2001, de 6 de julio; O.M. de 02 .08.01; O.M. de 19.10.01 y R.D. 366/2002, de 19 de abril.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/86 de 11 de Abril.
- Estatuto de los Trabajadores. R.D. 1/1995 de 24 de marzo y modificaciones posteriores: LEY 60/1997, de 19 de diciembre; R.D. 488/1998, de 27 de marzo; R.D. 1659/1998, de 24 de julio; R.D. 2720/1998, de 18 de diciembre; LEY 24/1999, de 6 de julio y LEY 33/2002, de 5 de julio.
- Decreto 3410/1975, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado (BOE del 27 y 29 de diciembre). Vigente en la parte no derogada por la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas (disposición derogatoria única de la citada Ley) y las afecciones correspondientes.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE del 24). Modifica las leyes de Contratos de las Administraciones Públicas, de Autopistas, de Costas y de Aguas.

- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/61 de 30 de Noviembre y sus modificaciones posteriores.

5.2. NORMATIVA TÉCNICA

5.2.1. Expropiaciones

- Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (BOE del 17) y sus posteriores modificaciones.
- Decreto, de 26 de abril de 1957, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (BOE del 20 de junio).
- Proyecto de Real Decreto por el que se aprueban las normas técnicas de valoración catastral de los bienes inmuebles de características especiales, de 1 de junio de 2007.
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

5.2.2. Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE del 10 de noviembre).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (BOE de 25 de octubre).
- Resolución de 5 de marzo de 1999, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes, sobre delegación de competencias de atribuciones en materia de seguridad y salud en las obras de carreteras en los Jefes de Demarcación de Carreteras del Estado (BOE del 25 de marzo).
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera (de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento).

5.2.3. Carreteras

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras (BOE del 30 de septiembre).
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE del 23). Modificado por el Real Decreto 1911/1997, de 19 de diciembre, (BOE del 10 de enero de 1998), por el Real Decreto 597/1999, de

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

16 de abril (BOE del 29 de abril de 1999) y por el Real Decreto 114/2001, de 9 de febrero BOE del 21 de febrero de 2001). La Orden de 16 de diciembre de 1997 del Ministerio de Fomento desarrolla algunos de sus artículos.

- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. Edición actualizada a 1 de enero de 2007

5.2.4. Drenaje

- Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día (datos hasta 1970), Dirección General de Carreteras.
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, Dirección General de Carreteras, mayo de 1987.
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1997.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Orden, de 21 de junio de 1965, por la que se aprueba la Norma 5.1-IC sobre drenaje (BOE del 17 de septiembre). Vigente en la parte no derogada por la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de 1990.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de la instrucción de carreteras (BOE del 10 de marzo).
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera. En la práctica sustituye a la Norma 5.1-IC en su parte de drenaje subterráneo.

5.2.5. Geología y geotecnia

- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.
- Orden Circular 314/90 TyP, de 28 de agosto, sobre normalización de los estudios geológicos y geotécnicos a incluir en anteproyectos y proyectos.

5.2.6. Obras de paso: puentes y estructuras

- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Dirección General de Carreteras, mayo de 2000.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)
- Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07).
- Real Decreto 997/2002, de 22 de septiembre, aprueba la Norma de Construcción sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)» (BOE del 22 de agosto).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la «Instrucción de Acero Estructural (EAE)» (BOE del 23 de junio).
- Recomendaciones para el proyecto de Puentes Mixtos para carreteras RPX-95. Dirección General de Carreteras, 1995.
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Nota de Servicio de la Subdirección General de Construcción, de 28 de julio de 1992, sobre losas de transición en obras de paso.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera, publicadas por la Dirección General de Carreteras en 1982.
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera, Dirección General de Carreteras, 1995.

5.2.7. Sistemas de contención de vehículos

- Nota de Servicio 1/95 SGC sobre bases de cálculo y diseño de pretiles en puentes de carretera.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos, aprobadas por Orden Circular 321/95, de 12 de diciembre de 1995.
- Nota de servicio 4/2001, pintura de barandas.
- Impermeabilización de tableros de puentes. Cedex, 1982.
- Orden Circular 23/2008 sobre criterios de aplicación de pretiles metálicos en puentes de carretera, de la Dirección General de Carreteras, aprobada el 30 de julio de 2008.

5.2.8. Firmes y pavimentos

- Secciones de firme Norma 6.1 IC Instrucción de carreteras, Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre (BOE de 12 de diciembre de 2003).
- Nota de servicio 5/2006 sobre Explanaciones y Capas de Firme tratadas con cemento, Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU). Julio 2007, Ministerio de Fomento
- Orden Circular 24/2008 sobre el pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Artículos: 542-Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543-Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.
- Orden Circular 21bis/2009 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra, aprobada el 23 de marzo de 2009

5.2.9. Señalización

- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- Catálogo de señales de circulación, Dirección General de Carreteras, noviembre de 1986.
- Nota de Servicio de la Subdirección General de Conservación y Explotación, de 15 de febrero de 1993, sobre condiciones de diseño y ubicación de carteles informativos permanentes de denominación de carreteras de la Red del Estado.
- Manual del sistema de señalización turística homologada de la Red de Carreteras del Estado. (1ª edición) Enero 2000.
- Orden FOM/534/2014 de 20 de marzo de 2014 por la que se aprueba la Norma 8.1-IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 5 de abril de 2014).
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2- IC sobre marcas viales, (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre).
- Orden Circular 304/89 MV, de 21 de julio, sobre proyectos de marcas viales.
- Orden, de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de

poblado (BOE del 18 de septiembre). Esta Orden ha sido modificada parcialmente por el Real Decreto 208/1989, de 3 de febrero, (BOE del 1 de marzo) por el que se añade el artículo 21 bis y se modifica la redacción del artículo 171.b) A del Código de la Circulación.

- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas. Dirección General de Carreteras, 1997
- (Serie monográfica). Como aplicación de la Norma 8.3-IC sobre Señalización de Obras.
- Orden Circular 309/90 CyE, de 15 de enero, sobre hitos de arista.
- Orden Circular 35/2014 Sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.

5.2.10. Medición y valoración

- Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento.
- Orden Circular 307/89 G, de 28 de agosto, sobre normalización de los documentos a entregar por Contratistas y Consultores en cuanto a certificaciones, mediciones y presupuestos.
- Nota de Servicio, de 7 de mayo de 1997, sobre redacción de presupuestos ajustándose a los precios de mercado.
- Comunicación nº 3/75, de julio, sobre cálculo, medición y valoración de obras de paso.
- Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento.
- Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

6. BIBLIOGRAFÍA

- Baldomir García, Aitor. *Apuntes de la asignatura "Estructuras Metálicas"*, Universidad de La Coruña.
- Torroja Miret, Eduardo (2008). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Argüelles Álvarez, Ramón (2001). *Estructuras de acero: uniones y sistemas estructurales. Tomo II, Editorial Bellisco*.
- S. Nania, Leonardo; Gómez Valentín, Manuel. (2006). *Ingeniería Hidrológica*. Granada: Editorial GEU.
- García Meseguer, Álvaro; Morán Cabré, Francisco; Arroyo Portero, Juan Carlos (2009). *Jiménez Montoya. Hormigón Armado 15ª edición*. Madrid: Editorial Gustavo Gil.
- Varios autores (2015). *Revista de Obras Públicas Nº 3561 y Nº 3562: Monográficos: Puentes arco (I) y (II)*. Madrid: Colegio de ICCP.
- Manterola Armisén, Javier (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción (Volúmenes I y II)*. (1ª edición). Madrid: Colegio de ICCP.
- Martínez Montés, Germán (2007). *Organización y gestión de proyectos de obras*. Madrid: McGraw Hill.

7. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

De acuerdo a la Orden Circular 31/2012, sobre propuesta y fijación de fórmulas polinómicas de revisión de precios en los proyectos de obras de la Dirección General de Carreteras, se dicta de conformidad el R.D 1359/2011 de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación y armamento y equipamiento de las administraciones públicas la fórmula de revisión de precios aparece en el ANEXO II de esa normativa, siendo en el ANEXO I donde se encuentran los materiales básicos a incluir en la misma:

- **Obras de edificación con alto componente de materiales metálicos e instalaciones (fórmula 821):**

$$Kt = 0,08A_t/A_0 + 0,01B_t/B_0 + 0,05C_t/C_0 + 0,01E_t/E_0 + 0,02F_t/F_0 + 0,01L_t/L_0 + 0,04M_t/M_0 + 0,03P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,03R_t/R_0 + 0,18S_t/S_0 + 0,08T_t/T_0 + 0,01U_t/U_0 + 0,02V_t/V_0 + 0,42$$

- **Estructuras y muros (fórmula 111):**

$$Kt = 0,01A_t/A_0 + 0,05B_t/B_0 + 0,12C_t/C_0 + 0,09E_t/E_0 + 0,01F_t/F_0 + 0,01M_t/M_0 + 0,03P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,08R_t/R_0 + 0,23S_t/S_0 + 0,01T_t/T_0 + 0,35$$

- **Firmes y pavimentos (fórmula 152):**

$$Kt = 0,40B_t/B_0 + 0,07C_t/C_0 + 0,14E_t/E_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,14R_t/R_0 + 0,24$$

Los materiales a los que hacen referencia las fórmulas anteriores son:

| Símbolo | Material |
|---------|-------------------------|
| A | Aluminio |
| B | Materiales bituminosos |
| C | Cemento |
| E | Energía |
| F | Focos y luminarias |
| L | Materiales cerámicos |
| M | Madera |
| O | Plantas |
| P | Productos plásticos |
| Q | Productos químicos |
| R | Áridos y rocas |
| S | Materiales siderúrgicos |
| T | Materiales electrónicos |
| U | Cobre |
| V | Vidrio |
| X | Materiales explosivos |

siendo los subíndices

o -> índice de la fecha de licitación

t -> índice en el mes de ejecución de trabajos

8. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Para la valoración de los costes de construcción se ha establecido un conjunto de unidades de obra y partidas alzadas de abono íntegro que permiten llevar a cabo unas mediciones ajustadas al detalle de las obras definidas en el presente Proyecto de Trazado.

En base a todo ello se calcula el presupuesto de las obras. En el Anejo nº 10 se analizan las diferentes unidades empleadas y los criterios seguidos para valorar las obras.

9. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En el Documento Nº 4 se estudia el presupuesto de las obras que, junto con el plazo estimado en cada caso, permite determinar la clasificación que debe ser exigida al contratista adjudicatario de las obras, según lo especificado en el del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público y en el Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre, por el que se aprueba el .Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

En el artículo 65 del TRLCSP se indica que la exigencia de clasificación se debe a que el contrato de obras es superior a 350.000€. De acuerdo con los Artículos 25 y 26 del Reglamento, modificado por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, se propone el siguiente grupo y categoría que constituyen la clasificación adecuada para el Contratista para la ejecución de las obras del presente proyecto:

Grupo B) Puentes, viaductos y grandes estructuras

Subgrupo 4. Metálicos

Categoría f)

anualidad media > 2.400.000 €.

10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución para las obras a realizar se fija en DIECINUEVE (19) MESES, contados a partir de la fecha del Acta de Replanteo, de acuerdo con el artículo 123.1, párrafo "e", del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público aprobado mediante Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre.

11. PLAN DE OBRA

En el Anejo Nº 9 "Plan de Obra" se estudian las principales actividades de la obra que se materializa en un programa de trabajos estimado para su ejecución, estando representado con su correspondiente diagrama de Gantt.

12. PLAZO DE GARANTÍA

Se establece un plazo de garantía de VEINTICUATRO (24) MESES, en cumplimiento de los artículos 222 y 235 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público aprobado mediante Real Decreto Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre.

13. PRESUPUESTO

En el Documento Nº 4 se incluyen tanto las mediciones realizadas sobre los Planos como los precios unitarios y descompuestos que conforman dicho proyecto.

En los Cuadros de Precios número 1 y 2 se incluyen todas las unidades del proyecto.

Aplicando a las mediciones los precios del Cuadro Precios número 1 se obtiene el Presupuesto de Ejecución material (PEM), el cual se obtiene a partir de los siguientes capítulos:

| CAPÍTULO | PRECIO | (%) |
|---|-----------|-------------|
| 1. Cimentación | | 3,79 |
| 1.1 Desbroce de monte bajo | 923,92 | 0,01 |
| 1.2 Excavación en roca | 68405,18 | 0,85 |
| 1.3 Hormigón de limpieza | 3214,18 | 0,04 |
| 1.4 Encofrado metálico | 13346,30 | 0,17 |
| 1.5 Armadura zapatas | 76210,00 | 0,94 |
| 1.6 Hormigón | 143247,76 | 1,78 |
| 2. Estribo | | 3,43 |
| 2.1 Desbroce de monte bajo | 2658,78 | 0,03 |
| 2.2 Hormigón de limpieza bajo muro | 428,19 | 0,01 |
| 2.3 Encofrado cimientos de muro | 600,40 | 0,01 |
| 2.4 Hormigón cimientos de muro | 699,62 | 0,01 |
| 2.5 Alzado de muro de tierra armada | 153484,29 | 1,90 |
| 2.6 Relleno granular | 92862,22 | 1,15 |
| 2.7 Hormigón de limpieza bajo durmiente | 630,15 | 0,01 |
| 2.8 Encofrado metálico en durmiente | 2963,58 | 0,04 |
| 2.9 Hormigón durmiente sobre muro de T.A. | 12124,54 | 0,15 |

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

| CAPÍTULO | PRECIO | (%) |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| 2.10 Armadura para cargadero | 9926,73 | 0,12 |
| 3. Pilas | | 22,83 |
| 3.1 Placa de anclaje | 10929,10 | 0,14 |
| 3.2 Acero soldado | 1830978,41 | 22,70 |
| 4. Arco | | 33,57 |
| 4.1 Placa de anclaje | 7155,16 | 0,09 |
| 4.2 Acero soldado | 2700453,74 | 33,48 |
| 5. Tablero | | 33,63 |
| 5.1 Acero soldado | 1963170,16 | 24,34 |
| 5.2 Prelosa | 331559,50 | 4,11 |
| 5.3 Armadura de losa | 237309,74 | 2,94 |
| 5.4 Hormigón | 82627,41 | 1,02 |
| 5.5 Impermeabilización | 60018,50 | 0,74 |
| 5.6 Capa de Rodadura | 38377,50 | 0,48 |
| 6. Auxiliares | | 2,76 |
| 6.1 Marca vial eje | 139,40 | 0,00 |
| 6.2 Banda sonora longitudinal | 945,20 | 0,01 |
| 6.3 Junta de neopreno 160 mm | 20730,59 | 0,26 |
| 6.4 Pretil PXP J6/1.14c | 181029,60 | 2,24 |
| 6.5 Apoyos de neopreno zunchado | 19471,20 | 0,24 |
| TOTAL | 8066621,05 | 100 |

El Presupuesto Base de Licitación se obtiene directamente del PEM añadiendo los siguientes conceptos:

- 13% en concepto de gastos generales
- 6% en concepto de beneficio industrial
- 21% en concepto de IVA al total de la suma anterior.

Las cuantías obtenidas son:

| | |
|--|----------------------|
| Presupuesto de Ejecución Material..... | 8066621,05 € |
| 13% de gastos generales..... | 1048660,74 € |
| 6% de beneficio industrial..... | 483997,26 € |
| Presupuesto Base de Licitación (sin IVA)..... | 9599279,05 € |
| 21 % de IVA..... | 2015848,60 € |
| Presupuesto Base de Licitación (con IVA)..... | 11615127,65 € |

Por tanto, el Presupuesto Base de Licitación asciende a **ONCE MILLONES SEISCIENTOS QUINCENIL CIENTO VEINTISIETE EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

14. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

- **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**
 - **MEMORIA**
 - **ANEJOS A LA MEMORIA**
 - ANEJO 1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
 - ANEJO 2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
 - ANEJO 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA
 - ANEJO 4: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - ANEJO 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
 - ANEJO 6: AUSCULTACIÓN
 - ANEJO 7: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 - ANEJO 8: PRUEBA DE CARGA
 - ANEJO 9: PLAN DE OBRA
 - ANEJO 10: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
 - ANEJO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS
- **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**
- **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**
- **DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO**

15. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

De acuerdo con lo especificado en el artículo 127 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre, se hace constar expresamente que las obras definidas en el presente Proyecto constituyen una OBRA COMPLETA susceptible de ser entregada al uso general en el momento de su terminación, en el sentido exigido por el artículo 125 del citado Reglamento.

16. EQUIPO REDACTOR

Los técnicos especialistas que integran el Equipo Redactor del presente Proyecto son los siguientes:

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

- Autor del Proyecto: Héctor Sánchez García, Ingeniero Civil.
- Director del Proyecto: Miguel Ángel Morales Arribas, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

17. CONCLUSIONES

Para la realización de este Proyecto se han estudiado diversas materias de diferentes aspectos de la Ingeniería Civil, tales como son Climatología e Hidrología Superficial, atendiendo a las exigencias marcadas en el PPTP real de la Autovía A-76; Análisis de Estructuras, incluyendo la realización de un modelo tridimensional y con el cumplimiento de diversas normativas y recomendaciones técnicas tales como EHE-08, EAE, RPX-95; considerándose de que los objetivos marcados se han visto cumplidos.

Zaragoza, diciembre de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo: Héctor Sánchez García
Ingeniero Civil

Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. TIPOLOGÍAS A ANALIZAR | 1 |
| 3. RELACIÓN DE PRECIOS CONSIDERADOS | 1 |
| 4. CONDICIONANTES | 2 |
| 4.1. CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS | 2 |
| 4.2. CONDICIONANTES ECONÓMICOS | 2 |
| 4.3. PLAZO | 2 |
| 4.4. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS | 2 |
| 4.5. CONDICIONANTES DE SEGURIDAD | 2 |
| 4.6. CONDICIONANTES AMBIENTALES | 2 |
| 4.7. CONDICIONANTES ESTÉTICOS | 3 |
| 5. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS | 4 |
| 5.1.1. <i>Puente recto postesado</i> | 4 |
| 5.1.2. <i>Puente arco de hormigón</i> | 5 |
| 5.1.3. <i>Puente arco metálico con tablero mixto</i> | 6 |
| 6. COMPARACIÓN | 7 |
| 7. PROCESO CONSTRUCTIVO | 7 |
| 7.1. CIMENTACIONES | 7 |
| 7.2. ESTRIBOS | 7 |
| 7.3. PILAS | 8 |
| 7.4. TABLERO | 8 |
| 7.5. ARCO | 8 |

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Estudio de alternativas se realiza un breve análisis de diferentes tipologías de puentes con el fin de determinar cuál de ellas es la más apropiada para atravesar el cauce del barranco "Regueiro da Rúa" en Ourense.

La estructura que resulte elegida en base a este Estudio deberá cumplir con una serie de condicionantes previos, los cuales se van a explicar en apartados posteriores.

Se explicará además cada una de las alternativas propuestas, planteándose un predimensionamiento de cada una de sus partes, acompañadas por unas ilustraciones que muestren la geometría básica de todas las alternativas.

Los diferentes criterios que la estructura tiene que satisfacer se exponen a continuación:

- Condicionantes geométricos
- Condicionantes económicos
- Plazo
- Condicionantes constructivos
- Condicionantes de seguridad
- Condicionantes ambientales
- Condicionantes estéticos

Aunque a este nivel de detalle es complicado alcanzar la solución óptima, se procurará llegar a una solución razonable entre las expuestas, que será la que se desarrolle a lo largo del presente Proyecto.

Para ello, el método de decisión multicriterio empleado será el de las medias ponderadas, para el cual se diseña una matriz donde a n alternativas A se le asignan m criterios C, valorándolos de forma objetiva asignando un valor b .

Dicho valor se homogeneiza en función de la suma de todas las alternativas para cada criterio, resultando el valor e :

$$b_{ij} \rightarrow e_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_1^n b_{ij}}$$

Como a cada criterio se le asigna una ponderación p , se obtiene finalmente el valor μ , siendo la alternativa que tenga ese valor más elevado la solución más apropiada:

$$\mu_i = \frac{\sum_1^m e_{ij} * p_j}{\sum_1^m p_j}$$

2. TIPOLOGÍAS A ANALIZAR

A continuación se exponen las diferentes tipologías de puentes que van a someterse al análisis multicriterio:

- Puente recto postesado
- Puente arco de hormigón
- Puente arco metálico con tablero mixto

3. RELACIÓN DE PRECIOS CONSIDERADOS

Para realizar la valoración económica de las diferentes alternativas propuestas, se describen a continuación los precios unitarios considerados y que se publican en la "Base de referencia de la Dirección General de Carreteras" de enero de 2016:

Hormigones

| | | |
|----|---|--------|
| m3 | HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABLECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS. | 100,87 |
| m3 | HORMIGÓN PARA ARMAR HA-40 EN ALZADOS DE PILAS, ESTRIBOS, CABLECEROS, VIGAS, TABLEROS, LOSAS, MUROS Y MARCOS | 107,83 |
| m3 | HORMIGÓN PARA ARMAR Y/O PRETENSAR HA-60 Y/O HP-60, VIBRADO Y CURADO, TOTALMENTE COLOCADO. | 147,95 |
| m1 | VIGA PREFABRICADA DOBLE T DE H=180 cm i/ TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y TODOS LOS MATERIALES Y MEDIOS NECESARIOS PARA LA CORRECTA EJECUCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA | 492,74 |

Aceros

| | | |
|----|--|------|
| kg | ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR EN CHAPAS Y PERFILES LAMINADOS i/ P.P. DE DESPUNTES, CORTE, DOBLADO, SOLDADURAS, TRANSPORTE, POSICIONAMIENTO Y COLOCACIÓN EN OBRA, PROTECCIÓN ANTI-CORROSIÓN TOTALMENTE MONTADO. | 2,81 |
| kg | ACERO EN BARRAS CORRUGADAS B 500 SD COLOCADO EN ARMADURAS PASIVAS, i/ CORTE Y DOBLADO, COLOCACIÓN, SOLAPES, DESPUNTES Y P.P. DE ATADO CON ALAMBRE RECOCIDO Y SEPARADORES. | 1,17 |
| kg | ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 EN CORDONES PARA PRETENSAR i/ VAINAS Y TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS, LOS ANCLAJES ACTIVO Y PASIVO, ACOPLADORES, TODAS LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE TESADO, LAS OPERACIONES Y EQUIPOS DE INYECCIÓN, EL SELLADO DE CAJETINES. | 3,06 |

Encofrados

ANEJO Nº 1: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

| | |
|---|-------|
| m2 ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS Y POSTERIOR DES-ENCOFRADO, EJECUTADO CON MADERA MACHICHEMBRADA i/ LIMPIEZA, HUMEDECIDO, APLICACIÓN DE DESENCOFRANTE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y ADECUADA EJECUCIÓN. | 31,77 |
| m2 PRELOSA PREFABRICADA DE HORMIGÓN CON CELOSÍA DE HASTA 8 cm DE ESPESOR, COMPLETAMENTE EJECUTADA i/ SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN | 72,40 |
| m3 ALIGERAMIENTO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO | 78,29 |

4. CONDICIONANTES

4.1. CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS

El ancho de la plataforma viene determinado por el trazado general de la autovía, teniendo un total de 10,5 metros, distribuidos del siguiente modo:

- Arcén exterior 2,50 m
- Dos carriles (3,50m cada uno) 7,00 m
- Arcén interior 1,00 m

Además, se encuentran los siguientes elementos que limitan y separan las plataformas:

- Barreras / Pretiles 0,50 m
- Mediana (adosada al arcén) 1,50 m

Debido a que el valle tiene mucha profundidad, es necesario que algunas pilas tengan grandes alturas, además de tener los apoyos separados distancias importantes.

Dado que el terreno a la cota más próxima a la rasante de la autovía tiene menor inclinación, se decide realizar terraplenes para reducir la envergadura de las estructuras haciéndola más eficiente acercando la separación entre estribos hasta los 340 metros, siendo los estribos de mayor altura (8,5 m sobre el nivel del suelo en el izquierdo, en el lado suroeste; 13 metros el derecho en el lado noreste).

4.2. CONDICIONANTES ECONÓMICOS

Es el condicionante al que se le otorga más peso, estando en una época en la que es necesario realizar estructuras eficientes para optimizar el uso de los recursos públicos, tal como

marca la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre. Habrá que tratar de minimizar especialmente las longitudes de estructuras y túneles, ya que son estas unidades las que encarecen de forma más notable los presupuestos de construcción, explotación y conservación de las autovías, carreteras y líneas ferroviarias.

4.3. PLAZO

Pese a que se puede considerar como un factor más del condicionante económico, se valoran las soluciones prefabricadas como más rápidas frente las in situ.

El trazado de la autovía A-76 discurre por un paisaje montañoso con poca accesibilidad, en el que se alternan viaductos y túneles; pudiendo este viaducto permitir el paso de maquinaria al siguiente subtramo de autovía que se ejecute, por lo que es necesario que el plazo de ejecución no sea elevado.

4.4. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS

Un proceso constructivo complejo puede suponer dificultades a la hora de ejecutar la obra, lo que puede conllevar en un sobre coste debido a retrasos en los plazos marcados, necesidad de modificar el Proyecto en cuanto a materiales o métodos de ejecución o incluso afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. Por ello se evaluará positivamente una construcción fácil de construir.

4.5. CONDICIONANTES DE SEGURIDAD

Con el fin de hacer segura la transición de los vehículos por la infraestructura, se ha optado por un sistema de contención de vehículos consistente en un pretil de hormigón prefabricado modelo PXP J6/1-14c.

4.6. CONDICIONANTES AMBIENTALES

Se valorará positivamente la menor afección sobre el medio ambiente, considerando para ello la superficie empleada para la cimentación así como el número de pilas. Al estar en medio rural, la fauna local puede verse afectada por el trazado de la autovía en general, y por esta infraestructura en particular.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

4.7. CONDICIONANTES ESTÉTICOS

Al no situarse el viaducto en zona urbana, la estética no es uno de los criterios más importantes a la hora de evaluar las alternativas. Además, tampoco los usuarios de la vía van a poder percibir la geometría del puente.

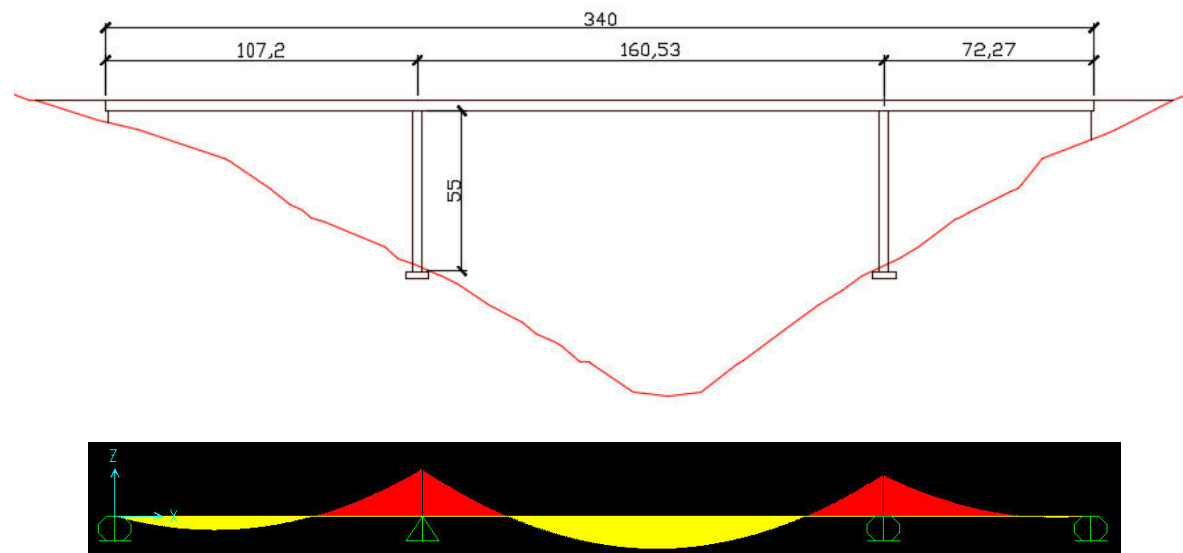
Sin embargo, es una zona forestal y con acceso al cauce del barranco mediante una carretera que conduce a la parroquia de San Xulian, en el propio término de municipal de A Rúa, por lo que sí es necesario un mínimo estético que se integre correctamente en el paisaje.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

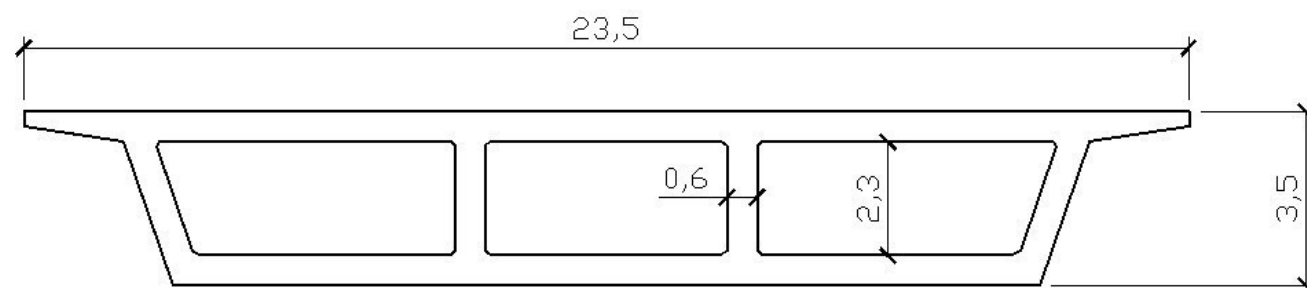
5.1.1. Puente recto postesado

Es una estructura de 3 vanos continuos, resuelta mediante un tablero de hormigón postensado in situ.

Se disponen dos pilas cuya altura es de 55 m, haciendo que la luz del vano central sea 160,50 m; el vano izquierdo tiene una longitud de 107,20 m y el vano derecho de 72,26 m.

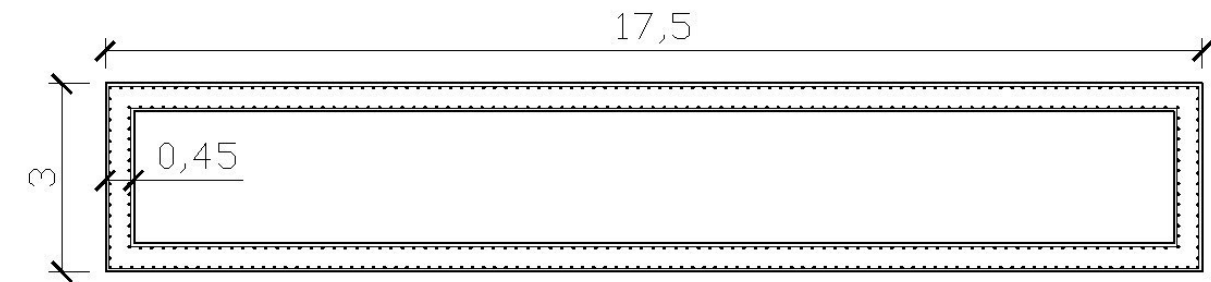


El tablero contendrá las calzadas de ambos sentidos, separadas con una mediana física provista de una barrera tipo New Jersey cuyo ancho es 1,50 m, por tanto el tablero tiene un ancho total de 23,50 m, mientras que su canto es de 3,50 m.



Pese a que la relación canto/luz está entre 1/20 y 1/45, dependiendo del vano, siendo relaciones que pueden considerarse de puentes incluso esbeltos, el canto es exageradamente grande, dando un excesivo peso propio a la estructura.

Las pilas tienen una dimensión de 17,50 metros x 3 metros, con un espesor de 0,45 metros.



El presupuesto estimado para esta alternativa se detalla a continuación:

| | Unidad | Concepto | Medición | Precio (€) | Total |
|-------------------------|----------------------|---|----------|-------------------|-------------------|
| TABLERO | m3 | HORMIGÓN HP-60 | 9768,642 | 147,95 | 1445270,58 |
| | m2 | ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS | 9615,2 | 31,77 | 305474,90 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 750234 | 1,17 | 877773,78 |
| | kg | ACERO ESPECIAL Y 1860 S7 PARA ARMADURA ACTIVA | 1464480 | 3,06 | 4481308,80 |
| | TOTAL TABLERO | | | | 7109828,07 |
| PILAS | m3 | HORMIGÓN HA-30 | 1940,4 | 100,87 | 195728,15 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 60928,56 | 1,17 | 71286,42 |
| | m2 | ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS | 4510 | 31,77 | 143282,70 |
| TOTAL PILAS | | | | 410297,26 | |
| TOTAL ESTRUCTURA | | | | 7520125,33 | |

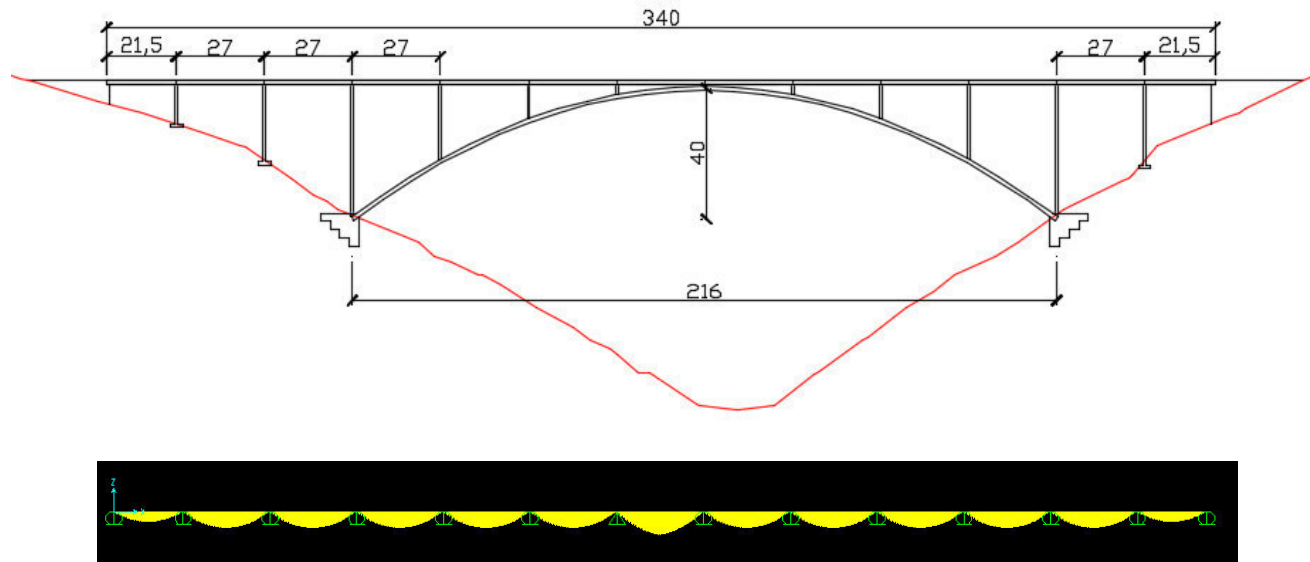
Dadas las grandes longitudes de sus vanos y sus escasos apoyos, es una estructura que genera grandes esfuerzos en prácticamente todos los elementos del viaducto.

5.1.2. Puente arco de hormigón

Este viaducto consta de dos estructuras gemelas separadas 9 metros entre las caras interiores del tablero. Estas estructuras estarán conformadas por un arco cuya flecha tiene 40 metros, y su luz 216 metros, siendo la relación $f/L = 1/5,40$

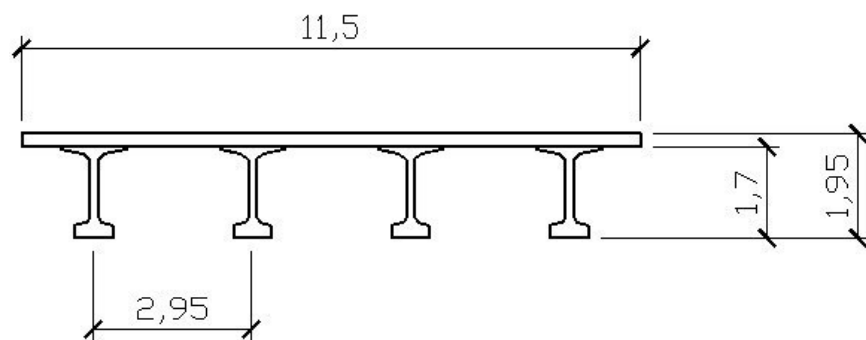
Todos los vanos del viaducto tanto sobre el arco como sobre los accesos tienen 27 metros de longitud, salvo los vanos de los extremos, que serán un 20% más cortos, siendo 21,50 metros. La relación c/L es por tanto $1/17,4$ para los vanos intermedios y $1/14$ para los vanos extremos.

Esta estructura está formada por 13 vanos, 8 de los cuales están sobre el arco.

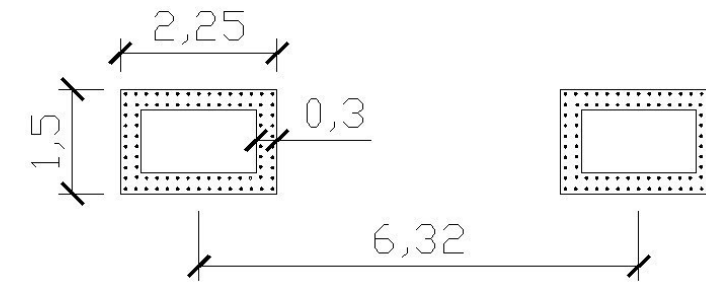


Cada tablero únicamente soportará un sentido de circulación, conteniendo los arcones, calzadas y barrera a cada lado, es decir, su ancho será de 11,50 m.

Dicho tablero está formado por cuatro vigas doble T prefabricadas de canto 1,70 metros, dispuestas con un intereje de 2,95 metros. Sobre éstas se sitúa una losa de hormigón de 0,25 metros de canto.



Cada apoyo se sostiene sobre dos pilas de dimensiones 2,25 metros x 1,50 metros, unidos mediante un dintel en la parte superior, con un espesor de 0,30 metros:



El presupuesto estimado para este viaducto es el que se expone:

| | Unidad | Concepto | Medición | Precio (€) | Total |
|---------|--------|--|----------|------------|-------------------|
| TABLERO | m1 | VIGA PREFABRICADA DOBLE T DE H=180 cm | 1360 | 492,74 | 670126,40 |
| | m2 | PRELOSA PREFABRICADA DE HORMIGÓN 8 cm DE ESPESOR | 3910 | 72,40 | 283084,00 |
| | m3 | HORMIGÓN HA-30 | 664,7 | 100,87 | 67048,29 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 136850 | 1,17 | 160114,50 |
| | | TOTAL TABLERO | | | 1180373,19 |
| PILAS | m3 | HORMIGÓN HA-30 | 786,42 | 100,87 | 79325,87 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 24693,49 | 1,17 | 28891,38 |
| | m2 | ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS | 3120,702 | 31,77 | 99144,70 |
| | | TOTAL PILAS | | | 207361,96 |
| ARCO | m3 | HORMIGÓN HA-40 | 1834,334 | 107,83 | 197796,25 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 51150,8 | 1,17 | 59846,44 |
| | m2 | ENCOFRADO PARA PARAMENTOS VISTOS PLANOS | 3162,645 | 31,77 | 100477,23 |
| | | TOTAL ARCO | | | 358119,91 |
| | | TOTAL ESTRUCTURA | | | 1745855,06 |
| | | TOTAL AMBAS ESTRUCTURAS | | | 3491710,12 |

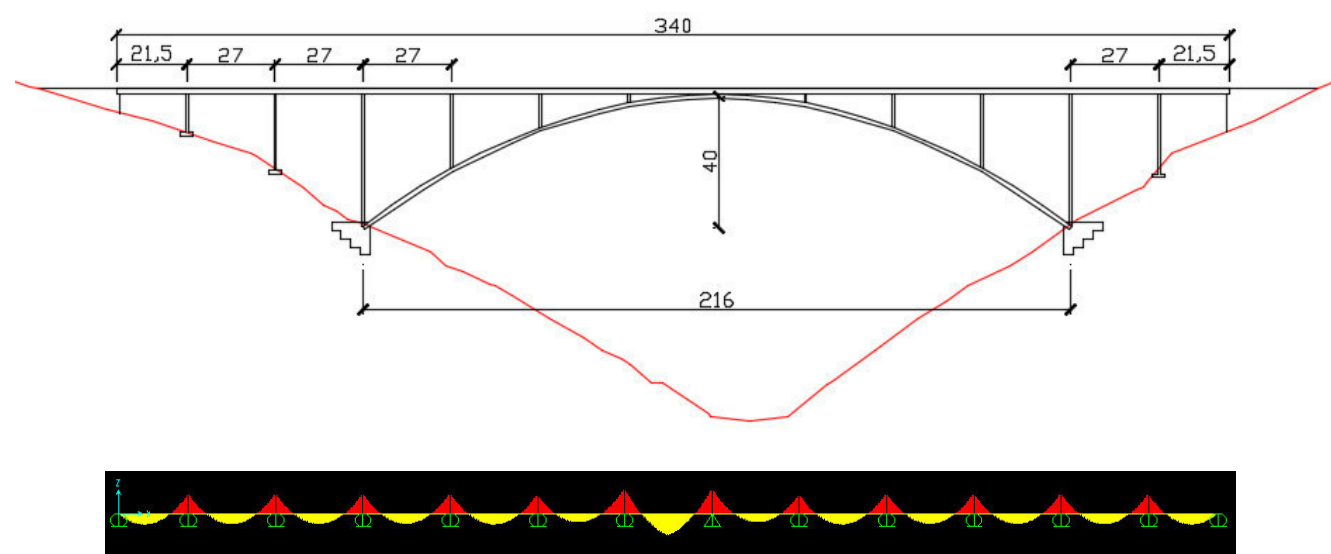
Nos encontramos ante una estructura visualmente equilibrada aunque pesada y que requiere de grandes cantos. Además dado que la tipología de vigas empleada no permite dar continuidad al tablero, aparece una ley de flectores desequilibrada.

5.1.3. Puente arco metálico con tablero mixto

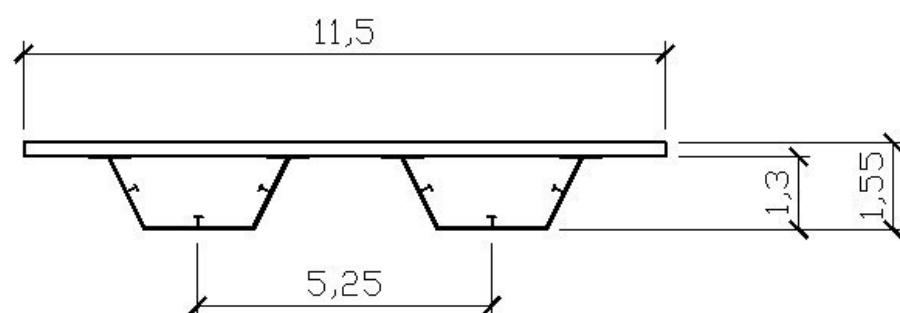
Este viaducto consta de dos estructuras gemelas, separadas entre sí 9 metros contando entre los laterales interiores de ambos tableros.

La luz del arco tiene 216 m, una flecha de 40 m. La luz de todos los vanos, tanto en el arco como en los viaductos de acceso, es de 27 m, siendo los vanos extremos un 80% de los anteriores, por lo tanto 21,50 metros.

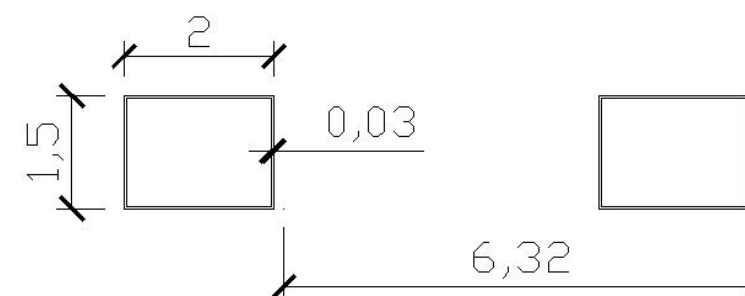
En total consta de 13 vanos, 8 de los cuales están situados sobre el arco.



El tablero es continuo y está formado por dos vigas cajón metálicas de canto 1,30 metros y espesor de chapa de 25 mm en alma y 30 mm en alas, unidos a una losa de hormigón armado de canto 0,25 metros y anchura 11,50 metros, que soportará el tráfico. El canto total del tablero será de 1,55 metros.



Los pilares tendrán una dimensión de 2 metros x 1,50 metros, y un espesor de 3 milímetros habiendo dos pilas por cada apoyo, unidas por un arriostramiento en la parte superior:



El presupuesto estimado de esta obra es el que se puede observar a continuación:

| | Unidad | Concepto | Medición | Precio (€) | Total |
|---------|--------|--|-----------|------------|--------------------|
| TABLERO | kg | ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR | 993935,6 | 2,81 | 2792959,04 |
| | m2 | PRELOSA PREFABRICADA DE HORMIGÓN 8 cm DE ESPESOR | 3910 | 72,40 | 283084,00 |
| | m3 | HORMIGÓN HA-30 | 664,7 | 100,87 | 67048,29 |
| | kg | ACERO B 500 SD DE ARMADURA PASIVA | 136850 | 1,17 | 160114,50 |
| | | TOTAL TABLERO | | | 3143091,33 |
| PILAS | m3 | ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR | 674171,49 | 2,81 | 1894421,90 |
| | | TOTAL PILAS | | | 1894421,90 |
| ARCO | m3 | ACERO LAMINADO ESTRUCTURAL S275JR | 979829,59 | 2,81 | 2753321,15 |
| | | TOTAL ARCO | | | 2753321,15 |
| | | TOTAL ESTRUCTURA | | | 7790834,37 |
| | | TOTAL AMBAS ESTRUCTURAS | | | 15581668,74 |

Esta alternativa resulta más ligera y visualmente más fina que el modelo de hormigón. Además, se permite la continuidad del tablero permitiendo por ello redistribuir los esfuerzos flectores.

6. COMPARACIÓN

A continuación se muestra la matriz empleada para seleccionar la alternativa que se va a construir, atendiendo a todos los criterios que se han descrito anteriormente, otorgando la puntuación de acuerdo al siguiente criterio:

- Muy apropiado 10
- Apropiado 5
- Nada apropiado 1

| Criterios | Alternativas | | | Ponderación |
|---------------|--------------|-----------|--------------|-------------|
| | P recto HP | P arco HA | P arco mixto | |
| Geométricos | 1 | 5 | 10 | 2 |
| Económicos | 5 | 10 | 1 | 3 |
| Constructivos | 1 | 10 | 10 | 1 |
| Seguridad | 5 | 5 | 10 | 2 |
| Plazo | 5 | 5 | 10 | 2 |
| Ambientales | 10 | 5 | 5 | 2 |
| Estéticos | 1 | 5 | 10 | 2 |
| TOTAL | | | | 14 |

Homogeneizando los valores, se obtiene la siguiente matriz:

| | P recto HP | P arco HA | P arco mixto | Ponderación |
|---------------|------------|-----------|--------------|-------------|
| Geométricos | 0,063 | 0,313 | 0,625 | 2 |
| Económicos | 0,313 | 0,625 | 0,063 | 3 |
| Constructivos | 0,048 | 0,476 | 0,476 | 1 |
| Seguridad | 0,250 | 0,250 | 0,500 | 2 |
| Plazo | 0,250 | 0,250 | 0,500 | 2 |
| Ambientales | 0,500 | 0,250 | 0,250 | 2 |
| Estéticos | 0,063 | 0,313 | 0,625 | 2 |

| | | | |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| RESULTADO | 0,231 | 0,364 | 0,405 |
|------------------|--------------|--------------|--------------|

Por lo tanto la alternativa resultante, la cual se va a desarrollar a lo largo del Proyecto es el Puente arco metálico con tablero mixto.

Pese a ser con diferencia la menos económica, siendo éste el criterio más importante, compensa en el resto de factores y se impone con diferencia sobre las otras alternativas.

7. PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se detalla el proceso constructivo que se va a emplear para ejecutar la construcción de la alternativa seleccionada.

7.1. CIMENTACIONES

La cimentación es el elemento estructural que recibe las cargas del viaducto y las transmite al terreno en unas condiciones admisibles.

Para soportar dichas cargas se ejecutarán zapatas rígidas de hormigón armado, con esperas para uniones atornilladas donde se fijarán los pilares metálicos.

El comienzo de la fase constructiva comienza con el desbroce y excavación en el terreno hasta las cotas que resultaron admisibles en el estudio geotécnico, colocando posteriormente los encofrados y colocando el armado con barras corrugadas B 500 SD.

Así mismo se realiza la zapata de grandes dimensiones desde la cual arrancará el arco y sobre la que se apoyará el pilar de mayor altura.

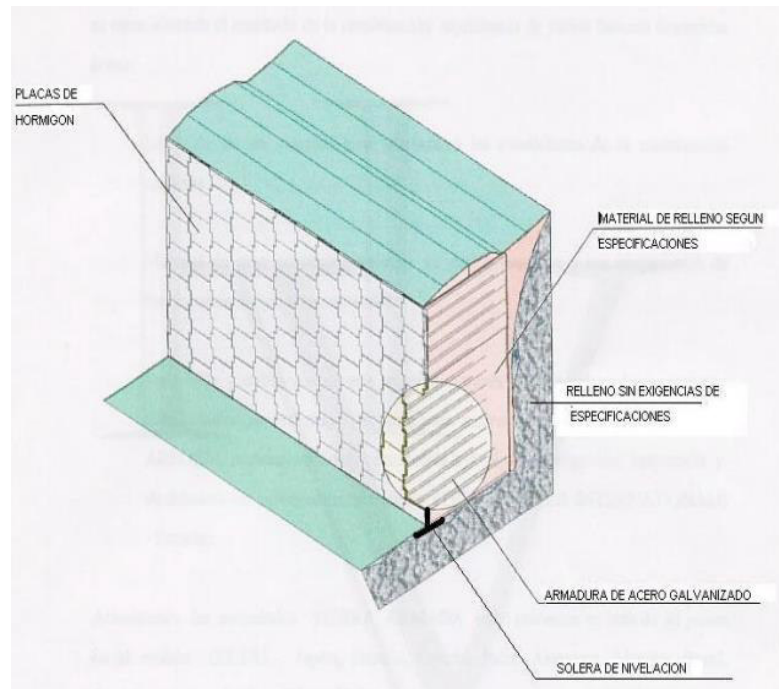
Como se indicó, en todos ellos se dejan preparadas las placas que permitirán el anclaje de los elementos metálicos.

7.2. ESTRIBOS

Una vez ejecutadas las cimentaciones se procederá a construir los estribos, uno en cada extremo del puente.

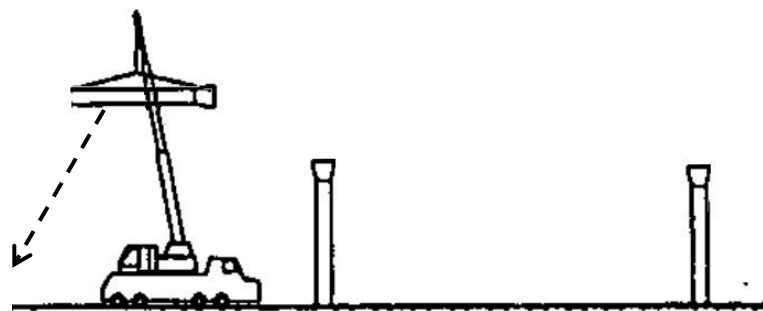
La tipología seleccionada es de tierra armada, cuya función es contener el deslizamiento de los terraplenes que se efectúen hasta el acuerdo del trazado de la autovía con el viaducto, y que pudieran afectar a las pilas contiguas. Además, dada la inclinación del terreno es aconsejable un sistema que no requiera grandes zapatas con empujes en dirección ladera abajo.

Igualmente, la altura del estribo es alta, superando los 7,5 m en un caso, y los 13 metros en el otro, por lo que la opción seleccionada es más económica que otras alternativas habituales que requieren grandes volúmenes de hormigón.



7.3. PILAS

Todas las pilas hasta el arranque del arco se colocarán mediante una grúa telescópica de 150 toneladas. Las pilas habrán sido construidas previamente en taller, y transportadas en módulos de no más de 10 metros, de cara a facilitar el transporte y posterior montaje.



Posteriormente cada módulo se soldará al colocado anteriormente.

7.4. TABLERO

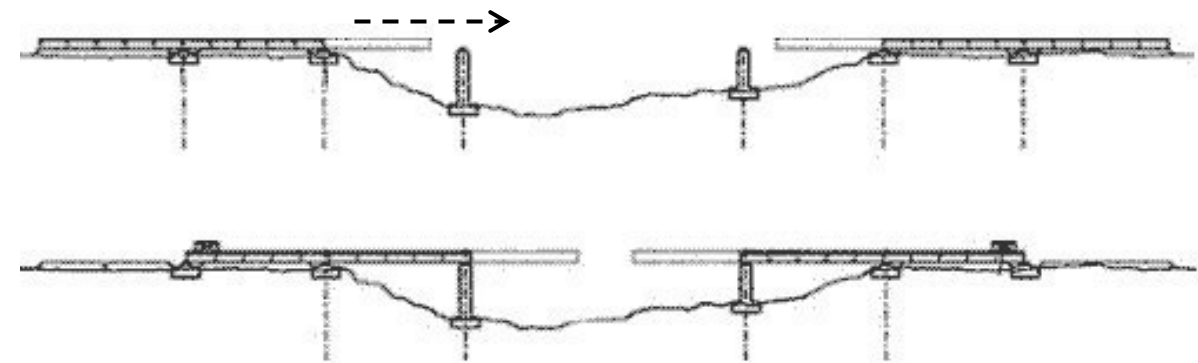
El tablero estará montado por completo durante un subtramo de 75,50 metros (longitud equivalente a un vano extremo y dos intermedios), y se irá situando en la explanación del

trazado de la autovía. Para ello se situarán los cajones metálicos conformados en taller, sobre lo que se situará la losa de hormigón con espesor 25 centímetros.

Esta losa se ejecuta en dos partes. La primera, formada por una prelosa prefabricada que se coloca apoyada sobre las vigas cajón metálicas, y que sirve como encofrado perdido para la ejecución del resto de la losa del tablero. La segunda, se materializa al colocar la ferralla correspondiente y verter hormigón in situ sobre la primera hasta completar el espesor total, siendo por lo tanto un tablero mixto apeado dado que el tablero está completamente apoyado en el terreno.

En los 5 primeros metros del extremo del tablero no se ejecuta la losa de hormigón con el fin de reducir los esfuerzos que deben soportar las vigas durante este proceso y mejorar la unión entre los tableros empujados de ambos estribos, actuando además de nariz de lanzamiento.

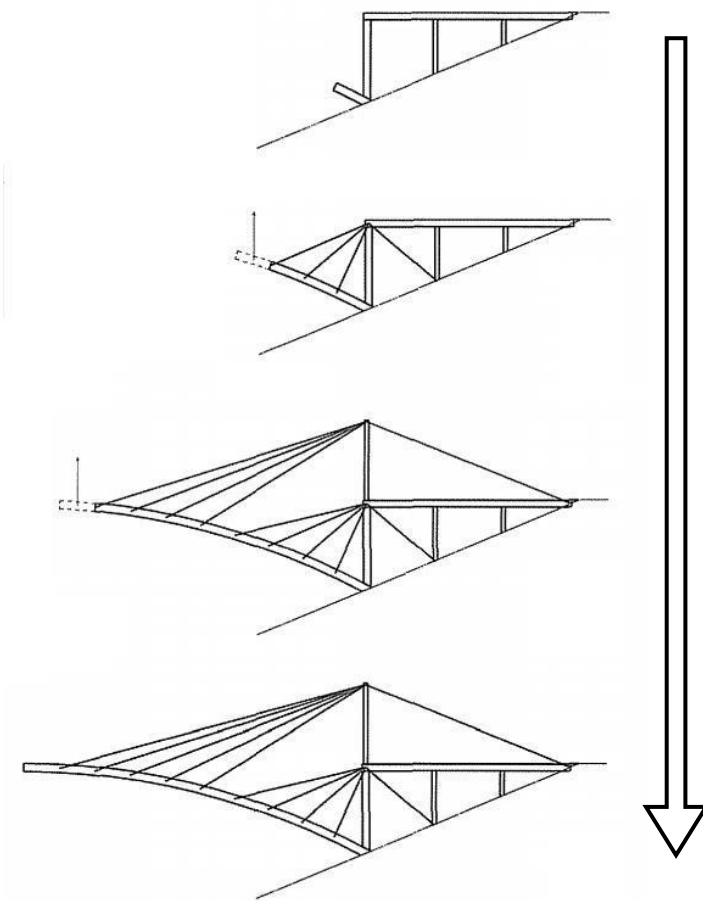
Se empuja desde cada estribo el tablero completo sobre unos patines hasta la posición de la última pila construida, situada sobre los arranques del arco.



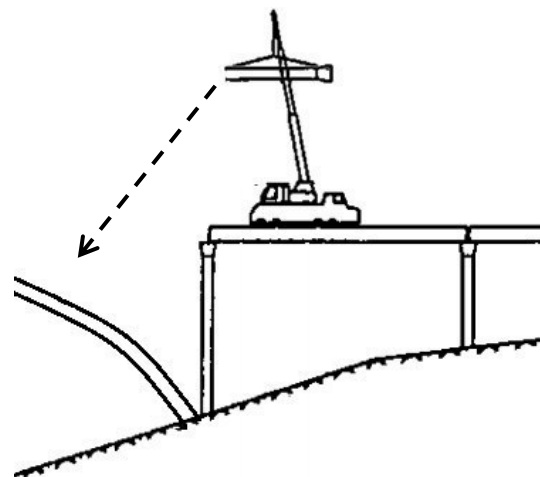
Mientras se construye el arco se irán soldando los siguientes subtramos de tablero, para su posterior empuje.

7.5. ARCO

Sobre el extremo del tablero lanzado desde cada extremo se sitúa provisionalmente una torre de atirantado, y se irán situando en su posición dovelas sucesivas hasta, desde cada lado, llegar a la clave cerrando de este modo el arco mediante soldadura.



Una vez cerrado el arco, se construirán las pilas restantes de modo análogo a las situadas sobre el terreno, estando esta vez la grúa en el extremo del tablero, en tramos de 5 metros dada la capacidad de carga de la grúa a distancias de 27 metros.



Por último, se termina de completar el lanzamiento del tablero hasta que se unan desde ambos extremos hormigonando la losa en su confluencia, con la ventaja de que trabajar desde dos frentes, además de acelerar el proceso constructivo, se evitan asimetrías de carga en el arco.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

Un Proyecto de estas características debería contener un Anejo de Cartografía y Topografía, sin embargo no se ha desarrollado.

En el apartado 4.2 de la Memoria se hace referencia a este aspecto mediante lo expuesto a continuación:

La cartografía seleccionada para la realización de este Proyecto la componen los planos a Escala 1/5000 proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las coordenadas de los estribos, que se emplearán para el replanteo de las obras son las siguientes:

| Estribo | X | Y | Z |
|----------------|-------------|--------------|----------|
| Izquierdo | 656540,3749 | 4696740,4866 | 480,36 |
| Derecho | 656749,9584 | 4697008,1790 | 480,50 |

El sistema de coordenadas empleado es el Universal Transversal de Mercator (UTM), con huso 29N.

Tal como obliga el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, el datum empleado ha sido el ETRS89, tomando como referencia para la altitud el nivel medio el mar en Alicante.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO N° 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1. CLIMATOLOGÍA | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS | 1 |
| 1.3. VARIABLES CLIMÁTICAS | 1 |
| 1.3.1. Precipitación | 2 |
| 1.3.2. Temperatura | 4 |
| 1.3.3. Otras variables climáticas | 6 |
| 1.3.4. Valores extremos | 8 |
| 1.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA | 11 |
| 1.4.1. Índice de Aridez de Martonne | 11 |
| 1.4.2. Índice Termo-pluviométrico de Dantín-Revenga | 11 |
| 1.4.3. Índice de Pluviosidad de Lang | 11 |
| 1.4.4. Diagrama de Termohietas | 11 |
| 1.4.5. Diagrama ombrotérmico de Walter Gausson | 12 |
| 1.4.6. Índice agroclimático de Köppen | 12 |
| 1.4.7. Clasificación obtenida | 13 |
| 1.4.8. Conclusiones del clima | 15 |
| 2. HIDROLOGÍA | 16 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN | 16 |
| 2.2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS | 16 |
| 2.3. PLUVIOMETRÍA | 16 |
| 2.3.1. Registro histórico | 16 |
| 2.4. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA | 17 |
| 2.4.1. Distribuciones estadísticas | 17 |
| 2.4.2. Máximas precipitaciones diarias | 22 |
| 2.5. ESTUDIO DE LA CUENCA INTERCEPTADA | 23 |
| 2.5.1. Delimitación de la cuenca | 23 |
| 2.5.2. Características físicas de la cuenca | 23 |
| 2.6. CÁLCULO DE LA ABSTRACCIÓN | 24 |
| 2.6.1. Método del Número de Curva | 24 |
| 2.6.2. Abstracción en la cuenca | 25 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2.7. CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN NETA | 25 |
| 2.7.1. Obtención de lluvia sintética | 26 |
| 2.7.2. Precipitación de diseño | 26 |
| 2.8. CÁLCULO DEL CAUDAL | 30 |
| 2.8.1. Método de cálculo | 30 |
| 2.8.2. Hidrograma de la cuenca | 31 |
| 2.8.3. Conclusiones de hidrología | 35 |

1. CLIMATOLOGÍA

1.1. INTRODUCCIÓN

En el presente Estudio de la climatología tiene por objeto:

- Caracterización del clima de la zona de estudio que pueda ser relevante en el diseño de la obra, así como durante la ejecución de la misma.
- Analizar la influencia que el clima pueda tener sobre la estructura durante su explotación a lo largo de su vida útil.

Para ello, se determinan los rasgos climáticos a partir de la información que recoge la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en diversas estaciones y que se publican en la aplicación "Guía Resumida del Clima en España" versión 3.0 del AEMET, actualizada hasta el mes de mayo de 2012.

1.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

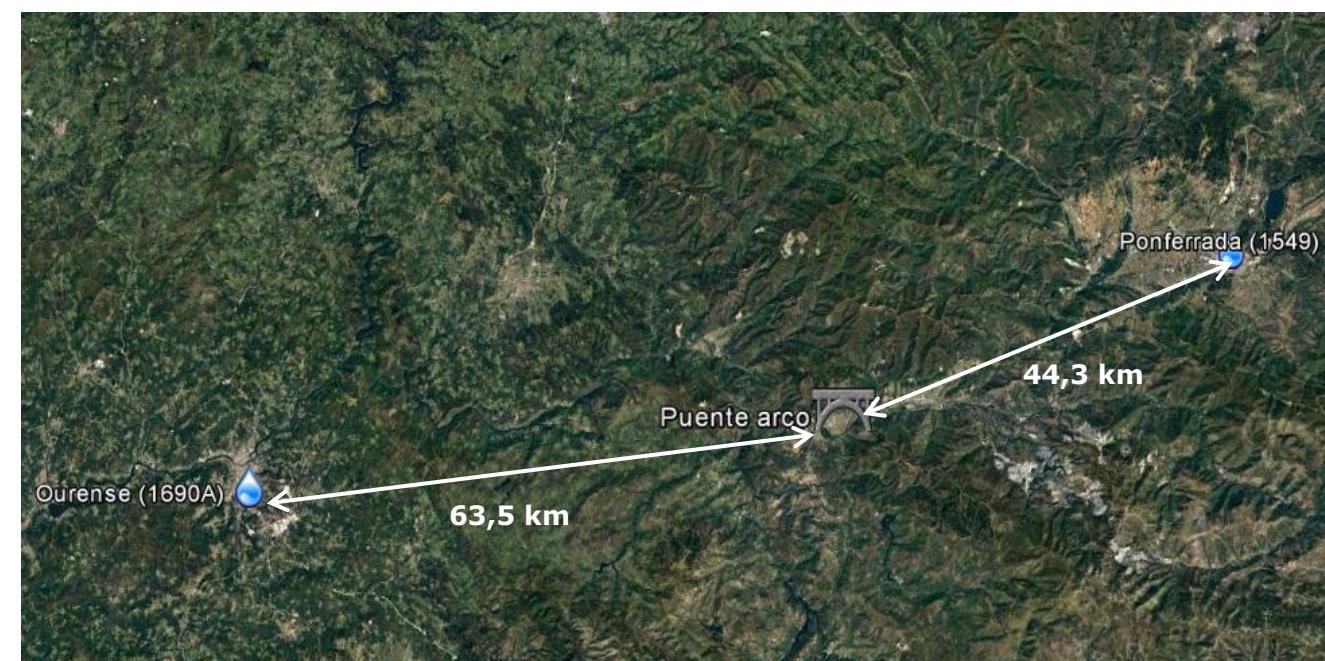
Las estaciones meteorológicas más cercanas a la ubicación de la obra de las que se disponen datos, y que además se sitúan muy cerca del trazado por el que discurrirá la futura Autovía A-76 de la cual el puente arco objeto de este Proyecto forma parte, son las siguientes:

| Código | Denominación | Tipo | Coordenadas | | | Provincia | Distancia a la obra | Período de funcionamiento | | |
|--------|------------------|------|---------------|--------------|---------|-----------|---------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| | | | Latitud | Longitud | Altitud | | | Precipitación | Temperatura | Viento |
| 1690A | Ourense "Granxa" | TP | 42° 19' 31" N | 7° 51' 35" O | 143 m | Ourense | 63,5 km | 1953-2016 | 1951-2016 | 1986-2016 |
| 1549 | Ponferrada | TP | 42° 33' 50" N | 6° 36' 0" O | 534 m | León | 44,3 km | 1951-2016 | 1951-2016 | 1986-2016 |

TP: termopluviométrica

Se han tomado los datos del treintenio 1971 -2000 estandarizado por la Organización Meteorológica Mundial para determinar los datos denominados "Normales Climatológicos Estándar" (CLINIO).

En la siguiente imagen se puede ver la situación de ambas estaciones respecto del emplazamiento del puente:



No se han considerado otras estaciones para la caracterización climática del área de estudio puesto que la más cercana, denominada "A Rúa" con código identificador 1586 y situada en el propio municipio de A Rúa (Ourense), no dispone de datos térmicos.

Otras estaciones que sí recogen datos climatológicos que pueden resultar de interés se ubican a grandes distancias por lo que no tienen la potencia suficiente como para poder ser tomadas en cuenta.

1.3. VARIABLES CLIMÁTICAS

Los datos recogidos por la AEMET se han procesado informáticamente para optimizar su utilización y obtener los valores medios, máximos y/o mínimos de las variables pluviométricas y térmicas más significativas de la serie de datos y así crear climogramas y otros gráficos estadísticos. Posteriormente se determinarán los índices climáticos en función de los datos recopilados.

1.3.1. Precipitación

La precipitación es todo el agua proveniente de las nubes ya sea en forma de lluvia, nieve o granizo. Es la variable climática más definitoria, pues es la que principalmente controla el ciclo hidrológico en la corteza terrestre.

Los días de precipitación se han contabilizado independientemente como de lluvia, nieve y granizo debido a la diferente afección que tienen en sobre la actividad agrícola así como del aprovechamiento de agua para beber, especialmente en lo que se refiere a las reservas de agua en nieve acumulada así como en embalses.

Las variables a considerar para caracterizar el clima a partir de los datos pluviométricos son:

- Media precipitación mensual y anual
- Máxima precipitación mensual y anual
- Máxima precipitación en 24 horas
- Media precipitación máxima en 24 horas
- Número de días de precipitación apreciable
- Número de días de precipitación ≥ 1 mm
- Número de días de precipitación ≥ 5 mm
- Número de días de precipitación ≥ 10 mm
- Número de días de precipitación ≥ 30 mm
- Número de días de helada
- Número de días de nieve
- Número de días de granizo
- Número de días de tormenta
- Número de días de niebla
- Número de días despejados

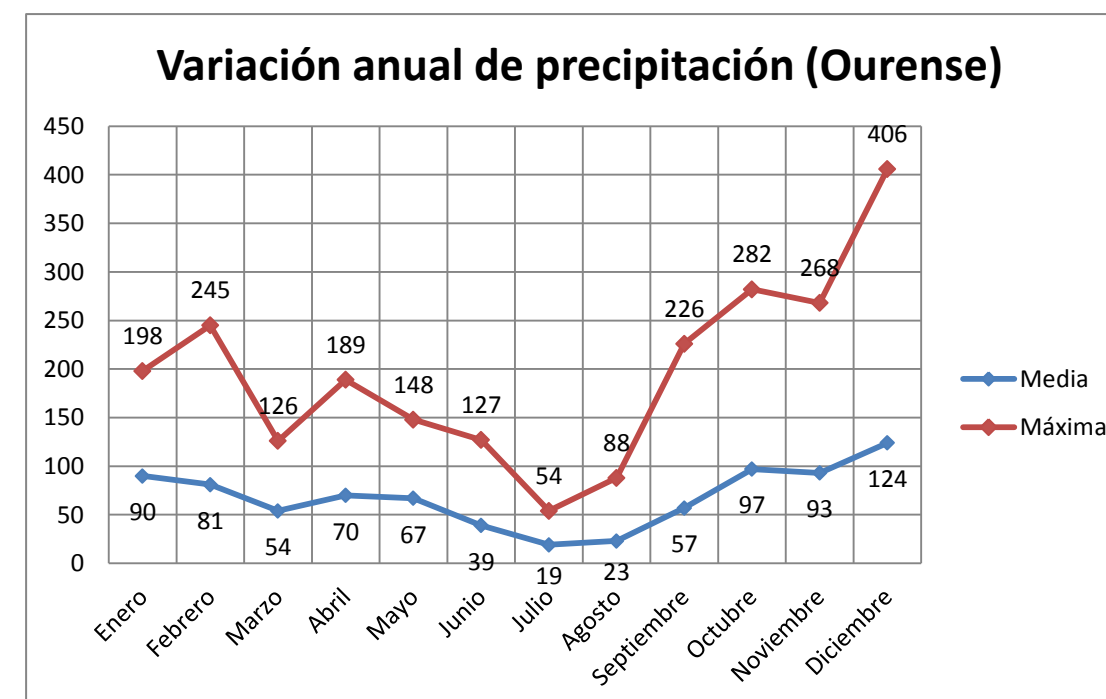
En las tablas mostradas a continuación se van a reflejar los datos obtenidos para las estaciones especificadas anteriormente, así como gráficos comparativos entre precipitaciones mensuales máximas y medias.

El valor anual se refiere a la suma de todos los meses del año, salvo en "Precipitación mensual máxima" que refleja el valor del mes con el máximo absoluto.

Para la estación meteorológica de Ourense:

ESTACIÓN: OURENSE "GRANXA" (1690A)

| Mes | Prec. Mensual media (mm) | Prec. Mensual máxima (mm) | Prec. Diaria máxima (mm) | Nº días prec. Apreciable | Nº días prec. ≥ 1 mm | Nº días prec. ≥ 5 mm | Nº días prec. ≥ 10 mm | Nº días prec. ≥ 30 mm |
|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Enero | 90 | 198 | 54 | 14 | 10 | 6 | 4 | 0 |
| Febrero | 81 | 245 | 38 | 13 | 10 | 6 | 3 | 0 |
| Marzo | 54 | 126 | 38 | 12 | 8 | 4 | 2 | 0 |
| Abril | 70 | 189 | 46 | 14 | 11 | 5 | 2 | 0 |
| Mayo | 67 | 148 | 48 | 13 | 10 | 5 | 2 | 0 |
| Junio | 39 | 127 | 46 | 7 | 5 | 2 | 1 | 0 |
| Julio | 19 | 54 | 30 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Agosto | 23 | 88 | 37 | 5 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Septiembre | 57 | 226 | 78 | 8 | 6 | 3 | 2 | 0 |
| Octubre | 97 | 282 | 78 | 13 | 10 | 5 | 3 | 1 |
| Noviembre | 93 | 268 | 50 | 13 | 10 | 6 | 3 | 0 |
| Diciembre | 124 | 406 | 57 | 15 | 11 | 7 | 5 | 0 |
| Año | 817 | 1109 | 78 | 132 | 97 | 52 | 28 | 3 |



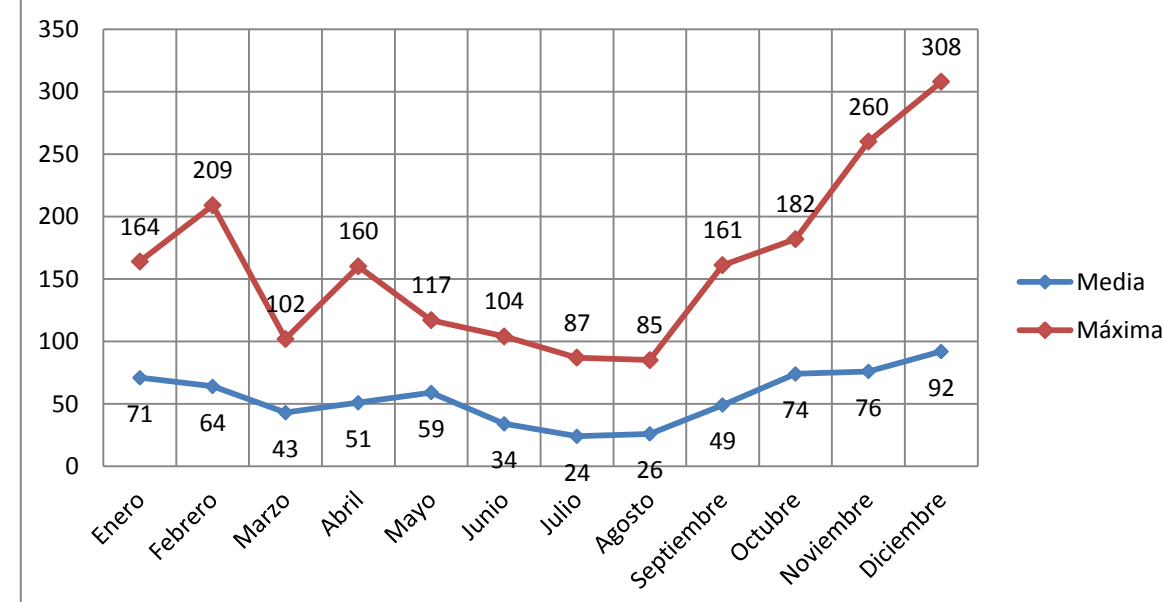
Los datos pluviométricos en Ponferrada:

ESTACIÓN: OURENSE "GRANXA" (1690A)

| Mes | Nº días de helada | Nº días de nieve | Nº días de granizo | Nº días de tormenta | Nº días de niebla | Nº días despejados |
|------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Enero | 9 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 |
| Febrero | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 |
| Marzo | 4 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 |
| Abril | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 6 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 9 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 9 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 3 |
| Noviembre | 3 | 0 | 0 | 0 | 11 | 2 |
| Diciembre | 6 | 0 | 0 | 1 | 11 | 2 |
| Año | 30 | 1 | 3 | 14 | 60 | 58 |

ESTACIÓN: PONFERRADA (1549)

| Mes | Prec. Mensual media (mm) | Prec. mensual máxima (mm) | Prec. Diaria máxima (mm) | Nº días prec. Apreciable | Nº días prec. ≥ 1 mm | Nº días prec. ≥ 5 mm | Nº días prec. ≥ 10 mm | Nº días prec. ≥ 30 mm |
|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Enero | 71 | 164 | 47 | 12 | 9 | 5 | 2 | 0 |
| Febrero | 64 | 209 | 40 | 11 | 8 | 4 | 2 | 0 |
| Marzo | 43 | 102 | 28 | 10 | 8 | 3 | 1 | 0 |
| Abril | 51 | 160 | 24 | 13 | 9 | 4 | 2 | 0 |
| Mayo | 59 | 117 | 36 | 13 | 10 | 4 | 2 | 0 |
| Junio | 34 | 104 | 46 | 8 | 6 | 2 | 1 | 0 |
| Julio | 24 | 87 | 31 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| Agosto | 26 | 85 | 47 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Septiembre | 49 | 161 | 64 | 8 | 6 | 3 | 2 | 0 |
| Octubre | 74 | 182 | 50 | 12 | 9 | 5 | 2 | 0 |
| Noviembre | 76 | 260 | 44 | 12 | 9 | 5 | 3 | 0 |
| Diciembre | 92 | 308 | 60 | 14 | 11 | 6 | 3 | 0 |
| Año | 668 | 952 | 64 | 121 | 93 | 45 | 21 | 2 |

Variación anual de precipitación (Ponferrada)


ESTACIÓN: PONFERRADA (1549)

| Mes | Nº días de helada | Nº días de nieve | Nº días de granizo | Nº días de tormenta | Nº días de niebla | Nº días despejados |
|------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Enero | 13 | 2 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| Febrero | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| Marzo | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Abril | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 |
| Mayo | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 4 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 6 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 11 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 11 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| Noviembre | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| Diciembre | 10 | 1 | 0 | 0 | 8 | 5 |
| Año | 40 | 6 | 4 | 13 | 23 | 82 |

La precipitación en la estación de Ponferrada es 668 mm anuales, mientras que en Ourense es 817 mm/año; lo que podemos calificarlas como medio altas.

En ambos casos se aprecia que hay un descenso de la pluviometría en verano, principalmente en los meses de julio y agosto, así como en marzo; siendo por tanto los meses de otoño e invierno los más lluviosos, especialmente de octubre a diciembre.

Respecto a días de precipitación compuesta por nieve o granizo, en Ponferrada hay tendencia ligeramente superior respecto a Ourense, produciéndose la nieve en invierno y el granizo en primavera.

También en Ponferrada hay muchos más días despejados, 82 al año de media, mientras que Ourense únicamente 58.

En Ourense es más habitual días que se pueden catalogar de "chaparrón", puesto que son 28 los días en los que se han superado de media anual los 10 mm, y 3 los 30 mm; mientras que en Ponferrada 21 días se superaron los 10 mm, y 2 los 30 mm.

1.3.2. Temperatura

La temperatura es una variable que afecta directamente al plan de trabajo, así como al comportamiento de la estructura puesto que se generan unos esfuerzos que son necesarios tener en cuenta para dimensionarla apropiadamente.

Para analizar el régimen térmico de la zona es necesario considerar las siguientes variables que proporcionan las estaciones mencionadas anteriormente.

- Temperatura media mensual y anual
- Temperaturas medias más altas y más bajas
- Temperatura media de las máximas (mensual y anual)
- Media de las máximas, además de la más alta y más baja
- Media de las mínimas, además de la más alta y más baja
- Temperatura máxima y mínima mensual (absolutas)
- Número de días con temperatura media $\geq 18^{\circ}\text{C}$
- Número de días con temperatura máxima $\leq 0^{\circ}\text{C}$
- Número de días con temperatura máxima $\geq 25^{\circ}\text{C}$
- Número de días con temperatura máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$
- Número de días con temperatura mínima $\leq -5^{\circ}\text{C}$
- Número de días con temperatura mínima $\geq 18^{\circ}\text{C}$
- Oscilación de las temperaturas extremas medias mensuales
- Oscilación máxima de las temperaturas absolutas

A continuación se exponen unas tablas con la información de ambas estaciones,

Para la estación de Ourense:

ESTACIÓN: OURENSE "GRANXA" (1690A)

| Mes | Temperatura media mes | Temperatura media mes más alta | Temperatura media mes más baja | Media máximas | Media máximas más alta | Media máximas más baja | Media mínimas | Media mínimas más alta | Media mínimas más baja | Máxima absoluta | Mínima absoluta | Nº días temp. media $\geq 18^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\leq 0^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\geq 25^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. mínima $\leq -5^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. mínima $\geq 18^{\circ}\text{C}$ | Oscilación extrema | Oscilación de las medias |
|------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---|---|--|--|--|--|--------------------|--------------------------|
| Enero | 7,5 | 11 | 4,3 | 12,1 | 14,8 | 9,5 | 2,9 | 7,3 | -2 | 20,4 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 27,4 | 9,2 |
| Febrero | 9,2 | 12,3 | 6,5 | 14,7 | 18,9 | 11,3 | 3,7 | 8 | 0,7 | 24,8 | -6,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31,4 | 11 |
| Marzo | 11,4 | 14,8 | 8,5 | 18,1 | 25,4 | 13,6 | 4,6 | 7,8 | 0,6 | 28,6 | -4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 32,6 | 13,5 |
| Abril | 12,7 | 16,6 | 9,3 | 19 | 24,7 | 15 | 6,3 | 9,2 | 3,2 | 32,8 | -3,2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 36 | 12,7 |
| Mayo | 15,7 | 18,5 | 12 | 22,3 | 26,2 | 17,3 | 9,2 | 11,3 | 6,7 | 35,2 | -0,4 | 7 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 35,6 | 13,1 |
| Junio | 19,4 | 23,5 | 16,4 | 26,7 | 31,9 | 22,3 | 12,2 | 15,1 | 10,4 | 38,6 | 2,4 | 21 | 0 | 19 | 8 | 0 | 1 | 36,2 | 14,5 |
| Julio | 22,1 | 25 | 19 | 29,7 | 33,8 | 24,7 | 14,6 | 16,8 | 11,8 | 42,6 | 6,4 | 29 | 0 | 27 | 15 | 0 | 3 | 36,2 | 15,1 |
| Agosto | 22 | 24,9 | 19 | 29,9 | 34 | 24,5 | 14,2 | 17,2 | 10 | 42,2 | 5,6 | 28 | 0 | 28 | 15 | 0 | 3 | 36,6 | 15,7 |
| Septiembre | 19,4 | 22,4 | 16,3 | 26,6 | 31,9 | 23,1 | 12,3 | 14,8 | 9,2 | 39,8 | 3 | 21 | 0 | 19 | 7 | 0 | 1 | 36,8 | 14,3 |
| Octubre | 15,1 | 18,1 | 11,6 | 20,9 | 24,8 | 17,8 | 9,3 | 12,5 | 4,9 | 33 | -2 | 5 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 35 | 11,6 |
| Noviembre | 10,8 | 13,9 | 9 | 15,5 | 18,2 | 13,3 | 6,1 | 9,6 | 2,1 | 24,4 | -6,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31,2 | 9,4 |
| Diciembre | 8,5 | 11,9 | 5,1 | 12,7 | 15,4 | 9,1 | 4,4 | 8,7 | 0,7 | 22,4 | -6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28,4 | 8,3 |
| Año | 14,5 | 15,9 | 13,2 | 20,6 | 22,4 | 18,6 | 8,3 | 9,8 | 6 | 42,6 | -7 | 112 | 0 | 113 | 50 | 1 | 8 | 49,6 | 12,3 |

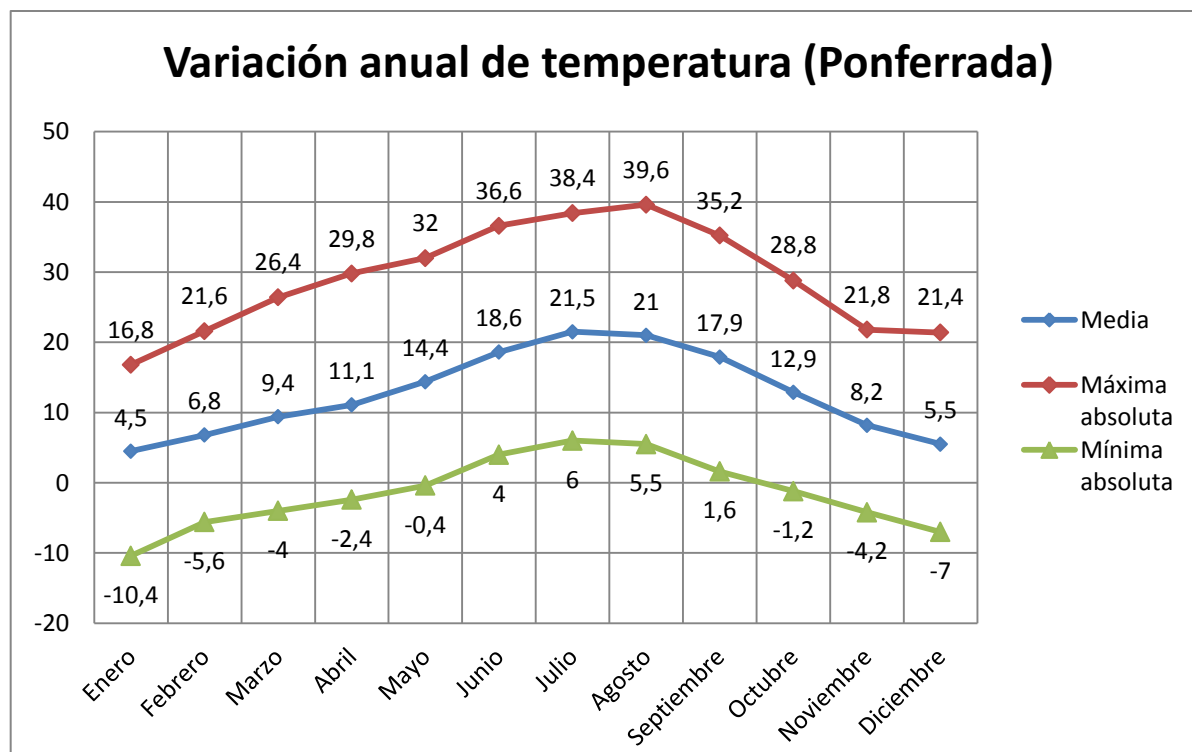
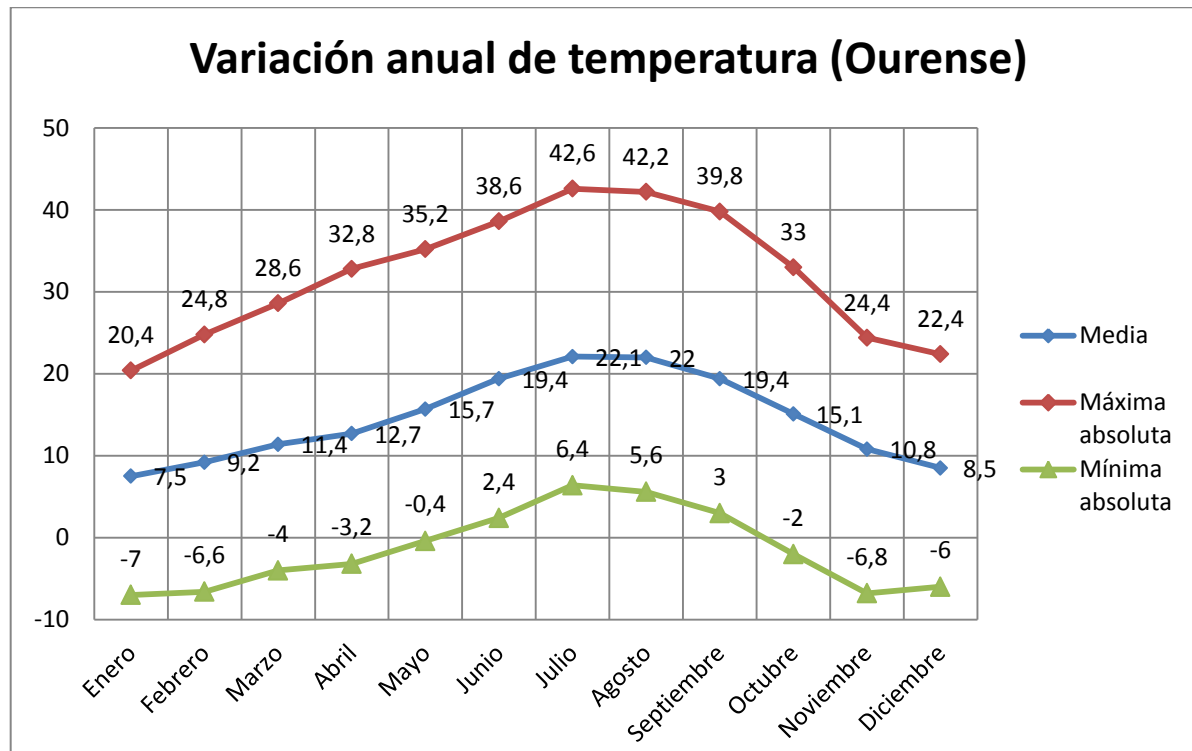
Y para la de Ponferrada:

ESTACIÓN: PONFERRADA (1549)

| Mes | Temperatura media mes | Temperatura media mes más alta | Temperatura media mes más baja | Media máximas | Media máximas más alta | Media máximas más baja | Media mínimas | Media mínimas más alta | Media mínimas más baja | Máxima absoluta | Mínima absoluta | Nº días temp. media $\geq 18^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\leq 0^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\geq 25^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. mínima $\leq -5^{\circ}\text{C}$ | Nº días temp. mínima $\geq 18^{\circ}\text{C}$ | Oscilación extrema | Oscilación de las medias |
|------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---|---|--|--|--|--|--------------------|--------------------------|
| Enero | 4,5 | 7,4 | 1,7 | 8,1 | 11 | 5,8 | 1 | 4,3 | -2,6 | 16,8 | -10,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 27,2 | 7,1 |
| Febrero | 6,8 | 9,8 | 5 | 11,4 | 15,4 | 8,0 | 2,3 | 5,6 | 0,2 | 21,6 | -5,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27,2 | 9,1 |
| Marzo | 9,4 | 13,1 | 6,4 | 15 | 21,8 | 11 | 3,7 | 6,0 | 1,1 | 26,4 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30,4 | 11,3 |
| Abril | 11,1 | 15,1 | 7,9 | 16,8 | 22,2 | 12,6 | 5,5 | 8,8 | 3,2 | 29,8 | -2,4 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 32,2 | 11,3 |
| Mayo | 14,4 | 17,4 | 10,5 | 20,4 | 24,1 | 15,4 | 8,5 | 10,7 | 5,6 | 32 | -0,4 | 5 | 0 | 7 | 1 | 0 | 0 | 32,4 | 11,9 |
| Junio | 18,6 | 21,6 | 15,6 | 25,4 | 29,3 | 21,2 | 11,8 | 13,9 | 9,7 | 36,6 | 4 | 18 | 0 | 17 | 6 | 0 | 0 | 32,6 | 13,6 |
| Julio | 21,5 | 24,1 | 18,4 | 28,9 | 32,2 | 24,7 | 14,1 | 16 | 11,8 | 38,4 | 6 | 27 | 0 | 25 | 14 | 0 | 1 | 32,4 | 14,8 |
| Agosto | 21 | 23,6 | 18,2 | 28,4 | 32 | 24,3 | 13,6 | 15,5 | 11,9 | 39,6 | 5,5 | 26 | 0 | 25 | 12 | 0 | 1 | 34,1 | 14,8 |
| Septiembre | 17,9 | 20,6 | 14,8 | 24,3 | 28,3 | 19,8 | 11,4 | 13,8 | 9,2 | 35,2 | 1,6 | 15 | 0 | 15 | 4 | 0 | 0 | 33,6 | 12,9 |
| Octubre | 12,9 | 15,8 | 10 | 17,8 | 21,4 | 14,5 | 7,9 | 10,6 | 4,3 | 28,8 | -1,2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 30 | 9,9 |
| Noviembre | 8,2 | 11,5 | 6 | 12,1 | 15 | 9,4 | 4,3 | 8,0 | 1,1 | 21,8 | -4,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 7,8 |
| Diciembre | 5,5 | 10,1 | 1,8 | 8,7 | 12,6 | 4,5 | 2,2 | 7,5 | -1,6 | 21,4 | -7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 28,4 | 6,5 |
| Año | 12,6 | 13,9 | 11,6 | 18,1 | 19,6 | 17,1 | 7,2 | 8,3 | 6,0 | 39,6 | -10,4 | 95 | 1 | 93 | 38 | 2 | 3 | 50 | 10,9 |

En general la temperatura en Ponferrada es algo más fresca que en Ourense.

Las oscilaciones térmicas en Ourense fueron bastante más amplias que en Ponferrada.



1.3.3. Otras variables climáticas

Otras variables climáticas a considerar para caracterizar el clima son las siguientes:

- Presión media en la estación
- Presión media reducida al nivel del mar
- Humedad relativa media
- Tensión de vapor media
- Número medio de horas de sol
- Número medio de días de insolación $\geq 0,8$ * insolación teórica
- Número medio de días de insolación $\leq 0,2$ * insolación teórica
- Recorrido del viento medio
- Racha de viento máxima
- Fecha de la racha de viento máxima
- Número medio de días de velocidad del viento ≥ 55 km/h
- Número medio de días de velocidad del viento ≥ 91 km/h

Las variables, cuando se refieren al cómputo anual, son una media aritmética de los valores mensuales; salvo en los kilómetros recorridos por el viento, y el número de días de insolación y de viento, que son una suma de todos los meses durante el año.

La presión media en Ourense es más alta, dado que se ubica a menor cota y más cerca del mar que Ponferrada.

La Humedad Relativa es superior en Ponferrada durante prácticamente todo el año, tendiendo a igualarse a la de Ourense en los meses de verano. En cambio, la tensión de vapor es mayor en Ourense.

En Ponferrada el viento tiene mayor velocidad que en Ourense, especialmente en los últimos meses del año.

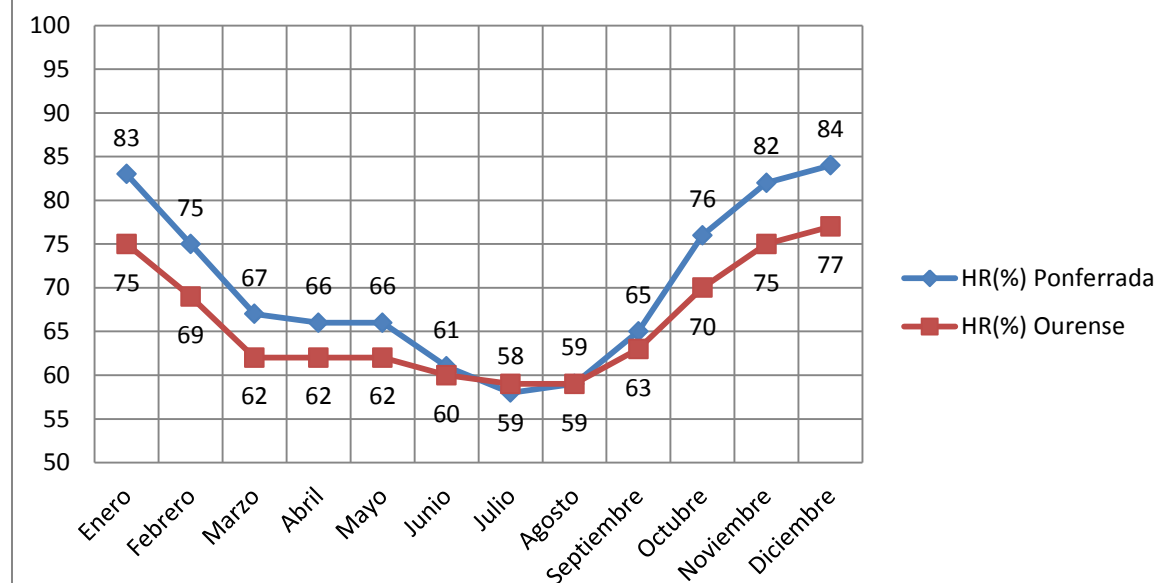
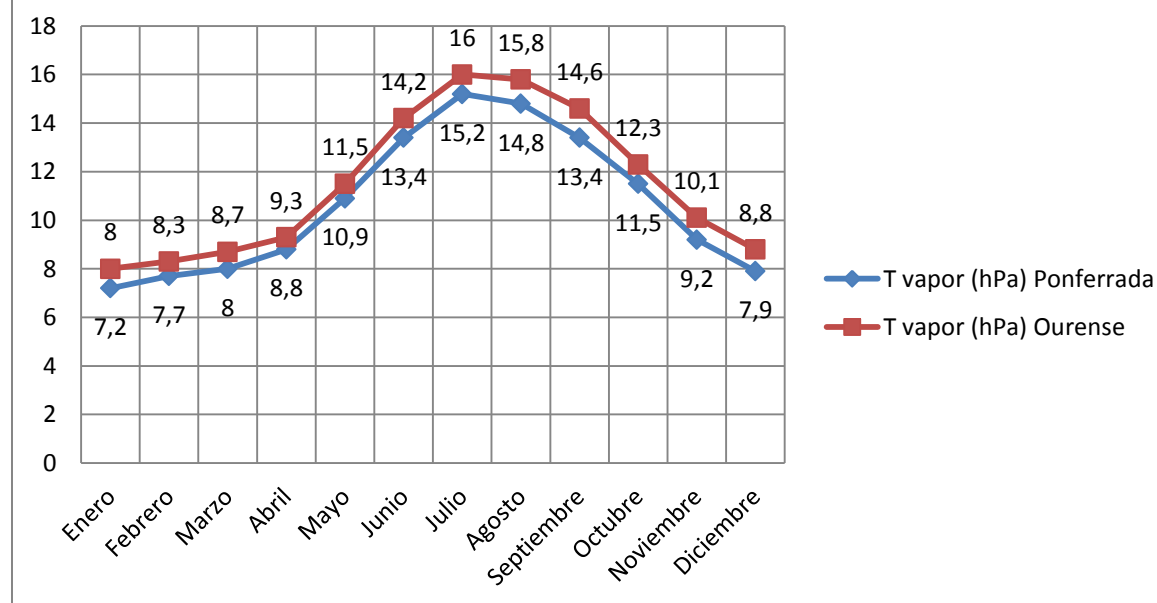
En ambos casos la componente del viento es dirección suroeste.

ESTACIÓN: OURENSE "GRANXA" (1690A)

| Mes | Presión media (hPa) | Presión nivel mar (hPa) | HR (%) | Tensión vapor (hPa) | Recorrido mes viento (Km) | Dir. y Vel Racha máx de viento(Km/h) | Nº días insol ≥ 0.8 *ins.teor. | Nº días insol ≤ 0.2 *ins.teor. | Nº días vel viento ≥ 55 km/h | Nº días vel viento ≥ 91 km/h |
|------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Enero | 1003,8 | 1021,8 | 75 | 8 | 2357 | 150 75 | 0 | 13 | 1 | 0 |
| Febrero | 1002,4 | 1020,3 | 69 | 8,3 | 2078 | 230 90 | 2 | 11 | 1 | 0 |
| Marzo | 1001,4 | 1019,1 | 62 | 8,7 | 2514 | 250 64 | 5 | 9 | 0 | 0 |
| Abril | 997,7 | 1015,3 | 62 | 9,3 | 3007 | 320 72 | 5 | 8 | 1 | 0 |
| Mayo | 997,8 | 1015,1 | 62 | 11,5 | 3144 | 260 67 | 4 | 8 | 1 | 0 |
| Junio | 999,6 | 1016,8 | 60 | 14,2 | 3056 | 160 65 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Julio | 999,9 | 1016,9 | 59 | 16 | 3306 | 60 62 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| Agosto | 999,7 | 1016,7 | 59 | 15,8 | 3078 | 250 58 | 9 | 2 | 0 | 0 |
| Septiembre | 999,8 | 1017 | 63 | 14,6 | 2432 | 210 55 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| Octubre | 999,6 | 1017 | 70 | 12,3 | 2151 | 250 54 | 3 | 9 | 0 | 0 |
| Noviembre | 1001,8 | 1019,5 | 75 | 10,1 | 1820 | 160 64 | 1 | 13 | 0 | 0 |
| Diciembre | 1001,9 | 1019,9 | 77 | 8,8 | 2188 | 170 73 | 0 | 16 | 1 | 0 |
| Año | 1000,3 | 1017,8 | 66 | 11,4 | 31818 | 230 90 | 45 | 98 | 5 | 0 |

ESTACIÓN: PONFERRADA (1549)

| Mes | Presión media (hPa) | Presión nivel mar (hPa) | HR (%) | Tensión vapor (hPa) | Recorrido mes viento (Km) | Dir. y Vel Racha máx de viento(Km/h) | Nº días insol ≥ 0.8 *insol.teor. | Nº días insol ≤ 0.2 *insol.teor. | Nº días vel viento ≥ 55 km/h | Nº días vel viento ≥ 91 km/h |
|------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Enero | 957 | 1023,9 | 83 | 7,2 | 2920 | 270 72 | 2 | 15 | 1 | 0 |
| Febrero | 955,5 | 1021,7 | 75 | 7,7 | 3174 | 270 97 | 3 | 12 | 1 | 0 |
| Marzo | 954,6 | 1020,1 | 67 | 8 | 4192 | 100 88 | 3 | 9 | 1 | 0 |
| Abril | 951,3 | 1016 | 66 | 8,8 | 4607 | 140 79 | 5 | 8 | 2 | 0 |
| Mayo | 951,8 | 1015,8 | 66 | 10,9 | 4323 | 100 62 | 4 | 8 | 0 | 0 |
| Junio | 954 | 1017,1 | 61 | 13,4 | 4176 | 280 62 | 11 | 4 | 0 | 0 |
| Julio | 954,6 | 1017 | 58 | 15,2 | 4399 | 140 70 | 13 | 2 | 1 | 0 |
| Agosto | 954,4 | 1017 | 59 | 14,8 | 4143 | 130 65 | 11 | 2 | 0 | 0 |
| Septiembre | 954,7 | 1018 | 65 | 13,4 | 3422 | 230 58 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| Octubre | 954,4 | 1018,9 | 76 | 11,5 | 3153 | 250 107 | 6 | 9 | 1 | 0 |
| Noviembre | 955,8 | 1021,7 | 82 | 9,2 | 2926 | 310 88 | 5 | 12 | 1 | 0 |
| Diciembre | 955,9 | 1022,5 | 84 | 7,9 | 3379 | 220 93 | 1 | 18 | 1 | 0 |
| Año | 954,5 | 1019,1 | 70 | 10,7 | 46916 | 250 107 | 64 | 104 | 8 | 0 |

Comparativa HR

Comparativa Tensión de vapor


1.3.4. *Valores extremos*

En las siguientes tablas aparecerán los valores extremos históricos de las estaciones consideradas en este estudio, así como el día en el que se produjo.

El período considerado depende del tipo de variable y de la estación, puesto que el rango de tiempo en el que trabaja cada estación difiere.

Así, para la estación de Ourense (1690A) los intervalos de trabajo son:

- Precipitación: 1953-2016
- Temperatura: 1951-2016
- Viento: 1986-2016

Mientras que en la estación de Ponferrada (1549) fueron:

- Precipitación: 1951-2016
- Temperatura: 1951-2016
- Viento: 1986-2016

En ambos casos los datos están actualizados hasta Mayo de 2016, fecha en la que se redactó este Anejo de Clima.

Datos históricos extremos relativos a la estación de Ourense:

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Máx. núm. de días de lluvia en el mes | 28 (ene 2014) | 26 (feb 1977) | 28 (mar 2001) | 25 (abr 2000) | 26 (may 1997) | 18 (jun 1997) |
| Máx. núm. de días de nieve en el mes | 4 (ene 1997) | 2 (feb 1994) | 2 (mar 1984) | 1 (abr 1986) | | |
| Máx. núm. de días de tormenta en el mes | 4 (ene 2001) | 3 (feb 2010) | 3 (mar 1996) | 7 (abr 2007) | 12 (may 1989) | 9 (jun 1993) |
| Prec. máx. en un día (l/m²) | 54.3 (05 ene 1994) | 46.9 (24 feb 2010) | 43.0 (31 mar 1962) | 46.3 (13 abr 1980) | 48.0 (02 may 1973) | 45.8 (27 jun 1993) |
| Prec. mensual más alta (l/m²) | 217.4 (ene 2001) | 309.5 (feb 1966) | 297.8 (mar 2001) | 189.1 (abr 2000) | 147.6 (may 1993) | 127.4 (jun 1988) |
| Prec. mensual más baja (l/m²) | 2.0 (ene 1981) | 3.2 (feb 2005) | Precipitación inapreciable (mar 1997) | 12.0 (abr 1982) | Precipitación inapreciable (may 1976) | Precipitación inapreciable (jun 2011) |
| Racha máx. viento: velocidad y dirección (Km/h) | Vel 75, Dir 320 (23 ene 2009 23:07) | Vel 90, Dir 230 (25 feb 1989 11:45) | Vel 66, Dir 190 (26 mar 2006 13:35) | Vel 76, Dir 210 (28 abr 2003 12:18) | Vel 67, Dir 260 (19 may 1994 13:25) | Vel 65, Dir 160 (06 jun 1997 11:08) |
| Tem. máx. absoluta (°C) | 22.0 (27 ene 2003) | 25.0 (11 feb 1961) | 30.6 (23 mar 2002) | 32.9 (07 abr 2011) | 37.4 (29 may 2001) | 40.9 (26 jun 2011) |
| Tem. media de las máx. más alta (°C) | 17.9 (ene 1966) | 20.8 (feb 1961) | 25.7 (mar 1961) | 25.6 (abr 2011) | 27.9 (may 1964) | 32.1 (jun 1962) |
| Tem. media de las mín. más baja (°C) | -1.9 (ene 1976) | -3.3 (feb 1956) | 0.6 (mar 1973) | 3.2 (abr 1973) | 5.9 (may 1951) | 10.0 (jun 1956) |
| Tem. media más alta (°C) | 14.6 (ene 1966) | 14.8 (feb 1961) | 17.2 (mar 1961) | 17.4 (abr 2011) | 21.6 (may 1964) | 24.3 (jun 1962) |
| Tem. media más baja (°C) | 4.3 (ene 1976) | 3.4 (feb 1956) | 8.5 (mar 1975) | 9.3 (abr 1986) | 12.0 (may 1984) | 16.3 (jun 1977) |
| Tem. mín. absoluta (°C) | -7.0 (10 ene 1985) | -8.0 (11 feb 1956) | -6.8 (02 mar 2005) | -3.2 (06 abr 1975) | -0.4 (06 may 1982) | 2.4 (03 jun 1975) |

| Variable | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Máx. núm. de días de lluvia en el mes | 15 (jul 1983) | 12 (ago 2004) | 22 (sep 1993) | 27 (oct 1987) | 27 (nov 1997) | 27 (dic 2000) |
| Máx. núm. de días de nieve en el mes | | | 2 (dic 2009) | | | |
| Máx. núm. de días de tormenta en el mes | 7 (jul 2006) | 6 (ago 1998) | 7 (sep 2002) | 5 (oct 2002) | 3 (nov 1997) | 7 (dic 2000) |
| Prec. máx. en un día (l/m²) | 65.0 (22 jul 2009) | 47.1 (17 ago 1960) | 96.2 (21 sep 2002) | 79.7 (23 oct 2011) | 84.4 (28 nov 1953) | 57.4 (28 dic 1978) |
| Prec. mensual más alta (l/m²) | 69.4 (jul 2009) | 88.4 (ago 1976) | 226.5 (sep 1999) | 281.9 (oct 1987) | 311.0 (nov 1963) | 406.0 (dic 1978) |
| Prec. mensual más baja (l/m²) | 0.0 (jul 1978) | 0.0 (ago 1978) | 3.0 (sep 2009) | 4.7 (oct 1974) | Precipitación inapreciable (nov 1981) | 4.7 (dic 1988) |
| Racha máx. viento: velocidad y dirección (Km/h) | Vel 81, Dir 70 (30 jul 2001 15:55) | Vel 64, Dir 170 (25 ago 2007 17:20) | Vel 63, Dir 300 (28 sep 1991 12:12) | Vel 83, Dir 300 (15 oct 1987 12:18) | Vel 78, Dir 200 (13 nov 2002 11:57) | Vel 83, Dir 270 (08 dic 2006 00:14) |
| Tem. máx. absoluta (°C) | 42.6 (20 jul 1990) | 42.2 (04 ago 1990) | 41.1 (05 sep 2006) | 34.3 (05 oct 2011) | 26.3 (07 nov 2015) | 22.4 (02 dic 1985) |
| Tem. media de las máx. más alta (°C) | 33.8 (jul 1989) | 34.4 (ago 1962) | 31.9 (sep 1985) | 26.9 (oct 1963) | 18.6 (nov 1960) | 16.7 (dic 1961) |
| Tem. media de las mín. más baja (°C) | 10.0 (jul 1956) | 7.6 (ago 1954) | 6.2 (sep 1952) | 4.9 (oct 1974) | 1.6 (nov 2007) | -1.8 (dic 2001) |
| Tem. media más alta (°C) | 25.8 (jul 1964) | 25.8 (ago 1962) | 24.4 (sep 1964) | 19.7 (oct 1963) | 15.0 (nov 1960) | 13.6 (dic 1961) |
| Tem. media más baja (°C) | 19.0 (jul 1977) | 15.4 (ago 1954) | 15.4 (sep 1952) | 11.6 (oct 1974) | 8.7 (nov 1957) | 4.4 (dic 1957) |
| Tem. mín. absoluta (°C) | 6.4 (08 jul 1996) | 1.5 (04 ago 1954) | 3.0 (29 sep 1974) | -3.0 (25 oct 1951) | -6.8 (24 nov 1988) | -8.6 (25 dic 2001) |

ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

En cambio, en la estación de Ponferrada los datos extremos son:

| Variable | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
|---|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Máx. núm. de días de lluvia en el mes | 25 (ene 1996) | 24 (feb 1966) | 28 (mar 2001) | 27 (abr 2000) | 25 (may 1997) | 18 (jun 1992) |
| Máx. núm. de días de nieve en el mes | 6 (ene 2009) | 6 (feb 1983) | 4 (mar 1975) | 2 (abr 1999) | 1 (may 1974) | |
| Máx. núm. de días de tormenta en el mes | 2 (ene 2001) | 1 (feb 1985) | 2 (mar 1996) | 4 (abr 2011) | 9 (may 1989) | 13 (jun 1976) |
| Prec. máx. en un día (l/m ²) | 55.0 (18 ene 1966) | 43.6 (24 feb 2010) | 51.3 (10 mar 1951) | 29.7 (16 abr 1966) | 53.7 (09 may 1958) | 52.8 (05 jun 2004) |
| Prec. mensual más alta (l/m ²) | 222.6 (ene 2016) | 274.3 (feb 1966) | 247.7 (mar 2001) | 160.5 (abr 1998) | 117.3 (may 1971) | 114.2 (jun 1957) |
| Prec. mensual más baja (l/m ²) | 3.8 (ene 1993) | Precipitación inapreciable (feb 2012) | 0.0 (mar 1997) | 8.4 (abr 1957) | 3.0 (may 1976) | 2.8 (jun 2000) |
| Racha máx. viento: velocidad y dirección (Km/h) | Vel 83, Dir 290 (24 ene 2009 06:21) | Vel 97, Dir 270 (25 feb 1989 16:32) | Vel 88, Dir 100 (03 mar 1990 14:55) | Vel 79, Dir 140 (01 abr 1990 00:04) | Vel 68, Dir 260 (30 may 2007 13:45) | Vel 71, Dir 140 (13 jun 2002 19:15) |
| Tem. máx. absoluta (°C) | 19.8 (24 ene 2016) | 25.4 (28 feb 1960) | 26.8 (23 mar 2002) | 31.6 (08 abr 2011) | 34.4 (28 may 2006) | 38.7 (29 jun 2015) |
| Tem. media de las máx. más alta (°C) | 12.3 (ene 2008) | 15.5 (feb 2008) | 21.8 (mar 1997) | 23.6 (abr 2011) | 25.2 (may 2011) | 30.0 (jun 2005) |
| Tem. media de las mín. más baja (°C) | -2.6 (ene 1976) | -2.3 (feb 2012) | 0.8 (mar 1970) | 3.2 (abr 1986) | 5.6 (may 1984) | 9.7 (jun 1977) |
| Tem. media más alta (°C) | 8.4 (ene 1955) | 9.9 (feb 1990) | 13.1 (mar 1997) | 15.8 (abr 2011) | 17.9 (may 2011) | 22.1 (jun 2004) |
| Tem. media más baja (°C) | 1.7 (ene 1976) | 2.9 (feb 1956) | 6.4 (mar 1971) | 7.9 (abr 1986) | 10.5 (may 1984) | 15.6 (jun 1977) |
| Tem. mín. absoluta (°C) | -10.4 (04 ene 1971) | -8.6 (05 feb 1954) | -8.2 (02 mar 2005) | -2.4 (13 abr 1986) | -1.0 (03 may 1967) | 4.0 (03 jun 1975) |

| Variable | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Máx. núm. de días de lluvia en el mes | 15 (jul 1971) | 18 (ago 1983) | 19 (sep 1993) | 27 (oct 1987) | 26 (nov 1997) | 28 (dic 1989) |
| Máx. núm. de días de nieve en el mes | | | 2 (nov 2005) | 7 (dic 2009) | | |
| Máx. núm. de días de tormenta en el mes | 11 (jul 1983) | 8 (ago 1983) | 6 (sep 1991) | 3 (oct 2004) | 2 (nov 1982) | 1 (dic 2015) |
| Prec. máx. en un día (l/m ²) | 49.6 (22 jul 2009) | 46.7 (11 ago 1973) | 63.6 (21 sep 1999) | 50.0 (04 oct 1981) | 92.2 (03 nov 1955) | 59.8 (24 dic 1995) |
| Prec. mensual más alta (l/m ²) | 87.0 (jul 1983) | 90.2 (ago 2004) | 160.7 (sep 1999) | 182.0 (oct 1987) | 260.3 (nov 2000) | 307.6 (dic 1978) |
| Prec. mensual más baja (l/m ²) | 0.0 (jul 1986) | 0.0 (ago 1969) | 0.6 (sep 1985) | 6.1 (oct 1985) | 1.7 (nov 1958) | 4.7 (dic 1991) |
| Racha máx. viento: velocidad y dirección (Km/h) | Vel 70, Dir 140 (23 jul 1990 18:40) | Vel 65, Dir 130 (22 ago 1990 21:24) | Vel 59, Dir 180 (21 sep 2006 05:33) | Vel 107, Dir 250 (15 oct 1987 10:19) | Vel 88, Dir 310 (30 nov 1988 07:53) | Vel 93, Dir 220 (20 dic 1989 17:53) |
| Tem. máx. absoluta (°C) | 40.4 (27 jul 1951) | 39.6 (13 ago 1987) | 37.0 (04 sep 2006) | 31.0 (05 oct 2011) | 24.0 (08 nov 2015) | 21.4 (02 dic 1985) |
| Tem. media de las máx. más alta (°C) | 32.3 (jul 2010) | 32.0 (ago 1998) | 28.3 (sep 1985) | 23.4 (oct 2011) | 15.4 (nov 1970) | 12.6 (dic 1989) |
| Tem. media de las mín. más baja (°C) | 11.8 (jul 1980) | 11.9 (ago 1985) | 9.2 (sep 1974) | 4.2 (oct 1970) | 0.0 (nov 2007) | -3.5 (dic 2001) |
| Tem. media más alta (°C) | 24.1 (jul 2015) | 23.7 (ago 2003) | 20.6 (sep 1985) | 16.4 (oct 2014) | 11.5 (nov 1983) | 10.1 (dic 1989) |
| Tem. media más baja (°C) | 18.4 (jul 1977) | 18.2 (ago 1977) | 14.8 (sep 1993) | 10.0 (oct 1974) | 6.0 (nov 1976) | 1.4 (dic 1970) |
| Tem. mín. absoluta (°C) | 4.6 (01 jul 1954) | 5.5 (29 ago 1977) | 1.6 (28 sep 1993) | -1.5 (23 oct 1970) | -6.8 (18 nov 2007) | -9.6 (25 dic 2001) |

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

1.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para realizar la clasificación climática se proponen una serie de métodos que a partir de unos índices permiten estimar el tipo de condiciones climatológicas que se desarrollan en una región.

Los índices que se van a calcular para los datos aportados por las estaciones consideradas son los siguientes:

- Índices climáticos
 - Aridez de Martonne
 - Termo pluviométrico de Dantin-Revenga
 - Pluviosidad de Lang
- Climograma
 - Termohietas (Climatodiagrama de Wilson)
 - Ombrotérmico de Walger Gausson
- Clasificación climática
 - Agroclimático de Köppen

Las definiciones de cada índice se desarrollan a continuación:

1.4.1. Índice de Aridez de Martonne

La expresión que calcula ese índice es:

$$I_a = \frac{P}{t + 10}$$

donde,

I_a es el índice de aridez

P es la precipitación media anual (mm)

t es la temperatura media anual (°C)

El clima es clasificado según el rango de valores en el que se encuentre I_a :

- $0 < I_a < 5$: Desierto
- $5 < I_a < 10$: Semidesierto
- $10 < I_a < 20$: Estepas y países secos mediterráneos
- $20 < I_a < 30$: Zona subhúmeda
- $30 < I_a < 60$: Zona húmeda
- $I_a > 60$: Zona perhúmeda

1.4.2. Índice Termo-pluviométrico de Dantin-Revenga

Se define mediante la expresión:

$$I_{tp} = \frac{100 * t}{P}$$

De acuerdo a este índice, la clasificación es:

- $0 < I_{tp} < 2$: Húmedo
- $2 < I_{tp} < 3$: Semiáridas
- $3 < I_{tp} < 6$: Áridas
- $I_{tp} > 6$: Subdesértica

1.4.3. Índice de Pluviosidad de Lang

En este caso la fórmula para calcularlo es:

$$L = \frac{P}{t}$$

Según este índice, se clasifica el clima:

- $0 < L < 40$: Estepario
- $40 < L < 60$: Semiárido
- $60 < L < 100$: Templado-cálido
- $100 < L < 160$: Templado-húmedo
- $L > 160$: Húmedo

1.4.4. Diagrama de Termohietas

El diagrama de Termohietas permite una visión inmediata del clima de un lugar, permitiendo reconocer la marcha anual de los elementos climatológicos considerados, así como sus relaciones mutuas. Consiste en dos ejes cartesianos sobre los que se sitúan la precipitación media mensual en abscisas y la temperatura media mensual en coordenadas, rotulando los doce puntos con sus meses correspondientes obteniendo doce puntos, y cerrando el polígono uniendo en orden cronológico dichos puntos.

ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Cuando la rama de verano va por la derecha de la rama de invierno, esto implica que el entorno disfruta de lluvias en verano. En caso contrario las precipitaciones dominantes son las de invierno.

Si las dos ramas se superponen más o menos, es que el régimen pluviométrico es sensiblemente uniforme a lo largo del año.

Si el polígono es muy alargado en el sentido de las ordenadas, la oscilación termométrica es muy acusada.

1.4.5. Diagrama ombrotérmico de Walter Gausen

En este diagrama se refleja la variación de los valores medios de temperatura y precipitación a lo largo del año. Para las precipitaciones, se elige una escala doble con respecto a la temperatura cuya equivalencia sería 2 mm de precipitación corresponden a 1°C de temperatura.

Para caracterizar el clima se emplea el siguiente criterio:

- Período húmedo: La precipitación media, en mm, es superior a 3 veces la temperatura media ($P > 3T$), en °C.
- Período semihúmedo: La razón entre precipitación y temperatura está comprendida entre 2 y 3.
- Período árido: La precipitación media es inferior a dos veces la temperatura media ($P < 2T$), en mm y °C, respectivamente

1.4.6. Índice agroclimático de Köppen

Se basa en el índice K, que dependiendo del reparto de la pluviometría se emplea una variante de la fórmula u otra:

- $K = 2t + 14$ si el régimen pluviométrico es uniforme a lo largo del año
- $K = 2t + 28$ si el máximo pluviométrico se presenta en verano
- $K = 2t$ si el máximo pluviométrico se presenta en invierno

Comprende cinco tipos fundamentales:

- **Tipo A (tropical lluvioso):** La temperatura media normal del mes más frío es superior a 18°C; la precipitación anual normal en milímetros es mayor que 750.
- **Tipo B (seco):** Sin referencia a la temperatura; la precipitación anual normal en centímetros es menor que K.

- **Tipo C (templado lluvioso):** La temperatura media normal del mes más frío es superior a -3°C e inferior a 18°C. La precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.
- **Tipo D (frío):** La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C; la del mes más cálido superior a 10°C; la precipitación anual normal es mayor que K.
- **Tipo E (polar):** La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C; la del mes más cálido inferior a 10°C; la precipitación anual normal es mayor que K.

Estos tipos se dividen en subtipos, según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales subtipos y sus respectivos símbolos son los siguientes:

- A = Selva tropical - lluvioso todo el año.
- Aw = Sabana - lluvioso en verano.
- BS = Estepa - precipitación anual $> K/2$.
- Bw = Desierto - precipitación anual $< K/2$.
- Cf = Mesotermal (templado) húmedo - lluvioso todo el año.
- Cw = Mesotermal (templado) húmedo, con invierno seco - lluvioso en verano.
- Cs = Mesotermal (templado húmedo, con verano seco) (Mediterráneo) - lluvioso en invierno.
- Df = Microtermal (frío) húmedo - lluvioso todo el año.
- Dw = Microtermal (frío, con invierno seco) - lluvioso en verano.
- ET = Tundra - temperatura del mes más cálido $> 0^{\circ}\text{C}$.
- EF = Helado - temperatura del mes más cálido $< 0^{\circ}\text{C}$.

1.4.7. Clasificación obtenida

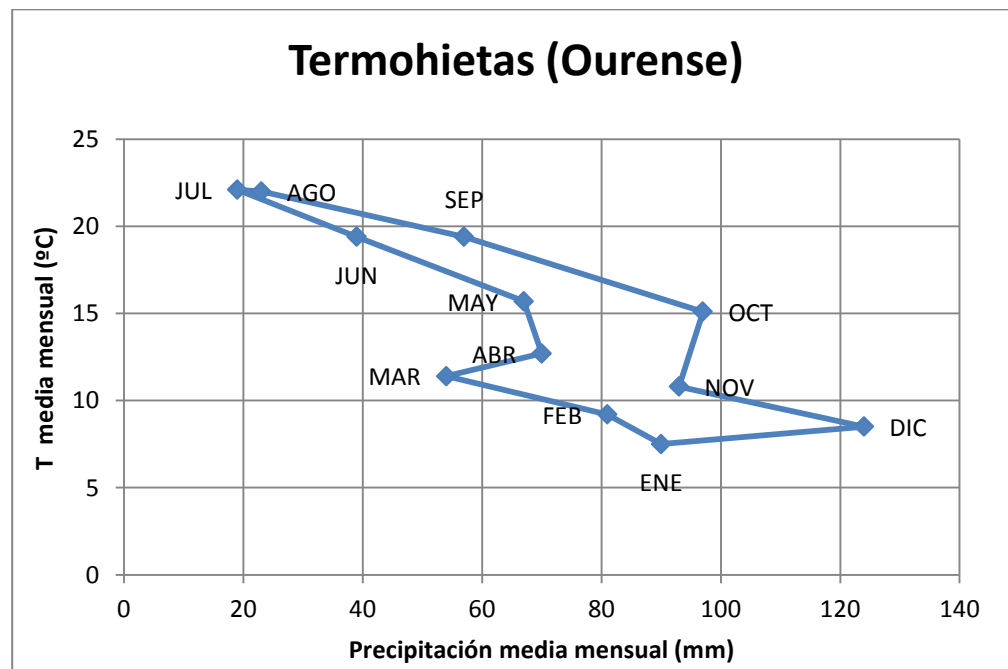
Datos para la estación de Ourense (1690A):

| | Índice | Valor |
|----------------------------------|--------|---------|
| Precipitación media anual | P | 81,7 cm |
| Temperatura media anual | T | 14,5 °C |
| Temperatura media mes más frío | Tª min | 7,5 °C |
| Temperatura media mes más cálido | Tª max | 22,1 °C |

Por lo que los índices son los siguientes:

| | Índice | Valor | Clasificación |
|------------------------------|--------|-------|---------------|
| Aridez de Martonne | la | 3,33 | Húmedo |
| Termo pluv de Dantin Revenga | ltp | 17,75 | Húmedo |
| Pluviosidad Lang | L | 5,63 | Semiárido |

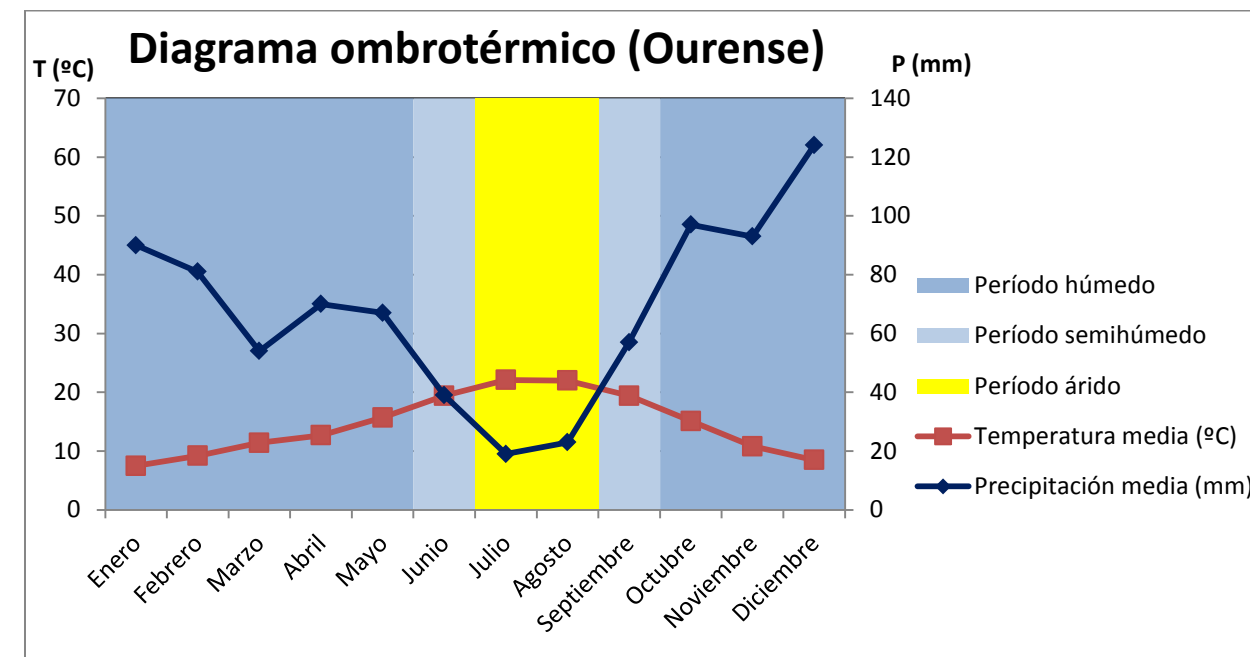
El diagrama de Termohietas queda así:



Como se aprecia, las ramas de enero a Junio, y Julio a Diciembre no coinciden, siendo bastante más lluviosa la última.

La oscilación termométrica es moderada al no presentar un claro alargamiento del polígono en el sentido de las ordenadas.

Mientras que el diagrama ombrotérmico es el siguiente:



Donde el cociente entre precipitación y Temperatura es el siguiente:

| Mes | P/T | Clasificación |
|------------|-------|--------------------|
| Enero | 12,00 | Período húmedo |
| Febrero | 8,80 | Período húmedo |
| Marzo | 4,74 | Período húmedo |
| Abril | 5,51 | Período húmedo |
| Mayo | 4,27 | Período húmedo |
| Junio | 2,01 | Período semihúmedo |
| Julio | 0,86 | Período árido |
| Agosto | 1,05 | Período árido |
| Septiembre | 2,94 | Período semihúmedo |
| Octubre | 6,42 | Período húmedo |
| Noviembre | 8,61 | Período húmedo |
| Diciembre | 14,59 | Período húmedo |

Se deduce que los dos meses de verano (Julio y Agosto) son áridos, los dos colindantes son semihúmedos, mientras que los 8 restantes corresponden al período húmedo.

Finalmente el Índice agroclimático de Köppen clasifica del siguiente modo:

| | Índice | Valor | Clasificación |
|-------------------------|--------|-------|--|
| Agroclimático de Köppen | K | 29 | Clima tipo C (templado lluvioso) Subclima tipo Cf (mesotermal templado húmedo - lluvioso todo el año) |

ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

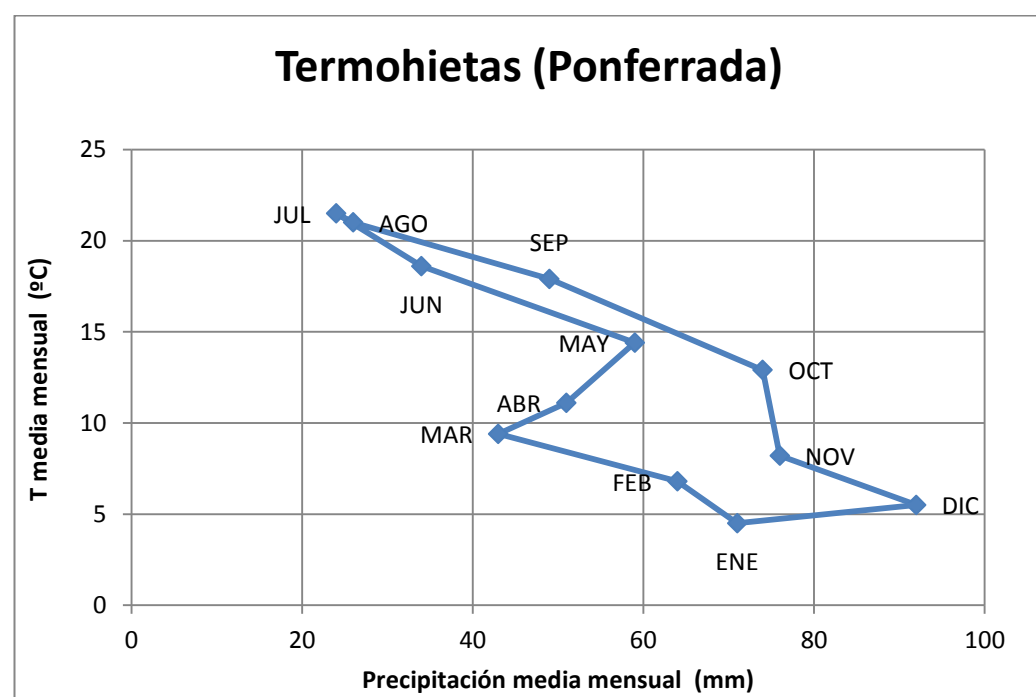
Datos para la estación de Ponferrada (1549):

| | Índice | Valor |
|----------------------------------|--------|---------|
| Precipitación media anual | P | 66,8 cm |
| Temperatura media anual | T | 12,6 °C |
| Temperatura media mes más frío | Tª min | 4,5 °C |
| Temperatura media mes más cálido | Tª max | 21,5 °C |

Por lo que los índices son los siguientes:

| | Índice | Valor | Clasificación |
|------------------------------|--------|-------|---------------|
| Aridez de Martonne | Ia | 2,96 | Subhúmedo |
| Termo pluv de Dantin Revenga | Itp | 18,86 | Húmedo |
| Pluviosidad Lang | L | 5,30 | Semiárido |

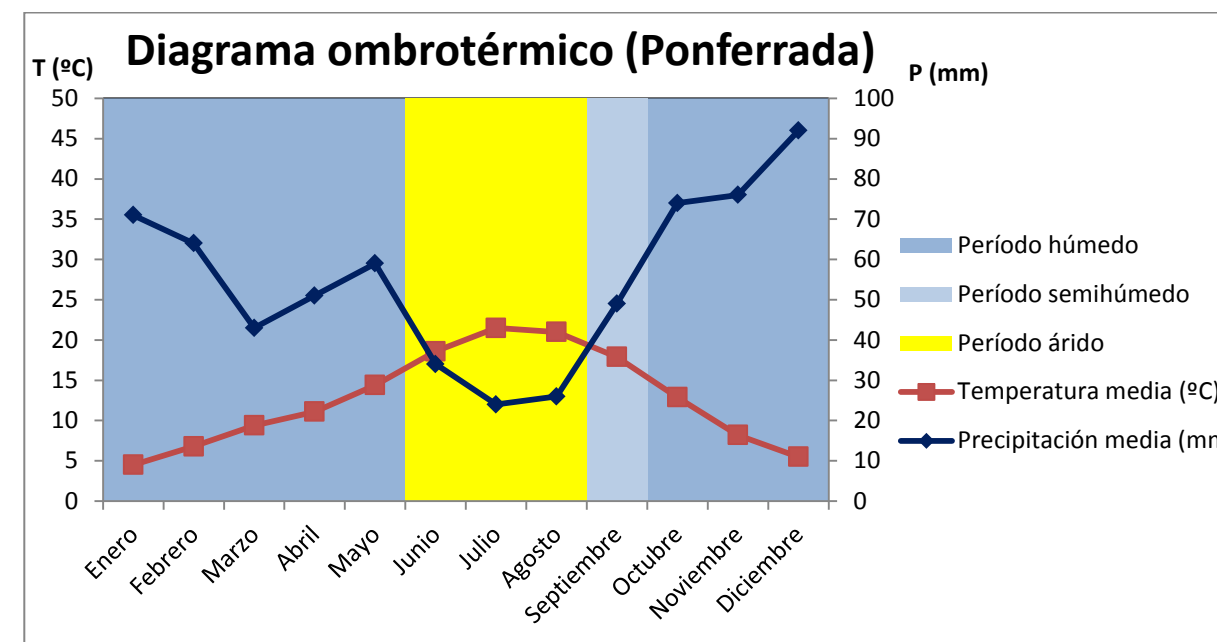
El diagrama de Termohietas queda así:



Se puede comprobar cómo las ramas de enero a Junio, y Julio a Diciembre no coinciden, siendo bastante más lluviosa la de la segunda parte del año.

La oscilación termométrica es moderada al no presentar un claro alargamiento del polígono en el sentido de las ordenadas.

Mientras que el diagrama ombrotérmico es el siguiente:



Donde el cociente mes a mes entre precipitación y Temperatura es el siguiente:

| Mes | P/T | Clasificación |
|------------|-------|--------------------|
| Enero | 15,78 | Período húmedo |
| Febrero | 9,41 | Período húmedo |
| Marzo | 4,57 | Período húmedo |
| Abril | 4,59 | Período húmedo |
| Mayo | 4,10 | Período húmedo |
| Junio | 1,83 | Período árido |
| Julio | 1,12 | Período árido |
| Agosto | 1,24 | Período árido |
| Septiembre | 2,74 | Período semihúmedo |
| Octubre | 5,74 | Período húmedo |
| Noviembre | 9,27 | Período húmedo |
| Diciembre | 16,73 | Período húmedo |

En el diagrama muestra que los tres meses más calurosos son también los más secos, por lo que es período árido, siendo septiembre semihúmedo, y el resto del año período húmedo.

Finalmente el Índice agroclimático de Köppen clasifica del siguiente modo:

| | Índice | Valor | Clasificación |
|-------------------------|--------|-------|--|
| Agroclimático de Köppen | K | 25,2 | Clima tipo C (templado lluvioso) Subclima tipo Cf (mesotermal templado húmedo - lluvioso todo el año) |

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

1.4.8. Conclusiones del clima

Como conclusión del estudio climático realizado, y considerando que, pese a que las estaciones están algo alejadas de la ubicación de la obra (entre 45 y 65km), su emplazamiento está prácticamente en línea recta entre ambas estaciones y casi a en el punto medio, y dado que los resultados arrojados por éstas son similares entre sí, se considera que son perfectamente trasladables las dos clasificaciones realizadas previamente al entorno situado en el municipio de A Rúa (Ourense).

En Ourense el clima se ha definido como húmedo en casi todos los índices realizados; mientras que en Ponferrada en más de la mitad.

Es por ello que se procede a clasificar el clima en el emplazamiento de la obra situada en A Rúa como **Clima húmedo.**

2. HIDROLOGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN

Esta parte del Anejo se centrará en cuantificar el caudal que discurriría por el barranco "Regueiro da Rúa" que atraviesa bajo el puente, calculado para una avenida con un período de retorno $T = 500$ años, y de este modo poder hallar el nivel que alcanzaría el agua, valorando en su caso el riesgo que puede suponer para la estructura.

El punto de partida serán los datos pluviométricos aportados por estaciones meteorológicas cercanas, que recogerán los máximos mensuales para cada año, así como el documento "Máximas Lluvias diarias en la España peninsular" publicado por el Ministerio de Fomento en el año 2001.

2.2. ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS

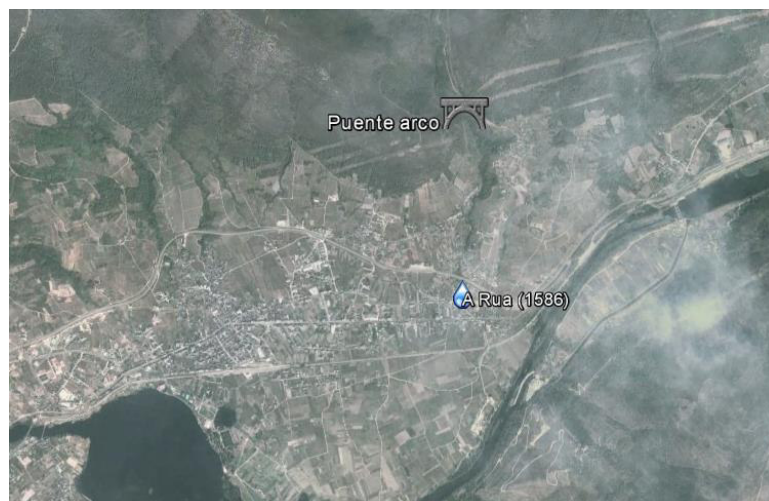
Para la realización de este estudio se recogerán los datos aportados por el pluviómetro situado en la Estación Meteorológica de A Rúa (Ourense), situada muy próxima al emplazamiento de la obra.

Los datos de dicha estación aparecen reflejados a continuación:

| Código | Denominación | Tipo | Coordenadas | | | Provincia | Distancia a la obra | Período de funcionamiento |
|--------|--------------|------|---------------|-------------|---------|-----------|---------------------|---------------------------|
| | | | Latitud | Longitud | Altitud | | | |
| 1586 | A Rúa | P | 42° 23' 53" N | 7° 5' 44" O | 314 m | Ourense | 1,20 km | 1951-1989 |

P: pluviométrica

En la imagen a continuación se puede observar la cercanía entre ambos puntos:



2.3. PLUVIOMETRÍA

En este apartado se van a mostrar la serie histórica con los datos de las precipitaciones diarias máximas anuales recogidos por la estación de A Rúa.

2.3.1. Registro histórico

Los datos disponibles son para los años entre 1951 a 1989, suponiéndose, a falta de datos más detallados, que son años completos y por lo tanto se pueden considerar para realizar el estudio.

De los resúmenes mensuales de datos pluviométricos se ha extraído el máximo de la precipitación diaria máxima para cada año, cuyos valores son los siguientes:

| AÑO | Máximo (mm) | AÑO | Máximo (mm) |
|------|-------------|------|-------------|
| 1951 | 61,00 | 1971 | 40,00 |
| 1952 | 49,50 | 1972 | 30,00 |
| 1953 | 43,00 | 1973 | 39,00 |
| 1954 | 69,70 | 1974 | 20,00 |
| 1955 | 45,70 | 1975 | 51,00 |
| 1956 | 42,70 | 1976 | 29,00 |
| 1957 | 31,50 | 1977 | 37,00 |
| 1958 | 18,50 | 1978 | 40,00 |
| 1959 | 50,00 | 1979 | 63,00 |
| 1960 | 53,00 | 1980 | 29,00 |
| 1961 | 26,10 | 1981 | 40,00 |
| 1962 | 39,00 | 1982 | 25,00 |
| 1963 | 70,00 | 1983 | 42,00 |
| 1964 | 38,00 | 1984 | 32,00 |
| 1965 | 23,00 | 1985 | 28,00 |
| 1966 | 39,00 | 1986 | 63,00 |
| 1967 | 35,00 | 1987 | 40,00 |
| 1968 | 45,00 | 1988 | 33,00 |
| 1969 | 39,00 | 1989 | 19,00 |
| 1970 | 26,00 | | |

Tal como se aprecia en la tabla, el número de años completos es de 39.

2.4. CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DIARIA MÁXIMA

Se van a calcular las precipitaciones máximas diarias para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años; no obstante se considerará únicamente la precipitación a 500 años.

2.4.1. Distribuciones estadísticas

Para realizar el cálculo de las máximas precipitaciones a 24 horas, para los períodos de retorno anteriormente mencionados, es necesario utilizar unas leyes de distribución de frecuencias, que en este caso serán Gumbel y SQRT-EX, además de usar la publicación "Máximas Lluvias diarias en la España peninsular" publicado por el Ministerio de Fomento.

a) Gumbel (o Valor Extremo Tipo I)

Esta distribución es un caso particular de la ley generalizada de los valores extremos.

La fórmula es:

$$F(x) = Prob(X \leq x_T) = e^{-e^{-\frac{x-u}{\alpha}}}$$

Cuyos parámetros se calculan como:

$$u = \bar{x} - 0,5772 * \alpha \quad \alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S$$

Siendo u la moda de la distribución, \bar{x} la media aritmética de la muestra y S la desviación típica:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Además, la variable reducida se calcula como:

$$y_t = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

A partir de la cual podemos obtener la precipitación para un T determinado.

$$x_t' = u + \alpha * y_t$$

Sin embargo, se considera apropiado aumentar este valor un 13%, por lo tanto la precipitación a considerar finalmente es:

$$x_t = x_t' * 1,13$$

Para medir si todos los datos obtenidos son homogéneos entre sí, se realiza un test de bondad de ajuste, que en este caso será el Test de Kolmogorov-Smirnov.

Éste se basa en evaluar las desviaciones que se presentan entre la función de distribución acumulada y el histograma acumulado observado. Su función es:

$$F_s(x_i) = \frac{i}{n}$$

donde x_i es el i -ésimo valor más grande observado en la muestra con n valores.

Entonces,

$$D = \max_{i=1}^n [F_s(x_i) - F(x_i)] = \max_{i=1}^n \left[\frac{i}{n} - F(x_i) \right]$$

es decir, el máximo valor absoluto de las n diferencias entre la función de distribución acumulada y el histograma acumulado observado.

Conociendo el valor crítico c , que depende del tamaño de la muestra y del nivel de significancia α , se acepta el ajuste si $D \leq c$.

El valor c se obtiene de la siguiente tabla:

| Tamaño de la muestra, n | $\alpha = 0,10$ | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,01$ |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| 5 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,30 | 0,34 | 0,40 |
| 20 | 0,26 | 0,29 | 0,35 |
| 25 | 0,24 | 0,26 | 0,32 |
| 30 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 40 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| >40 | 1,22/ \sqrt{n} | 1,36/ \sqrt{n} | 1,63/ \sqrt{n} |

Interpolando para valores de n distintos a los de la tabla.

La variables probabilísticas halladas son:

$$\bar{x} = 39,608 \text{ mm}$$

$$S = 13,331 \text{ mm}$$

$$\alpha = 10,394 \text{ mm}$$

$$u = 33,608 \text{ mm}$$

ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

Las P diarias máximas para los distintos períodos de retorno son:

| Periodo retorno | Variable reducida | Precip. mm | Prob ocurrencia | Corrección intervalo fijo |
|-----------------|-------------------|-------------|-----------------|---------------------------|
| Años | y_T | x_T' (mm) | $F(x,T)$ | x_T (mm) |
| 2 | 0,36651 | 37,4178 | 0,500 | 42,2822 |
| 5 | 1,49994 | 49,1985 | 0,800 | 55,5943 |
| 10 | 2,25037 | 56,9984 | 0,900 | 64,4081 |
| 25 | 3,19853 | 66,8535 | 0,960 | 75,5444 |
| 50 | 3,90194 | 74,1646 | 0,980 | 83,8059 |
| 100 | 4,60015 | 81,4217 | 0,990 | 92,0065 |
| 500 | 6,21361 | 98,1917 | 0,998 | 110,9566 |

Siendo por tanto la precipitación para T = 500 años, que es la que se busca, de 110,9566 mm.

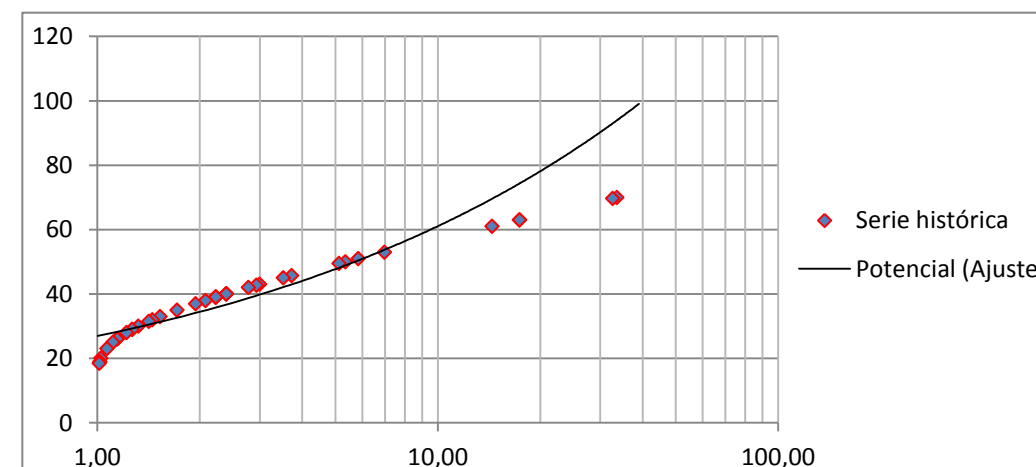
El test de homogeneidad practicado sobre los datos es el siguiente, con las precipitaciones ya ordenadas de mayor a menor:

| Posición | x | F(x) | Fs(x) | Fs(x) - F(x) |
|----------|------|--------|--------|--------------|
| 1 | 70 | 0,9703 | 0,9744 | 0,0041 |
| 2 | 69,7 | 0,9694 | 0,9487 | 0,0207 |
| 3 | 63 | 0,9426 | 0,9231 | 0,0195 |
| 4 | 63 | 0,9426 | 0,8974 | 0,0451 |
| 5 | 61 | 0,9308 | 0,8718 | 0,0590 |
| 6 | 53 | 0,8566 | 0,8462 | 0,0104 |
| 7 | 51 | 0,8289 | 0,8205 | 0,0084 |
| 8 | 50 | 0,8134 | 0,7949 | 0,0185 |
| 9 | 49,5 | 0,8051 | 0,7692 | 0,0359 |
| 10 | 45,7 | 0,7317 | 0,7436 | 0,0119 |
| 11 | 45 | 0,7159 | 0,7179 | 0,0020 |
| 12 | 43 | 0,6669 | 0,6923 | 0,0254 |
| 13 | 42,7 | 0,6590 | 0,6667 | 0,0076 |
| 14 | 42 | 0,6402 | 0,6410 | 0,0009 |
| 15 | 40 | 0,5824 | 0,6154 | 0,0330 |
| 16 | 40 | 0,5824 | 0,5897 | 0,0074 |
| 17 | 40 | 0,5824 | 0,5641 | 0,0183 |
| 18 | 40 | 0,5824 | 0,5385 | 0,0439 |
| 19 | 39 | 0,5514 | 0,5128 | 0,0386 |
| 20 | 39 | 0,5514 | 0,4872 | 0,0642 |

| Posición | x | F(x) | Fs(x) | Fs(x) - F(x) |
|----------|------|--------|----------|---------------|
| 21 | 39 | 0,5514 | 0,4615 | 0,0899 |
| 22 | 39 | 0,5514 | 0,4359 | 0,1155 |
| 23 | 38 | 0,5192 | 0,4103 | 0,1090 |
| 24 | 37 | 0,4860 | 0,3846 | 0,1014 |
| 25 | 35 | 0,4170 | 0,3590 | 0,0580 |
| 26 | 33 | 0,3464 | 0,3333 | 0,0130 |
| 27 | 32 | 0,3112 | 0,3077 | 0,0035 |
| 28 | 31,5 | 0,2938 | 0,2821 | 0,0117 |
| 29 | 30 | 0,2429 | 0,2564 | 0,0135 |
| 30 | 29 | 0,2106 | 0,2308 | 0,0202 |
| 31 | 29 | 0,2106 | 0,2051 | 0,0054 |
| 32 | 28 | 0,1799 | 0,1795 | 0,0004 |
| 33 | 26,1 | 0,1275 | 0,1538 | 0,0263 |
| 34 | 26 | 0,1250 | 0,1282 | 0,0032 |
| 35 | 25 | 0,1013 | 0,1026 | 0,0012 |
| 36 | 23 | 0,0624 | 0,0769 | 0,0146 |
| 37 | 20 | 0,0246 | 0,0513 | 0,0266 |
| 38 | 19 | 0,0170 | 0,0256 | 0,0087 |
| 39 | 18,5 | 0,0139 | 0,0000 | 0,0139 |
| | | | D | 0,1155 |

Para niveles de significancia del 1%, 5% y 10% se valoran los resultados:

| | Alfa: 0,01 | Alfa: 0,05 | Alfa: 0,10 |
|----|------------|------------|------------|
| N | 99% | 95% | 90% |
| 30 | 0,29 | 0,24 | 0,22 |
| 40 | 0,25 | 0,21 | 0,19 |
| c | 0,254 | 0,213 | 0,193 |
| | Se acepta | Se acepta | Se acepta |



Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

b) SQRT-EX

Esta ley utiliza funciones de distribución de dos parámetros y presenta una gran estabilidad ante nuevos datos, teniendo la siguiente expresión:

$$F(x) = Prob(X \leq x_T) = e^{-\lambda(1+\sqrt{\beta x}) * e^{-\sqrt{\beta x}}}$$

donde,

x_T es el cuantil de precipitación máxima correspondiente a un período de retorno dado.

λ y β son los parámetros de frecuencia y escala, respectivamente. Dichos parámetros son muy complejos de calcular, por lo que se va a emplear la aproximación polinómica que desarrolló Zorraquino, publicada en el Número 3447 de la Revista de Obras Públicas, y que se va a describir a continuación:

$$\ln(\lambda) = \sum_{i=0}^6 a_i * [\ln(C_V)]^i \rightarrow \lambda = e^{\ln(\lambda)}$$

siendo

C_V el Coeficiente de variación: $C_V = \frac{S}{\bar{x}}$

a_i coeficientes calculados por el autor, que son:

| Cv : | 0.99 a 0.70 | 0.70 a 0.30 | 0.30 a 0.19 |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| a_0 | 1,318615 | 1,801513 | -1765,86 |
| a_1 | -3,16463 | 2,473761 | -7240,6 |
| a_2 | -1,59552 | 23,556200 | -11785,6 |
| a_3 | -6,26911 | 49,957274 | -9538,0 |
| a_4 | -11,3177 | 59,775636 | -3834,3 |
| a_5 | -22,6976 | 35,696876 | -612,68 |
| a_6 | -22,0663 | 8,505713 | 0,000 |

$$\ln(I_1) = \sum_{i=0}^6 b_i * [\ln(\lambda)]^i$$

b_i coeficientes calculados por el autor, que son:

| Cv : | 0.99 a 0.70 | 0.70 a 0.30 | 0.30 a 0.19 |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| b_0 | 2,307319 | 2,342697 | -0,931508 |
| b_1 | -0,136674 | -0,149784 | 2,156709 |
| b_2 | -0,075036 | -0,099312 | -0,77977 |
| b_3 | -0,013464 | 0,003444 | 0,112962 |
| b_4 | 0,003228 | 0,001014 | -0,00934 |
| b_5 | 0,000521 | -0,000141 | 0,000412 |
| b_6 | -0,000141 | 0,000005 | -0,000008 |

$$\alpha = \frac{\lambda}{1 - e^{-\lambda}} \frac{I_1}{\bar{x}}$$

Igualmente, se realizará el Test de Kolmogotov-Smirnov, para comprobar si los datos se ajustan entre sí.

Las variables probabilísticas halladas para este método son:

$$\bar{x} = 39,608 \text{ mm}$$

$$S = 13,331 \text{ mm}$$

$$C_V = 0,3366$$

Las P diarias para los distintos períodos de retorno son:

| Período retorno | Prob ocurrencia | Precipitación |
|------------------------|------------------------|------------------------------|
| Años | F(x,T) | x_T (mm) |
| 5 | 0,8002 | 47,9238 |
| 10 | 0,9000 | 56,1190 |
| 25 | 0,9600 | 67,3118 |
| 50 | 0,9800 | 76,2322 |
| 100 | 0,9900 | 85,5878 |
| 200 | 0,9950 | 95,4027 |
| 500 | 0,9980 | 109,1097 |

Siendo la precipitación máxima diaria que se busca para T = 500 años de 109,1097

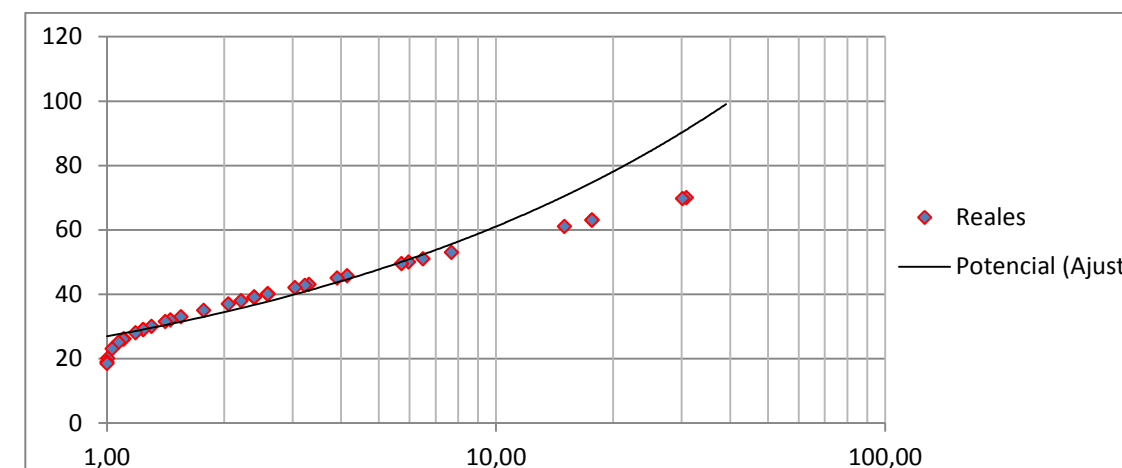
mm

| Posición | x | F(x) | Fs(x) | Fs(x) - F(x) |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------------|
| 1 | 70 | 0,9676 | 0,9744 | 0,0067 |
| 2 | 69,7 | 0,9669 | 0,9487 | 0,0182 |
| 3 | 63 | 0,9434 | 0,9231 | 0,0203 |
| 4 | 63 | 0,9434 | 0,8974 | 0,0459 |
| 5 | 61 | 0,9333 | 0,8718 | 0,0615 |
| 6 | 53 | 0,8700 | 0,8462 | 0,0239 |
| 7 | 51 | 0,8461 | 0,8205 | 0,0255 |
| 8 | 50 | 0,8324 | 0,7949 | 0,0376 |
| 9 | 49,5 | 0,8252 | 0,7692 | 0,0559 |
| 10 | 45,7 | 0,7588 | 0,7436 | 0,0153 |
| 11 | 45 | 0,7442 | 0,7179 | 0,0263 |
| 12 | 43 | 0,6978 | 0,6923 | 0,0055 |
| 13 | 42,7 | 0,6902 | 0,6667 | 0,0235 |
| 14 | 42 | 0,6718 | 0,6410 | 0,0308 |
| 15 | 40 | 0,6140 | 0,6154 | 0,0014 |

| Posición | x | F(x) | Fs(x) | Fs(x) - F(x) |
|----------|----------|--------|---------------|--------------|
| 16 | 40 | 0,6140 | 0,5897 | 0,0243 |
| 17 | 40 | 0,6140 | 0,5641 | 0,0499 |
| 18 | 40 | 0,6140 | 0,5385 | 0,0756 |
| 19 | 39 | 0,5822 | 0,5128 | 0,0694 |
| 20 | 39 | 0,5822 | 0,4872 | 0,0950 |
| 21 | 39 | 0,5822 | 0,4615 | 0,1207 |
| 22 | 39 | 0,5822 | 0,4359 | 0,1463 |
| 23 | 38 | 0,5484 | 0,4103 | 0,1382 |
| 24 | 37 | 0,5128 | 0,3846 | 0,1282 |
| 25 | 35 | 0,4365 | 0,3590 | 0,0775 |
| 26 | 33 | 0,3553 | 0,3333 | 0,0220 |
| 27 | 32 | 0,3139 | 0,3077 | 0,0062 |
| 28 | 31,5 | 0,2933 | 0,2821 | 0,0112 |
| 29 | 30 | 0,2323 | 0,2564 | 0,0241 |
| 30 | 29 | 0,1935 | 0,2308 | 0,0373 |
| 31 | 29 | 0,1935 | 0,2051 | 0,0116 |
| 32 | 28 | 0,1570 | 0,1795 | 0,0225 |
| 33 | 26,1 | 0,0966 | 0,1538 | 0,0573 |
| 34 | 26 | 0,0938 | 0,1282 | 0,0344 |
| 35 | 25 | 0,0683 | 0,1026 | 0,0343 |
| 36 | 23 | 0,0309 | 0,0769 | 0,0460 |
| 37 | 20 | 0,0054 | 0,0513 | 0,0459 |
| 38 | 19 | 0,0024 | 0,0256 | 0,0232 |
| 39 | 18,5 | 0,0016 | 0,0000 | 0,0016 |
| | D | | 0,1463 | |

La comprobación del test es la siguiente:

| | Alfa: 0,01 | Alfa: 0,05 | Alfa: 0,10 |
|----|------------|------------|------------|
| N | 99% | 95% | 90% |
| 30 | 0,29 | 0,24 | 0,22 |
| 40 | 0,25 | 0,21 | 0,19 |
| c | 0,254 | 0,213 | 0,193 |
| | Se acepta | Se acepta | Se acepta |



c) Mapa "Máximas Lluvias diarias en la España Peninsular"

Esta publicación del Ministerio de Fomento se basó en un enfoque regional de los datos, reduciendo así la varianza, asumiendo además que la variable Y , resultante de dividir en cada estación los valores máximos anuales por su media, $Y = P/\bar{P}$, sigue idéntica distribución de frecuencia en toda la región considerada. Los parámetros de dicha distribución, una vez seleccionado el modelo de ley, son obtenidos a partir del conjunto de datos de las estaciones de la región, mientras que el valor local de la media \bar{P} se estima exclusivamente a partir de los datos de cada una de las estaciones.

La estimación de los cuantiles locales X_T en un determinado punto se reduce a reescalar los cuantiles regionales Y_T con la media local \bar{P} según la siguiente expresión:

$$X_T = Y_T * \bar{P}$$

La primera etapa de la estimación regional de cuantiles consistió en agrupar las 1545 estaciones "básicas", con 30 o más años de registro, en 26 regiones geográficas. Las regiones fueron definidas tratando de agrupar zonas del territorio con características meteorológicas comunes y analizando de forma complementaria los C_v (coeficientes de variación) muestrales. Posteriormente la homogeneidad de las regiones fue contrastada mediante un test estadístico de χ^2 .

La segunda etapa consistió en la estimación regional de los parámetros y cuantiles de 4 modelos de función de distribución, entre los cuales finalmente se optó por emplear la ley SQRT-ET max.

El método para calcular con esta publicación la precipitación diaria máxima es el que sigue a continuación:

- o Localizar en los mapas el punto geográfico deseado

Autor: Héctor Sánchez García

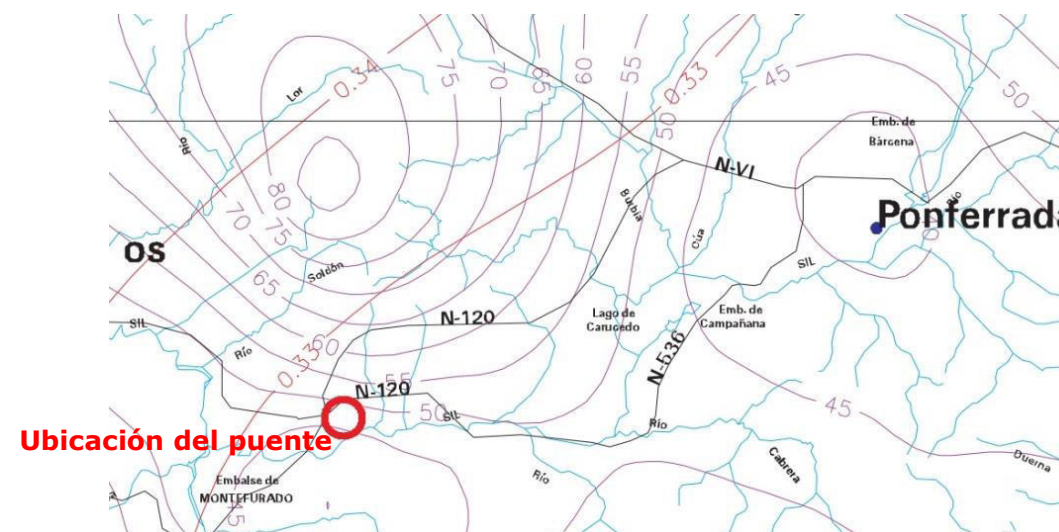
Director: Miguel Ángel Morales Arribas

- Estimar mediante las isóneas el coeficiente de variación C_v y el valor medio \bar{P} de la máxima precipitación diaria anual
- Para el período de retorno deseado T y el valor de C_v , obtener el factor de amplificación Y_T (los cuantiles en la ley SQRT-EX) mediante la tabla:

| C_v | PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T) | | | | | | | |
|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 200 | 500 |
| 0.30 | 0.935 | 1.194 | 1.377 | 1.625 | 1.823 | 2.022 | 2.251 | 2.541 |
| 0.31 | 0.932 | 1.198 | 1.385 | 1.640 | 1.854 | 2.068 | 2.296 | 2.602 |
| 0.32 | 0.929 | 1.202 | 1.400 | 1.671 | 1.884 | 2.098 | 2.342 | 2.663 |
| 0.33 | 0.927 | 1.209 | 1.415 | 1.686 | 1.915 | 2.144 | 2.388 | 2.724 |
| 0.34 | 0.924 | 1.213 | 1.423 | 1.717 | 1.930 | 2.174 | 2.434 | 2.785 |
| 0.35 | 0.921 | 1.217 | 1.438 | 1.732 | 1.961 | 2.220 | 2.480 | 2.831 |
| 0.36 | 0.919 | 1.225 | 1.446 | 1.747 | 1.991 | 2.251 | 2.525 | 2.892 |
| 0.37 | 0.917 | 1.232 | 1.461 | 1.778 | 2.022 | 2.281 | 2.571 | 2.953 |
| 0.38 | 0.914 | 1.240 | 1.469 | 1.793 | 2.052 | 2.327 | 2.617 | 3.014 |
| 0.39 | 0.912 | 1.243 | 1.484 | 1.808 | 2.083 | 2.357 | 2.663 | 3.067 |
| 0.40 | 0.909 | 1.247 | 1.492 | 1.839 | 2.113 | 2.403 | 2.708 | 3.128 |
| 0.41 | 0.906 | 1.255 | 1.507 | 1.854 | 2.144 | 2.434 | 2.754 | 3.189 |
| 0.42 | 0.904 | 1.259 | 1.514 | 1.884 | 2.174 | 2.480 | 2.800 | 3.250 |
| 0.43 | 0.901 | 1.263 | 1.534 | 1.900 | 2.205 | 2.510 | 2.846 | 3.311 |
| 0.44 | 0.898 | 1.270 | 1.541 | 1.915 | 2.220 | 2.556 | 2.892 | 3.372 |
| 0.45 | 0.896 | 1.274 | 1.549 | 1.945 | 2.251 | 2.586 | 2.937 | 3.433 |
| 0.46 | 0.894 | 1.278 | 1.564 | 1.961 | 2.281 | 2.632 | 2.983 | 3.494 |
| 0.47 | 0.892 | 1.286 | 1.579 | 1.991 | 2.312 | 2.663 | 3.044 | 3.555 |
| 0.48 | 0.890 | 1.289 | 1.595 | 2.007 | 2.342 | 2.708 | 3.098 | 3.616 |
| 0.49 | 0.887 | 1.293 | 1.603 | 2.022 | 2.373 | 2.739 | 3.128 | 3.677 |
| 0.50 | 0.885 | 1.297 | 1.610 | 2.052 | 2.403 | 2.785 | 3.189 | 3.738 |
| 0.51 | 0.883 | 1.301 | 1.625 | 2.068 | 2.434 | 2.815 | 3.220 | 3.799 |
| 0.52 | 0.881 | 1.308 | 1.640 | 2.098 | 2.464 | 2.861 | 3.281 | 3.860 |

- Realizar el producto del factor de amplificación Y_T por el valor medio \bar{P} de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el período de retorno deseado P_T .

Del mapa de isóneas se recoge la siguiente información:



Siendo:
 $\bar{P} = 45 \text{ mm}$
 $C_v = 0,33$

Obteniendo de la tabla anterior los valores correspondientes para dicho coeficiente de variación:

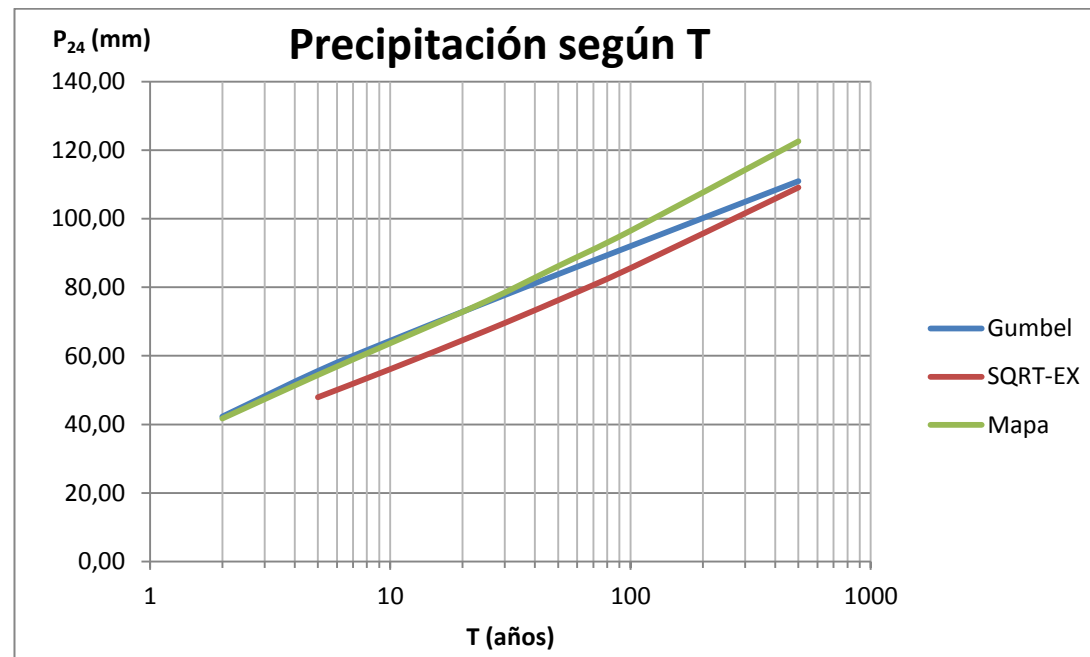
| T (años) | Período de retorno en años | | | | | | |
|------------|----------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 | 500 |
| Y_T | 0,927 | 1,209 | 1,415 | 1,686 | 1,915 | 2,144 | 2,724 |
| P_T (mm) | 41,715 | 54,405 | 63,675 | 75,87 | 86,175 | 96,48 | 122,58 |

Mediante el mapa se obtiene una Precipitación máxima diaria para un período de 500 años de 122,58 mm.

2.4.2. Máximas precipitaciones diarias

A continuación se muestran los resultados obtenidos para la estación A Rúa (1586) con los 3 métodos definidos anteriormente:

| T | Pd Gumbel | Pd SQR-EX | Pd Mapa |
|-----|-----------|-----------|---------|
| 2 | 42,28 | - | 41,72 |
| 5 | 55,59 | 47,92 | 54,41 |
| 10 | 64,41 | 56,12 | 63,68 |
| 25 | 75,54 | 67,31 | 75,87 |
| 50 | 83,81 | 76,23 | 86,18 |
| 100 | 92,01 | 85,59 | 96,48 |
| 500 | 110,96 | 109,11 | 122,58 |



Como conclusión se puede observar que hasta $T = 10$ años, la distribución de Gumbel supera ligeramente al Mapa de lluvias, situación que se invierte a partir de $T = 25$ años. Mediante SQR-EX se obtienen unos resultados inferiores a los otros dos métodos para cualquier T dado.

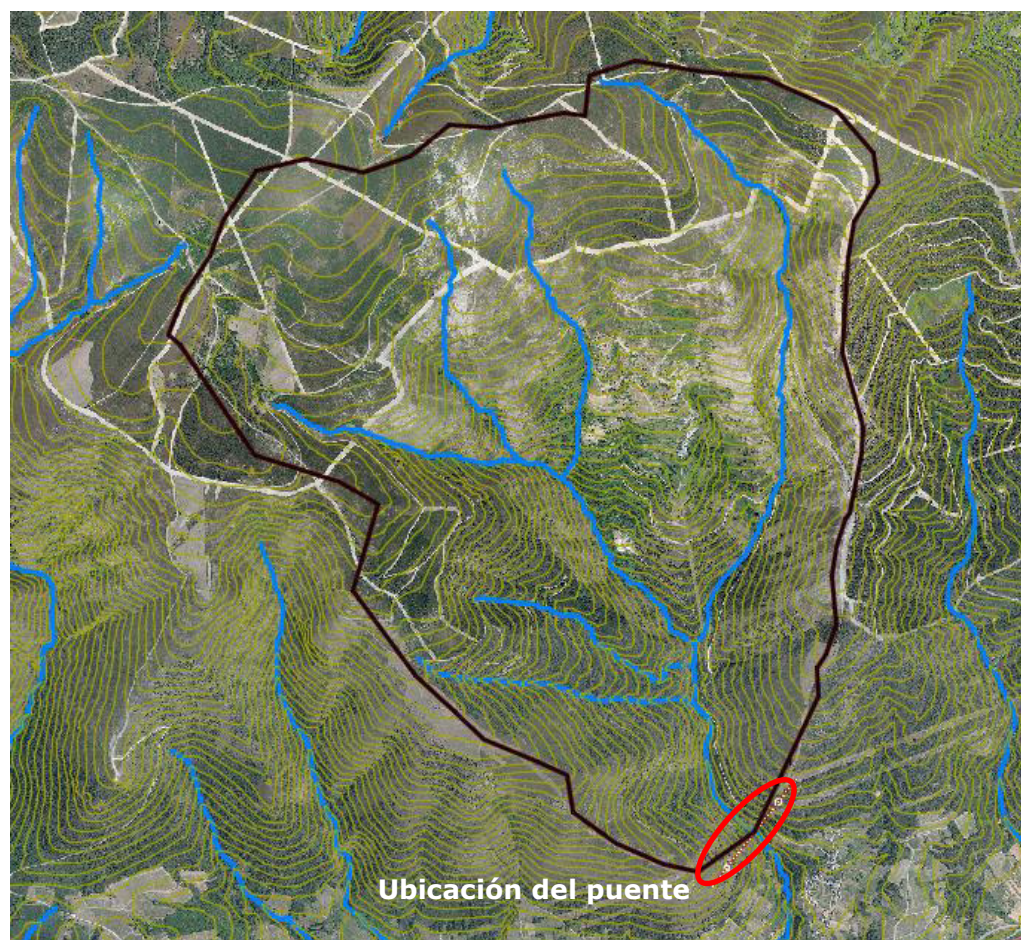
Por tanto, para $T = 500$ años se elige la obtenida mediante el Mapa de "Máximas Lluvias diarias en la España peninsular" puesto que es el más desfavorable.

2.5. ESTUDIO DE LA CUENCA INTERCEPTADA

2.5.1. Delimitación de la cuenca

La cuenca que será atravesada por el puente es el barranco denominado "Regueiro da Rua" que vierte sus aguas al Río Sil. Dicho barranco es la confluencia de otros dos barrancos, los cuales son "Regueiro de Abelaido", "Regueiro do Bidueiro" y "Regueiro do Olo da Fonte" en su ramal oeste, y "Regueiro de Carballido" en la parte este.

En la siguiente imagen aparece la delimitación física de la cuenca, basándose en las curvas de nivel de la cartografía en Escala 1:5000 superpuesta sobre una ortofoto del PNOA:



2.5.2. Características físicas de la cuenca

Para caracterizar físicamente la cuenca, se van a definir los siguientes parámetros:

- **Superficie (ha):** por planimetría sobre la cartografía en la que aparezca representada toda la cuenca.
- **Cota máxima (m):** por identificación sobre la cartografía en la que aparezca la cuenca.
- **Cota mínima (m):** por identificación sobre la cartografía en la que aparezca la cuenca.
- **Desnivel (m):** diferencia entre cotas máxima y mínima.
- **Longitud (m):** por medición sobre la cartografía en que aparezca representada toda la cuenca, optando por la de mayor longitud de las posibles.
- **Pendiente (%):** cociente entre el desnivel y la longitud.
- **Tiempo de concentración (h):** Para calcular el tiempo de concentración se empleará la Fórmula de Témez, que se sirve de la longitud de la cuenca y la pendiente para estimar el tiempo máximo que a una gota de agua le cuesta atravesar toda la cuenca.

$$t_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde

t_c es el tiempo de concentración en horas

L es la longitud de la cuenca en km

J es la pendiente en m/m

Así pues, las características físicas anteriormente expuestas de la cuenca se representan en la siguiente tabla:

| Datos cuenca | | |
|-----------------|----|-----------|
| Longitud (m) | L | 4242 m |
| Area (ha) | A | 807,20 ha |
| Cota más alta | zs | 1113 m |
| Cota inferior | zi | 379 m |
| Pendiente media | J | 17,303 % |
| Tiempo conc | tc | 1,26 h |

2.6. CÁLCULO DE LA ABSTRACCIÓN

2.6.1. Método del Número de Curva

Para calcular la infiltración que se producirá en la cuenca se va a realizar mediante el Número de Curva, método desarrollado por el Soil Conservation Service (SCS) del Departamento de Agricultura de EE.UU.

Se considera que la precipitación neta es menor o a lo sumo igual que la precipitación bruta, que la retención actual es menor o igual a la retención potencial máxima, y que la escorrentía potencial es $P-I$, es decir, el volumen máximo que puede convertirse en escorrentía:

$$\frac{F}{S} = \frac{p}{P}$$

donde

P es la precipitación bruta

p es la precipitación neta (la que produce escorrentía)

F es la retención existente actualmente

S es la retención potencial máxima (la mayor pérdida que se puede producir), con todos los datos en mm

Como $F = P - p$ obtenemos:

$$p = \frac{P^2}{P + S}$$

Por otro lado, existen unas abstracciones iniciales I_a que el SCS estimó como el 20% de la retención potencial máxima, por lo que:

$$p = \frac{(P - 0,20 * S)^2}{P + S - 0,20 * S} = \frac{(P - 0,20 * S)^2}{(P + 0,80 * S)}$$

Además, también se relaciona S con el número de curva CN:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \rightarrow CN = \frac{25400}{254 + S}$$

Así, si $CN = 100$ (equivaldría a suelo impermeable), $S = 0$, es decir, que no se produce infiltración.

Para evaluar el número de curva se consideran diferentes parámetros:

- Uso del suelo (bosque, pastizal...)
 - Se obtiene a partir de mapas con información de este tipo.
- Tipo de tratamiento agrícola
- Condiciones hidráulicas
 - Condiciones pobres: <50% de cobertura
 - Condiciones medias: entre el 50 y el 75% de cobertura
 - Condiciones buenas: >75% de cobertura
- Tipo de suelo según infiltración
 - Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
 - Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
 - Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con alto contenido en arcilla.
 - Grupo D: Suelos expansivos, arcillas altamente plásticas.
- Antecedentes hidrológicos: condición inicial del suelo
 - Condición intermedia: se halla a partir de la tabla del SCS, realizando media ponderada respecto al % de área de cada tipo de suelo; se denomina CN(II).
 - Condición seca:

$$CN(I) = \frac{4,2 * CN(II)}{10 - 0,058 * CN(II)}$$

- Condición húmeda

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0,13 * CN(II)}$$

Por último, para calcular el volumen de infiltración hay que aplicar la siguiente expresión:

$$F_a = \frac{S * (P - I_a)}{P - I_a + S} \quad P \geq I_a$$

Como I_a y S son constantes, la tasa de infiltración a lo largo del tiempo es:

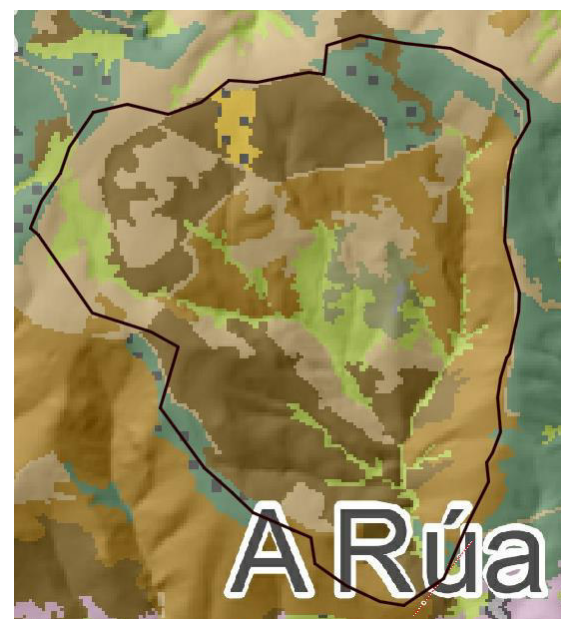
$$f(t) = \frac{dF_a}{dt} = \frac{S^2 * i}{(P - I_a + S)^2}$$

Con $i = \frac{dP}{dt}$ siendo la intensidad de lluvia. Si P tiende a infinito, $f(t)$ tiende a 0.

2.6.2. Abstracción en la cuenca

Se ha obtenido el mapa "Ocupacion do Solo" ("usos del suelo") editado por el Instituto de Estudios do Territorio de la Xunta de Galicia, en el que se ha definido el contorno de la cuenca y se ha medido a escala cada tipo de suelo, obteniendo los siguientes resultados:

Mapa usos del suelo



LEYENDA

- Zona urbana
- Arbustos y árboles
- Arbustos y rocas
- Afloramientos rocosos y rocas
- Mosaico agrícola y arbusto
- Cultivos y prados
- Coníferas
- Eucaliptos y coníferas
- Especies caducifolias

Mapa hidrogeológico:



Permeabilidad:

- Alta
- Media-alta
- Media
- Media-baja
- Baja

A partir de la información obtenida de los mapas de usos del suelo y del hidrogeológico, además de la tabla del CN proporcionada por el SCS, se establece el siguiente criterio para la obtención del número de curva de la cuenca.

| Uso de suelo (Leyenda mapa) | Grupo | Area (ha) | % area | CN | Observaciones (según tabla SCS) |
|-------------------------------|-------|---------------|---------------|--------------|--|
| Arbustos y rocas | B | 207,44 | 25,70 | 79 | Pastizal (condición pobre) |
| Arbustos y árboles | B | 238,34 | 29,53 | 61 | Pastizal (condición buena) |
| Especies caducifolias | B | 73,48 | 9,10 | 66 | Bosque (cubierta pobre) |
| | A | 13,40 | 1,66 | 45 | " |
| Mosaico agrícola y arbustos | B | 8,85 | 1,10 | 81 | Tierra cultivada con tratamiento |
| | A | 11,64 | 1,44 | 72 | " |
| Cultivos y prados | B | 174,43 | 21,61 | 61 | Pastizal (condición buena) |
| | A | 5,84 | 0,72 | 39 | " |
| Coníferas | B | 20,45 | 2,53 | 55 | Bosque (cubierta buena) |
| Afloramientos rocosos y rocas | B | 12,58 | 1,56 | 66 | Bosque (cubierta pobre) |
| Eucaliptos y coníferas | B | 39,80 | 4,93 | 55 | Bosque (cubierta buena) |
| Suelo urbano | B | 0,95 | 0,12 | 85 | Zona residencial (tamaño parcela 500m2 / % imp 65) |
| Total | | 807,20 | 100,00 | 65,69 | |

Por lo tanto, el número de curva obtenido es:

| | | |
|--------------------------------|------|-----------|
| Condiciones intermedias (CNII) | CNII | 65,69 |
| | S | 132,65 mm |
| | la | 26,53 mm |

| | | |
|-------------------------|-----|-----------|
| Condiciones secas (CNI) | CNI | 44,57 |
| | S | 315,83 mm |
| | la | 63,17 mm |

| | | |
|-----------------------------|-------|----------|
| Condiciones húmedas (CNIII) | CNIII | 81,50 |
| | S | 57,67 mm |
| | la | 11,53 mm |

Se opta por la última opción, de condiciones húmedas, por ser la más desfavorable; además esta decisión se respalda con que en la parte de Clima de este Anejo se estableció que el clima en la zona era húmedo.

2.7. CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN NETA

Para obtener la precipitación neta que provocará escorrentía en la cuenca, es necesario previamente diseñar una lluvia sintética a partir de las curvas IDF, y ordenando los p que

proporcionará una lluvia bruta de duración determinada para un período de retorno dado. Sobre dicha lluvia se aplicará el modelo de pérdidas calculado anteriormente.

2.7.1. Obtención de lluvia sintética

Como no se disponen datos suficientes de series históricas a partir de pluviógrafos que permiten conocer los hietogramas reales de las lluvias (al registrar a lo largo del tiempo la variación de la intensidad de la lluvia), se va a proceder a calcular un hietograma sintético a partir de una curva IDF que se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\left(\frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}\right)}$$

Donde

I_d es la intensidad media diaria para un T determinado: $I_d = \frac{P_d}{24}$

$\left(\frac{I_1}{I_d}\right)$ es el factor regional, que se obtiene del siguiente mapa:



t es la duración desde el inicio de la lluvia hasta un momento dado considerando intervalos intermedios determinados.

Una vez realizada la curva IDF, se calcula el volumen de precipitación hasta el momento t , al multiplicar la intensidad de cada bloque por el tiempo t :

$$V_{t_i} = t_i * I_{t_i}$$

Posteriormente, se cuantifica la intensidad bruta J para cada bloque, tomando diferencias entre valores sucesivos de intensidad:

$$I_{t_1} * t_1 = J_{t_1} * \Delta t, \quad \text{donde } \Delta t = t_n - t_{n-1}$$

$$I_{t_2} * t_2 = J_{t_2} * \Delta t + J_{t_1} * \Delta t \rightarrow J_{t_2} = 2 * I_{t_2} - J_{t_1}$$

$$I_{t_n} * t_n = J_{t_n} * \Delta t + J_{t_{n-1}} * \Delta t + \dots + J_{t_1} * \Delta t \rightarrow J_{t_n} = n * I_{t_n} - J_{t_{n-1}} - \dots - J_{t_1}$$

El primer valor, que será el de mayor cantidad, se sitúa en una posición determinada, habitualmente en el centro del hietograma, el siguiente a un lado del máximo, el tercer valor al otro lado del máximo, y sucesivamente alternando hasta completar todos los valores.

Una vez realizado el hietograma de lluvia bruta, se aplicarán las abstracciones explicadas y calculadas con anterioridad, hallando el hietograma de lluvia neta.

En cada paso se puede calcular las precipitaciones (brutas y netas) multiplicando las intensidades correspondientes por el intervalo de tiempo.

2.7.2. Precipitación de diseño

Se han realizado los cálculos para dos duraciones diferentes: una lluvia que dura aproximadamente lo mismo que el tiempo de concentración de la cuenca (1,26 h \approx 75 minutos), mientras que una segunda lluvia se ha estimado que dure 2 veces el tiempo de concentración, es decir, 150 minutos.

Los intervalos de tiempo calculados han sido de 5 minutos.

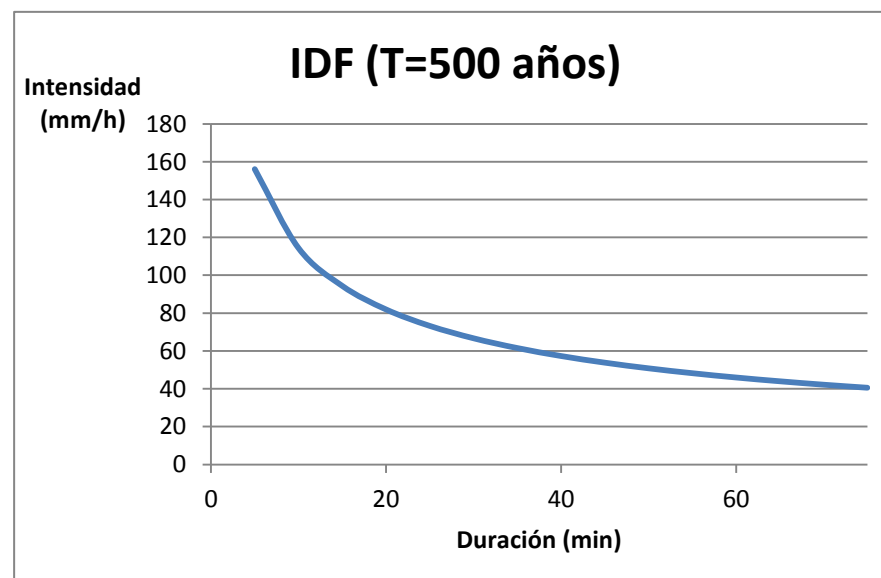
La precipitación diaria máxima para un T = 500 años es de 122,58 mm, calculada en los apartados anteriores.

El Factor Regional aplicado en la fórmula del IDF, de acuerdo al mapa, es $\left(\frac{I_1}{I_d}\right) = 9$

Las abstracciones, para un CN = 81,50 son: $S = 57,67\text{mm}$, mientras que $I_a = 11,53 \text{ mm}$

Para el primer caso, en el que la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración, nos encontramos:

| IDF | |
|---------|----------|
| Minutos | I (mm/h) |
| 5 | 156,09 |
| 10 | 114,36 |
| 15 | 94,37 |
| 20 | 81,94 |
| 25 | 73,24 |
| 30 | 66,69 |
| 35 | 61,53 |
| 40 | 57,32 |
| 45 | 53,81 |
| 50 | 50,82 |
| 55 | 48,23 |
| 60 | 45,97 |
| 65 | 43,96 |
| 70 | 42,17 |
| 75 | 40,55 |



Ordenando los valores, ya podemos aplicar pérdidas:

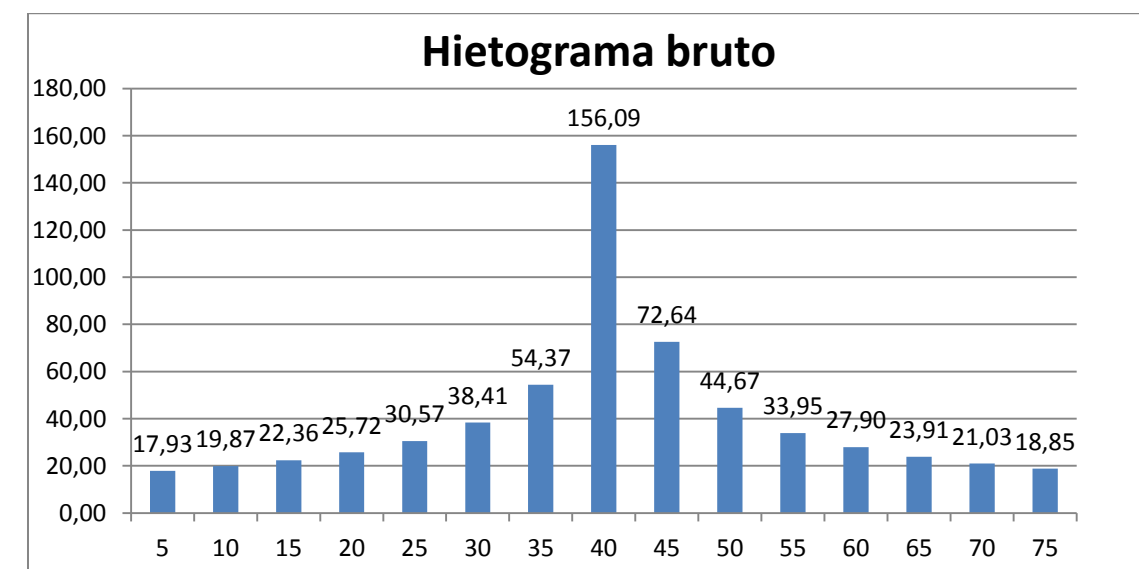
| Minutos | Lluvia bruta | | | Abstracciones | | Lluvia neta | | | Pérdidas | |
|---------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------|--------|----------|--------------|
| | I bruta | Pb (mm) | Pb acum | Ia (mm) | Fa (mm) | Pn acum | Pn (mm) | I neta | Parcial | Acum |
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 17,93 | 1,49 | 1,49 | 1,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,49 | 1,49 |
| 10 | 19,87 | 1,66 | 3,15 | 1,66 | 1,46 | 0,04 | 0,04 | 0,45 | 1,62 | 3,11 |
| 15 | 22,36 | 1,86 | 5,01 | 1,86 | 2,99 | 0,16 | 0,13 | 1,51 | 1,74 | 4,85 |
| 20 | 25,72 | 2,14 | 7,16 | 2,14 | 4,61 | 0,40 | 0,24 | 2,85 | 1,91 | 6,76 |
| 25 | 30,57 | 2,55 | 9,70 | 2,55 | 6,37 | 0,79 | 0,39 | 4,67 | 2,16 | 8,91 |
| 30 | 38,41 | 3,20 | 12,91 | 3,20 | 8,31 | 1,40 | 0,61 | 7,29 | 2,59 | 11,51 |
| 35 | 54,37 | 4,53 | 17,44 | 4,53 | 10,55 | 2,36 | 0,96 | 11,54 | 3,57 | 15,08 |
| 40 | 156,09 | 13,01 | 30,44 | 11,53 | 14,24 | 4,67 | 2,31 | 27,71 | 10,70 | 25,78 |
| 45 | 72,64 | 6,05 | 36,50 | 11,53 | 17,42 | 7,54 | 2,87 | 34,46 | 3,18 | 28,96 |
| 50 | 44,67 | 3,72 | 40,22 | 11,53 | 19,16 | 9,53 | 1,99 | 23,85 | 1,74 | 30,69 |
| 55 | 33,95 | 2,83 | 43,05 | 11,53 | 20,38 | 11,14 | 1,61 | 19,29 | 1,22 | 31,91 |
| 60 | 27,90 | 2,32 | 45,37 | 11,53 | 21,33 | 12,51 | 1,38 | 16,53 | 0,95 | 32,86 |
| 65 | 23,91 | 1,99 | 47,37 | 11,53 | 22,10 | 13,73 | 1,22 | 14,61 | 0,77 | 33,64 |
| 70 | 21,03 | 1,75 | 49,12 | 11,53 | 22,75 | 14,83 | 1,10 | 13,18 | 0,65 | 34,29 |
| 75 | 18,85 | 1,57 | 50,69 | 11,53 | 23,32 | 15,83 | 1,00 | 12,05 | 0,57 | 34,86 |

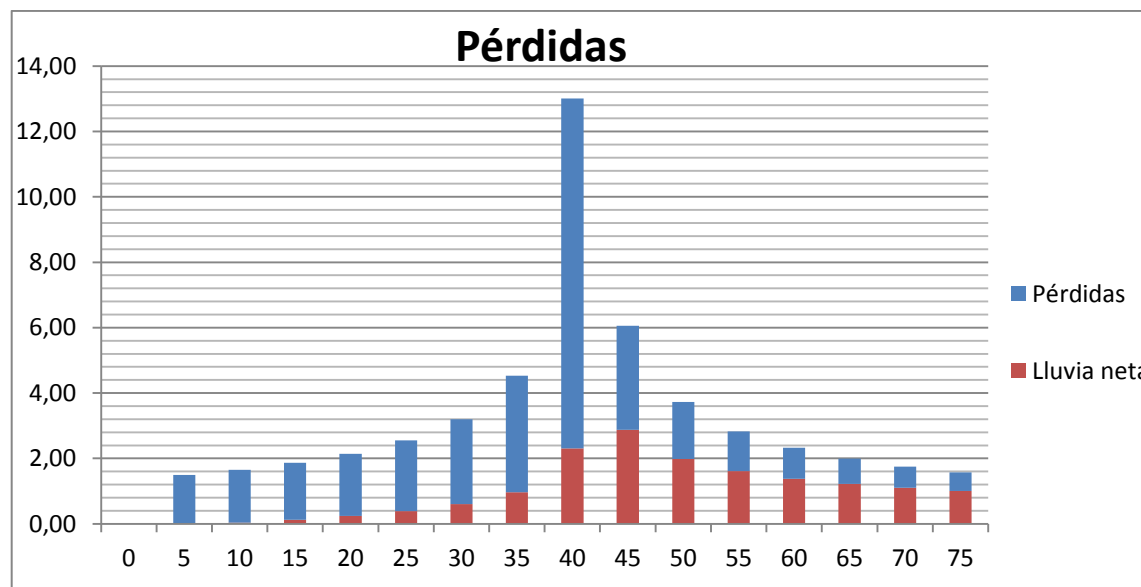
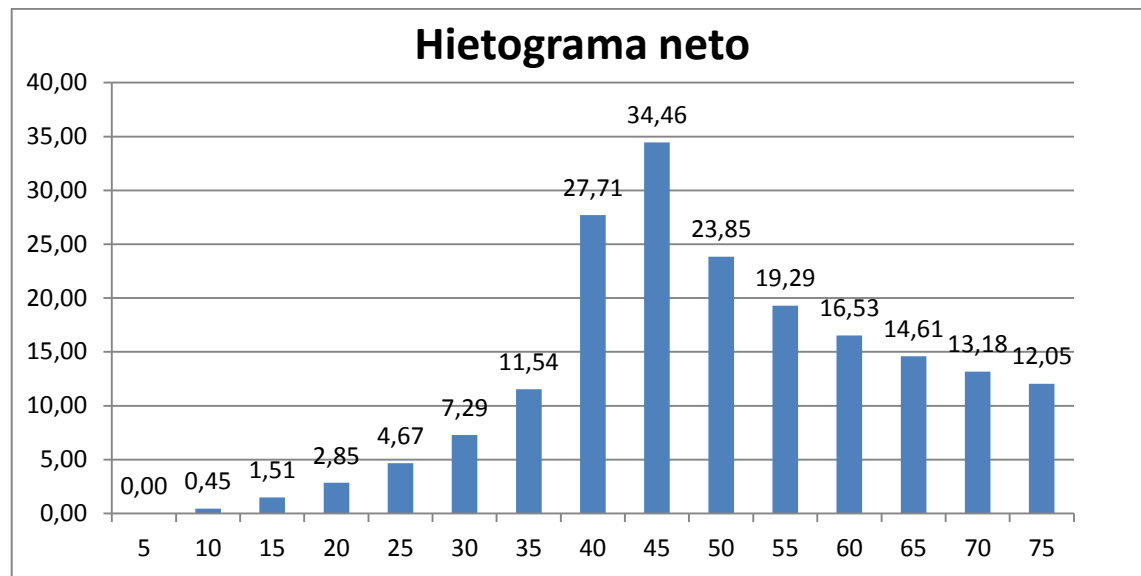
Para realizar el método de bloques alternos, se operan los datos anteriores como se ha indicado previamente, colocando el máximo en el punto intermedio, los 40 minutos:

| Bloques alternos | |
|------------------|---------------|
| Minutos | J (mm/h) |
| 5 | 156,09 |
| 10 | 72,64 |
| 15 | 54,37 |
| 20 | 44,67 |
| 25 | 38,41 |
| 30 | 33,95 |
| 35 | 30,57 |
| 40 | 27,90 |
| 45 | 25,72 |
| 50 | 23,91 |
| 55 | 22,36 |
| 60 | 21,03 |
| 65 | 19,87 |
| 70 | 18,85 |
| 75 | 17,93 |

Comprobamos que la precipitación neta, que produce escorrentía es:

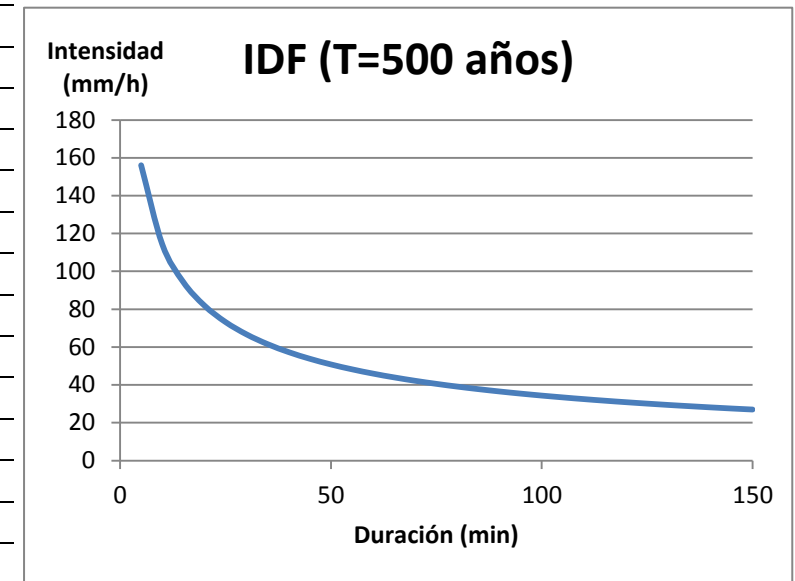
$$p = \frac{(P - 0,20 * S)^2}{P + S - 0,20 * S} = \frac{(50,69 - 11,53)^2}{50,69 + 57,67 - 11,53} = 15,83 \text{ mm}$$





La segunda lluvia que se va a calcular es la que tiene una duración de dos veces el tiempo de concentración, aproximadamente 150 minutos:

| Minutos | I (mm/h) | Minutos | I (mm/h) |
|---------|----------|---------|----------|
| 5 | 156,09 | 80 | 39,09 |
| 10 | 114,36 | 85 | 37,75 |
| 15 | 94,37 | 90 | 36,53 |
| 20 | 81,94 | 95 | 35,40 |
| 25 | 73,24 | 100 | 34,35 |
| 30 | 66,69 | 105 | 33,39 |
| 35 | 61,53 | 110 | 32,48 |
| 40 | 57,32 | 115 | 31,64 |
| 45 | 53,81 | 120 | 30,85 |
| 50 | 50,82 | 125 | 30,11 |
| 55 | 48,23 | 130 | 29,41 |
| 60 | 45,97 | 135 | 28,75 |
| 65 | 43,96 | 140 | 28,12 |
| 70 | 42,17 | 145 | 27,53 |
| 75 | 40,55 | 150 | 26,97 |



Para el método de bloques alternos, colocaremos el máximo en el minuto 75

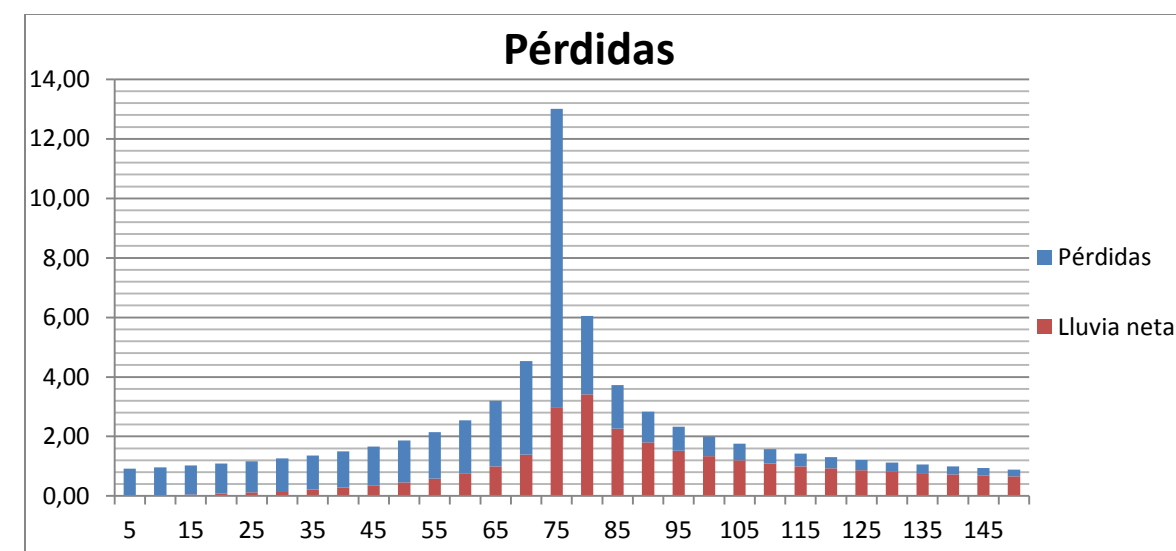
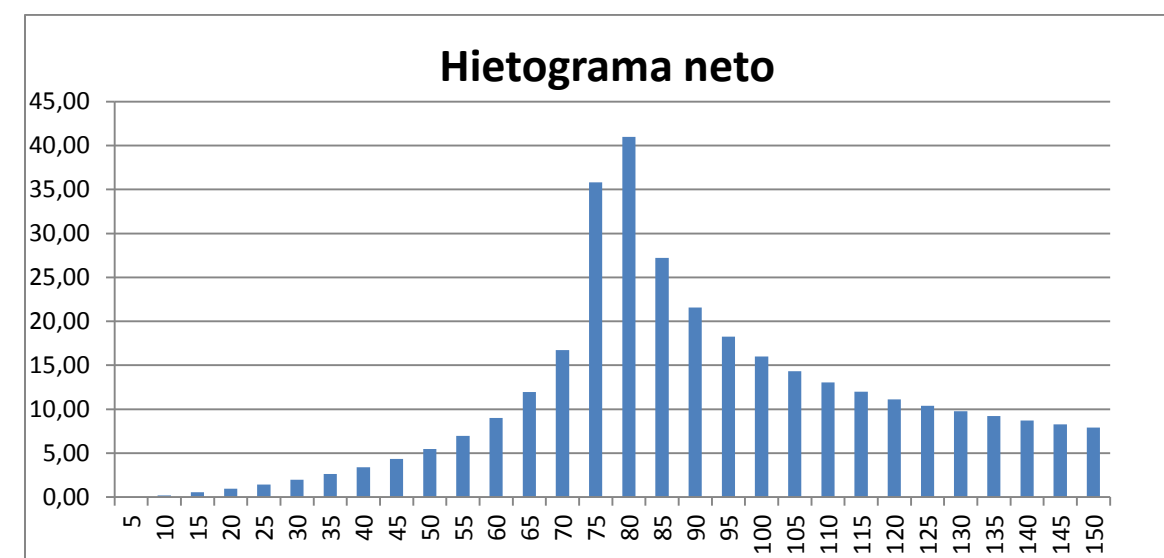
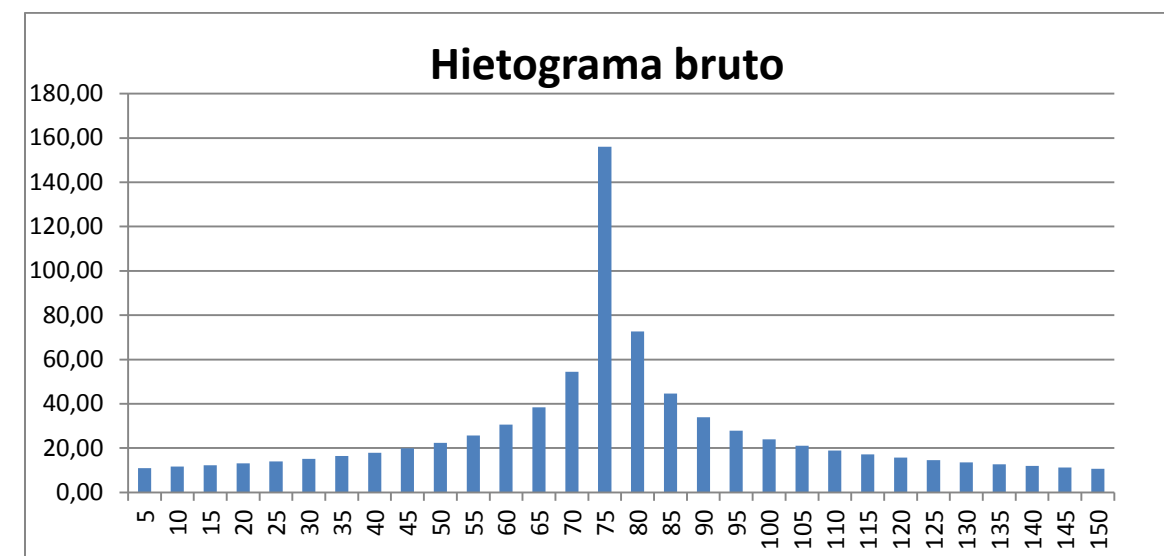
| Minutos | J | Minutos | J |
|---------|--------|---------|-------|
| 5 | 156,09 | 80 | 17,12 |
| 10 | 72,64 | 85 | 16,38 |
| 15 | 54,37 | 90 | 15,71 |
| 20 | 44,67 | 95 | 15,09 |
| 25 | 38,41 | 100 | 14,53 |
| 30 | 33,95 | 105 | 14,01 |
| 35 | 30,57 | 110 | 13,53 |
| 40 | 27,90 | 115 | 13,09 |
| 45 | 25,72 | 120 | 12,68 |
| 50 | 23,91 | 125 | 12,29 |
| 55 | 22,36 | 130 | 11,93 |
| 60 | 21,03 | 135 | 11,59 |
| 65 | 19,87 | 140 | 11,27 |
| 70 | 18,85 | 145 | 10,97 |
| 75 | 17,93 | 150 | 10,68 |

Situamos los valores en su sitio según el criterio definido anteriormente:

| Minutos | Lluvia bruta | | | Abstracciones | | Lluvia neta | | | Pérdidas | |
|---------|--------------|---------|---------|---------------|---------|--------------|---------|--------|----------|--------------|
| | I bruta | Pb (mm) | Pb acum | Ia (mm) | Fa (mm) | Pn acum | Pn (mm) | I neta | Parcial | Acum |
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 10,97 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,91 | 0,91 |
| 10 | 11,59 | 0,97 | 1,88 | 0,97 | 0,90 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 0,95 | 1,87 |
| 15 | 12,29 | 1,02 | 2,90 | 1,02 | 1,82 | 0,06 | 0,05 | 0,54 | 0,98 | 2,84 |
| 20 | 13,09 | 1,09 | 3,99 | 1,09 | 2,76 | 0,14 | 0,08 | 0,96 | 1,01 | 3,86 |
| 25 | 14,01 | 1,17 | 5,16 | 1,17 | 3,74 | 0,26 | 0,12 | 1,43 | 1,05 | 4,90 |
| 30 | 15,09 | 1,26 | 6,42 | 1,26 | 4,74 | 0,42 | 0,17 | 1,98 | 1,09 | 6,00 |
| 35 | 16,38 | 1,36 | 7,79 | 1,36 | 5,78 | 0,64 | 0,22 | 2,63 | 1,15 | 7,14 |
| 40 | 17,93 | 1,49 | 9,28 | 1,49 | 6,86 | 0,93 | 0,28 | 3,39 | 1,21 | 8,35 |
| 45 | 19,87 | 1,66 | 10,94 | 1,66 | 7,99 | 1,29 | 0,36 | 4,32 | 1,30 | 9,65 |
| 50 | 22,36 | 1,86 | 12,80 | 1,86 | 9,19 | 1,74 | 0,46 | 5,48 | 1,41 | 11,06 |
| 55 | 25,72 | 2,14 | 14,94 | 2,14 | 10,47 | 2,32 | 0,58 | 6,98 | 1,56 | 12,62 |
| 60 | 30,57 | 2,55 | 17,49 | 2,55 | 11,87 | 3,07 | 0,75 | 9,00 | 1,80 | 14,42 |
| 65 | 38,41 | 3,20 | 20,69 | 3,20 | 13,42 | 4,07 | 0,99 | 11,94 | 2,21 | 16,62 |
| 70 | 54,37 | 4,53 | 25,22 | 4,53 | 15,23 | 5,46 | 1,39 | 16,72 | 3,14 | 19,76 |
| 75 | 156,09 | 13,01 | 38,23 | 11,53 | 18,25 | 8,45 | 2,98 | 35,80 | 10,02 | 29,78 |
| 80 | 72,64 | 6,05 | 44,28 | 11,53 | 20,89 | 11,86 | 3,41 | 40,97 | 2,64 | 32,42 |
| 85 | 44,67 | 3,72 | 48,00 | 11,53 | 22,34 | 14,13 | 2,27 | 27,21 | 1,45 | 33,88 |
| 90 | 33,95 | 2,83 | 50,83 | 11,53 | 23,37 | 15,93 | 1,80 | 21,58 | 1,03 | 34,91 |
| 95 | 27,90 | 2,32 | 53,16 | 11,53 | 24,18 | 17,45 | 1,52 | 18,26 | 0,80 | 35,71 |
| 100 | 23,91 | 1,99 | 55,15 | 11,53 | 24,83 | 18,78 | 1,33 | 16,00 | 0,66 | 36,37 |
| 105 | 21,03 | 1,75 | 56,90 | 11,53 | 25,39 | 19,98 | 1,19 | 14,33 | 0,56 | 36,93 |
| 110 | 18,85 | 1,57 | 58,47 | 11,53 | 25,88 | 21,06 | 1,09 | 13,03 | 0,48 | 37,41 |
| 115 | 17,12 | 1,43 | 59,90 | 11,53 | 26,31 | 22,06 | 1,00 | 11,98 | 0,43 | 37,84 |
| 120 | 15,71 | 1,31 | 61,21 | 11,53 | 26,69 | 22,99 | 0,93 | 11,12 | 0,38 | 38,22 |
| 125 | 14,53 | 1,21 | 62,42 | 11,53 | 27,03 | 23,85 | 0,87 | 10,38 | 0,35 | 38,57 |
| 130 | 13,53 | 1,13 | 63,55 | 11,53 | 27,35 | 24,66 | 0,81 | 9,75 | 0,32 | 38,88 |
| 135 | 12,68 | 1,06 | 64,60 | 11,53 | 27,64 | 25,43 | 0,77 | 9,21 | 0,29 | 39,17 |
| 140 | 11,93 | 0,99 | 65,60 | 11,53 | 27,91 | 26,16 | 0,73 | 8,72 | 0,27 | 39,44 |
| 145 | 11,27 | 0,94 | 66,54 | 11,53 | 28,15 | 26,85 | 0,69 | 8,29 | 0,25 | 39,69 |
| 150 | 10,68 | 0,89 | 67,43 | 11,53 | 28,38 | 27,51 | 0,66 | 7,91 | 0,23 | 39,92 |

Comprobamos que la precipitación neta, que produce escorrentía es:

$$p = \frac{(P - 0,20 * S)^2}{P + S - 0,20 * S} = \frac{(67,43 - 11,53)^2}{67,43 + 57,67 - 11,53} = 27,51 \text{ mm}$$



2.8. CÁLCULO DEL CAUDAL

Sobre las lluvias calculadas anteriormente, se va a estimar el caudal que pasa por el punto de desagüe de la cuenca, situado donde se ubicará nuestro puente, para de este modo poder estimar el nivel de agua que se elevará.

2.8.1. Método de cálculo

Para calcular el caudal que se vierte por la cuenca se va a emplear el hidrograma unitario triangular, desarrollado por el SCS y adaptado a España por la Dirección General de Carreteras.

El hidrograma unitario tiene en cuenta las características físicas de la cuenca (área, pendiente...) así como la intensidad de la lluvia. Se basa en dos hipótesis:

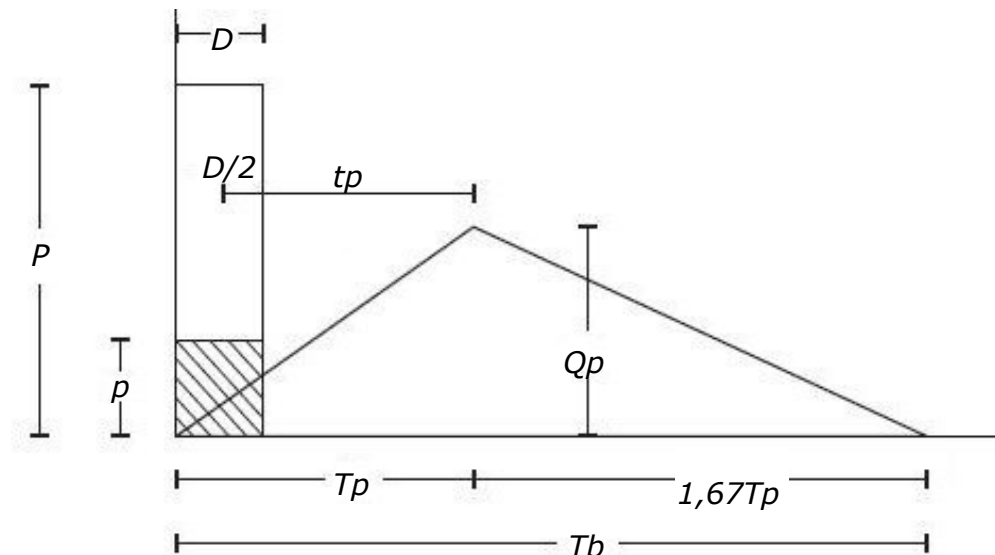
- La respuesta de la cuenca ante el proceso de escorrentía sigue un comportamiento lineal. Esto significa que se pueden aplicar los principios siguientes:
 - Principio de proporcionalidad: para una lluvia neta de una duración determinada, que es igual al volumen de escorrentía, es directamente proporcional a la intensidad de dicha lluvia. Como los hidrogramas tienen un tiempo de base que no varía para una misma cuenca con una lluvia de duración

$$\frac{P * e_1}{P * e_2} = \frac{i * e_1}{i * e_2} = \frac{Q * e_1}{Q * e_2} = k$$
 - Principio de superposición: Los caudales de un hidrograma total de escorrentía directa producidos por lluvias efectivas sucesivas pueden ser hallados sumando los caudales de los hidrogramas de escorrentía directa correspondientes a las lluvias efectivas individuales, teniendo en cuenta los tiempos en que ocurren tales lluvias.

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} P_m * U_{n-m+1}$$

- No se tiene en cuenta la variabilidad temporal de las características de la cuenca durante el proceso de lluvia, de forma que una misma lluvia neta produce siempre el mismo hidrograma de escorrentía.

El hidrograma triangular de la Dirección General de Carreteras fue una modificación que hizo Témez sobre el hidrograma triangular de la SCS, y se basa en las siguientes relaciones:



siendo el tiempo al pico:

$$T_p = \frac{D}{2} + t_p$$

donde

t_p es el tiempo de retardo, cuyo valor es:

$$t_p \approx 0,35 * t_c$$

El tiempo de concentración, hallado con anterioridad, es:

$$T_c = 0,3 * \left(\frac{L}{j^{0,25}} \right)^{0,76}$$

El caudal pico de este hidrograma unitario es:

$$Q_p = \frac{2,08 * A}{T_p}$$

para el cual A el área de la cuenca.

2.8.2. Hidrograma de la cuenca

Los datos requeridos para poder empezar a realizar el hidrograma son:

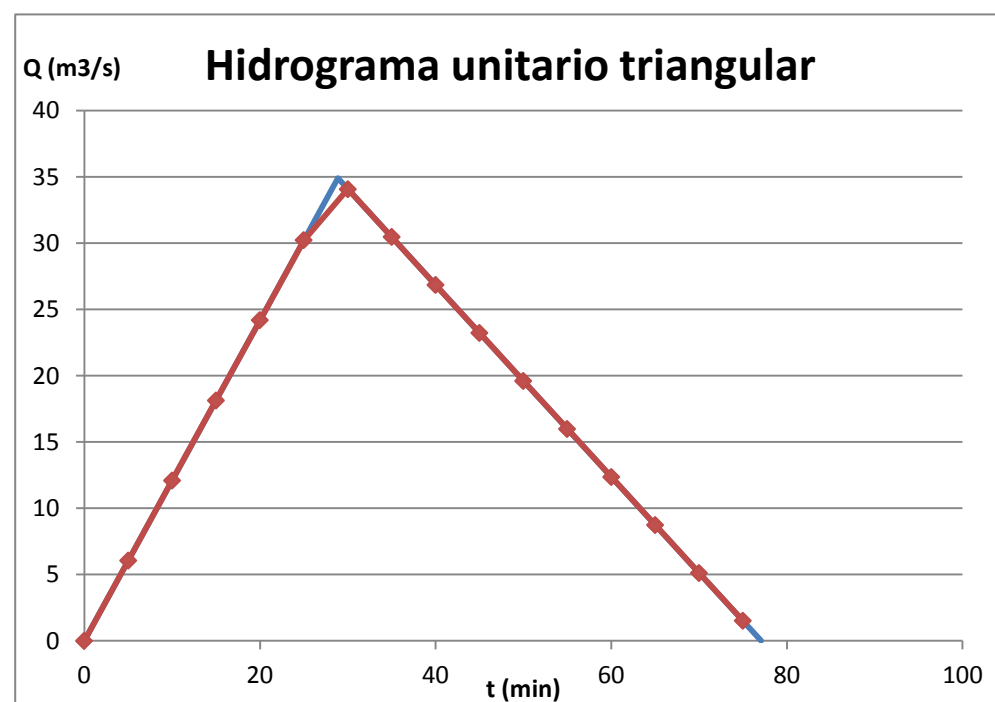
| Datos cuenca | |
|-----------------|-----------|
| Longitud (m) | 4242 m |
| Area (ha) | 807,20 ha |
| Cota más alta | 1113 m |
| Cota inferior | 379 m |
| Pendiente media | 17,303 % |

Obteniendo el siguiente diagrama unitario:

| | | |
|----------------------|----------------------|------------------------------|
| Tiempo concentracion | Tc (Témez) | 1,26 h = 75,33 min |
| Tiempo pulso lluvia | D | 0,08 h = 5,00 min |
| Tiempo de retraso | tp | 0,44 h = 26,37 min |
| Tiempo al pico | Tp | 0,48 h = 28,87 min |
| Tiempo base (total) | tb | 1,28 h = 77,07 min |
| Caudal pico | Q_p | 34,90 m³/s |

Para poder operar con él, se discretiza en tiempos de 5 minutos, la misma duración de los diferentes pulsos de lluvia:

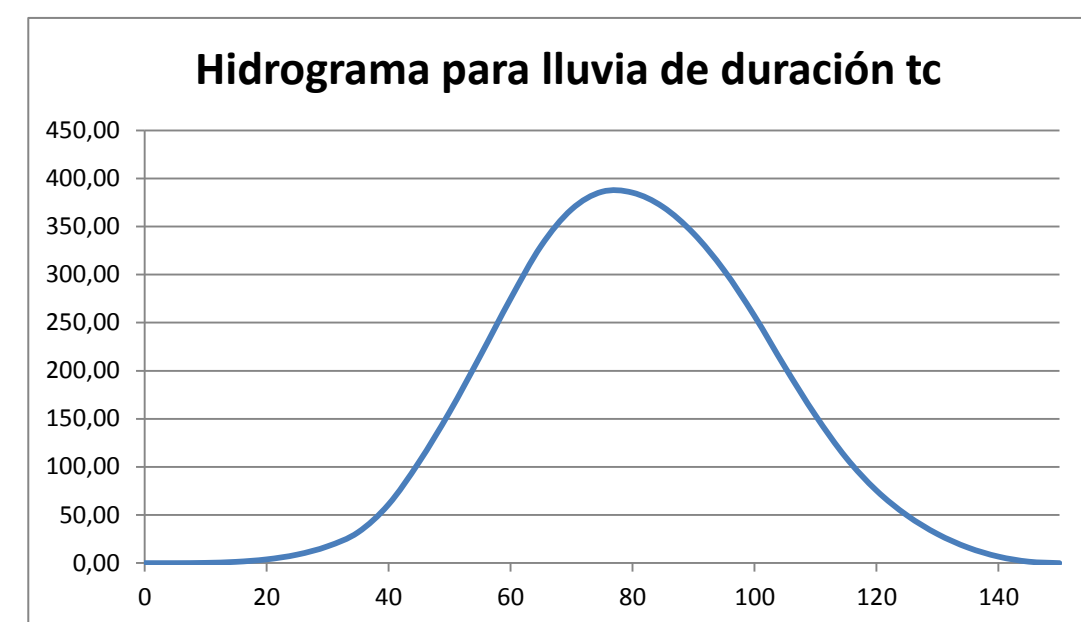
| t (min) | Q (m ³ /s) |
|---------|-----------------------|
| 0 | 0,00 |
| 5 | 6,04 |
| 10 | 12,09 |
| 15 | 18,13 |
| 20 | 24,18 |
| 25 | 30,22 |
| 30 | 34,08 |
| 35 | 30,46 |
| 40 | 26,84 |
| 45 | 23,22 |
| 50 | 19,60 |
| 55 | 15,98 |
| 60 | 12,36 |
| 65 | 8,74 |
| 70 | 5,12 |
| 75 | 1,50 |



ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

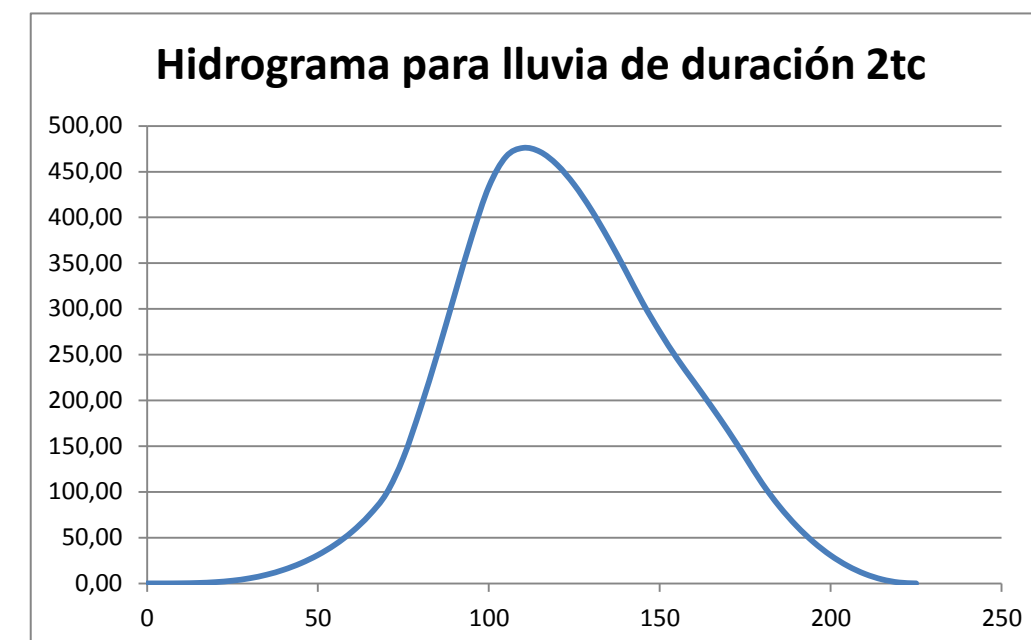
A continuación se calcula el hidrograma para la lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración de la cuenca, empleando los principios de superposición y proporcionalidad:

| Lluvia neta | | HU triangular | | | | | | | | | | | | | | | Q (m ³ /s) |
|-------------|---------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------------|
| t (min) | Pn (mm) | 6,04 | 12,09 | 18,13 | 24,18 | 30,22 | 34,08 | 30,46 | 26,84 | 23,22 | 19,60 | 15,98 | 12,36 | 8,74 | 5,12 | 1,50 | |
| 0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| 10 | 0,04 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | 0,27 |
| 15 | 0,13 | 0,76 | 0,46 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | 1,34 |
| 20 | 0,24 | 1,44 | 1,52 | 0,68 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | 3,88 |
| 25 | 0,39 | 2,35 | 2,88 | 2,27 | 0,91 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | 8,80 |
| 30 | 0,61 | 3,67 | 4,70 | 4,31 | 3,03 | 1,14 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | 17,47 |
| 35 | 0,96 | 5,81 | 7,35 | 7,06 | 5,75 | 3,79 | 1,29 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | 32,01 |
| 40 | 2,31 | 13,96 | 11,63 | 11,02 | 9,41 | 7,19 | 4,27 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 60,94 |
| 45 | 2,87 | 17,36 | 27,92 | 17,44 | 14,69 | 11,76 | 8,11 | 3,82 | 1,01 | 0,00 | 0,00 | | | | | | 104,98 |
| 50 | 1,99 | 12,01 | 34,72 | 41,87 | 23,26 | 18,36 | 13,26 | 7,24 | 3,37 | 0,88 | 0,00 | 0,00 | | | | | 156,96 |
| 55 | 1,61 | 9,72 | 24,03 | 52,07 | 55,83 | 29,07 | 20,71 | 11,85 | 6,38 | 2,91 | 0,74 | 0,00 | 0,00 | | | | 214,92 |
| 60 | 1,38 | 8,33 | 19,43 | 36,04 | 69,43 | 69,79 | 32,78 | 18,51 | 10,44 | 5,52 | 2,46 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | | | 274,71 |
| 65 | 1,22 | 7,36 | 16,65 | 29,15 | 48,05 | 86,79 | 78,69 | 29,30 | 16,31 | 9,04 | 4,66 | 2,00 | 0,47 | 0,00 | 0,00 | | 329,68 |
| 70 | 1,10 | 6,64 | 14,72 | 24,98 | 38,86 | 60,07 | 97,86 | 70,33 | 25,82 | 14,11 | 7,63 | 3,80 | 1,55 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 367,78 |
| 75 | 1,00 | 6,07 | 13,28 | 22,08 | 33,30 | 48,58 | 67,73 | 87,46 | 61,97 | 22,34 | 11,91 | 6,22 | 2,94 | 1,10 | 0,19 | 0,00 | 386,16 |
| 80 | | 0,00 | 12,14 | 19,91 | 29,44 | 41,63 | 54,77 | 60,53 | 77,07 | 53,61 | 18,85 | 9,71 | 4,81 | 2,08 | 0,64 | 0,06 | 385,26 |
| 85 | | | 0,00 | 18,21 | 26,55 | 36,80 | 46,93 | 48,95 | 53,34 | 66,67 | 45,25 | 15,37 | 7,51 | 3,40 | 1,22 | 0,19 | 370,41 |
| 90 | | | | 0,00 | 24,28 | 33,19 | 41,50 | 41,95 | 43,14 | 46,14 | 56,28 | 36,90 | 11,89 | 5,31 | 1,99 | 0,36 | 342,93 |
| 95 | | | | | 0,00 | 30,35 | 37,42 | 37,09 | 36,96 | 37,32 | 38,95 | 45,89 | 28,54 | 8,41 | 3,11 | 0,58 | 304,62 |
| 100 | | | | | | 0,00 | 34,22 | 33,45 | 32,68 | 31,98 | 31,50 | 31,76 | 35,49 | 20,18 | 4,93 | 0,91 | 257,10 |
| 105 | | | | | | | 0,00 | 30,59 | 29,47 | 28,27 | 26,99 | 25,68 | 24,56 | 25,10 | 11,82 | 1,44 | 203,94 |
| 110 | | | | | | | | 0,00 | 26,95 | 25,50 | 23,87 | 22,01 | 19,87 | 17,37 | 14,70 | 3,47 | 153,73 |
| 115 | | | | | | | | | 0,00 | 23,32 | 21,52 | 19,46 | 17,02 | 14,05 | 10,18 | 4,31 | 109,85 |
| 120 | | | | | | | | | | 0,00 | 19,68 | 17,55 | 15,05 | 12,04 | 8,23 | 2,98 | 75,53 |
| 125 | | | | | | | | | | | 0,00 | 16,05 | 13,57 | 10,64 | 7,05 | 2,41 | 49,73 |
| 130 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 12,41 | 9,60 | 6,24 | 2,07 | 30,31 |
| 135 | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 8,78 | 5,62 | 1,83 | 16,23 |
| 140 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 5,14 | 1,65 | 6,79 |
| 145 | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 1,51 | 1,51 |
| 150 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | MAX 386,16 |



Para la lluvia de duración doble al tiempo de concentración nos encontramos:

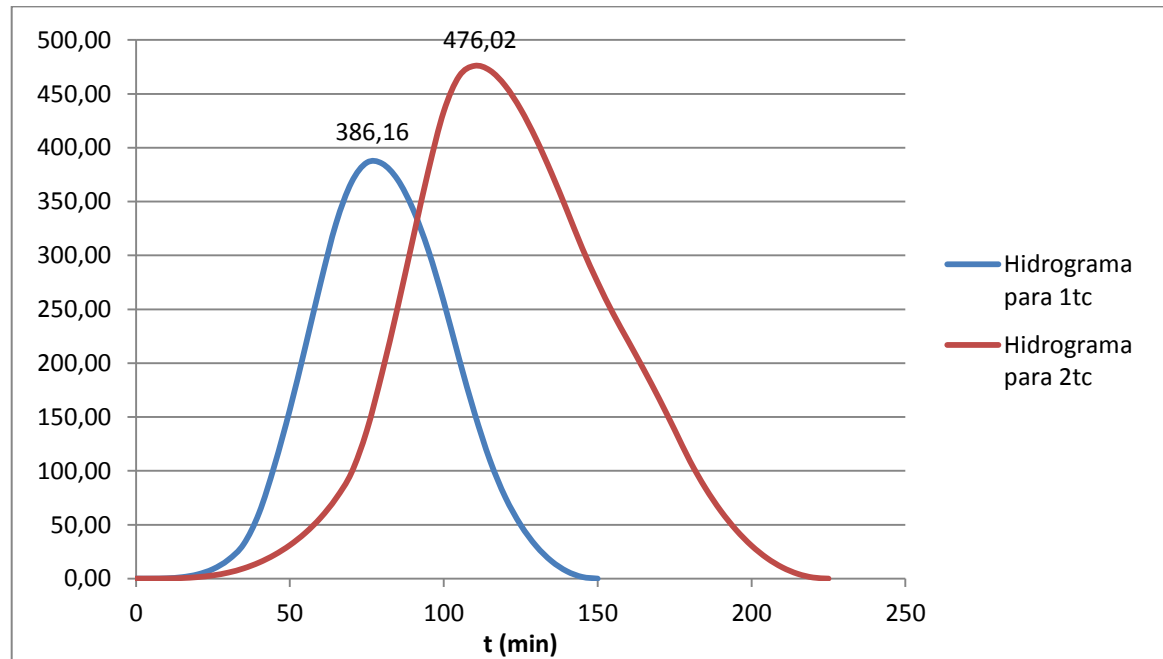
| Lluvia neta | | HU triangular | | | | | | | | | | | | | | | Q (m ³ /s) | | |
|-------------|---------|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------------|------------|---------------|
| t (min) | Pn (mm) | 6,04 | 12,09 | 18,13 | 24,18 | 30,22 | 34,08 | 30,46 | 26,84 | 23,22 | 19,60 | 15,98 | 12,36 | 8,74 | 5,12 | 1,50 | | | |
| 10 | 0,01 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | | 0,10 | |
| 15 | 0,05 | 0,27 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | | 0,49 | |
| 20 | 0,08 | 0,48 | 0,54 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | 1,37 | |
| 25 | 0,12 | 0,72 | 0,97 | 0,82 | 0,34 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | 2,97 | |
| 30 | 0,17 | 1,00 | 1,45 | 1,45 | 1,09 | 0,43 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | 5,58 | |
| 35 | 0,22 | 1,32 | 2,00 | 2,17 | 1,93 | 1,36 | 0,49 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | 9,49 | |
| 40 | 0,28 | 1,71 | 2,65 | 3,00 | 2,89 | 2,41 | 1,54 | 0,43 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | 14,91 | |
| 45 | 0,36 | 2,18 | 3,42 | 3,97 | 4,00 | 3,61 | 2,72 | 1,37 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 22,02 | |
| 50 | 0,46 | 2,76 | 4,36 | 5,13 | 5,30 | 5,00 | 4,07 | 2,43 | 1,21 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | | | | | | 31,04 | |
| 55 | 0,58 | 3,52 | 5,52 | 6,53 | 6,84 | 6,62 | 5,64 | 3,64 | 2,14 | 1,05 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | | | | | 42,36 | |
| 60 | 0,75 | 4,53 | 7,03 | 8,29 | 8,71 | 8,55 | 7,46 | 5,04 | 3,21 | 1,85 | 0,88 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | | | | 56,53 | |
| 65 | 0,99 | 6,01 | 9,07 | 10,55 | 11,05 | 10,89 | 9,64 | 6,67 | 4,44 | 2,78 | 1,57 | 0,72 | 0,18 | 0,00 | 0,00 | | | 74,54 | |
| 70 | 1,39 | 8,42 | 12,03 | 13,60 | 14,06 | 13,81 | 12,28 | 8,61 | 5,88 | 3,84 | 2,34 | 1,28 | 0,56 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | | 98,23 | |
| 75 | 2,98 | 18,03 | 16,84 | 18,04 | 18,14 | 17,58 | 15,57 | 10,97 | 7,59 | 5,08 | 3,24 | 1,91 | 0,99 | 0,39 | 0,07 | 0,00 | | 137,44 | |
| 80 | 3,41 | 20,64 | 36,06 | 25,27 | 24,06 | 22,67 | 19,82 | 13,92 | 9,67 | 6,57 | 4,29 | 2,64 | 1,48 | 0,70 | 0,23 | 0,02 | | 191,44 | |
| 85 | 2,27 | 13,71 | 41,27 | 54,10 | 33,69 | 30,07 | 25,57 | 17,71 | 12,26 | 8,37 | 5,54 | 3,50 | 2,04 | 1,05 | 0,41 | 0,07 | | 251,62 | |
| 90 | 1,80 | 10,87 | 27,42 | 61,91 | 72,13 | 42,11 | 33,91 | 22,85 | 15,61 | 10,61 | 7,06 | 4,52 | 2,71 | 1,45 | 0,61 | 0,12 | | 315,67 | |
| 95 | 1,52 | 9,20 | 21,74 | 41,13 | 82,54 | 90,16 | 47,48 | 30,30 | 20,13 | 13,50 | 8,95 | 5,76 | 3,50 | 1,91 | 0,85 | 0,18 | | 378,86 | |
| 100 | 1,33 | 8,06 | 18,40 | 32,61 | 54,84 | 103,18 | 101,66 | 42,44 | 26,70 | 17,42 | 11,40 | 7,30 | 4,45 | 2,47 | 1,12 | 0,25 | | 433,62 | |
| 105 | 1,19 | 7,22 | 16,12 | 27,59 | 43,48 | 68,55 | 116,34 | 90,86 | 37,39 | 23,10 | 14,70 | 9,29 | 5,65 | 3,15 | 1,45 | 0,33 | | 466,41 | |
| 110 | 1,09 | 6,56 | 14,44 | 24,18 | 36,79 | 54,35 | 77,28 | 103,98 | 80,06 | 32,35 | 19,50 | 11,99 | 7,19 | 3,99 | 1,84 | 0,42 | | 476,02 | |
| 115 | 1,00 | 6,04 | 13,13 | 21,66 | 32,24 | 45,99 | 61,28 | 69,08 | 91,62 | 69,26 | 27,31 | 15,90 | 9,27 | 5,08 | 2,34 | 0,54 | | 471,73 | |
| 120 | 0,93 | 5,60 | 12,07 | 19,69 | 28,87 | 40,30 | 51,85 | 54,77 | 60,87 | 79,26 | 58,47 | 22,26 | 12,30 | 6,56 | 2,98 | 0,69 | | 457,47 | |
| 125 | 0,87 | 5,23 | 11,20 | 18,11 | 26,26 | 36,09 | 45,43 | 46,35 | 48,26 | 52,66 | 66,91 | 47,67 | 17,22 | 8,70 | 3,84 | 0,87 | | 435,66 | |
| 130 | 0,81 | 4,91 | 10,46 | 16,80 | 24,15 | 32,82 | 40,69 | 40,61 | 40,84 | 41,75 | 44,45 | 54,55 | 36,87 | 12,18 | 5,09 | 1,13 | | 408,12 | |
| 135 | 0,77 | 4,64 | 9,83 | 15,69 | 22,40 | 30,18 | 37,01 | 36,37 | 35,78 | 35,33 | 35,24 | 36,24 | 42,19 | 26,07 | 7,13 | 1,49 | | 376,38 | |
| 140 | 0,73 | 4,39 | 9,27 | 14,74 | 20,92 | 28,00 | 34,03 | 33,08 | 32,05 | 30,96 | 29,82 | 28,74 | 28,03 | 29,84 | 15,28 | 2,09 | | 341,97 | |
| 145 | 0,69 | 4,18 | 8,79 | 13,91 | 19,65 | 26,15 | 31,57 | 30,42 | 29,14 | 27,73 | 26,13 | 24,32 | 22,23 | 19,82 | 17,48 | 4,48 | | 306,69 | |
| 150 | 0,66 | 3,98 | 8,35 | 13,18 | 18,55 | 24,57 | 29,49 | 28,22 | 26,80 | 25,21 | 23,40 | 21,30 | 18,81 | 15,72 | 11,61 | 5,12 | | 274,99 | |
| 155 | | 0,00 | 7,97 | 12,53 | 17,57 | 23,19 | 27,70 | 26,36 | 24,86 | 23,19 | 21,28 | 19,08 | 16,48 | 13,30 | 9,21 | 3,40 | | 246,12 | |
| 160 | | | 0,00 | 11,95 | 16,71 | 21,97 | 26,14 | 24,76 | 23,22 | 21,51 | 19,57 | 17,35 | 14,76 | 11,65 | 7,79 | 2,70 | | 220,09 | |
| 165 | | | | 0,00 | 15,93 | 20,89 | 24,77 | 23,36 | 21,82 | 20,09 | 18,16 | 15,96 | 13,42 | 10,44 | 6,83 | 2,28 | | 193,94 | |
| 170 | | | | | 0,00 | 19,92 | 23,55 | 22,14 | 20,59 | 18,87 | 16,96 | 14,80 | 12,34 | 9,49 | 6,11 | 2,00 | | 166,78 | |
| 175 | | | | | | 0,00 | 22,45 | 21,05 | 19,51 | 17,81 | 15,93 | 13,83 | 11,45 | 8,73 | 5,56 | 1,79 | | 138,11 | |
| 180 | | | | | | | 0,00 | 20,07 | 18,55 | 16,88 | 15,03 | 12,99 | 10,70 | 8,10 | 5,11 | 1,63 | | 109,05 | |
| 185 | | | | | | | | 0,00 | 17,68 | 16,04 | 14,25 | 12,26 | 10,05 | 7,56 | 4,74 | 1,50 | | 84,08 | |
| 190 | | | | | | | | | 0,00 | 15,30 | 13,54 | 11,61 | 9,48 | 7,10 | 4,43 | 1,39 | | 62,86 | |
| 195 | | | | | | | | | | 0,00 | 12,91 | 11,04 | 8,98 | 6,70 | 4,16 | 1,30 | | 45,11 | |
| 200 | | | | | | | | | | | 0,00 | 10,53 | 8,54 | 6,35 | 3,93 | 1,22 | | 30,57 | |
| 205 | | | | | | | | | | | | 0,00 | 8,14 | 6,04 | 3,72 | 1,15 | | 19,06 | |
| 210 | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 5,76 | 3,54 | 1,09 | | 10,39 | |
| 215 | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 3,37 | 1,04 | | 4,41 | |
| 220 | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | 0,99 | | 0,99 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | MAX | 476,02 |



ANEJO Nº 3: CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

El caudal máximo que va a provocar la lluvia cuya duración es del tiempo de concentración es de 386,16 m³/s; mientras que la lluvia con el doble de duración provocará 476,02 m³/s, por lo que se elegirá la segunda lluvia para calcular el nivel de agua, al ser más desfavorable.

La comparativa de ambos hidrogramas es la siguiente:



Finalmente se ha calculado, por medio de la fórmula de Manning-Strickler, los caudales para diferentes niveles de agua en la sección de control que se sitúa coincidente con el eje longitudinal del puente, siendo dicha fórmula:

$$Q = A * \frac{1}{n} * R_H^{2/3} * J^{1/2}$$

Siendo:

A el área de la sección inundada, depende del calado

n el coeficiente de Manning, que depende del tipo de terreno. Dado que se han considerado dos tipos de terreno se calcula un n equivalente mediante la siguiente fórmula:

$$n_{eq} = \sqrt{\frac{1}{P_m} \sum P_i * n_i^2}$$

R_H el radio hidráulico: $R_H = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$

J la pendiente media de la cuenca

| Calado (m) | Área (m ²) | Lecho | | Laderas | | n_eq | Radio Hid | Q (m ³ /s) |
|------------|------------------------|------------|-------|------------|-------|-------|-----------|-----------------------|
| | | Perímetro1 | n1 | Perímetro2 | n2 | | | |
| 1 | 9,7 | 19,01 | 0,077 | 0 | 0,125 | 0,077 | 0,51 | 33,46 |
| 2 | 33,12 | 23,41 | 0,077 | 2,39 | 0,125 | 0,083 | 1,28 | 196,95 |
| 3 | 59,63 | 23,41 | 0,077 | 5,82 | 0,125 | 0,089 | 2,04 | 450,04 |
| 4 | 88,93 | 23,41 | 0,077 | 9,95 | 0,125 | 0,094 | 2,67 | 757,24 |
| 5 | 121,00 | 23,41 | 0,077 | 12,67 | 0,125 | 0,097 | 3,35 | 1167,25 |
| 10 | 323,00 | 23,41 | 0,077 | 29,83 | 0,125 | 0,107 | 6,07 | 4192,97 |
| 15 | 605,72 | 23,41 | 0,077 | 49,73 | 0,125 | 0,112 | 8,28 | 9216,86 |
| 20 | 959,88 | 23,41 | 0,077 | 67,84 | 0,125 | 0,115 | 10,52 | 16724,22 |
| 25 | 1394,12 | 23,41 | 0,077 | 85,72 | 0,125 | 0,116 | 12,77 | 27229,71 |
| 30 | 1901,83 | 23,41 | 0,077 | 105,41 | 0,125 | 0,118 | 14,76 | 40435,70 |

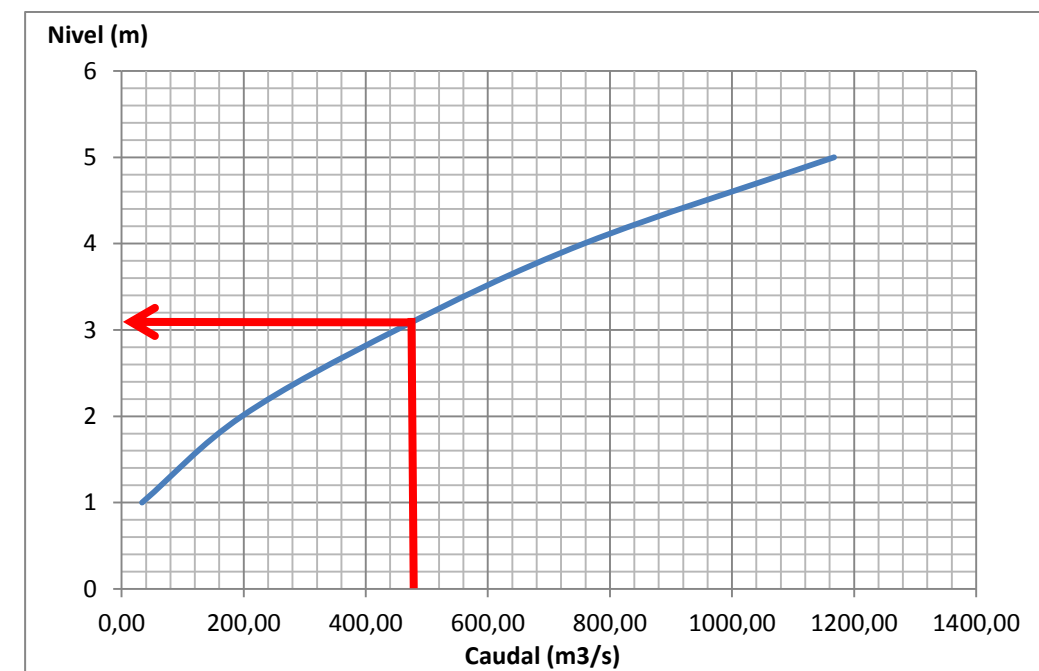
Las áreas y los perímetros se han medido a partir de la sección en Civil 3D.

Los coeficientes de Manning empleados son:

n = 0,077 Tramos lentos con vegetación → Lecho/fondo del valle

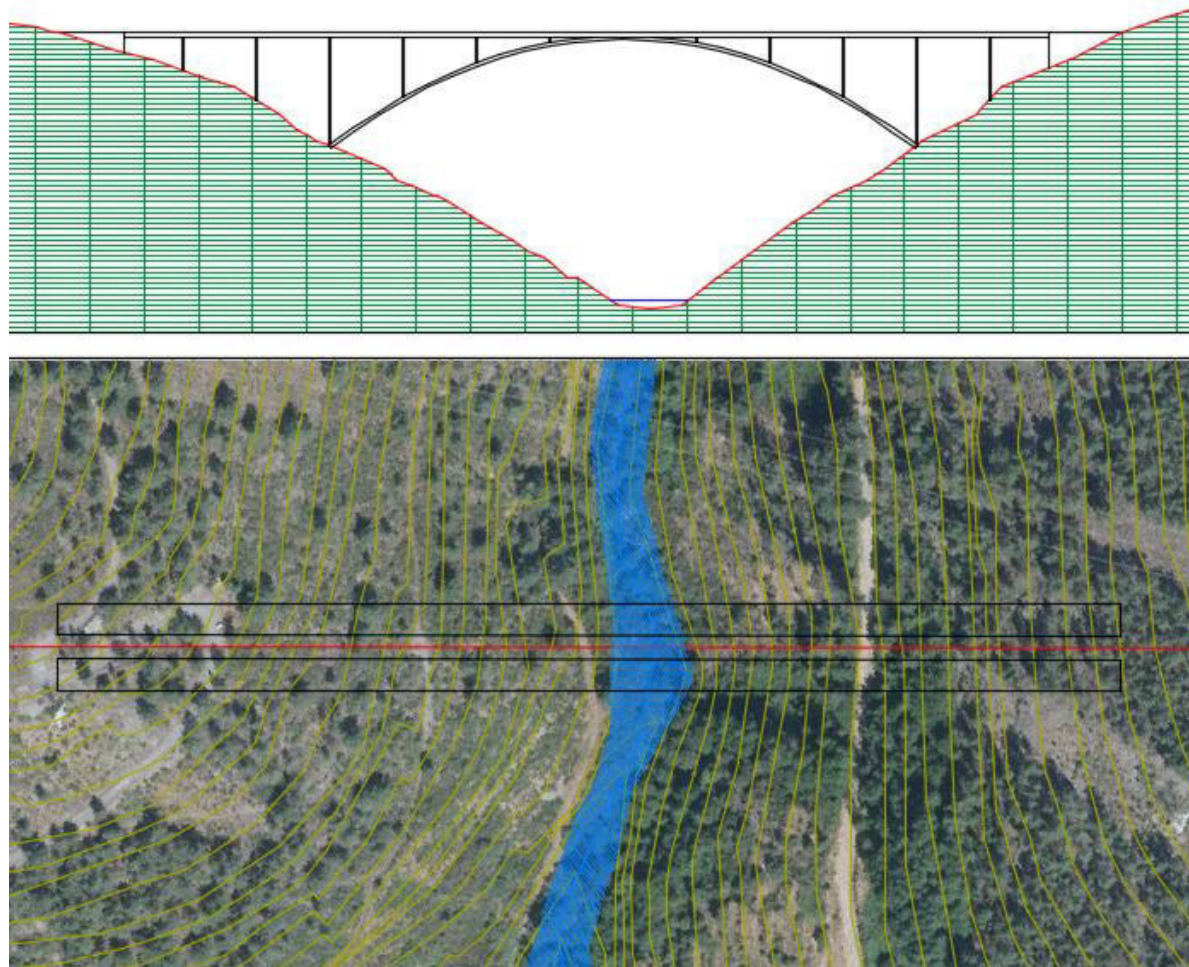
n = 0,125 Áreas de expansión (con muchos árboles) → Laderas

Por lo tanto la curva de gasto en la sección del puente es la siguiente:



El nivel para el caudal estimado de 476,02 m³/s se sitúa en 3,08 m sobre el fondo del valle; es decir, a una cota de 381,83 m sobre el nivel del mar.

La representación de la sección queda del siguiente modo:



2.8.3. Conclusiones de hidrología

Finalmente, se deduce que para una avenida de $T = 500$ años la infraestructura no corre ningún riesgo, debido a que la altura máxima que se espera para el agua se aleja mucho de la cota de cimentaciones del puente a construir, por lo que no es necesario tomar ninguna precaución de protección respecto a grandes avenidas en el entorno inmediato del puente.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 4: ESTUDIO GEOTÉCNICO

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ESTUDIO GEOTÉCNICO

PARA PUENTE ARCO EN LA AUTOVÍA A-76

(A RÚA DE VALDEORRAS, OURENSE)

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 3 |
| 2.- METODOLOGÍA | 4 |
| 3.- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN | 5 |
| 3.1.- RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA..... | 5 |
| 3.2.- RECONOCIMIENTO DEL EMPLAZAMIENTO | 5 |
| 3.2.1.- <i>Situación y morfología actual</i> | 5 |
| 3.2.2.- <i>Marco geológico</i> | 6 |
| 3.2.2.1.- Lutitas negras. Pasadas de areniscas (186)..... | 7 |
| 3.2.2.2.- Alternancia de areniscas silíceas y lutitas (192)..... | 8 |
| 3.2.2.3.- Margas gris oscuro esquistosas, con intercalaciones de calizas arenosas (246)..... | 8 |
| 3.2.2.4.- Margas, lutitas, niveles aislados de margocalizas y “slumps” (254) | 9 |
| 3.2.2.5.- Alternancia de margas, margocalizas, calizasmicríticas y calcarenitas (257)..... | 9 |
| 3.3.- REALIZACIÓN DE SONDEOS, ENSAYOS INSITU..... | 10 |
| 3.4.- ENSAYOS IN SITU..... | 11 |
| 3.5.- ENSAYOS DE REBOTE CON EL ESCLERÓMETRO (MARTILLO SCHMIDT)..... | 12 |
| 4.- EVALUACIÓN GEOTÉCNICA | 13 |
| 4.1.- PERFIL GEOTÉCNICO | 13 |
| 4.2.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS..... | 14 |
| 5.- CONCLUSIONES | 15 |
| 5.1.- EXCAVACIONES | 15 |
| 5.1.1.- <i>Excavabilidad de los materiales</i> | 15 |
| 5.2.- CIMENTACIONES..... | 16 |
| 5.2.1.- <i>Determinación de la Carga Admisible (q_{adm})</i> | 16 |
| 5.2.2.- <i>Agresividad del suelo para la cimentación</i> | 17 |
| 5.2.3.- <i>Aguas subterráneas</i> | 17 |
| 5.3.- SISMICIDAD..... | 18 |
| 6.- ANEXO | 19 |
| 6.1.- ANEXO_1 FICHA TÉCNICA DE LOS SONDEOS..... | 20 |
| 6.2.- ANEXO_2 RESULTADOS DE LABORATORIO | 23 |
| 6.3.- ANEXO_3 GRÁFICO DE SCHMIDT | 24 |
| 6.4.- ANEXO_4 CATÁLOGO DE FOTOS | 25 |



1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Con fecha 15 de Mayo de 2016, D. Peru Garate, en representación de su cliente, solicitó a esta empresa una oferta para la realización del Estudio Geotécnico de la parcela donde se proyecta la construcción de un Puente arco en el trazado de la autovía A-76 en el T. M. de A Rúa, en el barrio A Rúa de Valdeorras, Ourense, Galicia.

Posteriormente y con fecha 2 de Junio, fue aceptada la oferta presentada.

Una vez aceptada la oferta se ha procedido a la realización de los trabajos incluidos en ella, de acuerdo con la metodología propuesta por Lurtesting S.L., Ingenieros Consultores, considerando que las obras se clasifican de tipo C-1 (construcciones de menos de 4 plantas) y se edificarán sobre terrenos tipo T-2 (intermedios).

El presente informe recoge los trabajos realizados, así como las principales conclusiones y recomendaciones del estudio, atendiendo a las especificaciones que marca la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera (GCOC).

Los objetivos del presente Estudio Geotécnico son:

- Identificar las diferentes unidades litológicas presentes en el área de la parcela.
- Establecer la distribución espacial (situación y espesor) de las diferentes unidades litológicas identificadas.
- Identificar y caracterizar si lo hubiere, aquellos fenómenos fisico-geológicos que puedan influir en la estabilidad futura de la obra en proyecto.
- Evaluación de las condiciones hidrogeológicas.
- Establecer la caracterización geotécnica de las diferentes unidades litológicas presentes en el área de la parcela.



2.- METODOLOGÍA

Los trabajos realizados han sido los siguientes:

- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.
 - Recopilación y análisis de información técnica previa.
 - Caracterización del emplazamiento (morfología actual y marco geológico).
 - Realización de sondeos.
 - Ensayos de penetración dinámicos tipo DPSH
 - Ensayos de suelos en laboratorio homologado
 - Amarre plano altimétrico de los trabajos de prospección realizados.
- EVALUACIÓN GEOTÉCNICA.
 - Perfil geotécnico.
 - Características geotécnicas.
- REDACCIÓN DE CONCLUSIONES.
 - Excavaciones.
 - Cimentaciones.
 - Sismicidad.
 - Recomendaciones.
- INFORME FINAL.
 - Memoria.
 - Anexos.

3.- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se describen los trabajos de investigación realizados.

3.1.- RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PREVIA

El primer trabajo ha consistido en la recopilación y análisis de la información previa existente relacionada con el área y con el objeto del presente estudio:

- Planos constructivos proporcionados por la propiedad.
- Mapa Geológico de España , Escala 1:50.000.
– Hoja Nº 190 09-10 (Barco de Valdeorras), Instituto Geológico y Minero de España.
- Mapa hidrogeológico de Galicia. Instituto de Estudio do Territorio, Xunta de Galicia
– Escala 1:250.000.
- Mapa usos del suelo de Galicia. Instituto de Estudio do Territorio. Xunta de Galicia.
– Escala 1:250.000
- Estudio Geotécnico de las parcelas ubicadas en la zona de actuación.

3.2.- RECONOCIMIENTO DEL EMPLAZAMIENTO

Con la base de la información anterior se ha efectuado un reconocimiento de la parcela y de su entorno. Este reconocimiento ha permitido caracterizar el emplazamiento desde el punto de vista morfológico y geológico-geotécnico.

3.2.1.- Situación y morfología actual

El acceso a la ubicación se puede realizar desde Somoza (N-120), siguiendo el cauce del Regueiro Da Rúa, dirección norte.

La superficie de la edificación en proyecto (según el plano de Planta General presentado por la propiedad) sobrepasa los 12500 m², situándose en el borde superior izquierdo del lecho mayor del río Sil, con pendiente hacia el norte variable desde el 13.2% en el borde erosivo hasta el 17.2% en el sector superior del lecho mayor.

Actualmente la parcela se encuentra en explotación agrícola menor.

Se contemplaron los aspectos relacionados con la seguridad y salud laboral en el trabajo, controlando la existencia de conducciones, líneas eléctricas o depósitos y/o canalizaciones que pudieran ocasionar algún peligro durante la realización de los trabajos.

Por último, se han identificado y evaluado los impactos medioambientales que pueden producirse durante la realización de los trabajos de investigación..

3.2.2.- Marco geológico

Desde el punto de vista geológico y de acuerdo con la cartografía existente de esta región, Mapa Geológico de España , Escala 1:50.000; Hoja Nº 190 09-10 (Barco de Valdeorras), del Instituto Geológico y Minero de España, el área de estudios se ubica en los límites de los depósitos del Cretácico Superior.

Como Cretácico superior, RAT (1959) define un conjunto de materiales comprendidos entre el techo de las diversas formaciones terrígenas del Complejo Supraurgoniano, y la base de los tramos calizos paleocenos. Estos materiales presentan características bien diferenciadas en ambos flancos del Anticlinorio de A Rúa. Mientras que al sur de esta estructura (unidad de Gorbea), el Cretácico superior está constituido por un conjunto de materiales de plataforma carbonatada; al norte de ella (unidades de Oiz y San Sebastián) se caracteriza por una potente sucesión de materiales “flyschoides”, de carácter carbonatado o detrítico-carbonatado, en la que se intercalan algunos cuerpos de rocas volcánicas y volcanoclásticas de carácter básico.

El “flysch” del Cretácico superior

Esta potente sucesión de materiales aflora en ambos flancos del Sinclinorio de Bizkaia y en su continuación, al norte de la Sierra de Aralar, así como en la parte más septentrional del Arco Vasco, entre la falla del Andutz (al este de Deba) y Hondarribia. Se trata del denominado “flysch” norpirenaico, que incluye dos grandes conjuntos: uno basal, o “flysch” calcáreo, y uno superior o “flysch” detrítico calcáreo (formación Elgeta, de MATHEY, 1982, o “flysch gréseux» de MATHEY, 1986). Consiste en una potente y monótona sucesión de carácter turbidítico, de flujos axiales procedentes del Pirineo, que intercala margas y calizas hemipelágicas, así como los materiales del Complejo Volcánico del Cretácico superior.



La disposición geométrica de estos materiales del Cretácico superior es muy significativa, sobre todo en el entorno del macizo de Cinco Villas, donde se sitúan en clara discordancia sobre cualquier término anterior, sellando deformaciones previas. Además no parecen estar afectados por el metamorfismo ligado a la falla de Leiza.

“Flysch” calcáreo

El “flysch” calcáreo pertenece al conjunto que MATHEY (1983) denominó “sistema de Flysch calcáreos” y más concretamente “Flysch del Sinclinorio de Vizcaya”. En general, lo define como una alternancia de calcarenitas y calcilimolitas, beiges a grises, en bancos de espesor generalmente centimétrico, donde aparecen también lechos de caliza, de un espesor que raramente supera los 10 centímetros. Según este autor los niveles calcareníticos y calcilimolíticos presentan secuencias de Bouma, tratándose por tanto de series turbidíticas.

El depósito de este tramo, de carácter claramente transgresivo, marca un hito importante en la historia sedimentaria de la Cuenca, de manera que su base viene señalada, en los sectores orientales, por un nivel continuo de depósitos caóticos, tales como megaturbiditas, olistones y otros depósitos gravitacionales no diferenciados. Sin embargo, en los sectores occidentales que flanquean el Sinclinorio de Bizkaia, el paso a estas litologías se realiza de forma gradual, adquiriendo las litologías terrígenas finas de las formaciones Deva y Durango un progresivo carácter carbonatado hacia techo.

El contenido micropaleontológico de este tramo margoso basal data desde el Cenomaniense superior hasta el Santoniense (CAMPOS, 1979,).

Este tramo basal del “flysch” del Cretácico superior constituye un paquete de características bastante homogéneas, aunque es ésta la formación en la que encaja el Complejo Volcánico. Está constituido principalmente por materiales margosos entre los que se han diferenciado los siguientes términos:

3.2.2.1.- *Lutitas negras. Pasadas de areniscas (186)*

El término de dominio lutítico está compuesto por materiales detríticos de grano fino (limo o arcilla), con escasas intercalaciones de areniscas. Las lutitas son negras en corte fresco, debido a la abundancia de materia orgánica y derivados de la misma, y tienen componentes limosos y arenosos (cuarzo, feldespato y moscovita, principalmente).



La materia orgánica puede encontrarse dispersa en la roca, o formar niveles milimétricos a centimétricos, ocasionalmente decimétricos. Gran parte de ella se encuentra en avanzado estado de transformación, apreciándose a simple vista las zonas carbonosas, generalmente en forma de vitrinita. También se aprecian sulfuros dispersos o concentrados en pequeños nódulos que, al meteorizarse, confieren a la roca tonalidades rojizas, muy peculiares. Los niveles más gruesos de lutitas suelen presentar aspecto masivo y disyunción esferoidal, aunque también pueden estar finamente estratificadas, intercalando ocasionales niveles, poco potentes, de arenisca de grano muy fino y algunos horizontes ferruginosos.

Las lutitas constituyen el término mayoritario en la serie, siendo más abundante en el sector oriental de la franja que ocupa la formación. En el sector occidental, como las hojas de Bilbao (61-II) y Basauri (61-IV), las litologías finas predominan claramente en los niveles más altos de la sucesión, hacia donde va aumentando paulatinamente el contenido de carbonato, constituyendo un tránsito gradual a las margas del Cretácico superior.

3.2.2.2.- *Alternancia de areniscas silíceas y lutitas (192)*

Con este término se denomina a los tramos que muestran un porcentaje similar de niveles de lutitas y areniscas, presentando estos materiales las mismas características ya descritas para el término (186). Este término cartográfico constituye el término mayoritario en los cuadrantes más occidentales en los que aflora la formación Durango.

Los niveles de areniscas y lutitas se disponen en bancos alternantes, centimétricos a decimétricos, con laminación paralela y cruzada debida a “ripples”. En zonas donde las secuencias positivas son más frecuentes se observan posibles canalizaciones y estratificaciones cruzadas de bajo ángulo. Una característica de estos tramos consiste en que el aumento de la proporción de areniscas va emparejado a un aumento en la potencia de sus bancos y al mayor desarrollo, en su caso, de las series turbidíticas de Bouma.

3.2.2.3.- *Margas gris oscuro esquistas, con intercalaciones de calizas arenosas (246).*

La litología dominante en el “flysch” calcáreo consiste en margas y margocalizas gris oscuro a negras, generalmente masivas (aunque pueden aparecer estratificadas en

bancos de 60 centímetros de media), muy esquistosas, y con algo de pirita diseminada. Ocasionalmente intercalan bancos de calizas arcillosas, más o menos potentes, que son los que marcan la estratificación. En superficie dominan los tonos gris claro y blanco terroso, lo que hace que sea un buen nivel guía en el terreno.

3.2.2.4.- Margas, lutitas, niveles aislados de margocalizas y “slumps” (254)

En los cuadrantes de Bilbao (61-II) y Lezama (62-I) se ha cartografiado un tramo de unos 200 metros de potencia, situado a techo de la formación Durango, que podría ser considerado como un término de tránsito entre las lutitas terminales de esta formación terrígena y las litologías carbonatadas del Cretácico superior.

La serie está representada por materiales terrígenos de grano fino, cuyo porcentaje de cemento carbonatado va aumentando progresivamente hacia techo, hasta convertirse en margas negras. Localmente aparecen estratos resaltantes, aislados y discontinuos, de margocaliza. Los fenómenos de “slump” se encuentran generalizados en todo este tramo.

3.2.2.5.- Alternancia de margas, margocalizas, calizasmicríticas y calcarenitas (257)

Tanto a techo como en cambio lateral de facies con el tramo margoso (246) aparece en algunos cuadrantes un término alternante de margas, margocalizas y bancos de calizas micríticas, con una potencia total que varía desde los 300 metros medidos en el cuadrante de Zumaia (63-II), hasta poder superar los 1.200 metros en cuadrantes más occidentales como Lezama (62-I), zonas en las que éste término se convierte en término principal del “flysch” calcáreo. Se trata de un conjunto muy heterogéneo que aflora en ambos flancos del Sinclinorio de Bizkaia, aunque es en el flanco norte donde se encuentra más ampliamente representado. En el ángulo noreste del cuadrante de Durango (62-IV) se registra un cambio lateral entre estos dos conjuntos litológicos principales.

El muro y el techo de este tramo presentan características algo diferentes. De esta forma, se puede decir que el muro está constituido por una alternancia centi-decimétrica de margas, margocalizas y niveles de caliza micrítica, en bancos de 10 a 20 centímetros. Localmente, sobre todo en la base de la serie, se intercalan numerosos niveles discontinuos de brechas intraformacionales; o, como ocurre en el cuadrante de Mungia

(38-III), niveles de chert interestratificados en las margas. Por encima de este tramo basal, comienzan a intercalarse finos niveles (centi-decimétricos) de calcarenitas arenosas y/o areniscas calcáreas (algunos bancos presentan morfologías canaliformes muy laxas), con estructuras turbidíticas, en los que son frecuentes los “slumps” de pequeño tamaño. Como resultado, algunos tramos constituyen a esta altura una alternancia irregular de estas litologías con margas y margocalizas. Localmente, las margas intercaladas en estos tramos presentan una baja proporción de carbonato, siendo más correcto en algunos casos considerarlas como lutitas más o menos calcáreas. Estos materiales pasan de forma gradual, tanto hacia techo como lateralmente, al “flysch detrítico-calcáreo”, apareciendo localmente (cuadrante de Elorrio, 87-II), en forma de intercalaciones dentro de esta última formación.

En el momento de la visita, no se han podido observar evidencias de procesos geodinámicos que afecten o puedan afectar el entorno próximo de la parcela.

3.3.- REALIZACIÓN DE SONDEOS, ENSAYOS INSITU.

La ubicación de los sondeos y de los puntos de ensayos de penetración dinámica, se definió durante el reconocimiento efectuado previamente al inicio de los trabajos de investigación, tomando en consideración la forma geométrica de la edificación en proyecto y el conocimiento supuesto del corte litológico que se encontraría, de acuerdo con la información existente de la zona.

Los trabajos de campo comenzaron el día 4 y se terminaron el 9 de junio de 2008. Durante este tiempo los trabajos de campo se interrumpieron durante el fin de semana. En total se realizaron doce (12) ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, con el penetrómetro automático sobre máquina de sondeos combinada Sedidril 140; tres (3) sondeos con la máquina de sondeos combinada Sedidril 140 sobre orugas y el amarre planoaltimétrico de quince (15) puntos, realizado con la Estación Total TCR805 Nº de serie 250860 marca Leica.

La situación de los sondeos y ensayos de penetración dinámica realizados se indican en el plano 3 y los datos correspondientes en el Anexo 1.

ANEJO Nº 4: ESTUDIO GEOTÉCNICO



Todos los trabajos de inspección inicial, perforación, ensayos y testificación han sido realizados *in situ* por Técnico Superior especializado en Ingeniería Geológica y Geotecnia.

Se ha realizado la columna sintética que describe el perfil geológico-geotécnico en los sondeos. Esta columna se incluye en la correspondiente ficha técnica de los sondeos (Anexo 1).

En la siguiente tabla se presentan las características resumidas de los sondeos:

Tabla 1 – Características de los sondeos y muestreo realizado.

| CÓDIGO | COTA INICIO (m) * | PROFUNDIDAD (m) | N.F. | MUESTRA INALTERADA SUELO | MUESTRA DE AGUA |
|--------|----------------------|-----------------|------|--------------------------|-----------------|
| S-1 | 38.14 | 7.50 | - | 1 (0.30-0.50) | - |
| S-3 | 41.53 | 5.40 | - | - | - |
| S-4 | 41.35 | 5.70 | - | - | - |

* Cota topográfica aproximada.

Es importante destacar que las paredes de los sondeos no sufrieron inestabilidades hasta la profundidad total alcanzada, al menos hasta 48 horas después de su terminación, lo que supone cierto grado de estabilidad de las rocas ante eventuales cortes de la misma.

3.4.- ENSAYOS IN SITU

Se han efectuado doce (12) ensayos de Penetración Dinámica (DSPH), distribuidos de tal manera que caracterizasen la unidad litológica presente lo mayormente posible en todo el emplazamiento de la parcela. El diagrama de los ensayos se presenta en el Anexo 1 así como su procesamiento en función de la unidad litológica atravesada.



Los cortes o perfiles litológicos elaborados a partir de la información obtenida por los trabajos de prospección se presentan en el plano Nº 4.

3.5.- ENSAYOS DE REBOTE CON EL ESCLERÓMETRO (MARTILLO SCHMIDT)

Se han efectuado ensayos de rebote a las muestras obtenidas de las areniscas testificadas en el sondeo Nº 1, mediante el esclerómetro o martillo Schmidt modelo N-26 serie 65337 (U.S. PAT 2664-743) para determinar la dureza al choque y así poder establecer la Resistencia a la Compresión Simple de las rocas ensayadas, según el método grafoanalítico del laboratorio Federal de Ensayos de Materiales de Zurich. Los resultados de tales correlaciones se presentan en el Anexo 3.



4.- EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Realizadas las fases anteriores, y con el análisis e interpretación de toda la información obtenida, se han definido las características y parámetros geotécnicos de los materiales presentes en la parcela objeto de estudio.

4.1.- PERFIL GEOTÉCNICO

Mediante la información obtenida por los trabajos de campo y de laboratorio se ha elaborado un **perfil geotécnico característico** en el cual, de arriba abajo, se pueden distinguir las diferentes unidades ingeniero-geológicas con las siguientes características:

Tabla 2 – Perfil geotécnico del subsuelo.

| UNIDADES | PROFUNDIDAD (m) | DESIGNACIÓN | DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA |
|----------|-----------------|------------------------------|---|
| A | >0,10 | Roca sana, de buena calidad. | Arenisca de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco fisurada, con yacencia subvertical, con intercalaciones de margas de igual color y yacencia. El RQD medido de las areniscas es de 90% Fin del sondeo a 7.50 m. |



En el plano Nº 3 se muestra la situación en planta de los sondeos y los penetrómetros, de igual forma en el plano Nº 4 dos perfiles perpendiculares, que se han elaborado a partir de los datos obtenidos.

4.2.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Los parámetros geotécnicos de los materiales investigados se han establecido sobre la base de los trabajos de campo, los ensayos realizados y los cálculos en gabinete, según las correlaciones de Terzaghi-Peck; Roberston (1983); Buisman-Sanglerat; Apollonia; Owasaki & Iwasaki; Terzghi; Menzembach y Malcev; Meyerhof y otros.

Tabla 3 – Parámetros geotécnicos.

| PROPIEDADES | ESTRATO |
|---|-----------|
| | A |
| Cohesión no drenada, C_u (kg/cm ²) | - |
| Resistencia puntaza, Q_c (kg/cm ²) | - |
| Módulo Edométrico, E_{ed} (kg/cm ²) | 373.39 |
| Módulo de Young, E_y (kg/cm ²) | 451.00 |
| Módulo de Poisson | 0.20 |
| Módulo deformación al corte (kg/cm ²) | 1750.97 |
| Velocidad de Ondas, (m/seg) | 159.953 |
| Peso específico, G_s (v/m ³) | 2.50 |
| Contenido en Sulfatos (mg/kg) | - |
| Acidez Bauman-Gully (ml/kg) | - |
| Densidad relativa, γ_r (%) | 100 |
| Resistencia a la compresión, σ_c (kg/cm ²) | 326.17 |
| Angulo de rozamiento interno; ϕ (°) | 35.29 |
| Clasificación A.G.I. | Muy Densa |
| Número de golpes; N_{spt} | 75.2 |
| Profundidad del estrato, (m) | >4.00 |



5.- CONCLUSIONES

- 1º. Se proyecta la construcción de una edificación tipo C-1 (< 4 plantas), sobre terrenos tipo T-2 (intermedios), en la parcela de referencia estudiada, en el barrio A Rúa de Valdeorrás, en el T. M. de A Rúa, Ourense.
- 2º. La superficie de la edificación en proyecto (*según el plano de Planta General presentado por la propiedad*) sobrepasa los 12500 m², situándose en el borde superior derecho del lecho mayor del río Sil, con pendiente hacia el norte variable desde el 13.2% en el borde erosivo hasta el 17.2% en el sector superior del lecho mayor.
- 3º. El perfil de suelo que se ha encontrado en la zona queda definido por tres estratos bien diferenciados entre sí, los que tiene un desarrollo en toda el área que ocupa la parcela, con la particularidad que todos representan diferentes grados de meteorización de una misma unidad geológica; llegando a presentarse la roca fresca prácticamente sin meteorización en toda el área convirtiéndola prácticamente desde el punto de vista geotécnico en la base generalizada necesaria para las construcciones.
- 4º. Dada su yacencia, desarrollo, espesor cortado, constitución y capacidad portante, el **estrato A**; "*Arenisca de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco fisurada, con yacencia subvertical, con intercalaciones de margas de igual color y yacencia. El RQD medido de las areniscas es de 90%*" **puede servir como base a las construcciones en proyecto.**

5.1.- EXCAVACIONES

A continuación se indican las condiciones y normativas a aplicar durante las sucesivas etapas de la excavación.

5.1.1.- Excavabilidad de los materiales

Sobre la base de las observaciones realizadas durante los trabajos de ejecución de los sondeos se han definido las dificultades de excavación, adoptando el siguiente criterio:



RIPABLE En correspondencia con el nivel de estudios y los ensayos realizados durante los trabajos de prospección, los estratos 1 y 2 serán ripables.

5.2.- CIMENTACIONES

En función de la tarea encomendada por el peticionario, a pesar de no contar con los datos técnicos del Anteproyecto, en función de las cargas esperadas y la naturaleza de la base propuesta, se propone una cimentación directa superficial.

Durante los trabajos de campo, se han efectuado cuatro (4) series de mediciones de impacto con el martillo Schmidt, en la roca que se ha recomendado como base de la obra en proyecto, contabilizándose un total de 40 mediciones, todas de ellas en las muestras que se conservan en las cajas de los sondeos.

Los resultados obtenidos en dichas mediciones así como su interpretación en el gráfico de Schmidt, se presenta en el Anexo Nº 3.

5.2.1.- Determinación de la Carga Admisible (q_{adm})

En este caso, y en función de la serie de ensayos "in situ" realizados mediante el esclerómetro o martillo de Schmidt; conociendo que la carga de hundimiento utilizando el criterio de Mohr-Coulomb, se puede obtener la carga que produce deformaciones plásticas en un macizo rocoso según el método analítico desarrollado por Serrano y Olalla (2001), en aquellos casos en que el medio rocoso es homogéneo e isótropo, es decir, los grupos I, IV y V de Hoek y Brown, y se determina según la expresión:

$$P_h = \beta (N_{\beta} - \xi); \text{ donde } \beta = m \sigma_{ci} / 8 \text{ y } \xi = 8s / m^2$$

Según el cuadro 3.19, pag 194, Ingeniería Geológica, González de Vallejo et al. 2002; $m = 2.030$ y $s = 0.00198$

Conocemos:

$$\sigma_{ci} = 31.987 \text{ Mpa (ver Anexo Nº 3)}$$

$N_{\beta} = 5$; figura 8.38, pag 420 Ingeniería Geológica, González de Vallejo et al. 2002.

Tendremos:

| β | N_{β} | ξ | m | s | σ_{cl} | P_h |
|---------|-------------|--------|------|---------|---------------|-------|
| 8.1167 | 5.00 | 0.0038 | 2.03 | 0.00198 | 31.987 | 40.55 |

La Carga de Hundimiento (P_h) = 40.55 Mpa

La Carga admisible (q_{adm}) se calcula al multiplicar la raíz de la Resistencia a compresión simple (q_u) de la roca sana por tres parámetros que dependen del tipo de roca, de su estado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas, tal como marca la GCOC.

$\alpha_1 = 0,4$ al ser arenisca (Tabla 4.3)

$\alpha_2 = 1,0$ al ser grado de meteorización I (roca sana)

$\alpha_3 = 0,95$, ya que el RDQ = 90%. No hay datos de distancia entre litoclasas.

Además, $P_0 = 1$ MPa debido a que es la presión de referencia.

Entonces $q_{adm} = P_0 * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * (q_u/P_0)^{1/2} = 2.15$ Mpa

De donde ha resultado que la Carga Admisible (q_{adm}) de la Unidad C determinado por este método es igual a 2.15 MPa.

5.2.2.- Agresividad del suelo para la cimentación

El contenido en sulfatos y la Acidez Baumann-Gully según los resultados de laboratorio los mismos no han presentado valores anormales, por lo que de acuerdo con esos resultados estos suelos pueden clasificarse como **NO AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN**.

5.2.3.- Aguas subterráneas

Durante la ejecución de los sondeos y de los ensayos penetrométricos **NO** se observó el alumbramiento de las aguas subterráneas.

5.3.- SISMICIDAD

La Sismicidad del área de estudio se ha analizado según las especificaciones de la "Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)" aprobado por el RD 637/2007, de 14 de mayo que amplía el RD 997/2002, de 22 de septiembre, por el que se aprueba la "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)" que no es de aplicación para estructuras como puentes.

De acuerdo con la clasificación de las construcciones (en función del uso a que se destinan) que define la NSCP-07, así como la IAP-11, el tipo de puente que se analiza es:

Puente de importancia especial

"Aquellas cuya destrucción puede interrumpir un servicio imprescindible después de haber ocurrido un terremoto, o aumentar los daños del mismo por efectos catastróficos. Se considerarán incluidos en este grupo los que así estime la autoridad competente, y, al menos, los siguientes:

*Puentes situados en las calzadas principales de la red de alta capacidad (autovías y autopistas)."

La aceleración sísmica básica " a_b " es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años. Según el mapa de peligrosidad sísmica de la Norma, la aceleración sísmica básica " a_b " del área de estudio es inferior a 0,04 g (siendo g la aceleración de la gravedad) y el coeficiente de contribución $K = 1$). En tal sentido el término municipal de **A Rúa** donde se emplaza el área de estudio **NO** figura en el Anejo 1, Listado de los términos municipales con los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a 0,04 g, junto con los valores del coeficiente de contribución K .

Por tal razón la aplicación de esta norma no es obligatoria

Ourense, junio de 2016.

El Ingeniero Técnico de Minas
Jorge González Cabrera
Colegiado Nº 1.930

La Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Argie Abasolo Rangel
Colegiado Nº 20.388



6.- ANEXO

6.1.- ANEXO_1 FICHA TÉCNICA DE LOS SONDEOS



FICHA TECNICA DE SONDEOS

| SONDEO : | | S-1 | | CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO | | | | | | | |
|----------|---------|-----------------|--------|---|------|--|------|-------------|--------------|---------|---------------------------------|
| UTM X: | | 511444.00 | | OBRA: PUENTE ARCO EN LA AUTOVÍA A-76 | | | | | | | |
| UTM Y: | | 4792513.59 | | SITUACIÓN: A RÚA DE VALDBORRAS, OURENSE | | | | | | | |
| COTA: | | 38.14 | | FECHA: 13 DE JUNIO DE 2016. | | | | | | | |
| PROF. M | ESPESOR | CORTE GEOLÓGICO | % R.T. | % R.Q.D. | N.P. | DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA | Ø mm | MUESTRA | | S.P.T. | |
| | | | | | | | | Alturas (A) | Isótopos (I) | Prof. m | Nº de golpes para avanzar 15 cm |
| 0.30 | 0.3 | | 100 | | | Capa vegetal | 85 | W | | | |
| 4.10 | 3.8 | | 100 | | | Arenisca de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco fisurada, con yacencia subvertical, con intercalaciones de margas de igual color y yacencia. El RQD medido de las areniscas es de 90% Fin del sondeo a 41 m | 75 | D | | | |



FICHA TECNICA DE SONDEOS

| SONDEO : | | S-3 | | CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO | | | | | | | |
|----------|---------|-----------------|--------|---|------|--|------|-------------|--------------|---------|---------------------------------|
| UTM X: | | 511459.82 | | OBRA: PUENTE ARCO EN LA AUTOVÍA A-76 | | | | | | | |
| UTM Y: | | 4792486.32 | | SITUACIÓN: A RÚA DE VALDBORRAS, OURENSE | | | | | | | |
| COTA: | | 41.53 | | FECHA: 13 DE JUNIO DE 2016. | | | | | | | |
| PROF. M | ESPESOR | CORTE GEOLÓGICO | % R.T. | % R.Q.D. | N.P. | DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA | Ø mm | MUESTRA | | S.P.T. | |
| | | | | | | | | Alturas (A) | Isótopos (I) | Prof. m | Nº de golpes para avanzar 15 cm |
| 0.10 | 0.1 | | 100 | | | Capa vegetal | 85 | W | | | |
| 3.50 | 3.4 | | 100 | | | Arenisca de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco fisurada, con yacencia subvertical, con intercalaciones de margas de igual color y yacencia. El RQD medido de las areniscas es de 90% Fin del sondeo a 3.50 m | 75 | D | | | |



FICHA TÉCNICA DE SONDEOS

| SONDEO : | | S-4 | | CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO | | | | | | | | |
|----------|---------|---|--------|---|------|---|------|-----------------------------|--------------|----------------|---------|-------------------------|
| UTM X: | | 511479.17 | | OBRA: PUENTE ARCO EN LA AUTOVÍA A-76 | | | | | | | | |
| UTM Y: | | 4792474.86 | | SITUACIÓN: A RÚA DE VALDEORRAS, OURENSE | | | | | | | | |
| COTA: | | 41.35 | | FECHA: 13 DE JUNIO DE 2016. | | | | | | | | |
| PROF. M | ESPESOR | CORTE GEOLÓGICO | % R.T. | % R.Q.D. | N.F. | DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA | Ø mm | W (Wtilda) D (Dilatante) | MUESTRA | | S.P.T. | |
| | | | | | | | | | Atterida (A) | Inalterada (I) | Prof. m | Nº de golpes para 30 cm |
| 0.30 | 0.3 |  | 100 | | | Capa vegetal | 85 | W | | | | |
| 3.40 | 3.1 |  | 100 | | | <p>Aréolas de grano fino, compacta, de color gris oscuro a negro, poco frías, con presencia silíceo, con frotamiento al tacto de tipo de arcilla y yesosa.</p> <p>El RQD medido de las sondas es de 90%</p> <p>Fin del sondeo a 3.70 m.</p> | 75 | D | | | | |

SERINKO S.L.

SERVICIOS DE INGENIERIA Y COMERCIALES - EUSKADI, S.L.

C/ Gabiria, 32
20305 IRUN (GIPUZKOA)
Teléf.: 943 633 799
943 633 829 (Fax)
serinko@clientes.euskaltel.es

LABORATORIO ACREDITADO EN LAS AREAS DE:

- Ensayos de control de hormigón en masa, cemento, áridos y agua
- Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos
- Suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales
- Toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas "in situ" de suelos.

LURTESTING, S.L
Berastegi, 1-3ºizda. Departa.12
48001 BILBAO

08051 / 0806102

Hoja nº 1 de 3

Acta de ensayo sobre una muestra de suelo

Obra: **Puente arco en Autovía A-76**
 Cliente: LURTESTING,S.L
 Localiz.: Muestra sondeo nº1

Fechas:

- * Recogida muestra: 11.06.08
- * Inicio ensayo: 17.06.08
- * Fin ensayo: 20.06.08
- * Emisión informe: 20.06.08

C.I.F. B.20/498564

6.2.- ANEXO_2 RESULTADOS DE LABORATORIO

| ENSAYO | NORMA |
|----------------------|-------|
| Sulfatos | EHE |
| Acidez Baumann-Gully | EHE |

| ENSAYOS | RESULTADOS |
|------------------------------|------------|
| Sulfatos (mg/kg) | 34,67 |
| Acidez Baumann-Gully (ml/kg) | 7,99 |


SERINKO S.L.
 SERVICIOS DE INGENIERIA Y COMERCIALES - EUSKADI, S.L.
 C/ Gabiria, 32
 20305 IRUN (Gipuzkoa)
 Arturo Revilla Vicente
 Técnico responsable area

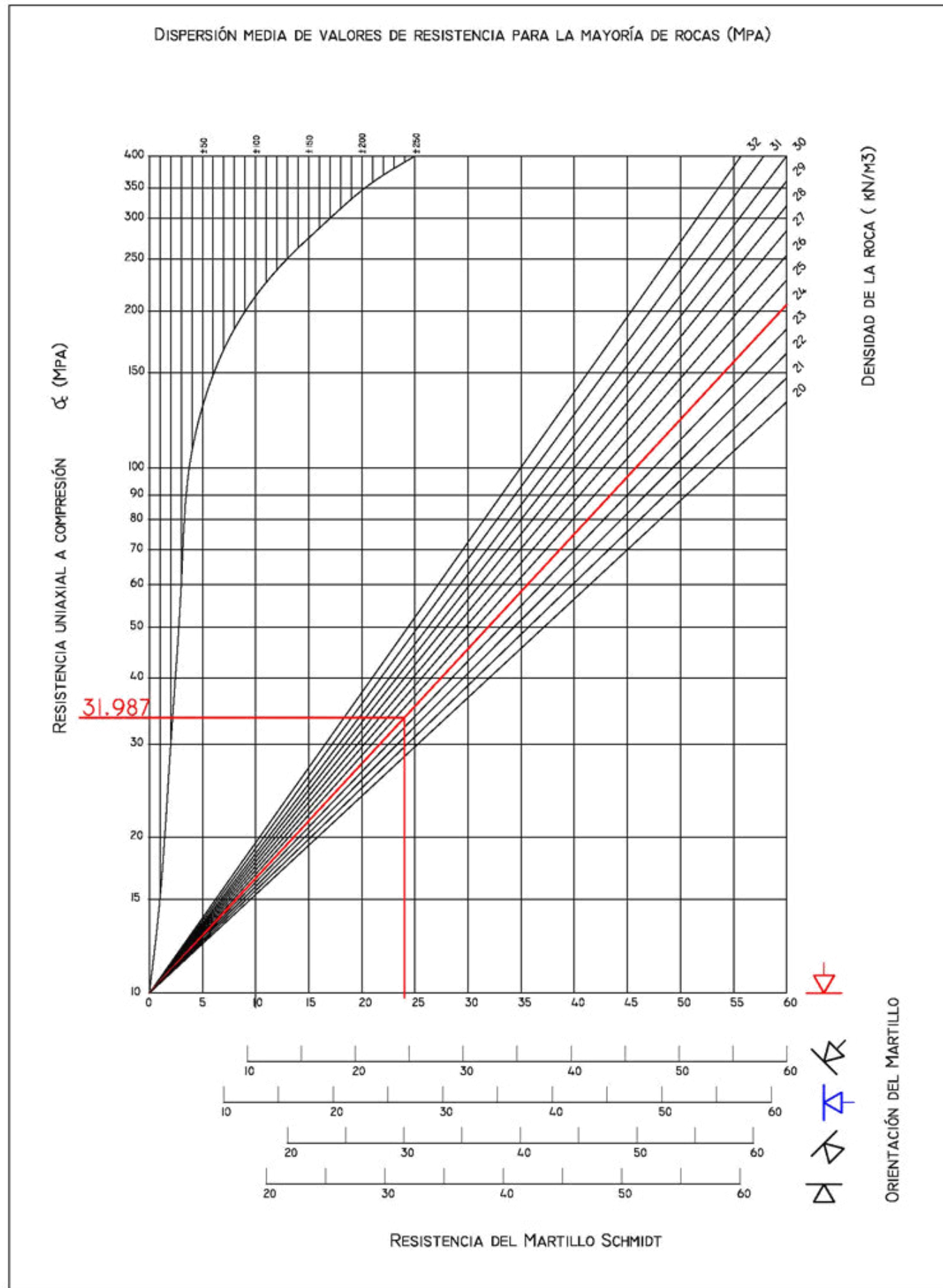

SERINKO S.L.
 SERVICIOS DE INGENIERIA Y COMERCIALES - EUSKADI, S.L.
 C/ Gabiria, 32
 20305 IRUN (Gipuzkoa)
 Mª del Mar Poveda Sellés
 Directora de laboratorio

6.3.- ANEXO_3 GRAFICO DE SCHMIDT

| VALORES DE REBOTE DEL MARTILLO SCHMIDT | | | | | |
|--|----------|-------------|-------------------------|----------|-------------|
| EN SONDEO 1(0.90-0.95) | | | EN SONDEO 1 (1.60-2.60) | | |
| Nº | MEDICION | VALORES MAX | Nº | MEDICION | VALORES MAX |
| 1 | 12.0 | | 1 | 22.0 | 22.0 |
| 2 | 12.0 | 12.0 | 2 | 11.0 | |
| 3 | 8.0 | | 3 | 12.0 | 12.0 |
| 4 | 10.0 | | 4 | 10.0 | |
| 5 | 12.0 | 12.0 | 5 | 10.0 | |
| 6 | 10.0 | | 6 | 10.0 | |
| 7 | 14.0 | 14.0 | 7 | 10.0 | |
| 8 | 8.0 | | 8 | 20.0 | 20.0 |
| 9 | 14.0 | 14.0 | 9 | 22.0 | 22.0 |
| 10 | 12.0 | 12.0 | 10 | 20.0 | 20.0 |
| VALOR MEDIO | | 12.8 | VALOR MEDIO | | 19.2 |
| EN SONDEO 1(4.00-6.00) | | | EN SONDEO 1(6.00-7.50) | | |
| Nº | MEDICION | VALORES MAX | Nº | MEDICION | VALORES MAX |
| 1 | 12.0 | | 1 | 8.0 | |
| 2 | 10.0 | | 2 | 16.0 | 16.0 |
| 3 | 28.0 | 28.0 | 3 | 12.0 | |
| 4 | 14.0 | | 4 | 16.0 | 16.0 |
| 5 | 18.0 | | 5 | 12.0 | |
| 6 | 23.0 | 23.0 | 6 | 14.0 | 14.0 |
| 7 | 24.0 | 24.0 | 7 | 12.0 | 12.0 |
| 8 | 20.0 | 20.0 | 8 | 12.0 | |
| 9 | 25.0 | 25.0 | 9 | 14.0 | 14.0 |
| 10 | 18.0 | | 10 | 10.0 | |
| VALOR MEDIO | | 24.0 | VALOR MEDIO | | 14.4 |

NOTA: Se toma el valor de la tercera serie = 24.0, para ser tomado como nivel de cimentación.

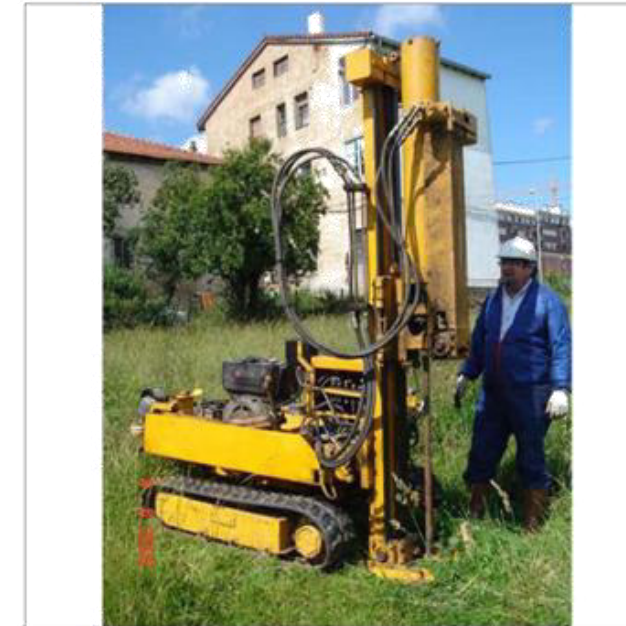




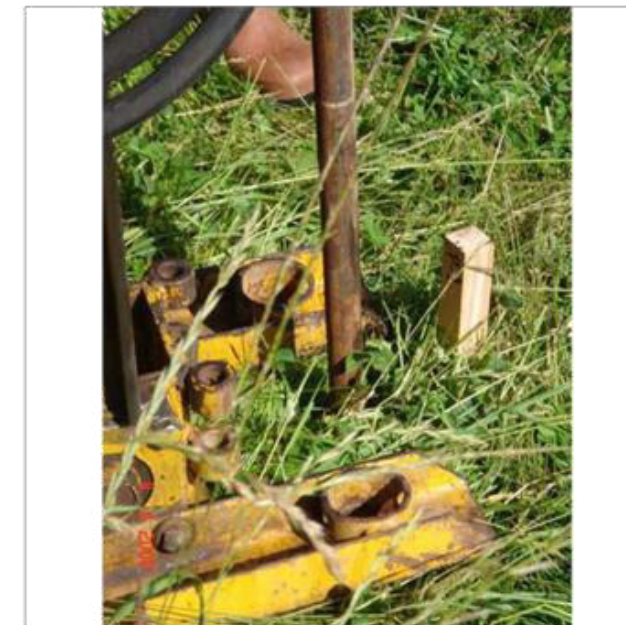


00810 EG Puente arco A-76

6.4.- ANEXO_4 CATALOGO DE FOTOS



Penet_10 - 13/06/2016



Detalle de intervalo de medicion - 13/06/2016



Sondeo_1 - 13/06/2016



Sondeo_4 - 13/06/2016



Sondeo_3 - 13/06/2016



Sondeo 1, caja 1 - 13/06/2016



00810 EG Puente arco A-76



Sondeo 4, caja 1 - 13/06/2016



Sondeo 4, caja 2 - 13/06/2016



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. NORMATIVA | 1 |
| 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA | 1 |
| 3.1. TABLERO | 1 |
| 3.1.1. Cajones metálicos | 2 |
| 3.1.2. Losa de hormigón | 5 |
| 3.2. PILAS | 7 |
| 3.3. APARATOS DE APOYO | 7 |
| 3.4. ARCO | 7 |
| 3.5. RIGIDIZADORES | 9 |
| 3.6. DIAFRAGMAS | 10 |
| 3.6.1. Diafragmas de apoyo | 10 |
| 3.6.2. Diafragmas intermedios | 11 |
| 4. BASES DE PROYECTO | 11 |
| 4.1. CRITERIOS DE SEGURIDAD | 11 |
| 4.1.1. Estados Límite de Servicio (E.L.S.) | 11 |
| 4.1.2. Estados Límite Últimos (E.L.U.) | 11 |
| 4.1.3. Situaciones de Proyecto | 11 |
| 5. ACCIONES A CONSIDERAR | 12 |
| 5.1. VALOR CARACTERÍSTICO | 12 |
| 5.1.1. Acciones permanentes | 12 |
| 5.1.2. Acciones variables (Q) | 13 |
| 5.1.3. Acciones accidentales (A) | 20 |
| 5.1.4. Cuadro resumen | 21 |
| 5.2. VALOR REPRESENTATIVO | 22 |
| 5.2.1. Valor representativo de acciones permanentes | 22 |
| 5.2.2. Valor representativo de acciones variables | 22 |
| 5.2.3. Valor representativo de acciones accidentales | 22 |
| 5.3. VALOR DE CÁLCULO | 23 |
| 5.3.1. Valor de cálculo para comprobaciones en ELU | 23 |
| 5.3.2. Valor de cálculo para comprobaciones en ELS | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 6. COMBINACIÓN DE ACCIONES | 23 |
| 6.1. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELU | 23 |
| 6.2. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELS | 24 |
| 7. APLICACIONES INFORMÁTICAS EMPLEADAS | 24 |
| 8. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA | 24 |
| 9. COMPROBACIÓN DE LOS ELS | 26 |
| 9.1. ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES | 26 |
| 9.2. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN (RPX-95) | 26 |
| 9.3. ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES TRANSVERSALES EN PANELES ESBELTOS | 28 |
| 10. COMPROBACIÓN DE LOS ELU | 29 |
| 10.1. ESTADO LÍMITE DE RESIST. DE SECCIONES (EAE) | 35 |
| 10.1.1. Esfuerzo axil de tracción | 35 |
| 10.1.2. Esfuerzo axil de compresión | 35 |
| 10.1.3. Momento flector | 35 |
| 10.1.4. Esfuerzo cortante | 35 |
| 10.1.5. Interacción de esfuerzos | 36 |
| 10.2. ESTADO LÍMITE DE INESTABILIDAD (EAE) | 36 |
| 10.2.1. Abolladura del alma a cortante | 36 |
| 10.2.2. Abolladura del alma inducida por el ala comprimida | 37 |
| 10.3. ESTADO LÍMITE DE ROTURA (RPX-95) | 38 |
| 10.3.1. Momento flector último | 38 |
| 10.3.2. Esfuerzo cortante último | 40 |
| 10.3.3. Esfuerzo de compresión último | 41 |
| 10.3.4. Esfuerzo de tracción último | 41 |
| 10.4. PANDEO LATERAL (RPX-95) | 41 |
| 11. LOSA | 42 |
| 11.1.1. ELU: Agotamiento frente a Solicitaciones Normales | 42 |
| 11.1.2. ELU: Agotamiento frente a Punzonamiento | 44 |
| 12. RIGIDIZACIÓN DEL TABLERO | 45 |
| 12.1.1. Rigidización del alma | 46 |
| 12.1.2. Rigidización del ala inferior | 47 |
| 13. CONEXIÓN DE CAJÓN Y LOSA | 48 |
| 13.1. TRAMO DE APOYO | 48 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | |
|--|-----------|---|------------|
| 13.2. TRAMO CENTRAL | 49 | 18.2. PREDIMENSIONAMIENTO | 79 |
| 13.3. CONDICIONANTES MÍNIMOS | 50 | 18.3. DURMIENTE | 80 |
| 14. PILAS | 51 | 18.4. COMPROBACIÓN | 80 |
| 14.1. DESCRIPCIÓN | 51 | 18.5. ARMADURAS | 81 |
| 14.2. ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN | 51 | 18.5.1. Cargadero | 81 |
| 14.3. RESISTENCIA ÚLTIMA DE CHAPAS COMPRIMIDAS | 53 | 18.5.2. Murete | 84 |
| 14.3.1. Viento transversal: flexión en eje x-x | 53 | 19. EMPUJE DEL TABLERO | 86 |
| 14.3.2. Viento longitudinal: flexión en eje y-y | 54 | APÉNDICE 1: DEFINICIÓN DE PROPIEDADES | 87 |
| 14.4. APARATOS DE APOYO | 55 | APÉNDICE 2: ASIGNACIÓN DE CARGAS | 91 |
| 15. ARCO | 59 | APÉNDICE 3: ESFUERZOS EN RIGIDIZADORES | 105 |
| 15.1. DESCRIPCIÓN | 59 | APÉNDICE 4: ESFUERZOS EN LÁMINAS | 133 |
| 15.2. ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN | 59 | APÉNDICES 5: SECTION CUTS | 161 |
| 15.1. RESISTENCIA ÚLTIMA DE CHAPAS COMPRIMIDAS | 60 | | |
| 15.1.1. Flexión principal: eje z-z | 60 | | |
| 15.1.2. Flexión principal: eje y-y | 61 | | |
| 16. PLACAS DE ANCLAJE | 62 | | |
| 16.1. CÁLCULO A COMPRESIÓN COMPUESTA: ARCO | 63 | | |
| 16.1.1. Resistencia del Hormigón | 64 | | |
| 16.1.2. Resistencia de la Placa | 64 | | |
| 16.1.3. Pernos de anclaje | 65 | | |
| 16.2. CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN: PILAS | 67 | | |
| 16.2.1. Viento transversal | 68 | | |
| 16.2.2. Viento longitudinal | 70 | | |
| 17. CIMENTACIÓN | 72 | | |
| 17.1. CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO | 72 | | |
| 17.2. ZAPATAS DE PILAS | 72 | | |
| 17.2.1. Descripción y dimensionamiento | 72 | | |
| 17.2.2. Comprobaciones | 73 | | |
| 17.2.3. Armaduras | 75 | | |
| 17.3. ZAPATAS DEL ARCO | 78 | | |
| 17.3.1. Descripción y dimensionamiento | 78 | | |
| 17.3.2. Armaduras | 79 | | |
| 18. ESTRIBOS | 79 | | |
| 18.1. DESCRIPCIÓN | 79 | | |

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo de Cálculo tiene por objeto justificar y describir la estructura que compone este Proyecto, asegurando el buen comportamiento de la estructura, comprobando su seguridad a través de las comprobaciones de los Estados Límite de cada elemento según marcan las normativas vigentes que correspondan en cada caso: RPX-95, EHE y EAE para el tablero mixto, EAE en estructura metálica (pilas y arco), y la "Guía de Obras de Cimentación en Obras de carretera" para las zapatas.

Además se han verificado que se cumplen los criterios de carga y deformación de los apoyos mediante la "Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera".

A continuación se presentan los aspectos más destacables del dimensionamiento del puente, desde el punto de vista de comportamiento estructural derivado de las cargas existentes previstas para la vida útil del mismo.

2. NORMATIVA

A continuación se relaciona la normativa vigente que se ha empleado para la definición y comprobación de la estructura:

- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Dirección General de Carreteras, mayo de 2000.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)» (BOE del 22 de agosto).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la «Instrucción de Acero Estructural (EAE)» (BOE del 23 de junio).
- Recomendaciones para el proyecto de Puentes Mixtos para carreteras RPX-95. Dirección General de Carreteras, 1995.
- EN-1993 (Eurocódigo 3: estructuras metálicas) y EN-1994 (Eurocódigo 4: estructuras mixtas)
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera, Dirección General de Carreteras, 1995.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En el presente apartado se van a describir exhaustivamente las diferentes partes que componen la estructura.

El viaducto tiene una longitud de 340 metros entre estribos, dividido en 13 vanos. Parte de la estructura se soporta sobre un arco cuya luz es de 216 metros y su flecha 40 metros, la cual permite atravesar el valle sin la necesidad de disponer pilas excesivamente altas.

Los vanos extremos tendrán una longitud de 21,50 metros, mientras que la luz de los vanos intermedios es de 27 metros.

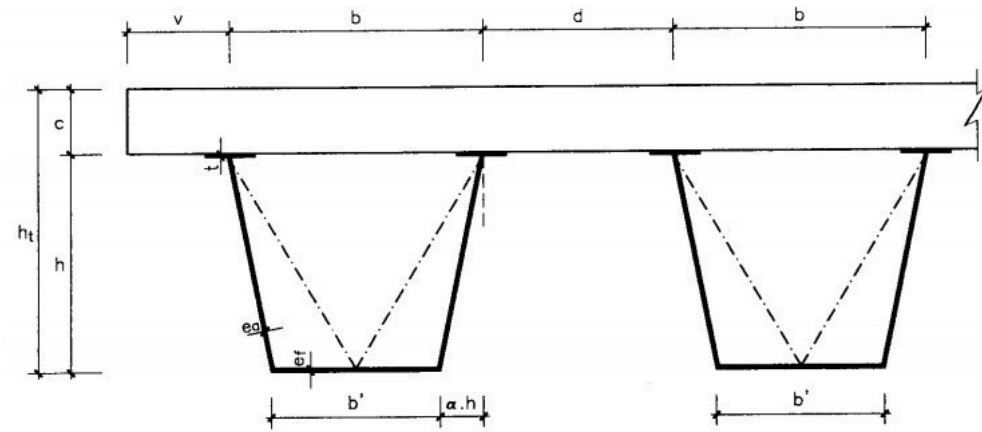
El acimut del viaducto es de $42,278^{\circ}$, y desde la clave del arco hay una pendiente del 0,5% descendiente hacia los extremos con objeto de evacuar el agua.

3.1. TABLERO

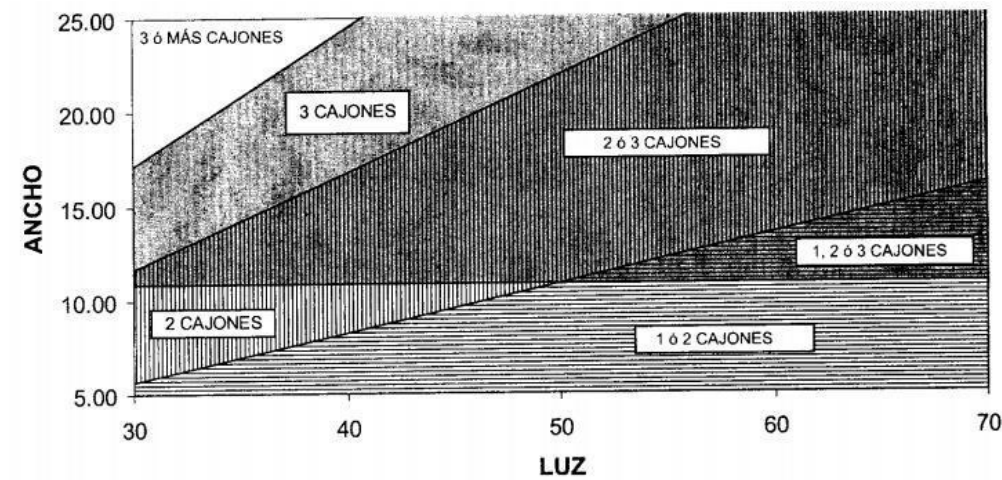
Es un tablero mixto hiperestático, lo cual equilibra momentos positivos y negativos a lo largo de su longitud, limitando así sus valores máximos.

Está compuesto por dos cajones metálicos de acero S275 JR y una losa de hormigón armado HA-30, siguiendo una sección constante.

El tablero se predimensionó siguiendo las prescripciones dadas en el documento "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales":

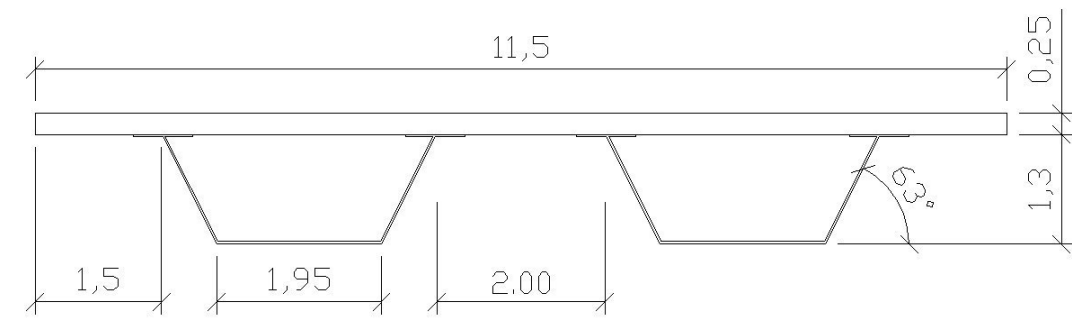


1. Vuelo lateral de la losa: $v \leq b/2 \leq 3,50$ metros
2. Ancho superior del cajón: $b \leq 3,50 h$
3. Distancia libre entre cajones: $d \leq 3,50 h$
4. Canto de la losa: $c = 0,10 v; \geq 0,20$ metros; $\leq 0,30$ metros
5. Inclinación de las almas: $\alpha \leq 0,5$



Los valores empleados para las dimensiones principales del tablero son los siguientes:

- $b = 3,25$ metros
- $v = 1,50$ metros
- $\alpha = 0,5$
- $b' = 1,95$ metros
- $d = 2,00$ metros
- $h = 1,30$ metros
- $c = 0,25$ metros

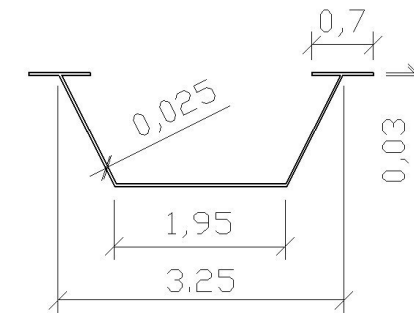


3.1.1. Cajones metálicos

Cada cajón tiene 1,30 metros de canto, una anchura en su parte superior de 3,25 metros, y una anchura inferior de 1,95 metros.

Las almas tienen una inclinación de 27° grados respecto de la vertical, teniendo una altura real de 1,385 metros, descontando las alas.

El espesor de las chapas que componen cada cajón es de 3 cm en las alas, tanto las platabandas superiores que conectan con la losa, como la inferior. Las almas en cambio tienen un espesor 2,5 cm.



Los espesores de chapa vienen determinados para que sean clasificados como Clase 3 según el Eurocódigo 3 y la EAE (o sección moderadamente esbelta de acuerdo a la RPX-95), realizada de acuerdo a las tablas 20.3-a y 20.3-b de la EAE. De este modo se puede realizar un análisis global elástico de la estructura:

Esbelteces máximas para paneles comprimidos en alas voladas

| Esbelteces máximas para paneles comprimidos interiores (alas y almas) | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------------------|---|------|------|------|
| Clase | Panel flectado | Panel comprimido | Panel flexocomprimido | | | |
| Ley de tensiones en los paneles (compresión +) | | | | | | |
| 1 | $\frac{c}{t} \leq 72\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq 33\epsilon$ | Cuando $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ Cuando $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$ | | | |
| 2 | $\frac{c}{t} \leq 83\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq 38\epsilon$ | Cuando $\alpha > 0,5$: $c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ Cuando $\alpha \leq 0,5$: $c/t \leq \frac{415\epsilon}{\alpha}$ | | | |
| Ley de tensiones en los paneles (compresión +) | | | | | | |
| 3 | $\frac{c}{t} \leq 124\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq 42\epsilon$ | Cuando $\psi > -1$: $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ Cuando $\psi \leq -1$: $c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$ | | | |
| $\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ | f_y (N/mm ²) | 235 | 275 | 355 | 420 | 460 |
| | ϵ | 1,00 | 0,92 | 0,81 | 0,75 | 0,71 |

| Clase | Panel comprimido | Panel flexocomprimido | |
|--|-------------------------------|--|---|
| | | Extremo comprimido | Extremo traccionado |
| Ley de tensiones en los paneles (compresión +) | | | |
| 1 | $\frac{c}{t} \leq 9\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$ | $\frac{c}{t} \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$ |
| 2 | $\frac{c}{t} \leq 10\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$ | $\frac{c}{t} \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$ |
| Ley de tensiones en los paneles (compresión +) | | | |
| 3 | $\frac{c}{t} \leq 14\epsilon$ | $\frac{c}{t} \leq 21\epsilon\sqrt{k_s}$ | |

• **Alas superiores**

Las alas superiores son voladas y se encuentran completamente comprimidas en el centro de vano. Tienen una esbeltez:

$$\frac{c}{t} = \frac{0,35}{0,03} = 11,66$$

Dado que el acero tiene un límite elástico de 275 MPa, $\epsilon = 0,92$, la esbeltez máxima para ser clasificada como Clase 3 es $14 * \epsilon = 12,88$, cumpliendo por tanto dicha clasificación.

De acuerdo al artículo 21 de la EAE, para el análisis global de la estructura el efecto del arrastre por cortante que se da en alas traccionadas y comprimidas puede despreciarse si:

$$b_0 < \frac{L}{n}$$

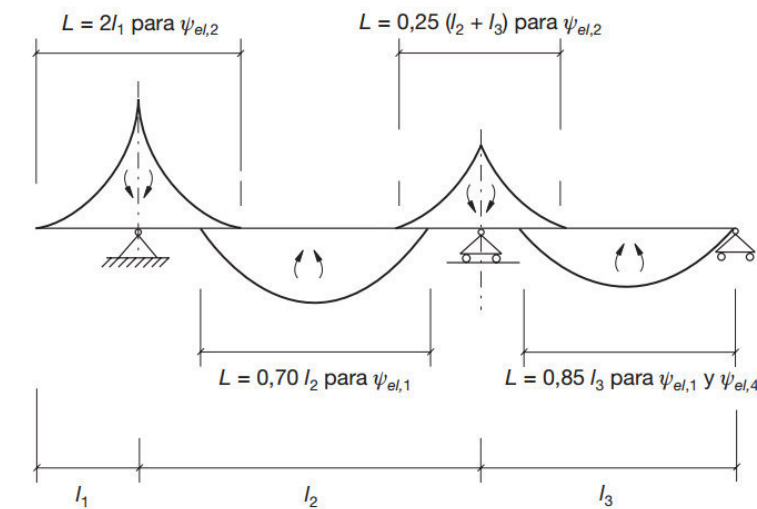
Siendo

b_0 el ancho de la semiala exterior, en este caso 0,35 metros.

L la luz del vano, o distancia entre puntos de momento flector nulo.

$n = 50$ en puentes.

Salvo que se necesite mucha precisión, en el apartado 21.2 se indica que se puede calcular únicamente una sección eficaz que corresponde a la del centro de vano, de acuerdo a la figura 21.3.1:



Por lo que L tiene un valor en vanos intermedios:

$$L = 0,7 * 27 = 18,90 \text{ m}$$

Entonces:

$$0,35 < \frac{18,9}{50} = 0,378$$

Concluyendo con que no es necesario reducir las alas superiores debido al arrastre por cortante.

En los vanos extremos, $L = 0,85 * 21,5 = 18,275$.

$$0,35 < \frac{18,275}{50} = 0,3655$$

En este vano tampoco resulta necesario.

• **Ala inferior**

El ala inferior tiene una esbeltez:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

$$\frac{c}{t} = \frac{1,95}{0,03} = 65$$

La esbeltez máxima en Clase 3 para paneles interiores comprimidos es $42 * \epsilon = 38,64$. En este caso no cumple, así que se clasifica como Clase 4.

Ello implica que en caso de compresión (en apoyos) el panel puede sufrir abolladura, lo cual deriva en una reducción de su capacidad resistente. El artículo 20.7 de la EAE indica que esa reducción de la resistencia puede representarse asignando una sección reducida a dicho elemento.

Para ser clasificada como clase 3, la chapa debería tener un espesor de al menos 5 centímetros, lo que conllevaría aumentar considerablemente el peso de la sección y elevaría el coste de la estructura, además de complicar la soldadura de un tramo de tablero con el siguiente.

Sin embargo, se permite colocar rigidizadores longitudinales a dicho elemento, considerando que el rigidizador lo divide en subpaneles de ancho b_i .

La esbeltez de los subpaneles es:

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\frac{b_i}{t}}{28,4 * \epsilon * \sqrt{k_\sigma}}$$

En caso de que se cumpla

$$\bar{\lambda}_p \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055\psi}$$

no será necesaria la reducción de los subpaneles.

k_σ es el coeficiente de abolladura y ψ es la relación entre deformaciones en el extremo del panel, obteniéndose ambos de la tabla 20.7-a:

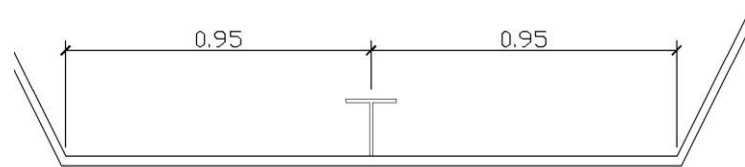
| PANELES INTERIORES DE ALAS Y ALMAS | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|--------------------|--------------|--|--|--|--|--|--|
| Deformaciones unitarias | Anchura reducida (b_i) | | | | | | | | | | | | | | |
| $\epsilon_1 > 0$ (compresión) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $b_i = \rho b$ $b_{i1} = 0,5b_i$ $b_{i2} = 0,5b_i$ $\psi = 1$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $b_i = \rho b$ $b_{i1} = \frac{2b_i}{5 - \psi}$ $b_{i2} = b_i - b_{i1}$ $0 < \psi < 1$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $b_i = \rho b_c$ $b_{i1} = 0,4b_i$ $b_{i2} = 0,6b_i$ $\psi < 0$ | | | | | | | | | | | | | | |
| $\psi = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$ | <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>$1 > \psi > 0$</td> <td>0</td> <td>$0 > \psi > -1$</td> <td>-1</td> <td>$-1 > \psi > -5$</td> </tr> </table> | 1 | $1 > \psi > 0$ | 0 | $0 > \psi > -1$ | -1 | $-1 > \psi > -5$ | | | | | | | | |
| 1 | $1 > \psi > 0$ | 0 | $0 > \psi > -1$ | -1 | $-1 > \psi > -5$ | | | | | | | | | | |
| k_σ | <table border="1"> <tr> <td>$\alpha \geq 1$</td> <td>4,0</td> <td>$\frac{8,2}{105 + \psi}$</td> <td>7,81</td> <td>$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$</td> <td>23,9</td> <td>$5,98(1 - \psi)^2$</td> </tr> <tr> <td>$\alpha < 1$</td> <td colspan="2">$\left(\frac{\alpha + 1}{\alpha}\right)^2 \frac{2,05}{105 + \psi}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | $\alpha \geq 1$ | 4,0 | $\frac{8,2}{105 + \psi}$ | 7,81 | $7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$ | 23,9 | $5,98(1 - \psi)^2$ | $\alpha < 1$ | $\left(\frac{\alpha + 1}{\alpha}\right)^2 \frac{2,05}{105 + \psi}$ | | | | | |
| $\alpha \geq 1$ | 4,0 | $\frac{8,2}{105 + \psi}$ | 7,81 | $7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$ | 23,9 | $5,98(1 - \psi)^2$ | | | | | | | | | |
| $\alpha < 1$ | $\left(\frac{\alpha + 1}{\alpha}\right)^2 \frac{2,05}{105 + \psi}$ | | | | | | | | | | | | | | |

Considerando que $a > b_i$ (siendo a la distancia entre rigidizadores transversales), y siendo un panel uniformemente comprimido donde $\psi = 1$, k_σ toma un valor de 4.

Por tanto, si despejamos b_i :

$$\frac{\frac{b_i}{0,03}}{28,4 * \sqrt{\frac{235}{275} * \sqrt{4}}} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 * 1} \rightarrow b_i \leq 1,06 \text{ m}$$

Se opta por colocar un rigidizador longitudinal en mitad del panel, siendo $b_i = 0,95$ metros, no haciendo falta reducir las secciones debido a la abolladura local.



En caso de no disponer rigidizador, $\rho = 0,7$, siendo una reducción importante.

Respecto al arrastre por cortante, en este caso b_0 es la mitad de la anchura del ala interior, valiendo 0,95, No satisfaciendo $b_0 < L/n$.

Sin embargo, para el centro de vano intermedio hay otra condición excluyente, la cual es la siguiente:

$$\psi_{el,1} = 1 \quad \text{si } \beta \leq 0,05$$

Siendo $\beta = b_0 / L = 0,95 / 18,9 = 0,0502$

El coeficiente de reducción en el centro de vano $\psi_{el,1}$ se calcula:

$$\psi_{el,1} = \frac{1}{1 + 6,4 * \beta^2} = \frac{1}{1 + 6,4 * 0,0502^2} = 0,984 \approx 1$$

Dada la reducción tan pequeña que hay que realizar, se considera innecesario adoptarla, por lo que el área del ala inferior no se reduce por efecto rasante en vanos intermedios.

En vanos extremos, $\beta = 0,95 / 18,275 = 0,052$.

$$\psi_{el,4} = \left(0,55 + \frac{0,025}{\beta}\right) * \psi_{el,1} \leq \psi_{el,1}$$

siendo $\psi_{el,1} = 0,983$ y por tanto $\psi_{el,4} = 1,01$, tomando entonces el primer valor. Son valores muy próximos a 1, de modo que no se reduce por cortante en vanos extremos.

• **Alma**

El alma es un panel interior flexocomprimido. Su esbeltez es:

$$\frac{c}{t} = \frac{1,3848}{0,025} = 55,4$$



A partir de la sección metálica bruta, no siendo necesario reducir los elementos que componen el cajón ni considerar la presencia de rigidizadores, y habiendo homogeneizado la losa de hormigón tal como se realiza en el apartado 3.1.2 del presente anejo, se obtiene que el centro de gravedad de la sección en el cdv es 1,0366 metros, por lo que ψ :

$$\psi = \frac{-y_{t,w}}{y_{c,w}} = \frac{-(1,0366 - 0,03)}{1,30 - 0,03 - 1,0366} = \frac{-1,0049}{0,2371} = -4,312$$

La esbeltez máxima es:

$$62 * \epsilon * (1 - \psi) * \sqrt{-\psi} = 632,35$$

Sobre apoyos, se considerará, para estar del lado de la seguridad, que la losa no colabora en absoluto al estar traccionada, así que el centro de gravedad de la sección bruta del cajón se sitúa a 0,5868 metros de la fibra inferior:

$$\psi = \frac{-y_{t,w}}{y_{c,w}} = \frac{-0,6832}{0,5568} = -1,227$$

Siendo la esbeltez máxima en este caso:

$$62 * \epsilon * (1 - \psi) * \sqrt{-\psi} = 141,38$$

Dado que satisface ambas condiciones, el alma se clasifica como Clase 3.

Por lo tanto, ningún elemento debe reducirse de sección por abolladura local ni por arrastre por cortante, considerando que la sección del cajón que se someterá a las verificaciones será el área bruta, homogeneizando el hormigón para equipararlo a las propiedades del acero estructural.

3.1.2. Losa de hormigón

El canto de la losa de hormigón es de 25 centímetros, 5 cm de los cuales pertenecen a la prelosa colaborante que formará parte del encofrado perdido para el posterior hormigonado del resto de la losa. El ancho del tablero tiene 11,50 metros.

• **Sección eficaz elástica**

La sección eficaz elástica de la losa se puede hallar mediante el apartado 5.4.1.1 Eurocódigo 4, para estructuras mixtas, ya que el RPX-95 no entra en detalle al no discernir en este aspecto entre parte metálica y parte de hormigón.

En dicho apartado se especifica que el ancho eficaz de la losa se determina con la expresión:

$$b_{\text{eff}} = b_0 + \sum b_{ci}$$

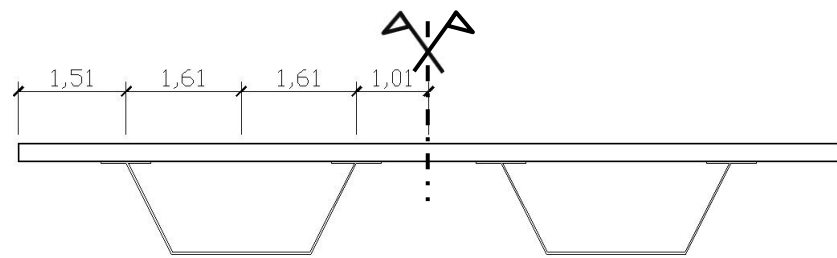
Siendo b_0 la distancia entre filas de conectores de ala con losa, y $b_{ci} = \frac{L}{8} \leq b_{i,}$ siendo L la distancia entre puntos de momento flector nulo en el caso de apoyos, siendo su valor $0,25*(L_1+L_2)$, tal como se ha definido anteriormente.

b_i es la distancia entre el ala del cajón y el borde, en caso de voladizos, y la mitad de la distancia en caso de ser parte interior.

Se va a suponer que $b_0 = 0$.

Por tanto el valor de L en apoyos es $L = 0,25*(27+27) = 13,5 \text{ m}$.

Obtenemos $b_{ci} = L/8 = 1,6875 \text{ m}$.



Se aprecia en todos los casos que b_i es menor que $L/8$, no siendo necesario reducir la losa.

• **Homogeneización de la losa**

En las comprobaciones resistentes la losa sufrirá una serie de modificaciones que dependen del momento en el que se evalúe la estructura en aquellos casos en los que la losa trabaje a compresión (flexión positiva).

Estas comprobaciones se realizan según indica el artículo 34 de la Instrucción del Acero Estructural. Al ser sobre la sección completa se ignorará la presencia de rigidizadores.

Dado que se verifican sobre la sección transversal del acero, y estamos ante una sección mixta, es necesario homogeneizar el hormigón con objeto de asimilarlo a las propiedades del acero para estas comprobaciones.

Para ello, se calcula la siguiente modificación sobre la sección bruta de la losa de hormigón:

$$\eta_0 = \frac{E_a}{E_{c,0}} = \frac{210000}{28576,91} = 7,35$$

Donde E_a es el módulo de deformación del acero estructural, y $E_{c,0}$ el del hormigón calculado de acuerdo al artículo 39.6 de la EHE-08:

$$E_c = 8500 * \sqrt[3]{f_{cm}} = 8500 * \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 8500 * \sqrt[3]{30 + 8} = 28576,91 \frac{N}{mm^2}$$

En caso de análisis diferido, a tiempo infinito, se asume la siguiente simplificación, considerando un coeficiente de fluencia $\varphi = 2,0$:

$$E_{c,\infty} = \frac{E_{c,0}}{(1 + \varphi)} = \frac{28576,91}{3} = 9525,60 \frac{N}{mm^2}$$

Por lo que el coeficiente de homogeneización en este caso es:

$$\eta_\infty = \frac{E_a}{E_{c,\infty}} = \frac{210000}{9525,60} = 22,04$$

Reduciéndose el ancho de la losa del siguiente modo:

$$b_r^* = \frac{b}{\eta} \quad \text{siendo } b_{r,\infty}^* < b_{r,0}^*$$

De modo que los anchos obtenidos a los diferentes tiempos son:

$$b_{r,0}^* = \frac{b}{\eta_0} = \frac{11,5}{7,35} = 1,56 \text{ metros}$$

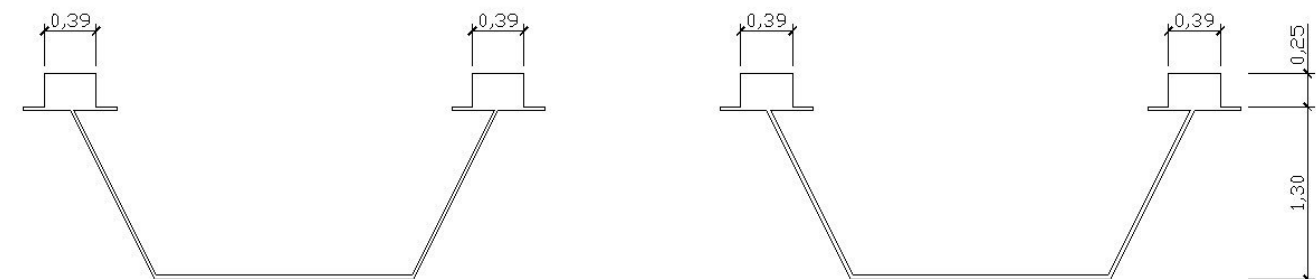
$$b_{r,\infty}^* = \frac{b}{\eta_\infty} = \frac{11,5}{22,04} = 0,52 \text{ metros}$$

Estos anchos se distribuyen entre las alas superiores de los cajones, por lo que a tiempo 0 cada sección de losa tiene una anchura de 0,39 metros, y a tiempo infinito 0,13 metros.

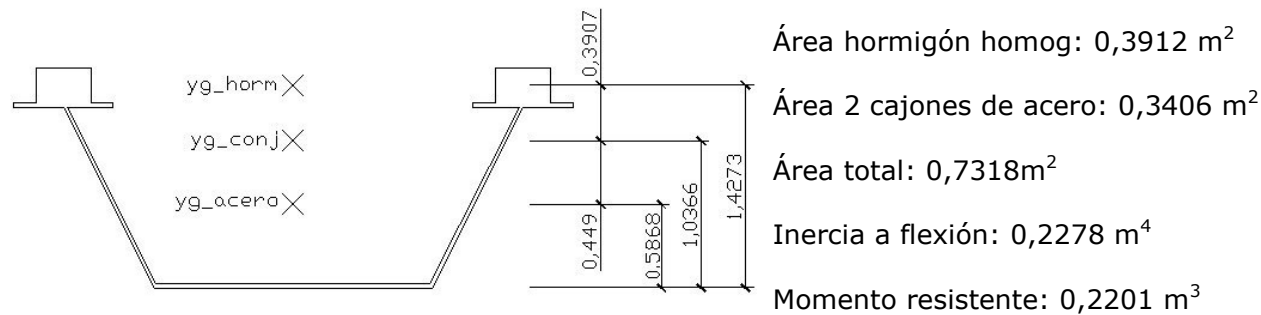
En ambos tiempos la sección del cajón está intacta, ya que como se ha demostrado en el apartado anterior no será necesario efectuar reducciones por abolladura local ni por arrastre por cortante, tomando para ello como simplificación la sección en el centro de vano, siguiendo las prescripciones del artículo 21.2 de la EAE.

A continuación se exponen unas representaciones gráficas de la homogeneización del tablero:

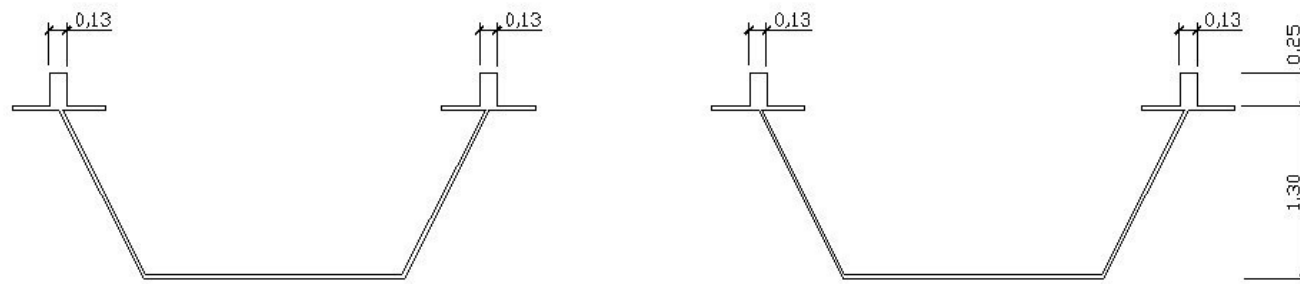
• **A tiempo 0:**



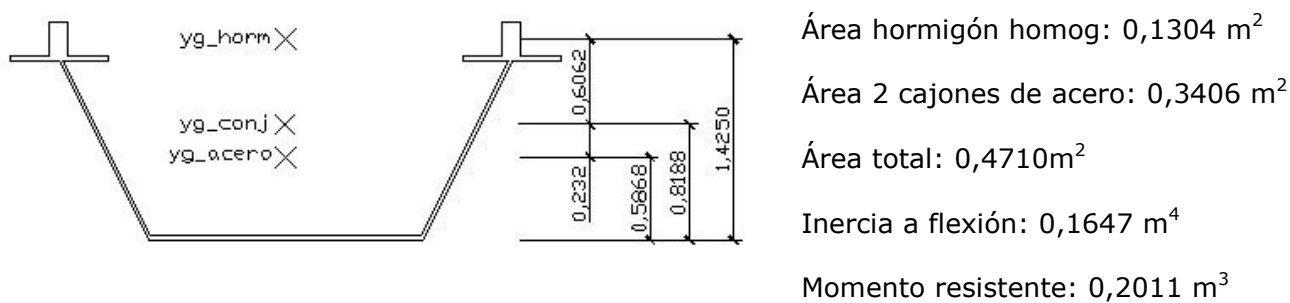
Las alturas de los centros de gravedad de los diferentes materiales y del conjunto, así como las áreas y la inercia son las siguientes:



• A tiempo ∞:

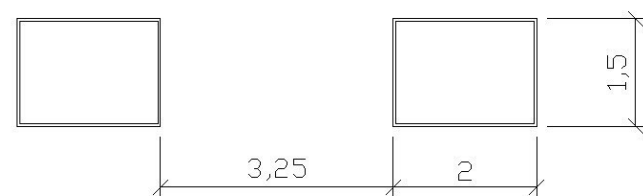


Sus propiedades geométricas son:



3.2. PILAS

Las pilas son los elementos verticales que transmiten los esfuerzos del tablero a la cimentación o al arco.



Sus dimensiones principales serán de 2x1,5, siendo todas las chapas de un espesor de 3 centímetros.

La altura de los elementos varía considerablemente debido a la orografía del terreno y a la curvatura del arco, estando los valores comprendidos entre 38,5 metros en los arranques del arco, hasta los 13 metros en el pilar más próximo al primer estribo.

3.3. APARATOS DE APOYO

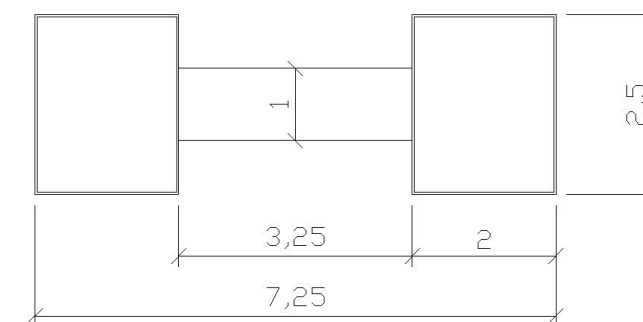
Los aparatos de apoyo seleccionados son del tipo neopreno zunchado, que intercalan capas de neopreno con chapas de acero.

Se situará sobre una platabanda de apoyo ejecutada sobre pilares, asentándose los aparatos una distancia de los bordes de dicha meseta que sea como mínimo de 5 cm.

Las dimensiones de cada aparato será de 450x500x84 mm.

3.4. ARCO

El arco que sustentará el tablero es un arco doble, empotrado en sus arranques, cuya sección para cada uno es un rectángulo de 2,5 metros de altura y 2 metros de ancho, con todas las chapas de 3 cm de acero 275 JR.

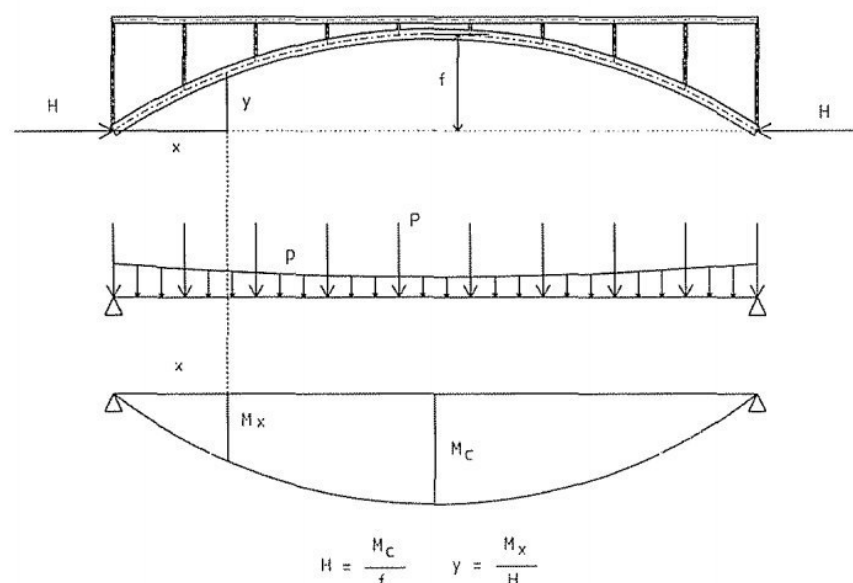


En la zona donde se empotran las pilas se dispondrá un arriostamiento entre ambos arcos que otorgará mayor rigidez lateral al conjunto, cuyas dimensiones serán 1x1 metro, siendo su espesor de chapa de cm. Dicho arriostamiento no será comprobado.

El arco, como elemento estructural, trabaja prácticamente sólo a compresión, cuya directriz sigue la antifunicular de las cargas. Para definir dicha directriz, el método empleado es el descrito por Javier Manterola en su publicación "Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. Volumen II", que en el apartado 17.4.1 da las siguientes pautas:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

- Determinar la ley de momentos flectores de todas las cargas que actúen sobre el arco: las propias y las que provienen del dintel. Dicha ley de flectores es la que se produciría en una en una viga biarticulada de longitud equivalente a la luz del arco.
- Si el momento en el centro se divide por la flecha que deseamos, se obtiene la reacción horizontal H.
- La coordenada vertical para cada punto del arco será la división del momento en ese punto entre H.



En este caso, la luz del arco es 216 metros, y la flecha 40 metros, por lo que la relación $f/L = 1/5,4$ estando dentro del rango de valores más frecuentes para esta tipología.

Para obtener las cargas que provienen del dintel se ha realizado un modelo lineal del tablero, en el que se han introducido las cargas distribuidas que equivalen al pavimento, losa y los dos cajones, obteniendo unas cargas en los apoyos a las que se le ha sumado en cada caso el peso propio de las pilas.

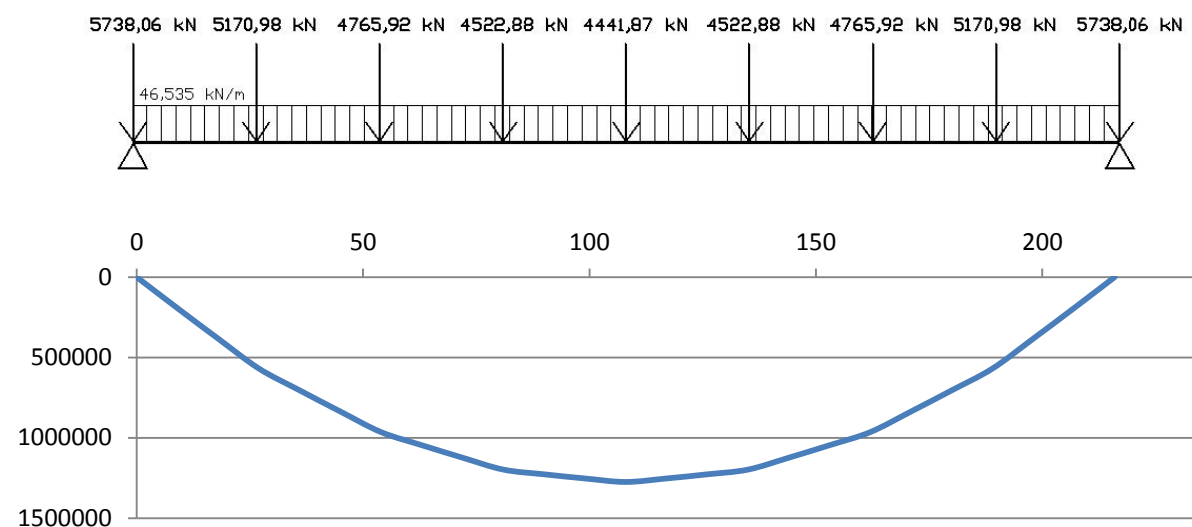
Con estas cargas puntuales y la carga distribuida que corresponde al peso propio del arco, se determina la ley de flectores. Por simplificar el trabajo, para la carga del arco no se ha considerado la curvatura de éste (implicaría que en las zonas próximas a los extremos el peso por unidad de longitud sería mayor al estar más inclinado el arco, y viceversa), por lo que se ha tomado el peso propio como si fuera horizontal.

De este modo, las cargas que provienen del dintel son cargas puntuales cuyo valor para la combinación de acciones en situación persistente es 4409,463 kN, obtenidas mediante un modelo lineal del tablero. A este valor se le añade el peso propio de cada pila, cuya sección es $0,4128 \text{ m}^2$ teniendo en cuenta que es la del conjunto de ambas pilas. Teniendo en cuenta el peso

específico del acero, $78,5 \text{ kN/m}^3$, el valor de esta carga es de $32,48 \text{ kN/m}$ en función de la altura de cada pila.

El arco doble tiene una sección de $0,5328 \text{ m}^2$, siendo que la carga distribuida en este caso es de $46,535 \text{ kN/m}$.

Se muestra a continuación una representación de las cargas aplicadas así como la ley de flectores:



La tabla con la ley de flectores anterior, así como la coordenada Y para cada 9 metros se muestra a continuación:

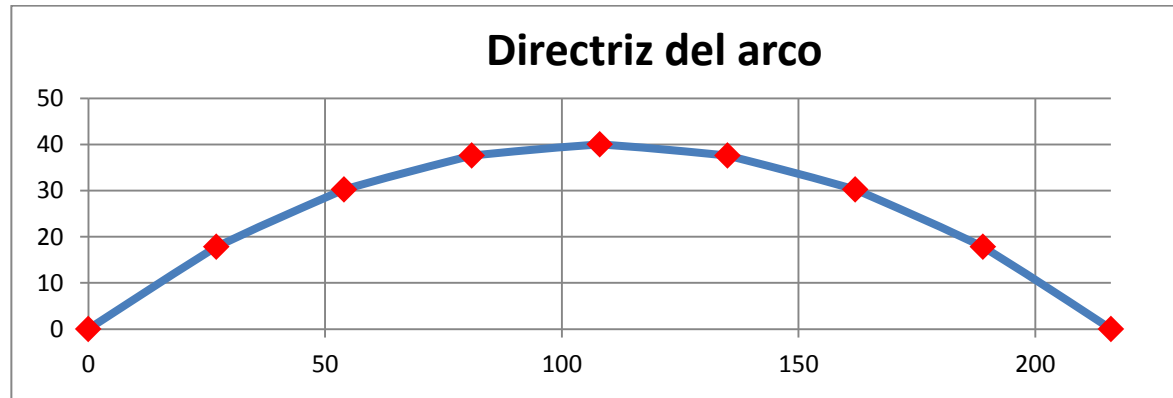
| X (m) | Ley de flectores | | Tramo (X-Y) | | |
|-------|------------------|---------|-------------|------------|----------------|
| | M (kN*m) | Y (m) | Altura | Ángulo (º) | Longitud barra |
| 0 | 0 | 0,0000 | 40,0000 | - | - |
| 9 | 193473,514 | 6,0718 | | 34,0051 | 10,8566 |
| 18 | 383177,709 | 12,0252 | | 33,4845 | 10,7909 |
| 27 | 569112,585 | 17,8604 | 22,1396 | 32,9574 | 10,7261 |
| 36 | 704739,361 | 22,1167 | | 25,3108 | 9,9557 |
| 45 | 836596,817 | 26,2548 | | 24,6923 | 9,9057 |
| 54 | 964684,955 | 30,2746 | 9,7254 | 24,0675 | 9,8569 |
| 63 | 1046110,53 | 32,8299 | | 15,8508 | 9,3557 |
| 72 | 1123766,79 | 35,2670 | | 15,1516 | 9,3241 |
| 81 | 1197653,73 | 37,5858 | 2,4142 | 14,4476 | 9,2939 |
| 90 | 1227065,43 | 38,5088 | | 5,8557 | 9,0472 |
| 99 | 1252707,81 | 39,3136 | | 5,1095 | 9,0359 |
| 108 | 1274580,88 | 40,0000 | 0,0000 | 4,3616 | 9,0261 |
| 117 | 1252707,81 | 39,3136 | | -4,3616 | 9,0261 |
| 126 | 1227065,43 | 38,5088 | | -5,1095 | 9,0359 |
| 135 | 1197653,73 | 37,5858 | 2,4142 | -5,8557 | 9,0472 |
| 144 | 1123766,79 | 35,2670 | | -14,4476 | 9,2939 |

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

| | | | | | |
|-----|------------|---------|---------|----------|---------|
| 153 | 1046110,53 | 32,8299 | | -15,1516 | 9,3241 |
| 162 | 964684,955 | 30,2746 | 9,7254 | -15,8508 | 9,3557 |
| 171 | 836596,817 | 26,2548 | | -24,0675 | 9,8569 |
| 180 | 704739,361 | 22,1167 | | -24,6923 | 9,9057 |
| 189 | 569112,585 | 17,8604 | 22,1396 | -25,3108 | 9,9557 |
| 198 | 383177,709 | 12,0252 | | -32,9574 | 10,7261 |
| 207 | 193473,514 | 6,0718 | | -33,4845 | 10,7909 |
| 216 | 0 | 0,0000 | 40,0000 | -34,0051 | 10,8566 |

En el siguiente diagrama se representa la directriz del arco:

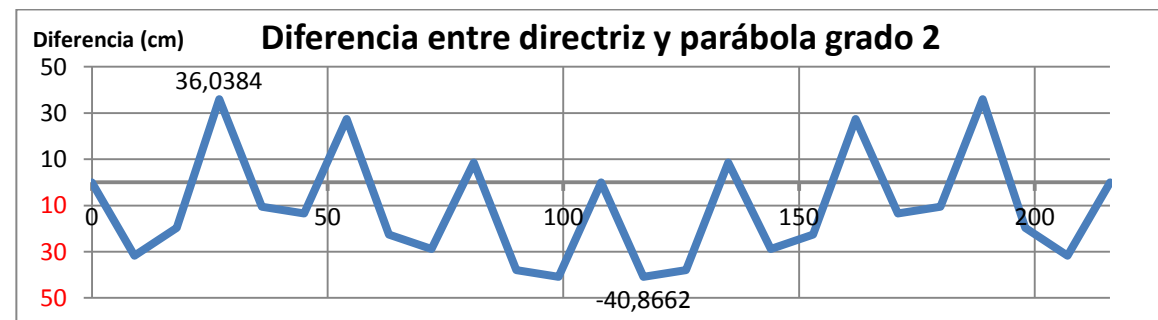


La longitud total es de 234,35 metros.

Según este método, la reacción horizontal es de 31864,52 kN, la vertical equivale a 27444,52 kN, por lo que el ángulo del módulo de la reacción es 40,74º respecto de la horizontal.

El extremo del arco no coincide con este último ángulo, dado que en el extremo del arco no se consideran los esfuerzos que las pilas extremas transfieren a la zapata del arco.

Si se comparan estos valores con los que seguiría una parábola de grado 2 convexa, cuyo vértice coincide con el centro del arco, teniendo como ecuación $y = -0,00343x^2 + 0,74074x$:



La mayor diferencia es de 40,87 cm, inferior a la sexta parte del canto de la sección la cual equivale a 41,67 cm.

3.5. RIGIDIZADORES

Son elementos transversales y longitudinales que fundamentalmente buscan limitar la esbeltez de las chapas.

En el caso de las alas comprimidas, se ha incluido un longitudinal en el medio con la intención de reducir el espesor de la misma, teniendo como objetivo el obtener un menor coste y peso de la estructura.

En el caso de las almas, consigue reducir la abolladura del alma a cortante.

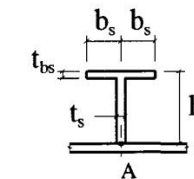
Los rigidizadores transversales, además de colaborar con las almas en la transmisión del cortante, reduce la longitud de pandeo de los rigidizadores longitudinales y de las propias chapas.

Se han diseñado de acuerdo a las condiciones de rigidez establecidas en la RPX-95 en su apartado 6.5, habiendo elegido rigidizadores en T para todos los casos.

A nivel general, se determinan unas condiciones geométricas mínimas para todos los rigidizadores, con la intención de evitar su pandeo torsional:

$$\frac{h_s}{t_s} \leq 30$$

$$\frac{b_s}{t_{bs}} \leq 10$$



Las dimensiones de los diferentes rigidizadores son las siguientes, datos en milímetros:

| Rigidizador | h _s | t _s | b _s | t _{bs} | h _s /t _s | b _s /t _{bs} |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Transversal (alma y ala) | 250 | 12 | 100 | 16 | 20,83 | 6,25 |
| Longitudinal (alma) | 225 | 10 | 95 | 14 | 22,5 | 6,78 |
| Longitudinal (ala) | 180 | 10 | 80 | 12 | 18 | 6,67 |

Así mismo, para los rigidizadores transversales y longitudinales del alma y para los rigidizadores transversales de las alas comprimidas se debe cumplir:

$$\frac{L_s}{h_s} \leq 15$$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Donde L_s es la distancia entre alas para rigidizadores transversales de alma, distancia entre alas para transversales del ala, y distancia entre rigidizadores transversales para longitudinales.

De lo anterior se desprende que los rigidizadores transversales no pueden tener una L_s superior a 3,75 metros. Como el alma tiene una altura de 1,3848 metros medido en verdadera magnitud, y el ala inferior tiene un ancho interior de 1,90 metros, ambos se cumplen sobradamente.

El rigidizador longitudinal del alma no puede tener una longitud, medida entre rigidizadores transversales, superior a 3,375 metros.

Para los rigidizadores longitudinales en alas comprimidas, se debe cumplir:

$$\frac{L_s}{h_s} \leq 25$$

Por lo que un rigidizador longitudinal en el ala comprimida deberá tener una longitud inferior a 4,5 metros.

Es necesario evitar que la separación entre rigidizadores longitudinales en alas traccionadas sea superior a 120 veces el espesor de la chapa a la que están unidos, mientras que en alas comprimidas el límite está en 60 veces el espesor. La más restrictiva, para alas comprimidas, es $60 * 0,025 = 1,5$ metros, por lo tanto cumple.

Por disposiciones de montaje, se situará un rigidizador transversal cada 2,7 metros en los vanos de 27 metros, y cada 2,15 metros en vanos de 21,5 metros.

3.6. DIAFRAGMAS

Son elementos transversales que se disponen en el interior de las vigas en cajón para limitar, fundamentalmente, la distorsión de la sección y asegurar una eficaz incorporación de las cargas exteriores a la estructura, así como una eficaz difusión de las reacciones de apoyo.

Además, también deben incluirse diafragmas intermedios con las siguientes condiciones:

- Se deben disponer un mínimo de 4 diafragmas intermedios en cada vano del puente. Por lo que en los vanos intermedios, de 27 metros, se colocan cada 5,40 metros; en vanos extremos, de 21,5 metros, se colocan cada 4,30 metros.
- La distancia máxima entre diafragmas es $L_D \leq 4d$. Como d se considera la altura del alma, 1,3848 metros, su separación máxima es de 5,54 metros.

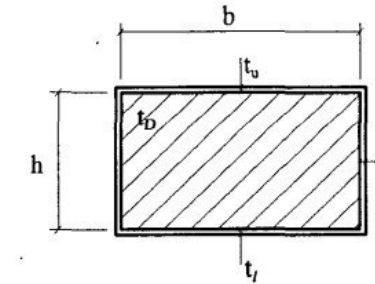
Por lo que la primera condición es la que se va a llevar a cabo.

3.6.1. Diafragmas de apoyo

Debe tener una rigidez mínima como se muestra en la siguiente expresión:

$$\frac{K_D}{K_{Dw} * L_D} \geq 1500$$

Donde K_D es la rigidez del diafragma. Se ha elegido una chapa de espesor $t_D = 10$ cm:



$$K_D = \frac{E}{2 * (1 + \nu)} t_D * b * h = 27300000 \text{ kN/m}$$

E es el módulo de elasticidad del acero, 210000 kN/m².

ν es el coeficiente de Poisson del acero, 0,2.

b y h el ancho y altura de la chapa. Al ser trapezoidal se ha considerado la anchura media: $b = 2,60$ metros, y $h = 1,30$ metros.

K_{Dw} es la rigidez del cajón frente a la distorsión:

$$K_{Dw} = \frac{24E * I_w}{\alpha_0 * h} = 2571$$

Siendo

$$\alpha_0 = 1 + \frac{\frac{2b}{h} + \frac{3(I_u + I_l)}{I_w}}{\frac{(I_u + I_l)}{I_w} + \left(\frac{6h}{b}\right) * \left(I_u * \frac{I_l}{I_w^2}\right)} = 2,157$$

Donde I_l , I_u y I_w son las inercias de alas inferior y superior (o platabanda), y alma, respectivamente, calculadas mediante:

$$I_{chapa} = \frac{t_{chapa}^3}{12 * (1 - \nu^2)}$$

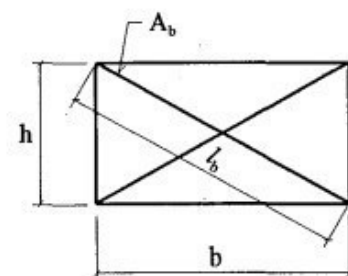
Por lo que se satisface para vanos intermedios y extremos:

$$\frac{27300000}{2571 * L_D} \geq 1500$$

3.6.2. Diafragmas intermedios

Se calcula de forma análoga a lo anterior, esta vez se disponen dos perfiles HEB240 formando una cruz de san Andrés. La rigidez de este diafragma se calcula con expresión:

$$K_D = \frac{2 * E * A_b * b^2 * h^2}{l_b^3} = 206400 \text{ kN/m}$$



Donde A_b es el área del perfil, que para un HEB-240 es 106 cm^2 , y l_b la longitud de cada uno, que es 2,91 metros.

En este caso no se cumple la condición de rigidez, principalmente debido a que se compara la rigidez del cajón con la del diafragma, siendo la del cajón demasiado elevada al emplear paneles de cierto espesor. Si éstos fueran de 1 centímetro de espesor, dicha condición se cumpliría, pero no por ello sería una solución mejor.

4. BASES DE PROYECTO

4.1. CRITERIOS DE SEGURIDAD

De cara a justificar la seguridad de los puentes y su aptitud en servicio, se aplica el método de los Estados Límite, que se considera que, de ser superados, se considera que la estructura podría no cumplir alguna de las funciones para las que fue proyectada.

Generalmente se clasifican en los siguientes:

- **Estados Límite de Servicio (E.L.S.):** engloba todos aquéllos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad o de aspecto requeridos.
- **Estados Límite Últimos (E.L.U.):** engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o de una parte de ella.

Debido a la complejidad que conlleva la comprobación de algunas, y dada la finalidad didáctica y académica de este Proyecto, se llevarán a cabo únicamente las más importantes.

4.1.1. Estados Límite de Servicio (E.L.S.)

Las diferentes comprobaciones de Estados Límite de Servicio son las siguientes:

- **Fisuración:** fisuración del hormigón debido a esfuerzos de tracción.
- **Vibración:** inaceptables para los usuarios del puente o que puedan afectar a su funcionalidad o provocar daños en elementos no estructurales.
- **Deformación:** afecta a la apariencia o funcionalidad del puente, o causa daño a elementos no estructurales.
- **Plastificaciones:** en zonas localizadas del puente que pueden provocar daños o deformaciones irreversibles.
- **Deslizamiento:** en uniones realizadas con tornillos de alta resistencia.

No se llevarán a cabo comprobaciones de vibración, plastificación ni de deslizamiento.

4.1.2. Estados Límite Últimos (E.L.U.)

- **Equilibrio:** falta de estabilidad de una parte o de la totalidad del puente, considerado éste como un cuerpo rígido.
- **Rotura:** deformación plástica excesiva, inestabilidad local por abollamiento o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad del puente.
- **Fatiga:** acumulación de deformaciones o fisuración progresiva bajo cargas repetidas.
- **Inestabilidad:** abolladuras que pueden limitar la capacidad resistente de los elementos.

No se llevará a cabo la comprobación de equilibrio del conjunto del puente, ni la de fatiga.

4.1.3. Situaciones de Proyecto

Una situación de Proyecto de una estructura es un conjunto de condiciones físicas que representan las circunstancias reales que pueden presentarse durante un cierto intervalo de tiempo para el cual en el proyecto se va a comprobar que no se superan los Estados Límite pertinentes. Se considera que, durante ese intervalo, los factores que afectan a la seguridad estructural no varían. Cada una debe ser comprobada de forma independiente.

Las situaciones son las siguientes:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

- **Situaciones persistentes:** corresponden a las condiciones de uso normales de la estructura durante su vida útil.
- **Situaciones transitorias:** se producen cuando las condiciones de uso o estado de la estructura son temporales como, por ejemplo, durante su construcción o reparación, y para las que se considerará el correspondiente periodo de duración. A falta de estudios más detallados se podrá aceptar como tal un año.
- **Situaciones accidentales:** corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura como, por ejemplo, las provocadas por un impacto o por el fallo de algún elemento. Se considerarán instantáneas (salvo que dicho fallo pueda permanecer sin ser detectado).
- **Situaciones sísmicas:** corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura durante un evento sísmico. La situación sísmica se distingue del resto de situaciones accidentales debido a que en ella se establecen diferentes niveles de la magnitud de la acción en función de los requisitos de seguridad o de servicio.

Dado que la estructura no está situada en zona sísmica, no se llevará a cabo la comprobación sísmica; además de cara a simplificar el trabajo, tampoco se realizará la comprobación en situación accidental.

5. ACCIONES A CONSIDERAR

Las acciones son aquellas fuerzas que interna o externamente afectan a la estructura y producen una serie de esfuerzos en la misma.

5.1. VALOR CARACTERÍSTICO

5.1.1. Acciones permanentes

Son aquellas que van a actuar durante toda la vida útil de la estructura. Se clasifican en dos: de valor constante y de valor no constante.

- **Acciones permanentes de valor constante (G)**

Se producen por el peso de los distintos elementos que componen el puente. Se considerará únicamente el peso propio de la estructura (losa, chapas...) y la carga muerta (pavimento).

El valor característico depende del peso específico del material, y de las dimensiones del elemento. Los pesos específicos de los materiales serán los siguientes, según la tabla 3.1.a de la IAP-11:

- Hormigón armado: 25,0 kN/m³
- Acero: 78,5 kN/m³
- Pavimento de mezcla bituminosa: 23,0 kN/m³

Multiplicando el espesor de los elementos por el peso específico se obtienen las cargas que se aplicarán:

- Peso propio: el espesor de la losa es de 0,25 metros, siendo su carga 6,25 kN/m²; las cargas de vigas cajón se introducen directamente en el software informático al ser una forma más compleja.
- Carga muerta: el espesor del pavimento es de 0,05 metros. A efectos de cálculo se considerarán dos extremos:
 - Valor inferior ($G_{k,inf}$): dependiendo del espesor teórico del proyecto, siendo su valor entonces 1,15 kN/m².
 - Valor superior ($G_{k,sup}$): se obtiene al incrementar un 50% el espesor teórico del proyecto, empleado cuando su efecto es desfavorable, por lo que su valor es 1,725 kN/m².

- **Acciones permanentes de valor no constante (G*)**

Se considerarán las acciones reológicas en la losa de hormigón. Dichas acciones son debidas a un acortamiento por retracción a tiempo infinito.

En el artículo 39.8 de la EHE-08 se dan los siguientes valores de retracción y de coeficientes de fluencia para el hormigón cuyo f_{ck} es de 30 MPa:

| Valores de la retracción [10^{-6}] para $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ | | | | | | |
|--|----------------------|------|------|------|------|------|
| t [días] | Humedad relativa [%] | | | | | |
| | 50 | | 70 | | 90 | |
| | Espesor medio [mm] | | | | | |
| | 50 | 600 | 50 | 600 | 50 | 600 |
| 14 | -186 | -30 | -146 | -29 | -76 | -28 |
| 30 | -332 | -46 | -258 | -43 | -126 | -37 |
| 90 | -455 | -84 | -352 | -74 | -170 | -55 |
| 365 | -513 | -177 | -397 | -145 | -193 | -88 |
| 1.825 | -529 | -305 | -409 | -242 | -198 | -129 |
| 10.000 | -532 | -369 | -412 | -289 | -199 | -149 |

Valores del coeficiente de fluencia para $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

| Edad de puesta en carga t_e [días] | Humedad relativa [%] | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 50 | | 70 | | 90 | |
| | Espesor medio [mm] | | | | | |
| | 50 | 600 | 50 | 600 | 50 | 600 |
| 1 | 5,6 | 3,8 | 4,3 | 3,3 | 3,1 | 2,7 |
| 7 | 3,9 | 2,7 | 3,0 | 2,3 | 2,1 | 1,9 |
| 14 | 3,4 | 2,3 | 2,6 | 2,0 | 1,9 | 1,7 |
| 28 | 3,0 | 2,0 | 2,3 | 1,7 | 1,6 | 1,5 |
| 60 | 2,6 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| 90 | 2,4 | 1,6 | 1,9 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| 365 | 1,8 | 1,2 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 0,9 |
| 1.800 | 1,3 | 0,9 | 1,0 | 0,8 | 0,7 | 0,7 |

Como simplificación, se tomará como acción de carácter instantáneo (sobre sección homogeneizada a tiempo 0), y se tomarán los siguientes valores:

- Fluencia: $\varphi_\infty = 2,0$
- Retracción: $\varepsilon_{cs,\infty} = 20 \cdot 10^{-5}$

El valor de la retracción a tiempo infinito se calcula mediante la siguiente expresión simplificada:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\varepsilon_{cs,\infty}}{\varphi_\infty} = \frac{20 \cdot 10^{-5}}{2,0} = 10^{-4}$$

En un primer Estado, para contrarrestar el acortamiento se aplica un axil que tracciona la losa, ubicado en el centro de gravedad de la misma, suponiendo que se libera la conexión entre cajones y losa:

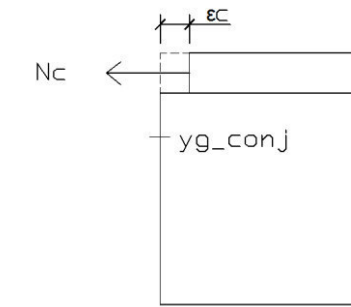
$$N_c = A_c \cdot E_{c,0} \cdot \Delta\varepsilon$$

A_c es la sección bruta de la losa, y $E_{c,0}$ es el módulo de elasticidad del hormigón, calculado como:

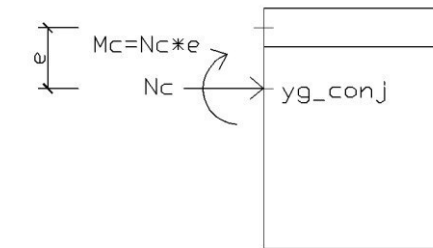
$$E_c = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{cm}} = 8500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 8500 \cdot \sqrt[3]{30 + 8} = 28576,91 \frac{N}{mm^2}$$

Por lo que el axil adquiere un valor característico:

$$N_c = (11,5 \cdot 0,25) \cdot 28576,91 \cdot 1000 \cdot 10^{-4} = 8215,83 \text{ kN}$$



En un segundo Estado, se aplica un axil de mismo módulo pero sentido contrario en el centro de gravedad de la sección homogeneizada a tiempo 0, lo que genera además un momento $N_c \cdot e$, cuya excentricidad es la distancia entre el centro de gravedad de la losa y la del conjunto homogeneizado de losa+cajones.



5.1.2. Acciones variables (Q)

- **Sobrecarga de uso**

Para aplicar la Instrucción IAP-11, es necesaria la consideración de carriles virtuales a lo ancho del tablero, mediante el siguiente criterio:

| ANCHURA DE LA PLATAFORMA (w) | NÚMERO DE CARRILES VIRTUALES (n _i) | ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w _i) | ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE |
|------------------------------|--|--|----------------------------|
| w < 5,4 m | n _i = 1 | 3 m | w - 3 m |
| 5,4 m ≤ w < 6 m | n _i = 2 | w/2 | 0 |
| w ≥ 6 m | n _i = ent(w/3) | 3 m | w - 3n _i |

Donde la plataforma se considera en este caso la distancia entre las caras interiores de los pretiles.

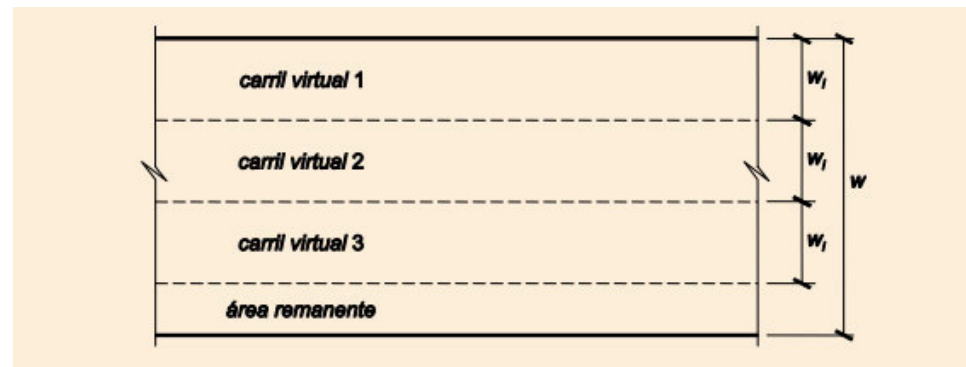
ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Debido a que el tablero tiene un ancho de 11,50 metros, reservando a cada lado 0,50 metros para los respectivos pretilas, la plataforma se considera con un ancho de 10,50 metros, teniendo cada carril virtual 3 metros de anchura.

Por tanto,

$$n = \text{ent} \left(\frac{10,5}{3} \right) = 3 \text{ carriles}$$

Por lo que el área remanente tendrá una anchura de 1,50 metros.

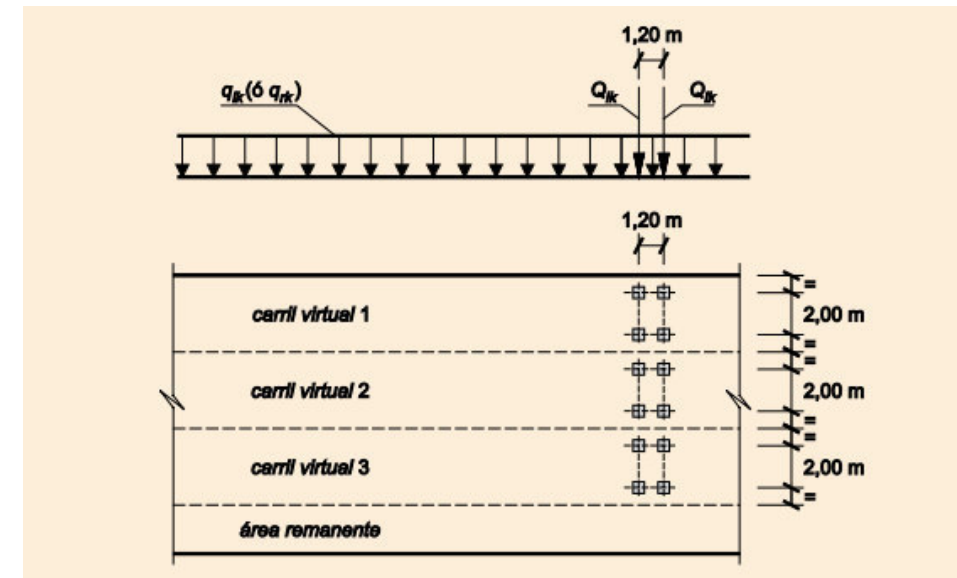


• **Cargas verticales debidas al tráfico de vehículos**

Existen dos tipos de acciones a considerar, mostradas en la siguiente tabla:

| SITUACIÓN | VEHÍCULO PESADO $2Q_{ik}$ [kN] | SOBRECARGA UNIFORME q_{ik} (ó q_{rk}) [kN/m ²] |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| Carril virtual 1 | 2 · 300 | 9,0 |
| Carril virtual 2 | 2 · 200 | 2,5 |
| Carril virtual 3 | 2 · 100 | 2,5 |
| Otros carriles virtuales | 0 | 2,5 |
| Área remanente (q_{rk}) | 0 | 2,5 |

Los cuales se distribuyen del siguiente modo a lo largo y ancho del tablero:



Las cargas referentes al vehículo pesado se encontrarán centradas en los carriles correspondientes, en aquella posición que resulte más desfavorable. Cada vehículo pesado estará constituido por dos ejes separados 1,20 metros entre sí, las ruedas del mismo eje estarán separadas transversalmente 2,00 metros, considerándose el peso en cada rueda como una carga puntual de $0,5Q_{ik}$.

Además, la sobrecarga uniforme se extenderá longitudinal y transversalmente por carriles y área remanente, en aquellas zonas en las que su efecto se considere desfavorable.

• **Cargas verticales en zonas de uso peatonal**

Al ser un viaducto para una autovía sin aglomeración de peatones, no se prevén cargas de este tipo.

• **Fuerza horizontal: frenado y arranque**

El frenado, arranque o cambio de velocidad producirá en el tablero una fuerza horizontal uniformemente distribuida en la dirección longitudinal del puente, aplicada al nivel de la superficie de rodadura.

$$Q_{lk} = 0,6 * 2 * Q_{1k} + 0,1 * q_{1k} * w_1 * L$$

Donde

Q_{1k} es la carga vertical de un eje correspondiente al vehículo pesado del carril 1, siendo 300 kN.

q_{1k} es la carga uniformemente distribuida en el carril 1, equivale a 9 kN/m².

w_1 es la anchura del carril 1, cuyo valor es 3 metros.

L es la longitud entre juntas del tablero, y en caso de no haberlas, la longitud total del viaducto; por tanto vale 340 m.

Por tanto,

$$Q_{lk} = 0,6 * 2 * 300 + 0,1 * 9 * 3 * 340 = 1278 \text{ kN}$$

sin embargo, el valor está limitado entre 180 y 900 kN, siendo por tanto $Q_{lk} = 900 \text{ kN}$.

- **Fuerza centrífuga y otras fuerzas transversales**

Al ser un puente de alineación recta no se producirán fuerzas de este tipo.

- **Sobrecargas de uso en terraplenes adyacentes a la estructura**

Para el cálculo de empujes del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él, (estribos, muros, etc.) se considerará actuando en la parte superior del terraplén, en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, el modelo de cargas simplificado consistente en consistente en una sobrecarga uniforme de 10 kN/m^2 .

- **Empujes sobre barandillas**

La fuerza horizontal perpendicular al elemento superior de la barandilla es $1,5 \text{ kN/m}$; dado que se estima que la altura del pretil es de 1,35 metros, implica un momento torsor de $2,025 \text{ kN*m/m}$ en dirección longitudinal.

- **Viento**

La acción del viento se asimilará a una carga estática equivalente. Además, según la Instrucción, para un puente de estas características no es necesario considerar los efectos aeroelásticos definidos en el apartado 4.2.9, dado que la luz (entendida como distancia horizontal entre ejes de apoyo) es inferior a 80 metros.

El viento se considerará en tres direcciones. En general, la acción del viento en las direcciones horizontales transversal (perpendicular al eje del tablero) y longitudinal (paralelo al eje del tablero) no es concomitante. La componente vertical del viento se considerará concomitante únicamente con la dirección transversal.

- **Velocidad básica del viento**

Se obtiene a partir de la velocidad básica del viento, mediante la siguiente expresión:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$$

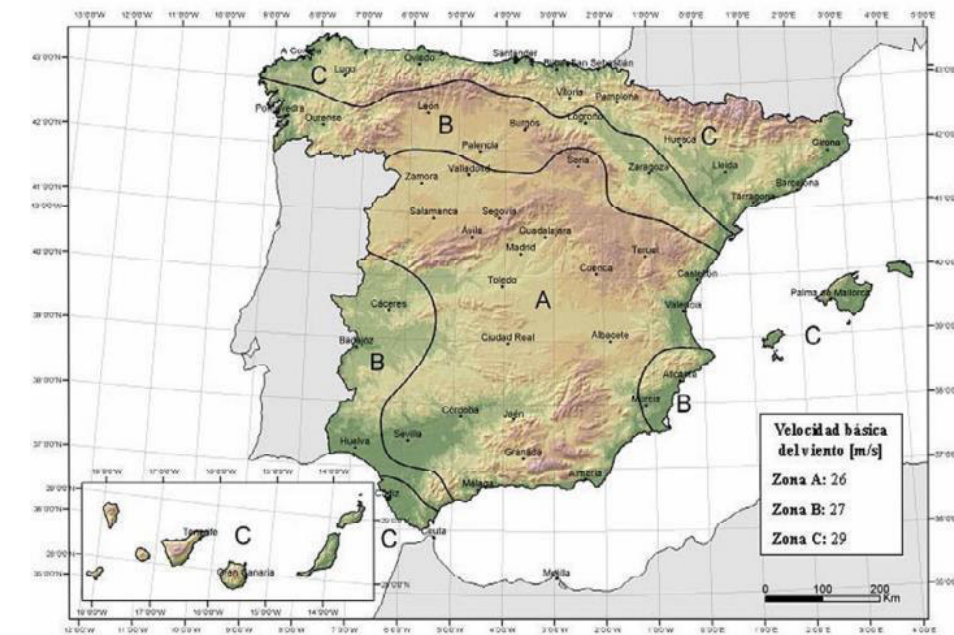
Donde

v_b es la velocidad básica del viento para un $T = 50$ años, en m/s.

c_{dir} es el factor direccional del viento; sin datos es igual a 1,0.

c_{season} es el factor estacional del viento; sin datos es igual a 1,0.

$v_{b,0}$ es la velocidad básica fundamental del viento para un $T = 50$ años, en m/s, obteniéndose del mapa de isotacas que aparece en la figura 4.2-a de la IAP-11:



La obra está emplazada en la Zona B, por lo que $v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$

Por tanto, la velocidad básica del viento para un $T = 50$ años es $= 27 \text{ m/s}$

Para otro período de retorno diferente, la fórmula a emplear es:

$$v_b(T) = v_b * c_{prob}$$

Donde c_{prob} es 1,04 para situaciones persistentes, considerando un $T = 100$ años.

Así pues, la velocidad básica del viento para $T = 100$ años es $28,08 \text{ m/s}$.

- **Empuje vertical del viento sobre el tablero**

El empuje sobre cualquier elemento de la estructura se calcula mediante la expresión:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \rho * v_b^2(T) \right] * c_e(z) * c_{f,z} * A_{ref,z}$$

Siendo

F_w el empuje horizontal del viento, en Newtons.

$v_b^2(T)$ la velocidad básica del viento, en este caso para $T = 100$ años

ρ es la densidad del aire, equivalente a $1,25 \text{ kg/m}^3$.

$c_e(z)$ es el coeficiente de exposición, según la altura z de acuerdo a la siguiente fórmula:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

$$c_e(z) = k_r^2 * \left[c_0^2 * \ln^2\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7 * k_l * c_0 * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

Obteniendo k_r , z_0 y z_{min} de la tabla 4.2-b, en función del entorno:

| TIPO DE ENTORNO | k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] |
|-----------------|-------|-----------|---------------|
| 0 | 0,156 | 0,003 | 1 |
| I | 0,170 | 0,01 | 1 |
| II | 0,190 | 0,05 | 2 |
| III | 0,216 | 0,30 | 5 |
| IV | 0,235 | 1,00 | 10 |

Al estar el viaducto situado en un entorno Tipo III (zona suburbana, forestal o industrial con objetos aislados (árboles, construcciones...) con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos), los valores que adoptan son: $k_r = 2,216$, $z_0 = 0,30$ y $z_{min} = 5$.

z es la altura del tablero sobre el fondo del valle, 102,24 metros.

c_0 es el factor de topografía, que al estar en un valle que produce encauzamiento del viento, toma un valor de 1,1.

k_l es el factor de turbulencia, cuyo valor es 1,0.

Por tanto, el valor de $c_e(z)$ es 4,014.

$c_{f,z}$ es el coeficiente de fuerza en la dirección vertical Z, tomando un valor de $\pm 0,9$.

$A_{ref,z}$ es el área en planta del tablero, en m^2 . Sus dimensiones son $340 * 11,5 = 3910 m^2$.

Finalmente se calcula la fuerza vertical sobre el tablero:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} * 1,25 * 28,08^2 \right] * 4,014 * 0,9 * 3910 = 6941,57 \text{ kN}$$

Como se actúa como una carga distribuida, su valor se divide para el área del tablero:

$$F_{w,k} = \frac{F_w}{A_{ref}} = \frac{6941,57}{3910} = 1,78 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- Empuje horizontal del viento sobre el tablero**

Se distinguen dos tipos de empujes horizontales sobre el tablero: transversal (en el eje X) y longitudinal (en el eje Y):

Empuje transversal

En tableros de alma llena, el área de referencia A_{ref} es la longitud total del puente multiplicada por una altura equivalente h_{eq} que además del propio tablero incluye elementos no estructurales opacos.

$$h_{eq} = \text{canto tablero} + \text{pretil}_{\text{hormigón}} = 1,55 + 0,85 = 2,40 \text{ m}$$

Por tanto, el área de referencia $A_{ref} = 340 * 2,40 = 816 \text{ m}$

El coeficiente de fuerza en esta situación se calcula:

$$c_{f,x} = 2,5 - 0,3 * \left(\frac{B}{h_{eq}} \right) = 2,5 - 0,3 * \left(\frac{11,5}{2,40} \right) = 1,0625$$

Donde B es la anchura del tablero. Este coeficiente está limitado entre 1,3 y 2,4 por lo que tomará el valor de 1,30.

Por tanto, el empuje del viento transversal se calcula:

$$F_{w,x} = \left[\frac{1}{2} * 1,25 * 28,08^2 \right] * 4,014 * 1,30 * 816 = 2098,38 \text{ kN}$$

Como se aplicará sobre el área expuesta, se calcula la distribuida:

$$F_{w,x} = \frac{2098,38}{816} = 2,57 \text{ kN/m}^2$$

Empuje longitudinal

El empuje longitudinal, paralelo al eje del tablero será una fracción del empuje transversal, producido por un coeficiente reductor.

La fracción del empuje transversal considerada es de un 25% al ser un tablero con elementos sólidos.

El coeficiente reductor tiene la siguiente expresión:

$$1 - \left[\frac{7}{c_0 * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) + 7} \right] * \Phi\left(\frac{L}{L(z)}\right)$$

donde

c_0 es el factor de topografía, definido anteriormente y con un valor de 1,1.

z y z_0 tienen un valor de 102,24 y 0,30 como ya se definió en el apartado anterior.

$\Phi\left(\frac{L}{L(z)}\right) = 0,23 + 0,182 * \ln\left(\frac{L}{L(z)}\right)$ tomando un valor de 0,328.

L es la longitud total del puente, siendo entonces 340 metros.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

$L(z)$ es la longitud integra de la turbulencia, calculada para el caso de $z_{min} \leq z \leq 200$:

$$L(z) = 300 * \left(\frac{z}{200}\right)^\alpha = 300 * \left(\frac{101,24}{200}\right)^{0,61} = 198,04 \text{ m}$$

Obteniendo α de la tabla 4.2-d:

| TIPO DE ENTORNO | α |
|-----------------|----------|
| 0 | 0,38 |
| I | 0,44 |
| II | 0,52 |
| III | 0,61 |
| IV | 0,67 |

Por lo que toma un valor de 0,61 al ser entorno III.

El coeficiente reductor por tanto obtiene el siguiente valor:

$$1 - \left[\frac{7}{1,1 * \ln\left(\frac{101,24}{0,30}\right) + 7} \right] * 0,32836 = 0,8285$$

Finalmente, el empuje longitudinal se calcula a continuación:

$$F_{w,y} = 2098,38 * 0,25 * 0,8285 = 434,63 \text{ kN}$$

• **Empuje del viento sobre pilas y sobre el arco**

El empuje sobre los elementos que sustentan el tablero se calculará a partir de un nuevo coeficiente de exposición $c_e(z)$, su área de referencia A_{ref} y del coeficiente de fuerza c_f que depende de la sección de cada elemento, y obtenido de la figura 4.2-b:

| | $\frac{B}{h}$ | $\leq 0,2$ | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 2,0 | 5,0 | $\geq 10,0$ |
|--|---------------|------------|-----|------|-----|-----|------|-----|-------------|
| | c_f | 2,0 | 2,2 | 2,35 | 2,4 | 2,1 | 1,65 | 1,0 | 0,9 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

En las pilas se va a considerar el viento longitudinal y transversal, mientras que en el arco, protegido por las pilas del viento del viento transversal sólo se considerará el transversal.

En cada pareja de pilas, sólo se considerarán los efectos del viento transversal en la situada a barlovento.

Por simplificar el trabajo, se calculará un coeficiente de exposición único para la altura media de las pilas situadas más arriba, próximas a los estribos. La altura referida es de 91,65 metros sobre el fondo del valle. Por tanto, el coeficiente de exposición $c_e(z)$ a dicha altura es de 3,90.

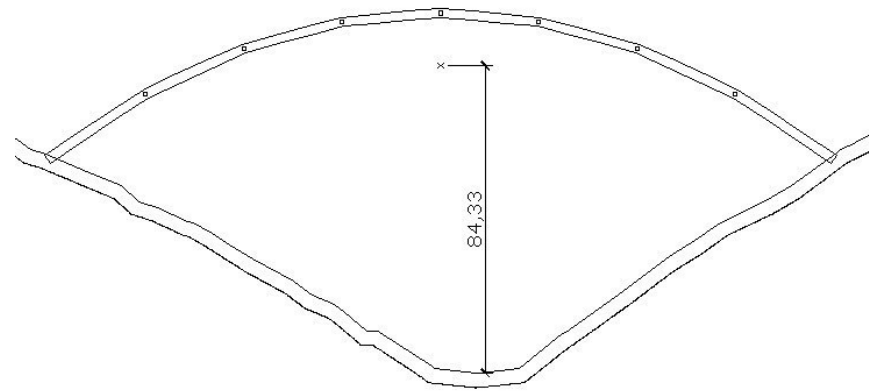
De acuerdo a la tabla anterior, para hallar el coeficiente de fuerza con viento en sentido longitudinal obtenemos el coeficiente $B/h = 1,5/2 = 0,75$. Interpolando se obtiene que el coeficiente de fuerza $c_f = 2,35$.

Por tanto, el empuje del viento en sentido longitudinal es $4,51 \text{ kN/m}^2$.

En sentido transversal, la relación $B/h = 2/1,5 = 1,33$. Por lo que $c_f = 1,95$.

El empuje del viento en sentido transversal es $3,74 \text{ kN/m}^2$.

En el arco, se calcula el coeficiente de exposición de la altura entre el fondo del valle y el centro de gravedad de la sección del arco:



El coeficiente de exposición en función de la altura en este caso es 3,84, mientras que la relación B/h en sentido transversal equivale a $2/2,5 = 0,8$. Interpolamos, obtenemos que el $C_f = 2,3$.

Por tanto el empuje transversal del arco es de $4,32 \text{ kN/m}^2$.

Los empujes transversales aquí calculados pueden ir acompañados de los empujes verticales sobre el tablero; sin embargo los empujes longitudinales se considerarán aislados.

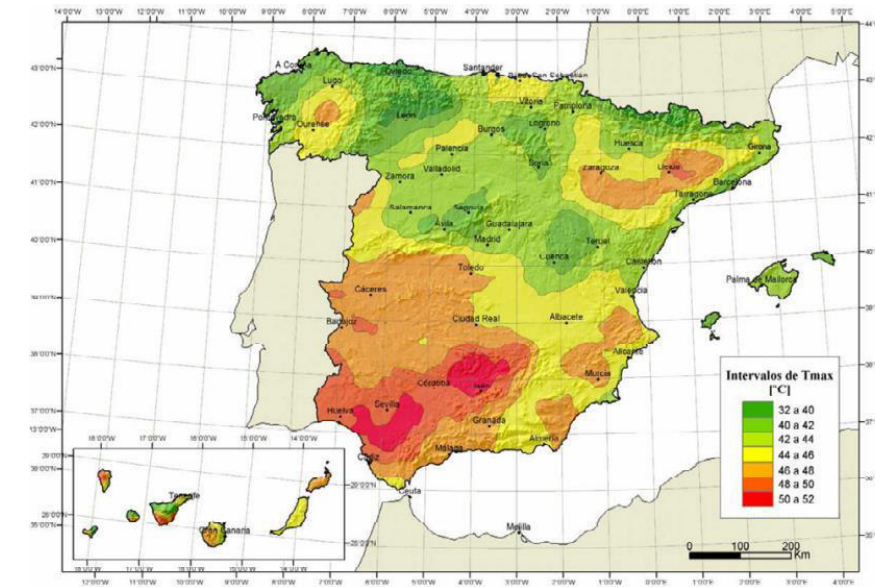
• **Acción térmica**

El tipo de tablero que considera la Instrucción es el siguiente:

- Tipo 2: Tableros mixtos compuestos por acero estructural y hormigón armado.
- **Componente uniforme de la temperatura del tablero**

Para calcular los efectos de la componente uniforme de temperatura se partirá del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente.

El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra T_{max} depende del clima del lugar y de la altitud y, para un periodo de retorno de 50 años (lo que equivale a una probabilidad anual de ser excedido de 0,02), será el que se indica en el mapa de isotermas de la figura 4.3-a:



Por lo que la temperatura máxima para un período de retorno de 50 años T_{max} es de 42° .

Como valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra T_{min} se tomará, para un periodo de retorno de 50 años, el que se deduce de la tabla 4.3-a en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática invernal que se deduce del mapa de la figura 4.3-b.



De la tabla 4.3-a, para una altitud de 486 msnm en Zona invernal 1 se deduce una temperatura mínima T_{min} , con período de retorno es de 50 años, de -14°C .

Para períodos de retorno diferentes, se usan las siguientes expresiones:

$$T_{max,p} = T_{max} * \{k_1 - k_2 * \ln[-\ln(1 - p)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min} * \{k_3 + k_4 * \ln[-\ln(1 - p)]\}$$

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

Siendo

p la inversa del período de retorno

$$k_1 = 0,781; k_2 = 0,056; k_3 = 0,393 \text{ y } k_4 = -0,156$$

Dado que analizamos situaciones persistentes, consideramos $T = 100$ años, siendo $p = 0,01$, y los valores $T_{max,p}$ y $T_{min,p}$ teniendo los valores:

$$T_{max,p} = 42 * \{0,781 - 0,056 * \ln[-\ln(1 - p)]\} = 43,62^\circ C$$

$$T_{min,p} = -15 * \{0,393 + (-0,156) * \ln[-\ln(1 - p)]\} = -15,55^\circ C$$

La componente uniforme de la temperatura del tablero tendrá dos valores, máximo y mínimo, de acuerdo a las fórmulas:

$$T_{e,max} = T_{max,p} + \Delta T_{e,max}$$

$$T_{e,min} = T_{min,p} + \Delta T_{e,min}$$

En este caso el coeficiente de dilatación lineal del acero podrá considerarse igual a la del hormigón, $10 * 10^{-6} \text{ } ^\circ C^{-1}$.

Tomando tanto $\Delta T_{e,max}$ como $\Delta T_{e,min}$ un valor de $4^\circ C$ al ser tablero mixto según la tabla 4.3-b, siendo entonces $T_{e,max} = 47,62^\circ C$ y $T_{e,min} = -11,55^\circ C$.

El rango de temperaturas de la componente uniforme es el calculado a continuación:

$$\Delta T_N = T_{e,max} - T_{e,min} = 47,62 - (-11,55) = 59,17^\circ C$$

A partir de los valores característicos máximo y mínimo de la componente uniforme de temperatura, así como de la temperatura inicial T_0 , se calculan los rangos de variación térmica que permite calcular la contracción y dilatación máximas del tablero.

Sin datos de temperatura a la que se instala el tablero, $T_0 = 15^\circ C$, por lo que:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 15 - (-11,55) = 26,55^\circ C$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 47,62 - 15 = 32,62^\circ C$$

Para dimensionar los aparatos de apoyo, podrá considerarse como máxima variación de contracción de la componente uniforme de la temperatura del puente el valor de $(T_{N,con} + 5) \text{ } ^\circ C$ y como máxima variación de dilatación el valor de $(T_{N,exp} + 5) \text{ } ^\circ C$ si se reajustan las holguras para una temperatura igual a T_0 .

• Componente de la diferencia de la temperatura

Se asumirá la diferencia vertical de temperatura en puentes mixtos. Se considerará calentamiento las que originan una ganancia de calor de la sección parcial de acero respecto del hormigón; mientras que enfriamiento da lugar a una pérdida de calor del acero respecto al hormigón.

En calentamiento, se considerará que la sección parcial de acero tiene un incremento $\Delta T_{M,heat} = +18^\circ C$ respecto al hormigón.

En enfriamiento, se considerará que la sección parcial de acero tiene un incremento $\Delta T_{M,cool} = -10^\circ C$ respecto al hormigón.

Estas diferencias de temperatura suponen sobre la sección mixta completa una componente uniforme y una componente equivalente lineal de diferencia de temperatura vertical. El valor de la componente uniforme de temperatura producido por $\Delta T_{M,heat}$ ó $\Delta T_{M,cool}$, no se debe tener en cuenta en ninguna comprobación, al haberse incluido ya en el rango de variación de la acción definida por lo que sólo se considerará el efecto de la diferencia vertical de temperatura lineal equivalente.

En este caso se emplearán los valores de los coeficientes de dilatación lineal siguientes:

- Acero: $12 * 10^{-6} \text{ } ^\circ C^{-1}$
- Hormigón: $10 * 10^{-6} \text{ } ^\circ C^{-1}$

Por simplificar el trabajo, no se considerará la componente de la diferencia horizontal. Tampoco la acción térmica en pilas ni en otros elementos ajenos al tablero.

• Nieve

Se va a considerar la nieve como sobrecarga en terreno horizontal, obteniendo la Zona climática de invierno del mapa 4.3-b de la IAP-11, que previamente ya se ha obtenido, perteneciendo a la Zona 1.

Una vez conocido que la obra está situada en la Zona 1, en la tabla 4.4-a de la IAP-11 se obtiene el valor s_k de la sobrecarga de nieve en función de la cota, considerando la altitud como la cota rasante del pavimento, que será 486 msnm.

| ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b) | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ALTITUD [M] | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 | 0,2 |
| 2200 | - | 8,0 | - | - | - | - | - |

Interpolando obtenemos que el valor s_k es $0,686 \text{ kN/m}^2$.

De este valor se puede hallar la sobrecarga de nieve en el tablero, el cual se calcula mediante la expresión:

$$q_k = 0,8 * s_k = 0,8 * 0,686 = 0,5488 \text{ kN/m}^2$$

• Otras acciones variables

Dado el emplazamiento del viaducto, no se espera que la acción del agua afecte ni hidrostática ni hidrodinámicamente. Así mismo, tampoco se consideran otras sobrecargas en situación transitoria producidas por equipos tales como maquinaria o acopios durante la fase de construcción ni durante su vida útil.

5.1.3. Acciones accidentales (A)

• Impactos

El viaducto está situado en una zona en la que no es previsible que se produzcan impactos ni contra pilas ni contra otros elementos estructurales, por lo que no se consideran ese tipo de acción.

Tampoco se va a calcular el impacto sobre los sistemas de contención de vehículos, dada la finalidad académica de este trabajo y el trabajo extra que ello trae consigo.

• Acción sísmica (AE)

Considerando la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), no es necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b cumpla la siguiente expresión

$$a_b < 0,04g$$

donde g es la aceleración de la gravedad.

Tanto en la figura 3.1 de la NCSP-07, donde se muestra el Mapa de peligrosidad Sísmica, como en el Anejo I de la misma Norma, donde se relacionan todos los municipios cuya $a_b \geq 0,04g$, el Municipio de A Rúa (Ourense) no figura, por lo que se considera que no es necesaria la consideración de acciones sísmicas.



5.1.4. Cuadro resumen

El cuadro resumen ton todas las acciones calculadas y tomadas en cuenta para las comprobaciones son las siguientes:

| | Tipo acción | Acción | Situación | Valor característico |
|------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--|
| G | Peso Propio(*) | Tablero Mixto | Tablero | * Variable. Inc en SAP |
| | Carga muerta | Pavimento inf | Pavimento | 1,15 kN/m ² |
| | | Pavimento sup | Pavimento | 1,725 kN/m ² |
| G* | Reológicas | Retracción | Losa de hormigón | N _c = 8215,83 kN M _c depende de e |
| Q | Sobrecarga | TraficoPuntual (cdv) | Carril 1 | 2x300 kN |
| | | | Carril 2 | 2x200 kN |
| | | | Carril 3 | 2x100 kN |
| | | Trafico Distribuido | Carril 1 | 9 kN/m ² |
| | | | Carril 2 | 2,5 kN/m ² |
| | | | Carril 3 | 2,5 kN/m ² |
| | Área Remanente | | 2,5 kN/m ² | |
| | Empuje en terraplén | Terraplén | 10 kN/m ² | |
| | Climáticas | Nieve | Tablero | 0,55 kN/m ² |
| | | Térmicas | Tablero | $\Delta T_{N,con} = -31,55^{\circ}C$ $\Delta T_{N,exp} = +37,62^{\circ}C$ |
| | | | Vertical Tablero | 1,78 kN/m ² |
| | | Viento | Long Tablero | 434,63 kN |
| | | | Transversal Tablero | 2,57 kN/m ² |
| Long Pila | | | 4,51 kN/m ² | |
| Transversal Pila | | | 3,74 kN/m ² | |
| Transversal Arco | 4,32 kN/m ² | | | |

(*) el peso propio del tablero (losa + vigas cajón) se ha incluido en SAP2000 a partir del caso de cargas *DEAD*, el cual asigna la carga directamente en función del peso específico y de la sección de los elementos estructurales.

Los pesos específicos de los dos materiales considerados son los siguientes:

- Acero estructural: 78,5 kN/m³
- Hormigón armado: 25 kN/m³

5.2. VALOR REPRESENTATIVO

El valor de la acción que se emplea en la verificación de los Estados Límite. El principal valor representativo de las acciones es su valor característico, que se multiplica por un coeficiente de simultaneidad que depende del tipo de acción que se considera.

5.2.1. Valor representativo de acciones permanentes

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k o G_k^* .

Para el pavimento hay dos valores posibles definidos en el apartado 5.1.1, dependiendo de si su efecto es favorable o desfavorable. Estos valores son $G_{k,sup}$ y $G_{k,inf}$.

En las acciones permanentes de valor no constante, su valor depende del instante t en el que se realiza la comprobación.

5.2.2. Valor representativo de acciones variables

Para las acciones variables, además del valor característico, se considerarán los siguientes valores representativos, de acuerdo a la comprobación que se realice:

- **Valor de combinación $\psi_0 Q_k$:** Será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes. Este valor se utilizará en las comprobaciones de estados límite últimos en situación persistente o transitoria y de estados límite de servicio irreversibles.
- **Valor frecuente $\psi_1 Q_k$:** Será el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil del puente. Corresponde a un periodo de retorno de una semana. Este valor se utilizará en las comprobaciones de Estados Límite Últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles.
- **Valor casi-permanente $\psi_2 Q_k$:** Será el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente. Este valor se utilizará también en las comprobaciones de estados límite últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles, además de en la evaluación de los efectos diferidos.

En la tabla 6.1-a se pueden encontrar los diferentes factores de simultaneidad descritos anteriormente:

| Acción | | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------|----------|----------|
| Sobrecarga de uso | Gr1: cargas verticales | Vehículos pesados | 0,75 | 0,75 | 0 |
| | | Sobrecarga uniforme | 0,4 | 0,4 | 0 |
| | Gr2: fuerzas horizontales | | 0 | 0 | 0 |
| Viento | F_{wk} | En situación persistente | 0,6 | 0,2 | 0 |
| Nieve | $Q_{Sn,k}$ | En construcción | 0,8 | 0 | 0 |

5.2.3. Valor representativo de acciones accidentales

Dado que no se han considerado acciones accidentales, no se obtienen valores representativos para estas acciones.

5.3. VALOR DE CÁLCULO

El valor de cálculo de una acción se obtiene multiplicando el valor representativo por un coeficiente parcial Y_F , el cual depende según la comprobación que vaya a verificarse.

5.3.1. Valor de cálculo para comprobaciones en ELU

De cara a verificar los ELU, se considerará únicamente la situación persistente o transitoria.

Los coeficientes Y_F para las comprobaciones resistentes (STR) se obtienen a partir de la tabla 6.2-b:

| Acción | | Efecto | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------|
| | | Favorable | Desfavorable |
| Permanente de valor constante (G) | Peso propio | 1,0 | 1,35 |
| | Carga muerta | 1,0 | 1,35 |
| Permanente de valor no constante (G*) | Reológicas | 1,0 | 1,35 |
| Variable (Q) | Sobrecarga de uso | 0 | 1,35 |
| | Sobrecarga de uso en terraplenes | 0 | 1,5 |
| | Acciones climáticas | 0 | 1,5 |

Para las acciones permanentes de valor constante G, los coeficientes $G = 1,0$ y $G = 1,35$ se aplicarán a la totalidad de la acción del mismo origen, según su efecto total sea favorable o desfavorable, respectivamente.

En el caso de la carga de pavimento, se considerará para la totalidad de la acción:

- El valor representativo inferior $G_{k,inf}$ ponderado por $G = 1,0$ cuando su efecto sea favorable.
- El valor representativo superior $G_{k,sup}$ ponderado por $G = 1,35$ cuando su efecto sea desfavorable.

5.3.2. Valor de cálculo para comprobaciones en ELS

Los coeficientes Y_F para las comprobaciones ELS se obtienen a partir de la tabla 6.2-c:

| Acción | | Efecto | |
|---------------------------------------|----------------------------------|-----------|--------------|
| | | Favorable | Desfavorable |
| Permanente de valor constante (G) | Peso propio | 1,0 | 1,0 |
| | Carga muerta | 1,0 | 1,0 |
| Permanente de valor no constante (G*) | Reológicas | 1,0 | 1,0 |
| Variable (Q) | Sobrecarga de uso | 0 | 1,0 |
| | Sobrecarga de uso en terraplenes | 0 | 1,0 |
| | Acciones climáticas | 0 | 1,0 |

6. COMBINACIÓN DE ACCIONES

6.1. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELU

Se va a realizar únicamente la comprobación en situación persistente o transitoria, la cual se hará de acuerdo a la siguiente expresión (combinación fundamental):

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} Y_{G,m} G_{k,m}^* + Y_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} Y_{G,i} \psi_{0,i} G_{k,i}$$

Donde

$G_{k,j}$ es el valor característico de la acción permanente (peso propio + carga muerta).

$G_{k,m}^*$ es el valor característico de la acción permanente de valor no constante, de la cual no disponemos.

$Q_{k,1}$ es el valor característico de la acción variable dominante.

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

$\psi_0 Q_{k,i}$ es el valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

$\gamma_G \gamma_Q$ son los coeficientes parciales indicados en el apartado 5.3

Se realizarán tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando en cada una de ellas, una de las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

Así pues, tenemos las siguientes combinaciones:

$$ELU_1 = 1,35 * (PP + CM) + 1,35 * (2Q_{ik} + q_{ik}) + 1,5 * 0,8 * Q_{Sn,k} + 1,5 * 0,6 * F_{w,k}$$

$$ELU_2 = 1,35 * (PP + CM) + 1,5 * Q_{Sn,k} + 1,35 * (0,75 * 2Q_{ik} + 0,4 * q_{ik}) + 1,5 * 0,6 * F_{w,k}$$

$$ELU_3 = 1,35 * (PP + CM) + 1,5 * F_{w,k} + 1,35 * (0,75 * 2Q_{ik} + 0,4 * q_{ik}) + 1,5 * 0,8 * Q_{Sn,k}$$

Siendo la acción variable dominante, para cada caso, la sobrecarga de uso, la nieve y el viento, respectivamente.

6.2. COMBINACIÓN PARA COMPROBACIONES EN ELS

En este caso se va a verificar la Combinación frecuente, cuya expresión es la siguiente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{G,i} \psi_{2,i} G_{k,i}$$

Por lo que las combinaciones que obtendremos son:

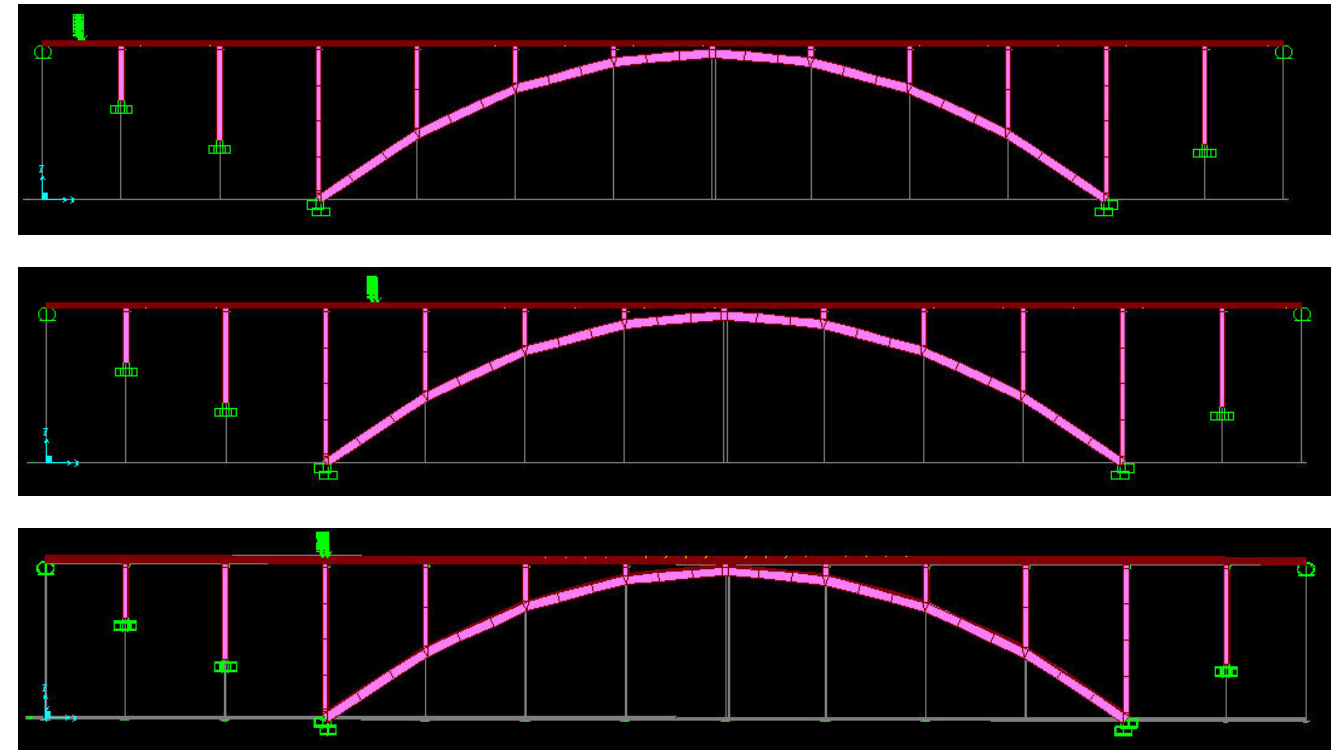
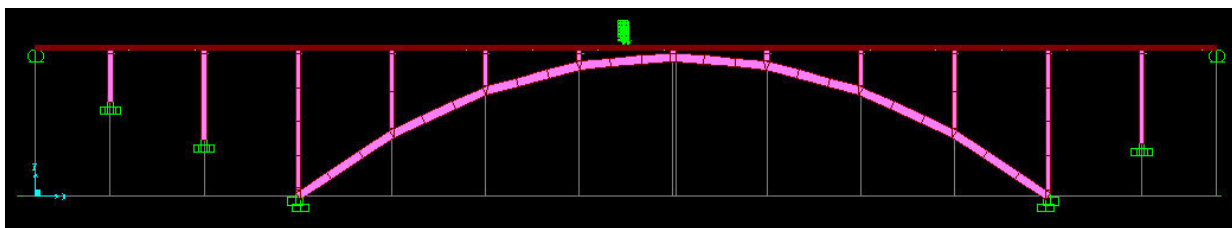
$$ELS_1 = 1,0 * (PP + CM) + 1,0 * (0,75 * 2Q_{ik} + 0,4 * q_{ik}) + 1,0 * 0 * Q_{Sn,k} + 1,0 * 0 * F_{w,k}$$

$$ELS_2 = 1,0 * (PP + CM) + 1,0 * 0 * Q_{Sn,k} + 1,0 * (0,75 * 2Q_{ik} + 0,4 * q_{ik}) + 1,0 * 0 * F_{w,k}$$

$$ELS_3 = 1,0 * (PP + CM) + 1,0 * 0,2 * F_{w,k} + 1,0 * (0 * 2Q_{ik} + 0 * q_{ik}) + 1,0 * 0 * Q_{Sn,k}$$

Siendo la acción variable dominante, para cada caso, la sobrecarga de uso, la nieve y el viento, respectivamente.

La sobrecarga puntual del tráfico pesado se dispone en cuatro puntos diferentes, considerándose para cada caso la ubicación más desfavorable.



7. APLICACIONES INFORMÁTICAS EMPLEADAS

La aplicación empleada para los cálculos estructurales ha sido SAP2000 v14.1.0.

Para realizar los cálculos iterativos en las comprobaciones se ha utilizado la aplicación Microsoft Excel 2010.

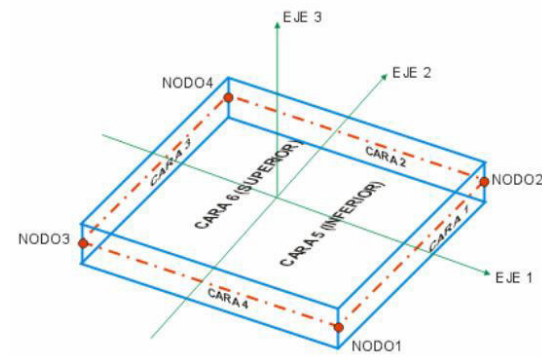
8. MODELIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Para la introducción de cargas y la posterior obtención de los esfuerzos en los diferentes elementos que conforman la estructura, ésta se ha modelado tridimensionalmente con SAP2000, mediante dos elementos diferentes:

- Frame: elementos tipo barra, a los que se les puede asociar una sección con material, indicando qué punto de la sección coincide con la directriz de la barra, a efectos de inercia. Consta de dos nodos (inicial y final).
- Shell: elemento tipo lámina, con 3 ó 4 nodos. Combina las propiedades del elemento membrana (deformaciones sólo axiales y rotación únicamente sobre el eje local 3), y elementos plato (permite deformaciones sólo en el eje local 3, rotación en ejes 1 y 2). Se les asigna un espesor y un material.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas



Para las chapas y losa se han empleado los elementos Shell, mientras que para los rigidizadores y diafragmas intermedios se ha empleado diferentes secciones mediante elementos frame, cuyos nodos se han hecho coincidir con los de los Shell.

Los apoyos elastoméricos se han representado mediante enlaces "Link", a los que se les asigna la rigidez lateral de dichos aparatos de apoyo, siendo ésta 2678,5714 kN/m.

Los materiales que se han definido son los expuestos a continuación:

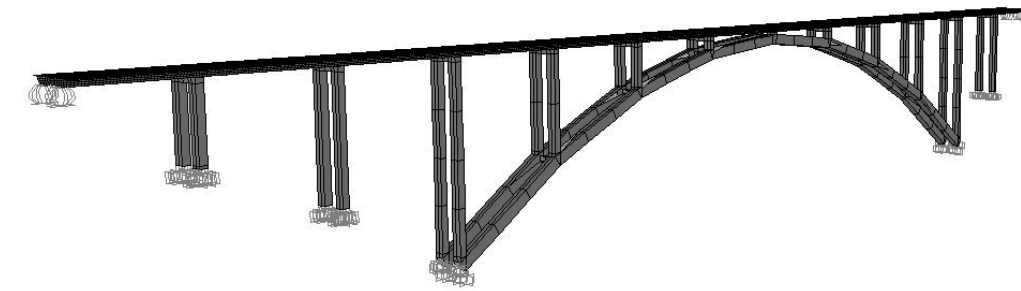
| Material | Acero estructural | Hormigón |
|---|-------------------|------------|
| Propiedad | | |
| Resistencia característica (kN/m ²) | 275000 | 30000 |
| Peso específico (kN/m ³) | 78,5 | 25 |
| Módulo de elasticidad (kN/m ²) | 210.000.000 | 28.576.791 |
| Coefficiente Poisson | 0,3 | 0,2 |

Dichas propiedades se han obtenido de:

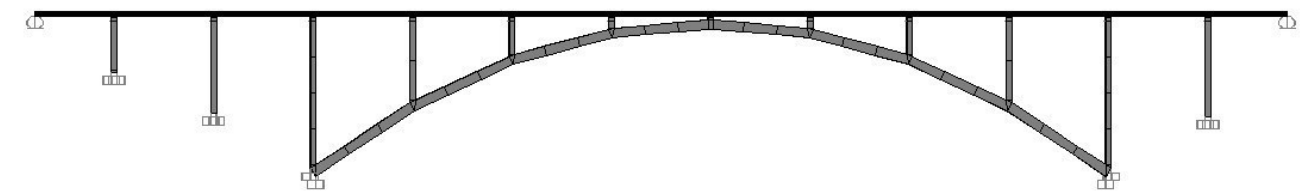
- Acero: artículo 32.4 de la EAE
- Hormigón: artículo 39 de la EHE

El modelo realizado se muestra a continuación:

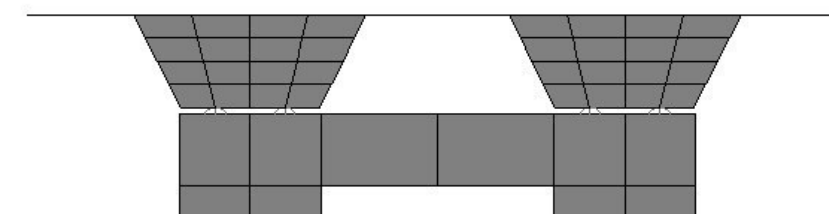
Vista general:



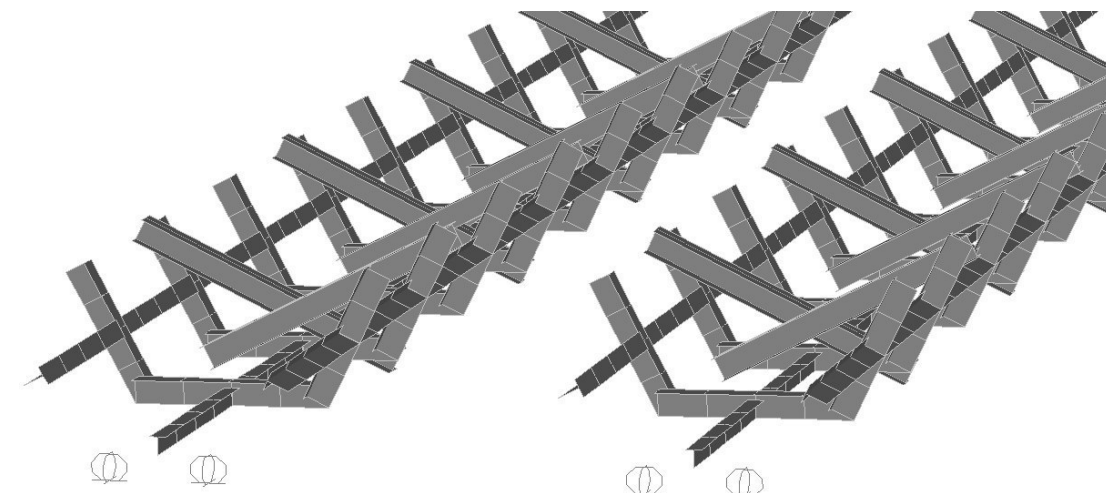
Vista de perfil:



Detalle del tablero:



Detalle de los rigidizadores y diafragmas intermedios del tablero:



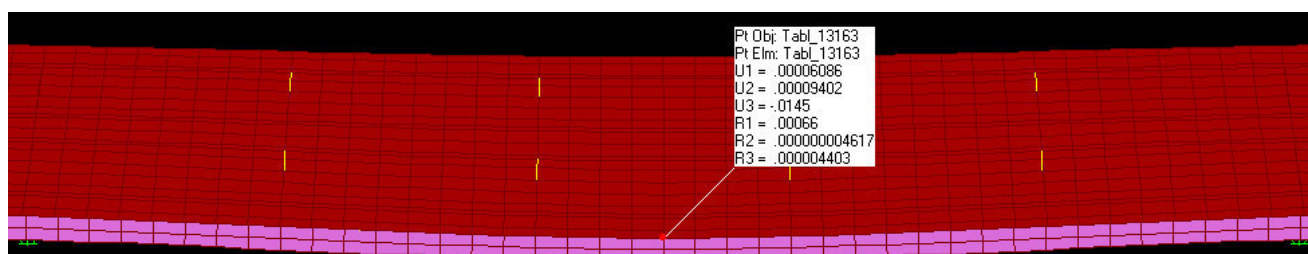
9. COMPROBACIÓN DE LOS ELS

9.1. ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES

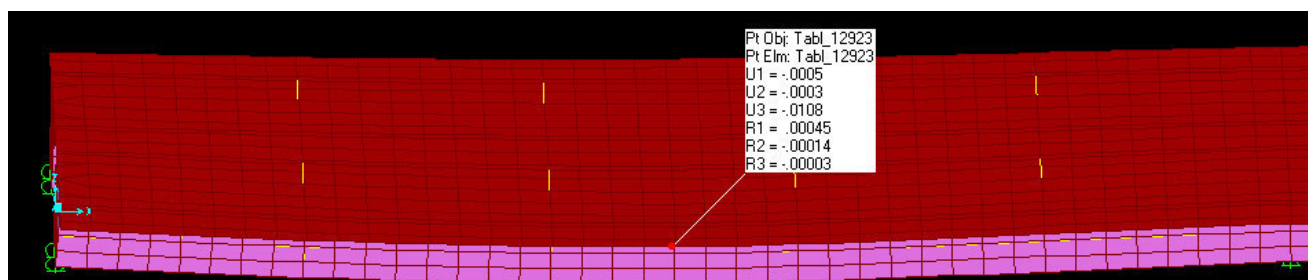
Se ha contrastado en las diferentes normativas vigentes españolas (IAP-11, EHE-08, EAE y RPX-95) el valor más exigente para la deformación, siendo en todas ellas el mismo valor: L/1000 para puentes de carretera, en caso de que no se considere contraflecha de ejecución, donde L es la longitud del vano (distancia entre apoyos), y considerando únicamente la sobrecarga de uso.

Hay que tener en cuenta que el propio arco sufre un descenso debido a las cargas, por lo que para analizar el descenso del tablero se ignorará el del arco.

Los vanos intermedios tienen una luz de 27 metros, el límite está en 0,027 metros, donde la flecha máxima es de 0,0145, junto al borde del tablero del carril 1 que soporta el vehículo más pesado.



En el caso de los vanos extremos cuya longitud es de 21,5 metros, el límite está en 0,0215, produciéndose la flecha máxima de 0,0108 metros en el centro de vano junto al borde.



9.2. ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN (RPX-95)

Según el apartado 5.6 de la RPX, se consideran aceptables fisuraciones en hormigón armado, para ambientes normales con heladas sin sales fundentes, de hasta 0,3 mm; también se refiere de esta forma la tabla 5.1.1.2 de la EHE-08:

| Clase de exposición, según artículo 8º | w _{max} [mm] | |
|---|---|---|
| | Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones) | Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones) |
| I | 0,4 | 0,2 |
| IIa, IIb, H | 0,3 | 0,2 ⁽¹⁾ |
| IIIa, IIIb, IV, F, Qa ⁽²⁾ | 0,2 | Descompresión |
| IIIc, Qb ⁽²⁾ , Qc ⁽²⁾ | 0,1 | |

Se consigue controlarla disponiendo un mínimo de armaduras corrugadas y limitando el diámetro y separación de dichas armaduras.

Se puede considerar como suficiente la armadura mínima que resulta de la expresión siguiente:

$$A_s = 0,1 * k_c * f_{ck} * \frac{A_c}{\sigma_{st}}$$

Siendo

A_s el área de armadura corrugada perpendicular a la dirección de las tensiones de tracción.

f_{ck} es la resistencia característica del hormigón que compone la losa, 30 MPa.

A_c el área eficaz elástica de hormigón, que, como se vió en el apartado 3.1.2, no se debe reducir, es 2,875 m².

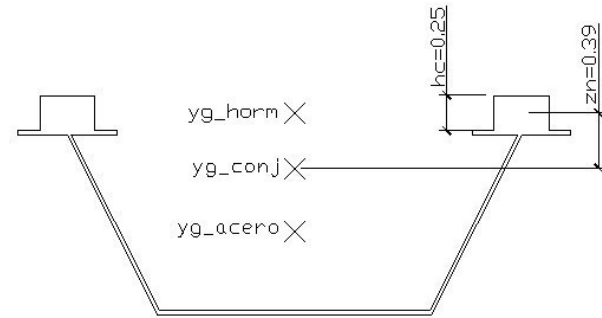
σ_{st} es la máxima tensión permitida en la armadura después de la fisuración, depende del diámetro de las barras, siendo éste 20 mm la tensión máxima es 240 MPa, según la tabla 5.6.2-a de la RPX-95:

| DIAMETRO DE LAS BARRAS CORRUGADAS φ [mm] | TENSION MAXIMA EN LAS ARMADURAS σ _{st} [N/mm ²] |
|---|---|
| 32 | 160 |
| 25 | 200 |
| 20 | 240 |
| 16 | 280 |
| 12 | 320 |
| 10 | 360 |
| 8 | 400 |
| 6 | 450 |

k_c tiene en cuenta la influencia de la forma en que se distribuyen las tracciones en el espesor de la losa, inmediatamente antes de su fisuración, calculado mediante:

$$k_c = \frac{1}{1 + \frac{h_c}{2 * z_n}} = \frac{1}{1 + \frac{0,25}{2 * 0,39}} = 0,7573$$

Donde h_c es el canto de la losa, siendo igual a 0,25 m, y z_n es la distancia del centro de gravedad de la sección mixta sin fisurar homogeneizada para acciones instantáneas (es decir, a tiempo 0) y sin considerar las armaduras, y el centro de gravedad de la losa, también sin fisurar y sin considerar las armaduras, siendo su valor 0,39 m.



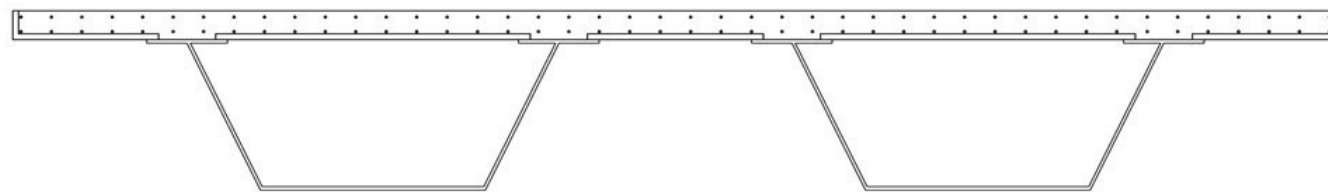
Por lo tanto, se obtiene la siguiente sección mínima de armaduras, a disponer en la sección eficaz de la losa:

$$A_s = 0,1 * 0,7573 * 30 * \frac{2,875}{240} = 0,0272 \text{ m}^2 = 27215,6 \text{ mm}^2$$

Al colocar redondos de 20 mm, cuya área es 314,16 mm², obtenemos que son necesarias 86,63. Puesto que se dispondrá una armadura simétrica (en la capa superior y en la inferior el mismo número de barras), se dispondrán 44 en cada una. El área total de armadura obtenida es de 27646,01 mm².

La EHE-08 en su artículo 42.3.5 indica que para losas la cuantía geométrica mínima para aceros cuyo límite elástico es 500 MPa es de 1,8 ‰ del área de hormigón, repartido en las dos caras, siendo entonces 5175 mm², por lo que se cumple lo calculado previamente.

La sección de la losa se armará con 88 barras de Ø20mm para controlar la fisuración. Debido a que durante las fases de empuje del tablero durante la ejecución habrá secciones que trabajen a flexión positiva, pese a que están proyectadas para que en servicio trabajen a flexión negativa, se considera que la armadura calculada se prolonga a lo largo de todo el tablero con objeto de garantizar la integridad de toda la sección de hormigón.



El módulo de elasticidad de la Armadura $E_s = 200000 \text{ MPa}$, según indica el artículo 38.4 de la EHE-08.

El centro de gravedad de la armadura longitudinal completa se sitúa a una altura de 1,4325 metros.

Homogeneizando el acero de la armadura pasiva en apoyos, sin contar con el hormigón, obtenemos que:

$$\eta = \frac{E_a}{E_s} = \frac{210000}{200000} = 1,05$$

El área homogeneizada de la armadura se calcula del siguiente modo:

$$A_s^* = \frac{A_s}{\eta} = \frac{27646,01}{1,05} = 26329,54 \text{ mm}^2$$

El centro de gravedad de la sección de los cajones con la armadura se sitúa a la siguiente altura:

$$y_{conj} = \frac{cdg_{cajones} * A_{cajones} + cdg_{armadura} * A_s^*}{A_{cajones} + A_s^*}$$

$$y_{conj} = \frac{0,5868 * 2 * 0,1703 + 1,4325 * \frac{26329,54}{1000000}}{2 * 0,1703 + \frac{26329,54}{1000000}} = 0,6475 \text{ m}$$

Es decir, se ha desplazado 6,07 cm por encima del centro de gravedad de los cajones.

La inercia a flexión de esta sección homogeneizada es 0,1162 m⁴.

Por tanto, el módulo resistente $W_y = 0,1359 \text{ m}^3$.

El Eurocódigo 4 parte 2, en su tabla 7.2, establece las siguientes separaciones máximas entre barras, en función de la tensión producida en las barras:

| Steel stress σ_s (N/mm ²) | Maximum bar spacing (mm) for design crack width w_k | | |
|--|---|--------------------|--------------------|
| | $w_k=0.4\text{mm}$ | $w_k=0.3\text{mm}$ | $w_k=0.2\text{mm}$ |
| 160 | 300 | 300 | 200 |
| 200 | 300 | 250 | 150 |
| 240 | 250 | 200 | 100 |
| 280 | 200 | 150 | 50 |
| 320 | 150 | 100 | - |
| 360 | 100 | 50 | - |

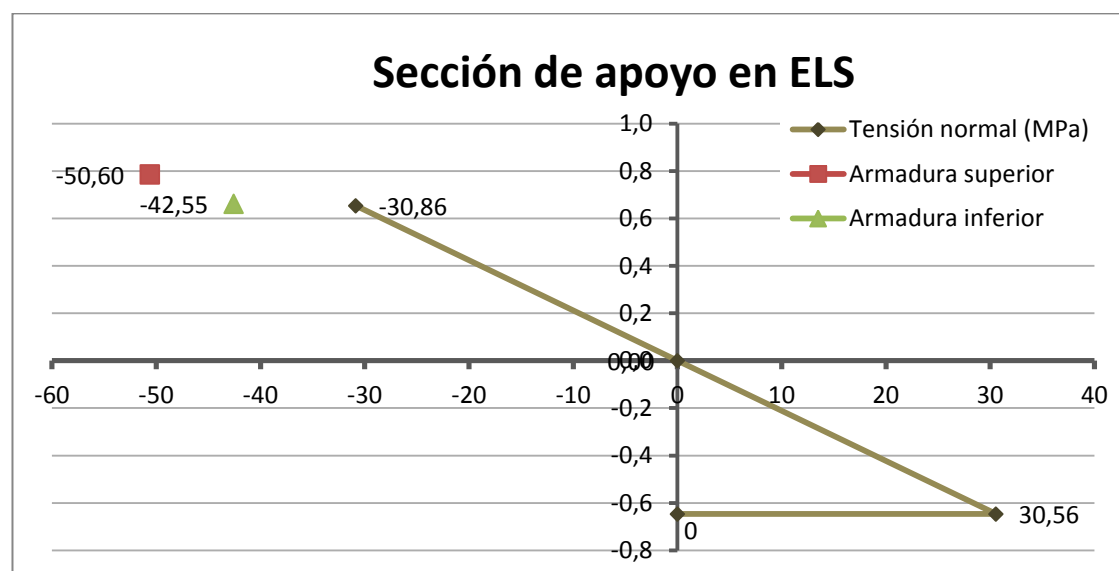
Como se ha indicado anteriormente, la fisuración máxima permitida para el ambiente en el que se sitúa la obra es de 0,3 mm. La tensión en las armaduras que figura en la tabla se calcula mediante:

$$\sigma_s = \sigma_{s,0} + \frac{f_{ck} * A_c}{25 * A_s * \alpha}$$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

siendo

$\sigma_{s,0}$ la tensión en las armaduras sin considerar el hormigón traccionado. En el apoyo se obtiene que en la armadura superior, la más traccionada, la tensión es 50,60 MPa considerando la hipótesis pésima de cargas frecuentes del ELS.



A_c es la sección de hormigón, cuyo valor es $11,5 \cdot 0,25 = 2,875 \text{ m}^2$.

A_s es la sección de las armaduras, $27646,01 \text{ mm}^2$.

$\alpha = \frac{I \cdot A}{I_a \cdot A_a}$ relación del producto del área por la inercia de la sección mixta sin tener en cuenta el hormigón traccionado (I , A), y la sección de acero estructural considerada aislada (I_a , A_a).

El área total de la sección de los cajones y armaduras es $0,3666 \text{ m}^2$, y la inercia $0,115 \text{ m}^4$. La sección formada por los dos cajones aislados tiene $0,304 \text{ m}^4$ de área y una inercia de $0,0978 \text{ m}^4$. Por tanto, el valor obtenido para α es 1,2668.

Así pues, la tensión máxima que se puede producir en las armaduras es de 149,11 MPa. De la tabla anterior se extrae que para dicho valor la separación debe ser igual o menor a 30 cm.

Dado que las armaduras se han dispuesto a 26,4 cm, se cumple la separación máxima.

9.3. ESTADO LÍMITE DE DEFORMACIONES TRANSVERSALES EN PANELES ESBELTOS

Puede resultar necesario comprobar la no aparición de deformaciones transversales significativas en paneles esbeltos de chapa debido a fenómenos de abolladura en las zonas comprimidas, evitando excesivas combaduras o cambios en la configuración del perfil.

El artículo 40 de la EAE indica que no es necesaria la verificación de la limitación en paneles clasificados como Clase 3 o superior, ni si se cumplen los siguientes valores de esbeltez en los paneles (o subpaneles en caso de estar rigidizados):

$$\frac{b}{t} \leq 30 + 4 \cdot L$$

$$\frac{b}{t} \leq 300$$

en caso de puentes de carretera.

Donde:

b es el doble de la altura del panel o subpanel.

t es el espesor de la chapa

L es la luz del vano, nunca inferior a 20 metros.

El caso más desfavorable es el ala inferior, clasificada como Clase 4 y rigidizada longitudinalmente por la mitad, por lo que $b = 1,95 \text{ m}$, su espesor $t = 0,03 \text{ m}$, y el vano con menor luz es 21,5 metros haciendo más restrictiva la verificación. La esbeltez por tanto es:

$$\frac{b}{t} = \frac{1,95}{0,03} = 65 < 300$$

$$30 + 4 \cdot L = 30 + 4 \cdot 21,5 = 116$$

Por lo que no es necesaria esta comprobación.

10. COMPROBACIÓN DE LOS ELU

Se realizará un análisis en varios estados y secciones del tablero:

- Apoyo: losa fisurada, colaboran sólo armaduras y cajón
 - PP+CM+SC
- Centro de vano: losa colabora en dos estados
 - Tiempo 0: PP+CM+SC+ ΔT^a . Todas con η_0 .
 - Tiempo ∞ : PP(η_∞)+CM(η_∞)+SC(η_∞)+ $\Delta T^a(\eta_0)$ +Reol(η_0).

Como se considera que el montaje es apeado al hormigonar la losa con el tablero apoyado en los terrenos colindantes, el PP del hormigón y del acero recae sobre la sección conjunta.

En las gráficas que acompañarán las siguientes páginas, la compresión se considera positiva, y la tracción negativa.

• Apoyo

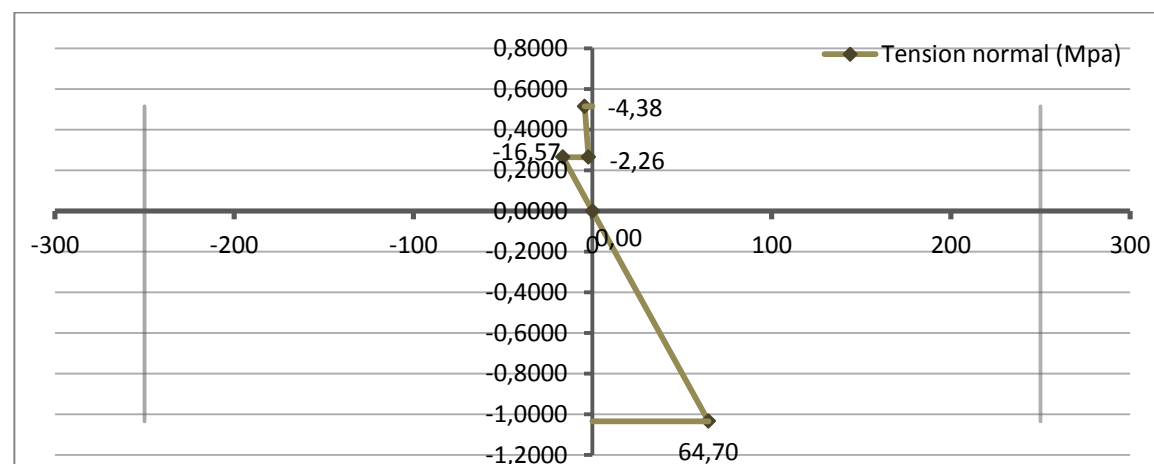
El momento obtenido en el apoyo varía en función de si es el que se sitúa entre el vano de 21,5 y 27 (sobrecarga de tráfico pesado en el vano de 21,5), o el que une dos vanos de 27 m (sobrecarga aplicada en uno de los dos vanos contiguos), obtenidos del modelo:

- Junto a vano de 21,5 m: -12620,7464 m*kN
- Entre vanos de 27 m: -14239,191 m*kN

Por lo que se estudiará en el apoyo situado entre vanos de 27 metros.

Dado que el flector es negativo, la losa se tracciona, por lo que se estudia si se llega a fisurar. La resistencia a tracción de ésta, teniendo un $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, es de 2,02 MPa.

El diagrama de tensiones de la sección con la losa, únicamente considerando cargas verticales (PP+CM+SC) en ELU es el siguiente:

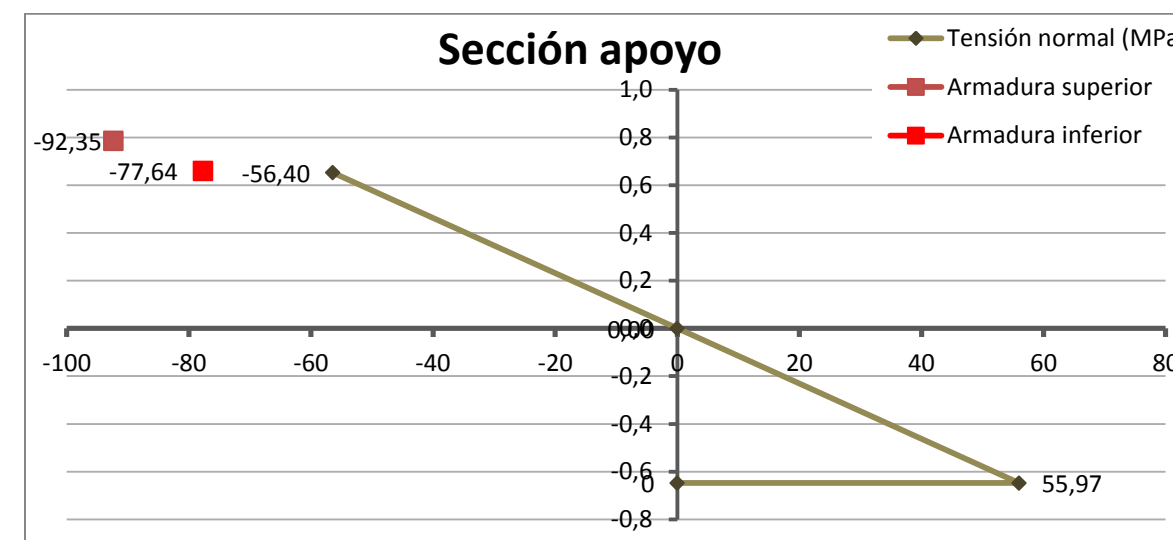


Por lo que al superarse el valor de resistencia a tracción, se considera que la losa se ha fisurado y por tanto no colabora, simplemente las armaduras.

Los datos geométricos de la sección, con la armadura homogeneizada con $\eta = 1,05$, son:

| Acero | | | Armadura | | | Conjunto | | | | Inercias conj (respecto a cdg) | | |
|--------|--------|---------|----------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|--------------------------------|----------|----------|
| Area | ycdg | I pieza | Area | ycdg | I pieza | A total | ycdg | ysup | yinf | I acero | I hor | I conj |
| 0,3406 | 0,5868 | 0,0978 | 0,0263 | 1,4325 | 5,69E-07 | 0,3669 | 0,6475 | 0,9025 | 0,6475 | 9,91E-02 | 1,62E-02 | 1,15E-01 |

Obteniendo los esfuerzos de tensión se tiene la siguiente gráfica, con compresión positiva:



En esta sección se ha considerado únicamente el caso de cargas de PP+CM+SC en ELU.

• Centro de vano

Los resultados obtenidos en el apoyo varían en el el centro de vano, dependiendo si éste es de 21,50 o de 27 metros. El flector obtenido para PP+CM+SC en ELU en esos puntos es, considerando que el carro de cargas pesadas se sitúa sobre cada uno en dos combinaciones por separado:

- Vano de 21,5 m: 15767,9588 m*kN
- Vano de 27 m: 18463,8111 m*kN

Por lo que se estudiará el de 27 metros al ser más desfavorable.

• A tiempo 0:

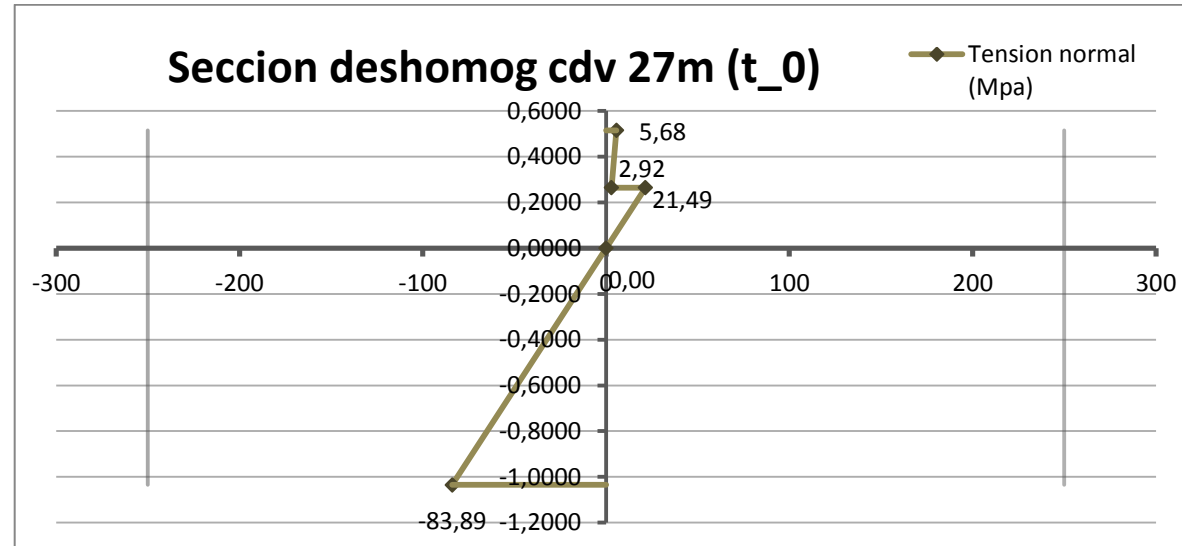
La sección homogeneizada a tiempo 0 es la siguiente:

| Acero | | | Hormigón | | | Mixta | | | | Inercias conj (respecto a cdg) | | |
|--------|--------|---------|----------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|--------------------------------|----------|-----------|
| Area | ycdg | I pieza | Area | ycdg | I pieza | A total | ycdg | ysup | yinf | I acero | I hor | I conj |
| 0,3406 | 0,5868 | 0,0978 | 2,875 | 1,425 | 0,0150 | 3,2156 | 1,3362 | 0,2138 | 1,3362 | 2,89E-01 | 3,76E-02 | 3,27E-01 |
| 0,3406 | 0,5868 | 0,0978 | 0,3912 | 1,425 | 0,0020 | 0,7318 | 1,0349 | 0,5151 | 1,0349 | 1,66E-01 | 6,16E-02 | 2,278E-01 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

En amarillo la sección homogeneizada.

Los a partir del flector obtenido previamente del modelo se obtienen los siguientes esfuerzos por PP+CM+SC en la sección del cdv del vano de 27 metros:



La temperatura máxima es 37,62°, considerando que el acero está 18°C más caliente que el hormigón, por tanto la del hormigón se considerará 19,62°C.

La temperatura mínima es -31,55°C, siendo el acero 10 °C más frío que el hormigón, siendo por tanto la temperatura del hormigón -21,55°C.

o **Caso de calentamiento:**

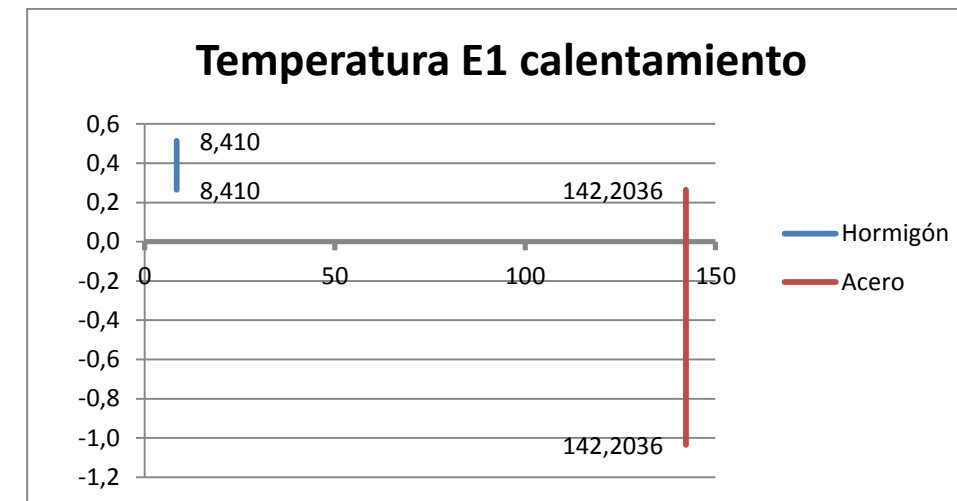
| | |
|----------|----------|
| Tª horm | 19,62 °C |
| Tª acero | 37,62 °C |

Estado1

| | | | |
|--------------|-------------|------|-------------|
| ϵ_c | 1,96E-04 | | |
| ϵ_a | 4,51E-04 | | |
| Nc | 16119,45 kN | ELU | 24179,18 kN |
| Na | 32289,70 kN | x1,5 | 48434,55 kN |

Tensión:

| | | |
|--------------|----------------------------|-------------|
| $\sigma_c =$ | 8410,15 kN/m ² | 8,410 MPa |
| $\sigma_s =$ | 142203,6 kN/m ² | 142,204 MPa |



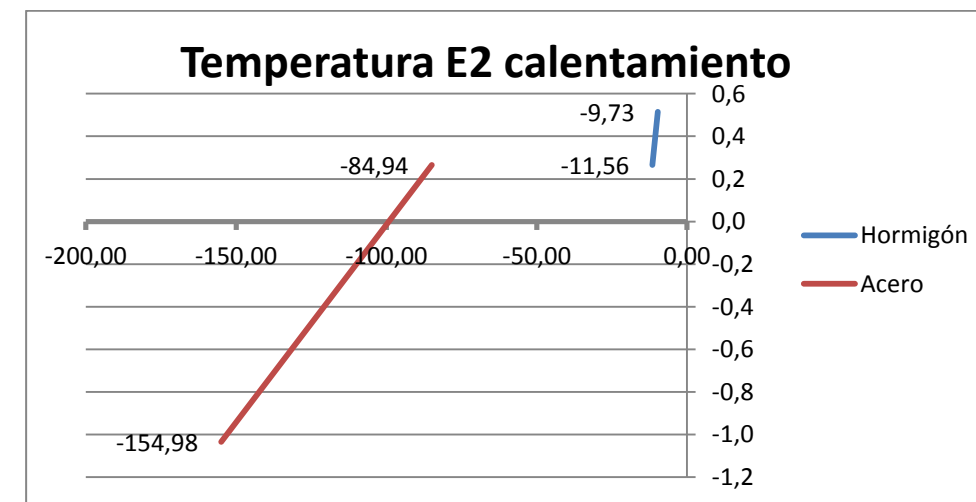
Estado2

| | |
|----------|-----------------|
| Nt (ELU) | -72613,73 |
| Mt | 12270,8166 m*KN |

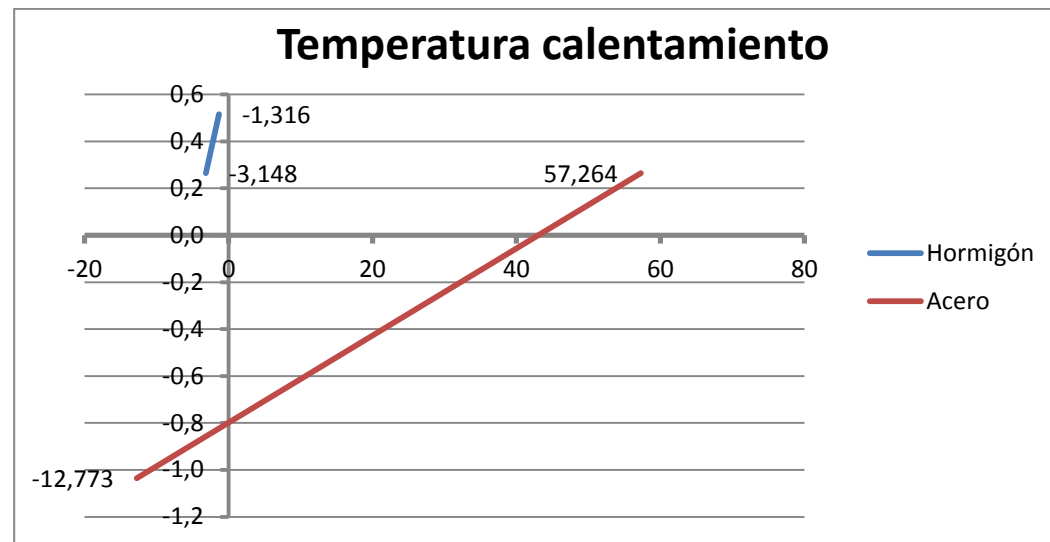
siendo $Mt = Nc \cdot e_c - Na \cdot e_a$, donde e_c es la distancia entre el cdg de la losa y el cdg de la sección homogeneizada a tiempo 0. Dicho valor es 0,39 m.

e_a es la distancia entre el cdg de la sección homogeneizada, y el cdg del cajón aislado, adquiriendo el valor 0,448 m.

En el Estado 2, el valor de los axiles es el mismo de signo inverso al estar contrarrestando las acciones del Estado 1.

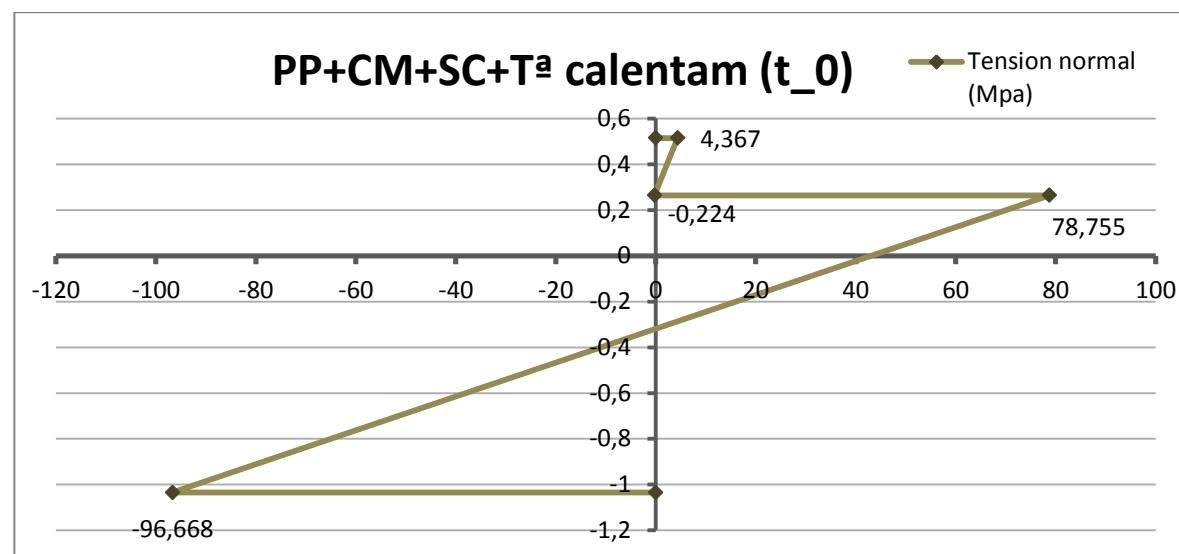


La tensión total producida por la temperatura en caso de calentamiento es:



Se aprecia que en caso de calentamiento, los esfuerzos producidos en la losa son de tracción, al igual que en el ala inferior; mientras que en el ala superior es compresión.

Sumamos los esfuerzos anteriores:



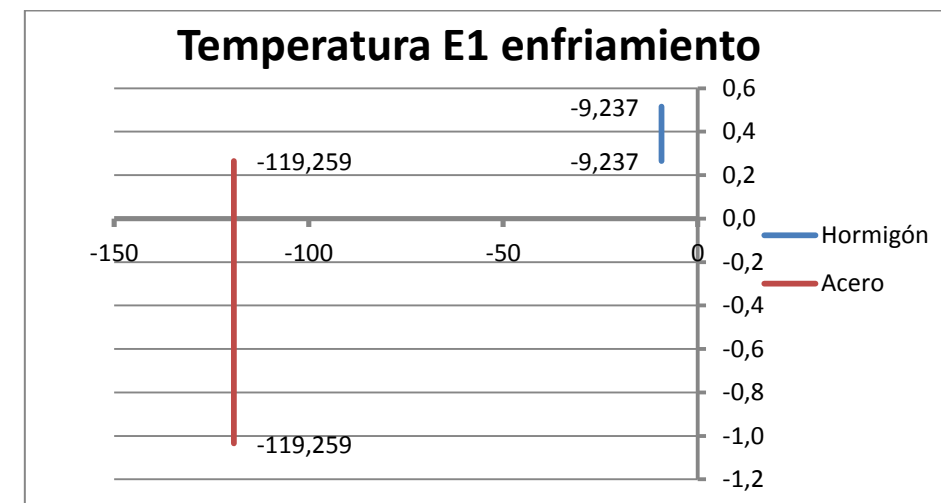
Se observa que dista mucho del límite elástico del acero. El ala inferior está completamente traccionada, con compresión en el ala superior. El hormigón prácticamente trabaja a compresión

o **Caso de enfriamiento**

Tª horm -21,55 °C
Tª acero -31,55 °C

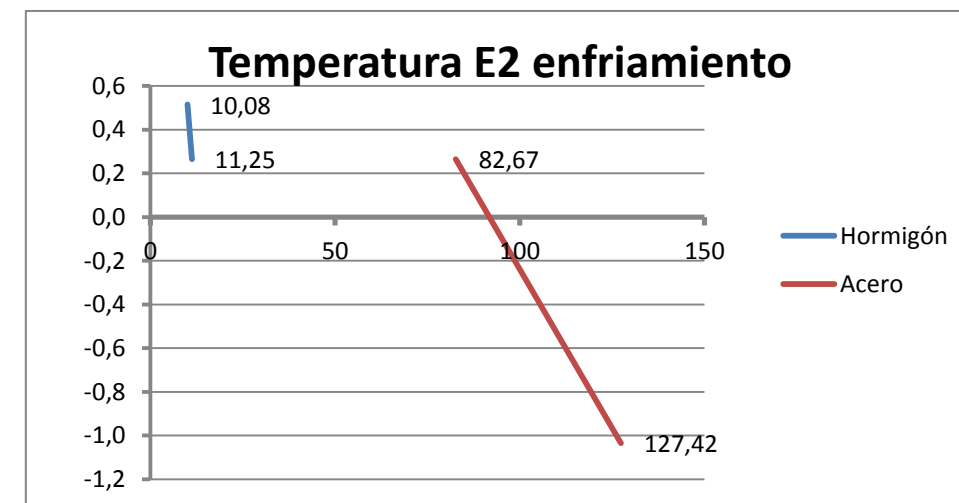
Estado1

ϵ_c -2,16E-04
 ϵ_a -3,79E-04
Nc -17705,11 kN ELU -26557,66 kN
Na -27079,74 kN x1,5 -40619,62 kN



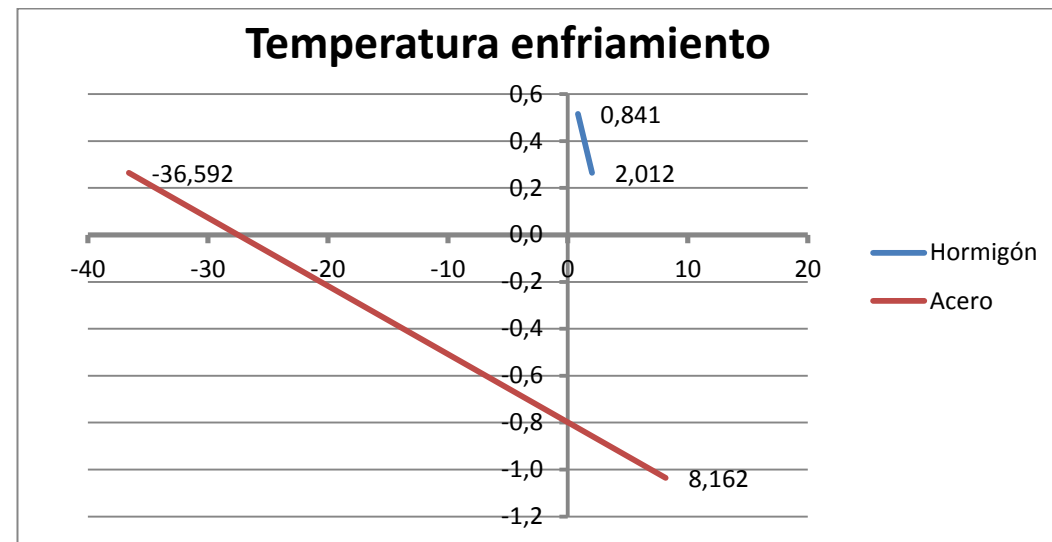
Estado2

Nt (ELU) 67177,28
M -7841,13068 m*KN



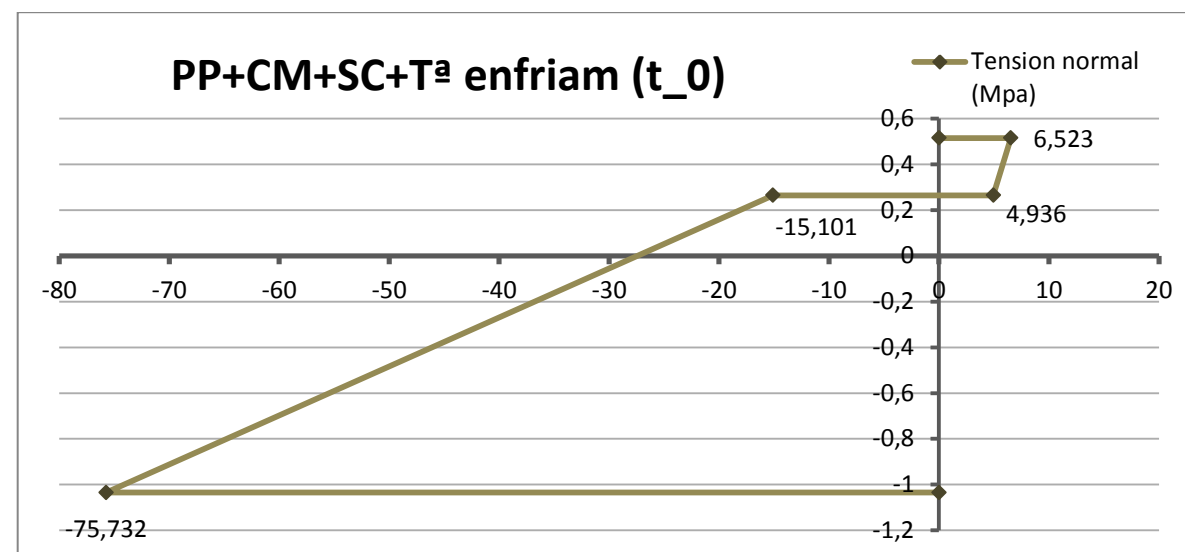
ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Finalmente, equilibrando ambos estados se obtiene:



En este caso el enfriamiento produce compresiones en la losa.

Sumando en este caso todos los esfuerzos producidos, obtenemos:



Se aprecia que en este caso toda la losa trabaja a tracción, aunque los esfuerzos máximos son ligeramente menores al caso de calentamiento.

A tiempo ∞:

En esta ocasión, al haberse reducido el módulo elástico del hormigón, se varía el coeficiente de homogeneización y por tanto el ancho de la losa, siendo inferior que a tiempo 0. El área conjunta se reduce y el centro de gravedad se sitúa por debajo.

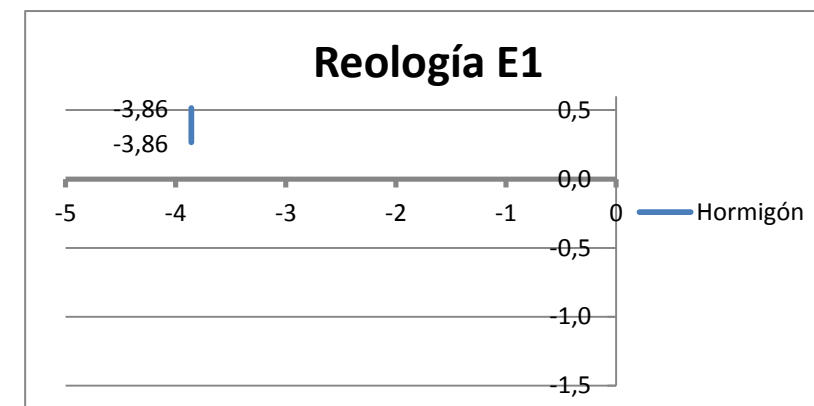
| Acero | | | Hormigón | | | Mixta | | | | Inercias | | |
|--------|------------------|---------|----------|------------------|---------|---------|------------------|------------------|------------------|----------|----------|-----------|
| Area | y _{cdg} | I pieza | Area | y _{cdg} | I pieza | A total | y _{cdg} | y _{sup} | y _{inf} | I acero | I hor | I conj |
| 0,3406 | 0,5868 | 0,0978 | 2,875 | 1,425 | 0,0150 | 3,2156 | 1,3362 | 0,2138 | 1,3362 | 2,89E-01 | 3,76E-02 | 3,27E-01 |
| 0,3406 | 0,5868 | 0,0978 | 0,1304 | 1,425 | 0,0007 | 0,4710 | 0,8189 | 0,7311 | 0,8189 | 1,16E-01 | 4,86E-02 | 1,647E-01 |

En amarillo la sección homogeneizada.

El análisis diferido de la sección incluye una retracción que afecta al hormigón.

El coeficiente de fluencia es 2,0, y la deformación unitaria por retracción que produce un acortamiento del hormigón queda como 0,0001.

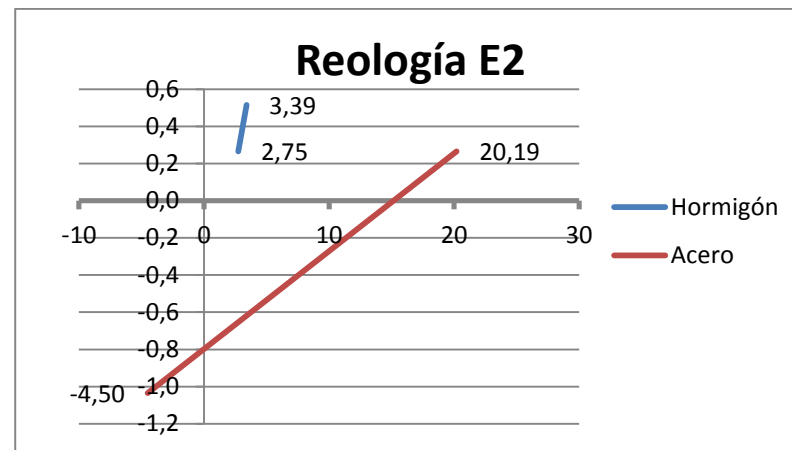
En un primer Estado, el axil ya mayorado con el coeficiente de seguridad $\gamma_Q = 1,50$ (acción térmica) aplicado sobre el cdg de la losa completa es $N_c = 8215,83 \text{ kN}$ en tracción, tal como se vió en el apartado 5.1.2. Obtenemos que la tensión producida en la losa aislada es de 3,86 MPa.



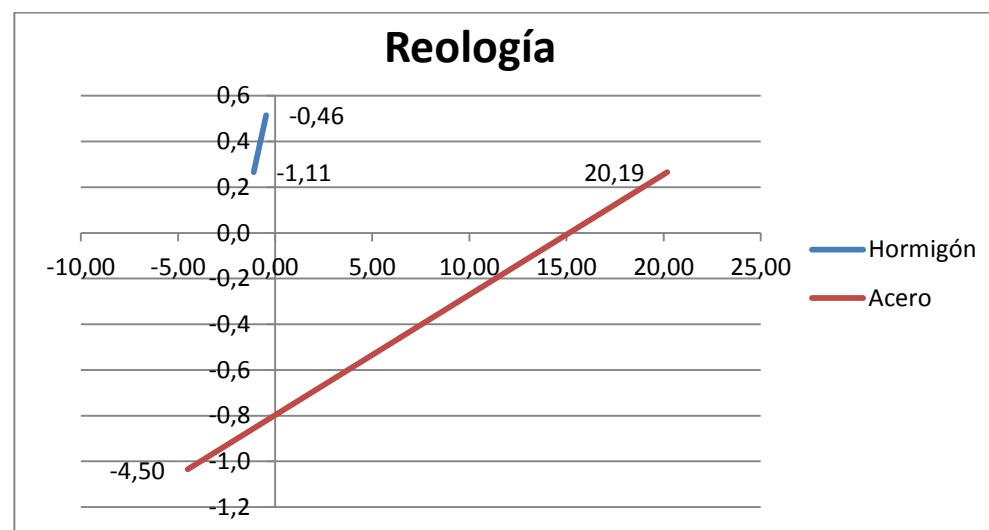
En el segundo Estado se aplica el mismo axil, pero de sentido opuesto, en el cdg de la sección homogeneizada a tiempo 0, además de un momento de valor $N_c \cdot e$.

e es la excentricidad, representada como la distancia entre el cdg de la losa y el de la sección homogeneizada. Como a tiempo 0 el cdg de la sección es 1,035, y el de la losa es 1,425, e toma un valor de 0,39, por lo que el momento equivale a 4326,8 m*kN.

La ley obtenida en este segundo Estado, ya deshomogeneizada, es:



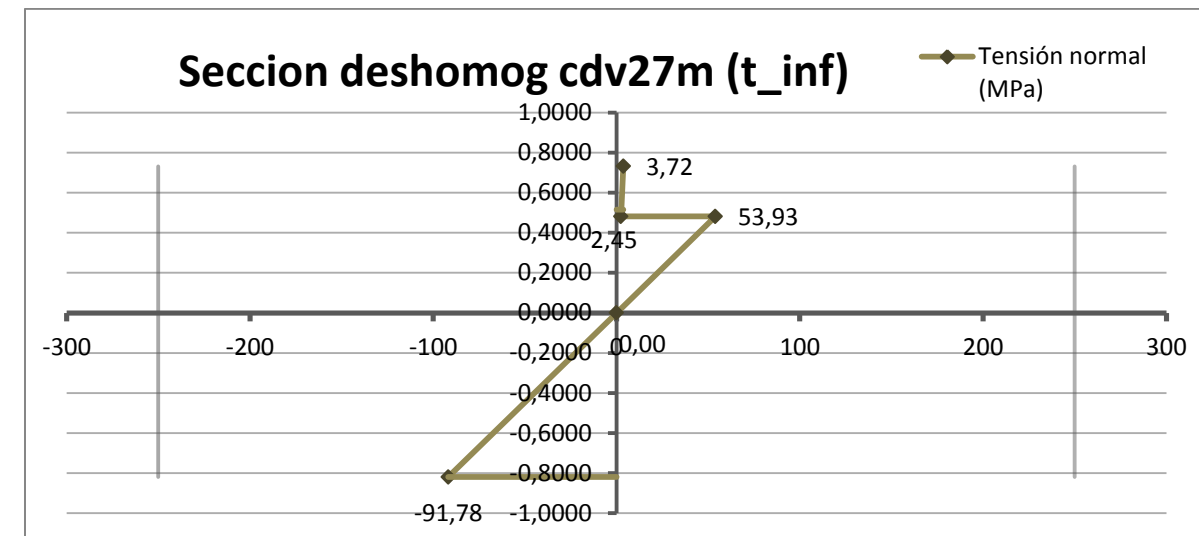
Sumando ambos estados, se obtiene que los esfuerzos que produce la reología sobre la sección son los siguientes:



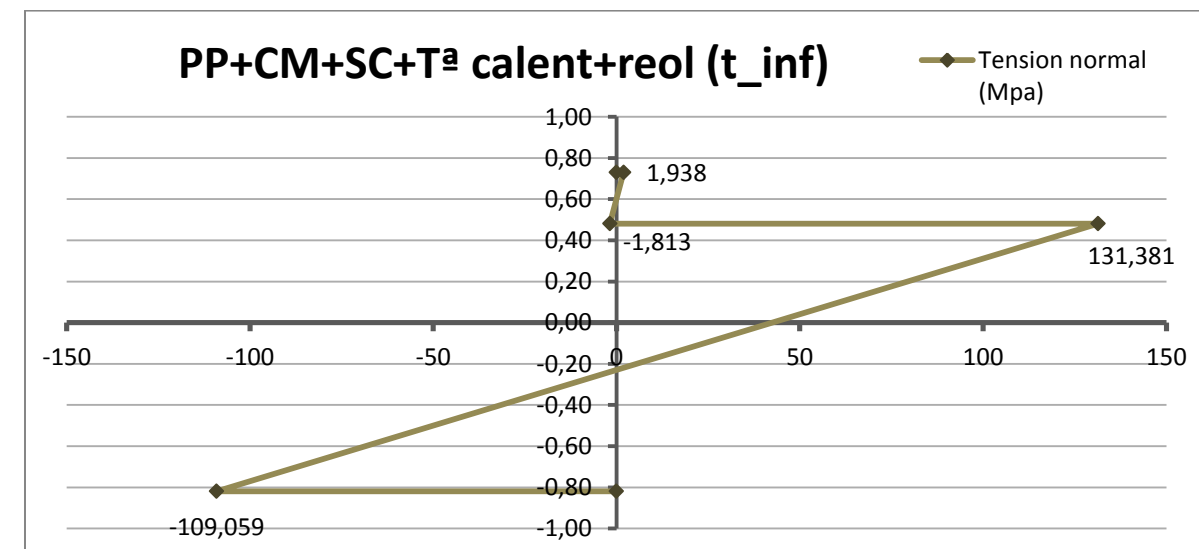
Por consecuencia de los efectos reológicos, el hormigón se tracciona ligeramente, mientras que el acero se comprime en su parte superior

Las temperaturas son las mismas que se han calculado anteriormente.

El resto de cargas (PP, CM, SC) se han obtenido del modelo. Como el esfuerzo es mayor en el de 27 metros, se calculará en este vano, cuyos esfuerzos producidos son:

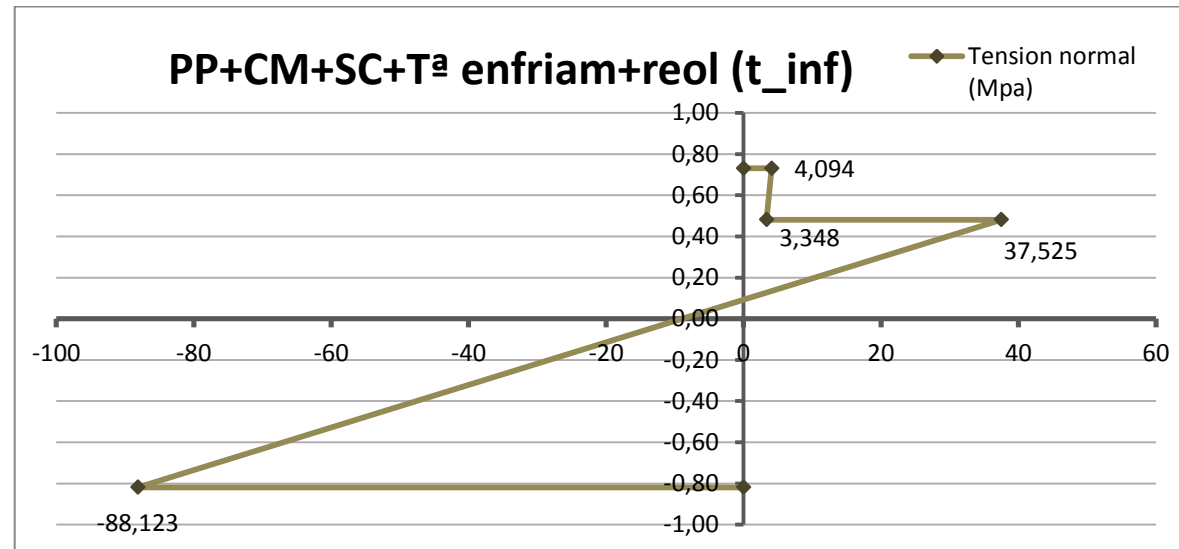


Por tanto, la suma total de todas las cargas es, en calentamiento:



La losa prácticamente no trabaja, cediendo toda la carga la sección metálica.

En enfriamiento, en cambio:



En la siguiente tabla se disponen los siguientes de tensión en cara superior del tablero, conexión y cara inferior, para los diferentes estados analizados, con datos en MPa.

| | Tiempo 0 | | Tiempo Infinito | |
|-------|---------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Calentamiento | Enfriamiento | Calentamiento | Enfriamiento |
| ysup | 4,367 | 6,530 | 1,938 | 4,094 |
| ycon+ | -0,224 | 4,936 | -1,813 | 3,348 |
| ycon- | 78,750 | -15,101 | 131,381 | 37,525 |
| yinf | -96,668 | -75,732 | -109,059 | -88,123 |

Se comprueba que ninguna tensión supera el límite elástico del acero, ni la resistencia del hormigón a compresión.

Además, a tiempo infinito el hormigón se descarga, es por ello que el acero tiene tensiones mayores.

A continuación se repasan las principales comprobaciones ELU de las diferentes normativas.

10.1. ESTADO LÍMITE DE RESIST. DE SECCIONES (EAE)

10.1.1. Esfuerzo axial de tracción

Se debe cumplir que:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

Donde N_{Ed} es el valor de cálculo, y $N_{t,Rd}$ es la resistencia, la cual se obtiene de:

$$N_{t,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}}$$

Se considerará que el hormigón no colabora al estar traccionado, por lo que el área que se tienen en cuenta es la de los dos cajones:

$$N_{t,Rd} = \frac{2 * 0,1703 * 275}{1,05} = 89204,76 \text{ kN}$$

Tomando la fuerza de frenado junto con el viento longitudinal del tablero, siendo el frenado la principal y el viento la concomitante, se obtiene la siguiente combinación:

$$N_{ELU} = 900 * 1,35 + 434,63 * 1,5 * 0,6 = 1606,17 \text{ kN}$$

Por lo que se cumple la condición.

10.1.2. Esfuerzo axial de compresión

Se debe cumplir que:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

Donde N_{Ed} es el valor de cálculo, y $N_{c,Rd}$ es la resistencia, la cual se obtiene de:

$$N_{c,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}}$$

En este caso el hormigón sí aporta. Por hacerlo más desfavorable, se considera a tiempo infinito, donde la sección de hormigón es menor y los efectos reológicos del hormigón son acusados, cargando más a la estructura metálica:

$$N_{c,Rd} = \frac{0,4710 * 275}{1,05} = 123357 \text{ kN}$$

Tomando la fuerza de frenado junto con el viento longitudinal del tablero, siendo el frenado la principal y el viento la concomitante, se obtiene la siguiente combinación:

$$N_{ELU} = 900 * 1,35 + 434,63 * 1,5 * 0,6 = 1606,17 \text{ kN}$$

Por lo que se cumple la condición.

10.1.3. Momento flector

Se debe cumplir que:

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

Donde M_{Ed} es el valor de cálculo, y $M_{c,Rd}$ es la resistencia, la cual se obtiene de:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,min} * f_y}{\gamma_{M0}}$$

Siendo

$W_{el,min}$ el módulo resistente el cociente entre la inercia y la fibra más solicitada de la sección. En apoyos es igual a $0,1811 \text{ m}^3$, mientras que en el centro de vano es $0,2201 \text{ m}^3$ a tiempo 0, y $0,2011 \text{ m}^3$ a tiempo infinito.

- **Apoyo**

En la sección de apoyo el hormigón tracciona, por lo que se considerará que no contribuye a la resistencia, aunque sí se cuenta con la contribución de las armaduras a tracción, calculadas en el ELS de fisuración:

$$M_{c,Rd} = \frac{0,1359 * 275000}{1,05} = 35592,86 \text{ m * kN}$$

En el apoyo del vano que contiene el tren de cargas se ha obtenido que el momento mínimo es de $-14239,191 \text{ m*kN}$, por lo que se satisface ampliamente la condición.

- **Centro de vano:**

En este caso se calculan dos, dependiendo del momento en el que se realiza el análisis:

$$M_{c,Rd,0} = \frac{0,2201 * 275000}{1,05} = 57645,24 \text{ m * kN}$$

$$M_{c,Rd,\infty} = \frac{0,2011 * 275000}{1,05} = 52669,05 \text{ m * kN}$$

Mediante el cálculo se ha obtenido en el centro de vano con las cargas de la combinación de acciones persistente o transitoria, y el tráfico pesado situado en dicho centro de vano, de $18463,81 \text{ m*kN}$, por lo que en ambos tiempos se satisface.

10.1.4. Esfuerzo cortante

Se debe cumplir que:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

Se puede calcular la resistencia como:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_V * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}}$$

Siendo A_V el área a cortante, que para secciones en cajón considerando la carga paralela al alma:

$$A_V = \sum h_w * t_w = 2 * 1,3848 * 0,025 = 0,0692 \text{ m}^2$$

Por tanto, la resistencia a cortante de un cajón será:

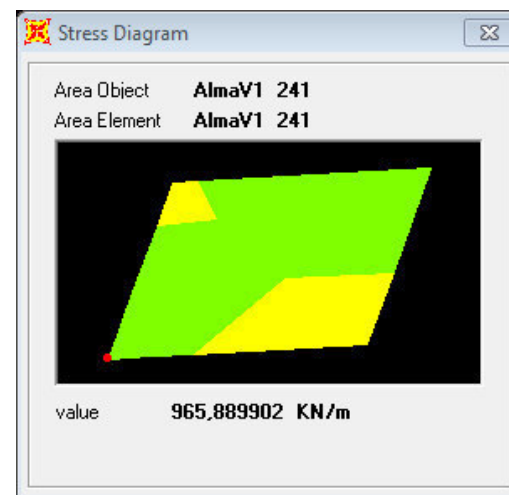
$$V_{pl,Rd} = \frac{0,0692 * \left(\frac{275}{\sqrt{3}}\right)}{1,05} = 10469,83 \text{ kN}$$

Por lo que la resistencia a cortante de todo el tablero es 20939,67 kN.

Se analizará la sección en los apoyos donde el cortante será mayor.

En el apoyo pésimo, que es el del vano donde se ubican las cargas de tráfico pesado, se obtiene para toda la sección un cortante de 4078,194 kN, habiendo satisfecho holgadamente dicha condición.

El punto más solicitado del alma que se considera pésima (ya que además es la que soporta directamente el carril virtual 1, el más cargado) refleja los siguientes esfuerzos cortantes para la salida F21 en dicho apoyo:



En toda el alma más solicitada, cuya altura es 1,3848 metros, se obtiene que el cortante que le afecta es de 1337,56 kN.

La resistencia a cortante de un alma es 6000,885 kN, por lo que resiste la sollicitación.

10.1.5. Interacción de esfuerzos

En el tablero se considera que interviene flexión, cortante y axil. En caso de que el cortante de cálculo V_{Ed} sea superior al 50% de la resistencia a cortante $V_{c,Rd}$ se debe reducir el límite elástico del área a cortante. Dicha reducción se realiza mediante la expresión $(1-\rho)*f_y$, donde

$$\rho = \left(\frac{2 * V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1\right)^2$$

La comprobación frente a este efecto se realiza mediante la interacción de flexión y axil, reduciendo en su caso por cortante como se acaba de describir. Como no se reduce la sección transversal, se puede emplear la ecuación desarrollada para la clase 3, que es igual a la de clase 4, incluyendo esta última la consideración de áreas efectivas y de excentricidades de los axiles debidas a la reducción:

$$\frac{N_{Ed}}{A * f_y} + \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y} * f_y} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{z,y} * f_y} \leq 1$$

Como se calculó previamente, el cortante solicitado no alcanza el 50% de la resistencia a cortante de un cajón, ya que tiene un valor de $4078,194/24003,54 = 19,45\%$; por lo que no es necesario reducir el límite elástico del hormigón.

$$\frac{1606,67}{89204,76} + \frac{18463,8111}{52669,05} = 0,3686 \leq 1$$

Se cumple la verificación.

10.2. ESTADO LÍMITE DE INESTABILIDAD (EAE)

10.2.1. Abolladura del alma a cortante

Según el artículo 35.5 de la EAE, los paneles sometidos a cortante (las almas de los cajones), se deberán comprobar a abolladura si su esbeltez, en caso de estar rigidizados, es:

$$\frac{h_w}{t_w} > \frac{31}{\eta} * \varepsilon * \sqrt{k_\tau}$$

Donde

η es el coeficiente que permite considerar la resistencia adicional que ofrece en régimen plástico el endurecimiento por deformación del material, y toma el valor de 1,2.

ε es la deformación elástica unitaria, adquiriendo un valor $\sqrt{235/f_y} = 0,9244$

k_τ es el coeficiente de abolladura por cortante, cuyo valor para paneles con un rigidizador longitudinal, y con una relación $\alpha = a / h_w < 3$ es:

$$k_\tau = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 * \frac{I_{sl}}{t_w^3 * h_w}}{\alpha^2} + 2,2 * \sqrt[3]{\frac{I_{sl}}{t_w^3 * h_w}}$$

Adoptando para la inercia del rigidizador longitudinal, respecto del eje central del alma, un valor equivalente a la tercera parte de su valor real, incluyendo una longitud del alma de $15 * \epsilon * t$ a cada lado del rigidizador. Por tanto queda:

$$k_\tau = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 * \frac{9,43 * 10^{-5} / 3}{0,025^3 * 1,3848}}{1,95^2} + 2,2 * \sqrt[3]{\frac{9,43 * 10^{-5} / 3}{0,025^3 * 1,3848}} = 8,32$$

Por lo que la verificación es:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{1,3848}{0,025} = 55,4$$

$$\frac{31}{1,2} * 0,9244 * \sqrt{8,32} = 69$$

No siendo necesaria la comprobación de la abolladura del alma a cortante.

10.2.2. Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

Para prevenir la abolladura del alma debido a las tensiones transversales que transmite el ala comprimida por la deformación que produce la flexión, la esbeltez del alma deberá satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k * \frac{E}{f_{yt}} * \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc, Ef}}}$$

Donde

K toma el valor de 0,55 al utilizar la resistencia elástica a flexión

A_w es el área del alma, cuyo valor es $1,3848 * 0,025 = 0,0346 \text{ m}^2$.

$A_{fc, Ef}$ es el área reducida del ala comprimida, la cual como se demostró equivale al área bruta, al no haber reducciones. Su valor en el apoyo equivale al del ala inferior, siendo $1,90 * 0,03 = 0,057 \text{ m}^2$. En el centro de vano el ala comprimida es la interior, su valor es $0,70 * 0,03 = 0,021 \text{ m}^2$

E es el módulo elástico del acero, 210000 MPa.

f_{yt} es el límite elástico del ala comprimida, 275 MPa.

Se ha estudiado en los puntos más desfavorables: centro de vano (comprime alas superiores) y apoyos (comprime ala inferior).

En apoyo (ala inferior comprimida):

$$k * \frac{210000}{275} * \sqrt{\frac{0,0346}{0,057}} = 231,45$$

Mientras que en el centro de vano (ala superior comprimida):

$$k * \frac{210000}{275} * \sqrt{\frac{0,0346}{0,021}} = 539,26$$

Como $h_w / t_w = 55,4$, no se producirá abolladura en el alma inducida por el ala comprimida.

10.3. ESTADO LÍMITE DE ROTURA (RPX-95)

La seguridad de la sección del tablero se ve verificada si se cumple:

$$S_d \leq R_d$$

Siendo S_d la sollicitación que provocan las cargas, y R_d la resistencia última de la sección.

10.3.1. Momento flector último

El análisis de secciones en cajón con rigidizadores longitudinales se lleva a cabo considerando separadamente la respuesta de las chapas que las componen: alas comprimidas rigidizadas, alas flectadas y alas traccionadas.

- **Ala comprimida rigidizada**

En el apartado 6.3.4.2. de la RPX-95, la resistencia última de las piezas comprimidas rigidizadas longitudinalmente se calcula mediante:

$$N_{Rd,ult} = (b_r * t_f + n * A_{L,r}) * \frac{f_y}{\gamma_a}$$

donde

γ_a toma un valor de 1,1 al estudiar inestabilidades en piezas de puente.

$A_{L,r}$ es la sección reducida de un rigidizador longitudinal

$$A_{L,r} = \Psi_{ult} * \chi * A_L$$

b_r es el ancho reducido de la placa de ancho total b , obtenida según:

$$b_r = \Psi_{ult} * \rho * b_L * (n * \chi + 1)$$

siendo

$\Psi_{ult} = 2 * \Psi_{el} \leq 1$. Su valor será 1.

b_L es el ancho de los subpaneles, $b_L = \frac{b}{n+1}$

n es el número total de rigidizadores longitudinales en la chapa.

ρ es el factor reductor del subpanel de ancho b_L , con una esbeltez relativa $\lambda_p = \sqrt{\frac{\chi * \varepsilon_y}{\varepsilon_{cr}}}$.

El valor ρ será 1 siempre y cuando $\lambda \leq 0,67$.

ε_y es la deformación unitaria máxima del acero estructural S275; por lo que es 0,0013.

ε_{cr} es la deformación unitaria crítica de abolladura del subpanel. Se obtiene a partir de $\varepsilon_{cr} = 0,9 * k * \left(\frac{t}{b_L}\right)^2$ siendo $k = 4$, $t = 0,03$ metros y b_L depende de la chapa analizada.

χ es el coeficiente de pandeo del rigidizador, con un coeficiente de imperfección $\alpha = 0,49$.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}^2}} \leq 1$$

donde

$$\Phi = 0,5 * [1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{N_R}{N_E}}$$

$$N_R = (b_L * t + A_L) * \frac{f_y}{\gamma_a} \quad \text{con} \quad \gamma_a = 1$$

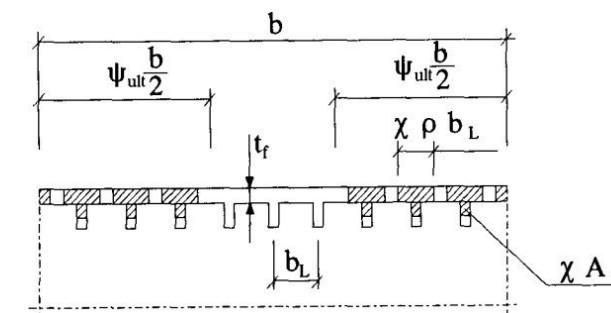
$$N_E = \frac{\pi^2 * E * I}{l_p^2}$$

siendo

l_p la longitud de pandeo, tomada como la distancia entre rigidizadores transversales.

E es el módulo elástico del acero estructural, 210000 MPa.

I es la inercia del conjunto de un rigidizador longitudinal con un subpanel.



Para la determinación de b_r , se sigue un proceso iterativo partiendo del valor $\rho = 1$, determinando el correspondiente valor de χ que se volverá a utilizar para determinar un nuevo valor de ρ y así sucesivamente. Se considerará suficientemente aproximado si la diferencia entre el χ nuevo con el anterior sea inferior al 2%.

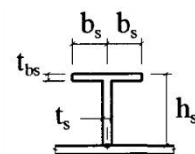
En el centro de vano las alas superiores se comprimen pero no están rigidizadas, por lo que no se comprobarán.

En el apoyo se comprime el ala inferior, que tiene un rigidizador longitudinal tal que:

Las dimensiones de los rigidizadores longitudinales dispuestos son las siguientes:

LONGITUDINAL

- $h_s = 180$ mm
- $t_s = 10$ mm
- $b_s = 80$ mm
- $t_{bs} = 12$ mm
- Área = **3600** mm²



La reducción a la que se debe someter es:

| CHAPA DE 2,00 METROS (HORIZONTAL) | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| Ancho total | b | 1,9 m |
| Espesor chapa | tf | 0,03 m |
| Dist entre rig T | Lt | 2,72 m |
| Nº rig L | n | 1 rigidizadores |
| Ancho pieza | bL | 0,9500 m |
| | ρ | 1,0000 empieza en 1 |
| A 1 rigid L | AL | 3600,00 mm2 |
| A chapa | bL*t | 28500,00 mm2 |
| | e1 | 130,51 mm |
| | e2 | 16,49 mm |
| Inercia conj | I | 82437518,7 mm4 |
| | NE | 23094,37 kN |
| | NR | 8827,50 kN |
| | λ | 0,6183 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ | 0,7225 |
| | χ | 0,7978 |
| 1º iteración | | |
| A Chapa' | bL*t* χ | 22736,3386 mm2 |
| A rig' | AL* χ | 2871,95856 mm2 |
| | NR' | 7042,28171 kN |
| | λ' | 0,5522 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ' | 0,7063 |
| | χ' | 0,8230 |
| Diferencia χ y χ' | | 3,16 NO SUFIC |
| 2º iteración | | |

| | | |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|
| A Chapa' | bL*t* χ | 23455,19 mm2 |
| A rig' | AL* χ | 2962,76 mm2 |
| | NR' | 7264,94 kN |
| | λ' | 0,56 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ' | 0,7085 |
| | χ' | 0,8196 |
| Diferencia χ y χ' | | 0,42 SUFICIENTE |
| | ϵ_y | 0,0013 |
| | k | 4 |
| | ϵ_{cr} | 0,0036 |
| | λ_p | 0,5479 |
| | ρ | 1 |
| br | b* χ' | 1,7286 m |
| AL,r | AL* χ' | 0,0030 m2 |
| NRd,ult | | 13729,49 kN |
| Tensión máxima | | 226,11 mPa |

La reducción que sufre chapa+rigidizador es de un 18,04%.

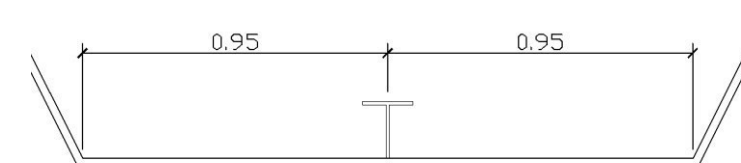
De la gráfica realizada a partir de los esfuerzos obtenidos en SAP2000 para apoyos se tiene que la fibra más comprimida tenía una tensión de 55,97 mPa. Como $55,97 < 226,11$, no sufrirá abolladura.

• **Alas traccionadas**

En las alas traccionadas rigidizadas longitudinalmente, se considera un coeficiente de reducción por flexibilidad frente al esfuerzo rasante de valor:

$$\Psi_{ult} = 2 * \Psi_{el} \leq 1$$

El procedimiento para obtener Ψ_{el} es similar al empleado en el apartado 3.1.1, esta vez se considera $b' = b * \sqrt{1 + \frac{A_s}{b*t}}$ donde A_s es el área de rigidizadores contenidos dentro del subpanel de ancho b y espesor t .



Por tanto, $b' = 0,95 * \sqrt{1 + \frac{0,0036}{2}}{0,95*0,03}} = 1,031m$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Los valores obtenidos para ψ_{el} son prácticamente 1, por lo que se opta por no reducir la chapa traccionada, siendo su resistencia última $275/1,1 = 250 \text{ MPa}$.

El valor máximo de tracción en la fibra inferior ha sido $109,059 < 250$.

10.3.2. Esfuerzo cortante último

El esfuerzo cortante último de cálculo de un elemento mixto se ha de considerar idéntico al de la parte metálica ya que la contribución del hormigón suele ser pequeña, por lo que se va a comprobar la siguiente condición:

$$V_d \leq V_{Rd}$$

Donde V_{Rd} se compone de:

$$V_{Rd} = V_{cr,d} + V_{t,d}$$

Siendo

$V_{cr,d}$ es el esfuerzo cortante de cálculo que provoca el abollamiento del alma.

$V_{t,d}$ es la capacidad postcrítica de cálculo del alma.

- **Cálculo de $V_{cr,d}$:**

El primer sumando se calcula mediante la expresión:

$$V_{cr,d} = d * t_w * \frac{\tau_t}{\gamma_a}$$

Donde t_w es el espesor del alma, 25 mm; y d la altura total del alma, 1384,8 mm.

τ_t tiene el siguiente valor, con una resistencia del acero del alma de 275 MPa:

$$\tau_t = \chi * \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 1 * \frac{275}{\sqrt{3}} = 158,77 \text{ MPa}$$

Como $\lambda_w < 0,8$, resulta $\chi = 1$, obtenido del siguiente modo, calculando el coeficiente de abollamiento tangencial, donde a es la separación entre rigidizadores transversales:

$$k_\tau = 5,34 + \frac{4}{\left(\frac{a}{d}\right)^2} = 5,34 + \frac{4}{\left(\frac{2,7}{1,3848}\right)^2} = 6,39$$

De modo que la tensión tangencial crítica es:

$$\tau_{cr} = k_\tau * 0,9 * E * \left(\frac{t_w}{d}\right)^2 = 6,4 * 0,9 * 210000 * \left(\frac{25}{1384,8}\right)^2 = 393,75 \text{ MPa}$$

Por lo que la esbeltez relativa:

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{f_{yw}}{\sqrt{3} \tau_{cr}}} = 0,635$$

Así, el esfuerzo cortante que provoca el abollamiento del alma resulta:

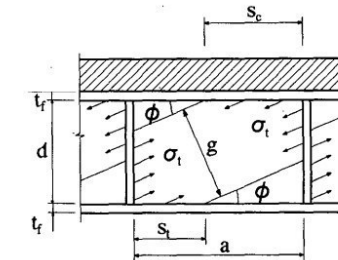
$$V_{cr,d} = 1384,8 * 25 * \frac{158,77}{1,1} = 4997 \text{ kN}$$

- **Cálculo de $V_{t,d}$:**

El segundo sumando se halla del siguiente modo:

$$V_{t,d} = 0,9 * g * t_w * \frac{\sigma_t}{\gamma_a} * \text{sen}\Phi$$

Siendo g el ancho de la banda considerada traccionada:



$$g = d * \text{cos}\Phi - (a - s_c - s_t) * \text{sen}\Phi$$

En secciones cajón s_t y s_c tienen un valor de 0.

$$\sigma_t = \sqrt{f_{yw}^2 - 3 * \tau_t^2 + \psi^2} - \psi$$

Donde

$$\psi = 1,5 * \tau_t * \text{sen}(2\Phi)$$

$$\Phi = \frac{2}{3} \text{arctag}\left(\frac{d}{a}\right)$$

Entonces $\Phi = 18,1365^\circ$, por lo que ψ obtiene un valor de 140,9

Al hallar σ_t se obtiene un resultado que vale 0, por lo que $V_{t,d}$ también es 0.

Finalmente $V_{r,d} = 4997 \text{ kN}$, lo que al disponer de dos almas por cajón obtenemos el valor de 9994 kN, siendo la de todo el tablero 19988 kN.

Anteriormente se ha calculado que el esfuerzo cortante máximo en el tablero es de 4078,194 kN, por lo que se satisface la comprobación.

10.3.3. Esfuerzo de compresión último

• Esfuerzo de compresión último de una sección

Se determina mediante la expresión:

$$N_{Rd} = A_a * \frac{f_y}{\gamma_a} + A_c * \frac{0,85 * f_{ck}}{\gamma_c} + A_s * \frac{f_{sk}}{\gamma_s}$$

Donde A_a es el área reducida de acero estructural (reduciendo el ala inferior como en el apartado 10.3.1, y sin considerar rigidizadores), A_c la de hormigón y A_s las armaduras.

El área reducida del acero es:

$$A_a = 4 * (0,7 * 0,03 + 1,3848 * 0,025) + 2 * 0,8196 * 1,95 * 0,03 = 0,3183 \text{ m}^2$$

Por tanto, obtenemos:

$$N_{Rd} = 2 * 0,1703 * \frac{275000}{1,1} + (11,5 * 0,25) * \frac{0,85 * 30000}{1,5} + \frac{27646,01}{1000000} * \frac{500000}{1,15} = 140488,304 \text{ kN}$$

Tal como ocurre en el apartado 10.1.2, se verifica dicha comprobación.

10.3.4. Esfuerzo de tracción último

El esfuerzo último de tracción en una sección es el menor de estos valores:

$$N_{Rd} = A_a * \frac{f_y}{\gamma_a} + A_s * \frac{f_{sk}}{\gamma_s} + A_p * \frac{f_{cp}}{\gamma_s}$$

$$N_{Rd} = A_{a,net} * 0,8 * \frac{f_u}{\gamma_a} + A_s * \frac{f_{sk}}{\gamma_s} + A_p * \frac{f_{cp}}{\gamma_s}$$

Dado que no hay armaduras activas, sólo colaboran en tracción el área de acero así como las armaduras pasivas de la losa.

Dado que no hay agujeros ni aligeramientos, se asume $A_a = A_{a,net}$.

En la primera fórmula el resultado es:

$$N_{Rd} = 2 * 0,1703 * \frac{275000}{1,1} + \frac{27646,01}{1000000} * \frac{500000}{1,15} = 97170,00 \text{ kN}$$

En la segunda:

$$N_{Rd} = 2 * 0,1703 * 0,8 * \frac{430000}{1,1} + \frac{27646,01}{1000000} * \frac{500000}{1,15} = 118534,91 \text{ kN}$$

Siendo por tanto la resistencia a tracción 97170 kN.

Como en el apartado 10.1.1, se verifica la condición, ya que el axil es 1606,16 kN.

10.4. PANDEO LATERAL (RPX-95)

En elementos no arriostrados lateralmente, sometidos a flexión alrededor del eje fuerte de la sección, se debe verificar:

$$M_{Sd} \leq M_{LT,Rd}$$

Donde $M_{LT,Rd}$ se calcula mediante la expresión:

$$M_{LT,Rd} = \chi_{LT} * M_{Rd}$$

Siendo M_{Rd} el momento flector último de cálculo, el cual se determinó en el apartado 10.1.3.

χ_{LT} es el coeficiente de reducción de pandeo lateral, calculado como:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

siendo

$$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + \alpha_{LT} * (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

α_{LT} es el coeficiente de imperfección de pandeo lateral, que para elementos armados tiene un valor de 0,49 al serle asignada la curva c.

λ_{LT} es la esbeltez adimensional de pandeo lateral, se calcula:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{M_R}{M_{cr}}}$$

No será necesaria la comprobación por pandeo si $\lambda_{LT} \leq 0,4$.

Donde M_R es el momento flector último considerando todos los coeficientes de seguridad como 1, considerando la de la sección de apoyo:

$$M_{c,Rd} = M_R = \frac{0,1359 * 275000}{1,0} = 37372,5 \text{ kN} * \text{m}$$

Calculando el momento crítico como:

$$M_{cr} = W_{y,c} * \frac{\pi^2 * E_a * i_c^2 * C_1}{l_p^2}$$

Siendo

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

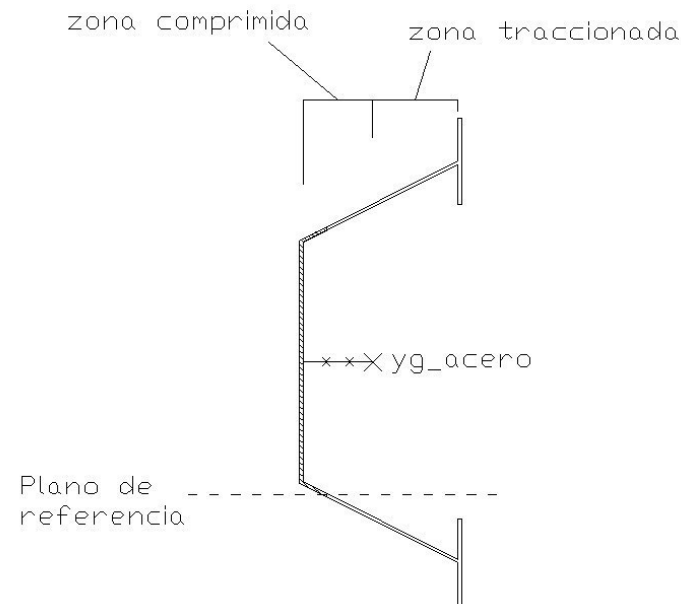
$W_{y,c}$ el módulo resistente de la sección a la fibra más comprimida, que en el apoyo, sin colaborar la losa, es la inercia de un cajón dividido por la altura de su cdg, por tanto:

$$W_{y,c} = \frac{I_{cajón}}{y_{cdg,cajón}} = \frac{0,0489}{0,5868} = 0,0833$$

l_p la longitud equivalente de pandeo, calculada como $\beta * L$ siendo L la longitud del vano, considerado que al estar biapoyado β equivale a 1.

E_a es el módulo de elasticidad del acero estructural, 210000 N/mm².

i_c es el radio de giro, con relación al plano del alma, del soporte que forma el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma. Al estar en zona de apoyos, y por estar del lado de la seguridad, no se considera la losa de hormigón. Su valor es 1,2546 metros:



C_1 es un factor que depende de las condiciones de apoyo y del diagrama de momentos flectores. De forma aproximada, la EAE proporciona la siguiente fórmula:

$$C_1 = \frac{1}{k_c^2} = \frac{1}{0,90^2} = 1,234$$

Obteniendo k_c de la tabla 35.2.2.1-b, y tomando el valor 0,90 en caso de vigas continuas con momentos negativos en apoyos y positivos en centros de vano:

$$M_{cr} = 0,0833 * \frac{\pi^2 * 2,1 * 10^8 * 1,2546^2 * 1,234}{27^2} = 460004,67 \text{ m} * \text{kN}$$

La esbeltez relativa la calculamos del siguiente modo:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{37372,5}{460004,67}} = 0,285$$

Por lo que no es necesaria la comprobación a pandeo lateral al ser inferior a 0,4.

11. LOSA

11.1.1. ELU: Agotamiento frente a Solicitaciones Normales

• Armadura longitudinal

Debido a la geometría del tablero mixto, la losa se ve fundamentalmente sometida a tracción compuesta en la zona de apoyos, y a compresión compuesta en los centros de los vanos. Ya se ha dispuesto una armadura longitudinal siguiendo satisfaciendo las condiciones establecidas en el ELS de fisuración, por lo que se debe verificar si dicha armadura satisface el ELU de agotamiento frente a sollicitaciones normales.

• Tracción

Para el caso de tracción compuesta, el artículo 42.3.4 de la EHE-08 proporciona la siguiente limitación:

$$A_s * f_{yd} \geq A_c * f_{ct,m}$$

A_s es el área total de las armaduras pasivas en la sección de la losa.

f_{yd} es el límite elástico de cálculo del acero pasivo, considerando que el coeficiente parcial de seguridad es 1,15.

A_c es el área de hormigón de la losa.

$f_{ct,m}$ es la resistencia media a tracción del hormigón. Dado que $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, obtenemos que $f_{ct,m} = 2,89 \text{ MPa}$.

Por lo tanto:

$$A_s \geq \frac{(11500 * 250) * 2,89}{\frac{500}{1,15}} = 19152,90 \text{ mm}^2$$

Esta cuantía es inferior a la que se obtuvo para el ELS de fisuración, que fue de 27215,6 mm², por lo que la armadura no se modifica respecto a lo calculado en el mencionado apartado.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

• Compresión

Para el caso de compresión, en el caso de armadura simétrica, la cuantía está limitada superiormente con la expresión:

$$A'_s * f_{yc,d} \leq f_{cd} * A_c \rightarrow A'_s \leq \frac{\frac{30}{1,5} * (11500 * 250)}{\frac{500}{1,15}} = 132250 \text{ mm}^2$$

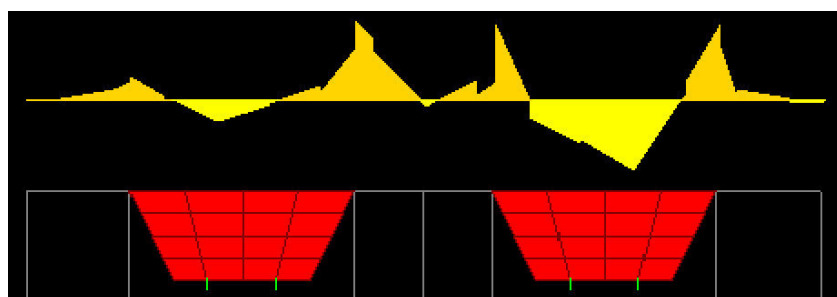
Por lo que en el centro de vano tampoco es necesario modificar la armadura.

La cuantía obtenida para el ELS de fisuración es:

$$\rho = \frac{27215,6}{11500 * 250} = 0,0094$$

• Armadura transversal

Se va a considerar un tramo de 1 metro de sección de la losa en sentido longitudinal, considerando por tanto que es una sección rectangular de 1 metro de ancho y 0,25 metros de alto. Debido a la disposición constructiva, el diagrama de flexión longitudinal de la losa se asemejará al de una viga con 4 apoyos y voladizos en sus extremos, con flector positivo en zonas interiores, y negativos sobre las alas de las vigas cajón y en los voladizos.



Los momentos pésimos obtenidos del modelo son: $M_d^+ = 212,590 \text{ kN*m/m}$, y $M_d^- = -207,689 \text{ kN*m/m}$.

En el Anejo 7 de la EHE-08 se dan instrucciones para calcular secciones rectangulares sometidas a flexión simple. La capacidad mecánica del hormigón se determina mediante:

$$U_0 = f_{cd} * b * d$$

donde

f_{cd} es la resistencia de cálculo del hormigón, 20 MPa, considerando que el valor de $\alpha_{cc} = 1$.

b y d son la anchura y canto útil de la pieza de estudio, tomando 1 metro de ancho. d depende del signo de la flexión, pues el recubrimiento superior es de 4,5 cm, y el inferior 6 cm (incluyendo la losa).

El momento límite se halla con la expresión:

$$M_{lim} = 0,375 * U_0 * d$$

En el caso que $M_d \leq M_{dim}$:

$$U_{s0} = 0$$

$$U_{s1} = U_0 * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_d}{U_0 * d}} \right]$$

• Armadura superior

En el caso de flexión negativa, $M_d^- = -207,689 \text{ kN*m/m}$ y $d = 19,5 \text{ cm}$.

$$U_0 = \frac{30 * 1000}{1,5} * 1 * 0,195 = 3900 \text{ kN}$$

Por lo que:

$$M_{lim} = 0,375 * 3900 * 0,195 = 285,1875 \text{ kN * m}$$

Como $M_d \leq M_{dim}$:

$$U_{s1} = 3900 * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 207,689}{3900 * 0,195}} \right] = 1272,75 \text{ kN}$$

Una barra de $\varnothing 20$ y acero B500S tiene un área de $314,16 \text{ mm}^2$ y una resistencia:

$$\frac{500}{1,15} = \frac{F}{314,16} \rightarrow F = \frac{500 * 314,16}{1,15} = 136,59 \text{ kN}$$

Por lo que el número de barras a disponer en la cara superior, por metro lineal, es:

$$n \text{ barras} = \frac{1272,75}{136,59} = 9,32 \approx 10 \text{ barras/m}$$

• Armadura inferior

En el caso de flexión positiva, $M_d^+ = 212,590 \text{ kN*m/m}$ y $d = 19 \text{ cm}$.

$$U_0 = \frac{30 * 1000}{1,5} * 1 * 0,19 = 3800 \text{ kN}$$

Por lo que:

$$M_{lim} = 0,375 * 3800 * 0,19 = 270,75 \text{ kN * m}$$

Como $M_d \leq M_{dim}$:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

$$U_{s1} = 3800 * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 212,590}{3800 * 0,19}} \right] = 1363,53 \text{ kN}$$

El número de barras a disponer en la cara inferior, por metro, es:

$$n \text{ barras} = \frac{1363,53}{136,59} = 9,98 \approx 10 \text{ barras/m}$$

Considerando que el tramo de losa analizado se comporta como una viga, su cuantía geométrica mínima será el 2,8 ‰, por tanto:

$$cgm = \frac{2,8}{1000} * 1000 * 250 = 700 \text{ mm}^2$$

Como la armadura en cada cara equivale a 31416 mm², cumple la cgm. Teniendo en cuenta ambas caras, la cuantía final es de:

$$\rho = 2 * \frac{10 * 314,16}{1000 * 250} = 0,025$$

11.1.2. ELU: Agotamiento frente a Punzonamiento

El artículo 46 de la EHE-08 marca las pautas necesarias para la comprobación frente al punzonamiento que producen cargas transversales concentradas que actúan sobre la losa.

No se requerirá armadura de punzonamiento si se llega a satisfacer la siguiente condición:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

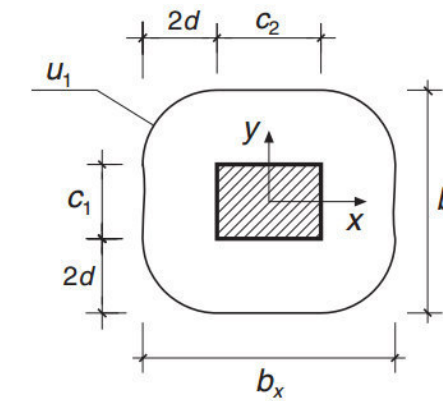
τ_{sd} es la tensión tangencial nominal de cálculo, y se obtiene mediante:

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 * d}$$

Siendo

$F_{sd,ef}$ el esfuerzo efectivo de punzonamiento. Se calcula como $\beta * F_{sd}$, donde β es el coeficiente que tiene en cuenta la excentricidad de la carga, siendo su valor 1,15 al considerarse soporte interior. F_{sd} es el esfuerzo de punzonamiento de cálculo, obtenido como la reacción del soporte, que de acuerdo a la IAP-11, equivale a un cuadrado que simula las ruedas cuyas dimensiones son 0,4 x 0,4 metros. La mayor carga puntual que las ruedas transmiten a la losa equivale a 150 kN, que al mayorarse con un coeficiente de 1,35, $F_{sd,ef}$ toma un valor de 232,875 kN.

u_1 es el perímetro crítico definido mediante la siguiente imagen:



c_1 y c_2 son las dimensiones de la rueda, por lo que en ambos casos es 0,40 metros. d es el canto útil de la losa, por lo que su valor es 0,19 metros.

$$u_1 = 2 * (c_1 + c_2) + 4 * \pi * d = 3,9876 \text{ m}$$

Por lo que la tensión tangencial obtenida es:

$$\tau_{sd} = \frac{232,875}{3,9876 * 0,19} = 307,37 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

τ_{rd} es la tensión máxima resistente en el perímetro crítico, calculada con la expresión:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} * \xi * (100 * \rho_l * f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0,1 * \sigma'_{cd}$$

Con un valor mínimo de

$$\tau_{rd} = \frac{0,075}{\gamma_c} * \xi^{\frac{3}{2}} * f_{cv}^{\frac{1}{2}} + 0,1 * \sigma'_{cd}$$

Siendo

f_{cv} la resistencia efectiva del hormigón a cortante, por tanto 30 MPa.

ρ_l es la cuantía geométrica de armadura longitudinal principal de tracción. Se calcula mediante:

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x * \rho_y} \leq 0,02 \quad \rho_l = \sqrt{0,0094 * 0,025} = 0,0154$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \rightarrow \xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{190}} = 2$$

σ'_{cd} es la tensión axial media en la superficie crítica de comprobación, tomando la compresión como positiva. Se calcula como:

$$\sigma'_{cd} = \frac{\sigma'_{cdx} + \sigma'_{cdy}}{2} < 0,30 * f_{cd}$$

σ_{cdx} y σ_{cdy} son la tensión axial en sentido longitudinal y transversal, respectivamente.

Se hallan mediante:

$$\sigma'_{cdx} = \frac{N_{d,x}}{A_x} \quad \sigma'_{cdy} = \frac{N_{d,y}}{A_y}$$

$N_{d,x}$ y $N_{d,y}$ son las fuerzas longitudinales en la superficie crítica, mientras que $A_x = b_x * h$ y $A_y = b_y * h$.

La única fuerza que actúa sobre la superficie crítica es el frenado, cuyo valor es de 900 kN en el sentido longitudinal, que multiplicado por el coeficiente parcial en ELU, adquiere un valor final de 1215 kN. El área actuante será: $A_x = (4*0,19+0,4)*0,25 = 0,29 \text{ m}^2$, siendo $\sigma_{cdx} = 4,19 \text{ MPa}$.

Así pues, se calcula la tensión máxima resistente, considerando la tensión axial como tracción para estar del lado de la seguridad:

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{1,5} * 2 * (100 * 0,0154 * 30)^{\frac{1}{3}} - 0,1 * \frac{4,19 + 0}{2} = 0,65167 \frac{N}{\text{mm}^2} = 651,67 \frac{kN}{\text{m}^2}$$

Siendo su valor mínimo

$$\tau_{rd} = \frac{0,075}{1,5} * 2^{\frac{3}{2}} * 30^{\frac{1}{2}} - 0,1 * \frac{4,19 + 0}{2} = 0,5651 \frac{N}{\text{mm}^2} = 565,1 \frac{kN}{\text{m}^2}$$

Como $307,37 < 651,67$, no es necesario colocar armadura frente a punzonamiento.

12. RIGIDIZACIÓN DEL TABLERO

Como condición general, el apartado 6.5.2 de la RPX-95 indica que se debe comprobar que los rigidizadores deben sufrir deformaciones en su centro de gravedad que cumplen la condición:

$$\varepsilon_{sd} \leq \chi * \frac{\varepsilon_y}{\gamma_M}$$

Donde

ε_{sd} es la deformación unitaria de cálculo que sufre el rigidizador bajo la acción de cargas.

ε_y es la deformación máxima unitaria, calculada como $f_y/E = 0,00131$.

γ_M es el coeficiente de seguridad, 1,1.

χ es el coeficiente de reducción por pandeo calculado con

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}^2}}$$

Siendo Φ el valor

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2)$$

Considerando que $\alpha = 0,49$ al ser rigidizadores abiertos, y la esbeltez adimensional λ :

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_{st}}}$$

Con ε_{st} calculado como

$$\varepsilon_{st} = \frac{2 * \pi^2}{L^2} * \frac{I_w}{I_0}$$

L representa la distancia entre los puntos de apoyo de los rigidizadores. Por tanto, es la distancia entre rigidizadores transversales en el caso de los longitudinales, y la distancia entre alas (o almas) en el de los transversales.

I_w es la inercia al alabeo, que para los de sección T respecto de la unión del rigidizador de la chapa se calcula:

$$I_w \approx \frac{2}{3} * b_s^3 * h_s^2 * t_{bs}$$

I_0 es la inercia polar, es decir, la suma de las inercias a flexión de los dos ejes principales, respecto del mismo punto de unión de antes

Se planteará, de cara a obtener resultados más directos, que no se supere el axil calculado del siguiente modo:

$$N_{max} = A_{rig} * E * \chi * \frac{\varepsilon_y}{\gamma_M}$$

En la siguiente tabla se representan los resultados de los 3 tipos para las diferentes distancias entre rigidizadores:

| | Transversales | | Rig L Alma | | Rig L Ala | |
|--|---------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| | Ala | Alma | Vano int | Vano Ext | Vano int | Vano ext |
| $\chi^* \epsilon_y / \gamma_M$ | 0,000973 | 0,00109 | 0,000819 | 0,000917 | 0,000733 | 0,00084 |
| ϵ_y | 0,00131 | 0,00131 | 0,00131 | 0,00131 | 0,00131 | 0,00131 |
| χ | 0,817 | 0,9153 | 0,6877 | 0,7705 | 0,6161 | 0,7053 |
| Φ | 0,5735 | 0,5256 | 0,659 | 0,6005 | 0,7239 | 0,6453 |
| α | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 | 0,49 |
| λ | 0,3072 | 0,2124 | 0,4449 | 0,3543 | 0,5334 | 0,4247 |
| ϵ_{st} | 0,0138749 | 0,0290176 | 0,00661632 | 0,01043438 | 0,0046029 | 0,0072591 |
| L | 1,95 | 1,3484 | 2,7 | 2,15 | 2,7 | 2,15 |
| A_{rig} (m²) | 0,0060 | 0,0060 | 0,0048 | 0,0048 | 0,0036 | 0,0036 |
| N_{max} (kN) | 1227,615 | 1375,231 | 820,392 | 918,559 | 554,148 | 635,040 |

Se obtiene del modelo que el mayor valor de tracción corresponde a un rigidizador longitudinal del ala, con un esfuerzo de 266,442 kN.

El mayor esfuerzo de compresión corresponde a un rigidizador longitudinal del ala con un valor de 229,226 kN.

Se verifica que la deformación producida en los rigidizadores es inferior al límite que establecen las Recomendaciones.

12.1.1. Rigidización del alma

• Rigidizador transversal

Los rigidizadores transversales intermedios se han dimensionado para que cumplan las condiciones siguientes de rigidez:

$$I_T \geq k_t * \gamma_T^* * \frac{d * t_w^3}{12 * (1 - \nu^2)}$$

Donde

I_T es la inercia del conjunto formado por el rigidizador transversal más una anchura del alma a cada lado del rigidizador, igual a $15 * t_w * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,3467 \text{ m}$. La inercia de ese conjunto equivale a $2,087 * 10^{-4} \text{ m}^4$.

$k_t = 1$ al ser la esbeltez del alma, $d/t_w \leq 75$.

γ_T^* es la rigidez óptima, y se calcula:

$$\gamma_T^* = \frac{21}{\left(\frac{L_T}{d}\right)} - 15 * \left(\frac{L_T}{d}\right) \geq 6$$

Siento L_T la distancia entre rigidizadores transversales (2,15 en vanos extremos; 2,7 en vanos intermedios) y d la altura del alma, siendo 1,3848 metros.

Para ambos casos se determina que $\gamma_T^* = 6$.

ν es el coeficiente de Poisson del acero, 0,3.

Por lo que se obtiene:

$$I_T \geq 1 * 6 * \frac{1,3848 * 0,025^3}{12 * (1 - 0,3^2)} = 1,19 * 10^{-5} \text{ m}^4$$

Además, la inercia del rigidizador transversal con relación al eje contenido en el plano medio del alma de la viga, es:

$$I_T \geq 1,5 * \left(\frac{d}{50}\right)^4$$

I_T en este caso adquiere un valor de $2,681 * 10^{-4} \text{ m}^4$.

d , al igual que antes, es la altura del alma con un valor de 1,3848 m.

Por tanto:

$$I_T \geq 1,5 * \left(\frac{1,3848}{50}\right)^4 = 8,82 * 10^{-7} \text{ m}^4$$

También se cumple la última condición.

Además, según la EAE en su artículo 35.9.3.3, un rigidizador transversal se puede considerar rígido si se cumple que:

$$\begin{aligned} \text{Si } \frac{a}{h_w} < \sqrt{2} &\rightarrow I_T \geq \frac{1,5 * h_w^3 * t_w^3}{a^2} \\ \text{Si } \frac{a}{h_w} \geq \sqrt{2} &\rightarrow I_T \geq 0,75 * h_w * t_w^3 \end{aligned}$$

donde

a es la distancia entre rigidizadores transversales, que será como máximo 2,7 metros en los vanos intermedios.

h_w es la altura del alma, 1,3848 m.

t_w es el espesor del alma, 25 mm.

Entonces:

$$\frac{a}{h_w} = \frac{2,7}{1,3848} = 1,95 > \sqrt{2}$$

Estamos en la segunda condición:

$$I_T \geq 0,75 * 1,3848 * 0,025^3 = 2,8 * 10^{-5} \text{ m}^4$$

Como I_T , tal como se calculó, equivale a $2,87 * 10^{-4} \text{ m}^4$, se considerará rígido.

- **Rigidizador longitudinal**

El rigidizador longitudinal del alma se dimensiona para que se cumpla:

$$I_L \geq k_L * \gamma_L^* * \frac{d * t_w^3}{12 * (1 - \nu^2)}$$

Siendo

I_L es la inercia del conjunto formado por el rigidizador longitudinal más una anchura del alma a cada lado del rigidizador, igual a $15 * t_w * \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,3467 \text{ m}$. La inercia de ese conjunto equivale a $1,46 * 10^{-4} \text{ m}^4$.

$K_t = 1,25$ al ser la esbeltez del alma, $d/t_w \leq 120$

γ_L^* es la rigidez óptima teórica según la teoría elástica, teniendo varias expresiones según el esfuerzo predominante en cada sección:

- Compresión uniforme:

$$\gamma_L^* = \alpha^2 * [8 * (1 + 2 * \delta) - 1] - 0,5 * \alpha^4 + 0,5 * (1 + 2 * \delta) = 19,16$$

- Flexión simple:

$$\gamma_L^* = 25 * \alpha - 6 + 78 * \delta * \alpha^2 = 56,63$$

- Esfuerzo cortante:

$$\gamma_L^* = 5,4 * \alpha^2 * (2 * \alpha + 2,5 * \alpha^2 - \alpha^3 - 1) = 53,34$$

δ se calcula como $\frac{A_L}{d * t_w} = 0,138$

α se calcula como $\frac{L_T}{d} = 1,95$ en el caso de que los rigidizadores se distancian 2,7 m.

La inercia mínima para el esfuerzo de compresión es de $4,75 * 10^{-5} \text{ m}^4$; para flexión $1,40 * 10^{-4} \text{ m}^4$; para cortante $1,32 * 10^{-4} \text{ m}^4$; por lo que se satisfacen todas las condiciones.

12.1.2. Rigidización del ala inferior

- **Rigidizador transversal**

Al igual que en el alma, se dispondrá un rigidizador transversal cada 2,7 metros en los vanos de 27 metros, y cada 2,15 metros en vanos de 21,5 metros.

Tendrá las mismas características que la rigidización transversal del alma.

Se debe cumplir:

$$I_T \geq \frac{N_{sd}^2 * L_T * b^3}{43 * E_a^2 * I_L}$$

Siendo

I_T la inercia del rigidizador transversal, considerando también un ancho del ala a cada lado del rigidizador, con un valor igual al menor de entre $0,5 * L_T$ y $0,125 * b$. El primer valor es 1,35 en el caso de vano intermedio y 1,075 m en el extremo; el segundo valor es 0,2375 metros y es el que se empleará.

La inercia finalmente es $2,42 * 10^{-4} \text{ m}^4$.

L_T es la distancia entre rigidizadores, tomando 2,7 como más desfavorable.

b es el ancho de la chapa rigidizada, 1,90 metros.

N_{sd} es el axil del esfuerzo de compresión que afecta al ala.

E_a es el módulo elástico del acero, 210000 Mpa.

I_L es la inercia de la chapa del ala junto con los rigidizadores longitudinales, por lo que su valor es $8,38 * 10^{-5}$.

El valor N_{sd} , según el modelo en el que para el apoyo se obtuvo una tensión en el ala inferior de 56,33 MPa en compresión. Multiplicados por el área de dicho ala se obtiene un axil máximo de 3295,3 kN, obteniendo por tanto:

$$\frac{3295,3^2 * 2,7 * 1,90^3}{43 * 210000 * 1000 * 8,38 * 10^{-5}} = 1,26 * 10^{-6}$$

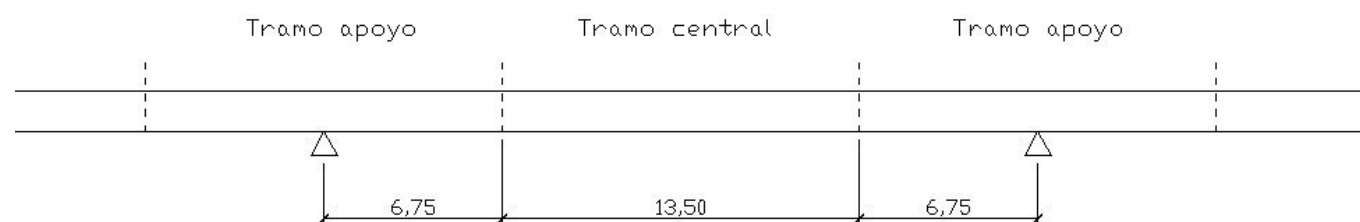
Por lo que se cumple dicha condición.

13. CONEXIÓN DE CAJÓN Y LOSA

Los conectadores son elementos metálicos que van soldados al ala superior del cajón, quedando incrustados en el hormigón, transmitiéndole esfuerzos rasantes de sentido horizontal, garantizando de esta forma una unión solidaria en la que ambos materiales trabajan de forma conjunta.

Se van a emplear pernos conectadores, que confiere una conexión semirrígida.

El número de pernos obtenido mediante el cálculo serán el aplicado a toda la sección. Además, según la ley de cortantes y por tanto de rasantes, debería haber mayor densidad de pernos en las zonas de apoyo que en las del centro de vano en fase de servicio, así pues se divide cada vano en 3 sectores: del apoyo a $\frac{1}{4}$, de $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ y de $\frac{3}{4}$ hasta el siguiente apoyo.



Para obtener el número de pernos, se sigue la siguiente expresión:

$$r^* = b_r^* \cdot \tau^* = \frac{M_{est,\Omega}^* \cdot Vd}{I^*} = \frac{Vd}{a}$$

Siendo

r^* el esfuerzo rasante.

τ^* es la tensión tangencial en el punto de conexión entre la losa y el ala superior de las vigas metálicas.

b_r^* el ancho reducido de la losa a tiempo 0, que es más desfavorable que a tiempo infinito, siendo el coeficiente de homogeneización igual a 7,3486, por lo que el ancho total es 1,565 m.

M_{est} es el momento estático de la sección considerada, calculado como el área de dicha sección, multiplicado por la distancia entre el cdg de la sección con la del conjunto cajones+lusa homogeneizada.

V_d es el cortante de cálculo obtenido del modelo. El valor más desfavorable será igual a 4078,194 kN, ubicado en el apoyo; el valor del cortante a $\frac{1}{4}$ del vano es 2456,015 kN.

I^* es la inercia del conjunto armaduras+lusa homogeneizada. Su valor es 0,2278 m⁴.

El número de conectadores a disponer será calculado mediante:

$$n_q = \frac{r^*}{P_{rd}}$$

De acuerdo a la RPX-95, en su apartado 7.3.2.1 indica que el esfuerzo rasante último de cálculo de un conectador será el menor de los dos valores siguientes:

- Limitación por cizallamiento del perno:

$$P_{rd} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{\gamma_v}$$

- Limitación por la capacidad del hormigón:

$$P_{rd} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_c} \cdot \frac{1}{\gamma_v}$$

f_u es el límite último del perno, que para acero de 355 MPa, corresponden 410 MPa.

d es el diámetro del perno, habiendo seleccionado pernos de 16 mm.

f_{ck} es la resistencia característica de la losa, 30 MPa.

E_c es el módulo elástico del hormigón. Como se considera acción instantánea, equivale a 28576,91MPa, el obtenido a tiempo 0.

α se calcula como:

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1 \right) \leq 1$$

h es la altura del perno. Si es superior a 64 mm, α será 1.

γ_v es el coeficiente de seguridad último del perno, 1,25.

Por tanto los esfuerzos rasantes últimos de los pernos son:

$$P_{rd} = 0,8 \cdot 410 \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \cdot \frac{1}{1,25} = 52,76 \text{ kN}$$

$$P_{rd} = 0,29 \cdot 1 \cdot 16^2 \cdot \sqrt{30 \cdot 28576,91} \cdot \frac{1}{1,25} = 54,99 \text{ kN}$$

Es decir, la resistencia última viene determinada por la capacidad del perno a cizallamiento, la cual vale 52,76 kN.

13.1. TRAMO DE APOYO

Las tensiones tangenciales en la sección de apoyo se han calculado, siendo las siguientes:

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

| | x (relat) | y (absol) | Ancho b | Dist cdg | Área | M est | T tang* | T tang |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------------|--|
| Losa sup | 0 | 1,55 | 1,5649 | 0,5151 | 0,0000 | 0 | 0,00 kN/m ² | 0 kN/m ² = 0,0000 MPa |
| Losa | 0,125 | 1,425 | 1,5649 | 0,4526 | 0,1956 | 0,089 | 1013,01 kN/m ² | 137,85 kN/m ² = 0,1378 MPa |
| Losa inf | 0,25 | 1,3 | 1,5649 | 0,3901 | 0,3912 | 0,153 | 1746,24 kN/m ² | 237,63 kN/m ² = 0,2376 MPa |
| Ala sup+ | 1,3 | 1,3 | 2,8000 | 0,4481 | 0,3408 | 0,153 | 976,54 kN/m ² | 976,54 kN/m ² = 0,9765 MPa |
| Ala sup | 1,285 | 1,285 | 2,8000 | 0,5473 | 0,2988 | 0,164 | 1045,72 kN/m ² | 1045,72 kN/m ² = 1,0457 MPa |
| Ala sup- | 1,27 | 1,27 | 2,8000 | 0,6765 | 0,2568 | 0,174 | 1110,88 kN/m ² | 1110,88 kN/m ² = 1,1109 MPa |
| Alma+ | 1,27 | 1,27 | 0,1120 | 0,6765 | 0,2568 | 0,174 | 27772,10 kN/m ² | 27772,10 kN/m ² = 27,7721 MPa |
| Alma | 1,1 | 1,1 | 0,1120 | 0,7427 | 0,2378 | 0,177 | 28229,00 kN/m ² | 28229,00 kN/m ² = 28,2290 MPa |
| cdg | 1,0349 | 1,0349 | 0,1120 | 0,7672 | 0,2305 | 0,177 | 28266,95 kN/m² | 28266,95 kN/m² = 28,2670 MPa |
| Alma | 0,85 | 0,85 | 0,1120 | 0,8338 | 0,2098 | 0,175 | 27960,90 kN/m ² | 27960,90 kN/m ² = 27,9609 MPa |
| Alma | 0,6 | 0,6 | 0,1120 | 0,9145 | 0,1818 | 0,166 | 26573,71 kN/m ³ | 26573,71 kN/m ³ = 26,5737 MPa |
| Alma | 0,35 | 0,35 | 0,1120 | 0,9791 | 0,1538 | 0,151 | 24067,44 kN/m ² | 24067,44 kN/m ² = 24,0674 MPa |
| Alma - | 0,03 | 0,03 | 0,1120 | 1,0199 | 0,1179 | 0,12 | 19226,45 kN/m ² | 19226,45 kN/m ² = 19,2264 MPa |
| Ala inf+ | 0,03 | 0,03 | 3,9306 | 1,0199 | 0,1179 | 0,12 | 547,85 kN/m ² | 547,85 kN/m ² = 0,5478 MPa |
| Ala inf | 0,015 | 0,015 | 3,9153 | 1,0274 | 0,0587 | 0,06 | 275,94 kN/m ² | 275,94 kN/m ² = 0,2759 MPa |
| Fibra inf | 0 | 0 | 3,9000 | 1,0349 | 0,0000 | 0 | 0,00 kN/m ² | 0,00 kN/m ² = 0,0000 MPa |

$$n_q = \frac{r^*}{P_{rd}} = \frac{2732,725}{52,76} = 51,80 \approx 52 \text{ pernos/metro}$$

Se dispondrá en cada ala una pareja de pernos, por lo que la separación máxima en sentido longitudinal es:

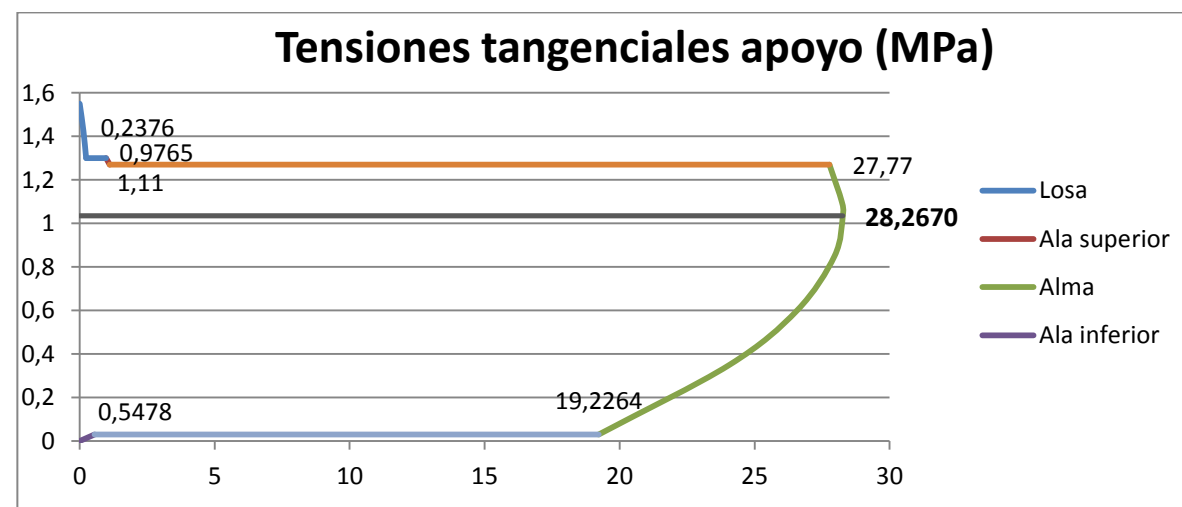
$$\text{separación} = \frac{8}{52} = 0,154 \text{ m} \approx 15 \text{ cm}$$

13.2. TRAMO CENTRAL

Las tensiones obtenidas en el tramo central son:

| | x (relat) | y (absol) | Ancho b | Dist cdg | Área | M est | T tang* | T tang |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------------|--|
| Losa sup | 0 | 1,55 | 1,5649 | 0,5151 | 0,0000 | 0 | 0,00 kN/m ² | 0 kN/m ² = 0,0000 MPa |
| Losa | 0,125 | 1,425 | 1,5649 | 0,4526 | 0,1956 | 0,089 | 610,06 kN/m ² | 83,02 kN/m ² = 0,0830 MPa |
| Losa inf | 0,25 | 1,3 | 1,5649 | 0,3901 | 0,3912 | 0,153 | 1051,64 kN/m ² | 143,11 kN/m ² = 0,1431 MPa |
| Ala sup+ | 1,3 | 1,3 | 2,8000 | 0,4481 | 0,3408 | 0,153 | 588,10 kN/m ² | 588,10 kN/m ² = 0,5881 MPa |
| Ala sup | 1,285 | 1,285 | 2,8000 | 0,5473 | 0,2988 | 0,164 | 629,77 kN/m ² | 629,77 kN/m ² = 0,6298 MPa |
| Ala sup- | 1,27 | 1,27 | 2,8000 | 0,6765 | 0,2568 | 0,174 | 669,01 kN/m ² | 669,01 kN/m ² = 0,6690 MPa |
| Alma+ | 1,27 | 1,27 | 0,1120 | 0,6765 | 0,2568 | 0,174 | 16725,22 kN/m ² | 16725,22 kN/m ² = 16,7252 MPa |
| Alma | 1,1 | 1,1 | 0,1120 | 0,7427 | 0,2378 | 0,177 | 17000,38 kN/m ² | 17000,38 kN/m ² = 17,0004 MPa |
| cdg | 1,0349 | 1,0349 | 0,1120 | 0,7672 | 0,2305 | 0,177 | 17023,24 kN/m² | 17023,24 kN/m² = 17,0232 MPa |
| Alma | 0,85 | 0,85 | 0,1120 | 0,8338 | 0,2098 | 0,175 | 16838,92 kN/m ² | 16838,92 kN/m ² = 16,8389 MPa |
| Alma | 0,6 | 0,6 | 0,1120 | 0,9145 | 0,1818 | 0,166 | 16003,51 kN/m ³ | 16003,51 kN/m ³ = 16,0035 MPa |
| Alma | 0,35 | 0,35 | 0,1120 | 0,9791 | 0,1538 | 0,151 | 14494,16 kN/m ² | 14494,16 kN/m ² = 14,4942 MPa |
| Alma - | 0,03 | 0,03 | 0,1120 | 1,0199 | 0,1179 | 0,12 | 11578,76 kN/m ² | 11578,76 kN/m ² = 11,5788 MPa |
| Ala inf+ | 0,03 | 0,03 | 3,9306 | 1,0199 | 0,1179 | 0,12 | 329,93 kN/m ² | 329,93 kN/m ² = 0,3299 MPa |
| Ala inf | 0,015 | 0,015 | 3,9153 | 1,0274 | 0,0587 | 0,06 | 166,18 kN/m ² | 166,18 kN/m ² = 0,1662 MPa |
| Fibra inf | 0 | 0 | 3,9000 | 1,0349 | 0,0000 | 0 | 0,00 kN/m ² | 0,00 kN/m ² = 0,0000 MPa |

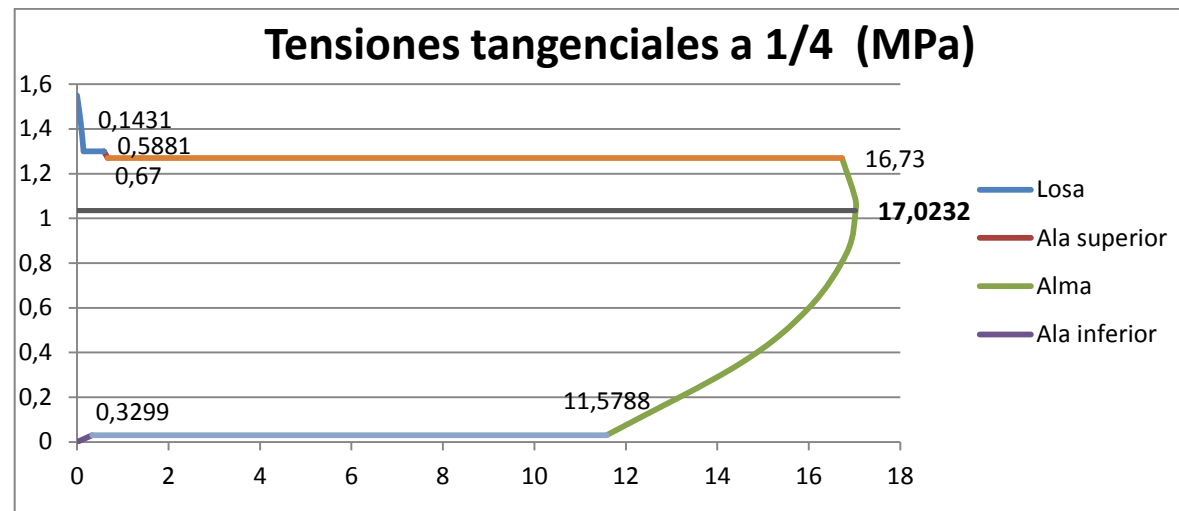
Siendo su gráfica



El valor del esfuerzo rasante r^* es

$$r^* = \frac{0,153 * 4078,194}{0,2278} = 2732,725 \text{ kN}$$

Por tanto, el número de conectadores a disponer será:



El valor r^* en este caso es

$$r^* = \frac{0,153 * 2456,015}{0,2278} = 1645,73 \text{ kN}$$

Por tanto, el número de conectores a disponer será:

$$n_q = \frac{r^*}{P_{rd}} = \frac{1645,73}{52,76} = 31,20 \approx 32 \text{ pernos/metro}$$

Se dispondrá en cada ala una pareja de pernos, por lo que la separación en sentido longitudinal es:

$$\text{separación} = \frac{8}{32} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

13.3. CONDICIONANTES MÍNIMOS

Las exigencias constructivas que impone la RPX-95 son las siguientes:

La altura total del perno será al menos 3 veces el diámetro, es decir, 48 mm, aunque se han tomado 90 mm.

El ancho de la cabeza será superior a 1,5 veces el diámetro; su altura 0,4 diámetros.

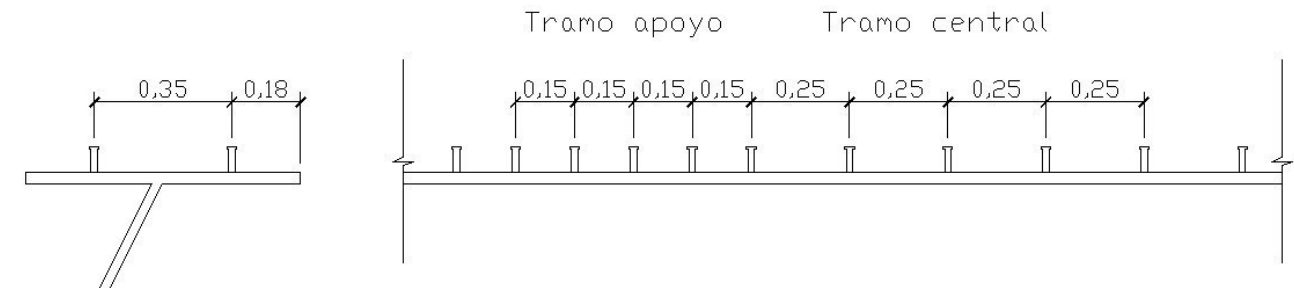
La separación máxima de los pernos conectadores ha de limitarse, en general, al menor de los dos valores siguientes:

- 800 mm
- 6 veces el espesor de la losa = $6 * 0,25 = 1,5 \text{ m}$.

La separación mínima entre el perno y el borde del ala será 25 mm.

La separación mínima entre pernos en el sentido de la fuerza es $5 * d = 80 \text{ mm}$; en sentido perpendicular $2,5 * d = 40 \text{ mm}$.

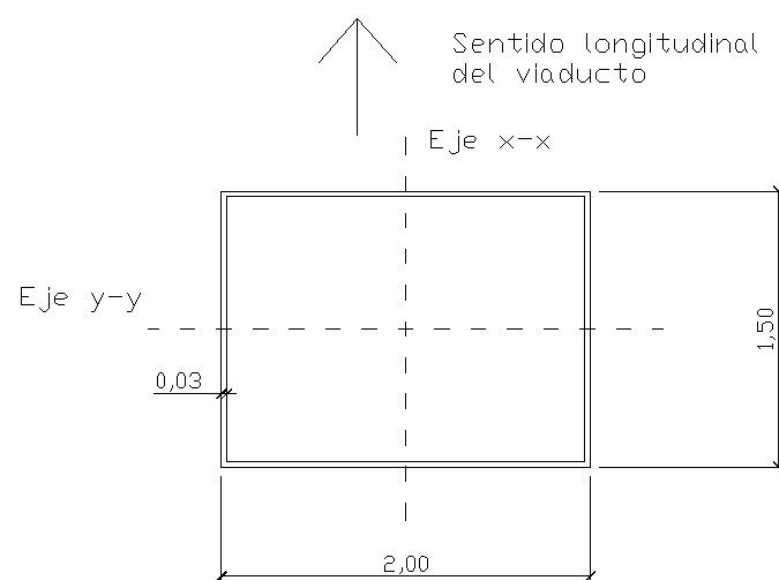
El detalle constructivo de la conexión es el siguiente, con cotas en metros:



14. PILAS

14.1. DESCRIPCIÓN

Las pilas están agrupadas en parejas, de modo que cada pila soporta una de las dos vigas que conforman el tablero. La sección de la pila tiene 2 metros en el sentido transversal del viaducto, y 1,5 en el sentido longitudinal. Los espesores de chapa son 30 mm en toda su sección.



Las propiedades geométricas de la sección aislada son:

- Área: $A = 0,2064 \text{ m}^2$
- Inercia respecto del eje x: $I_x = 0,12383 \text{ m}^4$
- Inercia respecto del eje y: $I_y = 0,07977 \text{ m}^4$

De cara a evitar abolladura local, se disponen rigidizadores longitudinales tal como se vio en el caso del tablero; sin embargo, no se van a tener en cuenta para el cálculo siguiente. Pese a que se ha diseñado un arriostramiento en forma de dintel que conecta ambas pilas, también se despreciará de cara a realizar el cálculo, considerando que además de este modo se está del lado de la seguridad.

14.2. ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN

Las pilas se ven sometidas a una interacción de flexión y compresión que puede llegar a pandear la sección. El artículo 35.3 de la EAE recoge una simplificación para elementos sometidos a compresión y flexión sobre uno de sus ejes principales, pudiendo sufrir pandeo alrededor del otro eje. La comprobación se lleva a cabo mediante:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} * \frac{C_m * M_{Ed}}{\frac{M_{rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

Siendo

N_{Ed} y M_{Ed} el axil de cálculo y el momento flector de cálculo, respectivamente.

$N_{b,Rd}$ la resistencia de cálculo al pandeo. Se calcula con la expresión que sigue:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi * A * f_y}{\gamma_{M1}}$$

Obteniendo el coeficiente de reducción por pandeo, χ , el valor a partir de:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}^2}} = 0,6115$$

Con Φ tomando el valor

$$\Phi = 0,5 * (1 + \alpha * (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2) = 1,1097$$

El valor α representa el coeficiente de imperfección, que depende de la curva de pandeo. Al ser una sección cajón le corresponde la curva b, por lo que equivale a 0,34.

La esbeltez adimensional $\bar{\lambda}$ se calcula mediante la fórmula:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{0,2064 * 275000}{59426,76}} = 0,9773$$

A es el área de la sección de un pilar, corresponde a $0,2064 \text{ m}^2$, al ser una sección con dimensiones

N_{cr} el esfuerzo axil crítico elástico a pandeo por flexión. Se obtiene mediante la siguiente expresión propuesta por Euler:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_{cr}^2} = 59426,76 \text{ kN}$$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Donde

E es el módulo elástico del acero, 210000 MPa.

I es la inercia a flexión de la sección en el plano de pandeo en el eje débil, el y , por lo que adquiere el valor de 0,080 m⁴.

L_{cr} es la longitud de pandeo en el plano considerado, se obtiene como el producto de $\beta \cdot L$. Se va a considerar la mayor longitud L de la pieza, en este caso es 39,07 metros.

Obtener β depende de las características de los apoyos. En caso de situación empotrada-apoyada, el valor de β es 0,7. Sin embargo, en ménsula (empotrado-libre), dicho valor asciende a 2,0.

En nuestro caso, empotrado en un extremo, con un apoyo de neopreno que da cierta libertad, es un caso intermedio; se decide adoptar un coeficiente intermedio con un valor de 1,35, adoptando este valor para ambos ejes de flexión, puesto que las condiciones de contorno en los apoyos es igual en un eje que en otro.

| Columna articulada-articulada | Columna empotrada-articulada | Columna empotrada-empotrada | Columna empotrada-libre |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | | |
| $L_{cr} = L$ | $L_{cr} = 0,7 \cdot L$ | $L_{cr} = 0,5 \cdot L$ | $L_{cr} = 2 \cdot L$ |
| $\beta = 1$ | $\beta = 0,7$ | $\beta = 0,5$ | $\beta = 2$ |

Así pues, $L_{cr} = 52,75$ metros.

c_m es el coeficiente de momento equivalente uniforme referido al eje de flexión. Puede considerarse como equivalente a 1,0 al ser un elemento sometido a cargas transversales.

$$M_{rk} = f_y \cdot W = 275000 \cdot 0,106355 = 29247,5 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Por lo que finalmente se calcula:

$$N_{b,Rd} = \frac{0,6115 \cdot 0,2064 \cdot 275000}{1,1} = 31552,59 \text{ kN}$$

Se lleva a cabo la verificación a partir de los esfuerzos obtenidos del modelo para el pilar más desfavorable, considerando el viento longitudinal:

$$N_{Ed} = 5545,735 \text{ kN} \quad (\text{obtenido de SAP para tráfico 4})$$

$$M_{Ed,y} = 6429,39 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{obtenido a partir de cálculo en Excel})$$

$$\frac{5545,735}{31552,59} + \frac{1}{1 - \frac{5545,735}{59426,76}} \cdot \frac{1 \cdot 6429,39}{\frac{29247,5}{1,1}} = 0,55 \leq 1$$

En el caso de viento transversal, los esfuerzos son:

$$N_{Ed} = 5794,073 \text{ kN} \quad (\text{obtenido del modelo de SAP para tráfico-4})$$

$$M_{Ed,x} = 7950,333 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{obtenido de cálculo en Excel})$$

El eje de flexión en esta ocasión es el fuerte, por lo que se modifican los valores de resistencia:

$$M_{rk} = f_y \cdot W = 275000 \cdot 0,123834 = 34054,328 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$N_{b,Rd} = X \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 0,734 \cdot 0,2064 \cdot 275000 / 1,1 = 37876,97 \text{ kN}$$

$$N_{cr,x} = \pi^2 \cdot E \cdot I_x / L_{cr}^2 = \pi^2 \cdot 210000 \cdot 0,12383 / 52,75^2 = 92258,06$$

$$\frac{5794,073}{37876,97} + \frac{1}{1 - \frac{5794,073}{92258,06}} \cdot \frac{1 \cdot 7950,333}{\frac{34054,33}{1,1}} = 0,427 \leq 1$$

Cuando hay viento transversal, no hay longitudinal pero sí hay fuerzas en ese sentido provocadas por frenado y por temperatura. En este caso la verificación a satisfacer es:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_{my}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,x}}} \cdot \frac{M_{x,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{x,rk}}{\gamma_{M1}}} + \frac{C_{mz}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\frac{M_{y,rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

siendo $N_{b,Rd}$ la menor resistencia de cálculo a pandeo de los dos ejes de flexión.

Como un cajón rigidizado no es susceptible a torsión, $\chi_{LT} = 1$.

$$\frac{5794,073}{29168,66} + \frac{1}{1 - \frac{5794,073}{92258,06}} \cdot \frac{7950,33}{\frac{1 \cdot 34054,328}{1,1}} + \frac{1}{1 - \frac{5794,073}{59426,76}} \cdot \frac{3353,99}{\frac{29247,504}{1,1}} = 0,6124 \leq 1$$

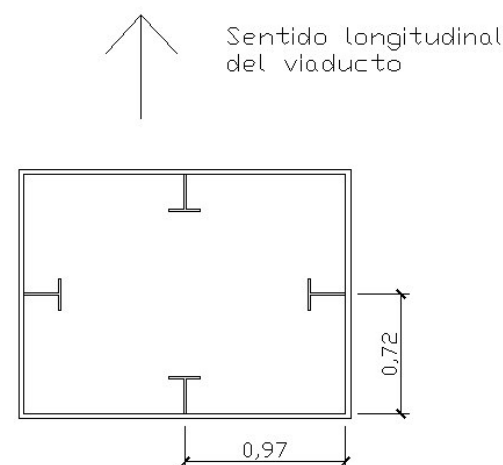
También se verifica esta condición, por lo que el pilar no padea.

14.3. RESISTENCIA ÚLTIMA DE CHAPAS COMPRIMIDAS

Se van a disponer rigidizadores para evitar la abolladura de las chapas que forman las pilas ya que trabajan a compresión, calculado de modo que para chapas de espesor 30 mm se separarán un máximo de:

$$\frac{\frac{b_i}{0,03}}{28,4 * \sqrt{\frac{235}{275}} * \sqrt{4}} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 * 1} \rightarrow b_i \leq 1,06 \text{ m}$$

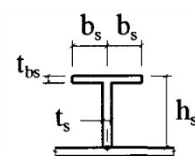
Por lo que se ha optado que para el arco los rigidizadores se sitúen del siguiente modo:



Las dimensiones de los rigidizadores longitudinales dispuestos son las siguientes:

LONGITUDINAL

- h_s = **225** mm
- t_s = **10** mm
- b_s = **95** mm
- t_{bs} = **14** mm
- Área = **4770** mm²



La RPX-95 prescribe, en su apartado 6.5.2 unas condiciones mínimas de rigidez para rigidizadores longitudinales en alas comprimidas:

$$\frac{L_s}{h_s} \leq 25 \rightarrow L_s \leq 25 * 0,225 = 5,625 \text{ m}$$

L_s, en este caso supone la distancia entre rigidizadores transversales, que por motivos constructivos varía en cada pila debido a la altura, siendo sus valores:

| Pila | Altura | Nº rigid | Distancia (m) |
|-----------------|---------|----------|---------------|
| P1 | 12,1486 | 4 | 3,01 |
| P2 | 24,2836 | 7 | 3,45 |
| P3 y P11 | 38,532 | 12 | 3,20 |
| P4 y P10 | 22,3505 | 7 | 3,18 |
| P5 y P9 | 10,1546 | 3 | 3,35 |
| P6 | 3,0213 | 1 | 2,92 |
| P12 | 25,357 | 8 | 3,16 |

El procedimiento para determinar la resistencia es el que se siguió para calcular el momento flector último del tablero en el apartado 10.3.1, en el caso de ala comprimida rigidizada longitudinalmente.

De acuerdo a la IAP-11, el viento longitudinal no es concomitante con el transversal+vertical, por lo que se analiza por separado cada situación.

14.3.1. Viento transversal: flexión en eje x-x

Cuando se produce flexión sobre el eje x-x, la chapa más comprimida es la que corresponde a la menor de las direcciones, cuya anchura es de 1,50 metros.

Se dispone un rigidizador longitudinal en el centro de la chapa, y transversales a una distancia máxima de 3,45 metros, aunque por motivos constructivos esta distancia variará hasta un mínimo de 3 metros. Entonces, la reducción de resistencia de la chapa es:

| CHAPA DE 1,50 METROS | | |
|----------------------|-------------------|---------------------------|
| Ancho total | b | 1,44 m |
| Espesor chapa | t _f | 0,03 m |
| Dist entre rig T | L _t | 3,45 m |
| Nº rig L | n | 1 rigidizadores |
| Ancho pieza | b _L | 0,7200 m |
| | ρ | 1,0000 empieza en 1 |
| A 1 rigid L | AL | 4770,00 mm ² |
| A chapa | b _L *t | 21600,00 mm ² |
| | e1 | 150,09 mm |
| | e2 | 33,15 mm |
| Inercia conj | I | 155568255 mm ⁴ |
| | NE | 27089,55 kN |
| | NR | 7251,75 kN |
| | λ | 0,5174 |
| | α | 0,49 |
| | φ | 0,6978 |

| | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------------------|
| χ | | 0,8371 |
| 1º iteración | | |
| A Chapa' | $bL*t*\chi$ | 18080,7336 mm ² |
| A rig' | $AL*\chi$ | 3992,82867 mm ² |
| | NR' | 6070,22963 kN |
| | λ' | 0,4734 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ' | 0,6870 |
| | χ' | 0,8557 |
| Diferencia χ y χ' | | 2,23 NO SUFIC |
| 2º iteración | | |
| A Chapa' | $bL*t*\chi$ | 18483,80 mm ² |
| A rig' | $AL*\chi$ | 4081,84 mm ² |
| | NR' | 6205,55 kN |
| | λ' | 0,48 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ' | 0,6883 |
| | χ' | 0,8535 |
| Diferencia χ y χ' | | 0,27 SUFICIENTE |
| | ϵ_y | 0,0013 |
| | k | 4 |
| | ϵ_{cr} | 0,0063 |
| | λ_p | 0,4234 |
| | ρ | 1 |
| br | $b*\chi'$ | 1,3345 m |
| AL,r | $AL*\chi'$ | 0,0041 m ² |
| NRd,ult | | 11026,40 kN |
| Tensión máxima | | 229,86 mPa |

Cuando se produce viento transversal, los esfuerzos obtenidos en la base de la pila más solicitada son los siguientes:

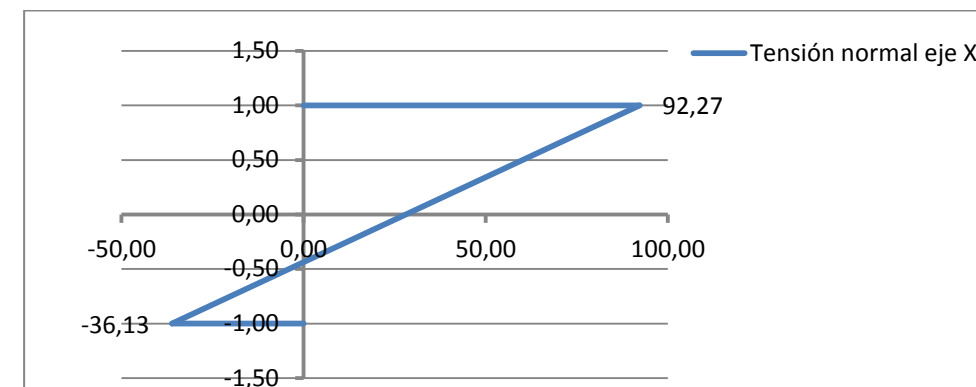
$$N_{Ed} = 5794,073 \text{ kN} \quad (\text{obtenido del modelo de SAP para tráfico-4})$$

$$M_{Ed,x} = 7950,333 \text{ kN*m} \quad (\text{obtenido de cálculo en Excel})$$

Las tensiones que dichos esfuerzos producen en la sección pésima de la pila se representan en el siguiente diagrama:

| | | | |
|----------------------|-----|-------|--|
| Flexión eje X | | | |
| Tensión fibra sup | ys | 1,00 | 92273,61 kN/m ² = 92,27 Mpa |
| Fibra neutra | cdg | 0 | 28072,06 kN/m ² = 28,07 Mpa |
| Tensión fibra inf | yi | -1,00 | -36129,49 kN/m ² = -36,13 Mpa |

Cuyo diagrama es:



Al ser $92,27 \leq 229,86$ la chapa comprimida resiste la solicitación.

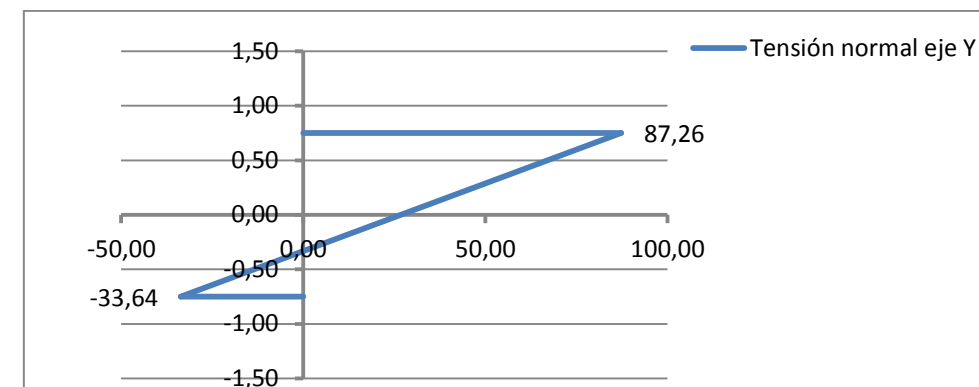
14.3.2. Viento longitudinal: flexión en eje y-y

Con viento longitudinal, se comprime la chapa de mayores dimensiones, la cual es de una anchura de 2,00 metros.

Se dispone un rigidizador longitudinal en el centro de la chapa, y transversales a una distancia máxima de 3,56 metros, aunque por motivos constructivos esta distancia variará hasta un mínimo de 3 metros.

| | | |
|-----------------------------|-------------|---------------------------|
| CHAPA DE 2,00 METROS | | |
| Ancho total | b | 1,94 m |
| Espesor chapa | tf | 0,03 m |
| Dist entre rig T | Lt | 3,45 m |
| Nº rig L | n | 1 rigidizadores |
| Ancho pieza | bL | 0,9700 m |
| | ρ | 1,0000 empieza en 1 |
| A 1 rigid L | AL | 4770,00 mm ² |
| A chapa | $bL*t$ | 29100,00 mm ² |
| | e1 | 157,43 mm |
| | e2 | 25,81 mm |
| Inercia conj | I | 162545710 mm ⁴ |
| | NE | 28304,56 kN |
| | NR | 9314,25 kN |
| | λ | 0,5736 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ | 0,7116 |
| | χ | 0,8146 |
| 1º iteración | | |
| A Chapa' | $bL*t*\chi$ | 23704,725 mm ² |

| | | | |
|-----------------------|--------|-----------------|------------|
| A rig' | AL*χ | 3885,61988 | mm2 |
| | NR' | 7587,34485 | kN |
| | λ' | 0,5177 | |
| | α | 0,49 | |
| | φ' | 0,6979 | |
| | χ' | 0,8369 | |
| Diferencia χ y χ' | | 2,74 | NO SUFIC |
| 2ª iteración | | | |
| A Chapa' | bL*t*χ | 24354,53 | mm2 |
| A rig' | AL*χ | 3992,13 | mm2 |
| | NR' | 7795,33 | kN |
| | λ' | 0,52 | |
| | α | 0,49 | |
| | φ' | 0,6996 | |
| | χ' | 0,8340 | |
| Diferencia χ y χ' | | 0,35 | SUFICIENTE |
| | εy | 0,0013 | |
| | k | 4 | |
| | εcr | 0,0034 | |
| | λp | 0,5642 | |
| | ρ | 1 | |
| br | b*χ' | 1,7790 | m |
| AL,r | AL*χ' | 0,0040 | m2 |
| NRd,ult | | 14337,14 | kN |
| Tensión máxima | | 227,68 | mPa |



Como $87,26 \leq 227,68$, la chapa más solicitada resiste la compresión.

14.4. APARATOS DE APOYO

Los aparatos de apoyo se han dimensionado con el objetivo de que cumplan las condiciones impuestas cuando se ven sometidas a los esfuerzos de Estado Límite Último.

Las fuerzas consideradas que afectan longitudinalmente al tablero han sido las siguientes, combinadas en la hipótesis pésima:

- Fuerza de frenado (acción dominante): 900 kN.
 - Valor de cálculo: $900 * 1,35 = 1215$ kN
- Viento longitudinal en el tablero: 434,63 kN
 - Valor de cálculo: $434,63 * 1,5 * 0,6 = 391,17$
- Temperatura:
 - $\Delta_{TN,con} = -31,55$ °C
 - $\Delta_{TN,exp} = +37,62$ °C

Las condiciones de que deben satisfacer son las siguientes:

- Para acciones lentas (temperatura):

$$\frac{u}{T} \leq 0,5$$

- Para acciones lentas + rápidas (viento, frenado...)

$$\frac{u}{T} \leq 0,7$$

- La dimensión *a* debe ser tal que se verifique:

$$\frac{a}{10} \leq T \leq \frac{a}{5}$$

Los esfuerzos en la base de la pila más solicitada son:

$$N_{Ed} = 5545,735 \text{ kN} \quad (\text{obtenido de SAP para tráfico 4})$$

$$M_{Ed,y} = 6429,39 \text{ kN*m} \quad (\text{obtenido a partir de cálculo en Excel})$$

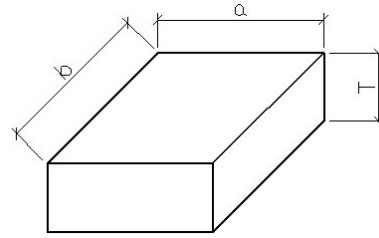
Las tensiones producidas son:

| | | |
|----------------------|-------|---|
| Flexión eje Y | 0,75 | 0 |
| Tensión fibra sup ys | 0,75 | $87262,61 \text{ kN/m}^2 = 87,26 \text{ Mpa}$ |
| Fibra neutra cdg | 0 | $26810,20 \text{ kN/m}^2 = 26,81 \text{ Mpa}$ |
| Tensión fibra inf yi | -0,75 | $-33642,22 \text{ kN/m}^2 = -33,64 \text{ Mpa}$ |

Siendo el diagrama:

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Siendo u el desplazamiento relativo entre tablero y subestructura, T el espesor neto del aparato y a la dimensión en planta más pequeña.



La carga que debe llegar a cada aparato debe ser inferior a 150 kg/cm^2 .

Las dimensiones que adoptará cada apoyo es $450 \times 500 \times 84$.

La rigidez se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$K_a = N * \frac{A}{e} * G = 4 * \frac{0,45 * 0,50}{0,084} * 1000 = 10714,29 \frac{kN}{m}$$

Siendo

N el número de apoyos de neopreno por sección apoyada.

A el área en planta del apoyo.

e el espesor del aparato.

G el módulo de cizalladura, tomando un valor de 1000 kN/m^2 de acuerdo a fabricantes.

Como la deformación que se produce depende, además de las fuerzas, de la rigidez conjunta de pilas y apoyos, se calcula la rigidez de las pilas del siguiente modo:

$$K_p = 3 * \frac{E * I}{h^3}$$

La rigidez conjunta se halla como sigue:

$$K_{a+p} = \frac{1}{\frac{1}{K_a} + \frac{1}{K_p}}$$

En la tabla siguiente se exponen los resultados obtenidos sometiendo a los esfuerzos relacionados con anterioridad, realizando las comprobaciones indicadas en el apartado 3.3 que limitan la deformabilidad de los aparatos de neopreno zunchado:

Para el caso de $\Delta_{TN,exp} = +37,62$ °C:

| | Estribo1 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | Estribo2 |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| G [kN/m ²] | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Ancho (m) | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Largo (m) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| e (m) | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 |
| A (m ²) | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,23 |
| Nº aparatos totales | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| K _a | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 |
| Ancho | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Largo | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Espesor (0 = no hueco) | | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Altura (m) | | 12,50 | 24,28 | 38,53 | 22,35 | 10,15 | 3,02 | 0,82 | 3,02 | 10,15 | 22,35 | 38,53 | 25,36 | |
| Nº pilas | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| E acero (kN/m ²) | | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 |
| I (m ⁴) | | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 |
| K _p | Inf | 51458,59 | 7021,69 | 1757,08 | 9002,34 | 96114,70 | 3648943,13 | 182283083,53 | 3648943,13 | 96114,70 | 9002,34 | 1757,08 | 6162,26 | Inf |
| K_i = 1/(1/k_a+1/k_p) | 10714,29 | 8867,89 | 4241,80 | 1509,52 | 4891,99 | 9639,71 | 10682,92 | 10713,66 | 10682,92 | 9639,71 | 4891,99 | 1509,52 | 3912,19 | 10714,29 |
| Desplazamiento d Fr+V (mm) | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 |
| Fh_frenado+V cabeza pila [kN] | 167,71 | 138,81 | 66,40 | 23,63 | 76,57 | 150,89 | 167,22 | 167,70 | 167,22 | 150,89 | 76,57 | 23,63 | 61,24 | 167,71 |
| Desplazamiento temp (mm) | -62,54 | -54,46 | -44,30 | -34,14 | -23,98 | -13,82 | -3,67 | 6,49 | 16,65 | 26,81 | 36,96 | 47,12 | 57,28 | 65,37 |
| F temperatura cabeza pila | -670,12 | -482,91 | -187,90 | -51,54 | -117,32 | -133,27 | -39,17 | 69,54 | 177,86 | 258,41 | 180,83 | 71,13 | 224,09 | 700,38 |
| DESPLAZAMIENTO TOTAL (mm) | -46,89 | -38,80 | -28,65 | -18,49 | -8,33 | 1,83 | 11,99 | 22,14 | 32,30 | 42,46 | 52,62 | 62,77 | 72,93 | 81,02 |
| Desp apoyo temp (mm) | -62,54 | -45,07 | -17,54 | -4,81 | -10,95 | -12,44 | -3,66 | 6,49 | 16,60 | 24,12 | 16,88 | 6,64 | 20,92 | 65,37 |
| Desp pila temp (mm) | | -9,38 | -26,76 | -29,33 | -13,03 | -1,39 | -0,01 | 0,00 | 0,05 | 2,69 | 20,09 | 40,48 | 36,36 | |
| Desp apoyo total (mm) | -23,45 | -8,17 | 9,66 | 23,03 | 12,21 | 7,23 | 7,88 | 11,59 | 18,01 | 25,51 | 26,12 | 28,75 | 29,33 | 40,51 |
| Desp pila total (mm) | | -1,70 | 14,74 | 140,40 | 14,53 | 0,81 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 2,84 | 31,09 | 175,31 | 50,99 | |

En el cálculo de las deformaciones del aparato de excluyen los estribos, pues al no deformarse el soporte de hormigón, es muy complejo que cumpla esta tipología en tableros tan largos.

El desplazamiento máximo por temperaturas es 45,07 mm.

La limitación por distorsión bajo acciones lentas es de $despl/espesor \leq 0,5$. En este caso se obtiene 0,53, No se satisface por muy poco, pudiendo resultar admisible.

El desplazamiento máximo total es 29,33 mm.

La limitación por distorsión admisible total es de $despl/espesor \leq 0,7$. En este caso se obtiene 0,35, satisfaciendo la condición.

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Para el caso de $\Delta_{TN,con} = -31,55$ °C

| | Estribo1 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | Estribo2 |
|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| G [kN/m ²] | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Ancho (m) | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 |
| Largo (m) | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| e (m) | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 | 0,084 |
| A (m ²) | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,225 | 0,23 |
| Nº aparatos totales | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| K_a | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 | 10714,29 |
| Ancho | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Largo | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Espesor (0 = no hueco) | | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Altura (m) | | 12,5 | 24,28 | 38,53 | 22,35 | 10,15 | 3,02 | 0,82 | 3,02 | 10,15 | 22,35 | 38,53 | 25,36 | |
| Nº pilas | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| E acero (kN/m ²) | | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 | 2,10E+08 |
| I (m ⁴) | | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 | 0,1595 |
| K_p | Inf | 51458,59 | 7021,69 | 1757,08 | 9002,34 | 96114,70 | 3648943,13 | 182283083,53 | 3648943,13 | 96114,70 | 9002,34 | 1757,08 | 6162,26 | Inf |
| $K_i = 1/(1/k_a + 1/k_p)$ | 10714,29 | 8867,89 | 4241,80 | 1509,52 | 4891,99 | 9639,71 | 10682,92 | 10713,66 | 10682,92 | 9639,71 | 4891,99 | 1509,52 | 3912,19 | 10714,29 |
| Desplazamiento d (m) | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 | 15,65 |
| Desplazamiento d (mm) | 167,71 | 138,81 | 66,40 | 23,63 | 76,57 | 150,89 | 167,22 | 167,70 | 167,22 | 150,89 | 76,57 | 23,63 | 61,24 | 167,71 |
| Fh_frenado+V cabeza pila [kN] | 52,45 | 45,67 | 37,15 | 28,63 | 20,11 | 11,59 | 3,08 | -5,44 | -13,96 | -22,48 | -31,00 | -39,52 | -48,03 | -54,82 |
| Desplazamiento temp (mm) | 561,95 | 404,96 | 157,57 | 43,22 | 98,38 | 111,75 | 32,85 | -58,32 | -149,15 | -216,70 | -151,64 | -59,65 | -187,92 | -587,32 |
| F temperatura cabeza pila | 68,10 | 61,32 | 52,80 | 44,28 | 35,76 | 27,25 | 18,73 | 10,21 | 1,69 | -6,83 | -15,34 | -23,86 | -32,38 | -39,16 |
| DESPLAZAMIENTO TOTAL (mm) | 52,45 | 37,80 | 14,71 | 4,03 | 9,18 | 10,43 | 3,07 | -5,44 | -13,92 | -20,22 | -14,15 | -5,57 | -17,54 | -54,82 |
| Desp apoyo temp (mm) | | 7,87 | 22,44 | 24,60 | 10,93 | 1,16 | 0,01 | 0,00 | -0,04 | -2,25 | -16,84 | -33,95 | -30,49 | |
| Desp pila temp (mm) | 34,05 | 33,27 | 25,78 | 27,45 | 22,28 | 18,67 | 11,24 | 5,62 | 2,75 | 3,34 | 10,61 | 22,65 | 10,10 | -19,58 |
| Desp apoyo total (mm) | | 6,93 | 39,34 | 167,37 | 26,51 | 2,08 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,37 | 12,63 | 138,10 | 17,56 | |
| Desp pila total (mm) | | | | | | | | | | | | | | |

En el cálculo de las deformaciones del aparato de excluyen los estribos, pues al no deformarse el soporte de hormigón, es muy complejo que cumpla esta tipología en tableros tan largos.

El desplazamiento máximo por temperaturas es 37,80 mm.

La limitación por distorsión bajo acciones lentas es de $despl/espesor \leq 0,5$. En este caso se obtiene 0,45, satisfaciendo la condición.

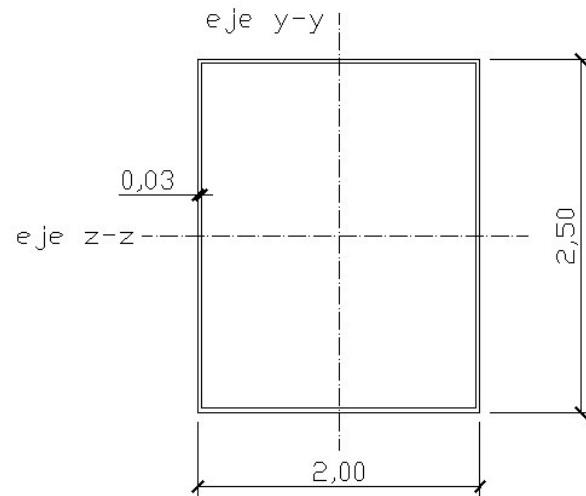
El desplazamiento máximo total es 33,27 mm.

La limitación por distorsión admisible total es de $despl/espesor \leq 0,7$. En este caso se obtiene 0,40, satisfaciendo la condición.

15. ARCO

15.1. DESCRIPCIÓN

Se va a analizar uno de los arcos forma aislada, ya que cada uno recoge aproximadamente la mitad de las cargas. El arco con los esfuerzos pésimos es el que se sitúa bajo el carril virtual 1, ya que además es quien recibe el viento transversal.



Las propiedades geométricas de la sección son:

- Área: $A = 0,2664 \text{ m}^2$
- Inercia respecto del eje y: $I_y = 0,18205 \text{ m}^4$
- Inercia respecto del eje z: $I_z = 0,25567 \text{ m}^4$

15.2. ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN

Los arcos trabajan fundamentalmente a compresión, sufriendo así mismo flexión debido a cargas variables que afectan a la estructura, por lo que se ven sometidas a una interacción de flexión y compresión que puede llegar a pandear la sección. El artículo 35.3 de la EAE recoge una simplificación para elementos sometidos a compresión y flexión sobre uno de sus ejes principales, pudiendo sufrir pandeo alrededor del otro eje.

Esta comprobación se realiza a partir de la expresión con flexión en un eje:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{1}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} * \frac{C_m * M_{Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

Con flexión en los dos ejes:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{C_{my}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} * \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} * M_{y,rk}} + \frac{C_{mz}}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} * \frac{M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1$$

El procedimiento es similar al efectuado con anterioridad en las pilas.

Los esfuerzos de cálculo pésimos se sitúan junto al arranque, obteniéndose del modelo los siguientes valores

$$N_{Ed} = 30379,494 \text{ kN}$$

$$M_{z,Ed} = 10992,7668 \text{ kN*m}$$

$$M_{y,Ed} = 7838,9242 \text{ m*kN}$$

En este caso la longitud de pandeo tiene un coeficiente $\beta = 0,7$, ya que en un sentido está arriostrado contra el otro arco, y en el otro eje está el pilar empotrado, mientras que en el otro extremo está empotrado contra la cimentación.

En el caso de que flexione en el eje z y pueda sufrir pandeo sobre el eje y (eje débil):

$$\frac{30379,494}{63823,39644} + \frac{1}{1 - \frac{29280,375}{1032089,113}} * \frac{1 * 10992,7668}{\frac{56247,3824}{1,1}} = 0,72 \leq 1$$

Como debido al viento transversal también flexiona sobre el eje débil, se lleva a cabo la doble comprobación:

$$\frac{29280,375}{63823,39644} + \frac{1}{1 - \frac{29280,375}{1032089,113}} * \frac{10992,7668}{\frac{1 * 56247,3824}{1,1}} + \frac{1}{1 - \frac{29280,375}{734907,75}} * \frac{7838,9242}{\frac{50064,278}{1,1}} = 0,90 \leq 1$$

Se satisfacen ambas comprobaciones, por lo que el arco no pandeará.

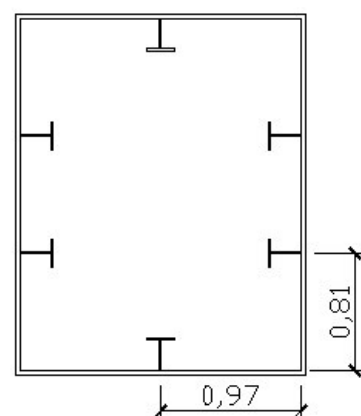
Destacar en este punto el buen trabajo realizado en la directriz del mismo, pues se ha conseguido obtener una flexión relativamente pequeña para una estructura de una luz elevada.

15.1. RESISTENCIA ÚLTIMA DE CHAPAS COMPRIMIDAS

Con el fin de evitar abolladura en las chapas que conforman el arco cuando trabajan a compresión, se disponen rigidizadores. Previamente se ha calculado que para chapas de espesor 30 mm es necesario disponer rigidizadores longitudinales a una distancia tal que:

$$\frac{\frac{b_i}{0,03}}{28,4 * \sqrt{\frac{235}{275} * \sqrt{4}}} \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055 * 1} \rightarrow b_i \leq 1,06 \text{ m}$$

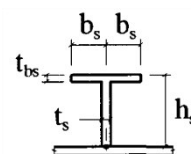
Por lo que se ha optado que para el arco los rigidizadores se sitúen del siguiente modo:



Las dimensiones de los rigidizadores longitudinales dispuestos son las siguientes:

LONGITUDINAL

| | | | |
|----------|---|-------------|-----------------|
| h_s | = | 225 | mm |
| t_s | = | 10 | mm |
| b_s | = | 95 | mm |
| t_{bs} | = | 14 | mm |
| Área | = | 4770 | mm ² |



Dado que el arco se ha dimensionado en tramos horizontales de 9 metros, a una inclinación máxima de 34 grados, supone que la longitud real máxima de un tramo es 10,85 metros. Si en cada tramo se colocan 5 rigidizadores transversales, la separación máxima entre ellos será de 2,72 metros.

En el tramo de clave, que la inclinación es menor, 4,36 grados, el tramo de arco es de 9,02 metros, por lo que la separación será de 2,25 metros.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para los dos tipos de chapa que componen el cajón del arco en función de la flexión producida.

15.1.1. Flexión principal: eje z-z

En el caso que el eje principal de flexión sea el z (horizontal y perpendicular a la directriz del arco), la chapa más comprimida será la horizontal inferior, cuyo ancho es de 2 metros y tiene un rigidizador longitudinal en el medio, y uno transversal cada 2,72 metros como máximo. La reducción de resistencia obtenida para esta chapa es la siguiente:

| CHAPA DE 2,00 METROS (HORIZONTAL) | | |
|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Ancho total | b | 1,94 m |
| Espesor chapa | tf | 0,03 m |
| Dist entre rig T | Lt | 2,72 m |
| Nº rig L | n | 1 rigidizador |
| Ancho pieza | bL | 0,9700 m |
| | ρ | 1,0000 empieza en 1 |
| A 1 rigid L | AL | 4770,00 mm ² |
| A chapa | bL*t | 29100,00 mm ² |
| | e1 | 157,43 mm |
| | e2 | 25,81 mm |
| Inercia conj | I | 162545710 mm ⁴ |
| | NE | 45536,20 kN |
| | NR | 9314,25 kN |
| | λ | 0,4523 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ | 0,6819 |
| | χ | 0,8650 |
| 1º iteración | | |
| A Chapa' | bL*t* χ | 25172,6862 mm ² |
| A rig' | AL* χ | 4126,24444 mm ² |
| | NR' | 8057,20593 kN |
| | λ' | 0,4206 |
| | α | 0,49 |
| | ϕ' | 0,6741 |
| | χ' | 0,8795 |
| Diferencia χ y χ' | | 1,67 SUFICIENTE |
| | ϵ_y | 0,0013 |
| | k | 4 |
| | ϵ_{cr} | 0,0034 |
| | λ_p | 0,5783 |
| | ρ | 1 |
| br | b* χ' | 1,82 m |
| AL,r | AL* χ' | 0,0042 m ² |
| NRd,ult | | 14721,86 kN |
| Tensión última | | 233,79 mPa |

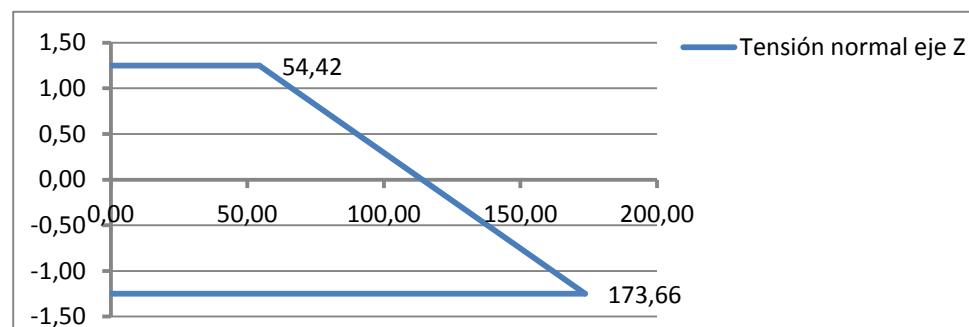
Los esfuerzos pésimos que producen la máxima compresión de dicha chapa son los siguientes:

$$N_{Ed} = 30379,494 \text{ kN}$$

$$M_{z,Ed} = 10992,7668 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La ley de tensiones que se produce en la sección es:

| Flexión eje Z | | | |
|----------------------|-----|-------|--|
| Tensión fibra sup | ys | 1,25 | 54418,10 kN/m ² = 54,42 Mpa |
| Fibra neutra | cdg | 0 | 114037,14 kN/m ² = 114,04 Mpa |
| Tensión fibra inf | yi | -1,25 | 173656,18 kN/m ² = 173,66 Mpa |



Como $173,66 \leq 233,79$, la chapa más solicitada resiste la compresión.

15.1.2. Flexión principal: eje y-y

La chapa más comprimida en este caso es la chapa vertical del arco, la cual está rigidizada con dos longitudinales separados 97 cm, y con rigidizadores transversales a una distancia máxima de 2,72 metros. La resistencia última de la chapa es:

| CHAPA DE 2,50 METROS (VERTICAL) | | |
|---------------------------------|------|---------------------------|
| Ancho total | b | 2,44 m |
| Espesor chapa | tf | 0,03 m |
| Dist entre rig T | Lt | 2,72 m |
| Nº rig L | n | 2 rigidizadores |
| Ancho pieza | bL | 0,8133 m |
| | ρ | 1,0000 empieza en 1 |
| A 1 rigid L | AL | 4770,00 mm ² |
| A chapa | bL*t | 24400,00 mm ² |
| | e1 | 153,27 mm |
| | e2 | 29,96 mm |
| Inercia conj | I | 158559051 mm ⁴ |
| | NE | 44419,36 kN |
| | NR | 8021,75 kN |

| | | |
|-----------------------|--------|-----------------------------|
| | λ | 0,4250 |
| | α | 0,49 |
| | φ | 0,6752 |
| | χ | 0,8775 |
| A Chapa' | bL*t*χ | 21410,0391 mm ² |
| A rig' | AL*χ | 4185,48716 mm ² |
| | NR' | 7038,76973 kN |
| | λ' | 0,3981 |
| | α | 0,49 |
| | φ' | 0,6686 |
| | χ' | 0,8901 |
| Diferencia χ y χ' | | 1,44 SUFICIENTE |
| | εy | 0,0013 |
| | k | 4 |
| | εcr | 0,0049 |
| | λp | 0,4878 |
| | ρ | 1 |
| br | b*χ' | 2,26 m |
| AL,r | AL*χ' | 0,0042 m² |
| NRd,ult | | 19082,49 kN |
| Tensión última | | 230,63 mPa |

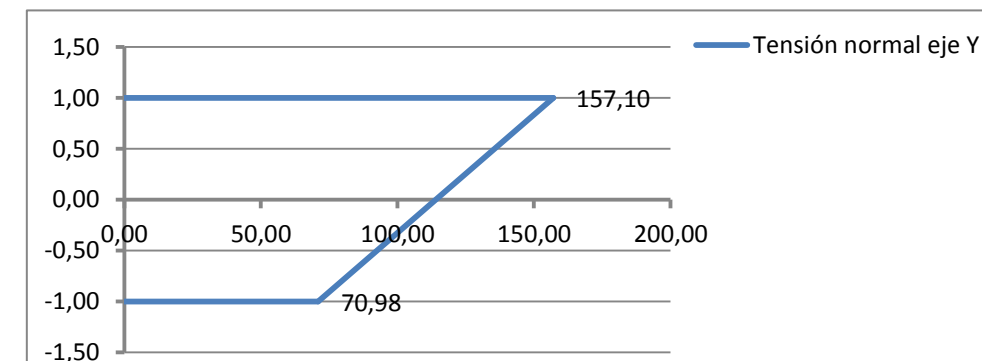
En este caso, los esfuerzos pésimos producidos son:

$$N_{Ed} = 30379,494 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 7838,9242 \text{ m}\cdot\text{kN}$$

La ley de tensiones producida es la siguiente:

| Flexión eje Y | | | |
|----------------------|-----|-------|--|
| Tensión fibra sup | ys | 1,00 | 157095,87 kN/m ² = 157,10 Mpa |
| Fibra neutra | cdg | 0 | 114037,14 kN/m ² = 114,04 Mpa |
| Tensión fibra inf | yi | -1,00 | 70978,41 kN/m ² = 70,98 Mpa |



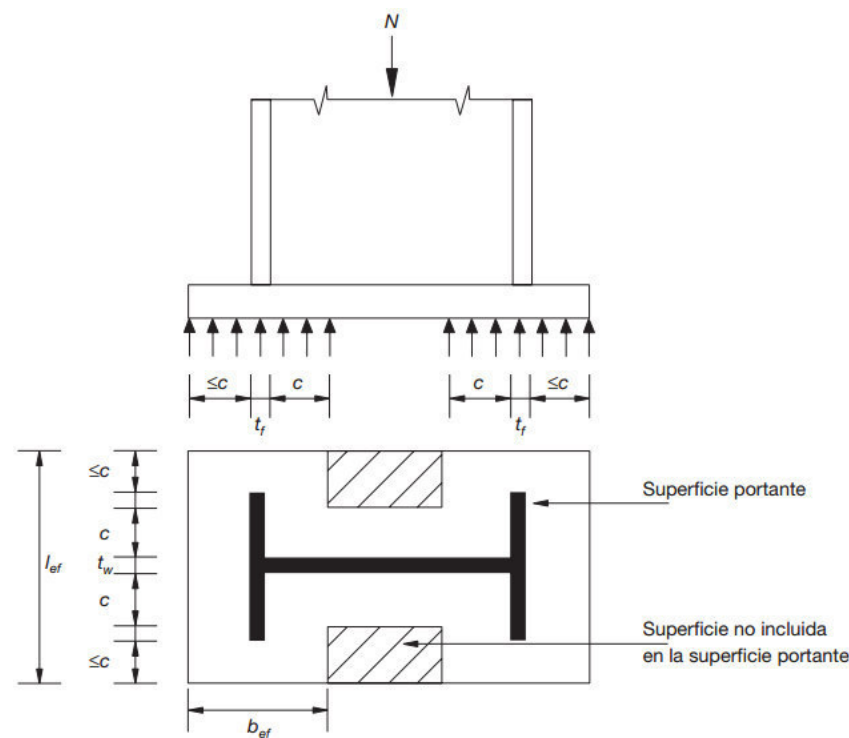
Como $157,10 \leq 230,63$, la chapa resiste la compresión.

16. PLACAS DE ANCLAJE

Las placas de anclaje se encargan de transmitir los esfuerzos de la estructura metálica a la cimentación de hormigón.

Se dimensionarán dos tipos de anclaje: uno del cual arranca el arco, y del que arrancan las pilas. Para ello se dimensionará uno para cada una de las condiciones pésimas de cada caso.

Primero se debe determinar cómo trabaja la placa. Para ello, se calculará el área portante de dicho elemento, la cual es la parte de la placa que transmite los esfuerzos de compresión. Se calcula como la superficie delimitada por las paralelas a las caras de los perfiles del soporte a una distancia máxima c :



$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3f_{jd} * \gamma_{M0}}}$$

Siendo

t el espesor de la placa.

f_y es el límite elástico del acero que forma la chapa, 275 MPa.

f_{jd} es la resistencia del hormigón a confinamiento, que es superior a la de cálculo, y se puede calcular mediante la expresión que aparece en el Eurocódigo 3:

$$f_{jd} = \beta_j * k_j * f_{ck} \leq 3,3 * f_{cd}$$

donde

β_j coeficiente de la unión. Puede tomarse $\beta=2/3$ siempre que la resistencia característica del mortero de nivelación no sea inferior a 0,2 veces la resistencia característica del hormigón, y que su espesor no sea superior a 0,2 veces el ancho menor de la placa.

k_j factor de concentración, dependiente del área portante equivalente de hormigón:

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a * b}} \leq 5$$

siendo

a y b las dimensiones reales de la placa de asiento.

a_1 y b_1 el área portante equivalente, siendo los valores menores de:

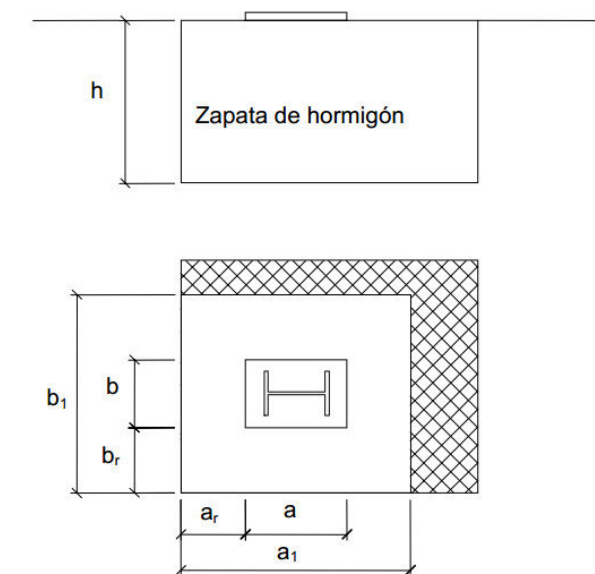
$$a_1 = a + 2 * a_r \quad a_1 = 5 * a$$

$$a_1 = a + h \quad a_1 = 5 * b_1$$

$$b_1 = b + 2 * b_r \quad b_1 = 5 * b$$

$$b_1 = b + h \quad b_1 = 5 * a_1$$

siendo las dimensiones anteriores obtenidas de:



f_{ck} es la resistencia característica del hormigón de la cimentación, siendo 30 MPa.

γ_{M0} es el coeficiente de seguridad del acero estructural, 1,05 para comprobación resistente.

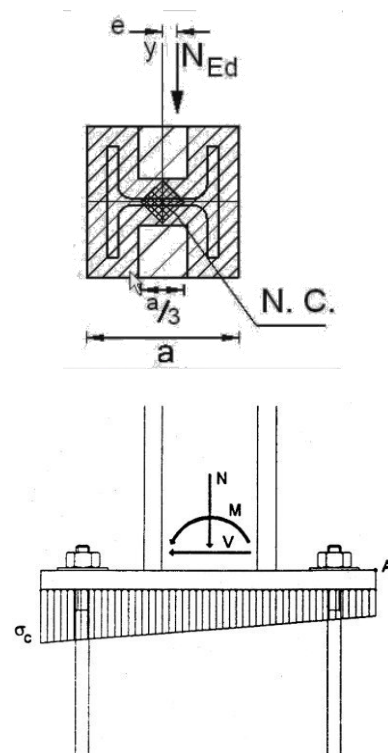
Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

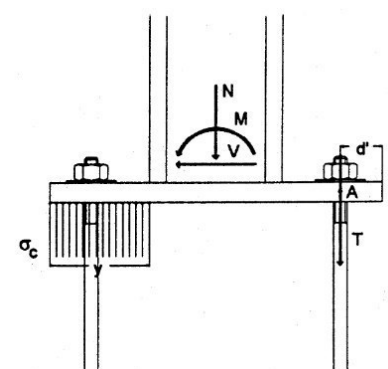
Una vez calculado el área portante de la placa, si se verifica la siguiente condición estamos ante un caso de compresión compuesta, donde toda el área está sometida a compresión:

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} \leq \frac{a}{6}$$

donde en este caso, a es la anchura perpendicular al eje de flexión del área portante de la placa, según el siguiente dibujo:



En caso contrario, estamos ante flexocompresión, donde los esfuerzos se transmiten:



En caso de compresión compuesta, se deben realizar dos comprobaciones: que σ_c no supere la resistencia del hormigón a confinamiento, f_{jd} , calculada previamente; y que la placa pueda soportar los esfuerzos de flexión a los que se ve sometida.

Si se da el de flexocompresión, además de las anteriores, también hay que verificar la resistencia de los pernos a tracción.

Igualmente en ambos casos es necesario ver si los pernos se agotan por cortante.

16.1. CÁLCULO A COMPRESIÓN COMPUESTA: ARCO

El arco está diseñado para transmitir fundamentalmente compresión provocada por el peso propio, siendo aumentada y acompañada por flexión al situar las sobrecargas en la estructura.

La placa de anclaje así como la superficie de hormigón sobre la que se apoya tienen cierto ángulo sobre la horizontal, tomando para determinarlo las cargas correspondientes únicamente al peso propio, evitando que se produzcan esfuerzos cortantes sobre la placa en esa situación.

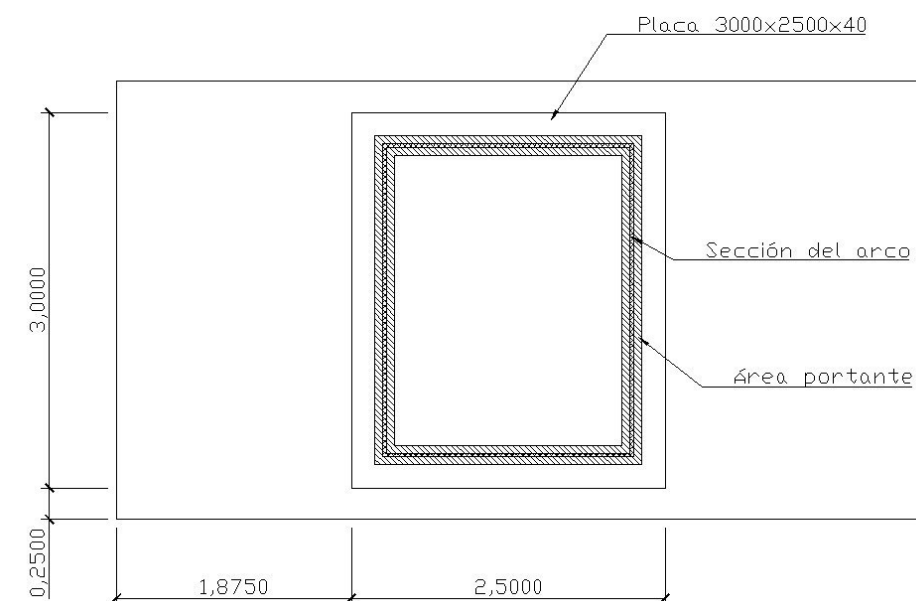
Dicho ángulo se ha establecido en $34,68^\circ$, por lo que los esfuerzos de la pésima combinación de acciones en ELU para situación persistente o transitoria es el siguiente, obtenidos del modelo:

$$N_{Ed} = 30379,494 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 10992,7668 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed,z} = 534,101 \text{ kN}$$

La disposición sobre la zapata está representada en el siguiente esquema:



Es decir, $a_r = 0,25$; $b_r = 1,8750$; $a = 3,00$; $b = 2,50$. Los valores para obtener el factor de concentración son: $a_1 = 3,50$; $b = 6,25$, siendo el factor de concentración:

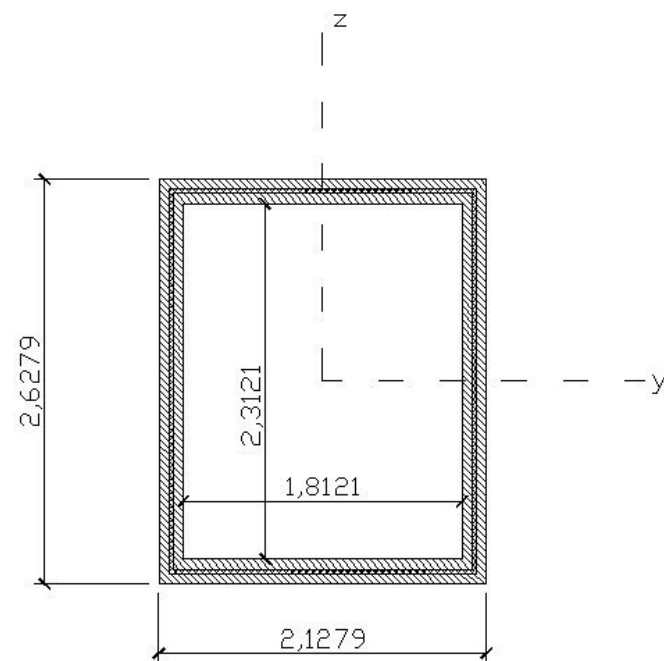
$$k_j = \sqrt{\frac{3,50 * 6,25}{3,00 * 2,50}} = 1,71$$

Por lo que la resistencia a confinamiento del hormigón será:

$$f_{jd} = \frac{2}{3} * 1,71 * 30 = 34,15 \text{ MPa}$$

Se ha establecido un espesor de chapa de 40 mm, por lo que el valor c a partir del cual obtenemos el área portante es:

$$c = 40 * \sqrt{\frac{275}{3 * 34,15 * 1,05}} = 63,95 \text{ mm}$$



El área portante toma por tanto un valor de $1,40 \text{ m}^2$, siendo su inercia respecto al eje y igual a $1,3516 \text{ m}^4$.

Verificamos si estamos ante compresión compuesta o ante flexocompresión:

$$\frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{12193,0101}{30377,303} = 0,40 \quad \frac{a}{6} = \frac{2,6279}{6} = 0,44$$

Dado que $M_{Ed}/N_{Ed} \leq a/6$, es compresión compuesta.

16.1.1. Resistencia del Hormigón

Se calcula la tensión máxima que soporta el hormigón mediante la fórmula de Navier:

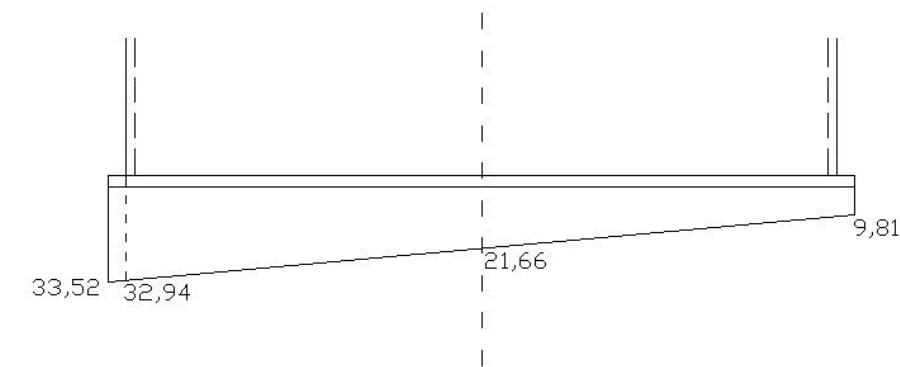
$$\sigma_c = \frac{N_{Ed}}{A_{portante}} + \frac{M_{Ed}}{I_{portante}} * y_{max}$$

donde A , I e y son las propiedades geométricas correspondientes a área, inercia y distancia del cdg a fibra más comprimida del área portante de la placa comentadas anteriormente.

Se debe verificar que

$$\sigma_c \leq f_{jd}$$

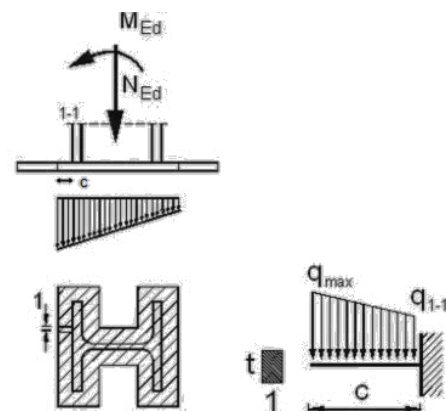
A partir de la ley de Navier obtenemos el diagrama de tensiones, especialmente interesa hallar la tensión en la fibra más alejada, y donde arranca la sección del arco:



Cumpliendo que la máxima tensión no supera la tensión de confinamiento del hormigón, establecida en $34,15 \text{ MPa}$.

16.1.2. Resistencia de la Placa

Para comprobar la rigidez de la placa se considera que desde la pila o arco hasta el borde del área portante la placa actúa como un voladizo de ancho unidad sometido a las tensiones que la cimentación le transmite, cuya ley será trapezoidal:



Así, la sollicitación se calcula:

$$M_{Ed} = \frac{(q_{1-1} + 2 * q_{max}) * c^2}{6}$$

Mientras que la resistencia de la placa es, tomando también ancho unidad:

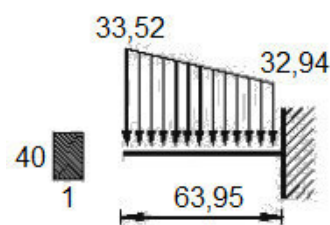
$$M_{Rd} = \frac{t^2 * f_y}{6 * \gamma_{M0}}$$

considerando que el espesor t de la placa es suficiente cuando se cumpla:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

En caso de que no se cumpla será necesario colocar cartelas que aumentan la inercia de la placa.

A continuación se procede a verificar si la placa resiste los esfuerzos. Para ello se calcula el momento que producen las tensiones anteriormente calculadas, simulando un voladizo donde arranca el soporte del arco de longitud c , para un ancho de 1 mm.



$$M_{Ed} = \frac{(32,94 + 2 * 33,52) * 63,95^2}{6} = 68143 \text{ N} * \text{mm}$$

Dicho valor se compara con el que resiste la placa:

$$M_{Rd} = \frac{40^2 * 275}{6 * 1,05} = 69841 \text{ N} * \text{mm}$$

Como $M_{Rd} \geq M_{Ed}$, el espesor es suficiente.

16.1.3. Pernos de anclaje

• Área de armadura

Pese a no haber tracción, se deben dimensionar los pernos para resistir los esfuerzos cortantes. La resistencia a cortante de un perno es, de acuerdo al artículo 65.2.1 de la EAE:

$$F_{V2,Rd} = \frac{\alpha_b * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde

$\alpha_b = 0,44 - 0,0003 * f_{yb}$, siendo f_{yb} el límite elástico del perno tomando un valor de 275 MPa.

Por tanto, $\alpha_b = 0,3575$.

f_{ub} es el límite último a tracción del tornillo, con un valor de 410 MPa al ser acero S275JR.

A_s es el área a tracción del perno, tomándose como el 80% de su área real. La serie de diámetros empleada es la que aparece en la tabla 622.3 del PG-3, para tornillos calibrados (datos en mm):

TC (10-12-16-20-22-24-27-30-33-36)

γ_{M2} es el coeficiente de seguridad de las uniones, siendo su valor 1,25.

Además, es necesario comprobar que la capacidad del hormigón es superior al valor anterior, calculada según el apartado 7.3.2.1 de la RPX-95:

$$P_{rd} = 0,29 * \alpha * d^2 * \sqrt{f_{ck} * E_c} * \frac{1}{\gamma_v}$$

d es el diámetro del perno, 30 mm..

f_{ck} es la resistencia característica del hormigón, 30 MPa.

E_c es el módulo elástico del hormigón. Como se considera acción instantánea, equivale a 28576,91MPa, el obtenido a tiempo 0.

α se calcula como

$$\alpha = 0,2 * \left(\frac{h}{d} + 1 \right) \leq 1$$

h es la altura del perno, dado que su longitud de anclaje será por norma >4 veces el diámetro, α será 1.

γ_v es el coeficiente de seguridad último del perno, 1,25.

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Así mismo, se genera una fuerza de rozamiento de sentido contrario al esfuerzo cortante, cuyo valor es:

$$V_{Rd} = C_{f,d} * N_{Ed}$$

siendo

$C_{f,d}$ el coeficiente de rozamiento entre la placa de acero y el hormigón, tomando el valor 0,20 para mortero de cemento y arena.

N_{Ed} es el valor de cálculo de compresión transmitido por el pilar o el arco.

Por lo que la resistencia total al cortante puede establecerse como:

$$F_{V,Rd} = n * F_{V2,Rd} + V_{Rd}$$

tomando n como el número total de pernos situados en la placa.

Además, para la compresión se debe satisfacer

$$A_s * \frac{f_y}{\gamma_s} \geq 0,1 * N_{Ed} \rightarrow A_s \geq \frac{0,1 * N_{Ed} * \gamma_s}{f_y}$$

$$A_s \geq 4\% A_{placa}$$

con γ_s siendo el coeficiente de seguridad de las armaduras pasivas, que de acuerdo al artículo 15 de la EHE-08 es 1,15.

La resistencia al cortante de un perno de diámetro 30 es la siguiente:

$$F_{V2,Rd} = \frac{0,3575 * 410 * 0,8 * \frac{\pi * 30^2}{4}}{1,25} = 66,31 \text{ kN}$$

Se comprueba la resistencia a la que el hormigón se agota, siendo necesario que sea superior a la del perno:

$$P_{rd} = 0,29 * 1 * 30^2 * \sqrt{30 * 28576,91} * \frac{1}{1,25} = 193,33 \text{ kN}$$

Como el cortante que se produce en la base es 534,101 kN, serían necesarios un total de 8 pernos.

El rozamiento que produce el axil se calcula mediante la expresión:

$$V_{Rd} = C_{f,d} * N_{Ed} = 0,2 * 29277,845 = 5855,57 \text{ kN}$$

Por lo que se cumple $V_{Rd} \geq V_{Ed,z}$. Adicionalmente, la cuantía geométrica mínima se obtiene a partir de:

$$A_s \geq \frac{0,1 * N_{Ed} * \gamma_s}{f_y} = \frac{0,1 * 29277,845 * 1,15}{275000} = 0,012243 \text{ m}^2 = 12243,46 \text{ mm}^2$$

$$A_s \geq 4\% A_{placa} = \frac{4 * (3000 * 2500 - 1940 * 1440)}{1000} = 18825,6 \text{ mm}^2$$

Donde la placa tiene vuelo tanto interior como exterior de 250 mm, quedando en su interior un hueco de 1940x1440.

Por tanto, el área de armadura será 18825,6 mm².

Si disponemos pernos de diámetro 30 mm:

$$n \text{ pernos} = \frac{18825,6}{0,8 * \pi * \frac{30^2}{4}} = 33,29 \approx 34 \text{ pernos}$$

Por lo que el área real de los pernos de anclaje pasa a ser de 19226,55 mm².

• Longitud de anclaje

La longitud neta de anclaje viene determinada en el artículo 69.5 de la EHE-08, calculada mediante:

$$l_{b,neto} = \beta * l_b * \frac{A_s}{A_{s,real}}$$

no pudiendo ser inferior al mayor de los tres valores siguientes:

$$l_{b,min} \geq \left\{ \begin{array}{l} 10 * \phi \\ 150 \text{ mm} \\ \frac{2}{3} * l_b \end{array} \right\}$$

donde

β es un factor de reducción, de acuerdo a la tabla 69.5.1.2.b. Para compresión toma un valor igual a 1 tanto en prolongación recta como en terminación en gancho.

l_b es la longitud básica de anclaje. En caso de que la adherencia esté certificada a partir de ensayos, y estén las barras en posición I (buena adherencia: durante el hormigonado las barras están formando con la horizontal entre 45° y 90°), se puede obtener de forma simplificada la longitud básica de anclaje:

$$l_b = \frac{\phi * f_{yd}}{4 * \tau_{bd}}$$

siendo

ϕ el diámetro de los pernos, 30 mm.

f_{yd} el límite elástico de cálculo del acero de los pernos

τ_{bd} es la tensión de adherencia, calculada como:

$$\tau_{bd} = 2,25 * \eta_1 * \eta_2 * f_{ctd} = 2,25 * 0,7 * 1 * 1,35 = 2,13 \text{ MPa}$$

tomando

η_1 como el coeficiente relacionado con la calidad de la adherencia y su posición. Al considerarse mala adherencia (Posición II, <45° con horizontal) toma valor 0,7.

η_2 como el coeficiente relacionado el diámetro del perno. Su valor es 1 si $\varnothing \leq 32 \text{ mm}$.

f_{ctd} es la resistencia a tracción de cálculo del hormigón. Para un hormigón de 30 MPa, $f_{ctd} = 1,35 \text{ MPa}$.

A_s es el área de armadura total obtenida mediante el cálculo.

$A_{s,real}$ es el área e armadura total que existe realmente.

\varnothing es el diámetro de los pernos.

f_{yk} es el límite elástico del acero, 275 MPa.

La longitud básica de anclaje será:

$$l_b = \frac{30 * \frac{275}{1,05}}{4 * 2,13} = 923,82 \text{ mm}$$

Finalmente, su longitud neta de anclaje es:

$$l_{b,neto} = 1 * 923,82 * \frac{18825,6}{19226,55} = 904,56 \text{ mm} \approx 905 \text{ mm}$$

16.2. CÁLCULO A FLEXOCOMPRESIÓN: PILAS

Los pilares se ven sometidos a esfuerzos de compresión así como a la flexión que producen los esfuerzos horizontales, como el viento trasversal y longitudinal sobre pilas y tablero, fuerza de frenado y cambios de temperatura en el tablero (calentamiento y enfriamiento).

Los esfuerzos obtenidos son los siguientes, teniendo en cuenta que la acción del viento longitudinal no es concomitante con la que provocan el viento trasversal y el vertical sobre el tablero, así que se procede a la resolución de las dos situaciones pésimas por separado, hallando una solución que sea compatible con ambas. Debido a las diferentes combinaciones y alturas de pila, y puesto que se va a dimensionar una placa semejante para todas las pilas, se ha seleccionado el esfuerzo pésimo en cada eje independientemente de la pila de la que se trate.

En el caso de viento trasversal:

$$N_{Ed} = 5794,073 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 7950,333 \text{ kN*m}$$

$$V_{Ed,z} = 334,716 \text{ kN}$$

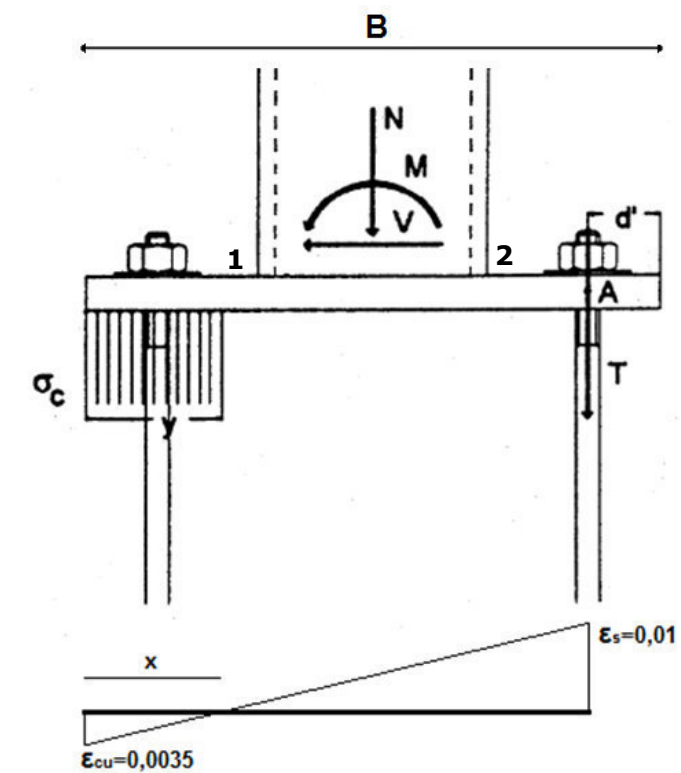
Mientras que para el viento longitudinal:

$$N_{Ed} = 5545,735 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 6429,390 \text{ kN*m}$$

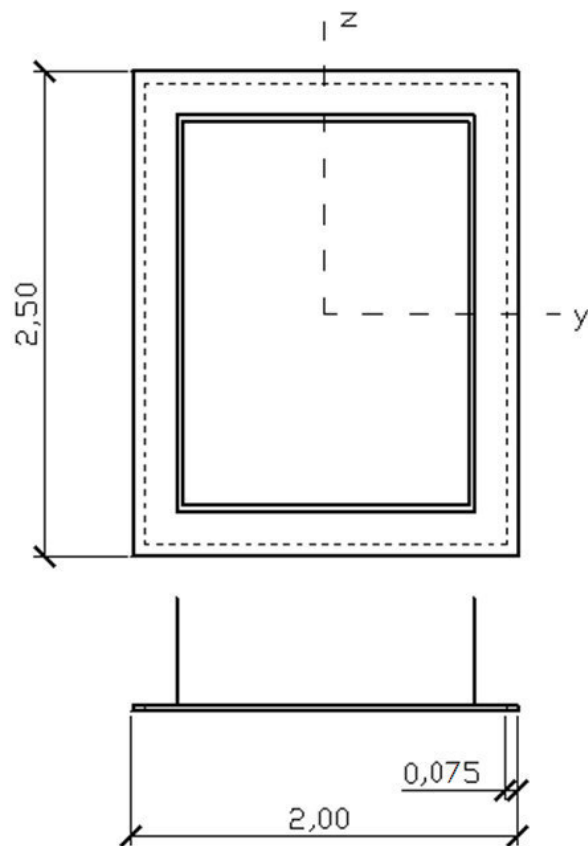
$$V_{Ed,z} = 338,535 \text{ kN}$$

El artículo 39.5 de la EHE-08 indica que la deformación última del hormigón es $\epsilon_{cu} = 3,5 \%$ para hormigones cuya f_{ck} es inferior a 50 MPa, mientras que según el artículo 38.4 de la misma Instrucción, la deformación máxima del acero en tracción es del 0,01.



El valor máximo de $\sigma_c = 20 \text{ MPa}$, ya que la zapata tiene un hormigón de 30 MPa.

Suponiendo que la placa tiene un vuelo externo de 250 mm en cada eje, y que la distancia entre el eje de los pernos y el borde de la placa es $d' = 75 \text{ mm}$, obtenemos la siguiente placa:



A partir de los diagramas anteriores se puede obtener el valor de x para cada dirección mediante proporcionalidad:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_s}{B - d' - x}$$

considerando $y_{max} = 0,8 * x$

Las ecuaciones de equilibrio son:

$$\sum F = 0 \rightarrow y * L * \sigma_c - T - N = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow M - N * \left(\frac{B}{2} - \frac{y}{2}\right) - T * \left(B - d' - \frac{y}{2}\right) = 0$$

B es la dimensión de la placa perpendicular al eje de flexión, mientras que L es la paralela.

16.2.1. Viento transversal

En el caso de viento transversal, se producen flectores respecto del eje y , y cortantes a favor de z .

• Resistencia a compresión del hormigón

De los dibujos anteriores se obtiene:

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_s}{2,50 - 0,075 - x} \rightarrow x = 628,70 \text{ mm}$$

entonces $y_{max} = 502,96 \text{ mm}$

$B = 2,50 \text{ m}$, es la dimensión de la placa perpendicular al eje de flexión, y el valor de y es la longitud de hormigón comprimido, desde el borde de la chapa.

Despejando T en la primera ecuación, y sustituyendo en la segunda, se obtiene:

- Solución 1: $y = 4,73 \text{ m}$
- Solución 2: $y = 0,117 \text{ m}$

La primera solución no es posible, por lo que $y = 0,1174 \text{ m}$, que es inferior a y_{max} .

Sustituyendo en la primera, $T = 1033,45 \text{ kN}$.

• Resistencia a flexión de la placa

Para comprobar si la placa resiste la flexión que producen las sollicitaciones, se verifica:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

donde M_{Ed} es el máximo entre:

$$M_{Ed,1} = \sigma_c * L * y * \left(\text{vuelo} - \frac{y}{2}\right)$$

$$M_{Ed,2} = T * (\text{vuelo} - d')$$

A partir de los datos anteriores, $M_{Ed,1} = 898,45 \text{ kN*m}$, mientras que $M_{Ed,2} = 180,85 \text{ kN*m}$.

M_{Rd} es la resistencia a flexión de la placa, calculado como:

$$M_{Rd} = f_{yd} * W_y \quad W_y = \frac{I_y}{\frac{t}{2}} = \frac{\frac{1}{12} * L * t^3}{\frac{t}{2}} = \frac{t^2 * L}{6}$$

t es el espesor de la placa, L la dimensión paralela al eje de flexión valiendo 2 metros y f_{yd} es el valor de cálculo del límite elástico de la placa, $275 / 1,05 = 261,90 \text{ MPa}$.

Entonces,

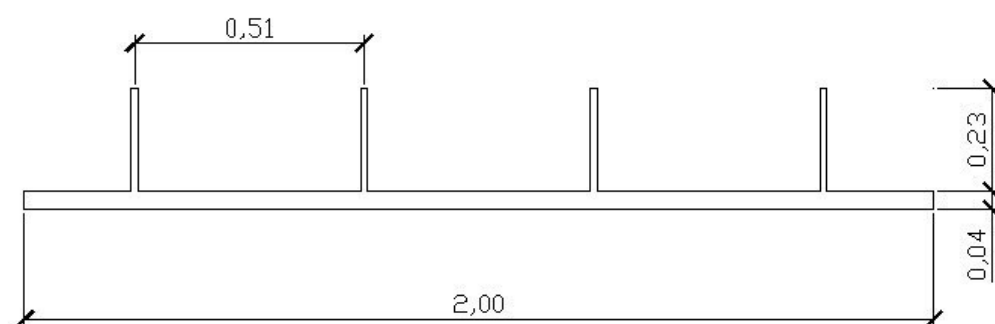
$$898,45 \leq \frac{275000}{1,05} * \frac{t^2 * 2,00}{6} \rightarrow t \geq \sqrt{\frac{6 * 898,45 * 1,05}{2,00 * 275000}} = 0,101 \text{ m}$$

Lo que supone más de 10 cm de espesor de placa. Dado que se considera un espesor elevado, se disponen cartelas que aumenten la rigidez a flexión de la placa.

La solución elegida consiste en disponer una placa de 40 cm de espesor, y 4 cartelas de 15 mm de espesor y 225 mm de altura.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas



Las nuevas propiedades geométricas de la sección de la placa más cartelas es la siguiente:

| | Área (mm ²) | y cdg | I (desde cdg) (mm ⁴) |
|---------------|-------------------------|---------|----------------------------------|
| 4 cartelas | 13500 | 152,5 | 230462233,1 |
| Placa | 80000 | 20 | 39946328,65 |
| Sección total | 93500 | 39,1310 | 270408561,7 |

Por lo que la inercia total es de $2,70 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$, y el valor y_s es de 225,67 mm.

Se repiten los cálculos anteriores, pero en este caso el ancho comprimido no consiste en toda la placa, sino en el valor c a cada lado de las cartelas:

$$c = t * \sqrt{\frac{f_y}{3 * \sigma_c * \gamma_{M0}}} = 40 * \sqrt{\frac{275}{3 * 20 * 1,05}} = 83,57 \text{ mm}$$

Se verifica que el valor anterior no supera las dimensiones físicas de la placa:

- $2 * c \leq \text{dist entre cartelas}$: $2 * 83,57 \leq 1500/3$. Cumple
- $c \leq \text{vuelo}$: $83,57 \leq 250$. Cumple
- $n * (2c + t_c) \leq L_{\text{placa}}$: $4 * (2 * 83,57 + 15) \leq 2000$. Cumple

El ancho comprimido que se va a considerar para los nuevos cálculos es:

$$4 * (2 * 83,57 + 15) = 728,57 \text{ mm}$$

Volviendo a aplicar el equilibrio, se obtiene que $y = 0,4891 \text{ m}$, y entonces $T = 1593,16 \text{ kN}$.

Como $y \leq y_{\text{max}}$ la solución es válida.

La sollicitación a flexión se calcula nuevamente, siendo sus valores: $M_{Ed,A} = 38,86 \text{ kN} * \text{m}$, mientras que $M_{Ed,B} = 278,8 \text{ kN} * \text{m}$

La flexión máxima que soporta la placa con las cartelas ahora es:

$$M_{Rd} = f_{yd} * W_y = \frac{275 * 1000}{1,05} * \frac{2,70 * 10^{-4}}{0,2257} = 313,55 \text{ kN} * \text{m}$$

Como $278,8 \leq 313,55$, es suficiente con esta nueva disposición.

• Resistencia a tracción

Le resistencia a tracción de los pernos viene determinada mediante la fórmula proporcionada por el artículo 58.7 de la EAE:

$$F_{t,Ed} = \frac{0,9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

donde

$F_{t,Ed}$ es la fuerza de tracción T obtenida previamente, con un valor de 1593,16 kN.

f_{ub} es el límite último del perno, que para un acero de límite elástico de 275 MPa, equivale a 410 MPa.

A_s es el área de armadura necesaria.

$\gamma_{M,2}$ es el coeficiente parcial de seguridad del perno, 1,25.

$$A_s = \frac{T * \gamma_{M2}}{0,9 * f_{ub}} = \frac{1593,16 * 1000 * 1,25}{0,9 * 410} = 5396,875 \text{ mm}^2$$

Si los pernos son de diámetro 30:

$$n \text{ pernos} = \frac{5396,875}{0,8 * \pi * \frac{30^2}{4}} = 9,54 \approx 10 \text{ pernos}$$

Se disponen 10 pernos de forma simétrica a cada lado, quedando el área real como 5654,87 mm².

• Resistencia al cortante

Como ocurrió en el caso del arco, se deben dimensionar los pernos para resistir el esfuerzo cortante. La resistencia de un perno es:

$$F_{V2,Rd} = \frac{\alpha_b * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,3575 * 410 * 0,8 * \pi * \frac{30^2}{4}}{1,25} = 66,31 \text{ kN}$$

donde $\alpha_b = 0,3575$

Además, la fuerza de rozamiento es:

$$V_{Rd} = C_{f,d} * N_{Ed} = 0,2 * 5533,625 = 1106,73 \text{ kN}$$

siendo $C_{f,d} = 0,2$.

Por tanto, la resistencia total a cortante es:

$$F_{V,Rd} = n * F_{V2,Rd} + V_{Rd} = 2 * 10 * 66,31 + 1106,73 = 2432,90 \text{ kN}$$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

La fuerza cortante en dirección z es 334,716 kN, por lo que la configuración resiste a cortante.

Se debe verificar, según el artículo 58.7.1 de la EAE que en caso de interacción tracción cortante se cumple:

$$\frac{V_{Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{334,716}{2432,90} + \frac{1593,16}{1,4 * 1669,32} = 0,82 \text{ Cumple}$$

el valor $F_{t,Rd}$ para el número real de pernos se ha calculado:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 * 410 * 5654,87}{1,25} = 1669,32 \text{ kN}$$

• Anclaje de los pernos

Este caso, al formar 90° con la horizontal, el coeficiente $\eta_1 = 1$, así que la longitud básica de anclaje es de 646,14 mm.

La longitud neta de anclaje es:

$$l_{b,neto} = \beta * l_b * \frac{A_s}{A_{s,real}} = 1 * 646,14 * \frac{5396,875}{5654,87} = 616,66 \approx 620 \text{ mm}$$

Al estar en tracción, el valor β puede ser 0,7 en caso de doblar por lo que la longitud neta pasaría a ser 431,66 mm, ahorrando 185 mm. Sin embargo, teniendo en cuenta que la longitud del gancho es 5 veces el diámetro (150 mm), y que habrá momentos en los que las barras estarán a compresión, se opta por darle un valor de 1 y estar del lado de la seguridad.

16.2.2. Viento longitudinal

• Resistencia a compresión del hormigón

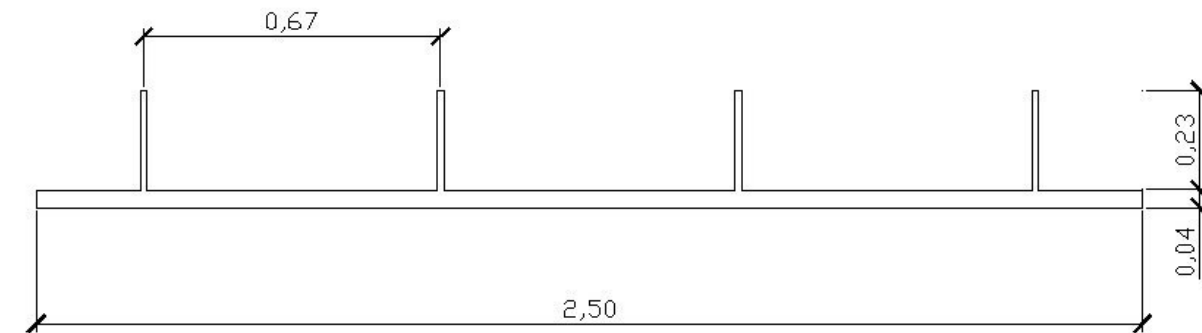
Cuando ocurre viento longitudinal, los flectores son respecto del eje z, mientras que existen cortantes a favor del eje y.

Las dimensiones de la placa vienen determinadas por los cálculos del apartado anterior, la placa de anclaje tendrá un espesor de 40 mm. Sobre ella también se ha establecido la presencia de 4 cartelas de espesor 15 mm y una altura de 225 mm.

Para el caso actual, el valor de x se obtiene:

$$\frac{\epsilon_{cu}}{x} = \frac{\epsilon_s}{B - d' - x} \rightarrow \frac{\epsilon_{cu}}{x} = \frac{\epsilon_s}{2,00 - 0,075 - x} \rightarrow x = 499,07 \text{ mm}$$

donde $B = 2 \text{ m}$, siendo la dimensión perpendicular al eje de flexión. Como $y_{max} = 0,8 * x = 399,26 \text{ mm}$



Las propiedades geométricas de esta sección son:

| | Área (mm ²) | y cdg | I (desde cdg) (mm ⁴) |
|---------------|-------------------------|---------|----------------------------------|
| 4 cartelas | 13500 | 152,5 | 240934475,3 |
| Placa | 100000 | 20 | 38170815,62 |
| Sección total | 113500 | 35,7599 | 279105290,9 |

Por lo que la inercia total es de $2,791 * 10^{-4} \text{ m}^4$, y el valor y_s es de 229,24 mm.

El ancho a considerar se calcula a partir de:

$$c = 40 * \sqrt{\frac{275}{3 * 20 * 1,05}} = 83,57 \text{ mm}$$

Se verifica que el valor anterior no supera las dimensiones físicas de la placa:

- $2 * c \leq \text{dist entre cartelas}$: $2 * 83,57 \leq 2000/3$ Cumple
- $c \leq \text{vuelo}$: $83,57 \leq 250$ Cumple
- $n * (2c + t_c) \leq L_{placa}$: $4 * (2 * 83,57 + 15) \leq 2500$ Cumple

El ancho comprimido que se va a considerar para los cálculos es:

$$4 * (2 * 83,57 + 15) = 728,57 \text{ mm}$$

Aplicando las ecuaciones de equilibrio, se obtiene $y = 0,3997 \approx 0,3993 \text{ m}$.

Sustituyendo en la primera ecuación de equilibrio, $T = 540,11 \text{ kN}$.

• Resistencia a flexión de la placa

Para comprobar

Se calcula la sollicitación a flexión, siendo sus valores: $M_{Ed,1} = 291,96 \text{ kN*m}$, mientras que $M_{Ed,2} = 94,52 \text{ kN*m}$

La flexión máxima que soporta la placa con las cartelas ahora es:

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

$$M_{Rd} = f_{yd} * W_y = \frac{275 * 1000}{1,05} * \frac{2,79 * 10^{-4}}{0,2292} = 318,88 \text{ kN} * m$$

Como $291,96 \leq 318,88$, es suficiente con esta disposición.

• Resistencia a la tracción

La cuantía de acero necesaria para resistir la tracción T calculada anteriormente se halla a partir de:

$$F_{t,Ed} = \frac{0,9 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} \rightarrow 540,11 = \frac{0,9 * 410 * A_s}{1,25} \rightarrow A_s = 1829,65 \text{ mm}^2$$

Dado que los pernos seleccionados tienen diámetro 30:

$$n \text{ pernos} = \frac{1829,65}{0,8 * \pi * \frac{30^2}{4}} = 3,23$$

Por cuestiones constructivas se disponen 5 pernos simétricamente a cada lado. De este modo, el área real de armadura es de 2827,43 mm².

• Resistencia al cortante

La resistencia de un perno al cortante es, como se ha calculado en el apartado anterior, de 66,31 kN. Además, la fuerza de rozamiento es:

$$V_{Rd} = C_{f,d} * N_{Ed} = 0,2 * 5284,868 = 1056,97 \text{ kN}$$

Por tanto, la resistencia total a cortante es:

$$F_{V,Rd} = n * F_{V2,Rd} + V_{Rd} = 2 * 5 * 66,31 + 1056,97 = 1720,06 \text{ kN}$$

La fuerza cortante en dirección y es 338,535 kN, por lo que la configuración resiste a cortante.

Se debe verificar, según el artículo 58.7.1 de la EAE que en caso de interacción tracción cortante se cumple:

$$\frac{V_{Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 * F_{t,Rd}} \leq 1 \rightarrow \frac{338,535}{1720,06} + \frac{540,11}{1,4 * 834,66} = 0,66 \text{ Cumple}$$

el valor $F_{t,Rd}$ para el número real de pernos se ha calculado:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 * 410 * 2827,43}{1,25} = 834,66 \text{ kN}$$

• Anclaje de los pernos

La longitud básica de anclaje es de 646,14 mm, calculada en el caso de viento transversal.

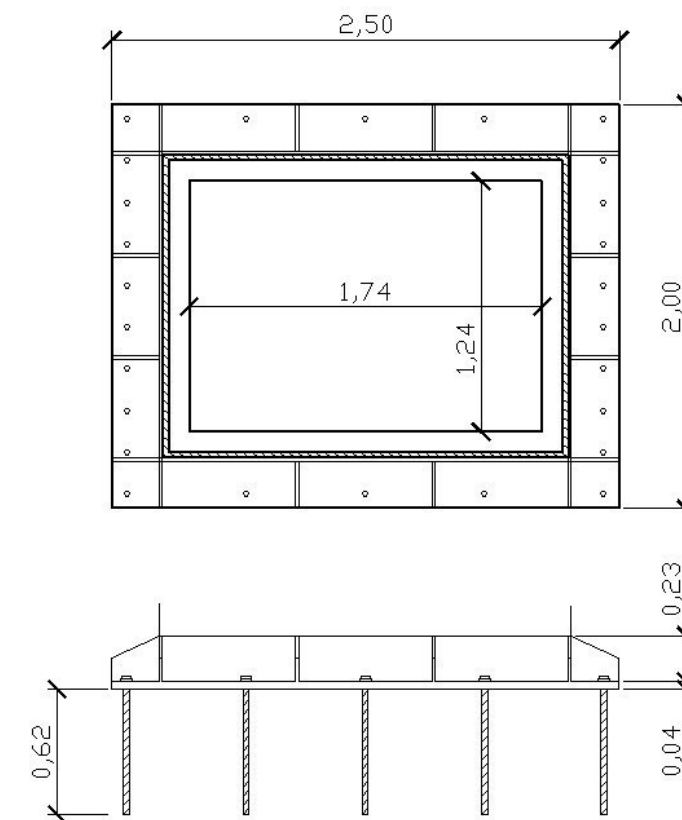
La longitud neta de anclaje es:

$$l_{b,neto} = \beta * l_b * \frac{A_s}{A_{s,real}} = 1 * 646,14 * \frac{1829,65}{2827,43} = 412,12 \text{ mm}$$

Sin embargo, se va a mantener la longitud obtenida para el caso de viento transversal, la cual es 620 mm.

Como el valor c para una placa de 40 mm equivale a 83,57 mm, el ancho interior de la placa se considera 100 mm medidos desde las paredes interiores de la pila.

El detalle constructivo de la placa de anclaje se muestra a continuación:



En caso de no haber flexión, y como cuantía geométrica mínima, es necesario cumplir:

$$A_s * \frac{f_y}{\gamma_s} \geq 0,1 * N_{Ed} \rightarrow A_s \geq \frac{0,1 * N_{Ed} * \gamma_s}{f_y} = \frac{0,1 * 5533,625 * 1,15}{275000} = 2314,06 \text{ mm}^2$$

$$A_s \geq 4\% A_{placa} = \frac{4 * (2500 * 2000 - 1740 * 1240)}{1000} = 11369,6 \text{ mm}^2$$

En total se han dispuesto 26 pernos cuyo diámetro es 30 mm, por lo que el área total es de 14702,65 mm², habiéndose cumplido ambas condiciones.

17. CIMENTACIÓN

17.1. CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

En la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" (GCOC) se brinda la siguiente fórmula para el cálculo de la presión admisible en terrenos poco alterados:

$$p_{v adm} = p_0 * \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

Donde

$p_{v adm}$ es la presión admisible del terreno.

p_0 es la presión de referencia, equivale a 1 MPa.

q_u es la resistencia a compresión simple de la roca sana, que se obtuvo del Estudio Geotécnico. Su valor es 31,987 MPa.

α_1 caracteriza la influencia del tipo de roca. Toma un valor de 0,4 al ser arenisca.

α_2 indica la influencia del grado de meteorización. Como en el Estudio Geotécnico se indica que es roca sana, el valor es 1,0.

α_3 depende de la distancia entre diaclasas. Como no hay datos de dicho distanciamiento, se emplea la fórmula siguiente, sabiendo que el RQD es 90%:

$$\alpha_3 = \sqrt{\frac{RQD(\%)}{100}} = \sqrt{\frac{90}{100}} = 0,95$$

Por lo que finalmente la tensión admisible del terreno se tomará como:

$$p_{v adm} = 1 * 0,4 * 1 * 0,95 * \sqrt{\frac{31,987}{1}} = 2,15 MPa = 2150 \frac{kN}{m^2}$$

Van a existir dos tipos de cimentaciones, la que recoja las parejas de pilas, y las que reciben a los arcos.

Además, del Estudio Geotécnico se obtuvo el valor del módulo de Young, el cual es $451 \text{ kg/cm}^2 = 44225,06 \text{ kN/m}^2$, y el coeficiente de Poisson es 0,2.

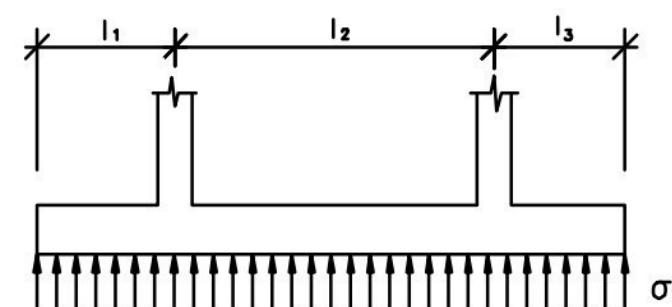
17.2. ZAPATAS DE PILAS

17.2.1. Descripción y dimensionamiento

Las zapatas que soportan las pilas son de la tipología de "zapata combinada", ya que cada una recibe la carga de dos pilas parejas.

Las dimensiones de éstas son 11,25x5,50x1,75, con una distancia entre los ejes de los pilares de 5,25 metros, y un vuelo de 2 metros en ambas direcciones.

Para determinar si es zapata rígida o flexible, se emplea el siguiente criterio:



Será rígida si cumple simultáneamente:

$$l_1 = l_3 < 0,88 * \sqrt[4]{\frac{4 * E_c * I}{K * B}} \quad l_2 < 1,75 * \sqrt[4]{\frac{4 * E_c * I}{K * B}}$$

donde

E es el módulo elástico del hormigón de la zapata: $E_c = 8500 * \sqrt[3]{30 + 8} = 28576,79 \text{ mPa}$

I es la inercia a flexión de la sección de la zapata: $I = \frac{1}{12} * 5,5 * 1,75^2 = 2,456 \text{ m}^4$

B es la dimensión corta de la zapata, 5,50 metros.

K es el módulo de balasto, es característico del terreno. Varios autores han propuesto diversas formulaciones, centrándonos en aquellas que dependen del módulo de deformación:

- Vogt: $K = 1,33 * \frac{E}{\sqrt[3]{L * B^2}}$
- Vesic: $K = \frac{E}{B * (1 - \nu^2)}$

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

- Klepikov $K = \frac{E}{\omega \cdot \sqrt{L \cdot B} \cdot (1 - \nu^2)}$

donde $\omega = \frac{100}{4,03 \cdot \frac{L}{B} + 109,5}$

- Universidad de Buenos Aires: $K = \frac{E \cdot (L + 0,5 \cdot B)}{L \cdot B}$

Habiendo obtenido los siguientes valores, con unidades de K en kN/m³:

| | |
|--------------|----------|
| Vogh | 8424,82 |
| Vesic | 8375,96 |
| Klepikov | 6869,30 |
| Buenos Aires | 10006,48 |

El que más restringe es el último, dando como valor máximo de $l_1 = 7,44$ metros y $l_2 = 14,79$ metros.

Por tanto, se deduce que la zapata combinada es rígida, lo cual supone que la ley de tensiones producida en el terreno será lineal.

17.2.2. Comprobaciones

En la "Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera" se incluyen las comprobaciones que se debe realizar.

Los esfuerzos correspondientes a las combinaciones de acciones características en situaciones persistentes o transitorias (ELU) que le llegan a la zapata se dividirán por 1,10 tal como se especifica en dicha guía.

• Seguridad frente al Hundimiento

La seguridad frente al hundimiento se considera suficiente cuando se verifique:

$$F_h = \frac{p_{vh}}{p_v} \geq 3,00$$

En la combinación de acciones casi permanente.

• Seguridad frente al Vuelco

La seguridad frente al vuelco se considera suficiente si se verifica:

$$F_v = \frac{\sum M_{estabilizadores}}{\sum M_{desestabilizadores}} \geq 2,00$$

En la combinación de acciones casi permanente con tipo de vuelco rígido, que marca el giro se produce en la arista de la cimentación.

• Seguridad frente al Deslizamiento

La cimentación se considerará segura frente al deslizamiento si se cumple

$$F_d = \frac{\sum F_{antideslizantes}}{\sum F_{deslizantes}} \geq 1,50$$

En la combinación de acciones casi permanente.

• Estimación de Movimientos (asientos)

No será necesario realizar un cálculo específico del asiento o de otros movimientos de las cimentaciones superficiales, debido a que concurren las siguientes circunstancias:

- La comprobación de la seguridad frente al hundimiento se ha llevado a cabo siguiendo los criterios prescritos en la Guía.
- La cimentación tiene una superficie inferior a 100 m².
- No existen en profundidad suelos más blandos que los que controlan la capacidad portante.

Además, se han satisfecho las tres primeras condiciones, por lo que con la cimentación proyectada se garantiza la seguridad de la estructura.

En la siguiente tabla se muestran las comprobaciones realizadas.

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Para el caso que el tablero se someta a unas temperaturas de 37,62°C:

| ESFUERZOS TOTALES | P1 | P2 | P12 |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| F1_z | 3598,71 | 3884,83 | 3889,72 |
| F1_x | -25,71 | 138,18 | 275,95 |
| F1_y | 84,10 | 146,93 | 159,27 |
| M1_y | -1260,15 | 1428,67 | 5618,89 |
| M1_x | 404,45 | 1620,32 | 1965,99 |
| F2_z | 2829,67 | 3088,75 | 3124,26 |
| F2_x | -25,71 | 138,18 | 275,95 |
| F2_y | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M2_y | -2096,30 | -1123,63 | 2619,80 |
| M2_x | -6,09 | 174,46 | 223,01 |
| DIMENSIONES | | | |
| Canto | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| Intereje pilas | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| Vuelo | 2 | 2 | 2 |
| B (x) [m] | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| L (y) [m] | 11,25 | 11,25 | 11,25 |
| I _x (desde una pila) | 1078,95 | 1078,95 | 1078,95 |
| I _y | 155,98 | 155,98 | 155,98 |
| Peso Zapata [kN] | 3654,49 | 3654,49 | 3654,49 |
| HUNDIMIENTO | CSH >= 3 (casi permanente) | | |
| Tensión 1 [kN/m ²] | 106,85 | 190,02 | 333,33 |
| Tensión 2 [kN/m ²] | 225,21 | 179,26 | 42,82 |
| Tensión 3 [kN/m ²] | 221,05 | 160,55 | 19,99 |
| Tensión 4 [kN/m ²] | 102,70 | 171,31 | 310,50 |
| Máx | 333,33 kN/m ² | | |
| Adm | 2150,00 kN/m ² | | |
| CSH | 6,45 | | |
| VUELCO | CSV >= 2 (casi permanente, rigido) | | |
| M_est_x | 56716,15 | 59782,87 | 60010,14 |
| M_desest_x | 545,53 | 2051,91 | 2467,73 |
| CSV_x | 103,96 | 29,14 | 24,32 |
| M_est_y | 27727,90 | 29227,18 | 29338,29 |
| M_desest_y | -3446,45 | 788,68 | 9204,53 |
| CSV_y | 8,05 | 37,06 | 3,19 |
| DESLIZAMIENTO | CSD >= 1,5 (casi permanente) | | |
| F_est_x | 5041,44 | 5314,03 | 5334,23 |
| F_desest_x | -51,42 | 276,36 | 551,90 |
| CSD_x | 98,04 | 19,23 | 9,67 |
| F_est_y | 5041,44 | 5314,03 | 5334,23 |
| F_desest_y | 84,10 | 146,93 | 159,27 |
| CSD_y | 59,95 | 36,17 | 33,49 |

En el caso de que el tablero esté sometido a una temperatura de enfriamiento a -31,55°C:

| ESFUERZOS TOTALES | P1 | P2 | P12 |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| F1_z | 3598,71 | 3884,83 | 3889,72 |
| F1_x | 307,76 | 251,42 | 156,43 |
| F1_y | 84,10 | 146,93 | 159,27 |
| M1_y | 4238,80 | 4691,18 | 1886,18 |
| M1_x | 404,45 | 1620,32 | 1965,99 |
| F2_z | 2829,67 | 3088,75 | 3124,26 |
| F2_x | 307,76 | 251,42 | 156,43 |
| F2_y | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M2_y | 3402,64 | 2138,89 | -1112,91 |
| M2_x | -6,09 | 174,46 | 223,01 |
| DIMENSIONES | | | |
| Canto | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| Intereje pilas | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| Vuelo | 2 | 2 | 2 |
| B (x) [m] | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| L (y) [m] | 11,25 | 11,25 | 11,25 |
| I _x (desde pilas) | 1078,95 | 1078,95 | 1078,95 |
| I _y | 155,98 | 155,98 | 155,98 |
| Peso Zapata [kN] | 3654,49 | 3654,49 | 3654,49 |
| HUNDIMIENTO | CSH >= 3 (casi permanente) | | |
| Tensión 1 [kN/m ²] | 300,76 | 305,06 | 201,71 |
| Tensión 2 [kN/m ²] | 31,31 | 64,22 | 174,44 |
| Tensión 3 [kN/m ²] | 27,15 | 45,51 | 151,61 |
| Tensión 4 [kN/m ²] | 296,60 | 286,35 | 178,88 |
| Máx | 305,06 kN/m ² | | |
| Adm | 2150,00 kN/m ² | | |
| CSH | 7,05 | | |
| VUELCO | CSV >= 2 (casi permanente, rigido) | | |
| M_est_x | 56716,15 | 59782,87 | 60010,14 |
| M_desest_x | 545,53 | 2051,91 | 2467,73 |
| CSV_x | 103,96 | 29,14 | 24,32 |
| M_est_y | 27727,90 | 29227,18 | 29338,29 |
| M_desest_y | 8718,60 | 7710,05 | 1320,76 |
| CSV_y | 3,18 | 3,79 | 22,21 |
| DESLIZAMIENTO | CSD >= 1,5 (casi permanente) | | |
| F_est_x | 5041,44 | 5314,03 | 5334,23 |
| F_desest_x | 615,52 | 502,85 | 312,86 |
| CSD_x | 8,19 | 10,57 | 17,05 |
| F_est_y | 5041,44 | 5314,03 | 5334,23 |
| F_desest_y | 84,10 | 146,93 | 159,27 |
| CSD_y | 59,95 | 36,17 | 33,49 |

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

17.2.3. Armaduras

De acuerdo al libro "Jiménez Montoya. Hormigón armado", el armado de las zapatas combinadas se puede efectuar considerando la zapata como una viga con voladizos.

• Armadura longitudinal

La armadura longitudinal, se determina considerando que es una viga apoyada en los dos soportes, con dos voladizos, sometida a la carga del terreno:

$$\sigma_t = \frac{(N_{1d} + N_{2d})}{a * b}$$

En la siguiente tabla se muestran los axiles de cálculo, reducidos un 10%, que ambas pilas transmiten a sus respectivas zapatas, no incluyendo el peso propio de éstas:

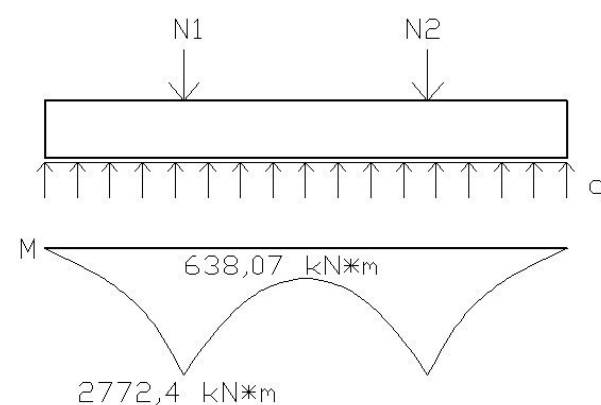
| | P1 | P2 | P12 |
|--------------------|---------|---------|---------|
| N _{1d} | 3529,31 | 3809,06 | 3785,72 |
| N _{2d} | 2760,27 | 3012,99 | 3020,26 |
| N _{TOTAL} | 6289,58 | 6822,05 | 6805,98 |

Se llevará a cabo el armado de la Pila 12, puesto que es la más desfavorable:

$$\sigma_t = \frac{(6805,98)}{11,25 * 5,5} = 110,26 \frac{kN}{m^2}$$

La carga distribuida *q* es la siguiente, suponiéndola uniforme:

$$q = 110,26 * 5,5 = 606,40 \frac{kN}{m}$$



Se obtiene que a mitad de zapata, la flexión tiene un momento de 638,07 m*KN, mientras que bajo apoyos el momento es de 2805,57 m*kN , traccionando la cara inferior.

En la cara inferior se dispondrán 55 barras de Ø 25, tal como refleja el informe del prontuario informático de la EHE:

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Puente Arco en A Rúa.
Fecha: 12/09/2016
Hora: 19:16:27

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
f_{ck} [MPa] = 30.00
f_{yk} [MPa] = 500.00
γ_c = 1.50
γ_s = 1.15

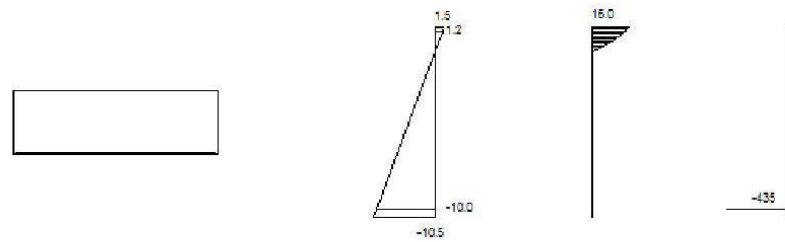
- Sección

Sección : ZAPATALONG
b [m] = 5.50
h [m] = 1.75
r_i [m] = 0.070
r_s [m] = 0.040



2 Dimensionamiento

M_d [kN·m] = 2805.57



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.222
 1/r [1/m] · 1.E-3 = 6.8
 εs · 1.E-3 = 1.5
 εi · 1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

| Profundidad [m] | Armadura [cm²] | Deformación · 1.E-3 | Tensión [MPa] |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| 0.040 | 0.0 | 1.2 | 0.0 |
| 1.680 | 269.5 | -10.0 | 434.8 |

At_est [cm²] = 269.5

| φ [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|
| nºφ | --- | 176 | 135 | 86 | 55 |
| nº capas | --- | 2 | 2 | 1 | 1 |
| At [cm²] | --- | 270.9 | 271.4 | 270.2 | 270.0 |
| wk [mm] | --- | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |

En la cara superior se dispone la cuantía geométrica mínima, la cual es 0,9 ‰ de la sección total de hormigón, lo que suponen 8662,50 mm². Se disponen 28 barras de diámetro 20, siendo su separación de 20 centímetros.

• Armadura transversal

La armadura transversal se determina considerando cada mitad como un voladizo de vuelo b/2 y ancho 1 m, sometido a la carga del terreno:

$$M = \frac{q * \left(\frac{b}{2}\right)^2}{2} = \frac{623,46 * \left(\frac{5,5}{2}\right)^2}{2} = 2357,4 \text{ kN} * m$$

Se calcula la cantidad de barras a disponer por metro, que será de 10 barras de Ø 25.



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Puente Arco en A Rua
 Fecha: 12/09/2016
 Hora: 20:00:52

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

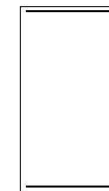
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
 Tipo de acero : B-500-S
 fck [MPa] = 30.00
 fyk [MPa] = 500.00
 γc = 1.50
 γs = 1.15

- Sección

Sección : ZAPATATRANS
 b [m] = 1.00
 h [m] = 1.75
 fi [m] = 0.070
 rs [m] = 0.040



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 2357.4

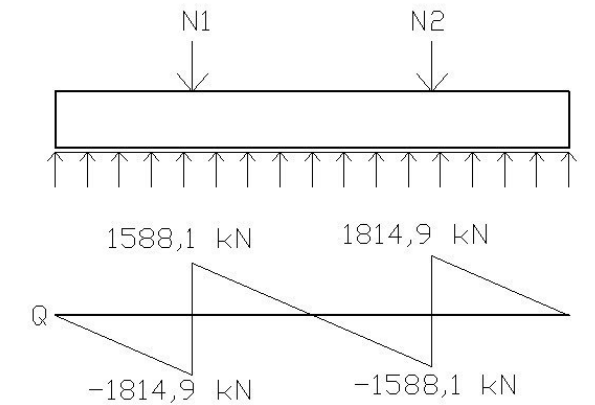
• Armadura a cortante

Se podrá prescindir de armadura a cortante si se cumple:

$$V_d \leq V_{u2}$$

donde

V_d es la sollicitación que se produciría al suponer la zapata combinada como un una viga apoyada en los dos soportes con dos voladizos y sometida a la carga del terreno la cual, como se ha calculado previamente, es $q = 606,40 \text{ kN/m}$.



V_{u2} es la resistencia de la pieza de hormigón, sin armadura de cortante, y según el apartado 21.6.2 del libro "Jiménez Montoya: Hormigón armado", se calcula:

$$V_{u2} = V_{cu} = f_{cv} * b * d$$

siendo

b el ancho de la zapata, 5,5 metros.

d el canto útil, 1,68 metros.

f_{cv} la resistencia virtual a cortante del hormigón, se obtiene a partir de:

$$f_{cv} = \frac{0,075}{\gamma_c} * \xi^{\frac{3}{2}} * f_{ck}^{\frac{1}{2}} = \frac{0,075}{1,5} * 1,345^{\frac{3}{2}} * 30^{\frac{1}{2}} = 0,4272 \text{ mPa}$$

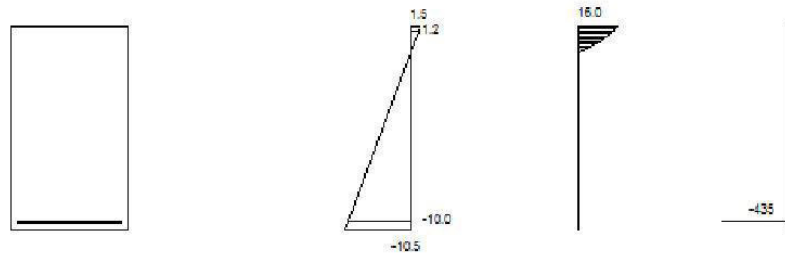
ξ se halla con la expresión:

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \rightarrow \xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{1680}} = 1,345$$

Por tanto:

$$V_{u2} = V_{cu} = 0,4272 * 1000 * 5,5 * 1,68 = 3947,17 \text{ kN}$$

Como $1814,9 < 3947,17$, no es necesaria armadura a cortante.



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.222
 $1/r$ [1/m] · 1.E-3 = 6.8
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.5
 ϵ_i · 1.E-3 = -10.5

Deformación y tensión de armaduras

| Profundidad [m] | Armadura [cm ²] | Deformación · 1.E-3 | Tensión [MPa] |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| 0.040 | 0.0 | 1.2 | 0.0 |
| 1.680 | 49.0 | -10.0 | 434.8 |

A_{t_est} [cm²] = 49.0

| ϕ [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| $n^\circ \phi$ | ---- | 32 | 25 | 16 | 10 |
| n° capas | ---- | 2 | 2 | 1 | 1 |
| A_t [cm ²] | ---- | 49.3 | 50.3 | 50.3 | 49.1 |
| w_k [mm] | ---- | 0.11 | 0.11 | 0.13 | 0.15 |

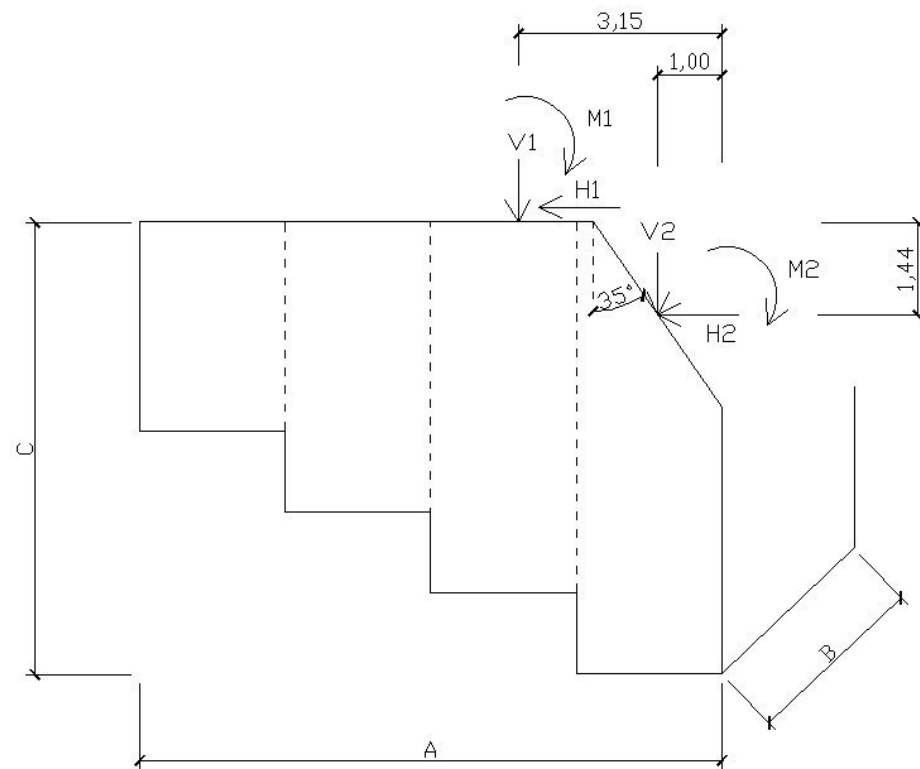
Esta disposición se ubicará en una zona próxima a los pilares, con un ancho $a_0 + 2 * h$, siendo h el canto de la zapata, y a_0 la dimensión del pilar en el sentido longitudinal de la zapata. Este ancho es $2 + 2 * 1,75 = 5,5$ metros, por lo que dadas las dimensiones de la zapata, se llevará a cabo para toda la zapata. Así pues, se dispondrán un total de 113 barras de ϕ 25 en la cara inferior.

En la cara superior se dispone la cuantía geométrica mínima, la cual es el 0,9 ‰ de la sección de hormigón, requiriendo $17718,75 \text{ mm}^2$. Se colocan 57 barras de ϕ 20, con una separación de 20 centímetros.

17.3. ZAPATAS DEL ARCO

17.3.1. Descripción y dimensionamiento

Las zapatas del arco son los elementos que reciben las cargas del arco, cuya componente es diagonal, y las de la pila más alta.



Del modelo se obtiene que en el peor caso posible, con viento longitudinal, a la cimentación se le transfieren los siguientes esfuerzos principales:

$$H_1 = 338,535 \text{ kN}$$

$$V_1 = 5545,735 \text{ kN}$$

$$M_1 = 6429,39 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$H_2 = 25318,045 \text{ kN}$$

$$V_2 = 16986,592 \text{ kN}$$

$$M_2 = 10992,767 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

Dado que este es el esfuerzo correspondiente a una pila y uno de los arcos, en los cálculos se considerarán estos valores son el doble de lo indicado. El axil que proviene del arco se ha descompuesto en los ejes horizontal y vertical.

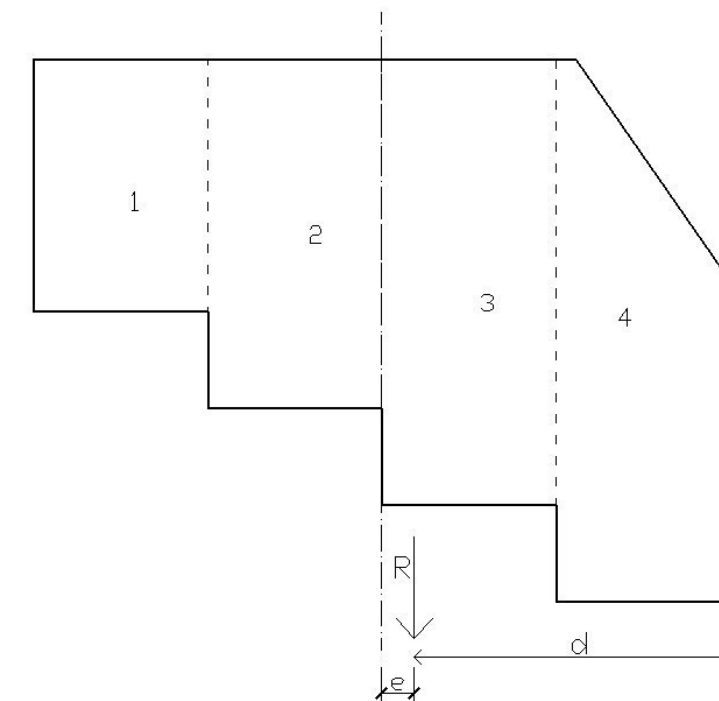
El diseño de la base es escalonado para evitar deslizamientos y optimizar el empleo de hormigón.

Se ha realizado un proceso iterativo hasta dar con una solución que satisfagan las condiciones que impone la normativa.

Para obtener la posición de la fuerza resultante se realiza el equilibrio de momentos

$$V_1 * 3,15 + V_2 * 1,00 + H_1 * C + H_2 * (C - 1,44) - M_1 - M_2 + \sum_i^4 pp_i * d_i = (V_1 + V_2 + pp) * d$$

El peso propio se ha sectorizado en 4 bloques, cada cual tiene un peso y una distancia determinada.



La excentricidad e se calcula como la distancia entre d y el centro de gravedad de la sección en planta de la zapata. En caso de que $e \leq A/6$, la ley de tensiones será trapezoidal, pudiéndose emplear la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{V_1 + V_2 + pp}{A * B} \pm \frac{\sum M}{W}$$

Calculándose los momentos M respecto del centro de gravedad de la sección en planta.

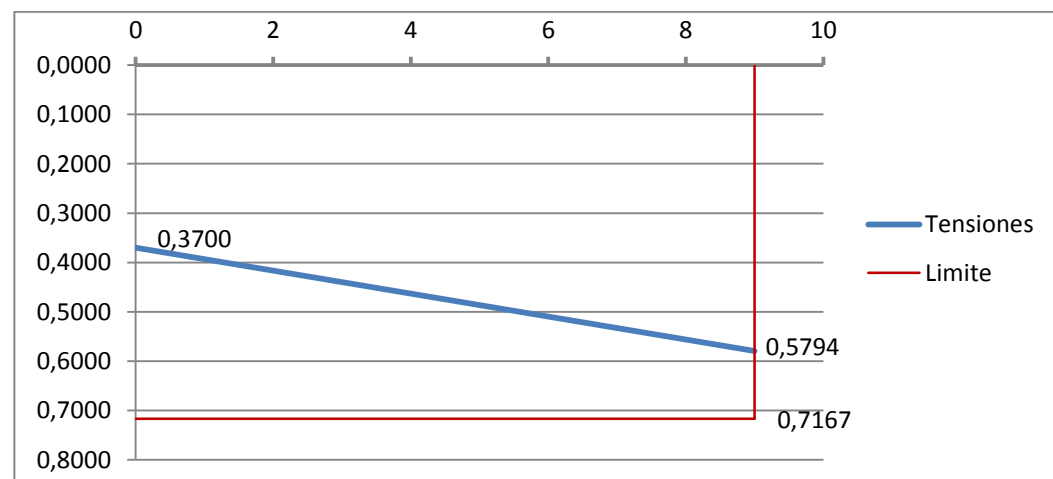
Finalmente se determinan las siguientes dimensiones:

- $A = 9 \text{ m}$
- $B = 12,5 \text{ m}$
- $C = 7 \text{ m}$

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

El coeficiente de seguridad frente a hundimiento que indica la GCOC es de 3, por lo que si la roca portante tiene una resistencia admisible de 2,15 mPa, la tensión máxima de cálculo será 0,7167 mPa.



17.3.2. Armaduras

La armadura de la zapata se va a realizar a partir de la tabla 42.3.5. de la EHE-08, que marca la cuantía geométrica mínima, que para zapatas se establece en el 0,9 ‰ de la sección total de hormigón para cada dirección en la cara inferior:

| | Sentido transversal (A) | | Sentido longitudinal (B) | |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Sección hormigón (m ²) | Sección armadura (mm ²) | Sección hormigón (m ²) | Sección armadura (mm ²) |
| Bloque 1 | 7,31 | 6581,25 | 40,63 | 36562,50 |
| Bloque 2 | 10,13 | 9112,50 | 43,44 | 39093,75 |
| Bloque 3 | 12,94 | 11643,75 | 46,25 | 41625,00 |
| Bloque 4 | 12,88 | 11595,51 | 49,06 | 44156,25 |

Con estas cuantías, y colocando redondos de 20 mm de diámetro, el número a disponer y su separación son las siguientes:

| | Sentido transversal | | Sentido longitudinal | |
|----------|---------------------|----------------|----------------------|----------------|
| | Nº barras | Separación (m) | Nº barras | Separación (m) |
| Bloque 1 | 21 (Ø20) | 0,11 | 117 (Ø20) | 0,11 |
| Bloque 2 | 19 (Ø25) | 0,12 | 125 (Ø20) | 0,10 |
| Bloque 3 | 24 (Ø25) | 0,10 | 133 (Ø20) | 0,09 |
| Bloque 4 | 24 (Ø25) | 0,10 | 141 (Ø20) | 0,09 |

En la cara superior se situará armadura de piel, compuesta por barras de Ø20 cada 23 cm.

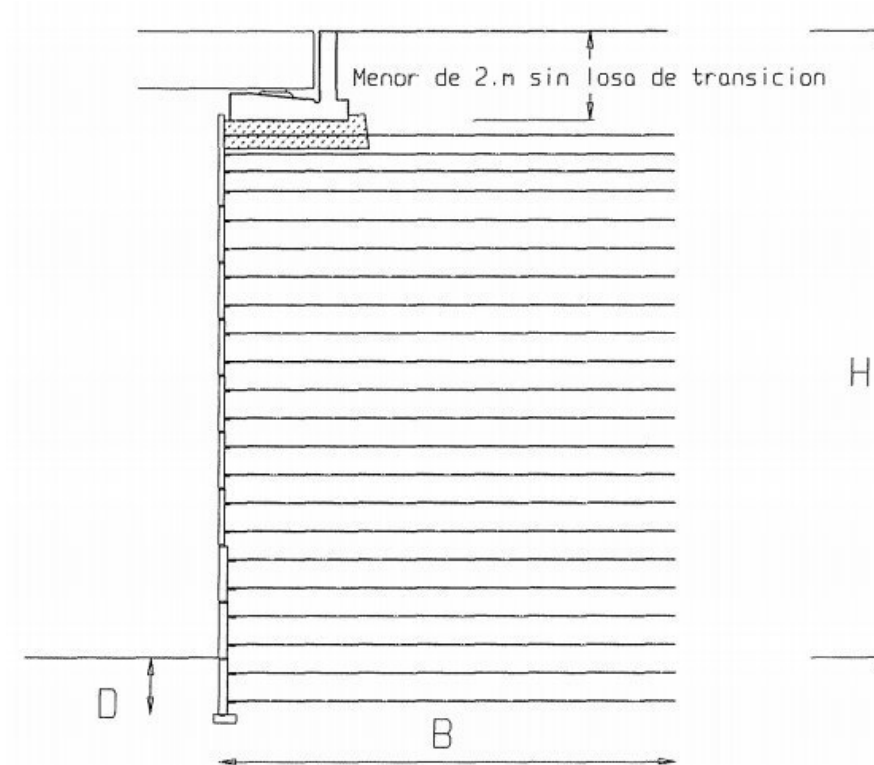
18. ESTRIBOS

18.1. DESCRIPCIÓN

La solución adoptada para los estribos es la ejecución de sendos muros de tierra armada o suelo reforzado, el cual no requiere de grandes cimentaciones ni siquiera en el caso de grandes alturas, siendo la solución ideal en el caso de que el terreno está inclinado (talud aproximado 3:1) y el estrato de suelo competente se sitúa a unos 4 metros de la cota de suelo original.

18.2. PREDIMENSIONAMIENTO

Se procede a realizar un predimensionamiento de las diferentes partes siguiendo las pautas dadas por Javier Manterola en su publicación "Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. Volumen II":



El valor B es la longitud de los flejes que sostienen las tierras por rozamiento, y depende de la naturaleza del suelo donde se asentará la obra, siendo habituales los siguientes valores:

$$B \geq 0,7 * H$$

$$B \geq 0,6 * H + 2 m \quad (H < 20m)$$

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

La profundidad D debe ser la mayor de las siguientes condiciones:

$$D \geq 0,4 m$$

$$D \geq \frac{H}{10}$$

El estribo 1, situado en el extremo suroeste del viaducto se dimensiona del siguiente modo, siguiendo los criterios anteriores:

- H = 7,53 metros
- B = 6,50 metros
- D = 0,75 metros

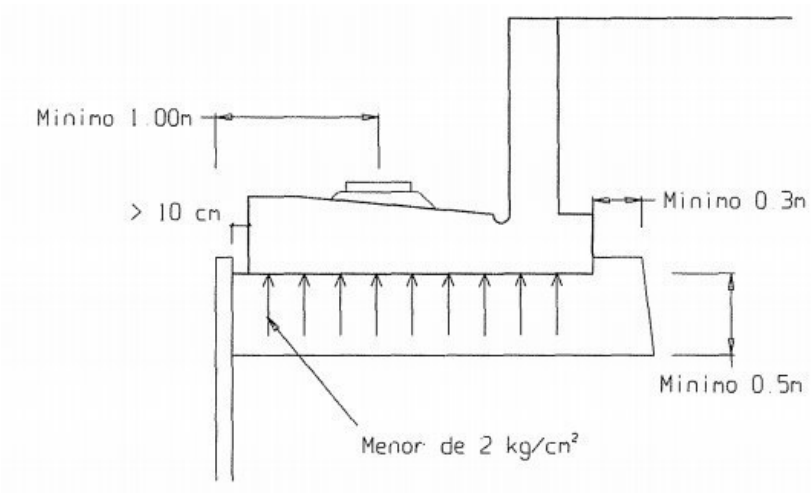
El estribo 2, situado en el extremo noreste del viaducto tiene las siguientes dimensiones:

- H = 13,30 metros
- B = 10,00 metros
- D = 1,35 metros

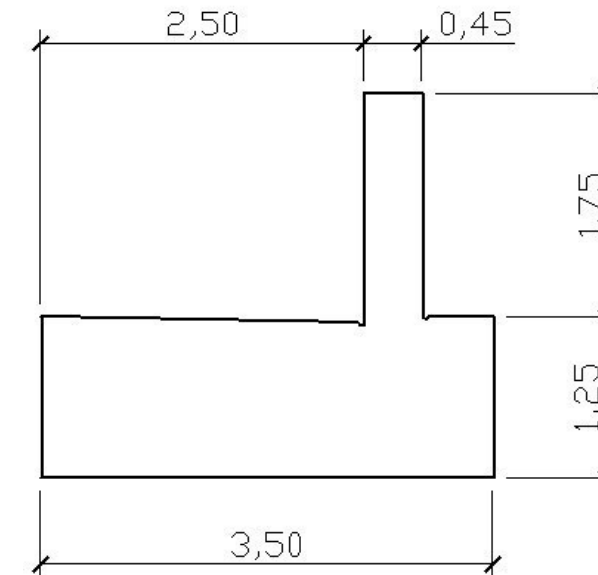
No se entrará en más detalle respecto al dimensionamiento del muro, que se debería realizar siguiendo los criterios detallados en el "Manual para el Proyecto y Ejecución de estructuras de suelo reforzado" publicado por la Dirección General de Carreteras en 1989.

18.3. DURMIENTE

El durmiente o cargadero es la obra de hormigón armado que soporta las cargas que transmite el extremo del tablero, transmitiéndolo al muro de tierra armada en unas condiciones aceptables.



Las dimensiones para el durmiente son las siguientes:



18.4. COMPROBACIÓN

Se considera que el cargadero es una estructura rígida, por lo que la ley de tensiones que transmite a la coronación del muro es uniforme. Para ello se calculan las cargas que le llegan del tablero, peso propio y la del relleno del terraplén.

La tensión admisible del estrato que se ubica directamente bajo el durmiente es menor a 2 kg/cm², es decir, 196,13 kN/m², no pudiendo por lo tanto superar dicho valor.

Se ha considerado que el relleno tiene un peso específico, tal como se indica en la IAP-11, de 20 kN/m³, y un coeficiente de empuje activo de 0,53

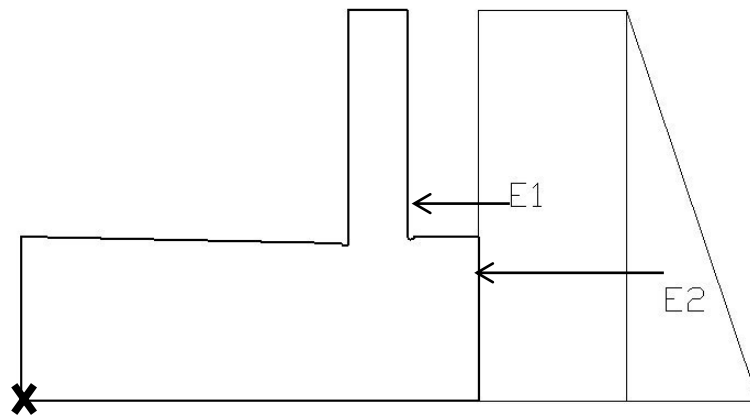
El peso propio de la obra de hormigón es:

$$\sigma_{pp} = \frac{(3,5 * 1,25 + 0,45 * 1,75) * 11,5 * 25}{3,5 * 11,5} = 36,875 \frac{kN}{m^2}$$

Las el peso propio de las tierras sobre el tacón ejercen una presión tal que:

$$\sigma_{tierra} = \frac{(0,55 * 1,75) * 11,5 * 20}{3,5 * 11,5} = 5,5 \frac{kN}{m^2}$$

Su empuje, considerando además que en el terraplén adyacente se produce una sobrecarga de 10 kN/m² tal como se definió en el apartado 5.1.2, toma una forma trapezoidal:



Calculando cada figura por separado se obtiene:

$$E_1 = (1,25 + 1,75) * 0,53 * 10 * 11,5 = 182,85 \text{ kN}$$

Su resultante se sitúa a mitad de altura.

$$E_2 = \frac{1}{2} * 20 * 0,53 * (1,25 + 1,75)^2 * 11,5 = 548,55 \text{ kN}$$

Con la resultante ubicada a 1/3 de la altura, por lo que podemos calcular los momentos:

$$M = \frac{(1,25 + 1,75)}{2} * 182,85 + \frac{(1,25 + 1,75)}{3} * 548,55 = 877,68 \text{ kN}$$

La tensión que produce el empuje de tierras se calcula mediante el siguiente modo:

$$\sigma_{empuje} = \frac{M * \frac{y}{2}}{I} = \frac{M * \frac{y}{2}}{\frac{1}{12} * b * y^3} = \frac{6 * M}{b * y^2} = \frac{6 * 877,68}{11,5 * 3,5^2} = 35,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

El tablero entrega al estribo una carga total de 2604,68 kN en el caso de que el carro de sobrecarga de tráfico pesado se sitúe en el vano extremo.

La tensión que provoca dichas cargas sobre el estribo es:

$$\sigma_{tráfico} = \frac{2604,68}{3,5 * 11,5} = 64,71 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

El frenado tiene una fuerza horizontal de 900 kN, limitada por la IAP-11.

El momento que ejerce dicha fuerza es:

$$M = 900 * 1,25 = 1125 \text{ m * kN}$$

El cual produce una tensión sobre el terreno igual a:

$$\sigma_{frenado} = \frac{6 * 1125}{11,5 * 3,5^2} = 47,91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Así pues, se puede calcular la tensión máxima que el estribo, tierras y tablero producen sobre el terreno:

$$\sigma_{max} = 36,875 + 5,5 + 35,04 + 64,71 + 47,91 = 190,04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Por lo que al ser inferior a 196,13, se considera que cumple.

18.5. ARMADURAS

Se va a disponer la armadura que se requiere para el durmiente.

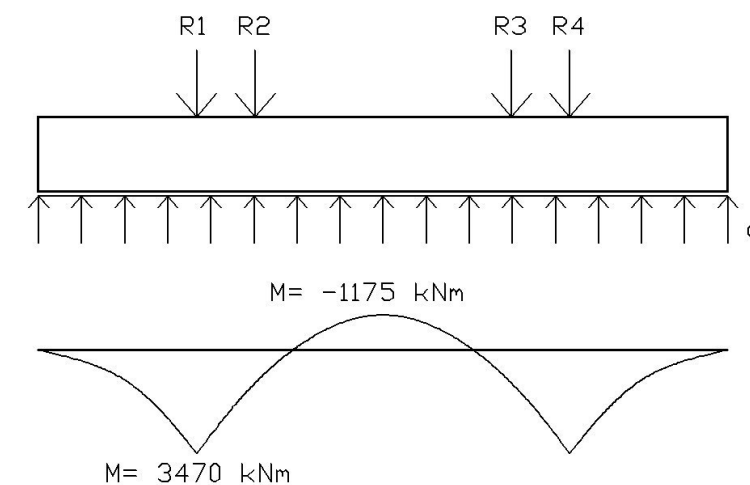
18.5.1. Cargadero

• Armadura longitudinal

Primero se procede a calcular la armadura longitudinal del cargadero, calculada con el procedimiento que sigue a continuación considerando que trabajará a flexión simple, simulando que es una viga con 4 apoyos (uno por aparato) soportando una carga distribuida:

La tensión calculada previamente se transformará en una carga distribuida. Al haberse obtenido con los valores característicos de las cargas, se multiplicará por 1,5 para obtener los representativos de cálculo:

$$q = 190,04 * 3,5 * 1,5 = 997,71 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



Con esta configuración, se obtiene que el momento pésimo en apoyos, sobre R1 y R4, es 3470 m*kN, que provoca tracción en la cara inferior. El momento en el centro es de 1175 m*kN, que provocará tracciones en la cara superior.

Se introduce dichas dimensiones y esfuerzos en el Prontuario Informático de la EHE.

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

Con los datos anteriores, se disponen un total de 39 barras de Ø 20 en la cara inferior.

En la cara superior, con objeto de facilitar el vertido del hormigón aumentando la separación, se dispondrán 25 barras de Ø 25.

A continuación se muestran los informes del prontuario. Para la cara inferior:

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Puente Arco en A Rua
Fecha: 12/09/2016
Hora: 13:59:27

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

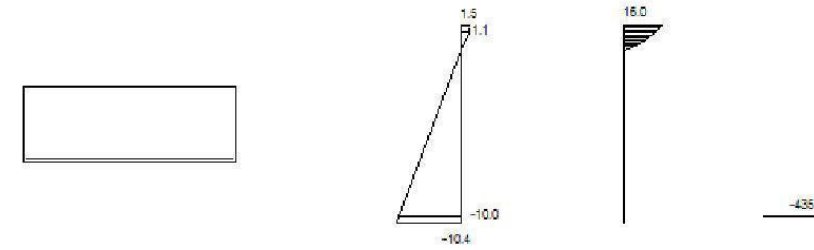
- Sección

Sección : BASEDURMIENTE
b [m] = 3.50
h [m] = 1.25
ri [m] = 0.040
rs [m] = 0.040



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 3470.00



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.159
1/r [1/m] · 1.E-3 = 9.5
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.5
 ϵ_i · 1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

| Profundidad [m] | Armadura [cm²] | Deformación · 1.E-3 | Tensión [MPa] |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| 0.040 | 0.0 | 1.1 | 0.0 |
| 1.210 | 122.5 | -10.0 | -434.8 |

At_est [cm²] = 122.5

| ϕ [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| nº ϕ | 109 | 80 | 61 | 39 | 25 |
| nº capas | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| At [cm²] | 123.3 | 123.2 | 122.6 | 122.5 | 122.7 |
| wk [mm] | 0.19 | 0.20 | 0.22 | 0.25 | 0.30 |

Para la cara superior, se disponen 25 barras de Ø 25:

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Puente Arco en A Rúa
Fecha: 12/09/2016
Hora: 14:05:48

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
γc = 1.50
γs = 1.15

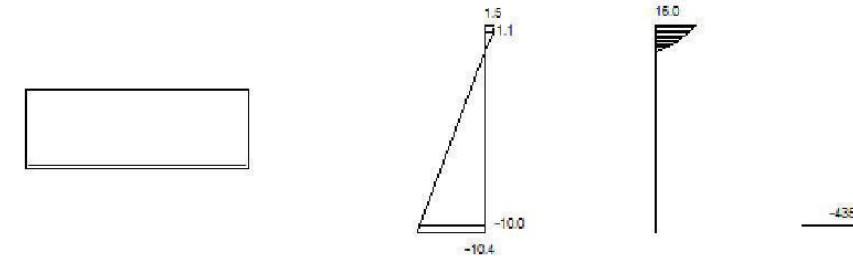
- Sección

Sección : BASEDURMIENTE
b [m] = 3.50
h [m] = 1.25
ri [m] = 0.040
rs [m] = 0.040



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 1175.00



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.159
1/r [1/m] · 1.E-3 = 9.5
εs · 1.E-3 = 1.5
εi · 1.E-3 = -10.4

Deformación y tensión de armaduras

| Profundidad [m] | Armadura [cm²] | Deformación · 1.E-3 | Tensión [MPa] |
|-----------------|----------------|---------------------|---------------|
| 0.040 | 0.0 | 1.1 | 0.0 |
| 1.210 | 122.5 | -10.0 | 434.8 |

At_est [cm²] = 122.5

| φ [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| nºφ | 109 | 80 | 61 | 39 | 25 |
| nº capas | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| At [cm²] | 123.3 | 123.2 | 122.6 | 122.5 | 122.7 |
| wk [mm] | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.04 |

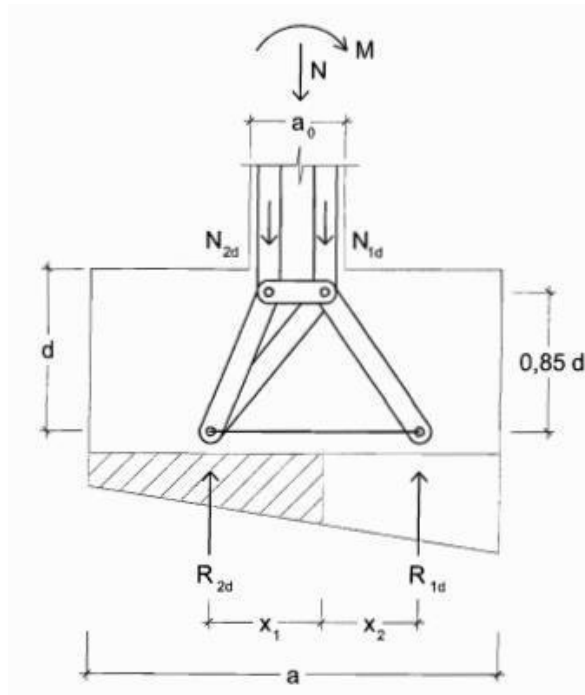
• Armadura transversal

La armadura transversal se calcula mediante el modelo de bielas y tirantes.

Para ello se parte de la tensión media y máxima anteriormente calculadas:

$$\sigma_{med} = 36,875 + 5,5 + 64,71 = 107,085 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_{max} = 36,875 + 5,5 + 35,04 + 64,71 + 47,91 = 190,04 \frac{kN}{m^2}$$



Donde R_{1d} es la resultante de las tensiones del trapecio, considerándolo para 1 metro de ancho:

$$R_{1d} = \frac{107,085 + 190,04}{2} * \left(\frac{3,50}{2}\right) = 259,98 \text{ kN}$$

Siendo además la excentricidad x_1 equivale a:

$$x_1 = \frac{107,085 * \left(\frac{3,50}{2}\right) * \left(\frac{3,50}{2}\right) + \frac{(190,04 - 107,085)}{2} * \left(\frac{3,50}{2}\right) * \left(\frac{3,50}{3}\right)}{107,085 * \left(\frac{3,50}{2}\right) + \frac{(190,04 - 107,085)}{2} * \left(\frac{3,50}{2}\right)} = 0,7936 \text{ m}$$

El área de armadura cumple:

$$T_d = A_s * f_{yd} \rightarrow \frac{R_{1,d}}{0,85 * d} * x_1 = A_s * f_{yd}$$

La tensión de las armaduras por este método está limitado a 400 MPa. El valor $d = 1,20 \text{ m}$.

$$A_s = \frac{259980}{0,85 * 1200} * 793,6 = 505,628 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Por lo que se disponen barras de $\varnothing 16$ con una separación de 30 cm.

De este modo, como el área de una barra de 16 es 201,06 mm², hay por cada metro un área superior a 603,19 mm².

En la cara superior se colocará la misma cuantía.

18.5.2. Murete

Para el murete, se calcula el momento que produce el empuje de tierras que lo va a solicitar, teniendo forma trapecial la ley de tensiones.

La parte rectangular se obtiene:

$$E_1 = 1,75 * 0,53 * 10 * 11,5 = 106,66 \text{ kN}$$

Mientras que la triangular

$$E_2 = \frac{1}{2} * 20 * 0,53 * 1,75^2 * 11,5 = 186,66 \text{ kN}$$

Con la resultante ubicada a 1/3 de la altura, por lo que podemos calcular los momentos:

$$M = \frac{1,75}{2} * 106,66 + \frac{1,75}{3} * 186,66 = 202,21 \text{ kN} * \text{m}$$

El valor anterior es el representativo, por lo que se multiplica por el coeficiente 1,5 para obtener el de cálculo, además lo dividimos para el ancho para obtener la cuantía por metro lineal:

$$M = \frac{202,21}{11,5} * 1,5 = 26,37 \text{ kN} * \text{m}$$

Del prontuario se ha obtenido que se colocarán armaduras verticales de $\varnothing 20$ cada 20 cm en cada paramento.

Horizontalmente se dispondrán barras de $\varnothing 20$ cada 30 cm.



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0
Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Puente Arco en A Rua
Fecha: 12/09/2016
Hora: 16:47:02

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

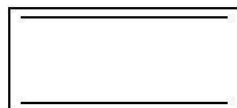
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

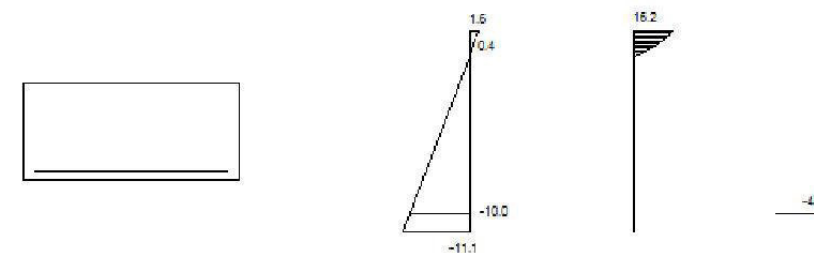
- Sección

Sección : MURETE
b [m] = 1.00
h [m] = 0.45
ri [m] = 0.040
rs [m] = 0.040



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 26.37



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.056
1/r [1/m] · 1.E-3 = 28.2
εs · 1.E-3 = 1.6
εi · 1.E-3 = -11.1

Deformación y tensión de armaduras

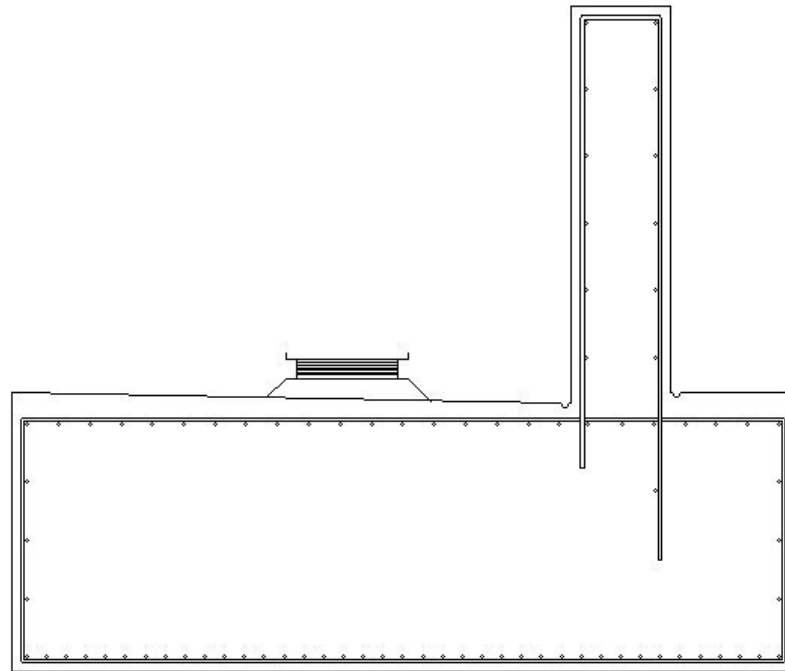
| Profundidad [m] | Armadura [cm ²] | Deformación · 1.E-3 | Tensión [MPa] |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| 0.040 | 0.0 | 0.4 | 0.0 |
| 0.410 | 12.6 | -10.0 | 434.8 |

At_est [cm²] = 12.6

| | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|
| φ [mm] | 12 | 14 | 16 | 20 | 25 |
| n°φ | 12 | 9 | 7 | 5 | 3 |
| n° capas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| At [cm ²] | 13.6 | 13.9 | 14.1 | 15.7 | 14.7 |
| wk [mm] | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.03 |

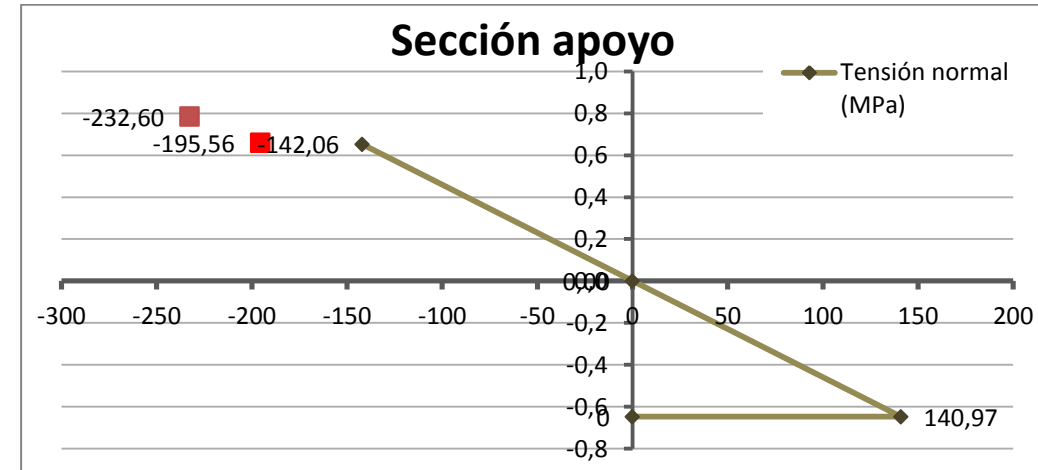
ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

El estribo por tanto queda finalmente armado del siguiente modo:



En el apoyo se produce un flector negativo igual a 26566,56 kN*m, que en ELU equivale a 35864,86 kN*m.

Las tensiones que se producen en el apoyo son:



Como no supera la resistencia última de la chapa, la cual se estableció en 226,11 mPa, el tablero soporta la flexión producida por el voladizo.

19. EMPUJE DEL TABLERO

Dado que el tablero se empujará desde los estribos, durante esta fase no trabajará del mismo modo para el que fue diseñado. Antes de que llegue al siguiente apoyo, el extremo estará en un voladizo de 26,45 m.

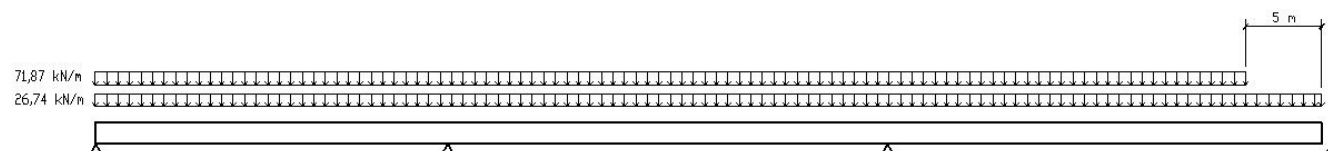
Se considera que la única carga actuante que afecta al tablero es el peso propio.

Los valores de las cargas son:

$$pp_{losa} = 25 * (11,5 * 0,25) = 71,87 \frac{kN}{m}$$

$$pp_{2 cajones} = 78,5 * 2 * 0,1703 = 26,74 \frac{kN}{m}$$

Como los 5 primeros metros están sin hormigonar, los pesos se distribuirán del siguiente modo:



APÉNDICE 1: DEFINICIÓN DE PROPIEDADES

TABLE: Area Section Properties

| Section | Material | MatAngle | AreaType | Type | DrillDOF | Thickness | BendThick |
|----------------|------------|----------|----------|-------------|----------|-----------|-----------|
| Text | Text | Degrees | Text | Text | Yes/No | m | m |
| Ala_Inf_Viga | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,03 | 0,03 |
| Ala_Sup_viga | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,03 | 0,03 |
| AlmaViga | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,025 | 0,025 |
| Arco | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,03 | 0,03 |
| DiafragmaApoyo | HA-30 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,1 | 0,1 |
| LosaHorm | HA-30 | 0 | Shell | Shell-Thick | Yes | 0,25 | 0,25 |
| Pila | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,03 | 0,03 |
| Riostras | Acero S275 | 0 | Shell | Shell-Thin | Yes | 0,03 | 0,03 |

TABLE: Load Case Definitions

| Case | Type | InitialCond | DesTypeOpt | DesignType | AutoType | RunCase |
|---------------|-----------|-------------|------------|------------|----------|---------|
| Text | Text | Text | Text | Text | Text | Yes/No |
| DEAD | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| Nieve | LinStatic | Zero | Prog Det | OTHER | None | Yes |
| Viento | LinStatic | Zero | Prog Det | WIND | None | Yes |
| SC unif | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| CM pavim | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| SC puntual | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| SC puntual2 | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| Barandilla | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| Viento Transv | LinStatic | Zero | Prog Det | WIND | None | Yes |
| SC puntual3 | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |
| SC puntual4 | LinStatic | Zero | Prog Det | DEAD | None | Yes |

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

| SectionName | Material | Shape | t3 | t2 | tf | tw | t2b | tfb | Area |
|---------------|------------|---------------|-------|------|-------|-------|------|-------|----------|
| Text | Text | Text | m | m | m | m | m | m | m2 |
| DiafInter | Acero S275 | I/Wide Flange | 0,24 | 0,24 | 0,017 | 0,01 | 0,24 | 0,017 | 0,01022 |
| Rig_Long_Ala | Acero S275 | Tee | 0,18 | 0,16 | 0,012 | 0,01 | | | 0,0036 |
| Rig_Long_Alma | Acero S275 | Tee | 0,225 | 0,19 | 0,014 | 0,01 | | | 0,00477 |
| Rig_trans | Acero S275 | Tee | 0,25 | 0,2 | 0,016 | 0,012 | | | 0,006008 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

| Material | UnitWeight | UnitMass | E1 | G12 | U12 |
|------------|------------|----------|-----------|-------------|----------|
| Text | KN/m3 | KN-s2/m4 | KN/m2 | KN/m2 | Unitless |
| Acero S275 | 78,5 | 8,0048 | 210000000 | 80769230,77 | 0,3 |
| HA-30 | 25 | 2,5493 | 28576791 | 11906996,25 | 0,2 |

TABLE: Material Properties 03a - Steel Data

| Material | Fy | Fu | EffFy | EffFu | SSCurveOpt |
|------------|--------|--------|-----------|-----------|------------|
| Text | KN/m2 | KN/m2 | KN/m2 | KN/m2 | Text |
| Acero S275 | 275000 | 430000 | 372316,93 | 439885,55 | Simple |

TABLE: Material Properties 03b - Concrete Data

| Material | Fc | LtWtConc | SSCurveOpt | SSHysType | SFf | SCap | FinalSlope |
|----------|-------|----------|------------|-----------|----------|----------|------------|
| Text | KN/m2 | Yes/No | Text | Text | Unitless | Unitless | Unitless |
| HA-30 | 30000 | No | Mander | Takeda | 0,002 | 0,005 | -0,1 |

TABLE: Link Property Definitions 02 - Linear

| Link | DOF | Fixed | TransKE | TransCE | DJ |
|----------|------|--------|---------|---------|----|
| Text | Text | Yes/No | KN/m | KN-s/m | m |
| Neopreno | U1 | Yes | | | |
| Neopreno | U2 | No | 2678,57 | 0 | 0 |
| Neopreno | U3 | No | 2678,57 | 0 | 0 |

TABLE: Section Cuts 1 - General

| CutName | Defi- nedBy | Group | ResultTy- pe | GlobalX | GlobalY | GlobalZ | AngleA | AngleB |
|---------------|----------------|---------------|-----------------|----------|----------|---------|--------------|--------------|
| Text | Text | Text | Text | m | m | m | De- grees | De- grees |
| Ar- | | | | | | | | |
| co1ArranqueP3 | Group | ArranqueArco | Analysis | 84,39928 | -2,625 | 6,27964 | 0 | 34,682 |
| | | | | 182,7500 | | 40,1923 | | |
| Arco1Clave | Group | ClaveArco | Analysis | 1 | -2,625 | 6 | 0 | 4,36 |
| | | | | 282,6007 | | | | |
| Arco1P11 | Group | Arranque2Arco | Analysis | 2 | -2,625 | 6,27964 | 0 | 146 |
| Cimentacion | | Cimentacion | | | | | | |
| arco | Group | arco | Analysis | 75,3449 | -2,625 | 0,17119 | 0 | 0 |
| Cimentacion | | Cimentacion | | | | | | |
| arco2 | Group | Arco2 | Analysis | 75,3449 | 2,625 | 0,17119 | 0 | 0 |
| Pila 1 | Group | Pila1 | Analysis | 21,5 | -2,625 | 27 | 0 | 90 |
| Pila 2 | Group | Pila2 | Analysis | 48,5 | -2,625 | 16 | 0 | 90 |
| Pila 3 | Group | PilaAlta | Analysis | 75,5 | -2,625 | 2,4881 | 0 | -90 |
| | | | | | -8,262E- | 42,9002 | | |
| Vano1CDV | Group | V1_CDV | Analysis | 10,75 | 17 | 8 | 0 | 0 |
| | | | | 4,934E- | -7,895E- | 42,9217 | | |
| Vano1Est1 | Group | V1_E1 | Analysis | 18 | 17 | 8 | 0 | 0 |
| | | | | | 3,625E- | 42,9595 | | |
| Vano1Pila1 | Group | V1_P1 | Analysis | 21,5 | 16 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | | -2,261E- | | | |
| Vano7CDV | Group | V7_CDV | Analysis | 170 | 16 | 42,864 | 0 | 0 |
| | | | | | | 42,8989 | | |
| Vano7Pila6 | Group | V7_P6 | Analysis | 156,5 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | | | | | | 42,8989 | | |
| Vano7Pila7 | Group | V7_P7 | Analysis | 183,5 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | | | | | -2,066E- | 42,9002 | | |
| Vano7_6,5m | Group | V7_6,5m | Analysis | 162,575 | 17 | 8 | 0 | 0 |

APÉNDICE 2: ASIGNACIÓN DE CARGAS

| TABLE: Area Loads - Unform | | | | |
|----------------------------|----------|----------|---------|----------|
| Area | LoadPat | CoordSys | Dir | UnifLoad |
| Text | Text | Text | Text | KN/m2 |
| Losa_6766 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6766 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6766 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6766 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7286 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7286 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7286 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7286 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7806 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7806 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7806 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7806 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6767 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6767 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6767 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6767 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7287 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7287 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7287 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7287 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7807 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7807 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7807 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7807 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6768 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6768 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6768 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6768 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7288 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7288 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7288 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7288 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7808 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7808 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7808 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7808 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6769 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6769 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6769 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6769 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7289 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7289 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |

| | | | | |
|-----------|----------|--------|---------|------|
| Losa_7289 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7289 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7809 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7809 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7809 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7809 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6770 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6770 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6770 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6770 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7290 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7290 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7290 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7290 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7810 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7810 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7810 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7810 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6771 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6771 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6771 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6771 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7291 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7291 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7291 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7291 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7811 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7811 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7811 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7811 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6772 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6772 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6772 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6772 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7292 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7292 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7292 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7292 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7812 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7812 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7812 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7812 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6773 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6773 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6773 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|---------|------|-----------|----------|--------|---------|------|
| Losa_6773 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6777 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7293 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6777 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7293 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6777 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7293 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6777 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7293 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7297 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7813 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7297 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7813 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7297 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7813 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7297 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7813 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7817 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6774 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7817 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6774 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7817 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6774 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7817 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6774 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6778 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7294 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6778 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7294 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6778 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7294 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6778 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7294 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7298 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7814 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7298 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7814 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7298 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7814 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7298 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7814 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7818 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6775 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7818 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6775 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7818 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6775 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7818 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6775 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6779 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7295 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6779 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7295 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6779 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7295 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6779 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7295 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7299 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7815 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7299 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7815 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7299 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7815 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7299 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7815 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7819 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6776 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7819 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6776 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7819 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6776 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7819 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6776 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6780 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7296 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6780 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7296 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6780 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7296 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6780 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7296 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7300 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7816 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7300 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7816 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7300 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7816 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7300 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7816 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7820 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|---------|------|-----------|----------|--------|---------|------|
| Losa_7820 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7304 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7820 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7304 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7820 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7824 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6781 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7824 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6781 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7824 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6781 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7824 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6781 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6785 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7301 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6785 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7301 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6785 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7301 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6785 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7301 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7305 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7821 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7305 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7821 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7305 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7821 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7305 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7821 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7825 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6782 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7825 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6782 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7825 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6782 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7825 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6782 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6786 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7302 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6786 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7302 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6786 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7302 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6786 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7302 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7306 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7822 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7306 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7822 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7306 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7822 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7306 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7822 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7826 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6783 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7826 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6783 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7826 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6783 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7826 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6783 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6787 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7303 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6787 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7303 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6787 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7303 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6787 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7303 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7307 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7823 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7307 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7823 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7307 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7823 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7307 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7823 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7827 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6784 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7827 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6784 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7827 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6784 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7827 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6784 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6788 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7304 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6788 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7304 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6788 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|---------|------|-----------|----------|--------|---------|------|
| Losa_6788 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6792 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7308 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6792 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7308 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6792 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7308 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6792 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7308 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7312 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7828 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7312 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7828 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7312 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7828 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7312 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7828 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7832 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6789 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7832 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6789 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7832 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6789 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7832 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6789 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6793 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7309 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6793 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7309 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6793 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7309 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6793 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7309 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7313 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7829 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7313 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7829 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7313 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7829 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7313 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7829 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7833 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6790 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7833 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6790 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7833 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6790 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7833 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6790 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6794 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7310 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6794 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7310 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6794 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7310 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6794 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7310 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7314 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7830 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7314 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7830 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7314 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7830 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7314 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7830 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7834 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_6791 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7834 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_6791 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7834 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_6791 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7834 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_6791 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_6795 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7311 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_6795 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7311 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_6795 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7311 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_6795 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7311 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7315 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |
| Losa_7831 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 | Losa_7315 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 |
| Losa_7831 | CM pavim | GLOBAL | Gravity | 1,15 | Losa_7315 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 |
| Losa_7831 | Nieve | GLOBAL | Gravity | 0,55 | Losa_7315 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 |
| Losa_7831 | Viento | GLOBAL | Gravity | 1,78 | Losa_7835 | SC unif | GLOBAL | Gravity | 2,5 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--------|---|------|-------------|------------------|--------|---|------|
| AlmaV1_3133 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2108 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3132 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2107 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3131 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2106 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3130 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2105 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3129 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2104 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3128 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2103 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3127 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2102 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3126 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2101 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3125 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2100 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3124 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2099 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3123 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2098 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3122 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2097 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_3121 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2096 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2120 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2095 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2119 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2094 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2118 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2093 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2117 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2092 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2116 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2091 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2115 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2090 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2114 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2089 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2113 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2088 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2112 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2087 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2111 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2086 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2110 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2085 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2109 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_2084 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--------|---|------|-------------|------------------|--------|---|------|
| AlmaV1_2083 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_1058 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2082 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_1057 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_2081 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | AlmaV1_1056 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 |
| AlmaV1_1080 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1079 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1078 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1077 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1076 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1075 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1074 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1073 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1072 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1071 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1070 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1069 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1068 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1067 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1066 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1065 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1064 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1063 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1062 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1061 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1060 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |
| AlmaV1_1059 | Viento Transv | GLOBAL | Y | 2,57 | | | | | |

APÉNDICE 3: ESFUERZOS EN RIGIDIZADORES

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

TABLE: Element Forces - Frames

| Frame | Station | OutputCase | P | V2 | V3 | T | M2 | M3 |
|-----------|---------|------------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| Text | m | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| DiafInt_1 | 0 | ELU_Tr | -20,458 | -2,586 | 0,385 | -0,0055 | 0,6444 | -3,7496 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_1 | 1 | ELU_Tr | -21,162 | -1,176 | 0,385 | -0,0055 | 0,0838 | -1,0133 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_1 | 2 | ELU_Tr | -21,866 | 0,234 | 0,385 | -0,0055 | -0,4767 | -0,3283 |
| DiafInt_2 | 0 | ELU_Tr | -44,799 | -1,149 | 0,075 | -0,0031 | 0,1458 | -1,2977 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_2 | 1 | ELU_Tr | -45,503 | 0,261 | 0,075 | -0,0031 | 0,0368 | -0,6515 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_2 | 2 | ELU_Tr | -46,207 | 1,671 | 0,075 | -0,0031 | -0,0722 | -2,0567 |
| DiafInt_3 | 0 | ELU_Tr | -38,162 | -1,238 | -0,19 | -0,0006145 | -0,2059 | -1,1162 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_3 | 1 | ELU_Tr | -38,866 | 0,172 | -0,19 | -0,0006145 | 0,0712 | -0,3402 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_3 | 2 | ELU_Tr | -39,57 | 1,581 | -0,19 | -0,0006145 | 0,3484 | -1,6155 |
| DiafInt_4 | 0 | ELU_Tr | -4,046 | -2,245 | -0,465 | 0,002 | -0,6318 | -1,976 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_4 | 1 | ELU_Tr | -4,75 | -0,835 | -0,465 | 0,002 | 0,0442 | 0,2651 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_4 | 2 | ELU_Tr | -5,454 | 0,575 | -0,465 | 0,002 | 0,7202 | 0,4549 |
| DiafInt_5 | 0 | ELU_Tr | -16,309 | -2,135 | 0,55 | -0,0056 | 0,8227 | -2,0653 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_5 | 1 | ELU_Tr | -17,013 | -0,725 | 0,55 | -0,0056 | 0,0221 | 0,0152 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_5 | 2 | ELU_Tr | -17,717 | 0,685 | 0,55 | -0,0056 | -0,7785 | 0,0443 |
| DiafInt_6 | 0 | ELU_Tr | -47,824 | -1,249 | 0,176 | -0,0025 | 0,253 | -1,3209 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_6 | 1 | ELU_Tr | -48,528 | 0,161 | 0,176 | -0,0025 | -0,0023 | -0,5295 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_6 | 2 | ELU_Tr | -49,232 | 1,571 | 0,176 | -0,0025 | -0,2577 | -1,7894 |
| DiafInt_7 | 0 | ELU_Tr | -44,335 | -1,437 | -0,187 | 0,0003891 | -0,2365 | -1,5742 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_7 | 1 | ELU_Tr | -45,039 | -0,027 | -0,187 | 0,0003891 | 0,0361 | -0,5087 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_7 | 2 | ELU_Tr | -45,743 | 1,382 | -0,187 | 0,0003891 | 0,3087 | -1,4945 |
| DiafInt_8 | 0 | ELU_Tr | -3,213 | -2,776 | -0,567 | 0,0034 | -0,8205 | -2,9535 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_8 | 1 | ELU_Tr | -3,917 | -1,366 | -0,567 | 0,0034 | 0,0043 | 0,0601 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_8 | 2 | ELU_Tr | -4,621 | 0,044 | -0,567 | 0,0034 | 0,8291 | 1,0224 |
| DiafInt_9 | 0 | ELU_Tr | -0,248 | -2,897 | 0,563 | -0,0052 | 0,843 | -3,04 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_9 | 1 | ELU_Tr | -0,952 | -1,487 | 0,563 | -0,0052 | 0,0233 | 0,1496 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_9 | 2 | ELU_Tr | -1,656 | -0,077 | 0,563 | -0,0052 | -0,7964 | 1,2878 |

| | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|-----------|---------|
| DiafInt_10 | 0 | ELU_Tr | -37,772 | -1,726 | 0,186 | -0,0023 | 0,2622 | -1,8335 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_10 | 1 | ELU_Tr | -38,476 | -0,317 | 0,186 | -0,0023 | -0,0083 | -0,3472 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_10 | 2 | ELU_Tr | -39,18 | 1,093 | 0,186 | -0,0023 | -0,2787 | -0,9123 |
| DiafInt_11 | 0 | ELU_Tr | -36,115 | -1,829 | -0,177 | 0,0005087 | -0,2279 | -1,9861 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_11 | 1 | ELU_Tr | -36,819 | -0,419 | -0,177 | 0,0005087 | 0,03 | -0,3508 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_11 | 2 | ELU_Tr | -37,523 | 0,991 | -0,177 | 0,0005087 | 0,2878 | -0,7668 |
| DiafInt_12 | 0 | ELU_Tr | 5,806 | -3,243 | -0,558 | 0,0034 | -0,8148 | -3,5615 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_12 | 1 | ELU_Tr | 5,102 | -1,833 | -0,558 | 0,0034 | -0,0026 | 0,131 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_12 | 2 | ELU_Tr | 4,398 | -0,423 | -0,558 | 0,0034 | 0,8096 | 1,7721 |
| DiafInt_13 | 0 | ELU_Tr | 5,845 | -3,274 | 0,603 | -0,006 | 0,9054 | -3,595 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_13 | 1 | ELU_Tr | 5,141 | -1,864 | 0,603 | -0,006 | 0,0281 | 0,1428 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_13 | 2 | ELU_Tr | 4,437 | -0,454 | 0,603 | -0,006 | -0,8492 | 1,8292 |
| DiafInt_14 | 0 | ELU_Tr | -35,64 | -1,912 | 0,222 | -0,0031 | 0,3188 | -2,0927 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_14 | 1 | ELU_Tr | -36,344 | -0,503 | 0,222 | -0,0031 | -0,0046 | -0,3358 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_14 | 2 | ELU_Tr | -37,048 | 0,907 | 0,222 | -0,0031 | -0,328 | -0,6303 |
| DiafInt_15 | 0 | ELU_Tr | -36,337 | -1,898 | -0,141 | -0,0003677 | -0,1714 | -2,0805 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_15 | 1 | ELU_Tr | -37,041 | -0,488 | -0,141 | -0,0003677 | 0,0335 | -0,345 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_15 | 2 | ELU_Tr | -37,745 | 0,922 | -0,141 | -0,0003677 | 0,2384 | -0,6608 |
| DiafInt_16 | 0 | ELU_Tr | 2,856 | -3,211 | -0,521 | 0,0025 | -0,7529 | -3,527 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_16 | 1 | ELU_Tr | 2,152 | -1,801 | -0,521 | 0,0025 | 0,0047 | 0,119 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_16 | 2 | ELU_Tr | 1,448 | -0,391 | -0,521 | 0,0025 | 0,7624 | 1,7137 |
| DiafInt_17 | 0 | ELU_Tr | 2,453 | -3,21 | 0,632 | -0,0068 | 0,9502 | -3,5458 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_17 | 1 | ELU_Tr | 1,749 | -1,8 | 0,632 | -0,0068 | 0,0309 | 0,0993 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_17 | 2 | ELU_Tr | 1,045 | -0,39 | 0,632 | -0,0068 | -0,8883 | 1,693 |
| DiafInt_18 | 0 | ELU_Tr | -38,186 | -1,873 | 0,25 | -0,0039 | 0,3649 | -2,1032 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_18 | 1 | ELU_Tr | -38,89 | -0,463 | 0,25 | -0,0039 | 0,0009004 | -0,4038 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_18 | 2 | ELU_Tr | -39,594 | 0,947 | 0,25 | -0,0039 | -0,3631 | -0,7557 |
| DiafInt_19 | 0 | ELU_Tr | -39,186 | -1,846 | -0,113 | -0,0011 | -0,125 | -2,0827 |
| | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_19 | 1 | ELU_Tr | -39,89 | -0,436 | -0,113 | -0,0011 | 0,0393 | -0,4225 |
| | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_19 | 2 | ELU_Tr | -40,594 | 0,974 | -0,113 | -0,0011 | 0,2035 | -0,8136 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|------------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|-----------|---------|
| | 2 | | | | | | | | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_20 | 0 | ELU_Tr | -0,661 | -3,116 | -0,492 | 0,0018 | -0,7045 | -3,4647 | DiafInt_29 | 1 | ELU_Tr | -9,466 | -1,536 | 0,497 | -0,0018 | -0,0256 | -0,0843 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_20 | 1 | ELU_Tr | -1,365 | -1,706 | -0,492 | 0,0018 | 0,0108 | 0,0429 | DiafInt_29 | 2 | ELU_Tr | -10,17 | -0,126 | 0,497 | -0,0018 | -0,7483 | 1,1246 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_30 | 0 | ELU_Tr | -42,312 | -1,788 | 0,114 | 0,0009474 | 0,1304 | -2,2047 |
| DiafInt_20 | 2 | ELU_Tr | -2,069 | -0,296 | -0,492 | 0,0018 | 0,7262 | 1,4991 | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_21 | 0 | ELU_Tr | -0,332 | -3,116 | 0,658 | -0,0074 | 0,9938 | -3,49 | DiafInt_30 | 1 | ELU_Tr | -43,016 | -0,379 | 0,114 | 0,0009474 | -0,036 | -0,6282 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_21 | 1 | ELU_Tr | -1,036 | -1,706 | 0,658 | -0,0074 | 0,0358 | 0,0179 | DiafInt_30 | 2 | ELU_Tr | -43,72 | 1,031 | 0,114 | 0,0009474 | -0,2025 | -1,1031 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_31 | 0 | ELU_Tr | -43,106 | -1,753 | -0,246 | 0,0037 | -0,3569 | -2,1248 |
| DiafInt_21 | 2 | ELU_Tr | -1,74 | -0,296 | 0,658 | -0,0074 | -0,9221 | 1,4743 | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_22 | 0 | ELU_Tr | -40,497 | -1,807 | 0,277 | -0,0046 | 0,4076 | -2,1149 | DiafInt_31 | 1 | ELU_Tr | -43,81 | -0,343 | -0,246 | 0,0037 | 0,0006394 | -0,6003 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_22 | 1 | ELU_Tr | -41,201 | -0,397 | 0,277 | -0,0046 | 0,0052 | -0,5116 | DiafInt_31 | 2 | ELU_Tr | -44,514 | 1,067 | -0,246 | 0,0037 | 0,3582 | -1,1272 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_32 | 0 | ELU_Tr | -5,576 | -2,9 | -0,623 | 0,0066 | -0,9353 | -3,2324 |
| DiafInt_22 | 2 | ELU_Tr | -41,905 | 1,013 | 0,277 | -0,0046 | -0,3971 | -0,9596 | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_23 | 0 | ELU_Tr | -41,513 | -1,778 | -0,087 | -0,0018 | -0,0833 | -2,1012 | DiafInt_32 | 1 | ELU_Tr | -6,28 | -1,491 | -0,623 | 0,0066 | -0,0289 | -0,0379 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_23 | 1 | ELU_Tr | -42,217 | -0,368 | -0,087 | -0,0018 | 0,0439 | -0,5403 | DiafInt_32 | 2 | ELU_Tr | -6,984 | -0,081 | -0,623 | 0,0066 | 0,8776 | 1,1052 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_33 | 0 | ELU_Tr | -5,023 | -2,882 | 0,465 | -0,0017 | 0,6666 | -3,1335 |
| DiafInt_23 | 2 | ELU_Tr | -42,921 | 1,042 | -0,087 | -0,0018 | 0,1711 | -1,0308 | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_24 | 0 | ELU_Tr | -2,871 | -2,986 | -0,466 | 0,0011 | -0,6696 | -3,3627 | DiafInt_33 | 1 | ELU_Tr | -5,727 | -1,472 | 0,465 | -0,0017 | -0,0095 | 0,0336 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_24 | 1 | ELU_Tr | -3,575 | -1,576 | -0,466 | 0,0011 | 0,0087 | -0,0444 | DiafInt_33 | 2 | ELU_Tr | -6,431 | -0,062 | 0,465 | -0,0017 | -0,6857 | 1,1492 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_34 | 0 | ELU_Tr | -40,65 | -1,746 | 0,09 | 0,0013 | 0,0929 | -1,9522 |
| DiafInt_24 | 2 | ELU_Tr | -4,279 | -0,166 | -0,466 | 0,0011 | 0,687 | 1,2226 | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_25 | 0 | ELU_Tr | -25,192 | -1,907 | 0,873 | -0,0089 | 1,2936 | -1,9105 | DiafInt_34 | 1 | ELU_Tr | -41,354 | -0,336 | 0,09 | 0,0013 | -0,0374 | -0,4377 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_25 | 1 | ELU_Tr | -25,896 | -0,497 | 0,873 | -0,0089 | 0,0234 | -0,1612 | DiafInt_34 | 2 | ELU_Tr | -42,058 | 1,074 | 0,09 | 0,0013 | -0,1677 | -0,9746 |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_35 | 0 | ELU_Tr | -38,488 | -1,815 | -0,273 | 0,0041 | -0,3954 | -2,0075 |
| DiafInt_25 | 2 | ELU_Tr | -26,6 | 0,913 | 0,873 | -0,0089 | -1,2468 | -0,4633 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | - | | | | | | | | DiafInt_35 | 1 | ELU_Tr | -39,192 | -0,405 | -0,273 | 0,0041 | 0,0014 | -0,3925 |
| DiafInt_26 | 0 | ELU_Tr | 100,663 | 2,042 | 0,541 | -0,0059 | 0,8179 | 4,0592 | | 2,9100 | | | | | | | |
| | 1,4550 | | | | | | | | DiafInt_35 | 2 | ELU_Tr | -39,896 | 1,005 | -0,273 | 0,0041 | 0,3982 | -0,829 |
| DiafInt_26 | 1 | ELU_Tr | 101,367 | 3,452 | 0,541 | -0,0059 | 0,0309 | 0,0617 | DiafInt_36 | 0 | ELU_Tr | 1,877 | -3,111 | -0,653 | 0,007 | -0,9797 | -3,3296 |
| | 2,9100 | | | | | | | | | 1,4550 | | | | | | | |
| DiafInt_26 | 2 | ELU_Tr | 102,071 | 4,862 | 0,541 | -0,0059 | -0,7561 | -5,9872 | DiafInt_36 | 1 | ELU_Tr | 1,173 | -1,701 | -0,653 | 0,007 | -0,0293 | 0,1707 |
| | - | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_27 | 0 | ELU_Tr | 100,457 | 2,05 | -0,47 | 0,0036 | -0,6994 | 4,0641 | DiafInt_36 | 2 | ELU_Tr | 0,469 | -0,291 | -0,653 | 0,007 | 0,921 | 1,6196 |
| | 1,4550 | | | | | | | | DiafInt_37 | 0 | ELU_Tr | 1,572 | -3,104 | 0,52 | -0,0022 | 0,745 | -3,3078 |
| DiafInt_27 | 1 | ELU_Tr | 101,161 | 3,46 | -0,47 | 0,0036 | -0,0153 | 0,056 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_37 | 1 | ELU_Tr | 0,868 | -1,694 | 0,52 | -0,0022 | -0,0112 | 0,1827 |
| DiafInt_27 | 2 | ELU_Tr | 101,865 | 4,87 | -0,47 | 0,0036 | 0,6688 | -6,0035 | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_28 | 0 | ELU_Tr | -31,373 | -1,833 | -0,805 | 0,0065 | -1,1529 | -1,805 | DiafInt_37 | 2 | ELU_Tr | 0,164 | -0,284 | 0,52 | -0,0022 | -0,7675 | 1,6218 |
| | 1,4550 | | | | | | | | DiafInt_38 | 0 | ELU_Tr | -37,612 | -1,839 | 0,141 | 0,0007111 | 0,1648 | -1,9971 |
| DiafInt_28 | 1 | ELU_Tr | -32,077 | -0,423 | -0,805 | 0,0065 | 0,0179 | -0,1639 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | DiafInt_38 | 1 | ELU_Tr | -38,316 | -0,429 | 0,141 | 0,0007111 | -0,0406 | -0,3473 |
| DiafInt_28 | 2 | ELU_Tr | -32,781 | 0,987 | -0,805 | 0,0065 | 1,1887 | -0,5741 | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_29 | 0 | ELU_Tr | -8,762 | -2,946 | 0,497 | -0,0018 | 0,6972 | -3,3445 | DiafInt_38 | 2 | ELU_Tr | -39,02 | 0,981 | 0,141 | 0,0007111 | -0,2459 | -0,749 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| Diaflnt_39 | 0 | ELU_Tr | -37,962 | -1,833 | -0,222 | 0,0035 | -0,3245 | -2,0176 | | 2 | | | | | | | |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_49 | 0 | ELU_Tr | -1,822 | -2,313 | 0,517 | -0,0018 | 0,7367 | -2,1665 |
| Diaflnt_39 | 1 | ELU_Tr | -38,666 | -0,423 | -0,222 | 0,0035 | -0,0021 | -0,377 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_49 | 1 | ELU_Tr | -2,526 | -0,903 | 0,517 | -0,0018 | -0,0157 | 0,1735 |
| Diaflnt_39 | 2 | ELU_Tr | -39,37 | 0,987 | -0,222 | 0,0035 | 0,3203 | -0,7877 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_40 | 0 | ELU_Tr | 0,466 | -3,095 | -0,602 | 0,0064 | -0,906 | -3,3855 | Diaflnt_49 | 2 | ELU_Tr | -3,23 | 0,507 | 0,517 | -0,0018 | -0,7681 | 0,4622 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_50 | 0 | ELU_Tr | -39,056 | -1,275 | 0,196 | 0,0007961 | 0,2199 | -1,2192 |
| Diaflnt_40 | 1 | ELU_Tr | -0,238 | -1,685 | -0,602 | 0,0064 | -0,0303 | 0,092 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_50 | 1 | ELU_Tr | -39,759 | 0,135 | 0,196 | 0,0007961 | -0,0655 | -0,3897 |
| Diaflnt_40 | 2 | ELU_Tr | -0,942 | -0,275 | -0,602 | 0,0064 | 0,8454 | 1,518 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_41 | 0 | ELU_Tr | 0,119 | -3,069 | 0,514 | -0,0025 | 0,7423 | -3,3561 | Diaflnt_50 | 2 | ELU_Tr | -40,463 | 1,545 | 0,196 | 0,0007961 | -0,351 | -1,6115 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_51 | 0 | ELU_Tr | -47,311 | -1,204 | -0,068 | 0,0032 | -0,1254 | -1,4312 |
| Diaflnt_41 | 1 | ELU_Tr | -0,585 | -1,66 | 0,514 | -0,0025 | -0,0055 | 0,0842 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_51 | 1 | ELU_Tr | -48,015 | 0,206 | -0,068 | 0,0032 | -0,0266 | -0,7058 |
| Diaflnt_41 | 2 | ELU_Tr | -1,289 | -0,25 | 0,514 | -0,0025 | -0,7534 | 1,4732 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_42 | 0 | ELU_Tr | -37,996 | -1,796 | 0,135 | 0,000418 | 0,1629 | -1,9679 | Diaflnt_51 | 2 | ELU_Tr | -48,719 | 1,616 | -0,068 | 0,0032 | 0,0721 | -2,0317 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_52 | 0 | ELU_Tr | -17,026 | -2,5 | -0,316 | 0,006 | -0,5305 | -3,5726 |
| Diaflnt_42 | 1 | ELU_Tr | -38,7 | -0,386 | 0,135 | 0,000418 | -0,033 | -0,3801 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_52 | 1 | ELU_Tr | -17,73 | -1,09 | -0,316 | 0,006 | -0,071 | -0,9605 |
| Diaflnt_42 | 2 | ELU_Tr | -39,404 | 1,024 | 0,135 | 0,000418 | -0,2288 | -0,8437 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_43 | 0 | ELU_Tr | -37,163 | -1,803 | -0,228 | 0,0032 | -0,327 | -1,9506 | Diaflnt_52 | 2 | ELU_Tr | -18,434 | 0,32 | -0,316 | 0,006 | 0,3886 | -0,3998 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_53 | 0 | ELU_Tr | -19,06 | -3,656 | -0,226 | -0,0024 | -0,2437 | -6,1082 |
| Diaflnt_43 | 1 | ELU_Tr | -37,867 | -0,393 | -0,228 | 0,0032 | 0,0052 | -0,353 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_53 | 1 | ELU_Tr | -19,764 | -2,246 | -0,226 | -0,0024 | 0,0846 | -1,8146 |
| Diaflnt_43 | 2 | ELU_Tr | -38,571 | 1,017 | -0,228 | 0,0032 | 0,3374 | -0,8068 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_44 | 0 | ELU_Tr | 3,435 | -3,103 | -0,608 | 0,0061 | -0,9128 | -3,3237 | Diaflnt_53 | 2 | ELU_Tr | -20,468 | -0,836 | -0,226 | -0,0024 | 0,4129 | 0,4276 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_54 | 0 | ELU_Tr | -2,25 | -1,211 | 0,071 | -0,0033 | 0,1298 | -1,3663 |
| Diaflnt_44 | 1 | ELU_Tr | 2,731 | -1,693 | -0,608 | 0,0061 | -0,0276 | 0,1652 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_54 | 1 | ELU_Tr | -2,954 | 0,199 | 0,071 | -0,0033 | 0,0269 | -0,6298 |
| Diaflnt_44 | 2 | ELU_Tr | 2,027 | -0,283 | -0,608 | 0,0061 | 0,8575 | 1,6027 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_45 | 0 | ELU_Tr | 1,318 | -3,003 | 0,581 | -0,0032 | 0,838 | -3,2505 | Diaflnt_54 | 2 | ELU_Tr | -3,658 | 1,609 | 0,071 | -0,0033 | -0,076 | -1,9448 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_55 | 0 | ELU_Tr | 4,246 | -1,352 | 0,312 | -0,004 | 0,4411 | -1,2999 |
| Diaflnt_45 | 1 | ELU_Tr | 0,614 | -1,593 | 0,581 | -0,0032 | -0,0074 | 0,0932 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_55 | 1 | ELU_Tr | 3,542 | 0,058 | 0,312 | -0,004 | -0,0134 | -0,3586 |
| Diaflnt_45 | 2 | ELU_Tr | -0,09 | -0,183 | 0,581 | -0,0032 | -0,8528 | 1,3854 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_46 | 0 | ELU_Tr | -41,9 | -1,565 | 0,2 | -0,0002232 | 0,2508 | -1,7279 | Diaflnt_55 | 2 | ELU_Tr | 2,838 | 1,468 | 0,312 | -0,004 | -0,4678 | -1,4687 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_56 | 0 | ELU_Tr | 6,505 | -3,153 | 0,613 | -0,0047 | 0,8237 | -3,9779 |
| Diaflnt_46 | 1 | ELU_Tr | -42,604 | -0,155 | 0,2 | -0,0002232 | -0,0402 | -0,4771 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_56 | 1 | ELU_Tr | 5,801 | -1,743 | 0,613 | -0,0047 | -0,0681 | -0,4162 |
| Diaflnt_46 | 2 | ELU_Tr | -43,308 | 1,255 | 0,2 | -0,0002232 | -0,3311 | -1,2777 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_47 | 0 | ELU_Tr | -46,466 | -1,333 | -0,162 | 0,0026 | -0,2364 | -1,4316 | Diaflnt_56 | 2 | ELU_Tr | 5,097 | -0,333 | 0,613 | -0,0047 | -0,9599 | 1,0942 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_57 | 0 | ELU_Tr | 6,514 | -3,086 | -0,473 | -0,0001838 | -0,6072 | -4,1345 |
| Diaflnt_47 | 1 | ELU_Tr | -47,17 | 0,077 | -0,162 | 0,0026 | -0,0011 | -0,518 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_57 | 1 | ELU_Tr | 5,81 | -1,677 | -0,473 | -0,0001838 | 0,0808 | -0,6693 |
| Diaflnt_47 | 2 | ELU_Tr | -47,874 | 1,487 | -0,162 | 0,0026 | 0,2342 | -1,6558 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_48 | 0 | ELU_Tr | -15,15 | -2,224 | -0,528 | 0,0057 | -0,7907 | -2,2245 | Diaflnt_57 | 2 | ELU_Tr | 5,106 | -0,267 | -0,473 | -0,0001838 | 0,7689 | 0,7444 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_58 | 0 | ELU_Tr | 4,187 | -1,55 | -0,092 | -0,001 | -0,1083 | -1,8873 |
| Diaflnt_48 | 1 | ELU_Tr | -15,854 | -0,814 | -0,528 | 0,0057 | -0,0224 | -0,0148 | | 1,4550 | | | | | | | |
| Diaflnt_48 | 2,9100 | ELU_Tr | -16,558 | 0,596 | -0,528 | 0,0057 | 0,7458 | 0,1435 | Diaflnt_58 | 1 | ELU_Tr | 3,483 | -0,14 | -0,092 | -0,001 | 0,0253 | -0,658 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|-------|----------|--------|------------|---------|---------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|---------|
| | 2,9100 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Diaflnt_58 | 2 | ELU_Tr | 2,779 | 1,27 | -0,092 | -0,001 | 0,1589 | -1,48 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_59 | 0 | ELU_Tr | 4,843 | -1,953 | 0,235 | -0,002 | 0,3307 | -2,6206 | Diaflnt_68 | 2 | ELU_Tr | 5,017 | -2,474 | 0,603 | -0,0035 | -0,9443 | 3,1877 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_69 | 0 | ELU_Tr | 5,987 | -5,294 | -0,528 | -0,0005939 | -0,6606 | -8,1305 |
| Diaflnt_59 | 1 | ELU_Tr | 4,139 | -0,543 | 0,235 | -0,002 | -0,0116 | -0,8048 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_69 | 1 | ELU_Tr | 5,283 | -3,884 | -0,528 | -0,0005939 | 0,1074 | -1,4537 |
| Diaflnt_59 | 2 | ELU_Tr | 3,435 | 0,867 | 0,235 | -0,002 | -0,354 | -1,0404 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_60 | 0 | ELU_Tr | 6,029 | -4,443 | 0,636 | -0,003 | 0,8516 | -6,6291 | Diaflnt_69 | 2 | ELU_Tr | 4,579 | -2,474 | -0,528 | -0,0005939 | 0,8754 | 3,1717 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_70 | 0 | ELU_Tr | 6,868 | -2,773 | -0,121 | -0,0018 | -0,1315 | -3,9818 |
| Diaflnt_60 | 1 | ELU_Tr | 5,325 | -3,033 | 0,636 | -0,003 | -0,0732 | -1,1909 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_70 | 1 | ELU_Tr | 6,164 | -1,363 | -0,121 | -0,0018 | 0,0444 | -0,9734 |
| Diaflnt_60 | 2 | ELU_Tr | 4,621 | -1,623 | 0,636 | -0,003 | -0,998 | 2,1959 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_61 | 0 | ELU_Tr | 8,57 | -4,655 | -0,53 | 0,0005601 | -0,6794 | -6,9169 | Diaflnt_70 | 2 | ELU_Tr | 5,46 | 0,047 | -0,121 | -0,0018 | 0,2203 | -0,0164 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_71 | 0 | ELU_Tr | 6,351 | -2,721 | 0,213 | -0,003 | 0,3128 | -3,9045 |
| Diaflnt_61 | 1 | ELU_Tr | 7,866 | -3,245 | -0,53 | 0,0005601 | 0,0923 | -1,1701 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_71 | 1 | ELU_Tr | 5,647 | -1,311 | 0,213 | -0,003 | 0,0026 | -0,9712 |
| Diaflnt_61 | 2 | ELU_Tr | 7,163 | -1,835 | -0,53 | 0,0005601 | 0,864 | 2,5253 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_62 | 0 | ELU_Tr | 9,497 | -2,486 | -0,13 | -0,0004964 | -0,1613 | -3,421 | Diaflnt_71 | 2 | ELU_Tr | 4,943 | 0,099 | 0,213 | -0,003 | -0,3076 | -0,0894 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_72 | 0 | ELU_Tr | 4,48 | -5,114 | 0,618 | -0,0042 | 0,838 | -7,8542 |
| Diaflnt_62 | 1 | ELU_Tr | 8,793 | -1,076 | -0,13 | -0,0004964 | 0,0282 | -0,8293 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_72 | 1 | ELU_Tr | 3,776 | -3,704 | 0,618 | -0,0042 | -0,0607 | -1,4387 |
| Diaflnt_62 | 2 | ELU_Tr | 8,089 | 0,334 | -0,13 | -0,0004964 | 0,2176 | -0,2889 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_63 | 0 | ELU_Tr | 9,186 | -2,705 | 0,203 | -0,0017 | 0,2818 | -3,8316 | Diaflnt_72 | 2 | ELU_Tr | 3,072 | -2,294 | 0,618 | -0,0042 | -0,9594 | 2,9255 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_73 | 0 | ELU_Tr | 4,485 | -5,137 | -0,51 | -0,0012 | -0,6325 | -7,9297 |
| Diaflnt_63 | 1 | ELU_Tr | 8,482 | -1,295 | 0,203 | -0,0017 | -0,0129 | -0,9222 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_73 | 1 | ELU_Tr | 3,781 | -3,727 | -0,51 | -0,0012 | 0,1097 | -1,4811 |
| Diaflnt_63 | 2 | ELU_Tr | 7,778 | 0,115 | 0,203 | -0,0017 | -0,3077 | -0,0642 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_64 | 0 | ELU_Tr | 6,77 | -5,39 | 0,613 | -0,0029 | 0,8135 | -8,3094 | Diaflnt_73 | 2 | ELU_Tr | 3,077 | -2,317 | -0,51 | -0,0012 | 0,8519 | 2,916 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_74 | 0 | ELU_Tr | 4,621 | -2,704 | -0,104 | -0,0024 | -0,1046 | -3,9858 |
| Diaflnt_64 | 1 | ELU_Tr | 6,066 | -3,98 | 0,613 | -0,0029 | -0,0784 | -1,4924 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_74 | 1 | ELU_Tr | 3,917 | -1,294 | -0,104 | -0,0024 | 0,047 | -1,077 |
| Diaflnt_64 | 2 | ELU_Tr | 5,362 | -2,57 | 0,613 | -0,0029 | -0,9703 | 3,2732 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_65 | 0 | ELU_Tr | 6,912 | -5,436 | -0,548 | 0,0001305 | -0,6907 | -8,3701 | Diaflnt_74 | 2 | ELU_Tr | 3,213 | 0,116 | -0,104 | -0,0024 | 0,1986 | -0,2196 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_75 | 0 | ELU_Tr | 3,914 | -2,668 | 0,231 | -0,0036 | 0,3429 | -3,9565 |
| Diaflnt_65 | 1 | ELU_Tr | 6,208 | -4,026 | -0,548 | 0,0001305 | 0,1061 | -1,4868 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_75 | 1 | ELU_Tr | 3,21 | -1,258 | 0,231 | -0,0036 | 0,0067 | -1,1006 |
| Diaflnt_65 | 2 | ELU_Tr | 5,504 | -2,616 | -0,548 | 0,0001305 | 0,903 | 3,3451 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_66 | 0 | ELU_Tr | 9,104 | -2,847 | -0,138 | -0,0011 | -0,1608 | -4,0599 | Diaflnt_75 | 2 | ELU_Tr | 2,506 | 0,152 | 0,231 | -0,0036 | -0,3295 | -0,2962 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_76 | 0 | ELU_Tr | 1,807 | -4,924 | 0,641 | -0,0047 | 0,8758 | -7,6221 |
| Diaflnt_66 | 1 | ELU_Tr | 8,4 | -1,437 | -0,138 | -0,0011 | 0,0397 | -0,9436 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_76 | 1 | ELU_Tr | 1,103 | -3,514 | 0,641 | -0,0047 | -0,0569 | -1,484 |
| Diaflnt_66 | 2 | ELU_Tr | 7,696 | -0,027 | -0,138 | -0,0011 | 0,2401 | 0,1214 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_67 | 0 | ELU_Tr | 8,636 | -2,811 | 0,197 | -0,0023 | 0,2834 | -3,9976 | Diaflnt_76 | 2 | ELU_Tr | 0,399 | -2,104 | 0,641 | -0,0047 | -0,9896 | 2,6027 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_77 | 0 | ELU_Tr | 1,37 | -2,738 | -0,726 | -0,0002743 | -0,9103 | -3,685 |
| Diaflnt_67 | 1 | ELU_Tr | 7,932 | -1,401 | 0,197 | -0,0023 | -0,0029 | -0,9334 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_77 | 1 | ELU_Tr | 0,666 | -1,328 | -0,726 | -0,0002743 | 0,1464 | -0,7268 |
| Diaflnt_67 | 2 | ELU_Tr | 7,228 | 0,008853 | 0,197 | -0,0023 | -0,2892 | 0,0794 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_68 | 0 | ELU_Tr | 6,425 | -5,293 | 0,603 | -0,0035 | 0,8116 | -8,1131 | Diaflnt_77 | 2 | ELU_Tr | -0,038 | 0,082 | -0,726 | -0,0002743 | 1,2031 | 0,18 |
| Diaflnt_68 | 1,4550 | ELU_Tr | 5,721 | -3,883 | 0,603 | -0,0035 | -0,0664 | -1,437 | Diaflnt_78 | 0 | ELU_Tr | 19,831 | 3,224 | -0,46 | -0,0002772 | -0,5634 | 6,8958 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|---|--------|--------|--------|--------|------------|---------|---------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|------------|-----------|---------|
| DiafInt_78 | 1,4550 | 1 | ELU_Tr | 19,127 | 4,634 | -0,46 | -0,0002772 | 0,1065 | 1,1797 | DiafInt_88 | 0 | ELU_Tr | 9,083 | -5,061 | 0,532 | 0,0006839 | 0,6695 | -7,611 | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_88 | 1,4550 | 1 | ELU_Tr | 8,379 | -3,651 | 0,532 | 0,0006839 | -0,1042 | -1,2732 |
| DiafInt_78 | | 2 | ELU_Tr | 18,423 | 6,043 | -0,46 | -0,0002772 | 0,7765 | -6,5878 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_79 | | 0 | ELU_Tr | 19,141 | 3,232 | 0,518 | -0,0019 | 0,6662 | 6,9002 | DiafInt_88 | | 2 | ELU_Tr | 7,675 | -2,241 | 0,532 | 0,0006839 | -0,8779 | 3,0132 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_89 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,881 | -5,03 | -0,632 | 0,0039 | -0,8568 | -7,5366 |
| DiafInt_79 | | 1 | ELU_Tr | 18,437 | 4,642 | 0,518 | -0,0019 | -0,0878 | 1,1716 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_89 | | 1 | ELU_Tr | 8,177 | -3,62 | -0,632 | 0,0039 | 0,0622 | -1,2433 |
| DiafInt_79 | | 2 | ELU_Tr | 17,733 | 6,052 | 0,518 | -0,0019 | -0,8418 | -6,6084 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_80 | | 0 | ELU_Tr | 5,947 | -2,683 | 0,773 | -0,002 | 1,0232 | -3,6115 | DiafInt_89 | | 2 | ELU_Tr | 7,473 | -2,21 | -0,632 | 0,0039 | 0,9812 | 2,9987 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_90 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,775 | -2,681 | -0,229 | 0,0028 | -0,3328 | -3,7482 |
| DiafInt_80 | | 1 | ELU_Tr | 5,243 | -1,273 | 0,773 | -0,002 | -0,1012 | -0,7339 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_90 | | 1 | ELU_Tr | 8,071 | -1,272 | -0,229 | 0,0028 | 0,0002852 | -0,8724 |
| DiafInt_80 | | 2 | ELU_Tr | 4,539 | 0,137 | 0,773 | -0,002 | -1,2255 | 0,0922 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_81 | | 0 | ELU_Tr | 6,225 | -4,992 | -0,625 | 0,0041 | -0,8721 | -7,8374 | DiafInt_90 | | 2 | ELU_Tr | 7,367 | 0,138 | -0,229 | 0,0028 | 0,3334 | -0,0479 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_91 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 7,96 | -2,685 | 0,104 | 0,0017 | 0,1112 | -3,7924 |
| DiafInt_81 | | 1 | ELU_Tr | 5,521 | -3,582 | -0,625 | 0,0041 | 0,0366 | -1,5995 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_91 | | 1 | ELU_Tr | 7,256 | -1,275 | 0,104 | 0,0017 | -0,0403 | -0,9113 |
| DiafInt_81 | | 2 | ELU_Tr | 4,817 | -2,172 | -0,625 | 0,0041 | 0,9453 | 2,587 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_82 | | 0 | ELU_Tr | 2,495 | -2,804 | -0,224 | 0,0029 | -0,3252 | -4,3456 | DiafInt_91 | | 2 | ELU_Tr | 6,552 | 0,135 | 0,104 | 0,0017 | -0,1918 | -0,0816 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_92 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 6,589 | -5,065 | 0,507 | 0,0004918 | 0,6361 | -7,7151 |
| DiafInt_82 | | 1 | ELU_Tr | 1,791 | -1,394 | -0,224 | 0,0029 | 0,0013 | -1,2913 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_92 | | 1 | ELU_Tr | 5,885 | -3,655 | 0,507 | 0,0004918 | -0,102 | -1,3717 |
| DiafInt_82 | | 2 | ELU_Tr | 1,087 | 0,016 | -0,224 | 0,0029 | 0,3277 | -0,2883 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_83 | | 0 | ELU_Tr | 4,128 | -2,706 | 0,111 | 0,0017 | 0,1235 | -4,1217 | DiafInt_92 | | 2 | ELU_Tr | 5,181 | -2,245 | 0,507 | 0,0004918 | -0,8401 | 2,9203 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_93 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 6,338 | -5,021 | -0,596 | 0,0034 | -0,8029 | -7,6487 |
| DiafInt_83 | | 1 | ELU_Tr | 3,424 | -1,296 | 0,111 | 0,0017 | -0,0381 | -1,2105 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_93 | | 1 | ELU_Tr | 5,634 | -3,611 | -0,596 | 0,0034 | 0,064 | -1,3691 |
| DiafInt_83 | | 2 | ELU_Tr | 2,72 | 0,114 | 0,111 | 0,0017 | -0,1997 | -0,3506 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_84 | | 0 | ELU_Tr | 5,489 | -4,765 | 0,509 | 0,000654 | 0,6423 | -7,3222 | DiafInt_93 | | 2 | ELU_Tr | 4,93 | -2,201 | -0,596 | 0,0034 | 0,9309 | 2,8592 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_94 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,028 | -2,622 | -0,193 | 0,0023 | -0,2783 | -3,6901 |
| DiafInt_84 | | 1 | ELU_Tr | 4,785 | -3,356 | 0,509 | 0,000654 | -0,0987 | -1,4141 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_94 | | 1 | ELU_Tr | 7,324 | -1,212 | -0,193 | 0,0023 | 0,0023 | -0,9012 |
| DiafInt_84 | | 2 | ELU_Tr | 4,081 | -1,946 | 0,509 | 0,000654 | -0,8396 | 2,4427 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_85 | | 0 | ELU_Tr | 6,635 | -4,664 | -0,599 | 0,004 | -0,8151 | -7,0368 | DiafInt_94 | | 2 | ELU_Tr | 6,62 | 0,198 | -0,193 | 0,0023 | 0,2828 | -0,1637 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_95 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,919 | -2,63 | 0,14 | 0,0011 | 0,1651 | -3,6781 |
| DiafInt_85 | | 1 | ELU_Tr | 5,931 | -3,254 | -0,599 | 0,004 | 0,0568 | -1,277 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_95 | | 1 | ELU_Tr | 8,215 | -1,22 | 0,14 | 0,0011 | -0,039 | -0,8778 |
| DiafInt_85 | | 2 | ELU_Tr | 5,227 | -1,844 | -0,599 | 0,004 | 0,9287 | 2,4314 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_86 | | 0 | ELU_Tr | 7,311 | -2,555 | -0,203 | 0,003 | -0,2999 | -3,6274 | DiafInt_95 | | 2 | ELU_Tr | 7,511 | 0,19 | 0,14 | 0,0011 | -0,2432 | -0,1288 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_96 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,112 | -5,064 | 0,546 | 0,00002227 | 0,6914 | -7,6507 |
| DiafInt_86 | | 1 | ELU_Tr | 6,607 | -1,146 | -0,203 | 0,003 | -0,0044 | -0,9349 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_96 | | 1 | ELU_Tr | 7,408 | -3,655 | 0,546 | 0,00002227 | -0,1036 | -1,3077 |
| DiafInt_86 | | 2 | ELU_Tr | 5,903 | 0,264 | -0,203 | 0,003 | 0,291 | -0,2939 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_87 | | 0 | ELU_Tr | 8,206 | -2,674 | 0,129 | 0,0018 | 0,144 | -3,7942 | DiafInt_96 | | 2 | ELU_Tr | 6,704 | -2,245 | 0,546 | 0,00002227 | -0,8986 | 2,984 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_97 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 6,095 | -4,897 | -0,659 | 0,0035 | -0,8855 | -7,4317 |
| DiafInt_87 | | 1 | ELU_Tr | 7,502 | -1,264 | 0,129 | 0,0018 | -0,0432 | -0,9289 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_97 | | 1 | ELU_Tr | 5,391 | -3,487 | -0,659 | 0,0035 | 0,0728 | -1,3323 |
| DiafInt_87 | | 2 | ELU_Tr | 6,798 | 0,146 | 0,129 | 0,0018 | -0,2303 | -0,1149 | | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|------------|---------|
| | 2,9100 | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| Diaflnt_97 | 2 | ELU_Tr | 4,687 | -2,077 | -0,659 | 0,0035 | 1,0311 | 2,7158 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_98 | 0 | ELU_Tr | 5,616 | -2,201 | -0,252 | 0,0024 | -0,3569 | -3,039 | Diaflnt_107 | 2 | ELU_Tr | -18,56 | -0,566 | -0,209 | -0,0001751 | 0,3155 | 0,3131 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_108 | 0 | ELU_Tr | 1,433 | -3,206 | -0,481 | 0,0011 | -0,6796 | -4,0764 |
| Diaflnt_98 | 1 | ELU_Tr | 4,912 | -0,791 | -0,252 | 0,0024 | 0,0101 | -0,8628 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_108 | 1 | ELU_Tr | 0,729 | -1,796 | -0,481 | 0,0011 | 0,0202 | -0,4376 |
| Diaflnt_98 | 2 | ELU_Tr | 4,209 | 0,619 | -0,252 | 0,0024 | 0,377 | -0,738 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_99 | 0 | ELU_Tr | 4,692 | -1,721 | 0,076 | 0,0013 | 0,0816 | -2,1896 | Diaflnt_108 | 2 | ELU_Tr | 0,025 | -0,386 | -0,481 | 0,0011 | 0,72 | 1,1498 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_109 | 0 | ELU_Tr | -4,921 | -3,578 | 0,512 | -0,0037 | 0,7607 | -5,1424 |
| Diaflnt_99 | 1 | ELU_Tr | 3,988 | -0,311 | 0,076 | 0,0013 | -0,0287 | -0,7112 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_109 | 1 | ELU_Tr | -5,625 | -2,168 | 0,512 | -0,0037 | 0,0163 | -0,9624 |
| Diaflnt_99 | 2 | ELU_Tr | 3,284 | 1,099 | 0,076 | 0,0013 | -0,139 | -1,2841 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_100 | 0 | ELU_Tr | 5,797 | -3,298 | 0,456 | 0,0004211 | 0,5741 | -4,5667 | Diaflnt_109 | 2 | ELU_Tr | -6,329 | -0,758 | 0,512 | -0,0037 | -0,7282 | 1,1662 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_110 | 0 | ELU_Tr | -25,735 | -4,133 | 0,155 | -0,0018 | 0,2377 | -7,2266 |
| Diaflnt_100 | 1 | ELU_Tr | 5,093 | -1,888 | 0,456 | 0,0004211 | -0,0894 | -0,7941 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_110 | 1 | ELU_Tr | -26,439 | -2,723 | 0,155 | -0,0018 | 0,0124 | -2,2386 |
| Diaflnt_100 | 2 | ELU_Tr | 4,389 | -0,478 | 0,456 | 0,0004211 | -0,753 | 0,9272 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_101 | 0 | ELU_Tr | 2,128 | -3,334 | -0,661 | 0,0047 | -0,8981 | -4,4166 | Diaflnt_110 | 2 | ELU_Tr | -27,143 | -1,313 | 0,155 | -0,0018 | -0,2128 | 0,698 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_111 | 0 | ELU_Tr | -22,222 | -4,052 | -0,192 | 0,0004616 | -0,2789 | -6,9357 |
| Diaflnt_101 | 1 | ELU_Tr | 1,424 | -1,924 | -0,661 | 0,0047 | 0,0642 | -0,5918 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_111 | 1 | ELU_Tr | -22,926 | -2,642 | -0,192 | 0,0004616 | 0,00005726 | -2,0654 |
| Diaflnt_101 | 2 | ELU_Tr | 0,72 | -0,514 | -0,661 | 0,0047 | 1,0266 | 1,1815 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_102 | 0 | ELU_Tr | 3,511 | -1,471 | -0,32 | 0,0042 | -0,4545 | -1,5854 | Diaflnt_111 | 2 | ELU_Tr | -23,63 | -1,232 | -0,192 | 0,0004616 | 0,2788 | 0,7536 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_112 | 0 | ELU_Tr | 7,843 | -3,206 | -0,537 | 0,0021 | -0,7928 | -4,0042 |
| Diaflnt_102 | 1 | ELU_Tr | 2,807 | -0,061 | -0,32 | 0,0042 | 0,0107 | -0,471 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_112 | 1 | ELU_Tr | 7,139 | -1,796 | -0,537 | 0,0021 | -0,0113 | -0,3653 |
| Diaflnt_102 | 2 | ELU_Tr | 2,103 | 1,349 | -0,32 | 0,0042 | 0,4759 | -1,408 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_103 | 0 | ELU_Tr | -1,516 | -1,432 | -0,083 | 0,0034 | -0,151 | -1,8648 | Diaflnt_112 | 2 | ELU_Tr | 6,435 | -0,386 | -0,537 | 0,0021 | 0,7702 | 1,2223 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_113 | 0 | ELU_Tr | 11,032 | -3,378 | 0,518 | -0,0036 | 0,7839 | -4,2043 |
| Diaflnt_103 | 1 | ELU_Tr | -2,22 | -0,022 | -0,083 | 0,0034 | -0,0299 | -0,8073 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_113 | 1 | ELU_Tr | 10,328 | -1,968 | 0,518 | -0,0036 | 0,0302 | -0,3149 |
| Diaflnt_103 | 2 | ELU_Tr | -2,924 | 1,388 | -0,083 | 0,0034 | 0,0912 | -1,8012 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_104 | 0 | ELU_Tr | -24,06 | -4,108 | 0,201 | 0,0027 | 0,1391 | -7,162 | Diaflnt_113 | 2 | ELU_Tr | 9,624 | -0,558 | 0,518 | -0,0036 | -0,7235 | 1,5231 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_114 | 0 | ELU_Tr | -15,031 | -4,31 | 0,172 | -0,0019 | 0,2677 | -7,1436 |
| Diaflnt_104 | 1 | ELU_Tr | -24,764 | -2,698 | 0,201 | 0,0027 | -0,1527 | -2,2109 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_114 | 1 | ELU_Tr | -15,735 | -2,9 | 0,172 | -0,0019 | 0,0169 | -1,8987 |
| Diaflnt_104 | 2 | ELU_Tr | -25,468 | -1,288 | 0,201 | 0,0027 | -0,4446 | 0,6887 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_105 | 0 | ELU_Tr | 5,23 | -0,708 | 0,29 | -0,0035 | 0,4902 | 0,3941 | Diaflnt_114 | 2 | ELU_Tr | -16,439 | -1,49 | 0,172 | -0,0019 | -0,234 | 1,2947 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_115 | 0 | ELU_Tr | -12,944 | -4,201 | -0,172 | 0,0003253 | -0,2503 | -6,8663 |
| Diaflnt_105 | 1 | ELU_Tr | 4,526 | 0,702 | 0,29 | -0,0035 | 0,0685 | 0,3983 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_115 | 1 | ELU_Tr | -13,648 | -2,791 | -0,172 | 0,0003253 | -0,000714 | -1,7791 |
| Diaflnt_105 | 2 | ELU_Tr | 3,822 | 2,112 | 0,29 | -0,0035 | -0,3532 | -1,6489 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_106 | 0 | ELU_Tr | -20,491 | -2,775 | 0,05 | -0,002 | 0,0946 | -4,4299 | Diaflnt_115 | 2 | ELU_Tr | -14,352 | -1,382 | -0,172 | 0,0003253 | 0,2489 | 1,2567 |
| | 1,4550 | | | | | | | | Diaflnt_116 | 0 | ELU_Tr | 18,446 | -2,979 | -0,508 | 0,0019 | -0,7563 | -3,224 |
| Diaflnt_106 | 1 | ELU_Tr | -21,195 | -1,366 | 0,05 | -0,002 | 0,0224 | -1,4174 | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | Diaflnt_116 | 1 | ELU_Tr | 17,742 | -1,569 | -0,508 | 0,0019 | -0,0172 | 0,0847 |
| Diaflnt_106 | 2 | ELU_Tr | -21,899 | 0,044 | 0,05 | -0,002 | -0,0498 | -0,4563 | | 2,9100 | | | | | | | |
| Diaflnt_107 | 0 | ELU_Tr | -17,152 | -3,386 | -0,209 | -0,0001751 | -0,2925 | -5,4374 | Diaflnt_116 | 2 | ELU_Tr | 17,038 | -0,159 | -0,508 | 0,0019 | 0,7219 | 1,342 |
| Diaflnt_107 | 1,4550 | ELU_Tr | -17,856 | -1,976 | -0,209 | -0,0001751 | 0,0115 | -1,5364 | Diaflnt_117 | 0 | ELU_Tr | 19,547 | -3,021 | 0,548 | -0,0044 | 0,8419 | -3,2809 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|---|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|-------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|------------|---------|----------|
| Diaflnt_117 | 1,4550 | 1 | ELU_Tr | 18,843 | -1,611 | 0,548 | -0,0044 | 0,0447 | 0,0895 | Diaflnt_127 | 0 | ELU_Tr | -14,006 | -4,191 | -0,078 | -0,002 | -0,0984 | -7,0884 | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_127 | 1,4550 | 1 | ELU_Tr | -14,71 | -2,781 | -0,078 | -0,002 | 0,0152 | -2,0156 |
| Diaflnt_117 | | 2 | ELU_Tr | 18,139 | -0,202 | 0,548 | -0,0044 | -0,7524 | 1,4085 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_118 | | 0 | ELU_Tr | -10,412 | -4,237 | 0,211 | -0,0028 | 0,334 | -6,8795 | Diaflnt_127 | | 2 | ELU_Tr | -15,414 | -1,372 | -0,078 | -0,002 | 0,1287 | 1,0058 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_128 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 11,299 | -3,264 | -0,422 | -0,0004401 | -0,606 | -4,1656 |
| Diaflnt_118 | | 1 | ELU_Tr | -11,116 | -2,827 | 0,211 | -0,0028 | 0,0272 | -1,7398 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_128 | | 1 | ELU_Tr | 10,595 | -1,855 | -0,422 | -0,0004401 | 0,0078 | -0,4414 |
| Diaflnt_118 | | 2 | ELU_Tr | -11,82 | -1,418 | 0,211 | -0,0028 | -0,2796 | 1,3485 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_119 | | 0 | ELU_Tr | -10,499 | -4,26 | -0,132 | -0,0006136 | -0,1836 | -6,9467 | Diaflnt_128 | | 2 | ELU_Tr | 9,891 | -0,445 | -0,422 | -0,0004401 | 0,6216 | 1,2313 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_129 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -10,862 | -4,653 | 0,805 | -0,0067 | 1,2334 | -7,7557 |
| Diaflnt_119 | | 1 | ELU_Tr | -11,203 | -2,85 | -0,132 | -0,0006136 | 0,008 | -1,7736 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_129 | | 1 | ELU_Tr | -11,566 | -3,243 | 0,805 | -0,0067 | 0,0615 | -2,0117 |
| Diaflnt_119 | | 2 | ELU_Tr | -11,907 | -1,441 | -0,132 | -0,0006136 | 0,1996 | 1,348 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_120 | | 0 | ELU_Tr | 18,03 | -3,119 | -0,471 | 0,0009499 | -0,6898 | -3,5458 | Diaflnt_129 | | 2 | ELU_Tr | -12,27 | -1,833 | 0,805 | -0,0067 | -1,1104 | 1,6809 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_130 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -81,616 | -6,685 | 0,381 | -0,0043 | 0,6639 | -13,6757 |
| Diaflnt_120 | | 1 | ELU_Tr | 17,326 | -1,709 | -0,471 | 0,0009499 | -0,0045 | -0,0329 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_130 | | 1 | ELU_Tr | -82,32 | -5,275 | 0,381 | -0,0043 | 0,1089 | -4,9751 |
| Diaflnt_120 | | 2 | ELU_Tr | 16,622 | -0,3 | -0,471 | 0,0009499 | 0,6809 | 1,4287 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_121 | | 0 | ELU_Tr | 18,509 | -3,104 | 0,579 | -0,0052 | 0,8872 | -3,5362 | Diaflnt_130 | | 2 | ELU_Tr | -83,024 | -3,865 | 0,381 | -0,0043 | -0,446 | 1,6741 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_131 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -84,419 | -6,916 | -0,348 | 0,0032 | -0,6046 | -14,1766 |
| Diaflnt_121 | | 1 | ELU_Tr | 17,805 | -1,694 | 0,579 | -0,0052 | 0,0448 | -0,046 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_131 | | 1 | ELU_Tr | -85,123 | -5,506 | -0,348 | 0,0032 | -0,0977 | -5,1398 |
| Diaflnt_121 | | 2 | ELU_Tr | 17,101 | -0,284 | 0,579 | -0,0052 | -0,7975 | 1,3928 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_122 | | 0 | ELU_Tr | -10,655 | -4,227 | 0,239 | -0,0036 | 0,379 | -6,9559 | Diaflnt_131 | | 2 | ELU_Tr | -85,827 | -4,096 | -0,348 | 0,0032 | 0,4092 | 1,8458 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_132 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -11,556 | -5,458 | -0,771 | 0,006 | -1,2042 | -9,4812 |
| Diaflnt_122 | | 1 | ELU_Tr | -11,359 | -2,817 | 0,239 | -0,0036 | 0,0316 | -1,8314 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_132 | | 1 | ELU_Tr | -12,26 | -4,048 | -0,771 | 0,006 | -0,0829 | -2,5661 |
| Diaflnt_122 | | 2 | ELU_Tr | -12,063 | -1,407 | 0,239 | -0,0036 | -0,3157 | 1,2416 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_123 | | 0 | ELU_Tr | -11,286 | -4,242 | -0,104 | -0,0014 | -0,1383 | -7,0224 | Diaflnt_132 | | 2 | ELU_Tr | -12,964 | -2,638 | -0,771 | 0,006 | 1,0384 | 2,2977 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_133 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 9,884 | -4,199 | 0,467 | -0,0012 | 0,7096 | -6,1944 |
| Diaflnt_123 | | 1 | ELU_Tr | -11,99 | -2,833 | -0,104 | -0,0014 | 0,0128 | -1,8754 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_133 | | 1 | ELU_Tr | 9,18 | -2,789 | 0,467 | -0,0012 | 0,0299 | -1,1104 |
| Diaflnt_123 | | 2 | ELU_Tr | -12,694 | -1,423 | -0,104 | -0,0014 | 0,1639 | 1,2202 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_124 | | 0 | ELU_Tr | 15,799 | -3,161 | -0,445 | 0,0001943 | -0,6444 | -3,7626 | Diaflnt_133 | | 2 | ELU_Tr | 8,476 | -1,379 | 0,467 | -0,0012 | -0,6498 | 1,9221 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_134 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -19,829 | -4,758 | 0,124 | 0,0007307 | 0,1701 | -8,3872 |
| Diaflnt_124 | | 1 | ELU_Tr | 15,095 | -1,751 | -0,445 | 0,0001943 | 0,0036 | -0,189 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_134 | | 1 | ELU_Tr | -20,533 | -3,348 | 0,124 | 0,0007307 | -0,0096 | -2,4901 |
| Diaflnt_124 | | 2 | ELU_Tr | 14,391 | -0,341 | -0,445 | 0,0001943 | 0,6516 | 1,3333 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_125 | | 0 | ELU_Tr | 16,161 | -3,138 | 0,607 | -0,0058 | 0,9269 | -3,7436 | Diaflnt_134 | | 2 | ELU_Tr | -21,237 | -1,938 | 0,124 | 0,0007307 | -0,1894 | 1,3555 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_135 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | -17,721 | -4,684 | -0,226 | 0,003 | -0,3498 | -8,2098 |
| Diaflnt_125 | | 1 | ELU_Tr | 15,457 | -1,728 | 0,607 | -0,0058 | 0,0438 | -0,204 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_135 | | 1 | ELU_Tr | -18,425 | -3,274 | -0,226 | 0,003 | -0,0213 | -2,4199 |
| Diaflnt_125 | | 2 | ELU_Tr | 14,753 | -0,318 | 0,607 | -0,0058 | -0,8393 | 1,2842 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| Diaflnt_126 | | 0 | ELU_Tr | -12,631 | -4,181 | 0,264 | -0,0042 | 0,4178 | -7,0144 | Diaflnt_135 | | 2 | ELU_Tr | -19,129 | -1,864 | -0,226 | 0,003 | 0,3072 | 1,3186 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | Diaflnt_136 | 1,4550 | 0 | ELU_Tr | 8,82 | -3,831 | -0,577 | 0,0048 | -0,8688 | -5,3624 |
| Diaflnt_126 | | 1 | ELU_Tr | -13,335 | -2,771 | 0,264 | -0,0042 | 0,0331 | -1,9569 | | 2,9100 | | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | Diaflnt_136 | | 1 | ELU_Tr | 8,116 | -2,421 | -0,577 | 0,0048 | -0,03 | -0,8143 |
| Diaflnt_126 | | 2 | ELU_Tr | -14,039 | -1,361 | 0,264 | -0,0042 | -0,3515 | 1,0491 | Diaflnt_136 | | 2,9100 | ELU_Tr | 7,412 | -1,011 | -0,577 | 0,0048 | 0,8088 | 1,6824 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|--|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| | 2 | | | | | | | | | 2,9100 | | | | | | | | |
| DiafInt_137 | 0 | ELU_Tr | 10,005 | -3,773 | 0,436 | -0,0004129 | 0,6312 | -5,1695 | | DiafInt_146 | 2 | ELU_Tr | -13,927 | -1,43 | 0,128 | 0,0005951 | -0,1933 | 1,245 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_147 | 0 | ELU_Tr | -12,25 | -4,248 | -0,216 | 0,0028 | -0,3396 | -6,9819 |
| DiafInt_137 | 1 | ELU_Tr | 9,301 | -2,363 | 0,436 | -0,0004129 | -0,0032 | -0,7053 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_147 | 1 | ELU_Tr | -12,954 | -2,838 | -0,216 | 0,0028 | -0,0254 | -1,8269 |
| DiafInt_137 | 2 | ELU_Tr | 8,597 | -0,953 | 0,436 | -0,0004129 | -0,6377 | 1,7075 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_138 | 0 | ELU_Tr | -13,963 | -4,551 | 0,087 | 0,0013 | 0,115 | -7,75 | | DiafInt_147 | 2 | ELU_Tr | -13,658 | -1,428 | -0,216 | 0,0028 | 0,2889 | 1,2768 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_148 | 0 | ELU_Tr | 16,669 | -3,172 | -0,558 | 0,0044 | -0,8525 | -3,6582 |
| DiafInt_138 | 1 | ELU_Tr | -14,667 | -3,141 | 0,087 | 0,0013 | -0,011 | -2,1545 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_148 | 1 | ELU_Tr | 15,965 | -1,762 | -0,558 | 0,0044 | -0,0404 | -0,0687 |
| DiafInt_138 | 2 | ELU_Tr | -15,371 | -1,731 | 0,087 | 0,0013 | -0,137 | 1,3896 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_139 | 0 | ELU_Tr | -11,524 | -4,464 | -0,259 | 0,0036 | -0,4042 | -7,485 | | DiafInt_148 | 2 | ELU_Tr | 15,261 | -0,352 | -0,558 | 0,0044 | 0,7717 | 1,4695 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_149 | 0 | ELU_Tr | 13,681 | -3,019 | 0,544 | -0,0018 | 0,8008 | -3,4694 |
| DiafInt_139 | 1 | ELU_Tr | -12,228 | -3,054 | -0,259 | 0,0036 | -0,0274 | -2,0153 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_149 | 1 | ELU_Tr | 12,977 | -1,609 | 0,544 | -0,0018 | 0,0097 | -0,1028 |
| DiafInt_139 | 2 | ELU_Tr | -12,932 | -1,644 | -0,259 | 0,0036 | 0,3494 | 1,403 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_140 | 0 | ELU_Tr | 17,29 | -3,479 | -0,606 | 0,0052 | -0,9178 | -4,3011 | | DiafInt_149 | 2 | ELU_Tr | 12,273 | -0,199 | 0,544 | -0,0018 | -0,7813 | 1,2125 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_150 | 0 | ELU_Tr | -18,707 | -4,029 | 0,202 | -0,0002359 | 0,2911 | -6,7845 |
| DiafInt_140 | 1 | ELU_Tr | 16,586 | -2,069 | -0,606 | 0,0052 | -0,0359 | -0,2645 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_150 | 1 | ELU_Tr | -19,411 | -2,619 | 0,202 | -0,0002359 | -0,0034 | -1,9479 |
| DiafInt_140 | 2 | ELU_Tr | 15,882 | -0,659 | -0,606 | 0,0052 | 0,846 | 1,7207 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_141 | 0 | ELU_Tr | 17,064 | -3,445 | 0,48 | -0,0006655 | 0,694 | -4,2161 | | DiafInt_150 | 2 | ELU_Tr | -20,115 | -1,209 | 0,202 | -0,0002359 | -0,2978 | 0,8374 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_151 | 0 | ELU_Tr | -23,696 | -4,152 | -0,143 | 0,002 | -0,2253 | -7,2056 |
| DiafInt_141 | 1 | ELU_Tr | 16,36 | -2,035 | 0,48 | -0,0006655 | -0,0037 | -0,229 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_151 | 1 | ELU_Tr | -24,4 | -2,742 | -0,143 | 0,002 | -0,0171 | -2,1907 |
| DiafInt_141 | 2 | ELU_Tr | 15,656 | -0,625 | 0,48 | -0,0006655 | -0,7014 | 1,7067 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_142 | 0 | ELU_Tr | -10,432 | -4,376 | 0,134 | 0,0009513 | 0,1831 | -7,232 | | DiafInt_151 | 2 | ELU_Tr | -25,104 | -1,332 | -0,143 | 0,002 | 0,1912 | 0,7727 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_152 | 0 | ELU_Tr | -2,795 | -3,529 | -0,495 | 0,0039 | -0,7447 | -5,0263 |
| DiafInt_142 | 1 | ELU_Tr | -11,136 | -2,966 | 0,134 | 0,0009513 | -0,0117 | -1,8907 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_152 | 1 | ELU_Tr | -3,499 | -2,12 | -0,495 | 0,0039 | -0,0243 | -0,9166 |
| DiafInt_142 | 2 | ELU_Tr | -11,84 | -1,556 | 0,134 | 0,0009513 | -0,2064 | 1,3992 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_143 | 0 | ELU_Tr | -11,059 | -4,307 | -0,21 | 0,0032 | -0,3347 | -7,1215 | | DiafInt_152 | 2 | ELU_Tr | -4,203 | -0,71 | -0,495 | 0,0039 | 0,6962 | 1,1418 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_153 | 0 | ELU_Tr | 1,443 | -3,169 | 0,493 | -0,0008187 | 0,7025 | -4,0402 |
| DiafInt_143 | 1 | ELU_Tr | -11,763 | -2,897 | -0,21 | 0,0032 | -0,0294 | -1,8802 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_153 | 1 | ELU_Tr | 0,739 | -1,759 | 0,493 | -0,0008187 | -0,0145 | -0,455 |
| DiafInt_143 | 2 | ELU_Tr | -12,467 | -1,487 | -0,21 | 0,0032 | 0,276 | 1,3096 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_144 | 0 | ELU_Tr | 16,16 | -3,223 | -0,552 | 0,0048 | -0,8443 | -3,8503 | | DiafInt_153 | 2 | ELU_Tr | 0,035 | -0,349 | 0,493 | -0,0008187 | -0,7315 | 1,0788 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_154 | 0 | ELU_Tr | -17,572 | -3,438 | 0,201 | 0,0004456 | 0,2815 | -5,5647 |
| DiafInt_144 | 1 | ELU_Tr | 15,457 | -1,813 | -0,552 | 0,0048 | -0,0411 | -0,187 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_154 | 1 | ELU_Tr | -18,276 | -2,028 | 0,201 | 0,0004456 | -0,0111 | -1,5881 |
| DiafInt_144 | 2 | ELU_Tr | 14,753 | -0,403 | -0,552 | 0,0048 | 0,7621 | 1,4249 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_145 | 0 | ELU_Tr | 15,074 | -3,194 | 0,469 | -0,001 | 0,6861 | -3,8105 | | DiafInt_154 | 2 | ELU_Tr | -18,98 | -0,618 | 0,201 | 0,0004456 | -0,3036 | 0,3371 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_155 | 0 | ELU_Tr | -20,291 | -2,761 | -0,059 | 0,0023 | -0,1097 | -4,4017 |
| DiafInt_145 | 1 | ELU_Tr | 14,37 | -1,784 | 0,469 | -0,001 | 0,0035 | -0,1884 | | | 1,4550 | | | | | | | |
| | 2,9100 | | | | | | | | | DiafInt_155 | 1 | ELU_Tr | -20,995 | -1,351 | -0,059 | 0,0023 | -0,0239 | -1,41 |
| DiafInt_145 | 2 | ELU_Tr | 13,667 | -0,375 | 0,469 | -0,001 | -0,6792 | 1,3823 | | | 2,9100 | | | | | | | |
| DiafInt_146 | 0 | ELU_Tr | -12,519 | -4,25 | 0,128 | 0,0005951 | 0,1782 | -7,0198 | | DiafInt_155 | 2 | ELU_Tr | -21,699 | 0,059 | -0,059 | 0,0023 | 0,0618 | -0,4697 |
| | 1,4550 | | | | | | | | | DiafInt_156 | 0 | ELU_Tr | 5,926 | -0,175 | -0,289 | 0,0037 | -0,4764 | 1,4792 |
| DiafInt_146 | 1 | ELU_Tr | -13,223 | -2,84 | 0,128 | 0,0005951 | -0,0076 | -1,8617 | | | 1,4550 | ELU_Tr | 5,222 | 1,235 | -0,289 | 0,0037 | -0,0555 | 0,7083 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|-----------|---------|
| RigLonAla_8 | 0 | ELU_Tr | 99,219 | 5,668 | -0,396 | 0,0012 | -0,1195 | 1,9642 | RigLonAla_19 | 0,5375 | ELU_Tr | 130,804 | 0,548 | -0,352 | 0,0006712 | 0,1033 | 0,6105 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_20 | 0 | ELU_Tr | 133,189 | 1,436 | -0,517 | 0,0003698 | -0,1438 | 0,8855 |
| RigLonAla_8 | 5 | ELU_Tr | 99,219 | 5,771 | -0,396 | 0,0012 | -0,0132 | 0,4271 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_8 | 0,5375 | ELU_Tr | 99,219 | 5,873 | -0,396 | 0,0012 | 0,0931 | -1,1375 | RigLonAla_20 | 5 | ELU_Tr | 133,189 | 1,538 | -0,517 | 0,0003698 | -0,005 | 0,4858 |
| RigLonAla_9 | 0 | ELU_Tr | 113,559 | -0,953 | -0,494 | 0,0009237 | -0,1261 | 0,0598 | RigLonAla_20 | 0,5375 | ELU_Tr | 133,189 | 1,641 | -0,517 | 0,0003698 | 0,1339 | 0,0586 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_21 | 0 | ELU_Tr | 127,194 | -3,255 | -0,308 | 0,000815 | -0,0791 | -0,3441 |
| RigLonAla_9 | 5 | ELU_Tr | 113,559 | -0,851 | -0,494 | 0,0009237 | 0,0066 | 0,3022 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_9 | 0,5375 | ELU_Tr | 113,559 | -0,748 | -0,494 | 0,0009237 | 0,1392 | 0,517 | RigLonAla_21 | 5 | ELU_Tr | 127,194 | -3,153 | -0,308 | 0,000815 | 0,0037 | 0,517 |
| RigLonAla_10 | 0 | ELU_Tr | 114,764 | 0,14 | -0,441 | 0,0009865 | -0,136 | 0,668 | RigLonAla_21 | 0,5375 | ELU_Tr | 127,194 | -3,05 | -0,308 | 0,000815 | 0,0865 | 1,3505 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_22 | 0 | ELU_Tr | 116,989 | -2,068 | -0,396 | 0,000571 | -0,1146 | 0,1503 |
| RigLonAla_10 | 5 | ELU_Tr | 114,764 | 0,242 | -0,441 | 0,0009865 | -0,0175 | 0,6166 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_10 | 0,5375 | ELU_Tr | 114,764 | 0,345 | -0,441 | 0,0009865 | 0,101 | 0,5377 | RigLonAla_22 | 5 | ELU_Tr | 116,989 | -1,966 | -0,396 | 0,000571 | -0,0082 | 0,6924 |
| RigLonAla_11 | 0 | ELU_Tr | 119,715 | 1,595 | -0,455 | 0,0009065 | -0,113 | 1,1209 | RigLonAla_22 | 0,5375 | ELU_Tr | 116,989 | -1,863 | -0,396 | 0,000571 | 0,0981 | 1,2069 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_23 | 0 | ELU_Tr | 110,838 | -0,706 | -0,446 | 0,0004136 | -0,1122 | 0,4814 |
| RigLonAla_11 | 5 | ELU_Tr | 119,715 | 1,697 | -0,455 | 0,0009065 | 0,0094 | 0,6786 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_11 | 0,5375 | ELU_Tr | 119,715 | 1,8 | -0,455 | 0,0009065 | 0,1317 | 0,2086 | RigLonAla_23 | 5 | ELU_Tr | 110,838 | -0,603 | -0,446 | 0,0004136 | 0,0076 | 0,6573 |
| RigLonAla_12 | 0 | ELU_Tr | 128,979 | 2,826 | -0,595 | 0,0006832 | -0,168 | 1,2975 | RigLonAla_23 | 0,5375 | ELU_Tr | 110,838 | -0,501 | -0,446 | 0,0004136 | 0,1274 | 0,8056 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_24 | 0 | ELU_Tr | 108,324 | 0,358 | -0,546 | 0,00008705 | -0,1447 | 0,5006 |
| RigLonAla_12 | 5 | ELU_Tr | 128,979 | 2,929 | -0,595 | 0,0006832 | -0,0082 | 0,5242 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_12 | 0,5375 | ELU_Tr | 128,979 | 3,031 | -0,595 | 0,0006832 | 0,1516 | -0,2767 | RigLonAla_24 | 5 | ELU_Tr | 108,324 | 0,461 | -0,546 | 0,00008705 | 0,0019 | 0,3905 |
| RigLonAla_13 | 0 | ELU_Tr | 134,249 | -1,707 | -0,469 | 0,0009298 | -0,1224 | 0,0584 | RigLonAla_24 | 0,5375 | ELU_Tr | 108,324 | 0,563 | -0,546 | 0,00008705 | 0,1485 | 0,2528 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_25 | 0 | ELU_Tr | 96,402 | -3,809 | -0,152 | 0,0009041 | -0,033 | -0,5459 |
| RigLonAla_13 | 5 | ELU_Tr | 134,249 | -1,604 | -0,469 | 0,0009298 | 0,0035 | 0,5033 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_13 | 0,5375 | ELU_Tr | 134,249 | -1,502 | -0,469 | 0,0009298 | 0,1294 | 0,9206 | RigLonAla_25 | 5 | ELU_Tr | 96,402 | -3,706 | -0,152 | 0,0009041 | 0,0077 | 0,4639 |
| RigLonAla_14 | 0 | ELU_Tr | 131,543 | -0,603 | -0,52 | 0,0007544 | -0,1515 | 0,6076 | RigLonAla_25 | 0,5375 | ELU_Tr | 96,402 | -3,604 | -0,152 | 0,0009041 | 0,0485 | 1,4461 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_26 | 0 | ELU_Tr | 83,293 | -2,547 | -0,185 | 0,0006119 | -0,0559 | -0,0985 |
| RigLonAla_14 | 5 | ELU_Tr | 131,543 | -0,5 | -0,52 | 0,0007544 | -0,0118 | 0,7558 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_14 | 0,5375 | ELU_Tr | 131,543 | -0,398 | -0,52 | 0,0007544 | 0,1279 | 0,8765 | RigLonAla_26 | 5 | ELU_Tr | 83,293 | -2,445 | -0,185 | 0,0006119 | -0,0061 | 0,5723 |
| RigLonAla_15 | 0 | ELU_Tr | 132,441 | 0,752 | -0,563 | 0,0006178 | -0,141 | 0,9807 | RigLonAla_26 | 0,5375 | ELU_Tr | 83,293 | -2,342 | -0,185 | 0,0006119 | 0,0436 | 1,2156 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_27 | 0 | ELU_Tr | 74,764 | -1,164 | -0,229 | 0,0004885 | -0,0563 | 0,2125 |
| RigLonAla_15 | 5 | ELU_Tr | 132,441 | 0,854 | -0,563 | 0,0006178 | 0,0103 | 0,7649 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_15 | 0,5375 | ELU_Tr | 132,441 | 0,957 | -0,563 | 0,0006178 | 0,1616 | 0,5215 | RigLonAla_27 | 5 | ELU_Tr | 74,764 | -1,062 | -0,229 | 0,0004885 | 0,0054 | 0,5115 |
| RigLonAla_16 | 0 | ELU_Tr | 137,355 | 1,916 | -0,674 | 0,0002836 | -0,181 | 1,0953 | RigLonAla_27 | 0,5375 | ELU_Tr | 74,764 | -0,959 | -0,229 | 0,0004885 | 0,0671 | 0,7831 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_28 | 0 | ELU_Tr | 69,672 | -0,149 | -0,36 | 0,0002519 | -0,1017 | 0,1744 |
| RigLonAla_16 | 5 | ELU_Tr | 137,355 | 2,019 | -0,674 | 0,0002836 | 0,0001574 | 0,5665 | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_16 | 0,5375 | ELU_Tr | 137,355 | 2,121 | -0,674 | 0,0002836 | 0,1813 | 0,0101 | RigLonAla_28 | 5 | ELU_Tr | 69,672 | -0,046 | -0,36 | 0,0002519 | -0,0049 | 0,2006 |
| | | | | | | | | | RigLonAla_28 | 0,5375 | ELU_Tr | 69,672 | 0,056 | -0,36 | 0,0002519 | 0,092 | 0,1992 |
| RigLonAla_17 | 0 | ELU_Tr | 137,125 | -2,165 | -0,274 | 0,0011 | -0,0642 | 0,0009952 | RigLonAla_29 | 0 | ELU_Tr | 52,368 | -4,685 | -0,23 | 0,0005058 | -0,061 | -0,9584 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_17 | 5 | ELU_Tr | 137,125 | -2,062 | -0,274 | 0,0011 | 0,0094 | 0,567 | RigLonAla_29 | 5 | ELU_Tr | 52,368 | -4,582 | -0,23 | 0,0005058 | 0,0007923 | 0,2869 |
| RigLonAla_17 | 0,5375 | ELU_Tr | 137,125 | -1,96 | -0,274 | 0,0011 | 0,0831 | 1,1074 | RigLonAla_29 | 0,5375 | ELU_Tr | 52,368 | -4,48 | -0,23 | 0,0005058 | 0,0626 | 1,5047 |
| RigLonAla_18 | 0 | ELU_Tr | 131,968 | -0,997 | -0,299 | 0,00082 | -0,0894 | 0,5047 | RigLonAla_30 | 0 | ELU_Tr | 34,963 | -3,381 | -0,299 | 0,0003259 | -0,0875 | -0,5486 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | 0,2687 | | | | | | | |
| RigLonAla_18 | 5 | ELU_Tr | 131,968 | -0,895 | -0,299 | 0,00082 | -0,0089 | 0,7589 | RigLonAla_30 | 5 | ELU_Tr | 34,963 | -3,278 | -0,299 | 0,0003259 | -0,0071 | 0,3462 |
| RigLonAla_18 | 0,5375 | ELU_Tr | 131,968 | -0,792 | -0,299 | 0,00082 | 0,0716 | 0,9855 | RigLonAla_30 | 0,5375 | ELU_Tr | 34,963 | -3,176 | -0,299 | 0,0003259 | 0,0733 | 1,2135 |
| RigLonAla_19 | 0 | ELU_Tr | 130,804 | 0,343 | -0,352 | 0,0006712 | -0,0857 | 0,8501 | RigLonAla_31 | 0 | ELU_Tr | 22,555 | -1,902 | -0,32 | 0,0002198 | -0,0857 | -0,2472 |
| | 0,2687 | | | | | | | | RigLonAla_31 | 0,2687 | ELU_Tr | 22,555 | -1,799 | -0,32 | 0,0002198 | 0,0003432 | 0,2502 |
| RigLonAla_19 | 5 | ELU_Tr | 130,804 | 0,446 | -0,352 | 0,0006712 | 0,0088 | 0,7441 | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|---------|---------|--------|------------|------------|---------|--|--------------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|-----------|
| | 5 | | | | | | | | | RigLonAla_43 | 0,3375 | ELU_Tr | -97,248 | -3,162 | -0,114 | 0,0012 | 0,0069 | -0,6403 |
| RigLonAla_31 | 0,5375 | ELU_Tr | 22,555 | -1,697 | -0,32 | 0,0002198 | 0,0864 | 0,72 | | RigLonAla_43 | 0,675 | ELU_Tr | -97,248 | -3,033 | -0,114 | 0,0012 | 0,0453 | 0,4051 |
| RigLonAla_32 | 0 | ELU_Tr | 13,587 | -0,953 | -0,356 | 0,0001763 | -0,0954 | -0,3484 | | RigLonAla_44 | 0 | ELU_Tr | -95,155 | 0,482 | -0,108 | 0,0011 | -0,0415 | 0,6664 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_44 | 0,3375 | ELU_Tr | -95,155 | 0,61 | -0,108 | 0,0011 | -0,0049 | 0,4822 |
| RigLonAla_32 | 5 | ELU_Tr | 13,587 | -0,85 | -0,356 | 0,0001763 | 0,0002856 | -0,1061 | | RigLonAla_44 | 0,675 | ELU_Tr | -95,155 | 0,739 | -0,108 | 0,0011 | 0,0317 | 0,2544 |
| RigLonAla_32 | 0,5375 | ELU_Tr | 13,587 | -0,748 | -0,356 | 0,0001763 | 0,096 | 0,1086 | | RigLonAla_45 | 0 | ELU_Tr | -63,037 | 3,251 | -0,295 | 0,0005043 | -0,0936 | 1,4629 |
| RigLonAla_33 | 0 | ELU_Tr | -14,2 | -7,969 | -0,358 | 0,0001093 | -0,0985 | -1,9961 | | RigLonAla_45 | 0,3375 | ELU_Tr | -63,037 | 3,38 | -0,295 | 0,0005043 | 0,0058 | 0,3439 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_45 | 0,675 | ELU_Tr | -63,037 | 3,509 | -0,295 | 0,0005043 | 0,1052 | -0,8187 |
| RigLonAla_33 | 5 | ELU_Tr | -14,2 | -7,866 | -0,358 | 0,0001093 | -0,0024 | 0,1317 | | RigLonAla_46 | 0 | ELU_Tr | -40,044 | 4,233 | -0,206 | 0,0008278 | -0,0786 | 1,9567 |
| RigLonAla_33 | 0,5375 | ELU_Tr | -14,2 | -7,764 | -0,358 | 0,0001093 | 0,0937 | 2,2321 | | RigLonAla_46 | 0,3375 | ELU_Tr | -40,044 | 4,362 | -0,206 | 0,0008278 | -0,0091 | 0,5065 |
| RigLonAla_34 | 0 | ELU_Tr | -45,491 | -6,937 | -0,339 | 0,00006497 | -0,0934 | -1,4663 | | RigLonAla_46 | 0,675 | ELU_Tr | -40,044 | 4,49 | -0,206 | 0,0008278 | 0,0603 | -0,9873 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_47 | 0 | ELU_Tr | -12,904 | 5,445 | -0,212 | 0,0008428 | -0,0623 | 2,2777 |
| RigLonAla_34 | 5 | ELU_Tr | -45,491 | -6,834 | -0,339 | 0,00006497 | -0,0022 | 0,3842 | | RigLonAla_47 | 0,3375 | ELU_Tr | -12,904 | 5,574 | -0,212 | 0,0008428 | 0,0093 | 0,4181 |
| RigLonAla_34 | 0,5375 | ELU_Tr | -45,491 | -6,732 | -0,339 | 0,00006497 | 0,089 | 2,2072 | | RigLonAla_47 | 0,675 | ELU_Tr | -12,904 | 5,703 | -0,212 | 0,0008428 | 0,081 | -1,4849 |
| RigLonAla_35 | 0 | ELU_Tr | -72,695 | -5,824 | -0,328 | 0,0001496 | -0,0841 | -1,0056 | | RigLonAla_48 | 0 | ELU_Tr | 19,734 | 6,647 | -0,256 | 0,0006779 | -0,0928 | 2,4401 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_48 | 0,3375 | ELU_Tr | 19,734 | 6,776 | -0,256 | 0,0006779 | -0,0063 | 0,1751 |
| RigLonAla_35 | 5 | ELU_Tr | -72,695 | -5,721 | -0,328 | 0,0001496 | 0,004 | 0,5458 | | RigLonAla_48 | 0,675 | ELU_Tr | 19,734 | 6,904 | -0,256 | 0,0006779 | 0,0801 | -2,1334 |
| RigLonAla_35 | 0,5375 | ELU_Tr | -72,695 | -5,619 | -0,328 | 0,0001496 | 0,092 | 2,0696 | | RigLonAla_49 | 0 | ELU_Tr | 46,311 | -0,173 | -0,166 | 0,0008514 | -0,0496 | -0,0362 |
| RigLonAla_36 | 0 | ELU_Tr | -96,926 | -5,095 | -0,251 | 0,0004325 | -0,0675 | -0,7989 | | RigLonAla_49 | 0,3375 | ELU_Tr | 46,311 | -0,045 | -0,166 | 0,0008514 | 0,0064 | 0,0005817 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_49 | 0,675 | ELU_Tr | 46,311 | 0,084 | -0,166 | 0,0008514 | 0,0624 | -0,0061 |
| RigLonAla_36 | 5 | ELU_Tr | -96,926 | -4,992 | -0,251 | 0,0004325 | -0,0000474 | 0,5565 | | RigLonAla_50 | 0 | ELU_Tr | 53,402 | 1,179 | -0,169 | 0,0007494 | -0,0672 | 0,8571 |
| RigLonAla_36 | 0,5375 | ELU_Tr | -96,926 | -4,89 | -0,251 | 0,0004325 | 0,0674 | 1,8844 | | RigLonAla_50 | 0,3375 | ELU_Tr | 53,402 | 1,308 | -0,169 | 0,0007494 | -0,0101 | 0,4374 |
| | - | | | | | | | | | RigLonAla_50 | 0,675 | ELU_Tr | 53,402 | 1,437 | -0,169 | 0,0007494 | 0,047 | -0,0257 |
| RigLonAla_37 | 0 | ELU_Tr | 121,049 | 4,68 | -0,625 | -0,0005476 | -0,168 | 1,807 | | RigLonAla_51 | 0 | ELU_Tr | 66,102 | 2,816 | -0,189 | 0,0006489 | -0,0599 | 1,4994 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_51 | 0,3375 | ELU_Tr | 66,102 | 2,944 | -0,189 | 0,0006489 | 0,004 | 0,5274 |
| RigLonAla_37 | 5 | ELU_Tr | 121,049 | 4,782 | -0,625 | -0,0005476 | 0,00004068 | 0,5355 | | RigLonAla_51 | 0,675 | ELU_Tr | 66,102 | 3,073 | -0,189 | 0,0006489 | 0,0678 | -0,4881 |
| | - | | | | | | | | | RigLonAla_52 | 0 | ELU_Tr | 85,484 | 4,276 | -0,311 | 0,0002742 | -0,1117 | 1,8393 |
| RigLonAla_37 | 0,5375 | ELU_Tr | 121,049 | 4,885 | -0,625 | -0,0005476 | 0,1681 | -0,7635 | | RigLonAla_52 | 0,3375 | ELU_Tr | 85,484 | 4,405 | -0,311 | 0,0002742 | -0,0069 | 0,3743 |
| RigLonAla_38 | 0 | ELU_Tr | -102,4 | 8,671 | -0,759 | -0,0012 | -0,2086 | 1,4431 | | RigLonAla_52 | 0,675 | ELU_Tr | 85,484 | 4,534 | -0,311 | 0,0002742 | 0,098 | -1,1341 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_53 | 0 | ELU_Tr | 100,667 | -1,077 | -0,171 | 0,0007227 | -0,0553 | -0,0341 |
| RigLonAla_38 | 5 | ELU_Tr | -102,4 | 8,774 | -0,759 | -0,0012 | -0,0046 | -0,9011 | | RigLonAla_53 | 0,3375 | ELU_Tr | 100,667 | -0,948 | -0,171 | 0,0007227 | 0,0024 | 0,3076 |
| RigLonAla_38 | 0,5375 | ELU_Tr | -102,4 | 8,876 | -0,759 | -0,0012 | 0,1995 | -3,2729 | | RigLonAla_53 | 0,675 | ELU_Tr | 100,667 | -0,819 | -0,171 | 0,0007227 | 0,06 | 0,6059 |
| RigLonAla_39 | 0 | ELU_Tr | -55,465 | 16,281 | -1,636 | -0,0036 | -0,4069 | 2,3987 | | RigLonAla_54 | 0 | ELU_Tr | 102,141 | 0,269 | -0,252 | 0,0003987 | -0,0939 | 0,7913 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_54 | 0,3375 | ELU_Tr | 102,141 | 0,397 | -0,252 | 0,0003987 | -0,009 | 0,6789 |
| RigLonAla_39 | 5 | ELU_Tr | -55,465 | 16,383 | -1,636 | -0,0036 | 0,0329 | -1,9905 | | RigLonAla_54 | 0,675 | ELU_Tr | 102,141 | 0,526 | -0,252 | 0,0003987 | 0,0759 | 0,5231 |
| RigLonAla_39 | 0,5375 | ELU_Tr | -55,465 | 16,486 | -1,636 | -0,0036 | 0,4727 | -6,4074 | | RigLonAla_55 | 0 | ELU_Tr | 109,012 | 1,783 | -0,282 | 0,0002923 | -0,0882 | 1,3476 |
| RigLonAla_40 | 0 | ELU_Tr | 2,213 | 10,401 | -1,983 | -0,0067 | -0,5415 | 0,3622 | | RigLonAla_55 | 0,3375 | ELU_Tr | 109,012 | 1,912 | -0,282 | 0,0002923 | 0,0071 | 0,724 |
| | 0,2687 | | | | | | | | | RigLonAla_55 | 0,675 | ELU_Tr | 109,012 | 2,041 | -0,282 | 0,0002923 | 0,1024 | 0,0569 |
| RigLonAla_40 | 5 | ELU_Tr | 2,213 | 10,504 | -1,983 | -0,0067 | -0,0086 | -2,447 | | | | | | | | | | |
| RigLonAla_40 | 0,5375 | ELU_Tr | 2,213 | 10,607 | -1,983 | -0,0067 | 0,5243 | -5,2837 | | RigLonAla_56 | 0 | ELU_Tr | 121,801 | 3,175 | -0,364 | 0,00008784 | -0,1211 | 1,5901 |
| RigLonAla_41 | 0 | ELU_Tr | -5,224 | -11,515 | 0,935 | 0,0074 | 0,3166 | -6,2275 | | | | | | | | | | |
| RigLonAla_41 | 0,3375 | ELU_Tr | -5,224 | -11,386 | 0,935 | 0,0074 | 0,0011 | -2,3629 | | RigLonAla_56 | 0,3375 | ELU_Tr | 121,801 | 3,304 | -0,364 | 0,00008784 | 0,0016 | 0,4968 |
| RigLonAla_41 | 0,675 | ELU_Tr | -5,224 | -11,257 | 0,935 | 0,0074 | -0,3144 | 1,4582 | | | | | | | | | | |
| RigLonAla_42 | 0 | ELU_Tr | -65,553 | -11,849 | 0,487 | 0,0034 | 0,1805 | -5,7058 | | | | | | | | | | |
| RigLonAla_42 | 0,3375 | ELU_Tr | -65,553 | -11,721 | 0,487 | 0,0034 | 0,0161 | -1,7284 | | RigLonAla_56 | 0,675 | ELU_Tr | 121,801 | 3,433 | -0,364 | 0,00008784 | 0,1243 | -0,6401 |
| RigLonAla_42 | 0,675 | ELU_Tr | -65,553 | -11,592 | 0,487 | 0,0034 | -0,1483 | 2,2056 | | RigLonAla_57 | 0 | ELU_Tr | 128,52 | -1,879 | -0,015 | 0,0008485 | 0,0025 | -0,1511 |
| RigLonAla_43 | 0 | ELU_Tr | -97,248 | -3,29 | -0,114 | 0,0012 | -0,0315 | -1,729 | | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|---------|----------|---------|-----------|------------|---------|--------------|--------|--------|--------|--------|----------|------------|------------|---------|
| RigLonAla_81 | 0 | ELU_Tr | -64,295 | -11,757 | 1,506 | 0,0096 | 0,508 | -6,5173 | RigLonAla_92 | 0,675 | ELU_Tr | 36,908 | 4,734 | -0,226 | 0,0002803 | 0,0695 | -1,3765 |
| RigLonAla_81 | 0,3375 | ELU_Tr | -64,295 | -11,628 | 1,506 | 0,0096 | -0,0004732 | -2,5712 | RigLonAla_93 | 0 | ELU_Tr | 53,602 | -0,927 | -0,141 | 0,0005441 | -0,0465 | -0,1656 |
| RigLonAla_81 | 0,675 | ELU_Tr | -64,295 | -11,499 | 1,506 | 0,0096 | -0,5089 | 1,3314 | RigLonAla_93 | 0,3375 | ELU_Tr | 53,602 | -0,798 | -0,141 | 0,0005441 | 0,0009227 | 0,1255 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_93 | 0,675 | ELU_Tr | 53,602 | -0,669 | -0,141 | 0,0005441 | 0,0484 | 0,3732 |
| RigLonAla_82 | 0 | ELU_Tr | 127,762 | -12,409 | 0,609 | 0,0034 | 0,223 | -6,202 | RigLonAla_94 | 0 | ELU_Tr | 55,902 | 0,439 | -0,204 | 0,0003004 | -0,077 | 0,6579 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_94 | 0,3375 | ELU_Tr | 55,902 | 0,568 | -0,204 | 0,0003004 | -0,0082 | 0,4879 |
| RigLonAla_82 | 0,3375 | ELU_Tr | 127,762 | -12,28 | 0,609 | 0,0034 | 0,0175 | -2,0358 | RigLonAla_94 | 0,675 | ELU_Tr | 55,902 | 0,697 | -0,204 | 0,0003004 | 0,0607 | 0,2744 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_95 | 0 | ELU_Tr | 63,945 | 2,023 | -0,224 | 0,0002339 | -0,0702 | 1,2401 |
| RigLonAla_82 | 0,675 | ELU_Tr | 127,762 | -12,151 | 0,609 | 0,0034 | -0,1881 | 2,087 | RigLonAla_95 | 0,3375 | ELU_Tr | 63,945 | 2,152 | -0,224 | 0,0002339 | 0,0055 | 0,5356 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_95 | 0,675 | ELU_Tr | 63,945 | 2,281 | -0,224 | 0,0002339 | 0,0812 | -0,2124 |
| RigLonAla_83 | 0 | ELU_Tr | 160,375 | -3,3 | 0,00221 | 0,0011 | 0,0059 | -1,9672 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_96 | 0 | ELU_Tr | 78,301 | 3,442 | -0,287 | 0,00007477 | -0,096 | 1,5098 |
| RigLonAla_83 | 0,3375 | ELU_Tr | 160,375 | -3,171 | 0,00221 | 0,0011 | 0,0051 | -0,8753 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_96 | 0,3375 | ELU_Tr | 78,301 | 3,571 | -0,287 | 0,00007477 | 0,001 | 0,3263 |
| RigLonAla_83 | 0,675 | ELU_Tr | 160,375 | -3,042 | 0,00221 | 0,0011 | 0,0044 | 0,1732 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_96 | 0,675 | ELU_Tr | 78,301 | 3,7 | -0,287 | 0,00007477 | 0,098 | -0,9006 |
| RigLonAla_84 | 0 | ELU_Tr | 157,376 | 0,608 | 0,074 | 0,0012 | 0,0207 | 0,5449 | RigLonAla_97 | 0 | ELU_Tr | 86,361 | -1,831 | 0,004711 | 0,0006915 | 0,0076 | -0,3128 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_97 | 0,3375 | ELU_Tr | 86,361 | -1,703 | 0,004711 | 0,0006915 | 0,006 | 0,2835 |
| RigLonAla_84 | 0,3375 | ELU_Tr | 157,376 | 0,736 | 0,074 | 0,0012 | -0,0044 | 0,318 | RigLonAla_97 | 0,675 | ELU_Tr | 86,361 | -1,574 | 0,004711 | 0,0006915 | 0,0044 | 0,8365 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_98 | 0 | ELU_Tr | 83,208 | -0,459 | -0,034 | 0,0004088 | -0,0139 | 0,4647 |
| RigLonAla_84 | 0,675 | ELU_Tr | 157,376 | 0,865 | 0,074 | 0,0012 | -0,0296 | 0,0478 | RigLonAla_98 | 0,3375 | ELU_Tr | 83,208 | -0,331 | -0,034 | 0,0004088 | -0,0024 | 0,5981 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_98 | 0,675 | ELU_Tr | 83,208 | -0,202 | -0,034 | 0,0004088 | 0,0091 | 0,6879 |
| RigLonAla_85 | 0 | ELU_Tr | 122,594 | 3,602 | -0,254 | 0,0001399 | -0,082 | 1,4011 | RigLonAla_99 | 0 | ELU_Tr | 85,85 | 1,108 | -0,06 | 0,0003288 | -0,02 | 1,0056 |
| | | | - | | | | | | RigLonAla_99 | 0,3375 | ELU_Tr | 85,85 | 1,236 | -0,06 | 0,0003288 | 0,0001869 | 0,6101 |
| RigLonAla_85 | 0,3375 | ELU_Tr | 122,594 | 3,731 | -0,254 | 0,0001399 | 0,0039 | 0,1636 | RigLonAla_99 | 0,675 | ELU_Tr | 85,85 | 1,365 | -0,06 | 0,0003288 | 0,0203 | 0,1711 |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_85 | 0,675 | ELU_Tr | 122,594 | 3,86 | -0,254 | 0,0001399 | 0,0897 | -1,1175 | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_86 | 0 | ELU_Tr | -97,808 | 4,595 | -0,107 | 0,0007099 | -0,0435 | 1,8737 | nAla_100 | 0 | ELU_Tr | 94,477 | 2,503 | -0,167 | 0,00002287 | -0,0597 | 1,2026 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_86 | 0,3375 | ELU_Tr | -97,808 | 4,724 | -0,107 | 0,0007099 | -0,0072 | 0,3011 | nAla_100 | 0,3375 | ELU_Tr | 94,477 | 2,632 | -0,167 | 0,00002287 | -0,0035 | 0,3361 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_86 | 0,675 | ELU_Tr | -97,808 | 4,853 | -0,107 | 0,0007099 | 0,029 | -1,315 | nAla_100 | 0,675 | ELU_Tr | 94,477 | 2,761 | -0,167 | 0,00002287 | 0,0527 | -0,574 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_87 | 0 | ELU_Tr | -68,491 | 5,884 | -0,092 | 0,0008149 | -0,0242 | 2,2121 | nAla_101 | 0 | ELU_Tr | 93,697 | -2,94 | -0,027 | 0,0004362 | -0,0091 | -0,6311 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_87 | 0,3375 | ELU_Tr | -68,491 | 6,013 | -0,092 | 0,0008149 | 0,0067 | 0,2045 | nAla_101 | 0,3375 | ELU_Tr | 93,697 | -2,812 | -0,027 | 0,0004362 | -0,0001491 | 0,3396 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_87 | 0,675 | ELU_Tr | -68,491 | 6,142 | -0,092 | 0,0008149 | 0,0377 | -1,8466 | nAla_101 | 0,675 | ELU_Tr | 93,697 | -2,683 | -0,027 | 0,0004362 | 0,0088 | 1,2668 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_88 | 0 | ELU_Tr | -33,235 | 7,11 | -0,097 | 0,0008134 | -0,0412 | 2,3939 | nAla_102 | 0 | ELU_Tr | 83,989 | -1,539 | -0,117 | 0,0001104 | -0,0444 | 0,1051 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_88 | 0,3375 | ELU_Tr | -33,235 | 7,239 | -0,097 | 0,0008134 | -0,0084 | -0,0274 | nAla_102 | 0,3375 | ELU_Tr | 83,989 | -1,41 | -0,117 | 0,0001104 | -0,0051 | 0,6028 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_88 | 0,675 | ELU_Tr | -33,235 | 7,367 | -0,097 | 0,0008134 | 0,0243 | -2,4921 | nAla_102 | 0,675 | ELU_Tr | 83,989 | -1,282 | -0,117 | 0,0001104 | 0,0342 | 1,0571 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_89 | 0 | ELU_Tr | -4,669 | -0,127 | -0,149 | 0,0005634 | -0,0469 | -0,2362 | nAla_103 | 0 | ELU_Tr | 80,335 | 0,035 | -0,14 | 0,00003095 | -0,0449 | 0,6178 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_89 | 0,3375 | ELU_Tr | -4,669 | 0,002208 | -0,149 | 0,0005634 | 0,0035 | -0,2153 | nAla_103 | 0,3375 | ELU_Tr | 80,335 | 0,164 | -0,14 | 0,00003095 | 0,0023 | 0,5842 |
| | | | - | | | | | | RigLo- | | | - | | | | | |
| RigLonAla_89 | 0,675 | ELU_Tr | -4,669 | 0,131 | -0,149 | 0,0005634 | 0,0539 | -0,2377 | nAla_103 | 0,675 | ELU_Tr | 80,335 | 0,293 | -0,14 | 0,00003095 | 0,0496 | 0,5071 |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_90 | 0 | ELU_Tr | 2,788 | 1,256 | -0,129 | 0,0006128 | -0,054 | 0,6696 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_90 | 0,3375 | ELU_Tr | 2,788 | 1,385 | -0,129 | 0,0006128 | -0,0105 | 0,224 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_90 | 0,675 | ELU_Tr | 2,788 | 1,514 | -0,129 | 0,0006128 | 0,0329 | -0,2651 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_91 | 0 | ELU_Tr | 16,257 | 2,982 | -0,132 | 0,0005566 | -0,0424 | 1,3519 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_91 | 0,3375 | ELU_Tr | 16,257 | 3,111 | -0,132 | 0,0005566 | 0,0022 | 0,3236 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_91 | 0,675 | ELU_Tr | 16,257 | 3,24 | -0,132 | 0,0005566 | 0,0469 | -0,7481 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_92 | 0 | ELU_Tr | 36,908 | 4,477 | -0,226 | 0,0002803 | -0,0834 | 1,7323 | | | | - | | | | | |
| | | | - | | | | | | | | | - | | | | | |
| RigLonAla_92 | 0,3375 | ELU_Tr | 36,908 | 4,606 | -0,226 | 0,0002803 | -0,0069 | 0,1996 | | | | - | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|------------|------------|
| nAla_103 | | | | | | | | | nAla_112 | | | | | | | | 0,00002638 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_104 | 0 | ELU_Tr | 82,466 | 1,406 | -0,192 | -0,00025 | -0,0623 | 0,7558 | nAla_112 | 0,3375 | ELU_Tr | -18,627 | -0,156 | -0,027 | 0,00002638 | -0,0012 | -0,2842 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_104 | 0,3375 | ELU_Tr | 82,466 | 1,535 | -0,192 | -0,00025 | 0,0025 | 0,2595 | nAla_112 | 0,675 | ELU_Tr | -18,627 | -0,027 | -0,027 | 0,00002638 | 0,0079 | -0,2535 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_104 | 0,675 | ELU_Tr | 82,466 | 1,664 | -0,192 | -0,00025 | 0,0672 | -0,2803 | nAla_113 | 0 | ELU_Tr | -49,186 | -7,699 | -0,154 | -0,0004952 | -0,0591 | -2,6612 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_105 | 0 | ELU_Tr | 72,792 | -3,907 | 0,081 | 0,0004594 | 0,0308 | -0,9862 | nAla_113 | 0,3375 | ELU_Tr | -49,186 | -7,57 | -0,154 | -0,0004952 | -0,0071 | -0,0846 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_105 | 0,3375 | ELU_Tr | 72,792 | -3,778 | 0,081 | 0,0004594 | 0,0036 | 0,3107 | nAla_113 | 0,675 | ELU_Tr | -49,186 | -7,441 | -0,154 | -0,0004952 | 0,0449 | 2,4484 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_105 | 0,675 | ELU_Tr | 72,792 | -3,65 | 0,081 | 0,0004594 | -0,0237 | 1,5643 | nAla_114 | 0 | ELU_Tr | -86,34 | -6,461 | -0,124 | -0,000388 | -0,0415 | -2,0207 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_106 | 0 | ELU_Tr | 57,205 | -2,479 | 0,04 | 0,0001937 | 0,0134 | -0,3062 | nAla_114 | 0,3375 | ELU_Tr | -86,34 | -6,332 | -0,124 | -0,000388 | 0,0004095 | 0,1381 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_106 | 0,3375 | ELU_Tr | 57,205 | -2,35 | 0,04 | 0,0001937 | 0,0004401 | 0,5086 | nAla_114 | 0,675 | ELU_Tr | -86,34 | -6,203 | -0,124 | -0,000388 | 0,0423 | 2,2535 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_106 | 0,675 | ELU_Tr | 57,205 | -2,221 | 0,04 | 0,0001937 | -0,0133 | 1,28 | nAla_115 | 0 | ELU_Tr | 117,369 | -5,144 | -0,095 | -0,0002306 | -0,0344 | -1,4796 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_107 | 0 | ELU_Tr | 48,039 | -0,88 | 0,023 | 0,0001472 | 0,0047 | 0,1795 | nAla_115 | 0,3375 | ELU_Tr | 117,369 | -5,015 | -0,095 | -0,0002306 | -0,0023 | 0,2346 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_107 | 0,3375 | ELU_Tr | 48,039 | -0,752 | 0,023 | 0,0001472 | -0,0032 | 0,4549 | nAla_115 | 0,675 | ELU_Tr | 117,369 | -4,886 | -0,095 | -0,0002306 | 0,0299 | 1,9053 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_107 | 0,675 | ELU_Tr | 48,039 | -0,623 | 0,023 | 0,0001472 | -0,011 | 0,6869 | nAla_116 | 0 | ELU_Tr | 143,766 | -4,15 | 0,064 | 0,0004373 | 0,0211 | -1,2796 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_108 | 0 | ELU_Tr | 44,651 | 0,488 | -0,046 | 0,00007736 | -0,0185 | 0,2711 | nAla_116 | 0,3375 | ELU_Tr | 143,766 | -4,021 | 0,064 | 0,0004373 | -0,0005135 | 0,0992 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_108 | 0,3375 | ELU_Tr | 44,651 | 0,617 | -0,046 | 0,00007736 | -0,0031 | 0,0846 | nAla_116 | 0,675 | ELU_Tr | 143,766 | -3,892 | 0,064 | 0,0004373 | -0,0222 | 1,4345 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_108 | 0,675 | ELU_Tr | 44,651 | 0,746 | -0,046 | 0,00007736 | 0,0124 | -0,1453 | nAla_117 | 0 | ELU_Tr | 180,663 | -0,944 | -0,326 | -0,0008639 | -0,1124 | -0,0353 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_109 | 0 | ELU_Tr | 26,259 | -4,944 | 0,014 | 0,00009793 | 0,0005293 | -1,4804 | nAla_117 | 0,3375 | ELU_Tr | 180,663 | -0,815 | -0,326 | -0,0008639 | -0,0022 | 0,2615 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_109 | 0,3375 | ELU_Tr | 26,259 | -4,815 | 0,014 | 0,00009793 | -0,0041 | 0,1663 | nAla_117 | 0,675 | ELU_Tr | 180,663 | -0,686 | -0,326 | -0,0008639 | 0,108 | 0,5148 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_109 | 0,675 | ELU_Tr | 26,259 | -4,686 | 0,014 | 0,00009793 | -0,0087 | 1,7697 | nAla_118 | 0 | ELU_Tr | 184,295 | 3,058 | -0,204 | -0,0005965 | -0,0697 | 0,0666 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_110 | 0 | ELU_Tr | 4,349 | -3,434 | -0,051 | -0,0001049 | -0,0208 | -0,8625 | nAla_118 | 0,3375 | ELU_Tr | 184,295 | 3,187 | -0,204 | -0,0005965 | -0,0008125 | -0,9874 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_110 | 0,3375 | ELU_Tr | 4,349 | -3,305 | -0,051 | -0,0001049 | -0,0036 | 0,2747 | nAla_118 | 0,675 | ELU_Tr | 184,295 | 3,316 | -0,204 | -0,0005965 | 0,068 | -2,0848 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_110 | 0,675 | ELU_Tr | 4,349 | -3,176 | -0,051 | -0,0001049 | 0,0136 | 1,3685 | nAla_119 | 0 | ELU_Tr | 151,326 | 12,447 | -0,816 | -0,0029 | -0,2535 | 2,0177 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_111 | 0 | ELU_Tr | -10,193 | -1,675 | -0,045 | -0,0001386 | -0,0218 | -0,3772 | nAla_119 | 0,3375 | ELU_Tr | 151,326 | 12,576 | -0,816 | -0,0029 | 0,022 | -2,2049 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_111 | 0,3375 | ELU_Tr | -10,193 | -1,547 | -0,045 | -0,0001386 | -0,0065 | 0,1665 | nAla_119 | 0,675 | ELU_Tr | 151,326 | 12,705 | -0,816 | -0,0029 | 0,2974 | -6,471 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_111 | 0,675 | ELU_Tr | -10,193 | -1,418 | -0,045 | -0,0001386 | 0,0087 | 0,6667 | nAla_120 | 0 | ELU_Tr | -87,152 | 11,389 | -1,644 | -0,0088 | -0,5636 | 1,1306 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | - |
| nAla_111 | 0 | ELU_Tr | -18,627 | -0,284 | -0,027 | - | -0,0103 | -0,3585 | nAla_120 | 0,3375 | ELU_Tr | -87,152 | 11,517 | -1,644 | -0,0088 | -0,0087 | -2,7348 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|-----------|---------|
| nAla_120 | | | | | | | | | nAla_128 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_120 | 0,675 | ELU_Tr | -87,152 | 11,646 | -1,644 | -0,0088 | 0,5462 | -6,6437 | nAla_129 | 0 | ELU_Tr | -20,959 | -0,02 | -0,237 | 0,0005993 | -0,0775 | -0,2813 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_121 | 0 | ELU_Tr | -87,578 | -11,795 | 1,393 | 0,0094 | 0,4662 | -6,6888 | nAla_129 | 0,3375 | ELU_Tr | -20,959 | 0,108 | -0,237 | 0,0005993 | 0,0025 | -0,2961 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_121 | 0,3375 | ELU_Tr | -87,578 | -11,666 | 1,393 | 0,0094 | -0,004 | -2,7299 | nAla_129 | 0,675 | ELU_Tr | -20,959 | 0,237 | -0,237 | 0,0005993 | 0,0826 | -0,3544 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_121 | 0,675 | ELU_Tr | -87,578 | -11,537 | 1,393 | 0,0094 | -0,4742 | 1,1857 | nAla_130 | 0 | ELU_Tr | -12,814 | 1,373 | -0,196 | 0,0007374 | -0,0802 | 0,636 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_122 | 0 | ELU_Tr | 151,935 | -12,664 | 0,573 | 0,0035 | 0,2091 | -6,4454 | nAla_130 | 0,3375 | ELU_Tr | -12,814 | 1,501 | -0,196 | 0,0007374 | -0,014 | 0,151 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_122 | 0,3375 | ELU_Tr | 151,935 | -12,535 | 0,573 | 0,0035 | 0,0158 | -2,1929 | nAla_130 | 0,675 | ELU_Tr | -12,814 | 1,63 | -0,196 | 0,0007374 | 0,0522 | -0,3775 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_122 | 0,675 | ELU_Tr | 151,935 | -12,407 | 0,573 | 0,0035 | -0,1775 | 2,0161 | nAla_131 | 0 | ELU_Tr | 1,466 | 3,134 | -0,19 | 0,0007098 | -0,0613 | 1,3367 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_123 | 0 | ELU_Tr | 184,907 | -3,315 | -0,039 | 0,0012 | -0,0076 | -2,0855 | nAla_131 | 0,3375 | ELU_Tr | 1,466 | 3,263 | -0,19 | 0,0007098 | 0,0029 | 0,2573 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_123 | 0,3375 | ELU_Tr | 184,907 | -3,186 | -0,039 | 0,0012 | 0,0054 | -0,9885 | nAla_131 | 0,675 | ELU_Tr | 1,466 | 3,391 | -0,19 | 0,0007098 | 0,0671 | -0,8656 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_123 | 0,675 | ELU_Tr | 184,907 | -3,057 | -0,039 | 0,0012 | 0,0184 | 0,0651 | nAla_132 | 0 | ELU_Tr | 23,119 | 4,643 | -0,278 | 0,000474 | -0,1032 | 1,7358 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_124 | 0 | ELU_Tr | 181,367 | 0,674 | 0,062 | 0,0014 | 0,0144 | 0,5023 | nAla_132 | 0,3375 | ELU_Tr | 23,119 | 4,772 | -0,278 | 0,000474 | -0,0094 | 0,1469 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_124 | 0,3375 | ELU_Tr | 181,367 | 0,803 | 0,062 | 0,0014 | -0,0066 | 0,253 | nAla_132 | 0,675 | ELU_Tr | 23,119 | 4,901 | -0,278 | 0,000474 | 0,0844 | -1,4854 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_124 | 0,675 | ELU_Tr | 181,367 | 0,932 | 0,062 | 0,0014 | -0,0277 | -0,0398 | nAla_133 | 0 | ELU_Tr | 41,123 | -0,79 | -0,219 | 0,000646 | -0,0731 | -0,1784 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_125 | 0 | ELU_Tr | 144,837 | 3,84 | -0,328 | 0,0001359 | -0,1073 | 1,4089 | nAla_133 | 0,3375 | ELU_Tr | 41,123 | -0,661 | -0,219 | 0,000646 | 0,0009383 | 0,0665 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_125 | 0,3375 | ELU_Tr | 144,837 | 3,969 | -0,328 | 0,0001359 | 0,0036 | 0,0912 | nAla_133 | 0,675 | ELU_Tr | 41,123 | -0,532 | -0,219 | 0,000646 | 0,075 | 0,2679 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_125 | 0,675 | ELU_Tr | 144,837 | 4,097 | -0,328 | 0,0001359 | 0,1145 | -1,2699 | nAla_134 | 0 | ELU_Tr | 44,236 | 0,581 | -0,266 | 0,0004561 | -0,1008 | 0,6505 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_126 | 0 | ELU_Tr | 118,745 | 4,836 | -0,147 | 0,0008333 | -0,059 | 1,8783 | nAla_134 | 0,3375 | ELU_Tr | 44,236 | 0,71 | -0,266 | 0,0004561 | -0,0111 | 0,4326 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_126 | 0,3375 | ELU_Tr | 118,745 | 4,965 | -0,147 | 0,0008333 | -0,0096 | 0,2243 | nAla_134 | 0,675 | ELU_Tr | 44,236 | 0,839 | -0,266 | 0,0004561 | 0,0785 | 0,1712 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_126 | 0,675 | ELU_Tr | 118,745 | 5,094 | -0,147 | 0,0008333 | 0,0399 | -1,4731 | nAla_135 | 0 | ELU_Tr | 53,164 | 2,185 | -0,28 | 0,0004085 | -0,0883 | 1,2432 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_127 | 0 | ELU_Tr | -87,995 | 6,157 | -0,117 | 0,0009879 | -0,0327 | 2,2263 | nAla_135 | 0,3375 | ELU_Tr | 53,164 | 2,314 | -0,28 | 0,0004085 | 0,0062 | 0,484 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_127 | 0,3375 | ELU_Tr | -87,995 | 6,286 | -0,117 | 0,0009879 | 0,0069 | 0,1265 | nAla_135 | 0,675 | ELU_Tr | 53,164 | 2,443 | -0,28 | 0,0004085 | 0,1007 | -0,3187 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_127 | 0,675 | ELU_Tr | -87,995 | 6,415 | -0,117 | 0,0009879 | 0,0465 | -2,0168 | nAla_136 | 0 | ELU_Tr | 68,531 | 3,615 | -0,344 | 0,0001212 | -0,1177 | 1,5253 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_128 | 0 | ELU_Tr | -51,116 | 7,395 | -0,111 | 0,0011 | -0,049 | 2,4193 | nAla_136 | 0,3375 | ELU_Tr | 68,531 | 3,743 | -0,344 | 0,0001212 | -0,0017 | 0,2836 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_128 | 0,3375 | ELU_Tr | -51,116 | 7,524 | -0,111 | 0,0011 | -0,0117 | -0,0984 | nAla_136 | 0,675 | ELU_Tr | 68,531 | 3,872 | -0,344 | 0,0001212 | 0,1143 | -1,0016 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_128 | 0,675 | ELU_Tr | -51,116 | 7,653 | -0,111 | 0,0011 | 0,0256 | -2,6595 | nAla_136 | 0 | ELU_Tr | 77,8 | -1,721 | -0,077 | 0,0008142 | -0,0201 | -0,3249 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|----------|------------|------------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|----------|------------|---------|---------|
| nAla_137 | | | | | | | | | nAla_145 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_137 | 0,3375 | ELU_Tr | 77,8 | -1,592 | -0,077 | 0,0008142 | 0,0058 | 0,2341 | nAla_145 | 0,675 | ELU_Tr | 71,025 | -3,524 | 0,004814 | 0,0006193 | 0,002 | 1,4983 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_137 | 0,675 | ELU_Tr | 77,8 | -1,463 | -0,077 | 0,0008142 | 0,0317 | 0,7498 | nAla_146 | 0 | ELU_Tr | 56,198 | -2,355 | -0,03 | 0,0003626 | -0,0133 | -0,2807 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_138 | 0 | ELU_Tr | 75,328 | -0,346 | -0,104 | 0,0005663 | -0,041 | 0,46 | nAla_146 | 0,3375 | ELU_Tr | 56,198 | -2,226 | -0,03 | 0,0003626 | -0,0032 | 0,4923 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_138 | 0,3375 | ELU_Tr | 75,328 | -0,217 | -0,104 | 0,0005663 | -0,0057 | 0,555 | nAla_146 | 0,675 | ELU_Tr | 56,198 | -2,097 | -0,03 | 0,0003626 | 0,0069 | 1,2219 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_138 | 0,675 | ELU_Tr | 75,328 | -0,088 | -0,104 | 0,0005663 | 0,0295 | 0,6066 | nAla_147 | 0 | ELU_Tr | 47,768 | -0,755 | -0,046 | 0,0003186 | -0,0177 | 0,2098 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_139 | 0 | ELU_Tr | 78,69 | 1,236 | -0,126 | 0,0004977 | -0,0416 | 1,0108 | nAla_147 | 0,3375 | ELU_Tr | 47,768 | -0,627 | -0,046 | 0,0003186 | -0,0023 | 0,443 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_139 | 0,3375 | ELU_Tr | 78,69 | 1,365 | -0,126 | 0,0004977 | 0,0011 | 0,572 | nAla_147 | 0,675 | ELU_Tr | 47,768 | -0,498 | -0,046 | 0,0003186 | 0,0131 | 0,6327 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_139 | 0,675 | ELU_Tr | 78,69 | 1,493 | -0,126 | 0,0004977 | 0,0437 | 0,0897 | nAla_148 | 0 | ELU_Tr | 45,143 | 0,616 | -0,124 | 0,00007738 | -0,0472 | 0,3089 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_140 | 0 | ELU_Tr | 88,134 | 2,639 | -0,237 | 0,0001486 | -0,086 | 1,2197 | nAla_148 | 0,3375 | ELU_Tr | 45,143 | 0,745 | -0,124 | 0,00007738 | -0,0055 | 0,0793 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_140 | 0,3375 | ELU_Tr | 88,134 | 2,767 | -0,237 | 0,0001486 | -0,006 | 0,3074 | nAla_148 | 0,675 | ELU_Tr | 45,143 | 0,873 | -0,124 | 0,00007738 | 0,0362 | -0,1937 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_140 | 0,675 | ELU_Tr | 88,134 | 2,896 | -0,237 | 0,0001486 | 0,074 | -0,6483 | nAla_149 | 0 | ELU_Tr | 27,867 | -4,815 | -0,06 | 0,0002685 | -0,024 | -1,4475 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_141 | 0 | ELU_Tr | 88,487 | -2,814 | -0,104 | 0,000584 | -0,0351 | -0,6223 | nAla_149 | 0,3375 | ELU_Tr | 27,867 | -4,687 | -0,06 | 0,0002685 | -0,0038 | 0,156 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_141 | 0,3375 | ELU_Tr | 88,487 | -2,685 | -0,104 | 0,000584 | 0,00003568 | 0,3055 | nAla_149 | 0,675 | ELU_Tr | 27,867 | -4,558 | -0,06 | 0,0002685 | 0,0163 | 1,716 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_141 | 0,675 | ELU_Tr | 88,487 | -2,556 | -0,104 | 0,000584 | 0,0352 | 1,19 | nAla_150 | 0 | ELU_Tr | 6,732 | -3,311 | -0,12 | 0,00006693 | -0,0475 | -0,8228 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_142 | 0 | ELU_Tr | 79,534 | -1,413 | -0,185 | 0,0002779 | -0,0709 | 0,1192 | nAla_150 | 0,3375 | ELU_Tr | 6,732 | -3,183 | -0,12 | 0,00006693 | -0,0069 | 0,2731 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_142 | 0,3375 | ELU_Tr | 79,534 | -1,284 | -0,185 | 0,0002779 | -0,0083 | 0,5743 | nAla_150 | 0,675 | ELU_Tr | 6,732 | -3,054 | -0,12 | 0,00006693 | 0,0337 | 1,3255 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_142 | 0,675 | ELU_Tr | 79,534 | -1,155 | -0,185 | 0,0002779 | 0,0543 | 0,986 | nAla_151 | 0 | ELU_Tr | -7,105 | -1,562 | -0,115 | 0,0000317 | -0,0442 | -0,3356 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_143 | 0 | ELU_Tr | 76,635 | 0,166 | -0,207 | 0,0002034 | -0,0666 | 0,6374 | nAla_151 | 0,3375 | ELU_Tr | -7,105 | -1,433 | -0,115 | 0,0000317 | -0,0054 | 0,1699 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_143 | 0,3375 | ELU_Tr | 76,635 | 0,295 | -0,207 | 0,0002034 | 0,0032 | 0,5595 | nAla_151 | 0,675 | ELU_Tr | -7,105 | -1,304 | -0,115 | 0,0000317 | 0,0334 | 0,6318 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_143 | 0,675 | ELU_Tr | 76,635 | 0,424 | -0,207 | 0,0002034 | 0,073 | 0,4383 | nAla_152 | 0 | ELU_Tr | -14,843 | -0,171 | -0,108 | 0,000111 | -0,0399 | -0,3095 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_144 | 0 | ELU_Tr | 79,574 | 1,542 | -0,265 | 0,00008321 | -0,0894 | 0,7843 | nAla_152 | 0,3375 | ELU_Tr | -14,843 | -0,043 | -0,108 | 0,000111 | -0,0034 | -0,2734 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_144 | 0,3375 | ELU_Tr | 79,574 | 1,671 | -0,265 | 0,00008321 | 0,0000495 | 0,2421 | nAla_152 | 0,675 | ELU_Tr | -14,843 | 0,086 | -0,108 | 0,000111 | 0,0331 | -0,2808 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_144 | 0,675 | ELU_Tr | 79,574 | 1,8 | -0,265 | 0,00008321 | 0,0895 | -0,3435 | nAla_153 | 0 | ELU_Tr | -44,117 | -7,483 | -0,21 | -0,0002844 | -0,0776 | -2,5862 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_145 | 0 | ELU_Tr | 71,025 | -3,781 | 0,004814 | 0,0006193 | 0,0053 | -0,9671 | nAla_153 | 0,3375 | ELU_Tr | -44,117 | -7,354 | -0,21 | -0,0002844 | -0,0066 | -0,0824 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_145 | 0,3375 | ELU_Tr | 71,025 | -3,652 | 0,004814 | 0,0006193 | 0,0036 | 0,2873 | nAla_153 | 0,675 | ELU_Tr | -44,117 | -7,226 | -0,21 | -0,0002844 | 0,0644 | 2,3779 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|---------|--------|------------|---------|---------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|
| nAla_153 | | | | | | | | | nAla_162 | 141,345 | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_154 | 0 | ELU_Tr | -80,038 | -6,238 | -0,18 | -0,0001941 | -0,0633 | -1,9426 | nAla_162 | 0,3375 | ELU_Tr | 141,345 | -13,008 | 0,508 | 0,0037 | 0,0133 | -2,2634 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_154 | 0,3375 | ELU_Tr | -80,038 | -6,11 | -0,18 | -0,0001941 | -0,0027 | 0,1412 | nAla_162 | 0,675 | ELU_Tr | 141,345 | -12,879 | 0,508 | 0,0037 | -0,1581 | 2,1051 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_154 | 0,675 | ELU_Tr | -80,038 | -5,981 | -0,18 | -0,0001941 | 0,058 | 2,1814 | nAla_163 | 0 | ELU_Tr | 175,637 | -3,57 | -0,139 | 0,0013 | -0,0412 | -2,164 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_155 | 0 | ELU_Tr | 109,838 | -4,912 | -0,153 | 0,00004711 | -0,0534 | -1,4037 | nAla_163 | 0,3375 | ELU_Tr | 175,637 | -3,441 | -0,139 | 0,0013 | 0,0056 | -0,9809 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_155 | 0,3375 | ELU_Tr | 109,838 | -4,783 | -0,153 | 0,00004711 | -0,0018 | 0,2322 | nAla_163 | 0,675 | ELU_Tr | 175,637 | -3,312 | -0,139 | 0,0013 | 0,0525 | 0,1587 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_155 | 0,675 | ELU_Tr | 109,838 | -4,654 | -0,153 | 0,00004711 | 0,0497 | 1,8248 | nAla_164 | 0 | ELU_Tr | 173,161 | 0,484 | -0,056 | 0,0015 | -0,0281 | 0,4676 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_156 | 0 | ELU_Tr | 134,978 | -3,904 | -0,016 | 0,0005524 | -0,0082 | -1,209 | nAla_164 | 0,3375 | ELU_Tr | 173,161 | 0,613 | -0,056 | 0,0015 | -0,0093 | 0,2824 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_156 | 0,3375 | ELU_Tr | 134,978 | -3,775 | -0,016 | 0,0005524 | -0,0029 | 0,0869 | nAla_164 | 0,675 | ELU_Tr | 173,161 | 0,742 | -0,056 | 0,0015 | 0,0095 | 0,0537 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_156 | 0,675 | ELU_Tr | 134,978 | -3,647 | -0,016 | 0,0005524 | 0,0024 | 1,3393 | nAla_165 | 0 | ELU_Tr | 136,747 | 3,898 | -0,411 | 0,0003376 | -0,135 | 1,4645 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_157 | 0 | ELU_Tr | 170,862 | -1,161 | -0,37 | -0,0006265 | -0,1273 | -0,1194 | nAla_165 | 0,3375 | ELU_Tr | 136,747 | 4,026 | -0,411 | 0,0003376 | 0,0038 | 0,1273 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_157 | 0,3375 | ELU_Tr | 170,862 | -1,032 | -0,37 | -0,0006265 | -0,0025 | 0,2507 | nAla_165 | 0,675 | ELU_Tr | 136,747 | 4,155 | -0,411 | 0,0003376 | 0,1426 | -1,2534 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_157 | 0,675 | ELU_Tr | 170,862 | -0,904 | -0,37 | -0,0006265 | 0,1223 | 0,5774 | nAla_166 | 0 | ELU_Tr | 110,376 | 4,884 | -0,237 | 0,0009877 | -0,0933 | 1,9285 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_158 | 0 | ELU_Tr | 175,556 | 2,698 | -0,251 | -0,0003664 | -0,0891 | 0,0016 | nAla_166 | 0,3375 | ELU_Tr | 110,376 | 5,013 | -0,237 | 0,0009877 | -0,0132 | 0,2583 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_158 | 0,3375 | ELU_Tr | 175,556 | 2,827 | -0,251 | -0,0003664 | -0,0044 | -0,9308 | nAla_166 | 0,675 | ELU_Tr | 110,376 | 5,142 | -0,237 | 0,0009877 | 0,067 | -1,4554 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_158 | 0,675 | ELU_Tr | 175,556 | 2,956 | -0,251 | -0,0003664 | 0,0803 | -1,9066 | nAla_167 | 0 | ELU_Tr | -79,442 | 6,183 | -0,21 | 0,0011 | -0,0629 | 2,2663 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_159 | 0 | ELU_Tr | 144,839 | 11,632 | -0,89 | -0,0028 | -0,2773 | 1,9125 | nAla_167 | 0,3375 | ELU_Tr | -79,442 | 6,312 | -0,21 | 0,0011 | 0,0078 | 0,1578 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_159 | 0,3375 | ELU_Tr | 144,839 | 11,761 | -0,89 | -0,0028 | 0,0231 | -2,035 | nAla_167 | 0,675 | ELU_Tr | -79,442 | 6,44 | -0,21 | 0,0011 | 0,0785 | -1,9941 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_159 | 0,675 | ELU_Tr | 144,839 | 11,889 | -0,89 | -0,0028 | 0,3235 | -6,0259 | nAla_168 | 0 | ELU_Tr | -42,48 | 7,412 | -0,216 | 0,0012 | -0,0863 | 2,4518 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_160 | 0 | ELU_Tr | -81,881 | 12,182 | -1,232 | -0,0064 | -0,4307 | 1,4938 | nAla_168 | 0,3375 | ELU_Tr | -42,48 | 7,54 | -0,216 | 0,0012 | -0,0135 | -0,0713 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_160 | 0,3375 | ELU_Tr | -81,881 | 12,311 | -1,232 | -0,0064 | -0,015 | -2,6394 | nAla_168 | 0,675 | ELU_Tr | -42,48 | 7,669 | -0,216 | 0,0012 | 0,0593 | -2,638 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_160 | 0,675 | ELU_Tr | -81,881 | 12,44 | -1,232 | -0,0064 | 0,4007 | -6,8162 | nAla_169 | 0 | ELU_Tr | -12,132 | 0,016 | -0,318 | 0,0007826 | -0,1045 | -0,2433 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_161 | 0 | ELU_Tr | -77,496 | -10,72 | 0,816 | 0,0072 | 0,2691 | -6,3159 | nAla_169 | 0,3375 | ELU_Tr | -12,132 | 0,145 | -0,318 | 0,0007826 | 0,0028 | -0,2705 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_161 | 0,3375 | ELU_Tr | -77,496 | -10,591 | 0,816 | 0,0072 | -0,0065 | -2,7196 | nAla_169 | 0,675 | ELU_Tr | -12,132 | 0,274 | -0,318 | 0,0007826 | 0,1102 | -0,3412 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | - | | | | | | | |
| nAla_161 | 0,675 | ELU_Tr | -77,496 | -10,463 | 0,816 | 0,0072 | -0,282 | 0,8332 | nAla_170 | 0 | ELU_Tr | -3,758 | 1,405 | -0,274 | 0,0009024 | -0,1095 | 0,6766 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | 0,3375 | ELU_Tr | -3,758 | 1,534 | -0,274 | 0,0009024 | -0,0169 | 0,1807 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|-----------|---------|
| nAla_170 | | | | | | | | | nAla_178 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_170 | 0,675 | ELU_Tr | -3,758 | 1,663 | -0,274 | 0,0009024 | 0,0757 | -0,3586 | nAla_179 | 0 | ELU_Tr | 89,139 | 1,264 | -0,204 | 0,0006651 | -0,0668 | 1,0583 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_171 | 0 | ELU_Tr | 10,675 | 3,154 | -0,27 | 0,0008759 | -0,0871 | 1,3741 | nAla_179 | 0,3375 | ELU_Tr | 89,139 | 1,393 | -0,204 | 0,0006651 | 0,0022 | 0,6099 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_171 | 0,3375 | ELU_Tr | 10,675 | 3,283 | -0,27 | 0,0008759 | 0,004 | 0,2879 | nAla_179 | 0,675 | ELU_Tr | 89,139 | 1,522 | -0,204 | 0,0006651 | 0,0711 | 0,1181 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_171 | 0,675 | ELU_Tr | 10,675 | 3,411 | -0,27 | 0,0008759 | 0,095 | -0,8417 | nAla_180 | 0 | ELU_Tr | 98,714 | 2,665 | -0,324 | 0,0002982 | -0,1177 | 1,2637 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_172 | 0 | ELU_Tr | 32,417 | 4,661 | -0,368 | 0,0006189 | -0,1358 | 1,7702 | nAla_180 | 0,3375 | ELU_Tr | 98,714 | 2,793 | -0,324 | 0,0002982 | -0,0083 | 0,3427 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_172 | 0,3375 | ELU_Tr | 32,417 | 4,789 | -0,368 | 0,0006189 | -0,0118 | 0,1754 | nAla_180 | 0,675 | ELU_Tr | 98,714 | 2,922 | -0,324 | 0,0002982 | 0,1011 | -0,6218 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_172 | 0,675 | ELU_Tr | 32,417 | 4,918 | -0,368 | 0,0006189 | 0,1123 | -1,4627 | nAla_181 | 0 | ELU_Tr | 99,297 | -2,787 | -0,187 | 0,0007484 | -0,0627 | -0,5791 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_173 | 0 | ELU_Tr | 50,608 | -0,766 | -0,303 | 0,0008137 | -0,1009 | -0,1425 | nAla_181 | 0,3375 | ELU_Tr | 99,297 | -2,659 | -0,187 | 0,0007484 | 0,0004421 | 0,3399 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_173 | 0,3375 | ELU_Tr | 50,608 | -0,638 | -0,303 | 0,0008137 | 0,0013 | 0,0945 | nAla_181 | 0,675 | ELU_Tr | 99,297 | -2,53 | -0,187 | 0,0007484 | 0,0636 | 1,2155 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_173 | 0,675 | ELU_Tr | 50,608 | -0,509 | -0,303 | 0,0008137 | 0,1034 | 0,288 | nAla_182 | 0 | ELU_Tr | 90,53 | -1,391 | -0,263 | 0,0004449 | -0,1003 | 0,1672 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_174 | 0 | ELU_Tr | 53,886 | 0,601 | -0,345 | 0,0006241 | -0,1307 | 0,6905 | nAla_182 | 0,3375 | ELU_Tr | 90,53 | -1,262 | -0,263 | 0,0004449 | -0,0114 | 0,6148 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_174 | 0,3375 | ELU_Tr | 53,886 | 0,73 | -0,345 | 0,0006241 | -0,0144 | 0,466 | nAla_182 | 0,675 | ELU_Tr | 90,53 | -1,133 | -0,263 | 0,0004449 | 0,0775 | 1,019 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_174 | 0,675 | ELU_Tr | 53,886 | 0,858 | -0,345 | 0,0006241 | 0,1019 | 0,1981 | nAla_183 | 0 | ELU_Tr | 87,734 | 0,176 | -0,285 | 0,000367 | -0,0918 | 0,6826 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_175 | 0 | ELU_Tr | 62,901 | 2,193 | -0,359 | 0,000573 | -0,114 | 1,2804 | nAla_183 | 0,3375 | ELU_Tr | 87,734 | 0,305 | -0,285 | 0,000367 | 0,0043 | 0,6015 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_175 | 0,3375 | ELU_Tr | 62,901 | 2,321 | -0,359 | 0,000573 | 0,0071 | 0,5187 | nAla_183 | 0,675 | ELU_Tr | 87,734 | 0,433 | -0,285 | 0,000367 | 0,1004 | 0,4769 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_175 | 0,675 | ELU_Tr | 62,901 | 2,45 | -0,359 | 0,000573 | 0,1283 | -0,2865 | nAla_184 | 0 | ELU_Tr | 90,708 | 1,549 | -0,352 | 0,00006397 | -0,1209 | 0,8271 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_176 | 0 | ELU_Tr | 78,293 | 3,62 | -0,432 | 0,0002707 | -0,1496 | 1,5604 | nAla_184 | 0,3375 | ELU_Tr | 90,708 | 1,678 | -0,352 | 0,00006397 | -0,0019 | 0,2827 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_176 | 0,3375 | ELU_Tr | 78,293 | 3,748 | -0,432 | 0,0002707 | -0,0038 | 0,3171 | nAla_184 | 0,675 | ELU_Tr | 90,708 | 1,806 | -0,352 | 0,00006397 | 0,117 | -0,3053 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_176 | 0,675 | ELU_Tr | 78,293 | 3,877 | -0,432 | 0,0002707 | 0,142 | -0,9697 | nAla_185 | 0 | ELU_Tr | 82,408 | -3,731 | -0,075 | 0,0007891 | -0,0214 | -0,9108 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_177 | 0 | ELU_Tr | 87,78 | -1,677 | -0,16 | 0,0009815 | -0,0479 | -0,2776 | nAla_185 | 0,3375 | ELU_Tr | 82,408 | -3,602 | -0,075 | 0,0007891 | 0,004 | 0,3266 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_177 | 0,3375 | ELU_Tr | 87,78 | -1,548 | -0,16 | 0,0009815 | 0,006 | 0,2667 | nAla_185 | 0,675 | ELU_Tr | 82,408 | -3,473 | -0,075 | 0,0007891 | 0,0294 | 1,5205 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_177 | 0,675 | ELU_Tr | 87,78 | -1,42 | -0,16 | 0,0009815 | 0,0598 | 0,7675 | nAla_186 | 0 | ELU_Tr | 67,892 | -2,309 | -0,105 | 0,0005296 | -0,0417 | -0,2208 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_178 | 0 | ELU_Tr | 85,58 | -0,306 | -0,182 | 0,0007325 | -0,0702 | 0,5107 | nAla_186 | 0,3375 | ELU_Tr | 67,892 | -2,18 | -0,105 | 0,0005296 | -0,0061 | 0,5366 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_178 | 0,3375 | ELU_Tr | 85,58 | -0,177 | -0,182 | 0,0007325 | -0,0088 | 0,5922 | nAla_186 | 0,675 | ELU_Tr | 67,892 | -2,051 | -0,105 | 0,0005296 | 0,0294 | 1,2506 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_178 | 0,675 | ELU_Tr | 85,58 | -0,048 | -0,182 | 0,0007325 | 0,0527 | 0,6303 | nAla_186 | 0 | ELU_Tr | 59,689 | -0,723 | -0,122 | 0,0004845 | -0,0422 | 0,2658 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|------------|---------|----------|--------|--------|---------|---------|--------|------------|---------|---------|
| nAla_187 | | | | | | | | | nAla_195 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_187 | 0,3375 | ELU_Tr | 59,689 | -0,594 | -0,122 | 0,0004845 | -0,0011 | 0,488 | nAla_195 | 0,675 | ELU_Tr | -95,558 | -4,543 | -0,225 | 0,0001092 | 0,0752 | 1,8274 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_187 | 0,675 | ELU_Tr | 59,689 | -0,465 | -0,122 | 0,0004845 | 0,04 | 0,6667 | nAla_196 | 0 | ELU_Tr | -120,17 | -3,787 | -0,101 | 0,0006749 | -0,039 | -1,143 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_188 | 0 | ELU_Tr | 57,214 | 0,645 | -0,21 | 0,0002198 | -0,0786 | 0,3609 | nAla_196 | 0,3375 | ELU_Tr | -120,17 | -3,658 | -0,101 | 0,0006749 | -0,0047 | 0,1133 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_188 | 0,3375 | ELU_Tr | 57,214 | 0,774 | -0,21 | 0,0002198 | -0,0077 | 0,1214 | nAla_196 | 0,675 | ELU_Tr | -120,17 | -3,529 | -0,101 | 0,0006749 | 0,0295 | 1,3261 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_188 | 0,675 | ELU_Tr | 57,214 | 0,903 | -0,21 | 0,0002198 | 0,0633 | -0,1616 | nAla_197 | 0 | ELU_Tr | 155,865 | -1,389 | -0,442 | -0,0004589 | -0,1511 | -0,1656 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_189 | 0 | ELU_Tr | 40,203 | -4,786 | -0,139 | 0,0004369 | -0,0501 | -1,3964 | nAla_197 | 0,3375 | ELU_Tr | 155,865 | -1,261 | -0,442 | -0,0004589 | -0,002 | 0,2816 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_189 | 0,3375 | ELU_Tr | 40,203 | -4,657 | -0,139 | 0,0004369 | -0,0033 | 0,197 | nAla_197 | 0,675 | ELU_Tr | 155,865 | -1,132 | -0,442 | -0,0004589 | 0,1471 | 0,6854 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_189 | 0,675 | ELU_Tr | 40,203 | -4,528 | -0,139 | 0,0004369 | 0,0435 | 1,7469 | nAla_198 | 0 | ELU_Tr | 161,738 | 2,363 | -0,322 | -0,00021 | -0,1157 | -0,0323 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_190 | 0 | ELU_Tr | 19,279 | -3,287 | -0,196 | 0,0002311 | -0,0761 | -0,7664 | nAla_198 | 0,3375 | ELU_Tr | 161,738 | 2,492 | -0,322 | -0,00021 | -0,007 | -0,8516 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_190 | 0,3375 | ELU_Tr | 19,279 | -3,158 | -0,196 | 0,0002311 | -0,0098 | 0,3213 | nAla_198 | 0,675 | ELU_Tr | 161,738 | 2,621 | -0,322 | -0,00021 | 0,1017 | -1,7144 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_190 | 0,675 | ELU_Tr | 19,279 | -3,03 | -0,196 | 0,0002311 | 0,0565 | 1,3656 | nAla_199 | 0 | ELU_Tr | 133,049 | 10,95 | -0,981 | -0,0027 | -0,3062 | 1,8509 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_191 | 0 | ELU_Tr | 5,55 | -1,555 | -0,192 | 0,0001885 | -0,069 | -0,2827 | nAla_199 | 0,3375 | ELU_Tr | 133,049 | 11,079 | -0,981 | -0,0027 | 0,0249 | -1,8666 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_191 | 0,3375 | ELU_Tr | 5,55 | -1,426 | -0,192 | 0,0001885 | -0,0041 | 0,2203 | nAla_199 | 0,675 | ELU_Tr | 133,049 | 11,208 | -0,981 | -0,0027 | 0,356 | -5,6275 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_191 | 0,675 | ELU_Tr | 5,55 | -1,297 | -0,192 | 0,0001885 | 0,0607 | 0,6798 | nAla_200 | 0 | ELU_Tr | -71,102 | 12,87 | -1,238 | -0,0059 | -0,4356 | 1,8256 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_192 | 0 | ELU_Tr | -2,163 | -0,169 | -0,197 | 0,000241 | -0,0714 | -0,2585 | nAla_200 | 0,3375 | ELU_Tr | -71,102 | 12,998 | -1,238 | -0,0059 | -0,0179 | -2,5396 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_192 | 0,3375 | ELU_Tr | -2,163 | -0,04 | -0,197 | 0,000241 | -0,0051 | -0,2233 | nAla_200 | 0,675 | ELU_Tr | -71,102 | 13,127 | -1,238 | -0,0059 | 0,3998 | -6,9483 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_192 | 0,675 | ELU_Tr | -2,163 | 0,089 | -0,197 | 0,000241 | 0,0613 | -0,2316 | nAla_201 | 0 | ELU_Tr | -62,872 | -9,879 | 0,662 | 0,007 | 0,2175 | -6,0056 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_193 | 0 | ELU_Tr | -31,043 | -7,373 | -0,282 | -0,0001059 | -0,1014 | -2,5022 | nAla_201 | 0,3375 | ELU_Tr | -62,872 | -9,751 | 0,662 | 0,007 | -0,0058 | -2,693 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_193 | 0,3375 | ELU_Tr | -31,043 | -7,244 | -0,282 | -0,0001059 | -0,0061 | -0,0356 | nAla_201 | 0,675 | ELU_Tr | -62,872 | -9,622 | 0,662 | 0,007 | -0,2291 | 0,5762 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_193 | 0,675 | ELU_Tr | -31,043 | -7,115 | -0,282 | -0,0001059 | 0,0892 | 2,3874 | nAla_202 | 0 | ELU_Tr | 126,834 | -13,654 | 0,459 | 0,004 | 0,1667 | -6,892 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_194 | 0 | ELU_Tr | -66,338 | -6,124 | -0,249 | 0,00002973 | -0,0895 | -1,8577 | nAla_202 | 0,3375 | ELU_Tr | 126,834 | -13,525 | 0,459 | 0,004 | 0,0117 | -2,3056 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_194 | 0,3375 | ELU_Tr | -66,338 | -5,995 | -0,249 | 0,00002973 | -0,0053 | 0,1875 | nAla_202 | 0,675 | ELU_Tr | 126,834 | -13,396 | 0,459 | 0,004 | -0,1433 | 2,2373 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_194 | 0,675 | ELU_Tr | -66,338 | -5,867 | -0,249 | 0,00002973 | 0,0789 | 2,1893 | nAla_203 | 0 | ELU_Tr | 162,678 | -3,85 | -0,214 | 0,0015 | -0,0654 | -2,2268 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_195 | 0 | ELU_Tr | -95,558 | -4,8 | -0,225 | 0,0001092 | -0,0767 | -1,3259 | nAla_203 | 0,3375 | ELU_Tr | 162,678 | -3,721 | -0,214 | 0,0015 | 0,0068 | -0,9493 |
| RigLo- | 0,3375 | ELU_Tr | -95,558 | -4,672 | -0,225 | 0,0001092 | -0,0007082 | 0,2725 | RigLo- | 0,675 | ELU_Tr | - | -3,592 | -0,214 | 0,0015 | 0,0789 | 0,2848 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|-------|--------|-----------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|---------|---------|
| nAla_203 | | | 162,678 | | | | | | nAla_212 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_204 | 0 | ELU_Tr | 161,353 | 0,277 | -0,143 | 0,0016 | -0,0593 | 0,455 | nAla_212 | 0,3375 | ELU_Tr | 45,262 | 4,804 | -0,448 | 0,0007475 | -0,0133 | 0,2285 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_204 | 0,3375 | ELU_Tr | 161,353 | 0,406 | -0,143 | 0,0016 | -0,0109 | 0,3397 | nAla_212 | 0,675 | ELU_Tr | 45,262 | 4,933 | -0,448 | 0,0007475 | 0,138 | -1,4147 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_204 | 0,675 | ELU_Tr | 161,353 | 0,535 | -0,143 | 0,0016 | 0,0375 | 0,1809 | nAla_213 | 0 | ELU_Tr | 63,599 | -0,751 | -0,379 | 0,0009561 | -0,1259 | -0,0844 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_205 | 0 | ELU_Tr | -125,06 | 3,961 | -0,487 | 0,0005019 | -0,1598 | 1,5493 | nAla_213 | 0,3375 | ELU_Tr | 63,599 | -0,622 | -0,379 | 0,0009561 | 0,0022 | 0,1473 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_205 | 0,3375 | ELU_Tr | -125,06 | 4,09 | -0,487 | 0,0005019 | 0,0046 | 0,1908 | nAla_213 | 0,675 | ELU_Tr | 63,599 | -0,494 | -0,379 | 0,0009561 | 0,1302 | 0,3356 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_205 | 0,675 | ELU_Tr | -125,06 | 4,218 | -0,487 | 0,0005019 | 0,1689 | -1,2113 | nAla_214 | 0 | ELU_Tr | 67,005 | 0,613 | -0,417 | 0,0007687 | -0,1572 | 0,7538 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_206 | 0 | ELU_Tr | -98,383 | 4,936 | -0,312 | 0,0011 | -0,1211 | 2,0075 | nAla_214 | 0,3375 | ELU_Tr | 67,005 | 0,742 | -0,417 | 0,0007687 | -0,0166 | 0,5251 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_206 | 0,3375 | ELU_Tr | -98,383 | 5,065 | -0,312 | 0,0011 | -0,0156 | 0,3197 | nAla_214 | 0,675 | ELU_Tr | 67,005 | 0,871 | -0,417 | 0,0007687 | 0,1241 | 0,253 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_206 | 0,675 | ELU_Tr | -98,383 | 5,194 | -0,312 | 0,0011 | 0,0898 | -1,4115 | nAla_215 | 0 | ELU_Tr | 76,07 | 2,193 | -0,431 | 0,0007142 | -0,1368 | 1,3411 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_207 | 0 | ELU_Tr | -67,255 | 6,21 | -0,286 | 0,0013 | -0,0874 | 2,3335 | nAla_215 | 0,3375 | ELU_Tr | 76,07 | 2,322 | -0,431 | 0,0007142 | 0,0087 | 0,5791 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_207 | 0,3375 | ELU_Tr | -67,255 | 6,339 | -0,286 | 0,0013 | 0,0092 | 0,2159 | nAla_215 | 0,675 | ELU_Tr | 76,07 | 2,451 | -0,431 | 0,0007142 | 0,1541 | -0,2263 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_207 | 0,675 | ELU_Tr | -67,255 | 6,468 | -0,286 | 0,0013 | 0,1059 | -1,9452 | nAla_216 | 0 | ELU_Tr | 91,443 | 3,618 | -0,511 | 0,0004048 | -0,1774 | 1,6183 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_208 | 0 | ELU_Tr | -30,218 | 7,428 | -0,303 | 0,0013 | -0,1169 | 2,5097 | nAla_216 | 0,3375 | ELU_Tr | 91,443 | 3,747 | -0,511 | 0,0004048 | -0,005 | 0,3754 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_208 | 0,3375 | ELU_Tr | -30,218 | 7,557 | -0,303 | 0,0013 | -0,0148 | -0,0191 | nAla_216 | 0,675 | ELU_Tr | 91,443 | 3,876 | -0,511 | 0,0004048 | 0,1674 | -0,9109 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_208 | 0,675 | ELU_Tr | -30,218 | 7,686 | -0,303 | 0,0013 | 0,0874 | -2,5913 | nAla_217 | 0 | ELU_Tr | 101,093 | -1,64 | -0,238 | 0,0011 | -0,0734 | -0,2075 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_209 | 0 | ELU_Tr | 0,299 | 0,05 | -0,392 | 0,0009393 | -0,1288 | -0,1812 | nAla_217 | 0,3375 | ELU_Tr | 101,093 | -1,512 | -0,238 | 0,0011 | 0,0068 | 0,3244 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_209 | 0,3375 | ELU_Tr | 0,299 | 0,179 | -0,392 | 0,0009393 | 0,0036 | -0,2197 | nAla_217 | 0,675 | ELU_Tr | 101,093 | -1,383 | -0,238 | 0,0011 | 0,0869 | 0,8129 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_209 | 0,675 | ELU_Tr | 0,299 | 0,307 | -0,392 | 0,0009393 | 0,136 | -0,3017 | nAla_218 | 0 | ELU_Tr | 99,131 | -0,272 | -0,254 | 0,0008745 | -0,0964 | 0,5848 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_210 | 0 | ELU_Tr | 8,888 | 1,434 | -0,345 | 0,001 | -0,1355 | 0,7423 | nAla_218 | 0,3375 | ELU_Tr | 99,131 | -0,144 | -0,254 | 0,0008745 | -0,0107 | 0,655 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_210 | 0,3375 | ELU_Tr | 8,888 | 1,563 | -0,345 | 0,001 | -0,019 | 0,2364 | nAla_218 | 0,675 | ELU_Tr | 99,131 | -0,015 | -0,254 | 0,0008745 | 0,0749 | 0,6817 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_210 | 0,675 | ELU_Tr | 8,888 | 1,692 | -0,345 | 0,001 | 0,0975 | -0,3129 | nAla_219 | 0 | ELU_Tr | 102,854 | 1,287 | -0,276 | 0,0008106 | -0,0892 | 1,1294 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_211 | 0 | ELU_Tr | 23,458 | 3,171 | -0,342 | 0,001 | -0,1099 | 1,4363 | nAla_219 | 0,3375 | ELU_Tr | 102,854 | 1,416 | -0,276 | 0,0008106 | 0,0039 | 0,6732 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_211 | 0,3375 | ELU_Tr | 23,458 | 3,3 | -0,342 | 0,001 | 0,0055 | 0,3444 | nAla_219 | 0,675 | ELU_Tr | 102,854 | 1,545 | -0,276 | 0,0008106 | 0,0971 | 0,1735 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_211 | 0,675 | ELU_Tr | 23,458 | 3,429 | -0,342 | 0,001 | 0,1209 | -0,7911 | nAla_220 | 0 | ELU_Tr | 112,524 | 2,686 | -0,402 | 0,0004373 | -0,1451 | 1,3304 |
| RigLo- | | | - | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_211 | 0 | ELU_Tr | 45,262 | 4,676 | -0,448 | 0,0007475 | -0,1645 | 1,8283 | nAla_220 | 0,3375 | ELU_Tr | 112,524 | 2,815 | -0,402 | 0,0004373 | -0,0096 | 0,402 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| nAla_220 | | | | | | | | | nAla_228 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_220 | 0,675 | ELU_Tr | 112,524 | 2,944 | -0,402 | 0,0004373 | 0,1259 | -0,5698 | nAla_229 | 0 | ELU_Tr | 55,151 | -4,76 | -0,216 | 0,0005755 | -0,0751 | -1,3237 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_221 | 0 | ELU_Tr | 113,268 | -2,774 | -0,266 | 0,0008831 | -0,0882 | -0,5156 | nAla_229 | 0,3375 | ELU_Tr | 55,151 | -4,631 | -0,216 | 0,0005755 | -0,0021 | 0,2609 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_221 | 0,3375 | ELU_Tr | 113,268 | -2,645 | -0,266 | 0,0008831 | 0,0015 | 0,3987 | nAla_229 | 0,675 | ELU_Tr | 55,151 | -4,502 | -0,216 | 0,0005755 | 0,071 | 1,802 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_221 | 0,675 | ELU_Tr | 113,268 | -2,516 | -0,266 | 0,0008831 | 0,0913 | 1,2696 | nAla_230 | 0 | ELU_Tr | 34,415 | -3,263 | -0,269 | 0,000375 | -0,1024 | -0,6885 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_222 | 0 | ELU_Tr | 104,627 | -1,379 | -0,335 | 0,0005917 | -0,1265 | 0,2366 | nAla_230 | 0,3375 | ELU_Tr | 34,415 | -3,134 | -0,269 | 0,000375 | -0,0116 | 0,3909 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_222 | 0,3375 | ELU_Tr | 104,627 | -1,25 | -0,335 | 0,0005917 | -0,0134 | 0,6803 | nAla_230 | 0,675 | ELU_Tr | 34,415 | -3,005 | -0,269 | 0,000375 | 0,0791 | 1,4268 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_222 | 0,675 | ELU_Tr | 104,627 | -1,122 | -0,335 | 0,0005917 | 0,0997 | 1,0806 | nAla_231 | 0 | ELU_Tr | 20,792 | -1,541 | -0,265 | 0,000324 | -0,092 | -0,2088 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_223 | 0 | ELU_Tr | 101,877 | 0,177 | -0,356 | 0,0005137 | -0,1139 | 0,7497 | nAla_231 | 0,3375 | ELU_Tr | 20,792 | -1,412 | -0,265 | 0,000324 | -0,0024 | 0,2896 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_223 | 0,3375 | ELU_Tr | 101,877 | 0,306 | -0,356 | 0,0005137 | 0,0061 | 0,6683 | nAla_231 | 0,675 | ELU_Tr | 20,792 | -1,283 | -0,265 | 0,000324 | 0,0872 | 0,7445 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_223 | 0,675 | ELU_Tr | 101,877 | 0,434 | -0,356 | 0,0005137 | 0,1261 | 0,5434 | nAla_232 | 0 | ELU_Tr | 13,106 | -0,157 | -0,278 | 0,0003676 | -0,0995 | -0,1907 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_224 | 0 | ELU_Tr | 104,831 | 1,548 | -0,429 | 0,000207 | -0,1479 | 0,8911 | nAla_232 | 0,3375 | ELU_Tr | 13,106 | -0,028 | -0,278 | 0,0003676 | -0,0059 | -0,1594 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_224 | 0,3375 | ELU_Tr | 104,831 | 1,677 | -0,429 | 0,000207 | -0,003 | 0,3469 | nAla_232 | 0,675 | ELU_Tr | 13,106 | 0,101 | -0,278 | 0,0003676 | 0,0878 | -0,1716 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_224 | 0,675 | ELU_Tr | 104,831 | 1,806 | -0,429 | 0,000207 | 0,1419 | -0,2407 | nAla_233 | 0 | ELU_Tr | -15,819 | -7,463 | -0,366 | 0,00001095 | -0,1287 | -2,4646 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_225 | 0 | ELU_Tr | 96,691 | -3,694 | -0,154 | 0,0009278 | -0,0469 | -0,8349 | nAla_233 | 0,3375 | ELU_Tr | -15,819 | -7,335 | -0,366 | 0,00001095 | -0,0052 | 0,0326 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_225 | 0,3375 | ELU_Tr | 96,691 | -3,566 | -0,154 | 0,0009278 | 0,005 | 0,3902 | nAla_233 | 0,675 | ELU_Tr | -15,819 | -7,206 | -0,366 | 0,00001095 | 0,1184 | 2,4864 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_225 | 0,675 | ELU_Tr | 96,691 | -3,437 | -0,154 | 0,0009278 | 0,0568 | 1,5719 | nAla_234 | 0 | ELU_Tr | -51,539 | -6,256 | -0,328 | 0,00008536 | -0,1176 | -1,8098 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_226 | 0 | ELU_Tr | 82,413 | -2,275 | -0,177 | 0,0006761 | -0,0676 | -0,1407 | nAla_234 | 0,3375 | ELU_Tr | -51,539 | -6,127 | -0,328 | 0,00008536 | -0,0068 | 0,2798 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_226 | 0,3375 | ELU_Tr | 82,413 | -2,146 | -0,177 | 0,0006761 | -0,008 | 0,6055 | nAla_234 | 0,675 | ELU_Tr | -51,539 | -5,998 | -0,328 | 0,00008536 | 0,104 | 2,326 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_226 | 0,675 | ELU_Tr | 82,413 | -2,018 | -0,177 | 0,0006761 | 0,0517 | 1,3082 | nAla_235 | 0 | ELU_Tr | -81,499 | -5,006 | -0,308 | 0,0002169 | -0,1022 | -1,2785 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_227 | 0 | ELU_Tr | 74,369 | -0,7 | -0,193 | 0,000633 | -0,0644 | 0,3426 | nAla_235 | 0,3375 | ELU_Tr | -81,499 | -4,877 | -0,308 | 0,0002169 | 0,0016 | 0,3892 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_227 | 0,3375 | ELU_Tr | 74,369 | -0,572 | -0,193 | 0,000633 | 0,000836 | 0,5573 | nAla_235 | 0,675 | ELU_Tr | -81,499 | -4,748 | -0,308 | 0,0002169 | 0,1054 | 2,0134 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_227 | 0,675 | ELU_Tr | 74,369 | -0,443 | -0,193 | 0,000633 | 0,0661 | 0,7285 | nAla_236 | 0 | ELU_Tr | -107,15 | -4,041 | -0,185 | 0,0007934 | -0,0677 | -1,0821 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_228 | 0 | ELU_Tr | 71,98 | 0,666 | -0,289 | 0,0003563 | -0,1064 | 0,4328 | nAla_236 | 0,3375 | ELU_Tr | -107,15 | -3,913 | -0,185 | 0,0007934 | -0,0053 | 0,2601 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_228 | 0,3375 | ELU_Tr | 71,98 | 0,795 | -0,289 | 0,0003563 | -0,0089 | 0,1864 | nAla_236 | 0,675 | ELU_Tr | -107,15 | -3,784 | -0,185 | 0,0007934 | 0,0571 | 1,5589 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_228 | 0,675 | ELU_Tr | 71,98 | 0,923 | -0,289 | 0,0003563 | 0,0887 | -0,1035 | nAla_236 | 0 | ELU_Tr | - | -0,567 | -0,54 | -0,0003909 | -0,1822 | 0,2516 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|---------|--------|------------|------------|---------|--|----------|--------|--------|---------|-------|--------|-----------|---------|---------|--|
| nAla_237 | | | 142,284 | | | | | | | nAla_245 | | | | | | | | | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_237 | 0,3375 | ELU_Tr | 142,284 | -0,439 | -0,54 | -0,0003909 | -0,0001193 | 0,4214 | | nAla_245 | 0,675 | ELU_Tr | -71,753 | 5,623 | -0,496 | 0,000728 | 0,1741 | -1,4717 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_237 | 0,675 | ELU_Tr | 142,284 | -0,31 | -0,54 | -0,0003909 | 0,182 | 0,5477 | | nAla_246 | 0 | ELU_Tr | -36,916 | 6,247 | -0,341 | 0,0013 | -0,1313 | 2,7303 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_238 | 0 | ELU_Tr | 143,834 | 3,473 | -0,416 | -0,0001684 | -0,1483 | 0,3491 | | nAla_246 | 0,3375 | ELU_Tr | -36,916 | 6,376 | -0,341 | 0,0013 | -0,0161 | 0,6002 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_238 | 0,3375 | ELU_Tr | 143,834 | 3,602 | -0,416 | -0,0001684 | -0,0079 | -0,8448 | | nAla_246 | 0,675 | ELU_Tr | -36,916 | 6,504 | -0,341 | 0,0013 | 0,099 | -1,5733 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_238 | 0,675 | ELU_Tr | 143,834 | 3,731 | -0,416 | -0,0001684 | 0,1326 | -2,0822 | | nAla_247 | 0 | ELU_Tr | 1,361 | 7,358 | -0,342 | 0,0013 | -0,1022 | 3,0301 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_239 | 0 | ELU_Tr | 107,787 | 12,951 | -1,111 | -0,0028 | -0,346 | 2,387 | | nAla_247 | 0,3375 | ELU_Tr | 1,361 | 7,486 | -0,342 | 0,0013 | 0,0132 | 0,5252 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_239 | 0,3375 | ELU_Tr | 107,787 | 13,08 | -1,111 | -0,0028 | 0,0289 | -2,0058 | | nAla_247 | 0,675 | ELU_Tr | 1,361 | 7,615 | -0,342 | 0,0013 | 0,1285 | -2,0232 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_239 | 0,675 | ELU_Tr | 107,787 | 13,209 | -1,111 | -0,0028 | 0,4038 | -6,4421 | | nAla_248 | 0 | ELU_Tr | 45,071 | 8,535 | -0,408 | 0,0011 | -0,1497 | 3,2361 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_240 | 0 | ELU_Tr | -37,157 | 13,69 | -1,755 | -0,008 | -0,6079 | 2,0084 | | nAla_248 | 0,3375 | ELU_Tr | 45,071 | 8,663 | -0,408 | 0,0011 | -0,0121 | 0,3339 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_240 | 0,3375 | ELU_Tr | -37,157 | 13,819 | -1,755 | -0,008 | -0,0156 | -2,6338 | | nAla_248 | 0,675 | ELU_Tr | 45,071 | 8,792 | -0,408 | 0,0011 | 0,1255 | -2,6117 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_240 | 0,675 | ELU_Tr | -37,157 | 13,948 | -1,755 | -0,008 | 0,5767 | -7,3194 | | nAla_249 | 0 | ELU_Tr | 86,753 | 1,591 | -0,287 | 0,0014 | -0,0884 | 0,6294 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_241 | 0 | ELU_Tr | -26,81 | -10,43 | 1,061 | 0,0093 | 0,3575 | -6,2411 | | nAla_249 | 0,3375 | ELU_Tr | 86,753 | 1,72 | -0,287 | 0,0014 | 0,0086 | 0,0707 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_241 | 0,3375 | ELU_Tr | -26,81 | -10,301 | 1,061 | 0,0093 | -0,0006388 | -2,7428 | | nAla_249 | 0,675 | ELU_Tr | 86,753 | 1,848 | -0,287 | 0,0014 | 0,1055 | -0,5314 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_241 | 0,675 | ELU_Tr | -26,81 | -10,172 | 1,061 | 0,0093 | -0,3587 | 0,7122 | | nAla_250 | 0 | ELU_Tr | 104,472 | 2,894 | -0,29 | 0,0012 | -0,1158 | 1,613 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_242 | 0 | ELU_Tr | -90,961 | -13,555 | 0,484 | 0,0044 | 0,176 | -6,805 | | nAla_250 | 0,3375 | ELU_Tr | 104,472 | 3,022 | -0,29 | 0,0012 | -0,0179 | 0,6147 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_242 | 0,3375 | ELU_Tr | -90,961 | -13,427 | 0,484 | 0,0044 | 0,0126 | -2,2518 | | nAla_250 | 0,675 | ELU_Tr | 104,472 | 3,151 | -0,29 | 0,0012 | 0,08 | -0,4271 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_242 | 0,675 | ELU_Tr | -90,961 | -13,298 | 0,484 | 0,0044 | -0,1508 | 2,2579 | | nAla_251 | 0 | ELU_Tr | 127,098 | 4,471 | -0,325 | 0,0011 | -0,1032 | 2,2904 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_243 | 0 | ELU_Tr | 124,302 | -3,297 | -0,235 | 0,0017 | -0,0705 | -1,9123 | | nAla_251 | 0,3375 | ELU_Tr | 127,098 | 4,6 | -0,325 | 0,0011 | 0,0065 | 0,7595 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_243 | 0,3375 | ELU_Tr | 124,302 | -3,168 | -0,235 | 0,0017 | 0,009 | -0,8213 | | nAla_251 | 0,675 | ELU_Tr | 127,098 | 4,729 | -0,325 | 0,0011 | 0,1163 | -0,8147 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_243 | 0,675 | ELU_Tr | 124,302 | -3,039 | -0,235 | 0,0017 | 0,0884 | 0,2262 | | nAla_252 | 0 | ELU_Tr | 156,394 | 5,947 | -0,53 | 0,0003983 | -0,1899 | 2,7067 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_244 | 0 | ELU_Tr | 118,288 | 0,999 | -0,198 | 0,0017 | -0,0771 | 0,9626 | | nAla_252 | 0,3375 | ELU_Tr | 156,394 | 6,076 | -0,53 | 0,0003983 | -0,0111 | 0,6779 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_244 | 0,3375 | ELU_Tr | 118,288 | 1,128 | -0,198 | 0,0017 | -0,0104 | 0,6038 | | nAla_252 | 0,675 | ELU_Tr | 156,394 | 6,205 | -0,53 | 0,0003983 | 0,1678 | -1,3944 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_244 | 0,675 | ELU_Tr | 118,288 | 1,256 | -0,198 | 0,0017 | 0,0563 | 0,2016 | | nAla_253 | 0 | ELU_Tr | 186,784 | 0,768 | -0,24 | 0,0014 | -0,0758 | 0,8197 | |
| RigLo- | | | - | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | | |
| nAla_245 | 0 | ELU_Tr | -71,753 | 5,366 | -0,496 | 0,000728 | -0,1606 | 2,237 | | nAla_253 | 0,3375 | ELU_Tr | 186,784 | 0,897 | -0,24 | 0,0014 | 0,0053 | 0,5387 | |
| RigLo- | 0,3375 | ELU_Tr | -71,753 | 5,494 | -0,496 | 0,000728 | 0,0068 | 0,4044 | | RigLo- | 0,675 | ELU_Tr | 186,784 | 1,026 | -0,24 | 0,0014 | 0,0864 | 0,2143 | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|----------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|------------|---------|---------|
| nAla_253 | | | | | | | | | nAla_262 | | | | | | | | |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_254 | 0 | ELU_Tr | 199,387 | 2,003 | -0,382 | 0,0007662 | -0,1442 | 1,7409 | nAla_262 | 0,3375 | ELU_Tr | 270,649 | -1,554 | -0,209 | -0,000178 | -0,0124 | 1,6041 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_254 | 0,3375 | ELU_Tr | 199,387 | 2,132 | -0,382 | 0,0007662 | -0,0151 | 1,0431 | nAla_262 | 0,675 | ELU_Tr | 270,649 | -1,426 | -0,209 | -0,000178 | 0,0583 | 2,1071 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_254 | 0,675 | ELU_Tr | 199,387 | 2,261 | -0,382 | 0,0007662 | 0,114 | 0,3018 | nAla_263 | 0 | ELU_Tr | 263,76 | -0,69 | -0,332 | -0,0006657 | -0,1135 | 1,2827 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_255 | 0 | ELU_Tr | 215,929 | 3,271 | -0,459 | 0,0005538 | -0,1389 | 2,2865 | nAla_263 | 0,3375 | ELU_Tr | 263,76 | -0,561 | -0,332 | -0,0006657 | -0,0014 | 1,4939 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_255 | 0,3375 | ELU_Tr | 215,929 | 3,4 | -0,459 | 0,0005538 | 0,0161 | 1,1607 | nAla_263 | 0,675 | ELU_Tr | 263,76 | -0,432 | -0,332 | -0,0006657 | 0,1108 | 1,6615 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_255 | 0,675 | ELU_Tr | 215,929 | 3,529 | -0,459 | 0,0005538 | 0,1711 | -0,0085 | nAla_264 | 0 | ELU_Tr | 259,078 | 0,32 | -0,517 | -0,0016 | -0,1607 | 1,0894 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_256 | 0 | ELU_Tr | 237,567 | 4,584 | -0,653 | -0,000436 | -0,2163 | 2,5915 | nAla_264 | 0,3375 | ELU_Tr | 259,078 | 0,448 | -0,517 | -0,0016 | 0,0139 | 0,9598 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_256 | 0,3375 | ELU_Tr | 237,567 | 4,713 | -0,653 | -0,000436 | 0,0042 | 1,0226 | nAla_264 | 0,675 | ELU_Tr | 259,078 | 0,577 | -0,517 | -0,0016 | 0,1886 | 0,7868 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_256 | 0,675 | ELU_Tr | 237,567 | 4,842 | -0,653 | -0,000436 | 0,2247 | -0,5898 | nAla_265 | 0 | ELU_Tr | 238,951 | -4,79 | 0,397 | 0,0008976 | 0,1418 | -0,5685 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_257 | 0 | ELU_Tr | 258,106 | -0,533 | 0,269 | 0,0021 | 0,108 | 0,7956 | nAla_265 | 0,3375 | ELU_Tr | 238,951 | -4,661 | 0,397 | 0,0008976 | 0,0079 | 1,0263 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_257 | 0,3375 | ELU_Tr | 258,106 | -0,405 | 0,269 | 0,0021 | 0,0173 | 0,9539 | nAla_265 | 0,675 | ELU_Tr | 238,951 | -4,532 | 0,397 | 0,0008976 | -0,126 | 2,5777 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_257 | 0,675 | ELU_Tr | 258,106 | -0,276 | 0,269 | 0,0021 | -0,0734 | 1,0688 | nAla_266 | 0 | ELU_Tr | 217,627 | -3,478 | 0,225 | 0,00006466 | 0,0863 | 0,0156 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_258 | 0 | ELU_Tr | 263,05 | 0,475 | 0,104 | 0,0012 | 0,0276 | 1,6725 | nAla_266 | 0,3375 | ELU_Tr | 217,627 | -3,349 | 0,225 | 0,00006466 | 0,0104 | 1,1675 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_258 | 0,3375 | ELU_Tr | 263,05 | 0,604 | 0,104 | 0,0012 | -0,0075 | 1,4905 | nAla_266 | 0,675 | ELU_Tr | 217,627 | -3,22 | 0,225 | 0,00006466 | -0,0655 | 2,276 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_258 | 0,675 | ELU_Tr | 263,05 | 0,732 | 0,104 | 0,0012 | -0,0425 | 1,265 | nAla_267 | 0 | ELU_Tr | 201,386 | -2,21 | 0,148 | -0,0002666 | 0,0419 | 0,3273 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_259 | 0 | ELU_Tr | 270,191 | 1,469 | -0,02 | 0,0006843 | -0,0128 | 2,1198 | nAla_267 | 0,3375 | ELU_Tr | 201,386 | -2,081 | 0,148 | -0,0002666 | -0,0079 | 1,0515 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_259 | 0,3375 | ELU_Tr | 270,191 | 1,598 | -0,02 | 0,0006843 | -0,0061 | 1,6024 | nAla_267 | 0,675 | ELU_Tr | 201,386 | -1,953 | 0,148 | -0,0002666 | -0,0577 | 1,7322 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_259 | 0,675 | ELU_Tr | 270,191 | 1,726 | -0,02 | 0,0006843 | 0,000548 | 1,0415 | nAla_268 | 0 | ELU_Tr | 189,091 | -0,973 | -0,01 | -0,0008672 | -0,0013 | 0,2428 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_260 | 0 | ELU_Tr | 279,986 | 2,557 | -0,431 | -0,0007623 | -0,1556 | 2,2112 | nAla_268 | 0,3375 | ELU_Tr | 189,091 | -0,844 | -0,01 | -0,0008672 | 0,0021 | 0,5495 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_260 | 0,3375 | ELU_Tr | 279,986 | 2,685 | -0,431 | -0,0007623 | -0,0101 | 1,3266 | nAla_268 | 0,675 | ELU_Tr | 189,091 | -0,716 | -0,01 | -0,0008672 | 0,0055 | 0,8127 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_260 | 0,675 | ELU_Tr | 279,986 | 2,814 | -0,431 | -0,0007623 | 0,1354 | 0,3985 | nAla_269 | 0 | ELU_Tr | 159,18 | -6,148 | 0,273 | 0,00007523 | 0,0866 | -1,3667 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_261 | 0 | ELU_Tr | 280,178 | -2,77 | 0,181 | 0,0012 | 0,0552 | 0,4126 | nAla_269 | 0,3375 | ELU_Tr | 159,18 | -6,019 | 0,273 | 0,00007523 | -0,0055 | 0,6865 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_261 | 0,3375 | ELU_Tr | 280,178 | -2,641 | 0,181 | 0,0012 | -0,006 | 1,3257 | nAla_269 | 0,675 | ELU_Tr | 159,18 | -5,891 | 0,273 | 0,00007523 | -0,0975 | 2,6964 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_261 | 0,675 | ELU_Tr | 280,178 | -2,513 | 0,181 | 0,0012 | -0,0672 | 2,1954 | nAla_270 | 0 | ELU_Tr | 130,233 | -4,675 | 0,095 | -0,0005276 | 0,0336 | -0,783 |
| RigLo- | | | | | | | | | RigLo- | | | | | | | | |
| nAla_261 | 0 | ELU_Tr | 270,649 | -1,683 | -0,209 | -0,000178 | -0,0831 | 1,0578 | nAla_270 | 0,3375 | ELU_Tr | 130,233 | -4,546 | 0,095 | -0,0005276 | 0,0015 | 0,773 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

nAla_270

RigLo-

| | | | | | | | | |
|----------|-------|--------|---------|--------|-------|------------|---------|--------|
| nAla_270 | 0,675 | ELU_Tr | 130,233 | -4,417 | 0,095 | -0,0005276 | -0,0306 | 2,2855 |
|----------|-------|--------|---------|--------|-------|------------|---------|--------|

APÉNDICE 4: ESFUERZOS EN LÁMINAS

TABLE: Element Forces - Area Shells

| Area | Joint | OutputCase | F11 | F22 | F12 | M11 | M22 | M12 | V13 | V23 |
|--------|------------|------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|
| Text | Text | Text | KN/m | KN/m | KN/m | KN-m/m | KN-m/m | KN-m/m | KN/m | KN/m |
| Arco_1 | Soporte_1 | ELU_Tr | 4053,38 | 1214,38 | 46,56 | 0,10 | -0,04 | 0,66 | 6,13 | 0,93 |
| Arco_1 | Soporte_9 | ELU_Tr | 3786,30 | 1133,81 | 38,51 | -4,27 | -1,31 | 0,27 | 6,13 | 0,93 |
| Arco_1 | Soporte_22 | ELU_Tr | 3788,78 | 1142,12 | 106,13 | 6,58 | 2,82 | 1,22 | 6,13 | 0,93 |
| Arco_2 | Soporte_2 | ELU_Tr | 3979,04 | 1163,15 | 213,46 | 0,19 | -0,01 | -0,62 | -5,85 | 0,91 |
| Arco_2 | Soporte_23 | ELU_Tr | 3611,74 | 1062,83 | 130,74 | 6,32 | 2,64 | -1,20 | -5,85 | 0,91 |
| Arco_2 | Soporte_10 | ELU_Tr | 3608,28 | 1051,30 | 224,61 | -4,06 | -1,24 | -0,27 | -5,85 | 0,91 |
| Arco_3 | Soporte_3 | ELU_Tr | 4196,76 | 1236,10 | 141,89 | 1,59 | 0,48 | 0,08 | -1,04 | 0,42 |
| Arco_3 | Soporte_30 | ELU_Tr | 4064,25 | 1199,91 | 112,04 | 2,04 | 0,08 | -0,60 | -1,04 | 0,42 |
| Arco_3 | Soporte_13 | ELU_Tr | 4063,00 | 1195,75 | 145,91 | -0,08 | -0,05 | -0,21 | -1,04 | 0,42 |
| Arco_4 | Soporte_4 | ELU_Tr | 4007,35 | 1153,52 | -375,10 | 1,56 | 0,47 | -0,03 | 1,46 | 0,47 |
| Arco_4 | Soporte_14 | ELU_Tr | 3937,92 | 1132,58 | -377,18 | -0,36 | -0,13 | 0,22 | 1,46 | 0,47 |
| Arco_4 | Soporte_31 | ELU_Tr | 3938,57 | 1134,74 | -359,61 | 2,48 | 0,31 | 0,66 | 1,46 | 0,47 |
| Arco_5 | Soporte_5 | ELU_Tr | 3372,50 | 1007,89 | 16,39 | -0,47 | -0,23 | 0,78 | 6,51 | 0,88 |
| Arco_5 | Soporte_15 | ELU_Tr | 2798,17 | -834,62 | -0,92 | -4,72 | -1,43 | 0,22 | 6,51 | 0,88 |
| Arco_5 | Soporte_34 | ELU_Tr | 2803,50 | -852,50 | 144,49 | 6,68 | 3,18 | 1,13 | 6,51 | 0,88 |
| Arco_6 | Soporte_6 | ELU_Tr | 3345,23 | -970,78 | 242,94 | -0,32 | -0,18 | -0,74 | -6,35 | 0,89 |
| Arco_6 | Soporte_35 | ELU_Tr | 3157,92 | -919,62 | 200,75 | 6,58 | 3,05 | -1,15 | -6,35 | 0,89 |
| Arco_6 | Soporte_16 | ELU_Tr | 3156,15 | -913,74 | 248,62 | -4,57 | -1,39 | -0,23 | -6,35 | 0,89 |
| Arco_7 | Soporte_7 | ELU_Tr | 3466,44 | 1023,67 | 93,35 | 1,83 | 0,58 | 0,29 | 0,57 | 0,22 |
| Arco_7 | Soporte_42 | ELU_Tr | 3010,25 | -899,06 | -9,39 | 0,46 | -0,73 | -0,35 | 0,57 | 0,22 |
| Arco_7 | Soporte_19 | ELU_Tr | 3005,96 | -884,75 | 107,19 | 1,15 | 0,32 | -0,17 | 0,57 | 0,22 |
| Arco_8 | Soporte_8 | ELU_Tr | 3409,72 | -979,13 | -340,32 | 1,80 | 0,56 | -0,24 | -0,16 | 0,28 |
| Arco_8 | Soporte_20 | ELU_Tr | - | -957,62 | -342,47 | 0,83 | 0,23 | 0,19 | -0,16 | 0,28 |
| | | | | | | | | | | 3338,42 |
| Arco_8 | Soporte_43 | ELU_Tr | 3339,09 | -959,84 | -324,42 | 0,86 | -0,55 | 0,42 | -0,16 | 0,28 |
| | | | | | | | | | | - |
| Arco_9 | Soporte_1 | ELU_Tr | 4339,10 | 1301,73 | -289,26 | -0,04 | -0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,00421 |
| Arco_9 | Soporte_45 | ELU_Tr | 3823,44 | 417,12 | -265,64 | -0,04 | -0,17 | 0,03 | 0,00 | -0,0835 |
| Arco_9 | Soporte_47 | ELU_Tr | 3851,90 | 408,58 | 381,10 | -0,01 | -0,01 | 0,02 | 0,00 | -0,0835 |
| | | | | | | | | | | - |
| Arco_9 | Soporte_3 | ELU_Tr | 4367,56 | 1310,27 | 357,48 | -0,02 | -0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00421 |
| Diáf_1 | Tabl_5732 | ELU_Tr | 1019,92 | 3089,44 | 916,92 | -0,74 | -3,43 | -0,63 | 3,90 | 0,4 |
| Diáf_1 | Tabl_5211 | ELU_Tr | -234,69 | 836,72 | 706,53 | 1,91 | 1,30 | -2,12 | 7,05 | -19,3 |
| Diáf_1 | Tabl_1 | ELU_Tr | -354,63 | 1612,40 | 1317,86 | -1,10 | -5,51 | -0,92 | 6,20 | -23,8 |
| Diáf_1 | E1_a | ELU_Tr | 1223,90 | 2733,92 | 1557,36 | -2,42 | -3,13 | -0,67 | 2,51 | -0,8 |
| Diáf_2 | Tabl_5733 | ELU_Tr | 1906,95 | 4595,55 | 1858,78 | -0,15 | -0,32 | -0,17 | 2,76 | -2,7 |
| Diáf_2 | Tabl_5251 | ELU_Tr | -569,63 | 2091,06 | 1745,92 | 0,71 | 1,64 | -0,23 | 4,17 | -4,29 |
| Diáf_2 | Tabl_41 | ELU_Tr | 233,22 | 3784,80 | 3171,86 | 0,72 | -0,28 | 0,67 | 5,93 | -3,89 |
| Diáf_2 | Tabl_562 | ELU_Tr | 1270,74 | 3734,99 | 3238,90 | -0,64 | -1,43 | 0,26 | 4,28 | -2,03 |
| Diáf_3 | Tabl_5743 | ELU_Tr | 2068,99 | 5017,09 | 2051,04 | -0,11 | -0,12 | -0,08 | 1,60 | -4,02 |
| Diáf_3 | Tabl_5291 | ELU_Tr | -594,69 | 2354,42 | 1910,97 | 0,05 | 0,29 | 0,03 | 1,50 | 0,57 |
| Diáf_3 | Tabl_81 | ELU_Tr | 353,17 | 4188,67 | 3424,97 | 0,24 | 0,30 | 0,40 | 2,50 | 2,05 |
| Diáf_3 | Tabl_602 | ELU_Tr | 1295,93 | 4056,83 | 3505,60 | -0,40 | -1,55 | 0,34 | 2,62 | -3,32 |
| Diáf_4 | Tabl_5753 | ELU_Tr | 2106,11 | 5141,12 | 2082,26 | -0,05 | -0,15 | -0,03 | 0,63 | -1,47 |
| Diáf_4 | Tabl_5331 | ELU_Tr | -592,89 | 2424,97 | 1946,91 | 0,07 | 0,46 | -0,07 | 1,20 | -1,41 |
| Diáf_4 | Tabl_121 | ELU_Tr | 390,81 | 4316,06 | 3517,26 | 0,23 | -0,15 | 0,27 | 2,45 | -1,01 |
| Diáf_4 | Tabl_642 | ELU_Tr | 1303,58 | 4155,91 | 3591,07 | -0,39 | -0,69 | 0,12 | 1,79 | -1,08 |
| Diáf_5 | Tabl_5763 | ELU_Tr | 2074,77 | 5087,55 | 2024,26 | 0,80 | 0,45 | 0,48 | 10,48 | 24,22 |
| Diáf_5 | Tabl_5371 | ELU_Tr | -577,13 | 2400,64 | 1917,62 | -0,08 | 0,43 | -0,70 | -5,84 | -13,95 |
| Diáf_5 | Tabl_161 | ELU_Tr | 378,26 | 4275,93 | 3529,33 | -0,35 | -3,50 | -1,76 | -5,32 | -23,65 |
| Diáf_5 | Tabl_682 | ELU_Tr | 1306,08 | 4145,78 | 3579,72 | 0,90 | 8,97 | -2,26 | 10,74 | 20,91 |
| Diáf_6 | Tabl_5773 | ELU_Tr | 2072,01 | 5084,20 | 2013,55 | 1,53 | 0,98 | 0,92 | 20,09 | 46,35 |
| Diáf_6 | Tabl_5411 | ELU_Tr | -577,89 | 2386,42 | 1913,64 | -0,22 | 0,39 | -1,24 | 11,95 | -24,71 |
| Diáf_6 | Tabl_201 | ELU_Tr | 360,35 | 4254,47 | 3530,55 | -0,86 | -6,38 | -3,51 | 12,06 | -43,11 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|------------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | - | - | - | | | | | | Losa_6 | Tabl_21319 | ELU_Tr | -25,30 | -23,50 | 0,30 | -2,26 | -0,65 | 7,83 | -6,11 | -19,2 |
| Diaf_6 | Tabl_722 | ELU_Tr | 1321,47 | 4154,65 | 3576,42 | 2,02 | 17,31 | -4,31 | 21,55 | 39,86 | Losa_7 | Tabl_13424 | ELU_Tr | -28,34 | -4,47 | 21,78 | 0,30 | -1,36 | -0,69 | -0,59 | 3,73 |
| | | | - | - | - | | | | | | Losa_7 | Tabl_12903 | ELU_Tr | 3,03 | 1,80 | -9,36 | 0,57 | 0,63 | -0,46 | -1,05 | 3,73 |
| Diaf_7 | Tabl_5783 | ELU_Tr | 2289,46 | 5547,77 | 2240,73 | 1,03 | 0,28 | 0,68 | 13,76 | 32,55 | Losa_7 | Tabl_12904 | ELU_Tr | -1,56 | -21,13 | 1,52 | 1,01 | 0,42 | -0,36 | -1,05 | 4,22 |
| Diaf_7 | Tabl_5451 | ELU_Tr | -664,87 | 2575,15 | 2110,19 | 0,02 | 1,45 | -1,10 | -6,19 | -22,38 | Losa_7 | Tabl_13425 | ELU_Tr | -32,92 | -27,40 | 32,67 | 0,74 | -1,57 | -0,58 | -0,59 | 4,22 |
| Diaf_7 | Tabl_241 | ELU_Tr | 338,18 | 4590,52 | 3817,75 | -0,22 | -5,25 | -2,01 | -3,77 | -35,75 | Losa_8 | Tabl_13425 | ELU_Tr | -136,01 | -48,02 | 65,38 | 0,19 | -1,60 | -0,52 | -4,05 | 4,64 |
| | | | - | - | - | | | | | | Losa_8 | Tabl_12904 | ELU_Tr | -47,33 | -30,29 | 23,20 | 1,00 | 0,34 | -0,42 | -2,68 | 4,64 |
| Diaf_7 | Tabl_762 | ELU_Tr | 1484,74 | 4524,06 | 3889,19 | 0,70 | 11,67 | -2,95 | 12,61 | 28,39 | Losa_8 | Tabl_12905 | ELU_Tr | -36,46 | 24,08 | 35,41 | 2,80 | 0,60 | -0,79 | -2,68 | 3,18 |
| | | | - | - | - | | | | | | Losa_8 | Tabl_13426 | ELU_Tr | -125,14 | 6,34 | 77,59 | 2,01 | -1,37 | -0,88 | -4,05 | 3,18 |
| Diaf_8 | Tabl_5793 | ELU_Tr | 2135,67 | 4919,21 | 2130,12 | -0,16 | 0,28 | -0,16 | 2,42 | -6,45 | Losa_9 | Tabl_13426 | ELU_Tr | -209,81 | -10,59 | 63,89 | 0,99 | -1,45 | -1,09 | -4,89 | 3,86 |
| Diaf_8 | Tabl_5491 | ELU_Tr | -671,17 | 2403,26 | 1979,64 | -0,15 | -1,24 | 0,40 | -0,57 | 8,5 | Losa_9 | Tabl_12905 | ELU_Tr | -165,10 | -1,65 | 41,69 | 1,54 | 0,22 | -0,58 | -4,01 | 3,86 |
| Diaf_8 | Tabl_281 | ELU_Tr | 311,89 | 4225,32 | 3517,18 | -0,27 | 1,67 | 0,03 | -3,06 | 11,51 | Losa_9 | Tabl_12906 | ELU_Tr | -160,00 | 23,86 | 36,86 | 3,92 | 0,06 | -0,75 | -4,01 | 2,91 |
| | | | - | - | - | | | | | | Losa_9 | Tabl_13427 | ELU_Tr | -204,70 | 14,92 | 59,06 | 3,40 | -1,65 | -1,27 | -4,89 | 2,91 |
| Diaf_8 | Tabl_802 | ELU_Tr | 1329,19 | 3980,04 | 3605,79 | 0,45 | -1,91 | 0,53 | 0,44 | -5,94 | AlaV1_1 | Tabl_1 | ELU_Tr | 70,91 | 1490,10 | -21,02 | 1,14 | 6,49 | -0,28 | 0,28 | 31,22 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_1 | Tabl_2 | ELU_Tr | 562,27 | 147,76 | 95,14 | 1,22 | 0,85 | -0,84 | 0,28 | 5,27 |
| Diaf_9 | Tabl_5803 | ELU_Tr | 2009,52 | 4892,77 | 1973,85 | -0,96 | -0,53 | -0,58 | 12,48 | -28,79 | AlaV1_1 | Tabl_523 | ELU_Tr | 224,22 | 46,35 | 228,17 | 1,61 | -1,22 | -1,05 | 15,40 | 5,27 |
| Diaf_9 | Tabl_5531 | ELU_Tr | -573,69 | 2286,39 | 1855,36 | 0,10 | -0,55 | 0,84 | 6,90 | 16,75 | AlaV1_1 | E1_a | ELU_Tr | -267,14 | 1591,51 | 112,01 | -6,90 | -8,22 | -0,49 | 15,40 | 31,22 |
| Diaf_9 | Tabl_321 | ELU_Tr | 330,31 | 4072,62 | 3363,14 | 0,41 | 4,18 | 2,07 | 6,19 | 28,29 | AlaV1_2 | Tabl_2 | ELU_Tr | 759,29 | 206,87 | 547,77 | 0,21 | 0,54 | -0,70 | -1,26 | 2,96 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_2 | Tabl_3 | ELU_Tr | 737,48 | 134,16 | 613,57 | 0,57 | 0,35 | -0,37 | -1,26 | -0,42 |
| Diaf_9 | Tabl_842 | ELU_Tr | 1280,24 | 3980,12 | 3427,37 | -1,06 | -10,66 | 2,68 | 12,70 | -24,88 | AlaV1_2 | Tabl_524 | ELU_Tr | -22,45 | -93,81 | 451,40 | 0,05 | 0,26 | -0,09 | 2,49 | -0,42 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_2 | Tabl_523 | ELU_Tr | -0,63 | -21,11 | 385,60 | 1,70 | -1,19 | -0,41 | 2,49 | 2,96 |
| Losa_1 | Tabl_14987 | ELU_Tr | -6,19 | 179,11 | -126,61 | -4,03 | -14,26 | -2,94 | 14,36 | 41,25 | AlaV1_3 | Tabl_3 | ELU_Tr | 580,70 | 87,13 | 460,79 | -0,42 | 0,05 | -0,10 | -1,75 | -0,75 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_3 | Tabl_4 | ELU_Tr | 567,15 | 41,96 | 405,16 | 0,59 | 0,38 | -0,04 | -1,75 | 1,02 |
| Losa_1 | Tabl_14988 | ELU_Tr | -34,91 | 35,51 | -102,04 | 3,76 | -16,63 | -7,97 | 14,36 | 41,25 | AlaV1_3 | Tabl_525 | ELU_Tr | 353,41 | -22,16 | 395,16 | 0,00 | -0,17 | -0,11 | 0,85 | 1,02 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_3 | Tabl_524 | ELU_Tr | 366,96 | 23,01 | 450,78 | 0,38 | 0,36 | -0,17 | 0,85 | -0,75 |
| Losa_1 | Tabl_15508 | ELU_Tr | -41,71 | 172,01 | -93,41 | -11,61 | -34,68 | -4,83 | 14,36 | 41,25 | AlaV1_4 | Tabl_4 | ELU_Tr | 635,91 | 62,59 | 405,57 | -0,28 | 0,12 | -0,05 | -0,55 | 0,54 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_4 | Tabl_5 | ELU_Tr | 615,38 | -5,83 | 387,88 | 0,06 | -1,34 | -0,04 | -0,55 | -5,47 |
| Losa_2 | Tabl_15522 | ELU_Tr | 54,40 | 259,24 | -201,64 | 6,44 | -8,69 | 2,38 | 21,40 | 2,93 | AlaV1_4 | Tabl_526 | ELU_Tr | 532,51 | -30,69 | 330,80 | 0,45 | 1,32 | -0,08 | -0,61 | -5,47 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_4 | Tabl_525 | ELU_Tr | 553,04 | 37,72 | 348,50 | 0,08 | -0,15 | -0,08 | -0,61 | 0,54 |
| Losa_2 | Tabl_16056 | ELU_Tr | 0,54 | 248,47 | -131,22 | 2,38 | -8,87 | 9,75 | 21,40 | 2,93 | AlaV1_5 | Tabl_5 | ELU_Tr | 738,67 | 31,16 | 352,57 | -0,84 | -1,61 | -0,05 | -2,45 | -6,1 |
| | | | - | - | - | | | | | | AlaV1_5 | Tabl_6 | ELU_Tr | 728,61 | -2,38 | 334,14 | 0,47 | 0,08 | -0,02 | -2,45 | 0,21 |
| Losa_2 | Tabl_16042 | ELU_Tr | 52,70 | 380,02 | -181,87 | -12,85 | -18,57 | 8,47 | 21,40 | 2,93 | | | | | | | | | | | |
| Losa_3 | Tabl_16591 | ELU_Tr | -65,60 | -215,91 | -115,06 | -9,15 | -15,42 | 0,91 | 12,03 | 87,95 | | | | | | | | | | | |
| Losa_3 | Tabl_16590 | ELU_Tr | -56,04 | -168,10 | -99,39 | -6,42 | -26,48 | 7,58 | 12,03 | 87,95 | | | | | | | | | | | |
| Losa_3 | Tabl_16576 | ELU_Tr | -78,69 | -172,63 | -110,44 | 7,51 | 20,05 | 1,98 | 12,03 | 87,95 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_4 | Tabl_19716 | ELU_Tr | -22,71 | -45,78 | -41,95 | 2,25 | 28,40 | -6,94 | 19,81 | 116,98 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_4 | Tabl_19717 | ELU_Tr | -38,16 | -123,01 | -33,60 | 10,20 | 11,63 | -11,92 | 19,81 | 116,98 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_4 | Tabl_20237 | ELU_Tr | -34,78 | -48,20 | -24,09 | -13,79 | -34,51 | -15,79 | 19,81 | 116,98 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_5 | Tabl_20251 | ELU_Tr | 15,43 | 131,46 | -49,43 | 11,74 | -1,54 | -2,77 | 27,78 | 6,03 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_5 | Tabl_20785 | ELU_Tr | 14,19 | 131,21 | -0,44 | 6,05 | -5,04 | 6,79 | 27,78 | 6,03 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Losa_5 | Tabl_20771 | ELU_Tr | 32,37 | 219,11 | -25,29 | -13,51 | -15,99 | 4,98 | 27,78 | 6,03 | | | | | | | | | | | |
| Losa_6 | Tabl_21305 | ELU_Tr | -45,12 | -27,46 | -15,58 | -4,01 | -11,19 | 9,76 | -6,11 | -19,2 | | | | | | | | | | | |
| Losa_6 | Tabl_21320 | ELU_Tr | -39,03 | -92,17 | -13,41 | 1,79 | -3,84 | 7,31 | -6,11 | -19,2 | | | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AlaV1_5 | Tabl_527 | ELU_Tr | 693,63 | -12,88 | 305,32 | 0,14 | -0,05 | -0,01 | 0,63 | 0,21 | AlaV2_2 | Tabl_3128 | ELU_Tr | 59,94 | -24,97 | 207,18 | 0,80 | -0,28 | -0,22 | 1,27 | 0,59 |
| AlaV1_5 | Tabl_526 | ELU_Tr | 703,69 | 20,66 | 323,74 | 0,48 | 1,33 | -0,05 | 0,63 | -6,1 | AlaV2_3 | Tabl_2608 | ELU_Tr | 313,42 | 34,56 | 273,00 | -0,36 | -0,27 | -0,06 | -0,89 | -1,25 |
| AlaV1_6 | Tabl_6 | ELU_Tr | 866,02 | 38,84 | 326,13 | -0,30 | -0,15 | 0,01 | -1,24 | -0,26 | AlaV2_3 | Tabl_2609 | ELU_Tr | 306,24 | 10,63 | 249,91 | 0,19 | -0,24 | -0,03 | -0,89 | -0,57 |
| AlaV1_6 | Tabl_7 | ELU_Tr | 854,09 | -0,90 | 318,78 | 0,36 | -0,35 | 0,04 | -1,24 | -1,58 | AlaV2_3 | Tabl_3130 | ELU_Tr | 235,39 | -10,62 | 225,39 | 0,00 | 0,02 | -0,09 | 0,53 | -0,57 |
| AlaV1_6 | Tabl_528 | ELU_Tr | 814,59 | -12,75 | 289,69 | 0,26 | 0,39 | 0,04 | -0,17 | -1,58 | AlaV2_3 | Tabl_3129 | ELU_Tr | 242,57 | 13,30 | 248,47 | 0,22 | 0,31 | -0,12 | 0,53 | -1,25 |
| AlaV1_6 | Tabl_527 | ELU_Tr | 826,51 | 26,99 | 297,04 | 0,17 | -0,04 | 0,01 | -0,17 | -0,26 | AlaV2_4 | Tabl_2609 | ELU_Tr | 395,81 | 37,51 | 227,47 | -0,37 | -0,40 | -0,07 | -1,02 | -0,9 |
| AlaV1_7 | Tabl_7 | ELU_Tr | 965,49 | 32,52 | 318,60 | -0,42 | -0,59 | 0,05 | -1,35 | -2,09 | AlaV2_4 | Tabl_2610 | ELU_Tr | 396,68 | 40,39 | 219,74 | 0,12 | -0,82 | -0,07 | -1,02 | -3,72 |
| AlaV1_7 | Tabl_8 | ELU_Tr | 953,47 | -7,53 | 295,44 | 0,30 | -0,14 | 0,10 | -1,35 | -0,76 | AlaV2_4 | Tabl_3131 | ELU_Tr | 360,37 | 29,49 | 192,83 | 0,40 | 0,98 | -0,02 | -0,76 | -3,72 |
| AlaV1_7 | Tabl_529 | ELU_Tr | 934,40 | -13,25 | 253,46 | 0,24 | 0,19 | 0,11 | 0,00 | -0,76 | AlaV2_4 | Tabl_3130 | ELU_Tr | 359,50 | 26,61 | 200,55 | 0,05 | 0,03 | -0,02 | -0,76 | -0,9 |
| AlaV1_7 | Tabl_528 | ELU_Tr | 946,42 | 26,80 | 276,63 | 0,25 | 0,39 | 0,06 | 0,00 | -2,09 | AlaV2_5 | Tabl_2610 | ELU_Tr | 502,13 | 72,02 | 232,22 | -0,47 | -1,00 | 0,00 | -0,95 | -4,13 |
| AlaV1_8 | Tabl_8 | ELU_Tr | 1097,84 | 35,78 | 231,40 | -0,39 | -0,35 | 0,14 | -1,82 | -1 | AlaV2_5 | Tabl_2611 | ELU_Tr | 477,51 | -10,02 | 224,11 | 0,13 | -0,42 | 0,03 | -0,95 | -1,03 |
| AlaV1_8 | Tabl_9 | ELU_Tr | 1121,27 | 113,89 | 232,27 | 0,58 | -0,10 | 0,11 | -1,82 | -0,64 | AlaV2_5 | Tabl_3132 | ELU_Tr | 467,06 | -13,16 | 185,24 | 0,10 | 0,07 | -0,05 | 0,73 | -1,03 |
| AlaV1_8 | Tabl_530 | ELU_Tr | 1021,20 | 83,87 | 248,72 | 0,11 | 0,24 | 0,12 | 0,11 | -0,64 | AlaV2_5 | Tabl_3131 | ELU_Tr | 491,67 | 68,89 | 193,35 | 0,41 | 0,99 | -0,07 | 0,73 | -4,13 |
| AlaV1_8 | Tabl_529 | ELU_Tr | 997,77 | 5,76 | 247,85 | 0,18 | 0,17 | 0,15 | 0,11 | -1 | AlaV2_6 | Tabl_2611 | ELU_Tr | 573,69 | 18,83 | 197,35 | -0,38 | -0,57 | 0,00 | -1,11 | -1,33 |
| AlaV1_9 | Tabl_9 | ELU_Tr | 1206,20 | 139,37 | 293,70 | -0,26 | -0,35 | 0,02 | -1,05 | -1 | AlaV2_6 | Tabl_2612 | ELU_Tr | 565,12 | -9,76 | 191,64 | 0,18 | -0,45 | 0,02 | -1,11 | -1,6 |
| AlaV1_9 | Tabl_10 | ELU_Tr | 1163,72 | -2,23 | 290,22 | 0,31 | -0,03 | -0,03 | -1,05 | -0,22 | AlaV2_6 | Tabl_3133 | ELU_Tr | 583,79 | -4,16 | 176,60 | 0,20 | 0,31 | 0,05 | -0,25 | -1,6 |
| AlaV1_9 | Tabl_531 | ELU_Tr | 1085,70 | -25,64 | 262,98 | 0,16 | 0,11 | -0,03 | -0,51 | -0,22 | AlaV2_6 | Tabl_3132 | ELU_Tr | 592,36 | 24,43 | 182,30 | 0,10 | 0,07 | 0,03 | -0,25 | -1,33 |
| AlaV1_9 | Tabl_530 | ELU_Tr | 1128,18 | 115,96 | 266,45 | -0,11 | 0,18 | 0,02 | -0,51 | -1 | AlaV2_7 | Tabl_2612 | ELU_Tr | 670,21 | 21,77 | 205,33 | -0,34 | -0,61 | 0,04 | -0,88 | -1,93 |
| AlaV2_1 | Tabl_2606 | ELU_Tr | 45,50 | -618,52 | 10,26 | 0,28 | 2,29 | -0,10 | -0,37 | 11,99 | AlaV2_7 | Tabl_2613 | ELU_Tr | 658,15 | -18,42 | 187,74 | 0,13 | -0,30 | 0,07 | -0,88 | -1,01 |
| AlaV2_1 | Tabl_2607 | ELU_Tr | 239,74 | 28,97 | 65,88 | 0,53 | 0,28 | -0,39 | -0,37 | 1,77 | AlaV2_7 | Tabl_3134 | ELU_Tr | 682,12 | -11,23 | 143,02 | 0,20 | 0,17 | 0,08 | -0,08 | -1,01 |
| AlaV2_1 | Tabl_3128 | ELU_Tr | 120,04 | -6,94 | 110,84 | 0,71 | -0,31 | -0,44 | -7,07 | 1,77 | AlaV2_7 | Tabl_3133 | ELU_Tr | 694,18 | 28,96 | 160,61 | 0,16 | 0,30 | 0,05 | -0,08 | -1,93 |
| AlaV2_1 | E1_c | ELU_Tr | -74,21 | -654,43 | 55,22 | -3,14 | -3,29 | -0,15 | -7,07 | 11,99 | AlaV2_8 | Tabl_2613 | ELU_Tr | 809,49 | 26,98 | 120,54 | -0,37 | -0,44 | 0,10 | -1,58 | -1,16 |
| AlaV2_2 | Tabl_2607 | ELU_Tr | 353,50 | 63,09 | 273,16 | 0,00 | 0,12 | -0,30 | -0,63 | 0,59 | AlaV2_8 | Tabl_2614 | ELU_Tr | 837,06 | 118,88 | 130,95 | 0,45 | -0,16 | 0,07 | -1,58 | -0,88 |
| AlaV2_2 | Tabl_2608 | ELU_Tr | 348,06 | 44,95 | 318,61 | 0,25 | -0,09 | -0,17 | -0,63 | -0,94 | AlaV2_8 | Tabl_3135 | ELU_Tr | 758,32 | 95,26 | 151,44 | 0,12 | 0,29 | 0,10 | -0,05 | -0,88 |
| AlaV2_2 | Tabl_3129 | ELU_Tr | 54,50 | -43,12 | 252,63 | 0,03 | 0,25 | -0,09 | 1,27 | -0,94 | AlaV2_8 | Tabl_3134 | ELU_Tr | 730,76 | 3,36 | 141,03 | 0,13 | 0,15 | 0,13 | -0,05 | -1,16 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|
| AlaV2_9 | Tabl_2614 | ELU_Tr | 914,19 | 142,02 | 207,96 | -0,17 | -0,35 | 0,01 | -0,59 | -1,12 | Ar-co_15 | Soporte_3 | ELU_Tr | 4110,12 | -408,48 | -97,97 | 0,00 | 0,11 | 0,41 | 0,00 | 0,58 |
| AlaV2_9 | Tabl_2615 | ELU_Tr | 869,81 | -5,93 | 206,80 | 0,16 | -0,15 | -0,03 | -0,59 | -0,44 | Ar-co_15 | Soporte_47 | ELU_Tr | 3968,85 | 62,43 | -27,48 | 0,01 | -0,10 | -0,29 | -0,02 | -0,09313 |
| AlaV2_9 | Tabl_3136 | ELU_Tr | 806,99 | -24,77 | 178,25 | 0,13 | 0,10 | -0,04 | -0,35 | -0,44 | Ar-co_15 | Soporte_57 | ELU_Tr | 3388,44 | 263,41 | 81,57 | -0,28 | 0,30 | -0,24 | -0,08 | -0,09826 |
| AlaV2_9 | Tabl_3135 | ELU_Tr | 851,37 | 123,17 | 179,41 | -0,07 | 0,23 | -0,01 | -0,35 | -1,12 | Ar-co_15 | Soporte_30 | ELU_Tr | 3593,18 | -419,07 | -124,66 | -0,79 | -1,23 | 0,30 | -0,05 | 0,7 |
| Ar-co_10 | Soporte_2 | ELU_Tr | 3961,03 | 1188,31 | 261,76 | -0,02 | -0,01 | -0,02 | 0,00 | 0,00392 | Ar-co_16 | Soporte_4 | ELU_Tr | 3726,65 | -371,12 | 71,48 | -0,03 | 0,00 | -0,40 | 0,03 | 0,51 |
| Ar-co_10 | Soporte_4 | ELU_Tr | 3974,92 | 1192,48 | -326,02 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,00 | 0,00392 | Ar-co_16 | Soporte_31 | ELU_Tr | 3851,91 | -395,19 | 95,14 | -0,79 | -1,13 | -0,35 | 0,08 | 0,62 |
| Ar-co_10 | Soporte_48 | ELU_Tr | 3502,56 | 382,06 | -348,27 | -0,01 | -0,02 | -0,02 | 0,00 | 0,05593 | Ar-co_16 | Soporte_58 | ELU_Tr | 3768,02 | -115,58 | 24,57 | -0,31 | 0,20 | 0,25 | 0,07 | -0,04625 |
| Ar-co_10 | Soporte_46 | ELU_Tr | 3488,67 | 386,23 | 239,51 | -0,03 | -0,13 | -0,03 | 0,00 | 0,05593 | Ar-co_16 | Soporte_48 | ELU_Tr | 3611,14 | 13,91 | -31,15 | 0,02 | -0,08 | 0,31 | 0,03 | -0,0475 |
| Ar-co_11 | Soporte_7 | ELU_Tr | 3751,70 | 1125,51 | 306,10 | -0,02 | -0,01 | 0,00 | -0,02 | 0,00130 | Ar-co_17 | Soporte_5 | ELU_Tr | 3326,56 | -222,93 | 170,09 | -0,45 | -1,57 | 0,13 | 0,33 | -0,92 |
| Ar-co_11 | Soporte_5 | ELU_Tr | 3567,23 | 1070,17 | -238,79 | -0,03 | -0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,00130 | Ar-co_17 | Soporte_34 | ELU_Tr | 2912,97 | -436,53 | 148,78 | 0,04 | 0,88 | -0,60 | 0,35 | -0,9 |
| Ar-co_11 | Soporte_49 | ELU_Tr | 3134,51 | 372,23 | -221,30 | -0,33 | -1,08 | 0,01 | 0,03 | -1 | Ar-co_17 | Soporte_59 | ELU_Tr | 2718,78 | 210,92 | -11,45 | 0,04 | 0,91 | 0,18 | 0,02 | -0,57 |
| Ar-co_11 | Soporte_51 | ELU_Tr | 3318,98 | 316,89 | 323,59 | 0,27 | 0,92 | 0,01 | -0,02 | -1 | Ar-co_17 | Soporte_49 | ELU_Tr | 3217,16 | 141,76 | 132,79 | -0,14 | -0,72 | 0,22 | 0,05 | -0,65 |
| Ar-co_12 | Soporte_8 | ELU_Tr | 3403,75 | 1021,12 | -275,56 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,02 | 0,00103 | Ar-co_18 | Soporte_6 | ELU_Tr | 3034,62 | -275,73 | -139,34 | -0,42 | -1,50 | -0,09 | -0,31 | -0,83 |
| Ar-co_12 | Soporte_52 | ELU_Tr | 3009,02 | 294,63 | -291,02 | 0,27 | 0,86 | -0,01 | -0,02 | 0,93 | Ar-co_18 | Soporte_50 | ELU_Tr | 2936,94 | 49,88 | -62,33 | -0,12 | -0,66 | -0,23 | -0,05 | -0,57 |
| Ar-co_12 | Soporte_50 | ELU_Tr | 2850,69 | 342,13 | 200,32 | -0,30 | -1,01 | -0,01 | 0,03 | 0,93 | Ar-co_18 | Soporte_60 | ELU_Tr | 3090,58 | -95,04 | -91,26 | -0,01 | 0,79 | -0,19 | -0,02 | -0,5 |
| Ar-co_12 | Soporte_6 | ELU_Tr | 3245,42 | -973,63 | 215,78 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | 0,03 | 0,00103 | Ar-co_18 | Soporte_35 | ELU_Tr | 3172,33 | -367,54 | -138,00 | -0,03 | 0,73 | 0,60 | -0,33 | -0,8 |
| Ar-co_13 | Soporte_1 | ELU_Tr | 4061,14 | -315,50 | 224,17 | -0,40 | -1,37 | -0,03 | 0,30 | -0,55 | Ar-co_19 | Soporte_7 | ELU_Tr | 3481,44 | -182,18 | -110,81 | 0,11 | 0,52 | 0,48 | 0,06 | 0,91 |
| Ar-co_13 | Soporte_22 | ELU_Tr | 3369,01 | -537,13 | 112,23 | -0,24 | 0,32 | -0,62 | 0,30 | -0,6 | Ar-co_19 | Soporte_51 | ELU_Tr | 3406,74 | 66,82 | -59,24 | 0,24 | 0,71 | -0,23 | -0,03 | 0,55 |
| Ar-co_13 | Soporte_53 | ELU_Tr | 3072,46 | 451,53 | -100,84 | -0,26 | 0,10 | 0,20 | 0,02 | 0,09279 | Ar-co_19 | Soporte_63 | ELU_Tr | 2875,16 | 216,81 | 145,81 | -0,46 | -0,50 | -0,18 | -0,06 | 0,53 |
| Ar-co_13 | Soporte_45 | ELU_Tr | 3944,53 | 73,19 | 210,36 | 0,11 | 0,11 | 0,25 | 0,07 | 0,02994 | Ar-co_19 | Soporte_42 | ELU_Tr | 3069,27 | -430,24 | -32,20 | -0,86 | -1,56 | 0,18 | 0,05 | 0,95 |
| Ar-co_14 | Soporte_2 | ELU_Tr | 3671,78 | -213,55 | -217,28 | -0,37 | -1,28 | 0,05 | -0,28 | -0,47 | Ar-co_20 | Soporte_8 | ELU_Tr | 3157,34 | -208,19 | 106,27 | 0,09 | 0,42 | -0,46 | -0,05 | 0,86 |
| Ar-co_14 | Soporte_46 | ELU_Tr | 3599,05 | 28,88 | -133,74 | 0,11 | 0,14 | -0,25 | -0,07 | 0,07864 | Ar-co_20 | Soporte_43 | ELU_Tr | 3309,35 | -392,48 | 1,97 | -0,86 | -1,52 | -0,20 | -0,04 | 0,89 |
| Ar-co_14 | Soporte_54 | ELU_Tr | 3497,19 | 23,57 | 24,54 | -0,30 | 0,01 | -0,20 | -0,02 | 0,14 | Ar-co_20 | Soporte_64 | ELU_Tr | 3210,82 | -64,02 | -57,79 | -0,47 | -0,53 | 0,19 | 0,06 | 0,53 |
| Ar-co_14 | Soporte_23 | ELU_Tr | 3662,09 | -526,10 | -85,35 | -0,27 | 0,20 | 0,60 | -0,27 | -0,52 | Ar-co_20 | Soporte_52 | ELU_Tr | 3104,58 | -32,32 | 21,37 | 0,23 | 0,68 | 0,24 | 0,03 | 0,55 |
| | | | | | | | | | | | Ar-co_21 | Soporte_26 | ELU_Tr | -744,43 | 304,62 | 181,40 | -0,70 | 0,59 | -0,32 | 0,09 | 0,57 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|--|-------|------------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|---------|-------|----------|
| Ar- | | | | | | | | | | | | co_27 | | 3114,29 | | | | | | 0,00465 | | |
| co_21 | Soporte_55 | ELU_Tr | -646,78 | 630,15 | 80,01 | 0,53 | -0,14 | 0,31 | 0,09 | 0,07343 | | | | | | | | | | 2 | | |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | - | | | | | | | | |
| co_21 | Soporte_53 | ELU_Tr | 3225,54 | -143,48 | 188,37 | 0,00 | -0,13 | 0,26 | -0,08 | 0,07343 | | co_27 | Soporte_63 | ELU_Tr | 2955,68 | -101,10 | -323,64 | -0,33 | -1,19 | -0,02 | -0,14 | 0,76 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_21 | Soporte_22 | ELU_Tr | 3323,20 | -469,01 | 289,76 | 0,34 | 1,08 | -0,37 | -0,08 | 0,57 | | co_27 | Soporte_61 | ELU_Tr | -590,40 | 608,49 | 204,42 | 0,03 | -0,41 | -0,10 | -0,08 | 0,76 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_22 | Soporte_27 | ELU_Tr | 1041,09 | 62,24 | -290,13 | -0,02 | 1,05 | 0,15 | 0,03 | -0,12 | | co_28 | Soporte_39 | ELU_Tr | -955,93 | 41,73 | -71,63 | 0,06 | 1,15 | -0,13 | 0,07 | 0,03031 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_22 | Soporte_23 | ELU_Tr | 3724,50 | -742,78 | -268,24 | 0,26 | 0,90 | 0,20 | 0,08 | -0,12 | | co_28 | Soporte_62 | ELU_Tr | -776,43 | 640,06 | -188,18 | 0,08 | -0,21 | 0,10 | 0,07 | 0,98 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_22 | Soporte_54 | ELU_Tr | 3529,55 | -92,96 | -125,55 | -0,06 | -0,21 | -0,09 | 0,08 | -0,09035 | | co_28 | Soporte_64 | ELU_Tr | 3222,71 | -93,83 | 343,45 | -0,36 | -1,21 | 0,03 | 0,15 | 0,98 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_22 | Soporte_56 | ELU_Tr | -846,14 | 712,07 | -147,43 | 0,15 | -0,09 | -0,14 | 0,03 | -0,09035 | | co_28 | Soporte_43 | ELU_Tr | 3402,21 | -692,16 | 460,00 | 0,32 | 1,09 | -0,20 | 0,15 | 0,03031 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_23 | Soporte_30 | ELU_Tr | 3601,71 | -502,43 | -328,38 | 0,39 | 1,27 | 0,39 | -0,11 | -0,52 | | co_29 | Soporte_45 | ELU_Tr | 4034,40 | 353,83 | 50,89 | -0,13 | -0,20 | 0,02 | -0,05 | -0,08619 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_23 | Soporte_57 | ELU_Tr | 3513,89 | -209,70 | -228,80 | -0,07 | -0,29 | -0,19 | -0,11 | 0,06939 | | co_29 | Soporte_65 | ELU_Tr | 4187,38 | -156,11 | 56,00 | 0,28 | 1,12 | 0,03 | -0,05 | 1,01 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_23 | Soporte_55 | ELU_Tr | -640,09 | 652,44 | 26,25 | 0,53 | -0,15 | -0,25 | 0,07 | 0,06939 | | co_29 | Soporte_67 | ELU_Tr | 4201,44 | -160,33 | 44,88 | -0,32 | -0,90 | 0,04 | 0,02 | 1,01 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_23 | Soporte_26 | ELU_Tr | -727,91 | 359,71 | -73,33 | -0,63 | 0,81 | 0,34 | 0,07 | -0,52 | | co_29 | Soporte_47 | ELU_Tr | 4048,46 | 349,62 | 39,76 | -0,08 | -0,03 | 0,03 | 0,02 | -0,08619 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_24 | Soporte_31 | ELU_Tr | 3978,28 | -799,58 | 452,49 | 0,32 | 1,07 | -0,23 | 0,10 | 0,07081 | | co_30 | Soporte_46 | ELU_Tr | 3786,96 | 296,74 | -31,51 | -0,09 | -0,15 | -0,01 | -0,04 | 0,05789 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_24 | Soporte_27 | ELU_Tr | 1034,72 | 83,49 | 33,53 | 0,01 | 1,17 | -0,17 | 0,04 | 0,07081 | | co_30 | Soporte_48 | ELU_Tr | 3767,49 | 302,58 | -52,55 | -0,05 | -0,04 | -0,03 | 0,02 | 0,05789 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_24 | Soporte_56 | ELU_Tr | -835,87 | 746,31 | -99,72 | 0,15 | -0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,2 | | co_30 | Soporte_68 | ELU_Tr | 3893,61 | -117,82 | -58,31 | -0,31 | -0,92 | -0,04 | 0,02 | -1,04 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_24 | Soporte_58 | ELU_Tr | 3779,43 | -136,76 | 319,24 | -0,11 | -0,32 | 0,03 | 0,10 | 0,2 | | co_30 | Soporte_66 | ELU_Tr | 3913,08 | -123,66 | -37,28 | 0,30 | 1,15 | -0,03 | -0,04 | -1,04 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_25 | Soporte_34 | ELU_Tr | 2941,75 | -576,80 | 121,08 | 0,15 | 0,48 | -0,15 | 0,01 | -0,14 | | co_31 | Soporte_51 | ELU_Tr | 3463,70 | 273,47 | 56,93 | 0,22 | 0,90 | 0,02 | 0,00 | -1 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_25 | Soporte_38 | ELU_Tr | -748,60 | 81,14 | 355,53 | -0,06 | 0,64 | -0,14 | 0,00 | -0,14 | | co_31 | Soporte_49 | ELU_Tr | 3347,77 | 308,25 | 58,10 | -0,39 | -1,10 | 0,01 | -0,02 | -1 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_25 | Soporte_61 | ELU_Tr | -604,63 | 561,06 | 245,53 | 0,06 | -0,32 | 0,07 | 0,00 | 1,35 | | co_31 | Soporte_69 | ELU_Tr | 3470,70 | -101,51 | 46,57 | -0,24 | -0,69 | -0,01 | -0,02 | -0,75 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_25 | Soporte_59 | ELU_Tr | 2797,77 | -96,89 | 11,08 | 0,32 | 1,01 | 0,06 | 0,01 | 1,35 | | co_31 | Soporte_71 | ELU_Tr | 3586,63 | -136,29 | 45,40 | 0,19 | 0,82 | 0,00 | 0,00 | -0,75 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_26 | Soporte_35 | ELU_Tr | 3261,36 | -647,33 | -180,46 | 0,17 | 0,55 | 0,15 | 0,01 | -0,16 | | co_32 | Soporte_52 | ELU_Tr | 3228,04 | 228,92 | -65,65 | 0,23 | 0,85 | -0,02 | 0,00 | 0,93 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_26 | Soporte_60 | ELU_Tr | 3094,45 | -90,98 | -55,61 | 0,23 | 0,83 | -0,06 | 0,01 | 0,98 | | co_32 | Soporte_72 | ELU_Tr | 3328,33 | -105,38 | -54,08 | 0,21 | 0,87 | 0,00 | 0,00 | 0,8 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_26 | Soporte_62 | ELU_Tr | -788,18 | 600,90 | -228,50 | 0,10 | -0,13 | -0,08 | 0,00 | 0,98 | | co_32 | Soporte_70 | ELU_Tr | 3206,63 | -68,88 | -26,93 | -0,24 | -0,73 | 0,01 | -0,01 | 0,8 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| co_26 | Soporte_39 | ELU_Tr | -955,08 | 44,55 | -353,35 | -0,06 | 0,74 | 0,14 | 0,00 | -0,16 | | co_32 | Soporte_50 | ELU_Tr | 3106,34 | 265,43 | -38,50 | -0,34 | -1,02 | -0,01 | -0,01 | 0,93 |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | Ar- | | | | | | | | | | |
| Ar- | | | | | | | | | | 0,00465 | | co_33 | Soporte_45 | ELU_Tr | 4274,61 | -449,39 | 95,82 | 0,01 | 0,08 | 0,23 | 0,02 | -0,13 |
| co_27 | Soporte_38 | ELU_Tr | -749,00 | 79,80 | 103,50 | 0,07 | 1,08 | 0,13 | -0,08 | 2 | | Ar- | | | | | | | | | | |
| Ar- | | | - | | | | | | | | | co_33 | Soporte_53 | ELU_Tr | 2162,04 | 189,22 | 18,83 | 0,37 | 0,28 | 0,26 | -0,06 | -0,13 |
| Ar- | Soporte_42 | ELU_Tr | - | -629,78 | -424,56 | 0,32 | 1,06 | 0,20 | -0,14 | - | | | | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Ar-co_46 | Soporte_60 | ELU_Tr | 1983,13 | 242,41 | -220,29 | 0,30 | 0,86 | 0,06 | -0,02 | 1,02 | Ar-co_53 | Soporte_165 | ELU_Tr | 3367,86 | 64,73 | 88,40 | 0,98 | 2,04 | 0,89 | 1,99 | -1,05 |
| Ar-co_46 | Soporte_104 | ELU_Tr | 2003,50 | 174,50 | -188,38 | 0,33 | 0,97 | -0,12 | -0,02 | 0,36 | Ar-co_53 | Soporte_178 | ELU_Tr | 3491,43 | -345,92 | 77,29 | 4,73 | 2,54 | 0,89 | 1,99 | -1,05 |
| Ar-co_46 | Soporte_106 | ELU_Tr | 3999,36 | -424,26 | 116,70 | 0,13 | 0,63 | -0,11 | -0,03 | 0,36 | Ar-co_54 | Soporte_134 | ELU_Tr | 3371,45 | 63,00 | -365,35 | 1,24 | -0,40 | -0,24 | -1,43 | -1,1 |
| Ar-co_46 | Soporte_62 | ELU_Tr | 3978,99 | -356,34 | 84,79 | 0,00 | -0,14 | 0,07 | -0,03 | 1,02 | Ar-co_54 | Soporte_179 | ELU_Tr | 3575,89 | -337,18 | -96,95 | 4,29 | 2,36 | -0,81 | -1,43 | -1,1 |
| Ar-co_47 | Soporte_61 | ELU_Tr | 3677,45 | -317,63 | -131,26 | -0,06 | -0,42 | 0,07 | 0,04 | 0,74 | Ar-co_54 | Soporte_166 | ELU_Tr | 3430,57 | 144,06 | -121,51 | 1,47 | 2,21 | -0,84 | -1,43 | -1,1 |
| Ar-co_47 | Soporte_63 | ELU_Tr | 1867,33 | 225,41 | 122,36 | -0,31 | -1,17 | 0,04 | 0,04 | 0,74 | Ar-co_55 | Soporte_139 | ELU_Tr | 2705,04 | 44,92 | -269,16 | 2,15 | -0,07 | 0,87 | 5,36 | -1,32 |
| Ar-co_47 | Soporte_107 | ELU_Tr | 1885,06 | 166,29 | 161,29 | -0,15 | -0,66 | -0,10 | 0,04 | 1,25 | Ar-co_55 | Soporte_198 | ELU_Tr | 2876,47 | -261,79 | -63,80 | -1,76 | -1,00 | -0,01 | 5,36 | -1,32 |
| Ar-co_47 | Soporte_105 | ELU_Tr | 3695,18 | -376,75 | -92,33 | 0,14 | 0,61 | -0,08 | 0,04 | 1,25 | Ar-co_55 | Soporte_175 | ELU_Tr | 2766,79 | 100,82 | -86,38 | 6,38 | 3,67 | -0,40 | 5,36 | -1,32 |
| Ar-co_48 | Soporte_62 | ELU_Tr | 3967,24 | -317,19 | 124,94 | -0,02 | -0,22 | -0,07 | -0,03 | 0,95 | Ar-co_56 | Soporte_140 | ELU_Tr | 2767,49 | 164,80 | -44,15 | 2,37 | -0,21 | -0,53 | -5,26 | -2,05 |
| Ar-co_48 | Soporte_106 | ELU_Tr | 3995,68 | -411,99 | 81,25 | 0,12 | 0,59 | 0,08 | -0,03 | 1,24 | Ar-co_56 | Soporte_176 | ELU_Tr | 2825,07 | 159,21 | -291,52 | 6,39 | 3,87 | 0,74 | -5,26 | -2,05 |
| Ar-co_48 | Soporte_108 | ELU_Tr | 2111,19 | 153,36 | -180,21 | -0,18 | -0,67 | 0,10 | -0,04 | 1,24 | Ar-co_56 | Soporte_199 | ELU_Tr | 2961,43 | -309,82 | -286,53 | -1,82 | -1,00 | -0,13 | -5,26 | -2,05 |
| Ar-co_48 | Soporte_64 | ELU_Tr | 2082,75 | 248,16 | -136,52 | -0,32 | -1,19 | -0,04 | -0,04 | 0,95 | Ar-co_57 | Soporte_65 | ELU_Tr | 3563,56 | 31,03 | 160,82 | 0,36 | 1,14 | 0,03 | 0,06 | 1,03 |
| Ar-co_49 | Soporte_141 | ELU_Tr | 5376,58 | 2087,78 | 2571,15 | 0,80 | 2,79 | -0,70 | -1,72 | -11,63 | Ar-co_57 | Soporte_133 | ELU_Tr | 3579,17 | -21,00 | 168,87 | -0,09 | -0,37 | -0,03 | 0,06 | 0,08714 |
| Ar-co_49 | Soporte_135 | ELU_Tr | 3565,04 | -291,59 | 1590,25 | -2,97 | -3,22 | -0,52 | -1,72 | -11,63 | Ar-co_57 | Soporte_135 | ELU_Tr | 3725,54 | -64,91 | -78,52 | -0,15 | -0,53 | -0,07 | 0,01 | 0,08714 |
| Ar-co_49 | Soporte_142 | ELU_Tr | 4875,41 | -417,20 | 1892,87 | 1,51 | 4,71 | 0,41 | -1,72 | -11,63 | Ar-co_57 | Soporte_67 | ELU_Tr | 3709,93 | -12,88 | -86,57 | -0,30 | -0,90 | -0,01 | 0,01 | 1,03 |
| Ar-co_50 | Soporte_144 | ELU_Tr | 5406,20 | 2252,60 | 2860,53 | 0,83 | 2,83 | 0,73 | 1,83 | -12,09 | Ar-co_58 | Soporte_66 | ELU_Tr | 3441,37 | 17,86 | -144,60 | 0,36 | 1,17 | -0,03 | 0,06 | -1,06 |
| Ar-co_50 | Soporte_143 | ELU_Tr | 4829,15 | -329,12 | 2050,86 | 1,57 | 4,90 | -0,40 | 1,83 | -12,09 | Ar-co_58 | Soporte_68 | ELU_Tr | 3605,72 | -31,45 | 76,97 | -0,32 | -0,93 | 0,01 | 0,00 | -1,06 |
| Ar-co_50 | Soporte_136 | ELU_Tr | 3261,23 | -166,74 | 1707,49 | -3,06 | -3,38 | 0,59 | 1,83 | -12,09 | Ar-co_58 | Soporte_136 | ELU_Tr | 3613,72 | -58,11 | 68,57 | -0,14 | -0,56 | 0,07 | 0,00 | -0,09329 |
| Ar-co_51 | Soporte_149 | ELU_Tr | 4309,16 | 1857,50 | 2156,92 | 0,62 | 1,33 | 0,77 | 3,73 | -14,69 | Ar-co_58 | Soporte_134 | ELU_Tr | 3449,37 | -8,80 | -153,00 | -0,08 | -0,38 | 0,03 | 0,06 | -0,09329 |
| Ar-co_51 | Soporte_150 | ELU_Tr | 3905,64 | -512,41 | 1737,65 | 1,86 | 5,85 | -0,08 | 3,73 | -14,69 | Ar-co_59 | Soporte_71 | ELU_Tr | 3014,19 | 35,45 | -35,79 | 0,26 | 0,84 | 0,00 | 0,04 | -0,77 |
| Ar-co_51 | Soporte_137 | ELU_Tr | 3112,12 | -489,74 | 1471,67 | -2,94 | -4,94 | 1,87 | 3,73 | -14,69 | Ar-co_59 | Soporte_69 | ELU_Tr | 3292,61 | -48,08 | 158,32 | -0,23 | -0,68 | 0,03 | 0,00 | -0,77 |
| Ar-co_52 | Soporte_152 | ELU_Tr | 4378,52 | 2015,78 | 2437,88 | 0,65 | 1,49 | -0,80 | -3,72 | -15,07 | Ar-co_59 | Soporte_137 | ELU_Tr | 3300,35 | -73,89 | 150,44 | -0,13 | -0,41 | 0,08 | 0,00 | -0,1 |
| Ar-co_52 | Soporte_138 | ELU_Tr | 2819,49 | -347,23 | 1568,55 | -3,09 | -5,03 | -1,85 | -3,72 | -15,07 | Ar-co_59 | Soporte_139 | ELU_Tr | 3021,93 | 9,63 | -43,67 | -0,05 | -0,22 | 0,05 | 0,04 | -0,1 |
| Ar-co_52 | Soporte_151 | ELU_Tr | 3898,11 | -414,40 | 1873,77 | 1,89 | 5,99 | 0,10 | -3,72 | -15,07 | Ar-co_60 | Soporte_72 | ELU_Tr | 2898,07 | 23,69 | 30,46 | 0,28 | 0,89 | 0,00 | 0,04 | 0,81 |
| Ar-co_53 | Soporte_133 | ELU_Tr | 3359,02 | -16,95 | 298,77 | 1,16 | -0,45 | 0,29 | 1,99 | -1,05 | Ar-co_60 | Soporte_140 | ELU_Tr | 2899,21 | 19,87 | 39,21 | -0,05 | -0,24 | -0,05 | 0,04 | 0,11 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ar-co_60 | Soporte_138 | ELU_Tr | 3190,69 | -67,57 | -134,60 | -0,12 | -0,45 | -0,08 | 0,00 | 0,11 | Ar-co_66 | Soporte_98 | ELU_Tr | 3992,93 | -156,45 | -30,34 | -0,88 | -1,85 | 0,31 | -0,14 | 1,29 |
| Ar-co_60 | Soporte_70 | ELU_Tr | 3189,55 | -63,75 | -143,35 | -0,25 | -0,73 | -0,02 | 0,00 | 0,81 | Ar-co_67 | Soporte_71 | ELU_Tr | 3021,92 | 9,36 | -9,17 | 0,37 | 1,14 | 0,19 | 0,04 | 1,12 |
| Ar-co_61 | Soporte_67 | ELU_Tr | 3775,47 | -108,47 | -276,06 | -0,15 | -0,62 | 0,09 | -0,04 | 0,05247 | Ar-co_67 | Soporte_139 | ELU_Tr | 3070,21 | -151,61 | 56,70 | -0,31 | -1,09 | -0,29 | 0,05 | -1,22 |
| Ar-co_61 | Soporte_135 | ELU_Tr | 3788,74 | -132,35 | 63,40 | -0,35 | -1,23 | -0,08 | 0,16 | -2,61 | Ar-co_67 | Soporte_175 | ELU_Tr | 3139,64 | -167,06 | 85,28 | 0,34 | 2,08 | -0,25 | -0,11 | -1,23 |
| Ar-co_61 | Soporte_141 | ELU_Tr | 3145,98 | 223,46 | 366,90 | 1,05 | 2,20 | -0,26 | -0,17 | -2,7 | Ar-co_67 | Soporte_107 | ELU_Tr | 3091,69 | -7,22 | 19,76 | -0,73 | -1,55 | 0,25 | -0,13 | 1,12 |
| Ar-co_61 | Soporte_101 | ELU_Tr | 3343,76 | 9,33 | -24,89 | -0,69 | -0,07 | 0,19 | -0,18 | 0,09296 | Ar-co_68 | Soporte_72 | ELU_Tr | 2916,27 | -37,74 | 23,83 | 0,38 | 1,17 | -0,19 | -0,04 | 1,15 |
| Ar-co_62 | Soporte_68 | ELU_Tr | 3686,17 | -135,46 | 331,46 | -0,17 | -0,66 | -0,10 | 0,04 | 0,03094 | Ar-co_68 | Soporte_108 | ELU_Tr | 3248,79 | -131,66 | -67,05 | -0,76 | -1,60 | -0,26 | 0,13 | 1,15 |
| Ar-co_62 | Soporte_102 | ELU_Tr | 3401,35 | -79,40 | -114,13 | -0,69 | -0,05 | -0,19 | 0,18 | 0,07197 | Ar-co_68 | Soporte_176 | ELU_Tr | 3245,14 | -119,50 | -130,37 | 0,33 | 2,07 | 0,26 | 0,12 | -1,2 |
| Ar-co_62 | Soporte_144 | ELU_Tr | 3159,18 | 286,91 | -478,82 | 1,06 | 2,26 | 0,27 | 0,17 | -2,75 | Ar-co_68 | Soporte_140 | ELU_Tr | 2913,68 | -29,11 | -41,07 | -0,30 | -1,05 | 0,30 | -0,05 | -1,2 |
| Ar-co_62 | Soporte_136 | ELU_Tr | 3677,64 | -121,13 | 34,69 | -0,35 | -1,24 | 0,08 | -0,16 | -2,66 | Ar-co_69 | Soporte_99 | ELU_Tr | 1211,85 | 536,19 | -21,08 | 0,83 | 1,24 | -0,28 | -0,28 | -2,15 |
| Ar-co_63 | Soporte_69 | ELU_Tr | 3327,95 | -65,14 | 237,10 | -0,21 | -0,78 | -0,16 | 0,05 | -0,24 | Ar-co_69 | Soporte_167 | ELU_Tr | 1251,91 | 402,68 | -143,75 | -1,58 | -3,09 | 0,13 | -0,28 | 2,78 |
| Ar-co_63 | Soporte_103 | ELU_Tr | 2881,48 | 57,93 | 138,65 | -0,29 | 0,19 | -0,24 | 0,10 | -0,22 | Ar-co_69 | Soporte_165 | ELU_Tr | 3972,38 | -413,46 | -326,92 | -0,12 | -0,35 | 0,07 | -0,04 | 2,78 |
| Ar-co_63 | Soporte_149 | ELU_Tr | 2726,60 | 134,94 | -214,06 | 0,39 | 1,49 | 0,27 | 0,06 | -1,48 | Ar-co_69 | Soporte_97 | ELU_Tr | 3932,33 | -279,95 | -204,25 | -0,28 | -0,95 | -0,33 | -0,04 | -2,15 |
| Ar-co_63 | Soporte_137 | ELU_Tr | 3330,67 | -86,64 | -47,70 | -0,10 | -0,35 | 0,21 | -0,04 | -1,45 | Ar-co_70 | Soporte_100 | ELU_Tr | 1227,14 | 574,62 | 24,06 | 0,84 | 1,21 | 0,27 | 0,28 | -2,13 |
| Ar-co_64 | Soporte_70 | ELU_Tr | 3240,04 | -96,85 | -285,63 | -0,22 | -0,80 | 0,16 | -0,05 | -0,23 | Ar-co_70 | Soporte_98 | ELU_Tr | 4025,67 | -264,94 | 215,61 | -0,29 | -0,96 | 0,32 | 0,04 | -2,13 |
| Ar-co_64 | Soporte_138 | ELU_Tr | 3221,42 | -73,66 | -40,62 | -0,13 | -0,45 | -0,20 | 0,05 | -1,61 | Ar-co_70 | Soporte_166 | ELU_Tr | 4082,13 | -453,14 | 336,40 | -0,15 | -0,47 | -0,06 | 0,04 | 2,51 |
| Ar-co_64 | Soporte_152 | ELU_Tr | 2750,46 | 200,83 | 322,76 | 0,45 | 1,61 | -0,28 | -0,07 | -1,65 | Ar-co_70 | Soporte_168 | ELU_Tr | 1283,60 | 386,42 | 144,85 | -1,56 | -2,94 | -0,11 | 0,28 | 2,51 |
| Ar-co_64 | Soporte_104 | ELU_Tr | 2948,10 | -35,62 | 0,22 | -0,31 | 0,20 | 0,24 | -0,10 | -0,21 | Ar-co_71 | Soporte_101 | ELU_Tr | 3349,87 | -162,81 | 274,64 | 0,27 | 0,89 | 0,32 | -0,09 | 0,18 |
| Ar-co_65 | Soporte_65 | ELU_Tr | 3554,53 | 60,42 | 83,07 | 0,40 | 1,21 | -0,22 | -0,02 | 1,27 | Ar-co_71 | Soporte_169 | ELU_Tr | 3401,65 | -335,40 | 386,34 | 0,01 | -0,01 | -0,13 | -0,09 | -2,59 |
| Ar-co_65 | Soporte_97 | ELU_Tr | 3855,84 | -25,24 | 118,66 | -0,86 | -1,82 | -0,31 | 0,14 | 1,27 | Ar-co_71 | Soporte_167 | ELU_Tr | 1282,62 | 300,31 | 114,13 | -1,42 | -2,56 | -0,20 | -0,28 | -2,59 |
| Ar-co_65 | Soporte_165 | ELU_Tr | 3937,98 | -299,04 | 33,45 | 0,28 | 2,13 | 0,30 | 0,13 | -1,09 | Ar-co_71 | Soporte_99 | ELU_Tr | 1230,84 | 472,90 | 2,42 | 0,79 | 1,12 | 0,25 | -0,28 | 0,18 |
| Ar-co_65 | Soporte_133 | ELU_Tr | 3636,27 | -212,03 | -3,58 | -0,21 | -0,72 | 0,36 | -0,03 | -1,08 | Ar-co_72 | Soporte_102 | ELU_Tr | 3388,56 | -139,05 | -276,51 | 0,28 | 0,96 | -0,31 | 0,10 | 0,1 |
| Ar-co_66 | Soporte_66 | ELU_Tr | 3445,85 | 1,81 | -119,05 | 0,41 | 1,24 | 0,22 | 0,02 | 1,29 | Ar-co_72 | Soporte_100 | ELU_Tr | 1248,65 | 502,93 | -8,58 | 0,80 | 1,10 | -0,24 | 0,28 | 0,1 |
| Ar-co_66 | Soporte_134 | ELU_Tr | 3471,36 | -83,22 | -34,71 | -0,21 | -0,72 | -0,36 | 0,03 | -1,09 | Ar-co_72 | Soporte_168 | ELU_Tr | 1316,32 | 277,38 | -117,09 | -1,43 | -2,49 | 0,19 | 0,28 | -2,32 |
| Ar-co_66 | Soporte_166 | ELU_Tr | 4017,40 | -238,02 | 51,41 | 0,28 | 2,15 | -0,30 | -0,13 | -1,09 | Ar-co_72 | Soporte_170 | ELU_Tr | 3456,23 | -364,60 | -385,02 | -0,05 | -0,22 | 0,12 | 0,10 | -2,32 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ar-co_73 | Soporte_103 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_79 | Soporte_171 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | |
| Ar-co_73 | Soporte_105 | ELU_Tr | 2907,93 | -147,68 | -293,37 | 0,27 | 0,86 | -0,24 | -0,11 | 0,11 | Ar-co_79 | Soporte_161 | ELU_Tr | 3887,77 | 3451,41 | 194,10 | -0,39 | -0,05 | 0,04 | 0,71 | 3,29 |
| Ar-co_73 | Soporte_173 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_79 | Soporte_149 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_73 | Soporte_171 | ELU_Tr | 1016,48 | 419,76 | 171,75 | 0,64 | 0,79 | -0,17 | -0,25 | 0,11 | Ar-co_80 | Soporte_104 | ELU_Tr | 2845,19 | 235,19 | 454,82 | 0,87 | 2,11 | 0,59 | 0,59 | 0,2 |
| Ar-co_74 | Soporte_104 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_80 | Soporte_152 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_74 | Soporte_172 | ELU_Tr | 1066,84 | 251,88 | 82,80 | -1,26 | -2,33 | 0,18 | -0,25 | 1,86 | Ar-co_80 | Soporte_164 | ELU_Tr | 2150,48 | 2360,68 | -178,63 | -0,12 | -0,20 | 0,09 | -0,48 | -2,62 |
| Ar-co_74 | Soporte_174 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_81 | Soporte_141 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_74 | Soporte_106 | ELU_Tr | 2958,29 | -315,55 | -382,31 | -0,14 | -0,51 | 0,12 | -0,11 | 1,86 | Ar-co_81 | Soporte_142 | ELU_Tr | 2953,97 | -148,38 | 32,64 | -0,08 | 0,61 | 0,59 | 0,02 | -0,17 |
| Ar-co_75 | Soporte_105 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_81 | Soporte_146 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_75 | Soporte_107 | ELU_Tr | 2949,48 | -109,29 | 307,38 | 0,28 | 0,94 | 0,24 | 0,12 | 0,21 | Ar-co_81 | Soporte_145 | ELU_Tr | 2642,68 | 813,51 | 153,21 | -0,09 | -0,15 | -0,10 | 0,52 | -2,78 |
| Ar-co_75 | Soporte_175 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_82 | Soporte_144 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_75 | Soporte_173 | ELU_Tr | 3021,75 | -350,20 | 393,61 | -0,19 | -0,66 | -0,12 | 0,12 | 1,62 | Ar-co_82 | Soporte_148 | ELU_Tr | 2884,33 | 45,11 | -195,25 | 0,96 | 2,29 | -0,64 | -0,65 | 0,32 |
| Ar-co_76 | Soporte_106 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_82 | Soporte_147 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_76 | Soporte_174 | ELU_Tr | 1109,73 | 223,41 | -81,74 | -1,24 | -2,25 | -0,19 | 0,25 | 1,62 | Ar-co_82 | Soporte_143 | ELU_Tr | 3347,92 | 1405,73 | -88,98 | -0,44 | -0,15 | -0,04 | -0,77 | 3,73 |
| Ar-co_76 | Soporte_176 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_83 | Soporte_149 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_76 | Soporte_108 | ELU_Tr | 1037,46 | 464,32 | -167,96 | 0,63 | 0,77 | 0,17 | 0,25 | 0,21 | Ar-co_83 | Soporte_145 | ELU_Tr | 4677,94 | 1173,07 | -513,24 | -1,49 | -0,31 | 0,09 | -3,64 | -0,11 |
| Ar-co_77 | Soporte_101 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_83 | Soporte_146 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_77 | Soporte_141 | ELU_Tr | 1014,14 | 427,57 | 194,61 | 0,63 | 0,74 | 0,24 | -0,20 | 1,4 | Ar-co_84 | Soporte_150 | ELU_Tr | 4676,58 | 1168,53 | 715,29 | 2,18 | 0,82 | 0,01 | -3,64 | 0,53 |
| Ar-co_77 | Soporte_153 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_84 | Soporte_152 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_77 | Soporte_169 | ELU_Tr | 3153,80 | -214,33 | 106,28 | -0,20 | -0,68 | 0,27 | -0,01 | 1,4 | Ar-co_84 | Soporte_151 | ELU_Tr | 2271,51 | 915,90 | 711,55 | 0,39 | 0,08 | -0,04 | -0,86 | 0,53 |
| Ar-co_78 | Soporte_102 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_84 | Soporte_147 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_78 | Soporte_170 | ELU_Tr | 3190,53 | -336,77 | 209,43 | -0,02 | -0,07 | -0,04 | -0,01 | -2,08 | Ar-co_85 | Soporte_141 | ELU_Tr | 2270,14 | 911,36 | -516,97 | -0,50 | -0,01 | 0,04 | -0,86 | -0,11 |
| Ar-co_78 | Soporte_156 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_85 | Soporte_145 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ar-co_78 | Soporte_144 | ELU_Tr | 1050,87 | 305,13 | 297,76 | -1,19 | -2,12 | -0,08 | -0,20 | -2,08 | Ar-co_85 | Soporte_144 | ELU_Tr | 4568,35 | 1147,80 | 510,08 | -1,63 | -0,36 | -0,08 | 4,03 | -0,15 |
| Ar-co_79 | Soporte_103 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - | Ar-co_85 | Soporte_148 | ELU_Tr | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | | 1033,78 | 476,58 | -199,92 | 0,61 | 0,72 | -0,25 | 0,20 | 1,39 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 1089,87 | 289,62 | -301,45 | -1,17 | -2,03 | 0,08 | 0,20 | -1,85 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3323,53 | -380,48 | -209,53 | -0,06 | -0,21 | 0,05 | 0,02 | -1,85 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3267,44 | -193,52 | -108,00 | -0,22 | -0,70 | -0,28 | 0,02 | 1,39 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3314,58 | -157,22 | 262,19 | -0,31 | 0,08 | 1,34 | 0,35 | -0,48 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 2647,67 | 2112,33 | 347,58 | 0,43 | 0,48 | -0,25 | 0,23 | -0,56 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3222,74 | 197,98 | -360,71 | 1,15 | 1,19 | -0,65 | -0,11 | -0,49 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 4276,89 | 3252,05 | -157,08 | 0,03 | 1,49 | -0,86 | 0,48 | -0,36 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3400,98 | -195,82 | -124,80 | -0,30 | 0,16 | -1,34 | -0,32 | -0,38 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3714,26 | 1155,03 | 45,94 | -0,05 | 1,28 | 0,81 | -0,33 | 0,38 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3260,45 | 5,81 | 103,96 | 1,24 | 1,46 | 0,70 | 0,21 | -0,32 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 3142,90 | 529,53 | -312,86 | 0,42 | 0,47 | 0,26 | -0,29 | -0,9 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 2861,35 | -110,46 | -160,78 | -0,09 | 0,56 | -0,55 | -0,02 | -0,25 | | | | | | | | | | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | |
| | | | 230,18 | -0,46 | -56,81 | 0,19 | -0,69 | 0,03 | -0,64 | -1,59 | | | | | | | | | | | |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--------|--------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Ar-co_85 | Sopor-te_157 | ELU_Tr | -10,70 | -72,73 | -155,13 | 0,46 | 0,90 | 0,05 | -0,24 | -1,59 | Ar-co_91 | Sopor-te_159 | ELU_Tr | 41,21 | 74,40 | 138,34 | -0,29 | -1,60 | -0,04 | -0,12 | 3,59 |
| Ar-co_85 | Sopor-te_153 | ELU_Tr | 36,27 | 83,83 | -159,67 | 0,10 | 0,94 | 0,04 | -0,24 | -2,26 | Ar-co_92 | Sopor-te_152 | ELU_Tr | 149,02 | 19,44 | 108,23 | -0,68 | -1,09 | 0,09 | -0,60 | -1,92 |
| Ar-co_86 | Sopor-te_146 | ELU_Tr | 240,39 | 19,81 | -184,82 | 1,03 | 1,89 | -0,08 | 1,26 | 3,48 | Ar-co_92 | Sopor-te_148 | ELU_Tr | 141,84 | -4,49 | 123,14 | 0,28 | -0,64 | 0,07 | -0,60 | -1,45 |
| Ar-co_86 | Sopor-te_142 | ELU_Tr | 244,21 | 32,54 | -183,17 | -0,92 | -1,43 | -0,06 | 1,26 | -2,21 | Ar-co_92 | Sopor-te_160 | ELU_Tr | 22,34 | -40,35 | 57,27 | 0,37 | 0,83 | 0,08 | -0,13 | -1,45 |
| Ar-co_86 | Sopor-te_154 | ELU_Tr | 45,28 | -27,14 | 0,63 | 0,13 | 0,77 | -0,13 | -0,23 | -2,21 | Ar-co_92 | Sopor-te_164 | ELU_Tr | 29,52 | -16,42 | 42,36 | 0,18 | 0,84 | 0,10 | -0,13 | -1,92 |
| Ar-co_86 | Sopor-te_158 | ELU_Tr | 41,46 | -39,87 | -1,02 | -0,35 | -1,59 | -0,14 | -0,23 | 3,48 | Ar-co_93 | Sopor-te_133 | ELU_Tr | 3676,29 | -50,14 | -62,47 | -0,12 | -0,37 | -0,01 | -0,01 | 0,05737 |
| Ar-co_87 | Sopor-te_147 | ELU_Tr | 290,22 | 149,11 | 146,97 | 1,06 | 1,99 | 0,06 | -1,36 | 3,61 | Ar-co_93 | Sopor-te_201 | ELU_Tr | 3656,84 | 14,71 | -57,60 | -0,17 | -0,48 | 0,05 | -0,01 | -0,5 |
| Ar-co_87 | Sopor-te_159 | ELU_Tr | 82,13 | 86,68 | 22,64 | -0,35 | -1,62 | 0,15 | 0,27 | 3,61 | Ar-co_93 | Sopor-te_203 | ELU_Tr | 3328,04 | 113,35 | 118,66 | 0,10 | 0,50 | 0,09 | -0,03 | -0,5 |
| Ar-co_87 | Sopor-te_155 | ELU_Tr | -24,38 | -268,37 | 17,65 | 0,21 | 1,05 | 0,13 | 0,27 | -2,88 | Ar-co_93 | Sopor-te_135 | ELU_Tr | 3347,49 | 48,50 | 113,78 | -0,06 | -0,50 | 0,02 | -0,03 | 0,05737 |
| Ar-co_87 | Sopor-te_143 | ELU_Tr | 183,71 | -205,94 | 141,99 | -1,02 | -1,83 | 0,05 | -1,36 | -2,88 | Ar-co_94 | Sopor-te_134 | ELU_Tr | 3605,01 | -55,50 | 70,54 | -0,13 | -0,39 | 0,01 | -0,02 | -0,06254 |
| Ar-co_88 | Sopor-te_144 | ELU_Tr | 253,35 | 102,13 | 57,73 | -0,75 | -1,12 | -0,02 | 0,59 | -1,94 | Ar-co_94 | Sopor-te_136 | ELU_Tr | 3293,21 | 38,04 | -111,12 | -0,06 | -0,52 | -0,03 | -0,03 | -0,06254 |
| Ar-co_88 | Sopor-te_156 | ELU_Tr | 26,44 | 34,06 | 144,49 | 0,07 | 0,81 | -0,03 | 0,24 | -1,94 | Ar-co_94 | Sopor-te_204 | ELU_Tr | 3267,06 | 125,20 | -118,29 | 0,03 | 0,31 | -0,09 | -0,03 | 0,29 |
| Ar-co_88 | Sopor-te_160 | ELU_Tr | 2,32 | -46,35 | 139,70 | 0,45 | 0,85 | -0,05 | 0,24 | -1,52 | Ar-co_94 | Sopor-te_202 | ELU_Tr | 3578,86 | 31,66 | 63,38 | -0,09 | -0,26 | -0,06 | -0,02 | 0,29 |
| Ar-co_88 | Sopor-te_148 | ELU_Tr | 229,23 | 21,72 | 52,95 | 0,19 | -0,66 | -0,03 | 0,59 | -1,52 | Ar-co_95 | Sopor-te_139 | ELU_Tr | 2909,81 | 43,27 | 142,82 | -0,07 | -0,22 | 0,04 | -0,03 | -0,07485 |
| Ar-co_89 | Sopor-te_149 | ELU_Tr | 165,72 | 59,57 | -121,70 | -0,74 | -1,28 | -0,10 | 0,66 | -2,23 | Ar-co_95 | Sopor-te_137 | ELU_Tr | 3114,29 | -18,08 | 15,61 | -0,05 | -0,38 | 0,02 | -0,01 | -0,07485 |
| Ar-co_89 | Sopor-te_161 | ELU_Tr | 38,30 | 21,35 | -47,20 | 0,22 | 0,97 | -0,12 | 0,12 | -2,23 | Ar-co_95 | Sopor-te_205 | ELU_Tr | 3106,25 | 8,75 | 8,45 | -0,12 | -0,28 | -0,03 | -0,01 | -0,29 |
| Ar-co_89 | Sopor-te_157 | ELU_Tr | 12,14 | -65,88 | -62,00 | 0,39 | 0,88 | -0,09 | 0,12 | -1,51 | Ar-co_95 | Sopor-te_207 | ELU_Tr | 2901,76 | 70,09 | 135,66 | 0,07 | 0,30 | -0,01 | -0,03 | -0,29 |
| Ar-co_89 | Sopor-te_145 | ELU_Tr | 139,55 | -27,65 | -136,50 | 0,30 | -0,65 | -0,07 | 0,66 | -1,51 | Ar-co_96 | Sopor-te_140 | ELU_Tr | 2864,55 | 30,27 | -145,23 | -0,08 | -0,24 | -0,03 | -0,03 | 0,08395 |
| Ar-co_90 | Sopor-te_146 | ELU_Tr | 176,30 | 0,58 | 17,35 | 0,98 | 1,88 | -0,01 | -0,92 | 3,47 | Ar-co_96 | Sopor-te_208 | ELU_Tr | 2848,78 | 82,83 | -135,28 | 0,14 | 0,51 | 0,02 | -0,03 | 0,48 |
| Ar-co_90 | Sopor-te_158 | ELU_Tr | -0,81 | -52,55 | -177,74 | -0,26 | -1,57 | 0,03 | 0,07 | 3,47 | Ar-co_96 | Sopor-te_206 | ELU_Tr | 3027,96 | 29,08 | 2,18 | -0,18 | -0,46 | 0,05 | 0,00 | 0,48 |
| Ar-co_90 | Sopor-te_162 | ELU_Tr | 29,93 | 49,92 | -217,61 | -0,09 | 0,21 | 0,06 | 0,07 | -0,8 | Ar-co_96 | Sopor-te_138 | ELU_Tr | 3043,73 | -23,48 | -7,77 | -0,05 | -0,42 | -0,01 | 0,00 | 0,08395 |
| Ar-co_90 | Sopor-te_150 | ELU_Tr | 207,04 | 103,05 | -22,51 | -0,45 | -0,60 | 0,02 | -0,92 | -0,8 | Ar-co_97 | Sopor-te_135 | ELU_Tr | 3671,93 | -759,71 | 245,60 | -0,29 | -1,38 | -0,08 | -1,30 | -4,01 |
| Ar-co_91 | Sopor-te_147 | ELU_Tr | 228,63 | 130,63 | 2,49 | 1,00 | 1,97 | 0,02 | 1,04 | 3,59 | Ar-co_97 | Sopor-te_203 | ELU_Tr | 3472,97 | -190,43 | 490,90 | 0,31 | 0,95 | -0,11 | 0,21 | 1,66 |
| Ar-co_91 | Sopor-te_151 | ELU_Tr | 148,89 | -135,17 | 44,31 | -0,59 | -1,05 | -0,01 | 1,04 | -1,57 | Ar-co_97 | Sopor-te_237 | ELU_Tr | 3576,39 | -356,67 | -295,66 | -1,06 | -1,39 | -0,29 | 0,33 | 1,9 |
| Ar-co_91 | Sopor-te_163 | ELU_Tr | -38,53 | -191,39 | 180,16 | 0,01 | 0,53 | -0,07 | -0,12 | -1,57 | Ar-co_97 | Sopor-te_142 | ELU_Tr | 3248,34 | 622,76 | -469,90 | 0,72 | 2,87 | 1,11 | -1,02 | -4,27 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------|-----------|---------|---------|---------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|---|-----------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Ar-co_98 | Soporte_136 | ELU_Tr | 3662,69 | -865,01 | -281,92 | -0,33 | -1,54 | 0,12 | 1,34 | -4,4 | Diaf_1 | 4 | Tabl_5731 | ELU_Tr | -353,85 | 779,31 | 856,13 | -0,88 | -2,19 | 1,35 | -8,39 | 18,47 |
| Ar-co_98 | Soporte_143 | ELU_Tr | 3138,55 | 738,49 | 529,44 | 0,78 | 3,04 | -1,12 | 1,05 | -4,68 | Diaf_1 | 4 | Tabl_521 | ELU_Tr | -421,70 | 1762,95 | 1464,54 | 1,37 | 4,67 | -0,29 | -8,15 | 21,78 |
| Ar-co_98 | Soporte_238 | ELU_Tr | 3517,68 | -380,43 | 316,49 | -1,04 | -1,31 | 0,30 | -0,36 | 1,85 | Diaf_1 | 4 | Tabl_1042 | ELU_Tr | 1276,27 | 2509,92 | 1564,02 | 2,77 | 3,45 | -0,06 | -4,04 | 2,07 |
| Ar-co_98 | Soporte_204 | ELU_Tr | 3428,39 | -200,81 | -580,33 | 0,26 | 0,80 | 0,10 | -0,22 | 1,61 | Diaf_1 | 5 | Tabl_5845 | ELU_Tr | 339,78 | 622,34 | -912,34 | -0,83 | -1,40 | -0,22 | -0,46 | -26,62 |
| Ar-co_99 | Soporte_137 | ELU_Tr | 3346,23 | -590,45 | -45,96 | -0,62 | -2,67 | 0,72 | 1,78 | -7,02 | Diaf_1 | 5 | Tabl_5732 | ELU_Tr | -539,00 | 3771,56 | -39,10 | -2,05 | -3,52 | -0,55 | -0,62 | 1,54 |
| Ar-co_99 | Soporte_150 | ELU_Tr | 3040,11 | 448,62 | 475,26 | 1,40 | 4,28 | -0,96 | 1,25 | -7,48 | Diaf_1 | 5 | E1_a | ELU_Tr | 1755,15 | 4635,79 | -903,61 | -1,39 | -2,49 | 0,05 | 6,79 | 6,15 |
| Ar-co_99 | Soporte_239 | ELU_Tr | 3282,42 | -279,85 | 345,25 | -0,88 | -0,99 | 0,24 | -0,51 | 2,01 | Diaf_1 | 5 | Tabl_1043 | ELU_Tr | -781,46 | 232,68 | 1660,99 | -3,99 | -9,86 | 0,39 | 6,99 | -26,73 |
| Ar-co_99 | Soporte_205 | ELU_Tr | 3192,41 | -153,36 | -241,36 | 0,18 | 0,60 | -0,06 | -0,30 | 1,67 | Diaf_1 | 6 | Tabl_5846 | ELU_Tr | 517,70 | 1703,93 | -484,32 | 0,36 | -0,23 | 0,14 | -3,08 | 5,77 |
| Diaf_1 | 0 | Tabl_5813 | 2088,70 | 5128,69 | 2036,43 | -1,02 | -0,61 | -0,61 | 13,41 | -30,9 | Diaf_1 | 6 | Tabl_5733 | ELU_Tr | -925,53 | 5512,18 | 627,22 | -0,60 | -0,25 | 0,00 | -2,48 | -4,39 |
| Diaf_1 | 0 | Tabl_5571 | -578,18 | 2423,92 | 1930,98 | 0,12 | -0,44 | 0,87 | 7,68 | 17,3 | Diaf_1 | 6 | Tabl_562 | ELU_Tr | 2014,06 | 6889,52 | 1241,06 | -0,03 | -1,61 | -0,22 | -0,48 | -5,69 |
| Diaf_1 | 0 | Tabl_361 | 386,31 | 4316,22 | 3564,35 | 0,50 | 4,38 | 2,28 | 7,27 | 29,63 | Diaf_1 | 6 | Tabl_1083 | ELU_Tr | -346,75 | 1447,05 | 2264,09 | -0,15 | 1,73 | -0,30 | -1,18 | 6,17 |
| Diaf_1 | 0 | Tabl_882 | 1313,44 | 4182,54 | 3613,34 | -1,23 | -11,49 | 2,88 | 13,97 | -26,65 | Diaf_1 | 7 | Tabl_5847 | ELU_Tr | 623,31 | 1876,30 | -551,64 | 0,19 | -0,41 | 0,10 | -2,19 | 4,89 |
| Diaf_1 | 1 | Tabl_5823 | 2033,06 | 4975,31 | 1983,72 | -0,52 | -0,25 | -0,31 | 6,74 | -15,48 | Diaf_1 | 7 | Tabl_5743 | ELU_Tr | -950,39 | 5992,17 | 678,20 | -0,45 | -0,08 | 0,01 | -1,53 | -5,08 |
| Diaf_1 | 1 | Tabl_5611 | -569,28 | 2343,59 | 1878,64 | 0,03 | -0,46 | 0,49 | 3,43 | 9,81 | Diaf_1 | 7 | Tabl_602 | ELU_Tr | 2140,07 | 7558,39 | 1369,32 | -0,14 | -1,74 | -0,10 | -0,56 | -6,31 |
| Diaf_1 | 1 | Tabl_401 | 359,77 | 4174,10 | 3452,02 | 0,14 | 2,38 | 1,06 | 2,57 | 16,08 | Diaf_1 | 7 | Tabl_1123 | ELU_Tr | -320,59 | 1538,99 | 2501,46 | -0,02 | 1,23 | -0,24 | -1,32 | 5,33 |
| Diaf_1 | 1 | Tabl_922 | 1286,37 | 4056,57 | 3502,58 | -0,45 | -5,69 | 1,45 | 6,43 | -13,45 | Diaf_1 | 8 | Tabl_5848 | ELU_Tr | 650,99 | 1912,92 | -573,18 | 0,13 | -0,13 | 0,02 | -1,30 | 1,48 |
| Diaf_1 | 2 | Tabl_5833 | 2129,58 | 5181,66 | 2104,77 | -0,04 | 0,06 | -0,01 | 0,41 | -0,75 | Diaf_1 | 8 | Tabl_5753 | ELU_Tr | -960,73 | 6145,70 | 681,51 | -0,31 | -0,16 | -0,01 | -0,96 | -1,72 |
| Diaf_1 | 2 | Tabl_5651 | -604,58 | 2443,36 | 1968,12 | -0,05 | -0,42 | 0,13 | -0,49 | 2,41 | Diaf_1 | 8 | Tabl_642 | ELU_Tr | 2161,76 | 7727,94 | 1403,91 | 0,13 | -0,70 | -0,05 | 0,63 | -2,03 |
| Diaf_1 | 2 | Tabl_441 | 382,45 | 4346,75 | 3553,13 | -0,19 | 0,43 | -0,07 | -1,69 | 2,87 | Diaf_1 | 8 | Tabl_1163 | ELU_Tr | -299,60 | 1582,87 | 2560,38 | -0,24 | 0,37 | -0,14 | 0,23 | 1,71 |
| Diaf_1 | 2 | Tabl_962 | 1325,52 | 4193,11 | 3628,40 | 0,26 | -0,19 | 0,10 | -0,64 | -0,82 | Diaf_1 | 9 | Tabl_5849 | ELU_Tr | 626,52 | 1851,66 | -576,15 | -0,39 | 2,45 | -0,63 | 9,36 | -27,07 |
| Diaf_1 | 3 | Tabl_5843 | 1903,81 | 4560,67 | 1870,61 | -0,34 | 0,19 | -0,32 | 3,93 | -13,81 | Diaf_1 | 9 | Tabl_5763 | ELU_Tr | -970,91 | 6135,50 | 653,64 | 1,87 | 0,06 | -0,21 | 6,06 | 32,2 |
| Diaf_1 | 3 | Tabl_5691 | -577,62 | 2070,24 | 1742,35 | -0,55 | -1,55 | 0,47 | 0,29 | 10,52 | Diaf_1 | 9 | Tabl_682 | ELU_Tr | 2136,71 | 7599,01 | 1367,84 | 2,57 | 10,69 | 0,44 | 9,82 | 39,93 |
| Diaf_1 | 3 | Tabl_481 | 228,14 | 3747,19 | 3117,24 | -0,25 | 1,96 | 0,45 | -0,71 | 16,25 | Diaf_1 | 9 | Tabl_1203 | ELU_Tr | -296,73 | 1600,93 | 2503,56 | -1,47 | -6,61 | 1,16 | 13,68 | -29,27 |
| Diaf_1 | 3 | Tabl_1002 | 1258,33 | 3685,14 | 3197,20 | -0,17 | -4,49 | 0,96 | 3,54 | -12,16 | Diaf_2 | 0 | Tabl_5850 | ELU_Tr | 617,37 | 1834,83 | -586,08 | -0,82 | 4,68 | -1,19 | 18,53 | -51,69 |
| Diaf_1 | 4 | Tabl_5844 | 1124,01 | 3071,51 | 935,72 | 1,56 | 2,83 | 0,27 | -4,87 | 1,59 | Diaf_2 | 0 | Tabl_5773 | ELU_Tr | -978,71 | 6145,55 | 642,74 | 3,76 | 0,26 | -0,39 | 12,10 | 61,44 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-----------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | Tabl_3126 | ELU_Tr | -209,14 | 707,74 | 635,91 | 0,68 | 2,31 | -0,31 | -4,00 | 11,96 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 6 | Tabl_3848 | ELU_Tr | -102,42 | 1346,37 | 1205,70 | -2,43 | -11,93 | 2,14 | 23,96 | -52,95 |
| 0 | Tabl_3647 | ELU_Tr | -522,19 | -857,50 | 646,31 | 1,25 | 1,11 | -0,12 | -1,43 | -0,91 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 7 | Tabl_7133 | ELU_Tr | 170,57 | 1502,63 | 128,72 | -0,47 | 2,71 | -0,71 | 10,06 | -31,44 |
| 1 | Tabl_7127 | ELU_Tr | -30,45 | 381,23 | -128,42 | -0,79 | -0,94 | -0,29 | 2,84 | -21,29 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 7 | Tabl_7065 | ELU_Tr | -843,04 | 3565,41 | 723,74 | 1,83 | -0,29 | -0,19 | 6,41 | 37,41 |
| 1 | Tabl_7014 | ELU_Tr | -356,39 | 1248,50 | 66,48 | -0,57 | -2,00 | -0,28 | 2,29 | 5,55 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 7 | Tabl_3367 | ELU_Tr | 1381,88 | 4522,44 | -814,88 | 3,14 | 12,07 | 0,55 | 12,35 | 46,52 |
| 1 | E1_c | ELU_Tr | -687,31 | 1568,98 | -365,04 | -0,45 | -0,02 | 0,37 | 5,33 | 9,68 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 7 | Tabl_3888 | ELU_Tr | -179,48 | 1489,55 | 1375,78 | -2,04 | -7,83 | 1,30 | 16,61 | -33,87 |
| 1 | Tabl_3648 | ELU_Tr | -310,65 | 314,34 | -531,57 | -2,17 | -7,87 | 0,53 | 5,97 | -21,66 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 8 | Tabl_7134 | ELU_Tr | 371,16 | 1581,28 | -217,24 | 0,06 | -0,51 | 0,16 | -1,24 | 7,12 |
| 2 | Tabl_7128 | ELU_Tr | 125,39 | 1332,07 | 132,06 | 0,34 | -0,55 | 0,19 | -3,98 | 8,46 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 8 | Tabl_7075 | ELU_Tr | -828,16 | 4415,32 | 644,42 | -0,04 | 0,42 | 0,01 | -0,65 | -8,46 |
| 2 | Tabl_7015 | ELU_Tr | -763,16 | 3110,69 | 647,63 | -0,80 | -0,24 | 0,02 | -2,96 | -8,7 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 8 | Tabl_3407 | ELU_Tr | 1659,41 | 5640,11 | 1035,60 | -0,95 | -2,40 | -0,15 | -4,09 | -10,67 |
| 2 | Tabl_3167 | ELU_Tr | 1226,93 | 3950,55 | -711,19 | -0,44 | -3,03 | -0,26 | -1,83 | -10,9 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 8 | Tabl_3928 | ELU_Tr | -256,67 | 1373,58 | 1832,59 | 0,87 | 1,89 | -0,21 | -4,79 | 7,52 |
| 2 | Tabl_3688 | ELU_Tr | -171,50 | 1326,59 | 1197,94 | 0,07 | 2,31 | -0,45 | -3,03 | 9,14 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 9 | Tabl_7135 | ELU_Tr | 171,10 | 1341,29 | 125,43 | 0,41 | -2,54 | 0,64 | -9,78 | 28,14 |
| 3 | Tabl_7129 | ELU_Tr | 194,24 | 1390,67 | 107,49 | 0,23 | -0,62 | 0,16 | -2,97 | 7,2 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 9 | Tabl_7085 | ELU_Tr | -725,83 | 3143,36 | 652,30 | -1,95 | -0,06 | 0,21 | -6,33 | -33,66 |
| 3 | Tabl_7025 | ELU_Tr | -727,16 | 3216,34 | 664,15 | -0,60 | -0,08 | 0,03 | -2,04 | -7,79 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 9 | Tabl_3447 | ELU_Tr | 1190,40 | 4002,11 | -721,74 | -2,68 | -11,17 | -0,47 | 10,24 | -41,72 |
| 3 | Tabl_3207 | ELU_Tr | 1230,12 | 4165,97 | -763,86 | -0,36 | -2,64 | -0,14 | -1,40 | -9,68 | Diaf_7 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 9 | Tabl_3968 | ELU_Tr | -124,65 | 1326,66 | 1219,72 | 1,54 | 6,88 | -1,22 | 14,27 | 30,44 |
| 3 | Tabl_3728 | ELU_Tr | -133,37 | 1317,75 | 1287,43 | 0,11 | 1,79 | -0,33 | -2,48 | 7,82 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 0 | Tabl_7136 | ELU_Tr | 189,90 | 1352,28 | 120,28 | 0,48 | -2,95 | 0,75 | 11,40 | 32,51 |
| 4 | Tabl_7130 | ELU_Tr | 215,14 | 1347,00 | 82,06 | 0,05 | 0,25 | -0,08 | 0,34 | -2,71 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 0 | Tabl_7095 | ELU_Tr | -735,99 | 3277,21 | 654,59 | -2,29 | -0,11 | 0,25 | -7,40 | -38,71 |
| 4 | Tabl_7035 | ELU_Tr | -688,18 | 3169,59 | 629,84 | 0,03 | -0,10 | -0,04 | 0,14 | 3,15 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 0 | Tabl_3487 | ELU_Tr | 1186,13 | 4093,35 | -734,73 | -3,05 | -12,89 | -0,53 | 11,61 | -47,98 |
| 4 | Tabl_3247 | ELU_Tr | 1174,01 | 4087,55 | -757,16 | 0,45 | 0,96 | 0,02 | 1,81 | 3,99 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 0 | Tabl_4008 | ELU_Tr | -89,41 | 1390,25 | 1242,73 | 1,71 | 7,93 | -1,41 | 16,28 | 35,18 |
| 4 | Tabl_3768 | ELU_Tr | -100,36 | 1280,69 | 1273,16 | -0,38 | -0,65 | 0,05 | 2,05 | -2,85 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 1 | Tabl_7137 | ELU_Tr | 182,96 | 1292,85 | 92,91 | 0,19 | -1,54 | 0,40 | -5,60 | 16,92 |
| 5 | Tabl_7131 | ELU_Tr | 192,83 | 1306,29 | 89,61 | -0,38 | 2,41 | -0,62 | 9,20 | -26,63 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 1 | Tabl_7105 | ELU_Tr | -705,36 | 3148,75 | 612,32 | -1,11 | 0,00 | 0,14 | -3,57 | -20,3 |
| 5 | Tabl_7045 | ELU_Tr | -706,70 | 3191,35 | 616,26 | 1,84 | 0,07 | -0,21 | 5,96 | 31,63 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 1 | Tabl_3527 | ELU_Tr | 1153,37 | 3947,50 | -715,39 | -1,73 | -6,71 | -0,26 | -6,63 | -25,19 |
| 5 | Tabl_3287 | ELU_Tr | 1158,07 | 3999,50 | -726,73 | 2,53 | 10,51 | 0,43 | 9,65 | 39,23 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 1 | Tabl_4048 | ELU_Tr | -101,98 | 1309,42 | 1207,53 | 1,04 | 4,12 | -0,70 | -8,99 | 18,27 |
| 5 | Tabl_3808 | ELU_Tr | -93,58 | 1322,96 | 1225,98 | -1,45 | -6,49 | 1,14 | 13,44 | -28,79 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 2 | Tabl_7138 | ELU_Tr | 210,84 | 1401,67 | 96,17 | -0,03 | -0,44 | 0,12 | -1,09 | 4,57 |
| 6 | Tabl_7132 | ELU_Tr | 174,01 | 1305,74 | 107,05 | -0,77 | 4,43 | -1,13 | 17,45 | -48,9 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 2 | Tabl_7115 | ELU_Tr | -728,92 | 3297,09 | 663,42 | -0,21 | 0,04 | 0,07 | -0,62 | -5,49 |
| 6 | Tabl_7055 | ELU_Tr | -724,40 | 3186,28 | 623,18 | 3,53 | 0,23 | -0,37 | 11,38 | 58 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| Diaf_7 | | | | | | | | | | | 2 | Tabl_3567 | ELU_Tr | 1233,82 | 4242,02 | -779,18 | -0,64 | -1,79 | -0,04 | -2,46 | -6,87 |
| 6 | Tabl_3327 | ELU_Tr | 1165,32 | 3968,13 | -715,54 | 4,45 | 19,36 | 0,81 | 16,88 | 71,87 | Diaf_8 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 2 | Tabl_4088 | ELU_Tr | -116,93 | 1342,44 | 1313,60 | 0,45 | 1,08 | -0,14 | -3,00 | 4,88 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|-------|------------|--------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| Diáf_9 | 5 | Tabl_4048 | ELU_Tr | -179,50 | 1153,50 | 1651,96 | 0,16 | 3,94 | 0,81 | 5,76 | 17,71 | Lo- | sa_11 | Tabl_13429 | ELU_Tr | -329,62 | 11,59 | 35,57 | 5,87 | -1,49 | -0,50 | -4,23 | 3,06 |
| Diáf_9 | 5 | Tabl_4569 | ELU_Tr | 1432,40 | 5110,98 | 891,55 | -0,89 | -6,41 | 0,29 | 3,14 | -22,68 | Lo- | sa_12 | Tabl_13429 | ELU_Tr | -387,73 | -0,03 | 39,78 | 4,68 | -1,76 | -0,74 | -4,08 | 2,94 |
| Diáf_9 | 6 | Tabl_7242 | ELU_Tr | -718,75 | 4327,30 | -590,67 | -0,61 | -0,28 | -0,03 | 1,76 | -4,78 | Lo- | sa_12 | Tabl_12908 | ELU_Tr | -389,01 | -0,29 | 8,56 | 4,41 | -0,26 | -0,23 | -4,21 | 2,94 |
| Diáf_9 | 6 | Tabl_7138 | ELU_Tr | 422,04 | 1376,69 | 262,34 | 0,17 | -0,40 | -0,08 | 2,48 | 4,04 | Lo- | sa_12 | Tabl_12909 | ELU_Tr | -388,21 | 3,73 | 7,07 | 6,63 | -0,47 | 0,30 | -4,21 | 3,08 |
| Diáf_9 | 6 | Tabl_4088 | ELU_Tr | -183,23 | 1263,82 | 1714,43 | -0,22 | 0,95 | 0,27 | 0,79 | 4,52 | Lo- | sa_12 | Tabl_13430 | ELU_Tr | -386,93 | 3,98 | 38,28 | 6,92 | -1,99 | -0,22 | -4,08 | 3,08 |
| Diáf_9 | 6 | Tabl_4609 | ELU_Tr | 1506,48 | 5352,41 | 922,12 | -0,05 | -1,82 | 0,08 | -0,05 | -5,77 | Lo- | sa_13 | Tabl_13430 | ELU_Tr | -437,52 | -6,13 | 25,58 | 5,12 | -2,32 | 0,24 | -4,47 | 3,25 |
| Diáf_9 | 7 | Tabl_7252 | ELU_Tr | -734,11 | 4117,71 | -525,74 | -0,92 | -0,01 | 0,02 | 3,48 | -10,63 | Lo- | sa_13 | Tabl_12909 | ELU_Tr | -432,37 | -5,10 | 15,05 | 5,03 | -0,82 | -0,16 | -4,01 | 3,25 |
| Diáf_9 | 7 | Tabl_7139 | ELU_Tr | 347,15 | 1288,60 | 276,60 | 0,50 | -0,72 | -0,17 | 4,89 | 11,39 | Lo- | sa_13 | Tabl_12910 | ELU_Tr | -429,90 | 7,23 | 15,59 | 7,31 | 0,16 | 0,19 | -4,01 | 2,75 |
| Diáf_9 | 7 | Tabl_4128 | ELU_Tr | -248,60 | 1180,34 | 1629,15 | -0,01 | 3,10 | 0,59 | 2,71 | 12,33 | Lo- | sa_13 | Tabl_13431 | ELU_Tr | -435,05 | 6,20 | 26,12 | 7,40 | -1,35 | 0,59 | -4,47 | 2,75 |
| Diáf_9 | 7 | Tabl_4649 | ELU_Tr | 1499,79 | 5075,59 | 886,50 | -0,16 | -3,48 | 0,29 | 1,06 | -13,38 | Lo- | sa_14 | Tabl_13431 | ELU_Tr | -476,12 | -2,01 | 31,20 | 5,60 | -1,67 | 0,19 | -3,93 | 2,98 |
| Diáf_9 | 8 | Tabl_7253 | ELU_Tr | -397,96 | -905,97 | -218,69 | 0,86 | 1,40 | 0,24 | 0,46 | -1,75 | Lo- | sa_14 | Tabl_12910 | ELU_Tr | -473,07 | -1,40 | 8,53 | 5,72 | -0,20 | 0,60 | -3,87 | 2,98 |
| Diáf_9 | 8 | Tabl_7140 | ELU_Tr | -145,77 | 355,02 | -73,84 | 1,01 | 0,73 | 0,10 | 0,80 | 4,8 | Lo- | sa_14 | Tabl_12911 | ELU_Tr | -472,03 | 3,82 | 6,71 | 7,81 | -0,30 | 0,76 | -3,87 | 2,91 |
| Diáf_9 | 8 | Tabl_4168 | ELU_Tr | -333,99 | 409,93 | 310,32 | 0,41 | 2,37 | 0,26 | -1,42 | 5,03 | Lo- | sa_14 | Tabl_13432 | ELU_Tr | -475,07 | 3,21 | 29,38 | 7,71 | -1,78 | 0,36 | -3,93 | 2,91 |
| Diáf_9 | 8 | Tabl_4689 | ELU_Tr | -634,00 | 1090,13 | 182,64 | 1,38 | 0,80 | 0,27 | -1,82 | -2,63 | Lo- | sa_15 | Tabl_13432 | ELU_Tr | -519,20 | -5,62 | 24,50 | 6,35 | -2,04 | 0,69 | -3,70 | 2,98 |
| Diáf_9 | 9 | Tabl_7254 | ELU_Tr | -194,12 | 270,40 | -304,26 | 1,07 | 0,27 | 1,22 | -2,23 | -10,88 | Lo- | sa_15 | Tabl_12911 | ELU_Tr | -507,75 | -3,32 | 9,98 | 6,47 | -0,58 | 0,44 | -3,57 | 2,98 |
| Diáf_9 | 9 | Tabl_7141 | ELU_Tr | -401,92 | -768,60 | -338,32 | -0,20 | -1,87 | 0,30 | -0,66 | 4,01 | Lo- | sa_15 | Tabl_12912 | ELU_Tr | -505,91 | 5,90 | 11,13 | 8,43 | 0,12 | 0,59 | -3,57 | 2,84 |
| Diáf_9 | 9 | E1_d | ELU_Tr | -414,03 | -663,02 | -558,12 | -0,72 | -0,36 | 0,70 | 1,70 | 2,56 | Lo- | sa_15 | Tabl_13433 | ELU_Tr | -517,36 | 3,61 | 25,66 | 8,30 | -1,33 | 0,84 | -3,70 | 2,84 |
| Diáf_9 | 9 | Tabl_4690 | ELU_Tr | -178,44 | 514,95 | -519,52 | -0,92 | -3,38 | 0,98 | -0,13 | -14,82 | Lo- | sa_16 | Tabl_13433 | ELU_Tr | -551,66 | -3,25 | 23,50 | 7,35 | -1,53 | 0,45 | -3,03 | 2,77 |
| Lo- | sa_10 | Tabl_13427 | ELU_Tr | -271,82 | 1,49 | 56,50 | 2,51 | -1,78 | -1,15 | -4,77 | 3,23 | Lo- | sa_16 | Tabl_12912 | ELU_Tr | -543,68 | -1,66 | 10,01 | 7,39 | -0,07 | 0,98 | -3,30 | 2,77 |
| Lo- | sa_10 | Tabl_12906 | ELU_Tr | -266,59 | 2,54 | 20,81 | 2,45 | -0,29 | -0,87 | -4,36 | 3,23 | Lo- | sa_16 | Tabl_12913 | ELU_Tr | -542,18 | 5,88 | 8,57 | 9,09 | -0,43 | 1,21 | -3,30 | 3,05 |
| Lo- | sa_10 | Tabl_12907 | ELU_Tr | -265,47 | 8,10 | 16,42 | 4,89 | -0,14 | -0,54 | -4,36 | 2,78 | Lo- | sa_16 | Tabl_13434 | ELU_Tr | -550,16 | 4,29 | 22,06 | 9,06 | -1,88 | 0,68 | -3,03 | 3,05 |
| Lo- | sa_10 | Tabl_13428 | ELU_Tr | -270,71 | 7,05 | 52,11 | 4,98 | -1,66 | -0,82 | -4,77 | 2,78 | Lo- | sa_17 | Tabl_13434 | ELU_Tr | -582,67 | -2,22 | 19,34 | 8,29 | -2,06 | 1,09 | -3,02 | 2,95 |
| Lo- | sa_11 | Tabl_13428 | ELU_Tr | -333,02 | -5,41 | 37,90 | 3,56 | -1,91 | -0,69 | -4,23 | 2,96 | Lo- | sa_17 | Tabl_12913 | ELU_Tr | -572,18 | -0,12 | 6,78 | 8,13 | -0,60 | 0,80 | -2,89 | 2,95 |
| Lo- | sa_11 | Tabl_12907 | ELU_Tr | -338,38 | -6,48 | 22,02 | 3,66 | -0,42 | -0,66 | -4,32 | 2,96 | Lo- | sa_17 | Tabl_12914 | ELU_Tr | -571,31 | 4,22 | 6,84 | 9,73 | 0,08 | 1,19 | -2,89 | 2,81 |
| Lo- | sa_11 | Tabl_12908 | ELU_Tr | -334,98 | 10,52 | 19,68 | 5,95 | 0,02 | -0,48 | -4,32 | 3,06 | Lo- | sa_17 | Tabl_13435 | ELU_Tr | -581,80 | 2,13 | 19,40 | 9,87 | -1,35 | 1,48 | -3,02 | 2,81 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|----------|------------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|
| Lo-sa_18 | Tabl_13435 | ELU_Tr | -604,44 | -2,40 | 13,95 | 8,58 | -1,59 | 1,28 | -2,58 | 2,94 | Lo-sa_24 | Tabl_12920 | ELU_Tr | -625,00 | -0,82 | 2,97 | 10,04 | -0,06 | 1,36 | -0,73 | 2,9 |
| Lo-sa_18 | Tabl_12914 | ELU_Tr | -598,00 | -1,11 | 8,34 | 8,87 | -0,11 | 1,39 | -2,56 | 2,94 | Lo-sa_24 | Tabl_12921 | ELU_Tr | -623,76 | 5,38 | 2,82 | 10,45 | 0,04 | 1,33 | -0,73 | 2,89 |
| Lo-sa_18 | Tabl_12915 | ELU_Tr | -596,73 | 5,23 | 6,71 | 10,26 | 0,01 | 1,39 | -2,56 | 2,91 | Lo-sa_24 | Tabl_13442 | ELU_Tr | -638,10 | 2,51 | -7,64 | 10,11 | -1,40 | 1,35 | -0,74 | 2,89 |
| Lo-sa_18 | Tabl_13436 | ELU_Tr | -603,17 | 3,95 | 12,32 | 9,96 | -1,45 | 1,28 | -2,58 | 2,91 | Lo-sa_25 | Tabl_13442 | ELU_Tr | -628,33 | 4,46 | -4,75 | 9,94 | -1,45 | 1,31 | -0,18 | 2,77 |
| Lo-sa_19 | Tabl_13436 | ELU_Tr | -623,49 | -0,12 | 12,95 | 9,03 | -1,64 | 1,35 | -2,17 | 2,86 | Lo-sa_25 | Tabl_12921 | ELU_Tr | -615,83 | 6,96 | -6,16 | 10,15 | 0,00 | 1,37 | -0,36 | 2,77 |
| Lo-sa_19 | Tabl_12915 | ELU_Tr | -614,38 | 1,70 | 1,90 | 9,27 | -0,18 | 1,32 | -2,25 | 2,86 | Lo-sa_25 | Tabl_12922 | ELU_Tr | -617,52 | -1,46 | -7,20 | 10,30 | -0,06 | 1,43 | -0,36 | 2,96 |
| Lo-sa_19 | Tabl_12916 | ELU_Tr | -614,27 | 2,25 | 1,64 | 10,47 | 0,07 | 1,36 | -2,25 | 2,93 | Lo-sa_25 | Tabl_13443 | ELU_Tr | -630,01 | -3,95 | -5,79 | 10,07 | -1,48 | 1,37 | -0,18 | 2,96 |
| Lo-sa_19 | Tabl_13437 | ELU_Tr | -623,38 | 0,43 | 12,69 | 10,21 | -1,37 | 1,38 | -2,17 | 2,93 | Lo-sa_26 | Tabl_13443 | ELU_Tr | -613,02 | -0,56 | -16,45 | 9,77 | -1,56 | 1,51 | 0,06 | 2,9 |
| Lo-sa_20 | Tabl_13437 | ELU_Tr | -636,68 | -2,23 | 4,62 | 9,39 | -1,54 | 1,31 | -1,80 | 2,84 | Lo-sa_26 | Tabl_12922 | ELU_Tr | -602,51 | 1,55 | -0,27 | 10,15 | -0,08 | 1,29 | 0,04 | 2,9 |
| Lo-sa_20 | Tabl_12916 | ELU_Tr | -626,45 | -0,19 | 5,39 | 9,58 | -0,09 | 1,43 | -1,88 | 2,84 | Lo-sa_26 | Tabl_12923 | ELU_Tr | -602,20 | 3,07 | -1,05 | 10,13 | 0,18 | 1,21 | 0,04 | 2,92 |
| Lo-sa_20 | Tabl_12917 | ELU_Tr | -625,28 | 5,66 | 3,94 | 10,58 | -0,06 | 1,51 | -1,88 | 2,93 | Lo-sa_26 | Tabl_13444 | ELU_Tr | -612,72 | 0,96 | -17,23 | 9,73 | -1,26 | 1,43 | 0,06 | 2,92 |
| Lo-sa_20 | Tabl_13438 | ELU_Tr | -635,51 | 3,61 | 3,16 | 10,37 | -1,49 | 1,39 | -1,80 | 2,93 | Lo-sa_27 | Tabl_13444 | ELU_Tr | -590,57 | 5,39 | -12,71 | 9,62 | -1,30 | 1,25 | 0,51 | 2,82 |
| Lo-sa_21 | Tabl_13438 | ELU_Tr | -642,88 | 2,14 | 3,95 | 9,57 | -1,67 | 1,50 | -1,40 | 2,83 | Lo-sa_27 | Tabl_12923 | ELU_Tr | -580,15 | 7,48 | -10,24 | 9,99 | 0,17 | 1,39 | 0,36 | 2,82 |
| Lo-sa_21 | Tabl_12917 | ELU_Tr | -628,92 | 4,93 | -2,79 | 9,75 | -0,21 | 1,41 | -1,50 | 2,83 | Lo-sa_27 | Tabl_12924 | ELU_Tr | -582,25 | -3,02 | -11,32 | 9,76 | -0,07 | 1,31 | 0,36 | 2,98 |
| Lo-sa_21 | Tabl_12918 | ELU_Tr | -630,06 | -0,81 | -2,52 | 10,54 | 0,05 | 1,50 | -1,50 | 2,95 | Lo-sa_27 | Tabl_13445 | ELU_Tr | -592,67 | -5,10 | -13,79 | 9,37 | -1,51 | 1,17 | 0,51 | 2,98 |
| Lo-sa_21 | Tabl_13439 | ELU_Tr | -644,03 | -3,60 | 4,21 | 10,34 | -1,38 | 1,59 | -1,40 | 2,95 | Lo-sa_28 | Tabl_13445 | ELU_Tr | -566,48 | 0,14 | -24,48 | 9,40 | -1,52 | 1,33 | 0,75 | 2,88 |
| Lo-sa_22 | Tabl_13439 | ELU_Tr | -643,77 | -3,55 | -3,71 | 9,49 | -1,57 | 1,58 | -1,01 | 2,85 | Lo-sa_28 | Tabl_12924 | ELU_Tr | -552,69 | 2,90 | -4,10 | 9,66 | -0,07 | 1,15 | 0,76 | 2,88 |
| Lo-sa_22 | Tabl_12918 | ELU_Tr | -631,60 | -1,11 | 4,53 | 9,89 | -0,06 | 1,51 | -1,25 | 2,85 | Lo-sa_28 | Tabl_12925 | ELU_Tr | -552,73 | 2,68 | -4,72 | 9,27 | 0,06 | 1,16 | 0,76 | 2,87 |
| Lo-sa_22 | Tabl_12919 | ELU_Tr | -630,44 | 4,68 | 3,69 | 10,51 | 0,13 | 1,41 | -1,25 | 3,11 | Lo-sa_28 | Tabl_13446 | ELU_Tr | -566,52 | -0,07 | -25,10 | 8,98 | -1,36 | 1,34 | 0,75 | 2,87 |
| Lo-sa_22 | Tabl_13440 | ELU_Tr | -642,61 | 2,24 | -4,55 | 10,09 | -1,35 | 1,48 | -1,01 | 3,11 | Lo-sa_29 | Tabl_13446 | ELU_Tr | -532,41 | 6,75 | -21,56 | 8,97 | -1,38 | 1,25 | 1,33 | 2,78 |
| Lo-sa_23 | Tabl_13440 | ELU_Tr | -641,73 | 2,42 | 2,07 | 9,54 | -1,48 | 1,41 | -1,10 | 3,02 | Lo-sa_29 | Tabl_12925 | ELU_Tr | -517,37 | 9,76 | -13,99 | 9,31 | 0,08 | 1,24 | 1,12 | 2,78 |
| Lo-sa_23 | Tabl_12919 | ELU_Tr | -628,03 | 5,16 | -5,18 | 9,91 | 0,02 | 1,48 | -1,01 | 3,02 | Lo-sa_29 | Tabl_12926 | ELU_Tr | -520,35 | -5,12 | -14,55 | 8,66 | -0,05 | 1,19 | 1,12 | 3,01 |
| Lo-sa_23 | Tabl_12920 | ELU_Tr | -629,40 | -1,70 | -5,40 | 10,48 | 0,03 | 1,41 | -1,01 | 2,91 | Lo-sa_29 | Tabl_13447 | ELU_Tr | -535,38 | -8,12 | -22,12 | 8,30 | -1,48 | 1,20 | 1,33 | 3,01 |
| Lo-sa_23 | Tabl_13441 | ELU_Tr | -643,10 | -4,44 | 1,85 | 10,10 | -1,44 | 1,34 | -1,10 | 2,91 | Lo-sa_30 | Tabl_13447 | ELU_Tr | -496,85 | -0,42 | -31,87 | 8,43 | -1,48 | 1,30 | 1,62 | 2,85 |
| Lo-sa_24 | Tabl_13441 | ELU_Tr | -639,34 | -3,69 | -7,48 | 9,73 | -1,52 | 1,39 | -0,74 | 2,9 | Lo-sa_30 | Tabl_12926 | ELU_Tr | -480,58 | 2,84 | -5,82 | 8,85 | 0,02 | 1,09 | 1,41 | 2,85 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|-------|--------|------|-------|------|------|------|----------|------------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|
| Lo-sa_30 | Tabl_12927 | ELU_Tr | -480,90 | 1,20 | -5,65 | 8,05 | 0,12 | 0,97 | 1,41 | 3,08 | Lo-sa_36 | Tabl_13454 | ELU_Tr | -198,03 | -6,02 | -46,56 | 3,31 | -1,55 | 0,68 | 3,55 | 2,91 |
| Lo-sa_30 | Tabl_13448 | ELU_Tr | -497,18 | -2,06 | -31,70 | 7,61 | -1,35 | 1,18 | 1,62 | 3,08 | Lo-sa_37 | Tabl_13454 | ELU_Tr | -127,12 | 8,16 | -45,59 | 4,22 | -1,37 | 0,79 | 3,86 | 2,89 |
| Lo-sa_31 | Tabl_13448 | ELU_Tr | -454,34 | 6,51 | -24,72 | 7,93 | -1,30 | 1,06 | 1,62 | 2,99 | Lo-sa_37 | Tabl_12933 | ELU_Tr | -117,56 | 10,08 | -18,97 | 4,61 | 0,07 | 0,49 | 3,91 | 2,89 |
| Lo-sa_31 | Tabl_12927 | ELU_Tr | -440,06 | 9,36 | -14,95 | 8,37 | 0,20 | 1,10 | 1,65 | 2,99 | Lo-sa_37 | Tabl_12934 | ELU_Tr | -120,76 | -5,94 | -20,78 | 2,53 | 0,03 | 0,39 | 3,91 | 2,84 |
| Lo-sa_31 | Tabl_12928 | ELU_Tr | -443,04 | -5,49 | -16,10 | 7,50 | -0,04 | 0,96 | 1,65 | 2,95 | Lo-sa_37 | Tabl_13455 | ELU_Tr | -130,33 | -7,85 | -47,41 | 2,12 | -1,39 | 0,69 | 3,86 | 2,84 |
| Lo-sa_31 | Tabl_13449 | ELU_Tr | -457,32 | -8,35 | -25,87 | 7,04 | -1,51 | 0,92 | 1,62 | 2,95 | Lo-sa_38 | Tabl_13455 | ELU_Tr | -60,09 | 6,20 | -52,03 | 3,24 | -1,17 | 0,59 | 4,36 | 2,83 |
| Lo-sa_32 | Tabl_13449 | ELU_Tr | -415,11 | 0,09 | -34,21 | 7,61 | -1,41 | 0,99 | 1,94 | 2,89 | Lo-sa_38 | Tabl_12934 | ELU_Tr | -46,48 | 8,92 | -19,12 | 3,67 | 0,26 | 0,50 | 4,36 | 2,83 |
| Lo-sa_32 | Tabl_12928 | ELU_Tr | -397,70 | 3,57 | -8,32 | 7,92 | 0,05 | 0,88 | 1,93 | 2,89 | Lo-sa_38 | Tabl_12935 | ELU_Tr | -49,45 | -5,93 | -17,46 | 1,34 | -0,11 | 0,35 | 4,36 | 2,83 |
| Lo-sa_32 | Tabl_12929 | ELU_Tr | -398,20 | 1,07 | -7,71 | 6,89 | -0,03 | 0,85 | 1,93 | 2,9 | Lo-sa_38 | Tabl_13456 | ELU_Tr | -63,06 | -8,65 | -50,37 | 0,88 | -1,52 | 0,44 | 4,36 | 2,83 |
| Lo-sa_32 | Tabl_13450 | ELU_Tr | -415,61 | -2,41 | -33,60 | 6,56 | -1,46 | 0,96 | 1,94 | 2,9 | Lo-sa_39 | Tabl_13456 | ELU_Tr | 18,03 | 7,57 | -52,52 | 2,27 | -1,24 | 0,54 | 4,86 | 2,82 |
| Lo-sa_33 | Tabl_13450 | ELU_Tr | -365,56 | 7,60 | -31,20 | 7,18 | -1,35 | 0,95 | 2,41 | 2,82 | Lo-sa_39 | Tabl_12935 | ELU_Tr | 21,70 | 8,30 | -17,04 | 2,74 | 0,17 | 0,25 | 4,91 | 2,82 |
| Lo-sa_33 | Tabl_12929 | ELU_Tr | -351,97 | 10,32 | -15,38 | 7,49 | 0,10 | 0,86 | 2,29 | 2,82 | Lo-sa_39 | Tabl_12936 | ELU_Tr | 18,91 | -5,63 | -19,39 | 0,12 | 0,00 | 0,08 | 4,91 | 2,76 |
| Lo-sa_33 | Tabl_12930 | ELU_Tr | -354,98 | -4,72 | -17,00 | 6,23 | -0,05 | 0,84 | 2,29 | 2,94 | Lo-sa_39 | Tabl_13457 | ELU_Tr | 15,24 | -6,37 | -54,87 | -0,37 | -1,38 | 0,36 | 4,86 | 2,76 |
| Lo-sa_33 | Tabl_13451 | ELU_Tr | -368,57 | -7,44 | -32,81 | 5,90 | -1,48 | 0,92 | 2,41 | 2,94 | Lo-sa_40 | Tabl_13457 | ELU_Tr | 91,39 | 8,86 | -52,31 | 1,39 | -1,04 | 0,22 | 5,58 | 2,71 |
| Lo-sa_34 | Tabl_13451 | ELU_Tr | -314,63 | 3,35 | -41,68 | 6,53 | -1,37 | 0,97 | 2,70 | 2,89 | Lo-sa_40 | Tabl_12936 | ELU_Tr | 98,24 | 10,23 | -23,57 | 1,73 | 0,33 | 0,21 | 5,56 | 2,71 |
| Lo-sa_34 | Tabl_12930 | ELU_Tr | -300,62 | 6,15 | -11,65 | 6,93 | 0,09 | 0,78 | 2,70 | 2,89 | Lo-sa_40 | Tabl_12937 | ELU_Tr | 94,27 | -9,64 | -21,48 | -1,25 | -0,26 | 0,15 | 5,56 | 2,73 |
| Lo-sa_34 | Tabl_12931 | ELU_Tr | -302,16 | -1,50 | -11,45 | 5,49 | 0,04 | 0,68 | 2,70 | 2,89 | Lo-sa_40 | Tabl_13458 | ELU_Tr | 87,41 | -11,01 | -50,22 | -1,61 | -1,61 | 0,16 | 5,58 | 2,73 |
| Lo-sa_34 | Tabl_13452 | ELU_Tr | -316,16 | -4,31 | -41,48 | 5,07 | -1,39 | 0,87 | 2,70 | 2,89 | Lo-sa_41 | Tabl_13458 | ELU_Tr | 174,11 | 6,33 | -57,92 | 0,29 | -1,23 | 0,34 | 6,18 | 2,75 |
| Lo-sa_35 | Tabl_13452 | ELU_Tr | -254,90 | 7,95 | -38,83 | 5,85 | -1,25 | 0,81 | 3,18 | 2,82 | Lo-sa_41 | Tabl_12937 | ELU_Tr | 167,56 | 5,02 | -14,09 | 0,47 | 0,08 | -0,04 | 6,49 | 2,75 |
| Lo-sa_35 | Tabl_12931 | ELU_Tr | -244,23 | 10,08 | -17,82 | 6,29 | 0,21 | 0,74 | 3,05 | 2,82 | Lo-sa_41 | Tabl_12938 | ELU_Tr | 165,68 | -4,41 | -16,28 | -2,93 | -0,13 | 0,03 | 6,49 | 2,42 |
| Lo-sa_35 | Tabl_12932 | ELU_Tr | -247,41 | -5,82 | -19,48 | 4,62 | -0,04 | 0,59 | 3,05 | 2,96 | Lo-sa_41 | Tabl_13459 | ELU_Tr | 172,23 | -3,10 | -60,12 | -3,13 | -1,41 | 0,41 | 6,18 | 2,42 |
| Lo-sa_35 | Tabl_13453 | ELU_Tr | -258,08 | -7,95 | -40,48 | 4,17 | -1,47 | 0,67 | 3,18 | 2,96 | Lo-sa_42 | Tabl_13459 | ELU_Tr | 253,74 | 13,21 | -51,79 | -1,29 | -1,04 | 0,27 | 7,57 | 2,46 |
| Lo-sa_36 | Tabl_13453 | ELU_Tr | -195,93 | 4,48 | -47,20 | 5,20 | -1,29 | 0,67 | 3,55 | 2,82 | Lo-sa_42 | Tabl_12938 | ELU_Tr | 245,56 | 11,57 | -27,34 | -1,36 | 0,17 | 0,17 | 7,70 | 2,46 |
| Lo-sa_36 | Tabl_12932 | ELU_Tr | -181,88 | 7,29 | -15,36 | 5,47 | 0,16 | 0,59 | 3,46 | 2,82 | Lo-sa_42 | Tabl_12939 | ELU_Tr | 240,03 | -16,11 | -23,53 | -5,46 | -0,52 | 0,44 | 7,70 | 2,33 |
| Lo-sa_36 | Tabl_12933 | ELU_Tr | -183,98 | -3,21 | -14,73 | 3,60 | -0,13 | 0,60 | 3,46 | 2,91 | Lo-sa_42 | Tabl_13460 | ELU_Tr | 248,21 | -14,47 | -47,98 | -5,40 | -1,71 | 0,55 | 7,57 | 2,33 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|--------------|------------|--------|---------|--------|-------|--------|-------|------|-------|------|
| Lo- sa_43 | Tabl_13460 | ELU_Tr | 343,07 | 4,50 | -62,35 | -3,67 | -1,43 | 0,67 | 9,75 | 1,97 | Lo- sa_49 | Tabl_12945 | ELU_Tr | 335,35 | -16,35 | 23,17 | -12,62 | -1,14 | 0,79 | 10,96 | 2,51 |
| Lo- sa_43 | Tabl_12939 | ELU_Tr | 305,13 | -3,09 | -5,10 | -4,46 | -0,26 | 0,32 | 9,12 | 1,97 | Lo- sa_49 | Tabl_12946 | ELU_Tr | 340,18 | 7,79 | 25,20 | -5,05 | -0,29 | 2,17 | 10,96 | 1,86 |
| Lo- sa_43 | Tabl_12940 | ELU_Tr | 304,66 | -5,40 | -6,46 | -9,52 | -0,82 | 1,22 | 9,12 | 2,65 | Lo- sa_49 | Tabl_13467 | ELU_Tr | 374,73 | 14,70 | 44,11 | -4,05 | -1,37 | 1,77 | 11,44 | 1,86 |
| Lo- sa_43 | Tabl_13461 | ELU_Tr | 342,61 | 2,19 | -63,71 | -8,76 | -1,96 | 1,58 | 9,75 | 2,65 | Lo- sa_50 | Tabl_13467 | ELU_Tr | 272,62 | -5,73 | 63,21 | -6,43 | -1,81 | 1,86 | -8,40 | 2,05 |
| Lo- sa_44 | Tabl_13461 | ELU_Tr | 419,27 | 17,52 | -40,82 | -8,17 | -2,02 | 1,77 | 12,14 | 1,67 | Lo- sa_50 | Tabl_12946 | ELU_Tr | 251,95 | -9,86 | 8,40 | -6,69 | -0,66 | 2,08 | -8,70 | 2,05 |
| Lo- sa_44 | Tabl_12940 | ELU_Tr | 373,83 | 8,43 | -27,60 | -9,15 | -0,57 | 1,03 | 9,92 | 1,67 | Lo- sa_50 | Tabl_12947 | ELU_Tr | 254,89 | 4,83 | 7,88 | -0,91 | 0,12 | 2,61 | -8,70 | 2,47 |
| Lo- sa_44 | Tabl_12941 | ELU_Tr | 368,20 | -19,72 | -25,53 | -15,07 | -0,81 | 2,15 | 9,92 | 4,05 | Lo- sa_50 | Tabl_13468 | ELU_Tr | 275,55 | 8,96 | 62,69 | -0,67 | -0,99 | 2,39 | -8,40 | 2,47 |
| Lo- sa_44 | Tabl_13462 | ELU_Tr | 413,64 | -10,64 | -38,75 | -14,12 | -2,22 | 2,90 | 12,14 | 4,05 | Lo- sa_51 | Tabl_13468 | ELU_Tr | 162,09 | -13,73 | 49,02 | -3,57 | -1,62 | 2,46 | -6,41 | 2,2 |
| Lo- sa_45 | Tabl_13462 | ELU_Tr | 489,54 | 4,54 | -57,19 | -15,18 | -2,76 | 3,26 | 12,64 | 2,21 | Lo- sa_51 | Tabl_12947 | ELU_Tr | 166,57 | -12,84 | 23,09 | -3,19 | -0,29 | 2,55 | -7,00 | 2,2 |
| Lo- sa_45 | Tabl_12941 | ELU_Tr | 425,22 | -8,32 | -0,19 | -14,75 | -0,42 | 1,79 | 8,14 | 2,21 | Lo- sa_51 | Tabl_12948 | ELU_Tr | 171,76 | 13,12 | 25,31 | 1,34 | 0,43 | 2,42 | -7,00 | 3 |
| Lo- sa_45 | Tabl_12942 | ELU_Tr | 423,69 | -15,98 | 4,57 | -20,31 | 0,33 | 1,80 | 8,14 | 7,04 | Lo- sa_51 | Tabl_13469 | ELU_Tr | 167,28 | 12,22 | 51,24 | 0,95 | -0,85 | 2,32 | -6,41 | 3 |
| Lo- sa_45 | Tabl_13463 | ELU_Tr | 488,01 | -3,12 | -52,43 | -20,79 | -1,96 | 3,27 | 12,64 | 7,04 | Lo- sa_52 | Tabl_13469 | ELU_Tr | 71,05 | -7,02 | 56,43 | -1,56 | -1,43 | 2,19 | -5,66 | 2,57 |
| Lo- sa_46 | Tabl_13463 | ELU_Tr | 539,22 | 7,13 | -10,29 | -21,91 | -2,62 | 2,79 | 6,66 | 4,6 | Lo- sa_52 | Tabl_12948 | ELU_Tr | 72,65 | -6,71 | 15,81 | -1,17 | 0,00 | 2,55 | -6,03 | 2,57 |
| Lo- sa_46 | Tabl_12942 | ELU_Tr | 452,70 | -10,18 | -9,94 | -19,87 | 0,86 | 2,28 | 2,34 | 4,6 | Lo- sa_52 | Tabl_12949 | ELU_Tr | 75,85 | 9,29 | 13,76 | 2,78 | 0,19 | 2,42 | -6,03 | 3,06 |
| Lo- sa_46 | Tabl_12943 | ELU_Tr | 450,54 | -20,96 | -8,41 | -22,27 | 1,01 | 1,05 | 2,34 | 9,24 | Lo- sa_52 | Tabl_13470 | ELU_Tr | 74,25 | 8,97 | 54,38 | 2,38 | -1,21 | 2,06 | -5,66 | 3,06 |
| Lo- sa_46 | Tabl_13464 | ELU_Tr | 537,07 | -3,66 | -8,76 | -24,35 | -2,44 | 1,56 | 6,66 | 9,24 | Lo- sa_53 | Tabl_13470 | ELU_Tr | -25,57 | -11,00 | 46,67 | -0,07 | -1,74 | 2,23 | -5,36 | 2,82 |
| Lo- sa_47 | Tabl_13464 | ELU_Tr | 529,42 | -5,19 | 10,16 | -25,18 | -2,55 | 0,99 | 10,22 | 9,55 | Lo- sa_53 | Tabl_12949 | ELU_Tr | -11,15 | -8,11 | 18,99 | 0,27 | -0,28 | 2,26 | -5,44 | 2,82 |
| Lo- sa_47 | Tabl_12943 | ELU_Tr | 447,94 | -21,48 | 8,31 | -23,41 | 0,72 | 1,62 | -5,73 | 9,55 | Lo- sa_53 | Tabl_12950 | ELU_Tr | -7,26 | 11,33 | 20,02 | 3,92 | 0,38 | 2,19 | -5,44 | 2,94 |
| Lo- sa_47 | Tabl_12944 | ELU_Tr | 450,45 | -8,96 | 11,06 | -18,03 | 0,77 | 0,36 | -5,73 | 3,48 | Lo- sa_53 | Tabl_13471 | ELU_Tr | -21,68 | 8,45 | 47,70 | 3,56 | -1,04 | 2,16 | -5,36 | 2,94 |
| Lo- sa_47 | Tabl_13465 | ELU_Tr | 531,92 | 7,34 | 12,91 | -19,80 | -2,48 | -0,27 | 10,22 | 3,48 | Lo- sa_54 | Tabl_13471 | ELU_Tr | -106,54 | -8,52 | 48,43 | 1,09 | -1,55 | 2,07 | -4,88 | 2,83 |
| Lo- sa_48 | Tabl_13465 | ELU_Tr | 465,91 | -5,87 | 53,69 | -19,88 | -1,98 | -0,63 | 15,22 | 6,37 | Lo- sa_54 | Tabl_12950 | ELU_Tr | -97,38 | -6,69 | 17,23 | 1,55 | -0,07 | 2,28 | -4,99 | 2,83 |
| Lo- sa_48 | Tabl_12944 | ELU_Tr | 406,48 | -17,75 | -1,52 | -20,00 | -0,14 | 0,72 | 11,22 | 6,37 | Lo- sa_54 | Tabl_12951 | ELU_Tr | -94,03 | 10,06 | 15,14 | 4,89 | 0,24 | 2,08 | -4,99 | 2,99 |
| Lo- sa_48 | Tabl_12945 | ELU_Tr | 409,74 | -1,47 | 2,50 | -11,08 | -0,55 | 1,27 | 11,22 | 0,97 | Lo- sa_54 | Tabl_13472 | ELU_Tr | -103,19 | 8,22 | 46,34 | 4,41 | -1,20 | 1,87 | -4,88 | 2,99 |
| Lo- sa_48 | Tabl_13466 | ELU_Tr | 469,17 | 10,41 | 57,71 | -10,95 | -2,39 | -0,09 | 15,22 | 0,97 | Lo- sa_55 | Tabl_13472 | ELU_Tr | -192,44 | -9,63 | 45,91 | 2,37 | -1,63 | 1,93 | -4,50 | 2,86 |
| Lo- sa_49 | Tabl_13466 | ELU_Tr | 369,91 | -9,44 | 42,09 | -11,61 | -2,24 | 0,39 | 11,44 | 2,51 | Lo- sa_55 | Tabl_12951 | ELU_Tr | -173,67 | -5,87 | 13,74 | 2,82 | -0,16 | 2,02 | -4,58 | 2,86 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|----------|------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Lo-sa_55 | Tabl_12952 | ELU_Tr | -170,48 | 10,09 | 14,83 | 5,90 | 0,30 | 1,82 | -4,58 | 2,97 | Lo-sa_61 | Tabl_13479 | ELU_Tr | -527,84 | -0,50 | 20,77 | 9,43 | -1,33 | 1,31 | -1,87 | 2,94 |
| Lo-sa_55 | Tabl_13473 | ELU_Tr | -189,25 | 6,34 | 47,00 | 5,43 | -1,14 | 1,74 | -4,50 | 2,97 | Lo-sa_62 | Tabl_13479 | ELU_Tr | -554,64 | -5,86 | 9,36 | 8,36 | -1,57 | 1,36 | -1,31 | 2,78 |
| Lo-sa_56 | Tabl_13473 | ELU_Tr | -264,91 | -8,79 | 39,49 | 3,83 | -1,49 | 1,65 | -4,03 | 2,81 | Lo-sa_62 | Tabl_12958 | ELU_Tr | -537,90 | -2,52 | 11,00 | 8,83 | -0,05 | 1,30 | -1,64 | 2,78 |
| Lo-sa_56 | Tabl_12952 | ELU_Tr | -252,07 | -6,23 | 18,67 | 4,17 | -0,02 | 1,91 | -4,17 | 2,81 | Lo-sa_62 | Tabl_12959 | ELU_Tr | -536,08 | 6,55 | 10,13 | 9,83 | 0,23 | 1,10 | -1,64 | 3,23 |
| Lo-sa_56 | Tabl_12953 | ELU_Tr | -248,60 | 11,12 | 16,99 | 6,95 | 0,10 | 1,84 | -4,17 | 3 | Lo-sa_62 | Tabl_13480 | ELU_Tr | -552,83 | 3,20 | 8,49 | 9,35 | -1,26 | 1,16 | -1,31 | 3,23 |
| Lo-sa_56 | Tabl_13474 | ELU_Tr | -261,44 | 8,55 | 37,80 | 6,59 | -1,34 | 1,58 | -4,03 | 3 | Lo-sa_63 | Tabl_13480 | ELU_Tr | -578,48 | -1,93 | 18,22 | 8,63 | -1,42 | 1,06 | -1,69 | 3,15 |
| Lo-sa_57 | Tabl_13474 | ELU_Tr | -334,83 | -6,13 | 39,11 | 5,08 | -1,67 | 1,70 | -3,67 | 2,86 | Lo-sa_63 | Tabl_12959 | ELU_Tr | -559,84 | 1,80 | -1,20 | 9,09 | 0,10 | 1,20 | -1,47 | 3,15 |
| Lo-sa_57 | Tabl_12953 | ELU_Tr | -318,41 | -2,84 | 10,52 | 5,35 | -0,20 | 1,73 | -3,73 | 2,86 | Lo-sa_63 | Tabl_12960 | ELU_Tr | -559,72 | 2,43 | -1,21 | 10,16 | 0,07 | 1,02 | -1,47 | 2,86 |
| Lo-sa_57 | Tabl_12954 | ELU_Tr | -316,24 | 7,98 | 10,26 | 7,85 | 0,24 | 1,75 | -3,73 | 2,93 | Lo-sa_63 | Tabl_13481 | ELU_Tr | -578,36 | -1,30 | 18,21 | 9,69 | -1,42 | 0,88 | -1,69 | 2,86 |
| Lo-sa_57 | Tabl_13475 | ELU_Tr | -332,67 | 4,70 | 38,86 | 7,57 | -1,19 | 1,72 | -3,67 | 2,93 | Lo-sa_64 | Tabl_13481 | ELU_Tr | -598,51 | -5,33 | 5,01 | 9,30 | -1,50 | 0,94 | -1,13 | 2,86 |
| Lo-sa_58 | Tabl_13475 | ELU_Tr | -393,20 | -7,41 | 29,74 | 5,87 | -1,53 | 1,70 | -3,32 | 2,92 | Lo-sa_64 | Tabl_12960 | ELU_Tr | -581,62 | -1,95 | 10,03 | 9,62 | -0,04 | 0,96 | -1,16 | 2,86 |
| Lo-sa_58 | Tabl_12954 | ELU_Tr | -380,75 | -4,92 | 15,86 | 6,33 | -0,07 | 1,76 | -3,28 | 2,92 | Lo-sa_64 | Tabl_12961 | ELU_Tr | -579,72 | 7,54 | 9,18 | 10,39 | 0,07 | 0,93 | -1,16 | 2,91 |
| Lo-sa_58 | Tabl_12955 | ELU_Tr | -377,88 | 9,44 | 14,23 | 8,57 | 0,26 | 1,56 | -3,28 | 2,88 | Lo-sa_64 | Tabl_13482 | ELU_Tr | -596,61 | 4,16 | 4,17 | 10,07 | -1,37 | 0,91 | -1,13 | 2,91 |
| Lo-sa_58 | Tabl_13476 | ELU_Tr | -390,33 | 6,95 | 28,12 | 8,09 | -1,18 | 1,50 | -3,32 | 2,88 | Lo-sa_65 | Tabl_13482 | ELU_Tr | -607,57 | 1,97 | 8,63 | 9,77 | -1,44 | 0,90 | -0,57 | 2,81 |
| Lo-sa_59 | Tabl_13476 | ELU_Tr | -447,09 | -4,41 | 31,77 | 6,76 | -1,46 | 1,47 | -2,64 | 2,76 | Lo-sa_65 | Tabl_12961 | ELU_Tr | -593,23 | 4,84 | -3,05 | 10,05 | 0,01 | 0,94 | -0,69 | 2,81 |
| Lo-sa_59 | Tabl_12955 | ELU_Tr | -431,56 | -1,30 | 6,17 | 7,20 | 0,01 | 1,59 | -2,84 | 2,76 | Lo-sa_65 | Tabl_12962 | ELU_Tr | -594,00 | 0,97 | -4,39 | 10,48 | 0,02 | 0,95 | -0,69 | 2,97 |
| Lo-sa_59 | Tabl_12956 | ELU_Tr | -430,09 | 6,07 | 6,00 | 9,06 | 0,16 | 1,42 | -2,84 | 3,03 | Lo-sa_65 | Tabl_13483 | ELU_Tr | -608,35 | -1,90 | 7,30 | 10,19 | -1,42 | 0,90 | -0,57 | 2,97 |
| Lo-sa_59 | Tabl_13477 | ELU_Tr | -445,62 | 2,96 | 31,60 | 8,61 | -1,28 | 1,29 | -2,64 | 3,03 | Lo-sa_66 | Tabl_13483 | ELU_Tr | -608,92 | -2,01 | -6,32 | 9,79 | -1,50 | 0,99 | -0,28 | 2,94 |
| Lo-sa_60 | Tabl_13477 | ELU_Tr | -491,58 | -6,23 | 19,86 | 7,59 | -1,51 | 1,31 | -2,35 | 2,87 | Lo-sa_66 | Tabl_12962 | ELU_Tr | -595,84 | 0,60 | 5,23 | 10,22 | -0,03 | 0,87 | -0,24 | 2,94 |
| Lo-sa_60 | Tabl_12956 | ELU_Tr | -477,73 | -3,46 | 13,48 | 7,91 | -0,04 | 1,41 | -2,40 | 2,87 | Lo-sa_66 | Tabl_12963 | ELU_Tr | -595,16 | 4,01 | 4,27 | 10,40 | 0,19 | 0,71 | -0,24 | 2,88 |
| Lo-sa_60 | Tabl_12957 | ELU_Tr | -475,19 | 9,24 | 11,70 | 9,52 | 0,11 | 1,37 | -2,40 | 2,93 | Lo-sa_66 | Tabl_13484 | ELU_Tr | -608,24 | 1,39 | -7,27 | 9,96 | -1,26 | 0,82 | -0,28 | 2,88 |
| Lo-sa_60 | Tabl_13478 | ELU_Tr | -489,04 | 6,47 | 18,08 | 9,19 | -1,33 | 1,28 | -2,35 | 2,93 | Lo-sa_67 | Tabl_13484 | ELU_Tr | -600,70 | 2,90 | -1,10 | 9,85 | -1,29 | 0,72 | 0,30 | 2,82 |
| Lo-sa_61 | Tabl_13478 | ELU_Tr | -528,00 | -1,32 | 21,02 | 8,15 | -1,55 | 1,31 | -1,87 | 2,84 | Lo-sa_67 | Tabl_12963 | ELU_Tr | -587,74 | 5,49 | -6,99 | 10,30 | 0,18 | 0,81 | 0,16 | 2,82 |
| Lo-sa_61 | Tabl_12957 | ELU_Tr | -509,33 | 2,41 | 1,34 | 8,43 | -0,09 | 1,34 | -1,94 | 2,84 | Lo-sa_67 | Tabl_12964 | ELU_Tr | -589,02 | -0,90 | -8,00 | 10,15 | 0,00 | 0,63 | 0,16 | 3,01 |
| Lo-sa_61 | Tabl_12958 | ELU_Tr | -509,17 | 3,23 | 1,09 | 9,72 | 0,10 | 1,34 | -1,94 | 2,94 | Lo-sa_67 | Tabl_13485 | ELU_Tr | -601,98 | -3,49 | -2,10 | 9,69 | -1,45 | 0,54 | 0,30 | 3,01 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|----------|------------|--------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|------|------|
| Lo-sa_68 | Tabl_13485 | ELU_Tr | -586,65 | -0,43 | -15,78 | 9,91 | -1,43 | 0,60 | 0,63 | 2,88 | Lo-sa_74 | Tabl_12970 | ELU_Tr | -320,21 | 7,67 | -8,95 | 7,53 | 0,22 | 0,22 | 2,74 | 2,99 |
| Lo-sa_68 | Tabl_12964 | ELU_Tr | -572,14 | 2,47 | 1,66 | 10,18 | 0,03 | 0,57 | 0,61 | 2,88 | Lo-sa_74 | Tabl_12971 | ELU_Tr | -322,32 | -2,85 | -9,05 | 5,73 | -0,09 | 0,06 | 2,74 | 2,79 |
| Lo-sa_68 | Tabl_12965 | ELU_Tr | -571,97 | 3,32 | 0,43 | 9,76 | -0,01 | 0,60 | 0,61 | 2,9 | Lo-sa_74 | Tabl_13492 | ELU_Tr | -338,09 | -6,00 | -40,42 | 5,30 | -1,53 | 0,09 | 2,59 | 2,79 |
| Lo-sa_68 | Tabl_13486 | ELU_Tr | -586,48 | 0,42 | -17,01 | 9,49 | -1,45 | 0,63 | 0,63 | 2,9 | Lo-sa_75 | Tabl_13492 | ELU_Tr | -265,59 | 8,50 | -36,94 | 6,39 | -1,31 | 0,18 | 3,38 | 2,77 |
| Lo-sa_69 | Tabl_13486 | ELU_Tr | -560,35 | 5,64 | -12,49 | 9,58 | -1,44 | 0,66 | 1,14 | 2,85 | Lo-sa_75 | Tabl_12971 | ELU_Tr | -253,16 | 10,98 | -17,00 | 6,88 | 0,15 | -0,04 | 3,19 | 2,77 |
| Lo-sa_69 | Tabl_12965 | ELU_Tr | -543,91 | 8,93 | -11,75 | 9,89 | 0,02 | 0,57 | 1,07 | 2,85 | Lo-sa_75 | Tabl_12972 | ELU_Tr | -256,64 | -6,43 | -18,69 | 4,67 | 0,05 | -0,26 | 3,19 | 3,01 |
| Lo-sa_69 | Tabl_12966 | ELU_Tr | -546,38 | -3,41 | -12,70 | 9,15 | 0,00 | 0,54 | 1,07 | 2,94 | Lo-sa_75 | Tabl_13493 | ELU_Tr | -269,07 | -8,91 | -38,63 | 4,17 | -1,39 | -0,04 | 3,38 | 3,01 |
| Lo-sa_69 | Tabl_13487 | ELU_Tr | -562,82 | -6,70 | -13,44 | 8,83 | -1,44 | 0,63 | 1,14 | 2,94 | Lo-sa_76 | Tabl_13493 | ELU_Tr | -193,09 | 6,28 | -47,64 | 5,76 | -1,11 | -0,22 | 3,79 | 2,8 |
| Lo-sa_70 | Tabl_13487 | ELU_Tr | -527,99 | 0,27 | -26,60 | 8,99 | -1,42 | 0,64 | 1,66 | 2,81 | Lo-sa_76 | Tabl_12972 | ELU_Tr | -176,43 | 9,61 | -13,23 | 5,98 | 0,35 | -0,09 | 3,63 | 2,8 |
| Lo-sa_70 | Tabl_12966 | ELU_Tr | -509,46 | 3,97 | -1,62 | 9,43 | 0,08 | 0,53 | 1,38 | 2,81 | Lo-sa_76 | Tabl_12973 | ELU_Tr | -179,28 | -4,62 | -13,29 | 3,47 | -0,36 | -0,01 | 3,63 | 3,02 |
| Lo-sa_70 | Tabl_12967 | ELU_Tr | -510,19 | 0,32 | -1,61 | 8,41 | 0,05 | 0,36 | 1,38 | 3,18 | Lo-sa_76 | Tabl_13494 | ELU_Tr | -195,93 | -7,95 | -47,70 | 3,25 | -1,82 | -0,14 | 3,79 | 3,02 |
| Lo-sa_70 | Tabl_13488 | ELU_Tr | -528,72 | -3,39 | -26,59 | 7,96 | -1,44 | 0,48 | 1,66 | 3,18 | Lo-sa_77 | Tabl_13494 | ELU_Tr | -106,61 | 9,92 | -46,44 | 4,50 | -1,57 | 0,16 | 3,91 | 3 |
| Lo-sa_71 | Tabl_13488 | ELU_Tr | -487,66 | 4,82 | -17,17 | 8,46 | -1,35 | 0,44 | 1,38 | 3,13 | Lo-sa_77 | Tabl_12973 | ELU_Tr | -94,82 | 12,27 | -19,27 | 4,81 | -0,09 | -0,31 | 4,02 | 3 |
| Lo-sa_71 | Tabl_12967 | ELU_Tr | -471,34 | 8,09 | -12,85 | 8,94 | 0,16 | 0,40 | 1,58 | 3,13 | Lo-sa_77 | Tabl_12974 | ELU_Tr | -98,77 | -7,51 | -21,15 | 2,13 | 0,13 | -0,33 | 4,02 | 2,86 |
| Lo-sa_71 | Tabl_12968 | ELU_Tr | -473,77 | -4,03 | -13,82 | 7,95 | 0,02 | 0,19 | 1,58 | 2,87 | Lo-sa_77 | Tabl_13495 | ELU_Tr | -110,56 | -9,87 | -48,32 | 1,82 | -1,33 | 0,14 | 3,91 | 2,86 |
| Lo-sa_71 | Tabl_13489 | ELU_Tr | -490,08 | -7,30 | -18,14 | 7,46 | -1,48 | 0,23 | 1,38 | 2,87 | Lo-sa_78 | Tabl_13495 | ELU_Tr | -19,83 | 8,28 | -55,50 | 3,06 | -1,06 | -0,12 | 4,31 | 2,97 |
| Lo-sa_72 | Tabl_13489 | ELU_Tr | -447,94 | 1,13 | -29,61 | 8,39 | -1,30 | 0,19 | 1,97 | 2,83 | Lo-sa_78 | Tabl_12974 | ELU_Tr | -1,55 | 11,94 | -18,21 | 3,50 | 0,38 | -0,06 | 4,44 | 2,97 |
| Lo-sa_72 | Tabl_12968 | ELU_Tr | -429,30 | 4,86 | -4,02 | 8,64 | 0,16 | 0,23 | 1,88 | 2,83 | Lo-sa_78 | Tabl_12975 | ELU_Tr | -5,44 | -7,50 | -17,14 | 0,54 | -0,30 | -0,23 | 4,44 | 2,79 |
| Lo-sa_72 | Tabl_12969 | ELU_Tr | -430,12 | 0,77 | -4,21 | 7,35 | -0,18 | 0,28 | 1,88 | 2,96 | Lo-sa_78 | Tabl_13496 | ELU_Tr | -23,72 | -11,16 | -54,43 | 0,10 | -1,74 | -0,29 | 4,31 | 2,79 |
| Lo-sa_72 | Tabl_13490 | ELU_Tr | -448,75 | -2,95 | -29,81 | 7,09 | -1,63 | 0,23 | 1,97 | 2,96 | Lo-sa_79 | Tabl_13496 | ELU_Tr | 82,52 | 10,09 | -56,54 | 1,89 | -1,39 | -0,05 | 5,09 | 2,77 |
| Lo-sa_73 | Tabl_13490 | ELU_Tr | -394,03 | 7,99 | -26,84 | 7,91 | -1,47 | 0,37 | 2,32 | 2,9 | Lo-sa_79 | Tabl_12975 | ELU_Tr | 90,62 | 11,71 | -17,67 | 2,36 | 0,06 | -0,47 | 4,94 | 2,77 |
| Lo-sa_73 | Tabl_12969 | ELU_Tr | -380,45 | 10,71 | -14,47 | 8,21 | 0,00 | 0,13 | 2,30 | 2,9 | Lo-sa_79 | Tabl_12976 | ELU_Tr | 86,64 | -8,17 | -19,97 | -1,03 | 0,05 | -0,67 | 4,94 | 2,98 |
| Lo-sa_73 | Tabl_12970 | ELU_Tr | -383,60 | -5,00 | -16,31 | 6,66 | 0,06 | 0,12 | 2,30 | 2,93 | Lo-sa_79 | Tabl_13497 | ELU_Tr | 78,54 | -9,79 | -58,84 | -1,50 | -1,38 | -0,25 | 5,09 | 2,98 |
| Lo-sa_73 | Tabl_13491 | ELU_Tr | -397,18 | -7,72 | -28,69 | 6,35 | -1,39 | 0,35 | 2,32 | 2,93 | Lo-sa_80 | Tabl_13497 | ELU_Tr | 180,92 | 10,69 | -57,49 | 0,89 | -0,93 | -0,54 | 5,57 | 2,79 |
| Lo-sa_74 | Tabl_13491 | ELU_Tr | -335,99 | 4,52 | -40,31 | 7,10 | -1,23 | 0,25 | 2,59 | 2,99 | Lo-sa_80 | Tabl_12976 | ELU_Tr | 194,87 | 13,48 | -23,95 | 1,17 | 0,52 | -0,38 | 5,40 | 2,79 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Lo-sa_80 | Tabl_12977 | ELU_Tr | 190,08 | -10,44 | -22,84 | -2,53 | -0,48 | -0,37 | 5,40 | 3,02 | Lo-sa_86 | Tabl_13504 | ELU_Tr | 822,78 | -5,89 | -15,27 | -30,39 | -2,75 | 0,86 | 11,29 | 11,22 |
| Lo-sa_80 | Tabl_13498 | ELU_Tr | 176,14 | -13,23 | -56,38 | -2,81 | -1,94 | -0,54 | 5,57 | 3,02 | Lo-sa_87 | Tabl_13504 | ELU_Tr | 828,30 | -4,79 | 9,06 | -30,50 | -2,78 | 0,36 | 11,40 | 11,17 |
| Lo-sa_81 | Tabl_13498 | ELU_Tr | 293,87 | 10,32 | -64,67 | -0,60 | -1,48 | -0,15 | 5,56 | 3,09 | Lo-sa_87 | Tabl_12983 | ELU_Tr | 738,40 | -22,77 | 7,68 | -28,50 | 0,76 | 0,85 | -5,33 | 11,17 |
| Lo-sa_81 | Tabl_12977 | ELU_Tr | 294,76 | 10,50 | -16,32 | -0,28 | -0,05 | -0,76 | 5,92 | 3,09 | Lo-sa_87 | Tabl_12984 | ELU_Tr | 740,97 | -9,92 | 11,24 | -22,86 | 1,09 | -0,59 | -5,33 | 2,97 |
| Lo-sa_81 | Tabl_12978 | ELU_Tr | 291,02 | -8,24 | -18,38 | -4,15 | 0,17 | -0,80 | 5,92 | 2,6 | Lo-sa_87 | Tabl_13505 | ELU_Tr | 830,87 | 8,06 | 12,62 | -24,84 | -2,45 | -1,08 | 11,40 | 2,97 |
| Lo-sa_81 | Tabl_13499 | ELU_Tr | 290,13 | -8,42 | -66,72 | -4,48 | -1,25 | -0,19 | 5,56 | 2,6 | Lo-sa_88 | Tabl_13505 | ELU_Tr | 763,49 | -5,42 | 55,68 | -24,77 | -1,79 | -1,67 | 15,87 | 6,54 |
| Lo-sa_82 | Tabl_13499 | ELU_Tr | 403,02 | 14,16 | -60,16 | -2,38 | -0,76 | -0,52 | 6,26 | 2,99 | Lo-sa_88 | Tabl_12984 | ELU_Tr | 698,01 | -18,52 | -2,98 | -24,90 | 0,05 | 0,00 | 11,66 | 6,54 |
| Lo-sa_82 | Tabl_12978 | ELU_Tr | 407,43 | 15,04 | -29,20 | -2,00 | 0,52 | -0,48 | 6,91 | 2,99 | Lo-sa_88 | Tabl_12985 | ELU_Tr | 701,22 | -2,46 | 1,39 | -15,62 | -0,78 | 0,57 | 11,66 | 0,86 |
| Lo-sa_82 | Tabl_12979 | ELU_Tr | 401,43 | -14,95 | -26,75 | -6,44 | -0,43 | -0,62 | 6,91 | 2,13 | Lo-sa_88 | Tabl_13506 | ELU_Tr | 766,70 | 10,64 | 60,05 | -15,47 | -2,65 | -1,10 | 15,87 | 0,86 |
| Lo-sa_82 | Tabl_13500 | ELU_Tr | 397,02 | -15,83 | -57,71 | -6,83 | -1,71 | -0,66 | 6,26 | 2,13 | Lo-sa_89 | Tabl_13506 | ELU_Tr | 664,02 | -9,90 | 43,20 | -15,95 | -2,45 | -0,38 | 11,96 | 2,53 |
| Lo-sa_83 | Tabl_13500 | ELU_Tr | 528,05 | 10,38 | -72,81 | -4,16 | -1,15 | -0,44 | 8,66 | 2,24 | Lo-sa_89 | Tabl_12985 | ELU_Tr | 625,43 | -17,62 | 24,19 | -17,09 | -1,38 | -0,14 | 11,36 | 2,53 |
| Lo-sa_83 | Tabl_12979 | ELU_Tr | 505,38 | 5,84 | -9,69 | -4,47 | -0,05 | -0,85 | 8,76 | 2,24 | Lo-sa_89 | Tabl_12986 | ELU_Tr | 630,51 | 7,80 | 26,47 | -9,22 | -0,21 | 1,39 | 11,36 | 1,73 |
| Lo-sa_83 | Tabl_12980 | ELU_Tr | 501,89 | -11,61 | -10,06 | -10,35 | -0,58 | -0,26 | 8,76 | 2,12 | Lo-sa_89 | Tabl_13507 | ELU_Tr | 669,10 | 15,52 | 45,48 | -8,07 | -1,26 | 1,15 | 11,96 | 1,73 |
| Lo-sa_83 | Tabl_13501 | ELU_Tr | 524,56 | -7,07 | -73,18 | -10,05 | -1,66 | 0,14 | 8,66 | 2,12 | Lo-sa_90 | Tabl_13507 | ELU_Tr | 561,52 | -6,00 | 66,98 | -10,52 | -1,69 | 1,07 | -8,76 | 2,07 |
| Lo-sa_84 | Tabl_13501 | ELU_Tr | 643,08 | 16,63 | -51,76 | -7,82 | -1,30 | 0,07 | 11,87 | 1,67 | Lo-sa_90 | Tabl_12986 | ELU_Tr | 539,14 | -10,47 | 8,06 | -10,83 | -0,59 | 1,47 | -8,93 | 2,07 |
| Lo-sa_84 | Tabl_12980 | ELU_Tr | 604,30 | 8,87 | -28,42 | -8,97 | -0,22 | -0,19 | 11,19 | 1,67 | Lo-sa_90 | Tabl_12987 | ELU_Tr | 542,19 | 4,78 | 7,68 | -4,85 | -0,05 | 2,06 | -8,93 | 2,29 |
| Lo-sa_84 | Tabl_12981 | ELU_Tr | 598,78 | -18,73 | -26,11 | -16,75 | -1,36 | 1,34 | 11,19 | 2,58 | Lo-sa_90 | Tabl_13508 | ELU_Tr | 564,57 | 9,26 | 66,60 | -4,55 | -1,13 | 1,66 | -8,76 | 2,29 |
| Lo-sa_84 | Tabl_13502 | ELU_Tr | 637,56 | -10,97 | -49,45 | -15,61 | -2,41 | 1,60 | 11,87 | 2,58 | Lo-sa_91 | Tabl_13508 | ELU_Tr | 444,51 | -14,75 | 51,52 | -7,43 | -1,75 | 1,89 | -6,34 | 2,07 |
| Lo-sa_85 | Tabl_13502 | ELU_Tr | 751,26 | 11,77 | -66,22 | -15,33 | -2,67 | 2,31 | 15,77 | 0,8 | Lo-sa_91 | Tabl_12987 | ELU_Tr | 449,32 | -13,79 | 24,70 | -7,05 | -0,45 | 1,83 | -7,07 | 2,07 |
| Lo-sa_85 | Tabl_12981 | ELU_Tr | 685,51 | -1,38 | -3,37 | -15,49 | -0,79 | 0,64 | 11,48 | 0,8 | Lo-sa_91 | Tabl_12988 | ELU_Tr | 454,87 | 13,96 | 27,15 | -2,51 | 0,55 | 1,68 | -7,07 | 3,05 |
| Lo-sa_85 | Tabl_12982 | ELU_Tr | 681,86 | -19,64 | 0,95 | -24,67 | 0,06 | 1,21 | 11,48 | 6,61 | Lo-sa_91 | Tabl_13509 | ELU_Tr | 450,06 | 13,00 | 53,97 | -2,91 | -0,72 | 1,74 | -6,34 | 3,05 |
| Lo-sa_85 | Tabl_13503 | ELU_Tr | 747,61 | -6,49 | -61,89 | -24,55 | -1,77 | 2,88 | 15,77 | 6,61 | Lo-sa_92 | Tabl_13509 | ELU_Tr | 348,15 | -7,38 | 60,39 | -5,20 | -1,27 | 1,40 | -5,62 | 2,53 |
| Lo-sa_86 | Tabl_13503 | ELU_Tr | 825,79 | 9,15 | -18,86 | -24,83 | -2,48 | 2,30 | 11,29 | 2,92 | Lo-sa_92 | Tabl_12988 | ELU_Tr | 349,49 | -7,11 | 16,47 | -4,88 | 0,16 | 2,02 | -6,08 | 2,53 |
| Lo-sa_86 | Tabl_12982 | ELU_Tr | 735,93 | -8,82 | -13,24 | -22,86 | 1,08 | 1,79 | 5,14 | 2,92 | Lo-sa_92 | Tabl_12989 | ELU_Tr | 352,79 | 9,42 | 14,47 | -0,93 | -0,05 | 1,97 | -6,08 | 3,16 |
| Lo-sa_86 | Tabl_12983 | ELU_Tr | 732,92 | -23,86 | -9,65 | -28,39 | 0,78 | 0,35 | 5,14 | 11,22 | Lo-sa_92 | Tabl_13510 | ELU_Tr | 351,45 | 9,15 | 58,39 | -1,25 | -1,47 | 1,36 | -5,62 | 3,16 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|----------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lo-sa_93 | Tabl_13510 | ELU_Tr | 244,77 | -12,19 | 50,31 | -3,67 | -1,98 | 1,77 | -5,66 | 2,97 | Lo-sa_99 | Tabl_12995 | ELU_Tr | -189,00 | -1,59 | 6,92 | 4,07 | -0,13 | 1,17 | -2,90 | 2,72 |
| Lo-sa_93 | Tabl_12989 | ELU_Tr | 258,87 | -9,37 | 20,91 | -3,40 | -0,51 | 1,57 | -5,57 | 2,97 | Lo-sa_99 | Tabl_12996 | ELU_Tr | -187,36 | 6,60 | 6,80 | 5,95 | 0,26 | 1,00 | -2,90 | 3,05 |
| Lo-sa_93 | Tabl_12990 | ELU_Tr | 263,23 | 12,43 | 21,97 | 0,40 | 0,55 | 1,59 | -5,57 | 2,86 | Lo-sa_99 | Tabl_13517 | ELU_Tr | -203,99 | 3,27 | 34,10 | 5,51 | -1,17 | 1,02 | -2,65 | 3,05 |
| Lo-sa_93 | Tabl_13511 | ELU_Tr | 249,12 | 9,61 | 51,37 | 0,11 | -0,89 | 1,78 | -5,66 | 2,86 | Pilas_1 | Soporte_9 | ELU_Tr | 1676,64 | 2101,28 | 1765,91 | -1,06 | -3,23 | -1,54 | -0,06 | -9,45 |
| Lo-sa_94 | Tabl_13511 | ELU_Tr | 157,51 | -8,72 | 52,65 | -2,49 | -1,40 | 1,47 | -5,21 | 2,94 | Pilas_1 | Soporte_21 | ELU_Tr | 1703,21 | 2189,85 | 1652,35 | -0,97 | -3,29 | -0,31 | -0,06 | -9,45 |
| Lo-sa_94 | Tabl_12990 | ELU_Tr | 165,92 | -7,03 | 18,02 | -2,04 | 0,05 | 1,89 | -5,11 | 2,94 | Pilas_1 | Soporte_22 | ELU_Tr | 2184,17 | 2334,14 | 1606,40 | 7,49 | 9,05 | -0,36 | -0,06 | -9,45 |
| Lo-sa_94 | Tabl_12991 | ELU_Tr | 169,47 | 10,71 | 15,70 | 1,45 | 0,06 | 1,70 | -5,11 | 2,8 | Pilas_2 | Soporte_10 | ELU_Tr | 2082,54 | 1117,09 | 2122,16 | -0,77 | -2,79 | 1,62 | 0,14 | 8,47 |
| Lo-sa_94 | Tabl_13512 | ELU_Tr | 161,06 | 9,03 | 50,33 | 0,99 | -1,37 | 1,28 | -5,21 | 2,8 | Pilas_2 | Soporte_23 | ELU_Tr | 1867,16 | -829,12 | 2282,97 | 6,99 | 8,37 | 0,16 | 0,14 | 8,47 |
| Lo-sa_95 | Tabl_13512 | ELU_Tr | 65,94 | -10,00 | 48,14 | -1,02 | -1,79 | 1,54 | -4,37 | 2,71 | Pilas_2 | Soporte_24 | ELU_Tr | 2008,90 | -871,64 | 2155,63 | -1,06 | -2,50 | 0,37 | 0,14 | 8,47 |
| Lo-sa_95 | Tabl_12991 | ELU_Tr | 84,52 | -6,28 | 15,04 | -0,58 | -0,34 | 1,44 | -4,60 | 2,71 | Pilas_3 | Soporte_13 | ELU_Tr | 1702,04 | 2368,34 | 1801,55 | 0,09 | 0,32 | 0,22 | 0,23 | 2,4 |
| Lo-sa_95 | Tabl_12992 | ELU_Tr | 87,94 | 10,84 | 16,08 | 2,45 | 0,41 | 1,27 | -4,60 | 3,03 | Pilas_3 | Soporte_30 | ELU_Tr | 1318,65 | 2061,34 | 1986,58 | 1,98 | 3,22 | 0,10 | 0,23 | 2,4 |
| Lo-sa_95 | Tabl_13513 | ELU_Tr | 69,36 | 7,13 | 49,18 | 2,00 | -1,01 | 1,36 | -4,37 | 3,03 | Pilas_3 | Soporte_29 | ELU_Tr | 1638,75 | 2157,37 | 1877,13 | -0,04 | 0,03 | -0,05 | 0,23 | 2,4 |
| Lo-sa_96 | Tabl_13513 | ELU_Tr | -10,15 | -8,77 | 41,76 | 0,58 | -1,34 | 1,07 | -3,96 | 2,79 | Pilas_4 | Soporte_14 | ELU_Tr | 1620,58 | -841,06 | 2450,93 | 0,17 | 0,30 | -0,43 | 0,12 | -2,27 |
| Lo-sa_96 | Tabl_12992 | ELU_Tr | 2,16 | -6,31 | 19,16 | 0,87 | 0,14 | 1,56 | -4,18 | 2,79 | Pilas_4 | Soporte_32 | ELU_Tr | 1627,17 | -863,04 | 2421,94 | -0,07 | 0,53 | -0,04 | 0,12 | -2,27 |
| Lo-sa_96 | Tabl_12993 | ELU_Tr | 5,66 | 11,16 | 17,31 | 3,63 | -0,11 | 1,55 | -4,18 | 3,08 | Pilas_4 | Soporte_31 | ELU_Tr | 1749,92 | -899,86 | 2410,54 | 2,29 | 3,35 | 0,13 | 0,12 | -2,27 |
| Lo-sa_96 | Tabl_13514 | ELU_Tr | -6,66 | 8,70 | 39,90 | 3,32 | -1,57 | 1,06 | -3,96 | 3,08 | Pilas_5 | Soporte_15 | ELU_Tr | 1324,06 | -606,99 | 1890,60 | -1,03 | -3,51 | -1,74 | -0,09 | -9,02 |
| Lo-sa_97 | Tabl_13514 | ELU_Tr | -84,70 | -6,91 | 41,46 | 1,86 | -1,88 | 1,40 | -3,89 | 2,98 | Pilas_5 | Soporte_33 | ELU_Tr | 1323,22 | -604,19 | 1746,65 | -1,14 | -3,03 | -0,41 | -0,09 | -9,02 |
| Lo-sa_97 | Tabl_12993 | ELU_Tr | -67,49 | -3,47 | 11,18 | 2,07 | -0,40 | 1,22 | -3,80 | 2,98 | Pilas_5 | Soporte_34 | ELU_Tr | 1932,88 | -787,09 | 1748,10 | 7,47 | 8,53 | -0,11 | -0,09 | -9,02 |
| Lo-sa_97 | Tabl_12994 | ELU_Tr | -65,09 | 8,52 | 11,11 | 4,68 | 0,39 | 1,31 | -3,80 | 2,86 | Pilas_6 | Soporte_16 | ELU_Tr | 1649,06 | -793,33 | 1918,01 | -0,99 | -3,35 | 1,71 | -0,11 | 8,85 |
| Lo-sa_97 | Tabl_13515 | ELU_Tr | -82,30 | 5,07 | 41,39 | 4,46 | -1,06 | 1,48 | -3,89 | 2,86 | Pilas_6 | Soporte_35 | ELU_Tr | 1608,27 | -692,35 | 1971,33 | 7,36 | 8,47 | 0,12 | -0,11 | 8,85 |
| Lo-sa_98 | Tabl_13515 | ELU_Tr | -147,34 | -7,93 | 32,27 | 2,64 | -1,40 | 1,28 | -3,49 | 2,97 | Pilas_6 | Soporte_36 | ELU_Tr | 1619,81 | -695,81 | 1920,74 | -1,07 | -2,87 | 0,41 | -0,11 | 8,85 |
| Lo-sa_98 | Tabl_12994 | ELU_Tr | -134,04 | -5,27 | 16,75 | 3,12 | 0,06 | 1,51 | -3,37 | 2,97 | Pilas_7 | Soporte_19 | ELU_Tr | -948,08 | -626,45 | 2035,94 | 0,59 | 1,49 | -0,09 | 0,42 | -0,35 |
| Lo-sa_98 | Tabl_12995 | ELU_Tr | -130,98 | 10,01 | 15,07 | 5,45 | 0,13 | 1,29 | -3,37 | 2,8 | Pilas_7 | Soporte_42 | ELU_Tr | 1600,76 | -880,17 | 1853,32 | 0,01 | 0,88 | -0,13 | 0,42 | -0,35 |
| Lo-sa_98 | Tabl_13516 | ELU_Tr | -144,28 | 7,35 | 30,60 | 4,96 | -1,31 | 1,06 | -3,49 | 2,8 | Pilas_7 | Soporte_41 | ELU_Tr | -967,18 | -690,09 | 1886,34 | 0,15 | 1,42 | -0,09 | 0,42 | -0,35 |
| Lo-sa_99 | Tabl_13516 | ELU_Tr | -205,62 | -4,92 | 34,21 | 3,64 | -1,59 | 1,19 | -2,65 | 2,72 | Pilas_8 | Soporte_20 | ELU_Tr | 1301,76 | -814,39 | 2039,09 | 0,51 | 1,25 | -0,03 | 0,38 | -0,24 |
| | | | | | | | | | | | Pilas_8 | Soporte_44 | ELU_Tr | 1292,12 | -782,25 | 2037,71 | 0,10 | 1,21 | 0,06 | 0,38 | -0,24 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | | | | |
|---------|------------|--------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pilas_8 | Soporte_43 | ELU_Tr | 1297,95 | -784,00 | 2054,38 | 0,49 | 1,44 | 0,10 | 0,38 | -0,24 |
| Pilas_9 | Soporte_9 | ELU_Tr | 1310,05 | -393,01 | 49,19 | -1,45 | -0,43 | -0,39 | -1,73 | 0,35 |
| Pilas_9 | Soporte_11 | ELU_Tr | -726,43 | -217,93 | -8,79 | 0,16 | 0,05 | 0,06 | 1,44 | 0,35 |
| Pilas_9 | Soporte_25 | ELU_Tr | -636,12 | 83,10 | -65,92 | -0,84 | -0,23 | 0,20 | 1,44 | 1,79 |
| Pilas_9 | Soporte_21 | ELU_Tr | 1219,74 | -91,99 | -7,94 | 0,76 | -2,16 | -0,25 | -1,73 | 1,79 |

APÉNDICE 5: SECTION CUTS

| TABLE: Section Cut Forces - Analysis | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------|----------|--------|----------|---------|-----------|---------|
| SectionCut | OutputCase | F1 | F2 | F3 | M1 | M2 | M3 |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELS_ trafico1 | 17424,06 | 26,78 | 182,48 | 118,70 | 7285,43 | 30,36 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELS_Nieve | 14438,50 | 12,66 | 43,67 | -35,28 | 6513,35 | -67,86 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELU_Tr | 30485,34 | 62,83 | 438,04 | 391,67 | 12316,73 | 165,87 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELU_Tr2 | 28977,36 | 58,75 | 271,06 | 303,14 | 12441,51 | 91,65 |
| Arco Arranque | ELS_ScUso_tr1 | -6482,71 | 32,58 | 239,25 | 326,23 | 2007,45 | 198,35 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELU_tr3 | 29379,02 | 71,07 | 21,17 | 321,29 | 14869,70 | 123,59 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco Arranque | ELU_tr4 | 29067,57 | 62,82 | 236,52 | 328,59 | 12731,73 | 94,42 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELS_ trafico1 | 14051,48 | -8,89 | -2087,24 | 62,25 | 719,15 | -74,03 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELS_Nieve | 11630,71 | -1,59 | -1672,37 | -4,58 | 2622,44 | 34,82 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELU_Tr | 24597,56 | -21,47 | -3787,22 | 186,70 | 5,66 | -242,19 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELU_Tr2 | 23336,92 | -14,92 | -3577,23 | 146,21 | 3360,15 | -162,23 |
| Arco1Clave | ELS_ScUso_tr1 | -5232,90 | -14,00 | -900,67 | 142,00 | -2585,16 | -220,04 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELU_tr3 | 23473,09 | -15,61 | -3588,15 | 107,73 | 3779,36 | -155,06 |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arco1Clave | ELU_tr4 | 23374,55 | -15,44 | -3582,34 | 128,42 | 3411,43 | -153,51 |
| Arco1P11 | ELS_ trafico1 | -4094,99 | 47,66 | 9983,41 | 5127,26 | -6067,86 | 2130,76 |
| Arco1P11 | ELS_Nieve | -3350,02 | 45,82 | 8450,84 | 4326,20 | -6127,56 | 1606,07 |
| Arco1P11 | ELU_Tr | -7271,05 | 98,72 | 17432,29 | 8976,15 | -10135,21 | 3936,88 |
| Arco1P11 | ELU_Tr2 | -6914,67 | 132,14 | 16917,73 | 8754,04 | -11526,48 | 3632,59 |
| Arco1P11 | ELS_ScUso_tr1 | -1631,11 | 26,25 | 3496,99 | 1858,36 | -750,70 | 1114,45 |
| Arco1P11 | ELU_tr3 | -6933,42 | 127,08 | 16932,73 | 8759,18 | -11268,47 | 3650,75 |
| Arco1P11 | ELU_tr4 | -6920,22 | 131,08 | 16929,25 | 8751,48 | -11516,91 | 3631,74 |
| Cimentacion arco | ELS_ trafico1 | 14435,46 | -22,32 | 12670,52 | -71,10 | -8897,88 | -324,93 |
| Cimentacion arco | ELS_Nieve | 11903,65 | -13,21 | 10655,45 | 72,51 | -9083,43 | -15,18 |
| Cimentacion arco | ELU_Tr | 25323,87 | -48,89 | 22132,38 | -322,21 | -13456,28 | -926,98 |
| Cimentacion arco | ELU_Tr2 | 23995,19 | -46,59 | 21428,50 | -275,11 | -14941,92 | -764,88 |
| Cimentacion arco | ELS_ScUso_tr1 | 5465,39 | -21,47 | 4568,64 | -318,98 | -491,01 | -668,24 |
| Cimentacion arco | ELU_tr3 | 24185,34 | -59,34 | 22556,02 | -229,28 | -20176,40 | -902,70 |
| Cimentacion arco | ELU_tr4 | 24050,50 | -54,09 | 22462,71 | -247,29 | -15737,98 | -817,98 |
| Cimentacion arco2 | ELS_ trafico1 | 13145,38 | 6,26 | 11399,30 | -208,52 | -8242,45 | -276,97 |
| Cimentacion arco2 | ELS_Nieve | 11908,39 | 13,33 | 10655,15 | -74,90 | -9012,39 | 13,02 |
| Cimentacion arco2 | ELU_Tr | 21518,68 | -0,41 | 18266,25 | -553,07 | -11460,86 | -837,14 |

| | | | | | | | |
|-------------------|---------------|----------|--------|----------|----------|-----------|---------|
| arco2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Cimentacion arco2 | ELU_Tr2 | 20819,96 | 3,69 | 18005,50 | -556,47 | -13020,42 | -701,67 |
| Cimentacion arco2 | ELS_ScUso_tr1 | 2641,27 | -15,19 | 1705,20 | -326,66 | 904,68 | -636,02 |
| Cimentacion arco2 | ELU_tr3 | 20810,56 | -1,91 | 18645,02 | -595,55 | -17695,12 | -850,79 |
| Cimentacion arco2 | ELU_tr4 | 20773,93 | -1,67 | 18505,83 | -554,89 | -13529,11 | -752,75 |
| Pila 1 | ELS_ trafico1 | -2045,95 | -6,12 | -17,27 | 20,28 | -259,27 | 9,30 |
| Pila 1 | ELS_Nieve | -1708,63 | -4,39 | 1,02 | -1,35 | 15,24 | 21,01 |
| Pila 1 | ELU_Tr | -3778,88 | -13,09 | -30,59 | 32,41 | -459,72 | -4,91 |
| Pila 1 | ELU_Tr2 | -4411,35 | -15,41 | 0,84 | -7,29 | 11,97 | -24,12 |
| Pila 1 | ELS_ScUso_tr1 | -843,11 | -3,99 | -23,90 | 25,65 | -359,12 | -32,00 |
| Pila 1 | ELU_tr3 | -3808,65 | -10,22 | -12,33 | 7,91 | -185,86 | -34,82 |
| Pila 1 | ELU_tr4 | -3788,55 | -10,02 | 1,63 | -10,33 | 23,53 | -37,78 |
| Pila 2 | ELS_ trafico1 | -2391,10 | 4,76 | -10,84 | 7,65 | -281,87 | -123,04 |
| Pila 2 | ELS_Nieve | -1960,45 | -2,53 | -0,66 | 0,65 | -17,12 | 23,10 |
| Pila 2 | ELU_Tr | -4433,09 | 17,30 | -19,32 | 9,70 | -502,49 | -406,81 |
| Pila 2 | ELU_Tr2 | -4418,21 | 15,03 | -0,81 | -7,03 | -21,31 | -380,08 |
| Pila 2 | ELS_ScUso_tr1 | -1057,44 | 16,17 | -13,58 | 6,46 | -353,24 | -333,13 |
| Pila 2 | ELU_tr3 | -4395,66 | 19,28 | -9,64 | -0,32 | -250,99 | -447,29 |
| Pila 2 | ELU_tr4 | -4559,76 | 16,71 | -1,23 | -8,41 | -32,23 | -415,55 |
| Pila 3 | ELS_ trafico1 | -2666,61 | -4,45 | 3,42 | -9,33 | -124,72 | -144,01 |
| Pila 3 | ELS_Nieve | -2236,24 | 0,56 | 5,70 | -23,61 | -225,89 | 3,52 |
| Pila 3 | ELU_Tr | -4822,73 | -13,93 | 5,83 | 1,03 | -197,34 | -446,00 |
| Pila 3 | ELU_Tr2 | -4839,60 | -12,16 | 12,20 | -13,04 | -453,41 | -408,69 |
| Pila 3 | ELS_ScUso_tr1 | -1076,58 | -11,11 | -1,62 | 26,24 | 89,30 | -336,84 |
| Pila 3 | ELU_tr3 | -5533,08 | -11,73 | 14,26 | -23,40 | -530,97 | -442,34 |
| Pila 3 | ELU_tr4 | -5794,07 | -8,72 | 13,00 | -14,07 | -482,74 | -394,31 |
| Vano1CDV | ELS_ trafico1 | 0,00 | 0,00 | -271,77 | -297,38 | 4581,95 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELS_Nieve | 0,00 | 0,00 | -232,32 | -0,14 | 3948,59 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELU_Tr | 0,00 | 0,00 | -500,30 | -995,31 | 8394,62 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELU_Tr2 | 0,00 | 0,00 | -584,00 | -1156,41 | 15767,04 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELS_ScUso_tr1 | 0,00 | 0,00 | -97,66 | -737,10 | 1593,57 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELU_tr3 | 0,00 | 0,00 | -499,17 | -1058,28 | 8406,74 | 0,00 |
| Vano1CDV | ELU_tr4 | 0,00 | 0,00 | -492,84 | -1085,75 | 8474,83 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELS_ trafico1 | 0,00 | 0,00 | 1120,23 | -611,20 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELS_Nieve | 0,00 | 0,00 | 963,21 | -0,14 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELU_Tr | 0,00 | 0,00 | 2056,19 | -2054,44 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELU_Tr2 | 0,00 | 0,00 | 2782,50 | -3633,04 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELS_ScUso_tr1 | 0,00 | 0,00 | 393,50 | -1521,64 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELU_tr3 | 0,00 | 0,00 | 2057,32 | -2117,41 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Est1 | ELU_tr4 | 0,00 | 0,00 | 2063,66 | -2144,88 | 0,00 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELS_ trafico1 | 0,00 | 0,00 | 1668,61 | -17,06 | 5892,29 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELS_Nieve | 0,00 | 0,00 | 1432,44 | 0,14 | 5044,25 | 0,00 |

ANEJO Nº 5: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

| | | | | | | | |
|------------|---------------|---------|--------|---------|----------|-----------|----------|
| Vano1Pila1 | ELU_Tr | 0,00 | 0,00 | 3063,87 | -65,91 | 10823,17 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELU_Tr2 | 0,00 | 0,00 | 3957,56 | -1322,31 | 12622,58 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELS_ScUso_tr1 | 0,00 | 0,00 | 589,47 | -48,99 | 2099,73 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELU_tr3 | 0,00 | 0,00 | 3062,74 | -2,94 | 10798,93 | 0,00 |
| Vano1Pila1 | ELU_tr4 | 0,00 | 0,00 | 3056,41 | 24,53 | 10662,76 | 0,00 |
| Vano7CDV | ELS_trafico1 | 378,99 | -11,37 | 5,09 | -143,99 | 10080,61 | -1126,02 |
| Vano7CDV | ELS_Nieve | 361,17 | 0,03 | -3,88 | -0,35 | 4015,14 | -0,91 |
| Vano7CDV | ELU_Tr | 628,45 | -31,32 | 19,14 | -417,84 | 18507,30 | -3295,27 |
| Vano7CDV | ELU_Tr2 | 659,41 | -22,98 | 8,10 | -336,20 | 8890,51 | -2688,30 |
| Vano7CDV | ELS_ScUso_tr1 | 66,15 | -23,23 | 15,19 | -309,11 | 8931,69 | -2439,91 |
| Vano7CDV | ELU_tr3 | 658,61 | -29,20 | 0,07 | -225,45 | 8702,80 | -3028,15 |
| Vano7CDV | ELU_tr4 | 661,80 | -26,61 | 8,19 | -280,72 | 8864,07 | -2911,77 |
| Vano7Pila6 | ELS_trafico1 | 378,99 | -11,37 | 2210,96 | -1326,76 | -7535,67 | -1279,53 |
| Vano7Pila6 | ELS_Nieve | 361,17 | 0,03 | 1504,94 | -0,35 | -6040,65 | -0,58 |
| Vano7Pila6 | ELU_Tr | 628,45 | -31,32 | 4050,80 | -3169,14 | -13787,31 | -3718,08 |
| Vano7Pila6 | ELU_Tr2 | 659,41 | -22,98 | 3229,76 | -1669,71 | -12867,91 | -2998,58 |
| Vano7Pila6 | ELS_ScUso_tr1 | 66,15 | -23,23 | 1232,82 | -2347,11 | -3139,71 | -2753,48 |
| Vano7Pila6 | ELU_tr3 | 658,61 | -29,20 | 3221,72 | -1559,18 | -12947,09 | -3422,33 |
| Vano7Pila6 | ELU_tr4 | 661,80 | -26,61 | 3229,84 | -1614,35 | -12895,58 | -3271,01 |
| Vano7Pila7 | ELS_trafico1 | -378,99 | 11,37 | 2205,37 | -1037,99 | 7460,22 | 972,50 |
| Vano7Pila7 | ELS_Nieve | -361,17 | -0,03 | 1517,29 | 0,35 | 6207,26 | 1,24 |
| Vano7Pila7 | ELU_Tr | -628,45 | 31,32 | 4018,70 | -2331,27 | 13354,06 | 2872,46 |
| Vano7Pila7 | ELU_Tr2 | -659,41 | 22,98 | 3219,74 | -995,70 | 12732,69 | 2378,02 |
| Vano7Pila7 | ELS_ScUso_tr1 | -66,15 | 23,23 | 1202,43 | -1727,27 | 2729,47 | 2126,33 |
| Vano7Pila7 | ELU_tr3 | -658,61 | 29,20 | 3227,78 | -1106,23 | 13028,88 | 2633,97 |
| Vano7Pila7 | ELU_tr4 | -661,80 | 26,61 | 3219,66 | -1051,06 | 12758,07 | 2552,53 |
| Vano7_6,5m | ELS_trafico1 | 378,99 | -11,37 | 1409,66 | -1149,08 | 3441,39 | -1210,45 |
| Vano7_6,5m | ELS_Nieve | 361,17 | 0,03 | 814,82 | -0,35 | 985,07 | -0,73 |
| Vano7_6,5m | ELU_Tr | 628,45 | -31,32 | 2585,99 | -2569,46 | 6344,00 | -3527,82 |
| Vano7_6,5m | ELU_Tr2 | 659,41 | -22,98 | 1764,95 | -1070,03 | 2275,55 | -2858,95 |
| Vano7_6,5m | ELS_ScUso_tr1 | 66,15 | -23,23 | 954,89 | -1902,91 | 3505,36 | -2612,37 |
| Vano7_6,5m | ELU_tr3 | 658,61 | -29,20 | 1756,91 | -959,50 | 2147,54 | -3244,95 |
| Vano7_6,5m | ELU_tr4 | 661,80 | -26,61 | 1765,04 | -1014,67 | 2248,39 | -3109,35 |



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 6: AUSCULTACIÓN

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

Debido a la singularidad del viaducto diseñado a lo largo de este Proyecto, la RPX-95 (Recomendaciones para el proyecto de puentes mixtos para carretera) marca la necesidad de incluir un anejo de auscultación, cuyo contenido se resume a continuación:

Previsiones de auscultación del puente en tres etapas diferentes:

- durante la ejecución;
- al finalizar las obras, antes de su puesta en servicio;
- posteriormente, a lo largo de su vida Útil.

En este Anejo se han de determinar los puntos que deben ser auscultados para contrastar la validez de los modelos empleados y comprobar el correcto funcionamiento del puente y sus estructuras auxiliares. Asimismo, se ha de incluir el control que deba realizarse sobre el valor de las acciones derivadas del medio ambiente, de las sobrecargas excepcionales y de las cargas permanentes definitivas.

En el documento se han de definir:

- variables a medir en las tres etapas;
- tipos de instrumentos a utilizar, rangos de medidas necesarios y precisiones exigibles a los mismos;
- instalaciones especiales para realizar las medidas;
- plan de mantenimiento para los dispositivos de medida permanentes;
- calendario de medidas;
- valores esperados para las variables y rango de admisibilidad;
- proyecto de prueba de carga.

La auscultación ha de aparecer definida a su vez en los Planos y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y con un presupuesto parcial específico en el Presupuesto.

Debido a la complejidad del desarrollo de este anejo, no se va a redactar este Anejo ni se van a hacer otras referencias a la auscultación dado la finalidad académica de este Proyecto más allá de lo estipulado en el Anejo de Prueba de Carga.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 7: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

De acuerdo al REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, la evaluación del impacto ambiental identificará, describirá y evaluará de forma apropiada, en función de cada caso particular y de conformidad con esta ley, los efectos directos e indirectos de un proyecto sobre los siguientes factores:

- a) El ser humano, la fauna y la flora.
- b) El suelo, el agua, el aire, el clima y el paisaje.
- c) Los bienes materiales y el patrimonio cultural.
- d) La interacción entre los factores mencionados anteriormente.

Además, incluirá medidas previstas para reducir, eliminar o compensar (restaurar) los efectos ambientales significativos, así como las posibles alternativas a las condiciones iniciales. El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras.

En el Grupo 6, apartado a) Carreteras, se contempla en el punto 1. Construcción de autopistas y autovías, vías rápidas y carreteras convencionales de nuevo trazado, que este proyecto individualmente no requiere de Evaluación de Impacto Ambiental, no obstante el Proyecto global de la Autovía A-76 que discurre entre Ponferrada y Ourense sí lo requerirá, de modo que la EIA de éste afectará de forma subsidiaria a este Proyecto.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 8: PRUEBA DE CARGA

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. TIPOS DE PRUEBAS DE CARGA | 1 |
| 3. DIRECCIÓN Y REALIZACIÓN DE LA PRUEBA | 1 |
| 4. PLANTEAMIENTO DE LA PRUEBA | 1 |
| 4.1. PROYECTO DE LA PRUEBA | 1 |
| 4.2. SISTEMAS DE MEDIDA | 2 |
| 4.3. EFECTO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS | 2 |
| 4.4. FECHA DE EJECUCIÓN | 2 |
| 5. DESARROLLO DE LA PRUEBA ESTÁTICA | 2 |
| 5.1. MATERIALIZACIÓN DEL TREN DE CARGA | 2 |
| 5.2. ESTADOS DE CARGA | 3 |
| 5.3. FORMA DE APLICACIÓN DE LA CARGA | 3 |
| 6. DISPOSICIÓN DE LOS CAMIONES | 4 |
| 6.1. VANOS EXTREMOS (21,5 METROS) | 4 |
| 6.2. VANOS INTERMEDIOS (27 METROS) | 4 |
| 7. INFORME DE LA PRUEBA DE CARGA | 4 |
| 8. ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA | 5 |

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo tiene por objeto indicar las operaciones necesarias para efectuar la prueba carga, cuya realización es obligatoria en puentes y pasarelas antes de su apertura al tráfico, a fin de comprobar la adecuada concepción, la estabilidad y el buen comportamiento de la obra. De este modo se confirma que el proyecto así como la construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria.

Se seguirán las pautas marcadas en el documento "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción un puentes de carretera", el cual se refiere a las pruebas en obra nueva.

2. TIPOS DE PRUEBAS DE CARGA

Existen dos tipos de pruebas de carga, estática y dinámica. La prueba de carga estática es preceptiva, según la vigente "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)", ya que en su capítulo 9 establece que todo puente proyectado de acuerdo con esta Instrucción deberá ser sometido a pruebas de carga antes de su puesta en servicio, según lo indicado en el preceptivo anejo que sobre la materia incluirá todo proyecto aprobado por la Dirección General de Carreteras.

Las pruebas de carga estáticas serán obligatorias para aquellas obras en que alguno de sus vanos tenga una luz igual o superior a 12 m (medida entre ejes de apoyos del tablero o, para estructuras tipo marco, entre paramentos vistos de hastiales). Para luces inferiores, el Director de Obra podrá decidir la realización de la prueba en función de las circunstancias específicas de la estructura.

En caso de ser necesario, el Proyecto de la prueba de carga será revisado y adaptado una vez finalizada la construcción del puente, para tener en cuenta los medios de carga realmente disponibles, así como para recoger en la modelización de la estructura, si fuera oportuno, las variaciones que se hayan podido producir con respecto a lo inicialmente considerado en el proyecto.

Las pruebas de carga dinámicas serán preceptivas, y así quedará recogido en el proyecto, en puentes de luces superiores a 60 m o en aquéllos cuyo diseño sea inusual, se utilicen nuevos materiales o contengan zonas de tránsito peatonal en las que se prevea que las vibraciones pueden causar molestias a los usuarios. En estos casos, en el proyecto se determinarán los

parámetros dinámicos estructurales (modos principales de vibración y sus frecuencias correspondientes).

De cara a la realización de este Proyecto, sólo se realizará la prueba de carga estática.

3. DIRECCIÓN Y REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

La realización de la prueba será llevada a cabo por personal cualificado, al frente del cual figurará un Ingeniero especializado en este tipo de trabajos, quien será nombrado por el Director de la Obra.

El ingeniero responsable de ese cometido, a quien en adelante se denominará Director de la prueba, deberá estar presente durante todo el desarrollo de la misma.

El Director de la prueba será quien dé por finalizado cada estado de carga y, una vez que la considere realizada en todas sus fases, dé por terminada la prueba. Deberá, en su caso, ordenar la suspensión de la misma cuando así lo requiera el comportamiento de la estructura. El Director de la prueba será quien, a partir de los resultados de la misma, redacte el informe de la prueba.

En general, será conveniente la participación del Autor del proyecto de la estructura en el proceso de prueba de carga.

4. PLANTEAMIENTO DE LA PRUEBA

4.1. PROYECTO DE LA PRUEBA

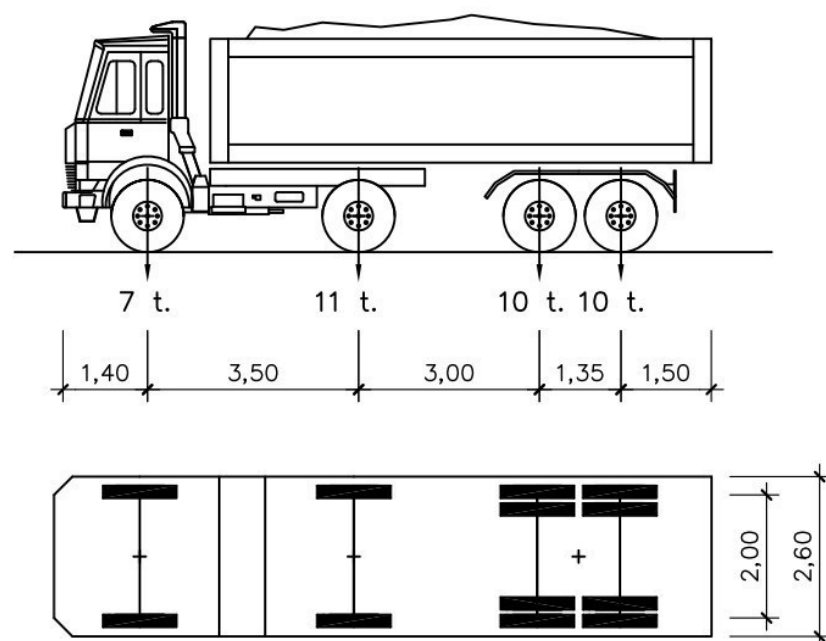
El Proyecto de la prueba de carga deberá estar incluido en el proyecto de la obra, correspondiendo, por tanto, su redacción al autor de dicho proyecto. Constará de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto, quedando en general incluidos cada uno de estos documentos en las correspondientes partes del proyecto de la obra.

Deberán quedar definidos todos los aspectos relativos a la realización de la prueba de carga, tanto en lo que se refiere a los trenes y estados de carga, instrumentación, medios auxiliares (en su caso) y valoración económica, como a los valores teóricos previstos para las medidas experimentales y apertura de fisuras.

Todos los vehículos utilizados en una prueba serán preferiblemente iguales entre sí en cuanto a forma, peso y dimensiones.

ANEJO Nº 8: PRUEBA DE CARGA

Como referencia, se emplearán camiones de 38 toneladas con las siguientes características de dimensiones y distribución de peso:



Tanto si el proyecto de la estructura sufriera modificaciones antes de la construcción de la misma, como si los vehículos de carga a utilizar fueran distintos de los previstos, o si se tuviera constancia de desviaciones significativas de las características de los materiales respecto a lo previsto en proyecto, será necesario rehacer o adaptar el Proyecto de la prueba de carga.

4.2. SISTEMAS DE MEDIDA

Se debe medir la flecha en todos los centros de vano. No se medirá el descenso en líneas de apoyo al considerar que su valor no va a ser significativo en relación con las flechas.

En el caso de secciones en cajón, puede ser aconsejable disponer más de un punto de medida, en función de la respuesta torsional prevista.

En el caso de puentes mixtos de tipos estructurales especiales, o en aquéllos en que al autor del proyecto así lo considere, se recomienda además medir deformaciones unitarias en el acero estructural en las secciones más significativas de la obra.

Los aparatos de medida que se utilicen serán flexímetros, y deberán estar sancionados por la experiencia en pruebas similares. Deberán estar debidamente calibrados y poseer una sensibilidad mínima del orden de un 5% de los valores más pequeños esperados en los puntos de medida significativos, con una apreciación de una centésima de milímetro.

Su rango de medida deberá ser como mínimo superior en un 50% a los valores máximos esperados de dichas magnitudes.

Es recomendable que el equipo instrumental permita el registro automático de las medidas que se efectúan y su visualización en tiempo real.

4.3. EFECTO DE LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Con objeto de cuantificar el efecto de las variaciones térmicas sobre los parámetros estructurales registrados, se recomienda instrumentar una sección del tablero con dos sensores de temperatura, uno en su cara superior y otro en la inferior. Las lecturas de estos sensores se efectuarán con la misma periodicidad que la adoptada para el resto de la instrumentación.

Deberán elegirse las horas adecuadas para que las condiciones meteorológicas perturben lo menos posible el comportamiento de la estructura. Se intentará reducir al mínimo el tiempo de aplicación de la carga para minimizar la influencia, en la propia estructura y en los aparatos de medida, de los efectos térmicos, higrométricos o de otro tipo.

4.4. FECHA DE EJECUCIÓN

La prueba de carga de recepción se realizará antes de la puesta en servicio de la estructura.

En el momento de iniciarse la prueba, el hormigón de cualquier elemento resistente de la obra deberá haber alcanzado la resistencia característica de proyecto. El Director de Obra podrá autorizar la realización de la prueba aunque no se cumpla esta condición, una vez analizada la repercusión estructural de tal decisión.

5. DESARROLLO DE LA PRUEBA ESTÁTICA

5.1. MATERIALIZACIÓN DEL TREN DE CARGA

Se empleará un tren de carga constituido por camiones, cuyo número y características se definen en los siguientes apartados.

El nivel de carga alcanzado durante la prueba debe ser representativo de las acciones de servicio. Se considera adecuado alcanzar un nivel de carga correspondiente a un período de retorno próximo a 5 años, por tanto el tren de carga real debe producir en el centro de vano unos esfuerzos en torno al sesenta por ciento (60%) de los valores teóricos producidos por el

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

tren de carga establecido en la IAP-11. En ningún caso las solicitaciones producidas por el tren de carga real serán superiores al 70% de dichos esfuerzos teóricos.

Antes de comenzar la prueba, se comprobará mediante pesaje en báscula el peso total real de cada uno de los vehículos, debiendo quedar garantizado que su valor no se desvía en más de un 5% del considerado en el Proyecto de la prueba. Los recibos de báscula deberán entregarse al Director de la prueba, quien dejará constancia de ello en el informe de la misma.

La posición de todos los vehículos en cada estado de carga deberá marcarse previamente sobre el tablero, de forma que pueda realizarse su colocación con suficiente precisión.

5.2. ESTADOS DE CARGA

Se deben disponer los camiones en la estructura de forma que se alcancen los porcentajes deseados de los esfuerzos máximos producidos por el tren de carga de la Instrucción en las secciones críticas.

Al ser un tablero continuo, será suficiente con cargar parejas de vanos contiguos y de vanos alternos, de forma que, en todas las secciones de centro de vano, se alcancen los porcentajes de esfuerzos.

Como norma general, la carga se aplicará solamente en la calzada y arcenes, sin que sea necesario someter a prueba las aceras, distribuyendo uniformemente los vehículos de carga en el ancho de la plataforma.

5.3. FORMA DE APLICACIÓN DE LA CARGA

Los movimientos de los vehículos en cualquier fase del proceso de carga o de descarga se efectuarán con la lentitud necesaria para no provocar efectos dinámicos no deseados, y se organizarán de forma que no se produzcan sobre otras partes de la estructura solicitaciones superiores a las previstas.

Será necesario proceder a la descarga total de la estructura antes de materializar cada nuevo estado de carga. Únicamente en el caso de puentes formados por vanos simplemente apoyados, se podrán materializar los distintos estados de carga mediante el avance del tren de carga sucesivamente de vano en vano.

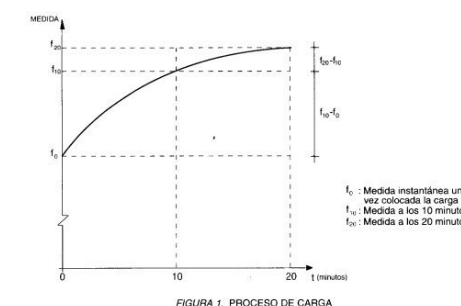
La carga correspondiente a cada estado se aplicará en varias fases o escalones de manera que se pueda registrar la respuesta progresiva de la estructura en las zonas críticas.

El proceso de descarga se llevará a cabo, en general, en escalones análogos y en orden inverso al proceso de carga.

El tiempo que se debe mantener la carga total correspondiente a un cierto estado de carga, vendrá determinado por el criterio de estabilización de las medidas:

Una vez colocado en su posición prevista el tren de carga, se realizará una medida de la respuesta instantánea de la estructura. Transcurridos 10 minutos se obtendrá una nueva medida en dichos puntos. Si las diferencias entre los nuevos valores de la respuesta y los instantáneos son inferiores al 5% de éstos, se considera estabilizado.

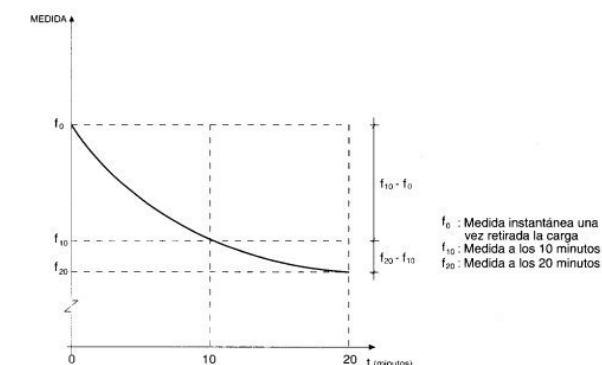
Si no se satisface la condición anterior, se mantendrá la carga durante un nuevo intervalo de 10 minutos, considerándose que se ha estabilizado si la diferencia de medidas correspondiente a este intervalo es inferior al 20% de la diferencia de medidas correspondiente al intervalo anterior.



Si esto no se cumpliera, se procederá, a juicio del Ingeniero Director de la prueba, a mantener la carga durante un nuevo intervalo, o a efectuar la descarga.

Una vez alcanzada la estabilización, se tomarán las lecturas finales en todos los puntos de medida.

Después de descargar totalmente la estructura, se esperará a que los valores de las medidas estén estabilizados, aplicando el mismo criterio seguido para el proceso de carga.



Los valores remanentes correspondientes a un estado de carga se definen como la diferencia entre los valores estabilizados después de la descarga y los iniciales antes de la carga.

ANEJO Nº 8: PRUEBA DE CARGA

Se considerarán aceptables siempre que sean inferiores al 15% por ser estructura mixta. En caso de que la remanencia esté entre el 15% y el 30%, se realiza un nuevo ciclo de carga; sin embargo si es superior al 30% se suspende la aplicación de la carga.

En caso de que, realizado el segundo ciclo, no se hubieran alcanzado resultados satisfactorios, el Director de la prueba suspenderá la aplicación de la carga correspondiente, tomando respecto a los demás estados de carga las medidas que crea convenientes.

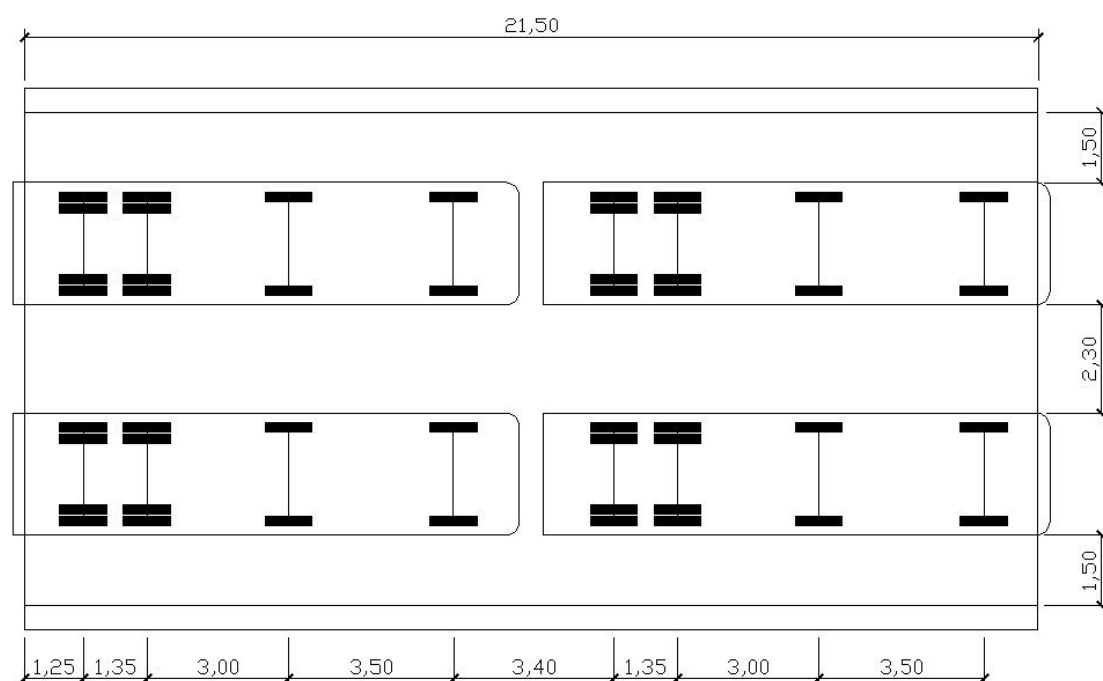
6. DISPOSICIÓN DE LOS CAMIONES

6.1. VANOS EXTREMOS (21,5 METROS)

Las sobrecargas de uso sin ningún coeficiente aplicado equivalen a una carga puntual de 2183,625 kN en el centro de vano, calculada del siguiente modo:

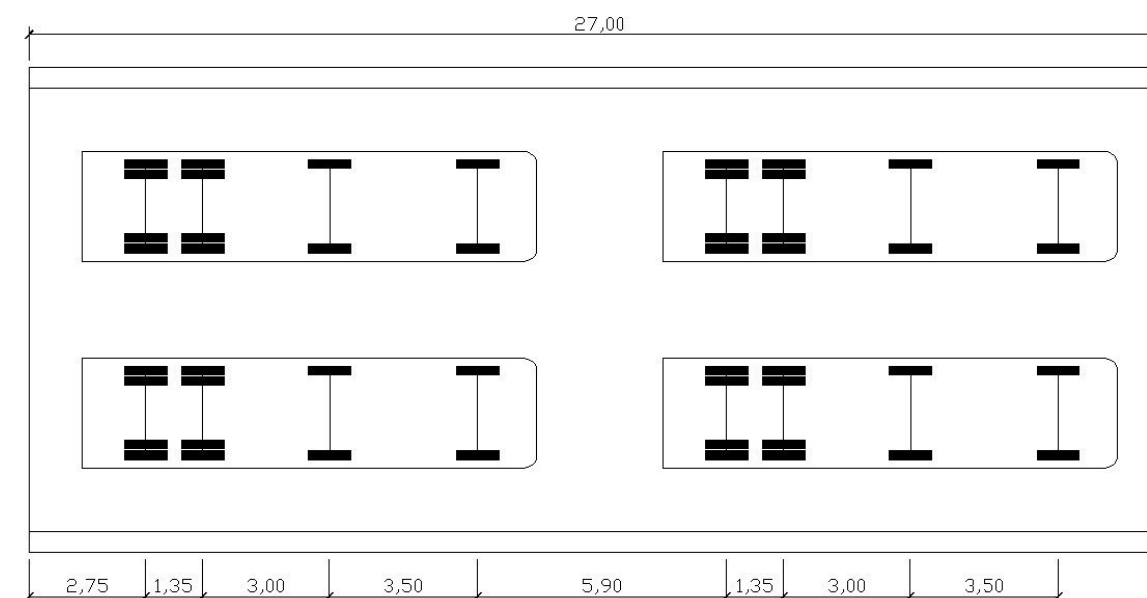
$$Carga = 21,5 * (9 * 3 + 2,5 * 3 + 2,5 * 3 + 2,5 * 1,5) + 2 * (300 + 200 + 100)$$

Dado que se espera que los esfuerzos generados en esta sección sean del 60%, eso supone que son 1310,175 kN, equivalentes a 133,61 toneladas, por lo que se emplean 4 camiones de 38 toneladas como los anteriormente previstos, haciendo un total de 152 toneladas. La disposición de los camiones a lo largo de los vanos extremos es la siguiente:



6.2. VANOS INTERMEDIOS (27 METROS)

Las sobrecargas de uso sin ningún coeficiente aplicado equivalen a una carga puntual de 2435,25 kN en el centro de vano. Dado que se espera que los esfuerzos generados en esta sección sean del 60%, eso supone que son 1461,15 kN, equivalentes a 149,01 toneladas. Se emplazarán 4 camiones de 38 toneladas como los descritos, por lo que se obtienen un total de 152 toneladas.



7. INFORME DE LA PRUEBA DE CARGA

Con posterioridad a la prueba de carga se elaborará un acta y un informe de la prueba de carga que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

- Datos generales: Estructura, fecha de realización, personas presentes en la prueba de carga y finalidad de la prueba.
- Descripción de la estructura.
- Estado de la obra previo a las pruebas.
- Tren de cargas utilizado: Croquis de situación de camiones, indicando las posiciones y la carga por eje (pueden valer los que se adjuntan en este proyecto de prueba de carga). Se incluirán fotocopias de las fichas de características técnicas de los vehículos así como sus matrículas.
- Condiciones climatológicas. Valores registrados de temperatura y humedad en el caso de que éstas resulten condicionantes de la prueba.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

- Aparatos de medida. Tipo y modelo de los aparatos, precisión. Incluyendo croquis de situación de todos los aparatos de medida y de la situación de puntos de referencia fijos.
- Lecturas realizadas en todos los aparatos de medida en escalón o fase de carga: flechas que se deducen de las anteriores lecturas y puntos de referencia empleados.
- Descripción del ensayo: Constará además de las lecturas efectuadas antes y después de introducir los camiones, de las flechas calculadas como diferencia de lecturas.
- Incidencias que se presentaron durante la realización de la prueba.
- Comparación de los valores medidos con los valores teóricos previstos y valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación.
- Estado final de la obra. Registros de fisuras en el caso de que se produjesen, indicando posición exacta y apertura máxima de la fisura, fotografías si es preciso, etc.

El informe estará redactado y firmado por el ingeniero Director de la prueba. Si, por indicación del Director de las Obras, la valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación fuera efectuada por el Autor del Proyecto, éste será quien redacte y firme dicha parte del informe.

8. ACTA DE LA PRUEBA DE CARGA

Con base en el Informe, se redactará el Acta de la prueba, documento de carácter oficial que contiene una descripción resumida de los distintos aspectos de la prueba, mencionados en el apartado anterior, y una referencia expresa al cumplimiento de los criterios de aceptación.

El Acta estará firmada al menos por el Director de la Obra, el Director de la prueba y el representante del Constructor.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO N° 9: PLAN DE OBRA

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|---|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. ACTIVIDADES Y RENDIMIENTOS | 1 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO | 2 |
| 3.1. ESTRIBOS | 2 |
| 3.2. CIMENTACIÓN | 2 |
| 3.3. PILAS SOBRE ZAPATA | 3 |
| 3.4. TABLERO (ANTES DE INSTALAR ARCO) | 3 |
| 3.5. ARCO | 3 |
| 3.6. PILAS SOBRE ARCO | 3 |
| 3.7. TABLERO (DESPUÉS DE INSTALAR ARCO) | 3 |
| 3.8. ACABADOS FINALES | 3 |
| 4. DIAGRAMA DE GANTT | 4 |

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene por objeto estipular un programa de trabajos que prevea los medios y procedimientos a utilizar para la construcción de las mismas y el momento temporal de realización de las diversas actividades o trabajos, de modo que permitan llevarla a cabo optimizando el coste, el plazo de ejecución y la calidad.

El RD 1098/11 en su artículo 132 indica que, además, "contendrá, debidamente justificados, la previsible financiación de la obra durante el período de ejecución y los plazos en los que deberán ser ejecutadas las distintas partes fundamentales en que pueda descomponerse la obra, determinándose los importes que corresponderá abonar durante cada uno de ellos."

2. ACTIVIDADES Y RENDIMIENTOS

El análisis correspondiente a este apartado se centra en los rendimientos de las actividades consideradas determinantes para la realización de las obras, entendiendo que la ejecución de las restantes no alterará el plazo de ejecución global de las mismas.

Se estima que se trabajarán diariamente 2 turnos de 8 horas. Se considerará que todos los meses tienen 30 días, no descontando fines de semana ni festivos.

| Estribo 1 | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Desbroce de monte bajo | 0,004 | 250,00 | 507,92 | m2 | 2,03 | 1 | 1142,82 |
| Hormigón de limpieza bajo muro | 0,600 | 1,67 | 2,88 | m3 | 1,73 | 1 | 225,45 |
| Encofrado cimientos de muro | 0,250 | 4,00 | 24,81 | m2 | 6,20 | 1 | 316,33 |
| Hormigón cimientos de muro | 0,125 | 8,00 | 4,32 | m3 | 0,54 | 1 | 368,58 |
| Alzado de muro de tierra armada | 0,850 | 1,18 | 499,81 | m2 | 424,84 | 4 | 17480,86 |
| Relleno granular | 0,090 | 11,11 | 3248,77 | m3 | 292,39 | 3 | 10905,04 |
| Hormigón de limpieza bajo durmiente | 0,600 | 1,67 | 4,03 | m3 | 2,42 | 1 | 315,08 |
| Encofrado metálico en durmiente | 0,250 | 4,00 | 79,33 | m2 | 19,83 | 1 | 1481,79 |
| Hormigón durmiente sobre muro de T.A. | 0,360 | 2,78 | 59,37 | m3 | 21,37 | 1 | 6062,27 |
| Armadura para cargadero | 0,014 | 71,43 | 4068,33 | kg | 56,96 | 1 | 4963,36 |

| Estribo 2 | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Desbroce de monte bajo | 0,004 | 250,00 | 673,76 | m3 | 2,70 | 1 | 1515,96 |
| Hormigón de limpieza bajo muro | 0,600 | 1,67 | 2,59 | m3 | 1,55 | 1 | 202,75 |
| Encofrado cimientos de muro | 0,250 | 4,00 | 22,28 | m2 | 5,57 | 1 | 284,07 |
| Hormigón cimientos de muro | 0,125 | 8,00 | 3,88 | m3 | 0,49 | 1 | 331,04 |
| Alzado de muro de tierra armada | 0,850 | 1,18 | 597,29 | m2 | 507,70 | 5 | 16712,17 |
| Relleno granular | 0,090 | 11,11 | 5972,90 | m3 | 537,56 | 5 | 12029,42 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|---------|----|-------|---|---------|
| Hormigón de limpieza bajo durmiente | 0,600 | 1,67 | 4,03 | m3 | 2,42 | 1 | 315,08 |
| Encofrado metálico en durmiente | 0,250 | 4,00 | 79,33 | m2 | 19,83 | 1 | 1481,79 |
| Hormigón durmiente sobre muro de T.A. | 0,360 | 2,78 | 59,37 | m3 | 21,37 | 1 | 6062,27 |
| Armadura para cargadero | 0,014 | 71,43 | 4068,33 | kg | 56,96 | 1 | 4963,36 |

| Cimentación Pilas | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Desbroce de monte bajo | 0,004 | 250,00 | 185,63 | m2 | 0,74 | 1 | 417,67 |
| Excavación en roca | 0,400 | 2,50 | 525,49 | m3 | 210,20 | 2 | 12498,78 |
| Hormigón de limpieza | 0,600 | 1,67 | 18,56 | m3 | 11,14 | 1 | 1452,88 |
| Encofrado metálico | 0,250 | 4,00 | 175,89 | m2 | 43,97 | 1 | 3285,63 |
| Armadura | 0,014 | 71,43 | 25488,63 | kg | 356,84 | 3 | 10365,38 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 324,84 | m3 | 116,94 | 1 | 33088,20 |

| Cimentación Arco | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|-------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Desbroce de monte bajo | 0,004 | 250,00 | 225,00 | m2 | 0,90 | 1 | 506,25 |
| Excavación en roca | 0,400 | 2,50 | 912,50 | m3 | 365,00 | 4 | 10851,91 |
| Hormigón de limpieza | 0,600 | 1,67 | 22,50 | m3 | 13,50 | 1 | 1761,30 |
| Encofrado metálico | 0,250 | 4,00 | 538,58 | m2 | 134,65 | 2 | 5030,34 |
| Armadura | 0,014 | 71,43 | 36978,58 | kg | 517,70 | 5 | 9022,77 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 1081,48 | m3 | 389,33 | 4 | 27539,89 |

| Pilas 1,2 y 3 (E1) | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|---------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Placa de anclaje | 0,050 | 20,00 | 6,00 | ud | 0,30 | 1 | 6557,46 |
| Acero soldado | 0,004 | 250,00 | 287827,34 | kg | 1151,31 | 10 | 63897,67 |

| Pilas 11 y 12 (E2) | Rend | Prod | Cantidad | ud | h | N semanas | Precio semana |
|---------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Placa de anclaje | 0,050 | 20,00 | 4,00 | ud | 0,20 | 1 | 4371,64 |
| Acero soldado | 0,004 | 250,00 | 243038,49 | kg | 972,15 | 9 | 59949,49 |

| Tablero Vanos 1 2 3 (E1) | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 253453,06 | kg | 1267,27 | 11 | 39630,84 |
| Prelosa | 0,200 | 5,00 | 717,25 | m2 | 143,45 | 2 | 36812,86 |
| Armado | 0,002 | 500,00 | 59209,80 | kg | 118,42 | 1 | 52696,72 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 179,69 | m3 | 64,69 | 1 | 18348,15 |

| Tablero Vanos 12 y 13 (E2) | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 162814,21 | kg | 814,07 | 7 | 40005,78 |
| Prelosa | 0,200 | 5,00 | 460,75 | m2 | 92,15 | 1 | 47295,99 |
| Armado | 0,002 | 500,00 | 38035,43 | kg | 76,07 | 1 | 33851,54 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 115,43 | m3 | 41,55 | 1 | 11786,56 |

ANEJO Nº 9: PLAN DE OBRA

| Semiarco izdo (E1) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------------|----------------------|
| Placa de anclaje | 0,100 | 10,00 | 2,00 | ud | 0,20 | 1 | 3577,58 |
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 587055,16 | kg | 2935,28 | 25 | 54009,07 |
| Semiarco dcho (E2) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
| Placa de anclaje | 0,100 | 10,00 | 2,00 | ud | 0,20 | 1 | 3577,58 |
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 587055,16 | kg | 2935,28 | 25 | 54009,07 |
| Resto pilas s arco izdo (E1) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
| Acero soldado | 0,004 | 250,00 | 146949,61 | kg | 587,80 | 5 | 65245,63 |
| Resto pilas s arco dcho (E2) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
| Acero soldado | 0,004 | 250,00 | 146949,61 | kg | 587,80 | 5 | 65245,63 |
| Tablero s/semiarco izdo (E1) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 362555,36 | kg | 1812,78 | 16 | 38974,70 |
| Prelosa | 0,200 | 5,00 | 1026,00 | m2 | 205,20 | 2 | 52659,45 |
| Armado | 0,002 | 500,00 | 84697,46 | kg | 169,39 | 2 | 37690,37 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 257,04 | m3 | 92,53 | 1 | 26246,35 |
| Tablero s/semiarco dcho (E2) | Rend | Prod | Medición | ud | h | | |
| Acero soldado | 0,005 | 200,00 | 362555,36 | kg | 1812,78 | 16 | 38974,70 |
| Prelosa | 0,200 | 5,00 | 1026,00 | m2 | 205,20 | 2 | 52659,45 |
| Armado | 0,002 | 500,00 | 84697,46 | kg | 169,39 | 2 | 37690,37 |
| Hormigón | 0,360 | 2,78 | 257,04 | m3 | 92,53 | 1 | 26246,35 |
| Auxiliares | Rend | Prod | Medición | ud | h | N semanas | Precio semana |
| Impermeabilización | 0,05 | 20,00 | 3910,00 | m2 | 195,50 | 2 | 30009,25 |
| Capa de Rodadura | 0,01 | 100,00 | 3570,00 | m2 | 35,70 | 1 | 38377,50 |
| Marca vial eje | 0,002 | 500,00 | 340,00 | ml | 0,68 | 1 | 139,40 |
| Banda sonora longitudinal | 0,002 | 500,00 | 680,00 | ml | 1,36 | 1 | 945,20 |
| Junta de neopreno 160 mm | 1,8 | 0,56 | 23,00 | ml | 41,40 | 1 | 20730,59 |
| Pretil PXP J6/1.14c | 0,4 | 2,50 | 680,00 | ml | 272,00 | 3 | 60343,20 |
| Apoyos de neopreno zunchado | 0,55 | 1,82 | 56,00 | ud | 30,80 | 1 | 19471,20 |

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

El desarrollo de la obra depende de los rendimientos de las actividades y de la buena planificación que se realiza de ella en base a esos rendimientos.

Por la particularidad del viaducto a construir, las obras se desarrollarán en paralelo desde ambos extremos, concluyendo la construcción de la infraestructura en la clave del arco donde confluirán los dos frentes de trabajo.

En los siguientes apartados se describen las diferentes unidades de obra y cómo van a ser ejecutadas:

3.1. ESTRIBOS

La ejecución de los dos estribos, uno en cada lado del valle, comenzará a la vez, siguiendo un esquema de trabajo similar.

Una vez desbrozado el terreno y excavado hasta la cota de la cimentación prevista, se colocará el hormigón de limpieza, se realizará el encofrado y posterior hormigonado de la cimentación.

Tras ello, se irá levantando el muro de tierra mientras se rellena el trasdós del mismo, hasta que se alcance la cota a la que se situará la explanada de la Autovía, teniendo en cuenta que el relleno que soportará el durmiente ha de ser tratado para mejorar sus propiedades.

Sobre ese relleno se ejecutará el durmiente. Para ello, primero se pondrá una capa de hormigón de limpieza, se encofrará y se colocarán todas las armaduras, tras lo cual se hormigona primero la base del cargadero, y por último el murete. Dado que el hormigón tarda 28 días en adquirir la resistencia prevista, no recibirá los esfuerzos del tablero durante este tiempo.

Se ha estimado que la duración de este tajo sea de 4 semanas para el estribo 1, y 7 semanas para el estribo 2.

3.2. CIMENTACIÓN

Todas las cimentaciones, tanto de las zapatas combinadas como las del arco, se ejecutarán a la vez que se realizan los estribos.

Se realizará un desbroce y excavará hasta la profundidad donde se materializará el apoyo con una pequeña sobreexcavación de modo que se pueda ejecutar 10 cm de hormigón de limpieza. Posteriormente se colocará la armadura así como los pernos de anclaje de la estructura metálica.

Por último, se realizará el hormigonado. Tras él, serán necesarios 28 días hasta que pueda colocarse la estructura metálica.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

La previsión es que esta fase dure 6 semanas en el caso de las zapatas combinadas, mientras que para las del arco, que el volumen es mucho mayor, sean 14 semanas.

3.3. PILAS SOBRE ZAPATA

La colocación de estas pilas se realizarán de forma simultánea en ambos frentes.

Por un lado, se colocarán las pilas 1,2 y 3 en orden de estribo hasta el arco, habiendo respetado por tanto los tiempos de fraguado de las zapatas: La pila 1 requerirá 11,2 días y se empezará a montar 5 semanas después de hormigonar su zapata. La instalación de la pila 2 durará 22,2 días. Cuando se empiece a colocar la pila 3, habrán pasado 4 semanas después de hormigonar la zapata del arco. Esta pila se ejecutará durante 35,3 días.

Por otro lado, se colocarán las pilas 11 y 12, para lo cual para la primera se emplearán 23,2 días, y para la segunda 35,3 días, habiendo pasado 5 semanas desde que se hormigonó el arco.

3.4. TABLERO (ANTES DE INSTALAR ARCO)

El tablero se empezará a ejecutar sobre la explanada de la autovía mientras se instalan las pilas. Así se optimiza el plazo de ejecución potenciando una de las mayores virtudes del acero.

Por tanto, el tramo de tablero lanzado desde el estribo 1 se empezará a ejecutar a partir de la 10 semana, y el tramo desde el estribo 2 a partir de la 14, puesto que al ser más corto, se ejecutará antes, haciéndose coincidir la instalación del tablero hasta las pilas 3 y 10 en la misma fecha para ambos extremos, habiendo respetado 28 días hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia característica.

Se ha estimado que el empuje se realiza a un ritmo medio de 5 m / h, lo cual en un día se pueden empujar 80 metros por cada frente de trabajo, por ello no se ha representado en el diagrama.

3.5. ARCO

Una vez emplazado el tablero hasta las pilas 3 y 10, se empieza a montar el arco mediante una torre provisional de atirantado situado sobre dichas pilas y con ayuda de sendas grúas para emplazar las piezas en su posición.

Cada semiarco requerirá 25 semanas para completarse, encontrándose ambos en la clave del arco.

3.6. PILAS SOBRE ARCO

De forma análoga a las pilas sobre zapata, se instalarán las pilas sobre el arco desde cada extremo, con una grúa situada el cada extremo del tablero. Se requerirán 5 semanas para completar esta fase.

3.7. TABLERO (DESPUÉS DE INSTALAR ARCO)

Mientras se instalan las pilas, se termina de ejecutar el tablero en la explanada, Posteriormente se empuja hasta su posición como se ha comentado anteriormente. Este proceso ocupará 16 semanas más.

3.8. ACABADOS FINALES

Por último, se realizan las labores de impermeabilización del tablero, colocación de pretilas, asfaltado, pintura de ejes viales... Se prevé que estas labores requieren en total 5 semanas.

4. DIAGRAMA DE GANTT



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

ANEJO Nº 10: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|------|---------------------------------|---|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 2 |
| 2. | COSTES INDIRECTOS | 2 |
| 3. | COSTE DE LA MANO DE OBRA | 3 |
| 4. | COSTE DE LA MAQUINARIA | 6 |
| 4.1. | COSTES INTRÍNSECOS | 6 |
| 4.2. | COSTES COMPLEMENTARIOS | 6 |
| 4.3. | COSTE TOTAL | 6 |
| 5. | COSTE DE MATERIALES | 8 |
| 6. | LISTADOS | 8 |
| 6.1. | LISTADO DE MANO DE OBRA | 8 |
| 6.2. | LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA | 8 |
| 6.3. | LISTADO DE MATERIALES | 9 |

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo tiene por objeto justificar la obtención de los precios unitarios del Cuadro de Precios Nº 1, que sirven de base para la confección del Documento Nº 4: Presupuesto, calculando para ello:

- Coste horario de la mano de obra
- Coste horario de la maquinaria
- Precio de suministro de los materiales a pie de obra

Además también se calculan los costes indirectos los cuales no se pueden atribuir a una unidad de obra concreta.

Con estos valores y teniendo en cuenta los rendimientos correspondientes de acuerdo con las características de cada unidad de obra, se determinan los precios unitarios para su aplicación en el presente Proyecto.

2. COSTES INDIRECTOS

Son los costes que no se pueden atribuir a una única unidad de obra, sino que afecta al conjunto de la misma.

Tales gastos son:

- Instalaciones de oficina a pie de obra, apertura de accesos...
- Almacenes, talleres, laboratorios...
- Gastos derivados del personal técnico y administrativo, adscritos exclusivamente a la obra y que no intervienen directamente en la ejecución de unidades de obra concretamente, como ingenieros, encargados, personal de oficina, personal de oficina, talleres, almacenes...

Según el artículo 130 del REAL DECRETO 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y siguiendo el artículo 3 de la ORDEN de 12 de junio de 1968 por la que se dictan normas complementarias de aplicación al Ministerio de Obras Públicas de los artículos 67 y 68 del Reglamento General de Contratación del Estado, el Presupuesto de Ejecución Material de cada unidad de obra se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_n = \left(1 + \frac{K}{100}\right) * C_n$$

Donde

P_n es el Presupuesto de Ejecución Material de cada unidad de obra

K son los costes indirectos

C_n son los costes directos, considerándose como tales:

- Coste de la mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra
- Coste de la maquinaria y equipos empleados en la ejecución de la unidad de obra
- Precio a pie de obra de los materiales necesarios para ejecutar la unidad de obra

Dado el carácter general de los costes indirectos, se calcula su porcentaje total respecto a la totalidad de los costes directos, y se añaden finalmente como porcentaje de esos costes directos para cada unidad de obra.

Los costes indirectos se calculan mediante la siguiente expresión:

$$K = K_1 + K_2$$

Siendo

K_1 porcentaje que resulte de la relación entre la valoración de los costes indirectos obtenida con los criterios señalados y el importe de los costes directos de la obra.

$$K_1 = \frac{\sum \text{Costes indirectos}}{\sum \text{Costes directos}} * 100$$

K_2 el porcentaje correspondiente a imprevistos. En obras terrestres, según el artículo 12 de la ORDEN de 12 de junio de 1968, corresponde un 1%.

No obstante lo anterior, el artículo 13 estipula que el valor máximo de costes indirectos para obras terrestres es de un 6%.

| Unidad | Concepto | Nº Uds | Duración (años) | Coste (€/ud) | Importe (€) |
|--------------------------------|---|--------|-----------------|--------------|-------------------|
| Trabajos auxiliares | | | | | |
| Ud | Montaje, levante, traslado y amortización de edificios desmontables para almacenes y oficinas, etc | 1 | - | 10000,00 | 10000,00 |
| Ud | Apertura de accesos | 1 | - | 8000,00 | 8000,00 |
| Gastos de equipamiento | | | | | |
| Año*ud | Gastos de vehículo, incluso amortización y reparación de los mismos, combustibles y lubricantes, etc. | 1 | 1,58 | 18000,00 | 28500,00 |
| Ud | Equipos informáticos | 1 | - | 3500,00 | 3500,00 |
| Ud | Equipos de protección individual, medicina preventiva e instalaciones de higiene y bienestar | 1 | - | 10000,00 | 10000,00 |
| Personal | | | | | |
| Año*ud | Jefe de obra (nivel II) | 1 | 1,58 | 25925,00 | 41047,91 |
| Año*ud | Jefe producción (nivel I) | 1 | 1,58 | 25925,00 | 41047,91 |
| Año*ud | Jefe administrativo (nivel III) | 1 | 1,58 | 25589,55 | 40516,79 |
| Año*ud | Encargado general de obra (nivel VI) | 2 | 1,58 | 25081,99 | 79426,31 |
| Año*ud | Oficial de 1ª Administrativo (nivel VI) | 1 | 1,58 | 25081,99 | 39713,15 |
| Año*ud | Guardia de seguridad (nivel X) | 2 | 1,58 | 22830,37 | 72296,16 |
| TOTAL COSTES INDIRECTOS | | | | | 374.048,24 |

Los costes directos son 7603662,17 €, por lo que el % es:

$$K_1 = \frac{374048,24}{7603662,17} * 100 = 4,92 \% \approx 5\%$$

a los que se añade el 1%. En definitiva, los costes indirectos suponen:

$$K = 5\% + 1\% = 6\%$$

3. COSTE DE LA MANO DE OBRA

El coste de la mano de obra viene determinado por las siguientes disposiciones oficiales:

- V Convenio del sector de la Construcción, publicado en el BOE con fecha 15 de marzo de 2012.
- Convenio colectivo del sector de la Construcción de Ourense, por la que se fijan para el sector de la Construcción los días laborables del año 2016, y actualización de las tablas salariales del año 2015 y 2016.
- ORDEN de 14 de marzo de 1969 por la que se dictan normas complementarias sobre la aplicación de los artículos 67. 68 y 76 del Reglamento General de Contratación

- Orden en la que se modifica el coste horario para el empresario, publicado en el BOE con fecha 28 de mayo de 1979.

De acuerdo al Convenio Colectivo del sector de la Construcción de la Provincia de Ourense, la jornada anual ordinaria será de 1736 horas.

Dado que según el artículo 68 del V Convenio de la Construcción estipula que la jornada efectiva de trabajo es de 1738 horas anuales, quedan dos horas a favor de la parte empresarial que se sumarán al año 2017.

La tabla salarial actualizada para el año 2016 es la siguiente:

| Nivel | CATEGORIAS | MENSUAL | | | TOTAL MES | PAGAS EXTRAS | | ANUAL | SALARIO ANUAL | HORAS EXTRAS |
|-------|--|-------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|----------|---------------|--------------|
| | | Sueldo Base | Plus Asistencia | Plus Transporte | | Junio | Diciembre | | | |
| I | Titulado Superior | 1.025,46 | 261,40 | 88,93 | 1.375,79 | 1.221,22 | 1.221,22 | 1.221,22 | 18.797,35 | 10,97 |
| II | Titulado Medio, Jefe Administrativo 1ª, Jefe Sec. Org. 1ª | 1.020,93 | 256,89 | 72,45 | 1.350,27 | 1.217,66 | 1.217,66 | 1.217,66 | 18.505,95 | 10,97 |
| IV | Jefe de Personal, Ayta. de Obra, Encargado General de Fábricas, Encargado General | 1.015,95 | 251,88 | 72,07 | 1.339,90 | 1.213,69 | 1.213,69 | 1.213,69 | 18.379,97 | 10,97 |
| V | Jefe Administrativo de 2ª, Deliniente Superior, Encargado General de Obra, Jefe Sec. Org. Científica del Trabajo de 2ª, Jefe de Compras | 1.011,37 | 247,39 | 71,70 | 1.330,46 | 1.210,11 | 1.210,11 | 1.210,11 | 18.265,39 | 10,97 |
| VI | Oficial Admto. de 1ª, Deliniente de 1ª, Encarg. Taller, Encarg. Sec. Laboratorio, Escultor de Piedra y Mármol, Práct. Topografía de 1ª, Téc. Org. 1ª | 1.006,42 | 242,36 | 71,34 | 1.320,12 | 1.206,20 | 1.206,20 | 1.206,20 | 18.139,92 | 10,97 |
| VII | Deliniente de 2ª, Técnico Org. de 2ª, Práctico Topografía de 2ª, Analista de 1ª, Viajante, Capataz, Especialista de Oficio | 988,26 | 224,23 | 69,95 | 1.282,44 | 1.191,94 | 1.191,94 | 1.191,94 | 17.682,66 | 10,42 |
| VIII | Oficial Admto. de 2ª, Corredor de Plaza, Oficial 1ª de Oficio, Inspector de Control Señalización y Servicios, Analista de 2ª | 974,61 | 210,61 | 68,92 | 1.254,14 | 1.181,50 | 1.181,50 | 1.181,50 | 17.340,04 | 10,13 |
| IX | Auxiliar Administrativo, Ayta. Topográfico, Auxiliar de Org., Vendedores, Conserje, Oficial 2ª de Oficio | 960,55 | 196,51 | 53,15 | 1.210,21 | 1.170,14 | 1.170,14 | 1.170,14 | 16.822,73 | 9,73 |
| X | Auxiliar de Laboratorio, Vigilante, Almacenero, Enfermero, Cobrador, Guarda-Jurado, Ayudantes de Oficio, Especialistas de 1ª | 946,50 | 182,45 | 52,40 | 1.181,35 | 1.159,08 | 1.159,08 | 1.159,08 | 16.472,09 | 9,16 |
| XI | Especialistas de 2ª, Peones Especializados | 932,48 | 168,41 | 51,55 | 1.152,44 | 1.135,48 | 1.135,48 | 1.135,48 | 16.083,28 | 8,84 |
| XII | Peones Ordinarios, Limpiador | 917,98 | 153,92 | 50,77 | 1.122,67 | 1.124,14 | 1.124,14 | 1.124,14 | 15.721,79 | 8,50 |

El calendario laboral en el municipio donde se ubicará el viaducto es el siguiente:

ANEJO Nº 10: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

| ENERO | | | | | | | FEBRERO | | | | | | | MARZO | | | | | | |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|
| L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 29 | | | | | | | 28 | 29 | 30 | 31 | | | |
| 1 Año Nuevo 6 Epifanía del Señor | | | | | | | | | | | | | | 24 Jueves Santo 25 Viernes Santo | | | | | | |
| ABRIL | | | | | | | MAYO | | | | | | | JUNIO | | | | | | |
| L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D |
| | | | | 1 | 2 | 3 | | | | | | | 1 | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | |
| | | | | | | | 17 Día de las Letras Gallegas | | | | | | | 24 San Juan | | | | | | |
| JULIO | | | | | | | AGOSTO | | | | | | | SEPTIEMBRE | | | | | | |
| L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 29 | 30 | 31 | | | | | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 25 Día Nacional de Galicia | | | | | | | 8 Fiesta de A Rúa 15 Asunción de la Virgen 22 San Roque | | | | | | | | | | | | | |
| OCTUBRE | | | | | | | NOVIEMBRE | | | | | | | DICIEMBRE | | | | | | |
| L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D |
| | | | | | 1 | 2 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 28 | 29 | 30 | | | | | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| 31 | | | | | | | 1 Todos los Santos | | | | | | | 6 Día de la Constitución Española 8 La Inmaculada Concepción | | | | | | |
| 12 Fiesta Nacional de España | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

El coste anual para el empresario se calculará de acuerdo a la Orden del 28 de mayo de 1979, siguiendo la siguiente expresión:

$$C = 1,40 * A + B$$

Donde:

A: incluye exclusivamente aquellas retribuciones salariales (salario base, asistencia...)

B: retribuciones de carácter no salarial (plus de transporte, distancia...)

De acuerdo a las tablas salariales del 2016 para el Sector de la Construcción en el año 2015 en la provincia de Ourense, los costes de la mano de obra son los reflejados en la tabla siguiente.

Se considera que trabajan 1736 horas anuales, que se les asigna el salario base y el plus de asistencia durante 11 meses y que se abonan 2 pagas extras (Junio y Diciembre) más 30 días de vacaciones.

| Tabla ANEXO II: Convenio provincial del sector de la construcción de Ourense del año 2016 | | | | | | | | | | |
|---|-------|-----------------------|--------------------|-----------------|-------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| CATEGORÍAS | NIVEL | COSTES SALARIALES (A) | | | | | COSTES NO SALARIALES (B) | | Coste anual para el empresario | Coste hora para el empresario |
| | | Sueldo base mensual | Asistencia mensual | Salario mensual | Pagas extra, vacaciones | Salario anual | Dietas transporte mensual | Dietas transporte anual | | |
| Titulado superior | II | 1025,46 | 261,40 | 1286,86 | 1221,22 | 17819,12 | 88,93 | 978,23 | 25925,00 | 14,93 |
| Titulado medio, jefe Admvo. 1.ª, jefe Secc. Org. 1.ª | III | 1020,93 | 256,89 | 1277,82 | 1217,66 | 17709,00 | 72,45 | 796,95 | 25589,55 | 14,74 |
| Jefe de personal, Ayte. de obra, encargado Gral. de fábrica, encargado general | IV | 1015,95 | 251,88 | 1267,83 | 1213,69 | 17587,20 | 72,07 | 792,77 | 25414,85 | 14,64 |
| Jefe administrativo de 2.ª, delineante superior, encargado general de obra, jefes de sección de organización científica del trabajo de 2.ª, jefes de compras | V | 1011,37 | 247,39 | 1258,76 | 1210,11 | 17476,69 | 71,70 | 788,70 | 25256,07 | 14,55 |
| Ofic. Admvo. de 1.ª, delineante de 1.ª, jefe o encargado de taller, encargado de sección de laboratorio, escultor de piedra y mármol, práctico de topografía de 1.ª, técnico de organización, encargado de obra | VI | 1006,42 | 242,36 | 1248,78 | 1206,20 | 17355,18 | 71,34 | 784,74 | 25081,99 | 14,45 |
| Delineante de 2.ª, técnico de organización de 2.ª, práctico de topografía de 2.ª, analista de 1.ª, viajante, especialista de oficio, capataz | VII | 988,26 | 224,23 | 1212,49 | 1191,94 | 16913,21 | 69,95 | 769,45 | 24447,94 | 14,08 |
| Oficial Admvo. 2.ª, corredor de plaza, inspector de control, señalización y servicios, analista de 2.ª, oficial de 1.ª de oficio | VIII | 974,61 | 210,61 | 1185,22 | 1181,50 | 16581,92 | 68,92 | 758,12 | 23972,81 | 13,81 |
| Aux Administrativo, Ayte topografo, auxiliar org, vendedor, conserje, oficial de 2ª de oficio | IX | 960,55 | 196,51 | 1157,06 | 1170,14 | 16238,08 | 53,15 | 584,65 | 23317,96 | 13,43 |
| Auxiliar de laboratorio, vigilante, almacenero, enfermero, cobrador, guarda-jurado, Ayudante oficio, especialista 1ª | X | 946,50 | 182,45 | 1128,95 | 1159,08 | 15895,69 | 52,40 | 576,40 | 22830,37 | 13,15 |
| Especialista 2ª, peón especializado | XI | 932,48 | 168,41 | 1100,89 | 1135,48 | 15516,23 | 51,55 | 567,05 | 22289,77 | 12,84 |
| Peón ordinario, limpiador | XII | 917,98 | 153,92 | 1071,90 | 1124,14 | 15163,32 | 50,77 | 558,47 | 21787,12 | 12,55 |

4. COSTE DE LA MAQUINARIA

La maquinaria y demás equipos tiene unos costes que se dividen en 2 grupos:

- Costes intrínsecos: incluye su valor, seguros, reparaciones... Se han calculado por el método de SEOPAN a partir de la publicación "Manual de Costes de Maquinaria" del año 2008.
- Costes complementarios: no dependen del valor de adquisición de la máquina, sino de su funcionamiento:
 - Mano de obra: calculado en el apartado anterior
 - Energía: incluye combustible y lubricantes

4.1. COSTES INTRÍNSECOS

Los costes intrínsecos se calculan mediante el método de SEOPAN, empleando la fórmula de la estructura del coste:

$$\frac{V}{100} * (Cd\% * D + Ch\% + HUA) \quad \text{€ / D días}$$

Siendo el coste horario del siguiente modo:

$$\frac{\frac{V}{100} * (Cd\% * D + Ch\% + HUA)}{HUA} \quad \text{€ / h}$$

Donde:

V es el valor de adquisición de la maquinaria.

D es el nº de días al año que trabaja la máquina.

HUA es el nº de horas útiles anuales de la máquina.

$Cd\%$ es el coeficiente unitario diario de puesta a disposición de la máquina en función de V .

$Ch\%$ es el coeficiente unitario horario de funcionamiento expresado en porcentaje de V .

4.2. COSTES COMPLEMENTARIOS

El coste que corresponde a la energía, cuya fórmula es:

$$E = \left(1 + \frac{a}{100}\right) * P(kW) * p \left(\frac{\text{€}}{l}\right) * C \left(\frac{l}{kW * h}\right)$$

Donde

E es el coste de energía.

a corresponde a los lubricantes y desgaste de piezas, siendo un 20% si el combustible es diésel, y 10% para motor de gasolina.

p es el precio del combustible

P es la potencia.

La mano de obra ya se obtuvo en el apartado 3. De acuerdo al Anexo XI del V Convenio de la Construcción, en la tabla "Enquadramiento de las Categorías, Grupos Profesionales y Niveles Retributivos", los operarios serán siendo maquinistas Oficiales de 1ª (Nivel VIII), y ocasionalmente, peones (Nivel XII).

4.3. COSTE TOTAL

El coste horario total de la maquinaria y equipos es el siguiente:

| Código en Proyecto | Código SEOPAN | Maquinaria | COSTES INTRÍNSECOS | | | | | | | COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | | | | TOTALES | | | |
|--------------------|---------------|---|--------------------|-----|------|--------|--------|-----------|---------------|--|--------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------|------------|--------------------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| | | | V | E | Hua | Cd% | Ch% | €/ D dias | Total (€/ h) | Potencia (kW) | Consumo unitario (l/kWh) | Precio de la energía (€/l) | Lubricantes (%) | Coste energía (€/h) | Operario | Coste mano de obra (€/h) | Total (€/h) | Costes intrínsecos | Costes complementarios | Coste total (€/h) |
| M06CM040 | 01.03.02a | Compre.port.diesel m.p. 10 m3/min. 7 bar | 38621 | 190 | 1400 | 0,0624 | 0,0148 | 12581,18 | 8,99 | 75,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 13,23 | Peón | 12,55 | 25,78 | 8,99 | 25,78 | 34,77 |
| M06MP110 | 03.00.00e | Martillo manual perforador neumat.20 kg | 1695,22 | 140 | 1000 | 0,0919 | 0,0333 | 782,62 | 0,78 | 1,50 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,26 | Peón | 12,55 | 12,81 | 0,78 | 12,81 | 13,60 |
| M12T150 | 03.00.00e | Taladro perforador neumático | 1695,22 | 140 | 1000 | 0,0919 | 0,0333 | 782,62 | 0,78 | 0,78 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,14 | Peón | 12,55 | 12,69 | 0,78 | 12,69 | 13,47 |
| M06MR240 | 03.00.01a | Martillo rompedor hidráulico 1000 kg | 20044,9 | 160 | 1000 | 0,096 | 0,0385 | 10796,18 | 10,80 | Incluido en: Retroexcavadora hidráulica cadenas 135 CV, 20 ton | | | | | | | 10,80 | 0,00 | 10,80 | |
| M05EC020 | 04.00.05b | Retroexcavadora hidráulica cadenas 135 CV, 20 ton | 218700 | 210 | 1500 | 0,046 | 0,0148 | 69677,82 | 46,45 | 99,29 | 0,15 | 0,98 | 20 | 17,52 | Oficial 1ª | 13,81 | 31,32 | 46,45 | 31,32 | 77,78 |
| M05PN010 | 04.01.01a | Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3 | 70000 | 210 | 1500 | 0,0684 | 0,0128 | 23494,80 | 15,66 | 62,52 | 0,15 | 0,98 | 20 | 11,03 | Oficial 1ª | 13,81 | 24,84 | 15,66 | 24,84 | 40,50 |
| M05PC020 | 04.01.03a | Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3 | 208400 | 180 | 1500 | 0,062 | 0,0154 | 71397,84 | 47,60 | 95,61 | 0,15 | 0,98 | 20 | 16,87 | Oficial 1ª | 13,81 | 30,68 | 47,60 | 30,68 | 78,27 |
| M05RN010 | 04.02.00a | Retrocargadora neumáticos 50 CV | 66400 | 210 | 2000 | 0,0774 | 0,0121 | 26861,46 | 13,43 | 36,77 | 0,15 | 0,98 | 20 | 6,49 | Oficial 1ª | 13,81 | 20,30 | 13,43 | 20,30 | 33,73 |
| M08NM010 | 04.06.01b | Motoniveladora de 135 CV | 280700 | 210 | 1400 | 0,0466 | 0,012 | 74626,90 | 53,30 | 99,29 | 0,15 | 0,98 | 20 | 17,52 | Oficial 1ª | 13,81 | 31,32 | 53,30 | 31,32 | 84,63 |
| M07AC020 | 04.08.01a | Motovolquete dumper convencional 2.000 kg | 24000 | 190 | 1200 | 0,0723 | 0,0237 | 10122,48 | 8,44 | 36,77 | 0,15 | 0,98 | 20 | 6,49 | Peón | 12,55 | 19,04 | 8,44 | 19,04 | 27,47 |
| M08RL010 | 05.00.02a | Rodillo vibrante manual tandem 725 kg. | 13290 | 170 | 1000 | 0,0735 | 0,0207 | 4411,62 | 4,41 | 5,50 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,97 | Peón | 12,55 | 13,52 | 4,41 | 13,52 | 17,93 |
| M08RV020 | 05.01.02a | Compactador asfált.neum.aut. 12/22t. | 108000 | 150 | 1200 | 0,0787 | 0,0161 | 33615,00 | 28,01 | 98,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 17,29 | Oficial 1ª | 13,81 | 31,10 | 28,01 | 31,10 | 59,11 |
| M08RN020 | 05.02.05a | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 7,5 t. | 70000 | 170 | 1000 | 0,0522 | 0,0166 | 17831,80 | 17,83 | 61,05 | 0,15 | 0,98 | 20 | 10,77 | Oficial 1ª | 13,81 | 24,58 | 17,83 | 24,58 | 42,41 |
| M08RT050 | 05.02.05b | Rodillo vibrante autoprop. tandem 10 t. | 90000 | 150 | 1500 | 0,0644 | 0,0143 | 27999,00 | 18,67 | 95,61 | 0,15 | 0,98 | 20 | 16,87 | Oficial 1ª | 13,81 | 30,68 | 18,67 | 30,68 | 49,34 |
| M07CB020 | 06.02.03a | Camión basculante 4x4 14 t | 110000 | 220 | 1250 | 0,0489 | 0,0154 | 33008,80 | 26,41 | 191,23 | 0,15 | 0,98 | 20 | 33,73 | Oficial 1ª | 13,81 | 47,54 | 26,41 | 47,54 | 73,95 |
| M08CA110 | 06.05.00a | Cisterna agua s/camión 10.000 l | 63000 | 180 | 1000 | 0,0506 | 0,0144 | 14810,04 | 14,81 | 100,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 17,64 | Oficial 1ª | 13,81 | 31,45 | 14,81 | 31,45 | 46,26 |
| M11HV120 | 08.11.00a | Aguja eléct.c/convertid.gasoil D=79mm | 920 | 190 | 800 | 0,0809 | 0,0419 | 449,80 | 0,56 | 4,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,71 | Peón | 12,55 | 13,26 | 0,56 | 13,26 | 13,82 |
| M08CB010 | 09.02.01b | Camión cist.bitum.c/lanza 10.000 l | 182000 | 140 | 640 | 0,0565 | 0,0186 | 36061,48 | 56,35 | 100,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 17,64 | Oficial 1ª | 13,81 | 31,45 | 56,35 | 31,45 | 87,80 |
| M03MC110 | 09.03.01a | Plta.asfált.caliente discontinua 160 t/h | 1425000 | 170 | 1200 | 0,0584 | 0,0154 | 404814,00 | 337,35 | 270,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 47,63 | Oficial 1ª | 13,81 | 61,44 | 337,35 | 61,44 | 398,78 |
| M08EA100 | 09.04.01a | Extendedora asfáltica cadenas 2,5/6 m 110CV | 185000 | 125 | 1000 | 0,0912 | 0,0222 | 62160,00 | 62,16 | 80,90 | 0,15 | 0,98 | 20 | 14,27 | Oficial 1ª | 13,81 | 28,08 | 62,16 | 28,08 | 90,24 |
| M09F010 | 09.05.03a | Cortadora de pavimentos, diam 600 | 17020 | 140 | 400 | 0,0651 | 0,0285 | 3491,48 | 8,73 | 10,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 1,76 | Oficial 1ª | 13,81 | 15,57 | 8,73 | 15,57 | 24,30 |
| M11SP010 | 10.00.02a | Equipo pintabanda aplic. Convencional, 40 l | 8360,08 | 180 | 900 | 0,0702 | 0,0161 | 2267,76 | 2,52 | 29,42 | 0,15 | 0,98 | 20 | 5,19 | Peón | 12,55 | 17,74 | 2,52 | 17,74 | 20,26 |
| M08B020 | 10.00.03a | Barredora remolcada c/motor auxiliar, 60 kW | 70150 | 180 | 1000 | 0,0563 | 0,0193 | 20647,95 | 20,65 | 60,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 10,58 | Oficial 1ª | 13,81 | 24,39 | 20,65 | 24,39 | 45,04 |
| M11MM030 | 11.01.11a | Motosierra gasoil. L=40cm. 1,32 Cvi | 3000 | 70 | 300 | 0,1894 | 0,096 | 1261,74 | 4,21 | 1,32 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,23 | Peón | 12,55 | 12,78 | 4,21 | 12,78 | 16,99 |
| M07CG020 | 14.00.00a | Camión con grúa 12 t | 220000 | 180 | 1000 | 0,0506 | 0,0129 | 48417,60 | 48,42 | 50,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 8,82 | Oficial 1ª | 13,81 | 22,63 | 48,42 | 22,63 | 71,05 |
| M02GE020 | 14.00.00b | Grúa telescópica autoprop. 25 t | 260000 | 150 | 1200 | 0,0662 | 0,0134 | 67626,00 | 56,36 | 107,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 18,87 | Oficial 1ª | 13,81 | 32,68 | 56,36 | 32,68 | 89,04 |
| M02GE110 | 14.00.00c | Grúa telescópica autoprop. 150 t | 850000 | 150 | 1000 | 0,0563 | 0,012 | 173782,50 | 173,78 | 400,11 | 0,15 | 0,98 | 20 | 70,58 | Oficial 1ª | 13,81 | 84,39 | 173,78 | 84,39 | 258,17 |
| M12O010 | 16.00.09a | Equipo oxicorte y soldadura | 1250 | 200 | 700 | 0,1505 | 0,055 | 857,50 | 1,23 | 4,00 | 0,15 | 0,98 | 20 | 0,71 | Oficial 1ª | 13,81 | 14,51 | 1,23 | 14,51 | 15,74 |

5. COSTE DE MATERIALES

El precio de suministro de los materiales empleados en la construcción del viaducto se obtienen directamente de la base de precios CENTRO 2012 del software PRESTO, estando todos ellos detallados en el listado que seguirá a continuación.

En caso de no estar incluido el precio en esa base de datos, se incorporará de la Orden Circular 37/2016: Base de precios de referencia de la dirección general de Carreteras (enero 2016).

6. LISTADOS

6.1. LISTADO DE MANO DE OBRA

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|----------|----|-----------------------|--------|
| O01OA010 | h | Encargado | 14,64 |
| O01OA020 | h | Capataz | 14,08 |
| O01OA030 | h | Oficial primera | 13,81 |
| O01OA050 | h | Ayudante | 13,15 |
| O01OA070 | h | Peón ordinario | 12,55 |
| O01OB010 | h | Oficial 1ª encofrador | 13,81 |
| O01OB020 | h | Ayudante encofrador | 13,15 |
| O01OB030 | h | Oficial 1ª ferralla | 13,81 |
| O01OB040 | h | Ayudante ferralla | 13,15 |
| O01OB130 | h | Oficial 1ª cerrajero | 13,81 |
| O01OB140 | h | Ayudante cerrajero | 13,15 |

6.2. LISTADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|----------|-----|---|----------|
| M02GE020 | h | Grúa telescópica autoprop. 25 t | 89,04 |
| M02GE050 | h | Grúa telescópica autoprop. 60 t | 131,97 |
| M02GE110 | h | Grúa telescópica autoprop. 150 t | 258,17 |
| M02GT210 | mes | Alquiler Torre atirantamiento | 884,99 |
| M02GT300 | ud | Mont/desm. grúa torre 30 m flecha | 2.861,99 |
| M02GT360 | mes | Contrato mantenimiento | 104,8 |
| M02GT370 | mes | Alquiler telemando | 49,93 |
| M02GT380 | ud | Tramo de empotramiento grúa torre <40 m | 1.443,46 |

| | | | |
|------------|----|--|--------|
| M03MC110 | h | Plta.asfált.caliente discontinua 160 t/h | 398,78 |
| M05EC020 | h | Retroexcavadora hidráulica cadenas 135 CV, 20 t | 77,78 |
| M05PC020 | h | Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3 | 78,27 |
| M05PN010 | h | Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3 | 40,5 |
| M05RN010 | h | Retrocargadora neumáticos 50 CV | 33,73 |
| M06CM040 | h | Compre.port.diesel m.p. 10 m3/min. 7 bar | 34,77 |
| M06MP110 | h | Martillo manual perforador neumat.20 kg | 13,6 |
| M06MR240 | h | Martillo rompedor hidráulico 1000 kg | 10,8 |
| M07AC020 | h | Motovolquete dumper convencional 2.000 kg | 27,47 |
| M07CB020 | h | Camión basculante 4x4 14 t | 73,95 |
| M07CG020 | h | Camión con grúa 12 t | 71,05 |
| M07N060 | m3 | Canon de desbroce a vertedero | 6,19 |
| M07N090 | m3 | Canon de piedra a vertedero | 11,92 |
| M07W010 | t | km transporte áridos | 0,13 |
| M07W030 | t | km transporte aglomerado | 0,13 |
| M07W060 | t | km transporte cemento a granel | 0,12 |
| M07W090 | t | km transporte prefabricados | 0,13 |
| M07W110 | m3 | km transporte hormigón | 0,32 |
| M07Z110 | ud | Desplazamiento equipo 5000 tm M.B. | 133,02 |
| M08B020 | h | Barredora remolcada c/motor auxiliar 60kW | 45,04 |
| M08CA110 | h | Cisterna agua s/camión 10.000 l | 46,26 |
| M08CB010 | h | Camión cist.bitum.c/lanza 10.000 l | 87,8 |
| M08EA100 | h | Extendedora asfáltica cadenas 2,5/6 m 110CV | 90,24 |
| M08NM010 | h | Motoniveladora de 135 CV | 84,63 |
| M08RL010 | h | Rodillo vibrante manual tándem 725 kg. | 17,93 |
| M08RN020 | h | Rodillo vibrante autopropuls.mixto 7,5 t. | 42,41 |
| M08RT050 | h | Rodillo vibrante autoprop. tándem 10 t. | 49,34 |
| M08RV020 | h | Compactador asfált.neum.aut. 12/22t. | 59,11 |
| M09F010 | h | Cortadora de pavimentos, diam 600mm | 24,3 |
| M11HV120 | h | Aguja eléct.c/convertid.gasoil D=79mm | 13,82 |
| M11MM030 | h | Motosierra gasol. L=40cm. 1,32 CV | 16,99 |
| M11SP010 | h | Equipo pintabanda aplic. convencional, 40 l | 20,26 |
| M12O010 | h | Equipo oxicorte y soldadura | 15,74 |
| M12T150 | h | Taladro perforador neumático | 13,47 |
| M13EF020 | m2 | Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p. | 2,88 |
| M13EF040 | m | Fleje para encofrado metálico | 0,32 |
| MT07010090 | kg | Brea epoxi poliamida para impermeabilización de paramentos | 8,43 |
| P01HA130 | m3 | Hormigón HA-30/B/20/IIa+H central | 74,1 |

6.3. LISTADO DE MATERIALES

| CÓDIGO | UD | RESUMEN | PRECIO |
|--------------|-----|--|--------|
| MT01070005 | m3 | Mortero de cemento Portland MCP-5, dosificación 1:4 | 77,67 |
| MT03040275 | dm3 | Neopreno armado para apoyos 450x500x84 | 253,24 |
| MT09040160 | m | Pretil PXP J6/1.14c con barandilla metálica | 207,5 |
| P01AD130 | t | Zahorra natural sin clasificar IP<6 | 2,65 |
| P01AF201 | t | Árido machaqueo 0/6 D.A.<30 | 7,72 |
| P01AF211 | t | Árido machaqueo 6/12 D.A.<30 | 7,72 |
| P01AF221 | t | Árido machaqueo 12/18 D.A.<30 | 7,33 |
| P01AF800 | t | Filler calizo M.B.C. factoría | 34,77 |
| P01DC040 | l | Desencofrante p/encofrado metálico | 2,08 |
| P01DR020 | kg | Resina de adherencia hormigón | 13,75 |
| P01DW090 | ud | Pequeño material | 1,32 |
| P01EB010 | m3 | Tablón pino 2,50/5,50x205x76 | 194,99 |
| P01FJ040 | kg | Mortero alta resistencia p/junta int-ext | 1,03 |
| P01FJ260 | m | Junta neopreno armado JNA-160 | 306,99 |
| P01HA010 | m3 | Hormigón HA-25/P/20/I central | 70,47 |
| P01HA040 | m3 | Hormigón HA-30/B/20/IIa central | 73,88 |
| P01HM010 | m3 | Hormigón HL-150/B/20 central | 66 |
| P01PC010 | kg | Fuel-oil pesado 2,7 S tipo 1 | 0,56 |
| P01PL010 | t | Betún B 60/70 a pie de planta | 436,45 |
| P01PL150 | kg | Emulsión asfáltica ECR-1 | 0,33 |
| P01RF020 | kg | Mástic BM con elastómeros | 1,88 |
| P01UC020 | kg | Puntas 17x70 | 7,76 |
| P01UC030 | kg | Puntas 20x100 | 7,84 |
| P01UG430 | ud | Anclajes metálicos M-22 | 1,55 |
| P03AAA020 | kg | Alambre atar 1,30 mm | 0,87 |
| P03ACC080 | kg | Acero corrugado B 500 S/SD | 0,73 |
| P03ACD010 | kg | Acero corrugado elab. B 500 SD | 1,13 |
| P03AE090 | kg | Acero roscado para anclajes | 0,61 |
| P03ALP010 | kg | Acero laminado S 275 JR | 1,09 |
| P03CM760 | m2 | Muro prefabricado de T.A. piezas 1,50x150, e = 14 mm | 73,08 |
| P25OU080 | l | Minio electrolítico | 12,58 |
| P27EH012 | kg | Pintura acrílica en base acuosa | 1,62 |
| P27EH013 | kg | Pintura termoplástica caliente | 2,22 |
| P27EH040 | kg | Microesferas vidrio tratadas | 1,07 |
| mt07pha120aa | m2 | Prelosa colaborante de HA-30 con celosía, e = 8 cm | 40,05 |
| mt14iea020c | kg | Emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB | 1,6 |
| mt14lga010ea | m2 | Lámina de betún modificado con elastómero, e = 4mm, 6kg/m2, auto | 9,13 |



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|------|-----------------------------------|---|
| 1. | CONDICIONES GENERALES Y EJECUCIÓN | 1 |
| 2. | CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS | 1 |
| 2.1. | RESIDUOS INERTES | 2 |
| 2.2. | RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS | 3 |
| 2.3. | RESIDUOS TÓXICOS Y/O PELIGROSOS | 3 |

Un proyecto de estas características debería incluir un Anejo cuyo objeto sea la gestión de los residuos, de acuerdo al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

En una obra de construcción se debe fomentar, por este orden, la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización de los residuos, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Hay que evitar en la medida de lo posible el depósito a vertedero de los residuos generados.

Debido a que este Proyecto tiene finalidad académica, no se ha realizado dicho Anejo.

No obstante en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se incluye el artículo 800 en el que se indican algunas pautas para clasificar y retirar los diferentes tipos de residuos generados durante la construcción de la obra, resumiéndose a continuación lo establecido en el pliego:

1. CONDICIONES GENERALES Y EJECUCIÓN

Se establecerán zonas de acopios de materiales y residuos de las obras, en los lugares indicados en el proyecto, o en otros en los que se evite la afección de las aguas superficiales, y se favorezca la preservación de los recursos naturales y culturales del área en la medida de lo posible (fuera de los cauces y arroyos, encinares y terrenos cultivados).

Todas las operaciones que se lleven a cabo en estas áreas deberán ser controladas, y de forma muy especial las siguientes:

- Cambios de aceite de maquinaria. Se deberá comprobar que no se producen vertidos de ningún tipo, y se deberá comprobar el destino de los aceites usados, debiendo necesariamente ser a un centro de reciclaje o tratamiento autorizado.
- Basuras. Se comprobará el destino de las basuras generadas en las obras, exigiéndose un certificado del lugar de destino, que deberá ser un centro de tratamiento de residuos o vertedero autorizado.
- Lavado de vehículos. Se vigilará especialmente que dicho lavado no se realice aprovechando los cauces existentes.

Al término de las obras, las áreas ocupadas con carácter provisional por este tipo de infraestructuras, deberán restaurarse conforme a lo propuesto en el presente apartado para la restauración ambiental de terrenos afectados por las obras.

Se aplicará el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, mediante el desarrollo de un Plan de Gestión de RCDs por parte del Contratista, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y lo establecido en el presente Proyecto.

2. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

La clasificación de los residuos producidos en obra, debe realizarse separando los inertes de los que no lo son:

- En el caso de los residuos no inertes, se deberá realizar un almacenaje en contenedores específicos y retirada al punto limpio más cercano o entrega a gestor autorizado de todo tipo de residuos contaminantes no inertes (aceites, lubricantes, asfalto, productos químicos, etc.). Estos

ANEJO Nº 11: GESTIÓN DE RESIDUOS

residuos, tanto sólidos como líquidos, deben gestionarse separadamente y enviarse a depósitos de seguridad o plantas de tratamiento autorizadas.

• Con respecto a los inertes, también es necesaria la clasificación inicial (hormigón, metal, madera, vidrio, plástico, papel y cartón) con el objeto de poder valorizarlos.

Se realizará un mantenimiento y control de los productos almacenados. Se efectuará una clasificación y separación de los residuos de acuerdo a su naturaleza de todos aquellos residuos que deban ser eliminados, atendiendo a los tipos o categorías que se vienen considerando:

- Residuos inertes
- Residuos asimilables a urbanos
- Residuos tóxicos y/o peligrosos

2.1. RESIDUOS INERTES

Los residuos generados serán llevados a los puntos de recogida que, con carácter también temporal, se habilitarán en lugares estratégicos de la zona de obras, y en los que se instalarán tantos tipos diferentes de contenedores como tipos de residuos se generen durante las obras. Así, se instalarán al menos contenedores para los siguientes tipos de residuos y materiales:

| RESIDUO | COLOR |
|------------------------|----------|
| Metal | Gris |
| Madera | Marrón |
| Derivados del Petróleo | Rojo |
| Neumáticos | Negro |
| Plástico | Amarillo |
| Papel y cartón | Azul |
| Vidrio | Blanco |
| Restos orgánicos | Verde |

El tipo de contenedor se ajustará a las siguientes características:

- Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo.
- Contenedor estanco para recipientes metálicos.
- Contenedor abierto para neumáticos.
- Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos.
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
- Contenedor estanco para vidrio.
- Contenedor estanco para restos orgánicos.

No se realizarán vertidos incontrolados, fuera de la zona delimitada para ello.

Los residuos inertes se trasladarán en contenedores a un vertedero de residuos inertes. Están constituidos por ciertos tipos de chatarra, escombros, etc. Al no poseer condiciones adversas para el medio ambiente son susceptibles de ser emplazados en rellenos o vertederos.

En el caso de las tierras serán llevadas a zonas donde sea posible su uso, como restauración de canteras, plantas de reciclado, etc. En caso contrario podrán almacenarse en la obra, en lugares donde no estorben, no puedan contaminarse por sustancias peligrosas y no puedan producir daños por deslizamientos o desprendimientos.

Para los residuos madera (palets y restos de carpintería), metales (bidones, restos de carpintería metálica, ferralla y otros), vidrio y neumáticos se deberán contratar los servicios de empresas autorizadas (gestores) que realicen actividades de recuperación, reutilización o reciclaje de estos residuos. También pueden ser reutilizados en la propia obra o en otra próxima, pero deberá quedar justificada documentalmente la cantidad de residuo generado y el total reutilizado.

Si el subcontratista se hace cargo de la gestión de éstos, deberá igualmente justificar dicha gestión de forma documental.

En los documentos es necesario que figure, al menos, la identificación del contratista, la obra de procedencia y en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, con las novedades incorporadas por el "Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015" MMARM, de 20 de enero de 2009, y la identificación del gestor de las operaciones de destino. El contratista estará obligado a entregar los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los mismos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

2.2. RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS

Los Residuos Urbanos y Asimilables a Urbanos se deben depositar en contenedores adecuados e identificados, y proceder a su retirada y gestión de forma periódica.

Se pueden presentar dos casos:

- Que la obra o el centro se encuentre en un núcleo urbano. Podrán utilizarse los contenedores de residuos urbanos municipales, pagando las correspondientes tasas de retirada al Ayuntamiento.

- Que la obra o el centro no se encuentre en un núcleo urbano, en cuyo caso puede optarse entre dos soluciones:

- o Solicitar el servicio de recogida de basuras al Ayuntamiento de la localidad más cercana y abonar las tasas correspondientes por retirada.

- o Contratar los servicios de una empresa gestora de residuos urbanos, autorizada por la Comunidad Autónoma, archivando las facturas de retirada y gestión.

En función de los casos anteriormente planteados la retirada será efectuada bien por el ayuntamiento o bien por una empresa gestora.

2.3. RESIDUOS TÓXICOS Y/O PELIGROSOS

La dirección facultativa junto con el contratista determinarán, antes del comienzo de las obras, la potencial generación de Residuos Peligrosos. Si estimasen que durante la obra se generarán una cantidad menor a 10 toneladas el contratista deberá inscribirse en el registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos.

El tiempo de almacenamiento debe ser inferior a seis meses, desde la fecha que figure en la etiqueta, en el momento del cierre del envase. La Comunidad Autónoma podrá conceder un periodo superior de almacenamiento, siempre que se solicite.

Se recomienda hacer coincidir la fecha del envasado de los distintos tipos de RP, para poder coordinar su retirada, y así abaratar costes.

La zona de almacenamiento debe estar acotada y claramente identificada. Deberá ser una zona lo más protegida posible, en la que no se lleven a cabo maniobras de camiones o máquinas. No se almacenarán cerca de depósitos de combustibles. Se tendrán en cuenta incompatibilidades; no se puede poner explosivos junto con combustibles o éstos cerca de aceites usados, etc. En la medida de lo posible, no se almacenarán en zonas contiguas a edificios habitados o a casetas de obras.

El suelo del almacén tiene que estar protegido de posibles fugas o derrames. Por ejemplo, se pueden situar los residuos sobre un suelo de hormigón o asfalto, para no contaminar el suelo natural y evitar filtraciones al terreno. Los RP deben estar protegidos de la lluvia y en cualquier caso se deberá asegurar el cierre de los bidones. Si es posible, se pondrán bajo techado o cubiertos con un plástico.

En cuanto a los residuos líquidos deben estar sobre un cubeto, para evitar posibles fugas o derrames. El cubeto debe tener la capacidad suficiente para recoger la totalidad del líquido almacenado.

Si no se dispone de este cubeto, se puede hacer un bordillo de cemento, para recoger las posibles fugas (existen en el mercado "rulos" para contener el escape de líquidos). Sobre la base de cemento, también se puede poner un plástico resistente con bentonita u otros materiales absorbentes por encima. El material utilizado, si está contaminado habrá de gestionarse como RP.

Cualquier modificación que sobre la ubicación o características del almacén pretenda llevar a cabo el Contratista, este deberá solicitar la aprobación de las modificaciones por parte de la Dirección Facultativa.



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

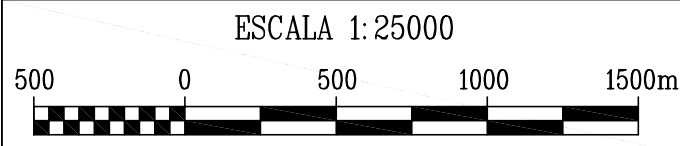
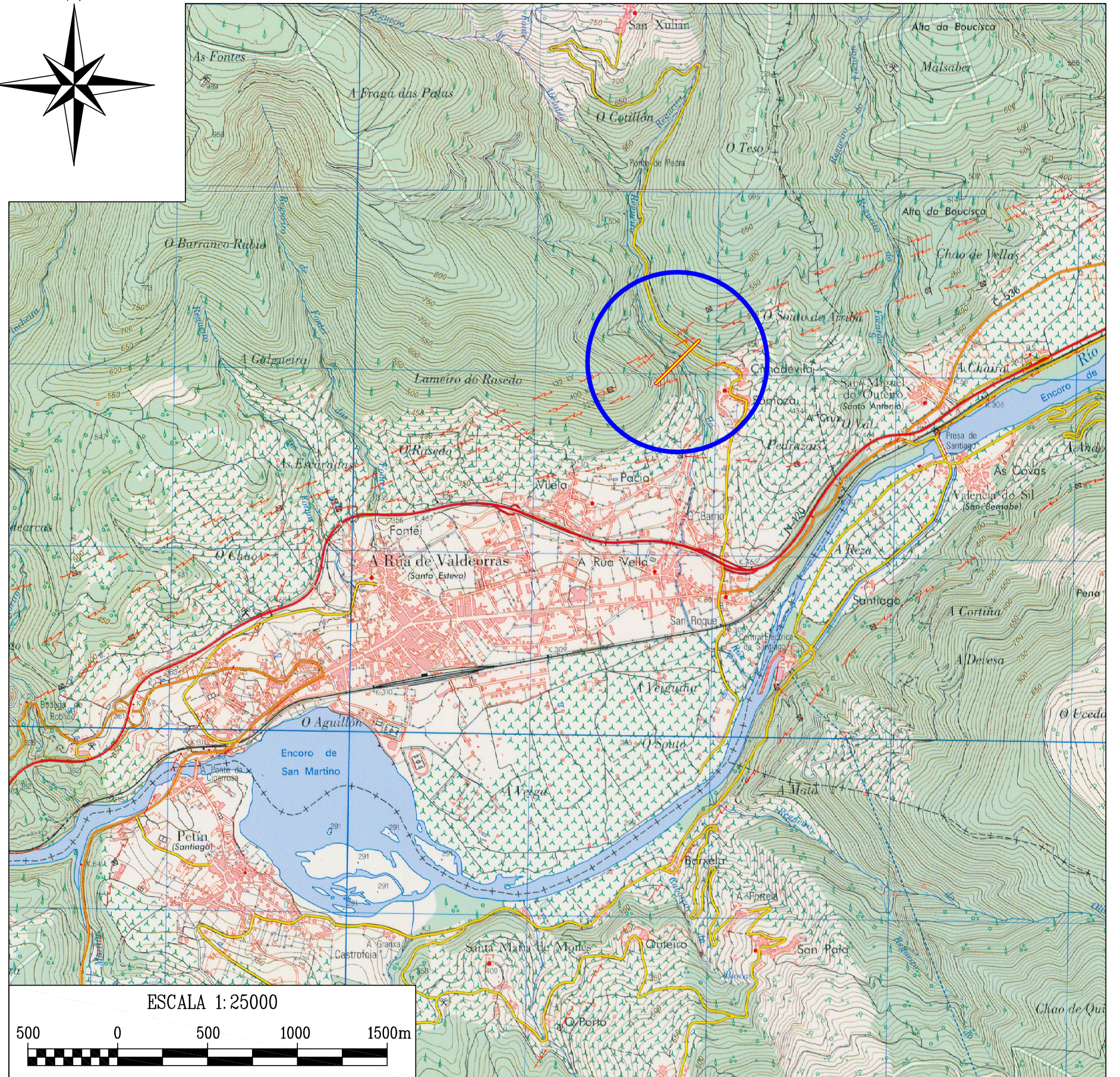
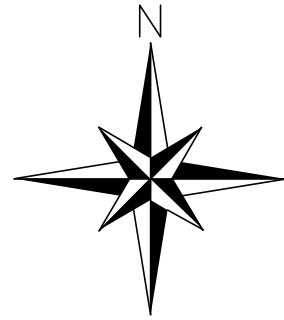
Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 2.1.1.1: SITUACIÓN
- Plano 2.1.2.1: PLANO DE CONJUNTO: ALZADO Y PLANTA
- Plano 2.1.3.1: SECCIÓN TIPO DEL TABLERO
- Plano 2.1.4.1: REPLANTEO DEL EJE DEL ARCO. ZAPATAS DEL ARCO
- Plano 2.1.4.2: TABLERO, PILAS Y ENCUENTRO CON ARCO
- Plano 2.1.4.3: TABLERO, PILAS Y ARRANQUE EN ZAPATA COMBINADA
- Plano 2.1.5.1: ARMADURA DE ZAPATAS DEL ARCO. DETALLES DE PLACAS DE ANCLAJE
- Plano 2.1.5.2: ARMADURA DE ZAPATAS COMBINADAS
- Plano 2.1.6.1: DETALLES DE TABLERO Y RIGIDIZACIÓN
- Plano 2.1.6.2: RIGIDIZACIÓN DE ARCO Y PILA
- Plano 2.1.7.1: ESTRIBOS: MURO DE SUELO REFORZADO
- Plano 2.1.7.2: ESTRIBOS: GEOMETRÍA DEL DURMIENTE
- Plano 2.1.7.3: ESTRIBOS: ARMADURA DEL DURMIENTE
- Plano 2.1.8.1: DETALLES CONSTRUCTIVOS: PRETIL, JUNTA, SUMIDERO, REJILLA



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

Firma del alumno
Fdo: Héctor Sánchez García

Fecha
DIC-2016

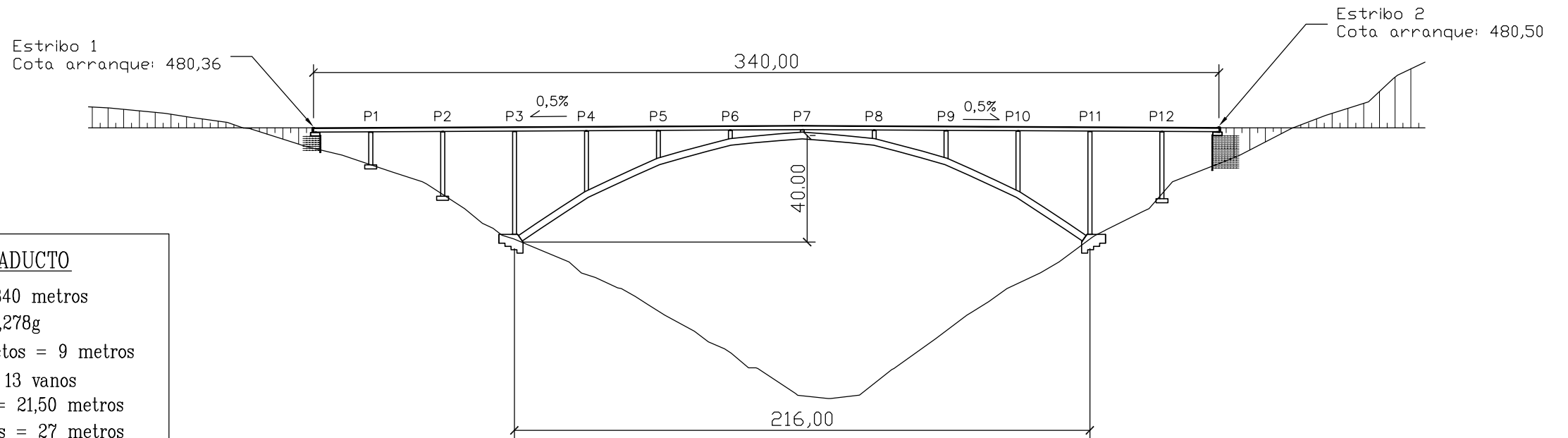
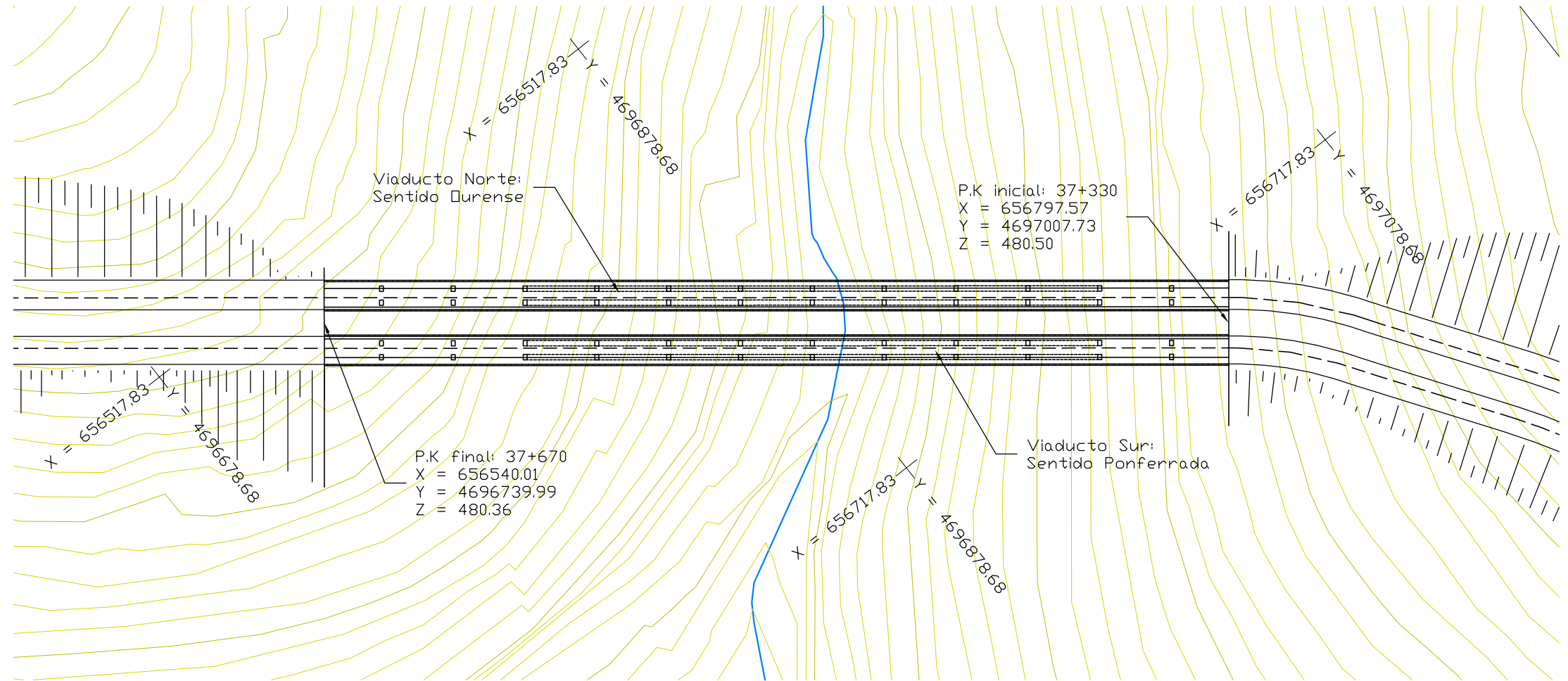
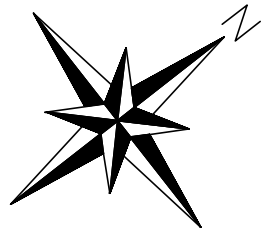
Título del proyecto
DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Núm. proyecto
423.16.20

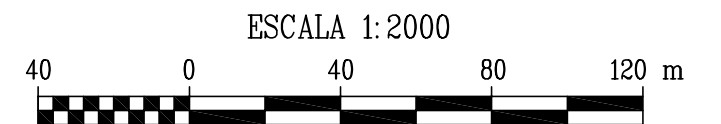
Denominación del plano
PLANO DE SITUACIÓN


Escala
VARIAS

Núm. de plano
2.1.1.1
Hoja 1 de 1

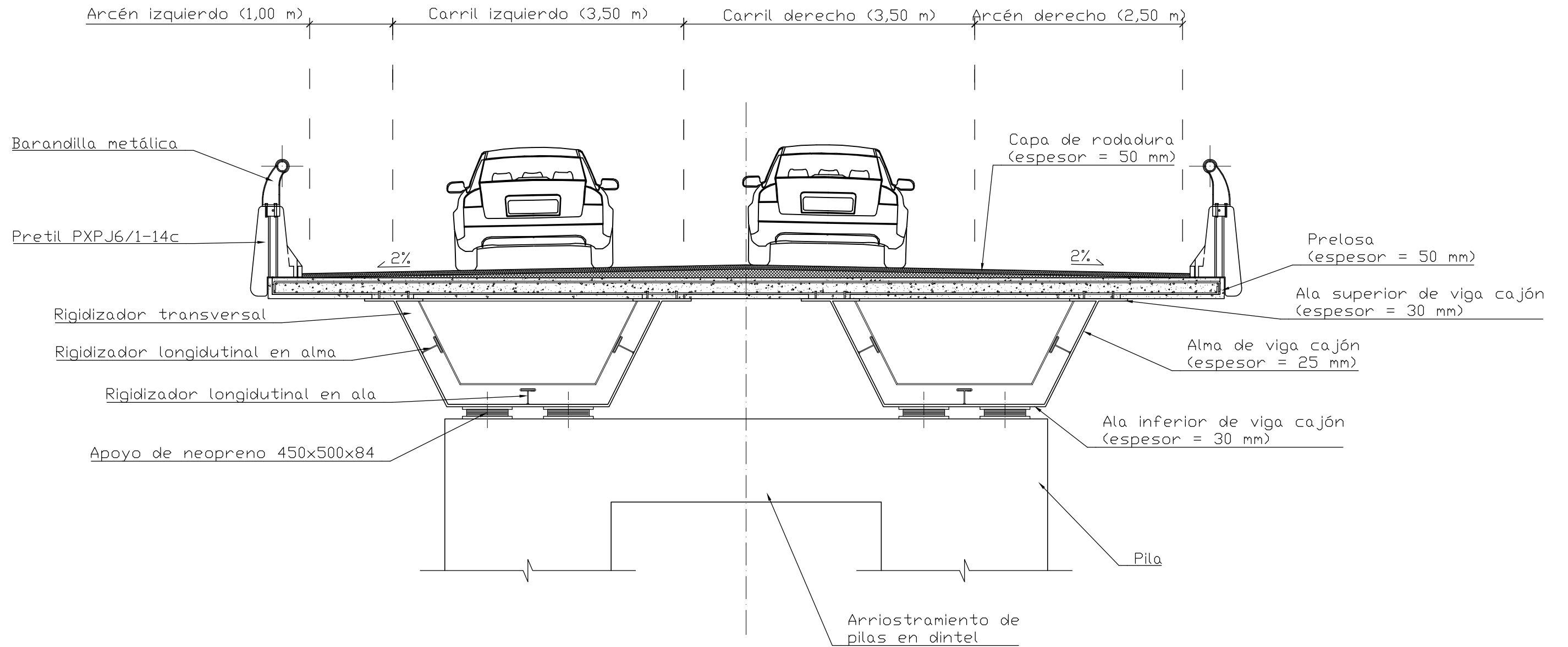


DATOS DEL VIADUCTO
 Longitud total = 340 metros
 Azimut = 42,278g
 Separación entre viaductos = 9 metros
 Número vanos = 13 vanos
 Long vanos extremos = 21,50 metros
 Long vanos intermedios = 27 metros
 Ancho del tablero = 11,50 metros

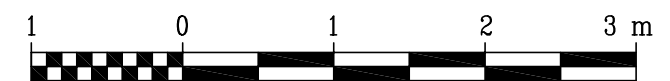



| | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------|---|----------------------------|--|------------------|---|
|  | TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA CIVIL | Firma del alumno Fdo: Héctor Sánchez García | Fecha DIC-2016 | Título del proyecto DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA | Núm. proyecto 423.16.20 | Denominación del plano PLANO DE CONJUNTO ALZADO Y PLANTA | Escala 1:2000 | Núm. de plano 2.1.2.1 Hoja 1 de 1 |
| | | | | | | | | |

SECCIÓN TIPO DEL TABLERO

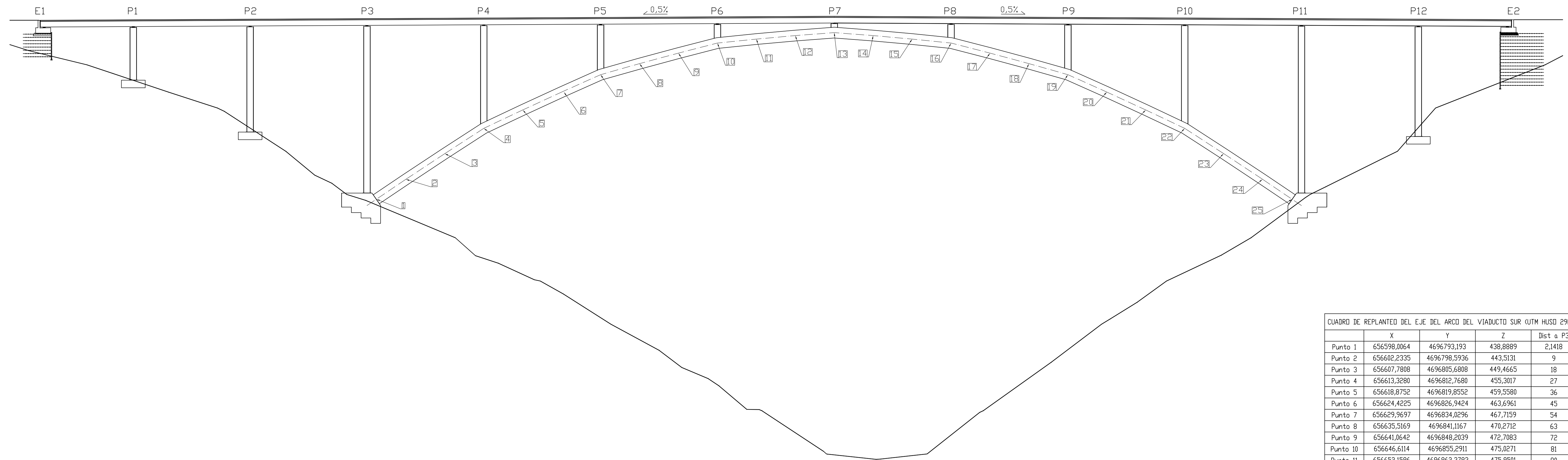


ESCALA 1:50



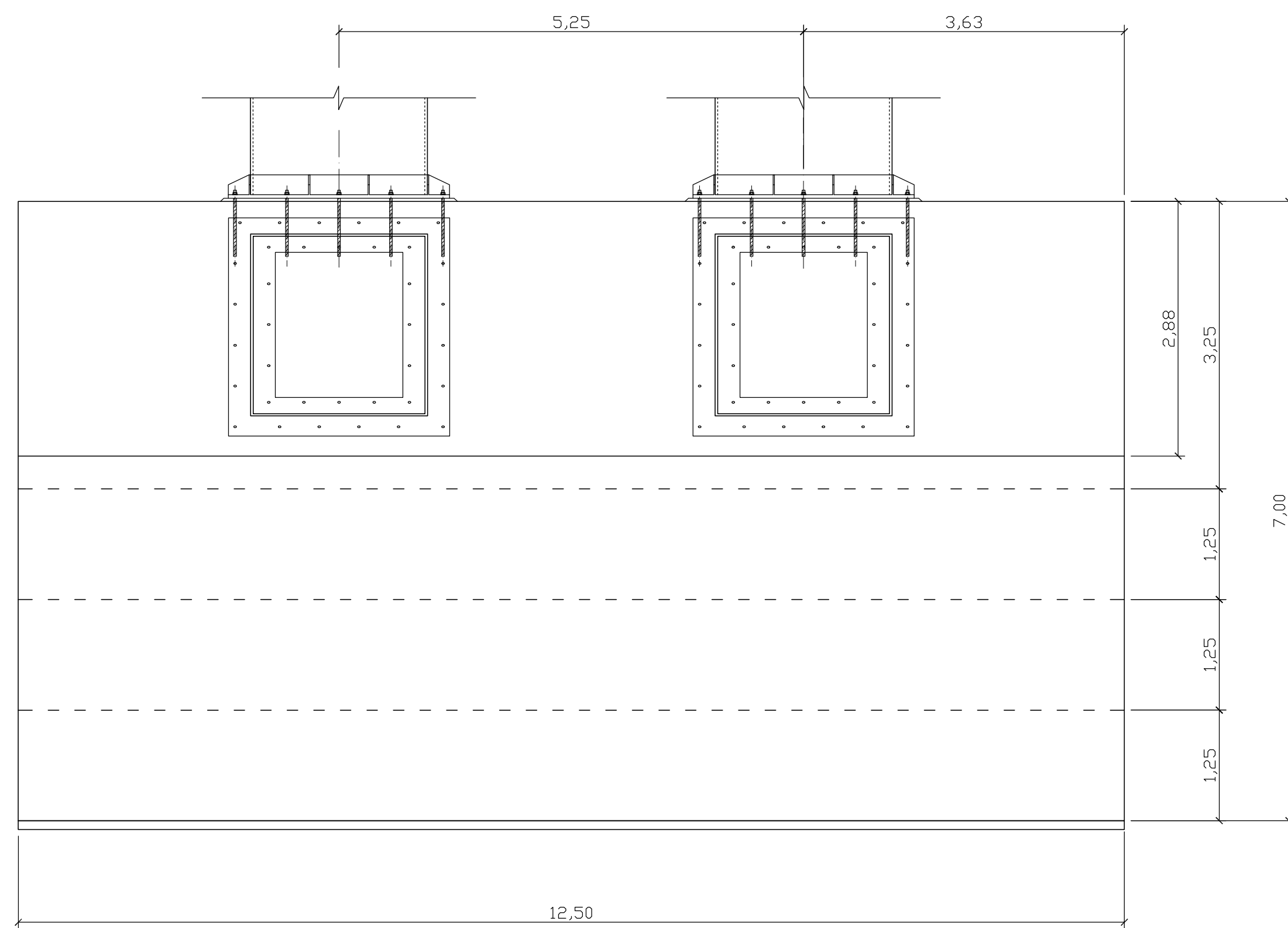
| | | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|----------|----------------------|---------------|--------------------------|--------|---------------|
|  | TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA CIVIL | Firma del alumno | Fecha | Título del proyecto | Núm. proyecto | Denominación del plano | Escala | Núm. de plano |
| | | Fdo: Héctor Sánchez García | DIC-2016 | SECCIÓN TIPO TABLERO | 423.16.20 | SECCIÓN TIPO DEL TABLERO | 1:50 | 2.1.3.1 |
| | | | | | | | | Hoja 1 de 1 |

ALZADO LONGITUDINAL DEL ARCO
ESCALA 1:500

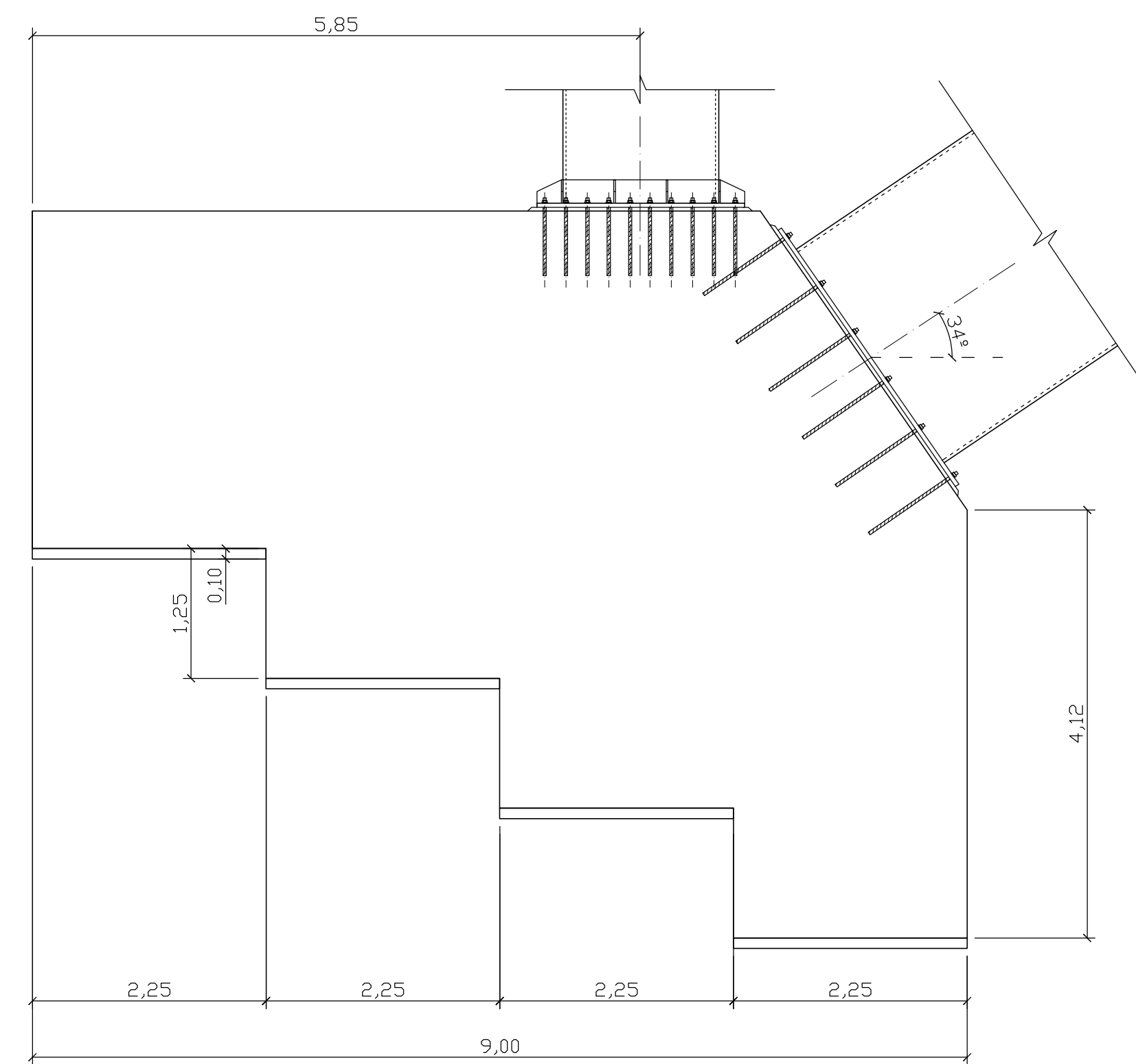


| CUADRO DE REPLANTEO DEL EJE DEL ARCO DEL VIADUCTO SUR (UTM HUSO 29N) | | | | |
|--|-------------|--------------|----------|-----------|
| | X | Y | Z | Dist a P3 |
| Punto 1 | 656598,0064 | 4696793,193 | 438,8889 | 2,1418 |
| Punto 2 | 656602,2335 | 4696798,5936 | 443,5131 | 9 |
| Punto 3 | 656607,7808 | 4696805,6808 | 449,4665 | 18 |
| Punto 4 | 656613,3280 | 4696812,7680 | 455,3017 | 27 |
| Punto 5 | 656618,8752 | 4696819,8552 | 459,5580 | 36 |
| Punto 6 | 656624,4225 | 4696826,9424 | 463,6961 | 45 |
| Punto 7 | 656629,9697 | 4696834,0296 | 467,7159 | 54 |
| Punto 8 | 656635,5169 | 4696841,1167 | 470,2712 | 63 |
| Punto 9 | 656641,0642 | 4696848,2039 | 472,7083 | 72 |
| Punto 10 | 656646,6114 | 4696855,2911 | 475,0271 | 81 |
| Punto 11 | 656652,1586 | 4696862,3783 | 475,9501 | 90 |
| Punto 12 | 656657,7059 | 4696869,4655 | 476,7549 | 99 |
| Punto 13 | 656663,2531 | 4696876,5527 | 477,4413 | 108 |
| Punto 14 | 656668,8003 | 4696883,6399 | 476,7549 | 117 |
| Punto 15 | 656674,3476 | 4696890,7271 | 475,9501 | 126 |
| Punto 16 | 656679,8948 | 4696897,8142 | 475,0271 | 135 |
| Punto 17 | 656685,4420 | 4696904,9014 | 472,7083 | 144 |
| Punto 18 | 656690,9893 | 4696911,9886 | 470,2712 | 153 |
| Punto 19 | 656696,5365 | 4696919,0758 | 467,7159 | 162 |
| Punto 20 | 656702,0837 | 4696926,1630 | 463,6961 | 171 |
| Punto 21 | 656707,6310 | 4696933,2502 | 459,5580 | 180 |
| Punto 22 | 656713,1782 | 4696940,3374 | 455,3017 | 189 |
| Punto 23 | 656718,7254 | 4696947,4246 | 449,4665 | 198 |
| Punto 24 | 656724,2727 | 4696954,5117 | 443,5131 | 207 |
| Punto 25 | 656728,4998 | 4696959,912 | 438,8889 | 213,8582 |

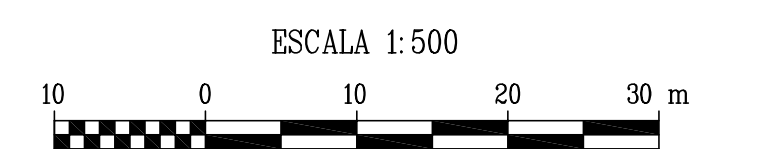
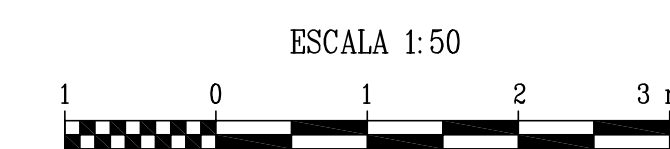
CIMENTACIÓN DEL ARCO
ALZADO
ESCALA 1:50



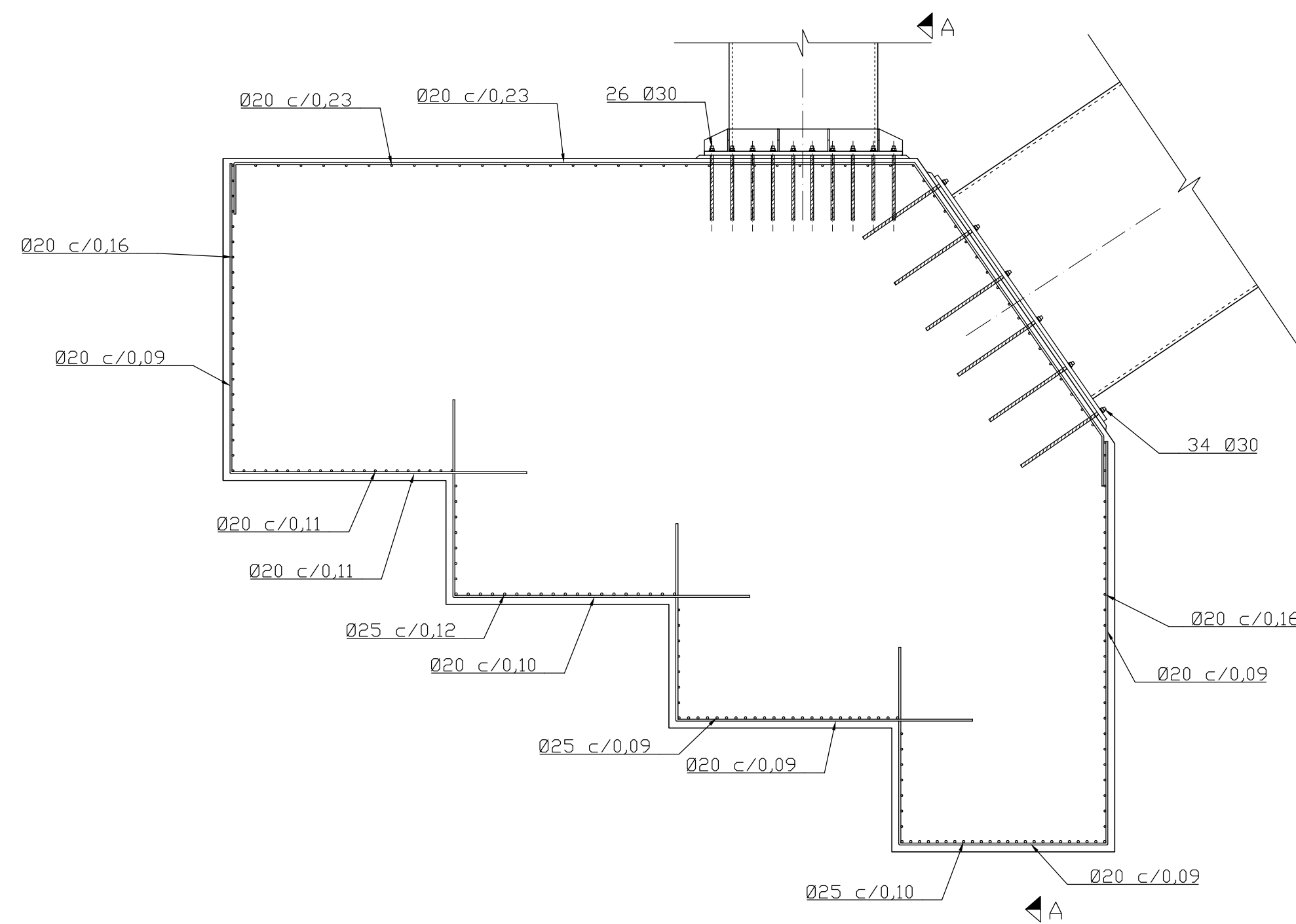
CIMENTACIÓN DEL ARCO
PERFIL
ESCALA 1:50



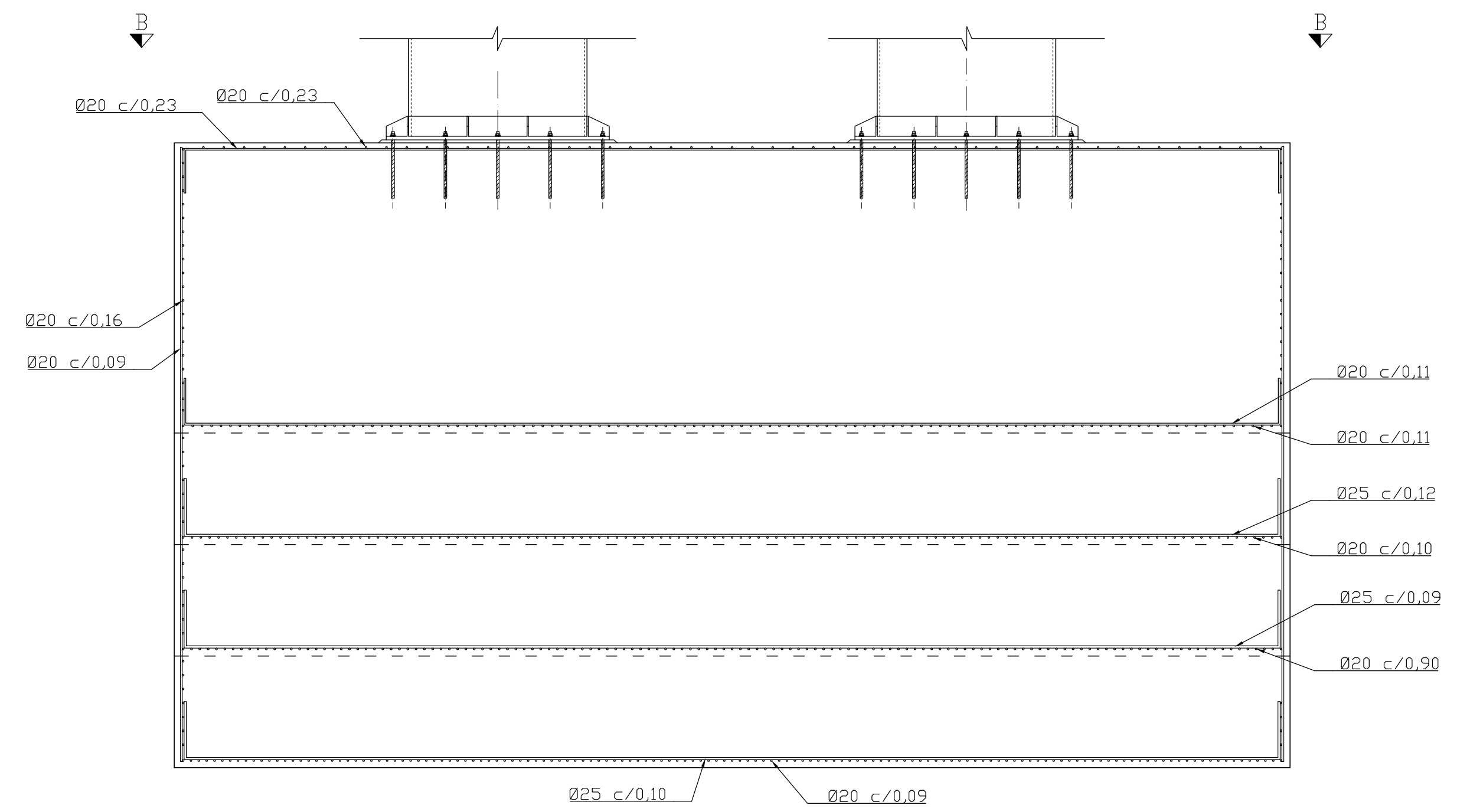
| CUADRO DE ESPECIFICACIONES S/ EAE, EHE-08 Y RPX-95 | | | | | |
|--|---|-----------------|------------------|--|-------------|
| MATERIAL | LOCALIZACIÓN | DESIGNACIÓN | NIVEL DE CONTROL | COEF. SEGURIDAD | RECUBR (mm) |
| HORMIGÓN | LIMPIEZA Y NIVELACIÓN | HL-150/B/25/1 | - | - | - |
| | CIMENTACIÓN MURO ESTRIBO | HA-25/P/20/1 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | CIMENTACIÓN ZAPATAS | HA-30/B/20/10 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | LOSA DE TABLERO Y DURMIENTE EN ESTRIBO | HA-30/B/20/10+H | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 45 |
| ACERO PASIVO | TODOS ELEMENTOS DE HA | B 500 S | NORMAL | $\gamma_s = 1,15$ | - |
| ACERO ESTRUCTURAL | CHAPAS EN TABLERO, PILAS, CAJONES Y RIGIDIZADORES | S 275 JR | NORMAL | $\gamma_{te} = 1,05$ $\gamma_{te} = 1,10$ | - |
| | UNIONES ATORNILLADAS | S 355 JR | NORMAL | $\gamma_{te} = 1,25$ | - |
| EJECUCIÓN | - | - | NORMAL | SEGUN IAP | - |



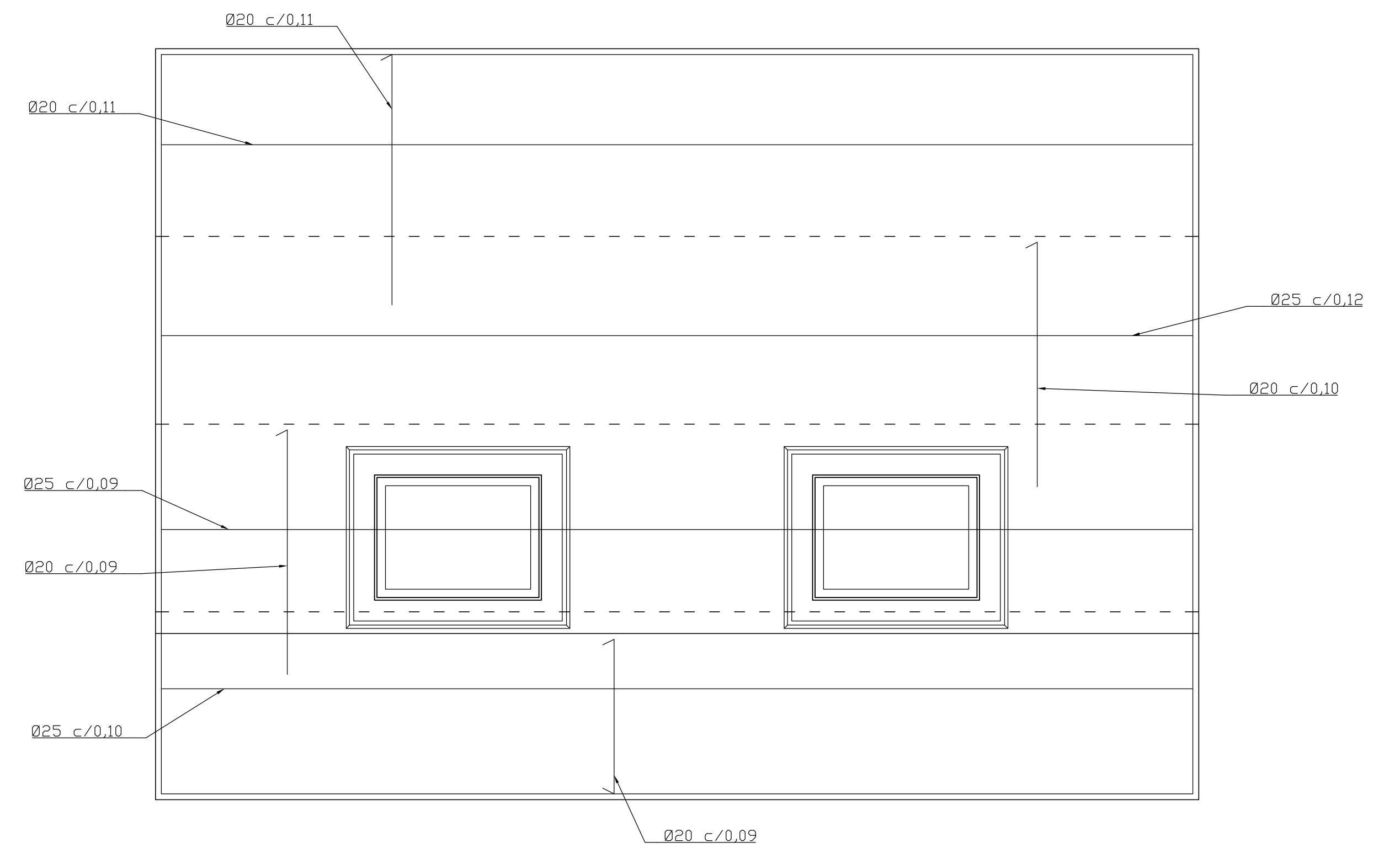
PERFIL DE CIMENTACIÓN DEL ARCO
ESCALA 1:50



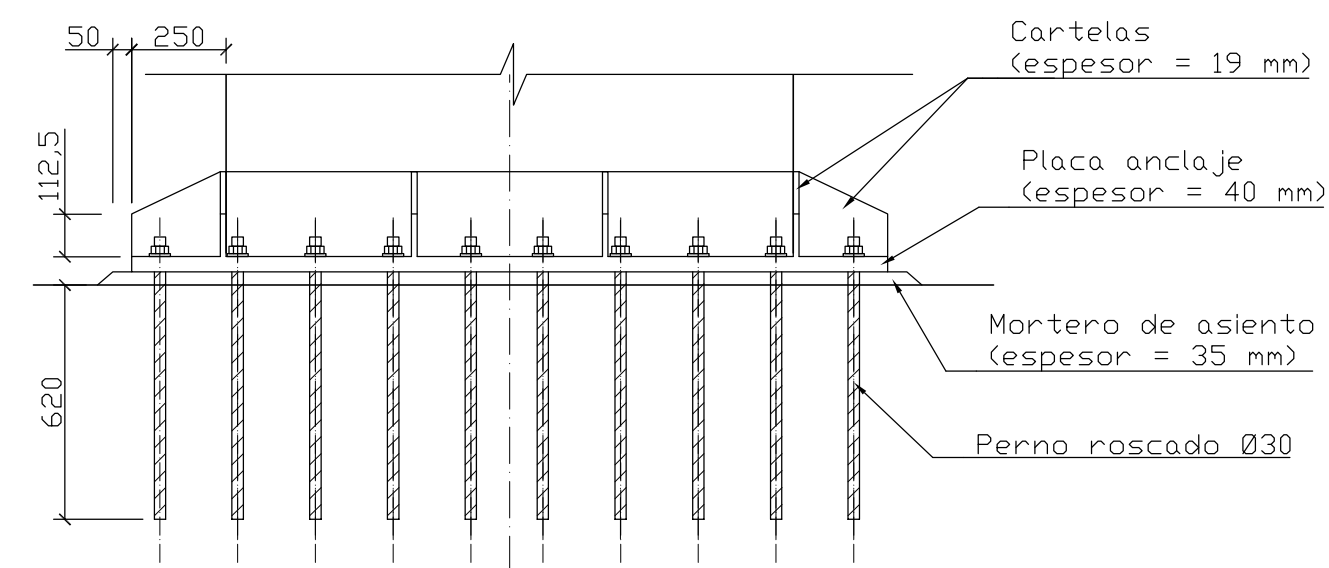
PERFIL DE CIMENTACIÓN DEL ARCO
VISTA POR A
ESCALA 1:50



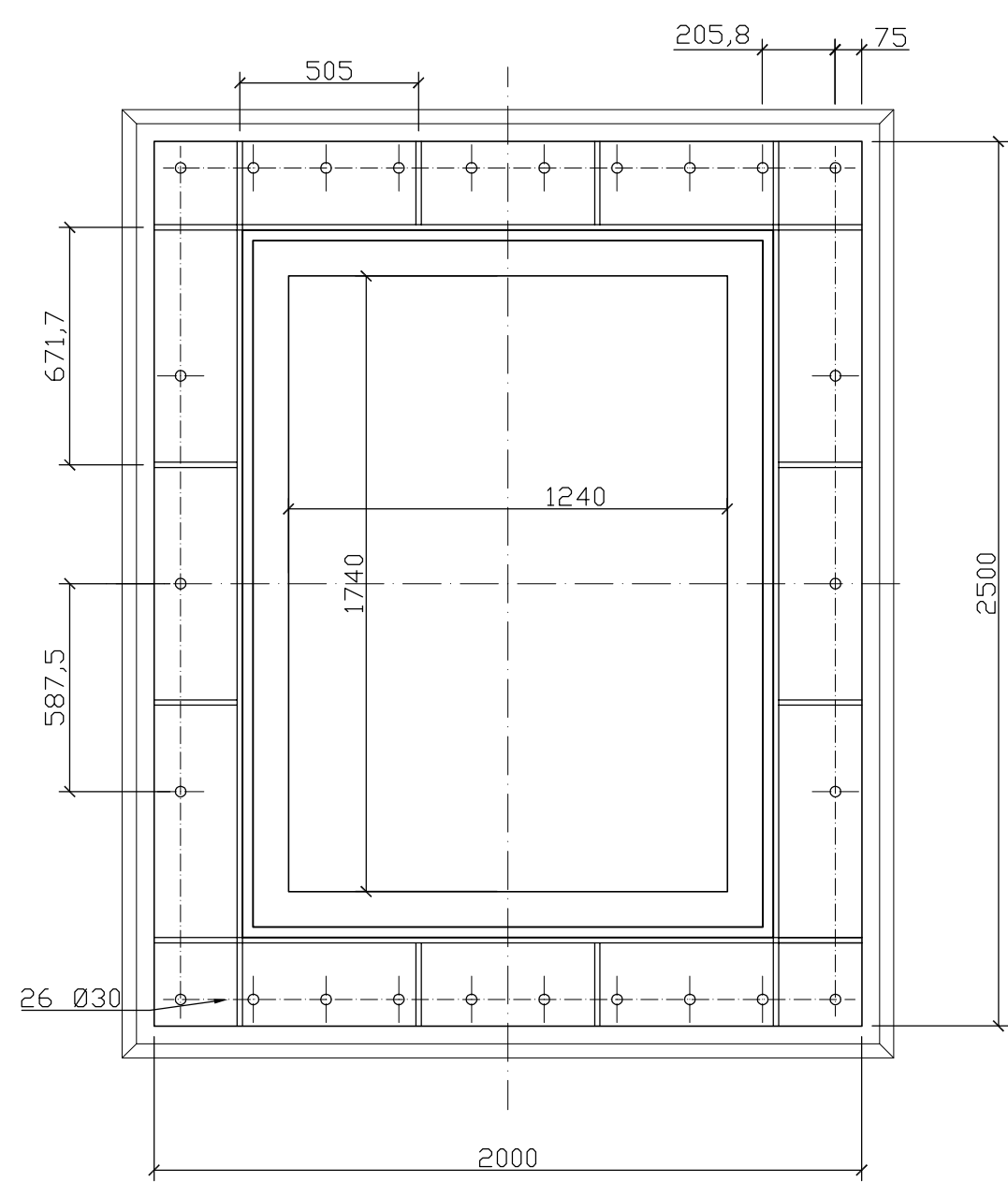
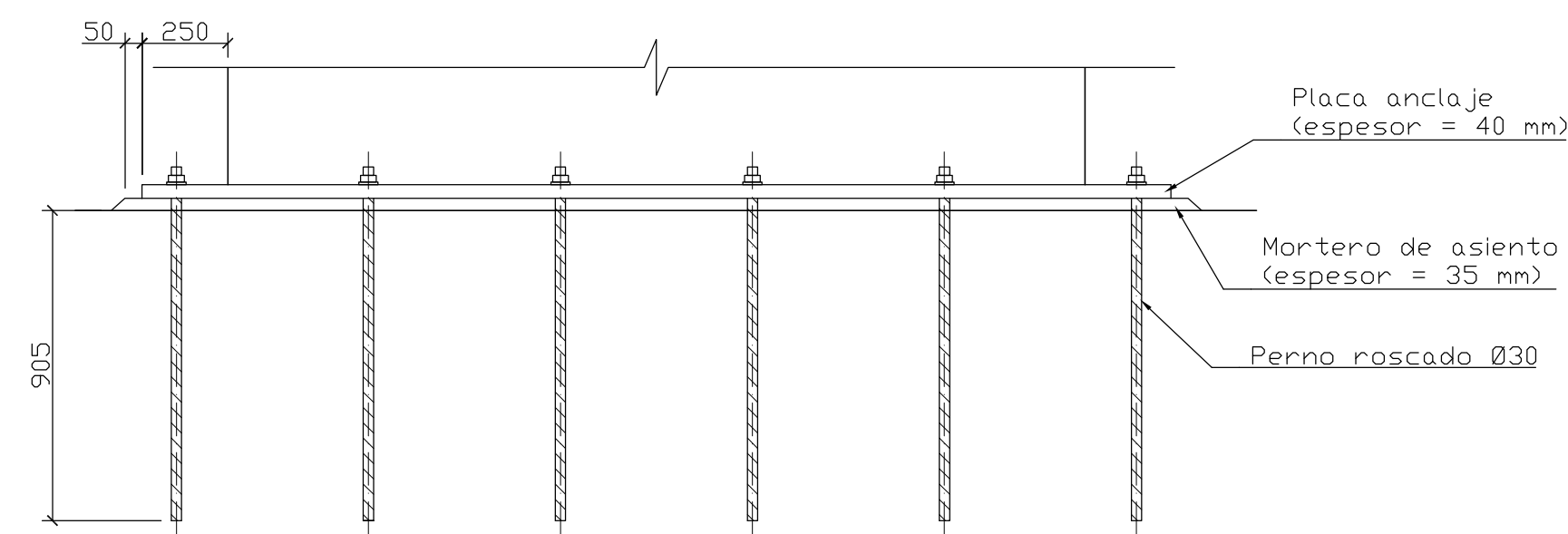
PLANTA DE CIMENTACIÓN DEL ARCO
VISTA POR B
ESCALA 1:50



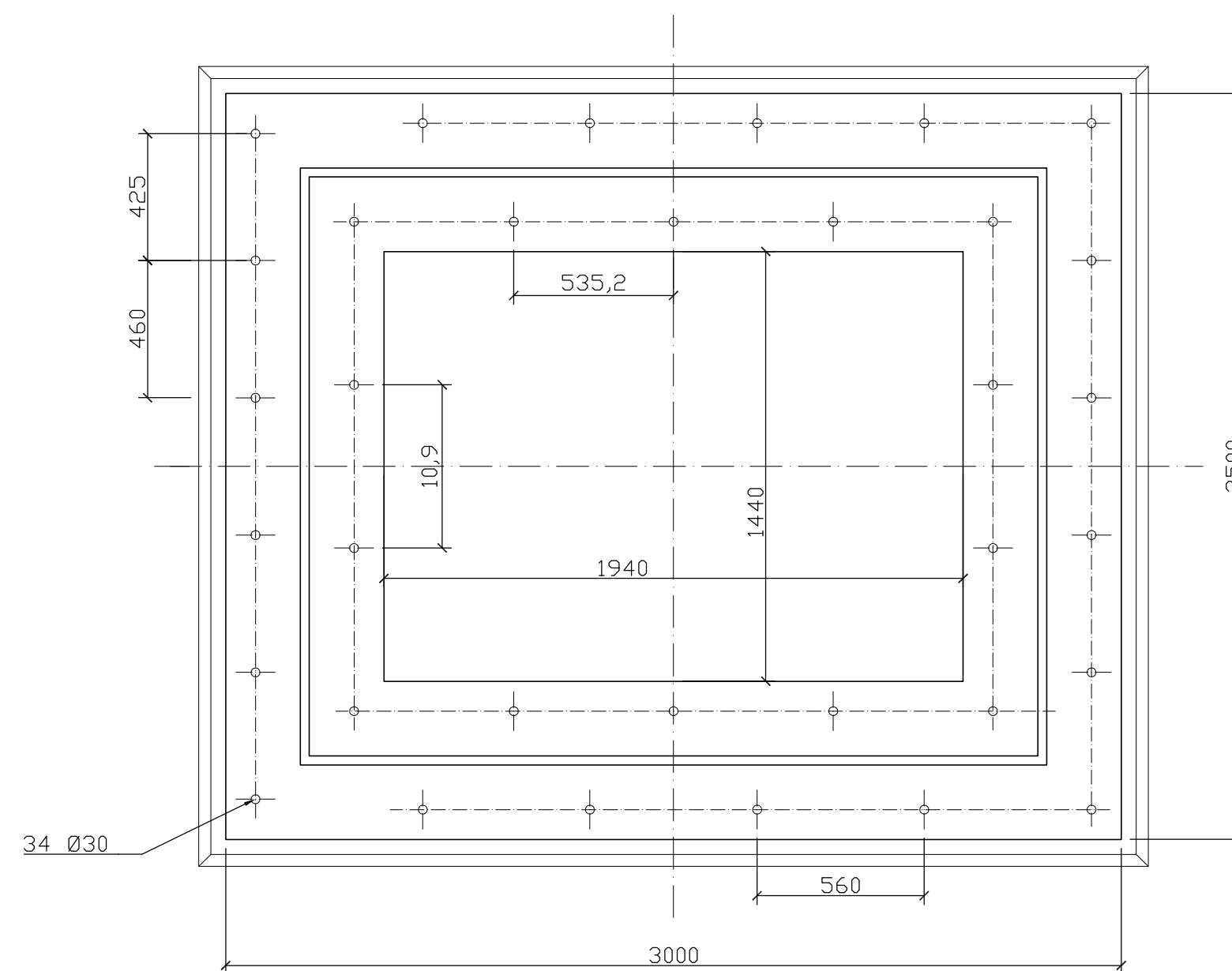
DETALLE PLACA ANCLAJE DE PILA
ESCALA 1:20



DETALLE PLACA ANCLAJE DE ARCO
ESCALA 1:20



(Cotas en mm)



(Cotas en mm)

NOTAS:

- PARA ANCLAJES Y SOLAPES SE SEGUIRÁN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTICULO 69.5 DE LA EHE-08
- LOS RECUBRIMIENTOS SEGUIRÁN LAS DIRECTRICES MARCADAS EN EL ARTICULO 37.2 DE LA EHE-08. PARA GARANTIZAR DICHO RECUBRIMIENTO SE EMPLEARÁN SEPARADORES CONSTITUIDOS EXCLUSIVAMENTE POR LOS MATERIALES INDICADOS EN DICHO ARTICULO
- LA RELACION AGUA/CEMENTO DEBERÁ RESPETAR LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 37.32.a DE LA EHE-08.

CUADRO DE ESPECIFICACIONES S/ EAE, EHE-08 Y RPX-95

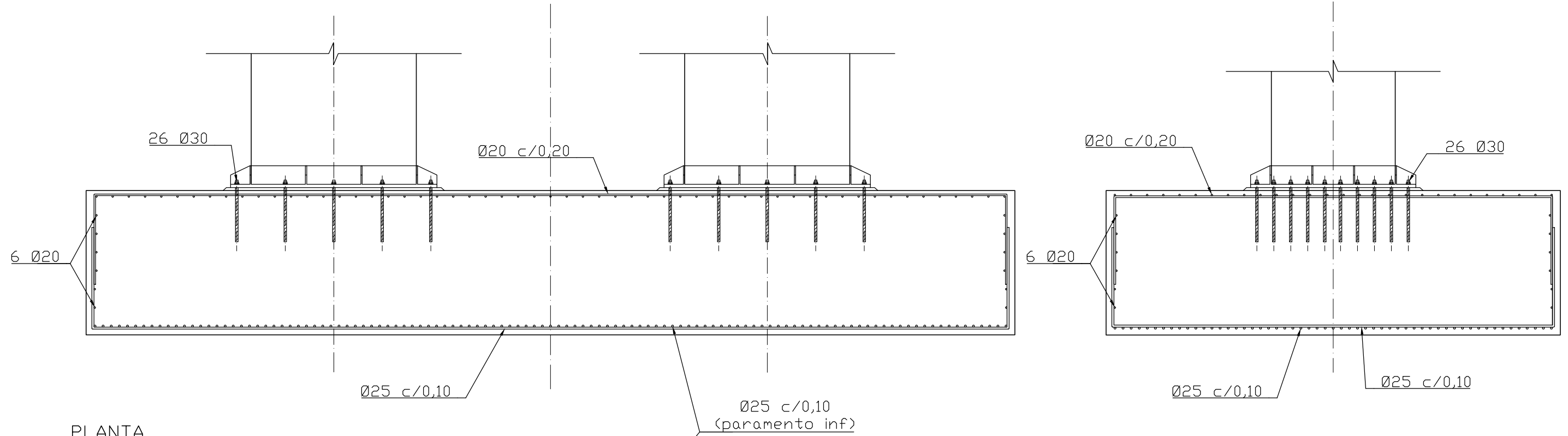
| MATERIAL | LOCALIZACIÓN | DESIGNACIÓN | NIVEL DE CONTROL | COEF. SEGURIDAD | RECURR (cm) |
|-------------------|---|------------------|------------------|--|-------------|
| HORMIGÓN | LIMPIEZA Y NIVELACIÓN | HL-150/B/25/1 | - | - | - |
| | CIMENTACIÓN MURO ESTRIBO | HA-25/P/20/1 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | CIMENTACIÓN ZAPATAS | HA-30/B/20/10a | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | LOSA DE TABLERO Y DURMIENTE EN ESTRIBO | HA-30/B/20/10a+H | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 45 |
| ACERO PASIVO | TODOS ELEMENTOS DE HA | B 500 S | NDORMAL | $\gamma_s = 1,15$ | - |
| ACERO ESTRUCTURAL | CHAPAS EN TABLERO, PILAS, CAJONES Y RIGIDIZADORES | S 275 JR | NDORMAL | $\gamma_w = 1,05$ $\gamma_w = 1,10$ | - |
| | UNIONES ATORNILLADAS | S 355 JR | NDORMAL | $\gamma_w = 1,25$ | - |
| EJECUCIÓN | - | - | NDORMAL | SEGN IAP | - |

ESCALA 1:20
0 40 60 120 cm

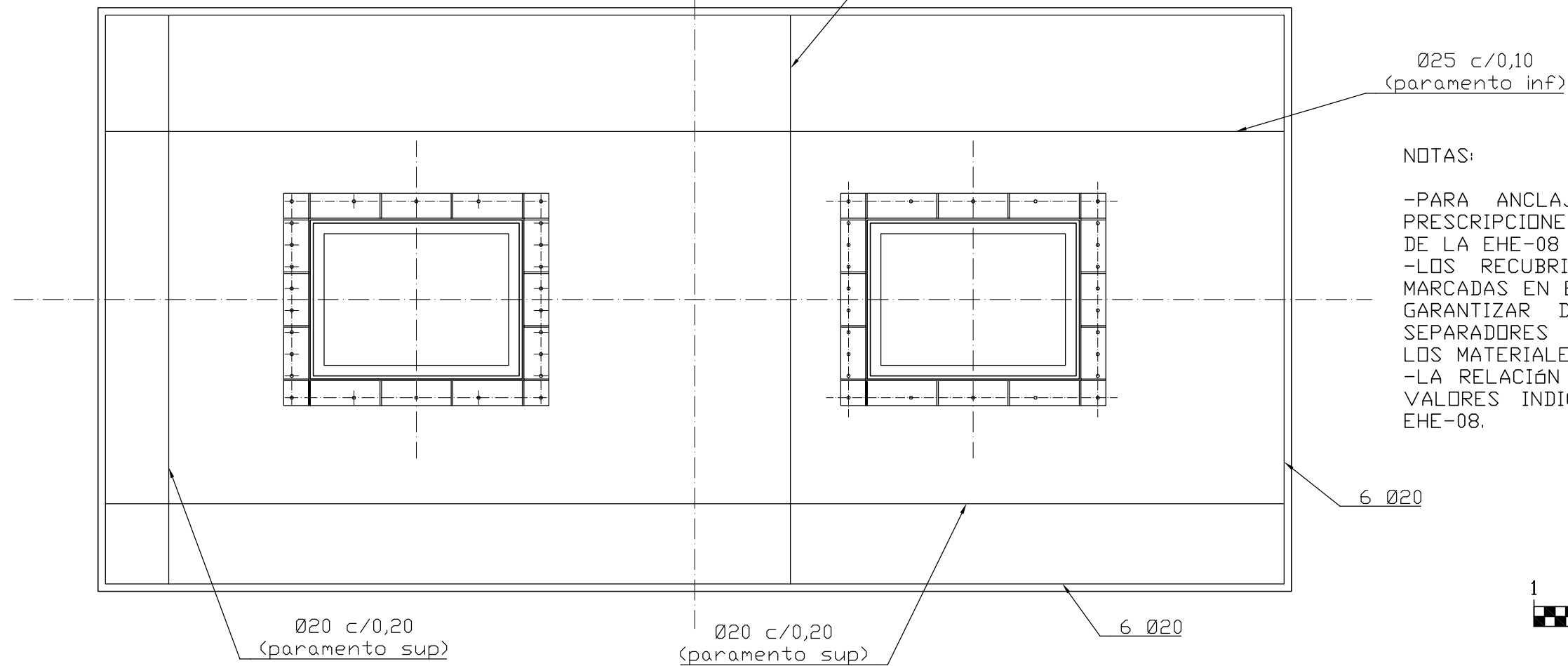
ESCALA 1:50
0 1 2 3 m

SECCIÓN TRANSVERSAL

SECCIÓN LONGITUDINAL



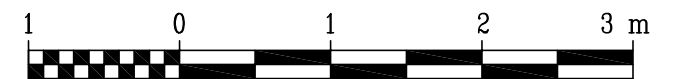
PLANTA




NOTAS:

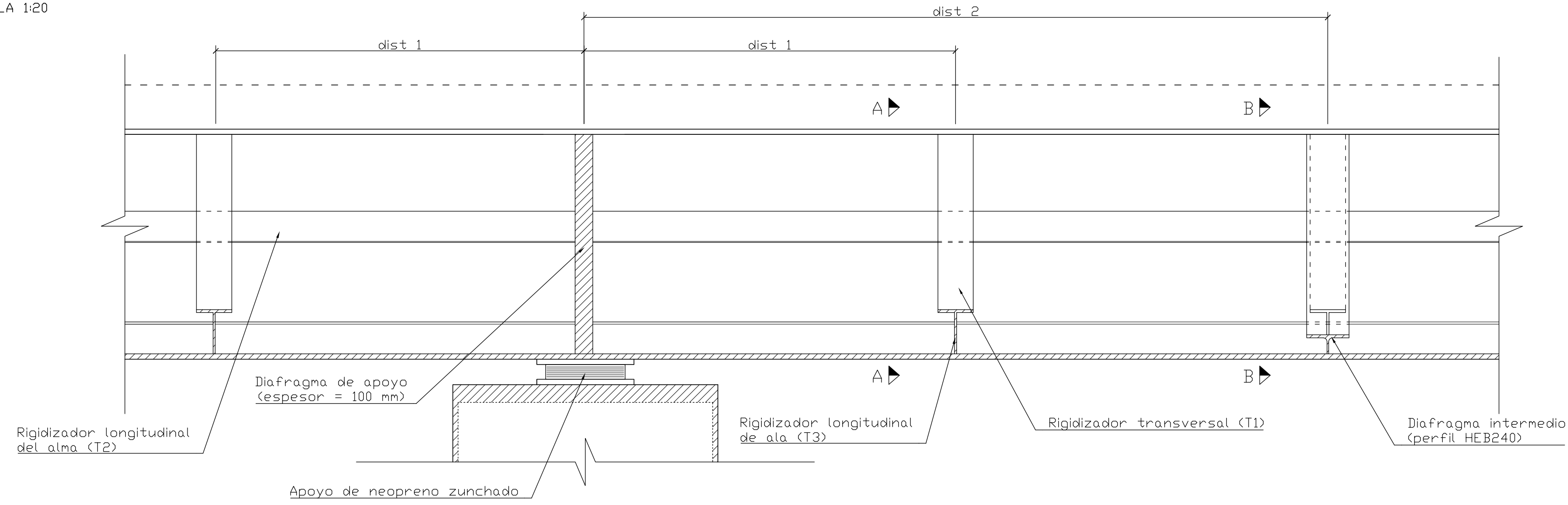
- PARA ANCLAJES Y SOLAPES SE SEGUIRÁN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 69.5 DE LA EHE-08
- LOS RECUBRIMIENTOS SEGUIRÁN LAS DIRECTRICES MARCADAS EN EL ARTÍCULO 37.2 DE LA EHE-08. PARA GARANTIZAR DICHO RECUBRIMIENTO SE EMPLEARÁN SEPARADORES CONSTITUIDOS EXCLUSIVAMENTE POR LOS MATERIALES INDICADOS EN DICHO ARTÍCULO
- LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DEBERÁ RESPETAR LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 37.3.2.a DE LA EHE-08.

ESCALA 1:50

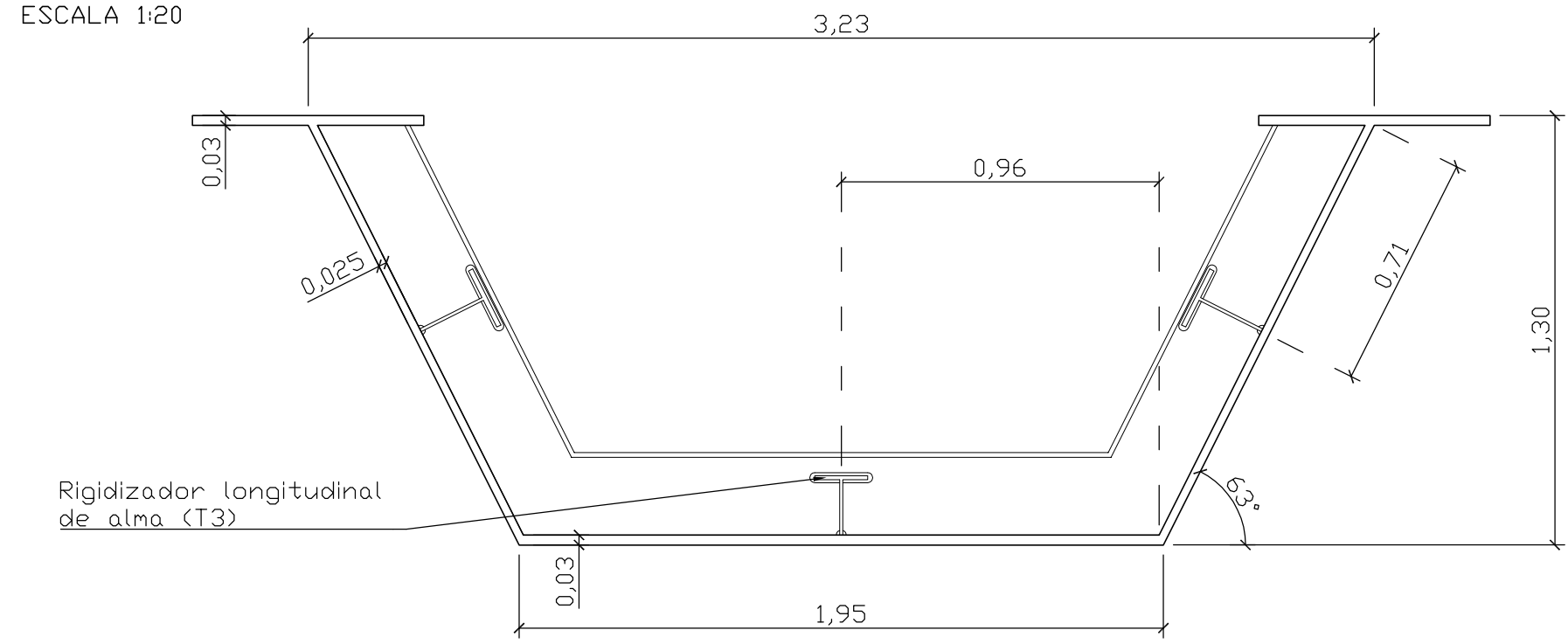


| | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------|---|----------------------------|---|----------------|-------------------------|
|  | TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA CIVIL | Firma del alumno Fdo: Héctor Sánchez García | Fecha DIC-2016 | Título del proyecto SECCIÓN TIPO TABLERO | Núm. proyecto 423.16.20 | Denominación del plano ARMADURA ZAPATAS COMBINADAS | Escala 1:50 | Núm. de plano 2.15.2 |
| | | | | | | | | |

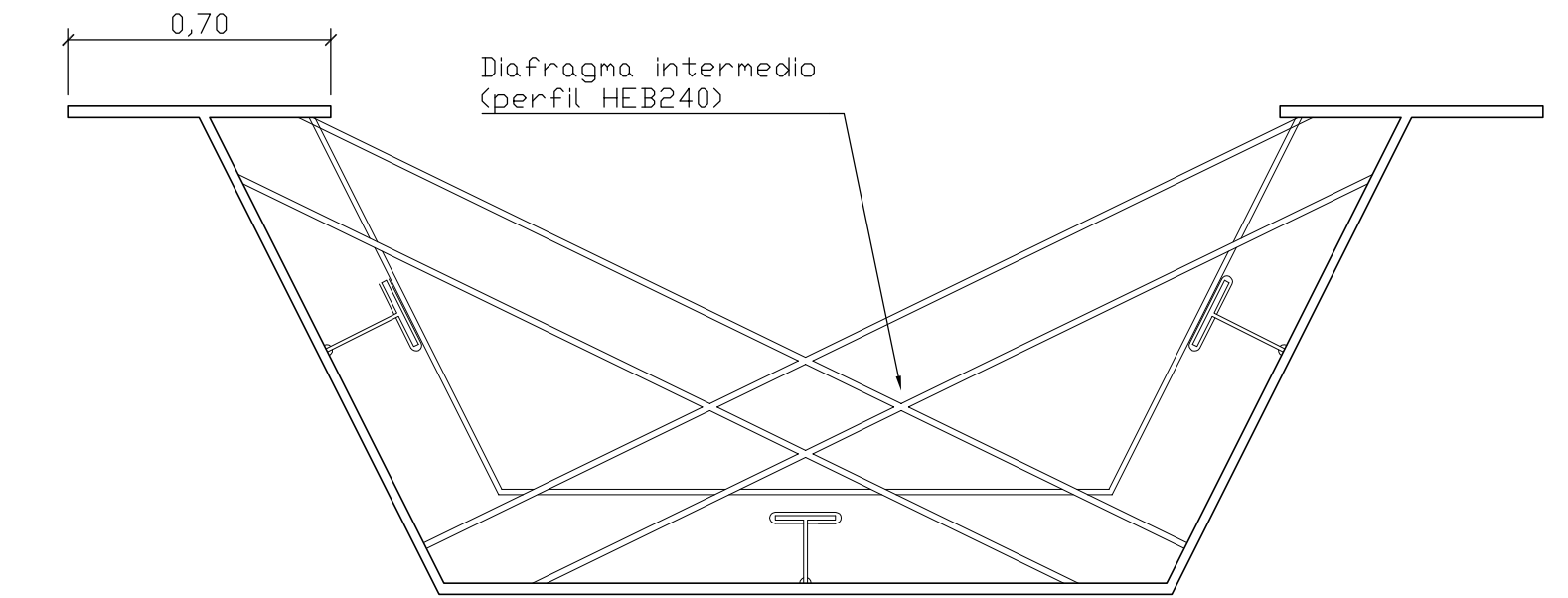
SECCIÓN LONGITUDINAL DEL TABLERO CON RIGIDIZADORES
ESCALA 1:20



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TABLERO
VISTA POR A
ESCALA 1:20



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TABLERO
VISTA POR B
ESCALA 1:20

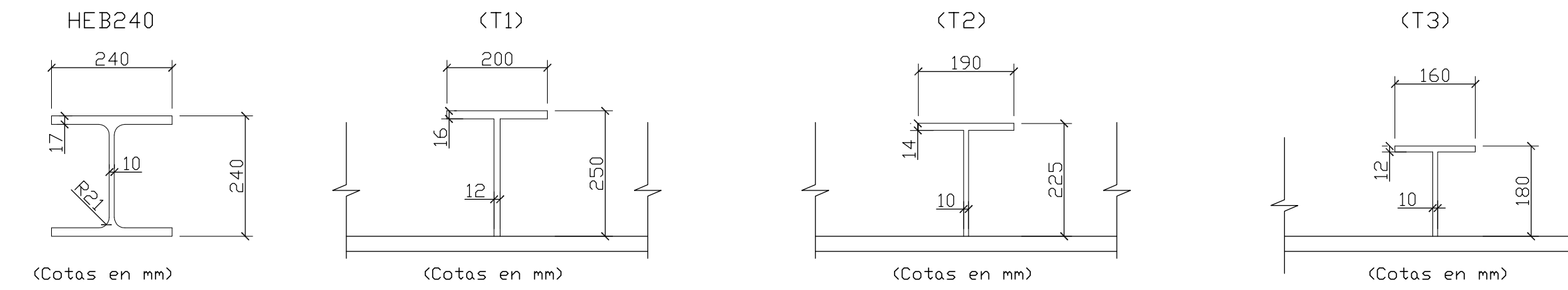


NOTAS:

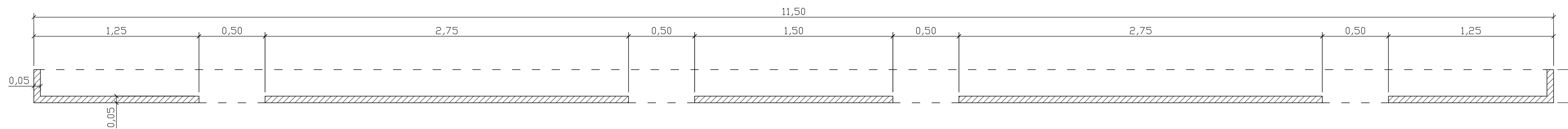
-SE DEBEN COLOCAR UN MÍNIMO DE 4 DIAFRAGMAS INTERMEDIOS POR VAND, A UNA DISTANCIA INFERIOR A 4*d, SIENDO d EL CANTO DEL CAJÓN.

-VAND EXTREMO: dist1 = 2,15 m dist2 = 4,30 m
-VAND INTERMEDIO: dist1 = 2,70 m dist2 = 5,40 m

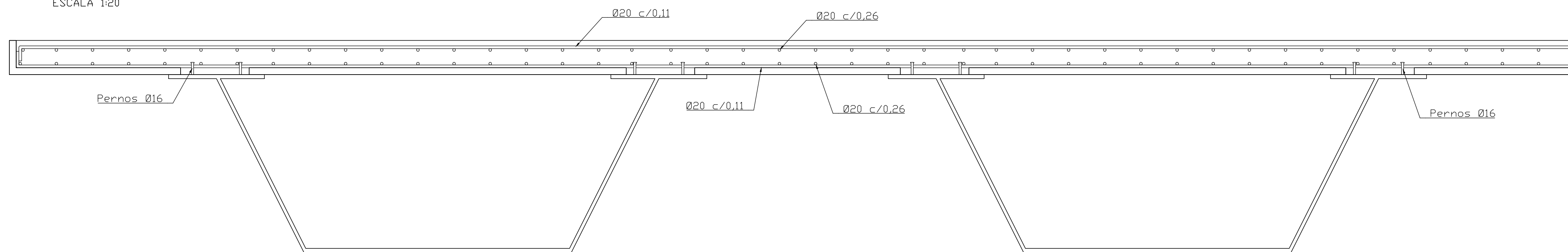
RIGIDIZADORES Y DIAFRAGMAS EMPLEADOS
ESCALA 1:10



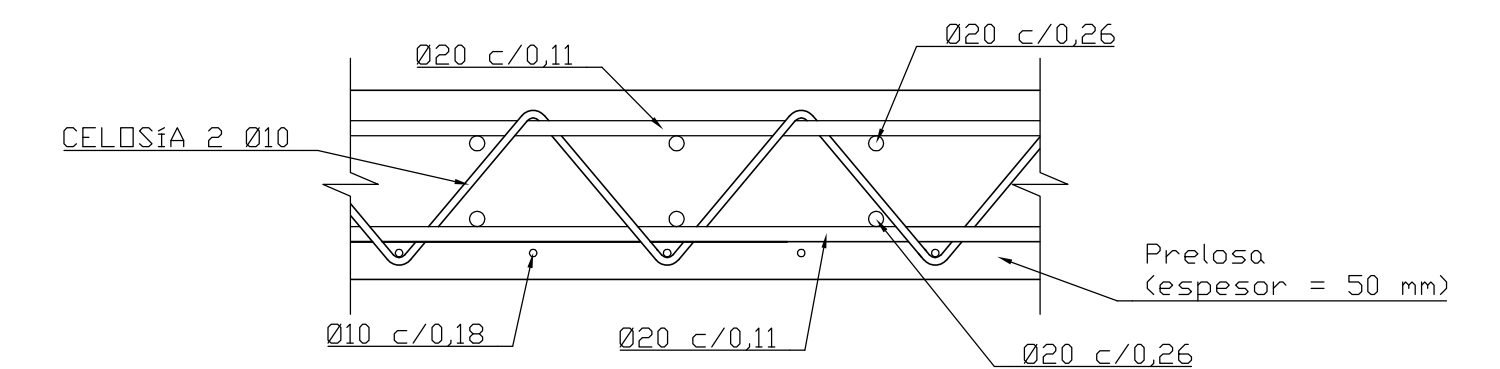
DESPIECE DE PRELOSA
ESCALA 1:20



ARMADURA DE LA LOSA
ESCALA 1:20



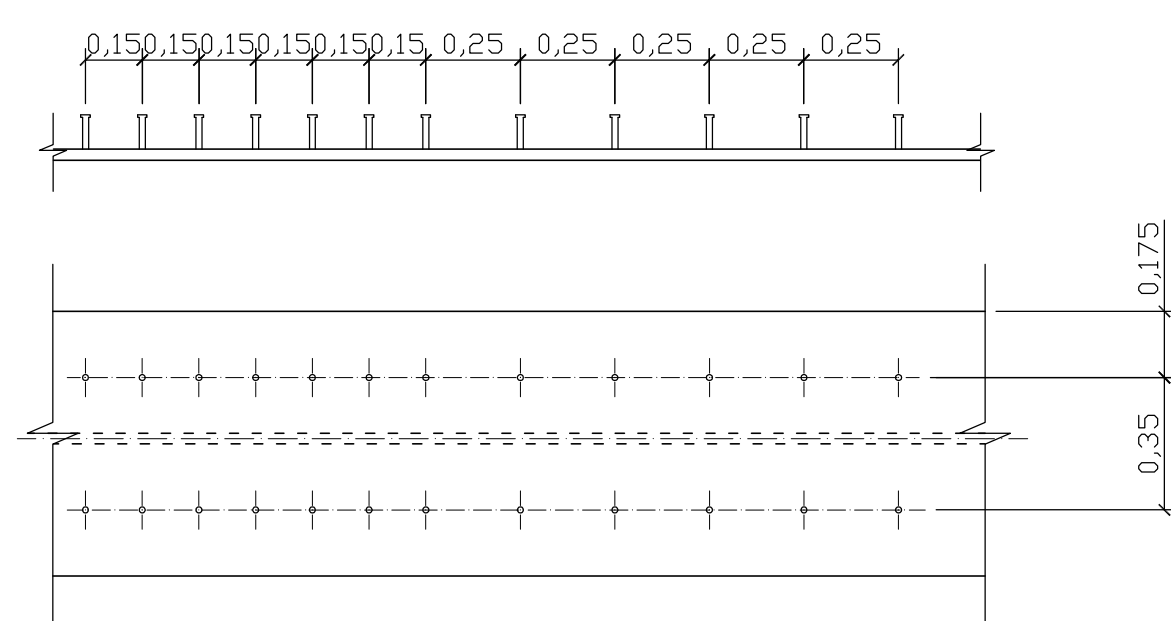
DETALLE DE CELOSÍA DE PRELOSA
ESCALA 1:10



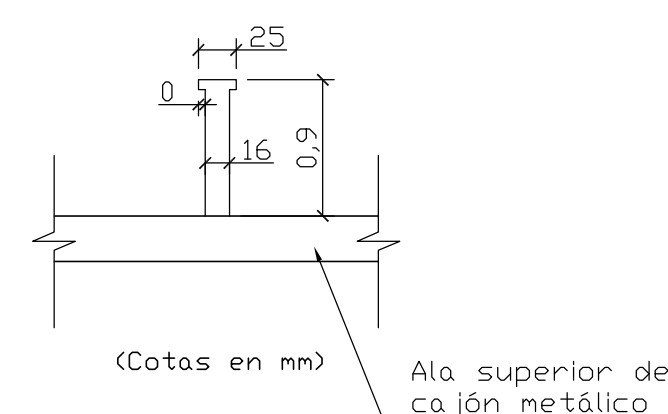
NOTAS:

-PARA ANCLAJES Y SOLAPES SE SEGUIRÁN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTICULO 69.5 DE LA EHE-08
-LOS RECUBRIMIENTOS SEGUIRÁN LAS DIRECTRICES MARCADAS EN EL ARTICULO 37.2 DE LA EHE-08. PARA GARANTIZAR DICHO RECUBRIMIENTO SE EMPLEARÁN SEPARADORES CONSTITUIDOS EXCLUSIVAMENTE POR LOS MATERIALES INDICADOS EN DICHO ARTICULO
-LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DEBERÁ RESPETAR LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 37.3.2.a DE LA EHE-08.

DETALLE DE CONEXIÓN ACERO-HORMIGÓN
ESCALA 1:20



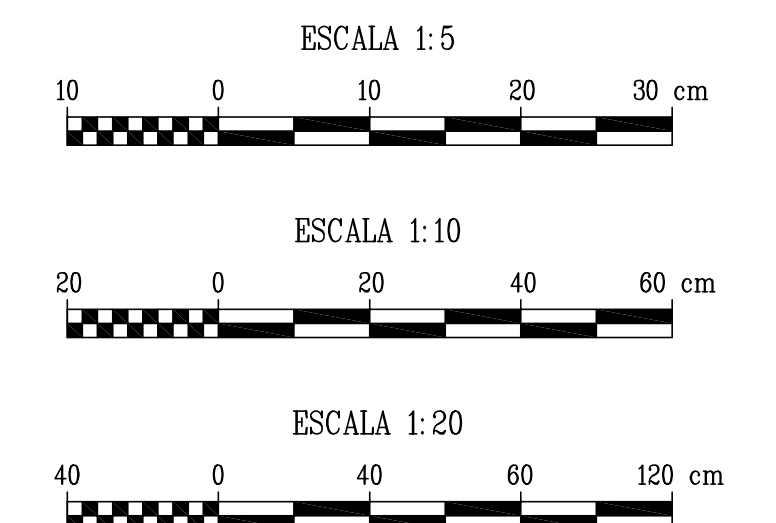
DETALLE DE PERNO Ø16
ESCALA 1:5



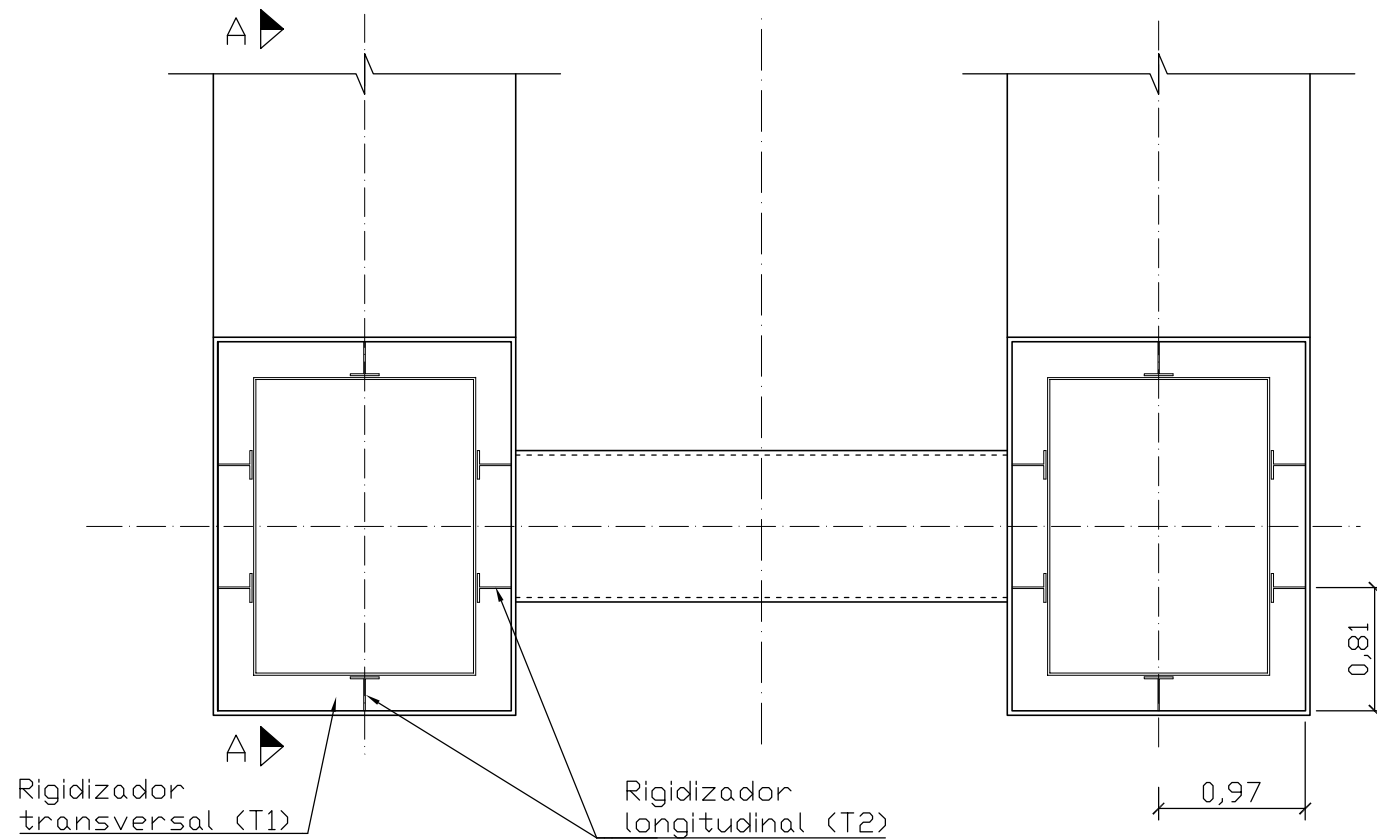
NOTA:

-LOS PERNOS ESTÁN SOLDADOS AL ALA SUPERIOR DE LOS CAJONES.
-SE DISTANCIAN LONGITUDINALMENTE 15 cm EN ZONA DE APOYOS, Y A 25 cm EN CENTRO DE VAND

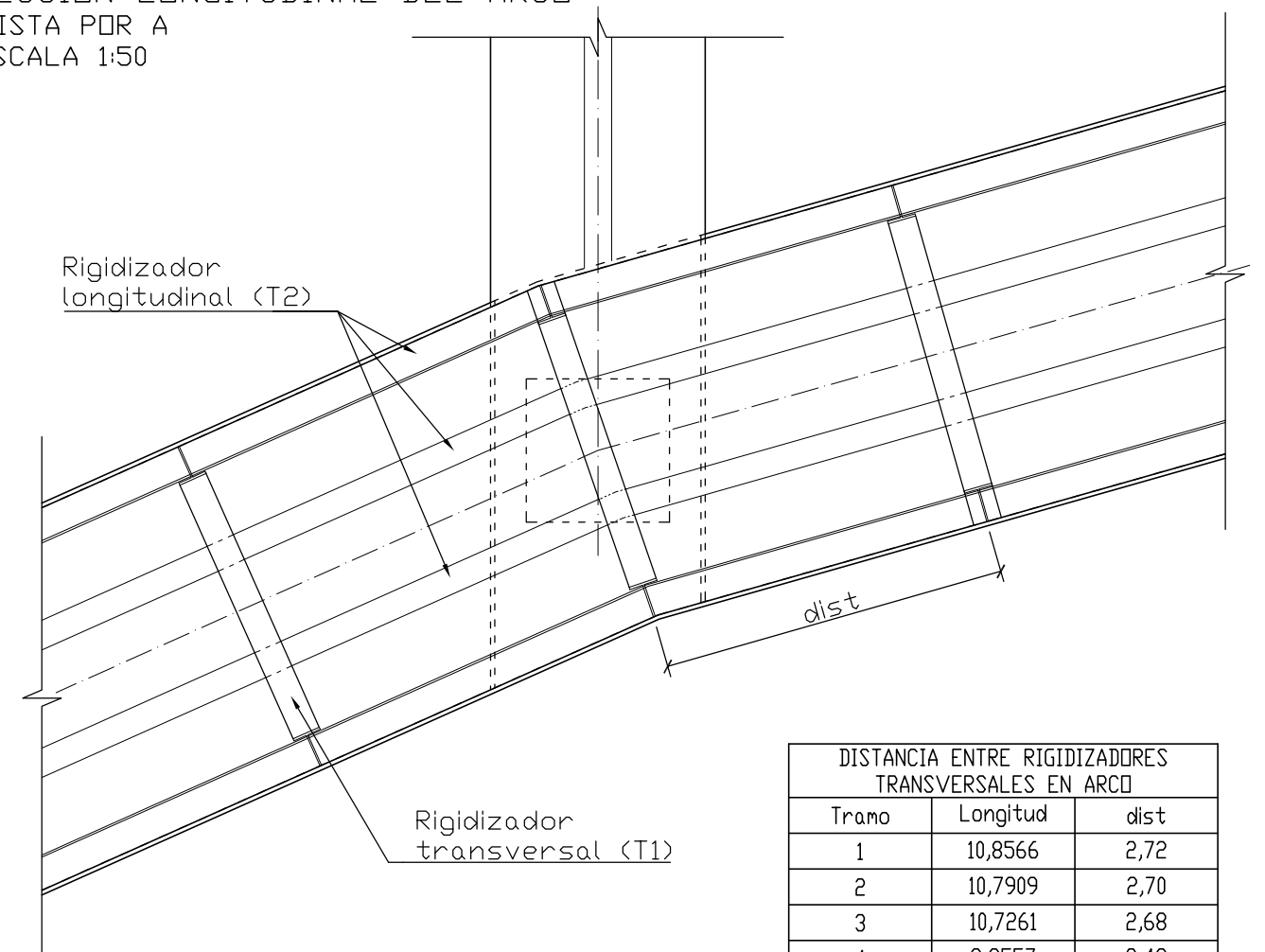
| CUADRO DE ESPECIFICACIONES S/ EAE, EHE-08 Y RFX-95 | | | | | |
|--|---|------------------|------------------|--|------------|
| MATERIAL | LOCALIZACIÓN | DESIGNACIÓN | NIVEL DE CONTROL | COEF. SEGURIDAD | RECUR (mm) |
| HORMIGÓN | LIMPIEZA Y NIVELACIÓN | HL-150/B/25/1 | - | - | - |
| | CIMENTACIÓN MURO ESTRIBO | HA-25/P/20/1 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | CIMENTACIÓN ZAPATAS | HA-30/B/20/1Ia | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| ACERO PASIVO | LOSA DE TABLERO Y DURMIENTE EN ESTRIBO | HA-30/B/20/IIa+H | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 45 |
| | TODOS ELEMENTOS DE HA | B 500 S | NORMAL | $\gamma_s = 1,15$ | - |
| ACERO ESTRUCTURAL | CHAPAS EN TABLERO, PILAS, CAJONES Y RIGIDIZADORES | S 275 JR | NORMAL | $\gamma_M = 1,05$ $\gamma_M = 1,10$ | - |
| | UNIONES ATORNILLADAS | S 355 JR | NORMAL | $\gamma_M = 1,25$ | - |
| EJECUCIÓN | - | - | NORMAL | SEGUN IAP | - |



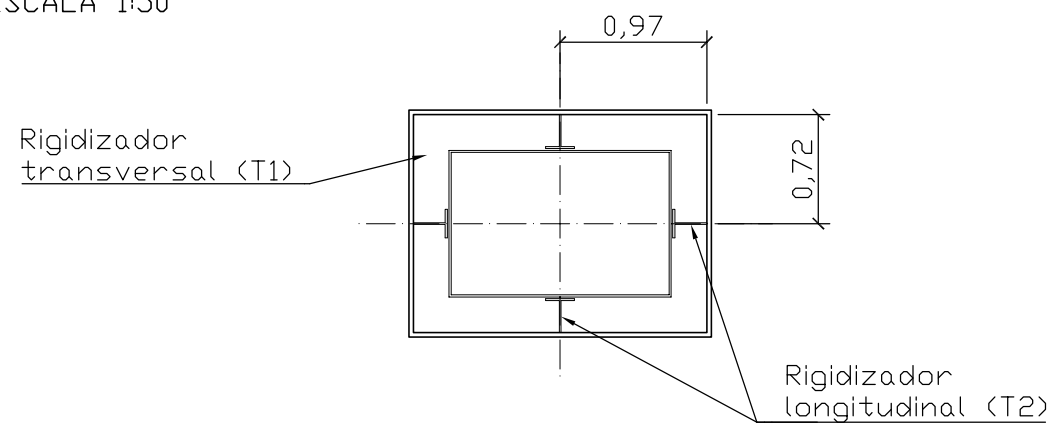
SECCIÓN TRANSVERSAL DEL ARCO
ESCALA 1:50



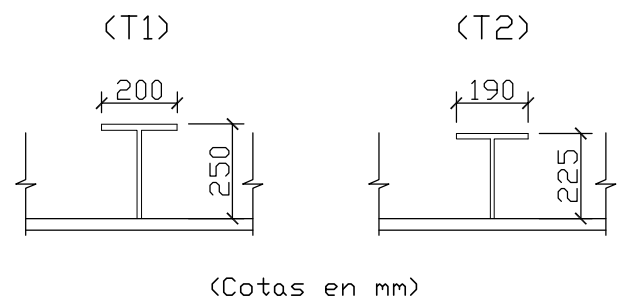
SECCIÓN LONGITUDINAL DEL ARCO
VISTA POR A
ESCALA 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PILA
ESCALA 1:50



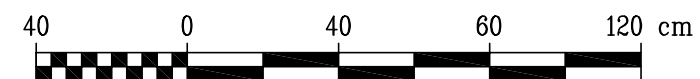
RIGIDIZADORES EMPLEADOS
ESCALA 1:20



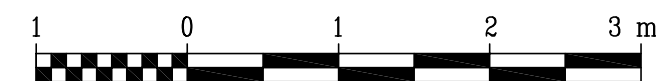
| DISTANCIA ENTRE RIGIDIZADORES TRANSVERSALES EN LAS PILAS | | | |
|--|---------|----------|---------------|
| Pila | Altura | Nº rigid | Distancia (m) |
| P1 | 12,1486 | 4 | 3,01 |
| P2 | 24,2836 | 7 | 3,45 |
| P3 y P11 | 38,5320 | 12 | 3,20 |
| P4 Y P10 | 22,3505 | 7 | 3,18 |
| P5 y P9 | 10,1546 | 3 | 3,35 |
| P6 | 3,0213 | 1 | 2,92 |
| P12 | 25,3570 | 8 | 3,16 |

| DISTANCIA ENTRE RIGIDIZADORES TRANSVERSALES EN ARCO | | |
|---|----------|------|
| Tramo | Longitud | dist |
| 1 | 10,8566 | 2,72 |
| 2 | 10,7909 | 2,70 |
| 3 | 10,7261 | 2,68 |
| 4 | 9,9557 | 2,49 |
| 5 | 9,9057 | 2,48 |
| 6 | 9,8569 | 2,46 |
| 7 | 9,3557 | 2,34 |
| 8 | 9,3241 | 2,33 |
| 9 | 9,2939 | 2,32 |
| 10 | 9,0472 | 2,26 |
| 11 | 9,0359 | 2,26 |
| 12 | 9,0261 | 2,26 |
| 13 | 9,0261 | 2,26 |
| 14 | 9,0359 | 2,26 |
| 15 | 9,0472 | 2,26 |
| 16 | 9,2939 | 2,32 |
| 17 | 9,3241 | 2,33 |
| 18 | 9,3557 | 2,34 |
| 19 | 9,8569 | 2,46 |
| 20 | 9,9057 | 2,48 |
| 21 | 9,9557 | 2,49 |
| 22 | 10,7261 | 2,68 |
| 23 | 10,7909 | 2,70 |
| 24 | 10,8566 | 2,72 |

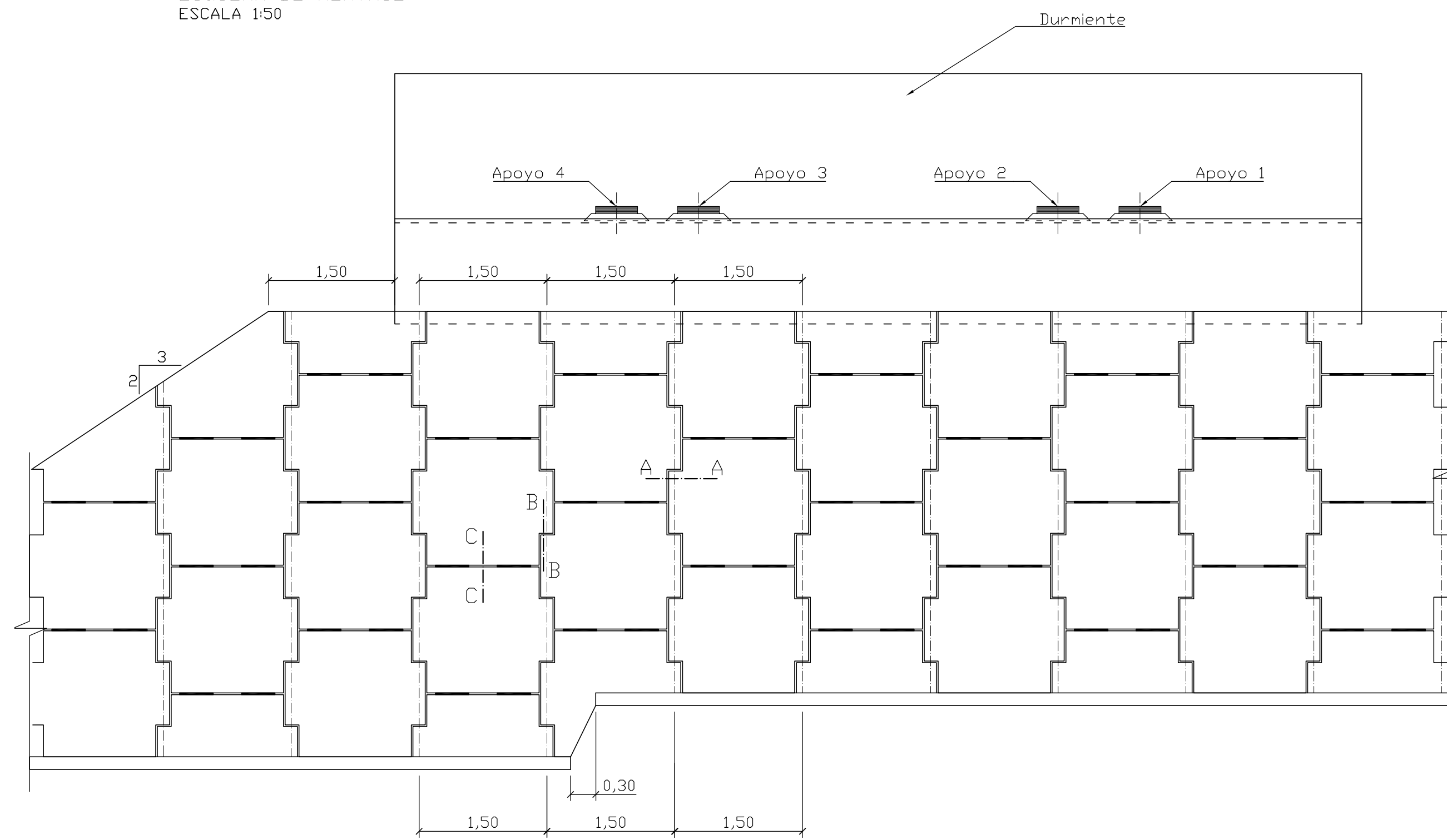
ESCALA 1:20



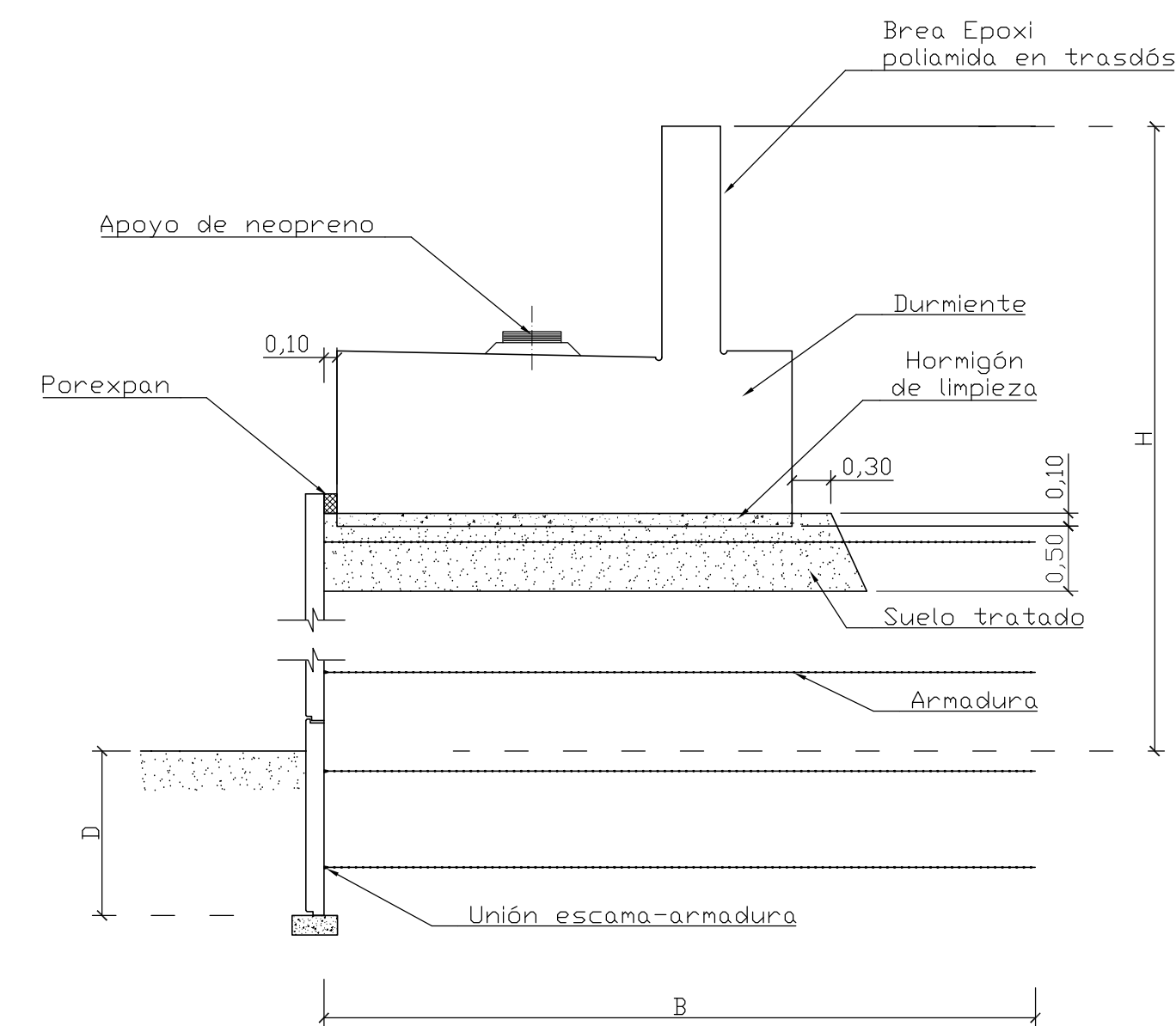
ESCALA 1:50



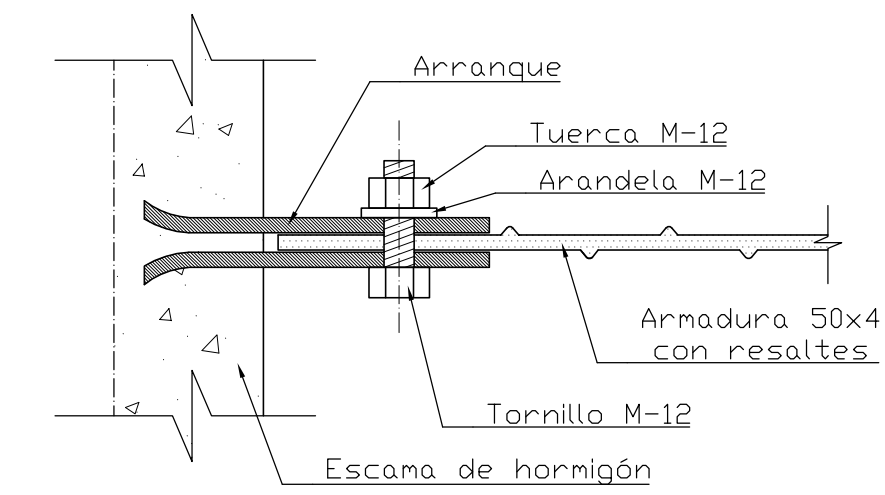
ESQUEMA DE MONTAJE
ESCALA 1:50



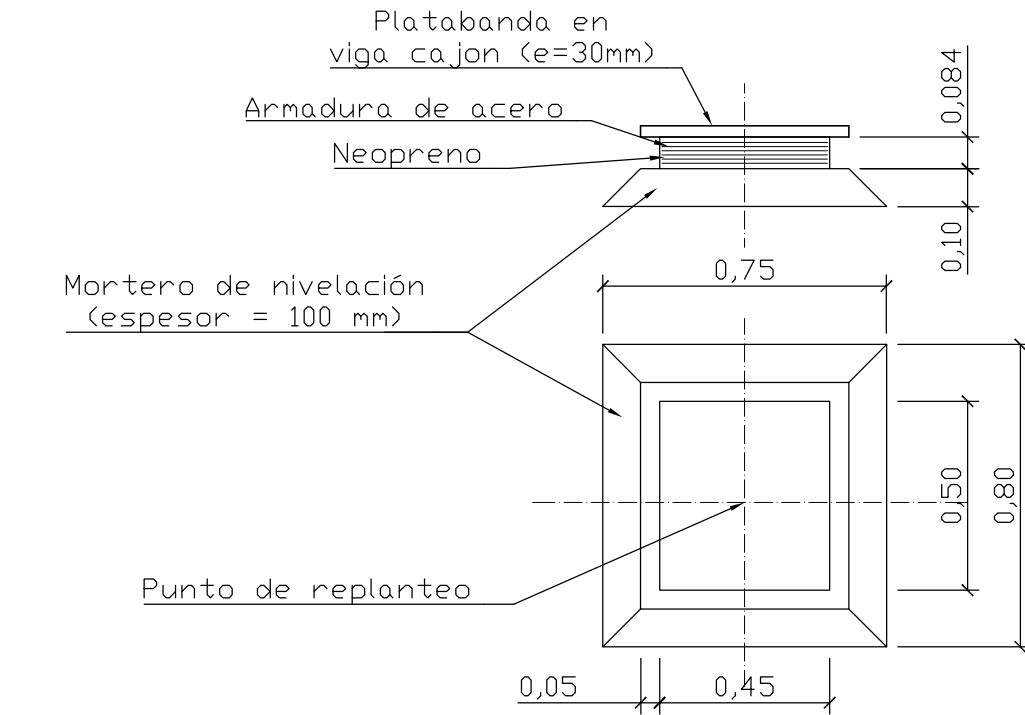
SECCIÓN DE MURD Y DURMIENTE
ESCALA 1:50



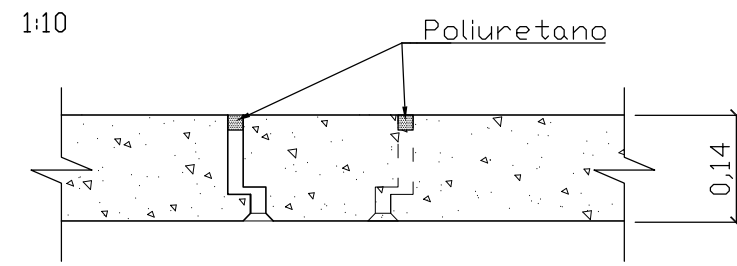
DETALLE DE UNIÓN ESCAMA-ARMADURA
ESCALA 1:2



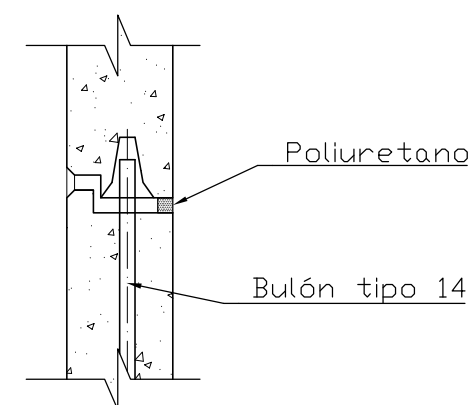
DETALLE DE APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO
ESCALA 1:20



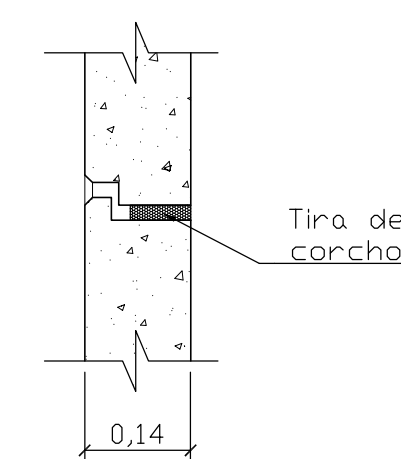
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:10



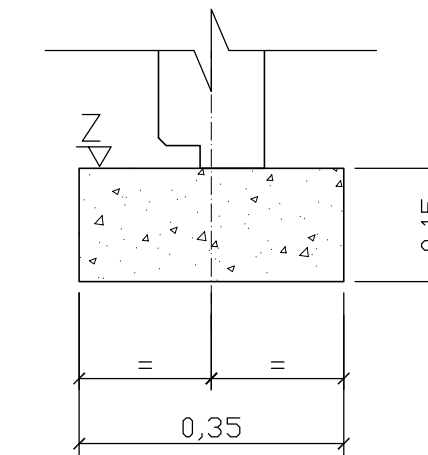
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:10



SECCIÓN C-C
ESCALA 1:10



CIMENTACIÓN MURD
ESCALA 1:10

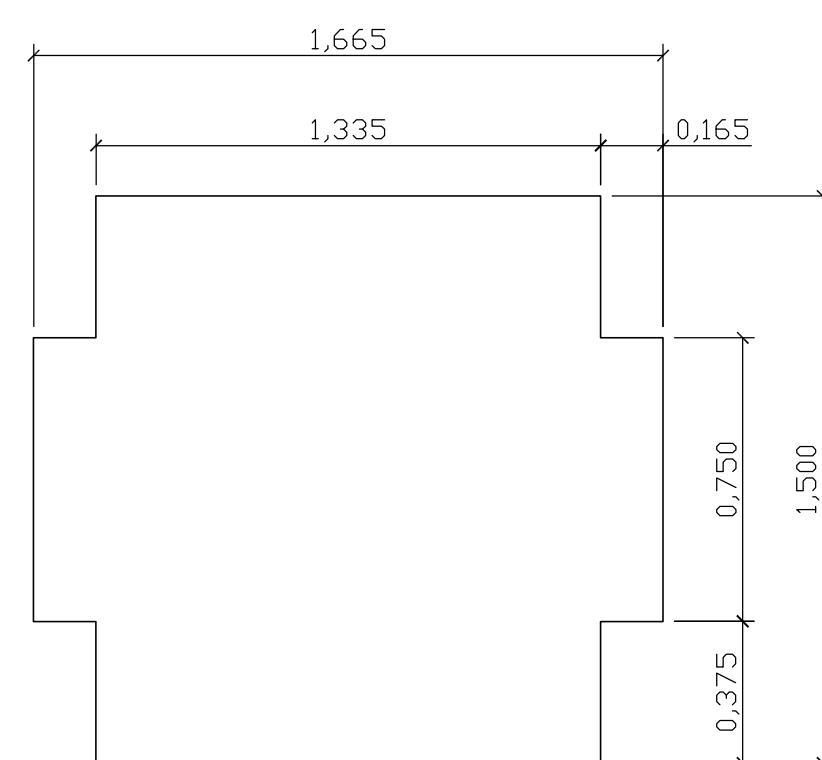


| CUADRO DE REPLANTED DE APOYOS (UTM HUSO 29N) | | | | |
|--|--------|-------------|--------------|----------|
| | X | Y | Z | |
| E1 | Apoyo1 | 656551.1514 | 4696732.5398 | 478.7081 |
| | Apoyo2 | 656550.3836 | 4696733.1408 | 478.7081 |
| | Apoyo3 | 656547.0172 | 4696735.7757 | 478.7081 |
| | Apoyo4 | 656546.2494 | 4696736.3767 | 478.7081 |
| E2 | Apoyo1 | 656759.4806 | 4696998.7031 | 478.8447 |
| | Apoyo2 | 656758.7128 | 4696999.3041 | 478.8447 |
| | Apoyo3 | 656755.3464 | 4697001.9390 | 478.8447 |
| | Apoyo4 | 656754.5786 | 4697002.5399 | 478.8447 |

| | H | B | D | Z |
|----|---------|---------|--------|----------|
| E1 | 7,53 m | 6,50 m | 0,75 m | 471,2311 |
| E2 | 13,30 m | 10,00 m | 1,35 m | 464,5151 |

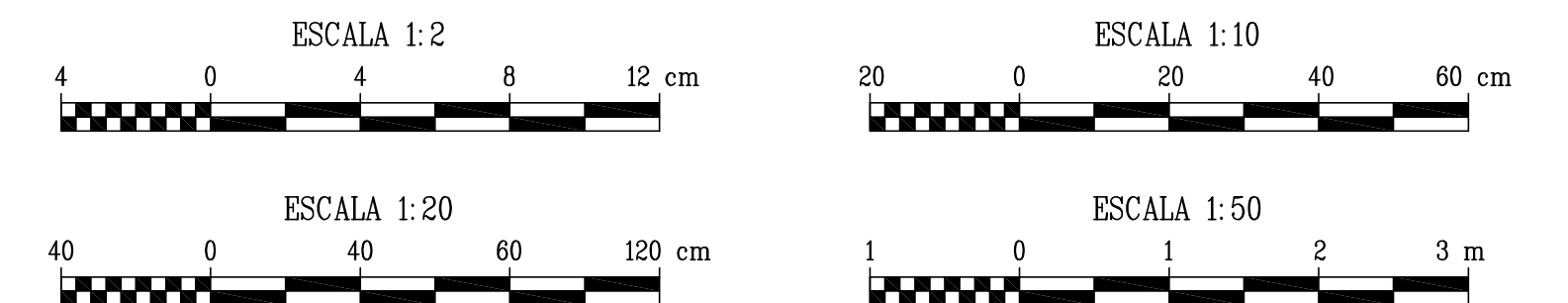
| CUADRO DE ESPECIFICACIONES S/ EAE, EHE-08 Y RPY-95 | | | | | |
|--|---|------------------|------------------|-------------------|-------------|
| MATERIAL | LOCALIZACIÓN | DESIGNACIÓN | NIVEL DE CONTROL | COEF. SEGURIDAD | RECUBR (mm) |
| HORMIGÓN | LIMPIEZA Y NIVELACIÓN | HL-150/B/25/1 | - | - | - |
| | CIMENTACIÓN MURD ESTRIBO | HA-25/P/20/1 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | CIMENTACIÓN ZAPATAS | HA-30/B/20/11a | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | LOSA DE TABLERO Y DURMIENTE EN ESTRIBO | HA-30/B/20/11a+H | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 45 |
| ACERO PASIVO | TODOS ELEMENTOS DE HA | B 500 S | NORMAL | $\gamma_s = 1,15$ | - |
| ACERO ESTRUCTURAL | CHAPAS EN TABLERO, PILAS, CAJONES Y RIGIDIZADORES | S 275 JR | NORMAL | $\gamma_M = 1,05$ | - |
| | UNIONES ATORNILLADAS | S 355 JR | NORMAL | $\gamma_M = 1,25$ | - |
| EJECUCIÓN | - | - | NORMAL | SEGUN IAP | - |

GEOMETRÍA DE LAS ESCAMAS
ESCALA 1:20

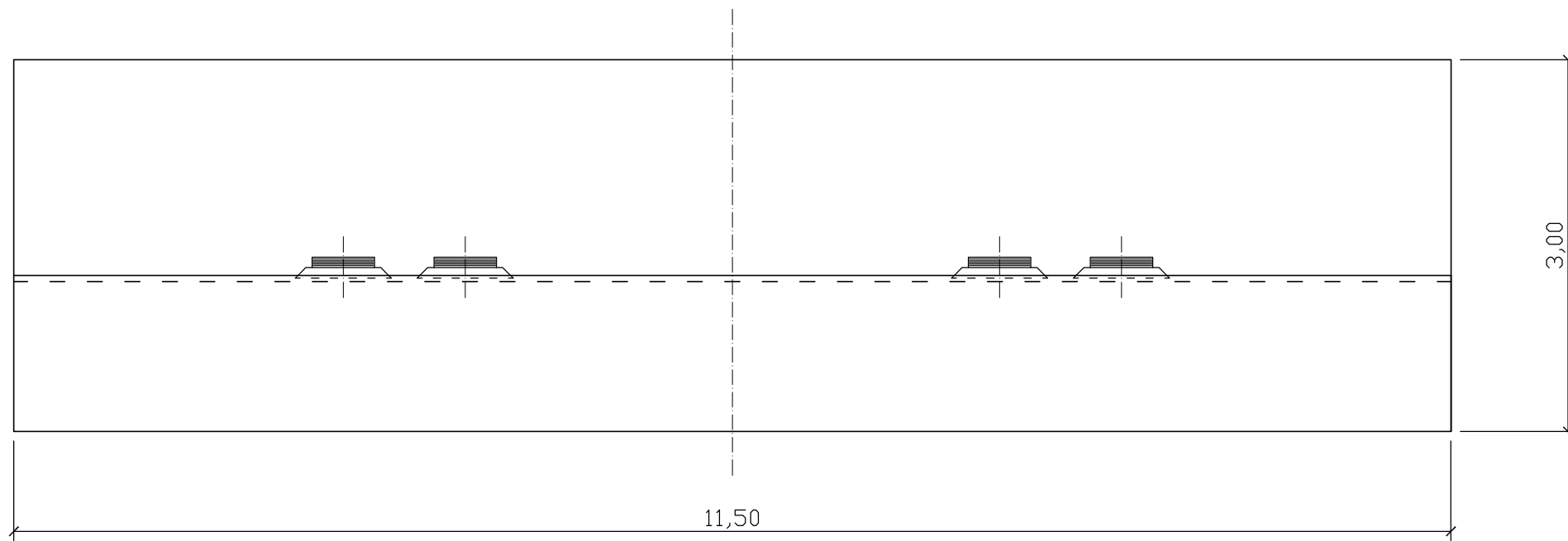


NOTAS:

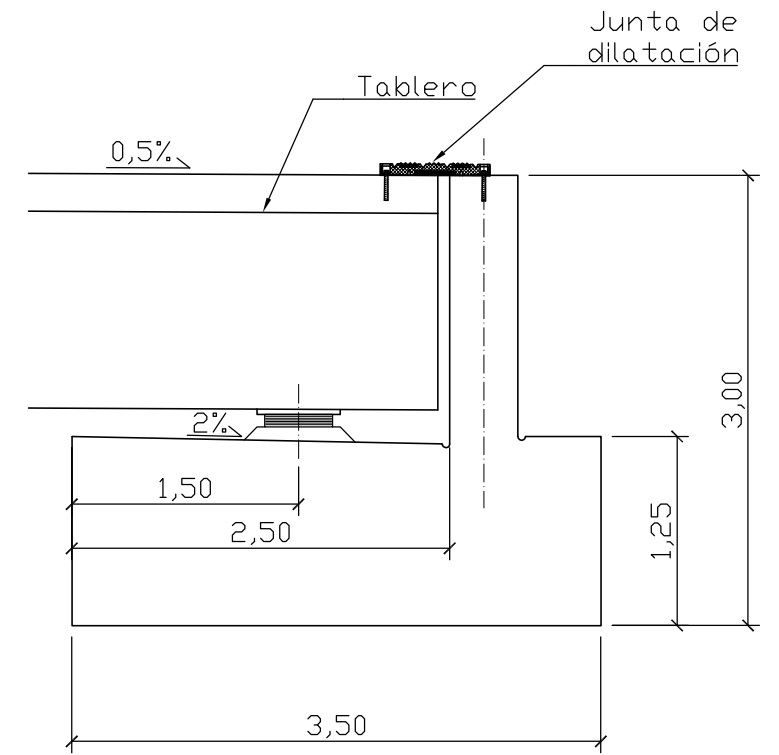
- ES NECESARIO QUE EL PARAMENTO SUPERIOR DE LA CIMENTACIÓN ESTÉ PERFECTAMENTE HORIZONTAL
- EL RELLENO SERÁ VÁLIDO CUANTO PASE < 15% EL TAMIZ DE 80 MICRAS DE UNA MUESTRA ENSAYADA
- EL ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO DEL MATERIAL SERÁ MAYOR O IGUAL A 30°
- EL RELLENO Y COMPACTACIÓN DEL TRASDÓS SE EJECUTARÁ HASTA LA COTA RASANTE



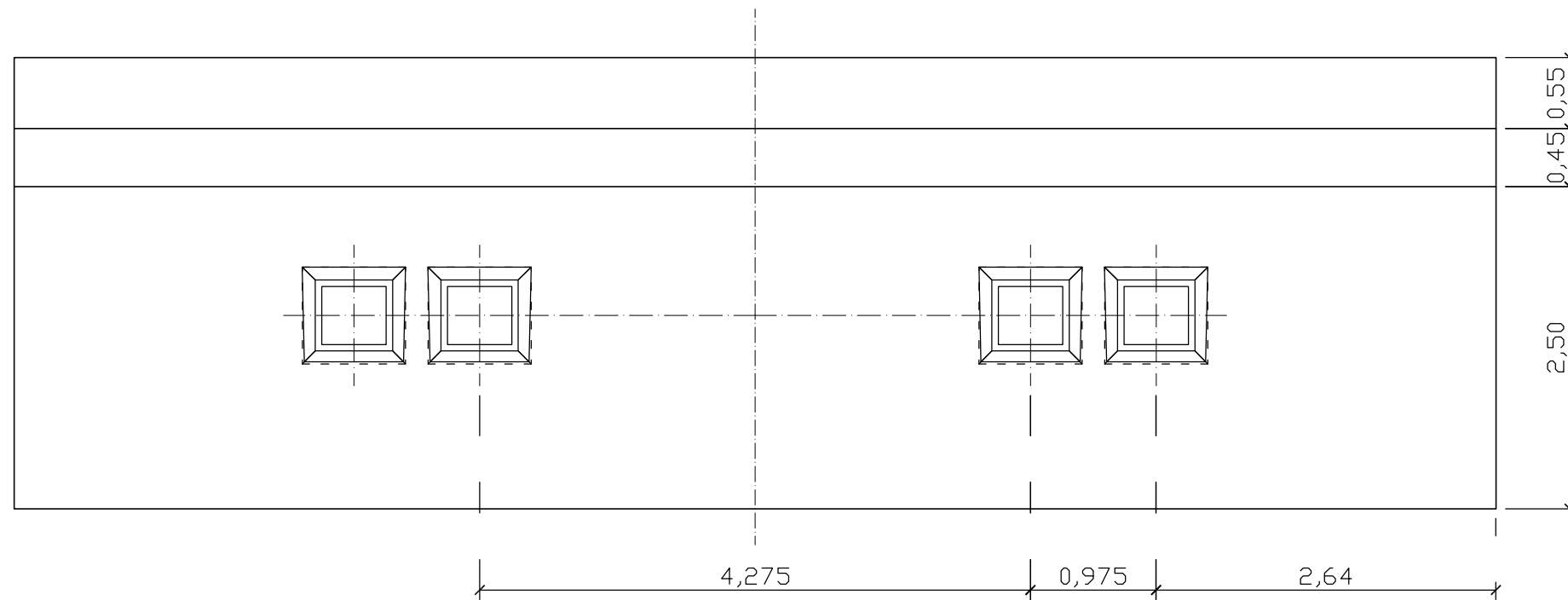
ALZADO



PERFIL




PLANTA

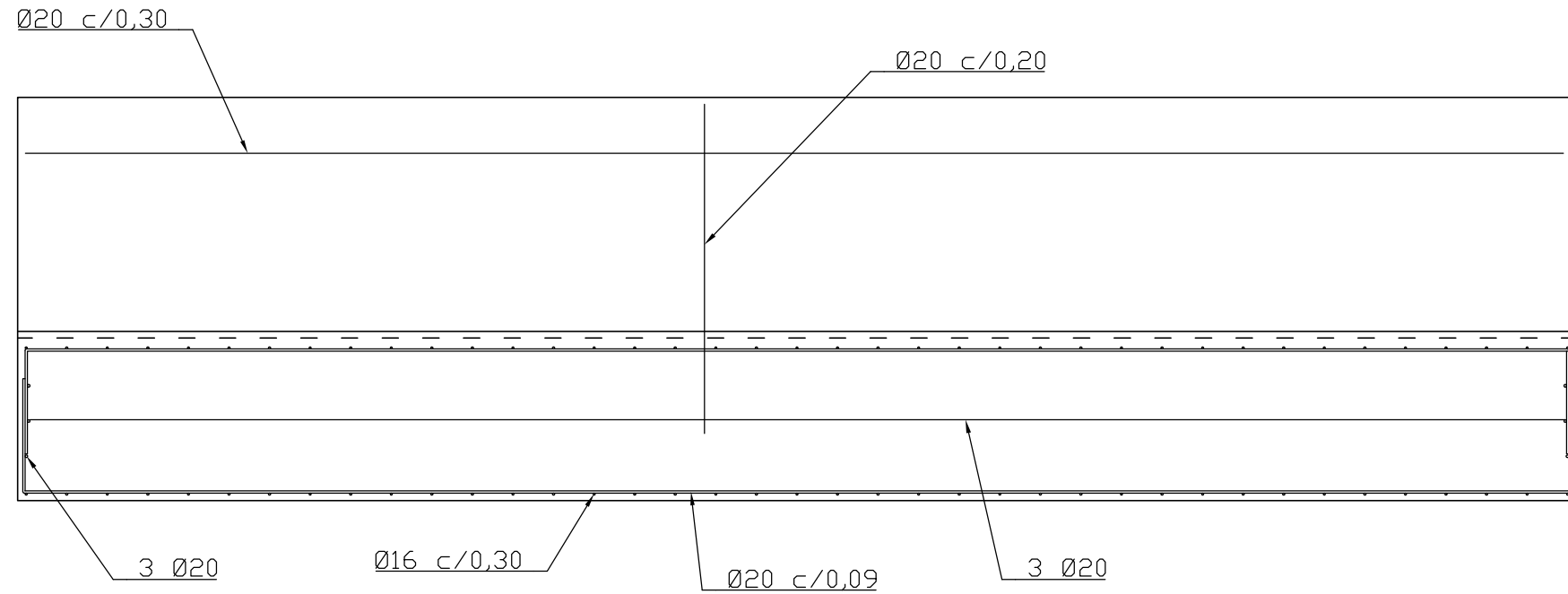


ESCALA 1:50

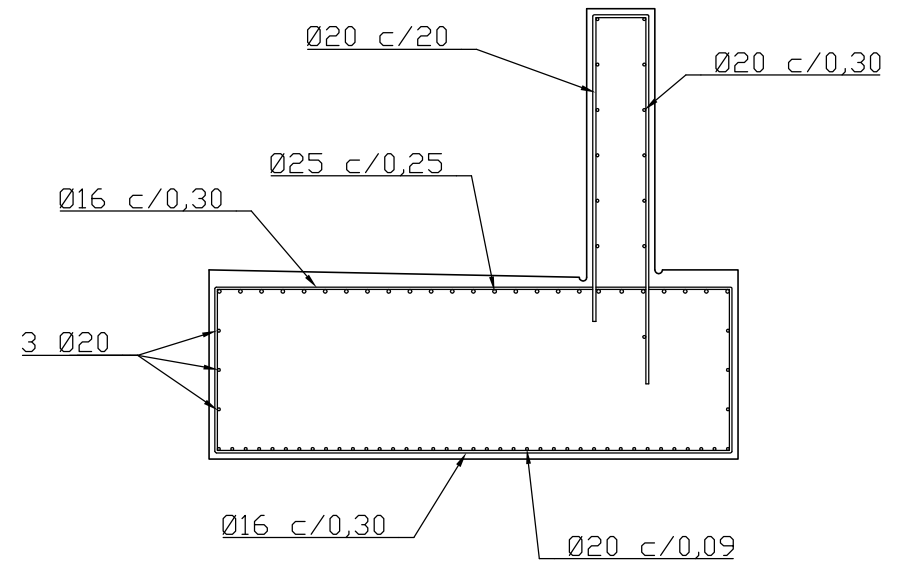


| | | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|----------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------|--------|------------------------|
|  | TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA CIVIL | Firma del alumno | Fecha | Título del proyecto | Núm. proyecto | Denominación del plano | Escala | Núm. de plano |
| | | Fdo: Héctor Sánchez García | DIC-2016 | DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA | 423.16.20 | ESTRIBOS GEOMETRÍA DEL DURMIENTE | 1:50 | 2.1.7.2 Hoja 1 de 1 |

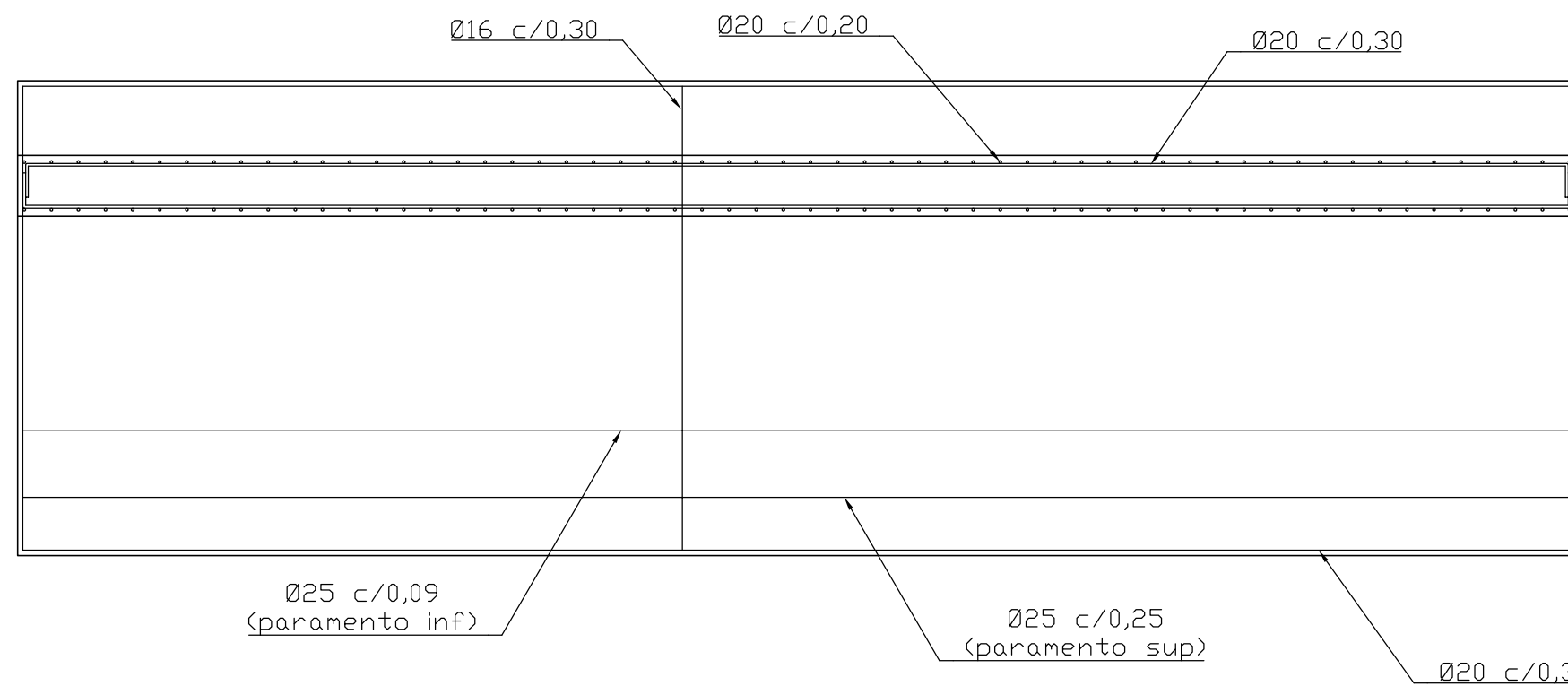
ALZADO



PERFIL



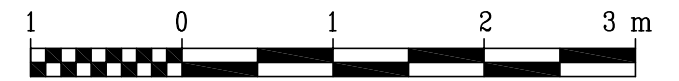
PLANTA




NOTAS:

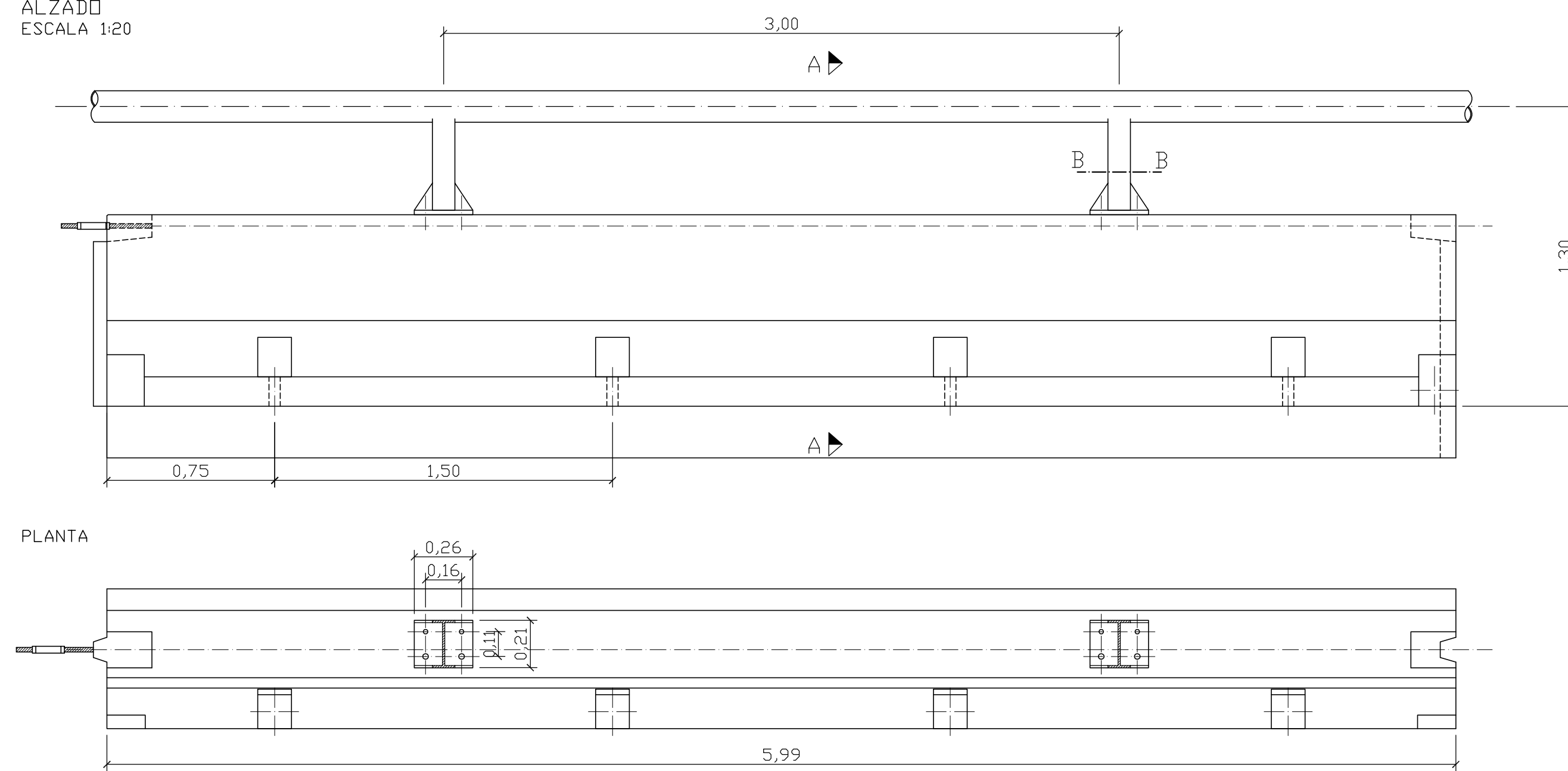
- PARA ANCLAJES Y SOLAPES SE SEGUIRÁN LAS PRESCRIPCIONES CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 69.5 DE LA EHE-08
- LOS RECUBRIMIENTOS SEGUIRÁN LAS DIRECTRICES MARCADAS EN EL ARTÍCULO 37.2 DE LA EHE-08. PARA GARANTIZAR DICHO RECUBRIMIENTO SE EMPLEARÁN SEPARADORES CONSTITUIDOS EXCLUSIVAMENTE POR LOS MATERIALES INDICADOS EN DICHO ARTÍCULO
- LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO DEBERÁ RESPETAR LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 37.3.2.a DE LA EHE-08.

ESCALA 1:50



| | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------------|---|----------------------------|--|----------------|---|
|  | TRABAJO FIN DE GRADO GRADO EN INGENIERÍA CIVIL | Firma del alumno Fdo: Héctor Sánchez García | Fecha DIC-2016 | Título del proyecto DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA | Núm. proyecto 423.16.20 | Denominación del plano ESTRIBOS ARMADURA DEL DURMIENTE | Escala 1:50 | Núm. de plano 2.1.7.3 Hoja 1 de 1 |
|---|---|--|-------------------|---|----------------------------|--|----------------|---|

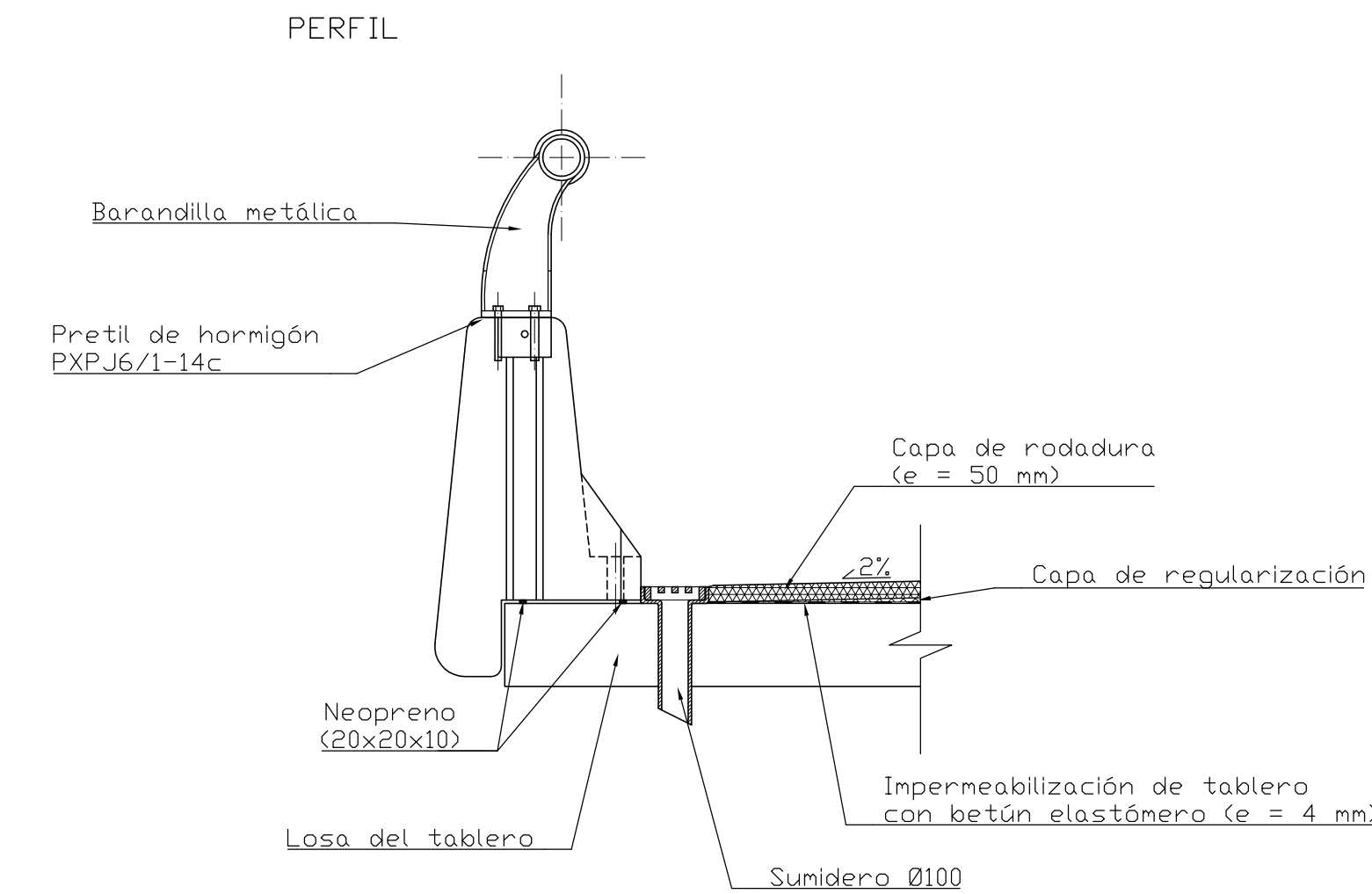
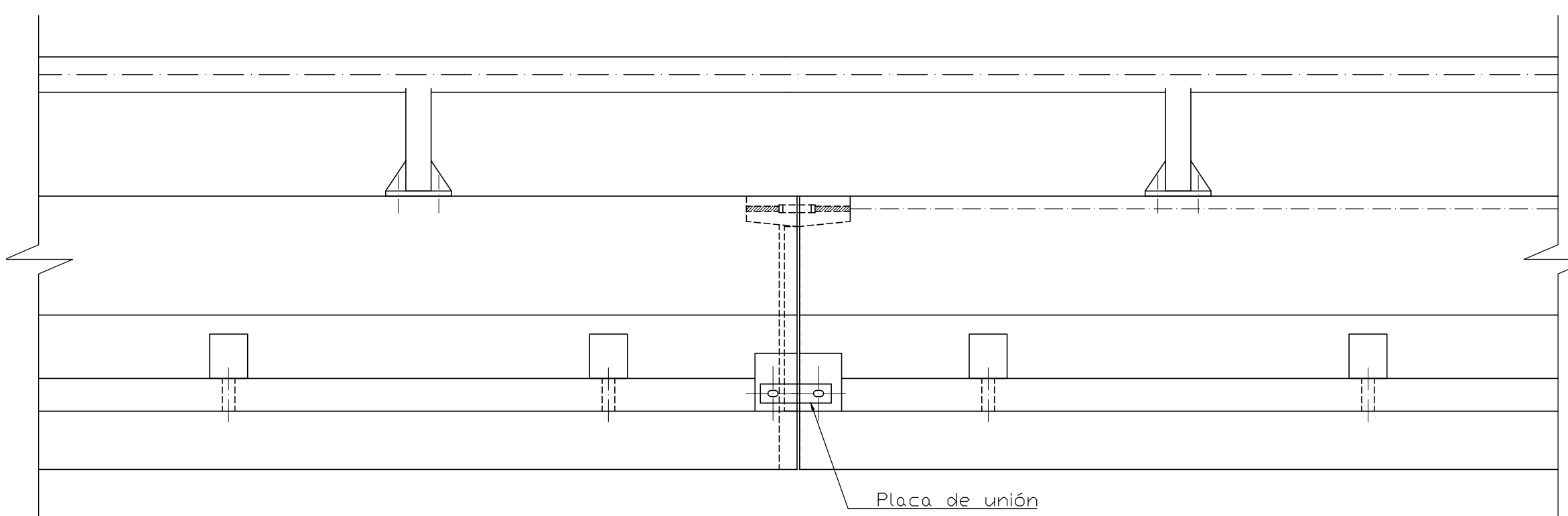
SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS PXPJ6/1-14c
ALZADO
ESCALA 1:20



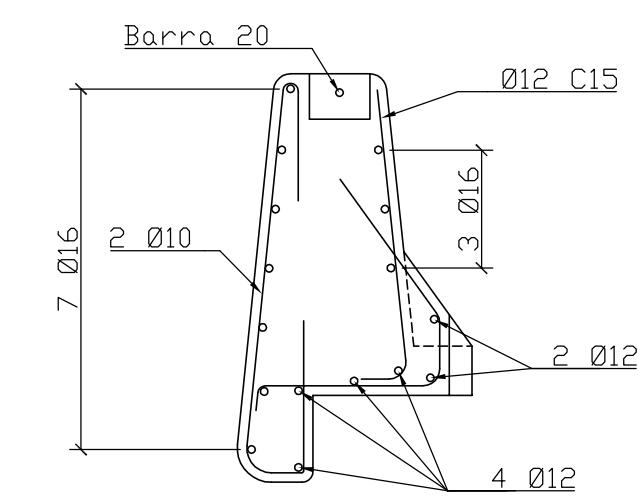
NOTAS:

- NIVEL DE CONTENCIÓN DE LA BARRERA: H4b s/ Norma UNE-EN 1317
- LA BARANDILLA SE PINTARÁ DE COLOR AZUL NUCLEAR (RAL 5002) S/ NOTA DE SERVICIO 4/2001

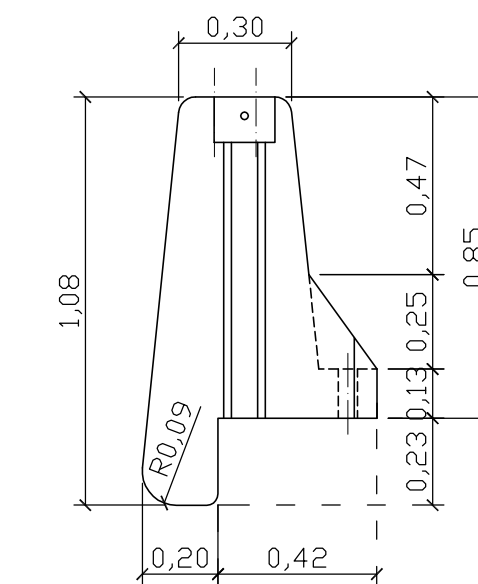
UNIÓN DE DOS PIEZAS
ESCALA 1:20



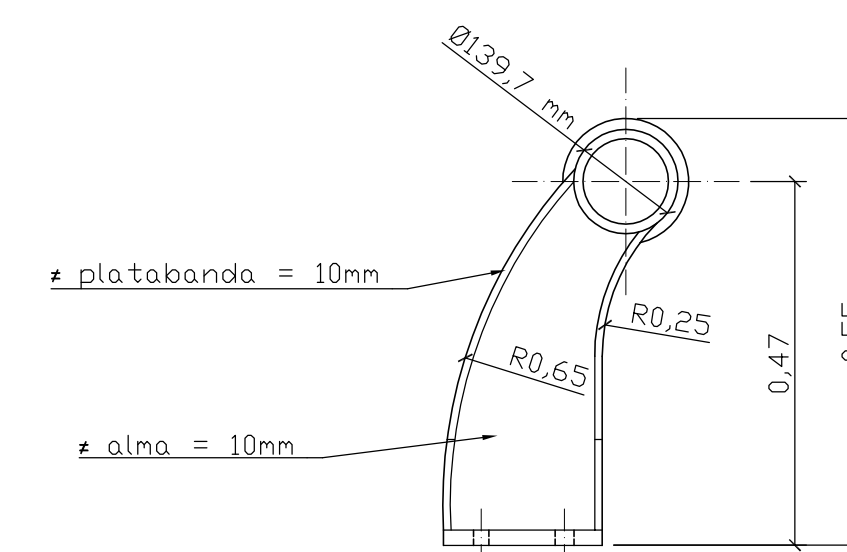
SECCIÓN A-A
DETALLE ARMADURAS



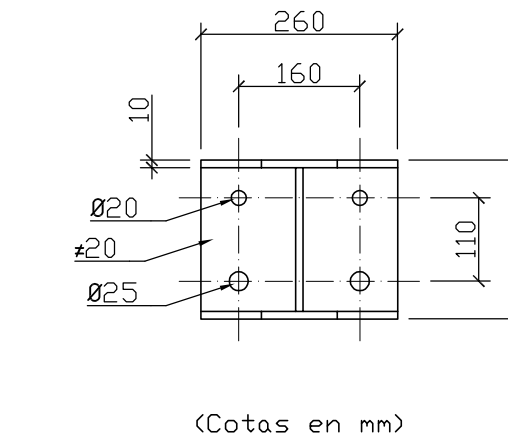
SECCIÓN A-A



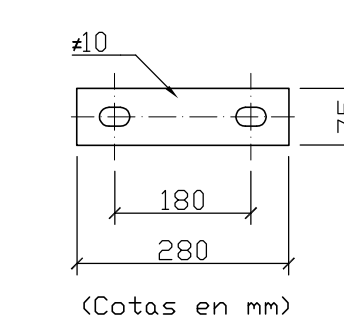
PERFIL DE BARANDILLA METÁLICA
ESCALA 1:10



PLACA DE ANCLAJE DE BARANDILLA
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:10



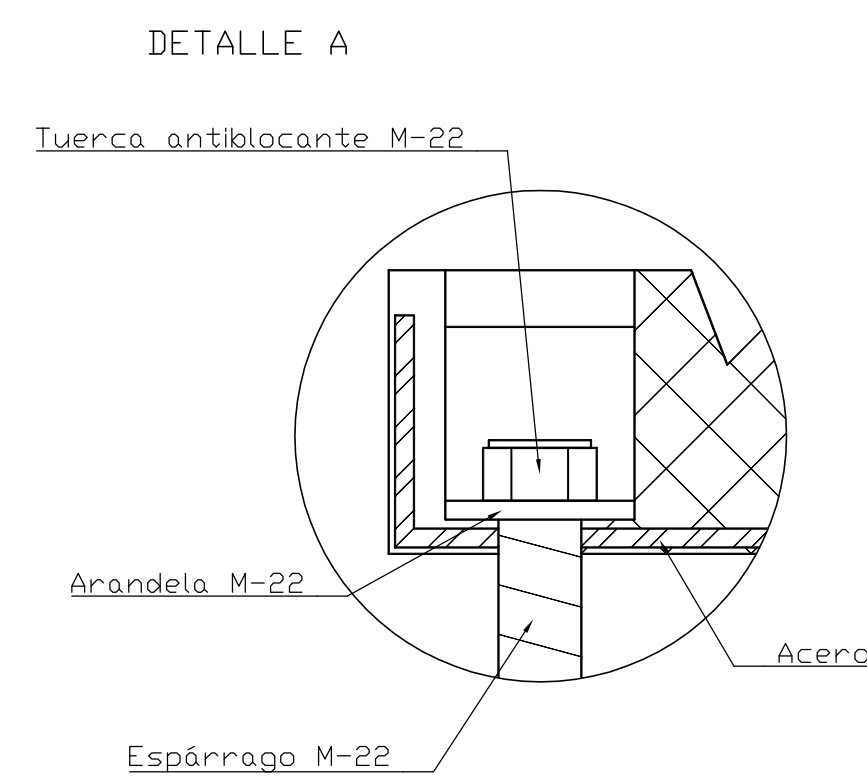
PLACA DE UNIÓN
ESCALA 1:10



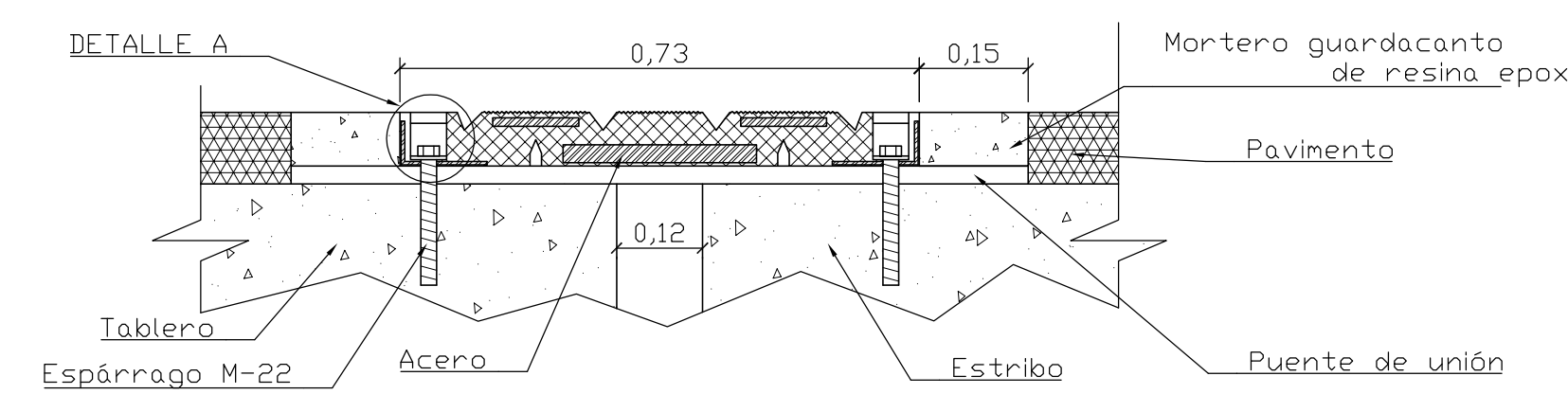
CUADRO DE ESPECIFICACIONES S/ EAE, EHE-08 Y RPX-95

| MATERIAL | LOCALIZACIÓN | DESIGNACIÓN | NIVEL DE CONTROL | DEF. SEGURIDAD | RECURR (mm) |
|-------------------|---|------------------|------------------|--|-------------|
| HORMIGÓN | LIMPIEZA Y NIVELACIÓN | HL-150/B/25/1 | - | - | - |
| | CIMENTACIÓN MURO ESTRIBO | HA-25/P/20/1 | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | CIMENTACIÓN ZAPATAS | HA-30/B/20/11a | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 70 |
| | LOSA DE TABLERO Y DURMIENTE EN ESTRIBO | HA-30/B/20/11a+H | ESTADÍSTICO | $\gamma_c = 1,50$ | 45 |
| ACERO PASIVO | TODOS ELEMENTOS DE HA | B 500 S | NDORMAL | $\gamma_s = 1,15$ | - |
| ACERO ESTRUCTURAL | CHAPAS EN TABLERO, PILAS, CAJONES Y RIGIDIZADORES | S 275 JR | NDORMAL | $\gamma_w = 1,05$ $\gamma_w = 1,10$ | - |
| | UNIONES ATORNILLADAS | S 355 JR | NDORMAL | $\gamma_w = 1,25$ | - |
| EJECUCIÓN | - | - | NDORMAL | SEGON IAP | - |

JUNTA DE DILATACIÓN EN ENCUENTRO DE TABLERO CON ESTRIBO



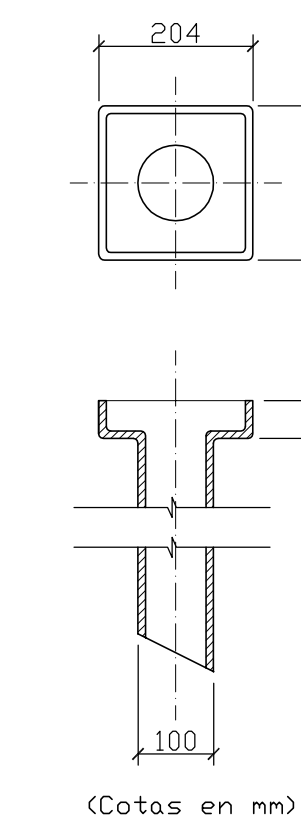
SECCIÓN COMPLETA DE LA JUNTA



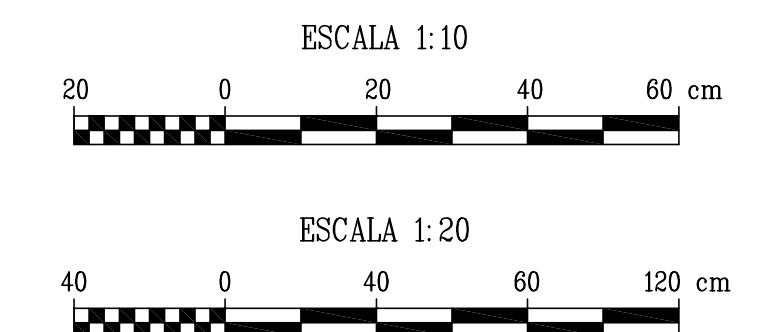
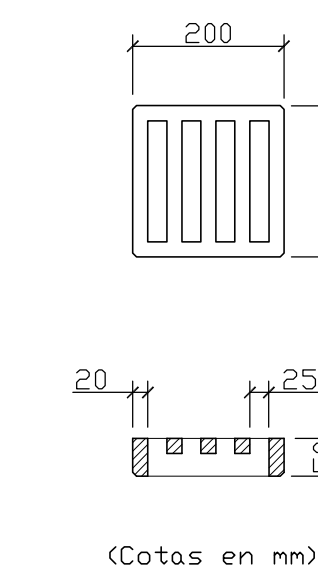
NOTAS:

- 160 mm DE RECORRIDO TOTAL, CON UNA CAPACIDAD MÍNIMA DE EXPANSIÓN DE 85 mm Y DE 75 mm DE COMPRESIÓN
- SE DISPONDRÁ UNA JUNTA EN CADA ENCUENTRO ENTRE TABLERO Y ESTRIBO
- DE CONFORMIDAD CON LA Norma EN 1337-3:2005

SUMIDERO Ø100
ESCALA 1:10



REJILLA
ESCALA 1:10





**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

**DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| PARTE.I: INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES | 1 |
| ARTÍCULO 100. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN | 1 |
| ARTÍCULO 101. DISPOSICIONES GENERALES | 1 |
| ARTÍCULO 102. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS | 5 |
| ARTÍCULO 103. INICIACIÓN DE LAS OBRAS | 7 |
| ARTÍCULO 104. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS | 7 |
| ARTÍCULO 105. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA | 11 |
| ARTÍCULO 106. MEDICIÓN Y ABONO | 12 |
| ARTÍCULO 110. SEGURIDAD Y SALUD | 14 |
| PARTE.II: MATERIALES BÁSICOS | 15 |
| CAPÍTULO I: CONGLOMERANTES | 15 |
| ARTÍCULO 202. CEMENTOS | 15 |
| CAPÍTULO II: LIGANTES BITUMINOSOS | 17 |
| ARTÍCULO 211. BETUNES ASFÁLTICOS | 17 |
| CAPÍTULO IV: METALES | 20 |
| ARTÍCULO 240. BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO | 20 |
| ARTÍCULO 250. ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS | 21 |
| CAPÍTULO VI: MATERIALES VARIOS | 23 |
| ARTÍCULO 251. AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES | 23 |
| ARTÍCULO 252. ADITIVOS A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES | 23 |
| PARTE.III: EXPLANACIONES | 25 |
| CAPÍTULO I: TRABAJOS PRELIMINARES | 25 |
| ARTÍCULO 300. DESBROCE DEL TERRENO | 25 |
| CAPÍTULO II: EXCAVACIONES | 26 |
| ARTÍCULO 321. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS | 26 |
| PARTE.VI: PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS | 28 |
| CAPÍTULO I: COMPONENTES | 28 |

| | |
|--|-----------|
| ARTÍCULO 600. ARMADURAS PASIVAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ESTRUCTURAL | 28 |
| ARTÍCULO 610. HORMIGONES | 29 |
| ARTÍCULO 620. PERFILES Y CHAPAS DE ACERO LAMINADOS EN CALIENTE | 31 |
| ARTÍCULO 623. TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA | 33 |
| ARTÍCULO 624. ELECTRODOS A EMPLEAR EN SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL AL ARCO | 34 |
| CAPÍTULO II: OBRAS DE HORMIGÓN | 36 |
| ARTÍCULO 630. OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO | 36 |
| CAPÍTULO III: ESTRUCTURAS METÁLICAS | 37 |
| ARTÍCULO 640. ESTRUCTURAS DE ACERO | 37 |
| CAPÍTULO IV: OBRAS DE FÁBRICA | 40 |
| ARTÍCULO 641. MUROS DE SUELO REFORZADO | 40 |
| CAPÍTULO V: ELEMENTOS AUXILIARES | 45 |
| ARTÍCULO 680. ENCOFRADOS Y MOLDES | 45 |
| ARTÍCULO 681. APEOS Y CIMBRAS | 46 |
| CAPÍTULO VII: OBRAS VARIAS | 48 |
| ARTÍCULO 682. IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS | 48 |
| ARTÍCULO 692. APOYOS DE MATERIAL ELASTOMÉRICO | 48 |
| ARTÍCULO 694. JUNTAS DE TABLERO | 50 |
| ARTÍCULO 695. PRUEBAS DE CARGA | 51 |
| PARTE.VII: MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL | 54 |
| ARTÍCULO 800. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS | 54 |

Parte.I: INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

Artículo 100. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

100.1 Definición

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones que, de acuerdo a la normativa vigente de aplicación, definen todos los requisitos técnicos de las actuaciones que integran el Proyecto constructivo que nos ocupa. En él se encuentra la descripción general y localización de las actuaciones, las procedencias y condiciones que han de cumplir los materiales y las instrucciones para la ejecución, medición y valoración de las operaciones de construcción y conservación; y constituyen la norma y guía que ha de seguir el Contratista.

La estructuración y articulado del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se ha realizado en correspondencia con el Pliego General PG-3, explicitándose los Artículos en los que se introduce alguna modificación o prescripción complementaria a las de éste. Para los Artículos a los que no se haga referencia se entenderá que se mantienen las prescripciones del PG-3, con las salvedades mencionadas.

En caso de discrepancia entre ambos Pliegos prevalecerá lo prescrito en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

100.1.1 Ámbito de aplicación

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares complementado con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (en adelante, PG-3), y las modificaciones a él efectuadas, incluso a nivel de Orden Circular, será de aplicación en la construcción, dirección, control e inspección de las obras del siguiente Proyecto:

Proyecto: "Diseño de Puente arco para carretera", ubicado en el municipio de A Ría, en la provincia de Ourense.

Dicho proyecto está subsidiariamente relacionado con el Proyecto "Autovía A-76. Tramo: Ponferrada-Ourense", subtramo 4: Villamarín, cuya clave es EI-1-E-177.

Artículo 101. DISPOSICIONES GENERALES

101.1 Dirección de las obras

Las funciones que se asignan al Ingeniero Director de las obras, han de entenderse referidas al Facultativo de la Administración, Director de Obra, auxiliado por los colaboradores a sus órdenes, que integran la Dirección de Obra.

El Director de Obra, con titulación adecuada y suficiente, es directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de Obra y las que asigne la legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan, explícitamente, en orden que conste en el correspondiente "Libro de Órdenes" de Obra.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que al indicar Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables. El control y la vigilancia de las obras será ejercida por la persona o empresa por ella designada.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras, que fundamentalmente afecten a sus relaciones con el Contratista, son las indicadas en el apartado 101.3 del PG-3. Funciones del Director.

101.2 Personal del contratista

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

El adjudicatario está obligado a adscribir, con carácter exclusivo y con residencia a pie de obra, un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y un Ingeniero Técnico de obras Públicas, sin perjuicio de que cualquier otro tipo de técnicos tengan las misiones que les correspondan, quedando el primero como representante de la Contrata ante la Administración.

El Ingeniero Director podrá exigir que no se trabaje si no hay nombrado, aceptado y presente, un Delegado de obra del contratista (en lo sucesivo Delegado), un responsable a pie de obra de la Oficina Técnica y un responsable de Seguridad y Salud, siendo la responsabilidad de la demora y sus consecuencias, en tal caso, de cuenta del Contratista.

101.3 Órdenes al Contratista

Se entiende que todas las relaciones entre la Administración y el Contratista serán canalizadas mediante el Ingeniero Director y el Delegado del Contratista.

El Delegado deberá acompañar al Ingeniero Director de las Obras en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba del mismo, incluso en presencia suya, por ejemplo, para aclarar dudas, si así lo requiere dicho Director.

El Delegado tendrá la obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de la obra e informar al Ingeniero Director de las Obras en todo momento a su requerimiento, o sin él si fuese necesario. También es responsable de que todas las comunicaciones del Director de las Obras estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluyen en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

Se abrirá el "Libro de Órdenes" por el Ingeniero Director y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita al Ingeniero Director. Se cumplirá, respecto al "Libro de Órdenes", lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales (PCAG).

101.4 Libro de incidencias

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Ingeniero Director de las obras considere oportunos, y entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales, así como temperatura ambiente máxima y mínima.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados, con resumen de los resultados o relación de los documentos en que éstos se recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y en qué tajo y cuál meramente presente y cuál averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en localidad o en el ritmo de ejecución de la obra.

El "Libro de Incidencias" permanecerá custodiado en obra por el Contratista. Como simplificación, el Ingeniero Director de las obras podrá disponer que estas incidencias figuren en "Partes de Obra" diarios, que se custodiarán ordenados como Anejo al "Libro de Incidencias".

El Director vigilará el cumplimiento riguroso de las Cláusulas 8, 9 y 10 del PCAG.

101.5 Normas y disposiciones aplicables de tipo general.

Además del presente Pliego y subsidiariamente con respecto a él, serán de aplicación de las normas vigentes siguientes, y sus modificaciones posteriores:

101.5.1 Normativa administrativa general

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3854/1970 de 31 de Diciembre, en lo que no se oponga a lo establecido en la Ley 13/1995 de 18 de mayo.
- Reglamento General de Contratación del Estado (R.D. 1098/2001).
- Reglamento General de Carreteras 1812/1994 (BOE 228 DE 23.9.94), y los R.D. 1911/1997 (BOE del 9 de enero), 597/1999 (BOE del 29 de abril) Y 114/2001 (BOE del 21 de febrero).
- Ley 16/1987 de 30 de julio de ordenación de los Transportes Terrestres, y modificaciones posteriores, DE 18.09.93, 26.03.98 Y 11.06.99.
- R.D. 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres (BOE nº 241 de 08.10.90) y modificaciones posteriores: R.D. 780/2001, de 6 de julio; O.M. de 02 .08.01; O.M. de 19.10.01 y R.D. 366/2002, de 19 de abril.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/86 de 11 de Abril.
- Estatuto de los Trabajadores. R.D. 1/1995 de 24 de marzo y modificaciones posteriores: LEY 60/1997, de 19 de diciembre; R.D. 488/1998, de 27 de marzo; R.D. 1659/1998, de 24 de julio; R.D. 2720/1998, de 18 de diciembre; LEY 24/1999, de 6 de julio y LEY 33/2002, de 5 de julio.
- Decreto 3410/1975, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado (BOE del 27 y 29 de diciembre). Vigente en la parte no derogada por la Ley 13/1995, de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas (disposición derogatoria única de la citada Ley) y las afecciones correspondientes.
- Ley 13/2003, de 23 de mayo, reguladora del contrato de concesión de obras públicas (BOE del 24). Modifica las leyes de Contratos de las Administraciones Públicas, de Autopistas, de Costas y de Aguas.

- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/61 de 30 de Noviembre y sus modificaciones posteriores.

101.5.2 Normativa técnica

• Expropiaciones

- Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (BOE del 17) y sus posteriores modificaciones.
- Decreto, de 26 de abril de 1957, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Expropiación Forzosa (BOE del 20 de junio).
- Proyecto de Real Decreto por el que se aprueban las normas técnicas de valoración catastral de los bienes inmuebles de características especiales, de 1 de junio de 2007.
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

• Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE del 10 de noviembre).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción (BOE de 25 de octubre).
- Resolución de 5 de marzo de 1999, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes, sobre delegación de competencias de atribuciones en materia de seguridad y salud en las obras de carreteras en los Jefes de Demarcación de Carreteras del Estado (BOE del 25 de marzo).
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera (de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento).

• Carreteras

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras (BOE del 30 de septiembre).
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras (BOE del 23). Modificado por el Real Decreto 1911/1997, de 19 de diciembre, (BOE del 10 de enero de 1998), por el Real Decreto 597/1999, de 16 de abril (BOE del 29 de abril de 1999) y por el Real Decreto 114/2001, de 9 de

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

febrero BOE del 21 de febrero de 2001). La Orden de 16 de diciembre de 1997 del Ministerio de Fomento desarrolla algunos de sus artículos.

- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. Edición actualizada a 1 de enero de 2007

• Drenaje

- Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día (datos hasta 1970), Dirección General de Carreteras.
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, Dirección General de Carreteras, mayo de 1987.
- Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1997.
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Orden, de 21 de junio de 1965, por la que se aprueba la Norma 5.1-IC sobre drenaje (BOE del 17 de septiembre). Vigente en la parte no derogada por la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de 1990.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial de la instrucción de carreteras (BOE del 10 de marzo).
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera. En la práctica sustituye a la Norma 5.1-IC en su parte de drenaje subterráneo.

• Geología y geotecnia

- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.
- Orden Circular 314/90 TyP, de 28 de agosto, sobre normalización de los estudios geológicos y geotécnicos a incluir en anteproyectos y proyectos.

• Obras de paso: puentes y estructuras

- Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales. Dirección General de Carreteras, mayo de 2000.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las Acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera (IAP-11)
- Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07).
- Real Decreto 997/2002, de 22 de septiembre, aprueba la Norma de Construcción sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la «Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)» (BOE del 22 de agosto).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la «Instrucción de Acero Estructural (EAE)» (BOE del 23 de junio).
- Recomendaciones para el proyecto de Puentes Mixtos para carreteras RPX-95. Dirección General de Carreteras, 1995.
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Nota de Servicio de la Subdirección General de Construcción, de 28 de julio de 1992, sobre losas de transición en obras de paso.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera, publicadas por la Dirección General de Carreteras en 1982.
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera, Dirección General de Carreteras, 1995.

• **Sistemas de contención de vehículos**

- Nota de Servicio 1/95 SGC sobre bases de cálculo y diseño de pretilas en puentes de carretera.
- Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos, aprobadas por Orden Circular 321/95, de 12 de diciembre de 1995.
- Nota de servicio 4/2001, pintura de barandas.
- Impermeabilización de tableros de puentes. Cedex, 1982.
- Orden Circular 23/2008 sobre criterios de aplicación de pretilas metálicas en puentes de carretera, de la Dirección General de Carreteras, aprobada el 30 de julio de 2008.

• **Firmes y pavimentos**

- Secciones de firme Norma 6.1 IC Instrucción de carreteras, Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre (BOE de 12 de diciembre de 2003).

- Nota de servicio 5/2006 sobre Explanaciones y Capas de Firme tratadas con cemento, Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU). Julio 2007, Ministerio de Fomento
- Orden Circular 24/2008 sobre el pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3). Artículos: 542-Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543-Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas.
- Orden Circular 21bis/2009 sobre betunes mejorados y betunes modificados de alta viscosidad con caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) y criterios a tener en cuenta para su fabricación in situ y almacenamiento en obra, aprobada el 23 de marzo de 2009

• **Señalización**

- Real Decreto 2296/1981, de 3 de agosto, sobre señalización de carreteras, aeropuertos, estaciones ferroviarias, de autobuses y marítimas y servicios públicos de interés general en el ámbito territorial de las Comunidades Autónomas (BOE del 9 de octubre).
- Catálogo de señales de circulación, Dirección General de Carreteras, noviembre de 1986.
- Nota de Servicio de la Subdirección General de Conservación y Explotación, de 15 de febrero de 1993, sobre condiciones de diseño y ubicación de carteles informativos permanentes de denominación de carreteras de la Red del Estado.
- Manual del sistema de señalización turística homologada de la Red de Carreteras del Estado. (1ª edición) Enero 2000.
- Orden FOM/534/2014 de 20 de marzo de 2014 por la que se aprueba la Norma 8.1- IC Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras (BOE de 5 de abril de 2014).
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2- IC sobre marcas viales, (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre).
- Orden Circular 304/89 MV, de 21 de julio, sobre proyectos de marcas viales.
- Orden, de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado (BOE del 18 de septiembre). Esta Orden ha sido modificada parcialmente por el Real Decreto 208/1989, de 3 de febrero, (BOE del 1 de marzo) por el que se

añade el artículo 21 bis y se modifica la redacción del artículo 171.b) A del Código de la Circulación.

- Manual de ejemplos de señalización de obras fijas. Dirección General de Carreteras, 1997
- (Serie monográfica). Como aplicación de la Norma 8.3-IC sobre Señalización de Obras.
- Orden Circular 309/90 CyE, de 15 de enero, sobre hitos de arista.
- Orden Circular 35/2014 Sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
- **Medición y valoración**
 - Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento.
 - Orden Circular 307/89 G, de 28 de agosto, sobre normalización de los documentos a entregar por Contratistas y Consultores en cuanto a certificaciones, mediciones y presupuestos.
 - Nota de Servicio, de 7 de mayo de 1997, sobre redacción de presupuestos ajustándose a los precios de mercado.
 - Comunicación nº 3/75, de julio, sobre cálculo, medición y valoración de obras de paso.
 - Orden FOM/1824/2013, de 30 de septiembre, por la que se fija el porcentaje a que se refiere el artículo 131 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, a aplicar en el Ministerio de Fomento.
 - Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

Y, en general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Será de responsabilidad del Contratista conocerlas y cumplirlas, sin poder alegar, en ningún caso, que no se le haya hecho comunicación explícita.

101.6 Contradicciones, confusiones, omisiones o errores

En caso de contradicción o confusión entre distintos documentos del Proyecto, o entre éste y disposiciones de rango superior o más generales se adoptará la decisión que ordene el Director, quien se basará en la prevalencia de lo particular sobre lo general, de lo concreto sobre lo abstracto y de lo usual frente a lo excepcional, todo ello sin perjuicio de los derechos que pudieran corresponder al Contratista acordes con la legislación vigente. Dentro del proyecto, lo no especificado de otra manera por el contrato y sus documentos contractuales anejos, o la legislación vigente, las contradicciones, omisiones e inexactitudes se resolverán por parte de la Dirección de Obra, siendo el orden de prelación el siguiente, de mayor a menor: Pliego, Planos, Presupuesto Memoria y Anejos.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que se pudieran advertir en el Proyecto con anterioridad al Acta de Comprobación del Replanteo, bien por el Director, bien por el Contratista, deberán reflejarse en dicha Acta.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo a lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y las indicaciones que sobre el particular señale el Director, quien se basará en las especificaciones que al respecto señalen los Reglamentos e Instrucciones vigentes, así como las Normas de carácter general especificadas en el Art. 101.5 de este Pliego, siempre respetando el sistema de prevalencias descrito en el párrafo 1º de este artículo.

Artículo 102. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

102.1 Descripción general

El presente Proyecto comprende la construcción de dos estructuras gemelas, que permitirá que la Autovía A-76, tramo Ponferrada-Ourense, subtramo IV: Villamartín, atraviese el *Regueiro da Rúa*, en el término municipal de A Rúa (Ourense).

De acuerdo a los planos del estudio informativo del trazado de dicha autovía, el PK donde se ubicará este viaducto es el 37+500, contando el origen desde Ponferrada.

Cada estructura tendrá una longitud de tablero hiperestático de 340 metros, y una anchura de 11,50 metros, quedando éstas separadas 9 metros contando a partir de las caras interiores de los tableros. La alineación de ambas estructuras será rectas para facilitar el cálculo.

Para evitar pilas de excesiva altura, se ejecutará un arco cuya flecha será de 40 metros, y una luz entre los arranques de 216 metros, sobre los que irán 8 vanos del tablero, cuya longitud será de 27 metros cada uno. En los viaductos de acceso al arco se mantendrá esa luz salvo en los vanos de extremo, cuya longitud será un 80% de aquellas, por tanto 21,50 metros.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

En total el tablero quedará dividido en 13 vanos, no previendo la disposición de juntas a lo largo de dicho tablero salvo en los encuentros con los estribos.

Los estribos estarán ejecutados con hormigón armado y serán del tipo cerrado, mientras que las 12 pilas (tanto las que transmiten al terreno como al arco) serán metálicas.

El viaducto tiene una pendiente longitudinal del 0,5% para evacuar el agua, siendo el punto más alto la sección que corresponde con la clave del arco, descendiendo hacia los estribos.

Los espesores de chapa en los diferentes elementos del viaducto serán de acero S275 JR, con un espesor de 30 mm, mientras que el espesor en las almas de las vigas será de 25 mm.

102.2 Tablero

Cada tablero está dividido en 2 carriles de 3,50 metros, un arcén interior de 1 metro, un arcén exterior de 2,50 metros, y dos barreras de 0,50 metros cada una, siendo el ancho total 11,50 metros.

El tablero está compuesto de una losa de hormigón armado con un espesor de 25 centímetros, apoyado sobre dos cajones metálicos cuyo canto es 1,30 metros. El ancho superior de cada cajón es de 3,25 metros, y el alma inferior 1,95 metros, y teniendo un espesor de chapa de 30 mm en alas, y 25 mm en las almas.

Sobre la losa se ejecutará una capa de rodadura cuyo espesor no será inferior a 5 cm aplicado sobre un riego de adherencia ECR-1.

102.3 Arco

El arco, que será el elemento más característico e importante del viaducto tendrá una flecha de 40 metros y una luz de 216 metros, construido en acero S275 JR, con espesores de chapa de 30 mm.

Cada viaducto contará con dos arcos idénticos, arriostrándose entre sí en el arranque de cada pila con la intención de aumentar su estabilidad frente al pandeo lateral y mejorar la colaboración para el reparto de cargas.

La sección transversal tendrá unas dimensiones de 2,50 metros de alto x 2 metros de ancho constantes durante toda su directriz.

En su arranque tendrá un ángulo sobre la horizontal de 34°.

102.4 Pilas

De cada dintel que soporta el tablero nacen dos pilas idénticas, cuyas dimensiones son 2 metros en sentido transversal del tablero, y 1,50 metros en sentido longitudinal. El espesor de la chapa es de 30 mm.

La altura de estas pilas varía entre 38,5 metros en los arranques del arco, hasta 80 centímetros en la clave del arco. Sobre el terreno tienen una altura de hasta 25,4 metros medidas sobre la cota de suelo actual.

Los aparatos de apoyo que se emplearán serán de neopreno zunchado, instalando una pareja sobre cada pila, cuyas dimensiones serán 450x500x5(4x11), siendo su altura neta 84 mm.

102.5 Estribos

En el encuentro del tablero con la cota del terreno se realizarán sendos estribos para cada estructura, de la tipología conocida como "tierra armada" o "suelo reforzado".

En el artículo 641 del presente Pliego se dan las pautas para la correcta ejecución de la unidad de obra.

102.6 Cimentación

Los elementos que transmitirán las cargas al terreno serán zapatas combinadas y rígidas, dado que para cada apoyo corresponde un par de pilas las cuales se encuentran a poca distancia entre sí. Las dimensiones de estas pilas serán 11,25x5,5x1,75.

En el arranque del arco se dispondrán zapatas de grandes dimensiones, cuya parte inferior está escalonada para transmitir cargas verticales y horizontales al terreno.

En la superficie se divisa un afloramiento rocoso formado por arenisca de grano fino y poco meteorizado, con una tensión admisible de 2,15 MPa, el cual es idóneo para cimentar dada su resistencia e integridad.

102.7 Resto de obras

El resto de las obras incluidas en el Proyecto, se ejecutarán de acuerdo con los Planos y/o, en su caso, con las órdenes del Director de las obras.

Artículo 103. INICIACIÓN DE LAS OBRAS

103.1 Inspección de las obras

Además de lo prescrito en el PCAG, se hace constar que la inspección de las obras abarca a los talleres o fábricas donde se produzcan y preparen los materiales o se realicen trabajos para las obras.

103.2 Plazo de ejecución de las obras

Las obras a que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas deberán quedar terminadas en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación para la ejecución por contrata, o en el plazo que el contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado por el contrato subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del acta o del hecho que sirva de punto de partida a dicho plazo. Cuando se fija en días, éstos serán naturales y el último se computará como entero.

Cuando el plazo se fije en meses, se contará de fecha a fecha salvo que se especifique de qué mes del calendario se trata. Si no existe la fecha correspondiente en la que se finaliza, éste terminará el último día de ese mes.

103.3 Programa de trabajos

Independientemente del Plan de Obra contenido en este Proyecto, el Contratista presentará un Programa de Trabajos en el plazo máximo de un (1) mes a partir de la Comprobación del Replanteo, que deberá ajustarse al plazo contractual, teniendo en cuenta los períodos precisos para los replanteos de detalle y los ensayos de aceptación.

En este programa de Trabajos indicará el orden en que ha de proceder, hitos parciales y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras.

El Programa de Trabajos del Contratista no contravendrá el del Proyecto y expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes.

El Programa de Trabajos formará parte del contrato y estará firmado por ambas partes siendo consiguientemente contractual su contenido.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuren en el programa de trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista está obligado a mantener en obra y en servicio

cuantos sean precisos para el cumplimiento de los objetivos intermedios y finales, o para la corrección oportuna de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y de los parciales contratados para la realización de las obras.

La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por el Director de las Obras. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación y de las penalizaciones que como consecuencia de los retrasos se planteen de acuerdo con el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

103.4 Orden de iniciación de las obras

La fecha de iniciación de las obras será aquella que conste en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del director de obra y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen, para lo cual será preceptivo que se haya firmado el acta de comprobación de replanteo y se haya aprobado el programa de trabajo por el director de obra.

Artículo 104. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

104.1 Replanteo de detalle de las obras

Una vez firmada el Acta de Comprobación del Replanteo por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí mismo las partes de obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione el Ingeniero Director en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Administración. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo de la obra a ejecutar.

El Ingeniero Director, por sí o por el personal a sus órdenes, puede realizar las comprobaciones que estime oportunas de estos replanteos. También podrá, si así lo estima conveniente, replantear directamente las partes de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales, debiendo quedar indicados en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Todos los gastos que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y aquellas que le indique el Ingeniero Director en los replanteos parciales, no pudiendo inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, el Ingeniero Director dispondrá se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otra, siendo por cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá el Ingeniero Director suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a cuenta de la inutilización de una o varias señales, hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

Cuando el Contratista haya efectuado un replanteo parcial para determinar cualquier parte de la obra general o de las auxiliares, deberá dar conocimiento de ello al Ingeniero Director para que sea comprobado, si lo cree conveniente, y para que autorice el comienzo de esa parte de la obra.

104.2 Equipos

Los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra deberán ser justificados previamente por el contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentando a la dirección de obra para su aprobación.

Dicha aprobación de la dirección de obra se referirá exclusivamente a la comprobación de que el equipo mencionado cumple con las condiciones ofertadas por el contratista y no eximirá en absoluto a éste de ser el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo habrá de mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicado a las obras del contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la dirección de obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.

El tráfico de maquinaria pesada que se producirá durante la fase de construcción, ha de planificarse utilizando aquellas rutas que resultasen menos molestas para las zonas pobladas próximas, contando para ello con las rutas que las circunvalen y, si fuera preciso, contando con la presencia de agentes que controlen el tráfico. En el caso de existir una imposibilidad técnica para conseguirlo se facilitará una circulación fluida al atravesar las zonas residenciales, limitando a su vez la velocidad máxima para minimizar en lo posible la emisión de ruidos, vibraciones y gases.

104.3 Ensayos

Además de las pruebas y ensayos derivados de la ejecución del Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC), el Director señalará la clase y el número de ensayos de contraste a realizar, bien de forma sistemática, bien puntual; el Contratista está obligado al abono de estos ensayos hasta que el coste directo de los mismos alcance el valor previsto en el Pliego de Cláusulas Administrativas. Sin perjuicio de lo dispuesto en el PCAG, el valor a abonar será de, como mínimo, el 1% del valor del Presupuesto de Ejecución Material.

Los ensayos ordenados por la Dirección de las Obras por encima del valor citado serán abonados al Contratista tan sólo si los resultados mostraran calidad y ejecución adecuadas, y no en caso contrario.

Los ensayos de materiales y de la calidad de ejecución de las obras se realizarán de acuerdo a las Normas de Ensayo del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo aprobadas por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento; y si alguno de los ensayos previstos no estuviera aún normalizado por dicho Organismo, se realizará conforme a las normas UNE de la A.S.T.M., A.A.S.H.O., DIN, o bien según se detalle en el correspondiente Artículo, o indique el Director.

Por la Dirección de la Obra no se considerarán válidos sino los resultados obtenidos por sus propios medios o por ella señalados. De ese modo no serán aceptados los resultados obtenidos por medios de control del Contratista en caso de discrepancia con los de la Dirección de la Obra. La dilucidación de estos casos, a requerimiento del Contratista, se efectuará por laboratorios oficiales o aceptados por la Dirección de las Obras.

104.4 Materiales

Todos los materiales a utilizar en las obras cumplirán las prescripciones del PG-3, salvo en aquellos extremos en los que quede modificado por el presente Pliego. Sin perjuicio de lo anterior, el Ingeniero Director, determinará aquellos materiales que deban ser sometidos a ensayos antes de su aceptación, al no considerar suficiente su simple examen visual, o los certificados del suministrador en su caso.

El Contratista informará al Director sobre la procedencia de los materiales que vayan a utilizarse, con una anticipación mínima de un mes al momento del empleo, con objeto de que pueda procederse al ensayo de los que estime necesarios.

El hecho de que en un determinado momento pueda aceptarse un material, no supondrá la renuncia a su posterior rechazo, si se comprobasen defectos de calidad o de uniformidad.

En principio se considerará defectuosa la obra, o parte de obra, que hubiese sido realizada con materiales no ensayados o no aceptados expresamente por el Director.

En el caso de ser preciso el uso de algún material no incluido en el presente Pliego, el Contratista seleccionará aquel que mejor se adapte al uso que va a ser destinado y presentará cuantas muestras, informes, certificados, etc. pueda lograr de los fabricantes, al objeto de demostrar ante el Director la idoneidad del producto seleccionado. Si la información y garantías ofrecidas no fuesen suficientes a juicio del Director, éste podrá ordenar la realización de ensayos, recurriendo incluso a laboratorios especializados.

Todo material no aceptado será retirado de la obra de forma inmediata, salvo autorización expresa y por escrito del Director.

Los materiales que hayan de emplearse en obra sin que estuvieran especificados en estas Prescripciones, no podrán ser utilizados sin antes haber sido reconocidos por la Dirección de Obra, quien, podrá admitirlos o rechazarlos, según reúnan o no las condiciones que, a su juicio, sean exigibles, sin que el Contratista de las obras tenga derecho a reclamación alguna. Y si, a juicio de la Dirección de Obra, la sustitución de un material por otro no estuviese justificada y, por tanto, no se hubiese llevado a cabo, el Contratista no podrá reclamar pago alguno por los trabajos realizados y no terminados en las unidades de obra afectadas por la carencia del material cuya sustitución propuso.

Los materiales y equipos a instalar serán todos nuevos, no pudiéndose utilizar elementos recuperados de otra instalación salvo que dicha reutilización haya sido prevista en el Proyecto. El Contratista presentará a requerimiento de la Dirección de Obra, si así se le exigiese, albaranes de entrega de los elementos que aquella estime oportuno.

104.5 Acopios

El emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en sus márgenes que pudieran afectarlas, así como el de los eventuales almacenes, requerirán la aprobación previa del Director de las obras.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm.) inferiores. La no utilización de este material no dará ningún derecho de indemnización al Contratista, quedando su coste repercutido en el coste medio de los materiales. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos: las cargas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

El límite máximo fijado en los pliegos de cláusulas administrativas para el importe de los gastos que se originen para ensayos y análisis de materiales y unidades de obra de cuenta del

Contratista no será de aplicación a los necesarios para comprobar la presunta existencia de vicios.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia. Las superficies utilizadas deberán acondicionarse, una vez utilizado el acopio, restituyéndolas a su natural estado.

Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de los acopios serán de cuenta del Contratista.

104.6 Trabajos defectuosos

Las unidades de obra defectuosas, o que no cumplan estrictamente las condiciones del contrato o incorporen materiales de calidad inadecuada, no se abonarán, debiendo el Contratista, en su caso, proceder a su demolición y correcta reconstrucción, concurriendo tales gastos en el Contratista.

Si los trabajos defectuosos se considerasen aceptables a juicio del Director de Obra, el Contratista podrá optar por su demolición y reconstrucción según el párrafo anterior, o bien a conservar lo construido defectuosamente o con materiales inadecuados, con una rebaja en el precio de la totalidad de la unidad defectuosamente ejecutada o a la que se haya incorporado material de inadecuada calidad cifrada, en porcentaje, igual al triple del porcentaje de defecto, estimado éste como relación entre la diferencia entre la cualidad estimada y el límite establecido, como numerador, y el límite establecido como denominador, expresada esta relación en porcentaje. En el caso de propiedades a cumplir de modo positivo el límite establecido será el valor mínimo fijado para las mismas, y en el caso de propiedades a no sobrepasar, el límite establecido será el valor máximo definido para ellos.

De concurrir varios defectos simultáneamente, las penalizaciones por cada uno de ellos serán acumulativas.

El límite máximo de penalización, en porcentaje, se establece en el cien por ciento (100 %) del precio de la unidad de obra. El Director de las obras, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir al contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el programa de trabajo, maquinaria, equipo y personal facultativo, que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

104.7 Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones

Una vez adjudicadas las obras y aprobado el correspondiente programa de trabajo, el Contratista elaborará un Plan de Señalización, Balizamiento y Defensa de la obra en el que se analicen, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el Proyecto. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas que la Empresa adjudicataria proponga con la correspondiente valoración económica de las mismas que no deberá superar el importe total previsto en el Proyecto.

El Plan deberá ser presentado a la aprobación expresa de la Dirección de las Obras. En todo caso, tanto respecto a la aprobación del Plan como respecto a la aplicación del mismo durante el desarrollo de la obra, la Dirección Facultativa actuará de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de la Instrucción 8.3 - IC (B.O.E. del 18 de septiembre).

Mientras dure la ejecución de las obras, el Contratista señalará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas a la obra y las rellenará a la mayor brevedad, vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente en especial de noche. Fijará suficientemente las señales en todos los puntos donde sea necesario, y para que no puedan ser sustraídas o cambiadas, la permanencia y eficacia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fueran necesarios; tanto las señales como los costes laborales de éstos últimos, serán de cuenta del Contratista.

No deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una carretera sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa. Estos elementos deberán ser modificados e incluso retirados, tan pronto como varíe o desaparezca la afección a la libre circulación que originó su colocación, cualquiera que fuere el período de tiempo en que no resultaran necesarios, especialmente en horas nocturnas y días festivos. Si no se cumpliera lo anterior la Administración podrá retirarlos, bien directamente o por medio de terceros, pasando el oportuno cargo de gastos al Contratista, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlo ni, en su caso, sin restablecerlos.

La responsabilidad de los accidentes ocurridos por la inobservancia de lo exigido en este Artículo será, por entero, del Contratista, quien deberá, además reparar a su cargo los daños locales en las unidades de obra ejecutadas y sobre las que ha de pasar el tráfico, para garantizar la seguridad vial de éste y dejar la unidad correctamente terminada.

Observará, además, el Contratista cuantas disposiciones que el Ingeniero Director de las obras le ordene, teniendo como objeto garantizar la seguridad del tráfico, y acatará todas las disposiciones que dicte el facultativo arriba indicado por sí o por persona en quien delegue con objeto de asegurar la buena marcha del desarrollo de las obras desde este punto de vista.

104.8 Vertederos

La identificación, propuesta y definición de los vertederos incluida en el presente Proyecto de construcción, lo es a título orientativo. Así pues es responsabilidad del Contratista la identificación y gestión de las expropiaciones y/o servidumbres a que dieran lugar, así como a la completa reposición topográfica y medioambiental, por lo que será condición necesaria para la actuación del Contratista, en los terrenos de los vertederos que definitivamente se ejecuten, el permiso por escrito del propietario de los mismos, así como la aprobación oficial de la Agencia del Medio Ambiente.

Todas estas gestiones deberán ser realizadas con la debida antelación para no afectar al cumplimiento del plazo de ejecución de la Obra.

El Director de Obra podrá prohibir la utilización de un vertedero si a su juicio atenta contra el paisaje, el entorno o el medioambiente, sin que ello suponga alteración alguna en los precios. Los gastos que se deriven de las servidumbres de paso no serán de abono independiente considerándose incluidos en los precios de las diferentes unidades de obra.

Sólo una vez terminadas todas las operaciones de vertido, el Contratista llevará a cabo la restitución de la zona.

104.9 Yacimientos y préstamos

Los materiales de relleno procederán, en su mayor parte, preferentemente de los préstamos y yacimientos recomendados en el Proyecto, tanto por las características exigibles a los materiales como por consideraciones medioambientales.

La búsqueda de yacimientos y préstamos y su abono a los propietarios es de cuenta del Contratista, así como la autorización para la explotación de los Organismos competentes. La identificación, propuesta y definición de los yacimientos y préstamos incluida en el presente Proyecto de construcción, lo es a título orientativo.

Al igual que ocurre con la gestión para la utilización de los vertederos, deberán ser realizadas con la debida antelación para no afectar al cumplimiento del plazo de ejecución de la Obra.

Cualquier modificación sobre zonas de préstamo a lo previsto en proyecto que proponga el Contratista deberá ser aprobado previamente por el Ingeniero Director y no supondrá, en ningún caso, modificación al alza sobre los precios unitarios afectados por dicho cambio, incluidos en los Cuadros de Precios.

El Director de Obra podrá prohibir la explotación de un préstamo si, a su juicio, atenta contra el paisaje, el entorno o el medioambiente, sin que ello suponga alteración alguna en los precios.

104.10 Oficina de Obra

Se prescribe la obligación por parte del Contratista de poner a disposición del Ingeniero Director, las dependencias suficientes (dentro de su oficina de obra) para las instalaciones que pueda necesitar para el control y vigilancia de las obras.

104.11 Acceso a la obra

Las rampas y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el contratista, bajo su responsabilidad y por su cuenta. La dirección de obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El contratista deberá presentar un plano con los caminos de acceso, teniendo en cuenta la mínima afección al entorno natural y deberá ser sometido a la aprobación de la dirección de obra.

El contratista procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas y a su posterior restauración de acuerdo con las condiciones técnicas y materiales descritos.

El contratista quedará obligado a reconstruir por su cuenta todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, accesos y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, calles etc. Y retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

Los caminos o accesos estarán situados, en la medida de lo posible, fuera del lugar de emplazamiento de las obras definitivas. En el caso excepcional de que necesariamente hayan de producirse interferencias, las modificaciones posteriores necesarias para la ejecución de los trabajos serán a cargo del Contratista.

La Dirección de obra y sus colaboradores acreditados, bien de la propia Administración, bien de una eventual asistencia técnica para vigilancia y control de la obra, tendrán libre acceso a cualquier parte de la obra o de sus instalaciones auxiliares, excluyéndose únicamente las dependencias administrativas (salvo el o los despachos habilitados para la Dirección de obra, y las instalaciones sanitarias), debiendo facilitar dicho acceso tanto el Contratista como cualquiera de sus colaboradores.

El Contratista es responsable de limitar el acceso de toda persona ajena a la obra que no tenga autorización expresa de la Dirección de obra. También estará obligado a señalar expresamente los caminos de acceso de la obra indicando la circunstancia anterior.

104.12 Conservación de las Obras durante el Plazo de Garantía

Se define como conservación de las obras todos los trabajos de limpieza, acabado, entretenimiento y reparación, así como cuantos trabajos sean necesarios para mantener las obras en perfecto estado de funcionamiento.

El Contratista está comprometido a conservar, a su costa, durante la ejecución y hasta su recepción, todas las obras que integran este proyecto incluidas las modificaciones debidamente aprobadas así como las carreteras y servidumbres afectadas, desvíos provisionales, señalizaciones existentes y de obra, y todos los elementos auxiliares, manteniéndolos en óptimas condiciones de viabilidad.

Asimismo queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía que, en su momento, se fije en el Contrato.

A estos efectos, no serán computables las obras que hayan sufrido deterioro por negligencia u otros motivos que le sean imputables al contratista o por cualquier causa que pueda considerarse como evitable.

104.13 Limpieza final de las obras

Terminadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificaciones construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, serán removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

De manera análoga serán tratados los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras que se abandonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Artículo 105. RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA

105.1 Daños y perjuicios

El Contratista indemnizará por su cuenta todos los daños causados a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera la ejecución de las obras.

Cuando tales perjuicios hayan sido ocasionados como consecuencia inmediata y directa de una orden de la Administración, será ésta responsable de dichos daños en cuyo caso, la Administración podrá exigir al Contratista la reparación material del daño causado por razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se abonen los gastos que tal reparación ocasionen.

105.2 Objetos encontrados

La Dirección de la Obra o, en su caso, el Contratista y antes de comenzar las obras contactarán para avisar del comienzo de la actividad a la instancia administrativa responsable del Patrimonio y estarán a lo que ella disponga sobre protección concreta de los elementos patrimoniales, monumentos, edificios de interés, áreas con restos, etc.

Independientemente de lo anterior, se señalarán con barrera y cartel los elementos que queden en la zona de influencia de la obra, hasta donde pueda llegar la maquinaria, las proyecciones de una voladura, etc.

Si durante las excavaciones se encontrasen restos arqueológicos, se suspenderán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección de las Obras, quien, en el plazo más breve posible y previo asesoramiento externo, confirmará o levantará la suspensión de cuyos gastos, en su caso, podrá reintegrarse el Contratista.

El Contratista está también obligado a advertir a su personal de los derechos del Estado sobre este extremo, siendo responsable subsidiario de las sustracciones o desperfectos que pueda ocasionar el personal empleado en la obra.

105.3 Evitación de contaminaciones

El Contratista está obligado a cumplir las órdenes de la Dirección de las Obras cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas y en general cualquier clase de bien público o privado que pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terreno de propiedad del Contratista, dentro de los límites impuestos en las disposiciones vigentes sobre Medio Ambiente.

Serán por cuenta del Contratista las consideraciones expuestas en los apartados del Plan de Acciones Correctoras Genéricas susceptibles de aplicación en la ejecución de la obra, así como en las disposiciones generales del Anejo de Estudio Ambiental y Medidas Correctoras del presente proyecto.

105.4 Permisos y licencias

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de las correspondientes a la Expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

Además de lo anterior el Contratista deberá de atender las inspecciones oficiales y conseguir las autorizaciones de puesta en marcha de las reposiciones de los servicios afectados ante los propietarios y/o los organismos competentes.

Asimismo serán a su cargo el anuncio, los carteles de obra, el pago de las tasas oficiales y los gastos por recepción y liquidación previstos.

Artículo 106. MEDICIÓN Y ABONO

106.1 Medición de las obras

Para cada unidad de obra se define en este Pliego su medición y abono para proceder en su momento al cálculo de las certificaciones mensuales y para en caso de rescisión del contrato por causas achacables a la Administración, calcular el costo de la obra realizada.

Todos los materiales, medios y operaciones necesarios para la ejecución de las unidades de obra se consideran incluidos en el precio de las mismas, a menos que en la medición y abono de la correspondiente unidad se diga explícitamente otra cosa.

El suministro, transporte y colocación de los materiales, salvo que se especifique lo contrario, está incluido en la unidad, por tanto no es objeto de abono independiente.

La forma de realizar la medición y las unidades de medida a utilizar serán las definidas en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Cuando el Pliego indique la necesidad de pesar material, el Contratista deberá situar las básculas o instalaciones necesarias, debidamente calibradas, en los puntos que designe la Dirección de Obra. Dichas instalaciones o básculas serán a costa del Contratista, salvo que se especifique lo contrario en los correspondientes documentos contractuales. Su utilización deberá ir precedida de la correspondiente aprobación del Director.

El sistema a seguir será tal que no se iniciará una fase de obra sin que previamente esté medida y conformada la anterior. Si el Contratista iniciara la fase de obra siguiente sin haber conformado la fase anterior, se entenderá que presta implícitamente su conformidad a las mediciones del Ingeniero Director de las obras.

Como consecuencia, no procederá reclamación alguna por parte del Contratista con posterioridad a la conformación de la medición parcial correspondiente, o sobre la medición de una fase de obra en la que se haya iniciado la fase siguiente. Cualquier reclamación que sobre la medición correspondiente pretenda hacer el Contratista, ha de ser efectuada en el acto de la medición parcial y le obliga automáticamente a la paralización del tajo correspondiente.

106.2 Abono de las obras

106.2.1 Certificaciones de obra ejecutada

El Ingeniero Director de las Obras expedirá y tramitará las certificaciones de la obra ejecutada, en los diez días siguientes del período a que correspondan, tomando como base la relación valorada.

El Contratista podrá desarrollar los trabajos con más rapidez previa autorización del Director de las obras, pero no podrá percibir en cada año, una cantidad de dinero mayor que la consignada en la anualidad correspondiente.

El Ingeniero Director podrá exigir las modificaciones necesarias en el Programa de Trabajos, de forma que la ejecución de las unidades de obra que deban desarrollarse sin solución de continuidad no se vea afectada por la aceleración de parte de dichas unidades.

106.2.2 Precios unitarios

Los precios unitarios recogidos en cifra y en letra en el Cuadro de Precios nº 1 son los que servirán de base para el abono de las unidades de obra ejecutadas en el Contrato de ejecución de obras. Dichos precios incluyen en cualquier caso, el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales precisos para la ejecución de las unidades de obra correspondientes hasta la correcta y completa terminación de las mismas.

Incluyen asimismo todos los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos auxiliares, transporte, herramientas y todas las operaciones precisas para la completa terminación de las obras.

106.2.3 Abono de las obras completas

Todos los materiales y operaciones expuestos en cada artículo de este Pliego así como del PG-3 correspondientes a las unidades incluidas en los Cuadros de Precios n1^o están incluidas en el precio de la misma, a menos que en la medición y valoración de esa unidad se diga explícitamente otra cosa.

El contratista no puede, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar modificación alguna de los precios señalados en letra, en el Cuadro de Precios nº 1, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados con la baja correspondiente, según la mejora que se hubiese obtenido en la subasta.

Todas las unidades de obra de este Pliego se abonarán de acuerdo con los precios unitarios del Cuadro de Precios nº 1 del proyecto, considerando incluidos en ellos todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares o cualquier otro necesario para la ejecución completa de las citadas unidades.

106.2.4 Abono de las obras incompletas

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del Cuadro de precios nº 2, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio.

Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono cuando esté acopiado la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida, ya que el criterio a seguir ha de ser que sólo se consideran abonables partes de obra con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

106.2.5 Otros gastos de cuenta del Contratista

Serán de cuenta del Contratista la elaboración y correspondiente pago de los Proyectos que haya que realizar para conseguir los permisos para la puesta en marcha de las instalaciones, entendiéndose que dichos pagos van incluidos en las unidades de obra correspondientes.

Así mismo, serán de cuenta del Contratista la indemnización a los propietarios de los derechos que les correspondan y todos los daños que se causen en la explotación de canteras, la extracción de tierras para la ejecución de terraplenes, el establecimiento de almacenes, talleres o depósitos, los que se originen con la habilitación de caminos y vías provisionales para el transporte y, en general, cualquier operación que se derive de la propia ejecución de las obras.

También serán a cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiere lugar por perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización o protección insuficiente o defectuosa, así como los gastos de vigilancia para el perfecto mantenimiento de las medidas de seguridad.

De igual forma, serán de cuenta del Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por perjuicios que se ocasionen a terceros por interrupción de servicios públicos a particulares,

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

daños causados en sus bienes por aperturas de zanja, desvíos de cauces, explotación de préstamos y canteras, establecimiento de almacenes, talleres, depósitos de materiales y maquinaria y cuantas operaciones requieran la ejecución de las obras.

En los casos de rescisión de contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, serán de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

106.3 Excesos de obra

Cualquier exceso de obra que no haya sido autorizado por escrito por el Ingeniero Director no será de abono.

El Ingeniero Director podrá decidir, en este caso, que se realice la restitución necesaria para ajustar la obra a la definición del Proyecto, en cuyo caso serán de cuenta del Contratista todos los gastos que ello ocasione.

106.4 Precios contradictorios

Si fuera necesario establecer alguna modificación que obligue a emplear una nueva unidad de obra, no prevista en los Cuadros de Precios, se determinará contradictoriamente el nuevo precio, de acuerdo con las condiciones generales y teniendo en cuenta los precios de los materiales, precios auxiliares y Cuadros de Precios del presente proyecto

106.5 Partidas alzadas

Previa a su ejecución se presentará valoración justificada y detallada, y descripción completa de su alcance, para su aprobación por la Dirección Facultativa.

106.5.1 Partidas alzadas de abono íntegro

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al precio que aparece en el Cuadro de Precios nº 1 para la unidad terminada. El Contratista está obligado a la ejecución de las mismas al precio allí establecido, no pudiendo reclamar ningún sobrepeso a las mismas.

Artículo 110. SEGURIDAD Y SALUD**110.1 Definición**

Se define como Seguridad y Salud a las medidas y precauciones que el Contratista está obligado a realizar y adoptar durante la ejecución de las obras para prevención de riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación,

conservación, entretenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

110.2 Estudio de Seguridad y Salud

Complementa este Proyecto un Estudio de Seguridad y Salud en el que se establecen los elementos de seguridad con los que se debe dotar los tajos y las instalaciones de obra y los servicios de atención al personal para salvaguardar su salud. En dicho estudio se miden dichos elementos, se valora su coste y se establece un presupuesto cuyo importe total figura en el Presupuesto General.

El Pliego de Condiciones incluido en el Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto tiene carácter contractual y, por lo tanto, es de obligado cumplimiento para las obras aquí definidas.

El abono del Presupuesto correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud se realizará de acuerdo con el correspondiente Cuadro de Precios que figura en el mismo o en su caso en el Plan de Seguridad y Salud aprobado por la Administración y que se considera Documento del Contrato a dichos efectos.

Dada la carga de trabajo que acarrea realizar el Estudio de Seguridad y Salud, y pese a la obligatoriedad de incluirse un Proyecto de este tipo, no se redactará dada la finalidad académica de este Trabajo.

110.3 Plan de Seguridad y Salud

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, en el presente Proyecto, el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud ajustado a su forma y medios de trabajo, en el que no se rebajen los niveles de protección previstos en el Estudio, pero que puede diferir de éste presentando medidas alternativas ajustadas a su forma y medios de trabajo.

Si presenta medidas alternativas respecto del Estudio, debe contener mediciones y precios unitarios que permitan su valoración, así como un pliego en que se fijen las condiciones que deben cumplir dichas unidades. Si no las presenta, registrarán las mediciones, precios y condiciones del Estudio que pasarán a formar parte del Plan.

El Plan debe ser aprobado por la Administración.

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Las unidades que constituyen el "Plan de Seguridad y Salud" aprobado se medirán en la forma que establezca su Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se abonarán según los precios de su Cuadro de Precios.

Parte.II: MATERIALES BÁSICOS

Capítulo I: CONGLOMERANTES

Artículo 202. CEMENTOS

202.1 Definición

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

202.2 Condiciones generales

Los cementos utilizables son aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC08 del 2009), correspondan a la clase resistente 32.5 o superior y cumplan las limitaciones de siguiente tabla:

| Tipo de Hormigón | Tipo de Cemento |
|-----------------------------|--|
| Hormigón en masa/nivelación | CEM I 32,5 N |
| Hormigón armado | II/A-P 42,5N en cimentaciones CEM I 42,5 N en alzados |

El cemento cumplirá las condiciones específicas en cuanto a tiempos de fraguado y contenido en Aluminato Tricálcico en el Artículo 202 del PG3, así como a lo establecido en la "Instrucción para la recepción de cementos" vigentes.

La modificación del tipo de cemento no será motivo de aumento de precio de la unidad de obra donde se utilice.

202.3 Transporte y almacenamiento

El cemento será transportado en cisternas presurizadas y dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad y provistos de sistemas de filtros.

El cemento no llegará a obra excesivamente caliente. Si su manipulación se realizara por medios neumáticos o mecánicos, su temperatura no excederá de setenta grados Celsius (70 °C), y si se realizara a mano, no excederá del mayor de los dos límites siguientes:

- Cuarenta grados Celsius (40 °C).
- Temperatura ambiente más cinco grados Celsius (5 °C).

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según la UNE 80 114.

El Director de las Obras podrá comprobar, con la frecuencia que crea necesaria, las condiciones de almacenamiento, así como los sistemas de transporte y trasiego en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del saco, silo o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime convenientes de las exigidas en este artículo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en la vigente "Instrucción para la recepción de cementos (RC-97)" o normativa que la sustituya.

202.4 Suministro e identificación

Cada remesa de cemento que llegue a obra irá acompañada de un albarán con documentación anexa conteniendo los datos que se indican en el apartado 9.b) de la vigente «Instrucción para la recepción de cementos (RC-97)» o normativa que la sustituya. Adicionalmente, contendrá también la siguiente información:

- Resultados de análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca, según la UNE 80 403.
- Fecha de expedición del cemento desde la fábrica. En el caso de proceder el cemento de un centro de distribución se deberá añadir también la fecha de expedición desde dicho centro de distribución.

202.5 Control de calidad

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 202.5.3 del presente artículo, en bloque, a la cantidad de cemento del mismo tipo y procedencia recibida semanalmente, en suministros continuos o casi continuos, o cada uno de los suministros, en suministros discontinuos.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

De cada lote se tomarán dos (2) muestras, siguiendo el procedimiento indicado en la vigente «Instrucción para la recepción de cementos (RC-97)» o normativa que la sustituya; una para realizar los ensayos de recepción y otra para ensayos de contraste que se conservará al menos durante cien (100) días, en un lugar cerrado, donde las muestras queden protegidas de la humedad, el exceso de temperatura o la contaminación producida por otros materiales. Cuando el suministrador de cemento lo solicite, se tomará una tercera muestra para éste.

Además, una (1) vez cada tres (3) meses y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo, clase resistente de cemento, y cuando lo especifique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras, se realizarán obligatoriamente los mismos ensayos indicados anteriormente como de recepción.

202.6 Criterios de aceptación y rechazo

El Director de las Obras indicará las medidas a adoptar en el caso de que el cemento no cumpla alguna de las especificaciones establecidas en el presente artículo.

202.7 Medición y valoración

El cemento, en general, no será objeto de abono independiente, por considerarlo incluido en el precio de las diferentes unidades de obra de las que forma parte, excepto cuando se indique lo contrario en aquellas unidades que así lo especifiquen, en estos casos se medirá y abonará por toneladas al precio fijado en el Cuadro de Precios nº 1.

Capítulo II: LIGANTES BITUMINOSOS

Artículo 211. BETUNES ASFÁLTICOS

211.1 Definición

Se definen como betunes asfálticos los ligantes hidrocarbonados sólidos o viscosos, preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o "cracking" de petróleo o presentes en los asfaltos naturales, que contienen una baja proporción de productos volátiles, poseen propiedades aglomerantes características, siendo muy viscosos o casi sólidos a temperatura ambiente y son esencialmente solubles en sulfuro de carbono y en tolueno.

211.2 Condiciones generales

Este material cumplirá todas las especificaciones recogidas con carácter general en el capítulo correspondiente del PG-3 (Artículos 211 y 212), revisado por la O.C. 29/2011.

Los betunes asfálticos deberán llevar obligatoriamente el marcado CE y la correspondiente información que debe acompañarle, así como disponer de certificado de control de producción en fábrica expedido por un organismo notificado y de la declaración de conformidad CE elaborada por el propio fabricante, todo ello conforme a lo establecido en el Anejo ZA de las siguientes normas armonizadas:

- UNE EN 12591. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de betunes para pavimentación.
- UNE EN 13924. Betunes y ligantes bituminosos. Especificaciones de los betunes duros para pavimentación.

Se empleará betún asfáltico de tipo 50/70 (denominación según Art. 211 revisado) en la capa de rodadura.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción y de residuos de construcción y demolición.

211.3 Transporte y almacenamiento

El Contratista comunicará al Ingeniero Director, con suficiente antelación, la forma de transporte que va a utilizar, con objeto de obtener la aprobación correspondiente. En ningún momento, durante su transporte, manipulación o empleo, sobrepasará la temperatura de 160

grados Cº, para evitar su oxidación. Para ello, el Contratista dispondrá termómetros adecuados. Cualquier partida que no cumpla esta limitación será rechazada.

El betún asfáltico se almacenará en uno o varios tanques, adecuadamente aislados entre sí, que deberán estar provistos de bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y que contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios, situados en puntos de fácil acceso.

Los tanques deberán ser calorífugos y estar provistos de termómetros situados en puntos bien visibles y dotados de su propio sistema de calefacción, capaz de evitar que, por cualquier anomalía, la temperatura del producto se desvíe de la fijada para el almacenamiento en más de diez grados Celsius (10 °C). Asimismo, dispondrán de una válvula adecuada para la toma de muestras.

211.4 Control de recepción

El acopio previo de estos materiales, está limitado al de los tanques o silos de que disponga la instalación de fabricación de las mezclas bituminosas y por tanto se realizará a la llegada de las cisternas de ligante.

A la recepción de cada partida de llenado, se llevará a cabo una toma de muestras según la Norma NLT-121/1986 y sobre ella se procederá a medir su penetración según la Norma NLT-124/1.984.

Obtenido el valor P de la penetración según la norma anterior para la identificación del betún, se asegurarán los criterios del apartado 211.4 del PG-3.

Con independencia de lo anteriormente establecido, y si el Director de Obra lo estima convenientemente, se llevarán a cabo las series de ensayos que considere necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este Pliego.

En el caso de emplear adiciones, la empresa suministradora de los mismos, dará por escrito sus recomendaciones sobre el empleo del material.

Cada cisterna de betún asfáltico que llegue a obra irá acompañada de un albarán y la información relativa al etiquetado y marcado CE, conforme al Anejo ZA correspondiente.

El albarán contendrá explícitamente, al menos, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha de fabricación y de suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra.
- Denominación comercial, si la hubiese, y tipo de betún asfáltico suministrado de acuerdo con la denominación especificada en el presente artículo.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Nombre y dirección del comprador y del destino.
- Referencia del pedido.

El etiquetado y marcado CE deberá incluir la siguiente información:

- Símbolo del marcado CE.
- Número de identificación del organismo de certificación.
- Nombre o marca distintiva de identificación y dirección registrada del fabricante.
- Las dos últimas cifras del año en el que se fija el marcado.
- Número del certificado de control de producción en fábrica.
- Referencia a la norma europea correspondiente (UNE EN 12591 o UNE EN 13924).
- Descripción del producto: nombre genérico, tipo y uso previsto.
- Información sobre las características esenciales incluidas en el Anejo ZA de la norma armonizada correspondiente (UNE EN 12591 o UNE EN 13924):
 - Consistencia a temperatura de servicio intermedia (penetración a 25°C, según norma UNE EN 1426).
 - Consistencia a temperatura de servicio elevada (punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427).
 - Dependencia de la consistencia con la temperatura (índice de penetración, según Anexo A de la norma UNE EN 12591 o de UNE EN 13924).
 - Durabilidad de la consistencia a temperatura de servicio intermedia y elevada (resistencia al envejecimiento, según la norma UNE EN 12607-1):
 - penetración retenida, según norma UNE EN 1426
 - incremento del punto de reblandecimiento, según norma UNE EN 1427
 - cambio de masa, según norma UNE EN 12607-1
 - Fragilidad a baja temperatura de servicio (punto de fragilidad Fraass, según norma UNE EN 12593), sólo en el caso de los betunes de la norma UNE EN 12591.

El Director de las Obras podrá exigir información adicional sobre el resto de las características de la tabla de requisitos:

| Característica | UNE EN | Unidad | 15/25 | 35/50 | 50/70 | 70/100 | 160/220 | |
|--|---------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Penetración a 25°C | 1426 | 0,1 mm | 15-25 | 35-50 | 50-70 | 70-100 | 160-220 | |
| Punto de Reblandecimiento | 1427 | °C | 60-76 | 50-58 | 46-54 | 43-51 | 35-43 | |
| Resistencia al envejecimiento UNE EN 12607-1 | Cambio de masa | 12607-1 | % | ≤ 0,5 | ≤ 0,5 | ≤ 0,5 | ≤ 0,8 | ≤ 1,0 |
| | Penetración retenida | 1426 | % | ≥ 55 | ≥ 53 | ≥ 50 | ≥ 46 | ≥ 37 |
| | Incremento del Punto Reblandecimiento | 1427 | °C | ≤ 10 | ≤ 11 | ≤ 11 | ≤ 11 | ≤ 12 |
| Índice de Penetración | 12591 13924 Anejo A | - | De -1,5 a +0,7 | De -1,5 a +0,7 | De -1,5 a +0,7 | De -1,5 a +0,7 | De -1,5 a +0,7 | |
| Punto de fragilidad Fraass | 12593 | °C | TBR | ≤ -5 | ≤ -8 | ≤ -10 | ≤ -15 | |
| Punto de inflamación en vaso abierto | ISO 2592 | °C | ≥ 245 | ≥ 240 | ≥ 230 | ≥ 230 | ≥ 220 | |
| Solubilidad | 12592 | % | ≥ 99,0 | ≥ 99,0 | ≥ 99,0 | ≥ 99,0 | ≥ 99,0 | |

211.5 Control de calidad

211.5.1 Control de recepción de las cisternas

Para el control de recepción se llevará a cabo la verificación documental de que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE cumplen las especificaciones establecidas en este Pliego. No obstante, el Director de las Obras podrá llevar a cabo la realización de ensayos de recepción si lo considerase necesario, en cuyo caso podrán seguirse los criterios que se establecen a continuación.

De cada cisterna de betún asfáltico que llegue a la obra se podrán tomar dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en el momento del trasvase del material de la cisterna al tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, y la otra se conservará hasta el final del período de garantía.

En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro criterio adicional para el control de recepción de las cisternas.

211.5.2 Control a la entrada del mezclador

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, de acuerdo a lo dispuesto en el apartado 211.5.4 del presente artículo, a la cantidad de trescientas toneladas (300 t) de betún asfáltico. En cualquier caso, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de las Obras podrán fijar otro tamaño de lote.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras de, al menos, un kilogramo (1 kg), según la norma UNE EN 58, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada del mezclador.

Sobre una de las muestras se realizará la determinación de la penetración, según la norma UNE EN 1426, del punto de reblandecimiento, según la norma UNE EN 1427, y se calculará el índice de penetración, de acuerdo al anejo A de la norma UNE EN 12591 o de la UNE EN 13924, según corresponda. La otra muestra se conservará hasta el final del período de garantía.

211.5.3 Control adicional

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras podrá exigir la realización de los ensayos necesarios para la comprobación de las características especificadas en la tabla 211.2, con una frecuencia recomendada de una (1) vez cada mes y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de betún asfáltico.

211.5.4 Criterios de aceptación y rechazo

El Pliego de Prescripciones Técnicas, o en su defecto el Director de las Obras, indicará las medidas a adoptar en el caso de que el betún asfáltico no cumpla alguna de las características establecidas en la tabla del apartado 211.4 del presente artículo.

211.6 Medición y valoración

La Medición y valoración del betún modificado con polímeros se realizará según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de la que forme parte.

Capítulo IV: METALES

Artículo 240. BARRAS CORRUGADAS PARA HORMIGÓN ARMADO

240.1 Definición

Se denominan barras corrugadas para hormigón estructural aquellos productos de acero de forma sensiblemente cilíndrica que presentan en su superficie resaltos o estrías con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

Los distintos elementos que conforman la geometría exterior de estas barras (tales como corrugas, aletas y núcleo) se definen según se especifica en la UNE 36 068.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36 068. Para su consideración como tales, deberán cumplir los requisitos establecidos en la norma EHE-08.

240.2 Condiciones generales

Las armaduras se ajustarán al tipo de acero indicado en los planos del Proyecto.

Las características mecánicas mínimas determinadas, de acuerdo con la norma UNE 7262, que se garantizan, estarán de acuerdo con la tabla 32.2.a.de la EHE-08 para el acero utilizado que es el B-500-SD, aptas para el soldeo. El módulo de elasticidad será siempre superior a 1,9 x 106 kilopondios por centímetro cuadrado.

| | B-400S | B-500S |
|--|---------------|---------------|
| Carga unitaria de rotura (N/mm ²): | >440 | >550 |
| Límite elástico (N/mm ²) | >400 | >500 |
| Alargamiento de rotura sobre base de 5 Ø (%) | >14 | >12 |
| Relación carga unitaria rotura / límite elástico | >1,05 | >1,05 |

Las mermas de sección no serán superiores al tres por ciento (3 %). Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 %) de su sección nominal.

Las barras cumplirán con lo establecido en el Artículo 241 de la Orden Ministerial del 21 de enero de 1988 y con la EHE-08 aprobada por Real Decreto 1.247/2008 de 18 de Julio.

240.3 Suministro

La calidad de los alambres de acero para hormigón pretensado estará justificada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 70.2.1. de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya. La garantía de calidad de los alambres será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

La Dirección General de Carreteras reconoce como distintivos que aseguran el cumplimiento de los requisitos reglamentarios establecidos por la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE- 08)" o normativa que la sustituya, aquellos reconocidos por el Ministerio de Fomento.

Los alambres para hormigón pretensado se suministrarán en rollos, verificándose siempre las condiciones geométricas especificadas a este respecto en el apartado 70.2.1. de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

Cada rollo deberá llevar una identificación en la que figuren de forma indeleble la marca del suministrador, el tipo y grado del acero, el módulo de elasticidad y el diámetro nominal del alambre, así como un número que permita identificar la colada o lote a que pertenezca.

240.4 Almacenamiento

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 31.6 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

240.5 Recepción

Para efectuar la recepción de las barras corrugadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 88 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el artículo 88 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

En el momento de colocarse en la obra, las armaduras han de estar limpias, sin grasa, aceite, polvo, pintura, tierra o cualquier otra materia perjudicial para su conservación y

adherencia. No ha de presentar indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, pliegues o doblamientos.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

240.6 Medición y valoración

La Medición y valoración de las barras corrugadas para hormigón estructural se realizará según lo indicado específicamente en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios, las barras corrugadas para hormigón estructural se abonarán por kilogramos (kg) realmente acopiados, medidos por pesada directa en báscula contrastada.

Artículo 250. ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

250.1 Definición

El acero es un producto férreo generalmente apto para la conformación en caliente. Con excepción de ciertos aceros de alto contenido en cromo, el contenido en carbono es igual o inferior al 2%, límite que los separa de las fundiciones. Este límite corresponde al contenido de saturación de la austenita. Los distintos elementos de aleación pueden variar este porcentaje.

Se definen como aceros laminados para estructuras metálicas los productos acabados, laminados en caliente, de acero no aleado, destinados a ser empleados a temperaturas ambientales de servicio en estructuras metálicas atornilladas, roblonadas o soldadas.

No está previsto que estos aceros sean sometidos a tratamiento térmico, salvo los de normalizado y de eliminación de tensiones.

Los tipos de acero a emplear serán los suministrados en perfiles o chapas que corresponden al tipo S-275 en su grado JR, definido en la Norma EN-UNE 10025 (aceros no aleados, laminados en caliente, para construcciones metálicas).

- Para perfiles laminados S 275-JR

250.2 Condiciones generales

Los perfiles laminados se suministrarán a elección del fabricante.

Las chapas se suministrarán en estado de normalizado conseguido por tratamiento térmico o por una laminación controlada.

Los productos laminados tendrán una superficie lisa, compatible con su condición de laminados en caliente:

- Para las chapas se aplicarán las prescripciones de la Norma UNE 36-040-85 (condiciones superficiales de suministro de chapas y planos anchos de acero, laminados en caliente) para la definición de la calidad superficial. Las chapas solo presentan discontinuidades de la Clase I.
- Para los perfiles, el fabricante podrá eliminar por amolado los defectos de menor entidad con la condición de que el espesor local resultante no difiera del valor nominal en más de un 4%. No se autoriza la eliminación de defectos de mayor magnitud por amolado y posterior acondicionamiento por soldeo.

250.3 Composición química

La composición química, referida al análisis de colada, se especifica en la Tabla 2 de la Norma UNE 36-080-90.

Las desviaciones máximas admisibles para los análisis sobre producto, aplicables al valor máximo sobre colada especificado en la Tabla 2, se indican en la Tabla 3 de la misma Norma.

El grado de desoxidación del acero será:

- S 275-JR FN no efervescente (semicalmado o calmado).

250.4 Características mecánicas

Características a determinar mediante el ensayo de tracción realizado S/ UNE 7-474-92/1:

- Resistencia a la tracción Rm (dependiendo del espesor del producto):

| | |
|-------------------------------|----------------------------|
| $e < 3 \text{ mm}$ | $510 \leq 680 \text{ MPa}$ |
| $3 < e \leq 100 \text{ mm}$ | $490 \leq 630 \text{ MPa}$ |
| $100 < e \leq 150 \text{ mm}$ | $470 \leq 630 \text{ MPa}$ |
| $150 < e \leq 250 \text{ mm}$ | $450 \leq 630 \text{ MPa}$ |

- Límite elástico mínimo Re: 355 MPa
- Determinación de la fragilidad mediante el ensayo secuencial de resiliencia efectuado s/ UNE 7475-92/1, con probeta de 10 mm x 10 mm en V (tipo A), siguiendo el método secuencial descrito en la Norma UNE 36-007-77.

El valor medio especificado es para productos con espesores mayores de 10 mm y menores o iguales a 150 mm. Para espesores mayor es de 150mm y menores o iguales a 250 mm, el valor medio será de 23 julios para ambos aceros.

Para este ensayo se prepararán 6 probetas contiguas de una misma muestra de material. Se ensayarán 3 de estas probetas (1ª serie) y según los criterios establecidos en el Apartado

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

8.7.2.2 de la Norma UNE 36-080-90, la unidad de inspección se acepta, rechaza o se procede a ensayar las 3 probetas restantes (2ª serie). Las probetas tendrán todas sus caras mecanizadas y su posición, respecto al espesor del producto, será el indicado en la Norma UNE 36-400-81 (Toma de muestras y preparación de probetas para ensayos mecánicos de productos de acero, laminados y forjados).

250.5 Recepción

Las chapas de acero de espesor superior o igual a 6 mm e inferior a 150 mm serán objeto de un control ultrasónico realizado de acuerdo con la Norma UNE 7-278-78 (Examen de chapas de acero por ultrasonidos. Método de reflexión con haz normal.)

Las chapas tendrán una clasificación de Grado A, s/ UNE 36-100-77 (Clasificación de la chapa gruesa según el examen por ultrasonidos. Método de reflexión con haz normal).

Las chapas y perfiles laminados en caliente, serán objeto de inspección técnica de acuerdo con la norma UNE 36-007.

La toma de muestras, la unidad de inspección, el número de ensayos y su realización y los criterios de conformidad y rechazo se ajustarán a lo especificado a tal fin en la norma UNE 36-080- 90.

Los perfiles estructurales llevarán grabados en el alma o en el lugar idóneo del perfil, el nombre del fabricante y el tipo y grado de acero.

Las chapas estarán identificadas mediante un código de colores adecuado, etiquetas o por cualquier procedimiento que permita distinguir el número de colada y el nombre del fabricante.

Los productos laminados se ajustarán, en lo que se refiere a dimensiones y tolerancias, a las Normas: UNE 36-559-92/2R para planchas y UNE 36-521, UNE 36-522, UNE 36-525, UNE 36-526, UNE 36-527, UNE 36-528, UNE 36-529, UNE 36-531, UNE 36-532 y UNE 36- 533 para perfiles y angulares.

250.6 Medición y valoración

No será objeto de abono independiente el acero empleado en elementos en los que quede incluido en su precio de abono.

Capítulo VI: MATERIALES VARIOS

Artículo 251. AGUA A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

251.1 Definición

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado de "Criterios de aceptación o rechazo" del presente artículo.

251.2 Equipos

Con la maquinaria y equipos utilizados en el amasado deberá conseguirse una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

251.3 Criterios de aceptación y rechazo

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

En los casos dudosos o cuando no se posean antecedentes de su utilización, las aguas deberán ser analizadas. En ese caso, se rechazarán las aguas que no cumplan alguno de los requisitos indicados en la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)", salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma apreciable las propiedades exigibles a los morteros y hormigones con ellas fabricados.

251.4 Recepción

El control de calidad de recepción se efectuará de acuerdo con el artículo 85 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras exigirá la acreditación documental del cumplimiento de los criterios de aceptación y, si procede, la justificación especial de inalterabilidad mencionada en el apartado 280.2 del presente artículo.

251.5 Medición y valoración

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

Artículo 252. ADITIVOS A EMPLEAR EN MORTEROS Y HORMIGONES

252.1 Definición

Se denominan aditivos a emplear en morteros y hormigones aquellos productos que, incorporados al mortero u hormigón en pequeña proporción (salvo casos especiales, una cantidad igual o menor del cinco por ciento (5 %) del peso de cemento), antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

252.2 Materiales

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los tipos y las características de aquellos aditivos precisos para modificar las propiedades del mortero u hormigón requeridas en el Proyecto, indicando las dosificaciones y forma de obtenerlas.

En el caso de utilizarse más de un aditivo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá quedar claramente definida la asignación y el empleo de cada uno de ellos en sus correspondientes unidades de obra.

No se podrá utilizar ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones, sin la aprobación previa y expresa del Director de las Obras.

252.3 Suministro

252.3.1 Certificación

Las partidas de aditivo para morteros y hormigones deberán poseer un certificado de conformidad o distintivo reconocido de acuerdo con lo establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)".

252.3.2 Envasado y etiquetado

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra ningún tipo de alteración. Los envases llevarán una etiqueta conforme con las indicaciones recogidas en la norma UNE de aplicación.

En el caso de que el suministro se realice a granel, el albarán deberá contener la información especificada para las etiquetas en el apartado anterior.

252.4 Recepción

Antes de emplear cualquier aditivo, será preceptiva la presentación del certificado de conformidad o un expediente con las características y resultados obtenidos, en los aditivos a emplear, de acuerdo con lo indicado en el PG-3.

252.5 Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forme parte.

Parte.III: EXPLANACIONES

Capítulo I: TRABAJOS PRELIMINARES

Artículo 300. DESBROCE DEL TERRENO

300.1 Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de obra.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de obra.

300.2 Ejecución de las obras

300.2.1 Remoción de los materiales de desbroce

El desbroce se realizará con las medidas necesarias para que su ejecución resulte segura y con las mínimas molestias posibles a las personas próximas a las obras.

En una primera fase, se talarán los árboles y se emplazarán las bases de replanteo necesarias fuera de la zona afectada por las explanaciones, de tal forma que la distancia media entre bases de replanteo sea de 200 m. Una vez obtenidos los perfiles transversales del terreno, se continuará con los trabajos de desbroce. Todas estas operaciones se consideran incluidas en la unidad de obra de desbroce.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de la explanación de la vía, ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

300.2.2 Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de obra.

En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de obra. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de obra.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

300.3 Prescripciones Medioambientales para la ejecución

El desbroce se ejecutará en toda la zona comprendida entre los límites de expropiación por afección del trazado de la autovía.

El Contratista señalará aquellos árboles y masas arbustivas que queden dentro de la zona a expropiar y que vayan a ser respetados porque no interfieran con el buen desarrollo de los trabajos.

Estos árboles y arbustos deben ser protegidos de forma efectiva frente a golpes (a lo largo del tronco y en una altura no inferior a 3 m. del suelo, con tabloncillos ligados con alambres) y compactación del área de extensión de las raíces, o incluso mediante el vallado de los mismos. Las protecciones se retirarán una vez terminada la obra.

El Contratista presentará, en el momento del replanteo, un Plan con la previsión de medidas y dispositivos de defensa de dichas masas vegetales a respetar indicando además las superficies que van a ser alteradas y la ubicación de los vertederos.

Si un árbol tuviera características singulares, tales como limitaciones en cuanto a la edad y porte radical del ejemplar, se aconseja que se trasplante a un lugar adecuado.

Los árboles que han de derribarse, se procurará que caigan hacia el centro de la zona de desbroce. Cuando haya que procurar evitar daños a otros árboles, construcciones, tráfico, etc., los árboles se irán troceando por su copa y tronco, progresivamente.

Como medidas de precaución y cuidados, y con carácter imprescindible, se evitará:

- Colocar clavos, cuerdas, cables, etc., en los árboles y arbustos.
- Encender fuego cerca de árboles y arbustos.
- Manipular combustibles, aceites y productos químicos en las zonas de raíces.
- Apilar materiales contra los troncos.
- Almacenar materiales en la zona de raíces o estacionar maquinaria.
- Circular con la maquinaria fuera de los límites previstos.
- Seccionar ramas y raíces importantes si no se cubrieran las heridas con material adecuado.
- Enterramientos de la base del tronco de árboles.
- Dejar raíces sin cubrir y sin protección en zanjas y desmontes.
- Realizar revestimientos impermeables en zonas de raíces.
- Permitir el encharcamiento al pie de ejemplares que no los toleran ni siquiera temporalmente.

Los restos de los desbroces en los alrededores de los arroyos y ríos se amontonarán a una distancia mayor de 3 metros de los mismos y si hubiera que producir la quema de los restos vegetales se cuidará que la ceniza resultante sea retirada para que no terminen en el cauce ni sean arrastrados por el agua.

Aportes de ceniza en cantidades significativas al agua cambian las características físicas y químicas de la misma (turbidez, pH, etc.) sin que se sepan los efectos que esto produce sobre la flora y fauna de la zona.

Se prohíbe el vertido del material sobrante desechado a vertederos no autorizados.

Las escombreras serán estables, no estropearán el paisaje ni la vista de las obras, ni dañarán el medio ambiente; no entorpecerán el tráfico ni la evacuación de las aguas. A tal efecto, el Contratista se verá obligado a efectuar los retranqueos, plantaciones, perfilados, cunetas, etc., necesarios a juicio de la Dirección Facultativa, sin que por tal motivo tenga el Contratista derecho a percepción económica alguna.

300.4 Medición y valoración

El desbroce del terreno no es objeto de abono independiente, ya que se encuentra incluido en la unidad de "Desbroce de la tierra vegetal".

Capítulo II: EXCAVACIONES

Artículo 321. EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS

321.1 Definición

La presente unidad comprende el conjunto de operaciones necesarias para excavar y preparar todo tipo de zanjas, pozos y cimientos para obras de drenaje, encauzamientos, cimientos de estructuras, obras de fábrica y muros u otros fines, de acuerdo con lo que al respecto indiquen los oportunos planos del proyecto o hasta la cota indicada por el Director de la Obra; así como la carga y el transporte de los productos extraídos en dicha excavación a su lugar de empleo o acopio si son susceptibles de utilización dentro de los límites de la obra, o a vertedero caso de resultar inaceptables o innecesarios para cualquier uso dentro de dicha zona.

En todo caso el contratista vendrá obligado a cumplimentar las órdenes que sobre el particular reciba del Director de Obra.

A todos los efectos la excavación en zanjas, pozos y cimientos de estructuras se considerará "no clasificada", es decir, que a efectos de calificación y abono, el terreno a excavar se supone homogéneo y no da lugar a una diferenciación por su naturaleza, forma de ejecución, ni por los medios auxiliares de construcción como entibaciones o agotamientos que el contratista hubiera de utilizar por imperativo de la buena práctica constructiva o porque así lo señale el Director de Obra, así como cuando fuese necesario excavar a profundidad mayor de la que figure en los planos.

La unidad incluye los agotamientos, desagües provisionales, entibaciones, etc., que pudieran resultar necesarios.

321.2 Clasificación de las excavaciones

La excavación será no clasificada, por lo que a efectos de abono, el terreno a excavar es homogéneo y, por tanto, lo serán también las unidades correspondientes a su excavación.

El contratista acopiará los productos procedentes de la excavación donde el Ingeniero Director le indique, sin coste adicional alguno.

321.3 Ejecución

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el

terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación.

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, debiendo realizarse hasta conseguir una diferencia con respecto a éstas inferior a diez centímetros (10 cm) en exceso y ninguna en defecto. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

No se procederá al relleno de zanjas o pozos sin previa aprobación del Ingeniero Director de las Obras.

Si para la implantación de tubos, obras de fábrica u otros elementos análogos el Contratista ejecutará en primer lugar los terraplenes u otros rellenos, excavando posteriormente la zanja para montaje de esos elementos, no será objeto de abono la excavación de la zanja ni el relleno posterior de ésta.

321.4 Drenaje

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

321.5 Medición y valoración

La excavación en zanjas y pozos se medirá en metros cúbicos (m³) deducidos a partir de las secciones en planta y la profundidad realmente ejecutada, sin incluir los excesos injustificados y se abonará a al precio que figura en el cuadro de precios nº 1.

Este precio comprende la entibación, agotamientos y el transporte a vertedero de los productos excavados que no sean necesarios para un posterior relleno y será válido cualquiera que sea la profundidad de excavación y la clase de terreno excavado, por tanto no se estudiarán contradictoriamente nuevos precios ni por aumento de la profundidad ni por la necesidad de entibación o agotamiento o medios empleados cualquiera que sea su importancia.

Parte.VI: PUENTES Y OTRAS ESTRUCTURAS

Capítulo I: COMPONENTES

Artículo 600. ARMADURAS PASIVAS A EMPLEAR EN HORMIGÓN ESTRUCTURAL

600.1 Definición

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

La ejecución de esta unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Despiece de las armaduras.
- Cortado y doblado de las armaduras.
- Colocación de los separadores.
- Colocación de las armaduras.
- Atado o soldado de las armaduras, en su caso.

600.2 Materiales

Las armaduras a emplear en hormigón armado estarán constituidas por acero B-500-S, según se define en los planos y en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por R.D. 2661/1998, de 11 de diciembre, de acuerdo a lo establecido en el artículo 240.2 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

600.3 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos.

600.4 Colocación

Las armaduras se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos.

Los separadores serán de mortero o plástico y deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

Los separadores de mortero tendrán una calidad similar a la del hormigón de la obra, en lo que se refiere a resistencia, permeabilidad higroscopicidad, etc. No se utilizarán en paramentos

vistos; en estos casos se utilizarán separadores de plástico que no dejen huella o esta sea mínima.

Las armaduras se colocarán exentas de pintura, grasa o cualquier otra sustancia nociva que pueda afectar negativamente al acero, al hormigón o a la adherencia entre ambos.

En el caso de que la armadura presente un nivel de oxidación excesivo que pueda afectar a sus condiciones de adherencia, se procederá a su cepillado mediante cepillo de púas de alambre y se comprobará que la pérdida de peso de la armadura no excede del 1 % y la altura de la corruga se encuentra dentro de lo indicado en apartado 32.2 de la Instrucción EHE-08.

600.5 Control de calidad

Se establece un control a nivel normal para aceptar la calidad del acero.

En los casos de aceros no certificados el control debe realizarse previamente al hormigonado.

En los casos de aceros certificados el control se realizará antes de la puesta en servicio de la estructura.

Los ensayos a realizar en ambos casos son:

- Se tomarán dos probetas por cada lote, comprobando la sección equivalente, características geométricas de los resaltos en caso de barras corrugadas y se realizará el ensayo de doblado-desdoblado.
- Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura.
- Será de aplicación todo lo expuesto en el artículo 88 sobre el control de calidad del acero.

600.6 Medición y valoración

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se medirán en kilogramos (kg) partiendo de las longitudes deducidas de los Planos de construcción, a las que se les aplicará los pesos específicos de los distintos diámetros utilizados.

Al realizar la medición, se tomarán las longitudes correspondientes a anclajes, pero no las de los solapes, recortes ni ataduras que fueran necesarias realizar.

En el precio están incluidos, además de los solapes, el suministro, transporte, enderezado, corte, doblado, y colocación, así como la mano de obra, equipos y medios auxiliares necesarios para su correcta puesta en obra. Se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

Artículo 610. HORMIGONES

610.1 Definición

Se entiende por hormigón la mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente, productos de adición, que al fraguar y endurecer adquiere la resistencia deseada.

La ejecución de estas unidades de obras incluye las operaciones siguientes:

- Suministro del hormigón.
- Comprobación de la plasticidad del hormigón.
- Preparación de las juntas de hormigonado con los materiales que se hayan de utilizar.
- Vertido y compactación del hormigonado.
- Curado del hormigón.

610.2 Materiales

610.2.1 Cemento

Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 202 del presente Pliego.

El cambio de tipo de cemento, aún autorizado, no supondrá modificación en los precios de unidades de obra de que sea constituyente.

En los elementos de la obra que hayan de quedar vistos, se empleará cemento de la misma partida.

610.2.2 Agua

Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 251 del presente Pliego.

610.2.3 Áridos

Las características de los áridos deben permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad al hormigón que con ellos se fabrica.

Los áridos no serán reactivos con el cemento, ni deben descomponerse por los agentes exteriores a los que se verán sometidos en obra. No se emplearán aquellos procedentes de rocas blandas, friables, porosas, ni las que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos... en proporciones superiores a los que establece la EHE-08.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

No se podrán utilizar áridos que no hayan sido aprobados previa y expresamente por el Director de las Obras.

Se podrán emplear como áridos para la fabricación de hormigones, arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas.

En cualquier caso, se garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en los apartados del Artículo 28º (EHE-08), en cuanto a designación y tamaño del árido, prescripciones y ensayos, suministro y almacenamiento.

610.2.4 Otros componentes

El empleo de adiciones o aditivos no podrá hacerse en ningún caso sin el conocimiento del peticionario y la expresa autorización de la Dirección de Obra. Se establece lo dispuesto en el apartado 69.2.8 del Artículo 69 de la Instrucción (EHE-08).

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni en general productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que contengan carácter de aireantes. Estos productos podrían perjudicar la adherencia entre el hormigón y la armadura.

Para mejorar algunas de las propiedades del hormigón, así como, conferirle características especiales, la Instrucción EHE-08 recoge únicamente la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice (también denominado microsílíce) como adiciones al hormigón en el momento de su fabricación.

Se tendrá en cuenta lo expuesto en los apartados 29.1 y 29.2 del Artículo 29º de la EHE-08, en cuanto a especificaciones sobre aditivos, adiciones, prescripciones y ensayos de las cenizas volantes, prescripciones y ensayos del humo de sílice, suministro y almacenamiento.

En el caso del hormigón coloreado se añadirá un colorante químico, tipo solución acuoso de sales metálicas, que reaccionen con el hormigón para producir depósitos de pintura resistentes a la abrasión, deberá dar una coloración uniforme.

Se deben aplicar dos capas del colorante de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El hormigón coloreado se debe limpiar perfectamente de todo residuo antes de aplicar dos capas de colorante de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

610.3 Tipos de hormigón

Los hormigones incluidos en el presente proyecto son los siguientes:

| TIPO | RESITENCIA (MPa) | CLASE | CONTROL | USO |
|------------------|------------------|---------|---------|-------------------------------|
| HL-150/B/25/I | 15 | En masa | Normal | Limpieza, nivelación, asiento |
| HA-25/P/20/I | 25 | En masa | Normal | Nivelación bajo muro T.A. |
| HA-30/B/20/IIa | 30 | Armado | Normal | Cimentación, |
| HA-30/B/20/IIa+H | 30 | Armado | Normal | Losa del tablero, estribos |

Según lo especificado en el Estudio Geotécnico, no será precisa la utilización de hormigones sulfatorresistentes, y de acuerdo al clima, sí resistente a las heladas.

610.4 Dosificación

Con independencia del método de dosificación que se vaya emplear se respetarán las limitaciones exigidas por la Instrucción con respecto a la cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón, cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón (máximo 400 kg) y la relación agua/cemento establecida en la norma.

Las demás especificaciones y recomendaciones sobre la dosificación del hormigón que son de aplicación al presente proyecto se exponen en el Artículo 37.3º de la Instrucción.

610.5 Resistencia y durabilidad

La utilización de hormigones de resistencia inferior a 20 N/mm², no contemplados en la Instrucción, estará limitada exclusivamente a unidades de obra no estructurales como los hormigones de limpieza. Se excluyen los hormigones para armar con resistencia de proyecto inferior a 25 N/mm². La Instrucción EHE-08 establece otros criterios sobre el valor mínimo de la resistencia.

Se cumplirán las exigencias del Artículo 31 de la EHE-08 en cuanto a la composición, condiciones de calidad, características mecánicas y docilidad del hormigón. La agresividad a que está sometida la estructura se identificará por el tipo de ambiente, de acuerdo con el apartado 8.2.1 (EHE-08). Cada tipo de ambiente deberá cumplir con la limitación de relación agua cemento y la dosificación mínima de cemento indicadas en la tabla 37.3.2a de la EHE-08.

Las especificaciones sobre recubrimiento mínimo del hormigón según la clase de exposición, la resistencia característica del hormigón y el tipo de elemento cumplirán la tabla

37.2.4 de la EHE-08. Las unidades de obra definen el tipo de ambiente y la resistencia característica aplicable a cada una de ellas.

En vistas a cumplir con los requisitos de durabilidad del hormigón se deberán cumplir los apartados del punto 37.3 de EHE-08.

- Resistencia del hormigón frente a la helada: artículo 37.3.4
- Resistencia frente a la reactividad álcali-árido: artículo 37.3.8

No se considera, de acuerdo al Estudio Geotécnico, que haya suelos agresivos, pero sí riesgo de Heladas según el Estudio Climático.

610.6 Compactación

No se permitirá la compactación por apisonado. Los niveles de control de calidad se especifican en los planos.

610.7 Control de calidad

El tipo de control de la calidad de los hormigones viene especificado en los planos, así como en la tabla del apartado 610.3.

Para comprobar, a lo largo de la ejecución de la obra, que la resistencia característica del hormigón colocado es igual o superior a la del proyecto, se realizará un control estadístico, mediante rotura a 28 días (28 d) de probetas cilíndricas de 15x30 cm., obtenidas en obra con el hormigón vertido en las misma y conservadas en agua o cámara húmeda. Este control se llevará a cabo de acuerdo con lo previsto en el artículo 86 de la Instrucción EHE-08.

A efectos de división en lotes de control, cada tablero de cada puente constituirá al menos un lote en sí mismo. En cada tablero de los puentes losa, el número mínimo de amasadas a controlar será de seis (N > 6) por cada vano de la estructura eligiendo como mínimo una de las amasadas en la travesía de cada pila o estribo y dos en la zona central entre cada dos apoyos consecutivos.

Se tomarán de cada amasada seis (6) probetas con objeto de romper tres (3) a 28 días (28 d), para obtener la resistencia característica estimada; y dejar otras tres (3) en reserva o para romper a siete (7) días.

Cada amasada controlada será claramente identificada mediante la correspondiente clave, tomándose los datos necesarios para conocer lo más aproximadamente posible, mediante los correspondientes esquemas, su posición en el elemento de hormigón ejecutado.

Cuando en una parte de obra, la resistencia característica estimada f_{est} obtenida sea inferior a la resistencia característica de proyecto f_{ck} , el Ingeniero Director, de acuerdo con el Ingeniero Autor del proyecto decidirá, sin perjuicio de las sanciones contractuales previstas:

- Si la parte de obra se acepta, con posibles penalizaciones a juicio del Director de Obra.
- Si se procede a la realización, a costa del Contratista, de ensayos de información y/o pruebas de carga, y a la vista de sus resultados si se acepta, demuele o refuerza.

610.8 Especificaciones de la unidad de obra terminada

610.8.1 Tolerancias

La máxima flecha o irregularidad que deben presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos metros (2 m) de longitud, aplicada en cualquier dirección será:

- Superficies vistas: dos milímetros (2 mm).
- Superficies ocultas: seis milímetros (6 mm).
- Espesor del Hormigón en el tablero +/-0,3 cm.

Para conseguir este espesor se utilizarán elementos auxiliares que permitan regularizar el espesor de la losa.

Las tolerancias en estribos serán:

- Verticalidad 1/1000 de la altura
- Espesor +/-0,5 cm
- Altura +/-1,0 cm

En caso de que, en una pieza o elemento hormigonados, le sobrepasen las tolerancias señaladas en el citado anejo, la Dirección de las obras podrá optar por ordenar la demolición y reconstrucción de la mencionada pieza o elemento por cuenta del contratista, o su abono con descuento sobre la medición de cada uno de sus componentes.

610.8.2 Reparación de defectos

Si los resultados obtenidos en la reparación de los defectos observados, no fuesen satisfactorios, a juicios de la Dirección de las obras, ésta podrá ordenar la demolición y reconstrucción, por cuenta del contratista.

610.8.3 Medición y valoración

El hormigón se medirá en metros cúbicos (m^3) de volumen colocado en obra, medidos sobre los Planos de Proyecto y con aquellas modificaciones y singularidades aceptadas previamente y expresamente por la Dirección de Obra.

Los precios incluyen todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución de la unidad, incluso ensayos previos y característicos cuando proceda, aplicándose la cuantía que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

Artículo 620. PERFILES Y CHAPAS DE ACERO LAMINADOS EN CALIENTE

620.1 Definición

Se definen como perfiles y chapas de acero laminados en caliente, a los productos laminados en caliente, de espesor mayor que tres milímetros (3 mm), de sección transversal constante, distintos según ésta, empleados en las estructuras y elementos de acero estructural.

620.2 Tipos de acero

Los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, se clasificarán en función de:

- Su geometría: Los productos de acero laminados en caliente se agrupan en series por las características geométricas de su sección. La chapa suele emplearse solamente como materia prima para la obtención por corte de elementos planos.
- Su tipo y grado de acero: Los tipos y grados de acero habitualmente empleados para la fabricación de estos productos, designados según la Norma UNE-EN 10027 parte 1, (S 235 JR, S 235 J0, S 235 J2; S 275 JR, S 275 J0, S 275 J2; S 355 JR, S 355 J0, S 355 J2, S 355 K2). También está permitido el empleo de los tipos y grados de acero de construcción de alto límite elástico (según UNE-EN 10137, partes 1, 2 y 3), los de grano fino para construcción soldada (según UNE-EN 10113, partes 1, 2 y 3), los aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación perpendicular a la superficie del producto (según UNE-EN 10164).
- Estados de desoxidación admisibles: FN (no se admite acero efervescente) y FF (acero clamado).

El acero empleado en este Proyecto será el S 275 JR.

620.3 Ejecución

El Contratista comunicará por escrito al Director de las Obras, antes de transcurridos treinta días (30 d) desde la fecha de firma del acta de comprobación del replanteo, la relación completa de las empresas suministradoras de los perfiles y chapas laminados en caliente, para estructuras metálicas, objeto del proyecto, así como la marca comercial, o referencia que dichas empresas dan a esa clase y calidad.

620.4 Control de calidad

620.4.1 Suministro

A los efectos del control de suministro de los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas, se denomina partida al material que simultáneamente cumpla las siguientes condiciones:

- Que pertenezca a una de las series de productos citados en la Tabla 620.1 del PG-3.
- Que corresponda al mismo tipo y grado de acero.
- Que proceda de un mismo fabricante.
- Que haya sido suministrado de una vez.

No podrán utilizarse productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas que no lleguen acompañados de la documentación indicada a continuación.

A la entrega de cada suministro se aportará un albarán con documentación anexa, conteniendo, entre otros, los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora.
- Fecha del suministro.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Número de partidas que componen el suministro, identificando para cada partida, al fabricante y su contenido (peso, número de perfiles o chapas, tipo de producto, tipo y grado de acero).

620.4.2 Acopio

Se comprobará que los perfiles y chapas laminados en caliente, para estructuras metálicas, acopiados se corresponden con todo lo previamente comunicado al Director de las Obras, según se especifica en el apartado 620.3.

A los efectos del control de los acopios, se denomina unidad de inspección al material que simultáneamente cumpla las siguientes condiciones:

- Corresponde al mismo tipo y grado de acero.
- Procede de un mismo fabricante.
- Pertenece a una de las siguientes series en función del espesor máximo de la sección:
 - Serie ligera ($e < 16$ mm).
 - Serie media ($16 \text{ mm} < e < 40$ mm).
 - Serie pesada ($e > 40$ mm).

620.5 Tolerancias

Los soportes / pilas de puentes deben cumplir con una tolerancia ± 5 mm en vertical y en planta.

Las almas de vigas principales deben cumplir una tolerancia en verticalidad de canto/300.

La luz entre apoyos tendrán una tolerancia $\pm 3 L/1000$. El nivel de apoyo en alzado para luces superiores a 20 metros será inferior a $L/2000 + 10$ mm, nunca excediendo los 35 mm.

El tamaño máximo de la unidad de inspección será de:

- Ochenta toneladas (80 t), en el caso de acopios con una marca, sello o distintivo de calidad reconocido.
- Cuarenta toneladas (40 t), en el caso de acopios sin una marca, sello o distintivo de calidad reconocido.

Los criterios que se describen a continuación para realizar el control de calidad de los acopios serán sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Se distinguen dos niveles distintos de intensidad para el control de los acopios de estos productos:

- Control de acopios con una marca, sello o distintivo de calidad reconocido: los resultados del control deben disponerse antes de la puesta en obra de la unidad de obra de la que formen parte.
- Control de acopios sin una marca, sello o distintivo de calidad reconocido: los ensayos deben realizarse y obtenerse los resultados, previamente a la ejecución de la unidad de obra de la que vayan a formar parte, de tal forma que todos los productos de acero laminados en caliente para estructuras metálicas que se empleen en cada unidad de obra deben estar previamente totalmente identificados.

620.6 Criterios de aceptación y rechazo

620.6.1 Composición química y características tecnológicas

Cada unidad de inspección será controlada mediante un ensayo de cada una de las características, según se especifica en la Norma UNE-EN 10025 o en la Norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10113, UNE-EN 10137, UNE-EN 10155 o UNE-EN 10164). Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esta característica sobre cuatro (4) nuevas probetas de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.

620.6.2 Tolerancias dimensionales, de forma y de masa

Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre un producto muestra. Si los resultados de todos los ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si el resultado, para alguna de las características, no es satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo de esa característica sobre cuatro (4) nuevos productos muestra de la unidad de inspección correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar la unidad de inspección.

620.6.3 Características mecánicas

Cada unidad de inspección será controlada mediante ensayos sobre dos (2) juegos de probetas, que se tomarán, según se especifica en la Norma UNE-EN 10025 o en la norma de condiciones técnicas de suministro que en cada caso corresponda (UNE-EN 10113, UNE-EN 10137, UNE-EN 10155 o UNE-EN 10164). Si los resultados de ambos ensayos son satisfactorios, la unidad de inspección será aceptada. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, la unidad de inspección será rechazada, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas sobre dieciséis (16) juegos de probetas de la unidad de inspección correspondiente. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los resultados obtenidos supera el valor mínimo garantizado y todos los resultados superan el noventa y cinco por ciento (95%) de dicho valor. En caso contrario la unidad de inspección será rechazada. En el caso de Rm además de lo citado anteriormente, la media aritmética será inferior al valor máximo garantizado y todos los resultados serán inferiores al 105% de dicho valor.

620.7 Medición y abono

La medición y abono de los perfiles y chapas de acero laminados en caliente, para estructuras metálicas, se realizará de acuerdo con lo específicamente indicado en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios se medirán por kilogramos (kg) realmente acopiados, medidos por pesada en báscula debidamente contrastada.

Artículo 623. TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

623.1 Definición

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión para ejercer un esfuerzo de compresión.

Este Artículo comprende los tornillos de alta resistencia, así como sus tuercas y arandelas.

623.2 Designación

Los tornillos de alta resistencia se designarán por las letras TR, seguidas del diámetro de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo X; seguirá el tipo de acero. Las tuercas se designarán con las letras MR, el diámetro nominal y el tipo de acero.

En las arandelas se distinguen tres tipos, según los perfiles a unir:

- Tipo AR: Arandelas planas.
- Tipo ARI: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles IPN.
- Tipo ARU: Arandelas inclinadas para emplear sobre alas de perfiles UPN.

Las arandelas se designarán por las letras que distinguen su tipo, seguidas del diámetro nominal del tornillo con que se emplean.

623.3 Materiales

Las características del acero utilizado para la fabricación de los tornillos y tuercas definidos en este Artículo son:

| Aceros para | Designación | Rp 0,2 min | | R | | A% min | Resiliencia | | Comp química | | | |
|-------------|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------|--------------------|-----|---------------|-----------|---------|---------|
| | | Kg/mm ² | N/mm ² | Kg/mm ² | N/mm ² | | Kg/cm ² | J | Dureza HB (1) | C % | P % max | S % max |
| Tuercas | A 80 t | 64 | 615 | 80/100 | 780/980 | 12 | 7 | 137 | 235/295 | 0,30/0,50 | 0,045 | 0,045 |
| Tornillos | A 100 t | 80 | 920 | 100/120 | 980/1080 | 8 | 5 | 98 | 295/350 | 0,50 máx | 0,035 | 0,035 |

Para arandelas se utilizará un acero templado en agua o en aceite y revenido. La resistencia a la tracción después del tratamiento no será inferior a cien kilogramos fuerza por milímetro cuadrado (100 kgf/mm²) y el alargamiento al seis por ciento (6%). La dureza Brinell, como valor indicativo, estará comprendida entre doscientos setenta y trescientos cincuenta (270 a 350 HB).

Estas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7017, UNE 7262, UNE 7282 y UNE 7290.

623.4 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones y tolerancias de tornillos, así como las longitudes de apretadura serán las indicadas en las tablas 623.2 a 623.4 del PG-3.

Las dimensiones y tolerancias de las tuercas obedecerán a lo marcado en las tablas 623.5 y 623.6, respectivamente, del PG-3.

Las dimensiones y tolerancias de las arandelas deberán ser tal como marca en las tablas 623.7 a 623.11 del PG-3.

El Director de las obras podrá ordenar la toma de muestras y la realización de los ensayos que considere oportunos.

Las piezas se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos, para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

Cada envase contendrá solamente tornillos, tuercas o arandelas de un mismo tipo, longitud y tipo de acero.

Cada envase llevará una etiqueta indicando:

- Marca del fabricante.
- Designación del tornillo, tuerca o arandela.

- Tipo de acero.
- Número de piezas que contiene.

Los tornillos de alta resistencia llevarán en la cabeza, marcadas en relieve, las letras TR, la designación del tipo de acero y el nombre o signo de la marca registrada del fabricante.

Para simplificar el grabado, la designación del acero, solamente a estos efectos, se podrá reducir a A10.

Sobre una de sus bases, las tuercas de alta resistencia llevarán marcadas en relieve las letras MR, la designación del tipo de acero y el nombre de la marca registrada del fabricante. Para simplificar el grabado, la designación del acero, solamente a estos efectos, se podrá reducir a A8.

Las arandelas que deban utilizarse con los tornillos de alta resistencia llevarán grabadas, sobre la cara biselada, las letras que designan el tipo, pudiendo el fabricante agregar el nombre o signo de su marca registrada.

623.5 Medición y valoración

La medición y abono de los tornillos de alta resistencia, tuercas y arandelas, se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que formen parte.

Artículo 624. ELECTRODOS A EMPLEAR EN SOLDADURA ELÉCTRICA MANUAL AL ARCO

624.1 Definición

Se definen como electrodos a emplear en soldadura eléctrica al arco, las varillas revestidas que constituyen el material de aportación para la soldadura manual al arco.

624.2 Condiciones generales

Se emplearán electrodos con revestimiento básico, de bajo contenido en hidrógeno, y serán tales, que las propiedades químicas y físicas de las soldaduras resultantes, superen las características resistentes especificadas en este Pliego para el metal base. Los ensayos y pruebas de impacto correspondientes se harán de acuerdo con la elección del electrodo.

Estarán de acuerdo con la especificación UNE 14-003 con la AWS/ASME 5.1 y AWS A 5.5. En cuanto al tipo de acero a soldar, estarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWS D.1-1. Si esta última no contempla alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser

sometido a la aprobación de la Dirección de Obra, antes de su uso. Adicionalmente y en el caso de soldadura de acero estructural a armaduras, los electrodos deberán cumplir con AWS D 12.1.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a 120. La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo a la Norma UNE 14-038.

Las dimensiones de los electrodos se ajustarán a la Norma UNE 14-220.

La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos se ajustará a la Norma UNE 14.211.

624.3 Características mecánicas del material de aportación

Todos los materiales de aportación serán acopiados con el correspondiente certificado de calidad tipo 3.1.B, según DIN 50.049, que será presentado a revisión del Director de las Obras con anterioridad a su utilización.

624.4 Medición y abono

La medición y abono de los electrodos se realizará de acuerdo con la unidad de obra de que forman parte.

Capítulo II: OBRAS DE HORMIGÓN

Artículo 630. OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA O ARMADO

630.1 Definición

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

630.2 Materiales

630.2.1 Hormigón

Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 610 del presente Pliego.

630.2.2 Armaduras

Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 600 del presente Pliego.

630.3 Ejecución

Las obras incluyen las siguientes operaciones:

- Colocación de encofrados.
- Colocación de armaduras.
- Dosificación y fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Vertido de hormigón.
- Compactación del hormigón.
- Hormigonado en condiciones especiales.
- Curado.
- Desencofrado.
- Reparación de defectos.

630.4 Medición y abono

Las obras de hormigón armado, se medirán y abonarán según las distintas unidades que las constituyen. Así, los hormigones se medirán en metros cúbicos (m^3) de volumen colocado en obra, medidos sobre los Planos de Proyecto; mientras que las armaduras se medirán en

kilogramos (kg) partiendo de las longitudes deducidas de los Planos de construcción. Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m^2).

Capítulo III: ESTRUCTURAS METÁLICAS

Artículo 640. ESTRUCTURAS DE ACERO

640.1 Definición

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

640.2 Materiales

Se aplicará a lo dispuesto en el artículo 250 del presente Pliego.

640.3 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos, sin la previa autorización del Director de las obras.

640.4 Uniones

En las uniones se distinguirá su clase, que puede ser:

- Unión de fuerza, la que tiene por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado.
- Unión de atado, cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmite un esfuerzo calculado.

Entre las uniones de fuerza se incluyen los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras de prolongación.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

Se procurará reducir al mínimo el número de uniones en obra; a tal efecto, el Contratista estudiará, de acuerdo con el Director, la conveniente resolución de los problemas de transporte y montaje que aquella reducción de uniones pudiera acarrear.

640.4.1 Uniones roblonadas y atornilladas

Como norma general, los agujeros para roblones y tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Se permite el punzonado en espesores no superiores a quince milímetros (15 mm). Cuando la estructura haya de estar sometida a cargas predominantes estáticas, el diámetro del agujero sea por lo menos igual a vez y media (1,5) el espesor, y se adopten las medidas oportunas para la coincidencia de los agujeros que deban corresponderse, se podrá efectuar el punzonado al tamaño definitivo, con tal de utilizar un punzón que ofrezca garantías de lograr un agujero de borde cilíndrico, sin grietas ni fisuras.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados se ejecutarán siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesen dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

En cada estructura, los roblones o tornillos utilizados se procurará sean solamente de dos tipos, o como máximo de tres, de diámetros bien diferenciados.

Las distancias t entre los centros de agujeros de diámetro a , que unan piezas, cuyo espesor mínimo es e , cumplirán las condiciones siguientes:

- Valor mínimo:
 - Para roblones $s > 3,0a$
 - Para tornillos $s > 3,5a$
- Valor máximo:
 - En general $s < 8,0a$
 $s < 15,0e$
 - En uniones de armado de barras de tracción $s < 15,0a$
 $s < 25,0e$

640.4.2 Uniones soldadas

Las uniones soldadas podrán ejecutarse mediante los procedimientos que se citan a continuación:

- Procedimiento I: Soldeo eléctrico, manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- Procedimiento II: Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por acero en atmósfera gaseosa, con alambre electrodo fusible.
- Procedimiento III: Soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre electrodo fusible desnudo.
- Procedimiento IV: Soldeo eléctrico por resistencia.

Otros procedimientos no mencionados, o que pudieran desarrollarse en el futuro, requerirán norma especial.

El Contratista presentará, si el Director lo estima necesario, una Memoria de soldeo, detallando las técnicas operatorias a utilizar dentro del procedimiento o procedimientos elegidos.

Las soldaduras se definirán en los planos de proyecto o de taller, según la notación recogida en la Norma UNE 14009: «Signos convencionales en soldadura».

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa. Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre o el primer cordón de la cara posterior.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

Para unir dos piezas de distinta sección, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al veinticinco por ciento (25%), para obtener una transición suave de la sección.

640.5 Protección

Las estructuras de acero se protegerán contra los fenómenos de oxidación y corrosión, de acuerdo a lo establecido en los artículos 270 a 275 del PG3.

Salvo especificación en contrario, la mano de imprimación, cuando se trate de una protección a base de pintura, se realizará por el Contratista, en taller, antes de expedir las piezas terminadas.

No se efectuará la imprimación hasta que su ejecución haya sido autorizada por el Director, después de haber realizado la inspección de las superficies y uniones de la estructura terminada en taller.

No se imprimirán, ni recibirán, en general, ninguna capa de protección, las superficies que hayan de soldarse, en tanto no se haya ejecutado la unión; ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de cincuenta milímetros (50 mm), contada desde el borde del cordón. Cuando, por razones especiales, se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se elegirá un tipo de pintura fácilmente eliminable antes del soldeo.

Las superficies a imprimir se limpiarán cuidadosamente con la rasqueta y el cepillo de alambre; eliminando todo rastro de suciedad y de óxido, así como las escorias y las cascarillas. En estructuras sometidas a ambientes agresivos, será obligatoria la limpieza con chorro de arena.

Las manchas de grasa podrán eliminarse con lejía de sosa.

Entre la limpieza y la aplicación de la primera capa de protección debe transcurrir el menor espacio de tiempo posible.

Siempre que sea posible, la imprimación se efectuará en un local seco y cubierto, el abrigo del polvo. Si ello no es practicable podrá efectuarse la imprimación al aire libre; a condición de no trabajar en tiempo húmedo, ni en época de helada.

Se adoptarán las medidas adecuadas para evitar la corrosión de los elementos que apoyen directamente sobre fábricas o que se empotren en las mismas.

640.6 Tolerancias

Las tolerancias máximas que se admitirán, respecto de las cotas de los Planos, en la ejecución y montaje de las estructuras metálicas, serán las siguientes:

- En el paso, gramiles y alineaciones de los agujeros destinados a roblones y tornillos, la décima parte (1/10) del diámetro de los roblones o tornillos.
- En las longitudes de soportes y vigas de las estructuras porticadas, cinco milímetros (± 5 mm); teniendo en cuenta que las diferencias acumuladas no podrán exceder, en el conjunto de la estructura entre juntas de dilación, de quince milímetros (15 mm).
- En las longitudes de las barras componentes de celosías triangulares, tres milímetros (± 3 mm).
- En la luz total de una viga armada o de celosía, entre ejes de apoyo, el límite menor de los dos siguientes:
 - Diez milímetros (10 mm).
 - Un dos mil quinientosavo (1/2.500) de la luz teórica.
- En la flecha de soporte, el límite menor de los dos siguientes:
 - Quince milímetros (15 mm).
 - Una milésima (1/1.000) de altura teórica.
- La flecha del cordón comprimido de una viga, medida perpendicularmente al plano medio de la misma, no excederá del menor de los límites siguientes:
 - Diez milímetros (10 mm).
 - Un mil quinientosavo (1/1.500) de la luz teórica.

- Los desplomes de soportes no excederán del menor de los límites siguientes:
 - Veinticinco milímetros (25 mm).
 - Una milésima (1/1.000) de la altura teórica.
- Los desplomados de vigas en sus secciones de apoyo, sean de celosía o alma llena, no excederán de un doscientos cincuentavo (1/250) de su canto total; excepto para vigas carril, en las que la tolerancia anterior se reducirá a la mitad (1/2).

640.7 Medición y valoración

Las estructuras de acero se abonarán, en general, por kilogramos (kg) de acero, medidos por pesada en báscula oficial, y en el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

No obstante, en caso de que sea difícil o imposible la realización de las pesadas, se abonarán mediante medición teórica, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en las Norma UNE citadas en el Artículo 620 del PG3.

Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm³).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director.

El abono de los casquillos, tapajuntas y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el de la estructura.

Los roblones y tornillos utilizados se abonarán dentro de la unidad de obra de la estructura metálica, así como la soldadura.

Capítulo IV: OBRAS DE FÁBRICA

Artículo 641. MUROS DE SUELO REFORZADO

641.1 Definición

Se definen como obras de sustentación de suelo reforzado aquéllas realizadas a base de familias de armaduras metálicas intercaladas entre capas de relleno granular seleccionado.

Las armaduras se disponen horizontalmente, perpendiculares a pieles flexibles, formadas por elementos prefabricados, unidos entre si de forma no rígida, que constituyen los paramentos exteriores de las obras de sustentación.

Las características de la obra, la colocación de los elementos del paramento y las secciones y longitudes de armaduras a colocar son las indicadas en los Planos.

641.2 Materiales

641.2.1 Materiales de relleno para obras de tierra armada

Son aquellos suelos o materiales pétreos que se utilizan para formar el cuerpo de los macizos de tierra armada, tras su vertido, colocación y adecuada compactación.

Los materiales a utilizar serán los que se describen a continuación, salvo aprobación expresa del Director de las obras, tras la propuesta del contratista, avalada por los procedimientos del sistema de suelo reforzado proporcionado de la empresa suministradora, y que deberá estar firmada por un técnico competente.

El suelo deberá tener un ángulo de rozamiento interno igual o superior a 30°.

El terreno de relleno será válido cuando el porcentaje de muestras ensayadas, a granulometría por tamizado, que pasa a las 80 micras (0,08 mm) sea inferior al 15%.

Los terrenos con un porcentaje mayor del 15% a las 80 micras serán igualmente válidos, cuando:

- El porcentaje en peso de finos con un diámetro menor de 15 micras es menor del 10%.
- El porcentaje en peso del relleno con un tamaño de partículas inferiores a 15 micras será en todo caso superior al 20%.

Tampoco se admitirán para rellenos, partículas con dimensiones superiores a 250 mm y rechazo por el tamiz UNE 63 mm superior al 25%.

La resistividad eléctrica del suelo saturado durante una hora a 20°C, determinada según la norma NLT 250/80, será superior a:

- 10000 cm para obras secas.
- 30000 cm para obras saturadas.

El pH de la mezcla agua-suelo estará comprendido entre 5 y 10.

La mezcla en materia orgánica, determinado según la norma NLT 117/72 expresado en cantidad de carbono, será inferior a 100 mg/kg.

La mezcla agua-suelo tendrá un contenido de iones cloruro (Cl^-) y sulfato (SO_4^-) que no sobrepasará los siguientes valores:

- $(\text{Cl}^-) \leq 200 \text{ mg/kg}$
- $\text{SO}_4^- \leq 1000 \text{ mg/kg}$

Si la resistividad es superior a 5000 $\Omega \cdot \text{cm}$, estas condiciones se consideran automáticamente satisfechas.

El contenido en sulfuros totales, expresado en azufre, deberá ser inferior a 300 m/kg.

El material de relleno deberá cumplir las características mecánicas indicadas para los terraplenes, explanadas o subbases granulares, en función de los usos respectivos.

641.2.2 Elementos metálicos para obras de tierra armada

Son enganches para las armaduras los elementos de piel de hormigón, y a los elementos de piel metálica y sus cubrejuntas, así como los pasadores que se utilizan para unir entre sí los elementos de piel de hormigón.

Todos los elementos metálicos se fabricarán en acero dulce de bajo contenido en carbono, o en el mismo material con un recubrimiento de zinc por galvanización en caliente.

Las dimensiones y tolerancias serán las indicadas en los Planos. Los enganches no serán doblados con radios menores de 20 mm.

Los espesores nominales de los elementos metálicos, serán tales que, tras deducir los espesores de seguridad correspondientes a la corrosión, que se estiman en 1,5 mm de acero galvanizado, los espesores remanentes sean iguales o mayores que los previstos en los cálculos.

El acero será del tipo indicado en los planos, no pudiendo ser de calidad inferior al A-37, con grados "c" o "d", según se define en la norma UNE 36080-73.

Todas las piezas serán galvanizadas en caliente de acuerdo con la norma UNE 37501.

El aspecto superficial del recubrimiento será el considerado como aceptable en la norma UNE 37501. Podrá además el recubrimiento presentar una cristalización visible, diferente entre ambas caras. La cristalización deberá ser homogénea en su conjunto, sin que se haya de tener en cuenta el tamaño de los cristales y su densidad de reparto. El borde de la chapa podrá no estar recubierto.

El recubrimiento no presentará ninguna exfoliación apreciable tras someter una muestra a un ensayo de doblado a 180° sobre un mandril de diámetro dos veces superior al de la chapa, realizado de acuerdo con la norma UNE 7-292.

El peso nominal del recubrimiento será de 700 g/m² entre ambas caras, para los elementos que hayan sido galvanizados en continuo y de 500 g/m² en cada cara para los elementos galvanizados discontinuamente.

La determinación del peso del recubrimiento se realizará por métodos destructivos o no destructivos. La aceptación de un lote de material podrá basarse en ensayos no destructivos; no así su rechazo, que deberá basarse en los resultados obtenidos en ensayos destructivos.

641.2.3 Elementos prefabricados de hormigón para pieles de obras de tierra armada

Se denominan elementos prefabricados de hormigón para pieles de obras de tierra armada aquellos prefabricados de hormigón en masa, o ligeramente armado, provistos de enganches para armaduras metálicas y de dispositivos de pasador y tubo para el acoplamiento entre elementos. Tendrán por objeto constituir los paramentos vistos de las obras de tierra armada.

El hormigón será amasado en central y los elementos serán prefabricados en factoría y vibrados.

El hormigón se dosificará con un mínimo de 350 kg de cemento por metro cúbico.

El hormigón cumplirá las prescripciones de la Instrucción EHE-08.

El hormigón cumplirá las características exigidas en el apartado 610 del presente pliego para hormigones del tipo HA-30, con tamaño máximo del árido de 20 mm, y con tipo de exposición IIa+H.

El tamaño máximo de los áridos será de 25 mm.

Los áridos así como el cemento no tendrán características agresivas respecto al metal de los enganches para las armaduras de tierra armada.

La ejecución se ajustará a las normas de la Instrucción EHE-08.

Los elementos se hormigonarán horizontalmente con la cara exterior (paramento) hacia abajo sobre el encofrado y la inferior hacia arriba.

El hormigón se colocará sin interrupción teniendo cuidado de que no entren en contacto, bajo ningún concepto, los enganches de las armaduras de tierra armada y las armaduras del hormigón.

El hormigón se vibrará, y se le obligará a penetrar en todas las esquinas y huecos para evitar coqueas y otros defectos.

Se utilizará el mismo tipo de aceite de desencofrado para todos los elementos.

Los aparatos de enganche, entendiéndose como tales los elementos roscados situados en la parte superior de la escama con el fin de facilitar su manejo, serán capaces de soportar 1000 kp cada uno y tendrán un filete interior de un diámetro nominal de 16 mm y rosca ISO.

Se tomarán todas las precauciones necesarias en el manejo y almacenamiento para evitar dañar los elementos, manchar la superficie exterior (paramento) y doblar los enganches para armaduras de tierra armada. Los elementos se almacenarán siempre con los enganches hacia arriba, sobre tacos de madera de mayor espesor que la longitud de los enganches y colocados junto a éstos. Nunca se apilarán más de 5 elementos. El paramento no tocará el suelo.

Se indicará claramente en cada elemento, en su parte trasera, la fecha de ejecución.

Queda excluida toda reparación de desconchones, fisuras o roturas en los elementos.

641.2.4 Juntas horizontales de corcho para pieles de hormigón

Es el elemento situado entre dos escamas de hormigón que están colocadas una encima de otra y que tiene por misión obtener un contacto flexible que permita el giro y un cierto desplazamiento relativo entre las dos escamas. Esta junta es horizontal.

La junta consiste en una plancha de corcho aglomerado. El aglomerado se obtiene a partir de la unión con resinas sintéticas insolubles de partículas sueltas y limpias de corcho.

La densidad será de 250 kg/m³. La recuperación tras un esfuerzo de compresión será del 90%. La compresión será superior a 5 kp/cm² e inferior a 25 kp/cm².

La extensión será inferior a 5 mm.

El material resistirá pruebas de ebullición en ácido clorhídrico y envejecimiento.

El espesor de las juntas será de 20± 2 mm, con una longitud no inferior a 8 cm.

641.2.5 Juntas verticales de poliuretano para pieles de hormigón

Las juntas de espuma de poliuretano rellenarán los espacios laterales entre elementos vecinos en las pieles de hormigón. Estas juntas están formadas de tiras de espuma de poliuretano de células abiertas con una sección cuadrada 2 x 2 cm.

El material deberá presentar un buen aspecto, sin indentaciones, ni cortaduras ni signos de descomposición. Será suficientemente resistente como para permitir su manejo y puesta en obra sin sufrir daños.

641.2.6 Juntas textiles para pieles de hormigón

Las juntas textiles complementarán a las anteriores y a las juntas de corcho horizontales.

Estas juntas se colocarán pegadas a la parte trasera del paramento tapando las juntas verticales. Estarán formadas por unas tiras de 50 cm de ancho de material textil para filtros de uso normal en construcción.

641.2.7 Elementos para la unión de armaduras y pieles

Los elementos de unión de armaduras y pieles serán tornillos, y sus correspondientes tuercas y arandelas, de alta resistencia. Deberán tener también protección galvánica.

Las dimensiones nominales para los tornillos serán 12 y 14 mm de diámetro.

El acero de los tornillos tendrá un límite elástico convencional no inferior a 80 kp/cm² según las normas UNE 7262 y UNE 7282.

El recubrimiento de zinc tendrá un peso nominal de 500 g/m².

641.2.8 Hormigón en masa para zapatas de apoyo de hormigón

Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 610 del presente Pliego.

641.3 Ejecución

La ejecución se realizará de acuerdo con los procedimientos que proporcionará el suministrador. En caso de que así lo solicite el Director de las obras, un operario del suministrador deberá supervisar el montaje del sistema, debiendo estar presente en la obra todo el tiempo en el que se efectúe el montaje de los elementos de suelo reforzado.

641.3.1 Juntas textiles para pieles de hormigón

Los elementos de piel de hormigón se descargarán manipulándose por los enganches de las armaduras de tierra armada. Se sujetarán por un mínimo de cuatro (4) enganches y se mantendrán horizontales.

Las armaduras de más de 5,00 m de longitud se descargarán con ayuda de un balancín. Se almacenarán planas sobre el suelo, separando las de distintos tamaños.

La excavación para obtener la cota de cimentación se hará de acuerdo con las exigencias del artículo 321 del presente pliego. Se alcanzarán las cotas exigidas con las tolerancias indicadas en el citado artículo. La excavación en roca se hará con medios mecánicos con el fin de no alterar sus características resistentes.

La cimentación para la estructura de tierra armada se explanará horizontalmente en un área no inferior a la de la base del macizo, a la cota prevista de cimentación. Antes de construir la estructura se compactará el terreno natural con un rodillo liso. Se preverá un adecuado drenaje superficial para evitar acumulaciones de agua durante la construcción.

Se construirá la zapata de cimentación y nivelación de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. Esta zapata tendrá un ancho mínimo de 0,35 m y un espesor mínimo de 0,20 m. La zapata será curada durante 12 horas antes de colocar ningún elemento de piel.

641.3.2 Capas drenantes

Se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del Director de Obra. Se compactarán a una densidad igual o superior a la exigida para el relleno de la obra de tierra armada que esté en contacto con ellas. En caso de que el Director de las obras así lo apruebe, el contratista podrá sustituir los rellenos granulares por otras soluciones técnicamente equivalentes. En este caso, el contratista no podrá reclamar cantidad alguna por este cambio, ni por el posible aumento de medición que este cambio produzca en otras unidades.

641.3.3 Pieles de hormigón

El montaje se realizará de acuerdo con los procedimientos que proporcionará el suministrador.

Se implantará la primera fila de elementos sujetos por puntales en la parte exterior del paramento.

Se colocarán cuñas de madera en el número suficiente de filas de elementos para evitar los movimientos de éstos al ejecutar el relleno.

No se colocará nunca más de una fila de elementos sin haber realizado el relleno y colocadas las armaduras de la anterior.

Podrán montarse en obra los elementos a partir de 7 días después de hormigonados, siempre que la resistencia alcanzada al cabo de estos días alcance al menos el 65% de la resistencia característica.

Los elementos se colocarán verticales con ayuda de una máquina elevadora sujetándolas por los dos puntos de enganche situados en la parte superior.

Los elementos se colocarán en filas horizontales sucesivas según se indique en los planos.

Se solidarizará cada elemento, con la ayuda de dos perfiles, a los adyacentes de la fila anterior.

Se colocarán cuñas de madera para inmovilizar las juntas verticales, y se mantendrán en las tres últimas filas, quitándose después, por lo que nunca deberán quedar en el interior del paramento.

Se verificará la adecuada colocación de cada elemento para permitir el montaje de los elementos de la fila siguiente, para lo cual se comprobará con una plantilla si la distancia entre el pasador y el tubo de elementos consecutivos de una fila es la adecuada. Se comprobará con plomada y nivel la verticalidad y nivelación de cada elemento de piel.

Se quitarán los puntales que soportan la primera fila, al realizar la compactación de la banqueta de pie que define la entrega por la parte exterior del paramento.

Los empujes a realizar sobre los elementos para colocarlos verticalmente, se efectuarán apoyando la herramienta en la parte más alta del elemento de apoyo y la más baja del elemento que se está colocando.

Se colocarán las juntas de corcho horizontales entre el elemento nuevo y el que le sirve de apoyo, en su parte más alta disponiéndose asimismo simultáneamente las juntas verticales.

Se tomarán las medidas necesarias para conseguir:

- Una nivelación correcta de la solera de asiento.
- Un buen replanteo del paramento que permita la alineación de las placas.
- Una cuidadosa comprobación de la verticalidad de las placas durante la colocación y el mantenimiento de su aplomo por un acuíñado eficiente.

Por lo que respecta al paramento, las tolerancias serán las siguientes:

- Ningún punto del paramento estará alejado más de 20 mm de su posición teórica.
- Los defectos locales no serán superiores a 10 mm cuando se mida con una regla de 4.500 mm, en cualquier posición.

- El desplome local no será superior a 10mm cuando se mida con una regla de 4.500 mm.
- El desplome total del paramento será inferior al 0,2 % de altura total.

El Director podrá, según los requisitos estéticos y funcionales de cada obra, aumentar las tolerancias de montaje del paramento arriba indicadas.

641.3.4 Colocación de armaduras

Cuando el relleno alcance el nivel de enganches se dispondrá una capa horizontal de armaduras.

Las armaduras se colocarán planas, horizontales y perpendiculares al paramento.

Se desecharán en cualquier caso todas las armaduras que hayan sufrido deformaciones plásticas importantes durante su manejo y almacenamiento.

Cada armadura se sujetará el enganche correspondiente con el número de tornillos indicados en los Planos.

Se colocarán arandelas antes de poner las tuercas. Las tuercas se apretarán adecuadamente, de forma que no se puedan mover las armaduras, pero sin que el vástago del tornillo llegue a trabajar básicamente a tracción (aproximadamente a 1/3 de la tracción nominal en los tornillos de alta resistencia).

Las armaduras apoyarán bien sobre el relleno, debiendo evitarse que queden levantadas en la parte del enganche.

Antes de realizar una nueva capa de relleno se comprobará:

- Que se han puesto todas las armaduras que indican los Planos para el nivel correspondiente.
- Que éstas tienen las dimensiones que los Planos exigen.
- Que están todas atornilladas y adecuadamente apretadas.
- Que están todas bien estiradas y perpendiculares al paramento.
- Que el metal para enganchar armaduras y tornillos, tuercas y arandelas es todo del mismo tipo galvanizado o todo sin galvanizar

641.4 Medición y valoración

Los muros de suelo reforzado se abonarán por metros cuadrados (m²) de paramento realmente colocado. El precio incluirá la fabricación y suministro de los elementos de piel, enganches, pasadores, tornillos, tuercas y arandelas, juntas verticales y horizontales, cubrejuntas y armaduras, piezas de esquina, geotextil en las esquinas, juntas de corcho y

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

espuma de poliuretano, la repercusión de las partes de piezas con forma o altura especial, demás elementos componentes o auxiliares. También está incluida en el precio la repercusión de la generación de las ventanas o sistemas para recuperación de los testigos para control de la oxidación.

Capítulo V: ELEMENTOS AUXILIARES

Artículo 680. ENCOFRADOS Y MOLDES

680.1 Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigón y morteros.

Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

El uso de encofrado en paramentos ocultos se restringe sólo a las partes internas de estribos y costeros de zapatas y encepados.

Los encofrados constituyen unidades de obra incluidas dentro de las unidades de los hormigones a que han de dar forma.

Esta unidad incluye:

- El suministro de todos los materiales necesarios para la fabricación de las piezas.
- La fabricación de las piezas.
- El control de la producción, incluyendo todos los procesos de control de calidad.
- El almacenamiento en planta, la carga en los medios de transporte precisos, el transporte a obra y la descarga.
- El montaje y colocación de las piezas, así como todas las uniones con el resto de los elementos, de acuerdo con lo indicado en los planos.
- Todos los medios auxiliares, personal y maquinaria necesarios para la ejecución de los trabajos.

680.2 Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje
- Desencofrado, en su caso

680.2.1 Construcción y montaje

El sistema de encofrado para pilas de viaductos y pasos superiores deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero Director de las Obras.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Las juntas del encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros (2 mm.) para evitar la pérdida de lechada; pero deberán dejar el hueco necesario para evitar que por efecto de la humedad durante el hormigonado o durante el curado se compriman y deformen los tableros.

Los alambres y anclajes del encofrado que no puedan quitarse fácilmente (será permitido únicamente en casos excepcionales y con la autorización del Director de las Obras) habrán de cortarse a golpe de cincel. No está permitido el empleo de soplete para cortar los salientes de los anclajes.

680.2.2 Desencofrado

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a los tres días (3 d) de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete días (7 d), con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente, a dos días (2 d) o a cuatro días (4 d), cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones: Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

680.3 Medición y valoración

El encofrado se medirá en metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón medidos en los Planos, y se abonará a los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1.

En su ejecución están comprendidas todas las operaciones, incluso los apeos y cimbras, que puedan resultar necesarios así como el desencofrado y todos los materiales y medios auxiliares, cualquiera que sea la forma de la superficie a encofrar.

No será objeto de abono independiente, el encofrado que forme parte de otras unidades de obra para las que se ha previsto un precio en el Cuadro de Precios nº 1.

Artículo 681. APEOS Y CIMBRAS

681.1 Definición

Se definen como apeos los armazones provisionales que sostienen un elemento mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

Se define como cimbra la estructura provisional que tiene por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por sí misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados.

681.2 Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Descimbrado.

681.2.1 Construcción y montaje

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto la milésima (1/1.000) de la luz.

Las cimbras se construirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista, quien deberá presentarlos, con sus cálculos justificativos detallados, a examen y aprobación del Director de las obras.

Cuando la estructura de la cimbraba sea metálica, estará constituida por perfiles laminados, palastros roblonados, tubos, etc., sujetos con tornillos o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa del Director.

En todo caso, se comprobará que el apeo o cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra.

Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión.

Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h), con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más, si el Director lo considerase preciso.

Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese precisa alguna rectificación, el Director notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

Si la cimbra pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquélla.

Por lo dicho anteriormente, se preferirán las cimbras realizadas con puntales relativamente próximos y vigas metálicas de poca luz en lugar de la disposición de puntales en abanico.

Los arriostramientos tendrán la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se retirarán los que se puedan antes del tesado de las armaduras.

Cuando se utilice el método de construcción por voladizos sucesivos mediante carro de avance, se deberán reglar cuidadosamente sus cotas antes del hormigonado de cada dovela, siguiendo las indicaciones del Director. El carro deberá tener la suficiente rigidez para evitar el giro de la dovela que se está hormigonando con respecto a la zona ya construida, y la consiguiente fisuración en la junta

681.2.2 Descimbrado

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena u otros dispositivos, cuando el elemento descimbrado sea de cierta importancia.

Cuando el Director lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 ó 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de ser retiradas por completo debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán, además, las siguientes prescripciones: El descimbrado se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el programa previsto a tal efecto en el Proyecto.

Dicho programa deberá estar de acuerdo con el correspondiente al proceso de tesado, a fin de evitar que la estructura quede sometida, aunque sólo sea temporalmente, durante el proceso de ejecución, a tensiones no previstas en el Proyecto, que puedan resultar perjudiciales.

Tanto los elementos que constituyan el encofrado, como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

De no quedar contraindicado por el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se comenzará por el centro del vano y continuará hacia los extremos, siguiendo una ley triangular o parabólica.

681.3 Medición y valoración

En el caso de que sea necesario, los apeos se abonarán en unidades (ud) realmente ejecutadas, dentro de la unidad de hormigón respectiva. En el precio de los mismos no está incluida la cimentación de los mismos, que es objeto de medición y abono independiente.

La cimbra se abonará por m³ incluyendo la parte proporcional del coste de excavación y ejecución de su cimentación.

Se medirá según volumen realmente limitado entre la superficie de apoyo de la cimbra, aprobada expresamente por la Dirección de Obra, y el encofrado de la cara inferior de la estructura a sustentar.

Capítulo VII: OBRAS VARIAS

Artículo 682. IMPERMEABILIZACIÓN DE PARAMENTOS

682.1 Definición

Consiste en la capa a extender inmediatamente encima del tablero de hormigón del puente con el fin de aislar el esqueleto mineral de las capas del firme de la superficie rígida del tablero, así como contribuir a la impermeabilización y actuar como capa de amortiguación entre esfuerzos de la estructura del puente y las del firme.

Igualmente el revestimiento sobre paramentos de fábricas de hormigón en estribos, aletas, muros, etc. que evite la penetración de líquidos en el interior de los mismos. Para éste se utilizará una imprimación asfáltica.

682.2 Materiales

682.2.1 Tablero

Se compone de:

Aplicación de una imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB. Posteriormente se colocará una lámina soldable de betún elastómero (con 4 mm de espesor y 6 kg/m²) armada con geotextil y autoprottegida en superficie con una capa de gránulos minerales de naturaleza silíceo.

Podrán utilizarse también productos comerciales suministrados por fabricantes de reconocida solvencia, con características análogas a las especificadas, aprobadas expresamente por el Director de la Obra.

682.2.2 Muros / estribos

Se aplicarán dos capas de brea epoxi poliamida, con un espesor mínimo de película seca por capa de 150 micras. Todo el producto de revestimiento será de un solo fabricante de reconocido prestigio, aprobado por el Director de la Obra.

682.3 Ejecución

Previamente a la aplicación de la pintura asfáltica se procederá a la preparación de la superficie a través de la limpieza de todo tipo de polvo y suciedad mediante chorro de aire,

cepillado o método similar. Las manchas de grasa y aceite se eliminarán mediante lavado con soluciones de alcálisis.

La superficie resultante debe tener un aspecto de acabado fino, debiendo realizarse la impermeabilización cuando la misma esté seca, evitando la presencia de humedad para evitar futuros despegues.

La capa de cobertura se ejecutará en tantas manos como lo requiera el producto que se utiliza.

Las aguas superficiales que pueden afectar los trabajos se desviarán y conducirán fuera del área a impermeabilizar, debiéndose corregir antes de la ejecución aquellas zonas que por su forma puedan retener agua en su superficie.

El hormigón a tratar debe tener una edad de al menos 28 días.

No obstante a lo indicado anteriormente, la ejecución de los trabajos se realizará siguiendo las instrucciones del Director de las obras.

682.4 Medición y valoración

La impermeabilización de paramentos se abonará por metros cuadrados (m²) realmente tratada, medidos sobre Planos, a los precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº 1.

Estos precios incluyen:

- Las operaciones de limpieza de la superficie a impermeabilizar.
- Los materiales necesarios para la ejecución de la capa de impermeabilización según la unidad de obra.
- El suministro, almacenaje y conservación en obra, de estos materiales.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra

Artículo 692. APOYOS DE MATERIAL ELASTOMÉRICO

692.1 Definición

Se definen así los aparatos de apoyo constituidos por una placa de material elastomérico que permite, con su deformación elástica, traslaciones o giros de los elementos estructurales que soportan.

Los apoyos pueden ser zunchados o sin zunchar, entendiéndose por zunchados aquellos que constan de un cierto número de capas de material elastomérico separadas por zunchos de

chapa de acero que quedan unidos fuertemente al material elastomérico durante el proceso de fabricación.

En los apoyos de vigas se empleará neopreno zunchado, definiendo así los aparatos de apoyo constituidos por capas alternativas de material elastomérico y acero a modo de "sándwich", capaces de absorber las deformaciones y giros impuestos por la estructura que soportan.

692.2 Materiales

692.2.1 Material elastomérico

El material elastomérico estará constituido por caucho clorado completamente simétrico (caucho cloropreno, neopreno). El caucho natural no estará permitido en ningún caso en los aparatos de apoyo.

Los materiales elastoméricos a emplear en aparatos de apoyo cumplirán las siguientes condiciones:

- Resistencia mínima a la tracción, ciento setenta y siete kilopondios por centímetro cuadrado (177 kp/cm²).
- Resistencia mínima al desgarramiento (dado tipo B), diecinueve coma cinco kilopondios por centímetro de espesor (19,5 kp/cm)
- Alargamiento mínimo, trescientos veinticinco por ciento (325 %).
- Dureza Shore setenta grados centígrados (70°C), más menos cinco por ciento (± 5 %)
- Deformación permanente por compresión veinticinco (25) horas a setenta (70°) grados centígrados, veinticinco por ciento (25 %)
- Variación de características en la prueba de envejecimiento por calor después de setenta (70) horas a cien (100) grados centígrados:
 - Dureza menos quince (-15) grados Shore A
 - Resistencia a tracción, más menos quince (± 15 kp/cm²) kilopondios por centímetro cuadrado
- Módulo de elasticidad transversal para cargas instantáneas, no menos de doce (12 kp/cm²) kilopondios por centímetro cuadrado.
- El material no debe sufrir agrietamiento cuando se le somete a una exposición de cien (100) horas en una atmósfera de cien (100) partes de ozono, por un millón (1,00 x 10⁶) de partes de aire.
- Adhesión mínima, cinco (5 kp/cm²) kilopondios por centímetros de ancho

692.2.2 Placas de acero

Las placas de acero inoxidable empleadas como zunchos del elastómero y anclajes al hormigón tendrán un límite elástico mínimo de dos mil cuatrocientos kilogramos centímetro cuadrado (2400 kg/cm²) y una carga en rotura mínima de cuatro mil doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (4200 kg/cm²).

La carga tangencial mínima capaz de resistir la unión al material elastomérico será en servicio de ochenta kilogramos por centímetro cuadrado (80 kg/cm²), siendo la deformación tangencial correspondiente de siete décimas (0,7).

692.3 Ejecución

Los apoyos de material elastomérico se asentarán sobre una capa de mortero de cemento designado como M 450, sin retracción, con cemento CEM I-32,5, de al menos un centímetro (1 cm) de espesor, de forma que quede su cara superior perfectamente horizontal, salvo que se indique expresamente en los Planos que deban quedar con determinada pendiente. Se vigilará que la placa esté libre en toda su altura, con objeto de que no quede coartada su libertad de movimiento horizontal.

La consistencia del mortero será lo más seca posible, compatible con una correcta puesta en obra, a efectos de que su retracción sea mínima.

Las tolerancias de colocación de los apoyos serán de tres centímetros (3 cm) en planta y un centímetro (1 cm.) de cota.

Del mismo modo deberá ejecutarse la cuña de nivelación correspondiente al elemento estructural (viga o tablero) que ha de asentarse sobre e apoyo. Cuando este elemento sea prefabricado, la cuña de nivelación se podrá adherir al mismo con resina epoxi. La superficie deberá estar perfectamente limpia.

No se colocará el elemento estructural superior sin la aprobación por el Ingeniero Director de las Obras del replanteo y cotas de las bases de nivelación.

Deberá quedar altura suficiente para la inspección y sustitución del apoyo, si llega el caso.

692.4 Medición y valoración

Los apoyos se abonarán por unidades de cada tipo y dimensiones realmente colocadas en obra y contados sobre los Planos.

El abono se realizará según el precio que aparece en el cuadro de precios nº 1.

En la unidad se incluye el suministro del aparato de apoyo, la preparación de la superficie de asiento con mortero, la nivelación, colocación y cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

Artículo 694. JUNTAS DE TABLERO

694.1 Definición

Son dispositivos que enlazan los bordes de un tablero y un estribo, de forma que permitan los movimientos por cambios de temperatura, deformaciones reológicas en caso de hormigón y deformaciones de la estructura, al tiempo que presentan una superficie lo más continua posible a la rodadura.

694.2 Materiales

Todos los materiales utilizados presentarán una resistencia adecuada a los aceites y grasas, a los ciclos térmicos y a la acción de los rayos ultravioleta, ozono e intemperie en general.

Se exigirán las siguientes propiedades físicas iniciales para el neopreno:

- Dureza Shore igual o superior a sesenta (60).
- Carga de rotura a tracción no menor de diecisiete coma cinco Newtons por milímetro cuadrado (175 N/mm²).
- Alargamiento de rotura no menor que cuatrocientos cincuenta por ciento (450%).
- Módulo de elasticidad transversal, para cargas de larga duración, no mayor de un Newton por milímetro cuadrado (1 N/mm²).
- Módulo de elasticidad transversal, para cargas instantáneas, no menor de dos Newtons por milímetro cuadrado (2 N/mm²).

Además, después de someter el material a un envejecimiento en horno a setenta (70) horas a cien grados centígrados (100°C) de temperatura, deberán satisfacerse las siguientes condiciones:

- No aparecer grietas en el ensayo de ozono.
- No experimentar un cambio de dureza superior a quince grados Shore (15).

Si el material que se propone no cumple algunas de las condiciones indicadas, cuyos valores están inspirados en las Normas ASTM, el Director de las Obras decidirá acerca de su aceptación teniendo en cuenta las garantías que ofrezca la casa suministradora y a la vista de otras normas europeas aplicables al caso.

694.3 Ejecución

La instalación se debe realizarse poniendo especial cuidado en el anclaje al tablero, en la estanqueidad y su nivelación.

Se montará, en cualquier caso, siguiendo las instrucciones del fabricante, poniendo especial atención a su anclaje al tablero y a su enrase con la superficie del pavimento.

Antes de su instalación se reglará la junta ajustando su abertura inicial en función de la temperatura media de la estructura en el momento del montaje, de rango y movimiento de la junta y de todos los movimientos previstos en la estructura.

El procedimiento a seguir consta de los siguientes pasos:

- El premarcaje y marcaje de la junta.
- Corte y demolición del pavimento en el ancho ocupado por la junta, en su caso.
- La limpieza de la junta y de la superficie de aglomerado.
- La preparación del hormigón en los bordes de la junta.
- Colocación y anclaje de los elementos de la junta.
- Los materiales especiales de relleno entre junta y pavimento, así como los anclajes, piezas especiales, soldadura, etc

En el montaje se establecerá una deformación impuesta según las condiciones ambientales, para ajustar el comportamiento de la junta a la situación de proyecto.

694.4 Condiciones generales

Las juntas estarán constituidas por bandas de materiales elastoméricos y en su caso perfiles metálicos y deberán ser capaces de absorber deformaciones en tres direcciones perpendiculares entre sí, si bien su función principal es la de recoger los movimientos horizontales impuestos por la temperatura y las acciones reológicas, cuando éstas afectan a los tableros de los puentes.

El tipo de junta así como los movimientos que deben absorber, son los definidos en los Planos.

Las juntas a emplear serán las fabricadas por casas de reconocida solvencia y deberán someterse a la aprobación del Ingeniero Director de las Obras.

El Contratista someterá al Ingeniero Director de las Obras las características precisas de la junta que propone utilizar.

El corte del aglomerado en su caso será vertical, con la profundidad y anchura indicados en los planos. No se admitirán desviaciones de la posición teórica de la junta en planta de + 5 mm.

Las características básicas que deben cumplir las juntas de dilatación de los tableros son:

- Elasticidad para seguir los movimientos sin agrietarse o introducir esfuerzos inadmisibles en los tableros. El movimiento total admisible será el indicado en los Planos.
- Estanqueidad en caso de lluvia, nieves, fuertes condensaciones, inundaciones, etc., evitando cualquier filtración.
- Posibilidad de deslizamiento de cualquiera de los bordes en las tres direcciones básicas fundamentales en relación con los ejes de simetría de las juntas.
- Resistencia al desgaste producido por el paso de vehículos en número correspondiente a la intensidad media prevista y a los efectos accidentales de frenado y arranque de los mismos.
- Conservación de las características mecánico elásticas de los materiales de la junta y bordes, dentro de las temperaturas extremas a que van a ser sometidas.
- No ocasionar en cualquier situación de trabajo, resaltes o hundimientos que se traduzcan en golpeteos molestos al paso de los vehículos.

694.5 Medición y valoración

Las juntas de tablero se medirán por metros (m) de junta colocada, medidos sobre plano, y se abonará al precio correspondiente del Cuadro de Precios Nº 1.

En el precio están comprendidos todos los materiales especiales, así como anclajes, soldaduras, morteros y resinas epoxi, pinturas y cuantos trabajos y materiales sean necesarios para su correcta ejecución.

Artículo 695. PRUEBAS DE CARGA

695.1 Definición

La prueba de carga de recepción de una estructura es un conjunto de operaciones consistente en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el proyecto y construcción de la obra se han llevado a cabo de forma satisfactoria.

695.2 Ejecución

Se ejecutarán las preceptivas pruebas de carga de las estructuras, de acuerdo con las "Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera", aprobadas por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, 1.999.

Asimismo, cumplirán las disposiciones del Artículo 695 del PG-3.

El adjudicatario presentará a la Dirección Facultativa, para su aprobación, el proyecto correspondiente para la realización de las pruebas de carga de las estructuras.

695.2.1 Pruebas de carga estáticas

El proyecto de la prueba de carga será revisado por el Adjudicatario a instancias del Ingeniero Director de las obras, y en todo caso, tres meses antes de la fecha prevista para la terminación del puente.

Dicho proyecto, deberá ser aprobado por el Director de las obras. En caso de no merecer la aprobación de éste, el Adjudicatario lo acomodará cuantas veces sea necesario hasta ajustarlo a las directrices marcadas.

La prueba de carga se realizará bajo la dirección del Ingeniero Director de las obras.

Dichos proyectos se ajustarán con sujeción a las siguientes bases de cálculo:

- El modelo matemático a utilizar para el cálculo, tanto de esfuerzos como de deformaciones, será el mismo utilizado para su proyecto.
- El tren de cargas a emplear deberá permitir alcanzar unos esfuerzos reales en las secciones del centro de vano que estén en torno al sesenta por ciento (60%) de los valores teóricos producidos por el tren de carga establecido en la IAP-11. En ningún caso las solicitaciones producidas por el tren de carga real serán superiores al 70% de dichos esfuerzos teóricos.
- Todos los vehículos utilizados en una prueba serán preferiblemente iguales entre sí en cuanto a forma, peso y dimensiones.
- El comportamiento resistente de la estructura frente al tren de carga utilizado en la prueba, se comprobará mediante la medición de las flechas netas verticales reales alcanzadas en el centro de vano y su comparación con las teóricas obtenidas en el proyecto de la prueba de carga.
- En caso de que de dicha medición y comparación surgieran dudas razonables sobre el buen comportamiento de la estructura, el Director podrá exigir la medición de deformaciones en determinadas fibras o la determinación de los giros reales de los apoyos a fin de compararlos con sus valores teóricos deducidos del cálculo.
- Para la medición de flechas se emplearán flexímetros con una amplitud de campo acorde con las magnitudes a medir, (normalmente del orden de los 50 mm) y una apreciación de una centésima de milímetro. Simultáneamente se confirmarán los datos con nivelación de alta precisión.
- Las características de los aparatos destinados a otras posibles mediciones a efectuar por orden del Director, serán fijadas por éste de acuerdo con la precisión que se desea obtener.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- La prueba de carga se realizará situando longitudinalmente la sobrecarga de forma que produzca el máximo momento flector en el centro del vano, y transversalmente con la máxima excentricidad posible.

Se nivelarán cuidadosamente las secciones sobre los apoyos y en el centro de la luz antes de entrar el tren de carga en el vano correspondiente, repitiendo la operación con el vano cargado, y, además, inmediatamente antes y después de retirar el tren de carga, para conocer la recuperación de la deformación sufrida.

Deberán elegirse las horas adecuadas para que las condiciones meteorológicas perturben lo menos posible el comportamiento de la estructura (preferiblemente primeras horas de la mañana). De no ser así, se deben tomar medidas especiales para medir el gradiente térmico en el tablero a lo largo del día, de modo que se pueda evaluar correctamente (podría bastar la evolución de las temperaturas en las dos caras del tablero), a posteriori, la influencia que la acción térmica ha producido sobre las lecturas efectuadas.

Los vehículos cargados se pesarán antes de iniciarse la prueba de carga, anotándose la carga en cada uno de los ejes del vehículo.

Se realizará un replanteo previo de la posición de los ejes en el tablero (mediante marcas sobre el pavimento).

Se colocará primero un camión en su posición exacta antes de entrar el siguiente camión de la misma fila y así sucesivamente.

Una vez situadas las cargas correspondientes a cada una de las fases se tomará una medida del valor instantáneo de la flecha en el vano más cargado.

Transcurrido 10 minutos de esta lectura se tomará una nueva lectura de este mismo dato si la diferencia entre el nuevo valor y el instantáneo es interior al 1% o del orden de precisión de los aparatos, se considerará estabilizado el proceso de carga y se tomará la lectura final en todos los puntos de medida.

En caso contrario, se comprobará la misma condición en un nuevo intervalo de 10 minutos.

Si el criterio de estabilización siguiera sin cumplirse se procederá a juicio del Ingeniero Director de la prueba, a suspender dicho estado de carga o bien a reducir la carga correspondiente la fase considerada.

Una vez alcanzada la estabilización se tomarán las lecturas finales en todos los puntos de medida.

Como valor de la flecha se tomará la lectura del aparato una vez alcanzada la estabilización menos la medida inicial en descarga.

Una vez descargada la estructura se volverán a medir las deformaciones para obtener la deformación remanente que no superará el 15% de la producida por la carga total que se exige para puentes mixtos.

Entre fase y fase se debe dejar un tiempo prudencial para que el tablero recupere las deformaciones elásticas. El tiempo entre prueba y prueba se deja a juicio de la Dirección de Obra, pero se estima suficiente en principio en 30 minutos.

Se realizará una comprobación visual posterior a la prueba para detectar la posible presencia de fisuración en pilas y tablero, o reptado de aparatos de apoyo.

695.3 Informe y acta de las pruebas

Con posterioridad a la prueba de carga se elaborará un acta y un informe de la prueba de carga que contendrá como mínimo los siguientes puntos:

- Datos generales: Estructura, fecha de realización, personas presentes en la prueba de carga y finalidad de la prueba.
- Descripción de la estructura.
- Estado de la obra previo a las pruebas.
- Tren de cargas utilizado: Croquis de situación de camiones, indicando las posiciones y la carga por eje (pueden valer los que se adjuntan en este proyecto de prueba de carga). Se incluirán fotocopias de las fichas de características técnicas de los vehículos así como sus matrículas.
- Condiciones climatológicas. Valores registrados de temperatura y humedad en el caso de que éstas resulten condicionantes de la prueba.
- Aparatos de medida. Tipo y modelo de los aparatos, precisión. Incluyendo croquis de situación de todos los aparatos de medida y de la situación de puntos de referencia fijos.
- Lecturas realizadas en todos los aparatos de medida en escalón o fase de carga: flechas que se deducen de las anteriores lecturas y puntos de referencia empleados.
- Descripción del ensayo: Constará además de las lecturas efectuadas antes y después de introducir los camiones, de las flechas calculadas como diferencia de lecturas.
- Incidencias que se presentaron durante la realización de la prueba.
- Comparación de los valores medidos con los valores teóricos previstos y valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación.
- Estado final de la obra. Registros de fisuras en el caso de que se produjesen, indicando posición exacta y apertura máxima de la fisura, fotografías si es preciso, etc.

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

El informe estará redactado y firmado por el ingeniero Director de la prueba. Si, por indicación del Director de las Obras, la valoración del cumplimiento de los criterios de aceptación fuera efectuada por el Autor del Proyecto, éste será quien redacte y firme dicha parte del informe.

Con base en el Informe, se redactará el Acta de la prueba, documento de carácter oficial que contiene una descripción resumida de los distintos aspectos de la prueba, mencionados en el apartado anterior, y una referencia expresa al cumplimiento de los criterios de aceptación.

El Acta estará firmada al menos por el Director de la Obra, el Director de la prueba y el representante del Constructor.

695.4 Medición y valoración

El abono de las pruebas de carga del tablero se realizará como una unidad (ud) por longitud total del puente.

Incluye este precio la revisión y eventual nueva redacción del proyecto de la prueba de carga y cuantos medios materiales y humanos sean necesarios para la ejecución de la prueba de carga según las Recomendaciones a que se ha hecho referencia en el apartado 695.2 el proyecto de la prueba de carga y las instrucciones del Ingeniero Director de las obras, así como todos los trabajos necesarios para la auscultación, interpretación de resultados y realización de los correspondientes informe y acta.

Las pruebas de carga se realizarán bajo la supervisión del Director de la Obra, poniendo el adjudicatario a disposición de la Administración cuantos medios materiales y humanos sean necesarios para su realización y ejecutará todas las labores necesarias para llevarlas a cabo según las citadas recomendaciones, el proyecto y las instrucciones de la Dirección.

Parte.VII: MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL

Artículo 800. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

800.1 Condiciones generales y ejecución

Se establecerán zonas de acopios de materiales y residuos de las obras, en los lugares indicados en el proyecto, o en otros en los que se evite la afección de las aguas superficiales, y se favorezca la preservación de los recursos naturales y culturales del área en la medida de lo posible (fuera de los cauces y arroyos, encinares y terrenos cultivados).

Todas las operaciones que se lleven a cabo en estas áreas deberán ser controladas, y de forma muy especial las siguientes:

- Cambios de aceite de maquinaria. Se deberá comprobar que no se producen vertidos de ningún tipo, y se deberá comprobar el destino de los aceites usados, debiendo necesariamente ser a un centro de reciclaje o tratamiento autorizado.
- Basuras. Se comprobará el destino de las basuras generadas en las obras, exigiéndose un certificado del lugar de destino, que deberá ser un centro de tratamiento de residuos o vertedero autorizado.
- Lavado de vehículos. Se vigilará especialmente que dicho lavado no se realice aprovechando los cauces existentes.

Al término de las obras, las áreas ocupadas con carácter provisional por este tipo de infraestructuras, deberán restaurarse conforme a lo propuesto en el presente apartado para la restauración ambiental de terrenos afectados por las obras.

Se aplicará el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, mediante el desarrollo de un Plan de Gestión de RCDs por parte del Contratista, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y lo establecido en el presente Proyecto.

800.2 Clasificación de residuos

La clasificación de los residuos producidos en obra, debe realizarse separando los inertes de los que no lo son:

- En el caso de los residuos no inertes, se deberá realizar un almacenaje en contenedores específicos y retirada al punto limpio más cercano o entrega a gestor autorizado de todo tipo de residuos contaminantes no inertes (aceites, lubricantes, asfalto, productos químicos, etc.). Estos residuos, tanto sólidos como líquidos,

deben gestionarse separadamente y enviarse a depósitos de seguridad o plantas de tratamiento autorizadas.

- Con respecto a los inertes, también es necesaria la clasificación inicial (hormigón, metal, madera, vidrio, plástico, papel y cartón) con el objeto de poder valorizarlos.

Se realizará un mantenimiento y control de los productos almacenados. Se efectuará una clasificación y separación de los residuos de acuerdo a su naturaleza de todos aquellos residuos que deban ser eliminados, atendiendo a los tipos o categorías que se vienen considerando:

- Residuos inertes
- Residuos asimilables a urbanos
- Residuos tóxicos y/o peligrosos

800.2.1 Residuos inertes

Los residuos generados serán llevados a los puntos de recogida que, con carácter también temporal, se habilitarán en lugares estratégicos de la zona de obras, y en los que se instalarán tantos tipos diferentes de contenedores como tipos de residuos se generen durante las obras. Así, se instalarán al menos contenedores para los siguientes tipos de residuos y materiales:

| RESIDUO | COLOR |
|------------------------|--------------|
| Metal | Gris |
| Madera | Marrón |
| Derivados del Petróleo | Rojo |
| Neumáticos | Negro |
| Plástico | Amarillo |
| Papel y cartón | Azul |
| Vidrio | Blanco |
| Restos orgánicos | Verde |

El tipo de contenedor se ajustará a las siguientes características:

- Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo.

- Contenedor estanco para recipientes metálicos.
- Contenedor abierto para neumáticos.
- Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos.
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
- Contenedor estanco para vidrio.
- Contenedor estanco para restos orgánicos.

No se realizarán vertidos incontrolados, fuera de la zona delimitada para ello.

Los residuos inertes se trasladarán en contenedores a un vertedero de residuos inertes. Están constituidos por ciertos tipos de chatarra, escombros, etc. Al no poseer condiciones adversas para el medio ambiente son susceptibles de ser emplazados en rellenos o vertederos.

En el caso de las tierras serán llevadas a zonas donde sea posible su uso, como restauración de canteras, plantas de reciclado, etc. En caso contrario podrán almacenarse en la obra, en lugares donde no estorben, no puedan contaminarse por sustancias peligrosas y no puedan producir daños por deslizamientos o desprendimientos.

Para los residuos madera (palets y restos de carpintería), metales (bidones, restos de carpintería metálica, ferralla y otros), vidrio y neumáticos se deberán contratar los servicios de empresas autorizadas (gestores) que realicen actividades de recuperación, reutilización o reciclaje de estos residuos. También pueden ser reutilizados en la propia obra o en otra próxima, pero deberá quedar justificada documentalmente la cantidad de residuo generado y el total reutilizado.

Si el subcontratista se hace cargo de la gestión de éstos, deberá igualmente justificar dicha gestión de forma documental.

En los documentos es necesario que figure, al menos, la identificación del contratista, la obra de procedencia y en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, con las novedades incorporadas por el "Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015" MMARM, de 20 de enero de 2009, y la identificación del gestor de las operaciones de destino. El contratista estará obligado a entregar los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los mismos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

800.2.2 Residuos asimilables a urbanos

Los Residuos Urbanos y Asimilables a Urbanos se deben depositar en contenedores adecuados e identificados, y proceder a su retirada y gestión de forma periódica.

Se pueden presentar dos casos:

- Que la obra o el centro se encuentre en un núcleo urbano. Podrán utilizarse los contenedores de residuos urbanos municipales, pagando las correspondientes tasas de retirada al Ayuntamiento.
- Que la obra o el centro no se encuentre en un núcleo urbano, en cuyo caso puede optarse entre dos soluciones:
 - Solicitar el servicio de recogida de basuras al Ayuntamiento de la localidad más cercana y abonar las tasas correspondientes por retirada.
 - Contratar los servicios de una empresa gestora de residuos urbanos, autorizada por la Comunidad Autónoma, archivando las facturas de retirada y gestión.

En función de los casos anteriormente planteados la retirada será efectuada bien por el ayuntamiento o bien por una empresa gestora.

800.2.3 Residuos tóxicos y/o peligrosos

La dirección facultativa junto con el contratista determinarán, antes del comienzo de las obras, la potencial generación de Residuos Peligrosos. Si estimasen que durante la obra se generarán una cantidad menor a 10 toneladas el contratista deberá inscribirse en el registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos.

El tiempo de almacenamiento debe ser inferior a seis meses, desde la fecha que figure en la etiqueta, en el momento del cierre del envase. La Comunidad Autónoma podrá conceder un periodo superior de almacenamiento, siempre que se solicite.

Se recomienda hacer coincidir la fecha del envasado de los distintos tipos de RP, para poder coordinar su retirada, y así abaratar costes.

La zona de almacenamiento debe estar acotada y claramente identificada. Deberá ser una zona lo más protegida posible, en la que no se lleven a cabo maniobras de camiones o máquinas. No se almacenarán cerca de depósitos de combustibles. Se tendrán en cuenta incompatibilidades; no se puede poner explosivos junto con combustibles o éstos cerca de aceites usados, etc. En la medida de lo posible, no se almacenarán en zonas contiguas a edificios habitados o a casetas de obras.

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El suelo del almacén tiene que estar protegido de posibles fugas o derrames. Por ejemplo, se pueden situar los residuos sobre un suelo de hormigón o asfalto, para no contaminar el suelo natural y evitar filtraciones al terreno. Los RP deben estar protegidos de la lluvia y en cualquier caso se deberá asegurar el cierre de los bidones. Si es posible, se pondrán bajo techado o cubiertos con un plástico.

En cuanto a los residuos líquidos deben estar sobre un cubeto, para evitar posibles fugas o derrames. El cubeto debe tener la capacidad suficiente para recoger la totalidad del líquido almacenado.

Si no se dispone de este cubeto, se puede hacer un bordillo de cemento, para recoger las posibles fugas (existen en el mercado "rulos" para contener el escape de líquidos). Sobre la base de cemento, también se puede poner un plástico resistente con bentonita u otros materiales absorbentes por encima. El material utilizado, si está contaminado habrá de gestionarse como RP.

Cualquier modificación que sobre la ubicación o características del almacén pretenda llevar a cabo el Contratista, este deberá solicitar la aprobación de las modificaciones por parte de la Dirección Facultativa.

Zaragoza, diciembre de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo: Héctor Sánchez García

Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas

Ingeniero Civil

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



**ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE
LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA (ZARAGOZA)**

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO Y MEDICIONES

DISEÑO DE PUENTE ARCO PARA CARRETERA

Autor:

Héctor Sánchez García

Director:

Miguel Ángel Morales Arribas

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---------------------------------|-----------|
| 1. MEDICIONES | 1 |
| 1.1. MEDICIONES AUXILIARES | 3 |
| 1.1.1. <i>Excavación</i> | 3 |
| 1.1.2. <i>Encofrados</i> | 4 |
| 1.1.3. <i>Armaduras</i> | 4 |
| 1.1.4. <i>Acero estructural</i> | 5 |
| 1.2. MEDICIÓN GENERAL | 7 |
| 2. CUADROS DE PRECIOS | 11 |
| 2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1 | 13 |
| 2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2 | 16 |
| 3. PRESUPUESTO | 23 |
| 3.1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULO | 25 |
| 3.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO | 28 |

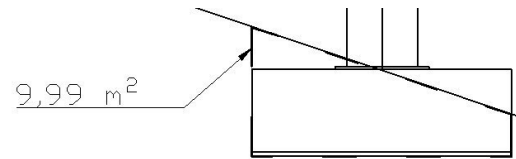
1. MEDICIONES

A continuación se presentan las mediciones auxiliares necesarias para poder realizar el presupuesto.

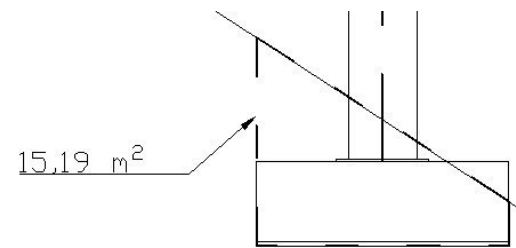
1.1. MEDICIONES AUXILIARES

1.1.1. Excavación

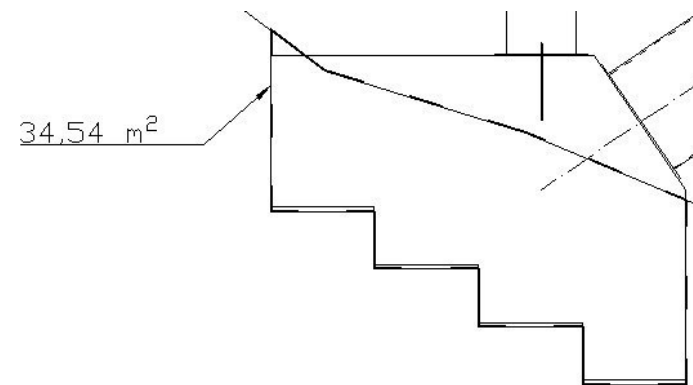
P1



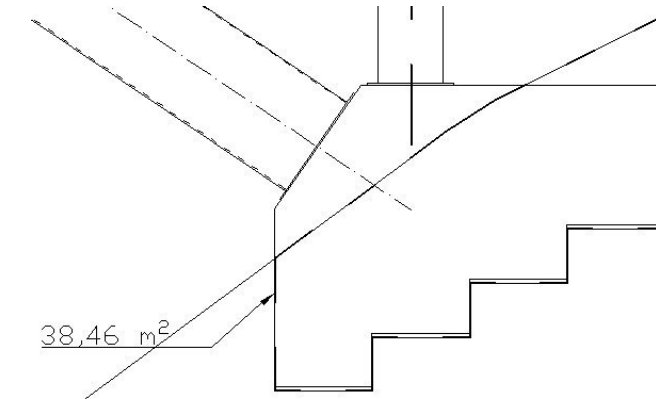
P2



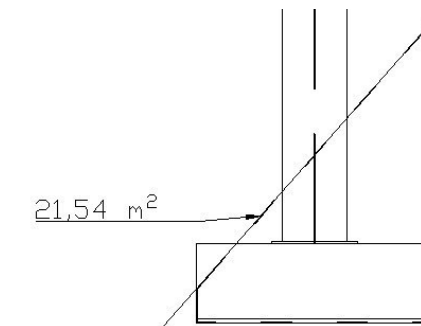
P3



P4



P5



| EXCAVACIÓN ZAPATAS | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------|----------------|
| | Área transversal (m2) | Longitud (m) | Volumen |
| ZAPATA P1 | 9,99 | 11,25 | 112,39 |
| ZAPATA P2 | 15,19 | 11,25 | 170,89 |
| ZAPATA P3 | 34,54 | 12,5 | 431,75 |
| ZAPATA P10 | 38,46 | 12,5 | 480,75 |
| ZAPATA P11 | 21,53 | 11,25 | 242,21 |
| | Total | | 1437,99 |

1.1.2. Encofrados

| ENCOFRADOS | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|---------|--------|------------------|--------------------|------------------|--------|
| Parte | Nº piezas | Anchura | Altura | Superficie pieza | Superficie parcial | Superficie total | |
| ZAPATAS COMBINADAS (X3) | | | | | | | |
| Lateral largo | 2 | 11,25 | 1,75 | 19,6875 | 39,38 | 58,63 | |
| Lateral corto | 2 | 5,5 | 1,75 | 9,625 | 19,25 | | |
| ZAPATAS ARCO (X2) | | | | | | | |
| Bloque 1 lateral | 2 | 2,25 | 3,25 | 7,31 | 14,63 | 269,29 | |
| Bloque 2 lateral | 2 | 2,25 | 4,50 | 10,13 | 20,25 | | |
| Bloque 3 lateral | 2 | 2,25 | 5,75 | 12,94 | 25,88 | | |
| Bloque 4 lateral | 2 | 2,25 | 7,00 | 15,75 | 31,50 | | |
| Triangulo diagonal | -2 | 1,99 | 2,88 | 2,86 | -5,73 | | |
| Lateral escalonado | 1 | 12,50 | 7,00 | 87,50 | 87,50 | | |
| Lateral arco | 1 | 12,50 | 4,12 | 51,52 | 51,52 | | |
| Diagonal | 1 | 12,5 | 3,50 | 43,75 | 43,75 | | |
| | | | | | | | 714,46 |
| DURMIENTES (X2) | | | | | | | |
| Lateral cargadero | 2 | 3,5 | 1,25 | 4,38 | 8,75 | 79,33 | |
| Largo cargadero | 2 | 11,5 | 1,25 | 14,38 | 28,75 | | |
| Lateral murete | 2 | 0,45 | 1,75 | 0,79 | 1,58 | | |
| Largo murete | 2 | 11,5 | 1,75 | 20,13 | 40,25 | | |
| | | | | | | 158,65 | |

1.1.3. Armaduras

| PARTE | Nº partes | Nº total | LONG (m) | Ø (mm) | Peso (kg) | Parciales (kg) | Totales (kg) |
|--------------------------------|-------------------------|----------|----------|--------|-----------|----------------|--------------|
| Durmiente estribo (x2) | | | | | | | |
| Cargadero | Inferior Long | 1 | 39 | 11,42 | 20 | 1098,37 | 2932,56 |
| | Inferior trans | 1 | 39 | 3,42 | 16 | 210,52 | |
| | Lateral long | 2 | 3 | 11,42 | 20 | 168,98 | |
| | Lateral trans | 2 | 39 | 1,17 | 16 | 144,04 | |
| | Superior long | 1 | 25 | 11,42 | 25 | 1100,13 | |
| | Superior trans | 1 | 39 | 3,42 | 16 | 210,52 | |
| Murete | Paramento tablero L | 1 | 8 | 11,42 | 20 | 225,31 | 1135,76 |
| | Paramento tablero T | 1 | 58 | 2,42 | 20 | 346,15 | |
| | Paramento terraplen L | 1 | 8 | 11,42 | 20 | 225,31 | |
| | Paramento terraplen T | 1 | 58 | 2 | 20 | 286,07 | |
| | Superior trans | 1 | 58 | 0,37 | 20 | 52,92 | |
| Zapatas combinadas (x3) | | | | | | | |
| Cara superior | Longitudinales | 1 | 28 | 13,21 | 20 | 912,18 | 1960,84 |
| | Transversales | 1 | 57 | 7,46 | 20 | 1048,66 | |
| Cara inferior | Longitudinales | 1 | 55 | 13,21 | 25 | 2799,66 | 6047,96 |
| | Transversales | 1 | 113 | 7,46 | 25 | 3248,31 | |
| Horizontales lateral | Corto | 2 | 6 | 5,36 | 20 | 158,62 | 487,41 |
| | Largo | 2 | 6 | 11,11 | 20 | 328,79 | |
| Zapatas arco (x2) | | | | | | | |
| Zona 1 | Transversales suelo | 1 | 21 | 11,21 | 20 | 580,56 | 3750,67 |
| | Longitudinales suelo | 1 | 117 | 6,10 | 20 | 1760,09 | |
| | Horizontal en paramento | 1 | 19 | 11,21 | 20 | 525,27 | |
| | Lateral horizontal | 2 | 19 | 7,82 | 20 | 732,84 | |
| | Lateral vertical | 2 | 10 | 3,08 | 20 | 151,91 | |
| Zona 2 | Transversales suelo | 1 | 19 | 11,46 | 25 | 839,03 | 3004,85 |
| | Longitudinales suelo | 1 | 125 | 4,97 | 20 | 1532,10 | |
| | Horizontal en paramento | 1 | 7 | 11,21 | 20 | 193,52 | |
| | | | | | | | 18489,29 |

| PARTE | | Nº partes | Nº total | LONG (m) | Ø (mm) | Peso (kg) | Parciales (kg) | Totales (kg) |
|------------------|-------------------------|-----------|----------|----------|--------|-----------|------------------|--------------|
| | Lateral horizontal | 2 | 7 | 6,55 | 20 | 226,15 | | |
| | Lateral vertical | 2 | 10 | 4,34 | 20 | 214,06 | | |
| Zona 3 | Transversales suelo | 1 | 24 | 11,46 | 25 | 1059,83 | 3306,84 | |
| | Longitudinales suelo | 1 | 133 | 4,97 | 20 | 1630,15 | | |
| | Horizontal en paramento | 1 | 7 | 11,21 | 20 | 193,52 | | |
| | Lateral horizontal | 2 | 7 | 4,29 | 20 | 148,12 | | |
| | Lateral vertical | 2 | 10 | 5,58 | 20 | 275,22 | | |
| Zona 4 | Transversales suelo | 1 | 24 | 11,46 | 25 | 1059,83 | 4636,90 | |
| | Longitudinales suelo | 1 | 141 | 8,14 | 20 | 2830,50 | | |
| | Horizontal en paramento | 1 | 7 | 11,21 | 20 | 193,52 | | |
| | Lateral horizontal | 2 | 7 | 2,03 | 20 | 70,09 | | |
| | Lateral vertical | 2 | 18 | 5,44 | 20 | 482,97 | | |
| Cara superior | Transversales | 1 | 33 | 13,28 | 20 | 1080,77 | 2601,27 | |
| | Longitudinales | 1 | 55 | 11,21 | 20 | 1520,50 | | |
| Paramento arco | Horizontales | 1 | 43 | 11,21 | 20 | 1188,76 | | |
| Losa (x1) | | | | | | | | |
| Cara superior | Transversales | 1 | 3400 | 11,5 | 20 | 96426,47 | 133320,08 | |
| | Longitudinales | 1 | 44 | 340 | 20 | 36893,61 | | |
| Cara inferior | Transversales | 1 | 3400 | 11,5 | 20 | 96426,47 | 133320,08 | |
| | Longitudinales | 1 | 44 | 340 | 20 | 36893,61 | | |
| | | | | | | | 266640,16 | |

1.1.4. Acero estructural

| ACERO ESTRUCTURAL S275JR - CHAPAS | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-----------|-------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| PARTE | Nº total | Ancho (m) | Espesor(mm) | Longitud (m) | Peso Especifico acero (kg/m3) | Totales (kg) |
| CAJÓN (x2) | | | | | | |
| Ala Superior | 2 | 0,7 | 30 | 340 | 7850 | 489881,6 |
| Alma | 2 | 1,3879 | 25 | 340 | | |
| Ala inferior | 1 | 1,95 | 30 | 340 | | |
| Diagona de apoyo | 14 | 1,3 | 100 | 2,55 | | |

| | Nº total | Área sección | Longitud (m) | Peso Especifico acero (kg/m³) | Parciales (kg) | Fase |
|---------------------------|----------|--------------|--------------|-------------------------------|----------------|-----------|
| PILAS | | | | | | |
| P1 | 2 | 0,2064 | 12,15 | 7850 | 39367,3 | 287827,34 |
| Transversales (s/ altura) | 4 | 0,006 | 4,27 | | 1607,4 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 12,05 | | 3631,9 | |
| P2 | 2 | 0,2064 | 24,28 | | 78690,5 | |
| Transversales (s/ altura) | 7 | 0,006 | 4,27 | | 2813,0 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 24,18 | | 7289,9 | |
| P3 | 2 | 0,2064 | 38,53 | | 124862,2 | |
| Transversales (s/ altura) | 12 | 0,006 | 4,27 | | 4822,3 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 38,43 | | 11584,9 | |
| P4 | 2 | 0,2064 | 22,35 | | 72426,3 | |
| Transversales (s/ altura) | 7 | 0,006 | 4,27 | | 2813,0 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 22,25 | | 6707,2 | |
| P5 | 2 | 0,2064 | 10,15 | | 32905,8 | |
| Transversales (s/ altura) | 3 | 0,006 | 4,27 | | 1205,6 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 10,05 | | 3030,9 | |
| P6 | 2 | 0,2064 | 3,02 | | 9790,5 | |
| Transversales (s/ altura) | 1 | 0,006 | 4,27 | | 401,9 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 2,92 | | 880,6 | |
| P7 | 2 | 0,2064 | 0,82 | 2657,2 | | |
| Transversales (s/ altura) | 0 | 0,006 | 4,27 | 0,0 | | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 0,72 | 217,0 | | |
| P8 | 2 | 0,2064 | 3,02 | 9790,5 | | |
| Transversales (s/ altura) | 1 | 0,006 | 4,27 | 401,9 | | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 2,92 | 880,6 | | |
| P9 | 2 | 0,2064 | 10,15 | 32905,8 | | |
| Transversales (s/ altura) | 3 | 0,006 | 4,27 | 1205,6 | 146949,61 | |

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| | | | | | | |
|---------------------------|----|--------|-------|--|------------------|-----------|
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 10,05 | | 3030,9 | |
| P10 | 2 | 0,2064 | 22,35 | | 72426,3 | |
| Transversales (s/ altura) | 7 | 0,006 | 4,27 | | 2813,0 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 22,25 | | 6707,2 | |
| P11 | 2 | 0,2064 | 38,53 | | 124862,2 | |
| Transversales (s/ altura) | 12 | 0,006 | 4,27 | | 4822,3 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 38,43 | | 11584,9 | |
| P12 | 2 | 0,2064 | 25,36 | | 82168,9 | |
| Transversales (s/ altura) | 8 | 0,006 | 4,27 | | 3214,9 | |
| Longitudinales | 8 | 0,0048 | 25,26 | | 7613,5 | 243038,49 |
| Chapa superior | 24 | 2,7936 | 0,1 | | 52631,4 | - |
| TOTAL | | | | | 824765,05 | |

| Arcos | | | | | |
|------------------|---|--------|----------|------|----------|
| Arco | 2 | 0,2664 | 229,1736 | 7850 | 958514,0 |
| Arriostramientos | 7 | 0,1164 | 3,25 | | 20787,6 |

| ACERO ESTRUCTURAL S275JR - RIGIDIZADORES | | | | | | |
|--|----------|--------------------------------|--------------|--|-------------|--------------|
| PARTE | Nº total | Área sección (m ²) | Longitud (m) | Peso Especifico acero (kg/m ³) | Peso (kg) | Totales (kg) |
| CAJÓN (x2) | | | | | | |
| Transversal (alma+ala) | 117 | 0,006 | 4,266 | 7850 | 23508,6462 | 161613,4764 |
| Longit Alma | 2 | 0,0048 | 340 | | 25622,4 | |
| Ala inferior | 1 | 0,0036 | 340 | | 9608,4 | |
| Diafragma Intermedio (en X) | 104 | 0,0106 | 2,55 | | 22067,292 | |
| PILAS (x2) | | | | | | |
| Transversales | 65 | 0,006 | 4,266 | 7850 | 13060,359 | 88173,95064 |
| Longitudinales | 4 | 0,0048 | 205,856 | | 31026,61632 | |
| ARCOS (x2) | | | | | | |
| Transversales | 121 | 0,006 | 8 | 7850 | 45592,8 | 194808,735 |
| Longitudinales | 6 | 0,0048 | 229,1736 | | 51811,56749 | |

1.2. MEDICIÓN GENERAL

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|-----------------------------------|--|-----------|
| CAPÍTULO 1_CIM Cimentación | | |
| 1_CIM1 | m2 Desbroce de monte bajo por medios mecánicos Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | 410,63 |
| 1_CIM2 | m3 Excavación en roca por medios mecánicos Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos hasta cota de sustentación, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo. | 1.437,99 |
| 1_CIM3 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 41,06 |
| 1_CIM4 | m2 Encofrado metálico en zapatas Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | 714,47 |
| 1_CIM5 | kg Armadura de zapata con acero B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 62.467,21 |
| 1_CIM6 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa en zapatas vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | 1.406,32 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|--------------------------------|--|----------|
| CAPÍTULO 2_EST Estribos | | |
| 2_EST0 | m2 Desbroce de monte bajo Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm. y extensión hasta final de flejes metálicos, con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | 1.181,68 |
| 2_EST1 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo tierra armada Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 5,47 |
| 2_EST2 | m2 Encofrado cimientos de muro de tierra armada Encofrado en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado. | 47,09 |
| 2_EST3 | m3 Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada, dimensiones 0,30x0,15 metros, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado. | 8,20 |
| 2_EST4 | m2 Alzado de muro de tierra armada Muro de tierra armada, formado por escamas de hormigón armado cruciformes de 1,65x1,50 m., espesor 14 cm., incluye armaduras de acero galvanizado de alta adherencia, impermeabilizado con brea epoxi, juntas especiales y tornillería de alta resistencia, totalmente ejecutado. | 1.097,10 |
| 2_EST5 | m3 Relleno granular en trasdós de muro de T.A. Relleno granular en trasdós, compactado con medios adecuados y granulometría en tamiz 80< 15%, completamente terminado. | 9.221,67 |
| 2_EST6 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo durmiente de estribo Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 8,05 |
| 2_EST7 | m2 Encofrado metálico en Durmiente Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | 158,65 |
| 2_EST8 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en durmiente sobre muro de T.A. Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa+H, elaborado en central en realización de durmiente, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | 118,74 |
| 2_EST9 | kg Armadura para cargadero Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 8.136,66 |

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|--------|---|------------|
| | CAPÍTULO 3_PIL Pilas | |
| 3_PIL1 | ud Placa anclaje S275 en pilas Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, cartelas, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 10,00 |
| 3_PIL2 | kg Acero S275 JR en pilas Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 824.765,05 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|--------|--|--------------|
| | CAPÍTULO 4_ARC Arco | |
| 4_ARC1 | ud Placa anclaje S275 en arco Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 4,00 |
| 4_ARC2 | kg Acero S275 JR en estructura soldada para arco Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.174.110,32 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|--------|--|--------------|
| | CAPÍTULO 5_TAB Tablero | |
| 5_TAB1 | kg Acero S275 JR en estructura soldada para cajones Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.141.378,00 |
| 5_TAB2 | m2 Prelosa colaborante con celosía, 5 cm de espesor Prelosa colaborante de celosía elaborada con HA-30 de 5 cm de espesor, completamente ejecutada, inc suministro, transporte y colocación | 3.230,00 |
| 5_TAB3 | kg Armado de losa con barras corrugadas B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso 5% p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 266.640,16 |
| 5_TAB4 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en losa vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central, en losa. Incluye vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C. | 809,20 |
| 5_TAB5 | m2 Impermeabilización de tablero con betún elastómero de 4 mm Impermeabilización de tablero con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP de 4 mm de espesor, autoprotégida, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB. Incluye 35% de solapes. | 3.910,00 |
| 5_TAB6 | m2 Capa de Rodadura AC-16 SURF 50/70 S e=5 cm D.A.<25 Suministro y puesta en obra de M.B.C. tipo AC-16 SURF 50/70 S en capa de rodadura de 5 cm de espesor, con áridos con desgaste de los Ángeles < 25, extendida y compactada, incluido riego asfáltico, filler de aportación y betún. | 3.570,00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD |
|--------|---|----------|
| | CAPÍTULO 6_AUX Otros elementos auxiliares | |
| 6_AUX1 | m Marca vial reflexiva en eje de calzada Marca vial blanca reflexiva tipo I, de 10 cm. de anchura, con pintura acrílica en emulsión acuosa en eje de carreteras, incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada. | 340,00 |
| 6_AUX2 | m Banda sonora longitudinal Banda sonora longitudinal de 10 cm. de ancho con tacos de 100x50x5 mm., con una separación de 10 cm., aplicados por extrusión en caliente. | 680,00 |
| 6_AUX3 | m Junta de neopreno 160 mm Junta de dilatación de tablero de puente de 160 mm. de recorrido máximo, formada por de material elastómero reforzada con acero. Incluye aplicación de puente de unión epoxi y elaboración y vertido de mortero de alta resistencia como cama de nivelación, replanteo y colocación de módulos, taladro y anclaje con mortero de resina epoxi de los mismos mediante pernos metálicos, apriete y sellado de cavidades y montaje de los elementos de transición mediante mortero flexible y áridos seleccionados, con sellado final y recebo con gravín, totalmente colocada, medida la longitud ejecutada. | 23,00 |
| 6_AUX4 | m Pretil PXP J6/1.14c Pretíl PXP J6 / 1.14c con nivel de contención H4b, incluye anclajes y todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución | 680,00 |
| 6_AUX5 | ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x84 Apoyo de neopreno zunchado 450x500x84 (4+11), incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribos. | 56,00 |

2. CUADROS DE PRECIOS

2.1. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

| CAPÍTULO 1_CIM Cimentación | | |
|----------------------------|--|--------|
| 1_CIM1 | m2 Desbroce de monte bajo por medios mecánicos | 2,25 |
| | Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | |
| | DOS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS | |
| 1_CIM2 | m3 Excavación en roca por medios mecánicos | 47,57 |
| | Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos hasta cota de sustentación, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo. | |
| | CUARENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y | |
| | CÉNTIMOS | |
| 1_CIM3 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 | 78,28 |
| | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | |
| | SETENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉN- | |
| | TIMOS | |
| 1_CIM4 | m2 Encofrado metálico en zapatas | 18,68 |
| | Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | |
| | DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉN- | |
| | TIMOS | |
| 1_CIM5 | kg Armadura de zapata con acero B500S | 1,22 |
| | Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | |
| | UN EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS | |
| 1_CIM6 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa en zapatas vertido manual | 101,86 |
| | Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | |
| | CIENTO UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTI- | |
| | MOS | |

| CAPÍTULO 2_EST Estribos | | |
|-------------------------|--|--------|
| 2_EST0 | m2 Desbroce de monte bajo | 2,25 |
| | Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm. y extensión hasta final de flejes metálicos, con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | |
| | DOS EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS | |
| 2_EST1 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo tierra armada | 78,28 |
| | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | |
| | SETENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉN- | |
| | TIMOS | |
| 2_EST2 | m2 Encofrado cimientos de muro de tierra armada | 12,75 |
| | Encofrado en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado. | |
| | DOCE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| 2_EST3 | m3 Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada | 85,32 |
| | Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada, dimensiones 0,30x0,15 metros, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado. | |
| | OCHENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y DOS | |
| | CÉNTIMOS | |
| 2_EST4 | m2 Alzado de muro de tierra armada | 139,90 |
| | Muro de tierra armada, formado por escamas de hormigón armado cruciformes de 1,65x1,50 m., espesor 14 cm., incluye armaduras de acero galvanizado de alta adherencia, impermeabilizado con breca epoxi, juntas especiales y tornillería de alta resistencia, totalmente ejecutado. | |
| | CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA | |
| | CÉNTIMOS | |
| 2_EST5 | m3 Relleno granular en trasdós de muro de T.A. | 10,07 |
| | Relleno granular en trasdós, compactado con medios adecuados y granulometría en tamiz 80<15%, completamente terminado. | |
| | DIEZ EUROS con SIETE CÉNTIMOS | |
| 2_EST6 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo durmiente de estribo | 78,28 |
| | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | |
| | SETENTA Y OCHO EUROS con VEINTIOCHO CÉN- | |
| | TIMOS | |
| 2_EST7 | m2 Encofrado metálico en Durmiente | 18,68 |
| | Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | |
| | DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉN- | |
| | TIMOS | |
| 2_EST8 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en durmiente sobre muro de T.A. | 102,11 |
| | Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa+H, elaborado en central en realización de durmiente, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | |
| | CIENTO DOS EUROS con ONCE CÉNTIMOS | |
| 2_EST9 | kg Armadura para cargadero | 1,22 |
| | Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | |
| | UN EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS | |

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAPÍTULO 3_PIL Pilas

| | | | |
|--------|----|--|----------|
| 3_PIL1 | ud | Placa anclaje S275 en pilas Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, cartelas, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.092,91 |
| | | MIL NOVENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| 3_PIL2 | kg | Acero S275 JR en pilas Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 2,22 |
| | | DOS EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 4_ARC Arco

| | | | |
|--------|----|---|----------|
| 4_ARC1 | ud | Placa anclaje S275 en arco Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.788,79 |
| | | MIL SETECIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| 4_ARC2 | kg | Acero S275 JR en estructura soldada para arco Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 2,30 |
| | | DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 5_TAB Tablero

| | | |
|--------|--|--------|
| 5_TAB1 | kg Acero S275 JR en estructura soldada para cajones Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1,72 |
| | UN EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS | |
| 5_TAB2 | m2 Prelosa colaborante con celosía, 5 cm de espesor Prelosa colaborante de celosía elaborada con HA-30 de 5 cm de espesor, completamente ejecutada, inc suministro, transporte y colocación | 102,65 |
| | CIENTO DOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| 5_TAB3 | kg Armado de losa con barras corrugadas B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso 5% p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 0,89 |
| | CERO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| 5_TAB4 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en losa vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central, en losa. Incluye vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ, EHE-08 y CTE-SE-C. | 102,11 |
| | CIENTO DOS EUROS con ONCE CÉNTIMOS | |
| 5_TAB5 | m2 Impermeabilización de tablero con betún elastómero de 4 mm Impermeabilización de tablero con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP de 4 mm de espesor, autoprottegida, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB. Incluye 35% de solapes. | 15,35 |
| | QUINCE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS | |
| 5_TAB6 | m2 Capa de Rodadura AC-16 SURF 50/70 S e=5 cm D.A.<25 Suministro y puesta en obra de M.B.C. tipo AC-16 SURF 50/70 S en capa de rodadura de 5 cm de espesor, con áridos con desgaste de los Ángeles < 25, extendida y compactada, incluido riego asfáltico, filler de aportación y betún. | 10,75 |
| | DIEZ EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 6_AUX Otros elementos auxiliares

| | | |
|---------|---|--------|
| 6_AUX1 | m Marca vial reflexiva en eje de calzada Marca vial blanca reflexiva tipo I, de 10 cm. de anchura, con pintura acrílica en emulsión acuosa en eje de carreteras, incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada. | 0,41 |
| | CERO EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS | |
| 6_AUX2 | m Banda sonora longitudinal Banda sonora longitudinal de 10 cm. de ancho con tacos de 100x50x5 mm., con una separación de 10 cm., aplicados por extrusión en caliente. | 1,39 |
| | UN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS | |
| 6_AUX3 | m Junta de neopreno 160 mm Junta de dilatación de tablero de puente de 160 mm. de recorrido máximo, formada por de material elastómero reforzada con acero. Incluye aplicación de puente de unión epoxi y elaboración y vertido de mortero de alta resistencia como cama de nivelación, replanteo y colocación de módulos, taladro y anclaje con mortero de resina epoxi de los mismos mediante pernos metálicos, apriete y sellado de cavidades y montaje de los elementos de transición mediante mortero flexible y áridos seleccionados, con sellado final y recebo con gravín, totalmente colocada, medida la longitud ejecutada. | 901,33 |
| | NOVECIENTOS UN EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS | |
| 6_AUX4 | m Pretil PXP J6/1.14c Pretil PXP J6 / 1.14c con nivel de contención H4b, incluye anclajes y todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución | 266,22 |
| | DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con VEIN- | |
| TIDOS | CÉNTIMOS | |
| 6_AUX5 | ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x84 Apoyo de neopreno zunchado 450x500x84 (4+11), incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribos. | 347,70 |
| | TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con | |
| SETENTA | CÉNTIMOS | |

Zaragoza, diciembre de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo: Héctor Sánchez García

Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas

Ingeniero Civil

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

2.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

CAPÍTULO 1. CIM Cimentación

| | | | | |
|--------|----|---|--|--|
| 1_CIM1 | m2 | Desbroce de monte bajo por medios mecánicos Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | Mano de obra 0,11 Maquinaria 2,01 | |
| | | | Suma la partida 2,12 Costes indirectos 6,00% 0,13 | |
| | | | TOTAL PARTIDA..... 2,25 | |
| 1_CIM2 | m3 | Excavación en roca por medios mecánicos Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos hasta cota de sustentación, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo. | Mano de obra 7,84 Maquinaria 37,04 | |
| | | | Suma la partida 44,88 Costes indirectos 6,00% 2,69 | |
| | | | TOTAL PARTIDA..... 47,57 | |
| 1_CIM3 | m3 | Hormigón de limpieza HL-150/B/20 Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | Mano de obra 7,53 Maquinaria 0,32 Resto de obra y materiales 66,00 | |
| | | | Suma la partida 73,85 Costes indirectos 6,00% 4,43 | |
| | | | TOTAL PARTIDA..... 78,28 | |
| 1_CIM4 | m2 | Encofrado metálico en zapatas Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | Mano de obra 6,74 Maquinaria 2,91 Resto de obra y materiales 7,97 | |
| | | | Suma la partida 17,62 Costes indirectos 6,00% 1,06 | |
| | | | TOTAL PARTIDA..... 18,68 | |
| 1_CIM5 | kg | Armadura de zapata con acero B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | Mano de obra 0,37 Resto de obra y materiales 0,78 | |
| | | | Suma la partida 1,15 Costes indirectos 6,00% 0,07 | |
| | | | TOTAL PARTIDA..... 1,22 | |
| 1_CIM6 | m3 | Hormigón HA-30/B/20/IIa en zapatas vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | Mano de obra 9,49 Maquinaria 5,33 | |

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Resto de obra y materiales | 81,27 |
| Suma la partida | 96,09 |
| Costes indirectos..... 6,00% | 5,77 |
| TOTAL PARTIDA | 101,86 |

| | | |
|----------------------------|-------|--------------|
| Suma la partida | | 9,50 |
| Costes indirectos..... | 6,00% | 0,57 |
| TOTAL PARTIDA | | 10,07 |

CAPÍTULO 2 EST Estribos

| | | | | |
|---------------|--|----------------------------------|--------|---------------|
| 2_EST0 | m2 Desbroce de monte bajo | | | |
| | Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm. y extensión hasta final de flejes metálicos, con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | | | |
| | | Mano de obra | 0,11 | |
| | | Maquinaria..... | 2,01 | |
| | | Suma la partida | 2,12 | |
| | | Costes indirectos..... | 6,00% | 0,13 |
| | | TOTAL PARTIDA | | 2,25 |
| 2_EST1 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo tierra armada | | | |
| | Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | | | |
| | | Mano de obra | 7,53 | |
| | | Maquinaria..... | 0,32 | |
| | | Resto de obra y materiales | 66,00 | |
| | | Suma la partida | 73,85 | |
| | | Costes indirectos..... | 6,00% | 4,43 |
| | | TOTAL PARTIDA | | 78,28 |
| 2_EST2 | m2 Encofrado cimientos de muro de tierra armada | | | |
| | Encofrado en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado. | | | |
| | | Mano de obra | 7,44 | |
| | | Maquinaria..... | 3,04 | |
| | | Resto de obra y materiales | 1,55 | |
| | | Suma la partida | 12,03 | |
| | | Costes indirectos..... | 6,00% | 0,72 |
| | | TOTAL PARTIDA | | 12,75 |
| 2_EST3 | m3 Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada | | | |
| | Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada, dimensiones 0,30x0,15 metros, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado. | | | |
| | | Mano de obra | 3,30 | |
| | | Maquinaria..... | 5,31 | |
| | | Resto de obra y materiales | 71,88 | |
| | | Suma la partida | 80,49 | |
| | | Costes indirectos..... | 6,00% | 4,83 |
| | | TOTAL PARTIDA | | 85,32 |
| 2_EST4 | m2 Alzado de muro de tierra armada | | | |
| | Muro de tierra armada, formado por escamas de hormigón armado cruciformes de 1,65x1,50 m., espesor 14 cm., incluye armaduras de acero galvanizado de alta adherencia, impermeabilizado con breca epoxi, juntas especiales y tornillería de alta resistencia, totalmente ejecutado. | | | |
| | | Mano de obra | 18,69 | |
| | | Maquinaria..... | 40,21 | |
| | | Resto de obra y materiales | 73,08 | |
| | | Suma la partida | 131,98 | |
| | | Costes indirectos..... | 6,00% | 7,92 |
| | | TOTAL PARTIDA | | 139,90 |
| 2_EST5 | m3 Relleno granular en trasdós de muro de T.A. | | | |
| | Relleno granular en trasdós, compactado con medios adecuados y granulometría en tamiz 80< 15%, completamente terminado. | | | |
| | | Mano de obra | 1,76 | |
| | | Maquinaria..... | 2,44 | |
| | | Resto de obra y materiales | 5,30 | |

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| | | | |
|--------|---|----------------------------------|---------------|
| 2_EST6 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo durmiente de estribo Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, T _{máx.} 20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | Mano de obra | 7,53 |
| | | Maquinaria..... | 0,32 |
| | | Resto de obra y materiales | 66,00 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 73,85 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 4,43 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 78,28 |
| 2_EST7 | m2 Encofrado metálico en Durmiente Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjas, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | Mano de obra | 6,74 |
| | | Maquinaria..... | 2,91 |
| | | Resto de obra y materiales | 7,97 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 17,62 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 1,06 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 18,68 |
| 2_EST8 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en durmiente sobre muro de T.A. Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa+H, elaborado en central en realización de durmiente, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | Mano de obra | 9,49 |
| | | Maquinaria..... | 86,84 |
| | | Resto de obra y materiales | |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 96,33 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 5,78 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 102,11 |
| 2_EST9 | kg Armadura para cargadero Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | Mano de obra | 0,37 |
| | | Resto de obra y materiales | 0,78 |
| | | Suma la partida | 1,15 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,07 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 1,22 |

CAPÍTULO 3_PIL Pilas

| | | | |
|--------|--|----------------------------------|-----------------|
| 3_PIL1 | ud Placa anclaje S275 en pilas Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, cartelas, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | Mano de obra | 2,70 |
| | | Maquinaria..... | 0,79 |
| | | Resto de obra y materiales | 1.027,56 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 1.031,05 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 61,86 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 1.092,91 |
| 3_PIL2 | kg Acero S275 JR en pilas Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | Mano de obra | 0,11 |
| | | Maquinaria..... | 0,58 |
| | | Resto de obra y materiales | 1,40 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 2,09 |
| | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,13 |
| | | TOTAL PARTIDA..... | 2,22 |

CAPÍTULO 4_ARC Arco

| | | | | |
|---------------|-----------|---|----------------------------------|-----------------|
| 4_ARC1 | ud | Placa anclaje S275 en arco | | |
| | | Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | | |
| | | | Mano de obra | 2,70 |
| | | | Maquinaria..... | 0,79 |
| | | | Resto de obra y materiales | 1.684,05 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 1.687,54 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 101,25 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 1.788,79 |

| | | | | |
|---------------|-----------|--|----------------------------------|-------------|
| 4_ARC2 | kg | Acero S275 JR en estructura soldada para arco | | |
| | | Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | | |
| | | | Mano de obra | 0,14 |
| | | | Maquinaria..... | 0,60 |
| | | | Resto de obra y materiales | 1,43 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 2,17 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,13 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 2,30 |

CAPÍTULO 5_TAB Tablero

| | | | | |
|---------------|-----------|--|----------------------------------|-------------|
| 5_TAB1 | kg | Acero S275 JR en estructura soldada para cajones | | |
| | | Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | | |
| | | | Mano de obra | 0,14 |
| | | | Maquinaria..... | 0,08 |
| | | | Resto de obra y materiales | 1,40 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 1,62 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,10 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 1,72 |

| | | | | |
|---------------|-----------|---|----------------------------------|---------------|
| 5_TAB2 | m2 | Prelosa colaborante con celosía, 5 cm de espesor | | |
| | | Prelosa colaborante de celosía elaborada con HA-30 de 5 cm de espesor, completamente ejecutada, inc suministro, transporte y colocación | | |
| | | | Mano de obra | 5,16 |
| | | | Maquinaria..... | 51,63 |
| | | | Resto de obra y materiales | 40,05 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 96,84 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 5,81 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 102,65 |

| | | | | |
|---------------|-----------|--|----------------------------------|-------------|
| 5_TAB3 | kg | Armado de losa con barras corrugadas B500S | | |
| | | Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso 5% p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | | |
| | | | Mano de obra | 0,06 |
| | | | Resto de obra y materiales | 0,78 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 0,84 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,05 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 0,89 |

| | | | | |
|---------------|-----------|--|------------------------------|---------------|
| 5_TAB4 | m3 | Hormigón HA-30/B/20/Ila+H en losa vertido manual | | |
| | | Hormigón en masa HA-30/B/20/Ila, elaborado en central, en losa. Incluye vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | | |
| | | | Mano de obra | 9,49 |
| | | | Maquinaria..... | 86,84 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 96,33 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 5,78 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 102,11 |

| | | | | |
|---------------|-----------|---|----------------------------------|--------------|
| 5_TAB5 | m2 | Impermeabilización de tablero con betún elastómero de 4 mm | | |
| | | Impermeabilización de tablero con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP de 4 mm de espesor, autoprottegida, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB. Incluye 35% de solapes. | | |
| | | | Mano de obra | 1,35 |
| | | | Resto de obra y materiales | 13,13 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 14,48 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,87 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 15,35 |

| | | | | |
|---------------|-----------|--|----------------------------------|------|
| 5_TAB6 | m2 | Capa de Rodadura AC-16 SURF 50/70 S e=5 cm D.A.<25 | | |
| | | Suministro y puesta en obra de M.B.C. tipo AC-16 SURF 50/70 S en capa de rodadura de 5 cm de espesor, con áridos con desgaste de los Ángeles < 25, extendida y compactada, incluido riego asfáltico, filler de aportación y betún. | | |
| | | | Mano de obra | 0,11 |
| | | | Maquinaria..... | 2,83 |
| | | | Resto de obra y materiales | 7,20 |
| | | | <hr/> | |

| | |
|------------------------------|--------------|
| Suma la partida | 10,14 |
| Costes indirectos..... 6,00% | 0,61 |
| TOTAL PARTIDA..... | 10,75 |

CAPÍTULO 6_AUX Otros elementos auxiliares

| | | | | |
|---------------|-----------|---|----------------------------------|---------------|
| 6_AUX1 | m | Marca vial reflexiva en eje de calzada | | |
| | | Marca vial blanca reflexiva tipo I, de 10 cm. de anchura, con pintura acrílica en emulsión acuosa en eje de carreteras, incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada. | | |
| | | | Mano de obra | 0,06 |
| | | | Maquinaria..... | 0,16 |
| | | | Resto de obra y materiales | 0,17 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 0,39 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,02 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 0,41 |
| 6_AUX2 | m | Banda sonora longitudinal | | |
| | | Banda sonora longitudinal de 10 cm. de ancho con tacos de 100x50x5 mm., con una separación de 10 cm., aplicados por extrusión en caliente. | | |
| | | | Mano de obra | 0,11 |
| | | | Maquinaria..... | 0,16 |
| | | | Resto de obra y materiales | 1,04 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 1,31 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,08 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 1,39 |
| 6_AUX3 | m | Junta de neopreno 160 mm | | |
| | | Junta de dilatación de tablero de puente de 160 mm. de recorrido máximo, formada por material elastómero reforzada con acero. Incluye aplicación de puente de unión epoxi y elaboración y vertido de mortero de alta resistencia como cama de nivelación, replanteo y colocación de módulos, taladro y anclaje con mortero de resina epoxi de los mismos mediante pernos metálicos, apriete y sellado de cavidades y montaje de los elementos de transición mediante mortero flexible y áridos seleccionados, con sellado final y recebo con gravín, totalmente colocada, medida la longitud ejecutada. | | |
| | | | Mano de obra | 166,71 |
| | | | Maquinaria..... | 149,51 |
| | | | Resto de obra y materiales | 534,09 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 850,31 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 51,02 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 901,33 |
| 6_AUX4 | m | Pretil PXP J6/1.14c | | |
| | | Pretil PXP J6 / 1.14c con nivel de contención H4b, incluye anclajes y todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución | | |
| | | | Mano de obra | 8,03 |
| | | | Maquinaria..... | 35,62 |
| | | | Resto de obra y materiales | 207,50 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 251,15 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 15,07 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 266,22 |
| 6_AUX5 | ud | Apoyos de neopreno zunchado 450x500x84 | | |
| | | Apoyo de neopreno zunchado 450x500x84 (4+11), incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribos. | | |
| | | | Mano de obra | 22,24 |
| | | | Maquinaria..... | 48,97 |
| | | | Resto de obra y materiales | 256,81 |
| | | | <hr/> | |
| | | | Suma la partida | 328,02 |
| | | | Costes indirectos..... 6,00% | 19,68 |
| | | | <hr/> | |
| | | TOTAL PARTIDA | | 347,70 |

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Autor: Héctor Sánchez García

Director: Miguel Ángel Morales Arribas

Fdo: Héctor Sánchez García
Ingeniero Civil

Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

3. PRESUPUESTO

3.1. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|--|-----------|--------|-------------------|
| CAPÍTULO 1_CIM Cimentación | | | | |
| 1_CIM1 | m2 Desbroce de monte bajo por medios mecánicos Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | 410,63 | 2,25 | 923,92 |
| 1_CIM2 | m3 Excavación en roca por medios mecánicos Excavación en cimientos y pozos en roca con medios mecánicos hasta cota de sustentación, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo. | 1.437,99 | 47,57 | 68.405,18 |
| 1_CIM3 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 41,06 | 78,28 | 3.214,18 |
| 1_CIM4 | m2 Encofrado metálico en zapatas Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjás, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | 714,47 | 18,68 | 13.346,30 |
| 1_CIM5 | kg Armadura de zapata con acero B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 62.467,21 | 1,22 | 76.210,00 |
| 1_CIM6 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa en zapatas vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjás de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | 1.406,32 | 101,86 | 143.247,76 |
| TOTAL CAPÍTULO 1_CIM Cimentación | | | | 305.347,34 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|--|----------|--------|-------------------|
| CAPÍTULO 2_EST Estribos | | | | |
| 2_EST0 | m2 Desbroce de monte bajo Desbroce y limpieza superficial de terreno de monte bajo, incluyendo arbustos, por medios mecánicos hasta una profundidad de 25 cm. y extensión hasta final de flejes metálicos, con carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero o lugar de empleo. | 1.181,68 | 2,25 | 2.658,78 |
| 2_EST1 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo tierra armada Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 5,47 | 78,28 | 428,19 |
| 2_EST2 | m2 Encofrado cimientos de muro de tierra armada Encofrado en cimientos de muro, incluso clavazón y desencofrado, terminado. | 47,09 | 12,75 | 600,40 |
| 2_EST3 | m3 Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada Hormigón HA-25/P/20/I en cimientos de muro de tierra armada, dimensiones 0,30x0,15 metros, incluso preparación de la superficie de asiento, vibrado, regleado y curado, terminado. | 8,20 | 85,32 | 699,62 |
| 2_EST4 | m2 Alzado de muro de tierra armada Muro de tierra armada, formado por escamas de hormigón armado cruciformes de 1,65x1,50 m., espesor 14 cm., incluye armaduras de acero galvanizado de alta adherencia, impermeabilizado con brea epoxi, juntas especiales y tornillería de alta resistencia, totalmente ejecutado. | 1.097,10 | 139,90 | 153.484,29 |
| 2_EST5 | m3 Relleno granular en trasdós de muro de T.A. Relleno granular en trasdós, compactado con medios adecuados y granulometría en tamiz 80< 15%, completamente terminado. | 9.221,67 | 10,07 | 92.862,22 |
| 2_EST6 | m3 Hormigón de limpieza HL-150/B/20 bajo durmiente de estribo Hormigón de limpieza HL-150/B/20, consistencia blanda, Tmáx.20 mm., para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación. Según NTE-CSZ,EHE-08 y CTE-SE-C. | 8,05 | 78,28 | 630,15 |
| 2_EST7 | m2 Encofrado metálico en Durmiente Encofrado y desencofrado metálico en zapatas, zanjás, vigas, encepados y 50 posturas. Según NTE-EME. | 158,65 | 18,68 | 2.963,58 |
| 2_EST8 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en durmiente sobre muro de T.A. Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa+H, elaborado en central en realización de durmiente, vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | 118,74 | 102,11 | 12.124,54 |
| 2_EST9 | kg Armadura para cargadero Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 8.136,66 | 1,22 | 9.926,73 |
| TOTAL CAPÍTULO 2_EST Estribos | | | | 276.378,50 |

DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|------------|----------|---------------------|
| | CAPÍTULO 3_PIL Pilas | | | |
| 3_PIL1 | ud Placa anclaje S275 en pilas Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, cartelas, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 10,00 | 1.092,91 | 10.929,10 |
| 3_PIL2 | kg Acero S275 JR en pilas Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 824.765,05 | 2,22 | 1.830.978,41 |
| | TOTAL CAPÍTULO 3_PIL Pilas | | | 1.841.907,51 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|--------------|----------|---------------------|
| | CAPÍTULO 4_ARC Arco | | | |
| 4_ARC1 | ud Placa anclaje S275 en arco Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano de espesor 40 mm. i/ soldadura, taladro central, colocada. Según NTE, CTE-DB-SE-A y EAE. | 4,00 | 1.788,79 | 7.155,16 |
| 4_ARC2 | kg Acero S275 JR en estructura soldada para arco Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.174.110,32 | 2,30 | 2.700.453,74 |
| | TOTAL CAPÍTULO 4_ARC Arco..... | | | 2.707.608,90 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|--|--------------|--------|---------------------|
| CAPÍTULO 5_TAB Tablero | | | | |
| 5_TAB1 | kg Acero S275 JR en estructura soldada para cajones Acero laminado S275JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV, CTE-DB-SE-A y EAE. | 1.141.378,00 | 1,72 | 1.963.170,16 |
| 5_TAB2 | m2 Prelosa colaborante con celosía, 5 cm de espesor Prelosa colaborante de celosía elaborada con HA-30 de 5 cm de espesor, completamente ejecutada, inc suministro, transporte y colocación | 3.230,00 | 102,65 | 331.559,50 |
| 5_TAB3 | kg Armado de losa con barras corrugadas B500S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso 5% p.p. de des-puntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. | 266.640,16 | 0,89 | 237.309,74 |
| 5_TAB4 | m3 Hormigón HA-30/B/20/IIa+H en losa vertido manual Hormigón en masa HA-30/B/20/IIa, elaborado en central, en losa. Incluye vertido por medios ma-nuales, vibrado y colocación. Según normas NTE-CSZ , EHE-08 y CTE-SE-C. | 809,20 | 102,11 | 82.627,41 |
| 5_TAB5 | m2 Impermeabilización de tablero con betún elastómero de 4 mm Impermeabilización de tablero con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP de 4 mm de espesor, autoprottegida, tipo monocapa, totalmente adherida al so-porte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB. Incluye 35% de solapes. | 3.910,00 | 15,35 | 60.018,50 |
| 5_TAB6 | m2 Capa de Rodadura AC-16 SURF 50/70 S e=5 cm D.A.<25 Suministro y puesta en obra de M.B.C. tipo AC-16 SURF 50/70 S en capa de rodadura de 5 cm de espesor, con áridos con desgaste de los Ángeles < 25, extendida y compactada, incluido riego asfál-tico, filler de aportación y betún. | 3.570,00 | 10,75 | 38.377,50 |
| TOTAL CAPÍTULO 5_TAB Tablero..... | | | | 2.713.062,81 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|--|----------|--------|---------------------|
| CAPÍTULO 6_AUX Otros elementos auxiliares | | | | |
| 6_AUX1 | m Marca vial reflexiva en eje de calzada Marca vial blanca reflexiva tipo I, de 10 cm. de anchura, con pintura acrílica en emulsión acuosa en eje de carreteras, incluso preparación y limpieza de la superficie y premarcaje, realmente ejecutada. | 340,00 | 0,41 | 139,40 |
| 6_AUX2 | m Banda sonora longitudinal Banda sonora longitudinal de 10 cm. de ancho con tacos de 100x50x5 mm., con una separación de 10 cm., aplicados por extrusión en caliente. | 680,00 | 1,39 | 945,20 |
| 6_AUX3 | m Junta de neopreno 160 mm Junta de dilatación de tablero de puente de 160 mm. de recorrido máximo, formada por de material elastómero reforzada con acero. Incluye aplicación de puente de unión epoxi y elaboración y vertido de mortero de alta resistencia como cama de nivelación, replanteo y colocación de módulos, taladro y anclaje con mortero de resina epoxi de los mismos mediante pernos metálicos, apriete y sellado de cavidades y montaje de los elementos de transición mediante mortero flexible y áridos seleccio-nados, con sellado final y recebo con gravín, totalmente colocada, medida la longitud ejecutada. | 23,00 | 901,33 | 20.730,59 |
| 6_AUX4 | m Pretil PXP J6/1.14c Pretil PXP J6 / 1.14c con nivel de contención H4b, incluye anclajes y todos los materiales y opera-ciones necesarios para la correcta ejecución | 680,00 | 266,22 | 181.029,60 |
| 6_AUX5 | ud Apoyos de neopreno zunchado 450x500x84 Apoyo de neopreno zunchado 450x500x84 (4+11), incluyendo todos los materiales y operaciones necesarios para la correcta ejecución sobre pilas metálicas y durmiente de hormigón en estribos. | 56,00 | 347,70 | 19.471,20 |
| TOTAL CAPÍTULO 6_AUX Otros elementos auxiliares | | | | 222.315,99 |
| TOTAL | | | | 8.066.621,05 |

Zaragoza, diciembre de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

 Fdo: Héctor Sánchez García
Ingeniero Civil

 Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

3.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| CAPÍTULO | RESUMEN..... | EUROS | % |
|---|----------------------------------|----------------------|-------|
| 1_CIM | Cimentación..... | 305.347,34 | 3,79 |
| 2_EST | Estribos..... | 276.378,50 | 3,43 |
| 3_PIL | Pilas..... | 1.841.907,51 | 22,83 |
| 4_ARC | Arco..... | 2.707.608,90 | 33,57 |
| 5_TAB | Tablero..... | 2.713.062,81 | 33,63 |
| 6_AUX | Otros elementos auxiliares..... | 222.315,99 | 2,76 |
| TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL | | 8.066.621,05 | |
| | 13,00 % Gastos generales..... | 1.048.660,74 | |
| | 6,00 % Beneficio industrial..... | 483.997,26 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 1.532.658,00 | |
| | 21,00 % I.V.A..... | 2.015.848,60 | |
| TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN | | 11.615.127,65 | |
| TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | | 11.615.127,65 | |

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de ONCE MILLONES SEISCIENTOS QUINCE MIL CIENTO VEINTISIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

Zaragoza, diciembre de 2016

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo: Héctor Sánchez García

Fdo: Miguel Ángel Morales Arribas

Ingeniero Civil

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos