

ANEJO 1:

**CARACTERÍSTICAS DE LA
CEBOLLA Y SUS PRODUCTOS
DERIVADOS**

Anejo 1. Características de la cebolla y sus productos derivados

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CEBOLLA: MORFOLOGÍA, CICLO Y CULTIVO	2
1.2 CEBOLLA DE FUENTES DE EBRO DENOMINACION DE ORIGEN PROTEGIDA (DOP)	3
1.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA CEBOLLA DE FUENTES.....	4
1.2.2 ZONA DE PRODUCCION DE LA CEBOLLA DE FUENTES	4
1.2.3 CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA CEBOLLA DE FUENTES.....	5
1.3 COMPOSICIÓN DE LAS CEBOLLAS.....	6
1.4. CONSERVACIÓN DE LA CEBOLLA	7
1.5. PRODUCTOS DERVIADOS DE LA CEBOLLA.....	8
1.5.1. ACEITES ESENCIALES CONCENTRADOS	8
1.5.2. PRODUCTOS DESHIDRATADOS.....	9
1.5.3. ENCURTIDOS	9
1.5.4. CEBOLLA CARMELIZADA Y CEBOLLA CONFITADA.....	10
1.5.5. CEBOLLA EN POLVO	11
1.5.6. CEBOLLA FRITA	11
1.5.7. CEBOLLA CONGELADA	12

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CEBOLLA: MORFOLOGÍA, CICLO Y CULTIVO

La cebolla o *Allium cepa*, es una planta herbácea bienal perteneciente a la familia de las Alliaceae. El género *Allium* se caracteriza por ser plantas herbáceas, de poca altura que presentan diferentes estructuras de reserva como rizomas, raíces y bulbos más o menos prominentes. Además, presentan olores y sabores característicos proporcionados por los compuestos azufrados que se liberan cuando se daña o se destruyen las células. Entre las descripciones botánicas de la cebolla podemos destacar las descritas por Scweisguth (1976), Foury y Scweisguth (1998) y Brewster (1994) (Brewster, 2001). En cuanto a la morfología de la cebolla (figura 1.1) podemos destacar:

- El **sistema radicular** es profuso y superficial, de raíces finas con un diámetro entre 0,5 y 2 mm.
- El **tallo** subterráneo, corto-comprimido cubierto por las bases de las hojas.
- Las **hojas** verde-azuladas con una cutícula altamente cerosa. Se puede diferenciar dos partes, la basal y la parte superior.
- Las **catafilas**, son hojas detenidas en su desarrollo o transformadas. En cebolla también se les denomina túnica, siendo la parte comestible de esta. Entre túnica y túnica se encuentra una **telilla** transparente denominada lámina. Los bulbos son estructuras de reserva que se forman al final de la primera temporada de crecimiento, en respuesta a unas determinadas condiciones de fotoperiodo, siendo el resultado de la acumulación de carbohidratos otros compuestos de reserva en la base de las hojas



Figura 1.1. Morfología de la cebolla.

En el crecimiento y floración de la cebolla se destacan diferentes fases (figura 1.2). Al ser una planta bianual, el primer año tiene lugar el desarrollo del sistema foliar y el segundo año tiene lugar la obtención de semillas.

En la fase de crecimiento herbáceo tiene lugar la formación del sistema radicular. En la fase de formación de bulbo, el crecimiento aéreo se va paralizando y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas que se engrosan y forman el bulbo. La fase de reposo vegetativo es aquella en la que el bulbo maduro entra en latencia y deja de desarrollarse. Por último, la fase de reproducción sexual en la que se forma el tallo florar con una inflorescencia en umbela desarrollándose en el segundo año de cultivo (Brewster, 2001).

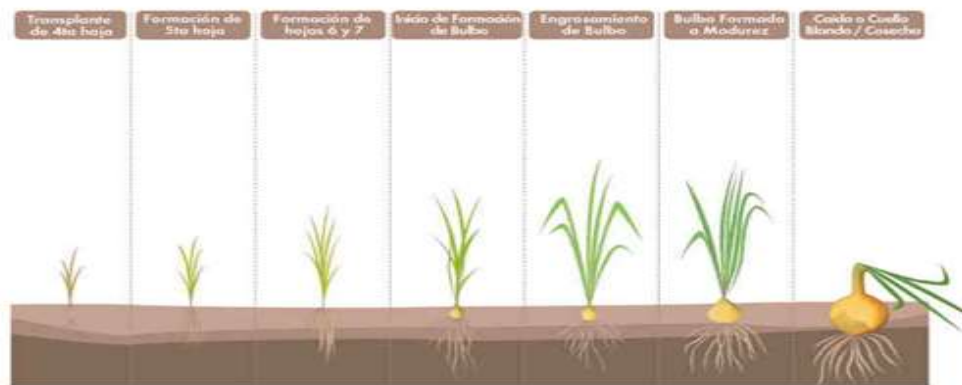


Figura 1.2. Ciclo de crecimiento del bulbo de la cebolla.

El desarrollo de la cebolla es óptimo en los climas templados, donde el inicio y floración del bulbo están influenciados por la temperatura a la que se encuentra y la cantidad de luz que recibe. Podemos agruparlo en diferentes variedades (Llamazares *et al*, 2002):

- Variedades de ciclo corto (10-12 horas de luz).
- Variedades de ciclo intermedio (13-14 horas de luz).
- Variedades de ciclo largo (15 horas de luz).

Los sistemas empleados pueden agruparse en:

- Siembra directa (figura 1.3): en tablas utilizando sembradores, separadas 15 cm entre ellas.
- Semillero plantación: en suelos bien “trabajados”, mantenidos con humedad contante donde la siembra se realiza “a voleo”.



Figura 1.3. Siembra de cebolla

1.2 CEBOLLA DE FUENTES DE EBRO DENOMINACION DE ORIGEN PROTEGIDA (DOP)

Las cebollas de la DOP Fuentes de Ebro deberán cumplir con lo establecido en la Orden del 26 de octubre del 2010 en la que se entiende por Cebolla de Fuentes de Ebro a los bulbos de la especie *Allium cepa L.* procedentes de las variedades Cebolla Dulce de Fuentes y Cebolla Blanca Gruesa de Fuentes, de la población autóctona tradicionalmente originaria de Fuentes de Ebro inscrita en el catálogo Común de Variedades de Especies de Plantas Hortícolas del consejo de 29 de Septiembre de 1970. Si cumple con lo establecido se le asignará el logotipo de la DOP (figura 1.4).



Figura 1.4. Logotipo de la cebolla DOP Fuentes de Ebro.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA CEBOLLA DE FUENTES

La cebolla de Fuentes de Ebro, es una cebolla blanca de la variedad *Allium Cepa*. Lo que llama la atención de esta cebolla es su suave y escaso picor, las capas interiores son tiernas y succulentas. Lo que procede que después de ser ingerida no permanezca su retrogusto en la boca. Tiene un tallo grueso, forma globosa redondeada por la raíz y ligeramente alargada hacia el cuello, su color es un blanco-paja en su capa externa, mientras cuando se trata de la cebolla temprana, encontramos un color blanco-verdoso, en las capas externas y en las capas internas blancas y carnosas (figura 1.5). El color interno deberá ser blanco.



Figura 1.5. Cebolla de Fuentes de Ebro

1.2.2 ZONA DE PRODUCCION DE LA CEBOLLA DE FUENTES

La delimitación de la zona Geográfica de producción, transformación y elaboración de las cebollas de Fuentes de Ebro DOP, se sitúa en la zona de producción amparada por la denominación de origen Cebollas Fuentes de Ebro, y está constituido por los terrenos ubicados en los términos municipales de la provincia de Zaragoza: Fuentes de Ebro, mediana de Aragón, Osera de Ebro, Pina de Ebro, Quinto de Ebro y Villafranca de Ebro (figura 1.6).



Figura 1.6. Municipios de la provincia de Zaragoza amparadas en la DOP Cebolla de Fuentes

1.2.3 CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA CEBOLLA DE FUENTES

La cebolla es una hortaliza de primavera-verano que necesita muchas horas de luz. La siembra se hace en diciembre, pero es habitual trasplantar bulbos o pequeños tallos (en marzo-abril). En general la cebolla necesita terrenos profundos ricos en materia orgánica y con abundante agua. Se realizan labores preparatorias como la aireación y preparación del terreno en superficie (subsolar, arado, etc.). La plantación se puede realizar mediante el sistema de siembra directa o bien siguiendo el sistema de trasplante (Mallor *et al*, 2008).

El marco geográfico de la Denominación de Origen tiene un microclima estepario, ventoso y con escasas lluvias, además hay que añadir que son cultivadas en un suelo fértil, el cual tiene una presencia abundante de yeso y carbonato cálcico y con un pH elevado.

La recolección de la cebolla temprana se realiza arrancando los bulbos con el tallo y en el caso de la cebolla madura se dejarán secar los tallos antes de la recolección de los bulbos. Su cosechado se hace de manera manual y no con cosechadora, debido a que la gran mayoría de cosecha es comercializada en fresco y debe mantener la calidad.

- Se entiende por **cebolla temprana (figura 1.7)** a aquella que se recolecta cuando se está formando el bulbo, aún con el tallo según la escala fenológica para la cebolla descrita por Suso *et al.* (1992). Durante este estado aparecen la duodécima, decimotercera y décimo cuarta hoja, alcanzando la planta su altura máxima con el alargamiento de la séptima, octava y novena hoja (Suso *et al.* 1992).
- Se entiende por **cebolla madura (figura 1.7)** a aquella que se recolecta cuando el bulbo está maduro y el tallo ya está seco
- según la escala fenológica para la cebolla descrita por Suso *et al.* (1992). Las túnicas se consolidan, el follaje se seca y el cuello de la planta se cierra, desprendiéndose las hojas (Suso *et al.* 1992).

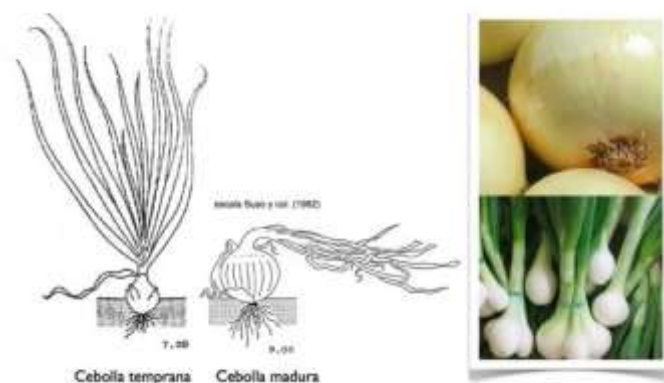


Figura 1.7. Comparación entre cebolla temprana (fotografía inferior) y madura

Cada año se cultivan en Aragón unas 700 ha de cebolla. Una parte importante de esta superficie, aproximadamente unas 150 ha, está dedicada a la variedad autóctona aragonesa Cebolla Fuentes de Ebro (CFE), que producen unas 40000 y 50000 kg/ha.

1.3 COMPOSICIÓN DE LAS CEBOLLAS

Las cebollas contienen múltiples compuestos en su composición que se indican en la tabla 1.1, referido a 100 gramos de cebolla comestible:

Tabla 1.1. Composición de la cebolla fresca

COMPUESTO	CANTIDAD (g/100 g materia fresca)
Agua	89,68
Carbohidratos	8,63
Grasas	0,16
Proteínas	1,16
Fibra	1,8
Cenizas	0,37
Calcio	0,02
Fósforo	0,033
Potasio	0,157
Magnesio	0,01
Hierro	0,22 mg
Tiamina	0,042 mg
Riboflavina	0,120 mg
Niacinina	0,148 mg
Ácido ascórbico	0,064

Los requisitos de calidad de los bulbos deben ser: estar enteros, sanos (sin daños mecánicos, plagas ni enfermedades), limpias y no deben tener daños causados por el congelamiento, su aspecto debe ser fresco, tiene que estar exento de humedad exterior y no puede contener ni olores ni sabores extraños, así como de encontrarse en condiciones secas, también debe tener los tallos bien cortados y ser capaz de

soportar el transporte y la manipulación. Además no debe exceder los límites máximos permitidos internacionalmente de plaguicidas.

La cebolla de Fuentes contiene una gran cantidad de agua, proporcionando un sabor suave y tierno. Esta cebolla destaca por su leve picor, ideal para ser consumida en fresco. También es ideal para caramelizar sin necesidad de añadir azúcar debido a su dulzor natural, siendo de las favoritas para cocineros y consumidores.

1.4. CONSERVACIÓN DE LA CEBOLLA

Para una buena conservación de la cebolla, el primer paso es disminuir la temperatura de los bulbos. El proceso de enfriamiento puede realizarse de tres formas:

- Aire forzado (a través del uso de corrientes de aire utilizando cajones denominados De Grot en Slot) (Figura 1.8).
- Natural (conseguir que la temperatura y humedad vaya disminuyendo lentamente, simplemente con el contacto con el aire que hay alrededor de los cajones de 1,05 x 1,05 x 0,70 m).
- Cámaras frigoríficas (disminuyendo la temperatura de la cebolla lentamente).

Tras ello las cebollas pueden conservarse mediante:

- **Almacenaje a granel:** Las cebollas se colocan extendidas en lugares umbríos (no muy húmedos) y con temperatura constante no muy elevada, sobre sacos u otro material para evitar el contacto directo con el suelo y el hacinamiento, responsable de una mayor tasa respiratoria y por tanto, de una pérdida más acelerada de la calidad del bulbo.
- **Uso de cámaras frigoríficas:** Este método de conservación consiste en colocar las cebollas en cajones e introducirlas en cámaras frigoríficas a las condiciones climáticas adecuadas (2º C y una humedad relativa (HR) del 75-80 %).



Figura 1.8. Sistema de enfriamiento rápido por aire forzado Grot en Slot

Con este proceso de conservación, las cebollas tienen una vida útil aproximada de 2 o 3 meses. A partir de esa fecha, se observan alteraciones fúngicas causadas principalmente por el moho *Aspergillus niger* (Figura 1.9), pérdidas en la calidad del bulbo, principalmente por el desarrollo de fisiopatías, debido a una excesiva condensación generada sobre el fruto, y por una pérdida de firmeza (Mallor, 2007).



Figura 1.9. Cebollas con signos de crecimiento fúngico (zonas de color negro) bajo la primera túnica

1.5. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA CEBOLLA

A partir de las cebollas se elaboran una serie de productos manufacturados para uso culinario. El aroma y el sabor de los productos de cebolla procesados son generalmente más débiles que el que tienen en fresco. La pérdida de aroma y sabor, puede deberse a la destrucción rápida de la enzima allinasa durante el procesado, o a la destrucción de los precursores del aroma y el sabor de las cebollas. Esta pérdida depende mucho de la temperatura, desarrollo y duración de los diversos procesos de fabricación y cocinado (J.L.BREWSTER, 2001). A continuación se recogen diversos productos derivados de cebolla.

1.5.1. ACEITES ESENCIALES CONCENTRADOS

Los aceites concentrados (figura 1.10) pueden emplearse para conferir el aroma y sabor de las cebollas a alimentos procesados sin las dificultades del manejo de grandes cantidades de bulbos frescos. Los aceites se elaboran hirviendo una mezcla de bulbos troceados, previamente macerada durante varias horas, y extrayendo los aceites en la destilación con vapor. Se obtienen rendimientos de 0,002-0,003 g de aceite de cebolla por cada 100 g de bulbos frescos. Recientemente se han desarrollado técnicas industriales para la extracción de los constituyentes aromáticos a partir de homogenizados del bulbo. Los compuestos aromáticos liposolubles se extraen con disolventes de uso alimentario y estos se evaporan para concentrar las sustancias del aroma y el sabor y recuperar el disolvente. Debido a la alta concentración de los aceites aromáticos, éstos se suelen dispersar en una fase sólida, como sal, glucosa o harina, que actúa como excipiente. De forma alternativa, pueden microencapsularse utilizando polímeros comestibles. Estos métodos de

dilución y dispersión simplifican la mezcla y la incorporación de los aceites esenciales a alimentos manufacturados (J.L.BREWSTER, 2001)



Figura 1.10. Aceite concentrado de cebolla. Fuente: Amazon

1.5.2. PRODUCTOS DESHIDRATADOS

La utilización de cebolla deshidratada (figura 1.11) se encuentra muy extendida. Las variedades de cebollas a deshidratar deberían ser de carne blanca y poseer un elevado porcentaje de materia seca. El procesado implica, en primer lugar, el lavado de los bulbos, la eliminación de la piel, raíces, y la parte superior del bulbo, la esterilización de la superficie a la llama o con álcali, el lavado y después el rebanado o troceado. Las rodajas se secan con aire caliente, que inicialmente se encuentra a 75 °C y después se disminuye hasta 60 °C en tres etapas según va disminuyendo el contenido de humedad. La deshidratación a temperaturas demasiado altas provoca un oscurecimiento (caramelización). Al secado con aire caliente le sigue un secado final hasta llegar a un 4 % de humedad.



Figura 1.11. Cebolla deshidratada en escamas. Fuente: Agroindustrial

1.5.3. ENCURTIDOS

En muchos países se consumen encurtidos de bulbos *Allium* (figura 1.12) en grandes cantidades. Las variedades de cebollas más comunes para encurtir son de piel pardo-amarillenta o los tipos especiales blancos llamados “piel de plata”. Las

cebollas para encurtir primero se pelan y después se dejan fermentar 24-96 horas en salmuera al 10 %. Durante la fermentación, los azúcares de los bulbos se transforman en ácido láctico más unas pequeñas cantidades de ácido acético y alcohol. La fermentación se controla mediante la adición de pequeñas cantidades de ácido láctico. La disminución de pH de los bulbos por debajo de 4,6 en unos pocos días evita el crecimiento de la bacteria botulínica. Los bulbos encurtidos se envasan en vinagre que se puede oscurecer con caramelo y pasteurizar a 80 °C. (J.L.BREWSTER, 2001)



Figura 1.12. Encurtido de cebolla. Fuente: Buenprovecho.hn

1.5.4. CEBOLLA CARMELIZADA Y CEBOLLA CONFITADA

La cebolla caramelizada (figura 1.13) se distingue de la cebolla confitada (figura 1.14) de la siguiente manera. La caramelización consiste en la inclusión de azúcar, miel o un edulcorante con las mismas características, para realzar el sabor dulce, también se le puede añadir vino al final del cocinado. En cambio, la cebolla confitada se elabora cocinando la cebolla durante un largo periodo de tiempo y sin la adición de ningún edulcorante o azúcar. El sabor que caracteriza este producto se consigue con los propios líquidos que expulsa la cebolla y el aceite de oliva. Al tener un periodo largo de cocción adquirirá una textura melosa y un color transparente.



Figura 1.13. Cebolla caramelizada. Fuente: unareceta.com



Figura 1.14. Cebolla confitada. Fuente: Helios.

1.5.5. CEBOLLA EN POLVO

La cebolla en polvo (figura 1.15) es ideal para dar un toque de cebolla a cualquier plato. Se elabora a través de la deshidratación de la cebolla y tiene un sabor más refinado que la cebolla cruda.



Figura 1.15. Cebolla deshidratada en polvo. Fuente: Agroindustrial

1.5.6. CEBOLLA FRITA

Este tipo de producto, lo podemos encontrar en el mercado en dos formatos, cebolla frita crujiente o escamada (figura 1.16) y cebolla frita en aceite (figura 1.17). El primer producto suele ser empleado en guarniciones de platos y se elabora friendo la cebolla troceada en aceite, y retirando después todo el aceite que contenga el alimento. Este alimento se almacena, para su distribución en embalajes flexibles. La cebolla frita en aceite, se elabora haciendo pochar la cebolla, y sin escurrir el líquido que obtenemos, envasarla y someterla a esterilización.



Figura 1.16. Cebolla frita crujiente. Fuente: La Barraca.



Figura 1.17. Cebolla frita en aceite. Fuente: Mercadona.

1.5.7. CEBOLLA CONGELADA

La cebolla congelada (figura 1.18) es un producto relativamente novedoso en el mercado. Se trata de congelar la cebolla troceada sin haber sido sometida a ningún método de cocción ni fritura, y distribuirla con embalajes flexibles.



Figura 1.18. Cebolla congelada. Fuente: Findus

ANEJO 2:

SITUACIÓN DEL SECTOR

Anejo 2. Situación del sector.

2.1.	SITUACION DEL SECTOR	2
2.2.	SITUACION A NIVEL NACIONAL	3
2.2.1.	PRODUCCIÓN DE CEBOLLA EN ARAGÓN.....	4
2.3.	CONSUMO DE CEBOLLA	4

2.1. SITUACION DEL SECTOR

2.1. PRODUCCIÓN MUNDIAL Y EUROPEA DE CEBOLLA

La cebolla, *Allium cepa*, es una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial. La producción mundial de cebolla, supera los 88 millones de toneladas, siendo tan solo un 5 % de esta cifra la correspondiente a cebolla fresca y el restante a cebolla seca. En el último dato registrado por la Food and Agriculture Organization (FAO), el área cosechada alcanza 5 millones de hectáreas, situándose así como la tercera hortaliza más cultivada a nivel mundial y produciéndose principalmente en las zonas subtropicales templadas. Desde el año 1990, la producción de esta hortaliza se ha visto triplicada ya que países como China o Nueva Zelanda han incrementado notablemente su producción (tabla 2.1).

Tabla 2.1. Evolución de la producción mundial, europea y española. Fuente: Cebolla. Alfredo Miguel Gómez)

Año	Producción (t)		
	Mundial	Europea	Española
2012	82.851.732	6.051.162	1.187.100
2010	78.865.614	5.691.702	1.105.131
2005	65.685.257	5.596.064	1.006.051
2000	49.946.477	5.337.040	959.731
1990	30.600.791	4.102.104	1.100.800

Actualmente, los principales productores de cebolla son China, aportando en torno a un 25 % del total, e India con un 16 % del total (figura 2.1). En la Unión Europea, España y los Países Bajos son sus dos mayores productores, representando más de dos quintos de la producción total (figura 2.2).

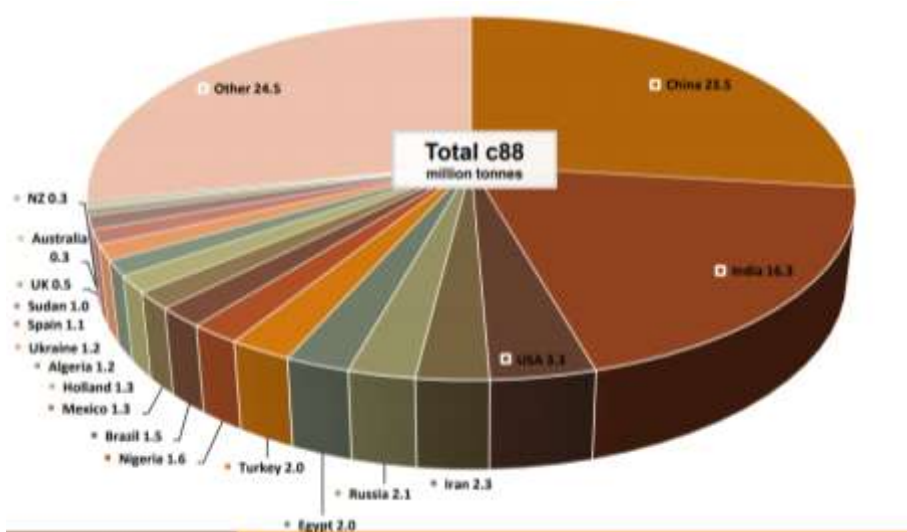


Figura 2.1. Producción mundial de cebollas. Fuente: Prospects for the season Ahead. Andrew Holding.2017.

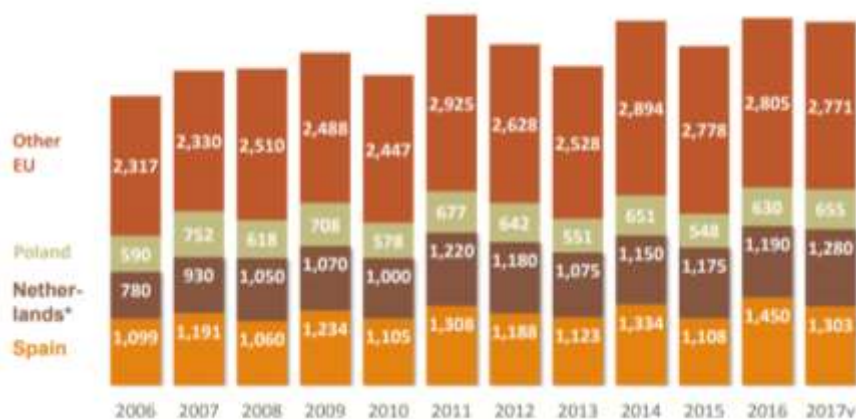


Figura 2.2. Principales productores de cebolla de la Unión Europea (millones kg). Fuente: Prospects for the season Ahead. Andrew Holding.2017.

2.2. SITUACION A NIVEL NACIONAL

España se coloca en la posición 16 en el ranking mundial de producción de cebolla seca dedicándose a este cultivo aproximadamente a 24.000 ha (23.775 en el año 2018) y con una producción de 1.272.928 t en el año 2018. Las zonas con mayores producciones son Castilla – La Mancha, con 743.321 t, seguida de Andalucía con 119.495 t, Valencia con 91.509 t y Aragón con 90.851 t (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Producción y superficie cultivada de cebolla en España en el año 2018. Elaboración propia. Fuente: MAPA

COMUNIDAD	Superficie (ha)	Producción(t)
GALICIA	1.144	28.110
P. DE ASTURIAS	114	1.598
CANTABRIA	8	112
PAÍS VASCO	78	1.492
NAVARRA	335	19.515
LA RIOJA	63	2.835
ARAGÓN	1.712	90.851
CATALUÑA	1.110	37.707
BALEARES	125	4.307
CASTILLA Y LEÓN	1.502	63.054
MADRID	397	16.142
CASTILLA-LA MANCHA	10.912	743.321
C. VALENCIANA	1.866	91.509
R. DE MURCIA	800	39.638
EXTREMADURA	187	5.575
ANDALUCÍA	3.068	119.452
CANARIAS	354	7.710
TOTAL	23.775	1.272.928

En España se cultivan múltiples **variedades** de cebolla tanto tempranas, como de media estación como tardías. La cebolla temprana se recolecta en los meses de junio y principios de julio destacando variedades como Spring, Babosa y Olympic y otras variedades dulces como Santa Lucía y Paulina. La cebolla de media estación se recolecta durante todo el mes de julio y se prolonga hasta agosto. En esta clase cabe destacar las variedades Liria, Guimar y Caballero. Por último, tenemos las variedades tardías entre las que destaca la cebolla grano de oro o Valenciana. En esta categoría también se incluyen cebollas moradas como la Morada de Amposta o cebollas dulces como la de Fuentes de Ebro. La variedad más cultivada en España corresponde a la grano de oro ya que presenta muy buenas cualidades para su perdurabilidad. En España existe una única Denominación de Origen de cebolla, que fue constituida en año 2011 con el nombre Cebolla Fuentes de Ebro. La calidad de producto se garantiza mediante controles del Consejo Regulador y de una certificadora externa.

De la **producción** total de cebolla más del 90 % está destinado para el consumo en fresco, le sigue la transformación la cual se establece en un 5% de la producción total, proviniendo principalmente de los destríos. El autoconsumo para la alimentación humana se establece en un 2,3 % y lo destinado para la alimentación animal en un 0,2 %. Debido al potencial de producción que tiene España en el sector de la cebolla, esté es un gran exportador a otros países de la Unión Europea, como son Alemania Reino Unido, Portugal o Francia. Fuera de la Unión Europea cabe destacar las exportaciones a Brasil y Emiratos Árabes.

2.2.1. PRODUCCIÓN DE CEBOLLA EN ARAGÓN

Según los datos recogidos por el Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, en el año 2017 la cebolla se situó en segundo lugar en cuanto a cultivos de hortalizas. La superficie dedicada a este cultivo es de 300 ha con una producción media de 60.000 kg/ha y se localiza principalmente en la zona de la Hoya de Huesca.

En la provincia de Zaragoza se distinguen dos áreas de producción a ambas orillas del río Ebro; la zona norte donde se sitúan Tauste, Alagón, Gallur, Pedrola...., y la zona sur, donde se producen cebollas amparadas por la DOP Cebolla Fuentes de Ebro y que limita la producción, transformación y elaboración de este cultivo a los términos municipales de Fuentes de Ebro, Mediana de Aragón, Pina de Ebro, Quinto y Villafranca de Ebro. Entre ambas zonas se cultivan un total de 1.300 ha, unas 900 dedicadas para la producción de cebolla seca del tipo grano y el resto para el cultivo de cebolla dulce y cebolla temprana.

2.3. CONSUMO DE CEBOLLA

El mercado de hortalizas frescas creció en el año 2018 con un consumo total de 2.604 millones de kilos (Tabla 2.3), con un incremento de compra del 3 % y un 4,4 % de aumento en valor con un precio medio de 1,80 €/kg. El consumo per cápita de hortalizas se situó en 56,9 kg por persona y año, incrementándose en un 2,6% respecto al año 2017. La cebolla es el segundo cultivo más comercializado con un

consumo per cápita de 7,1 kg por persona y año y un 12,5 % del consumo total de hortalizas.

Tabla 2.3. Consumo y gasto en hortalizas frescas de los hogares españoles, 2018.
Fuente: Mercasa. Alimentación en España 2018.

CONSUMO Y GASTO EN HORTALIZAS FRESCAS DE LOS HOGARES, 2018				
	CONSUMO		GASTO	
	TOTAL (Millones kilos)	PER CÁPITA (Kilos)	TOTAL (Millones euros)	PER CÁPITA (Euros)
TOTAL HORTALIZAS FRESCAS	2.604,0	56,9	4.679,3	102,2
TOMATES	605,1	13,2	967,7	21,1
CEBOLLAS	325,4	7,1	357,5	7,8
AJOS	36,2	0,8	141,8	3,1
COLES	61,6	1,3	68,3	1,5
PEPINOS	94,3	2,1	122,9	2,7
JUDÍAS VERDES	90,8	2,0	255,8	5,6
PIMIENTOS	224,7	4,9	413,1	9,0
CHAMPIÑONES Y OTRAS SETAS	62,3	1,4	248,5	5,4
LECHUGA, ESCAROLA Y ENDIVIA	155,4	3,4	438,9	9,6
ESPARRAGOS	31,9	0,7	76,9	1,7
VERDURAS DE HOJA	56,6	1,2	133,2	2,9
BERENJENAS	71,9	1,6	107,2	2,3
ZANAHORIAS	148,8	3,3	134,9	2,9
CALABACINES	176,7	3,9	243,2	5,3
OTRAS HORTALIZAS Y VERDURAS	462,3	10,1	969,6	21,2
BROCOLI	57,5	1,3	88,1	1,9
ALCACHOFAS	64,0	1,4	105,9	2,3
VERDURAS Y HORTALIZAS IV GAMA	305,5	6,7	776,5	17,0

El perfil de consumidores de cebollas, son hogares formados por parejas con hijos mayores y medianos y parejas adultas. De lo contrario los perfiles con menos consumo son parejas con hijos pequeños. Cataluña es la CCAA con una mayor compra de cebollas, siguiéndole las Islas Baleares y donde se compran menos cebollas en fresco es Cantabria. Respecto al consumo de cebolla transformada, no hay datos para contrastar.

ANEJO 3:

PROCESOS PRODUCTIVOS

Anejo 3. Procesos productivos.

3.1. ESQUEMAS DE PROCESO.....	3
3.2. FASES INICIALES.....	7
3.2.1. RECEPCIÓN.....	7
3.2.2. VACIADO DEL PRODUCTO.....	9
3.2.3. CEPILLADO.....	9
3.2.4. SELECCIÓN	9
3.2.5. PELADO	9
3.2.6. LAVADO, DESINFECCIÓN Y ACLARADO	10
3.2.7. CORTADO.....	11
3.3. ETAPAS ESPECÍFICAS	12
3.3.1. ESCALDADO.....	12
3.3.2. ENFRIAMIENTO	13
3.4. CEBOLLA DESHIDRATADA	14
3.4.1 INGREDIENTES	15
3.4.2 ETAPAS.....	16
3.4.2.1 MOLIENDA	16
3.4.2.2 SECADO.....	16
3.4.2.3 MOLIENDA DEL PRODUCTO DESHIDRATADO	17
3.4.2.4 ENVASADO	17
3.4.2.5 ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS	18
3.4.2.6 SECADO DE TARROS Y TAPAS	18
3.4.2.7 LLENADO	18
3.4.2.8 SELLADO	19
3.4.2.9 ETIQUETADO.....	19
3.4.2.10 EMPAQUETADO	20
3.4.2.11 ALMACENAMIENTO	20
3.5. CEBOLLA FRITA CRUJIENTE	20
3.5.1 INGREDIENTES	22
3.5.2 ETAPAS.....	22
3.5.2.1. MEZCLADO	22
3.5.2.2. FRITURA	23
3.5.2.3. DESACEITADO	29
3.5.2.4. ENVASADO	30
3.5.2.5. ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS	30

3.5.2.6.	LLENADO	30
3.5.2.7.	SELLADO	30
3.5.2.8.	ETIQUETADO.....	30
3.5.2.9.	EMPAQUETADO	30
3.5.2.10.	ALMACENAMIENTO	30
3.6.	CEBOLLA CAMELIZADA.....	30
3.6.1	INGREDIENTES	32
3.6.2	ETAPAS.....	33
3.6.2.1.	FORMULACIÓN.....	33
3.6.2.2.	COCCIÓN.....	33
3.6.2.3.	ENVASADO	34
3.6.2.4.	ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS	34
3.6.2.5.	SECADO DE TARROS Y TAPAS	34
3.6.2.6.	LLENADO	34
3.6.2.7.	SELLADO	34
3.6.2.8.	LAVADO DEL ENVASE	34
3.6.2.9.	PASTEURIZACIÓN.....	35
3.6.2.10.	ETIQUETADO.....	35
3.6.2.11.	EMPAQUETADO	35
3.6.2.12.	ALMACENAMIENTO	35

De todas las transformaciones posibles que se le pueden realizar a las cebollas, en este proyecto se describirá el proceso de transformación de la cebolla de Fuentes de Ebro para la obtención de **cebolla caramelizada**, **cebolla frita** y **cebolla deshidratada**. En este anejo explicaremos los diferentes procesos productivos a los que va a someterse la cebolla hasta su transformación final.

3.1. ESQUEMAS DE PROCESO

A continuación se presentan los esquemas de proceso para la obtención de cebolla deshidratada en polvo (figura 3.1), cebolla deshidratada en tiras (figura 3.2), cebolla frita crujiente (figura 3.3) y cebolla caramelizada (figura 3.4).

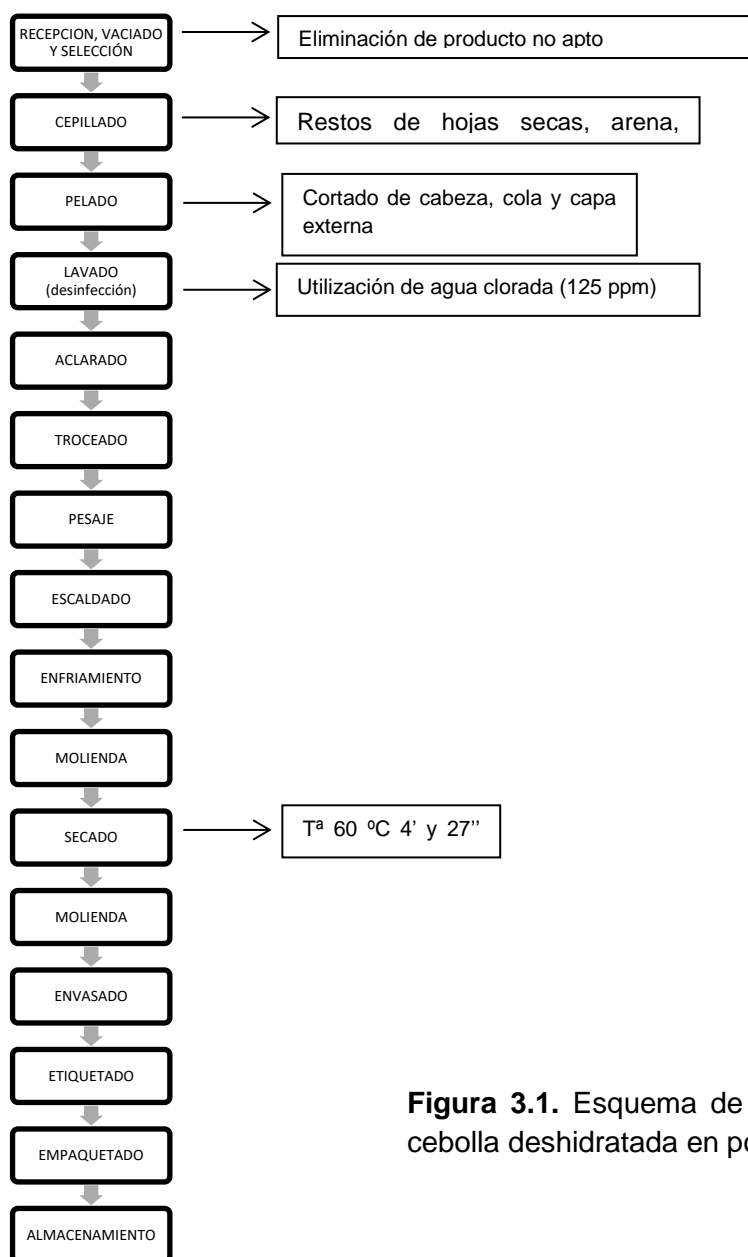


Figura 3.1. Esquema de la elaboración de cebolla deshidratada en polvo

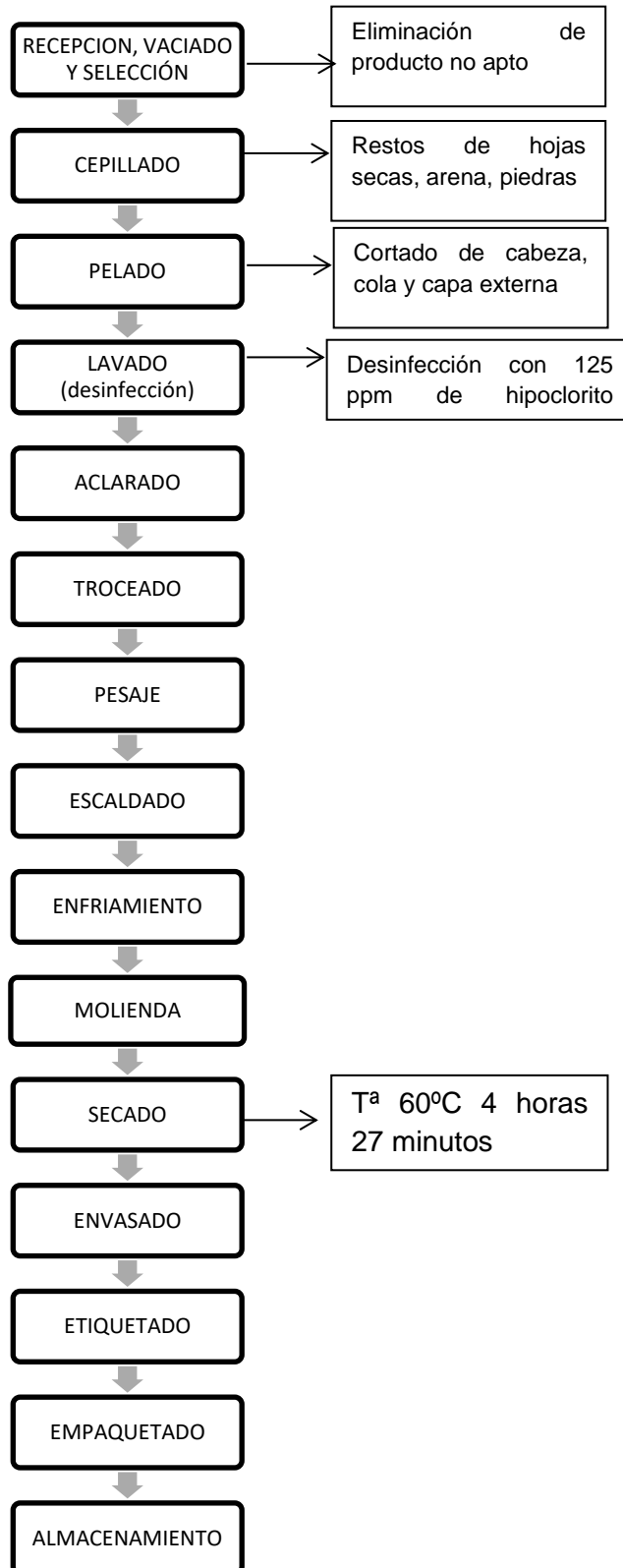


Figura 3.2: Esquema para la elaboración de cebolla deshidratada en tiras

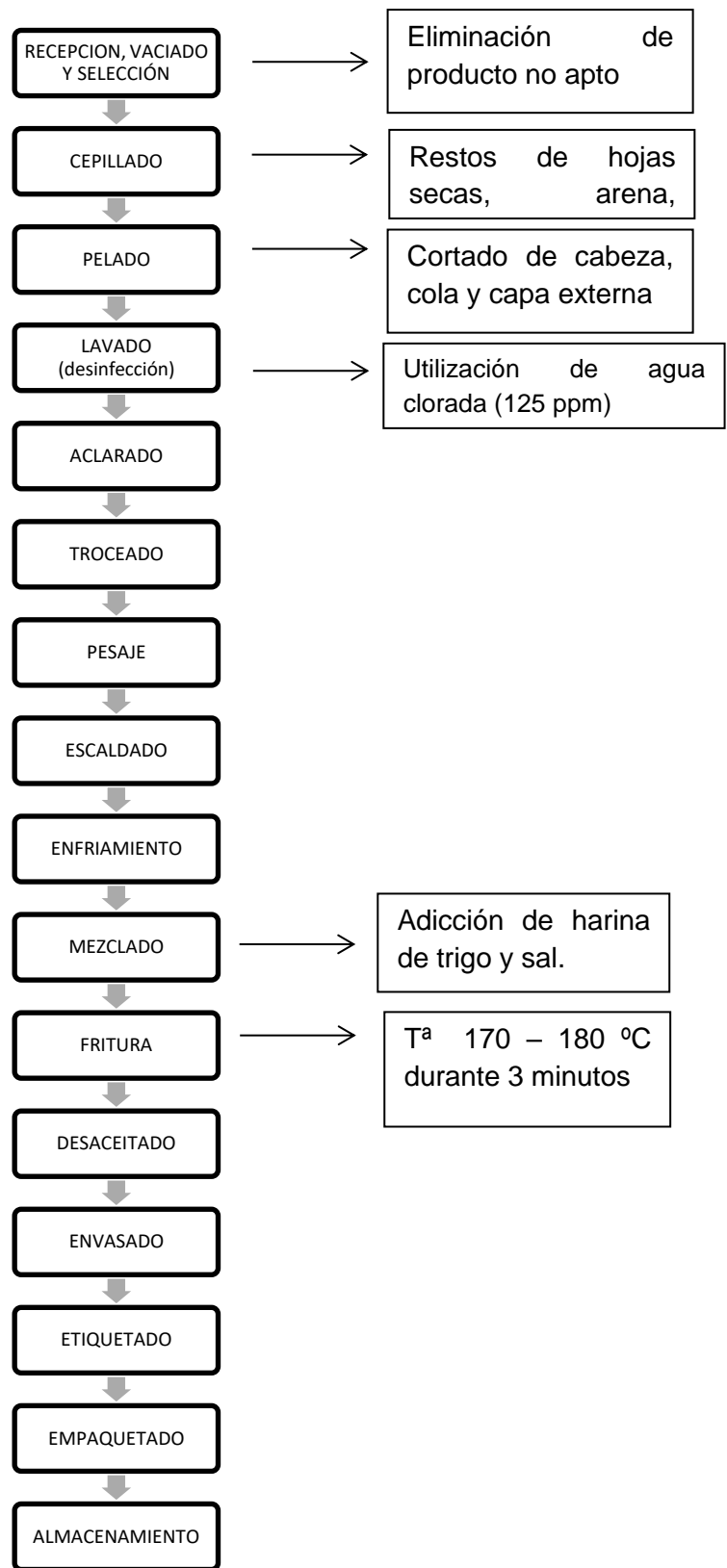


Figura 3.3: Esquema para la elaboración de cebolla frita

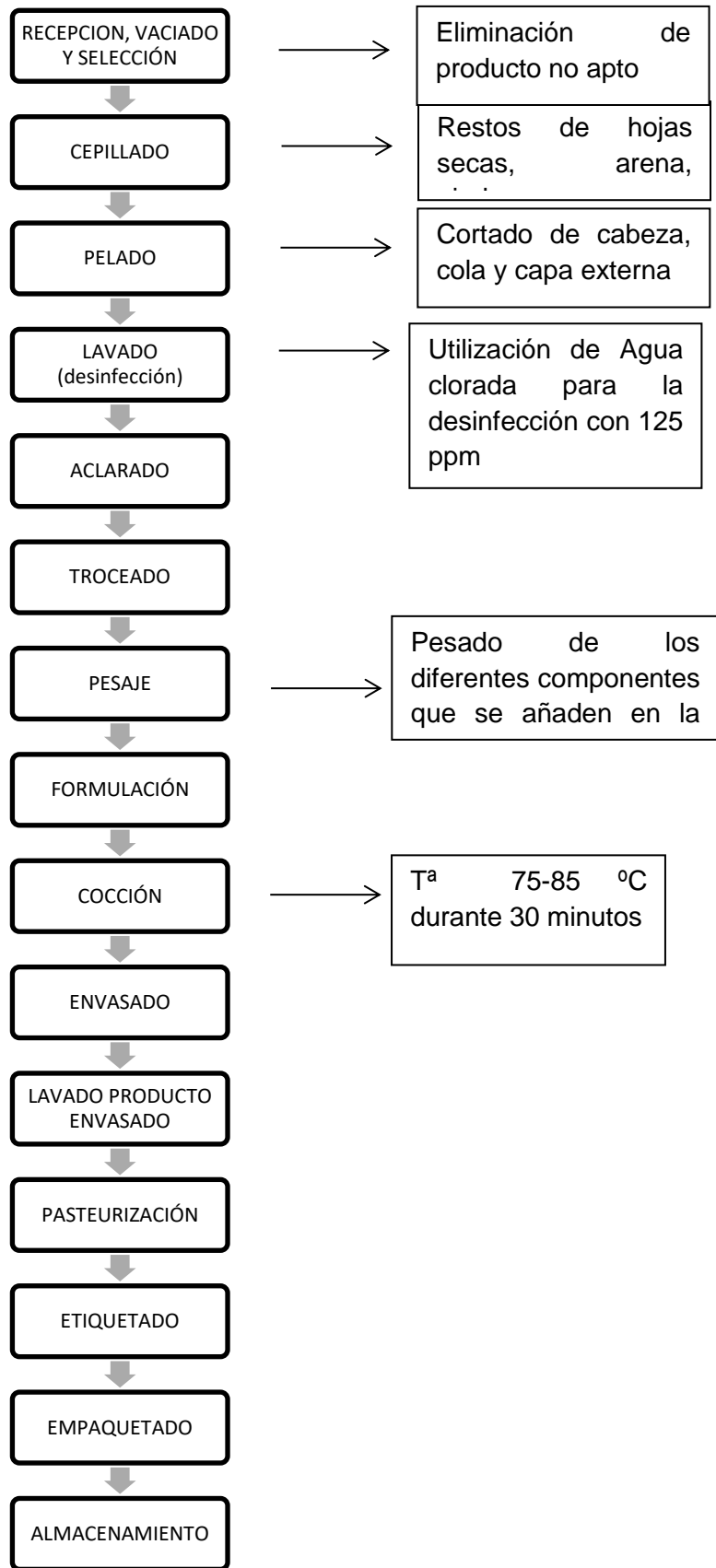


Figura 3.4: Esquema para la elaboración de cebolla caramelizada

A continuación se van a describir las etapas de las distintas elaboraciones con la ayuda de diagramas de flujo. Las primeras fases de los diagramas de flujo están compartidas. Estas fases son: recepción, vaciado del producto, cepillado, selección, pelado, lavado, aclarado, y troceado. Por lo tanto, en la instalación todos estos procesos serán comunes y una vez troceada la cebolla, será repartida en las diferentes líneas. Al final de los procesos tendrá lugar el envasado y el almacenamiento, que sí que serán diferentes para cada producto.

3.2. FASES INICIALES

En esta fase inicial (figura 3.5.) se describen los procesos comunes a todas las elaboraciones: recepción, vaciado, cepillado, selección, pelado, lavado, aclarado, cortado y pesaje.

3.2.1. RECEPCIÓN

El producto llegará al área de recepción de la planta donde se le realizará una inspección de calidad para garantizar su buen estado.

La cantidad de descarga será aproximadamente de 22 t mensuales. Esta cantidad será variable ya que depende de los días trabajados al mes. Se estima una media de 22 días trabajados mensuales. Los contenedores o bins de cebollas se descargarán en una zona específica. Los bins se almacenarán en la cámara de refrigeración hasta su procesado.

En cada recepción de producto se emitirá un justificante de la entrada del mismo en las instalaciones, indicando:

- Materia prima
- Fecha y hora de recepción
- Datos de la procedencia del producto
- Peso bruto del camión
- Tara
- Cantidad de producto recibida
- Firma del encargado de recepción
- Firma del transportista

Este justificante se entrega por triplicado, quedándose una copia el transportista, otra el proveedor del producto y la otra se guardará en la industria.

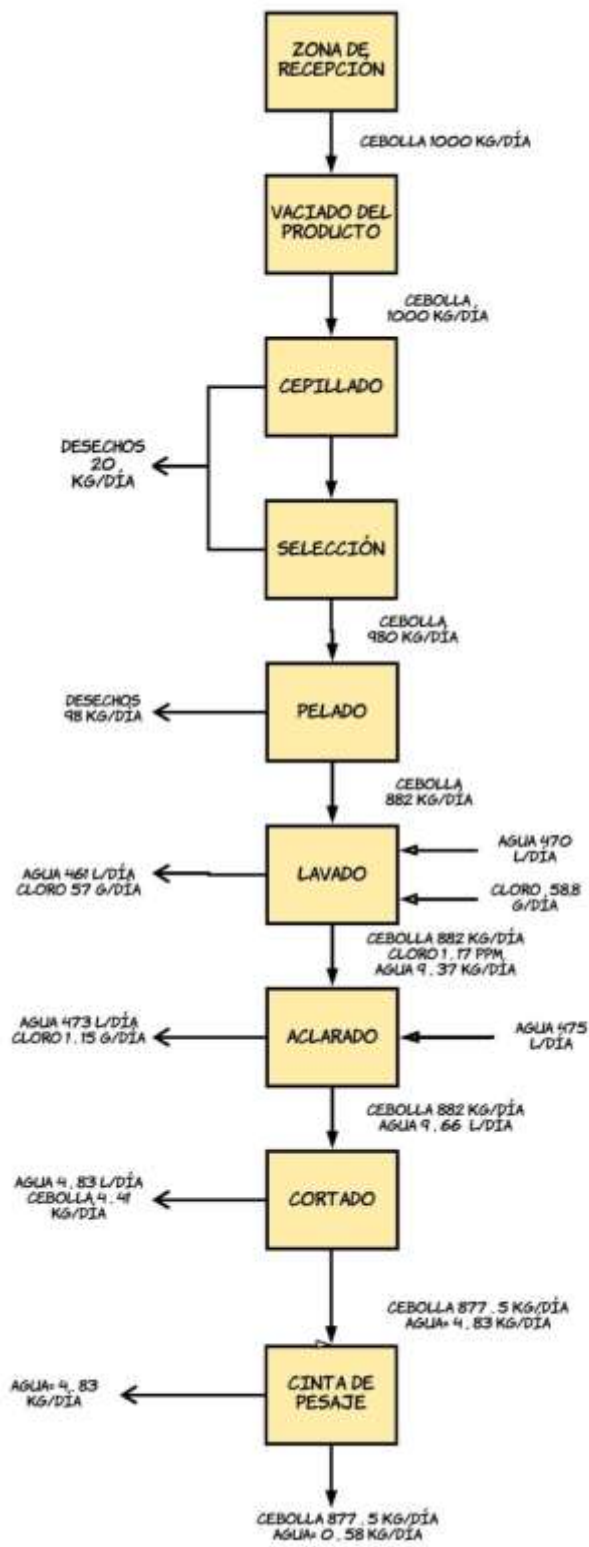


Figura 3.5. Diagrama de flujo de la fase inicial. Elaboración propia.

3.2.2. VACIADO DEL PRODUCTO

Las cebollas serán introducidas en el proceso productivo mediante un volcador o vaciador de bins. Después del volcado las cebollas pasarán a una cinta de recepción que consiste en un transportador de rodillos. Al final de la cinta se encontrará la zona de cepillado.

3.2.3. CEPILLADO

El cepillado es un tipo de limpieza en seco que tiene como objetivo principal separar los contaminantes de gran tamaño como son las piedras, restos vegetales, etc. Este tipo de limpieza no elimina la contaminación adherida al producto. La zona de cepillado consta de una cepilladora, que se encargará de desprender del producto la tierra y la capa más externa de la cebolla. Seguidamente el producto pasará a la mesa de selección. Hay que añadir que en esta zona no habrá una gran cantidad de desperdicios debido a que el producto viene ya limpio desde las industrias proveedoras.

3.2.4. SELECCIÓN

El producto se selecciona por su calidad y esta selección se hace de forma manual, descartando los bulbos que presenten podredumbres, así como los bulbos brotados. No se realiza una clasificación por tamaño ya que los bulbos van a ser pelados en una máquina donde no es necesaria esta clasificación. La selección se realiza de forma visual, con la ayuda de operarios en una mesa de inspección y ellos serán los responsables de eliminar de forma manual de la línea de procesado el producto defectuoso.

3.2.5. PELADO

El pelado es un proceso imprescindible en la elaboración tanto de frutas como de hortalizas procesadas. Se produce para mejorar el aspecto del producto final, eliminando su parte no comestible. Se intenta siempre reducir al máximo el coste de la operación, eliminando la menor parte posible del producto, y reducir al máximo los gastos energéticos así como la mano de obra. Durante esta fase el producto no puede sufrir daños y su superficie, una vez acabada esta fase, debe quedar limpia.

Esta operación se puede realizar de varias maneras, dependiendo de la naturaleza de la materia. Se puede realizar mediante el sistema, mecánico, térmico, a la llama, químico o termo-físico. Las consideraciones que hay que tener en cuenta para elegir un método u otro son las siguientes: características de la piel del producto, volumen del producto a manejar, coste del equipo, pérdidas obtenidas y si se va a utilizar la piel del producto o no.

El pelado en esta hortaliza puede realizarse por abrasión, que correspondería al pelado mecánico. En este pelado, el producto entra en contacto con unos rodillos abrasivos o cepillos que mediante el roce del producto van arrancando la piel. Es necesaria posteriormente la aplicación de agua para retirar los restos de pieles.

Otro método de pelado que se realiza en cebollas, es el pelado a la llama. Este pelado se lleva a cabo mediante un horno de asado, donde el producto alcanza temperaturas superiores a 500 °C y con ello se consigue que la piel sea desecada y carbonizada por la exposición del fruto a la llama. Este método se practica en hornos

tanto giratorios cilíndricos, que funcionan con un quemador de combustible ya sea leña, gasoil, propano, gas natural, etc., como en hornos tipo “emérito”.

También se puede pelar la cebolla mediante el **pelado con cuchillas** y, en este caso, puede ser tanto manual como **automatizado**. Si se eligiera el método manual, los operarios tendrían que estar entrenados para realizar los cortes de las cebollas. Como lo que se persigue es un ahorro de mano de obra sería mejor opción la de un sistema automatizado, que consistiría en una peladora de cebollas como la que nos puede ofrecer la firma Sormac o la firma M&P engineering. Estas máquinas están equipadas con una pequeña cuba donde se almacena la cebolla sin pelar. Un operador coloca de manera adecuada la cebolla en la sección de transporte. La máquina consiste en unas cuchillas giratorias que cortan las porciones de la cabeza y la cola, mientras la cebolla recorre la máquina en una cinta transportadora. Al realizarse los cortes en los extremos, simultáneamente se realiza un corte horizontal en la capa externa de esta hortaliza, mediante unos brazos neumáticos. Al final de la sección de transporte, se inyecta aire sobre la cebolla para retirar la piel. Esta máquina nos permite adaptar los cortes a distintos diámetros por lo que no haría falta una clasificación de calibre previa a esta fase. Con este tipo de máquinas se consigue una competitiva relación precio/rendimiento, un pelado de calidad, así como el ahorro de agua, ya que este tipo de pelado se hace en seco. Tiene un bajo nivel de ruido, y un alto aprovechamiento del producto, desechando muy poca parte de la hortaliza. Tiene un fácil limpiado y su desinfección también resulta sencilla. Además conseguimos un bajo consumo de energía y aire.

3.2.6. LAVADO, DESINFECCIÓN Y ACLARADO

Limpiando la materia prima se persigue eliminar los contaminantes que constituyen un peligro para la salud o que son estéticamente desagradables. Así también, se pretende controlar la carga microbiana y las reacciones químicas o bioquímicas que perjudican la eficacia del procesado y la calidad del producto. El proceso de limpieza debe satisfacer los siguientes criterios según Brennan et al. (1998):

- La eficacia de la separación debe ser la máxima compatible con un desperdicio mínimo del producto noble.
- El contaminante debe retirarse tras su separación, a fin de evitar la recontaminación del alimento limpio.
- El proceso y la maquinaria deben diseñarse de tal modo que limpien la recontaminación del alimento limpio.
- El proceso de limpieza debe dejar la superficie limpia en un estado aceptable.
- Tanto el volumen como la concentración de los efluentes deben ser mínimos.

Los métodos de limpieza, pueden ser tanto secos como húmedos. Los húmedos serán los que se utilicen y para ello existen diferentes métodos como son: inmersión, aspersión, arrastre de agua, flotación, limpieza ultrasónica, filtración o decantación.

El método a utilizar en esta industria es un método húmedo, el **lavado por aspersión**. En él expondremos las superficies del alimento a duchas de agua. La eficacia del lavado por aspersión depende de la presión, del volumen, de la temperatura del agua a emplear, del tiempo de exposición del alimento a la ducha y de los chorros de aspersión utilizados. Es conveniente utilizar un volumen pequeño de agua y a presión elevada.

El método elegido son **los lavadores de cinta y aspersión**, que consisten simplemente en un transportador que desplaza el alimento bajo un banco de aspersores de agua. Son muy empleados en productos de forma esférica, añadiéndole a la cinta rodillos para que hagan girar las hortalizas bajo las duchas.

Durante el lavado, el agua llevará la una sustancia desinfectante (hipoclorito sódico). Transcurrido el tiempo necesario para la desinfección, se realizará un aclarado.

Una hortaliza puede llegar a albergar entre 10^4 y 10^6 microorganismos por gramo. El lavado solo puede llegar a reducir la microbiota en un factor alrededor de 10 por lo que para una mayor reducción se deben emplear desinfectantes. El compuesto que se va utilizar para la desinfección va a ser el **hipoclorito sódico**. En disolución acuosa, el cloro existe de forma de ácido hipocloroso, como ion hipoclorito o como una mezcla de los dos, dependiendo del pH. El pH debe mantenerse entre 6,5 y 7,5 ya que por debajo de 6,5 la forma hipoclorosa es muy inestable y tiende a gasificar, siendo muy irritativa para los operarios, además de ser muy corrosivo para los equipos. En los productos vegetales se utilizan concentraciones, que van oscilan entre 100 y 200 ppm con una exposición que va desde los 3 a los 5 minutos.

Después del proceso de desinfección, el producto debe ser aclarado para eliminar el contenido de cloro residual. El aclarado debe realizarse con agua potable para lo que el producto se hará pasar por una mesa de lavado por aspersión.

3.2.7. CORTADO

Debido a que las frutas frescas y las hortalizas poseen fibras, para su reducción de tamaño emplearemos fuerzas de cizalla o de impacto. Casi siempre serán aplicadas por medio de una arista cortante. En esta operación de reducción de tamaño suele ser necesario obtener partículas de forma específica y de tamaño uniforme, para simplificar su manejo y facilitar los procesos de velocidad, como la deshidratación y el tratamiento térmico. Las operaciones de reducción de tamaño más específicas requieren, naturalmente, de aparatos de diseño especial. Para la deshidratación, se requiere el desmenuzamiento. Partir el producto en tamaños pequeños consigue una mayor superficie de contacto y por lo tanto se acelera la deshidratación.

Para la obtención de cebolla deshidratada se puede realizar un desmenuzamiento pero también se puede reducir el tamaño mediante cortes de rebanado y sucesivo troceado en cubos.

El rebanado o corte en rodajas consiste en la utilización de cuchillas rotatorias. Las cuchillas están situadas de forma que corten los productos en rodajas paralelas del espesor deseado. También existen otros sistemas, en los cuales el producto pasa a través de un tubo con filos cortantes estacionarios, situados radialmente a lo largo de toda su longitud.

Para realizar el troceado en cubos, éste debe ir precedido por el corte en rodajas del espesor deseado. Las rodajas se colocan sobre una cinta transportadora que contiene una serie de estrías que mantienen las rebanadas en la posición correcta. La cinta las arrastra hasta un punto en el que la cuchilla giratoria las corta en tiras y pasan luego por la zona de corte en ángulo recto con la anterior. El resultado son los cubos requeridos.

Tras el cortado el flujo que sale se reparte, una cierta cantidad va destinada directamente a la producción de cebolla caramelizada, mientras que la parte restante será destinada tanto a cebolla deshidratada como a cebolla frita.

3.3. ETAPAS ESPECÍFICAS

La cantidad destinada a cebolla deshidratada y cebolla frita debe ser sometida a escaldado y enfriamiento, para evitar un escaldado excesivo (Figura 3.6).

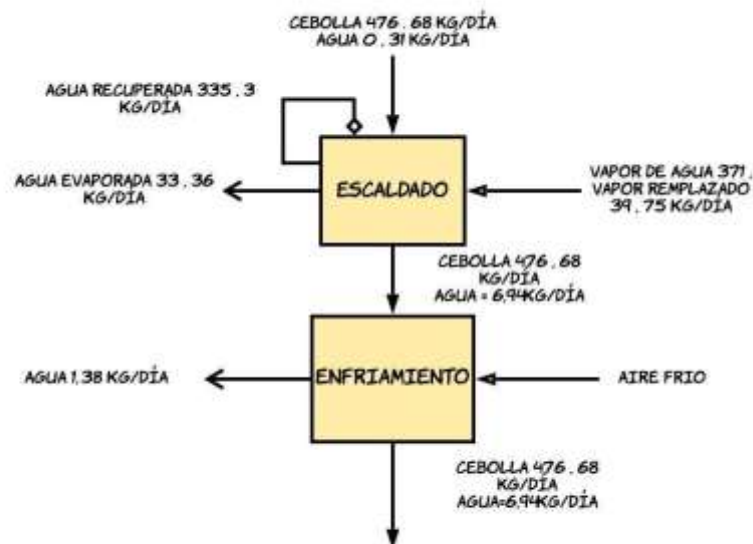


Figura 3.6. Diagrama de flujo de escaldado y enfriamiento. Elaboración propia

3.3.1. ESCALDADO

El escaldado es un proceso térmico de corta duración, pero muy importante para la preparación previa de las materias vegetales. Consiste en mantener el producto durante segundos o minutos a temperaturas próximas a los 75- 100 °C. Los objetivos son:

- Eliminar los gases ocluidos en los tejidos celulares de forma que se eviten corrosiones en los envases al reducirse el oxígeno en el interior del envase.
- Inactivación de las enzimas para evitar la aparición de olores, colores, y sabores anormales.

- Reblandecer el producto para que sea más flexible y más fácil de manipular en el envasado.
- Reducir la carga microbiana y mejorar la textura del producto.
- En ciertos casos se eliminan sabores falsos del producto y fija colores.

Hay varias técnicas de escaldado, como son el escaldado por agua caliente, el escaldado por inmersión o el escaldado por vapor de agua.

El escaldado por agua caliente emplea agua caliente para escaldar el producto con lo que existe un intercambio de sustancias entre el producto y el agua disolviéndose en el agua, proteínas, azúcares, vitaminas, minerales, etc. lo que provoca rebajar el valor nutritivo del producto. El escaldado por agua caliente puede ser tanto, por inmersión como por vaporización de agua. El escaldado por inmersión se realiza pasando el producto a través del agua caliente mediante un tambor perforado que gira lentamente sobre un depósito con agua caliente o mediante un túnel que contiene agua a través del cual va pasando el producto arrastrado por paletas o cintas a una velocidad determinada. En cambio el escaldado por vaporización o duchas consiste en el que producto va siendo transportado por una cinta por el escaldador, el cual está compuesto por una serie de duchas con agua caliente. El agua caliente entra en contacto con el producto, produciéndose el escaldado.

La otra forma de escaldado es el escaldado por vapor de agua, utiliza vapor saturado, y el producto se arrastra a través de una cámara de vapor sobre una cinta o tornillo helicoidal. Este método no consume agua ni genera agua residual, su limpieza es más eficaz y sencilla y genera menos pérdidas de nutrientes en el producto.

3.3.2. ENFRIAMIENTO

Tras el escaldado se debe de realizar de forma inmediata el enfriamiento, ya que es una operación importante para evitar que la elevada temperatura del producto por largo tiempo provoque un escaldado excesivo así como la proliferación de microorganismos termófilos. Hay dos tipos generales de enfriamiento, por agua o mediante aire, aunque este último no se emplea tanto en la industria de hortalizas. Por agua se encuentran la inmersión, la aspersion o lluvia y la inmersión con aspersion:

- **Inmersión:** consiste en una balsa o tanque en el cual se mantiene un nivel de agua. El agua se va renovando de forma continua con el fin de mantener la temperatura de la misma. El producto va pasando a través de la balsa por medio de paletas o cintas transportadoras. En este sistema el caudal consumido es mayor y la transferencia de calor peor que en el caso del enfriamiento por aspersion.
- **Aspersion o lluvia** consiste en pulverizar el agua sobre el producto caliente por medio de un sistema de bombeo adecuado. Se consigue una mayor velocidad de enfriamiento, además de un menor consumo de agua, presenta un mayor mantenimiento (boquillas).
- **Inmersión con aspersion:** la combinación de los dos sistemas es muy utilizada. El producto se sumerge en agua y posteriormente pasa por un sistema de duchas.

Para el enfriamiento mediante aire se emplean sistemas de enfriamiento secos o dry coolers, esta clase de enfriamiento consiste en hacer pasar el producto caliente a

través de una cinta transportadora donde se le inyectará al producto aire a baja temperatura para lograr disminuir la temperatura del sólido caliente, y evitar un sobrecalentamiento del producto.

3.4. CEBOLLA DESHIDRATADA

A partir de la fase de enfriamiento se describen los siguientes diagramas de flujo para la elaboración de cebolla deshidratada en polvo (Figura 3.7) y la obtención de cebolla deshidratada en tiras (Figura 3.8).

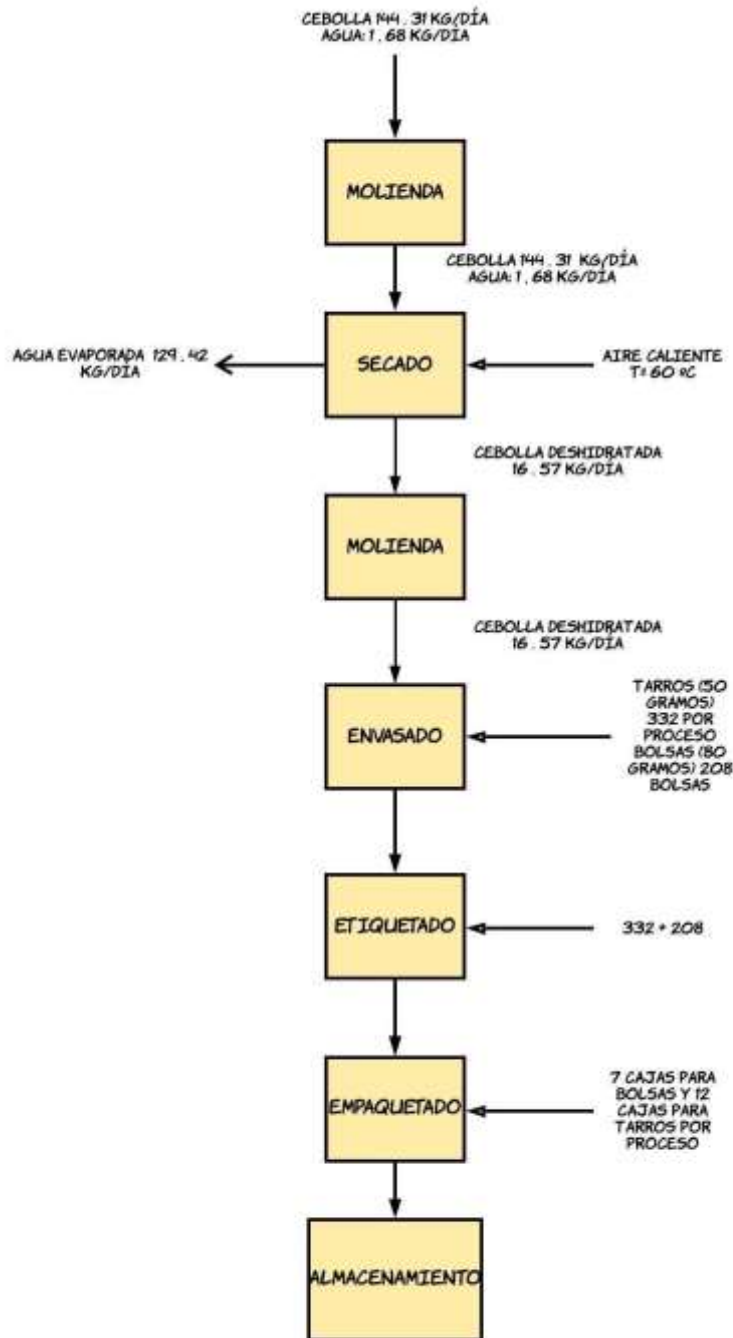


Figura 3.7. Diagrama de flujo cebolla deshidratada en polvo. Elaboración propia.

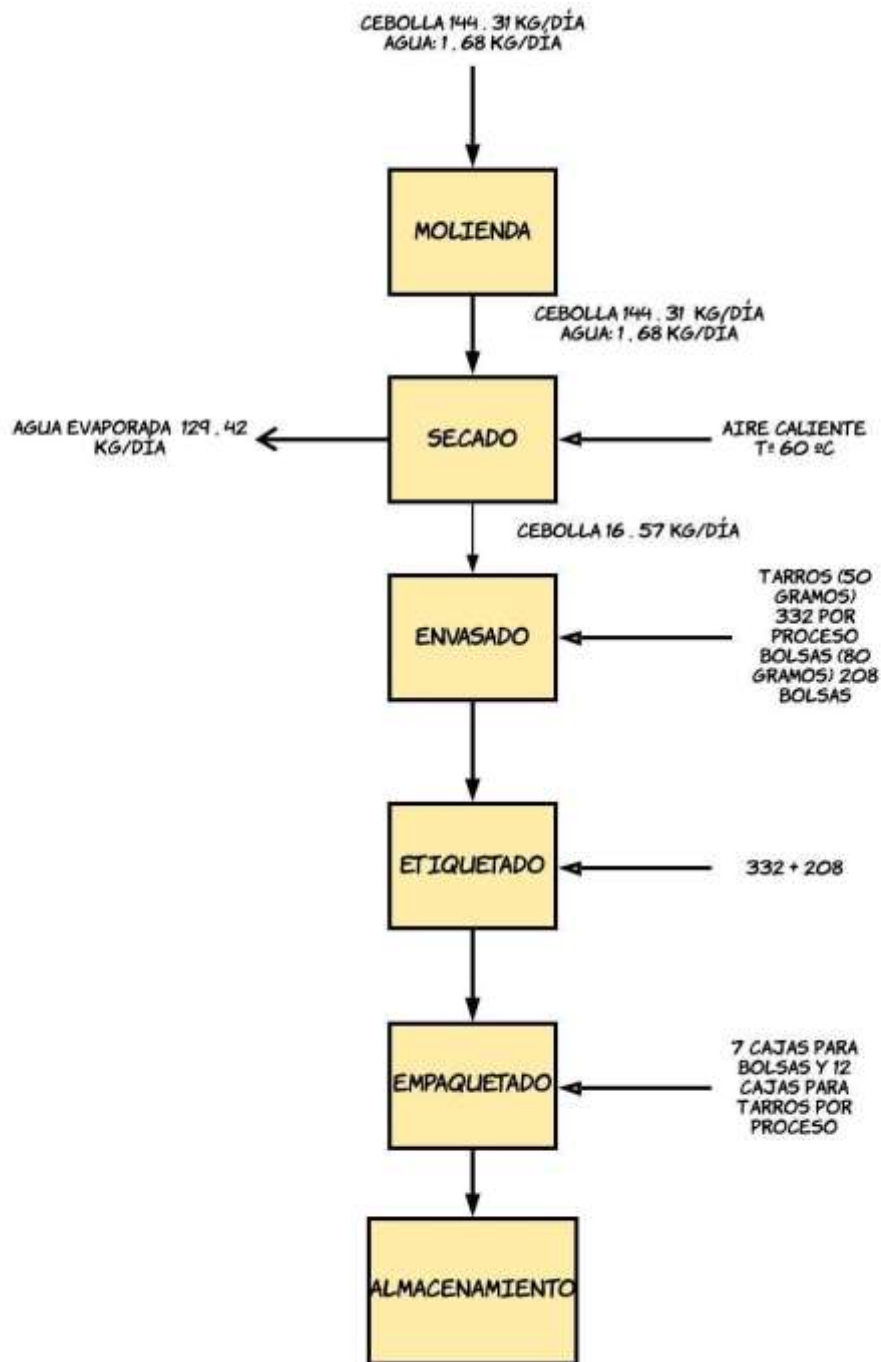


Figura 3.8. Diagrama de flujo cebolla deshidratada en tiras. Elaboración propia.

3.4.1 INGREDIENTES

La cebolla dulce de Fuentes es el único ingrediente para la elaboración de cebolla deshidratada.

3.4.2 ETAPAS

3.4.2.1 MOLIENDA

La molienda consiste en fragmentar los alimentos en pequeños trozos y es una operación frecuentemente usada como etapa preliminar en la obtención de productos deshidratados, ya que el aumento de la superficie acelera la velocidad del proceso. Para ello se utilizan molinos de martillos que consisten en un eje rotatorio que lleva un cierto número de discos que contienen una serie de aristas de impacto en su periferia.

3.4.2.2 SECADO

El secado se realiza mediante la deshidratación que es un método frecuentemente utilizado para reducir la actividad de agua, y por consiguiente prolongar la vida útil de los alimentos. Además de facilitar la conservación del producto, reduce el peso y por consiguiente el volumen.

Los métodos más comunes de deshidratación emplean aire caliente bien en secaderos de bandejas, de túnel, de cinta transportadora o de arcón.

El secadero de bandejas es el recomendado por la bibliografía de la FAO. Consiste en una cabina aislada provista de un ventilador que hace circular el aire a través de los elementos calefactores de su interior. El aire se puede hacer circular tanto verticalmente a través de las bandejas de alimentos las cuales están perforadas, u horizontalmente entre las bandejas cargadas de alimentos. Tiene mecanismos para controlar la velocidad de admisión de aire fresco y la cantidad de aire circulante. Los calentadores pueden ser quemadores directos de gas, serpentines calentados por vapor o, en modelos pequeños, se pueden utilizar calentadores de resistencia eléctrica. Esta clase de secaderos, son relativamente baratos, flexibles y tienen un bajo coste de mantenimiento. Están diseñados para secar tanto frutas como hortalizas, y pueden utilizarse en grupos o individualmente. Su capacidad oscila entre 1 y 20 t diarias.

Otro tipo de secadero pensado para hortalizas es el secadero de túnel. Aquí, el producto es secado de forma semi-continua y son empleados en instalaciones de gran capacidad de producción ya que los túneles pueden tener una gran sección transversal. El producto húmedo se extiende en capas uniformes sobre bandejas de listones. Las bandejas son apiladas en carretillas o vagonetas, dejando un espacio entre ellas para hacer circular el aire de secado. Las carretillas se introducen una a una en el túnel, a intervalos. Conforme se introduce una carretilla por el extremo húmedo, otra es retirada por el extremo seco. Para producir el aire de secado se emplean calentadores y el aire es distribuido por el túnel de secado mediante ventiladores que hacen que el aire fluya a través de las bandejas. Los secaderos de túnel se clasifican según la dirección relativa del producto y del aire: a contracorriente, con flujo transversal o con salida del aire caliente desde el centro del túnel.

Los secaderos de cinta transportadora son similares a los de túnel, pero aquí el producto es arrastrado sobre una cinta y no en vagonetas. Al igual que en el método descrito anteriormente, este tipo de secadero también comparte el mismo sistema de movimiento producto / aire. En estos secaderos en el extremo húmedo se utiliza aire de flujo ascendente y al final del túnel se emplea aire de flujo descendente para evitar el levantamiento del producto seco. Los tiempos de secado en este tipo de secaderos

son muy cortos para reducir los costes, por lo que en una etapa posterior hay que acabar de secar el producto para lo que se utilizaría un secadero de arcón.

Una vez descrito los tipos de secadero, nos decantamos al igual que en la bibliografía, por el **secadero de bandejas** ya que al tratarse de una pequeña empresa para la cantidad diaria a utilizar sería suficiente. El secado se realizará a 60 °C.

3.4.2.3 MOLIENDA DEL PRODUCTO DESHIDRATADO

La siguiente fase tras el secado depende del producto final que queramos obtener. Si queremos cebolla deshidratada granulada deberemos hacer una molienda para disminuir su tamaño y convertirla en polvo. En cambio, si el producto final es cebolla deshidratada en finas tiras, la etapa siguiente será el envasado.

Suponiendo que una parte del producto deshidratado sea para comercializar en polvo hay que realizar la molienda. Para ello, se emplea de nuevo un molino de martillos. Estos molinos consisten en un molino de impacto, donde su eje rotatorio gira a gran velocidad y está compuesto por un collar con varios martillos en su periferia. El movimiento del eje provoca que los martillos se muevan siguiendo una trayectoria circular dentro de una armadura, que contiene un plato de ruptura endurecido, con las dimensiones similares a la trayectoria de los martillos. Los productos que entran por la corriente de alimentación pasan a la zona de acción donde los martillos los empujan hacia el plato de ruptura. La reducción de tamaño se debe principalmente a las fuerzas de impacto y a las de fricción. Si se quiere lograr un producto finamente dividido se debe realizar una alimentación en exceso. Esta alimentación en exceso se consigue restringiendo la descarga del producto colocando una rejilla a la salida del aparato. Para una velocidad de alimentación determinada los productos permanecen en la zona de acción hasta que el tamaño de sus partículas permita el paso por la rejilla. Los tiempos de residencia suelen ser grandes por lo que la molienda resulta excesiva, consiguiéndose así ultra finos.

El molino de martillos será colocado sobre la tolva del elevador sin fin de la llenadora. El producto será depositado en el molino de martillos donde se convertirá en un producto en polvo. El producto será recogido directamente en la tolva, evitando así su traslado en sacos o en cualquier otro mecanismo de un lugar a otro. Esto evitará tanto tiempo de trabajo como mano de obra.

3.4.2.4 ENVASADO

Una buena conservación de los alimentos depende de un envasado adecuado, para evitar su contaminación microbiológica. En este caso además, se debe evitar la rehumidificación de los alimentos sometidos al secado.

Las principales funciones del envasado son acomodar y proteger el producto controlando los diversos riesgos existentes que afectan desfavorablemente su calidad durante la manipulación, distribución y almacenamiento. También es importante en la venta del producto

Una de las funciones del envase es evitar o reducir la contaminación microbiológica del contenido. Al tratarse de un producto conservado por secado, este aspecto no es de mayor importancia, pero no por ello se debe descuidar y por consiguiente se debe proporcionar un mínimo de protección contra la contaminación. Otra función del envasado es proteger los alimentos contra la infestación por insectos.

Los recipientes, tanto metálicos como de plástico o de vidrio, son sellados eficazmente, proporcionando así una barrera contra la contaminación biológica. También se debe tener en consideración el tipo, el tamaño y la forma que permitan fácilmente la manipulación y el almacenamiento.

Para el envasado de cebolla deshidratada, emplearemos diferentes formatos. Por ejemplo, para el producto en polvo de cebolla deshidratada emplearemos tarros pequeños, de plástico o de vidrio. El producto deshidratado en tiras se envasará en bolsas de plástico de tamaño mediano.

Para poder envasar siguiendo las normas alimentarias, se deberán realizar la esterilización de tarros y tapas, para evitar una contaminación no deseada.

3.4.2.5 ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS

Los tarros al ser recibidos deben ser acondicionados y esterilizados. Los tarros tienen que ser desmontados del pallet y puestos en una cinta transportadora para transportarlos a la fase de lavado y realizar luego la esterilización de los tarros. Esta fase se realiza para evitar la contaminación de agentes externos como microorganismos biológicos y eliminar la suciedad que puedan contener.

La esterilización va ser una esterilización por calor, utilizándose vapor de agua saturado o agua caliente. La esterilización se lleva a cabo en una máquina diseñada tanto para tarros de cristal como para tarros de plástico.

La máquina de limpieza y esterilización consiste en una cinta transportadora que conduce los tarros de cristal puestos manualmente desde los pallets en la máquina hasta una boquilla de inyección de vapor, el cual se encuentra a una temperatura de 100 °C. El vapor va a ser dosificado gracias a una bomba y los tarros son conducidos de uno en uno. En este punto el tarro ya está esterilizado. El tarro será recogido y llevado a la mesa transportadora que conduce los tarros a la llenadora.

Al igual que los tarros, las tapas también deben ser esterilizadas, y seguirán el mismo tratamiento.

3.4.2.6 SECADO DE TARROS Y TAPAS

Después de la esterilización se debe proceder al secado de los tarros para eliminar cualquier agua residual que pueda quedar adherida a las paredes, para lo cual los tarros se introducirán en túneles de secado. El túnel de secado está instalado en la misma máquina donde está instalada tanto la máquina de esterilización como la cinta transportadora. El túnel funciona de la siguiente manera, una vez que los tarros entran en su interior, desde la parte superior y de las paredes laterales del túnel se expulsa aire comprimido mediante unos orificios situados a cierta altura, para poder eliminar todo el agua residual que queda del esterilizado. Una vez que los tarros son secados, las tapas siguen el mismo recorrido que han seguido los tarros, pasando también por el túnel de secado.

3.4.2.7 LLENADO

El llenado se realizará mediante llenadoras volumétricas de tornillo. Éstas se colocan verticalmente bajo una tova de alimentación y el recipiente se coloca bajo la salida de la llenadora. El movimiento del tornillo está controlado por un embrague y

freno, pudiendo arrancar y frenar rápidamente. El volumen librado viene determinado por el número de vueltas que ha dado el tornillo y que controla un reloj.

A la hora de realizar el llenado, se utilizará la llenadora y una mesa de cinta transportadora desde donde los tarros esterilizados pasan a través de la cinta hasta el cabezal de la llenadora- dosificadora, la cual dosifica el producto pesado de manera automática en los tarros.

Esta llenadora también permite el llenado de bolsas. Al acabar el proceso de llenado de las bolsas un operario efectuará el cerrado manualmente con la máquina de termosellado.

La cebolla deshidratada será transportada desde la tolva del molino sin fin hasta la llenadora. El producto será elevado gracias a la ayuda del tornillo sin fin. El dosificado se realizará mediante peso a los tarros o bolsas.

Los tarros no se deben llenar hasta el borde, sino que es conveniente dejar un espacio de aire entre la tapa y la superficie del producto deshidratado, para evitar problemas de suciedad en los bordes superiores debido al rebose del producto en el cerrado y así evitar una mala imagen del producto.

3.4.2.8 SELLADO

Una vez que los tarros son llenados, y trascurren por el otro lado de la mesa de la cinta transportadora, éstos son conducidos mediante otra cinta transportadora, para poder ejercer el cerrado.

Las tapas que cierran a rosca son colocadas generalmente mediante un mandril provisto de embrague, que opera a un momento de tensión determinado. Algunas tapas son colocadas mediante un anillo neumático, para evitar dañarlas, ya que el embrague neumático controla el momento de torsión. En cambio en los cierres por presión suelen ser puestos por una cinta que ejerce presión sobre la tapa, empuñando el borde sobre una protrusión del cuello del recipiente

3.4.2.9 ETIQUETADO

Después del cerrado, y siguiendo la misma cinta transportadora, se debe proceder al etiquetado.

Esta etapa consiste en adherir a cada tarro en su parte lateral una etiqueta donde se reflejen los datos que se indican en la normativa del Codex Alimentarius. Es un proceso minucioso, ya que todos los tarros deben quedar iguales y la etiqueta debe estar colocada debidamente.

Para ello el mecanismo que se sigue es el siguiente, primero los tarros se deben colocar en fila de uno, ya que a cada tarro se le aplicara en su cara exterior cola en el lugar donde vaya a ser insertada la etiqueta. A continuación e instantáneamente, se sella el papel sobre la cara. Y por último, el tarro gira 180° sobre sí mismo, en este giro, el tarro se encontrara con unos rodillos laterales que serán los encargados de fijar de forma permanente el papel a la cola.

Cuando el producto a etiquetar sean las bolsas, este etiquetado se realizará también de forma automática, una vez se haya realizado el termosellado, el producto

será puesto en la cinta transportadora que lleva a la etiquetadora. Consiste en una mesa con una cinta transportadora, donde la etiqueta es puesta de forma automática y precisa. Después de este etiquetado se realizará el empaquetado en cajas de cartón.

En la etiqueta debe constar el logotipo de la empresa, así como la información nutricional, la fecha de caducidad, y los datos obligados por la normas UNE 34-074-74 del apartado 7.

3.4.2.10 EMPAQUETADO

Tanto los tarros de cebolla deshidratada como las bolsas se empaquetan de manera manual en cajas de cartón corrugado que a su vez se colocan sobre pallets de madera para dirigirse a la bodega de producto terminado.

El empaquetado se produce después del etiquetado y los tarros son conducidos mediante una cinta transportadora. Los operarios están colocados en sus extremos laterales y se encargan de coger los productos y colocarlos debidamente dentro de las cajas de cartón. Las funciones del empaquetado son la formación de la caja, el llenado, el cerrado y el precintado de la caja de cartón.

Las cajas de cartón se compran cortadas y lista para ser formadas por los operarios. Éstas se encuentran almacenadas en el almacén de materias primas auxiliares y son llevadas al punto de empaquetado con ayuda una carretilla elevadora.

Cada caja producida tendrá la capacidad de almacenar 30 tarros de cebolla deshidratada en polvo o 30 bolsas de cebolla deshidratada en tiras. Una vez que tanto los tarros, como las bolsas estén almacenados en la caja éstas serán precintadas y apiladas sobre un pallet de madera. En cada pallet caben unas 10 cajas de cartón. Cuando el pallet esté terminado será envuelto en polietileno retráctil.

Por ultimo estos pallets son transportados al almacén de producto terminado, listos para poder ser expedidos al exterior de la fábrica.

3.4.2.11 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del producto no requiere de especificaciones especiales, solo se debe cumplir que el producto permanezca a temperatura ambiente y en condiciones opacas para evitar una oxidación del producto que provoque un flavor indeseado. Así, el producto se almacenará en la bodega de producto acabado para poder ser expedido en cualquier momento.

3.5. CEBOLLA FRITA CRUJIENTE

Para la elaboración de cebolla frita crujiente además de seguir los pasos comunes hasta el enfriamiento tras el escaldado, se producen también diversos procesos como son el mezclado, el tratamiento térmico, el empaque, la esterilización y el almacenamiento (figura 3.9).

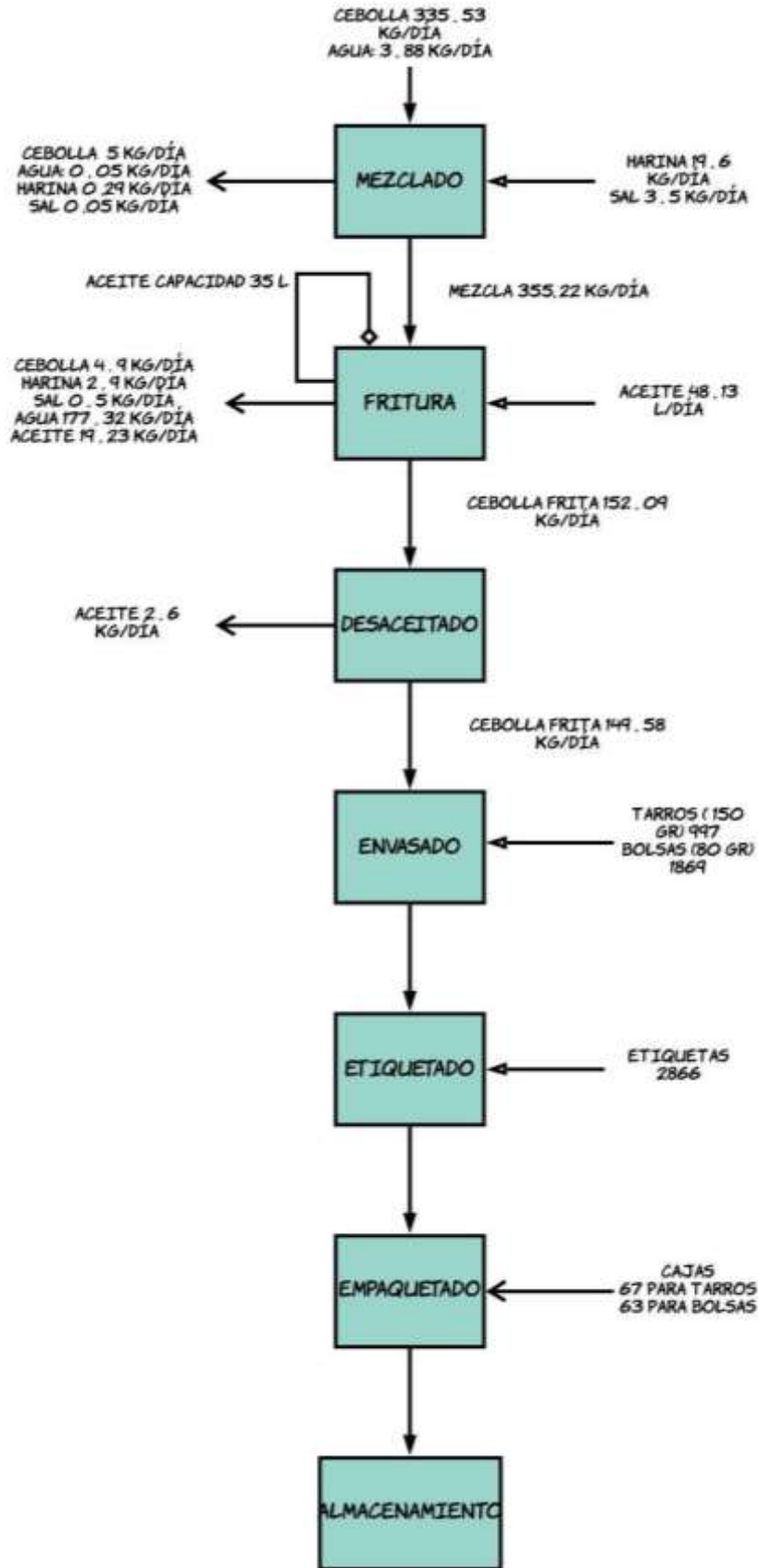


Figura 3.9. Diagrama de flujo para la elaboración de cebolla frita. Elaboración propia

3.5.1 INGREDIENTES

Los ingredientes necesarios, para poder elaborar el producto final son: cebolla dulce de Fuentes de Ebro, harina de trigo, sal y aceite de girasol alto oleico.

El aceite de girasol alto oleico se obtiene a partir de las semillas de girasol modificadas genéticamente. Este aceite destaca por su elevado contenido en ácidos grasos poliinsaturados, principalmente Omega 6 y Omega 3, siendo considerados ambos ácidos grasos esenciales para el ser humano, y gracias a su modificación genética se ha conseguido que el aceite de girasol pueda contener un 80 % de ácido oleico. Este tipo de ácidos grasos consiguen aumentar el llamado colesterol bueno, reduciendo así el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Es un aceite que ofrece un gran rendimiento por lo que es muy adecuado para frituras.

3.5.2 ETAPAS

3.5.2.1. MEZCLADO

El mezclado consiste en mezclar la cebolla anteriormente cortada con harina de trigo y sal. Con el mezclado se obtiene una distribución uniforme de dos o más componentes y es lograda por medio mecánico. El objetivo de una mezcladora es mover las partículas de los ingredientes y cuanto mayor sea el movimiento de partículas realizado, más rápido y eficiente será el mezclado. El tipo y el tamaño de mezcladoras va a depender del tipo y la cantidad de producto a mezclar, de la agitación necesaria para efectuar el mezclado y también se tendrá en cuenta el consumo energético.

Para los productos secos, existen 2 modalidades de mezcladoras, las primeras son aquellas donde el material se mueve como consecuencia del movimiento del recipiente que lo contiene, este tipo de mezcladoras corresponde a las mezcladoras de volteo. Las segundas mezcladoras son aquellas en las que el material es impulsado por la acción de un transportador helicoidal, y son las mezcladoras de cinta y las verticales de tornillo.

Las mezcladoras de volteo consisten en voltear la masa de sólidos en un tambor giratorio de forma variada. Las mezcladoras de volteo son utilizadas para mezclar polvos de características similares, por lo tanto este tipo de máquinas estaría descartado ya que nuestros dos ingredientes a mezclar tienen características totalmente diferentes.

Las mezcladoras de cubeta horizontal son recipientes semicilíndricos donde se localizan uno o más elementos giratorios en forma helicoidal, con los que además del mezclado desplazan los alimentos a través de la mezcladora. Estas mezcladoras, son muy utilizadas para el mezclado de ingredientes secos finamente particulados, como granos de cereales, harinas, mezclas para pasteles, sopas deshidratadas, incorporar aditivos, etc. El inconveniente de este tipo de mezcladoras es que las partículas pueden deteriorarse debido al escaso espacio que queda entre las cintas y la pared de la cubeta. Además también tienen un elevado consumo de energía.

Las mezcladoras de tornillo vertical, consisten en un tornillo vertical que gira sobre su eje, en el interior de un recipiente cónico o cilíndrico, que a su vez gira sobre su eje longitudinal. Este mezclador es muy eficaz para mezclar pequeñas cantidades de aditivos con una gran masa de producto. Esta clase de dispositivos es más eficaz

que los explicados anteriormente ya que se evita el estancamiento de capas cerca de las paredes. Pero, este tipo de mezcladoras se utiliza para volúmenes grandes, y como se está diseñando una agroindustria de tamaño pequeño, lo más recomendable sería utilizar una mezcladora de cubeta horizontal, ya que lo que se pretende hacer es añadir los aditivos a la cebolla cortada, para transformarla en cebolla frita crujiente.

3.5.2.2. FRITURA

El tratamiento térmico en esta ocasión va a ser una fritura. La introducción, por breve tiempo, del alimento en un medio de fritura constituido por materia grasa cuya temperatura oscila entre los 170 °C y los 180 °C, hace que éste cambie tanto sus características químicas como físicas rápidamente proporcionándole al producto un color dorado, un sabor agradable y una textura crujiente. Además de ello, este proceso térmico ayuda a destruir bacterias, toxinas, y ciertas enzimas y también hace disminuir la humedad relativa del producto.

El aceite empleado en el proceso va a determinar la calidad del alimento, ya que en este aceite se van a producir una gran cantidad de cambios físicos y químicos a consecuencia de la interacción con ciertos componentes del alimento.

En la industria alimentaria existen dos tipos de frituras, la fritura continua y la discontinua. La continua se trata de un proceso altamente automatizado que permite trabajar con una incorporación continua tanto de materia prima como de aceite para lograr mantener constantes las condiciones del procesado. Esta fritura es empleada para procesar grandes cantidades de producto. Además, este proceso garantiza una presencia constante de alimento y un aporte continuo de aceite fresco. Las condiciones de la fritura no son agresivas y el equipo está continuamente controlado.

La fritura discontinua puede realizarse con dos tipos de maquinaria, la sartén o la freidora. Este tipo de fritura es empleado en la industria y en la restauración, siendo el sistema más representativo la freidora de cuba estática. En este caso la freidora no puede estar sobrecargada de producto y el producto no puede sobrepasar el tiempo de fritura. Los posos pueden originar un oscurecimiento del aceite, un flavor desagradable y un exceso de humo y es por ello, que el aceite usado en este tipo de freidoras debe ser filtrado periódicamente.

Ambas clases de freidoras deben estar fabricadas en acero inoxidable. En las freidoras discontinuas el aceite es calentado mediante resistencias eléctricas y la temperatura de aceite en el producto a freír, oscila entre 165 y 170 °C. En cambio las freidoras en continuo proporcionan las siguientes características:

- Las dimensiones son optimizadas para proporcionar una mayor superficie de contacto entre el aceite y las materias primas.
- Se controla tanto la entrada, como la circulación del aceite evitando así puntos muertos.
- La filtración es continua para eliminar posos.
- Se minimiza la aireación de aceite durante el bombeo.
- Tienen una eficiente eliminación de humos y condensaciones.
- Se realiza un calentamiento homogéneo en todos los puntos para evitar el sobrecalentamiento.

- Se tiene un control estricto de la temperatura y el tiempo de fritura.

Por las características descritas anteriormente, se elige una freidora continua, ya que así se logra tener un producto homogéneo y las condiciones de trabajo son más adecuadas.

Un punto esencial en la fritura de los alimentos es la elección del aceite. Para ello, se consultaron diversos estudios que se resumen a continuación:

- Martínez-Pineda et al. (2011) evalúan tres tipos de aceites, aceite de oliva virgen extra (EVOO), aceite alto oleico de girasol (HOSO) y aceite de girasol (SO).

- Barrera Arellano et al, (1997) examinan el aceite de girasol convencional (SO) y el aceite de girasol alto oleico (HOSO).

- Masson L. et al. (1997) muestrean aceites vegetales de soja, girasol y mezclas de soja y colza recogidos en establecimientos

- Arroyo Pérez (1995) analiza las características de fritura que presenta el aceite de girasol en comparación con el aceite de palma

- Cruzian et al. (1997) comparan el aceite de soja refinado y el aceite de soja semi-hidrogenado, sometidos ambos a un proceso de calentamiento.

La fritura de los alimentos, está definida como la cocción en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas que van desde los 175 a los 185 ° C, haciendo que el aceite funcione como transmisor del calor, produciendo un calentamiento rápido y uniforme en el alimento.

Freír no sólo cambia la comida sino que también modifica las propiedades físicas y químicas. En la fritura industrial el aceite se expone a altas temperaturas, a la humedad de los alimentos así como a la oxidación. Todos estos cambios físicos cambian drásticamente la calidad del aceite y aumenta la formación de compuestos tóxicos, como polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos y compuestos polares, que pueden ser transmitidos al alimento frito y ser ingeridos.

Para poder elegir qué tipo de aceite se debe emplear en la fritura, se ha de evaluar la calidad de las grasas de fritura. La calidad se mide mediante varios parámetros físico- químicos, siendo estos el índice de peróxido, el índice de yodo, la viscosidad, compuestos polares y los dienos conjugados, principalmente.

El índice de peróxidos, según varios estudios, se determinó que no resultaba ser una herramienta precisa para controlar la calidad del aceite de fritura. Por el contrario, tanto el índice de yodo como los dienos conjugados y la viscosidad proporcionan información útil acerca de la degradación del aceite durante las intensas frituras. Asimismo, el método analítico general más utilizado para la evaluación de la calidad de las grasas de fritura es la determinación de compuestos polares después de la fritura, ya que la legislación establece como límite máximo un 25 % de compuestos polares.

En este caso, voy a tener en cuenta los compuestos polares, ya que ellos definen si el aceite es bueno para fritura además de mostrar cuantas veces se puede llegar a emplear, sin sobrepasar los límites impuestos por la legislación. Además se tendrán en cuenta también los ácidos oxidativos, ya que no pueden sobrepasar el 1 %.

En las características iniciales de los aceites el porcentaje de compuestos polares, debería ser inferior al 5 %. En el estudio de Masson et al. (1997) la clasificación de los aceites para fritura de más desfavorables a más favorables, comparando los compuestos polares iniciales, serían la mezcla de soja/ colza, seguidamente le seguiría el girasol y el que mejor se mostraría inicialmente para la fritura sería el de soja (tabla 3.2.)

Tabla 3.2. Características generales iniciales en aceites vegetales Fuente: Masson et al. (1997)

Muestra	Aceite	Acidez (%oleico)	Índice de Peróxidos (mq/Kg)	Dienos Conjugados (%)	Trienos Conjugados (%)	Compuestos Polares (%)	Ácidos Oxidados (%)	Viscosidad (cP)
1A	Soja/Colza	0,05	3,3	0,6	0,04	5,4	0,8	33,1
2A	Girasol	0,05	3,9	0,4	0,08	4,4	0,4	32,5
3A	Soja/Colza	0,06	5,2	0,4	0,02	4,8	0,7	33,5
4A	Soja	0,06	4,5	0,4	0,05	4,2	0,4	30,5
5A	Girasol	0,05	1,6	0,4	0,08	5,1	0,4	33,5
6A	Soja	0,07	3,1	0,5	0,05	3,1	0,5	33,0
7A	Soja	0,10	2,5	0,7	0,00	3,7	1,3	33,0
8A	Soja	0,10	2,5	0,4	0,03	4,7	0,1	34,0
9A	Girasol	0,08	2,5	0,3	0,06	3,7	0,2	31,5
10A	Soja	0,50	5,3	0,4	0,03	2,4	0,1	31,0
11A	Girasol	0,06	2,5	0,6	0,07	4,9	0,8	31,0
12A	Soja	0,12	2,5	0,8	0,00	4,6	0,4	34,5
13A	Soja	0,09	2,5	0,5	0,00	4,2	0,7	32,0
14A	Girasol	0,09	2,5	0,6	0,02	9,8	0,2	31,2
15A	Soja	0,08	2,5	0,6	0,06	3,3	0,1	31,2

En el estudio de Martínez Pineda et al. (2011), comparando las muestras de los aceites EVOO, HOSO Y SO en los procesos de fritura a 160 ° C, se determina que los aceites más adecuados para este proceso resultan ser el aceite de oliva virgen extra y el aceite de girasol con alto contenido oleico. Ambos aceites se pueden utilizar hasta 60 ciclos de fritura, máximo acorde con la normativa española, aunque se recomienda solo utilizar 30 ciclos de fritura para tener buena calidad en todas las características físico – químicas. El aceite de oliva virgen extra sería una buena opción para el uso doméstico y los pequeños restaurantes. Para el uso industrial y la restauración el aceite refinado de girasol con alto contenido oleico sería la opción más recomendable, ya que es una alternativa más barata, ya que se emplean grandes volúmenes de aceite al freír.

En el estudio de Barrera-Arellano et al. (1997) se someten el aceite de girasol convencional (SO) y el aceite de girasol con alto contenido oleico (HOSO) a 180 ° C durante 10 horas. Como se puede observar en la tabla 3.3, el contenido en componentes polares resultó ser mayor en el aceite de girasol convencional que en el aceite de girasol con alto contenido oleico.

Tabla 3.3. Compuestos polares y polímeros en aceites de girasol con una temperatura de fritura de 180° C durante 10 horas. Fuente: Barrera-Arellano et al. (1997)

Sample	α -Tocopherol (mg/Kg)	Polymers		Polar compounds	
		Mean	SD	Mean	SD
HOSO	650*	8.3	0.38	17.8	0.50
	n.d.**	11.2	0.50	21.4	0.85
SO	603*	12.3	0.54	21.9	0.28
	n.d.**	16.8	0.28	26.2	1.13

* Results are means of four experiments

** Results are means of two experiments

Como conclusión de estos dos últimos estudios obtenemos que el aceite más económico y más rentable, ya que soporta mayor número de frituras, es el aceite HOSO.

En el estudio de Cruzian et al. (1997) comparan la degradación térmica de aceite de soja refinado y aceite de soja semi-hidrogenado. Las muestras de aceite se calientan continuamente a una temperatura de 180 °C. El aceite refinado se calienta durante 30 horas, mientras que el aceite semi-hidrogenado se calienta por 60 horas. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.4, mediante los métodos IUPAC/AOAC y por el método TLC-FID. A simple vista se puede apreciar que la calidad del aceite con el tiempo de fritura es mayor en el aceite semi -hidrogenado que en el aceite refinado.

Tabla 3.4. Compuestos polares (%) en aceite de sojas, refinado y semi- hidrogenado , calentado a 180 °C a diferentes tiempos. Cuantificación por los métodos IUPAC/ AOAC y TLC-FID. Fuente: Cruzian et al. (1997)

TΔ (h)	Aceite refinado				Aceite semi-hidrogenado			
	Método I (IUPAC/AOAC)			Mét. II	Método I (IUPAC/AOAC)			Mét. II
	A	B	C	TLC-FID	A	B	C	TLC-FID
0	98.34	4.66	6.25	6.24	98.25	3.54	4.68	2.87
2	98.57	6.77	8.07	7.28	-	-	-	-
4	98.56	8.07	9.39	9.58	95.47	3.90	5.75	4.48
6	99.44	9.90	10.40	11.05	-	-	-	-
8	97.47	11.40	11.80	12.54	97.68	5.34	7.06	6.16
10	99.21	12.25	12.95	13.62	-	-	-	-
12	98.06	14.55	16.00	16.92	98.31	6.20	7.82	7.20
14	99.50	16.49	17.27	20.03	-	-	-	-
16	-	-	-	-	98.84	7.16	8.60	8.47
18	98.18	19.60	21.06	23.07	-	-	-	-
20	-	-	-	-	97.69	9.02	10.96	11.11
22	98.87	23.23	24.10	27.96	-	-	-	-
24	98.39	25.03	26.37	29.80	96.77	11.04	13.24	13.46
26	97.76	27.58	29.19	30.52	-	-	-	-
28	97.67	30.26	31.89	33.07	98.77	12.48	14.17	15.00
30	97.36	33.16	34.66	40.30	-	-	-	-
32	-	-	-	-	98.01	13.66	15.37	16.91
36	-	-	-	-	97.77	14.90	16.77	18.00
40	-	-	-	-	99.04	16.79	17.60	19.51
44	-	-	-	-	98.22	17.66	18.24	21.80
48	-	-	-	-	98.59	18.75	20.24	22.08
52	-	-	-	-	98.70	20.27	22.64	23.60
56	-	-	-	-	99.02	22.07	23.25	26.03
60	-	-	-	-	97.66	25.20	26.95	28.01

TΔ - Tiempo de calentamiento en horas.

A - Recuperación (%) de la muestra fraccionada en la columna cromatográfica $R(\%) = \frac{mp+ma}{m} \times 100$

B - Compuestos polares (%) extraídos, considerando el % de recuperación Cp $(\%) = \frac{mp}{m} \times A$

C - Compuestos polares (%) obtenidos por diferencia de los compuestos apolares Cp $(\%) = \frac{m-ma}{m} \times 100$

m - Peso inicial de muestra (g)

mp - Peso de la fracción polar separada (g)

ma - Peso de la fracción apolar separada (g)

En la tesis de Arroyo Pérez (1995) se lleva a cabo la comparativa entre el aceite de girasol y el aceite de palma y se asegura que este último puede llegar a aguantar 80 frituras sin tener que realizar una renovación de aceite. Con el aceite de girasol el valor límite de los compuestos polares de 25 %, marcado por la legislación vigente, es superado después de realizar 50 frituras. Sin embargo, este límite no se alcanza si las frituras se realizan renovando frecuentemente el aceite, estableciéndose el límite en un 19 %.

En la tabla 3.5 se resumen los resultados de estas investigaciones en cuanto al contenido en compuestos polares. Como se puede observar el tipo de aceite que más tiempo de fritura aguanta, hasta llegar a los niveles más altos de compuestos polares, es el aceite de soja, le sigue el aceite de palma y por último el aceite de girasol.

Tabla 3.5. Comparación de los diversos aceites de origen vegetal, mostrando el tiempo de fritura, la temperatura de fritura, el método utilizado y el porcentaje de compuestos polares. Fuente: elaboración propia.

ACEITE	CLASE	TIEMPO DE FRITURA	TEMPERATURA	METODO	COMPUESTOS POLARES
Girasol	HOSO (alto oleico)	10 Horas	180	IUPAC/AOAC	2 exp. 17,8
				IUPAC/AOAC	4 exp. 21,4
	SO (convencional)	10 Horas	180	IUPAC/AOAC	2 exp 21,9
				IUPAC/AOAC	4 exp. 26,2
Soja	Refinado	22 Horas	180	IUPAC/AOAC	21,06
	Semi-hidrogenado	56 Horas	180	IUPAC/AOAC	22,64
Palma	Sin renovación de aceite	11 Horas (80 ciclos)	180	IUPAC/AOAC	24,3
	con renovación de aceite	15 Horas	180	IUPAC/AOAC	24,7

El segundo parámetro que se va a ser estudiado para realizar la elección del tipo de aceite va a ser los niveles de ácidos grasos que contiene cada uno. Los ácidos grasos que contienen los aceites vegetales son monoinsaturados, saturados, polisaturados y los trans (tabla 3.6).

La grasa monoinsaturada se encuentra especialmente en el aceite de oliva y en los frutos secos. La grasa poliinsaturada también se encuentra en aceites vegetales, especialmente en el de girasol, maíz y soja, así como en nueces y otros frutos secos, en el pescado azul también se encuentra este tipo de ácidos grasos.

Los ácidos grasos saturados, son aquellos que se encuentran sólidos a temperatura ambiente y en frío. Se suelen encontrar en alimentos de origen animal, productos lácteos, así como en aceites vegetales como el de palma. Este tipo de grasa aumenta el colesterol LDL (colesterol malo) en sangre. Para conseguir reducir las grasas saturadas limitaremos el consumo de alimentos elaborados con aceite de coco y de palma.

Los ácidos grasos trans, se encuentran principalmente en alimentos que han sido hidrogenados. La hidrogenación es un proceso en el cual el hidrogeno es añadido a la grasa insaturada para hacerla más estable y sólida a temperatura ambiente, además de hacerla más adecuada para su empleo en la preparación y procesado de alimentos, como es la industria de bollería. Las grasas trans son mucho más perjudiciales que las grasas saturadas, debido a que aumentan el colesterol LDL y disminuyen el colesterol HDL.

Tabla 3.6. Composición de ácidos grasos en los aceites comunes para la fritura. Fuente: Hurtado, S., & Cecilia, A. (2009).

Tipo de aceite	Ácidos grasos (g/100g aceite)			
	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	Trans
Palma	49,300	37,000	9,300	SRD
Soya	15,650	22,783	57,740	0,533
Canola	7,365	63,276	28,142	0,395
Girasol	9,009	57,334	28,962	0,219
Oliva	13,808	72,962	10,523	SRD
Maíz	12,948	27,576	54,677	0,286

SRD: Sin reporte de dato

Fuente: USDA. National Nutrient Database for Standard Reference (7)

Después de todo lo redactado anteriormente, hay que explicar que el aceite de palma no se tendrá en cuenta debido a que afecta de manera considerable a la salud cardiovascular por su alto contenido en grasas saturadas, además de que su proceso de explotación tiene un devastador impacto medioambiental.

Si bien es cierto que el aceite de soja semi – hidrolizado aguanta muy bien el proceso de fritura al tratarse de un aceite hidrolizado contiene grasas trans que también son perjudiciales para la salud. Por lo tanto, solo se tendrá en cuenta el aceite de soja refinado, al cual se le han eliminado las impurezas y componentes químicos que se producen durante su obtención y preparación y que son indeseables para el consumo. Evidentemente, como se muestra en la tabla 3.6, el aceite de soja contiene mayor número de ácidos grasos poliinsaturados que monoinsaturados. Por esta razón es mi característica para el descarte de este aceite.

El aceite de girasol es el último que falta por examinar. En este caso me voy a decantar por el de aceite con alto contenido oleico ya que entre los dos es el que menor porcentaje de compuestos polares muestra tras 10 horas de fritura a 180 °C. Asimismo, el aceite HOSO contiene mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados, debido a que contiene mayor porcentaje de ácido oleico que el aceite SO.

En consecuencia el aceite elegido será el de girasol alto oleico (HOSO), ya que es el aceite con mayor número de ácidos grasos monoinsaturados, además es el que tiene el menor número de ácidos grasos saturados, al igual que es el que menor cantidad de trans contiene.

El aceite de fritura tendrá una utilización de 10 horas, aunque este tiempo se puede alargar si al aceite se le incorpora aceite nuevo de girasol de alto oleico.

3.5.2.3. DESACEITADO

Después de la fritura, se realiza el escurrido, que consiste en dejar en reposo el producto frito sobre una mesa de escurrido, durante un periodo de tiempo, para lograr

eliminar el aceite sobrante que esta adherido al producto. Así pues, el producto una vez libre de aceite sobrante podrá ser llevado a la siguiente zona para envasar.

3.5.2.4. ENVASADO

Para el envasado de cebolla frita crujiente, emplearemos diferentes formatos, como tarros medianos de plástico de 150 g, o bolsas de plásticos con diferentes tipos de cerrado, como puede ser el cierre clásico o el cierre innovador de tipo zip, que permite al producto preservar sus características organolépticas. El tamaño de estas bolsas será de 80 g.

3.5.2.5. ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS

Los tarros cuando vayan a ser utilizados deben ser acondicionados y esterilizados previamente, por lo tanto los tarros tienen que ser desmontados del pallet, y puestos en una cinta transportadora para transportarlos a la fase de lavado y realizarse la esterilización de los tarros (ver punto 3.4.2.6).

3.5.2.6. LLENADO

La cebolla frita será transportada desde la mesa de escurrido hasta la llenadora (ver punto 3.4.2.7). Por ello el producto es elevado desde la tolva hasta la llenadora con la ayuda del tornillo sin fin. El dosificado se realiza mediante peso .

3.5.2.7. SELLADO

Una vez que los tarros son llenados, y trascurren por el otro lado de la mesa de la cinta transportadora, continúan siendo transportados por otra cinta transportadora hasta que llega a la selladora, donde a los tarros se le colocaran las tapas (ver punto 3.4.2.8).

3.5.2.8. ETIQUETADO

Después del cerrado, y siguiendo la misma cinta transportadora, se debe llegar al etiquetado (ver punto 3.4.2.9).

3.5.2.9. EMPAQUETADO

Principalmente en este tipo de productos el almacenamiento debe ser un almacenamiento opaco para evitar la oxidación del producto, y que esto pueda procar olores no deseados y un sabor distinto. Por ello se empaquetarán en botes semi opacos, y en bolsas opacas (ver punto 3.4.2.9).

3.5.2.10. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del producto, no requiere de especificaciones especiales, solo se debe cumplir que el producto permanezca a temperatura ambiente, y en condiciones opacas para evitar la oxidación del producto y como consecuencia provoque un flavor indeseado.

3.6. CEBOLLA CARMELIZADA

Para la descripción del proceso productivo de la cebolla caramelizada, me he basado en la elaboración de mermeladas y de compotas, debido a que no he encontrado ninguna bibliografía a nivel industrial sobre la caramelización de cebolla. En la figura 3.10 se refleja el diagrama de flujo para la elaboración de cebolla caramelizada.

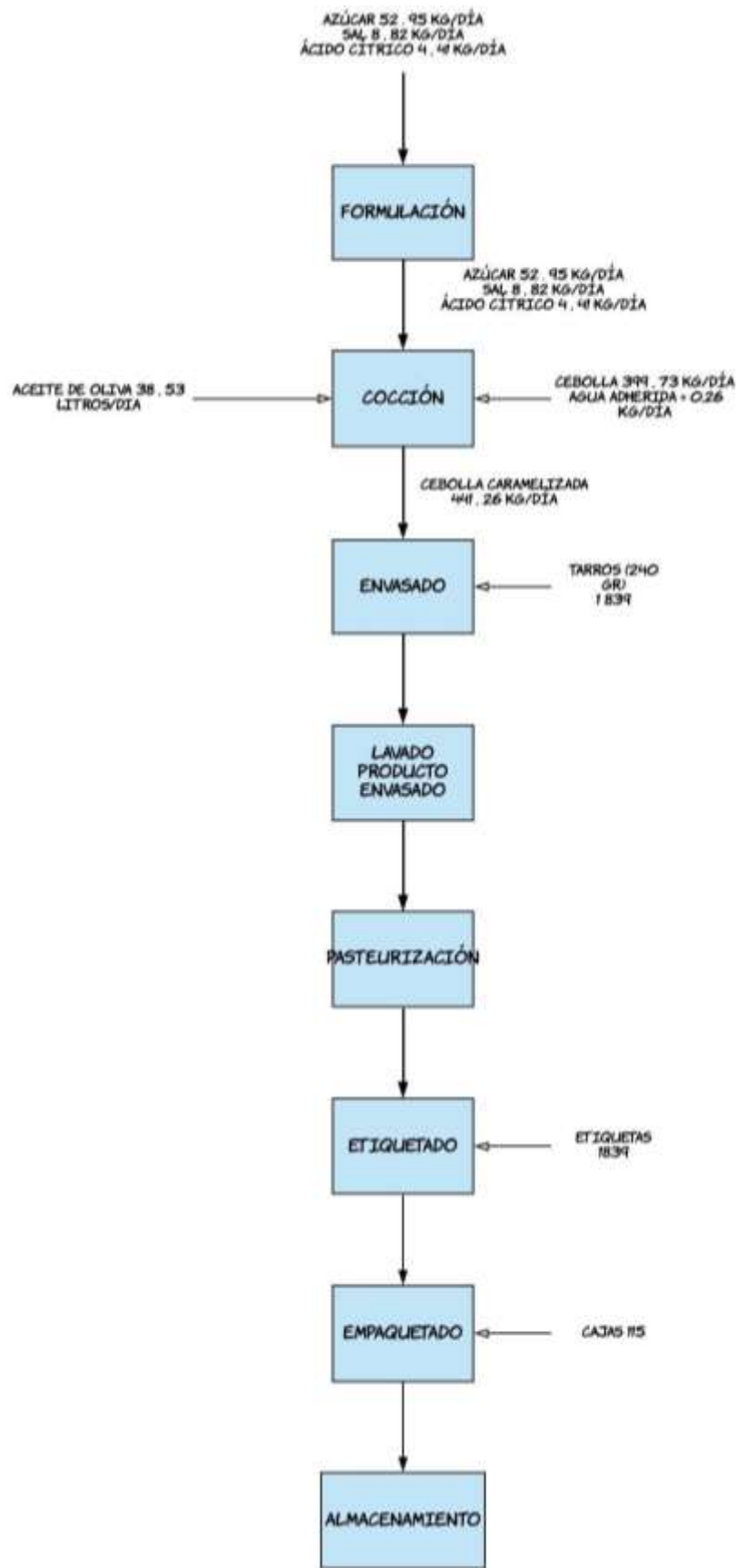
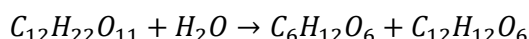


Figura 3.10. Diagrama de flujo proceso productivo de la cebolla carameliza. Elaboración propia.

3.6.1 INGREDIENTES

Los ingredientes que se necesitan para realizar la elaboración de cebolla caramelizada son la cebolla, en segundo lugar el aceite y el azúcar, la sal y el ácido cítrico. A continuación se describen brevemente el azúcar, el ácido cítrico y el aceite.

El azúcar o sacarosa se define como el producto obtenido industrialmente de la caña de azúcar, de la remolacha azucarera y de otras plantas sacarinas en suficiente estado de pureza para la alimentación humana. La sacarosa o azúcar común es el edulcorante más universalmente utilizado en toda clase de productos alimenticios (helados, bebidas refrescantes, néctares, productos de confitería, etcétera). Es un producto que funde a unos 170-180 °C y es muy soluble en agua. Cuando se hidroliza, libera dos componentes glucosa y fructosa.



A esta reacción se la conoce como inversión de la sacarosa, y al producto obtenido se le llama azúcar invertido. El azúcar invertido retarda o impide la cristalización de la sacarosa, por lo que es esencial para una buena conservación del producto.

El contenido de azúcar en el producto va a ser mínimo ya que al realizarse con cebollas dulces y no se necesitará mucha cantidad de este producto.

El ácido cítrico es un ácido orgánico natural clasificado como aditivo con el número E-330. Tiene la función de conservante debido a que es un antioxidante natural, alargando la vida útil de los alimentos y disminuyendo tanto las reacciones que pueden desempeñar los microorganismos aerobios como las partículas sensibles a la oxidación. También se utiliza para conferir brillo al color del producto, mejora el sabor, y ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolongar el tiempo de vida útil. El ácido cítrico se debe añadir antes de cocer la cebolla.

El aceite de oliva es el procedente únicamente de los frutos del olivo *Olea europea*, excluido el aceite de orujo de aceituna refinado. A nivel comercial existen varios tipos como son:

- Aceite de oliva virgen, es el aceite obtenido del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no hayan tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado.
- Aceite de oliva refinado, es un aceite obtenido a partir del aceite de oliva virgen mediante la técnica de refinado que no provoquen modificaciones de la estructura glicérica inicial.

El aceite debe reunir unas características mínimas de calidad como son:

- Aspecto límpido
- Olor y sabor: deben tener aromas propios y característicos, sin que presenten síntomas de rancidez, alteración o contaminación.

- Color: tanto el aceite virgen como el aceite de oliva puro no tienen límites en la escala ABT. El aceite de oliva refinado no debe ser más intenso que el correspondiente a la adición de 0,5 ml. del indicador, para cualquiera de las tonalidades admitidas en el sistema ABT.

En este proceso yo elegiría trabajar con un aceite de oliva virgen ya que esto le proporcionaría al producto una mayor calidad.

El proceso consta de según el diagrama de flujo descrito anteriormente en zona de recepción, vaciado del producto selección, lavado e desinfectado, pelado, troceado, formulación, cocción, envasado, pasteurización, almacenamiento.

3.6.2 ETAPAS

3.6.2.1. FORMULACIÓN

Esta etapa es clave para conseguir productos homogéneos y con el mismo sabor y color, consiguiendo así un producto de calidad. La formulación estará asociada a una etapa de mezclado. Este proceso consiste en juntar los ingredientes, como son la cebolla cruda, el aceite de oliva, el azúcar, la sal y el ácido cítrico. La agitación y el mezclado se producirán en una marmita de cocción con ayuda de paletas. Para ello, los ingredientes a utilizar son transportados de manera manual. Los operarios serán los encargados de pesar los diferentes productos a mezclar y los introducirán a la marmita de cocción.

La marmita de cocción consta de un tanque vertical de acero inoxidable con un eje central giratorio que está provisto de paletas de agitación. Este dispositivo contiene una cámara exterior que rodea su diámetro completo para permitir un precalentamiento por vapor saturado a 120 °C que ayuda a que la mezcla sea lo más homogénea posible. Antes de añadir los condimentos necesarios, se debe freír la cebolla con aceite de oliva, para facilitar la exudación de los azúcares propios mediante un lento salteado. La temperatura debe ser controlada para evitar quemar trozos de cebolla. Una vez que la cebolla ha exudado sus azúcares, añadiremos el azúcar, la sal y el ácido cítrico.

3.6.2.2. COCCIÓN

Una vez acabada la mezcla, se continúa con la cocción en la misma marmita. Durante la cocción se alcanzará dentro del tanque una temperatura entre 75 y 83 °C durante unos 20 minutos.

El flujo calefactor, vapor de agua, se introduce al calentador por la parte superior hacia una camisa de calefacción concéntrica, para ceder el calor latente. La camisa no tendrá que calentarse desde una temperatura fría, ya que la fritura anterior se da en el mismo tanque y la camisa ya estará caliente.

La velocidad de giro de las paletas no debe superar las 200 rpm para no dañar los trozos de cebolla.

Una vez acabada la cocción, se debe estabilizar la mezcla, durante un periodo determinado de tiempo, como pueden ser 22 minutos. El objetivo de estabilizar la temperatura es que el producto absorba de manera eficaz tanto los azúcares propios como los añadidos en el proceso de mezclado.

3.6.2.3. ENVASADO

El envasado del producto se hará en tarros de cristal de un volumen de 250 mL (ver punto 3.4.2.5).

3.6.2.4. ESTERILIZACIÓN DE TARROS Y TAPAS

Al igual que en los procesos anteriores los tarros deben ser acondicionados y esterilizados (ver punto 3.4.2.6).

3.6.2.5. SECADO DE TARROS Y TAPAS

Después del esterilizado se debe proceder al secado de los tarros, para eliminar cualquier agua residual que pueda quedar adherida a las paredes, por ello los tarros se introducirán en túneles de secado. Al igual que ocurre en los productos anteriores, esta etapa no se hace de manera individual, sino que está asociada a la etapa anterior, ya que la propia máquina se encarga de realizar el secado de los tarros tras su lavado (ver punto 3.4.2.7).

3.6.2.6. LLENADO

Una vez finalizado el secado, se debe realizar el llenado. Se llevan los tarros de forma manual hasta el inicio de la cinta transportadora de la llenadora.

La cebolla caramelizada debe ser transportada desde la marmita de cocción, hasta la dosificadora, el transporte se realizará mediante una bomba lobular. La distancia que separa a la marmita con la llenadora, debe ser lo más mínima posible. Para evitar las pérdidas las pérdidas de carga debido al rozamiento que se da en las paredes de las tuberías que conducen el producto. La temperatura en esta etapa debe estar entorno a los 75°C.

El flujo de los tarros de la llenadora, debe ser el mismo flujo de tarros que haya en la fase de lavado. Así pues, la llenadora tiene una capacidad de 25 tarros por minuto, esta capacidad debe ser máxima que la capacidad normal de producción, para poder resolver problemas técnicos, que paralicen esta fase o la detenga por un tiempo estimado.

Los tarros no se deben llenar hasta el borde, sino que es conveniente dejar un espacio de aire entre la tapa y la superficie de la mermelada, para evitar problemas de suciedad en los bordes superiores debido al rebose del producto en el cerrado y así evitar una mala imagen del producto.

3.6.2.7. SELLADO

Una vez que los tarros son llenados, siguen la cinta transportadora hasta llegar a la selladora, donde se colocan las tapas de aluminio en el frasco de vidrio, brindando así un sellado seguro, evitando la filtración de agua en la siguiente etapa y logrando un producto sin que sufra ninguna contaminación exterior.

3.6.2.8. LAVADO DEL ENVASE

Una vez que el envase es cerrado correctamente se debe someter al lavado del frasco, para poder eliminar todos los residuos que hayan quedado adheridos al frasco en su parte externa.

Por ello este lavado, es una medida de higiene para que el producto llegue de forma apropiada al consumidor.

3.6.2.9. PASTEURIZACIÓN

La pasteurización es una etapa primordial, que se realiza a cierta temperatura y durante un tiempo establecido para evitar el crecimiento de microorganismos en el producto y la pérdida de nutrientes en el mismo.

La pasteurización se puede hacer mediante autoclave, que es un recipiente de presión metálico con cierre hermético que permite trabajar a altas presiones para realizar la esterilización del producto. En su interior funciona de la siguiente manera, el producto es calentado por medio de duchas de agua caliente, luego la temperatura de pasteurización es mantenida, durante un tiempo establecido. A continuación el producto es retirado y enfriado a temperatura ambiente.

Este proceso también se puede realizar mediante un túnel de pasteurización que consiste en un canal con diferentes secciones de calentamiento en el que mediante un sistema de ducha se aplica agua caliente sobre los envases. La división del túnel en diferentes zonas permite determinar con más precisión la temperatura, reduciendo el efecto negativo del calentamiento y del enfriamiento sobre el material de los envases. El agua se recoge en un canal de tanques que pasando a través de un intercambiador de calor termina nuevamente en el canal principal.

En la agroindustria el método de pasteurización que se empleará será un autoclave, debido a que no hay un gran volumen de producto para implantar un túnel de pasteurización. El producto debe estar en el autoclave durante 20 minutos a una temperatura de 85 °C

3.6.2.10. ETIQUETADO

Después de la pasteurización el producto será retirado del autoclave y puesto en la cinta transportadora que lleva al etiquetado (ver punto 3.4.2.8).

3.6.2.11. EMPAQUETADO

Los tarros de cebolla caramelizada, se empaquetarán de manera manual en cajas de cartón corrugado que a su vez, se colocan sobre pallets de madera para dirigirse a la bodega de producto terminado (ver punto 3.4.2.9).

Cada caja producida tendrá la capacidad de almacenar 16 tarros. Una vez los tarros estén almacenados en la caja, ésta será precintada y apilada sobre un pallet de madera. En cada pallet caben unas 10 cajas de cartón. Cuando el pallet esté terminado será envuelto en polietileno retráctil.

Por último, estos pallets son transportados al almacén de producto terminado, listos para poder ser expedidos al exterior de la fábrica.

3.6.2.12. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del producto, no requiere de especificaciones especiales, y sólo se debe cumplir que el producto permanezca a temperatura ambiente y en condiciones opacas para evitar su oxidación. El producto se almacenará en la bodega de producto acabado para poder ser expedido en cualquier momento.

ANEJO 4:

BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Anejo 4: Balances de Materia y Energía

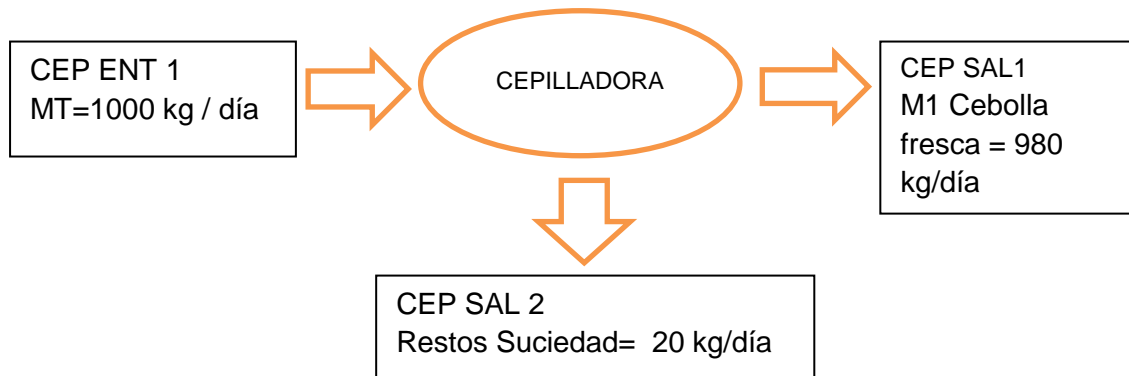
4.1	BALANCES DE MATERIA	2
4.1.1	CEPILLADO.....	2
4.1.2	PELADO:	2
4.1.3	LAVADO	3
4.1.4	SEGUNDO LAVADO O ACLARADO	6
4.1.5	CORTADORA	10
4.1.6	PESAJE	11
4.1.7	ESCALDADO A VAPOR	13
4.1.8	ENFRIAMIENTO	15
4.1.9	SECADO.....	17
4.1.10	MEZCLADO Y FRITURA:	20
4.1.11	DESACEITADO	25
4.1.12	MARMITA DE COCCIÓN:.....	27
4.2	BALANCES DE ENERGÍA	30

4.1 BALANCES DE MATERIA

A continuación se calculan los balances de materia del proceso. En la industria se trabaja con un flujo diario de 1000 kg de cebolla fresca. En los diagramas donde aparecen los porcentajes, no se refiere a la composición del flujo de esa corriente, sino a las pérdidas o ganancias que se producen en ese momento.

4.1.1 CEPILLADO

El cepillado es un proceso en seco, por tanto la única materia que estará en este proceso será la cebolla. En esta fase hay un 2 % de pérdidas de materia prima. Este proceso es común a todas las elaboraciones.



- Balance de materia corriente CEP ENT 1

$$M_1 = 1000 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia corriente CEP SAL 1 :

$$M1 = MT \cdot 98\% = 1000 \frac{kg}{día} \cdot 98\% = 980 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia corriente CEP SAL 1 :

$$Suciedad = MT \cdot 2\% = 1000 \frac{kg}{día} \cdot 2\% = 20 \text{ kg/día}$$

siendo la suciedad: tierra, las capas secas de las propias cebollas y raíces.

4.1.2 PELADO:

El pelado también es otro proceso que se realiza en seco, y el método utilizado es el cuchillo, por ello sólo hay un único balance de materia que se refiere a la cebolla. En el pelado hay un 10 % de desperdicios.



PEL SAL 2
Restos de pelado= 98 kg/día

- Balance de materia corriente PEL ENT 1 :

$$M_1 = 980 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia corriente PEL SAL 1 :

$$M_2 = 90\% \cdot M_1$$

$$M_2 = 980 \frac{kg}{día} \cdot 90\%$$

$$M_2 = 882 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia corriente PEL SAL 2 :

$$\text{Restos de pelado} = M_1 \cdot 10\%$$

$$\text{Restos de pelado} = 980 \frac{kg}{día} \cdot 10\%$$

$$\text{Restos de pelado} = 98 \frac{kg}{día}$$

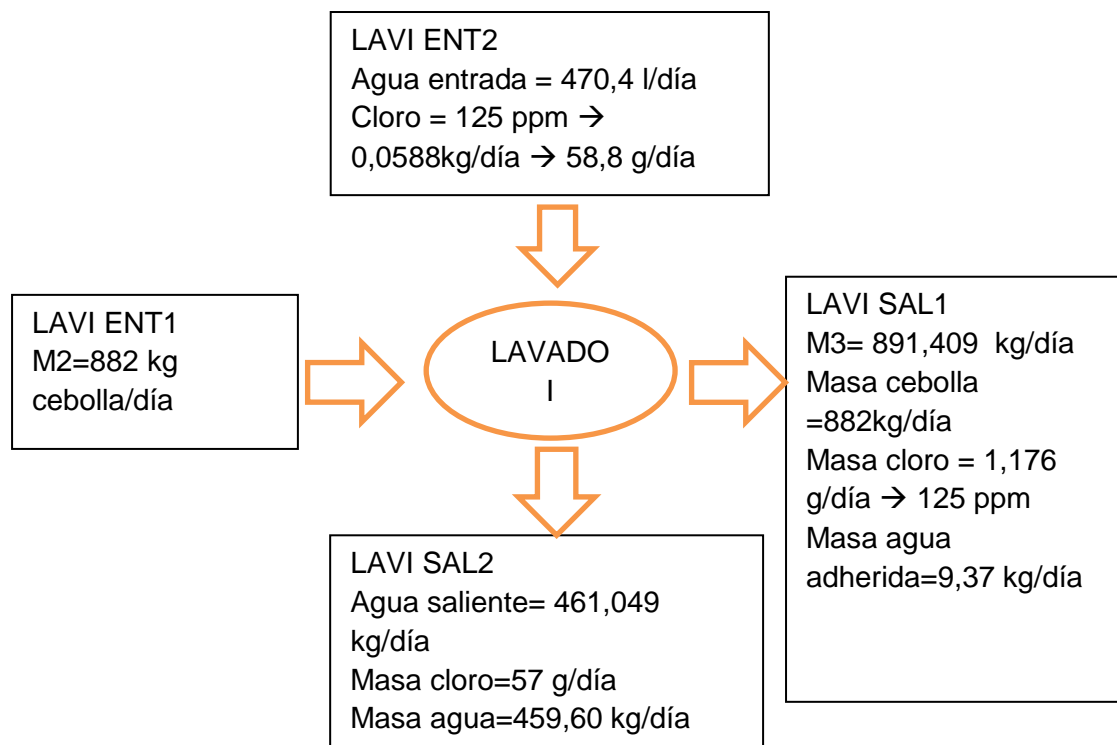
Siendo M_2 la masa de cebolla que sale de la peladora, la cual está ya en buenas condiciones. Los restos de pelado o desechos serán extraídos mediante el tornillo de extracción de desechos.

4.1.3 LAVADO

En el primer lavado tenemos tres materias (cebolla, agua e hipoclorito sódico) que entran en el proceso, y en el segundo dos materias entrantes (cebolla y agua). Este proceso es común a todas las elaboraciones.

En el primer lavado, entra cebolla, agua y una cantidad establecida de cloro. El producto que pasará al siguiente lavado, tendrá cierta cantidad de cloro adherida a la superficie de la cebolla, y por ello es necesario ese segundo lavado o aclarado.

El agua saliente del primer lavado contiene microorganismos, con un peso despreciable, así pues la cantidad de agua, que se adquiere después del lavado al producto en ambos lavados es del orden de un 2 % del total de agua introducida en el proceso.



Para calcular el agua que se emplea en el lavado 1, se debe hallar el tiempo de duración del lavado. Para ello se utiliza el rendimiento que tiene la máquina lavadora, explicado en el anejo 5, apartado 5.1.6 la máquina lavadora tiene un rendimiento de 1500 kg/ h.

$$\text{tiempo de funcionamiento} = \frac{\text{masa entrante}}{\text{rendimiento}}$$

$$\text{tiempo de funcionamiento} = \frac{882 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{1500 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,588 \text{ h / día}$$

El caudal que se utiliza en el lavado se establece en el anejo 5, apartado 5.1.6. El caudal de agua que entra en el proceso es de 800 l/h por lo tanto al día se utilizará una cantidad total de 470,4 l/día en el lavado I.

$$800 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 0,588 \frac{\text{h de funcionamiento}}{\text{día}} = 470,4 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

El cloro que se adjunta al lavado debe ser comprendido entre 100 y 150 ppm según la FAO. Por ello se elige un valor de 125 ppm, lo que equivale a 125 mg/L. La cantidad final que debe introducirse se calcula a partir del caudal de agua que entra en el proceso.

$$\text{masa de cloro} = 125 \frac{\text{mg de cloro}}{\text{L}} \cdot 470,4 \frac{\text{l}}{\text{día}} = 58800 \text{ mg de cloro/día}$$

$$\text{masa de cloro} = 58800 \frac{\text{mg}}{\text{día}} \cdot \frac{1\text{kg}}{1000000 \text{ mg}} = 0,0588 \text{ kg de cloro/día}$$

- Balance de materia de la corriente LAVI ENT1:

$$M_2 = 882 \frac{\text{kg cebolla}}{\text{día}}$$

- Balance de materia de la corriente LAVI ENT2:

En esta corriente entrará la cantidad de caudal elegido anteriormente así como el cloro necesario para esa cantidad de caudal.

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVI ENT2}} = 470,4 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{masa de cloro}_{\text{LAVI ENT2}} = 58800 \text{ mg de } \frac{\text{cloro}}{\text{día}} = 0,0588 \text{ kg de } \frac{\text{cloro}}{\text{día}}$$

- Balance de materia de la corriente LAVI SAL1:

$$M_3 = M_2 + M \text{ Caudal de agua}_{\text{LAVI SAL1}} + M \text{ cloro}_{\text{LAVI SAL1}}$$

El caudal de agua la corriente LAVI SAL1, es un 2% del caudal que entra en LAVI ENT2.

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVI SAL1}} = 2\% \cdot \text{Caudal de agua}_{\text{LAVI ENT1}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVI SAL1}} = 2\% \cdot 470,4 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVI SAL1}} = 9,408 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$M \text{Caudal de agua}_{\text{LAVI ENT1}} = 9,408 \frac{\text{l}}{\text{día}} \cdot 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1\text{m}^3}{1000 \text{ l}}$$

$$M \text{Caudal de agua}_{\text{LAVI ENT1}} = 9,37 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

La cantidad de cloro que contenga esta corriente se calculará a partir de la cantidad de agua que sale por ella sabiendo que se establece una concentración de 125 ppm.

$$M \text{ cloro}_{\text{LAVI SAL1}} = 125 \frac{\text{mg de cloro}}{\text{L}} \cdot 9,408 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$M \text{ cloro}_{\text{LAVI SAL1}} = 0,00117 \frac{\text{kg cloro}}{\text{día}}$$

$$M_3 = M_2 + \text{Caudal de agua}_{\text{LAVI SAL1}} + M \text{ cloro}_{\text{LAVI SAL1}}$$

$$M_2 = 882 \frac{kg \text{ cebolla}}{día}$$

$$M_3 = 882 \frac{kg}{día} + 9,37 \frac{kg}{día} + 0,00117 \frac{kg \text{ cloro}}{día}$$

$$M_3 = 891,409 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente LAVI SAL2:

$$M_{LAVI \text{ SAL}2} = M_{\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2}} + M_{\text{cloro}_{LAVI \text{ SAL}2}} + \text{microorganismos}$$

$$\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2} = 98\% \cdot \text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ ENT}1}$$

$$\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2} = 98\% \cdot 470,4 \frac{l}{día}$$

$$\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2} = 460,99 \frac{l}{día}$$

$$M_{\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2}} = 460,99 \frac{l}{día} \cdot 997 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{1m^3}{1000 l}$$

$$M_{\text{Caudal de agua}_{LAVI \text{ SAL}2}} = 459,60 \frac{kg}{día}$$

La masa de microorganismos eliminada se puede considerar despreciable.

Microorganismos = puede despreciarse su masa

La cantidad de cloro que se elimina en esta corriente, corresponde respectivamente a la concentración de cloro que contiene el caudal desalojado.

$$M_{\text{cloro}_{LAVI \text{ SAL}2}} = 125 \frac{mg \text{ de cloro}}{L} \cdot 460,99 \frac{l}{día}$$

$$M_{\text{cloro}_{LAVI \text{ SAL}2}} = 5624 \frac{mg}{día} = 0,0576 \frac{kg}{día}$$

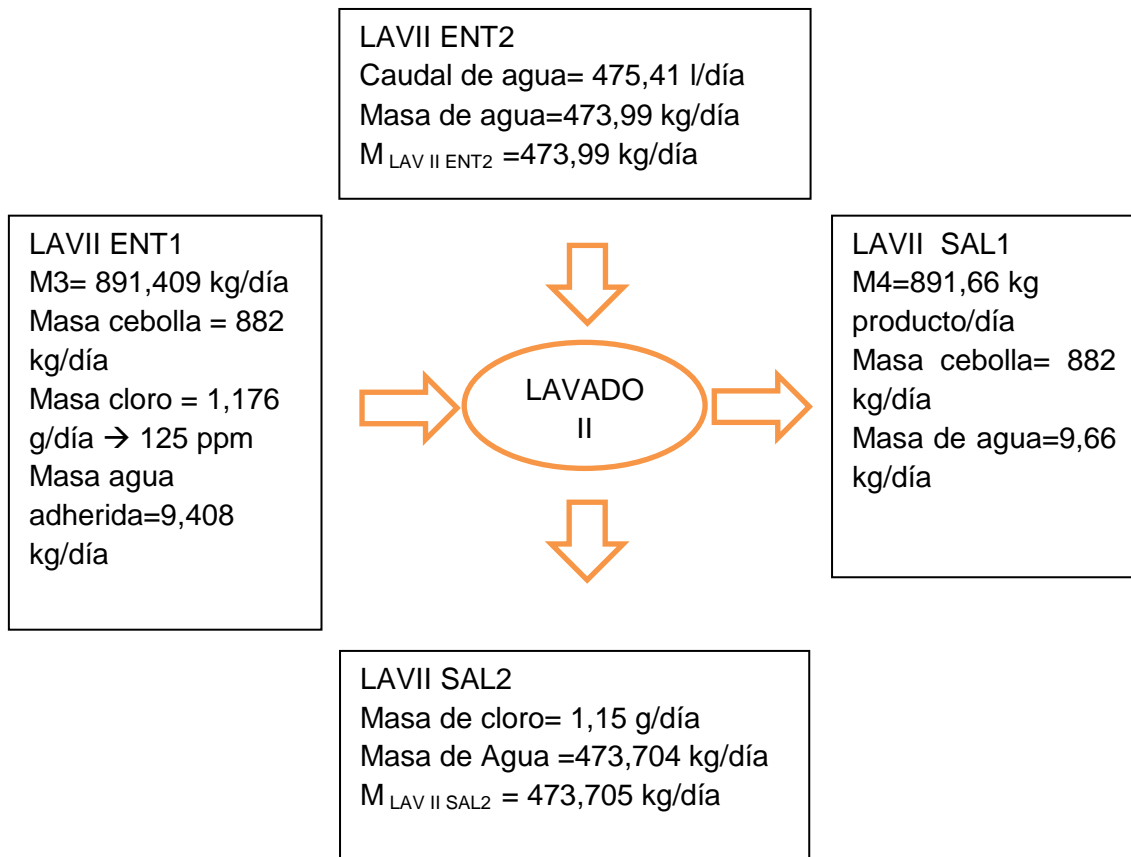
$$M_{LAVI \text{ SAL}2} = 459,60 \frac{kg}{día} + 0,0576 \frac{kg}{día} + 0$$

$$M_{LAVI \text{ SAL}2} = 461,0496 \frac{kg}{día}$$

4.1.4 SEGUNDO LAVADO O ACLARADO

Este proceso es común a todas las elaboraciones. En la segunda etapa de lavado, en la corriente 3, la cantidad de agua que contiene el producto corresponde a un 2 %

del agua que se incorpora por la corriente 2 y la corriente 1. La cantidad de cloro que sale por la corriente de LAV SAL 1 se puede considerar insignificante.



La maquinaria tiene un rendimiento de 1500 kg/h con un caudal de agua es de 800 l/h, como la masa total de entrada es de 891,409 kg de producto / día.

$$\text{tiempo de funcionamiento} = \frac{\text{masa entrante}}{\text{rendimiento}}$$

$$\text{tiempo de funcionamiento} = \frac{891,409 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{1500 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,59 \text{ h / día}$$

La maquinaria estará en funcionamiento durante 0,59 horas, 35 minutos, al día. Por lo tanto cantidad total de caudal a utilizar será la siguiente:

$$800 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot 0,59 \text{ h} = 475,41 \text{ litros de agua al día}$$

El agua que sale por la corriente de salida 4 podría recircularse al lavado anterior, proporcionando así un ahorro de agua.

Este proceso tiene como finalidad eliminar toda la cantidad de cloro adherida. La cantidad que entra en el balance es de 1176 mg, con una concentración de 125 ppm. Como se añade una considerable cantidad de agua para producirse el aclarado,

se va a calcular cual es la concentración de cloro final cuando se produce el lavado II, para así saber cuál es la cantidad que se desaloja de cloro por las corrientes LAVII SAL1 y LAVII SAL2.

$$M_{\text{cloro}}_{\text{LAVII ENT1}} = 0,00117 \frac{\text{kg cloro}}{\text{día}} = 1176 \frac{\text{mg}}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII ENT1}} = 9,408 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII ENT2}} = 475,41 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua total}_{\text{LAVII}} = 484,82 \text{ l/día}$$

$$\text{Concentración} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$\text{Concentración} = \frac{1176 \frac{\text{mg cloro}}{\text{día}}}{484,82 \frac{\text{l}}{\text{día}}} = 2,41 \text{ ppm}$$

$$\text{Concentración} = 2,41 \text{ ppm}$$

Como se puede apreciar la concentración total del final es de 2,41 p.p.m., siendo lo establecido por Code of Practice for Minimally Processed Ready to Eat Fruit and Vegetables, que establece que la cantidad de cloro residual libre este comprendida entre 7 y 2 p.p.m.

- Balance de materia a la corriente LAVII ENT1

$$M_3 = 891,409 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_2 = M_{\text{cebolla}}_{\text{LAVII ENT1}} = 882 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_{\text{cloro}}_{\text{LAVII ENT1}} = 0,00117 \frac{\text{kg cloro}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa de agua}_{\text{LAVII ENT1}} = 9,04 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

- Balance de materia a la corriente LAVII ENT2:

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII ENT2}} = 475,41 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa de agua}_{\text{LAVII ENT2}} = M_{\text{LAVII ENT2}} = 473,99 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

- Balance de materia a la corriente LAVII SAL1:

$$M_4 = M_{\text{cebolla}_{\text{LAVII ENT1}}} + \text{Masa de agua}_{\text{LAVII SAL1}} + M_{\text{cloro}_{\text{LAVII SAL1}}}$$

$$\text{Caudal de agua total}_{\text{LAVII}} = \text{Caudal de agua}_{\text{LAVII ENT1}} + \text{Caudal de agua}_{\text{LAVII ENT2}}$$

$$\text{Caudal de agua total}_{\text{LAVII}} = 9,408 \frac{l}{\text{día}} + 475,41 \frac{l}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua total}_{\text{LAVII}} = 484,82 \text{ l/día}$$

La cantidad de agua que sale adherida a la fruta es de un 2% del total del agua.

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII SAL1}} = 2\% \cdot \text{Caudal de agua total}_{\text{LAVII}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII SAL1}} = 2\% \cdot 484,82 \frac{l}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal de agua}_{\text{LAVII SAL1}} = 9,69 \frac{l}{\text{día}}$$

$$\text{Masa de agua}_{\text{LAVII SAL1}} = 9,69 \frac{l}{\text{día}} \cdot 997 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{1m^3}{1000 l}$$

$$\text{Masa de agua}_{\text{LAVII SAL1}} = 9,66 \frac{kg}{\text{día}}$$

$$M_{\text{cloro}_{\text{LAVII SAL1}}} = \text{concentración} \cdot \text{volumen de agua}$$

$$M_{\text{cloro}_{\text{LAVII SAL1}}} = 2,41 \text{ppm} \cdot 9,69 \frac{l}{\text{día}}$$

$$M_{\text{cloro}_{\text{LAVII SAL1}}} = 23,52 \frac{mg}{\text{día}} = 2,352 E^{-5} \frac{kg}{\text{día}}$$

La cantidad de cloro que contiene la corriente LAV II SAL1 se puede considerar despreciable en comparación al peso total de la corriente.

$$M_4 = M_{\text{cebolla}_{\text{LAVII SAL1}}} + \text{Masa de agua}_{\text{LAVII SAL1}}$$

$$M_{\text{cebolla}_{\text{LAVII SAL1}}} = M_{\text{cebolla}_{\text{LAVII ENT1}}}$$

$$M_4 = 882 \frac{kg}{\text{día}} + 9,66 \frac{kg}{\text{día}}$$

$$M_4 = 891,66 \frac{kg}{\text{día}}$$

- Balance de materia a la corriente LAVII SAL2:

Por la corriente de salida LAVII SAL 2, se recoge el agua que entra en circulación en esta fase, y que no es adherida a la cebolla, así mismo con este aclarado lo que se

pretende es quitar la cantidad de cloro que llega de la fase anterior, y por ello por esta corriente también circulara una determinada cantidad de cloro.

$$M_{LAVII\ SA2} = Masa\ de\ agua_{LAVII\ SA2} + M\ cloro_{LAVII\ SA2}$$

$$Caudal\ de\ agua_{LAVII\ SA2} = Caudal\ de\ agua\ total_{LAVII} - Caudal\ de\ agua_{LAVII\ SA1}$$

$$Caudal\ de\ agua_{LAVII\ SA2} = 484,82 \frac{l}{día} - 9,69 \frac{l}{día}$$

$$Caudal\ de\ agua_{LAVII\ SA2} = 475,129 \frac{l}{día}$$

$$Masa\ de\ agua_{LAVII\ SA2} = 475,129 \frac{l}{día} \cdot 997 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{1m^3}{1000\ l}$$

$$Masa\ de\ agua_{LAVII\ SA2} = 473,704 \frac{kg}{día}$$

$$M\ cloro_{LAVII\ SA2} = M\ cloro_{LAVII\ ENT2} - M\ cloro_{LAVII\ SA1}$$

$$M\ cloro_{LAVII\ SA2} = 0,00117 \frac{kg\ cloro}{día} - 2,352 E^{-5} \frac{kg}{día}$$

$$M\ cloro_{LAVII\ SA2} = 0,001152 \frac{kg}{día}$$

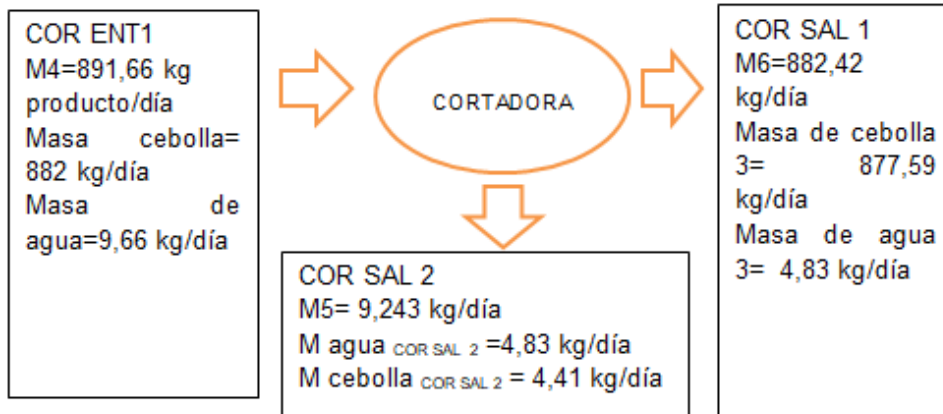
$$M_{LAVII\ SA2} = 473,704 \frac{kg}{día} + 0,001152 \frac{kg}{día}$$

$$M_{LAVII\ SA2} = 473,705 \frac{kg}{día}$$

4.1.5 CORTADORA

La corriente LAV II SAL1 es la corriente de entrada en la cortadora pero adoptando el nombre de COR ENT 1.

En la fase de cortado, se pierde un 50 % de la cantidad de agua que entra adherida a la cebolla y se producen una pérdidas de 0,5 % de cebolla. Este proceso es común a todas las elaboraciones.



- Balance de materia de la corriente COR ENT1:
Esta corriente es la misma que LAV II SAL1.

$$M4 = Masa_{cebolla\ COR\ ENT1} + Masa_{agua\ COR\ ENT1}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ ENT1} = 882 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ COR\ ENT1} = 9,66 \frac{kg}{día}$$

$$M4 = 891,66 \frac{kg\ producto}{día}$$

- Balance de materia a la corriente COR SAL 2:

$$M5 = Masa_{cebolla\ COR\ SAL\ 2} + Masa_{agua\ COR\ SAL\ 2}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ SAL\ 2} = 0,5\% \cdot Masa_{cebolla\ COR\ ENT1}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ SAL\ 2} = 0,5\% \cdot \frac{882kg}{día} = 4,41 \frac{kg\ cebolla}{día}$$

$$Masa_{agua\ COR\ SAL\ 2} = 50\% \cdot Masa_{agua\ COR\ ENT1}$$

$$Masa_{agua\ COR\ SAL\ 2} = 50\% \cdot 9,66 \frac{kg}{día} = 4,83 \frac{kg\ agua}{día}$$

$$M5 = 4,41 \frac{kg}{día} + 4,83 \frac{kg}{día} = 9,24 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente COR SAL 1 :

$$M6 = Masa_{cebolla\ COR\ SAL1} + Masa_{agua\ COR\ SAL1}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ SAL1} = Masa_{cebolla\ COR\ ENT1} - Masa_{cebolla\ COR\ SAL2}$$

$$Masa_{agua\ COR\ SAL1} = Masa_{agua\ COR\ ENT1} - Masa_{agua\ COR\ SAL2}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ SAL1} = Masa_{cebolla\ COR\ ENT1} - 0,5\% \cdot Masa_{cebolla\ COR\ ENT1}$$

$$Masa_{cebolla\ COR\ SAL1} = 882 \frac{kg}{día} - 4,41 \frac{kg}{día} = 877,59 \frac{kg}{día}$$

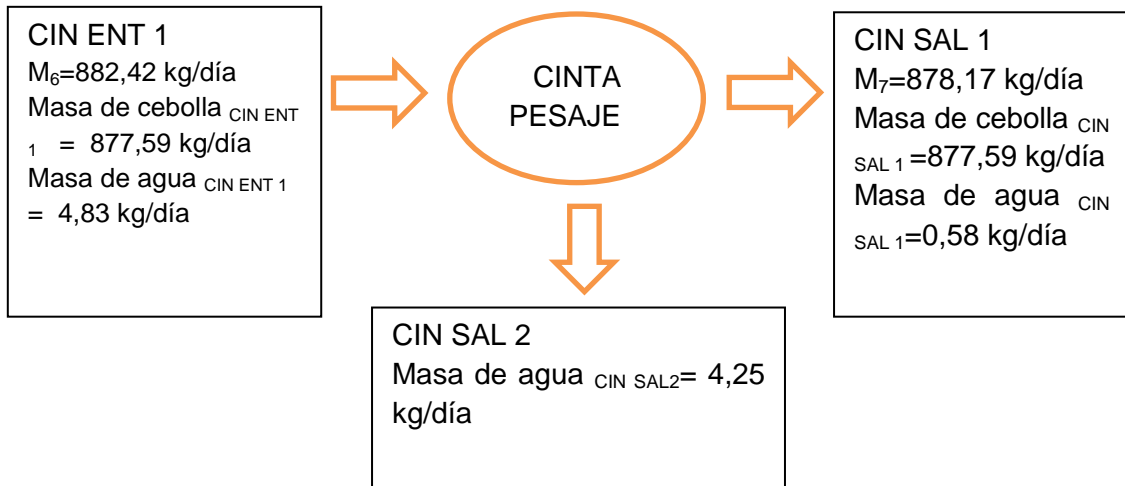
$$Masa_{agua\ COR\ SAL1} = Masa_{agua\ COR\ ENT1} - 50\% \cdot Masa_{agua\ COR\ ENT1}$$

$$Masa_{agua\ COR\ SAL1} = 9,66 \frac{kg}{día} - 4,83 \frac{kg}{día} = 4,83 \frac{kg}{día}$$

$$M6 = 877,59 \frac{kg}{día} + 4,83 \frac{kg}{día} = 882,42 \frac{kg}{día}$$

4.1.6 PESAJE

En la cinta de pesaje se considera que se pierde un 88 % del agua impregnada en la cebolla. La corriente que entra en la cinta de pesaje es la corriente COR SAL 1, proveniente de la cortadora. Este proceso es común a todas las elaboraciones.



- Balance de materia a la corriente CIN ENT1

$$M_6 = 882,42 \frac{kg}{día}$$

$$M_{\text{masa de cebolla CIN ENT1}} = 877,59 \frac{kg}{día}$$

$$M_{\text{masa de agua CIN ENT1}} = 4,83 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente CIN SAL 2

En esta corriente se pierde un 88% del agua impregnada en la cebolla.

$$M_{\text{agua CIN SAL 2}} = 88\% M_{\text{agua CIN ENT1}}$$

$$M_{\text{agua CIN SAL 2}} = 88\% \cdot 4,83 \frac{kg}{día} = 4,25 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente CIN SAL 1

$$M_7 = M_{\text{cebolla CIN ENT1}} - M_{\text{agua CIN SAL 2}}$$

$$M_{\text{cebolla CIN ENT1}} = 877,59$$

$$M_{\text{agua CIN SAL 1}} = M_{\text{agua CIN ENT1}} - 88\% M_{\text{agua CIN ENT1}}$$

$$M_{\text{agua CIN SAL 1}} = 4,83 \frac{kg}{día} - 88\% \cdot 4,83 \frac{kg}{día}$$

$$M_{\text{agua CIN SAL 1}} = 0,58 \frac{kg}{día}$$

$$M_7 = 877,59 \frac{kg}{día} + 0,58 \frac{kg}{día} = 878,17 \frac{kg}{día}$$

A partir de esta cinta de pesaje la cantidad de producto se va a separar, siendo destinados 400 kg/día a la producción de cebolla caramelizada que pasará a la marmita de cocción, y 478,17 kg/día serán destinados al escaldado, para destinarse 146 kg/ cebolla al secadero y 337,41 kg a cebolla frita.

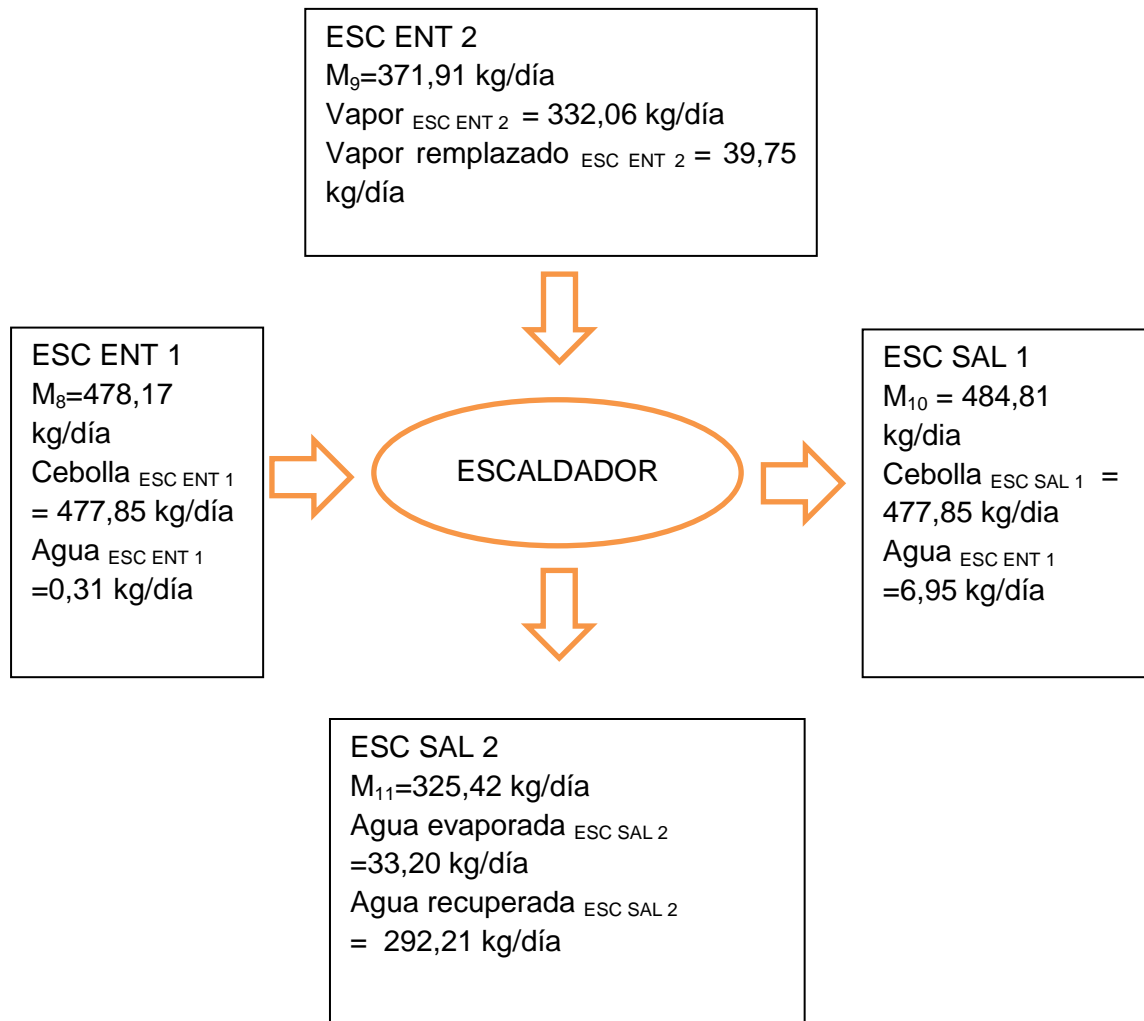
Sabemos que la composición del flujo M7 es un 99,93 % de cebolla y un 0,066 % de agua adherida.

$$\text{porcentaje de agua} = \frac{\text{cantidad de agua en el flujo}}{\text{cantidad de flujo total}} \times 100 = \frac{0,583}{878,17} \cdot 100 = 0,066\%$$

$$\text{porcentaje de cebolla} = 100\% - 0,066\% = 99,93\%$$

4.1.7 ESCALDADO A VAPOR

Este proceso se realiza en la elaboración de cebolla deshidratada.



La cantidad de vapor que suministra el equipo es de 150 kg/h, el escaldador trabaja con un rendimiento de 216 kg/h, estos datos se ven reflejados en el anejo 5, apartado 5.1.9., tabla 5.2.

$$\text{tiempo de escaldado} = \frac{\text{masa entrante}}{\text{rendimiento}}$$

$$\text{rendimiento del escaldador} = 216 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$\text{tiempo de escaldado} = \frac{478,17 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{216 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 2,21 \frac{\text{h}}{\text{día}}$$

Además, en el proceso de escaldado se dan pérdidas del 10 % del vapor utilizado, por lo tanto este volumen debe ser reemplazado por agua también en forma de calor, para no perder el poder calorífico del escaldador.

- Balance de materia de la corriente ESC ENT 1

La masa total que entra en el escaldador es de 478,17 kg/día. Debido a que se sabe la composición de la masa total es 99,93% cebolla y 0,066% agua adherida.

$$M_8 = Masa_{cebolla \text{ ESC ENT } 1} + Masa_{agua \text{ ESC ENT } 1}$$

$$M_8 = 478,17 \text{ kg/día}$$

$$Masa_{cebolla \text{ ESC ENT } 1} = M_8 \cdot 99,93\%$$

$$Masa_{cebolla \text{ ESC ENT } 1} = 477,85$$

$$Masa_{agua \text{ ESC ENT } 1} = M_8 \cdot 0,066\%$$

$$Masa_{agua \text{ ESC ENT } 1} = 0,31 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

- Balance de materia de la corriente ESC ENT 2

M_9 es la suma del vapor que se emplea en el escaldo y el vapor que debe ser regenerado por las pérdidas que se producen. Las pérdidas hacen referencia al vapor condensado que sale con el producto, que es un 2% del caudal de vapor que se introduce en el escaldador, y un 10% del vapor introducido, por pérdidas de evaporación. Lo que suma un total del 12 % de pérdidas respecto al caudal de vapor de entrada.

$$M_9 = Masa_{vapor \text{ ESC ENT } 2} + Masa_{vapor \text{ reemplazado } \text{ ESC ENT } 2}$$

$$Masa_{vapor \text{ ESC ENT } 2} = \text{Caudal de vapor de entrada} \cdot \text{tiempo de escaldado}$$

$$\text{Caudal de vapor de entrada} = 150 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

$$Masa_{vapor \text{ ESC ENT } 2} = 150 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 2,21 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 332,06 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{vapor \text{ reemplazado } \text{ ESC ENT } 2} = 12\% \cdot Masa_{vapor \text{ ESC ENT } 2}$$

$$Masa_{vapor \text{ reemplazado } \text{ ESC ENT } 2} = 12\% \cdot 332,06 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{vapor \text{ reemplazado } \text{ ESC ENT } 2} = 39,84 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_9 = 332,06 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 39,84 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_9 = 371,91 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

- Balance de materia a la corriente ESC SAL 1

En esta corriente se adhiere a la superficie vapor en forma de agua, la cantidad total que se deposita en la superficie es un 2% del caudal de vapor que suministra el equipo.

$$M_{10} = Masa_{cebolla \text{ ESC SAL } 1} + Masa_{agua \text{ ESC SAL } 1}$$

$$Masa_{cebolla \text{ ESC SAL } 1} = Masa_{cebolla \text{ ESC ENT } 1}$$

$$Masa_{cebolla \text{ ESC SAL } 1} = 477,85 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{agua \text{ ESC SAL } 1} = Masa_{agua \text{ ESC ENT } 1} + 2\% \cdot Masa_{vapor \text{ ESC ENT } 2}$$

$$Masa_{agua \text{ ESC SAL } 1} = 477,85 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 2\% \cdot 33,125 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{agua \text{ ESC SAL } 1} = 6,95 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_{10} = 477,85 \frac{kg}{día} + 6,95 \frac{kg}{día}$$

$$M_{10} = 484,81 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente ESC SAL 2

En esta corriente se refleja el agua que se evapora en el sistema y el agua que se recupera y es recirculada de nuevo, sin tener en cuenta el vapor de remplazo de la corriente ESC ENT 2

$$M_{11} = Masa_{agua\ evaporada} + Masa_{agua\ recuperada}$$

$$Masa_{agua\ evaporada} = 10\% \cdot Masa_{vapor\ ESC\ ENT\ 2}$$

$$Masa_{agua\ evaporada} = 10\% \cdot 332,06 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ evaporada} = 33,20 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ recuperada} = Masa_{vapor\ ESC\ ENT\ 2} - Masa_{vapor\ remplazado\ ESC\ ENT\ 2}$$

$$Masa_{agua\ recuperada} = 332,06 \frac{kg}{día} - 39,84 \frac{kg}{día} = 292,21 \frac{kg}{día}$$

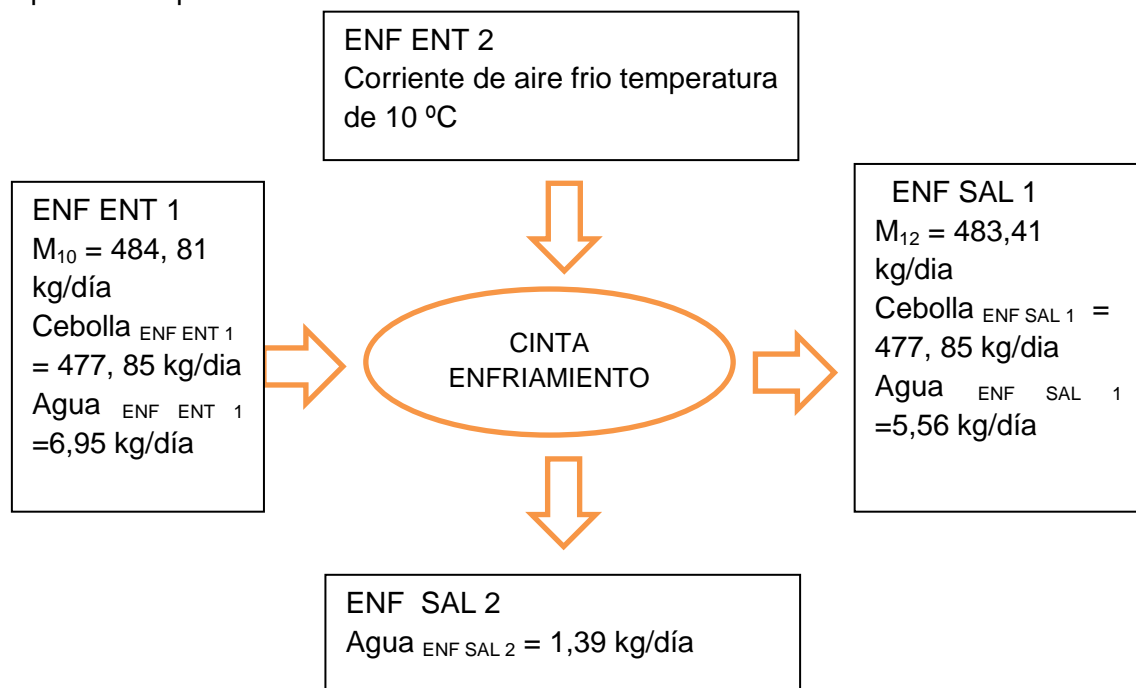
$$Masa_{agua\ recuperada} = 292,21 \frac{kg}{día}$$

$$M_{11} = 33,20 \frac{kg}{día} + 292,21 \frac{kg}{día}$$

$$M_{11} = 325,42 \frac{kg}{día}$$

4.1.8 ENFRIAMIENTO

En este proceso lo que se pretende es disminuir rápidamente la temperatura con la que el producto sale del escaldado mediante un caudal de aire frío. En este proceso se pierde un 20 % del agua que queda adherida sobre la superficie de la cebolla a la salida del escaldado, debido al rozamiento con la cinta transportadora, y al aire que se expone en el proceso.



- Balance a la corriente ENF ENT 1

$$M_{10} = 484,81 \frac{kg}{día}$$

$$Cebolla_{ENF ENT 1} = 477,85 \frac{kg}{día}$$

$$Agua_{ESC ENT 1} = 6,95 \frac{kg}{día}$$

- Balance a la corriente ENF SAL 1

$$M_{12} = Cebolla_{ENF SAL 1} + Agua_{ESC SAL 1}$$

$$Cebolla_{ENF SAL 1} = Cebolla_{ENF ENT 1}$$

$$Agua_{ESC SAL 1} = 20\% \cdot Agua_{ESC ENT 1}$$

$$Cebolla_{ENF SAL 1} = 477,85 \frac{kg}{día}$$

$$Agua_{ESC SAL 1} = 80\% \cdot 6,95 \frac{kg}{día}$$

$$Agua_{ESC SAL 1} = 5,56 \frac{kg}{día}$$

$$M_{12} = 477,85 \frac{kg}{día} + 5,56 \frac{kg}{día}$$

$$M_{12} = 483,41 \frac{kg}{día}$$

- Balance a la corriente ENF SAL 2

$$Agua_{ESC SAL 2} = 20\% \cdot Agua_{ESC ENT 1}$$

$$Agua_{ESC SAL 1} = 20\% \cdot 6,95 \frac{kg}{día}$$

$$Agua_{ESC SAL 1} = 1,39 \frac{kg}{día}$$

Se debe calcular la composición de la corriente ENF SAL 1, debido a que este flujo va a ser dividido y redistribuido a otras etapas.

Composición de M_{12} :

$$\text{porcentaje de agua} = \frac{\text{cantidad de agua en el flujo}}{\text{cantidad de flujo total}} \times 100$$

$$\text{porcentaje de agua} = \frac{5,56}{483,41} \cdot 100$$

$$\text{porcentaje de agua} = 1,15\%$$

$$\text{porcentaje de cebolla} = 100\% - \text{porcentaje de agua}$$

$$\text{porcentaje de cebolla} = 100\% - 1,15$$

$$\text{porcentaje de cebolla} = 98,84\%$$

La cantidad total de flujo que sale del enfriado, M_{12} , se reparte en dos flujos: uno de 146 kg/día para la producción de cebolla deshidratada y el restante para la producción de cebolla frita.

Para la cebolla deshidratada, el producto se lleva al primer molino de martillos, donde se consigue un tamaño menor de partícula, pero considerable. En este proceso la misma cantidad de producto que entra es igual a la cantidad de producto que sale. Por lo tanto no haría falta un balance de materia. El siguiente proceso sería el secado.

4.1.9 SECADO.

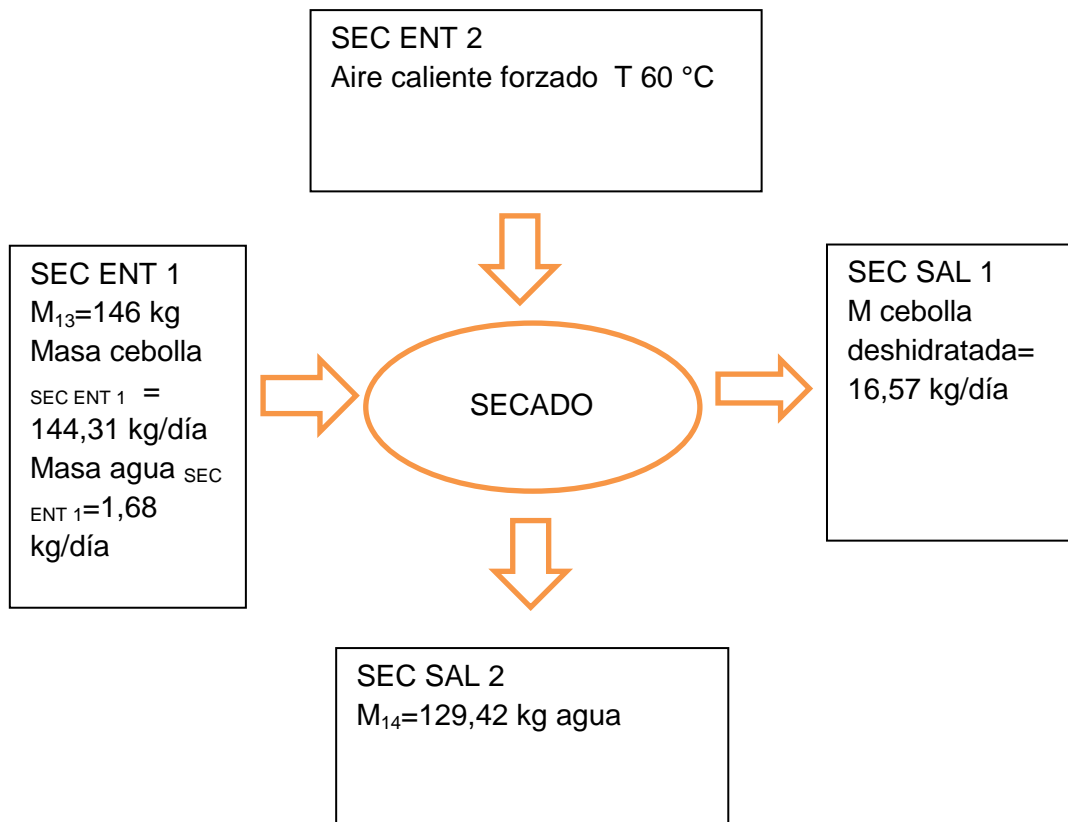
En el secado se obtienen 10,9 gramos de masa seca por 100 gramos iniciales de cebolla (masa húmeda). Debido a que los productos deshidratados deben mantener un porcentaje de humedad en torno al 3- 5 %, se ha seleccionado un contenido de un 4 % de humedad que se sumará al peso en seco. Después del secado se consigue eliminar el 85 % del peso que contiene el producto. En el secadero se introducen 146 kg del producto que salen de la cinta de enfriado, que se denomina M_{13} . Con la composición que tiene M_{12} , determinaremos la composición relativa de M_{13} , ya que es la misma.

$$M_{13} = 1,15\% \text{ agua} + 98,84\% \text{ cebolla}$$

$$M_{13} = 146 \text{ kg}$$

$$\text{agua} = 1,68 \text{ kg}$$

$$\text{cebolla} = 144,31 \text{ kg}$$



- Balance de materia a la corriente SEC ENT 1

$$M_{13} = 146 \text{ kg}$$

$$M_{\text{agua}_{\text{SEC ENT 1}}} = 1,68 \text{ kg}$$

$$M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}} = 144,31 \text{ kg}$$

- Balance de materia a la corriente SEC SAL 1 :

$$M_{\text{masa cebolla seca}} = 146 \text{ kg cebolla húmeda} \cdot \frac{10,9 \text{ kg cebolla seca}}{100 \text{ kg cebolla húmeda}}$$

$$M_{\text{masa cebolla seca}} = 15,91 \text{ kg cebolla seca}$$

Como el producto final tiene un 96% de sólido seco:

$$M_{\text{cebolla deshidratada}} = \frac{M_{\text{masa cebolla seca}}}{96\%}$$

$$M_{\text{cebolla deshidratada}} = 16,57 \text{ kg}$$

$$\text{Agua en el producto} = M_{\text{cebolla deshidratada}} - M_{\text{masa cebolla seca}}$$

$$\text{Agua en el producto} = 16,57 \text{ kg} - 15,91 \text{ kg cebolla seca}$$

$$\text{Agua en el producto} = 0,66 \text{ kg agua}$$

- Balance de materia a la corriente SEC SAL 2 :

$$M_{14} = M_{\text{agua}_{\text{SEC ENT 1}}} + M_{\text{agua}_{M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}}}}$$

$$M_{\text{agua}_{M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}}}} = M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}} - M_{\text{cebolla deshidratada}}$$

$$M_{\text{agua}_{M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}}}} = 144,31 \text{ kg} - 16,57 \text{ kg}$$

$$M_{\text{agua}_{M_{\text{cebolla}_{\text{SEC ENT 1}}}}} = 127,74 \text{ kg agua}$$

$$M_{14} = 1,68 \text{ kg agua} + 127,74 \text{ kg agua}$$

$$M_{14} = 129,42 \text{ kg agua}$$

En las etapas posteriores al secado que le sigue la cebolla deshidratada, se supone que las pérdidas de materias son despreciables o nulas y por ello no se exponen los balances de materia.

En el envasado de cebolla deshidratada se hace en tarros con capacidad de 50 gramos para polvo y la cebolla deshidratada en tiras, la cual no pasa por el segundo molino de martillos se envasa en paquetes de 80 gramos de producto.

Total de tarros a envasar:

$$\text{número de tarros} = \frac{16,57 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0,05 \frac{\text{kg}}{\text{tarros}}} = 331,54 \frac{\text{tarros}}{\text{día}}$$

Se necesitarán 332 tarros al día con capacidad de 50 gramos.

Total de bolsas a envasar:

$$\text{número de bolsas} = \frac{16,57 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0,080 \frac{\text{kg}}{\text{bolsas}}} = 207,21 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}$$

Se utilizará un total de 208 bolsas para poder envasar el producto

Los tarros van a ir envasados en cajas, cada caja tendrá una capacidad para guardar 30 tarros, y en cuanto a bolsas se pueden almacenar hasta 30 bolsas en cada caja.

Cajas necesarias:

$$\text{cajas para tarros} = \frac{332 \frac{\text{tarros}}{\text{día}}}{30 \frac{\text{tarros}}{\text{caja}}} = 11,06 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 12 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

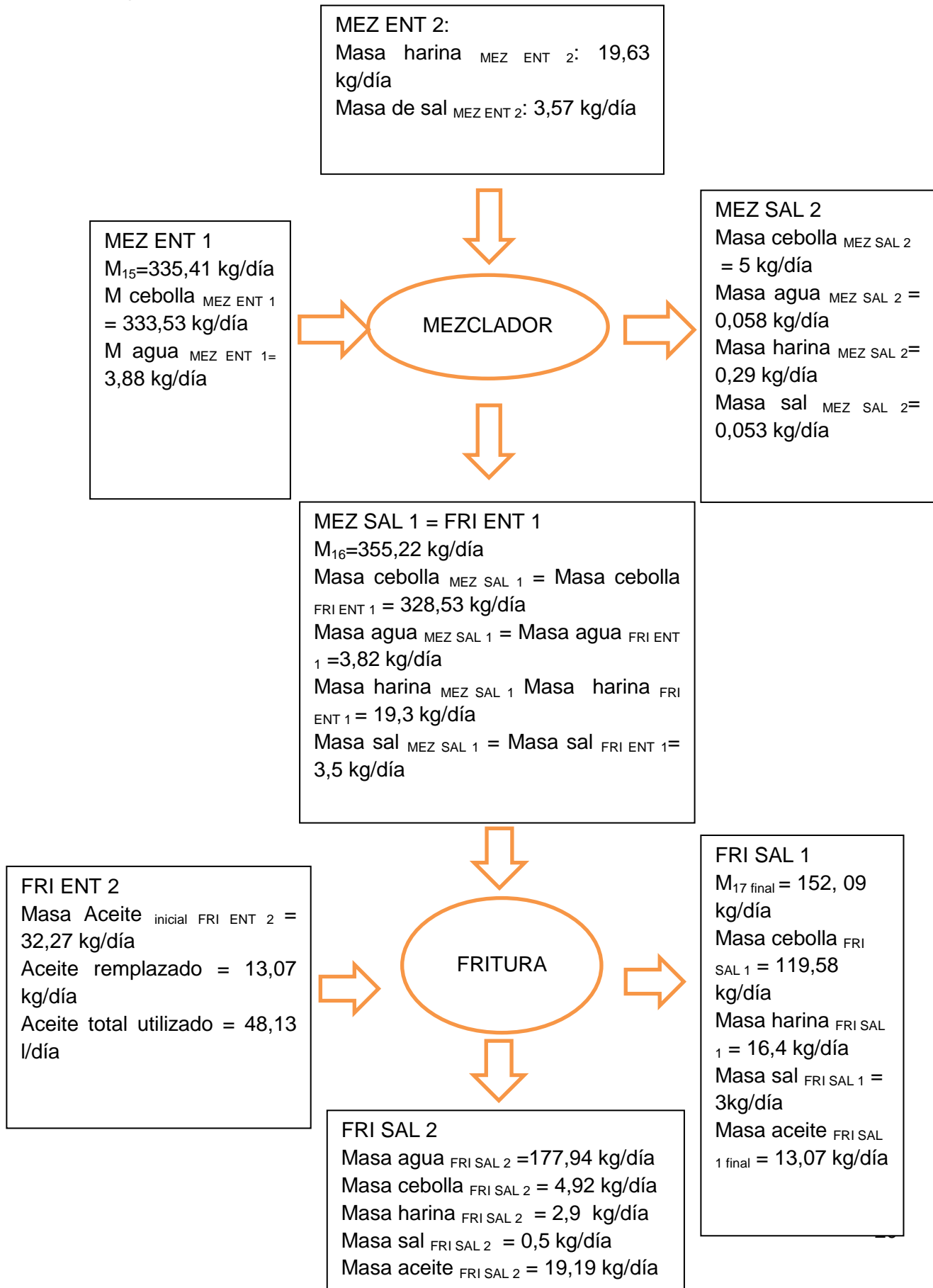
$$\text{cajas para bolsas} = \frac{208 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}}{30 \frac{\text{bolsas}}{\text{caja}}} = 6,93 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 7 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

$$\text{Numero total de cajas para cebolla deshidrtada} = 12 + 7 = 19 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

Para la elaboración de cebolla frita con un flujo de 337,41 kg/día, realizaremos primero el balance de materia en fritura y luego el balance de materia en el mezclado, una vez tengamos obtenidas las materias primas que se utilizan en la fritura.

4.1.10 MEZCLADO Y FRITURA:

Este proceso se lleva a cabo en la elaboración de cebolla frita. Las corrientes de mezclado se han calculado en base a las cantidades y composiciones obtenidas después de la fase de fritura.



Se obtienen 100 g de producto tras la fase de fritura a partir de 220 gramos de cebolla fresca. Esto equivale a un 54,5 % de pérdida de materia prima que se distribuye en una pérdida de producto que equivaldría al 1,5% (en la fase de mezclado) y el resto, 53 %, corresponde a la pérdida de agua que contiene la cebolla. Se considera también que en el mezclado se pierde un 1.5 % de la sal y la harina introducida.

El producto final tiene una composición química de 80 % de cebolla, 11 % de harina, 2 % de sal y 7 % de aceite. El producto final contiene el 85 % de la harina y la sal que entran en la freidora. El 15 % restante se queda en el aceite de fritura.

Balances en la fritura

- Balance de materia a la corriente de salida de la fritura FRI SAL 1

$$M_{17} = 45,5\% \cdot Masa_{FRI ENT 1}$$

$$Masa_{cebolla FRI SAL 1} = 80\% \cdot M_{17}$$

$$Masa_{harina FRI SAL 1} = 11\% \cdot M_{17}$$

$$Masa_{sal FRI SAL 1} = 2\% \cdot M_{17}$$

$$Masa_{aceite FRI SAL 1} = 7\% \cdot M_{17}$$

La masa de aceite FRI SAL 1 se debe incrementar en un 25%, que impregna la cebolla frita, que se perderá en el proceso de desaceitado.

$$exceso_{aceite} = 25\% \cdot Masa_{aceite FRI SAL 1}$$

La corriente de salida de la freidora, con el aceite en exceso será:

$$M_{17 final} = M_{17} + exceso_{aceite}$$

$$M_{17} = 45,5\% \cdot 327,8 \frac{kg}{día}$$

$$M_{17} = 146,48 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla FRI SAL 1} = 80\% \cdot 146,48 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla FRI SAL 1} = 119,58 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina FRI SAL 1} = 11\% \cdot 146,48 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina FRI SAL 1} = 16,4 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal FRI SAL 1} = 2\% \cdot 146,48 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal FRI SAL 1} = 2,98 \frac{kg}{día} = 3 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite FRI SAL 1} = 7\% \cdot 146,48 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite FRI SAL 1} = 10,46 \frac{kg}{día}$$

$$\begin{aligned}
 Masa_{aceite\ FRI\ SAL\ 1\ final} &= Masa_{aceite\ FRI\ SAL\ 1} + exceso_{aceite} \\
 Masa_{aceite\ FRI\ SAL\ 1\ final} &= 10,46 \frac{kg}{día} + 10,46 \frac{kg}{día} \cdot 0,25 = 10,46 \frac{kg}{día} + 2,61 \frac{kg}{día} \\
 &= 13,07 \frac{kg}{día} \\
 M17_{final} &= 146,48 \frac{kg}{día} + 2,61 \frac{kg}{día} = 151,09 \frac{kg}{día}
 \end{aligned}$$

- Balance de materia a la corriente de entrada de la fritura FRI ENT 1, que es la corriente de salida del mezclado

$$M_{16} = Masa_{cebolla\ FRI\ ENT\ 1} + Masa_{agua\ FRI\ ENT\ 1} + Masa_{harina\ FRI\ ENT\ 1} + Masa_{sal\ FRI\ ENT\ 1}$$

$$Masa_{cebolla\ FRI\ ENT\ 1} = 37,388 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ FRI\ ENT\ 1} = 3,82 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina\ FRI\ ENT\ 1} = \frac{Masa_{harina\ FRI\ SAL\ 1}}{85\%}$$

$$Masa_{harina\ FRI\ ENT\ 1} = \frac{16,38\ kg/día}{0,85}$$

$$Masa_{harina\ FRI\ ENT\ 1} = 19,34 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal\ FRI\ ENT\ 1} = \frac{Masa_{sal\ FRI\ SAL\ 1}}{85\%}$$

$$Masa_{sal\ FRI\ ENT\ 1} = \frac{2,97\ kg/día}{0,85}$$

$$Masa_{sal\ FRI\ ENT\ 1} = 3,5 \frac{kg}{día}$$

$$M_{16} = 328,53 \frac{kg}{día} + 3,82 \frac{kg}{día} + 19,34 \frac{kg}{día} + 3,5 \frac{kg}{día}$$

$$M_{16} = 355,22 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente FRI ENT 2:

La capacidad de aceite que tiene la freidora es de 35 litros de aceite, por ello al cabo del día esta capacidad se irá reemplazando para sustituir el aceite que sale en el producto final ($M17_{final}$).

$$Masa\ Aceite_{inicial\ FRI\ ENT\ 2} = volumen\ x\ densidad$$

$$Masa\ Aceite_{inicial\ FRI\ ENT\ 2} = 35\ litros\ x\ 0,922 \frac{kg}{L}$$

$$Masa\ Aceite_{inicial\ FRI\ ENT\ 2} = 32,27 \frac{kg}{día}$$

Se deberá reemplazar la cantidad de aceite que acompaña a la cebolla a lo largo del día, es cantidad es la que corresponde a la $Masa_{aceite\ FRI\ SAL\ 1\ final}$, para evitar daños en las resistencias de la freidora.

$$\text{litros aceite remplazado} = \frac{\text{Masa}}{\text{densidad}} = \frac{13,07 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0,922 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} = 14,13 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{litros aceite totales} = 14,13 \frac{\text{l}}{\text{día}} + 35 \frac{\text{l}}{\text{día}} = 48,13 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

- Balance de materia de la corriente FRI SAL 2

$$\text{Masa agua FRI SAL 2} = \text{Masa}_{\text{cebolla FRI ENT 1}} \cdot 53\% + \text{Masa}_{\text{agua FRI ENT 1}}$$

$$\text{Masa agua FRI SAL 2} = 328,53 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 0,53 + 3,82 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa agua FRI SAL 2} = 177,94 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{cebolla FRI SAL 2}} = \text{Masa}_{\text{cebolla FRI ENT 1}} \cdot 1,5\%$$

$$\text{Masa}_{\text{cebolla FRI SAL 2}} = 328,53 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 0,0155$$

$$\text{Masa}_{\text{cebolla FRI SAL 2}} = 4,92 \text{ kg/día}$$

$$\text{Masa}_{\text{aceite FRI SAL 2}} = \text{Masa}_{\text{Aceite}_{\text{inicial FRI ENT 2}}} - \text{Masa}_{\text{aceite FRI SAL 1 final}}$$

$$\text{Masa}_{\text{aceite FRI SAL 2}} = 32,27 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 13,07 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{aceite FRI SAL 2}} = 19,19 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{harina FRI SAL 2}} = \text{Masa}_{\text{harina FRI ENT 1}} - \text{Masa}_{\text{harina FRI SAL 1}}$$

$$\text{Masa}_{\text{harina FRI SAL 2}} = 19,34 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 16,4 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{harina FRI SAL 2}} = 2,9 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{sal FRI SAL 2}} = \text{Masa}_{\text{sal FRI ENT 1}} - \text{Masa}_{\text{sal FRI SAL 1}}$$

$$\text{Masa}_{\text{sal FRI SAL 2}} = 3,51 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 3 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Masa}_{\text{sal FRI SAL 2}} = 0,51 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Balances en el mezclador

- Balance de materia de la corriente MEZ SAL 1

La salida del mezclador MEZ SAL 1 es la de entrada a la fritura FRI ENT 1

$$\text{Masa}_{\text{cebolla MEZ SAL 1}} = 328,53 \text{ kg/día}$$

$$\text{Masa}_{\text{harina MEZ SAL 1}} = \frac{\text{Masa}_{\text{harina FRI SAL 1}}}{85\%} = \frac{16,4}{0,85} = 19,3 \text{ kg/día}$$

$$\text{Masa}_{\text{sal MEZ SAL 1}} = \frac{\text{Masa}_{\text{sal FRI SAL 1}}}{85\%} = \frac{3}{0,85} = 3,5 \text{ kg/día}$$

$$M_{16} = 328,53 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 19,3 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$M_{16} = 353,97 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Las pérdidas en el mezclador se consideran en 1.5% de las entradas

- Balance de materia de la corriente MEZ ENT 1

La masa del flujo M_{15} es la que queda tras la repartición de la cebolla que sale del escaldado.

$$M_{15} = 337,41 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ ENT\ 1} = 98,84\% \cdot M_{15}$$

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ ENT\ 1} = 98,84\% \cdot 337,41 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ ENT\ 1} = 335,53 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ ENT\ 1} = 1,15\% \cdot M_{15}$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ ENT\ 1} = 1,15\% \cdot 337,41 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ ENT\ 1} = 3,88 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia de la corriente MEZ ENT 2

$$Masa_{harina\ MEZ\ ENT\ 2} = \frac{Masa_{harina\ MEZ\ SAL\ 1}}{98,5\%}$$

$$Masa_{harina\ MEZ\ ENT\ 2} = \frac{19,3}{0,985}$$

$$Masa_{harina\ MEZ\ ENT\ 2} = 19,63 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal\ MEZ\ ENT\ 2} = \frac{Masa_{sal\ MEZ\ SAL\ 1}}{98,5\%}$$

$$Masa_{sal\ MEZ\ ENT\ 2} = \frac{3,51}{0,985}$$

$$Masa_{sal\ MEZ\ ENT\ 2} = 3,57 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia de la corriente MEZ SAL 2

Se consideran unas pérdidas del 1.5% de todas las entradas

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ SAL\ 2} = Masa_{cebolla\ MEZ\ ENT\ 1} \cdot 1,5\%$$

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ SAL\ 2} = 333,57 \frac{kg}{día} \cdot 0,015$$

$$Masa_{cebolla\ MEZ\ SAL\ 2} = 5 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ SAL\ 2} = Masa_{agua\ MEZ\ ENT\ 1} \cdot 1,5\%$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ SAL\ 2} = 1,5\% \cdot 3,88 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MEZ\ SAL\ 2} = 0,058 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina\ MEZ\ SAL\ 2} = Masa_{harina\ MEZ\ ENT\ 2} \cdot 1,5\%$$

$$Masa_{harina\ MEZ\ SAL\ 2} = 19,63 \frac{kg}{día} \cdot 0,015$$

$$Masa_{harina\ MEZ\ SAL\ 2} = 0,29 \frac{kg}{día}$$

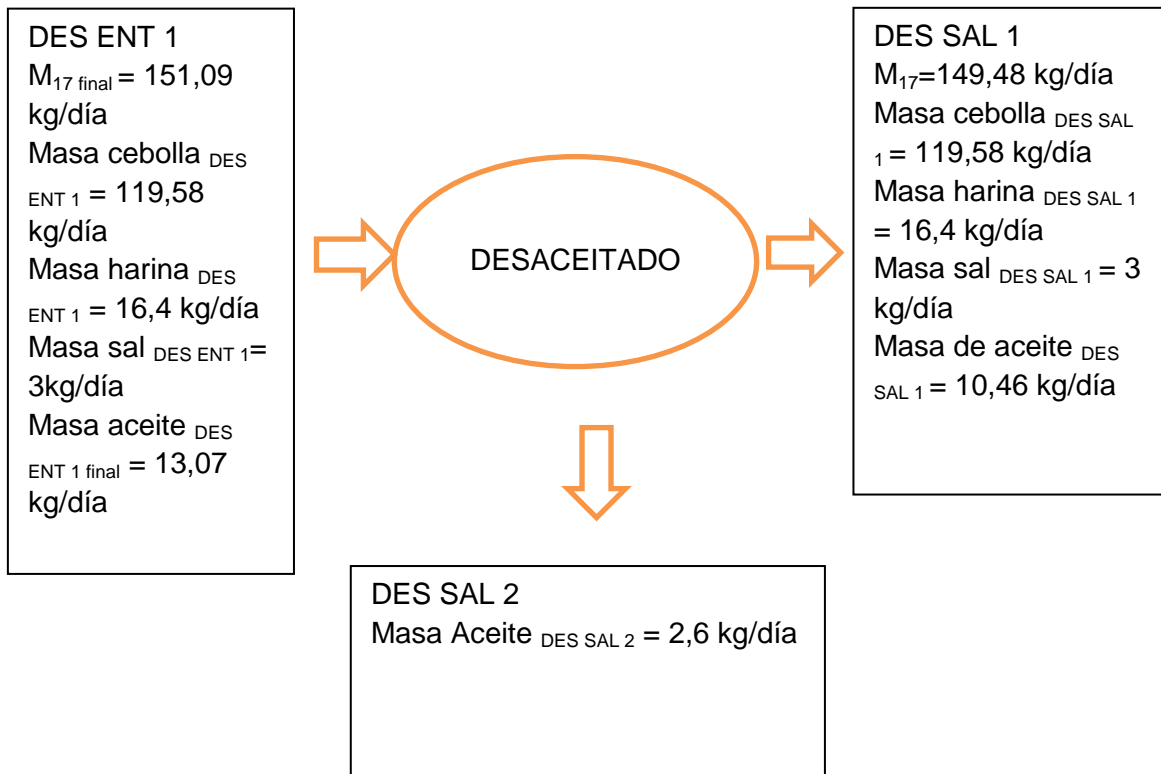
$$Masa_{sal\ MEZ\ SAL\ 2} = Masa_{sal\ MEZ\ ENT\ 2} \cdot 1,5\%$$

$$Masa_{sal\ MEZ\ SAL\ 2} = 3,51 \frac{kg}{día} \cdot 0.015$$

$$Masa_{sal\ MEZ\ SAL\ 2} = 0,053 \frac{kg}{día}$$

4.1.11 DESACEITADO

Del proceso de fritura, el producto pasa al desaceitado, donde se eliminará el exceso de aceite que se ha reflejado anteriormente. El producto final debe tener un 7 % de aceite respecto a M_{17} .



- Balance de materia a la corriente DES ENT 1
 Los flujos que entran en esta corriente son los que salen en la corriente FRI SAL 1 en el proceso de fritura.

$$Masa_{cebolla\ DES\ ENT\ 1} = 119,58 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina\ DES\ ENT\ 1} = 16,4 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal\ DES\ ENT\ 1} = 3 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite\ DES\ ENT\ 1} = 10,46 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente DES SAL 1

$$Masa_{cebolla\ DES\ SAL\ 1} = Masa_{DES\ ENT\ 1}$$

$$Masa_{DES\ SAL\ 1} = 199,58 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{harina\ DES\ ENT\ 1} = Masa_{harina\ DES\ ENT\ 1}$$

$$Masa_{\text{harina DES ENT 1}} = 16,4 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{\text{sal DES SAL 1}} = Masa_{\text{sal DES ENT 1}}$$

$$Masa_{\text{sal DES SAL 1}} = 3 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{\text{aceite DES SAL 1}} = Masa_{\text{aceite FRI SAL 1}}$$

$$Masa_{\text{aceite DES SAL 1}} = 10,46 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

- Balance de materia a la corriente DES SAL 2

$$Masa_{\text{aceite DES SAL 1}} = Masa_{\text{aceite DES ENT 1}} - Masa_{\text{aceite DES SAL 1}}$$

$$Masa_{\text{aceite DES SAL 1}} = 13,07 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 10,46 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$Masa_{\text{aceite DES SAL 1}} = 2,6 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

La cantidad total de producto de cebolla crujiente que se envasará en las siguientes etapas será de 149,48 kg/día. Cada día se hará un tipo de envasado, me refiero un día se envasarán tarros y otros bolsas. Los tarros tienen una capacidad de 150 gramos y las bolsas de 80 gramos.

- Total de tarros a envasar:

$$\text{número de tarros} = \frac{149,48 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0,150 \frac{\text{kg}}{\text{tarros}}} = 996,54 \frac{\text{tarros}}{\text{día}} = 997 \frac{\text{tarros}}{\text{día}}$$

Se necesitaran 997 tarros al día con capacidad de 150 gramos.

- Total de bolsas a envasar:

$$\text{número de bolsas} = \frac{149,48 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0,080 \frac{\text{kg}}{\text{bolsas}}} = 1868,52 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}} = 1869 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}$$

Se utilizará un total de 1869 bolsas para poder envasar el producto. Los tarros van envasados en cajas, cada caja tiene una capacidad para guardar 15 tarros, y en cuanto a bolsas se pueden almacenar hasta 30 bolsas en cada caja.

- Cajas necesarias:

$$\text{cajas para tarros} = \frac{997 \frac{\text{tarros}}{\text{día}}}{15 \frac{\text{bolsas}}{\text{caja}}} = 66,46 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 67 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

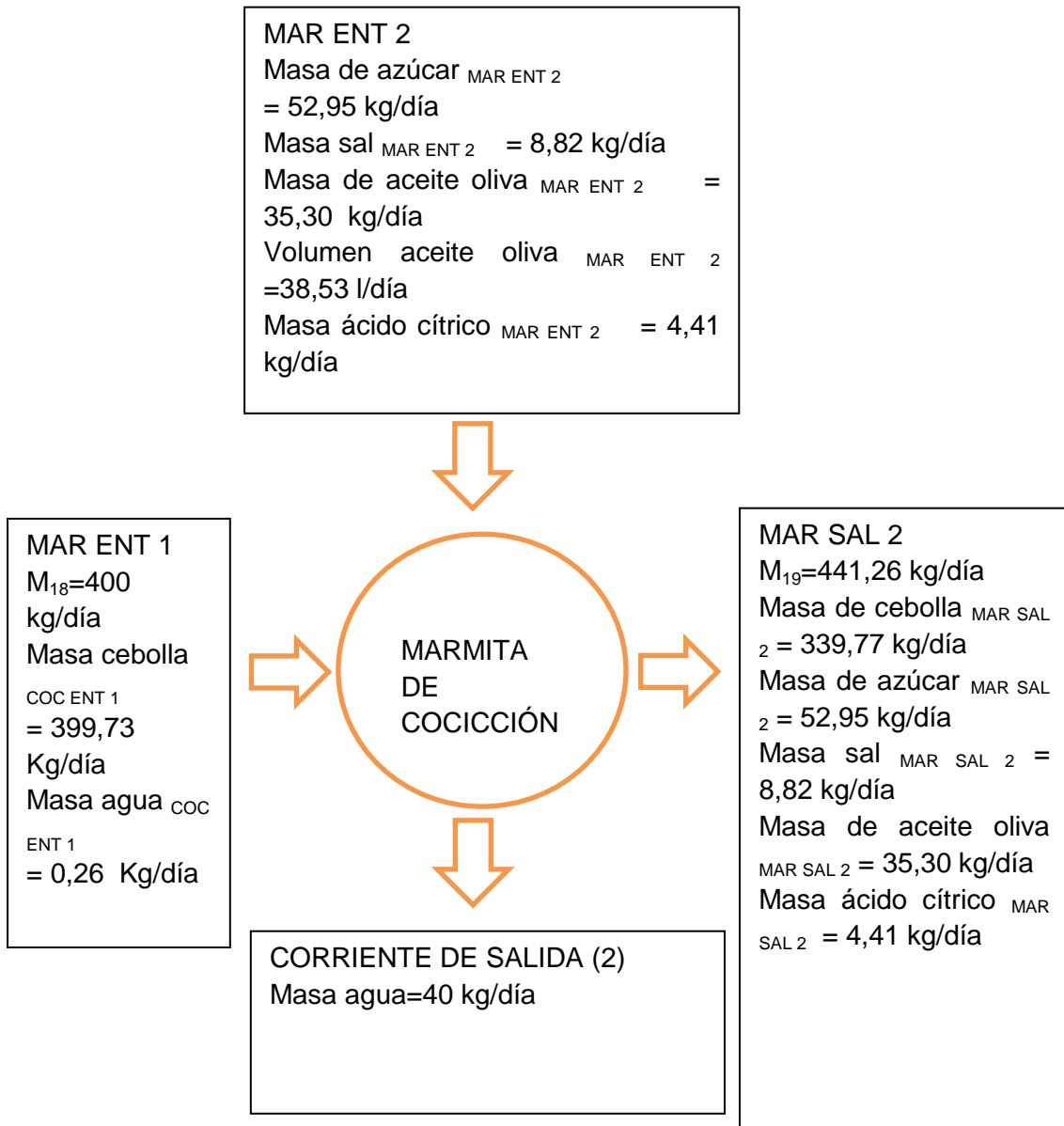
$$\text{cajas para bolsas} = \frac{1869 \frac{\text{bolsas}}{\text{día}}}{30 \frac{\text{bolsas}}{\text{caja}}} = 62,3 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} = 63 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

$$\text{Numero total de cajas para cebolla crujiente} = 63 + 67 = 130 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}$$

Para la elaboración de cebolla caramelizada tenemos un flujo de 400 kg/ día. Se realizará la necesidad de las materias primas al igual que se ha realizado para la cebolla frita. A partir de la composición final que tiene el producto se establecen los flujos de los diversos componentes.

4.1.12 MARMITA DE COCCIÓN:

Este proceso se lleva a cabo en la elaboración de cebolla caramelizada. La composición del producto final se distribuye de la siguiente manera, un 77 % de cebolla, 2 % sal, 12 % azúcar, 8 % aceite de oliva y 1 % ácido cítrico. Además se pierde un 15 % de la masa de cebolla que corresponde al agua, la cual se desecha en forma de vapor.



- Balance de materia a la corriente MAR ENT 1:

Como se especifica en el apartado 6, el flujo M_{18} se introduce a la marmita de cocción mediante la corriente MAR ENT 1.

$$M_{18} = 400 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1} = 99,93\% \cdot M_{18}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1} = 99,93\% \cdot 400 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1} = 399,73 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MAR\ ENT\ 1} = 0,066\% \cdot M_{18}$$

$$Masa_{agua\ MAR\ ENT\ 1} = 0,066\% \cdot 400 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MAR\ ENT\ 1} = 0,26 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente MAR SAL 1:

$$Masa_{cebolla\ MAR\ SAL\ 1} = Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1} - 15\% \cdot Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ SAL\ 1} = 399,73 \frac{kg}{día} - 15\% \cdot 399,73 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ SAL\ 1} = 339,77 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{cebolla\ MAR\ SAL\ 1} = 77\% \cdot M_{19}$$

$$M_{19} = \frac{Masa_{cebolla\ MAR\ SAL\ 1}}{77\%}$$

$$M_{19} = \frac{339,77 \frac{kg}{día}}{77\%}$$

$$M_{19} = 441,26 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{azúcar\ MAR\ SAL\ 1} = 12\% \cdot M_{19}$$

$$Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ SAL\ 1} = 8\% \cdot M_{19}$$

$$Masa_{sal\ MAR\ SAL\ 1} = 2\% \cdot M_{19}$$

$$Masa_{acido\ citrico\ MAR\ SAL\ 1} = 1\% \cdot M_{19}$$

$$Masa_{azúcar\ MAR\ SAL\ 1} = 12\% \cdot 441,26 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{azúcar\ MAR\ SAL\ 1} = 52,95 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ SAL\ 1} = 8\% \cdot 441,26 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ SAL\ 1} = 35,30 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal\ MAR\ SAL\ 1} = 2\% \cdot 441,26 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{sal\ MAR\ SAL\ 1} = 8,82 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{acido\ citrico\ MAR\ SAL\ 1} = 1\% \cdot 441,26 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{acido\ citrico\ MAR\ SAL\ 1} = 4,41 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia de la corriente MAR SAL 2 :

$$Masa_{agua\ MAR\ SAL\ 2} = 15\% \cdot Masa_{cebolla\ MAR\ ENT\ 1} + Masa_{agua\ MAR\ ENT\ 1}$$

$$Masa_{agua\ MAR\ SAL\ 2} = 15\% \cdot 399,73 \frac{kg}{día} + 0,264 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{agua\ MAR\ SAL\ 2} = 60,22 \frac{kg}{día}$$

- Balance de materia a la corriente MAR ENT 2 :

$$Masa_{azúcar\ MAR\ ENT\ 2} = Masa_{azúcar\ MAR\ SAL\ 1}$$

$$Masa_{azúcar\ MAR\ ENT\ 2} = 52,95 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ ENT\ 2} = Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ SAL\ 1}$$

$$Masa_{aceite\ oliva\ MAR\ ENT\ 2} = 35,3 \frac{kg}{día}$$

$$Volumen_{aceite\ de\ oliva} = \frac{35,3 \frac{kg}{día}}{0,916 \frac{kg}{l}}$$

$$Volumen_{aceite\ de\ oliva} = 38,53 \frac{l}{día}$$

$$Masa_{sal\ MAR\ ENT\ 2} = Masa_{sal\ MAR\ SAL\ 1}$$

$$Masa_{sal\ MAR\ ENT\ 2} = 8,82 \frac{kg}{día}$$

$$Masa_{acido\ citrico\ MAR\ ENT\ 2} = Masa_{acido\ citrico\ MAR\ SAL\ 1}$$

$$Masa_{acido\ citrico\ MAR\ ENT\ 2} = 4,41 \frac{kg}{día}$$

El flujo total que se va envasar va a ser 441,26 kg/día, para ello se utilizarán tarros de 250 ml, donde caben 240 gramos de producto.

- Total de tarros a envasar:

$$número\ de\ tarros = \frac{441,26 \frac{kg}{día}}{0,24 \frac{kg}{tarros}} = 1838,61 \frac{tarros}{día} = 1839 \frac{tarros}{día}$$

- Los tarros serán envasados en cajas, en cada caja caben 16 tarros.

$$número\ de\ cajas = \frac{1839 \frac{tarros}{día}}{16 \frac{tarros}{caja}} = 114,93 \frac{cajas}{día}$$

Se emplearán un total de 115 cajas/día para la cebolla caramelizada.

4.2 BALANCES DE ENERGÍA

Debido a la falta de datos, como son por ejemplo el coeficiente de transferencia de calor por convención h ($W/m^2 \cdot K$) o el coeficiente global de transferencia de calor (U) para poder realizar los balances de energía, únicamente se va a calcular el tiempo que se necesitaría para poder lograr un secado total y correcto del producto.

Para ello se va a calcular el tiempo que el secadero va a estar en funcionamiento. Para su realización se utilizarán datos obtenidos de la Tesis “Simulación del secado de cebolla blanca por flujo de aire caliente y evaluación de la pérdida de su pungencia” de Luis Fernando Vargas (1995). De ella extraeremos la humedad inicial que contiene la cebolla, así como la humedad de equilibrio que se establece a $60^\circ C$ en un secadero de bandejas (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Evolución del peso durante el secado de cebolla a $60^\circ C$.

TIEMPO DE SECADO MINUTOS (t)	HUMEDAD(W) (libre (mg agua/mg ms)	dW/t	-dW/t	TIEMPO DE SECADO MINUTOS (t)	HUMEDAD(W) (libre (mg agua/mg ms)	dW/t	-dW/t
0	11,4688			310	1,3419	-0,01143999	0,011439995
10	10,9845			320	1,2539	-0,01056045	0,010560446
20	10,235	-0,0434	0,0434	330	1,2539	-0,00974852	0,00974852
30	9,5755	-0,0434	0,0434	340	1,1658	-0,00899902	0,008999018
40	8,9591	-0,0434	0,0434	350	1,077	-0,00830714	0,008307141
50	8,4748	-0,0434	0,0434	360	0,9897	-0,00766846	0,007668458
60	8,1225	-0,0434	0,0434	370	0,9016	-0,00707888	0,007078879
70	7,6382	-0,0434	0,0434	380	0,8136	-0,00653463	0,006534629
80	7,2419	-0,0434	0,0434	390	0,7695	-0,00603222	0,006032222
90	6,8016	-0,0434	0,0434	400	0,7255	-0,00556844	0,005568443
100	6,4054	-0,0434	0,0434	410	0,6374	-0,00514032	0,005140321
110	6,0531	-0,0434	0,0434	420	0,5934	-0,00474511	0,004745114
120	5,7449	-0,0434	0,0434	430	0,5494	-0,00438029	0,004380293
130	5,2606	-0,0434	0,0434	440	0,4613	-0,00404352	0,00404352
140	4,9964	-0,0434	0,0434	450	0,4173	-0,00373264	0,003732639
150	4,6882	-0,04114554	0,041145539	460	0,3733	-0,00344566	0,00344566
160	4,336	-0,03798212	0,03798212	470	0,3292	-0,00318075	0,003180745
170	4,0278	-0,03506192	0,035061915	480	0,2852	-0,0029362	0,002936198
180	3,7636	-0,03236623	0,032366227	490	0,2852	-0,00271045	0,002710452
190	3,3673	-0,02987779	0,029877793	500	0,2412	-0,00250206	0,002502063
200	3,0591	-0,02758068	0,02758068	510	0,2412	-0,0023097	0,002309695
210	2,7509	-0,02546018	0,025460176	520	0,1971	-0,00213212	0,002132117
220	2,5907	-0,0235027	0,023502705	530	0,1971	-0,00196819	0,001968192
230	2,3546	-0,02169573	0,021695731	540	0,1971	-0,00181687	0,00181687
240	2,2225	-0,02002768	0,020027684	550	0,1531	-0,00167718	0,001677183
250	2,1345	-0,01848788	0,018487882	560	0,1531	-0,00154823	0,001548235
260	2,0024	-0,01706647	0,017066466	570	0,1531	-0,0014292	0,001429201
270	1,9143	-0,01575433	0,015754334	580	0,1531	-0,00131932	0,001319319
280	1,7822	-0,01454308	0,014543083	590	0,1531	-0,00121788	0,001217885
290	1,6061	-0,01342496	0,013424958	600	0,1091	-0,00112425	0,001124249
300	1,518	-0,0123928	0,012392798				

A partir de estos datos de tiempo de secado y la humedad obtenemos la siguiente curva de secado (figura 4.1.).

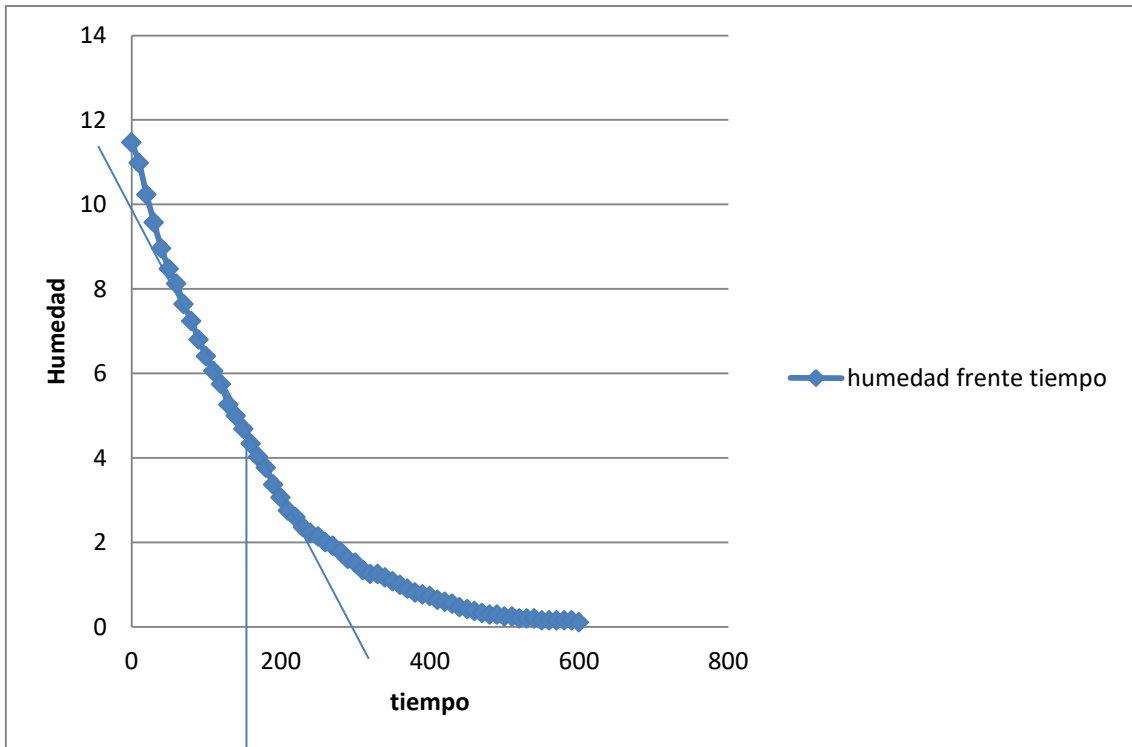


Figura 4.1: Curva de secado de cebolla a 60 ° C

En la figura 4.1 se puede apreciar que en el proceso de secado consta de una línea continua que puede dividirse en 2 dos, una lineal y la otra exponencial. La separación de estas dos curvas se sitúa a los 140 minutos. La figura 4.1 va a ser desdoblada en dos gráficas distintas donde se aprecian bien las distintas curvas que se dan en el secado (figuras 4.2 y 4.3, respectivamente). Con ellas obtendremos la gráfica representativa de la velocidad de secado. Para poder obtener dicha gráfica, se debe ajustar una ecuación a la línea representada en la figura 4.2 y otra ecuación para la gráfica de la figura 4.3 2. Estas ecuaciones se deben derivar para obtener la gráfica correspondiente a la de velocidad constante y a la de velocidad decreciente.

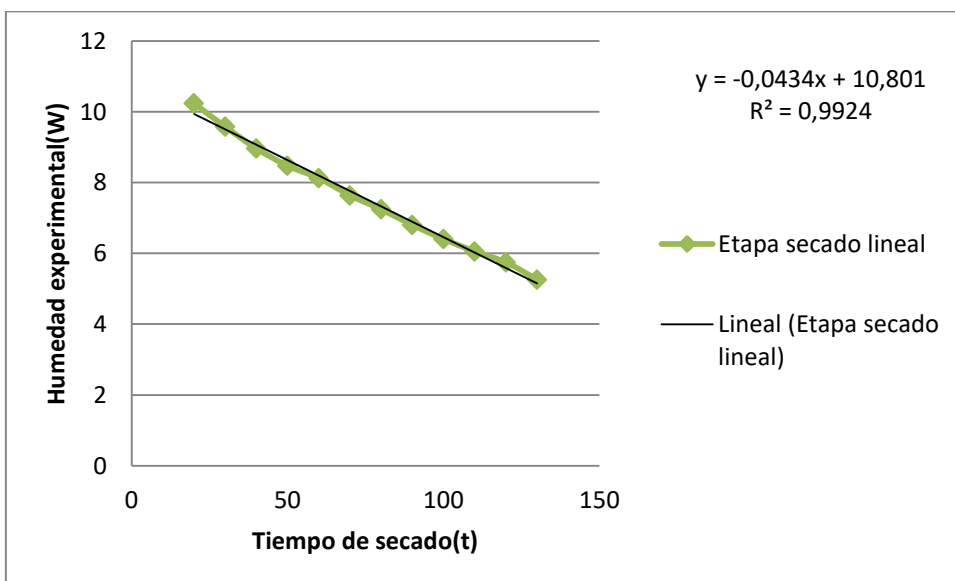


Figura 4.2. Etapa de secado lineal en el secado de cebolla a 60 °C .

De la figura 4.2. se obtiene la ecuación siguiente:

$$y = -0,0434x + 10,801$$

$$y' = \frac{dW}{t} = -0,0434$$

$$y' = -\frac{dW}{t} = 0,0434$$

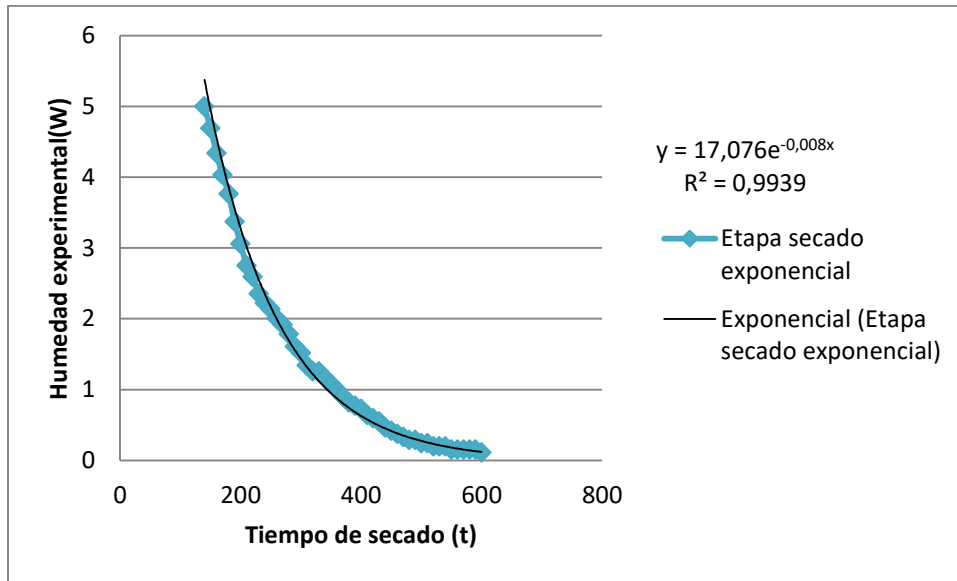


Figura 4.3. Etapa de secado exponencial en el secado de cebolla a 60 ° C.

De la gráfica mostrada en la figura 4.3 se obtiene la siguiente ecuación:

$$y = 17,076e^{-0,008x}$$

$$y' = 17,076 * -0,008 e^{-0,008x}$$

$$y' = \frac{dW}{t} = -0,1366 e^{-0,008x}$$

$$y' = -\frac{dW}{t} = 0,1366 e^{-0,008x}$$

Siendo x , correspondiente al valor del tiempo (t).

Ambas derivadas, con sus valores correspondientes a un tiempo determinado, están reflejadas en la tabla 4.1. Las columnas correspondientes a $-dW/t$ serán representada frente al tiempo, para obtener las gráficas de velocidad constante y la de velocidad decreciente (figuras 4.4 y 4.5, respectivamente). Así como la velocidad progresión de la velocidad en todo el proceso (figura 4.6).

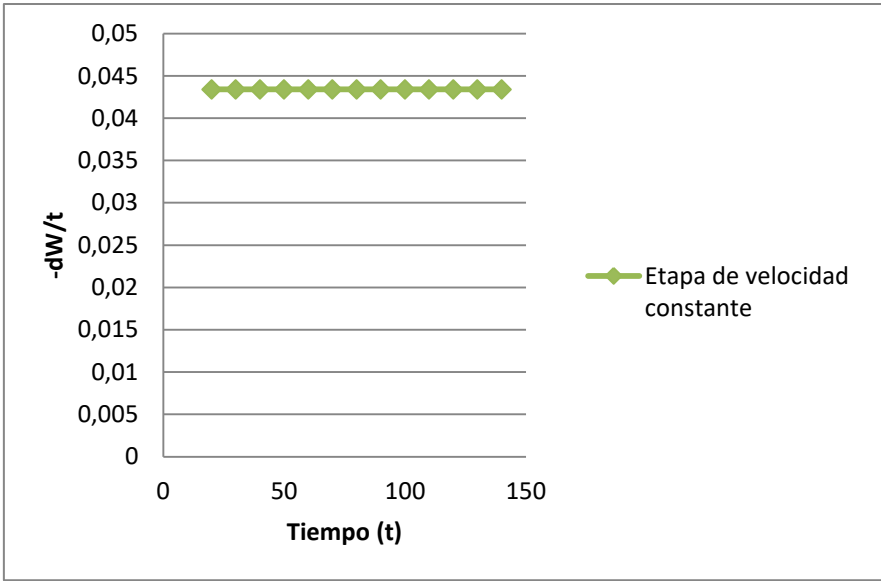


Figura 4.4. Etapa de velocidad constante en el secado de la cebolla a 60 ° C.

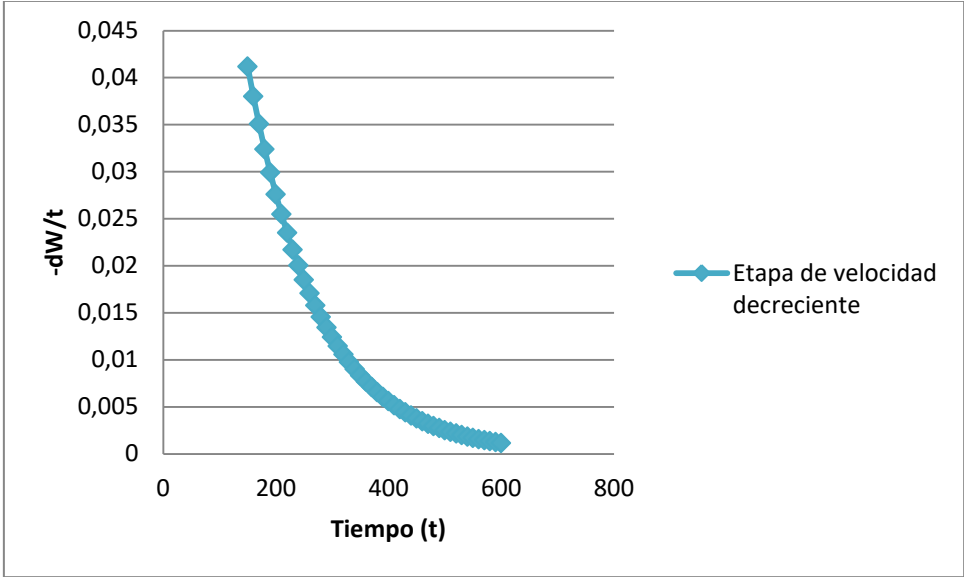


Figura 4.5. Etapa de velocidad decreciente en el secado de la cebolla a 60 ° C.

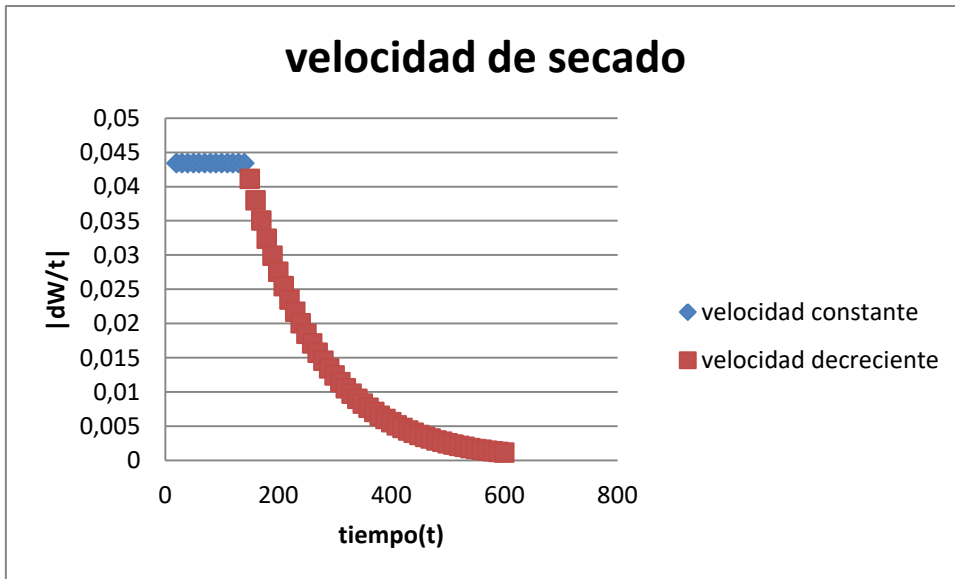


Figura 4.6. Velocidad de secado en el proceso de secado de la cebolla a 60 ° C.

A partir de estos datos y de las gráficas, se sabe que la cebolla comienza el proceso de secado con una humedad de 10,235 mg agua/mg ms. Por lo tanto W_o va a ser igual a 10,235. De estos datos también se obtiene la humedad en equilibrio, W_e , que es el último valor de la humedad experimental, adoptando un valor de 0,1091. El punto establecido para la división de la gráfica de secado, en velocidad decreciente y velocidad constante se cumple en el minuto 140, esto determina la humedad crítica, W_c , la cual adopta un valor de 4,9964. También se puede determinar la humedad libre, W_{libre} , la cual es la resta entre la humedad inicial y la humedad en equilibrio. $W_{libre} = W_o - W_e$, $W_{libre} = 10,235 - 0,1091 = 10,1259$

Debido a que tras el secado se mantiene un porcentaje de humedad del 4%, hay que reducir la humedad un 96%. Por lo tanto la humedad final de secado se establece con la siguiente ecuación. $W_{final} = W_o - (\% * W_{libre})$ $W_{final} = 10,235 - (96\% * 10,1259)$, $W_{final} = 0,51$

Se va a estimar el tiempo de secado que debe permanecer el producto en el secadero, para su adecuado secado.

El equipo utilizado en la agroindustria es un equipo de secado laminar, ya que se trata de un secadero de bandejas.

Primero se calculará el tiempo de secado hasta alcanzar una humedad final de 5,26 (W_f).

Se sabe que es una etapa de velocidad constante porque la $W_f > W_c$.

$$t = \frac{W_o - W_f}{\frac{h(1 + W_o)}{\rho_{sh} \cdot L \cdot \lambda_{Tbh}} (T_g - T_{bh})} \quad (\text{ecuación 1})$$

Dónde:

- W_o humedad inicial del producto.

- W_f humedad final del producto.
- h : coeficiente de transferencia de calor por convención. ($W / m^2 K$)
- ρ_{sh} : Densidad del sólido húmedo. (kg/m^3)
- L : Espesor de los sólidos a secar. (m)
- λ_{Tbh} : Calor latente del bulbo húmedo. (kJ/kg)
- T_g : Temperatura del bulbo seco. ($^{\circ}C$)
- T_{bh} : Temperatura del bulbo húmedo. ($^{\circ}C$)

La temperatura que se establece en el aire de secado es de $60^{\circ}C$ la cual corresponde a la temperatura en base seca en, T_{bs} , que es lo es t_g (temperatura del gas).

Primero se determinaran el calor latente del bulbo húmedo, el valor de h , y la densidad del solido húmedo.

1. Determinación de la entalpía del bulbo húmedo.

Para la determinación de λ_{Tbh} se utilizara el programa EES. La entalpia de la temperatura del bulbo húmedo es la diferencia de entalpias del agua a la temperatura del bulbo húmedo, en estado de saturación y en fase de no saturación. La temperatura del bulbo húmedo se establece a partir de la temperatura ambiente que se tiene dentro de la agroindustria, que es establece en $22^{\circ}C$, con una humedad relativa del 57%.

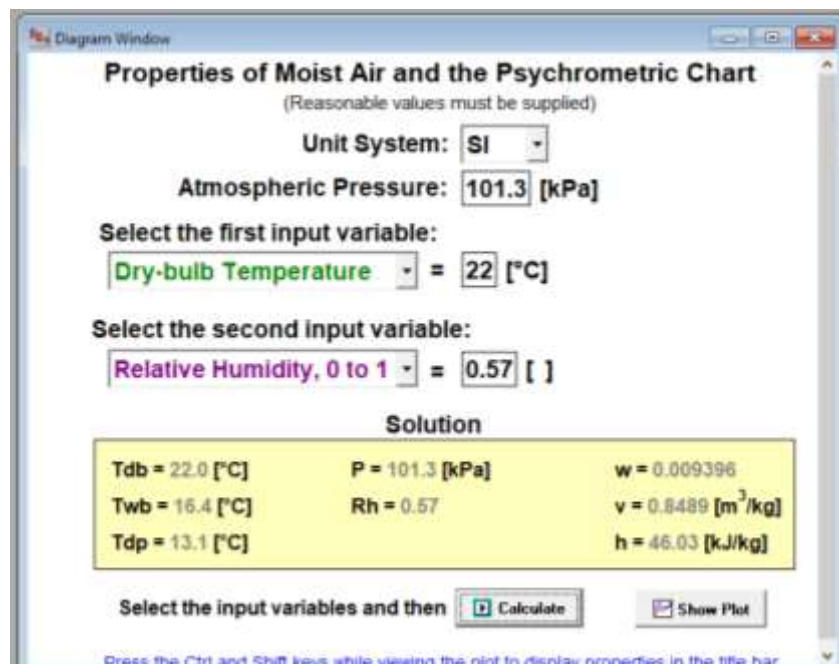


Figura 4.7. Propiedades psicométricas, obtenidas mediante EES.

$$T_{bh} = 16,4^{\circ}C$$

$$\lambda_{Tbh} = h(\text{water}, T = T_{bh}, x = 1) - h(\text{water}, T = T_{bh}, x = 0)$$

$$\lambda_{Tbh} = 2531 \frac{kJ}{kg} - 68,85 \frac{kJ}{kg}$$

$$\lambda_{Tbh} = 2462 \text{ kJ/kg}$$

2. Estimar el valor del coeficiente de transferencia de calor por convección.

Debido a que el secadero trabaja con flujo paralelo de aire caliente respecto a la superficie del sólido, se utiliza la ecuación 2 para calcular el valor de coeficiente de transferencia de calor por convección, h .

$$h = 14,3 \cdot G^{0,8} \text{ (ecuación 2)}$$

$$G \left(\frac{\text{kg aire húmedo}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}} \right) = \frac{\dot{m}_{ah}}{S}$$

G se determinará mediante las ecuaciones 3 y 4.

$$\dot{m}_{ah} = \dot{m}_{as} + \dot{m}_{as} \cdot H_{aire} = \dot{m}_{as} \cdot (1 + H_{aire}) \text{ (ecuación 3)}$$

Siendo:

\dot{m}_{ah} : Caudal másico del aire húmedo

\dot{m}_{as} : Caudal másico de aire seco

H_{aire} : Humedad del aire

$$\dot{m}_{as} = \frac{\dot{Q}_{ah}}{V_H} \text{ (ecuación 4)}$$

\dot{Q}_{ah} : Caudal volumétrico de aire húmedo

V_H : volumen húmedo

$$G = \frac{\dot{m}_{ah}}{S} = \frac{\dot{Q}_{ah}}{V_H \cdot S} \cdot (1 + H_{aire}) \text{ (ecuación 5)}$$

$$S = b \times h \times N \text{ (ecuación 6)}$$

Siendo

b : anchura de la bandeja

h : distancia de las bandeja

N : número de bandejas en el secadero.

$$S = 0,85 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 9 = 2,55 \text{ m}^2$$

A partir de las propiedades psicométricas de T_{bh} y T_{bs} del aire. Se determina, la humedad del aire, la entalpía y la densidad a esas condiciones

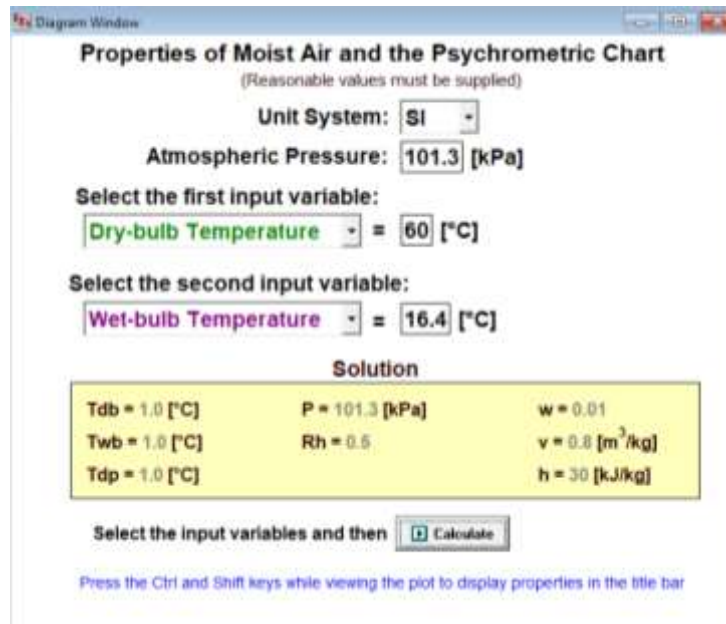


Figura 4.8. Propiedades psicrométricas.

$$\text{humedad del aire} = H_{\text{aire}} = w = 0,01$$

$$\text{Volumen húmedo} = v_H = 0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\text{entalpia} = h = 30 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

En la instalación se utilizan $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Con los datos obtenidos se resuelve la ecuación 5.

$$G = \frac{\dot{Q}_{ah}}{V_H \cdot S} \cdot (1 + H_{\text{aire}}) = \frac{2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \cdot 1,1475 \text{ m}^2} \cdot (1 + 0,01) = 2,20 \frac{\text{kg ah}}{\text{m}^2 \text{ s}}$$

$$h = 14,3 \cdot 2,20^{0,8} = 28,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

3. Calculo de la densidad de solido húmedo.

La densidad de solido húmedo se determina experimentalmente, y se obtiene un valor de $804,28 \text{ kg}/\text{m}^3$

$$\rho_{sh} = 804,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Con todos los datos calculados anteriormente se procede al desarrollo de la ecuación 1.

$$t = \frac{10,23 - 5,26}{\frac{26,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} (1 + 10,23)}{804,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 2462 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} (60 \text{ °C} - 16,4 \text{ °C})} = 14957,96 \text{ s}$$

$$t = 14957,96s = 249,29 \text{ min} = 4,15 \text{ horas}$$

Este tiempo de secado corresponde al tiempo de secado a velocidad decreciente

Ahora se calculará la masa de solido húmedo que se puede introducir en el secadero.

$$m_{sh} = \rho_{sh} \cdot V_{bandejas} \cdot N$$

$$V_{bandejas} = a \cdot b \cdot L$$

Siendo:

A: anchura de las bandejas

B: largura de la bandeja

L: altura de la bandeja

Tanto la anchura, como la largura y la altura se pueden encontrar descritas en el anejo 5, apartado 5.1.16.

$$V_{bandejas} = 0,85 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 0,02 \text{ m}$$

$$V_{bandejas} = 0,0204 \text{ m}^3$$

$$m_{sh} = 804,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0204 \text{ m}^3 \cdot 9 = 147,66 \text{ kg}$$

En el secadero se puede llegar a introducir un total de 147,66 kg de cebolla. Pero para facilitar los cálculos en los balances de materia, se introduce una cantidad de 146 kg de cebolla.

La cebolla se obtendrá con un porcentaje de humedad del 4%. Por lo tanto se tiende a calcular la etapa de velocidad decreciente.

Se desea obtener una humedad final del producto de 0,51 como se establece anteriormente.

Se calcula el tiempo que dura la velocidad constante completa y, que es hasta que se alcanza la humedad crítica.

$$t_c = \frac{(W_o - W_f) \rho_{sh} \cdot L \cdot \lambda_{Tbh}}{h(1 + W_o)(T_g - T_{bh})}$$

$$t_c = \frac{(10,23 - 4,99) \cdot 804,28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,02 \text{ m} \cdot 2462 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{26,87 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} (1 + 10,23) (60 \text{ °C} - 16,4 \text{ °C})} = 15770,56 \text{ s}$$

$$t_c = 15770,56 \text{ s} = 262,84 \text{ min} = 4,38 \text{ h}$$

A partir de este tiempo se puede calcular R_c , la velocidad de secado a velocidad constante. Que se utilizará posteriormente para el cálculo del tiempo de secado en la etapa de velocidad decreciente.

Velocidad de secado se define (R):

$$R = -\frac{dW}{dt} \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS} \cdot s} \right)$$

Velocidad de secado a velocidad constante se define (R_c)

$$R_c = -\left(\frac{dW}{dt} \right)_c \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS} \cdot s} \right)$$

R_c , está calculada anteriormente mediante la figura 4.2, resultando un valor de 0,0434 kg H₂O/kg ss-s.

$$R_c = 0,0434 \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS} \cdot s} \right)$$

Una vez obtenida la velocidad de secado, en el periodo de velocidad constante, se determinará el tiempo de velocidad decreciente. Este tiempo depende de las mismas variables que en el periodo de velocidad constante y además, del tipo de solido (W_c , W_e)

$$t_D = \frac{(W_c - W_e)}{R_c} \ln \left(\frac{W_c - W_e}{W_f - W_e} \right)$$

$$t_D = \frac{(4,99 - 0,191) \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS}} \right)}{0,0434 \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS} \cdot s} \right)} \ln \left(\frac{4,99 - 0,191}{0,51 - 0,191} \right) \left(\frac{kg_{H_2O}}{kg_{SS}} \right) = 299,7685 s$$

$$t_D = 299,7685 s = 4,99 min = 0,083 h$$

El tiempo total del que dura el secado es de la suma del tiempo de velocidad constante y el tiempo de velocidad decreciente.

$$tiempo\ total = t_c + t_D$$

$$tiempo\ total = 4,38 h + 0,083 = 4,46 h$$

El tiempo que dura el proceso de secado es de 4 horas y 27 minutos.

Se calculará la humedad del aire a la salida haciéndolo a través de un balance de materia, para ello haremos referencia a los resultados obtenidos anteriormente en el balance de materia.



Las corrientes denominadas 1, 2, 3 y 4, van a estar referidas respectivamente a la corriente de entrada de aire al secadero, la corriente de masa de cebolla al secadero, la corriente de salida referida al aire que sale del secadero y a la corriente de salida de producto final del secadero.

Como se comentaba, tanto la corriente 2 y 4 ya están calculadas del apartado de secado. Consecuentemente se sabe que tienen las siguientes características:

- Corriente 2:
 - $M_{13}=146$ kg/día
 - $M_{\text{cebolla fresca}}=146$ kg/ día
 - $M_{\text{agua adherida}}=1,68$ kg/día
- Corriente 4:
 - $M_{\text{cebolla deshidratada}}=16,57$ kg/día
 - Humedad del producto = 4%
 - $M_{\text{masa cebolla seca}}=15,91$ kg/día

El flujo de aire que entra en el secadero responde a la siguiente ecuación:

$$\text{flujo de aire} = \text{Densidad del aire} \cdot \text{Area del secadero} \cdot \text{velocidad del aire}$$

$$\text{Densidad del aire} = \frac{1}{0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}^3}} = 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Area del secadero} = 1,93 \cdot 1,7 = 3,28 \text{ m}^2$$

$$\text{velocidad del aire} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ m}} \cdot \frac{60 \text{ m}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{4,46 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 32112 \frac{\text{m}}{\text{día}}$$

$$\text{flujo de aire} = 1,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,28 \text{ m}^2 \cdot 32112 \frac{\text{m}}{\text{día}} = 131699,34 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{flujo de aire}_1 = 131699,34 \frac{\text{kg aire seco}}{\text{día}}$$

El flujo de aire₁ que entra al secador esta en base seca, y por ello debe ponerse en base húmeda para ello se emplea la ecuación 3, siendo H_{aire} 0,01, calculada en la figura 6.

Por lo tanto se tiene que

$$\text{flujo de aire}_1 = 131699,34 \frac{\text{kg aire seco}}{\text{día}} \cdot (1 + 0,01)$$

$$\text{flujo de aire}_1 = 133016,33 \frac{\text{kg aire humedo}}{\text{día}}$$

Para saber cuál es el flujo de aire que sale por la corriente 4, se hará un balance de materia global:

Balance de materia global:

$$M_{13} + \text{flujo de aire}_1 = M_{\text{cebolla deshidratada}} + \text{flujo de aire}_2$$

$$\text{flujo de aire}_2 = M_{13} + \text{flujo de aire}_1 - M_{\text{cebolla deshidratada}}$$

$$\text{flujo de aire}_2 = 146 \frac{\text{kg}}{\text{día}} + 133016,33 \frac{\text{kg}}{\text{día}} - 16,57 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{flujo de aire}_2 = 133145,76 \frac{\text{kg aire humedo}}{\text{día}}$$

La humedad con la que abandona el aire el secador también se estimará a partir de la ecuación 3.

$$mah = mas(1 + W)$$

Siendo:

mah, masa de aire húmedo, la cual corresponde al flujo de aire₂.

Mas, la masa de aire seco que entra en el sistema, que pertenece al flujo de aire₁

$$mah = 133145,76 \frac{\text{kg aire humedo}}{\text{día}}$$

$$mas = 131699,34 \frac{\text{kg aire seco}}{\text{día}}$$

$$\left(\frac{mah}{mas}\right) - 1 = W$$

$$\left(\frac{133145,76 \text{ kg aire}}{131699,34 \text{ kg aire}}\right) - 1 = W$$

$$W = 1,01098277 - 1 = 0,01098277$$

La humedad del aire a la salida del secadero es más elevada que a la entrada, esto resulta porque el aire que sale está más saturado que cuando entra, ya que cuando entra con una humedad de 0,01 y sale con 0,01098

ANEJO 5:

**ELECCIÓN DE MAQUINARIA Y
DIMENSIONADO**

Anejo 5: Elección de maquinaria y dimensionado

5.1. MÁQUINARIA DE PROCESO.....	4
5.1.1. VOLCADOR.....	4
5.1.2. CINTA TRANSPORTADORA DE RODILLOS	5
5.1.3. CEPILLADORA DE RODILLOS.	5
5.1.4. MESA DE INSPECCIÓN VISUAL:	6
5.1.5. LINEA DE PELADO	7
5.1.6. LAVADO, DESINFECCIÓN Y ACLARADO	9
5.1.7. CORTADORA	10
5.1.8. CINTA DE PESAJE CONTINUO	12
5.1.9. ESCALDADOR	13
5.1.10. TÚNEL DE ENFRIADO	14
5.1.11. MOLINO DE MARTILLOS I	14
5.1.12. BÁSCULA.....	15
5.1.13. DEPOSITOS DE ALMACENAJE DE LOS ADITIVOS.....	16
5.1.14. MEZCLADORA.....	16
5.1.15. MESA DE ACERO INOXIDABLE.....	17
5.1.16. SECADERO	18
5.1.17. MOLINO DE MARTILLOS II	19
5.1.18. MARMITA DE COCCIÓN	20
5.1.19. FREIDORA.....	21
5.1.20. MESA DE DESACEITADO	22
5.1.21. ELEVADOR SINFÍN.	23
5.1.22. LLENADORA DE PRODUCTO EN POLVO.....	24
5.1.23. MÁQUINA DE TERMOSELLADO.....	24
5.1.24. LLENADORA PARA LA CEBOLLA CARMELIZADA	26
5.1.25. LAVADORA DE FRASCOS	26
5.1.26. LAVADORA DE FRASCOS LLENOS.....	27
5.1.27. CERRADORA DE TAPES	28
5.1.28. ETIQUETADORAS DE TARROS Y BOLSAS	29
5.1.29. AUTOCLAVE.....	30
5.1.30. ENVOLVEDORA VERTICAL	31
5.1.31. EQUIPOS AUXILIARES	32
5.1.31.1. CINTAS TRANSPORTADORAS.....	32
5.1.32. BOMBA LÓBULAR	32
5.1.33. CAMPANAS EXTRACTORAS DE HUMOS INDUSTRIALES	33

5.2.	RESUMEN DE LA MAQUINARIA SELECCIONADA Y ESPACIO NECESARIO	
	34	
5.3.	DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA	37
5.4.	ESQUEMAS.....	39

En este anejo se describirá la maquinaria necesaria para realizar la transformación de la materia prima indicando los requerimientos que debe cumplir y su correcto dimensionado. Asimismo, también se expondrá la esquematización de las líneas de procesamiento existentes en la agroindustria.

En la tabla 5.1, se resumen cuáles son los equipos que se utilizan para cada producto final. Muchos de los equipos son comunes para los diferentes productos.

Tabla 5.1: Maquinaria empleada para la elaboración de cebolla deshidratada, cebolla frita y cebolla caramelizada.

MAQUINARIA PRINCIPAL	Cebolla deshidratada		Cebolla frita	Cebolla caramelizada
	POLVO	TIRAS /GRANULADO		
Volcador	X	X	X	X
Transportadora de rodillos	X	X	X	X
Cepilladora	X	X	X	X
Mesa de selección/visualización.	X	X	X	X
Lámpara de la mesa de visualización	X	X	X	X
Peladora	X	X	X	X
Cinta transportadora elevadora de producto	X	X	X	X
Tanque de Almacenamiento	X	X	X	X
Mesa de Inspección	X	X	X	X
Tornillo de extracción	X	X	X	X
Lavado por aspersión I Desinfección	X	X	X	X
Lavado por aspersión II Aclarado	X	X	X	X
Cortadora	X	X	X	X
Cinta de pesaje continuo	X	X	X	X
Escaldadora	X	X	X	
Esfriamiento de escaldado	X	X	X	
Molino de Martillos I	X	X		
Molino de Martillos II	X			
Depositos de almacenaje	X	X	X	X
Báscula de pesaje	X	X	X	X
Mezcladora Horizontal			X	
Mesa Acero inoxidable	X	X		
Secadero de bandejas	X	X		
Freidora Continua			X	
Marmita de Cocción			X	X
Mesa de escurrido			X	
Elevador sin fin	X	X	X	
Llenadora de Polvo/ granulado	X	X	X	
Bomba lóbular				X
Llenadora de Producto Viscoso				X
Lavadora de tapes y tarros	X	X	X	X
Cerradora de tarros	X	X	X	X

Cerradora de bolsas	X	X	X	
Lavadora de tarros llenos				X
Autoclave				X
Etiquetadora tarros	X	X	X	X
Etiquetadora bolsas	X	X	X	
Empaquetado / Cinta transportadora tarros y bolsas	X	X	X	X
Cintas transportadoras global	X	X	X	X
Almacenamiento / máquina film	X	X	X	X

5.1. MÁQUINARIA DE PROCESO

5.1.1. VOLCADOR

El volcador es común para los tres productos elaborados ya que la materia es la misma. Para comenzar con el proceso productivo, las cebollas deben pasar de los recipientes de llegada a la línea de producción, por ello la primera maquinaria es el volcador de bins. Los bins son conducidos hasta el volcador mediante una carretilla elevadora.

El equipo consta de una estructura mecánica encargada de elevar los bins y volcarlos para poder extraer el producto. El producto se deposita a través de una pequeña rampa en la zona deseada, que en este caso será una cinta transportadora, para que el producto pueda ser conducido al siguiente equipo. Un volcador de bins hidráulico (imagen 5.1.) contiene la siguiente descripción técnica.

Las características técnicas del volcador son:

- Estructura general: Acero estructural A-3724 ES.
- Dimensionamiento: 1200 x 2500 x 1200.
- Altura de ingreso: nivel piso.
- Altura de descarga: 900 mm.
- Formato descarga: inferior.
- Central hidráulica.
- Motor 3 HP / 220 V. / 50 Hz.
- Bomba engranaje presión máxima 150 bar.
- Incluye Manómetro. Indicador de nivel y temperatura.
- Montaje global sobre descansos con rodamientos.
- Pintura anticorrosiva y acabado final.



Imagen 5.1: Volcador de bins hidráulicos Fuente: INGEMAQ-SAIM
http://www.ingemaq.cl/sitio/volcador_hidraulico.php

5.1.2. CINTA TRANSPORTADORA DE RODILLOS

La cinta transportadora de rodillos sigue al volcador de bins. Las características principales de esta cinta transportadora de rodillos son un motor de 0,6 kW, de fase monofásica 220 V. Cu y sus dimensiones en milímetros son 3000 x 2500 x 1200.

5.1.3. CEPILLADORA DE RODILLOS

El siguiente equipo es la cepilladora (imagen 5.2.) que se encarga de retirar el polvo, piedras y la primera capa seca de la superficie del producto procesado.



Imagen 5.2: Cepilladora. Fuente: INGEMAQ <http://www.ingemaq.cl/sitio/cepillado.php>

Las características técnicas del equipo de cepillado son:

- Permite la limpieza de una amplia variedad de frutos.
- Es opcional un sistema de extracción de polvo.

- Las distintas composiciones del cepillo (% crin - % nylon) permite la limpieza de diversas superficies.
- Estructura general: Acero estructural A-4227- ES.
- Ejes fabricados en acero SAE-1045.
- Transmisión normalizada BS.
- Montaje global sobre soportes con rodamientos.
- Motorreductor 3 HP / 380 V. / 50 Hz.
- Dimensiones(Lx An x Al)= 1480 x 1150 x 1200

5.1.4. MESA DE INSPECCIÓN VISUAL

Tras el cepillado, el siguiente equipo es la mesa de inspección visual que consiste en una cinta transportadora, donde alrededor de ella están situados los operarios inspeccionando la materia prima y detectando si el producto está en buenas condiciones para ser procesado o carece de las características deseadas y es desechado.

El equipo puede ajustar su velocidad de avance además de poseer la suficiente longitud, para que los operarios puedan trabajar de la forma más adecuada posible dependiendo de la cantidad de producto a tratar.

La mesa de inspección será una cinta transportadora de rodillos que serán de un color oscuro para ofrecer un mejor contraste con las hortalizas. La ventaja que tiene la cinta de rodillos es que giran sobre una cadena resiste alrededor de una base con cintas de caucho en los bordes superiores. A medida que la cadena se mueve, la fricción entre los rodillos y las cintas de caucho hacen que los rodillos giren sobre la superficie de la mesa, además de ello se logra que las cebollas giren a medida que se están desplazando, optando así a una mejor inspección, además de facilitar el trabajo.

El modelo mostrado en la imagen 5.3, cuenta con un rodillo exclusivo que permite que los desperdicios salgan del interior de la estructura.

La mesa de inspección cuenta con conductos de clasificación de desperdicios a ambos lados de la cinta transportadora.

Las características técnicas de la mesa de inspección son:

- Motor de 0,55 kW regulable en velocidad, 50 Hz.
- Iluminación superior. (1,5 kW).
- Voltaje: 3x400 V.
- Banda de material termoplástico de color blanco.
- Dimensiones:
- Ancho 1.200 mm.
- Largo 5.400 mm.
- Alto 1.000 mm.



Imagen 5.3: Mesa de inspección visual. <https://www.directindustry.es/fabricante-industrial/mesa-inspeccion-246685.html>

5.1.5. LINEA DE PELADO

Después de la mesa de visualización llega el turno para la peladora (imagen 5.4).

La peladora está equipada de una pequeña cuba de almacenamiento donde se colocan las cebollas sin pelar. El operario recoge las cebollas desde la tolva y las coloca una por una en la posición horizontal correcta en la selección de transporte. Desde este punto las cebollas son transportadas para su procesamiento adicional.

La máquina tiene el siguiente funcionamiento, las cuchillas giratorias cortan las porciones de cabeza y cola de las cebollas mientras que los brazos de corte realizan una incisión horizontal en torno a las cebollas. Al final de la sección de transporte, estas son recogidas por un sistema de brazo doble con soportes giratorios. El brazo va montado sobre una estructura giratoria. Durante el movimiento de giro, la cebolla rota sobre su propio eje y al hacerlo se realiza un corte sobre su circunferencia. La profundidad de corte es ajustable. Durante el corte se inyecta aire para facilitar la retirada de la piel.

Hay varios ajustes disponibles para adaptar la máquina a cebollas de distinto diámetro, se puede realizar desde el exterior, incluso si la máquina está en funcionamiento. El diámetro de las cebollas puede ser desde 55 a 120 mm.

Las características técnicas de la peladora son:

- Tensión: 230/400 V 50/60 Hz
- Potencia total instalada: 2,3 kW
- Dimensiones (LxAxAI): 3.800 x 1.130 x 2.105 mm
- Presión de aire: 6 bar (aire seco)
- Consumo de aire: máximo 1,1 Nm³/minuto (6 bares de presión de aire)
- Nivel de ruido: <83 dB



Imagen 5.4 Peladora de cebollas automática. Fuente Sorma C <https://www.sormac.eu/wp-content/uploads/2016/09/USM-S60-ES-A4.pdf>

La peladora viene acompañada de una línea de pelado, donde se incluye además de la peladora, otros sistemas como son un tanque de almacenamiento y una mesa de inspección donde se visualiza la materia prima para descartar cebollas que estén en mal estado una vez peladas. Además de estos elementos también se debe instalar un tornillo de extracción de desechos.

Para que las cebollas lleguen hasta el tanque de almacenamiento se necesita una cinta transportadora para poder elevar el producto a la altura deseada del tanque. Las dimensiones de la cinta transportadora serán de un largo de 3 m con un ancho de 1 m y una altura de 2,3 m. Las cebollas peladas caen en el tanque de almacenamiento y de ahí pasan a la peladora la cual tiene una capacidad de 100 cebollas/ minuto. Cuando las cebollas son peladas pasarán a una mesa de inspección. Además de todo esto, la línea de pelado consta de un tornillo de extracción de desechos, el cual tiene de largo la suma de las longitudes del pelado con la línea de inspección. Los detalles e imágenes de la línea de pelado se muestran a continuación

- Cinta transportadora elevadora



- | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">- Dimensiones (L x an x al): 3000 x 1000 x 2300 mm- Potencia: 0,5 kW |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Imagen 5.5. Cinta trasportadora elevadora. Fuente Sorma C <https://www.sormac.eu/wp-content/uploads/2016/06/RLT-L-ES-A4.pdf>

- Tanque de almacenamiento



Características:

- Tensión: 230/400 V, 50/60 Hz
- Potencia instalada: 0,25 kW
- Dimensiones (L x an x al): 2975 x 2170 x 2230 mm
- Capacidad= 2,7 m³

Imagen 5.6. Tanque de almacenamiento con características. Fuente Sorma C <https://www.sormac.eu/wp-content/uploads/2016/06/VBK-ES-A4.pdf>

- Mesa de inspección



Características:

- Tensión: 230/ 400V, 50/60 Hz
- Potencia instalada: 0,37 kW
- Dimensiones (L x an x al) 2760 x 800 x 980 mm
- Números de mesas 4
- Largo de inspección 20000 mm

Imagen 5.7 Mesa de inspección con características. Fuente Sorma C <https://www.sormac.eu/wp-content/uploads/2016/06/RLT-L-ES-A4.pdf>

- Tornillo de extracción de desechos



Largura total de 6560 mm con una potencia de 0,25 kW

Imagen 5.8 Tornillo de extracción de desechos. Fuente Sorma C <https://www.sormac.eu/es/maquinaria/tornillo-de-extraccion-de-desechos/>

5.1.6. LAVADO, DESINFECCIÓN Y ACLARADO

En la agroindustria se colocarán las dos mesas de lavado seguidamente, la primera mesa realizará la función de lavado y desinfectado mientras que la segunda tiene el objetivo de aclarar el producto (imagen 5.9).



Imagen 5.9 Lavadora por aspersores. Fuente: Industrias Cardin <http://inducardin.com/index.php/product/lavadora-por-aspersion/>

Las características del equipo se muestran a continuación:

- Estructura general: Acero estructural A-4227- ES.
- Ejes fabricados en acero SAE-1045.
- Transmisión normalizada BS.
- Montaje global sobre soportes con rodamientos.
- Motorreductor eléctrico: 400 V
- Dimensiones :
 - o Largo (mm) 4776
 - o Ancho (mm) 800
 - o Alto (mm) 970
- Peso (kg) 1800
- Potencia (kW) 2,55
- Rendimiento (kg/h) 2000 – 4000
- Consumo de agua (l/h) 700- 1000

5.1.7. CORTADORA

La materia prima llega a la cortadora mediante una cinta transportadora después de la fase de lavado.

La cortadora tiene que poder hacer diferentes tipos de cortes para cada uno de los productos requeridos. Se elige instalar la cortadora de la marca FAM que permite realizar tres tipos de corte: tiras, rodajas o cubos (imagen 5.10).

El corte se realiza de la siguiente manera, una cuchilla realiza rodajas del espesor seleccionado, luego, el eje de cuchillas circulares corta estas rodajas en tiras. Y si se desea que producto esté cortado en cubos, entonces el eje transversal es el encargado en hacer los cubos a una altura deseada.

Con ella se logra una calidad de corte consistente y perfecta, eliminando el defecto del procesamiento manual, se proporciona un rápido cambio de herramientas de corte que

proporciona una verdadera flexibilidad. Tiene una fácil y rápida limpieza, lo que permite un ahorro de tiempo y disfrutando de una elevada higiene.

El producto una vez cortado tendrá que ser recogido bien mediante bandejas, por método manual, o por método automático por cinta transportadora hasta la siguiente fase (imagen 5.11).



Imagen 5.10: cortadora, fuente FAM <https://www.fam.be/es/machine/dorphy>



Imagen 5.11: Cortadora en la línea de proceso, fuente FAM <https://www.fam.be/es/machine/dorphy>

Las características de la cortadora seleccionada son:

Dimensiones y peso de la máquina

- Dimensiones de la máquina básica (l x p x a) 1.550 x 806 x 1.785 mm
- Peso máquina básica 300 kg

Motor

- Potencia en kW 1.5 kW (2 hp) kW
- Tensión eléctrica (Voltaje)y

Formas y tamaños de corte

- Formas de corte Cubos, tiras y rodajas lisos
- Tamaños de corte Son posibles diferentes tamaños:
- Rodajas: desde 4 hasta 20 mm
- Tiras: desde 3 hasta 25 mm
- Cubos: desde 4 hasta 20 mm
- Capacidad Hasta 1500 kg/mm/h dependiendo del producto y del tamaño de corten

5.1.8. CINTA DE PESAJE CONTINUO

Esta cinta (imagen 5.12) se coloca después de la cortadora, debido a que no toda la cebolla troceada va a ser escaldada, sino que una parte va a ser llevada a la marmita de cocción sin pasar por el escaldado. Esta cinta se instala para llevar un control del peso de cebolla que está siendo cortada, permitiéndonos un pesaje continuo. A su vez hace de tolva de almacenamiento, evitando así utilizar un exceso de maquinaria, como podría ser, una cinta elevadora con pesaje y un tanque de almacenamiento.

Después de esta cinta transportadora, irá instalada una cinta transportadora móvil que permita llevar la cantidad de producto deseado al escardador o el producto sea descargado en una transpaleta para poder transportar el producto a donde se desee.



Imagen 5.12. Cinta de pesaje. Fuente: Sormac <https://www.sormac.eu/wp-content/uploads/2019/01/RB-ES-A4.pdf>

Las características de la cinta de pesaje continuo son:

- Tipo: RB-60/200
- Voltaje de conexión: 230/400V, 50/60 Hz
- Potencia instalada: 0,55kW
- Dimensiones (La x An x Al): (2215 x 1145 x 1830) mm
- Anchura de la cinta: 600 mm
- Longitud de la cinta: 2000 mm
- Contenido: 380 litros

5.1.9. ESCALDADOR

El proceso de escaldado de la cebolla se realizará después del cortado y al él el producto llegará mediante cinta transportadora. El producto debe ser manejado cuidadosamente debido a que el proceso tiene lugar después del cortado. Se elige por ello un escaldador de cinta (imagen 5.13) ya que el producto avanza por una cinta transportadora y se procesa sin daños en su superficie, a diferencia de los daños mecánicos que le pueden ocasionar los escaldadores de tambor o los escaldadores a tornillo, donde el producto se mueve haciendo fricción o con las paredes del tambor o con las paredes del tornillo. Esta máquina nos permite trabajar dependiendo del tipo de producto, ya que tenemos la posibilidad de trabajar con vapor, agua caliente o una mezcla de vapor y aire.



Imagen 5.13. Esquema de la escaldadora. Fuente: Naen <https://naen.com/es/escaldador-cocedor-de-transportador-continuo-naen-contiblanch/>

Tabla 5.2: Características de la escaldadora Fuente:Naen

La capacidad, en la alimentación, en kg / h, sobre la base de
 15 kg / m² y 5 minutos de tiempo de procesamiento / 7 kg/m² y 10 minutos / 7 kg/m² y 5 minutos

Anchura de la zona de trabajo, mm / Longitud de la zona de trabajo, mm	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000
2000	144 33.6 67.2							
3000	216 50.4 100.8	270 63 126	324 75.6 151.2	432 100.8 201.6				
4000	288 67.2 134.4	360 84 168	432 100.8 201.6	576 134.4 268.8	720 168 336			
5000		450 105 210	540 126 252	720 168 336	900 210 420			
6000		540 126 252	648 151.2 302.4	864 201.6 403.2	1080 252 504	1296 302.4 604.8	1620 378 756	2160 504 1008
7000			756 176.4 352.8	1008 235.2 470.4	1260 294 588	1512 352.8 705.6	1890 441 882	2520 567 1134
8000				1152 288 576	1440 336 672	1728 403.2 806.4	2160 504 1008	2880 672 1344
9000				1296 302.4 604.8	1620 378 756	1944 453.6 907.2	2430 567 1134	3240 756 1512
10000					2160 504 1008	2700 630 1260	3000 690 1380	3600 840 1680
Material	Acero inoxidable AISI304 / AISI316L, Acero inoxidable AISI304 / AISI316L, +PVC							
Método de procesamiento	Verter al agua, al vapor, mezcla de agua / vapor							
Calefacción	Vapor, la electricidad, el gas							

- Potencia requerida: 15 kW
- Dimensiones:
 - Largo: 3000 mm, Ancho:400mm, Alto: 2000 mm

5.1.10. TÚNEL DE ENFRIADO

Seguidamente el producto pasará al túnel de enfriamiento por aire frío donde se eliminará el calor del escaldado para que no provoque un sobrecalentamiento del producto. El equipo consiste en una cinta transportadora larga englobada en un túnel (imagen 5.13). Por uno de los extremos del túnel hay conductos de aireación por donde sale el aire a la temperatura deseada.



Imagen 5.13: Túnel de enfriamiento continuo. Fuente: Dartico <http://www.dartico.com/tuneles-de-enfriamiento-continuo-y-tuneles-de-congelacion-continuo-o-igf/?v=04c19fa1e772>

Las características del túnel de enfriamiento son:

- Material de acero inoxidable.
- Las dimensiones del túnel pueden ir desde los 4 metros hasta los 14 metros de largura. En mi situación he optado por el tamaño más corto. Al igual que la largura puede ser elegida, la anchura de la cinta también, teniendo un intervalo de anchura de cinta de 30 a 200 cm. Las dimensiones finales son las siguientes: 4 metros de largo, 650 cm de longitud total, con 450 cm de longitud de banda y una altura estándar de 600 cm.
- Potencia requerida de 2,5 kW y 220 V.
- La producción otorga un abanico que va desde los 50 hasta los 500 kg/h

5.1.11. MOLINO DE MARTILLOS I

Después del escaldado, la cebolla que va a ser utilizada para cebolla deshidratada pasará por un primer molino de martillos (imagen 5.14), para reducir su tamaño y aumentar la superficie de contacto con el aire y hacer que el secado sea más eficaz.

El funcionamiento de un molino de martillos, se basa en la acción generada por el giro de un eje sobre el que se montan un grupo de espas- martillo, situado en el interior de una tolva. El producto es introducido por la parte superior de la tolva principal y golpeada repetitivamente por el giro de las espas- martillo, aplicando sobre el producto una primera etapa de rotura. Después se le realiza al producto una segunda rotura por cizalladura, en la que los productos atraviesan los orificios del tamiz y abandonan la tolva principal.

El producto tamizado a través de la malla se recoge en una tolva de acumulación, conectada a una bomba que lo envía a la siguiente etapa de procesado.

El grado de refinamiento del producto puede se puede acortar mediante el calibre las perforaciones del tamiz o malla, así como del patrón utilizado y del tipo de geometría. Se pueden obtener los siguientes grados de refinados (tabla 5.3).

Tabla 5.3: Grado de refinamiento del molino de martillos. Elaboración propia

Diámetro orificios (en mm)	Grado refinamiento
0,5 a 3	Muy fino
4 a 8	Fino
8 a 10	Medio
Mayor de 10	Grueso



Imagen 5.14: Molino de martillos. Fuente Gémina
https://www.gemina.es/files/catalogue/pdf/21_Molino_Martillo.pdf

Las características del molino son:

- Dimensiones generales (sin tolvas): 700 x 2100 x 1300 (ancho x largo x alto)
- Tolvas de acumulación a la entrada y salida del producto, adaptadas según la aplicación. Posibilidad de adaptar el transporte del producto mediante cintas motorizadas o tolvas accionadas por tornillo sinfín.
- Potencia eléctrica: 15 kW, 400 V a 50 Hz.
- Velocidad de giro: 1450 rpm
- Peso: 400 kg
- Capacidad de producción: 1000 kg/h, En función del tipo de producto y el calibre del tamiz, este valor puede variar ligeramente.
- Interruptor de seguridad, instalado en un lateral de la bancada.
- Calibres de tamiz estándares (Consultar medidas y patrones según producto)

5.1.12. BÁSCULA

Se trata de una báscula de acero inoxidable empleada para pesar los aditivos que se van a añadir en el procesado (imagen 5.15). Es una báscula con plataforma de acero inoxidable robusta y provista de 4 sensores de carga. Es ideal para expedición de mercancía, producción y recepción de productos. La salida de los datos puede realizarse a una impresora, un indicador remoto o un ordenador.

Tiene una resolución de 50 gramos, una capacidad de medición máxima de 300 kg y un tamaño de 800 x 800 mm



Imagen 5.15: Báscula de acero inoxidable. Fuente: Pesara <http://pesara.es/basculas-industriales.html>

5.1.13. DEPOSITOS DE ALMACENAJE DE LOS ADITIVOS.

Para poder utilizar los aditivos de una manera fácil y rápida, éstos serán guardados dentro de la sala de operaciones en tanques de acero inoxidable (imagen 5.16).



Imagen 5.16: Depósito para aditivos. Fuente: Juan Pacheco. <https://www.juanpacheco.com/depositos-para-harina/190-deposito-para-harina-en-acero-inoxidable.html>

Las dimensiones del depósito para una cantidad de almacenaje de 50 kg son 570 mm de largo x 420 mm de ancho x 760 mm de alto.

5.1.14. MEZCLADORA

Para el procesado de la cebolla frita crujiente es necesario mezclar una cierta cantidad de producto primario con varios ingredientes adicionales (anejo 3) por lo que se instalará una mezcladora.

El producto será llevado a la mezcladora de forma manual, al igual que los aditivos serán pesados de forma manual y serán depositados con el producto primario en la mezcladora.

El mezclador está construido de acero inoxidable, cuenta con un depósito superior, que descarga sobre unas bandejas de acero inoxidable, ya que se trata de una mezcladora en discontinuo. También consta de una tapa de acero inoxidable con enganches para asegurar su cerramiento. Además contiene un sistema de control electrónico con el que se puede regular el tiempo de mezclado y la intensidad del mismo (imagen 5.17).



Imagen 5.17: Mezcladora horizontal. Fuente: Pisto <https://www.pistomaschinenbau.de/mixers-peg-51>

Las características de la mezcladora son:

- **DIMENSIONES:**
 - o De cilindro = 600mm.
 - o Altura de Cuerpo = 750mm.
- **DIMENSIONES TOTALES:**
 - o Ancho: 600 mm
 - o Profundo: 1000mm
 - o Alto: 1800mm
- Capacidad: 50 litros
- Potencia motor: 1,1 Kw y salida 30Rpm

5.1.15. MESA DE ACERO INOXIDABLE

Una vez que el producto está mezclado éste es extraído en una mesa de acero inoxidable (imagen 5.18) para poder ser colocado en las bandejas de los secaderos. Las medidas de esta mesa son 1500 x 600 x 900 mm.



Imagen 5. 18: Mesa de acero inoxidable fuente Zonachef <https://zonachef.com.mx/products/mesa-de-trabajo-isla-c-entrepano-en-acero-inoxidable-1-50x0-60x0-90-mgs?variant=30721694138500>

5.1.16. SECADERO

El secadero consiste en una cámara donde se controla la humedad y temperatura del aire interior para poder extraer del alimento el agua libre de éste (imagen 5.19). Dentro de esta cámara de deshidratación el aire es reconducido haciéndolo pasar de forma circular a través del alimento.



Imagen 5.19: Secadero de bandejas Fuente: Italvacuum. <https://www.italvacuum.com/es/secadores-de-vacio/secadora-de-armario>

Las características del deshidratador seleccionado son:

Especificaciones técnicas de la fuente de calor:

- Quemador para gas natural o propano, también se encuentra en versión eléctrica.
Consumo: Gas natural: Gas propano
- Sistema de calefacción: eléctrico, por resistencia.
- Potencia: 4,8 Watts, equivalente a costo promedio por hora de operación de 0.90 céntimos a 1 sol.

- Energía: 220 V/60 Hz/ 3 F
- Temporizador de 24 horas (tiempo mínimo 30 minutos) de autonomía para trabajo en modo apagado automático / ilimitado para trabajo en modo apagado manual.
- Consta de 9 bandejas de 0.85 m x 1,20 c/u. Con una altura de bandeja de 2 centímetros Fabricados en ángulo de hierro protegidos con pintura epóxico y mallas acrílicas.
- Motor ventilador de 1 HP.
- Temperaturas: Puede trabajar entre 40 y 80 °C

Dimensiones:

- Largo: 1930 mm
- Ancho: 1720 mm
- Alto: 1520 mm

5.1.17. MOLINO DE MARTILLOS II

Para obtener un producto en polvo después de la deshidratación necesitaremos un molino de martillos más preciso que el explicado anteriormente en el punto 11. Aunque los dos tienen en común la misma mecánica.

El molino de martillos seleccionado para convertir la cebolla deshidratada en polvo es el de la marca MAJORITO (imagen 5.20). Con él se consiguen diámetros de partículas muy finos que van desde las 250 a las 70 micras. Consta de un flujo de alimentación continua, y tiene una capacidad de producción de 60 a 120 kg/ h.

Este molino de martillos irá instalado sobre la tolva del elevador sin fin, evitando así que el producto obtenido a partir del molino de martillos, tenga que ser trasladado hasta dicha tolva.



Imagen 5.20: Molino de martillos de granulado muy fino. Fuente Maqorito

<https://maqorito.com/inicio/398-maqorito-molino-pulverizador-de-paletas-hierbas-frutos-secos-10-a-20-kgh.html>

Las características de este molino son:

- Sistema de molienda de múltiples fases, cuenta con 6 martillos, interior dentado, disco molidor rotativo, con tamizado o criba intercambiable.

- Flujo de alimentación continua. - Capacidad de producción: 60 - 120 kg/h.
- Potencia: 3500 W - Rotaciones: 2840 RPMs.
- Pulverizador multipropósito.
- Finesa: 60 – 200 mesh (250 a 70 micras)
- Pantalla Display para monitorear voltaje.
- Incluye manga para contener polvo.
- Sistema de ventilación posterior del motor.
- Botón de protección por sobrecarga.
- Aplicación: Harina / Pulverizado.
- Voltaje: 220V / 50Hz.
- Dimensiones (mm): 610 Largo x 310 ancho x 680 fondo.
- Peso: 52 / 73 Kg
- Material: Acero Inoxidable, grado alimenticio para garantizar inocuidad del proceso.

5.1.18. MARMITA DE COCCIÓN

Para la elaboración de cebolla carameliza se precisa una marmita de cocción. Para poder realizar la cocción del producto se utiliza un intercambiador de calor. El intercambiador de calor de la marmita de cocción está formado por dos cilindros concéntricos en posición vertical, con un espacio anular por el cual circula el fluido. Por el diámetro exterior del cilindro concéntrico circula vapor de agua, siendo este el fluido que aporta calor a la mezcla, a través de las paredes del espacio anular. Las hélices interiores ayudan a que el calor del producto inferior sea movido hacia arriba ayudando así a que el intercambio de calor sea lo más eficaz posible. Este tipo de marmitas tiene diferentes versiones a elegir, de gas, eléctrica o a vapor, optando en este caso por la versión eléctrica (imagen 5.21).

Existen tanto marmitas basculantes como fijas. Para la elaboración de cebolla caramelizada se opta en marmitas de cocción fijas debido a que poseen grifo de descarga del producto interior. Este grifo de descarga sirve para transportar el producto que se encuentra en su interior hasta la siguiente fase, que es el llenado. Para ello, con la ayuda de una bomba lobular y una tubería, conseguiremos transportar el producto desde la marmita de cocción hasta la llenadora.



Imagen 5.21 Marmita de cocción, fuente: Firex <https://frionox.com/catalogo/producto/marmita-electrica-firex/>

Las características de la marmita de cocción son:

- Medidas: 1175x1000x900 mm
- Litros: 250 Kw 32
- Voltaje: 220/ 380/60/3Hz.
- Autoclave 0,05 bar
- Temperatura máx: 105°C.
- Introducción del agua en la cuba por medio de grifo mezclador.
- Versiones indirectas con presión camisa intercambiador 0,5 bar.
- Versiones autoclave 0,05 bar
- Modelos PMR...510 tienen standard grifo de descarga en Acero inoxidable DN65
- ELECTRICAS
 - o Calentamiento por medio de resistencias acorazadas de aleación INCOLOY-800, controlado por termostato
- Electromecánico (versiones indirectas) o u electrónico (Versiones directas).
 - o Fijación temperatura con termostato electromecánico y selector mín/máx (versiones indirectas) o digital (versiones directas).

5.1.19. FREIDORA

La freidora que se debe utilizar para la elaboración de cebolla frita ha de ser una freidora en continuo, como se explica en el anejo 3. Las freidoras en continuo están diseñadas para trabajar con un gran volumen de producto. En este caso el volumen de producto es más pequeño, pero se ha encontrado una freidora en continuo de dimensiones reducidas para el caudal de producto a tratar (imagen 5.22). Este tipo de freidoras incorpora un variador de velocidad que permite la regulación del tiempo de cocción del producto, para conseguir un producto uniforme y con una cocción ideal. Además de hacer una cocción homogénea, se busca que se haga con la menor absorción de aceite a un coste más reducido gracias a la reutilización y filtrado del aceite. Con ello conseguimos un aceite más duradero y de mayor calidad, calidad que se va a transferir a nuestro producto. También se le puede instalar un sistema de volteo automático o incorporar una doble cinta para que el producto que pueda subir en el aceite, se mantenga siempre en contacto con éste y tenga una cocción homogénea en todas sus partes.



Imagen 5.22. Freidora en continuo. Fuente: Inhospan <https://www.inhospan.com/15-27-60-producto-freidoras-en-continuo-freidora-en-continuo-electrica.html>

Las características de la freidora seleccionada son:

- consumo eléctrico, potencia 10kw,
- capacidad 35 litros,
- producción de 65kg/hora a 150kg/hora,
- dimensiones exteriores 1800x600x1163mm,
- ancho de cinta 320mm
- Fácil limpieza y desmontaje.
- Sistema de filtrado de aceite con bomba y deposito.
- Construida en su totalidad en acero inoxidable según la normativa para alimentación.

5.1.20. MESA DE DESACEITADO

Después de que el producto pase por la freidora debe reposar en una mesa de escurrido (imagen 5.23) para poder eliminar la cantidad excedente de aceite. La mesa consiste en una mesa con doble altura, en la altura superior de la mesa se depositará el producto donde a través de una leve vibración se consigue que el excedente de aceite caiga a la altura inferior de la mesa donde este será recogido.



Imagen 5.23. Mesa de desaceitado. Fuente: AMOS INDUSTRIE <https://www.amos-industrie.com/es/mesa-vibrante/34-table-vibrante.html>

Las características de la mesa de escurrido o desaceitado son:

- Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304 o 316
- Dimensiones :
 - o Ancho 1300 mm
 - o Altura entrada 1016 mm
 - o Altura de salida 755
 - o Largo 600 mm
- Peso 250 kg
- Potencia 0,6 kW

Para el **envasado de los productos sólidos**, como son la cebolla deshidratada y la cebolla frita se van a necesitar 3 máquinas, sin tener en consideración ni el lavado,

ni el cerrado o sellado de los recipientes, así como la etiquetadora. Por lo tanto se tiene que para el llenado se va a necesitar un elevador sinfín, una llenadora y una cinta transportadora donde irán los tarros.

5.1.21. ELEVADOR SINFÍN.

Consiste en una tolva donde se depositará el producto a envasar, y mediante un tornillo sin fin, dicho producto ascenderá hasta la tolva de la envasadora (imagen 5.24).

El elevador sinfín dispone de un tornillo helicoidal de acero inoxidable que eleva el producto desde la tolva inferior hasta una boca cerrada desmontable que termina en una tapa que cubre por completo la tolva de la envasadora ECO.

El tornillo helicoidal del elevador es completamente desmontable, lo que permite la limpieza interior de la máquina. Está montado sobre una bancada con ruedas y dispone de un vibrador eléctrico para evitar que se produzcan bóvedas de producto dentro de la tolva. También dispone de una tolva con un micro de seguridad para impedir que el operario acceda al interior de esta mientras se trabaja.



Imagen 5.24. Elevador sinfín Fuente: Panimec <http://panimec.com/producto/elevador-sinfin/>

Las características del elevador son:

- Peso del elevador vacío: 90Kg
- Voltaje: 220V monofásica
- Potencia del elevador: 450W
- Características tornillo elevador: $\varnothing 90$ paso 90
- Capacidad tolva elevador: 125L
- Control de nivel: detector capacitivo
- Nivel de presión sonora inferior a 70dB(A)
- Dimensiones:
 - o Largo: 1465 mm
 - o Ancho: 820 mm
 - o Alto: 2195 mm

5.1.22. LLENADORA DE PRODUCTO EN POLVO

El producto es llevado a la envasadora mediante el elevador sin fin. La envasadora trabaja preparando las dosis mediante pesaje de manera directa (imagen 5.25).

La máquina envasadora no deja descargar el producto hasta que no se alcance la dosis deseada. Dispone de una tolva para alojar el producto con una capacidad de 110 litros. Las dosis que se preparan pueden ir desde 50 gramos hasta los 2 kilos.

La llenadora se puede configurar con estaciones de llenado individuales o dobles. En este caso se seleccionarán dobles debido al volumen de producto a envasar que tenemos.

Las características de la envasadora son:

- Peso total de la máquina vacía: 2000 Kg
- Voltaje: 220V monofásica
- Potencia: 550W
- Volumen de la tolva superior: 120L
- Rango de pesaje: de 5gr a 10Kg
- Producción: cada cabezal produce 1 dosis cada 3 segundos(según producto, pesos y habilidad del operario)
- Nivel de presión acústica inferior a 70dB(A)
- Dimensiones:
 - o Largo: 2440 mm
 - o Ancho : 735 mm
 - o Altura: 2192 mm
 - o Altura cinta : 950mm



Imagen 5.25 Envasadora de polvo/granulado. Fuente: Sapli <https://www.sapli.com/5-1-inline-head-filling-machine>

5.1.23. MÁQUINA DE TERMOSELLADO

Para los productos en polvo que van en bolsas, el cerrado se realiza por una máquina de termosellado. Se trata de una máquina automática que tiene capacidad

para sellar bolsas de hasta 400 mm de ancho. El accionamiento de la máquina es mediante aire comprimido. La selladora de bolsas Seal dispone de dos temporizadores industriales que permiten controlar el tiempo de soldadura y el tiempo de enfriado de la misma (imagen 5.26).

El operario sentado frente a la máquina prepara la bolsa a soldar, la dispone sobre las mordazas de sellado y acciona una placa con los dedos. La máquina se mantiene cerrada por sí sola durante el tiempo de soldadura y durante el tiempo de enfriamiento de la soldadura, abriendo las mordazas automáticamente y, después liberando la bolsa ya soldada. Una vez abiertas las mordazas la bolsa cae y se desliza por una rampa que la dirige hacia una caja colocada en el suelo. Esta máquina permite envasar tanto bolsas con cerrado zip como bolsas de cerrado convencional.

La máquina soldadora SEAL está diseñada especialmente para trabajar conjuntamente con nuestras máquinas envasadoras y, tiene las siguientes características especiales:

- Fabricada completamente en acero inoxidable.
- Presión de las mordazas regulable.
- Dotada con dos resistencias paralelas que producen una soldadura doble de seguridad.
- Amplio y despejado campo visual.
- Mordaza autoalineable que proporciona una pega de alta calidad.
- Dotada de temporizadores y componentes de gama industrial.
- Resistencias de larga duración.
- Peso total máquina: 45 Kg
- Voltaje: 220V monofásica
- Potencia: 400W
- Longitud máxima soldadura: 400mm
- Nivel de presión acústica inferior a 70dB(A)



Imagen 5.26: Máquina de cerrado por termosellado. Fuente: Panimec <https://panimec.com/categoria-producto/selladora-de-bolsas/>

5.1.24. LLENADORA PARA LA CEBOLLA CARMELIZADA

Para el llenado de botes de cebolla caramelizada se elige una dosificadora en la que el volumen de llenado esta preestablecido mecánicamente por motores eléctricos con ajuste micrométrico para una precisión de dosificación óptima (imagen 5.27).

Los dosificadores son fáciles de cambiar y están disponibles en diferentes formas según el tipo de producto a procesar.

Los tarros de cebolla caramelizada son de 200 ml y esta máquina tiene una producción máxima de 6.000 tarros/hora.

Las características de la llenadora de tarros son:

- Potencia eléctrica 3,7 kw
- Consumo máximo de aire comprimido 20 NI./min
- Peso neto 920 kg.
- Dimensiones
 - Largo 2840 mm
 - Ancho 1300 mm
 - Altura máxima 2350
- Altura desde el suelo hasta la cinta transportadora 900 mm



Imagen 5.27: Llenadora de tarros. Fuente Carlo Migliavaca
https://www.carlomigliavacca.com/pdf/Pdf_interattivo_DUPLEX_150-low.pdf

5.1.25. LAVADORA DE FRASCOS

Es una máquina que está diseñada para llevar a cabo la limpieza de los envases vacíos, que se van a utilizar en el proceso de producción de alimentos. El modelo seleccionado puede hacer el tratamiento de higienización mediante vaporizado o mediante aire (imagen 5.28).



Imagen 5.28: Lavadora de recipientes vacíos, fuente: Neo <https://www.neostarpac.com/es/product/Enjuagadora-automtica-de-botellas/NBW-565.html>

Las características de la lavadora son:

- Botellas aplicables: cualquier tipo de vidrio, botellas de material plástico
- Velocidad de lavado: 30 lpm (botellas por minuto)
- Requisito de energía: monofásico de 100 o 220 VCA, 50/60 Hz
- Potencia : 0,6 kW
- Tamaño: (L) 2280 mm (W) 950 mm (H) 1880 mm
- Peso: 400 Kg

5.1.26. LAVADORA DE FRASCOS LLENOS

Cuando la cebolla caramelizada es cerrada, se ha de realizar un lavado del frasco para evitar que cualquier resto que haya podido ser derramado por la superficie del frasco se quede adherido a él. Para ello se empleará una lavadora de frascos (imagen 5.29).



Imagen 5.29: Lavadora de frascos llenos. Fuente: Emerito. <http://esp.emerito.com/productos/sist-lavado-y-secado/lavadora-de-envases-llenos/>

Las características de la lavadora de frascos llenos son:

- Velocidad de lavado de 40 botellas/ minuto.
- Dimensiones(L x an x al): 2200 x 1000 x 1780

- Potencia: 0,6 kW
- Voltaje 220 V 50/60 Hz
- Material acero inoxidable

5.1.27. CERRADORA DE TAPES

En la agroindustria solo se va a disponer de una cerradora, por ello hay que elegir una que sea capaz de cerrar tanto los recipientes de cristal, que van a ser utilizados para la cebolla caramelizada, como los recipientes de plástico PES, que van a ser utilizados en el envasado de cebolla deshidratada y cebolla frita.

Por ello he elegido una máquina cerradora de frascos de cristal con sistema de cierre tipo TWIST-OFF Y PT que también se puede utilizar para tarros PET con sistema de tapa twist-off o presión (imagen 5.30).

Para esta cerradora no se han de incorporar ningún elemento adicional ya que permite el cierre de un amplio rango de formatos, como son botellas, tarros, frascos, etc. Además esta cerradora permite trabajar todos los formatos de envases en el mercado desde mini-dosis hasta envases galón.

La producción máxima que puede llegar a alcanzar esta maquinaria es de 70 tarros por minuto.



Imagen 5.30: Cerradora de tarros. Fuente: emerito. <http://esp.emerito.com/productos/cerradoras-twist-off-y-pt/cerradora-de-tarros-emerito-18-g/>

Las características de la cerradora de tarros son:

- Potencia total del motor 1000 W
- Voltaje 220 V 50-60 Hz
- Dimensiones:
 - Largo 1800 mm
 - Ancho 850 mm
 - Altura: 1850
- Peso 720 kg

5.1.28. ETIQUETADORAS DE TARROS Y BOLSAS

La etiquetadora que se ha seleccionado es una etiquetadora económica, compacta y con un sistema fácil de operar. En ella, se hacen pasar los botes a través de su cinta transportadora, y mediante un sistema de rodillos las etiquetas son adheridas a las paredes del recipiente (imagen 5.31).

La etiquetadora permite el paso de recipientes de hasta 110 mm de diámetro y con una altura de hasta 390 mm de alto. El conjunto motorizado, tiene un chasis de acero inoxidable con cuatro ruedas, en el están integrados los armarios eléctricos de dicha máquina. Además cuenta con una mesa de recolección cuadrada al final del transportador.

En cuanto al etiquetado, cuenta con un dispensador de etiquetas y de contra etiquetas que tienen una altura de etiquetado hasta los 190 mm.



Imagen 5.31: Etiquetadora de tarros, fuente: Jesús Espier
<https://jesusespier.com/producto/etiquetadora-essentiel/>

Las características de la etiquetadora son:

- Producción 8000 botellas/hora
- Peso 85 kg
- Medidas
 - o Ancho 700 mm
 - o Largo 2100 mm
 - o Alto 1800 mm
- Suministro eléctrico 380 V o 220 V
- Potencia 2 W

Para el etiquetado de bolsas de plástico, se ha elegido la siguiente etiquetadora (imagen 5.32), la cual se encarga de colocar la etiqueta sobre una cara del paquete, esta máquina nos proporciona que todas las etiquetas estén puestas en la misma zona, ya que contiene un sistema que permite saber dónde acaba el paquete y poner la etiqueta a la medida deseada. La etiqueta se establece sin ningún tipo de burbujas, y de una manera eficaz.



Imagen 5.32: Etiquetadora de bolsas. Fuente: NPACK <http://www.npackpm.com/es/bag-sticker-labeling-machine-25.htm>

Las características de esta etiquetadora de bolsas son:

- Velocidad de etiquetado 20-200PC / min (dependiendo de la longitud y el grosor de la etiqueta)
- Altura del objeto 30-200mm
- Espesor de Objeto 20-200mm
- Altura de la Marca 15-110mm
- Longitud de la Marca 25-300mm
- Roller Label Diámetro interior 76mm
- Etiqueta Roller Diámetro exterior 350mm
- Precisión de etiquetado ± 0.8 mm
- Fuente De Alimentación 220V 50 / 60Hz 0.75KW
- Consumo de Gas de la impresora 5 Kg / cm ²
- Tamaño de la máquina de etiquetado: 1600(L)×550(W)×1600(H)mm
- Peso de la máquina de etiquetado 250 Kg

5.1.29. AUTOCLAVE

Para la cebolla caramelizada, es necesario realizar una esterilización para obtener un producto libre de microorganismos viables, para lo que se empleará un autoclave (imagen 5.33). El sistema de calentamiento y enfriamiento del producto es mediante chorreo multidireccional de agua caliente y fría a presión con boquillas difusoras. El calentamiento del agua y el enfriamiento del agua se realizan mediante agua fría y por vapor, de modo indirecto mediante intercambiadores de calor.



Imagen 5.33: Autoclave. Fuente: Astell <http://insymed.com/product/autoclaves-rango-600-1400-litros-autoclave-camra-cuadrada/>

Las características del autoclave son:

- Formato SQUARE MAX
- Capacidad SVS1050: 1050 litros
- Puertas 1 o 2 puertas
- Generador de Vapor SVS1050: 72 kW
- Vapor Directo 4 kW
- Dimensiones de la Cámara SVS1050: 700 x 1000 x 1500 mm
- Dimensiones Generales SVS1050: 2000 x 2000 x 2000 mm

5.1.30. ENVOLVEDORA VERTICAL

Para llevar el producto terminado al almacén de producto terminado, el pallet se ha de embalar para lo cual se empleará una envolvedora vertical (imagen 5.34). La base de la envolvedora está construida de estructuras tubulares y de chapa en acero electro soldado, aportando la rigidez necesaria para soportar las fuerzas desarrolladas mediante la rotación del plato.



Imagen 5.34. Envolvedora vertical. Fuente: Control Pack

https://www.controlpack.com/productos/envolvedora_de_palets_ecoplat_plus_base_frd/

Las características de la envolvedora son:

- Capacidad de plato kg: 2000
- Diámetro de plato mm: 1650
- Altura de mástil mm: 2200
- Tipo de carro: FRD
- Introducción de horquilla STD
- Alimentación: 230 monofase
- Frecuencia de alimentación 50/60 Hz
- Potencia del motor: 0,75 kW

5.1.31. EQUIPOS AUXILIARES

5.1.31.1. CINTAS TRANSPORTADORAS

Se emplearán un total de 13 cintas transportadoras colocadas a lo largo del proceso productivo (imagen 5.35). Su objetivo es unir un equipo con otro. Las medidas de las cintas transportadoras cambian de una cinta a otra debido a que cada una cumple unas necesidades específicas.



Imagen 5.35: Cinta transportadora. Fuente: HUPA <https://www.hupasl.com/es/productos-industriales/cintas-transportadoras/cintas-transportadoras-de-banda/>

5.1.32. BOMBA LÓBULAR

Para que el producto que se genera en la marmita de cocción pueda ser transportado hasta el tanque de la llenadora se necesita instalar una bomba lobular (imagen 5.36). Además, esta bomba lobular irá acompañada de dos conductos con un diámetro suficiente para que el producto pase sin ser quedar obstruido.



Imagen 5.36: Bomba lobular Fuente Inoxpa <https://www.inoxpa.es/productos/producto/bomba-lobular-sanitaria-slr>

La bomba lobular está diseñada para un caudal de 1,15 m³/h.

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = \text{producción diaria} \times \text{tiempo de funcionamiento de la llenadora} \times \text{densidad}$$

$$\text{producción diaria} = 441,26 \frac{kg}{\text{día}}$$

$$\text{tiempo de funcionamiento de la llenadora} = \frac{441,26 \frac{kg}{\text{día}}}{1500 \frac{kg}{h}} = 0,29 \frac{h}{\text{día}}$$

$$\text{densidad} = 1,3 \frac{kg}{l}$$

$$Q \left(\frac{m^3}{h} \right) = 441,26 \frac{kg}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{0,29 \text{ horas}} \cdot \frac{1 l}{1,3 kg} \cdot \frac{1 m^3}{1000 l} = 1,17 \frac{m^3}{h}$$

Las características de la bomba son:

- Caudal máximo= 1,7 m³/h
- Presión máxima= 7 bar
- Volumen a 100 revoluciones=3 l.
- Potencia= 2,5 CV = 1,85kW

Dimensiones:

- Largo: 138 mm
- Ancho: 220 mm
- Alto: 269 mm

5.1.33. CAMPANAS EXTRACTORAS DE HUMOS INDUSTRIALES

Para la extracción de vapores en la zona de la freidora y en la zona de la marmita se instalarán sobre ellas campanas extractoras de humos de techo (imagen 5.37).. Los extractores son de acero inoxidable y cuentan con motor incorporado. La potencia del motor también es distinta, ya que la primera tiene una potencia de 3 CV y la segunda de 2 CV. Las características técnicas son:

- Construida de acero inoxidable con acabado pulido fino.
- Diseñada para incorporar filtros de 490x490.
- Medidas:
 - Ancho: 1500 mm
 - Alto: 450 mm
 - Profundo: 750 mm

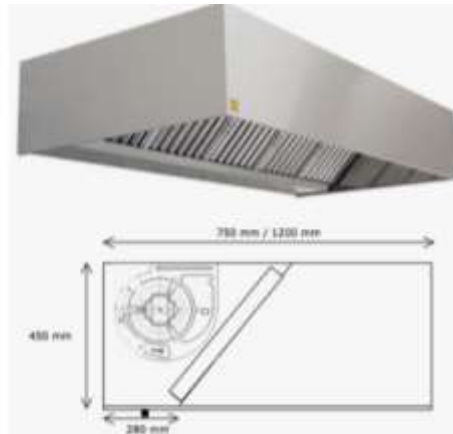


Imagen 5.37: Campana extractora de humos. Fuente: Pepebor <https://www.pepebar.com/es/campana-extractora-industrial-eco-r-monobloc-motor-200-cm>

5.2. RESUMEN DE LA MAQUINARIA SELECCIONADA Y ESPACIO NECESARIO

La tabla 5.4. resume las dimensiones, el número de máquinas de cada tipo, el espacio utilizado y la potencia de la maquinaria.

Tabla 5.4. Maquinaria seleccionada para la elaboración de cebolla deshidratada, cebolla frita y cebolla caramelizada.

MAQUINARIA	DIMENSIONES (mm)			NÚMERO DE MÁQUINAS	ESPACIO UTILIZADO (m ²)	POTENCIA REQUERIDA (kW)
	LARGO	ANCHO	ALTO			
Volcador	1200	2500	1200	1	3	2,23
Transportadora de rodillos	3000	2500	1200	1	7,5	0,6
Cepilladora	1680	1150	1200	1	1,932	2,23
Mesa de selección/visualización.	5400	1200	1000	1	6,48	0,55
Lámpara de la mesa de visualización	-	-	-	-	0	1,5
Peladora	3800	1130	2105	1	4,294	2,3
Cinta transportadora elevadora de producto	3000	1000	2300	2	6	0,5
Tanque de Almacenamiento	2975	2170	2230	2	12,9115	
Mesa de Inspección	2760	800	980	1	2,208	0,37
Tornillo de extracción	6560	0	0	1		0,25
Lavado por aspersión I Desinfección	4776	800	970	1	3,8208	2,55
Lavado por aspersión II Aclarado	4776	800	970	1	3,8208	2,55
Cortadora	1550	806	1785	1	1,2493	1,5
Cinta de pesaje continuo	2000	600	1830	1	1,2	0,55
Escaldadora	3000	856	2000	1	2,568	15
Esfriamiento de escaldado	4000	650	600	1	2,6	2,5
Molino de Martillos I	2100	700	1300	1	1,47	15
Molino de Martillos II	610	310	680	1	0,1891	3,5
Depositos de almacenaje	570	420	760	5	1,197	
Báscula de pesaje	800	800		1	0,64	
Mezcladora Horizontal	1000	600	1800	1	0,6	1,1
Mesa Acero inoxidable	1500	600	900	1	0,9	
Secadero de bandejas	1930	1720	1520	1	3,3196	30
Freidora Continua	1800	600	1163	1	1,08	10
Marmita de Cocción	1175	1000	900	1	1,175	32
Mesa de desaceitado	600	1300	1016	1	0,78	0,6
Elevador sinfin	1465	820	1990	2	2,4026	0,45
Llenadora de Polvo/ granulado	2440	735	1865	1	1,7934	0,25
Mesa posicionadora	1655	765	860	1	1,266075	0,5
Bomba lóbular	138	220	269	1	0,03036	1,85
Llenadora de Producto Viscoso	2840	1300	2350	1	3,692	3,7
Lavadora de tapes y tarros	2280	950	1880	1	2,166	0,6
Cerradora de tarros	1800	850	1850	1	1,53	1
Cerradora de bolsas	565	690	1000	1	0,38985	0,4
Lavadora de tarros llenos	2200	1000	1780	1	2,2	0,6

Autoclave	2000	2000	2000	1	4	72
Etiquetadora tarros	2100	700	1800	2	2,94	0,02
Etiquetadora bolsas	1600	550	1600	1	0,88	0,75
Empaquetado / Cinta transportadora tarros y bolsas	2000	400	600	2	1,6	0,55
Almacenamiento / máquina film	2761	1761	2864	1	4,862121	0,5
Cinta transportadora	800	700	ajustable	1	0,56	0,5
Cinta transportadora	700	600	ajustable	1	0,42	0,5
Cinta transportadora	1500	400	ajustable	1	0,6	0,5
Cinta transportadora	1000	550	ajustable	1	0,55	0,5
Cinta transportadora	800	600	ajustable	1	0,48	0,5
Cinta transportadora	4200	250	ajustable	1	1,05	0,5
Cinta transportadora	4000	500	ajustable	1	2	0,5
Cinta transportadora	3000	500	ajustable	1	1,5	0,5
Cintas transportadoras inicio /final fase	1500	1000	ajustable	1	1,5	0,5
Cintas transportadoras inicio /final fase	2000	2025	ajustable	1	4,05	0,5
Cintas transportadoras inicio /final fase	2000	1700	ajustable	1	3,4	0,5
TOTAL				59	101,247506	210,55

Como se puede apreciar en la tabla 5.4, se utilizará un total de 59 máquinas, lo que ocuparía un espacio de 100,68 m². Además de este espacio, se debe disponer también de un 10 % del espacio total, que es destinado para el margen que debe haber entre máquinas para que el personal pueda trabajar con soltura .

$$\text{Espacio ocupado por maquinaria} = 100,68 + (100,68 \cdot 10\%) = 110,748 \text{ m}^2$$

Debido, tanto a la necesidad que se tiene en la sala de mover productos en ella mediante carretillas, como el nivel de trabajo que sufre, se debe aplicar un coeficiente de mayoración de 1,5, a la superficie calculada anteriormente. Además de que se debe tener en cuenta la posición de las cintas transportadoras.

$$\text{Espacio total} = 110,748 \times 1,5 = 166,122 \text{ m}^2$$

En consecuencia el espacio total mínimo mayorado de la sala de procesado debe ser de 166,122 m².

Además, como altura mínima se precisarían 2,23 metros, ya que es la máxima de todas las máquinas y corresponde al tanque de almacenamiento.

5.3. DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA

Debido a la dispersión requerida por la maquinaria, el espacio que ocupará la sala de procesado se dispone de la siguiente manera. En un primer lugar la zona se divide en varias estancias como son:

- Zona I
- Zona II
- Zona III
- Zona IV
- Zona V
- Zona VI
- Zona VII
- Zona VIII
- Zona IX
- Zona X
- Zona XI
- Zona XII

La zona I, se divide en dos estancias, formando una L debido a las características de la maquinaria que la compone.

Estas zonas, junto con las maquinarias que lo componen se resumen en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Superficies de la zona de producción.										redondeos distancia de seguridad			Redondeos superficie mayorada
LINEA	MÁQUINARIA	LONGITUD (mm)	ANCHURA (mm)	Largura necesaria (m)	Ancho más desfavorable (m)	Largura x 1,1 (m)	Anchura x 1,1 (m)	Superficie distancia seguridad (m2)	superficie mínima mayorada (m2)	Largura (m)	Anchura (m)	Superficie (m2)	Superficie (m2)
LINEA I FASE I	Volcador	1200	2500	17,255	2,5	18,98	2,75	52,196	78,295	19	3	57	85,50
	Transportadora de rodillos	3000	2500										
	Cepilladora	1680	1150										
	Mesa de selección/visualización.	5400	1000										
	Cinta transportadora elevadora de producto	3000	1000										
LINEA I FASE II	Tanque de Almacenamiento	2975	2170	20,362	1,13	22,40	1,243	27,841	41,761	22,5	1,5	33,75	50,63
	Peladora	3800	1130										
	Mesa de Inspección	2760	800										
	Lavado por aspersión I Desinfección	4776	800										
	Lavado por aspersión II Aclarado	4776	800										
	Cintas transportadoras global	700	800										
	Cortadora	1550	806										
	Cinta de pesaje continuo	2000	600										
LINEA II	ancho de cinta transportadora	700	600	14,475	2,17	15,92	2,387	38,007	57,011	16	2,5	40	60,00
	Cintas transportadoras global	1500	400										
	Escaldadora	3000	856										
	Enfriamiento de escaldado	4000	650										
	Cinta transportadora elevadora de producto	3000	2170										
LINEA III	Tanque de Almacenamiento	2975	2170	3,23	2,1	3,55	2,31	8,207	12,311	3,5	2,5	8,75	13,13
	Molino de Martillos I	700	2100										
	Mesa Acero inoxidable	1500	600										
LINEA IV	Secadero de bandejas	1930	1720	3,4	1,3	3,74	1,43	5,348	8,022	4	1,5	6	9,00
	Mezcladora Horizontal	1000	600										
	Freidora Continua	1800	600										
LINEA V	Mesa de desaceitado	600	1300	3,455	1,8	3,80	0,00198	7,525	11,287	4	2	8	12,00
	Marmita de Cocción	1175	1000										
	Depositos de almacenaje	570	420										
LINEA VI	Báscula de pesaje	800	800	6,04	2,89	6,64	3,179	21,121	31,682	6,7	3,2	21,44	32,16
	cinta transportadora inicial	1000	1000										
	Elevador sin fin x2	1465	820										
	molino de martillo II	300	200										
	Llenadora de Polvo/ granulado	2240	735										
	Cerradora bolsas	565	690										
LINEA VII	cinta transportadora	1000	550	9,72	1,3	10,69	1,43	15,290	22,934	10,7	1,5	16,05	24,08
	Cerradora de tarros	1800	850										
	cinta transportadora	1000	600										
	Lavadora de tapes y tarros	2280	950										
	cinta transportadora	800	600										
	Bomba lóbular	138	220										
LINEA VII I	Llenadora de Producto Viscoso	2840	1300	2	2	2,20	0,0022	0,005	0,007	2,5	2,5	6,25	9,38
	Autoclave	2000	2000										
LINEA IX	Lavadora de tarros vacios	2200	1000	6,225	3,7	6,85	4,07	27,869	41,804	6,85	4	27,4	41,10
	cintas transportadora	2025	2000										
	cinta transportadora	2000	1700										
LINEA X	cinta transportadora	2100	700	5,1	5,25	5,61	5,775	32,398	48,597	5,7	5,8	33,06	49,59
	Etiquetadora tarros	1600	550										
	Etiquetadora bolsas	4200	250										
	cinta transportadora	3000	500										
	cinta transportadora	500	4000										
LINEA XI	Empaquetado / Cinta transportadora tarros y bolsas	2000	400	4,761	2,561	5,24	2,8171	14,753	22,130	4,5	3,5	15,75	23,63
	Empaquetado / Cinta transportadora tarros y bolsas	2000	400										
	Almacenamiento / máquina film	2761	1761										
ESPACIO TOTAL								250,561	375,842			273,45	410,18

A partir de la tabla 5.5 se elabora la siguiente distribución (figura 5.1). En esta distribución las casillas represan un metro cuadrado y se representa el espacio el espacio mayorado de toda la maquinaria, donde se recoge el margen de seguridad.

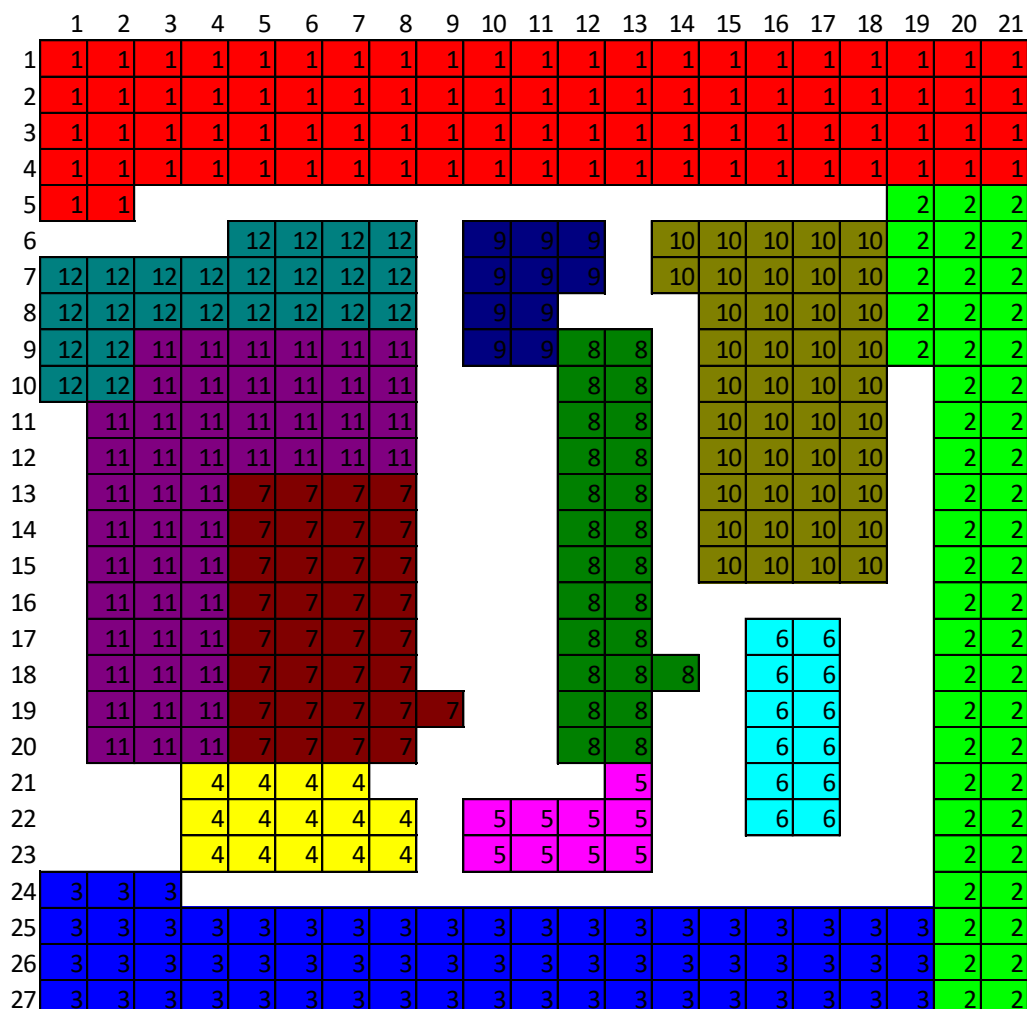


Figura 5.1. Distribución de la zona de procesado

Como conclusión se obtiene una zona de procesado de 21 metros de largo y 27 metros de ancho dando una superficie total de 567 m².

Hay que especificar que estas distribuciones son orientativas, ya que conforme se esté dibujando el plano de la distribución de planta se establecerá la distribución final.

Cabe resaltar que para evitar contaminaciones cruzadas se instalará una lámina separadora de metacrilato para separar las líneas 1, 2 y 3 del resto de líneas de procesado.

5.4. ESQUEMAS

Para que la sala de procesado se entienda mejor, se han realizado varios esquemas de las líneas de procesado.

El proceso productivo se divide en 4 líneas, indistintamente si el producto es envasado en tarros o bolsas o si el producto es en polvo o granulado. La primera o línea principal engloba la limpieza y el acondicionamiento de la cebolla para poder ser utilizada tanto para cebolla deshidrata, cebolla frita crujiente o cebolla caramelizada (figura 5.2).

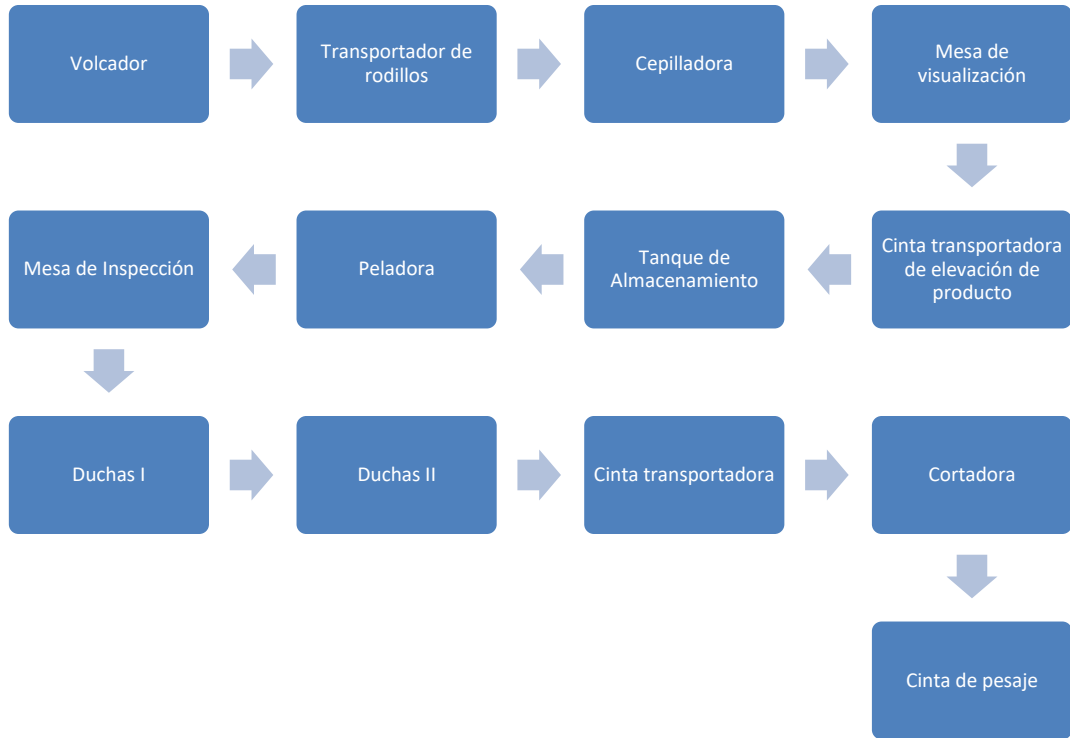


Figura 5.2. Esquema de la línea principal de procesado.

Las siguientes líneas se encargan de la elaboración de los diferentes productos: cebolla caramelizada, cebolla deshidrata y cebolla frita crujiente.

En primer lugar se explicará el proceso de cebolla caramelizada ya que tiene lugar a partir de la cinta de pesaje (figura 5.4).

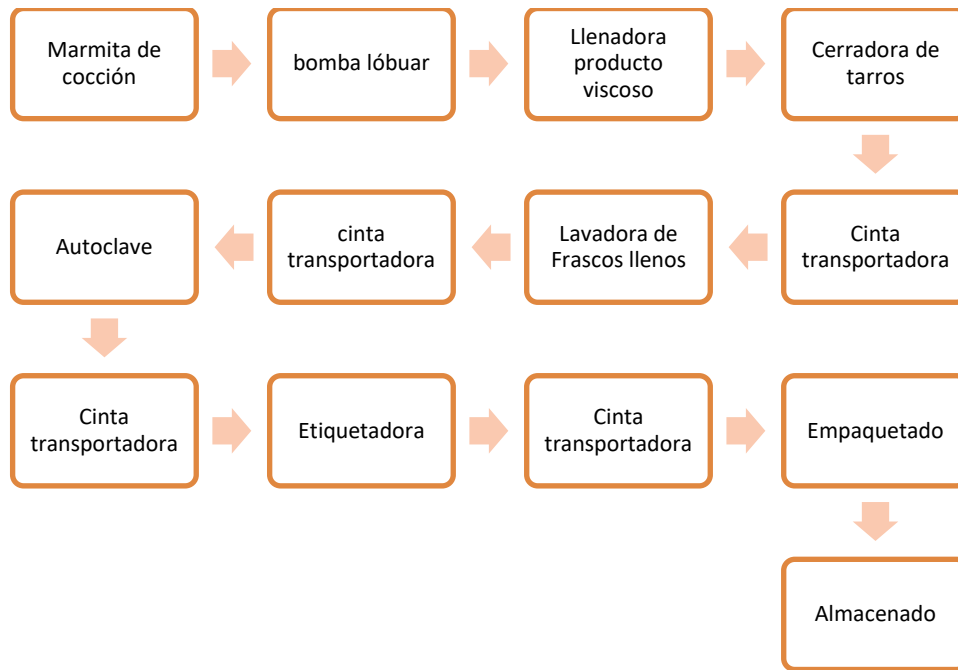


Figura 5.3. Esquema con los equipos de la línea de procesado de cebolla caramelizada a partir de línea principal.

Los equipos de la línea de producción de cebolla deshidratada en polvo destinada a su envasado en tarros se representan en la figura 5.4.

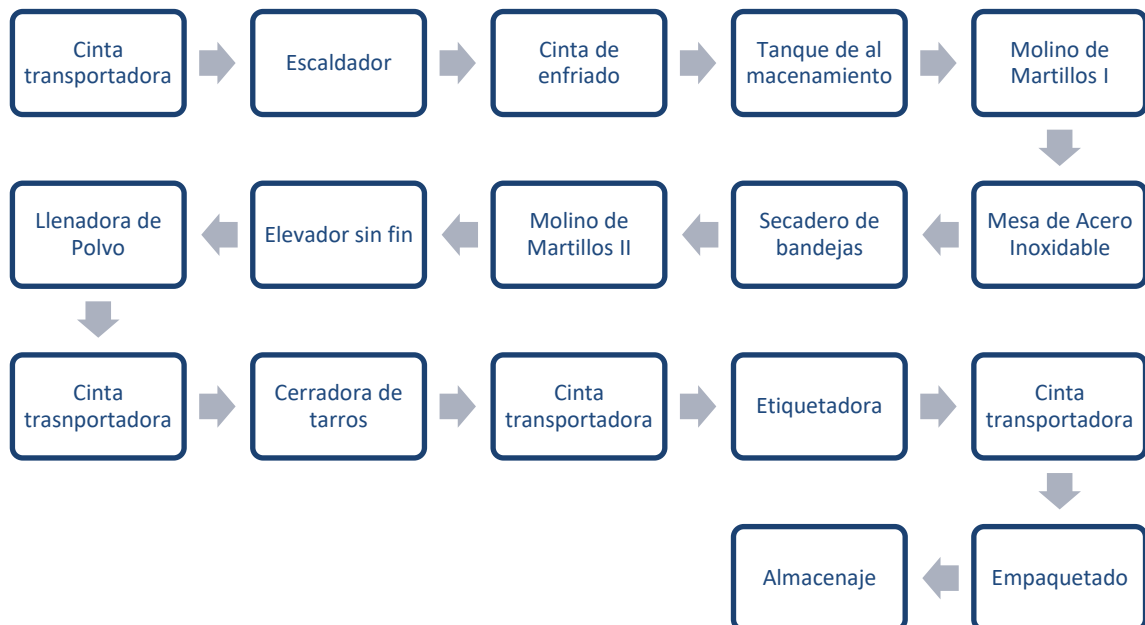


Figura 5.4. Esquema con los equipos de la línea de procesado de cebolla deshidratada en polvo envasada en tarros

La esquematización de la línea de procesado de cebolla deshidratada en tiras comercializada en bolsas se muestra a continuación en la figura 5.5 y al igual que los anteriores productos ésta parte también de la cinta de pesaje.

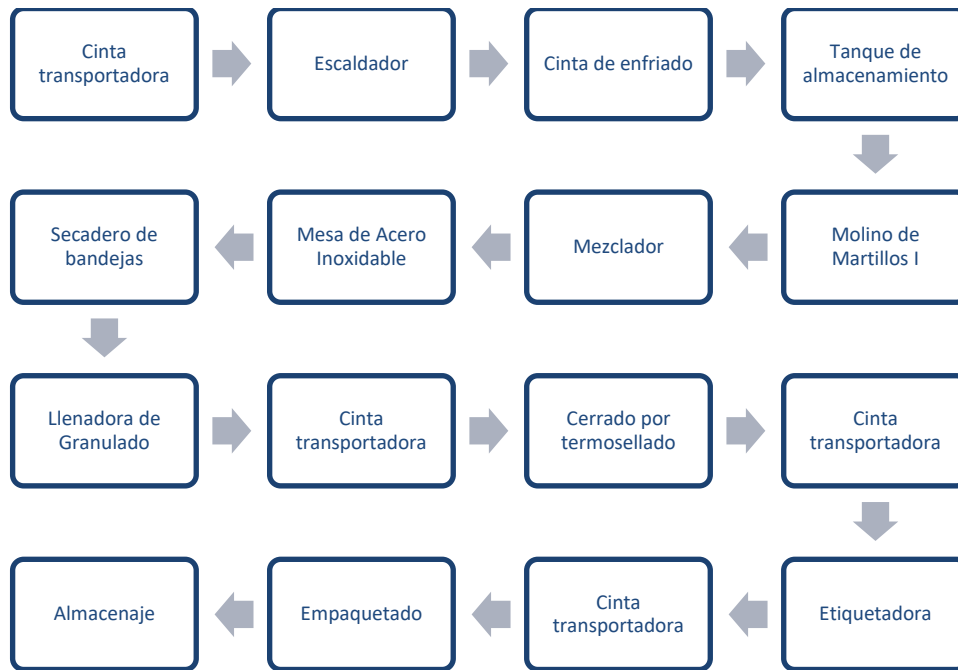


Figura 5.5. Esquema de los equipos en la línea de procesado de cebolla deshidratada granulada o en tiras comercializada en bolsas.

El último producto que se prepara en la agroindustria es la cebolla frita. Como se explica anteriormente, este producto es comercializado en tarros (figura 5.6) o en bolsas (figura 5.7). Los siguientes esquemas también están representados a partir de la cinta de pesaje de la figura 5.2 de la línea de procesado principal.

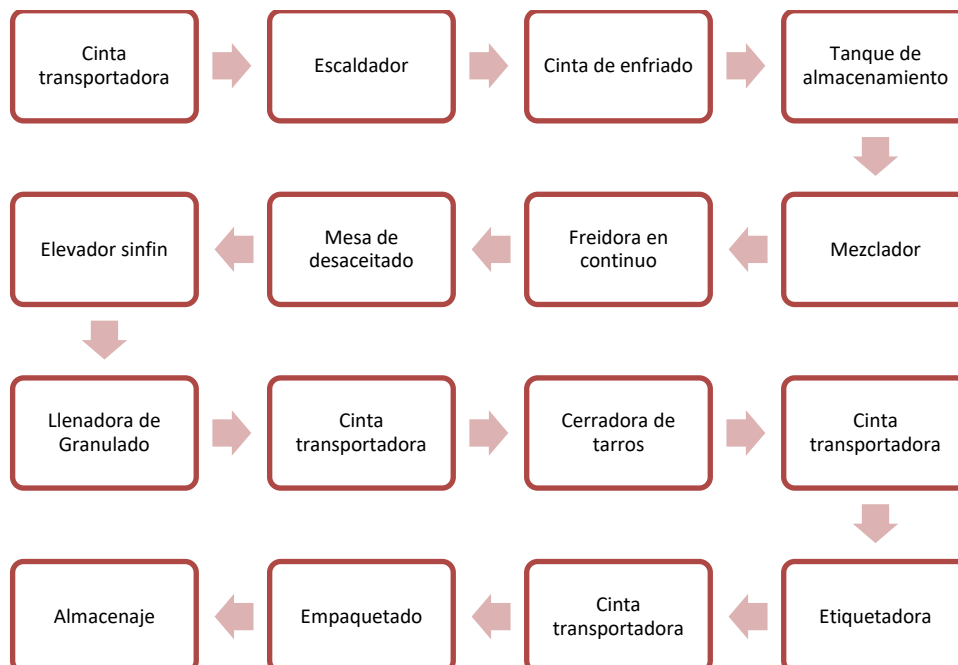


Figura 5.6. Esquema de los equipos en la línea de procesado de cebolla frita en tarros.

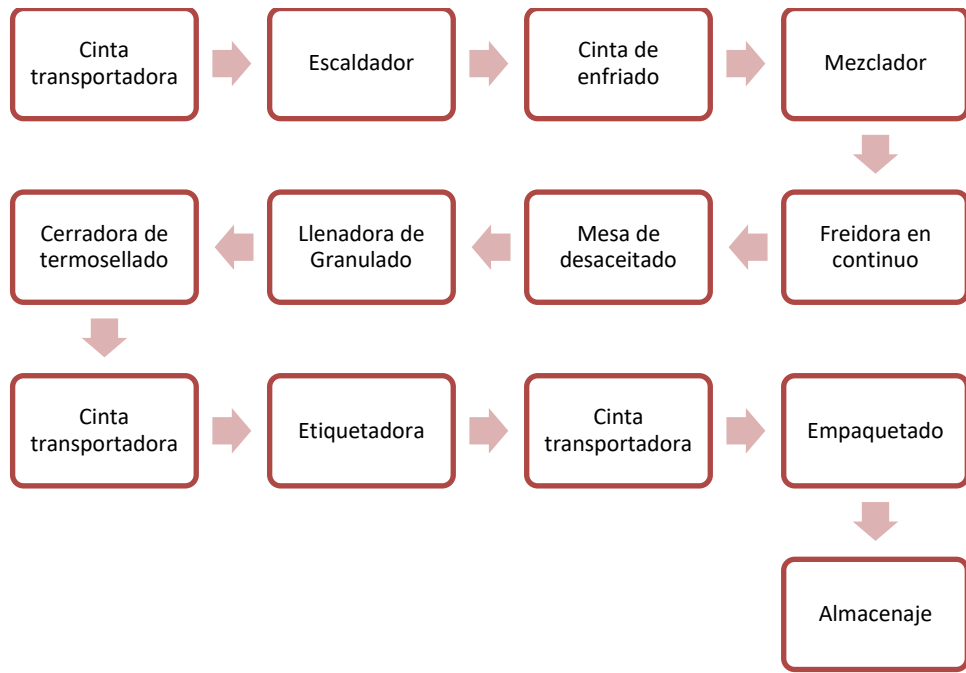


Figura 5.7. Esquema de los equipos en la línea de procesado de cebolla frita en bolsas

ANEJO 6:

DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO Y EN PLANTA

Anejo 6: Distribución del trabajo y en planta

6.1.	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO.....	2
6.1.1.	DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TRABAJO.....	2
6.1.2.	DISTRIBUCIÓN DIARIA DE TRABAJO.....	2
6.2.	NECESIDADES DE PRODUCTO.....	2
6.2.1	MATERIAS PRIMAS.....	3
6.2.2.	ENVASES	5
6.3	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	8
6.3.1.	OFICINAS	8
6.3.2.	BAÑOS	9
6.3.3.	VESTUARIOS.....	9
6.3.4.	LABORATORIO	9
6.3.5.	COMEDOR	10
6.3.6.	MUELLE DE RECEPCIÓN Y EXPEDICIÓN.....	10
6.3.7.	ALMACENES.....	10
6.3.8.	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA I.....	10
6.3.9.	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA II	12
6.3.10.	ALMACÉN DE PRODUCTOS AUXILIARES	12
6.3.11.	ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS.....	12
6.3.13.	CUARTO DE LIMPIEZA.....	13
6.3.14.	TALLER DE MANTENIMIENTO.....	13
6.4	TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES	14
6.5	DISTRIBUCIÓN MEDIANTE LAYAOUT	17
6.6	DISTRIBUCIÓN FINAL DE PLANTA.	18

6.1. DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO

6.1.1. DISTRIBUCIÓN ANUAL DE TRABAJO.

Se ha decidido un programa laboral de 251 días al año, con una jornada laboral de 8 horas al día, siendo estos días de lunes a viernes. Se han excluido las fiestas nacionales, fiestas locales y días inhábiles de la Comunidad Autónoma de Aragón.

6.1.2. DISTRIBUCIÓN DIARIA DE TRABAJO.

El programa productivo diario es igual para todos los días. Se realizan jornadas de 8 horas, pero a efectos de cálculos productivos se consideran 7 horas diarias.

6.2. NECESIDADES DE PRODUCTO

Este apartado está asociado al anejo 4 donde se establecen los balances de materia y por consecuencia los flujos que sigue el procesado de la cebolla.

De los 1000 kg de productos frescos que se ponen en funcionamiento en el proceso, una vez que se limpian y se cortan queda un total de 878,1 kg. Estos 878,1 kg se dividirán en 146 kg de cebolla destinada a la cebolla deshidratada, 337,5 kg destinados a la cebolla frita y 400 kg destinados a la cebolla caramelizada.

La deshidratación de la cebolla tiene como consecuencia una pérdida del 85 % del peso total, debido a la eliminación de agua del producto.

En el caso de la cebolla frita, su conservación también se debe a la eliminación de agua del producto lo que da como consecuencia una reducción del 54,55 % del peso del producto final.

Por otro lado, tenemos la cebolla carameliza, donde en su elaboración se le añaden productos adicionales que le dan volumen al producto final. Aún así, el peso de la cebolla destinada a la caramelización tiene una reducción del 15 %.

La composición final que van a tener los productos acabados se muestra en la tabla 6.1.

Tabla 6.1: Composición de los productos finales (en porcentaje)

INGREDIENTES	CEBOLLA DESHIDRATADA	CEBOLLA FRITA CRUJIENTE	CEBOLLA CAMELIZADA
CEBOLLA	100	80	77
HARINA DE TRIGO	-	11	-
SAL	-	2	2
AZÚCAR	-	-	12
ACIDO CÍTRICO	-	-	1
ACEITE DE OLIVA	-	-	8
ACEITE DE GIRASOL ALTO OLEICO	-	7	-

6.2.1 MATERIAS PRIMAS

La cantidad cebolla a tratar al día son 1000 Kg, pero se reduce a 880 kg ya que es el peso que sale de la cortadora.

6.2.1.1. Harina de trigo

Para la elaboración de cebolla frita se le debe añadir más harina de la que sale en la composición final, debido a que en el proceso de fritura hay una pérdida de ingrediente. Por ello al inicio se añaden 19 kg saliendo en el producto final un total de 16,4 kg.

$$\text{Utilización diaria de harina de trigo} = 19,34 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Kilos totales de harina} = 19,34 \times 22 = 425,48 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} = 426 \text{ kg/mes}$$

$$\text{número de sacos necesarios} = \frac{426 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{25 \text{ kg/saco}} = 17,01 = 18 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

La harina de trigo llega a la industria en sacos de 25 kg. Son recibidos en pallets de 1200 x 800 mm, donde hay un total de 18 sacos dando un total de 450 kg de harina por pallet. Se hará 1 pedido de 1 palet a lo largo del mes, por cuestiones de logística. Dando un total de 450 kg, el excedente de producto que no se utilice será almacenado para el siguiente mes. Por lo tanto la cantidad de pallets a pedir será de 1 ocupando una superficie de 0,96 m² por pallet, por consiguiente el total de espacio a ocupar sería de 1 m².

6.2.1.2. Sal

La sal es utilizada en 2 productos, en la cebolla frita donde se añade un total de 3,5 kg/día y en la cebolla caramelizada con 9,35 kg/día. Por tanto, al día se utiliza un total de 12,85 kg de sal y al mes se estiman 282,7 kg.

Esta materia prima llega en sacos de 15 kg y en pallets que contienen 20 sacos. Por lo tanto la superficie destinada a este producto es de 0,96 m², aproximando a 1 m². Se realizará un pedido al mes.

$$\text{Utilización diaria sal} = 3,5 + 9,35 = 12,85 \text{ kg/día}$$

$$\text{Kilos totales al mes} = 12,85 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 282,7 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}$$

$$\text{número de sacos necesarios} = \frac{282,7 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{15 \text{ kg/saco}} = 18,84 \frac{\text{saco}}{\text{mes}} = 19 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

6.2.1.3. Azúcar

El azúcar solo es empleado en la elaboración de cebolla caramelizada, utilizándose un total de 56,1 kg diarios.

El azúcar se recibe en pallets de 20 sacos y cada saco tiene un peso de 25 kg. Por lo tanto al mes se encargarán 3 pallets, con un total de 60 sacos. Las dimensiones de los pallets son 1200 x 800 mm, lo que implica una superficie de 0,96 m². En total se tendría una superficie de 2,88 m² con una aproximación a 3 m². El excedente de sacos se guardarán para el mes siguiente y se contralará el inventario.

$$\begin{aligned} \text{Kilos totales al mes} &= 52,95 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 1164,9 \text{ kg/mes} \\ \text{número de sacos necesarios} &= \frac{1165 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}}{25 \text{ kg/saco}} = 46,6 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}} = 47 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}} \end{aligned}$$

6.2.1.4. Aceite de oliva

El aceite de oliva se utiliza para la elaboración de la cebolla caramelizada empleándose al día un total de 40,82 litros lo que supone que al mes se utilizan un total de 898,04 litros. El aceite es recibido en garrafas de 25 litros, cuyas medidas son de 455 x 295 x 245 mm, cada una tiene una superficie de 0,134 m². Para cumplir la demanda de aceite se debe realizar al mes un pedido de 36 bidones. Lo que supone un espacio total ocupado de 4,82 m². Se redondea la superficie a 5 m².

$$\begin{aligned} \text{Utilización diaria de aceite} &= 38,53 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \\ \text{Litros totales al mes} &= 38,53 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 847,66 \frac{\text{litros}}{\text{mes}} \\ \text{número de sacos necesarios} &= \frac{847,66 \text{ litros/mes}}{25 \text{ litros/bidón}} = 33,9 \frac{\text{bidón}}{\text{mes}} = 34 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}} \end{aligned}$$

6.2.1.5. Aceite de girasol alto oleico

El aceite de girasol alto oleico se va a emplear para la fritura de cebolla frita, el tiempo de fritura al día son de 3 horas y 18 minutos. El caudal de la freidora se ha establecido en 100 kg/h. En el anejo 3, apartado 4.6.5.1, se dice que el aceite de girasol alto oleico aguanta 10 horas de fritura a 180 °C, sin llegar a la cantidad de compuestos polares no permitidos. Por lo tanto, este tiempo puede ser alargado, por dos motivos, porque durante 10 horas de fritura llega a 17,2 % de compuestos polares, por ello se puede alargar la fritura hasta llegar a 25 %. Además si al aceite utilizado se le añade aceite nuevo su tiempo de fritura se alarga.

Semanalmente se procede a la fritura durante 16 horas y 30 minutos. El aceite puede ser utilizado durante una semana. Por ello, habría cada semana un cambio de aceite total.

La freidora tiene una capacidad total de 35 litros, pero el volumen utilizado al cabo de un día es de 48,13 litros, debido a que 14,13 litros deben ser remplazados, para que la freidora no se estropee. Por ello, a la semana se utilizarán 35 litros iniciales el primer día laboral y cada día se irá remplazando un volumen de 14,13 litros. Así el último día laboral semanal el aceite que queda en la freidora será recogido y remplazado, el siguiente día laboral.

Utilización semanal de aceite =
 35 litros iniciales +
 (14,13 litros remplazados diariamente * 5 días laborables semanalmente) =
 105,65 litros de aceite semanales

$$\text{Litros totales al mes} = 105,65 \frac{l}{\text{semana}} \times 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} = 422,6 \text{ litros/mes}$$

$$\text{Número de bidones necesarios} = \frac{422,6 \text{ litros/mes}}{25 \text{ litros/bidón}} = 16,904 \frac{\text{bidón}}{\text{mes}} = 17 \frac{\text{bidones}}{\text{mes}}$$

El aceite es recibido en garrapas de 25 litros, cuyas medidas son de 455 x 295 x 245 mm, cada una tiene una superficie de 0,134 m². Para cumplir la demanda de aceite se debe realizar al mes un pedido de 17 bidones. Lo que supone un espacio total ocupado de 2,278 m². Se redondea la superficie a 3 m².

6.2.1.6. Ácido cítrico

El ácido cítrico es empleado para la conservación de la cebolla caramelizada. Para ello se emplea una cantidad de 4,67 kg/día. El ácido cítrico vendrá en sacos de 10 kilos, donde cada pallet recoge un total de 15 sacos.

$$\text{Utilización diaria de acido citrico} = 4,41 \frac{kg}{\text{día}}$$

$$\text{Litros totales al mes} = 4,41 \frac{kg}{\text{día}} \times 22 \frac{\text{día}}{\text{mes}} = 97,02 \text{ kg/mes}$$

$$\text{Número de sacos necesarios} = \frac{97,02 \text{ kg/mes}}{10 \text{ kg/sacos}} = 9,7 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}} = 10 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

Las dimensiones de los pallets son 1200 x 800 mm, lo que implica una superficie de 0,96 m². La necesidad de espacio para este ingrediente será de 1 m².

6.2.2. ENVASES

6.2.2.1. Frascos

En el envasado se utilizan 3 tipos distintos de tarros, los tarros de 50 gramos, los de 150 gramos y los de 240 gramos.

Para la cebolla deshidratada se utilizan al día un total de 450 tarros. Para la cebolla frita se utiliza un total de 994 tarros al día. A diferencia de la cebolla caramelizada, los dos tipos de cebolla tanto la deshidratada y la frita, solo se envasan en tarros la mitad de los días. Para el producto de cebolla caramelizada se necesitaran un total de 1.940 tarros al día.

$$\text{Tarros para la cebolla deshidrtada} = 332 \text{ tarros} \times 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 3652 \text{ tarros mes}$$

$$\text{Tarros para la cebolla frita} = 997 \text{ tarros} \times 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 10967 \text{ tarros mes}$$

$$\text{Tarros para la cebolla caramelizada} = 1839 \text{ tarros} \times 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 40458 \text{ tarros mes}$$

Los tarros para cebolla frita y caramelizada vienen en cajas y cada caja contiene un total de 30 tarros. Estas cajas son distribuidas en pallets que contienen 30 paquetes. Por lo tanto cada pallet contiene un total de 900 botes. Para la cebolla deshidratada es el doble de volumen de unidades, en cada pallet caben 1800 botes.

Debido a la cantidad de botes y el espacio que ocupan, se van a realizar varios pedidos al mes. Cada semana se realizará un pedido para así poder ocupar menos espacio logístico.

$$n^{\circ} \text{ de pedidos para cebolla deshidratada} = \frac{3652 \frac{\text{tarros}}{\text{mes}}}{1800 \frac{\text{tarros}}{\text{pallet}}} = 2,08 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 3 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

$$n^{\circ} \text{ de pedidos para cebolla frita} = \frac{10967 \frac{\text{tarros}}{\text{mes}}}{900 \frac{\text{tarros}}{\text{pallet}}} = 12,14 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 13 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

$$n^{\circ} \text{ de pedidos para cebolla caramelizada} = \frac{42680 \frac{\text{tarros}}{\text{mes}}}{900 \frac{\text{tarros}}{\text{pallet}}} = 47,42 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 48 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

Se van a realizar los pedidos al final de semana, por lo tanto se realizaran 4 pedidos al mes. Cada semana se realizará un pedido de 1 pallet para tarros de cebolla deshidratada, 4 pallets para cebolla frita y 12 pallets para cebolla caramelizada, los pallets podrán almacenarse a dos alturas. En total la superficie dedicada para los pallets va a ser de 9 m².

6.2.2.2. Bolsas

Tanto para la cebolla frita como la deshidratada se utilizan bolsas de 80 gramos de capacidad. Para la cebolla frita se emplean diariamente 208 bolsas, mientras que para la cebolla frita se utilizan un total de 1.869 bolsas. En total se necesitan 2.077 bolsas diarias.

Las bolsas vienen en cajas de donde caben 500 unidades, las cajas vienen en pallets, en cada pallet caben 25 cajas.

$$\text{Bolsas necesarias} = 2077 \text{ bolsas} \times 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 22847 \text{ bolsas/mes}$$

$$N^{\circ} \text{ de bolsas por palé} = 500 \frac{\text{unidades}}{\text{caja}} \cdot 25 \frac{\text{cajas}}{\text{palé}} = 12500 \frac{\text{unidades}}{\text{pallet}}$$

$$\text{Pales necesarios} = \frac{22847 \text{ bolsas/mes}}{12500 \frac{\text{bolsas}}{\text{pallet}}} = 1,82 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 2 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

Por lo tanto se estiman 2 pallets para las necesidades de la agroindustria. Se sabe que cada pallet ocupa una superficie de 0,92 m², por lo tanto se estima en 2 m² de superficie necesaria.

6.2.2.3. Cajas

Se emplean distintos tamaños de cajas. Para los distintos productos, en cada pallet caben 300 cajas desplegadas, por lo tanto hay 3 tipos de cajas distintas. Las cajas I serán para los tarros de cebolla deshidratada, las cajas II serán tanto para cebolla frita en tarros, como para los productos en bolsa y las cajas III serán para la cebolla caramelizada.

Cajas I = cajas para tarros de cebolla deshidratada

$$Cajas I = 11,06 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \cdot 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 121,66 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}} = 122 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}}$$

Cajas II = cajas para tarros de cebolla frita

+ cajas para bolsas de cebolla deshidratada

+ cajas para bolsas de cebolla frita

$$Cajas II = 67 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \cdot 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} + 9 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \cdot 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} + 63 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \cdot 11 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 1529 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}}$$

Cajas III = cajas para tarros de cebolla caramelizada

$$Cajas III = 114,93 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \cdot 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 2528,625 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}} = 2529 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pallets necesarios al mes} = \frac{122 \frac{\text{cajas}}{\text{mes}}}{300 \frac{\text{cajas}}{\text{pallet}}} = 0,40 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 1 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pallets necesarios al mes} = \frac{1529 \frac{\text{cajasII}}{\text{mes}}}{300 \frac{\text{cajasII}}{\text{pallet}}} = 5,096 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}} = 6 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

$$N^{\circ} \text{ de pallets necesarios al mes} = \frac{2529 \frac{\text{cajasIII}}{\text{mes}}}{300 \frac{\text{cajasIII}}{\text{pallet}}} = 8,43 \frac{\text{pallets}}{\text{mes}}$$

Al inicio de mes se realizará un pedido de 1 pallet de caja I, 1 de pallets de caja II, y 3 pallets de caja III. Los pallets pueden almacenarse en dos alturas, por ello habrá una superficie total ocupada de 3 m².

6.2.2.4. Polietileno retráctil

El polietileno retráctil se dispone en bobinas de 2 m² y 1 metro de altura. Se almacenará en 2 alturas y se cuenta con 2 bobinas para envolver el producto terminado que se irá reponiendo a medida que se vaya gastando. Por lo tanto ocupa 2 m².

6.2.2.5. Etiquetas

Se encargan distintos tipos de etiquetas para los diferentes productos fabricados. Se supone que todos los tipos de etiquetas ocuparan un espacio de 1 m².

6.3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Además de la sala de procesado, que se dimensiona en el Anejo 5, en la agroindustria se instalan otras zonas que se van a describir a continuación:

- Oficinas
- Baños
- Vestuarios
- Muelle de recepción
- Almacén de materia prima I
- Almacén de materia prima II
- Almacén de productos auxiliares
- Zona de procesado
- Laboratorio
- Cuarto de limpieza
- Taller de mantenimiento
- Zona de Comedor/ descanso

La distribución de la planta es fundamental ya que la producción es el resultado de la interacción entre hombres, materiales, maquinaria y productos, Se debe lograr una industria que permita un ordenamiento óptimo de las actividades industriales, incluyendo el personal, el equipamiento, y las instalaciones y la relación que existe entre ellos.

La industria va a estar dividida en dos sectores, en un lado se situarán la zona de trabajo con la materia prima, y en otro lado y separadas por una puerta común se encontraran las instalaciones administrativas.

Los objetivos planteados para la distribución en la planta son los siguientes:

- Simplificar el proceso producto. Reduciendo los problemas técnicos, el flujo entre zonas y evitar las contaminaciones microbiológicas.
- Minimizar los costes de materiales.
- Disponer del espacio de una manera más efectiva.
- Incrementar la productividad de los operarios, así como garantizar su seguridad laboral.
- Evitar inversiones de capital innecesarias (factores que afectan a la distribución)

6.3.1. OFICINAS

Se trata de una sala donde se llevará a cabo todo el proceso administrativo que pueda tener la agroindustria. En ellas, se llevan a cabo la dirección de la empresa, la formación del personal y se controlan los accesos a la agroindustria. Además, se utilizará como zona de recepción para diferentes clientes, como personal, distribuidores, etc. El área que ocuparán las oficinas se estima que debe ser de unos 30 m².

6.3.2. BAÑOS

Se instalará un baño común unisex, además de dos baños integrados en los vestuarios. Este baño unisex contará con un retrete, y un lavabo. Según el DB-SUA, se señalará con pictogramas normalizados de sexo y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada. En este caso se usarán los dos pictogramas en una misma puerta para indicar que se trata de un baño unisex.

También se debe instalar un baño para personal con movilidad reducida, ya que lo establece el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad. Sus características deben ser las siguientes:

- Espacio para giro de diámetro 1,50 m libre de obstáculos
- Puertas de anchura libre de paso $\geq 0,80$ m medida desde el marco y aportada por no más de una hoja. Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 y 1,20 m de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano o, automáticos.
- El lavabo tiene que tener un espacio libre inferior mínimo de 70 cm de altura y 50cm de profundidad.
- El inodoro tiene un espacio de transferencia lateral de anchura $\geq 0,80$ m y la altura del asiento entre 45 y 50 cm.
- Las barras de apoyo son fáciles de asir, de sección circular de diámetro entre 30 y 40 cm. Situadas a una altura de 70-75 cm y de longitud ≤ 70 cm.

La superficie destinada a este baño accesible es de 6 m².

6.3.3. VESTUARIOS

Se situarán dos vestuarios, uno para hombres y otro para mujeres, uno junto a otro. Deben estar situados fuera de la zona de producción, y se utilizarán para que los operarios que trabajan dentro de la zona de producción puedan cambiarse de ropa. Cada vestuario tendrá una superficie mínima de 8 m² y contará con un retrete un lavabo y una ducha. Además estará equipado con asientos y taquillas individuales.

6.3.4. LABORATORIO

Se dispone de un laboratorio donde realizar las pruebas de calidad en las materias primas y en el producto terminado. También se deberán tomar muestras durante el proceso productivo, verificar y documentar esos datos.

El laboratorio deberá contar con diversos equipos, que serán utilizados sobre todo en la cebolla caramelizada. Estos equipos son:

- Polarímetro, es un equipo que se utiliza para medir la actividad óptica de la sacarosa en el azúcar blanco, lo que nos permite evaluar su calidad.
- pH-metro: En la cebolla caramelizada se deberá medir el pH, ya que es un factor fundamental para garantizar su conservación.
- Balanza de precisión con calibración interna
- Termómetro
- Refractómetro: la utilizaremos para saber la concentración de azúcar en grados Brix de la cebolla caramelizada.

La superficie que está destinada al laboratorio es de un total de 15 m².

6.3.5. COMEDOR

Se trata de una superficie de dependencia común. Su superficie es de 12 m², donde se situará una mesa central con sillas, una encimera con cafetera, un microondas y un pequeño frigorífico.

6.3.6. MUELLE DE RECEPCIÓN Y EXPEDICIÓN

El muelle de recepción tendrá una superficie de 40 m² y será utilizado tanto para la recepción de materias primas y productos auxiliares así como para la exportación de producto acabado.

6.3.7. ALMACENES

La industria cuenta con cinco almacenes. Dos de ellos serán destinados a almacenar materias primas, cebolla e ingredientes por separado. El tercero es para almacenar los frascos y tapas vacías, bolsas, etiquetas y rollos de polietileno retráctil. El cuarto se empleará para almacenar residuos que produce la propia industria y el último almacén está destinado para el almacenamiento de producto acabado y adecuadamente embalado.

Los productos estarán separados como mínimo 45 cm de las paredes y a más de 10 cm del suelo.

Todos los pasillos que contengan los almacenes deben tener una anchura de 80 cm, para que puedan pasar debidamente los operarios a recoger producto. Se debe tener en cuenta la seguridad en el radio operativo de la circulación de carretillas, para transportar la materia de un lado a otro. También se tiene en consideración el almacenamiento, ya que debe regir un elevado control tanto de productos fabricados como de productos importados, para poder llevar un control exhaustivo de los productos en stock como los productos que son expedidos.

6.3.8. ALMACÉN DE MATERIA PRIMA I

Este almacén está destinado al almacenamiento de cebolla, la cebolla se debe guardar a una temperatura comprendida entre 5° C y 10 °C. Por lo tanto este almacén será diseñado como una cámara frigorífica.

La materia prima llegará en bins de 500 Kg. La materia prima será recogida durante todo el año aunque se establezcan dos épocas diferenciadas a lo largo del año. La temporada de recolección que va de julio a octubre donde se estima un volumen mayor de producto, siendo este catalogado con DOP y de enero a abril, donde el producto es importado de países como Perú o Chile de empresas locales que tienen acuerdos para producir cebolla dulce pero sin denominación de origen.

A pesar de estos dos periodos diferenciados, la agroindustria recibirá materia prima durante todo el año para mantener una producción constante. Se comprará materia prima a las empresas del municipio, las cuales se dedican a comercializar producto fresco durante todo el año. Por ello, dimensionaremos la cámara frigorífica para albergar una actividad de trabajo de un mes ya que cada mes se irá recibiendo materia nueva.

Como en la industria solo se trabajará de lunes a viernes. 5 días a la semana, estimaremos 22 días trabajados al mes. Como cada día se procesan 1.000 kg de producto fresco, la cantidad total mínima que ha de albergar la cámara frigorífica debe ser de 22.000 kg. Esta cantidad se puede redondear hasta los 24.000 kg, por si algún mes hubiese algún día laborable de más.

Cada contenedor puede admitir un total de 500 kg.

$$\text{Número total de contenedores} = \frac{24000}{500} = 48 \text{ contenedores}$$

Cada bins de 500 kg tiene unas dimensiones totales de 1150 x 800 x 750 mm. Los bins estarán almacenados con altura máxima de 3 contenedores con 200 mm de margen a cada uno de los lados de cajón, esto supone unas medidas de 1600 x 1200 mm, lo que otorga una superficie total de 1,92 m². Estas medidas de seguridad se estable debido a que hay que dejar un margen de seguridad. Por otra parte la superficie total ha de mayorarse por 1,5 para poder mover los contenedores con una carretilla elevadora.

Consecuentemente los 48 contenedores van a ser distribuidos de la siguiente manera, se colocaran con una altura de 3 bins,

$$\frac{48}{3} = 16 \text{ "bases" necesarios.}$$

La distribución irá asociada a un total de 16 bins estableciendo la base, el espacio total está diseñado por 4 columnas con 4 filas respectivamente. Debido a la realización de la instalación frigorífica en el anejo 8, se deben conocer las medidas exactas de este espacio. Como se conocen las dimensiones de los contenedores y su debido espacio de seguridad, se procede a realizar el dimensionado concreto del almacén de materias primas I.

Se sabe que se los contenedores van a ser colocados en 4 columnas lo que ocupa una superficie de 4,8 metros, debido a que se debe mayorar esta medida resulta ser de 7,2 m, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Ancho} &= 1150 \times 4 = 4600 \text{ mm} = 4,6 \text{ m} \\ \text{Largo mayorado} &= 4,6 \text{ m} \times 1,5 = 6,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Lo mismo ocurre con el largo de la cámara frigorífica. Los contenedores ocupan un largo de 1.600 mm con las dimensiones de seguridad ya establecidas, como hay un total de 4 filas, esta largura debe ser como mínimo de 6,4 m y, debido a que esa medida debe ser mayorada, se establece en 9,6 m.

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= 1600 \times 4 = 6400 \text{ mm} = 6,4 \text{ m} \\ \text{Largo mayorado} &= 6,4 \text{ m} \times 1,5 = 9,6 \text{ m} \end{aligned}$$

En total se tiene que el almacén de materia prima tendrá una capacidad total de 48 contenedores con un volumen de materia prima de 24.000 kilos como máximo. La altura de la cámara frigorífica será de 4 metros, por lo tanto se tiene un volumen total de la cámara de 264,96 m³, mientras que la superficie de ocupación es de 66,24 m².

Para facilitar los cálculos tanto de dimensionamiento como los de la instalación frigorífica, el almacén de materia prima I tendrá una superficie final de 70 m², teniendo una largura de 10 metros y una anchura de 7 metros. La altura se mantiene la citada anteriormente dando un volumen total de la cámara frigorífica de 280 m³.

6.3.9. ALMACÉN DE MATERIA PRIMA II

En este almacén tendrá lugar el almacenamiento de sal, azúcar, harina, ácido cítrico, aceite de oliva y aceite de girasol alto oleico.

Las necesidades que ocupan cada ingrediente, están definidas en el punto 2, de este documento y se recogen en la tabla 6.2.

Tabla 6.2. Superficie ocupada por los ingredientes en almacén de materia prima II.

INGREDIENTE	SUPERFICIE OCUPADA
Harina de trigo	1 m ²
Sal	1 m ²
Azúcar	3 m ²
Ácido cítrico	1 m ²
Aceite Oliva	5 m ²
Aceite de Girasol alto oleico	3 m ²
TOTAL	14 m²

En total se utiliza una superficie de 14 m², destinada a los ingredientes secundarios, esta superficie se debe mayorar, en 1,5, para otorgar mayor espacio para el tránsito del personal.

$$\text{Superficie mayorada} = 14 \text{ m}^2 \times 1,5 = 21 \text{ m}^2$$

En conclusión, la superficie de materia prima II, debe tener un total de 25,5 m².

6.3.10. ALMACÉN DE PRODUCTOS AUXILIARES

Este espacio estaría dedicado al almacenamiento de botes, etiquetas, cajas de cartón, y papel film. En la tabla 6.3 se recoge el total de la superficie que ocuparían dichos productos.

Tabla 6.3. Superficie ocupada por productos adyacentes en almacén de productos auxiliares.

PRODUCTOS	SUPERFICIE OCUPADA
Bolsas	2 m ²
Tarros	9 m ²
Cajas	3 m ²
Polietileno retráctil	2 m ²
Etiquetas	1 m ²
TOTAL	17 m²

En total se deberán utilizar un total de 17 m², esta superficie deberá esta mayorada para que la utilización del espacio sea cómoda para sus trabajadores.

$$\text{Superficie mayorada} = 17 \text{ m}^2 \times 1,5 = 25,5 \text{ m}^2$$

Por lo tanto la superficie total mínima de este espacio asciende a un total de 25,5 m².

6.3.11. ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS

Los productos terminados, son almacenados en cajas, que estas a su vez son colocadas en pallets, y embalados con papel film. Para el espacio de almacenamiento del producto terminado se destinan 40 m².

6.3.12. ALMACÉN DE RESIDUOS

La industria debe contar con una superficie interior destinada, al almacenaje de residuos industriales que necesitan de un proceso de reciclaje o su gestión por parte de una industria externa.

Uno de los casos es el del aceite usado. El aceite será almacenado en este lugar en bidones de 25 litros proporcionados por la empresa de gestión de residuos. El aceite será almacenado en el almacén hasta que una empresa dedicada a la gestión de este producto lo recoja para su posterior reciclaje. La superficie dedicada para este almacenamiento será de 6 m². El residuo procedente del filtrado de la freidora, también debe ser almacenado para su posterior recogida. Se almacenará en bidones y también será gestionado por una empresa externa a la industria. Del espacio total se destinarán 2 m² para este subproducto.

Para la correcta limpieza de la freidora se utilizan disoluciones acuosas de hidróxido sódico que es un producto que no puede ser vertido a la red de saneamiento municipal y por ello necesita de una gestión de residuos especializada y por esta causa el residuo se almacenará hasta que sea gestionado por la empresa de recogida de vertidos líquidos contaminantes utilizando un espacio de 6 m².

Por todos estos subproductos que produce la empresa se necesitará de una superficie necesaria de 14 m² siendo mayorada, por un factor de 1,5 da un total de 21 m² para la sala de residuos industriales.

El producto de desechos de materia prima, no supone ningún riesgo natural, pero también será almacenado para poder ser destinado al ganado, se guardará, en el exterior de la agroindustria, ocupando una superficie de 4 m².

6.3.13. CUARTO DE LIMPIEZA

Se establece un espacio para guardar los productos de limpieza que se emplean en la agroindustria. Para ello estimaremos una superficie mínima de 9 m².

6.3.14. TALLER DE MANTENIMIENTO

Se establecerá dentro de la agroindustria un taller de mantenimiento, para la realización de las tareas de reparación y para ello se estima una superficie mínima de 15 m².

El total de la superficie para las áreas de la industria se resume en la tabla 6.4. En total se destinará como mínimo a una superficie de 878,5 m², como se muestra en la tabla 6.4.

Tabla 6.4: Superficie ocupada por las zonas que integran la agroindustria.

ZONA	SUPERFICIE MÍNIMA NECESARIA Y MAYORADA (m ²)
Oficinas	30
Baños	6
Vestuarios	16
Laboratorio	15
Comedor	12
Muelle de recepción y expedición	40
Almacén materia prima I	70
Almacén materia prima II	21
Almacén productos auxiliares	25,5
Zona de procesado	567
Almacén Productos terminados	40

Cuarto de limpieza	9
Taller mantenimiento	15
Almacén residuos industriales	21
TOTAL	878,5

6.4 TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

La tabla relacional de actividades es un cuadro o matriz organizado en diagonal en el que se plasman las relaciones de proximidad que necesita cada actividad en relación con las demás actividades. Esta tabla tiene la capacidad de plasmar y evaluar la necesidad de proximidad entre todas las áreas que se incluyen en la agroindustria. Para ello primero numeraremos todas las zonas que componen la industria (tabla 6.5).

Tabla 6.5. Numeración de las zonas de la agroindustria.

Zona	Numeración
Oficinas	1
Baños/ aseos	2
Vestuarios	3
Laboratorio	4
Zona de Comedor	5
Cuarto limpieza	6
Muelle de recepción y expedición	7
Almacén materia prima I	8
Almacén materia prima II	9
Almacén producto auxiliar	10
Zona de procesado	11
Almacén productos acabados	12
Taller mantenimiento	13
Almacén residuos	14

Además de ello, se define un conjunto de criterios recogidos en la tabla 6.6 bajo los cuales, se estudia la necesidad de proximidad entre dos actividades.

Tabla 6.6. Criterios de proximidad.

Valor	Criterio
1	Proximidad en el proceso
2	Higiene
3	Control y seguridad
4	Malos olores
5	Accesibilidad
6	Ruido

Por último para la realización de la matriz, hay que establecer el tipo de relación que comparten las zonas que se codifican con un código y color distinto en función del grado de relación que requieren.

Tabla 6.7. Códigos de las relaciones asociadas en el proceso

Código	Tipo de relación	Color asociado
A	Absolutamente necesaria	Rojo
E	Especialmente importante	Naranja

I	Importante	Verde
O	Ordinaria	Azul
U	Sin importancia	Blanco
X	No aconsejable	Amarillo

La tabla 6.8 muestra la relación de actividades.

Tabla 6.8. Tabla relacional de actividades

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		I-4	A-5	U-1	I-4	U-1	U-1	E-1	E-1	E-1	X-6	U-1	X-6	X-4
2			U-1	X-2	O-5	U-1	U-1	X-1	X-1	X-1	X-2	X-1	U-1	X-4
3				U-1	U-1	U-1	U-1	O-1	O-1	O-1	E-1	O-3	O-3	X-4
4					U-1	I-2	E-3	I-3	I-3	I-3	E-3	O-3	X-3	X-4
5						U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	U-1	X-4
6							U-1	X-3	X-3	X-3	E-3	X-3	U-1	U-1
7								A-1	E-1	E-1	X-2	X-1	U-1	U-1
8									O-1	O-1	A-1	X-1	X-2	X-3
9										O-1	E-1	U-1	X-2	X-3
10											E-1	A-1	X-2	X-3
11												A-1	I-1	E-5
12													X-2	U-5
13														U-1
14														

A continuación se desarrolla un plano realizado mediante la macro de layout. Para ello a las letras de la tabla relacional anterior hay que otorgarle un valor numérico el cual queda recogido en la tabla 6.9.

Tabla 6.9. Valor numérico de los códigos de la tabla 6.8.

Código	Valor numérico
A	100.000
E	10.000
I	1.000
O	100
U	10
X	0

Con estos valores se establece la matriz que va a ser ingresada en la macro. La matriz queda reflejada en la tabla 6.10, que se muestra a continuación.

Tabla 6.10: Matriz numérica de las relaciones entre estancias

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		1000	100000	10	1000	10	10	10000	10000	10000	10	10	0	0
2			10	0	100	10	10	0	0	0	0	0	10	0
3				100	10	10	10	100	100	100	10000	100	0	0
4					10	1000	10000	1000	1000	1000	10000	100	0	0
5						10	10	10	10	10	10	10	10	0
6							10	0	0	0	10000	0	10	10
7								100000	100000	100000	0	0	10	10
8									100	100	100000	0	0	0
9										100	10000	10	0	0
10											10000	100000	10	0
11												100000	1000	10000
12													10	10
13														10
14														

6.5 DISTRIBUCIÓN MEDIANTE LAYOUT

La distribución de la agroindustria se desarrollará principalmente organizando un croquis de la planta de la industria. Para ello se utiliza la macro de Excel denominada Layout, donde ingresaremos la superficie de cada departamento que compone la agroindustria (tabla 6.4). Se introducirá también la matriz numérica (tabla 6.10), la cual establece la proximidad a la que deben estar los diferentes departamentos. Para determinar las dimensiones generales de la agroindustria tenemos que tener en cuenta el dimensionado de la zona de procesado que se ha planteado en el anejo 5, de la cual resulta 21 metros de ancho y 27 metros de largo por lo tanto se sabe que la superficie será mayor por ello establecemos una largura de 38 metros y una anchura de 32 metros, dando una superficie total de 1.216 m², siendo esta superficie superior a la mínima necesaria de 878, 5 m².

Facility Layout

Problem Name:	Production	Method:	Sequence
Number Depts.:	14	Layout:	Aisle
Length(cells):	32	Fill Departments:	No
Width(cells):	38	Measure:	Euclidean
Area (cells):	1216	Number Aisles:	8
Cost:	9371089	Dept. Width:	5

Department	Color	Area-require	Area-define	x-centroid	y-centroid	Sequence
Oficinas	1	30	30	2,5	3	1
Baños/ aseos	2	6	6	2,16666675	6,66666651	2
Vestuarios	3	16	20	2,5	9,19999981	3
Laboratorio	4	15	15	2,5	12,69999998	4
Zona de Comedor	5	12	12	2,41666675	15,416667	5
Cuarto limpieza	6	9	9	2,5	17,5	6
Muelle de recepción y expedición	7	40	40	2,5	22,39999996	7
Almacén materia prima I	8	70	70	5,5	28,3428574	8
Almacén materia prima II	9	21	26	7,5	21	9
Almacén producto auxiliar	10	26	26	7,53846169	15,8076925	10
Zona de procesado	11	567	567	16,7063484	15,4206352	11
Almacén productos acabados	12	40	40	27,5	23,8000011	12
Taller mantenimiento	13	15	15	27,5	18,29999992	13
Almacén residuos	14	21	27	27,4629631	14,0925922	14

Figura 6.1: Área ocupada por los distintos departamentos.

Lo que nos muestra el siguiente mapa:

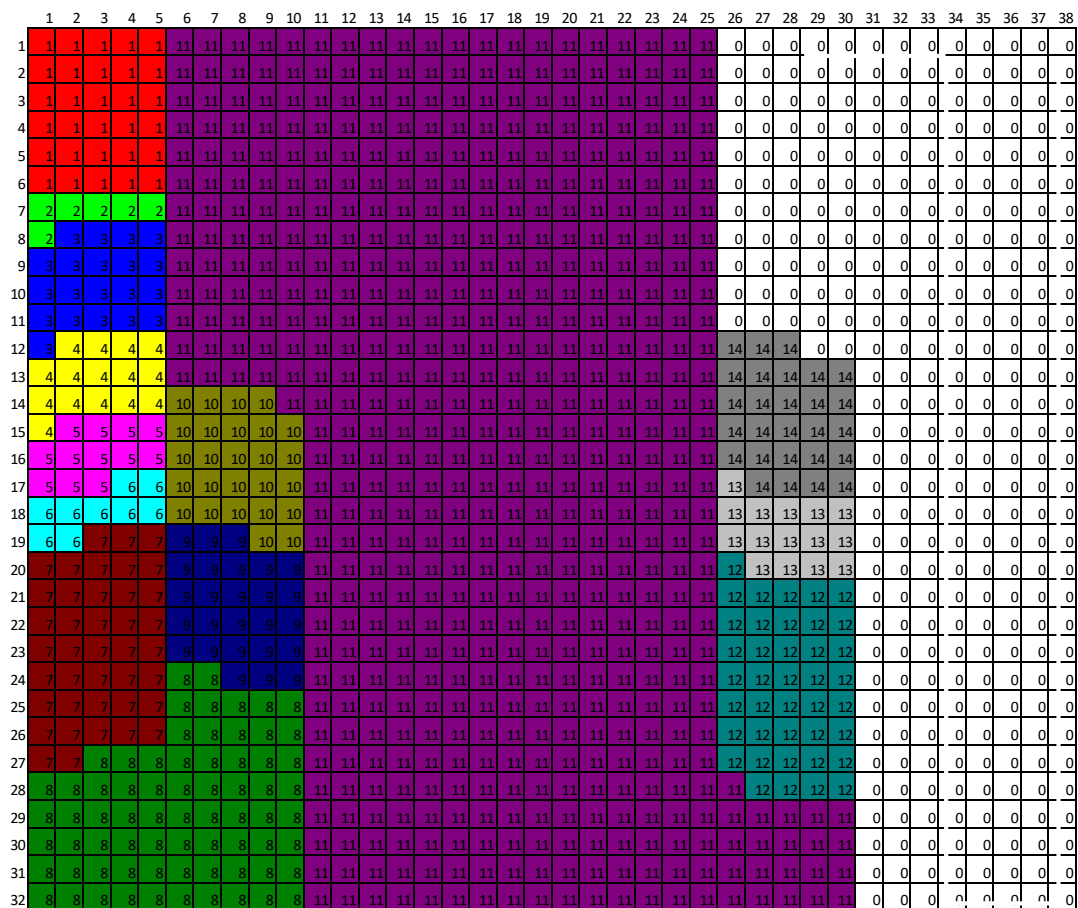


Figura 6.2: Distribución ofrecida por la macro Layout.

6.6 DISTRIBUCIÓN FINAL DE PLANTA.

La distribución que se establece en la figura 6.2 puede ser cambiada de forma manual. Además de ello se añade un espacio denominado 0 que sería el empleado en el tránsito para pasar de una zona a otra. El cambio debe seguir las dimensiones de la zona de procesado que se establece en el anejo 5.

Por ello, la distribución final queda de la manera que se muestra en la figura 6.3, teniendo una superficie total de 1.216 m². Esta distribución final de la planta también quedará reflejada en el documento de planos.

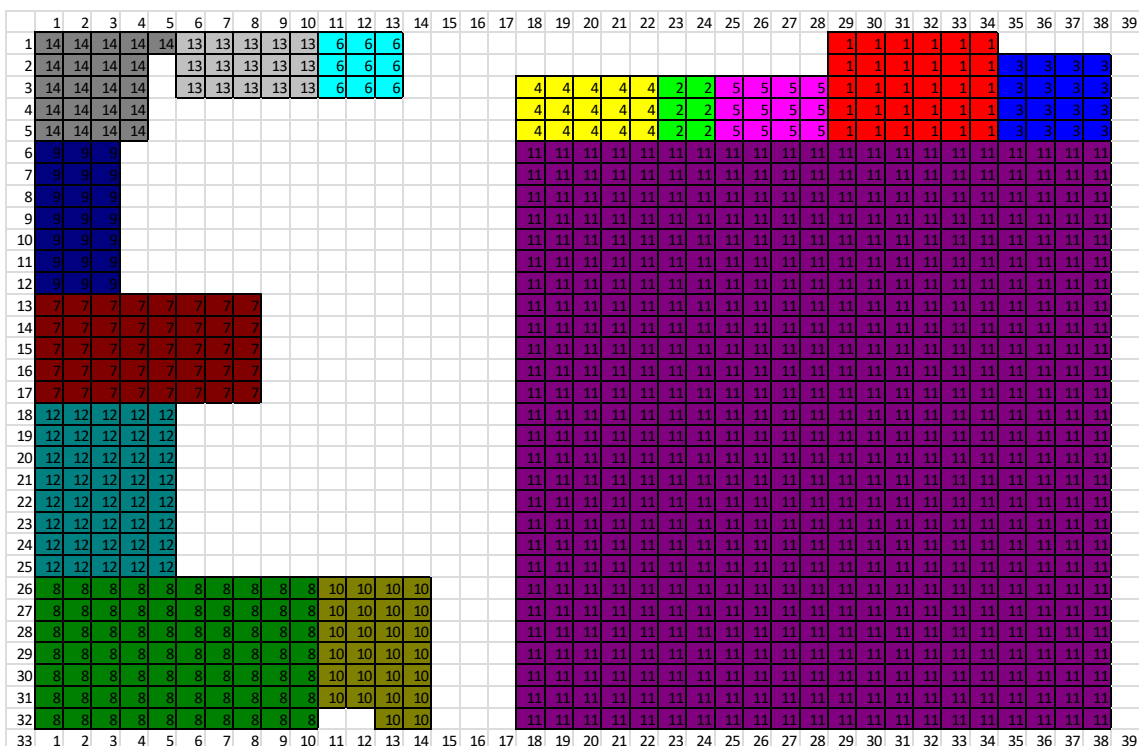


Figura 6.3: Distribución final de los departamentos en la agroindustria.

Se observa que la superficie destinada al departamento 9, correspondiente con el almacén de materia prima II, quedando muy limitado para la manipulación constante de materia prima. Lo que supone un riesgo que el envoltorio de la materia prima sufra un daño, esparciéndose el material del interior, lo que se deduciría a daños colaterales que perjudican el resto de materias.

Por ello se decide ampliar un metro la anchura del departamento, obteniéndose una superficie total de 28 m². Esta ampliación de zona, conlleva a incrementar también el almacén de residuos industriales, debido a que debe instalarse el acceso a dicho departamento.

El plano final de la distribución de planta se muestra en el plano número 5, donde cada departamento tiene asociado las dimensiones de la tabla 6.2.

ZONA	SUPERFICIE (m ²)
Oficinas	31,5
Baños	6
Vestuarios	21,885
Laboratorio	15
Comedor	12
Muelle de recepción y expedición	40
Almacén materia prima I	70
Almacén materia prima II	28
Almacén productos auxiliares	28
Zona de procesado	567

Almacén Productos terminados	42
Cuarto de limpieza	9
Taller mantenimiento	18,6
Almacén residuos industriales	33,8
Zona de paso	293,215
TOTAL	1216

ANEJO 7:

JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

Anejo 7:Justificación Urbanística

7.1.	SITUACIÓN GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO	2
7.2.	PARCELA	2
7.3.	COMUNICACIÓN.....	4
7.4.	INFRAESTRUCTURAS EXTERIORES.....	4
7.4.1.	PAVIMENTACIÓN.....	4
7.4.2.	SUMINISTRO DE AGUA POTABLE	5
7.4.3.	SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	5
7.4.4.	SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	5
7.4.5.	SUMINISTRO DE GAS.....	5
7.4.6.	RECOGIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS.	5
7.4.7.	RED TELEFÓNICA	5
7.5.	INFRAESTRUCTURAS INTERIORES	5
7.5.1.	APARCAMIENTOS:	6
7.5.2.	VALLADO PERIMETRAL:.....	6
7.5.3.	PAVIMENTO.....	6
7.5.4.	ESTRUCTURA	7
7.5.4.1.	CERRAMIENTO EXTERIOR.....	7
7.5.4.2.	CERRAMIENTO INTERIOR	7
7.5.4.3.	DISEÑO HIGIENICO	7
7.5.4.3.1.	EQUIPOS.....	8
7.5.4.3.2.	SUPERFICIES.....	8
7.5.4.3.3.	ACCESIBILIDAD Y FACILIDAD DE DESMONTAJE:.....	9
7.5.4.3.4.	DRENAJE	9
7.5.4.3.5.	ESTANQUEIDAD	9
7.5.4.3.6.	MATERIALES:	10
7.5.4.3.6.1.	Acero inoxidable	10
7.5.4.3.6.2.	Aluminio	10
7.5.4.3.6.3.	Materiales poliméricos.....	11
7.5.4.3.6.4.	Materiales no aptos para uso en industria alimentaria	11

En este anejo se van a explicar los diferentes aspectos que influyen en la ubicación de la agroindustria. Con ello se cuestionará si la ubicación es correcta para el buen funcionamiento de los procesos industriales a los que se dedica.

7.1. SITUACIÓN GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO

La villa de Fuentes de Ebro pertenece a la comarca de Zaragoza. La localidad está bañada por dos ríos, el río Ebro y el río Ginel, afluente este último del primero. Al tener dos ríos, la huerta de fuentes de Ebro se divide en dos; la Huerta Ginel y la Huerta del Ebro.

El término de Fuentes de Ebro linda con las localidades de El Burgo de Ebro, Mediana, Roden (este último está recogido como parte del municipio de Fuentes de Ebro), Quinto y Codo. Estas localidades se disponen a la margen izquierda del río Ebro mientras que a la margen derecha se sitúan Villafranca de Ebro, Osera de Ebro y Pina.

7.2. PARCELA

Las instalaciones de la agroindustria se ubicarán en el municipio de Fuentes de Ebro, que forma parte de la comarca central, la cual pertenece a la provincia de Zaragoza. Encontrándose a unos 28 km de la capital aragonesa.

Se ubicará en el camino 0 del polígono industrial “La Corona” a una distancia de 2 Km del núcleo urbano, del citado municipio, por la N-232a sentido Zaragoza.

El polígono está situado de forma paralela a la Nacional 232 y a él se accede mediante la N-232a, facilitando tanto la entrada como la salida mediante una rotonda de acceso al polígono. La industria estará situada a una distancia de 1,5 km desde el acceso al polígono.

La parcela en la que se desea instalar la agroindustria es de propiedad del ayuntamiento de Fuentes de Ebro, para esta parcela no existen problemas urbanísticos para su segregación.

La parcela tiene una numeración de 03767, registrada en la sede del catastro. Esta disponible para la edificación pudiendo ser tanto segregada como unida a otras parcelas ya edificadas. Por ello la parcela donde se desea instalar la agroindustria aparece marcada en la figura 7.1 donde se muestran las parcelas ocupadas, coloreadas y las que no tienen ocupación en blanco.



Figura 7.1. Plano de la distribución de las parcelas del polígono industrial “La Corona” (arriba), numeración de la sede del catastro (medio) y detalle de la parcela seleccionada (abajo). Fuente Ayuntamiento Fuentes de Ebro, Sede Catastro y Sigpac.

Este tipo de parcela está catalogado como terreno edificable para uso industrial. El total de la parcela tiene forma rectangular, con unas dimensiones de 120 m de largo y 60 m de ancho. Las parcelas colindantes, pertenecen a una empresa de complementos automovilísticos de la empresa COPO ZARAGOZA S.U.A. Los otros lados de la parcela, tanto la parte derecha como la parte del fondo son las vías del polígono, siendo cualquiera de estos lados el acceso a la parcela. Con los datos mostrados anteriormente la parcela tiene una superficie total de 7.200 m². Debido a que no se va a necesitar toda la superficie que ofrece la parcela, el ayuntamiento otorga a las empresas poder dividir la parcela, para comprar la superficie necesaria. La agroindustria solo necesitará una superficie de 2200 m². En la edificación de esta parcela se deben cumplir las normas que se rigen en Plan General de Ordenación Urbana de Fuentes de Ebro. Estas normas afectan principalmente a la altura del edificio, retranqueos y fachadas.

7.3. COMUNICACIÓN

El polígono industrial de Fuentes de Ebro, se encuentra en una situación privilegiada al ubicarse en el Centro del arco que comunica el espacio Atlántico con el Mediterráneo y con el centro del país, situándose a unos 300 Km de Bilbao, espacio Atlántico, Barcelona, espacio mediterráneo, y Madrid, centro del país; todos ellos bien comunicados tanto por autovía y autopista A2 y AP68, como por ferrocarril. Esta privilegiada situación facilita el acceso a centros productivos y comerciales de primer orden, reduciendo los costes de transporte y facilitando la movilidad de las mercancías por su fácil acceso a los mercados nacionales. La posición estratégica del polígono favorece el diseño de estrategias productivas basadas en la logística.

7.4. INFRAESTRUCTURAS EXTERIORES

A continuación se indican algunas de las infraestructuras con las que cuenta el polígono y que afectan a la parcela del proyecto. El polígono cuenta con una superficie total de 542.000,98 m², el cual está dividido en calles y parcelas que se utilizan con fines industriales. Hay un total de 18 empresas instaladas en el polígono industrial.

7.4.1. PAVIMENTACIÓN

Las calles del polígono están conformadas por acera, zona de aparcamiento y calzada teniendo una anchura total de 16 m.

La acera cuenta con 2 m de anchura, y se encuentra ubicada en ambos lados de la calle. En ambos lados de la calle y sobre la acera se sitúa el alumbrado público, siendo en este caso farolas urbanas de 9 m de altura. Están separadas a una distancia uniforme de 50 m de longitud.

A ambos lados de la calle hay una zona de aparcamiento con el firme de hormigón, con una anchura de 3 m. Dejando así el espacio suficiente para estacionar los vehículos a ambos lados de la vía sin entorpecer el tránsito.

En la parte central está ubicada la calzada, con dos carriles pavimentados. Y con una anchura total de 6m. Todas las calles del polígono son de doble sentido permitiendo el tránsito de vehículos en ambas direcciones.

La vía cuenta con el alcantarillado necesario para la evacuación del agua de lluvia, situándose las alcantarillas entre la zona de aparcamiento y la calzada.

7.4.2. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

El agua potable que se suministra a todas las parcelas pertenecientes al polígono es la misma que abastece el consumo de boca del municipio. Proveniente del sistema de abastecimiento Yesa – Loteta. El agua recibe un tratamiento de potabilización previa al suministro en las diversas industriales, la potabilización del agua se realiza en una potabilizadora adecuada para cubrir las necesidades del polígono, tanto en calidad del agua como en el caudal necesario para las industrias.

La red de distribución de agua potable está soterrada bajo las vías del polígono, llegando así a todas las parcelas, contando en la derivación a cada una de ellas con un contador y una llave de paso en la entrada a la parcela. A la parcela seleccionada se le asegura, por parte de la empresa gestora del suministro de agua, una presión de 4 kg/cm².

7.4.3. SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales de la parcela se recogen en arquetas principales, discurren la red de saneamiento del polígono soterrada por debajo de las vías del mismo. Esta red de saneamiento deriva las aguas residuales a la planta depuradora municipal, debido a que el polígono actualmente no cuenta con depuradora. La depuradora vierte el agua depurada al río Ebro.

7.4.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El polígono cuenta con red eléctrica tanto de alta como de baja tensión, que se distribuye soterrada bajo las aceras y las vías del polígono haciendo así su distribución posible a todas las parcelas.

7.4.5. SUMINISTRO DE GAS

El polígono cuenta con una red de suministro de gas, preparado para su empleo en cualquiera de las parcelas con las derivaciones individuales y contadores necesarios. El gas llega a cada empresa mediante conductos enterrados bajo las vías del polígono.

7.4.6. RECOGIDA DE RESIDUOS SÓLIDOS.

El polígono cuenta con los servicios de recogida de residuos sólidos, transportándolos al vertedero municipal. Para el caso de residuos específicos, la propia empresa es la encargada de gestionarlos, ya sea llevándolos a un punto limpio o poniéndose en contacto con empresas especializadas en la recogida de los mismos.

7.4.7. RED TELEFÓNICA

En cuanto a las comunicaciones, el polígono posee conexión telefónica, de internet mediante banda ancha ADSL, y buena cobertura de telefonía móvil.

7.5. INFRAESTRUCTURAS INTERIORES

La parcela cuenta con un acceso para vehículos y otro para peatones, los dos accesos dan a la calle en la que establece la parcela.

7.5.1. APARCAMIENTOS:

Según las Normas Urbanísticas del Plan General de ordenación urbana, las dotaciones de aparcamiento serán como mínimo de 1 plaza por cada 5 empleados o 100 m² construidas de uso industrial o comercial.

Por lo tanto como la nave tiene una superficie de 1.216 m², tendremos 12 plazas de aparcamiento.

7.5.2. VALLADO PERIMETRAL:

La parcela debe disponer de vallado perimetral para separarla del resto de instalaciones y servir de seguridad.

En esta parcela se colocarán dos tipos de cerramientos, un tipo para el cerramiento limítrofe con el viario público y otro para los otros 3 laterales de la parcela.

El vallado del viario público estará formado por un muro realizado con bloque de hormigón hasta una altura de 1 m, y por encima se coloca una malla de rejilla galvanizada electro-soldada de 1 m de altura, haciendo un vallado de 2 m de altura total. Esta malla se ancla a postes de acero laminado en frío de 50.50.4 y 2 m de altura, colocados cada 2,5 m de distancia. Los postes se empotrarán en los huecos de los bloques de hormigón, rellenándolos con hormigón en masa.

El cerramiento de los otros 3 laterales se realiza mediante malla de simple torsión de forma romboidal de alambre de 2,7 mm. Dicha malla se sujeta en postes de 2,3 m de altura, de diámetro 48 mm, galvanizados en caliente por inmersión. La separación entre postes es de 3 m y entre jabalones de 15 m. Los postes van anclados a un muro perimetral de fábrica de bloque de 0,3 m, y empotrados en el terreno 0,3 m con hormigón en masa.

Para permitir la entrada y salida a la parcela se colocará una puerta metálica corredera de una hoja de 6.00 x 2.00 m en el acceso desde el viario principal. La puerta está formada por bastidor a base de perfiles rectangulares laminados en frío, con zócalo inferior liso de 40 cm de altura con doble chapa lisa de 1,5 mm.

7.5.3. PAVIMENTO

Para la urbanización de la parcela se debe realizar un pavimentado del suelo. La zona exterior de la nave se pavimentará mediante un pavimento flexible de mezcla bituminosa. El pavimento limítrofe con lo vial y con terreno natural se rematará con un bordillo.

Considerando que el tráfico más frecuente y de mayor relevancia que accederá a la parcela serán camiones con capacidad de carga de entre 15 y 20 toneladas, este pavimento se encuadra como medio-alto (T2) y por ello se empleará un asfalto de calidad media (E2). Para la realización de esta pavimentación se procederá de la siguiente forma:

- Se extenderá una sub-base de 15 cm de zahorra natural compactada hasta llegar a la cota prevista.
- Se finalizará con un pavimento asfáltico formado por riego de imprimación y mezcla bituminosa de tipo grueso G-12 de 4 cm, riego de adherencia y mezclabituminosa de tipo denso D-12 de 4 cm.
- El suelo contará con una pendiente del 3%0 en dirección al exterior de la zona pavimentada de la parcela, para dirigir el agua de lluvia, vertiendo el agua de lluvia de la zona pavimentada al perímetro exterior de tierra de la parcela.

7.5.4. ESTRUCTURA

La estructura de la nave será de pórticos metálicos a dos aguas, con una luz de 32 m. La modulación entre pórticos será de 7,2 m y la altura total con la que contará la nave se establecerá en 8,5 m, teniendo una altura de pilar de 7 m. La superficie que ocupa la nave dentro de la parcela se puede observar en la figura 6.3.



Figura 6.3. Superficie ocupada por la nave. Elaboración propia SIGPAC

7.5.4.1. CERRAMIENTO EXTERIOR

El cerramiento exterior de la industria se realizará con bloques huecos (30x40x20 cm). Se colocarán ladrillos cara vista, de 6 cm de espesor y el aislamiento se realizará mediante panel sándwich vertical de 80 mm de espesor. A lo largo de las fachadas laterales se abrirán ventanas para mejorar la iluminación y ayudar a la ventilación.

7.5.4.2. CERRAMIENTO INTERIOR

El cerramiento interior para la separación de las dependencias interiores se realizará mediante fábrica de bloque prefabricado de 20 cm de espesor. En las zonas de oficinas los tabiques serán de fábrica de ladrillo de 10 cm de espesor. Estos se tomarán y se enlucirán con mortero de cemento, y posteriormente se pintarán con pintura plástica. Se dispondrá de un falso techo tanto en oficinas, aseos, vestuarios, laboratorio, zona de comedor, el cuarto de la limpieza y la zona de procesado. La altura de colocación del falso techo está en 3 m, poniéndose por encima de este diversas conducciones. Además el interior de la agroindustria tendrá que seguir unas restricciones para asegurar la calidad del alimento, en cuanto a medidas higiénicas se refiere.

7.5.4.3. DISEÑO HIGIENICO

Tanto las instalaciones como los equipos que forman la industria alimentaria deben estar diseñados y contruidos de acuerdo a unos principios de diseño higiénico para garantizar la seguridad alimentaria.

Este diseño tiene como objetivo reducir o eliminar los riesgos que puedan existir de una posible contaminación física, química o microbiológica para los alimentos. Estos riesgos se pueden dar tanto de forma directa como de forma indirecta. Además con el diseño higiénico se persigue facilitar tanto las actividades de limpieza y desinfección como facilitar la conservación de la instalación así como de los equipos de trabajo.

Por lo tanto, el diseño higiénico va a combinar los factores de tipo mecánico, de tecnología y de higiene alimentaria. Por ello se han de tener en cuenta factores como los materiales de construcción, las superficies de contacto, la accesibilidad, drenabilidad, hermetismos, etc.

La normativa sobre los principios generales del diseño higiénico se recoge en la legislación europea, concretamente en la Directiva 98/37/CE y el Reglamento 852/2005/CE. Sin embargo esta legislación no establece requisitos específicos, pero existen varias agencias involucradas en el diseño higiénico y en la producción higiénica de alimentos, donde se publican documentos y guías que sirven de referencia, incluyendo requerimientos específicos y facilitando el cumplimiento de los registros legales. Las agencias más reconocidas son: European Hygienic Engineering and Design Group (EHEDG), A-3 Sanitary Standards Inc. (A-3 SSI) y la National Sanitation Foundation International (NSF).

Además, existe una norma internacional de referencia que es la UNE-EN ISO 1672 con el título “Maquinaria para procesado de alimentos: conceptos básicos y requisitos de higiene”, que especifica los requisitos de higiene comunes aplicables a la maquinaria para la preparación y el procesado de alimentos, con el fin de eliminar o minimizar el riesgo de contagio, infección, enfermedad o lesión causados por los alimentos.

7.5.4.3.1. EQUIPOS

El Reglamento 842/2004, establece la obligatoriedad de las empresas alimentarias de crear, aplicar y mantener sistemas de autocontrol basados en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPC). Un aspecto de los más importantes es la higiene, ya que la calidad del producto depende de la limpieza de los equipos, utensilios y de las instalaciones.

Se debe garantizar que la instalación o el equipo se pueden limpiar de forma adecuada y que sus superficies y componentes resisten el contacto con los productos alimentarios y los productos químicos que se utilizan para la limpieza.

En el caso de conducciones y tuberías, para facilitar su limpieza deben cumplir los siguientes requisitos: las juntas de unión deben estar realizadas con material sanitario autorizado; las conducciones deben carecer de soldaduras y rugosidades internas; las tuberías, conducciones y válvulas deben tener una pendiente mínima del 1% para facilitar el escurrido y no presentar zonas muertas; las válvulas deben ser auto-vaciantes, para que no se produzcan acumulaciones de suciedad al interrumpirse el flujo; los cierres y juntas deberán resistir los cambios de temperatura a los que son sometidos.

7.5.4.3.2. SUPERFICIES

Las superficies no deben presentar un riesgo toxicológico por lixiviación de componentes al alimento. Además las superficies que entren en contacto con el alimento deben resistir a detergentes, desinfectantes y todas aquellas sustancias que entren en contacto con la superficie. Los materiales con las que se realizan no pueden ser absorbentes y algunas condiciones que se deben cumplir, son las siguientes:

- Evitar escalones debidos a la falta de alineación de distintas superficies.
- En las juntas no deben existir fisuras en las que puedan quedar retenidos restos de suciedad.
- Debe evitarse el uso de juntas tóricas en contacto con el alimento e impedir el contacto del producto con uniones roscadas.
- Las esquinas deben tener, preferentemente, un radio igual o superior a 6 mm, el radio mínimo es de 3 mm. Se deben evitar las esquinas agudas, es decir, menores o iguales a 90°.
- Las superficies en contacto con el producto deben tener baja rugosidad, sin imperfecciones como picaduras, repliegues y fisuras. La rugosidad es el conjunto de irregularidades que posee una superficie, R_a representa la

rugosidad media. Las superficies en contacto con alimentos deben tener una rugosidad media R_a igual o inferior a $0,8 \mu\text{m}$.

- Las soldaduras deben estar enrasadas, ser continuas y sin imperfecciones.
- Además superficies como paredes y suelos deben de ser de un color claro, como por ejemplo el blanco, para facilitar de forma visual la higiene de la sala.

7.5.4.3.3. ACCESIBILIDAD Y FACILIDAD DE DESMONTAJE:

Las partes principales de los equipos y las que entran en contacto con los alimentos, deben ser fáciles de desmontar, para que se les pueda realizar una limpieza de forma relativamente rápida y seguida de su montaje. Además estas partes también deben ser accesibles para la inspección visual.

Además estos equipos se deben poder desmontar fácilmente con la mano o con herramientas sencillas.

7.5.4.3.4. DRENAJE

El diseño de los equipos utilizados en el procesado de alimentos debe facilitar el drenado de los líquidos procedentes de los alimentos, de la condensación o de los productos de limpieza y desinfección, que en caso de acumularse podrían suponer un peligro químico. Los sistemas de drenaje evitarán salpicaduras, se podrán limpiar fácilmente y tendrán la inclinación adecuada para facilitar la salida de efluentes.

Se deben evitar superficies horizontales, deben tener pendiente hacia un lado, de forma que el líquido fluya alejándose de la zona en contacto con el alimento. Las superficies diseñadas para evitar el estancamiento, son predominantemente convexas y redondeadas para propiciar la circulación de líquidos.

Es muy importante la integridad estructural de los materiales de construcción, de modo que las superficies no se alabeen o cambien de forma con las variaciones de temperatura y puedan causar el estancamiento de líquidos.

Los desagües deben permitir la limpieza del suelo, facilitando la evacuación rápida de desechos líquidos. Los desagües y canalones deben estar equipados con rejillas y sumideros para retener los restos sólidos.

7.5.4.3.5. ESTANQUEIDAD

Determinados equipos o elementos deben ser totalmente estancos para evitar la acumulación de suciedad, pero también para evitar otro tipo de problemas como son los contactos eléctricos o el mal funcionamiento de los equipos debido al mojado de piezas sensibles a la humedad.

Por ello en los equipos se deben de proteger algunos mecanismos como por ejemplo el motor, que debe llevar una carcasa estanca y no oxidable. En general se recomienda el acero inoxidable como material de aislamiento.

Las zonas huecas del equipo, como son los bastidores, se deben evitar en la medida de lo posible o deben sellarse herméticamente, siempre es preferible la estructura maciza al tubo hueco y la estructura monobloque a la combinación de piezas, laminados, etc. Los elementos como placas de montaje, soportes, cajas de conexión, tapones terminales y cualquier otra pieza deberán estar soldados a la superficie y no unirse mediante orificios taladrados o roscados.

El aislamiento térmico del equipo se debe realizar de tal forma que el material aislante no pueda ser mojado por entrada de agua desde el exterior. La entrada de agua también puede dar lugar a una pérdida de rendimiento del aislante.

Las recomendaciones de clasificación internacional de protección que se deben satisfacer como mínimo al construir equipos para entornos sometidos a lavados intensos son los que se pueden observar en la figura 6.4.

IP65	Conjuntos de transportador, dispositivos de clasificación y de separación, sensores y complementos opcionales	IP65 ausencia total de entrada de polvo. Protección frente a chorros de agua a baja presión. El agua proyectada por una boquilla sobre la carcasa desde cualquier dirección no tendrá ningún efecto nocivo.
IP66	Motores de accionamiento	IP66 ausencia total de entrada de polvo. Protección frente a chorros de agua potentes. El agua proyectada en chorros potentes sobre la carcasa desde cualquier dirección no tendrá ningún efecto nocivo.
IP69k	Células de pesaje, cajas y armarios de control que contengan componentes electrónicos sensibles, por ejemplo, PC industrial PC (IPC)	IP69k la especificación DIN 40050-9 estándar para aplicaciones de lavado a alta presión y alta temperatura. Estas carcasas deben poder resistir la limpieza a alta presión y con vapor.

Figura 6.4. Clasificación internacional de protección.

Las instalaciones eléctricas de iluminación deben ser estancos para evitar el anidamiento de roedores e insectos o la acumulación de suciedad. Debe garantizarse la estanqueidad de todos los aparatos eléctricos en las zonas de manipulación de alimentos en las que se llevan a cabo operaciones de limpieza y desinfección. Los sistemas de iluminación también deben estar protegidos por compartimentos estancos, de forma que en caso de rotura no puedan caer sobre los alimentos y suponer un peligro físico. Además su diseño debe permitir la limpieza fácil y evitar la acumulación de polvo.

7.5.4.3.6. MATERIALES:

Los materiales de construcción en la industria alimentaria deben ser resistentes a la corrosión, no tóxicos, mecánicamente estables, de fácil limpieza y no deben contribuir a la proliferación de microorganismos. Además deben ser completamente compatibles con el producto, el entorno, y los productos y los métodos de limpieza y desinfección. Su acabado superficial no debe verse afectado por las condiciones del uso al que se destinan.

7.5.4.3.6.1. Acero inoxidable

En general, el acero inoxidable ofrece una gran resistencia a la corrosión, por ese motivo se usa mucho en la industria alimentaria. La gama de aceros inoxidables disponibles es grande y la selección de la calidad más apropiada depende de las propiedades corrosivas (no sólo por lo que respecta a los iones químicos involucrados, sino también al pH y la temperatura) del proceso y de los productos de limpieza y desinfección. La elección también estará determinada por otros factores como las tensiones a las que esté sometido el acero y a su soldabilidad, dureza, coste, etc.

Los aceros utilizados en la industria alimentaria son el AISI-304L (para procesos en que se ve sometido a bajos niveles de cloruro, bajas temperaturas y pH no ácido) y el AISI-316L, que se utiliza más comúnmente por su mayor resistencia a la corrosión. Si las temperaturas se acercan a 150° C, incluso los aceros AISI-316 pueden sufrir corrosión y puede que sea necesario el uso de aceros AISI-410, AISI-409, AISI-329.

7.5.4.3.6.2. Aluminio

El aluminio es un metal muy ligero y muy buen conductor eléctrico y térmico, presenta, una excelente resistencia a la corrosión ya que reacciona con el oxígeno para formar una capa muy delgada de óxido de aluminio, que le protege de los medios corrosivos. Tiene una baja dureza, pequeña resistencia al desgaste y su utilización a alta temperatura es muy limitada. Por este motivo únicamente se utiliza para la fabricación de algunos utensilios.

7.5.4.3.6.3. Materiales poliméricos

Los polímeros presentan propiedades que los hacen aptos para su uso en industria alimentaria, como son; baja densidad, amplio rango de utilización, su coste e incluso cierta resistencia a la corrosión. Sus propiedades varían mucho, en función de la materia prima utilizada, los aditivos incorporados y el procedimiento de fabricación.

Al igual que el resto de materiales utilizados en la industria alimentaria deben ser inocuos y se deben seleccionar en función de las condiciones del uso al que se destinan.

Los polímeros termoplásticos utilizados en alimentación suelen ser resistentes a los ácidos, álcalis y productos de limpieza y desinfección, soportan grandes variaciones de temperatura y suelen emplearse en la construcción de tuberías, accesorios y cintas transportadoras.

Los termoestables suelen pertenecer a las familias de los poliésteres, los poliuretanos y las resinas epoxídicas. El intervalo de temperaturas de uso es más amplio que para los termoplásticos, pero son más sensibles a ácidos y álcalis.

Los elastómeros o cauchos suelen emplearse para cierres, juntas, tuberías y cintas transportadoras. El más utilizado es el caucho natural, pero también se emplean otros sintéticos como el neopreno.

7.5.4.3.6.4. Materiales no aptos para uso en industria alimentaria

En algunos casos son materiales que han sido ampliamente utilizados, pero bien la experiencia o los nuevos requerimientos han hecho que se desaconseje su uso en industria alimentaria, un ejemplo es el acero galvanizado que se deteriora con gran facilidad.

Debe evitarse el uso del plomo en soldaduras y el del cadmio y antimonio en la construcción de equipos en contacto con los alimentos. Tampoco se debe utilizar la madera y otros materiales absorbentes. El uso de componentes pintados en zonas de producción de alimentos está totalmente desaconsejado, puesto que los revestimientos acaban por estropearse y podrían contaminar el producto.

ANEJO 8:

INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

Anejo 8: Instalación frigorífica.

8.1.	INTRODUCCIÓN	2
8.2.	CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA	2
8.3.	TEMPERATURAS DE CÁLCULO	2
8.4.	AISLAMIENTO	3
8.5.	MÉTODO DE CÁLCULO	7
8.5.1.	Calor de refrigeración.....	7
8.5.2.	Calor de refrigeración del embalaje.....	8
8.5.3.	Calor debido a la respiración del producto	8
8.5.4.	Calor transmitido a través de los cerramientos	9
8.5.5.	Carga térmica debida a la renovación del aire.....	9
8.5.6.	Carga térmica debido a instalaciones interiores.....	11
8.5.7.	Cálculo de la carga térmica debido a la iluminación	12
8.5.8.	Cálculo de la carga térmica debido a la entrada de operarios en la cámara.	12
8.5.9.	Cálculo de la carga térmica debido a pérdidas diversas	13
8.6.	Cálculo de potencia frigorífica.....	14
8.7.	EQUIPO FRIGORÍFICO DE LA CÁMARA FRIGORIFICA.....	15
8.8.	REFRIGERANTE	17

8.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la selección de la instalación frigorífica necesaria para abastecer a la cámara frigorífica, siendo de obligado cumplimiento el CTE- DB – HE y el RITE (Reglamento de instalaciones térmicas en edificios).

La única cámara frigorífica estará destinada al almacenamiento de cebolla fresca la cual ha de conservarse entre 5 y 7° C. Sus dimensiones y orientación serán las siguientes: 10 m de largo, estas paredes estarán orientadas tanto al norte como al sur, 7 m de ancho con una orientación hacia el este y el oeste y 4 m de altura.

Para su diseño es necesario determinar la potencia frigorífica. Además se realizará la selección de los equipos frigoríficos en base a la estimación realizada y el tipo de aislamiento a colocar en la cámara.

8.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA

A continuación se describen las principales características climatológicas de la zona donde se va a ubicar la industria y que afectan de manera directa a la instalación de refrigeración (Tabla 8.1). Estas características son la temperatura media mensual, la temperatura máxima mensual, temperatura mínima mensual y humedad relativa media mensual.

Tabla 8.1. Datos climatológicos en el municipio de Fuentes de Ebro durante al año 2019

Año	Mes	Tª media (°C)	Tª máxima (°C)	Tª mínima (°C)	Humedad media (%)
2019	1	5,7	15,15	-4,28	74,37
2019	2	8,52	25,28	-2,4	68,23
2019	3	11,73	24,94	-1,13	54,48
2019	4	13,1	25,89	-0,2	63,32
2019	5	16,78	31,81	3,08	53,11
2019	6	23,56	43,73	6,09	43,61
2019	7	26,37	42	13,36	47,8
2019	8	25,7	39,93	14,16	51,35
2019	9	21,39	33,07	9,02	54,28
2019	10	16,99	30,14	5,03	67,92
2019	11	10,48	25,42	-1,12	76,6
2019	12	8,23	18,01	-0,46	89,83

8.3. TEMPERATURAS DE CÁLCULO

Para el cálculo de la instalación frigorífica se ha de concretar la temperatura de cálculo, tc. Para ello se tiene en cuenta la temperatura media del mes más cálido (Tme), la temperatura máxima del año (Tmax), además de la humedad relativa media del año.

Temperatura media del mes más cálido	26,37
Temperatura máxima del año	43,73
Humedad relativa media	62,075

$$\text{temperatura de cálculo } (t_c) = 0,6 \cdot T_{max} + 0,4 \cdot T_{me} = 0,6 \cdot 43,73 + 0,4 \cdot 26,37 = 36,786$$

Temperatura de cálculo t_c	36,786
------------------------------	--------

La cámara frigorífica tiene sus paredes colindantes con otras 4 paredes que forman parte de la agroindustria. Por ello, se deben considerar la temperatura que estas tienen ya que implican una pérdida de calor a través de los cerramientos.

La temperatura de la cara Norte se pondera por 0,6, mientras que la de la cara Este se pondera por 0,8 y la Oeste por 0,9 mientras que el lado Sur de la cámara frigorífica mantiene la temperatura de cálculo. Los datos obtenidos se pueden consultar en la tabla 8.2.

Tabla 8.2. Temperaturas de los lados de la cámara frigorífica con respecto a la orientación. Elaboración propia.

Orientación	Temperaturas medias °C		Temperaturas de cálculo °C	
Norte	$0,6 \cdot T_{me}$	15,822	$0,6 \cdot T_c$	22,0716
Sur	T_{me}	26,37	T_c	36,786
Este	$0,8 \cdot T_{me}$	21,096	$0,8 \cdot T_c$	29,4288
Oeste	$0,9 \cdot T_{me}$	23,733	$0,9 \cdot T_c$	33,1074
Cubierta	$T_{me} + 12$	38,37	$T_c + 12$	48,786
Suelo	$(T_{me} + 15)/2$	20,685	$(T_c + 15)/2$	25,893

Las cebollas deberán almacenarse a una temperatura comprendida entre 4 y 10 °C, por tanto la cámara frigorífica deberán permanecer a una temperatura establecida entre 5 y 7 °C. La humedad relativa debe establecerse en el 90 %.

8.4. AISLAMIENTO

El objetivo principal del aislamiento es reducir las pérdidas de frío a través de las paredes, el techo y las puertas, para mantener una temperatura adecuada en el interior de la cámara de refrigeración. Además se ha de proporcionar un ahorro energético. Por ello, deben ajustarse las pérdidas de calor a unos valores prefijados por unidad de superficie y evitar las condensaciones.

El aislamiento será realizado mediante paneles prefabricados de espuma de poliuretano, por ser uno de los mejores aislantes disponibles en el mercado para esta función. Cuenta con unas propiedades características por ser termoaislante, tener buena impermeabilidad al agua, tener un peso ligero y una resistencia mecánica relativamente alta (tabla 8.3). La instalación de este material es fácil, económica y con una alta adherencia a los materiales empleados en la construcción.

Tabla 8.3. Características de la espuma de poliuretano. Fuente: FAO

Densidad y conductividad térmica a 20-25 °C de aislantes de poliuretano		
Tipo	Densidad (kg/m ³)	Conductividad térmica (W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹) / (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)
Espuma de poliuretano	30	0,026/0,0224
Plancha rígida de poliuretano expandido	30	0,02-0,025/0,0172-0,0215 promedio: 0,0225/0,0193
Plancha rígida de poliuretano expandido	40	0,023/0,02
Plancha rígida de poliuretano expandido	80	0,04/0,34
Poliuretano expandido in situ	24-40	0,023-0,026/0,0198-0,0224 promedio: 0,0245/0,0211

Fuente: FAO, 1989.

Establecemos el valor de 0,028 W/m°C para la conductividad del aislante de poliuretano (K).

Para las cámaras de refrigeración los valores recomendados de pérdidas de carga se establecen en el RITE entre 8 y 9 W. Por ello se escoge un valor de 8 W de pérdida de carga para diseñar el espesor del que debería disponer el aislante.

Para averiguar la transferencia de calor que se da a través de una pared plana nos ayudaremos de la ecuación 1

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde

- Q transferencia de calor (W)
- U es el coeficiente global de transmisión de calor (W/m²°C).
- A es la superficie del cerramiento (m²).
- ΔT es el gradiente de temperaturas que se da entre el exterior de la cámara y el interior de esta. (°C).

Se debe averiguar el espesor necesario del material de aislamiento para que no se produzcan pérdidas caloríficas mayores a 8 W.

Para ello, primero se debe calcular el coeficiente global de transmisión de calor de diseño (U_{diseño}). Una vez obtenido este dato, calcularemos que espesor tiene el aislante, con U_{diseño}. Entonces para el dato de la pared que tenga un espesor más desfavorable calcularemos U, el coeficiente global de transmisión de calor necesario ó real. Y por último se averiguará la transferencia de calor que ocurre a través de las paredes.

Por lo tanto, se sabe que la pérdida de carga, equivale a $\frac{Q}{A}$, y como conocemos el incremento de temperatura que se da entre el exterior y el interior de la cámara (tabla 8.4) calculamos el coeficiente global de transmisión del calor de diseño, a partir de la ecuación 1, obtenemos la ecuación 2 y sus resultados (tabla 8.5).

$$U_{\text{diseño}} = \frac{\frac{Q}{A}}{\Delta T} \quad (\text{ecuación 2})$$

Tabla 8.4. Incremento de la temperatura y superficie en las paredes formadas por la cámara. Elaboración propia.

	Pared Norte	Pared Sur	Pared oeste	pared este	Techo	Suelo
Tª interior (°C)	5	5	5	5	5	5
Tª exterior (°C)	22	37	30	33	49	25
ΔT (°C)	17	32	25	28	44	20
Dimensiones (m2)	40	40	28	28	70	70

Tabla 8.5. Resultados obtenidos aplicando la ecuación 2.

	Q/A (W/m ²)	ΔT °C	U diseño (W/m ² °C)
Pared Norte	8	17	0,470588235
Pared Sur	8	32	0,25
Pared oeste	8	25	0,32
pared este	8	28	0,285714286
Techo	8	44	0,181818182
Suelo	8	20	0,4

Una vez que se ha calculado U_{diseño}, se procede a realizar el cálculo del valor teórico del espesor en cada cerramiento. Para ello se empleará la ecuación 3.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{K_j} + \frac{1}{h_e} \quad (\text{ecuación 3})$$

Dónde:




- h_i es el coeficiente de convección aire-superficie interior. (m² K/W)
- h_e es el coeficiente de convección aire-superficie exterior. (m² K/W)
- e_j es el espesor de cada una de las capas de material que componen la superficie. (m)
- K_j es la conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen las distintas capas de la pared, suelo o techo de la cámara frigorífica.

Para calcular el espesor de los paneles de poliuretano se va a despreciar el espesor de las capas que forman el paramento, exceptuando la capa de aislante. Por ello la ecuación 3 se simplifica a la ecuación 4.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{e_j}{K_j} + \frac{1}{h_e} \quad (\text{ecuación 4})$$

Los coeficientes de convección interior y exterior $\frac{1}{h_i}$ y $\frac{1}{h_e}$ se determinan a partir del documento de apoyo DA DB-HE/1 "Cálculo de parámetros característicos de la envolvente del CTE-DB-HE". Por lo tanto $\frac{1}{h_e}$ y $\frac{1}{h_i}$ equivalen respectivamente a R_{se} y R_{si}, mostrados en la tabla 8.6.

Tabla 8.6. Resistencias térmicas superficiales de particiones. Fuente: DB HE.

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,17	0,17

* R_{si} y R_{se} son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente [$m^2 \cdot K / W$]

A partir de los datos mostrados en las tablas 8.5 y 8.6 y el valor de la conductividad de poliuretano (0,028 W/m °C), se calculan los espesores de los cerramientos de la cámara mediante la ecuación 4. Los resultados son mostrados en la tabla 8.7.

Tabla 8.7. Valores necesarios de los aislantes en los diferentes cerramientos de la cámara frigorífica.

	Q/A (W/m ²)	ΔT (°C)	U diseño (W/m ² °C)	$1/h_i$ (m ² °C/W)	$1/h_e$ (m ² °C/W)	e_j (m)
Pared Norte	8	17	0,470588235	0,13	0,13	0,05222
Pared Sur	8	32	0,25	0,13	0,13	0,10472
Pared oeste	8	25	0,32	0,13	0,13	0,08022
Pared este	8	28	0,285714286	0,13	0,13	0,09072
Techo	8	44	0,181818182	0,1	0,1	0,1484
Suelo	8	20	0,4	0,17	0,17	0,06048

Como se puede observar el espesor más desfavorable es el del techo con una superficie de 0,14 m, con lo cual se debe elegir un espesor comercial de 0,15 m.

A partir de la ecuación 4 y con los siguientes datos, como son el valor más desfavorable del espesor de aislante, los valores de $1/h_i$, $1/h_e$ mostrados en la tabla 8.7, y la conductividad del aislante, se obtendrá el coeficiente global de transmisión de calor, como se muestra en la tabla 8.8. Asimismo, con este último dato y con la ayuda de la ecuación 1 y los datos mostrados en la tabla 8.4., se obtendrá la tasa de transferencia real que se da mediante los cerramientos.

Debido a que todos los calores que se calculan posteriormente están expresados en kcal/ día, se expresará la transferencia de calor en kcal/día. Para ello se ha empleado la ecuación 5 y los datos obtenidos se muestran en la tabla 8.8

$$\frac{1 J}{s} \cdot \frac{1 kcal}{4,18 kJ} \cdot \frac{1 kJ}{1000J} \cdot \frac{3600 s}{1 h} \cdot \frac{24 h}{1 día} \quad \text{ecuación 5}$$

Tabla 8.8. Cálculo de Q (tasa de transferencia de calor).

	1/U	U	Q real W	Q real kcal/día
Pared Norte	5,617142857	0,17802645	121,0579858	2502,251189
Pared Sur	5,617142857	0,17802645	227,8738555	4710,119885
Pared oeste	5,617142857	0,17802645	124,6185148	2575,846812
pared este	5,617142857	0,17802645	139,5727365	2884,94843
Techo	5,557142857	0,179948586	554,2416452	11456,09525
Suelo	5,697142857	0,17552658	245,7372116	5079,352891

8.5. MÉTODO DE CÁLCULO

Hay que realizar el balance térmico de la cámara de almacenamiento para determinar la potencia frigorífica necesaria, y elegir los equipos a emplear. El objetivo principal es el de mantener la temperatura interna de la cámara frigorífica en 5 ° C. Por ello, se debe extraer el calor inicial de la cámara y contrarrestar todas las entradas de calor que se produzcan.

Ahora se calcularán diversas transferencias de calor como son, la que se produce cuando el producto es enfriado en un primer instante, Q1, el enfriamiento del embalaje, Q2, la transferencia de calor que se produce por la respiración del producto, Q3, el calor transferido a través de los cerramientos que es el calculado en la tabla 8.8 y se denominará como Q4. La transferencia de calor que se produce por las renovaciones de aire necesarias en la cámara frigorífica se establece como Q5. Q6 corresponde al calor de bombas y ventiladores del evaporador. Q7 es la carga térmica que se da respecto a la iluminación, mientras que Q8 será la establecida por personas. Se aplicará también un coeficiente de seguridad que será denominado Q9.

8.5.1. Calor de refrigeración

Se trata de un calor que es necesario extraer al producto para reducir su temperatura de entrada hasta la del régimen de la cámara. Este calor de refrigeración no va a ser muy notable debido a que el producto ya viene refrigerado anteriormente. Para el cálculo de este calor se empleará la fórmula número 6.

$$T_f \geq T_c \quad Q_1 = M_d \cdot c_p \cdot (T_i - T_f) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Siendo:

- T_c : Temperatura de congelación °C
- T_i : Temperatura inicial del producto °C
- T_f : Temperatura final del producto °C
- Q_1 : Calor de refrigeración kcal/día
- M_d : Masa diaria de entrada de producto kg/día
- C_p : Calor específico másico antes de la congelación kca/kg °C

Datos:

- $T_c = -0,8 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_f = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- $M_d = 22.000 \text{ kg /día}$
- $C_p = 0,90 \text{ kcal/ kg }^\circ\text{C}$

Con los datos mostrados, se revuelve la ecuación 6.

$$5 \geq -0,8$$

$$Q_1 = 22000 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 0,90 \frac{\text{kcal}}{\text{kg }^\circ\text{C}} \cdot (10 - 5)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 99.000 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

8.5.2. Calor de refrigeración del embalaje

Para resolver el calor de refrigeración que necesitará el embalaje se utilizará la siguiente ecuación (7).

$$Q_2 = M_e \cdot c_e \cdot (T_i - T_f) \quad (\text{Ecuación 7})$$

Siendo:

- T_i : Temperatura inicial del producto $^\circ\text{C}$
- T_f : Temperatura final del producto $^\circ\text{C}$
- Q_1 : Calor de refrigeración kcal/día
- M_e : Masa diaria de embalaje de entrada de producto kg/día, es un 10% de la masa diaria de entrada.
- C_e : Calor específico másico del embalaje kcal/kg $^\circ\text{C}$

Datos:

- $T_i = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_f = 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- $M_e = 10\% \cdot 22.000 \text{ kg / día} = 2.200 \text{ kg / día}$
- $C_e = 0,65 \text{ kcal/ kg }^\circ\text{C}$

$$Q_2 = 2200 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cdot 0,65 \frac{\text{kcal}}{\text{kg }^\circ\text{C}} \cdot (10 - 5)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 7.150 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

8.5.3. Calor debido a la respiración del producto

La cebolla es una hortaliza, y por ello tiene una respiración constante mientras se encuentra almacenada. Esta respiración genera un calor que debe ser regenerado por frío. El calor es calculado a través de ecuación 8.

$$Q_3 = M \cdot c_r \quad (\text{Ecuación 8})$$

Siendo:

- M : La masa total almacenable kg

- C_r : calor de respiración kcal/ kg día

Datos:

- $M= 24\ 000$ kg
- $C_r=0,24$ kcal / kg día

$$Q_3 = 24\ 000\ kg \cdot 0,24 \frac{kcal}{kg\ día}$$

$$Q_3 = 5760 \frac{kcal}{día}$$

8.5.4. Calor transmitido a través de los cerramientos

La tasa total de calor que entra en la cámara por transmisión a través de paredes y techo viene dada por la expresión que se refleja en la ecuación 1. En el apartado de 4 de este anejo se calculan las pérdidas de calor que se dan a través de las paredes, del techo y suelo que quedan reflejadas en la tabla 8.8. A continuación se presenta un tabla resumen de la calculada anteriormente (tabla 8.9).

Tabla 8.9. Calores transmitidos a través de los cerramientos.

	Q real W	Q real kcal/día
Pared Norte	121,0579858	2502,251189
Pared Sur	227,8738555	4710,119885
Pared oeste	124,6185148	2575,846812
pared este	139,5727365	2884,94843
Techo	554,2416452	11456,09525
Suelo	245,7372116	5079,352891
TOTAL	1413,101949	29208,61446

$$Q_4 = 29208,61 \frac{kcal}{día}$$

8.5.5. Carga térmica debida a la renovación del aire

La apertura de las puertas de la cámara para la manipulación del género hace que el aire interior esté en constante renovación. Por ello se debe tener en cuenta el calor liberado por las renovaciones de aire que viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_5 = V \cdot N \cdot \frac{1}{V_e} \cdot (i_e - i_i) \quad \text{ecuación 9}$$

Siendo:

- Q potencia calorífica aportada por el aire en kcal/día
- V volumen interior de la cámara en m^3
- N número de renovaciones de aire al día. Cambios/día
- V_e : volumen específico m^3/ kg
- i_e : entalpía del aire exterior en kJ/kg
- i_i : entalpía del aire de la cámara en kJ/kg

Datos:

$$V = 70 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m de altura} = 280 \text{ m}^3$$

El número necesario de renovaciones de aire responde a la siguiente fórmula $N = \frac{70}{\sqrt{V}}$ siendo, $N = \frac{70}{\sqrt{280}} = 4,18$, lo que se aproxima a un total de 5 renovaciones al día.

Para la obtención de V_e se utilizan las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo en condiciones generales en Zaragoza. Estos datos son $31,5^\circ \text{C}$ y $21,1^\circ \text{C}$, respectivamente. Mediante el programa informático de Psych de EES, obtenemos los siguientes resultados:

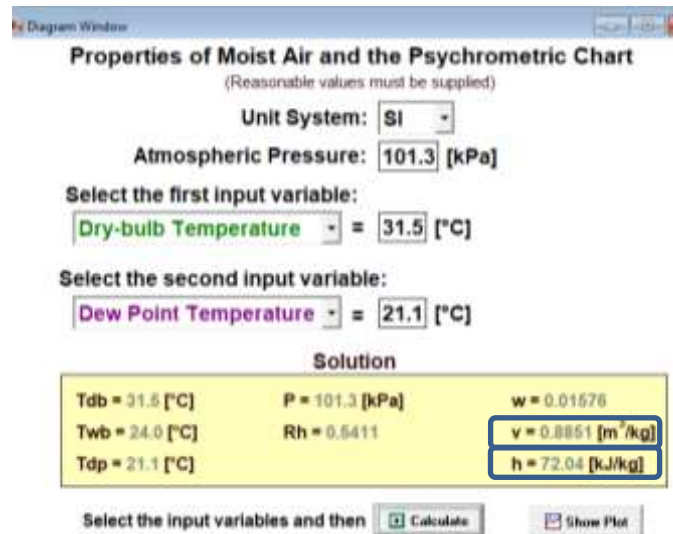


Figura 8.1. Determinación de las características del aire exterior.

De este diagrama se obtiene el dato de V_e , que corresponde al valor de $0,8851 \text{ m}^3/\text{kg}$, y el valor de la entalpía del aire exterior, el cual resulta de $72,04 \text{ kJ/kg}$.

Para la obtención de la entalpía del aire interior de la cámara frigorífica utilizaremos los valores de la humedad relativa que se establece dentro, la cual es de un 80% , y la temperatura a la que estará la cámara que es 5°C que corresponde a la temperatura de bulbo seco. Se emplea el mismo programa informativo que antes (los datos se pueden consultar en la figura 8.2). Así pues, la entalpía interior resulta ser de $15,86 \text{ kJ/kg}$

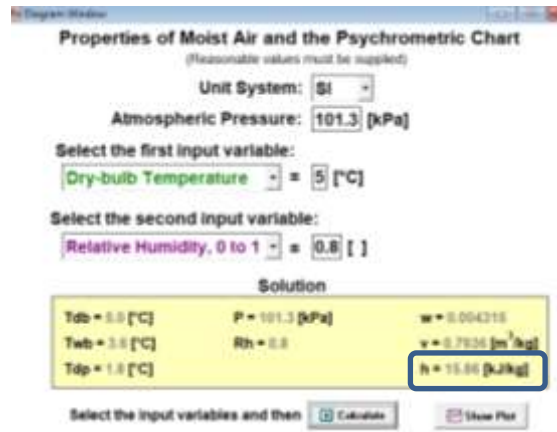


Figura 8.2. Determinación de las características del aire interior. Elaboración propia

Así pues, la ecuación 9 queda de la siguiente manera:

$$Q_5 = 280 \text{ m}^3 \cdot 5 \frac{\text{cambios}}{\text{día}} \cdot \frac{1}{0,8851 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \cdot \left(72,04 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4,18 \text{ kJ}} - 15,86 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4,18 \text{ kJ}} \right)$$

$$Q_5 = 17786,48 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

8.5.6. Carga térmica debido a instalaciones interiores

Los aparatos instalados en el interior de las cámaras (ventiladores, bombas de líquidos,..) producen un calor que se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_6 = \frac{p \cdot t}{24} \cdot 860 \quad \text{ecuación 10}$$

Siendo:

P la potencia global de todos los motores (kW) y t el tiempo de duración de los motores en (h).

Debido a que no se conoce el equipo necesario, no se conoce la potencia total de los motores ni el número de horas que deben de estar trabajando estos. Con exactitud solo se pueden conocer únicamente tras la elección del equipo, debido a que este paso es posterior a este cálculo. Por ello, se debe tener un valor aproximado que se hace mediante una estimación en función de un porcentaje de calor de transmisión, empleando la ecuación número 11.

$$Q_6 = \% \sum_{i=1}^5 Q_i \quad \text{Ecuación 11}$$

La suma de Qi se visualiza en la tabla 8.10.

Tabla 8.10. Valores de Qi

CARGA TÉRMICA	VALOR (kcal/día)
Q1	99000
Q2	7150
Q3	5760
Q4	29208,61446
Q5	17786,48654
TOTAL	158905,101

El % asociado para los ventiladores del evaporador es de 10.

$$Q_6 = 10\% \cdot 158905,101 \frac{kcal}{día}$$

$$Q_6 = 15890,51 \frac{kcal}{día}$$

8.5.7. Cálculo de la carga térmica debido a la iluminación

El alumbrado que se instala en el interior de la cámara produce un calor que hay que cuantificar. Normalmente el alumbrado instalado en el interior de las cámaras es de un bajo nivel (5-20 w/m²) y solo funciona cuando se realizan labores de carga y descarga. El calor que liberan se estima mediante la fórmula 12:

$$Q_7 = P_i \cdot S_{suelo} \cdot 0,86 \cdot t_i \quad \text{ecuación 12}$$

Siendo:

- P_i: potencia total de alumbrado (W/m²)
- S_{suelo}: superficie de la cámara (m²)
- t_i: tiempo de iluminación (h/día)

Para el cálculo suponemos que hay una potencia de alumbrado media de los valores antes indicados, 20 W/ m², cada cámara tiene una superficie de 70 m² y el tiempo de funcionamiento de la luz será de 1 hora/día

$$Q_7 = 20 \frac{W}{m^2} \cdot 70 m^2 \cdot 0,86 \frac{kcal}{h} \cdot 1 \frac{h}{día}$$

$$Q_7 = 1204 kcal/día$$

8.5.8. Cálculo de la carga térmica debido a la entrada de operarios en la cámara.

Esta carga se refiere al calor que liberan los operarios en las tareas de carga y descarga de la cámara. El calor desprendido va a depender del número de operarios, la duración de la estancia y el tipo de trabajo que realizan. La carga térmica se puede estimar mediante la ecuación 13:

$$Q_8 = P_p \cdot N_p \cdot t_p \quad \text{ecuación 13}$$

Siendo:

- P_p : calor desprendido por una persona (kcal/ persona h)
- N_p : número de personas en el interior de la cámara en el mismo instante
- T_p : tiempo de permanencia en la cámara (h/día)

Para el cálculo se supone que normalmente solo habrá un operario y que aproximadamente permanece 1 hora al día. El calor que desprende una persona a una temperatura de 5 °C es de 420 kcal/h, este dato se puede contrastar en la tabla 11.

Tabla 8.11. Potencia calorífica liberada por una persona en función de la temperatura de la cámara.

T °C	P _p kcal /h
-25	420
-20	390
-15	360
-10	330
-5	300
0	270
5	240
10	210

$$Q_8 = 240 \frac{kcal}{personas\ h} \cdot 1\ personas \cdot 1 \frac{hora}{día}$$

$$Q_8 = 240 \frac{kcal}{día}$$

8.5.9. Cálculo de la carga térmica debido a pérdidas diversas

Además de las cargas anteriormente calculadas hay algunas otras más difíciles de cuantificar como son:

- Pérdidas por convección-radiación: transmisión de calor que se produce hacia elementos de la instalación.
- Pérdidas por condensación de agua exterior: el vapor de agua que pueda entrar dentro de la cámara se congelará y este cambio de fase supone un calor importante.
- Carga térmica por descarche: en las cámaras de congelado, donde se trabaja por debajo de 0°C es necesario realizar el descarche para evitar que baje el rendimiento del evaporador, por lo que debe elevarse la temperatura del equipo por encima de 0°C para descongelar esta escarcha.

Estas pérdidas se estiman en un 10 % del total de cargas que se han calculado, lo que corresponde a la ecuación número 14.

$$Q_9 = 10 \% \sum_{i=1}^8 Q_i \quad \text{ecuación 14}$$

Q_i se muestra en la tabla 8.12

Tabla 8.12. Sumatorio de cargas térmicas.

CARGA TÉRMICA	VALOR (kcal/día)
Q1	99000
Q2	7150
Q3	5760
Q4	29208,61446
Q5	17786,48654
Q6	15890,5101
Q7	1204
Q8	240
TOTAL	176239,6111

$$Q_9 = 10 \% \cdot 176239,6111 \frac{kcal}{día}$$

$$Q_9 = 17623,96111 \frac{kcal}{día}$$

8.6. Cálculo de potencia frigorífica

Una vez calculadas todas las cargas térmicas se debe calcular la potencia frigorífica de la cámara sumando todas las cargas térmicas calculadas anteriormente (tabla 8.13).

Tabla 8.13. Total de cargas térmicas de la instalación frigorífica.

CARGA TÉRMICA	VALOR (kcal/día)
Q1	99000
Q2	7150
Q3	5760
Q4	29208,61446
Q5	17786,48654
Q6	15890,5101
Q7	1204
Q8	240
Q9	17623,96111
TOTAL	193863,5722

El calor se genera durante las 24 horas del día, pero el equipo debe extraer este calor en un número menor de horas. Se estima que el equipo debe permanecer apagado unas 6 horas para que las posibles escarchas que se hayan generado en el evaporador durante el día se puedan descongelar para evitar que el equipo se dañe. Por ello el total de horas que el equipo permanece en funcionamiento es de 18.

La potencia frigorífica se calculará a partir de la ecuación número 15, mostrada a continuación.

$$Q_e = \frac{\sum_{i=1}^9 Q_i}{t_f} \quad \text{ecuación 15}$$

Dónde:

Q_e equivale a la potencia frigorífica necesaria, $\sum_{i=1}^9 Q_i$ es la suma de las cargas térmicas calculadas anteriormente y que equivale a un total de 184577,91 kcal/día y t_f es el tiempo de funcionamiento del equipo, que termina siendo un total de 18 horas al día.

$$Q_e = \frac{193863,5722 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}}{18 \frac{\text{h}}{\text{día}}}$$

$$Q_e = 10770,19846 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Debido a que los catálogos comerciales muestran la potencia de los aparatos implicados en las instalaciones frigoríficas en kW, la potencia frigorífica debe expresarse en esas unidades.

$$Q_e = 10770,19846 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cdot \frac{4,18 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \cdot \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q_e = 12,5053971 \text{ kW}$$

La potencia necesaria de la instalación frigorífica es de 12,50 kW, por ello en los catálogos de los diversos equipos como es el evaporador y el condensador deberán tener como potencia mínima el valor de 12,50 kW.

8.7. EQUIPO FRIGORÍFICO DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA

El equipo para el almacén de materia prima I debe cubrir una potencia frigorífica de 12,50 kW, manteniendo una temperatura de 5°C en el interior de la cámara frigorífica. El equipo completo consta de varios equipos, como es la unidad condensadora y el evaporador. En el mercado hay varios tipos de equipos de refrigeración. Están los equipos que se compran en conjunto como son los equipos compactos o los equipos semi-compactos. Pero también existe la posibilidad de adquirir las unidades del equipo de refrigeración individualmente, por un lado tendríamos las unidades condensadoras y por otra se adquiere la unidad evaporadora.

En mi opinión me decanto por los equipos semicompactos ya que con ellos solo necesitas elegir un único equipo, además de que no necesitas de una sala adicional a la sala frigorífica para instalar la unidad condensadora, debido a que la condensadora puede ir instalada en la pared de la fachada de la agroindustria, sin necesidad de un espacio adicional dentro de ella.

El equipo elegido es un **equipo semicompacto con evaporadora cúbica y condensadora axial silenciosa**. A continuación se muestra el cuadro de características del equipo (figura 8.3).

230V-I-50Hz/400V-III-50Hz. Media temperatura «R134a»

Código	Versión axial Serie/modelo axiales	Compresor		POTENCIA FRIGORÍFICA / VOLUMEN CÁMARA, SEGUN TEMP CÁMARA ⁽¹⁾								Pot. abs. nom. (kW)	Int. máx. abs. (A)	Conex. frigorífica liq-gas	Peso (Kg)	c
				-5°C		0°C		5°C		10°C						
				W	m ³	W	m ³	W	m ³	W	m ³					
MF 29 784	MSF-QY-10 068	3 1/2	400 V-III	3281	42	4106	60	4998	69	5985	110	1,98	12,8	1/4-3/4	82+43	5.769,00
MF 29 785	MSF-QY-20 086	4	400 V-III	3523	45	4442	65	5429	75	6515	120	2,19	14,8	3/8-7/8	96+43	6.244,00
MF 29 786	MSF-QY-21 108	5	400 V-III	4226	58	5334	81	6521	130	7807	210	2,56	16,3	3/8-7/8	98+56	6.808,00
MF 29 787	MSF-QY-22 136	6 1/2	400 V-III	5749	80	7277	120	8831	186	10553	290	3,63	21,1	3/8-1 1/8	101+72	8.206,00
MF 29 788	MSF-QY-33 171	8	400 V-III	6746	100	8484	172	10295	197	12306	354	4,42	24,1	3/8-1 1/8	140+89	9.353,00
MF 29 789	MSF-QY-33 215	10	400 V-III	8426	130	10563	241	12857	268	15419	440	5,24	30,5	3/8-1 1/8	147+94	10.295,00
→ MF 29 790	MSF-QY-34 271	13	400 V-III	11099	165	13776	256	16622	346	19777	550	7,19	40,2	1/2-1 3/8	152+118	13.038,00

Figura 8.3. Modelos de equipos semicompactos con evaporadora cubica y condensadora axial silenciosa. Fuente: Catálogo Salvador Escoda.

A la hora de elegir el equipo se debe de seleccionar la potencia que se requiere a la temperatura a la que la cámara va a estar trabajando. Como se necesita una potencia frigorífica mayor a 12,5 kW, se puede observar que el modelo MSF-QY-33 215 a 5 ° C trabaja con una potencia de 12.857 W, pero debido a que el volumen de cámara frigorífica es de 280 m³, este tipo de modelo no nos serviría y se debe optar por un modelo mayor, el cual siga cumpliendo un mínimo de potencia frigorífica de 12.500 W y que pueda mantener los 5 °C a un volumen de 280 m³. En consecuencia se elige el modelo MSF-QY-34 271, con una potencia frigorífica de 16.622 W y un volumen de cámara de 346 m³. Este equipo cumple con lo necesario para la instalación en el almacén de materia prima I. El refrigerante que utiliza este equipo es el 134-a. Además de ello el compresor consumirá una potencia de 13 CV.

Como se puede observar en la Figura 8.4. el quipo seleccionado anteriormente pertenece a la serie 34. Por lo tanto, la unidad evaporadora que va a ir instalada en el almacén de materia prima I va a tener una largura de 2.432 mm, una anchura de 465 mm y una altura de 576 mm mientras que la unidad condensadora, que va a estar en la parte externa de la nave, va a tener las siguientes dimensiones, 1.150 mm de largo,1.097 mm de alto y 481 mm de ancho.

(1) Potencia frigorífica a temperatura exterior de 35°C y capacidad de cámara estimada según bases de cálculo.
 (2) SPL: Nivel de presión sonora a 10 m y directividad = 1.

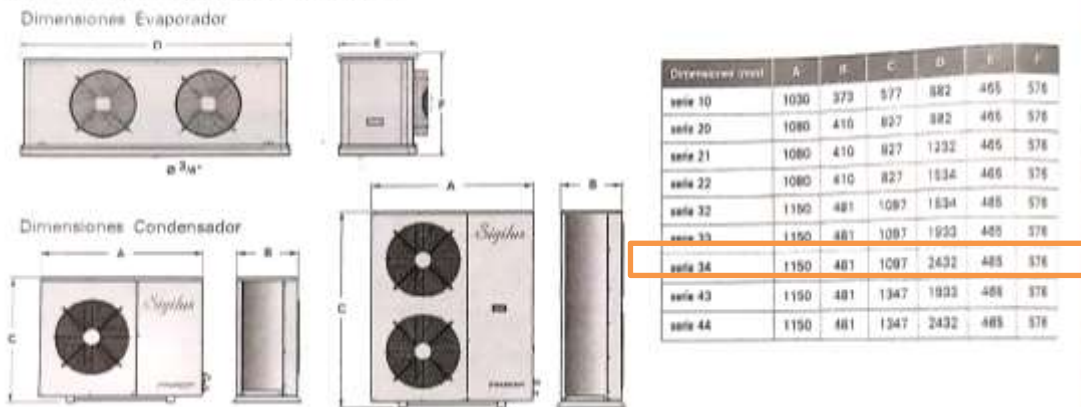


Figura 8.4. Dimensiones de la unidad condensadora y de la unidad evaporadora. Fuente: Catálogo Salvador Escoda.

En la figura 8.5 se puede el esquema de la instalación que se ha de llevar al cabo para este tipo de equipos. Y en la figura 8.6 se puede apreciar como es el equipo.

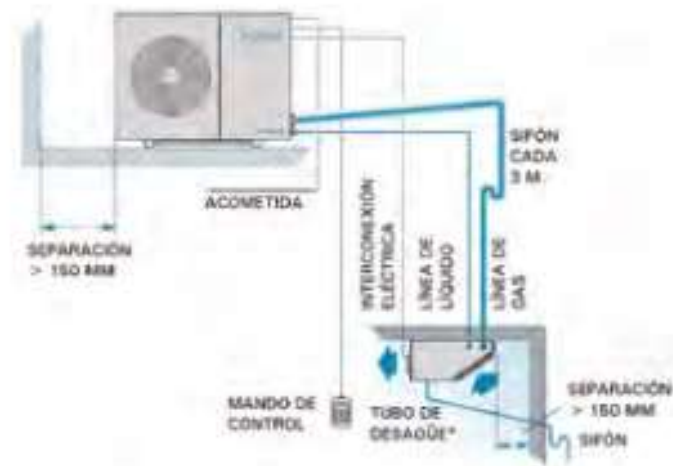


Figura 8.5. Esquema frigorífico de la instalación del equipo. Fuente: Catálogo Salvador Escoda.



Figura 8.6. Unidad condensadora axial silenciosa y unidad evaporadora cubica. . Fuente: Catálogo Salvador Escoda.

8.8. REFRIGERANTE

El refrigerante 134-a, es un refrigerante hidrofluorcarbonado (HFC), donde el átomo de cloro ha sido sustituido por flúor. Es un refrigerante químicamente estable e inerte y además, posee un potencial nulo de destrucción de ozono. Es de baja toxicidad, no es inflamable con la presencia del aire atmosférico a temperatura inferior a 100 ° C y a presión atmosférica. No es corrosivo, y es compatible con la mayoría de materiales.

Se considera el sustituto del R-12 en las aplicaciones de refrigeración, aunque hay que tener en cuenta que el cambio de refrigerante del R-12 al R-134a, debe tenerse en

cuenta la lubricación, ya que el gas del refrigerante R-134a no es miscible con los aceites minerales que deben sustituirse. Los lubricantes aconsejables para este fluido son el poliolester (POE), que resultan fuertemente hidroscolpicos.

Es un refrigerante que pertenece al grupo L1, debido a que no es combustible, y es de baja toxicidad, por ello la normativa establece que se deberá disponer de un detector de fugas, que esté instalado en la zona en la que exista la máxima carga del fluido frigorífero, que avise de manera visible y audible de la existencia de cualquier fuga de refrigerante, siempre que la carga en kilogramos dividida por el volumen de la sala de máquinas en m³, supere las indicadas en el apéndice 1 Tabla A de IF-02, la cual se muestra en la tabla figura 8.7. Según lo que establece el reglamento, la concentración del refrigerante no puede superar el 0,25 kg/m³

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m ³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según: 8) REP	
									Temp. Auto-ignición °C	Limites de inflamabilidad		Limite inferior kg/m ³ % v/v				Limite superior kg/m ³ % v/v
1	A1	R-11	Triclorofluorometano	CCl3F ⁽¹⁾	137.4	0.3	23.8	-	-	-	-	3 800	1	2		
1	A1	R-12	Diclorodifluorometano	CCl2F2 ⁽¹⁾	120.9	0.5	-29	-	-	-	-	8 100	1	2		
1	A1	R-12B1	Bromoclorodifluorometano	CBrClF2 ⁽²⁾	165.4	0.2	-4	-	-	-	-	1 300	3	2		
1	A1	R-13	Clorotrifluorometano	CClF3 ⁽¹⁾	104.5	0.5	-81.4	-	-	-	-	14 000	1	2		
1	A1	R-13B1	Bromotrifluorometano	CBrF3 ⁽²⁾	148.9	0.6	-58	-	-	-	-	5 400	10	2		
1	A1	R-22	Clorodifluorometano	CHClF2 ⁽¹⁾	86.5	0.3	-40.8	635	-	-	-	1 500	0.055	2		
1	A1	R-23 ⁽¹⁾	Trifluorometano	CHF3	70	0.68	-82.15	-	-	-	-	11 700	0	2		
1	A1	R-113	1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluorometano	CCL2FCClF2 ⁽²⁾	187.4	0.4	47.6	-	-	-	-	4 800	0.8	2		
1	A1	R-114	1,2-Dicloro-1,1,2,2-tetrafluorometano	CCLF2CClF2 ⁽²⁾	170.9	0.7	3.8	-	-	-	-	9 800	1	2		
1	A1	R-115	2-Cloro-1,1,1,2,2-pentafluorometano	CF3CClF2 ⁽¹⁾	154.5	0.6	-39	-	-	-	-	7 200	0.6	2		
1	A1	R-124	2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano	CF3CHClF ⁽¹⁾	136.5	0.11	-12.1	-	-	-	-	470	0.022	2		
1	A1	R-125	Pentafluorometano	CF3CHF2	120	0.39	-48.1	-	-	-	-	2 800	0	2		
1	A1	R-134a ⁽¹⁾	1,1,1,2-Tetrafluorometano	CF3CH2F	102	0.25	-26.2	743	-	-	-	1 300	0	2		
1	A1	R-218 ⁽¹⁾	Octofluoropropano	C3F8	188	1.84	-	-	-	-	-	7 000	0	2		
1	A1	R-C318 ⁽¹⁾	Octofluorciclobutano	C4F8	200	0.81	-6	-	-	-	-	8 700	0	2		
1	A1	R-500	R-12/152a (73.8/26.2)	CCl2F2 + CHF2CH3 ⁽¹⁾	99.3	0.4	-33.5	*	-	-	-	6 000	0.74	2		
1	A1	R-501	R-12/22 (25/75)	CCl2F2 + CHClF2 ⁽¹⁾	93.1	0.38	-41	-	-	-	-	3 150	0.29	2		

Figura 8.7. Tabla clasificatoria de los refrigerantes: Fuente IF-02

ANEJO 9:

**ESTUDIO DE VIABILIDAD
ECONÓMICA**

Anejo 9 : Estudio de viabilidad económica.

9.1.	COSTES DE INVERSIÓN	2
9.1.1.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)	2
9.1.2.	PRESUPUESTO DE CONTRATA (PC)	3
9.1.3.	PRESUPUESTO TOTAL (PT).....	3
9.1.4.	ADQUISICIÓN DE LA PARCELA.....	4
9.1.5.	COSTE DE MAQUINARIA	4
9.1.6.	INVERSIÓN TOTAL.....	5
9.2.	PAGOS	6
9.2.1.	PAGOS ORDINARIOS.....	6
9.2.1.1.	MATERIA PRIMA.....	6
9.2.1.2.	EMBALAJE	7
9.2.1.3.	ENERGIA ELÉCTRICA.....	9
9.2.1.4.	COSTES DE AGUA	11
9.2.1.5.	CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	12
9.2.1.6.	SEGUROS.....	12
9.2.1.7.	IMPUESTOS.....	13
9.2.1.8.	MANO DE OBRA	13
9.2.1.9.	OTROS PAGOS.....	14
9.2.2.	PAGOS EXTRAORDINARIOS.....	14
9.2.2.1.	CARETILLAS ELEVADORAS.....	14
9.2.2.2.	EQUIPO REFRIGERACIÓN	14
9.2.2.3.	SUSTITUCIÓN DE MAQUINARIA.....	15
9.2.3.	PAGOS FINANCIEROS	15
9.3.	COBROS	15
9.3.1.	COBROS ORDINARIOS	15
9.3.2.	COBROS EXTRAORDINARIOS	16
9.4.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	16

Con la finalidad de analizar la viabilidad económica del anteproyecto, se deben analizar una serie de indicadores económicos que reflejen si la inversión en la agroindustria es rentable o no. Para ello se calcularán los gastos totales de la empresa al cabo de un año y se estimarán los ingresos generados por la venta de los productos elaborados en la agroindustria. Esto nos permite la elaboración de los flujos de caja ordinarios. Además, se necesita calcular el importe de préstamo necesario, así como el interés al que es sometido dicho préstamo.

Una vez disponibles todos estos datos se calcularán los índices económicos, VAN y TIR. EL VAN es un indicador de si la inversión es rentable mientras que el TIR indica el plazo de recuperación del capital invertido.

También se realizará un análisis de sensibilidad, donde se observa cómo cambian los indicadores ante cambios en la estructura de costes y beneficios y demás parámetros que pudieran estar presentes en la evaluación.

Se considera la vida útil del proyecto, el número de años durante los cuales la inversión estará en funcionamiento y generando rendimientos positivos. Se considera una vida útil de 20 años, tanto en lo que respecta a obra civil como a las instalaciones. En maquinaria la vida útil se fija en torno a 10 debido al desgaste que se puede ocasionar en el procesado.

9.1. COSTES DE INVERSIÓN

Los costes de inversión son aquellos realizados para producir beneficio durante un tiempo superior a un año. Será la inversión inicial, es decir, la inversión de la obra así como el equipamiento de la industria. Además de estos gastos se tiene en cuenta el coste de compra del terreno y la inversión de maquinaria.

Para calcular los gastos de inversión, cogeremos los datos de diversos proyectos para estimar el valor de ejecución por metro cuadrado de una obra. Esto se hace debido a que este documento se trata de un anteproyecto y en él no salen los documentos de construcción. Por ello a partir de diversos proyectos de obra, de una agroindustria, se calculará cuánto cuesta la realización de la obra por metro cuadrado y a partir de ahí se calculará el precio que tendría esta agroindustria. Este precio es el que se denominará como presupuesto de ejecución de material.

A partir de este presupuesto se calculará el presupuesto de contrata y el presupuesto total de la obra que es el importe total a desembolsar.

9.1.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL (PEM)

El presupuesto de ejecución de material es el importe de coste de los materiales y de la mano de obra necesaria para la ejecución de una obra.

Este presupuesto se calculara multiplicando la medición por el precio unitario de cada unidad de obra.

Los costes de las unidades de obra se totalizan por capítulos relativos a distintos oficios que intervienen en la obra. Estos capítulos, son por ejemplo el movimiento de tierras, la red horizontal de saneamiento, albañilería, la instalación de fontanería así

como la de electricidad, la pintura, etc. La suma de todos estos capítulos es lo que da el presupuesto de ejecución de material.

Se elige como dato del presupuesto de ejecución del material el valor aportado en el Proyecto Fin de Carrera de Carlos Marco Nocito titulado “Diseño y construcción de una industria congeladora de vegetales en Ejea de los Caballeros”. Este valor es de 523.889,26 € sin IVA. Este proyecto tiene una superficie de construcción de 2.160 m² lo que da un resultado de 242,54 €/m².

La agroindustria tiene una superficie total de 1.216 m², lo que supondría un importe total del presupuesto de ejecución de material de 294.930,25 € sin considerarse el IVA. A partir de este presupuesto se va a estimar el valor del presupuesto de contrata y el presupuesto total.

9.1.2. PRESUPUESTO DE CONTRATA (PC)

El presupuesto de contrata es el importe que cobra el contratista y al presupuesto de ejecución de material se le debe añadir unas partes proporcionales que son las de gastos generales y las de benéfico económico. Estos porcentajes no están fijados por ninguna normativa, pero se van a determinar a partir de los valores habituales empleados en la contratación de obras oficiales. Adquiriendo un valor del 6 % sobre el PEM para los gastos de beneficio industrial o económico y un 13 % sobre el PEM para los gastos generales obtenemos PC (tabla 9.1).

Tabla 9.1. Cálculo de PC. Elaboración propia.

PEM	294.930,25
13% GASTOS GENERALES	38.340,93
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	17.695,82
PC	350.967,00

Así pues, se obtiene un presupuesto de contrata por un valor de 350.967,00€

9.1.3. PRESUPUESTO TOTAL (PT)

El presupuesto total, es el importe final a desembolsar tras sumar al presupuesto de contrata los demás gastos necesarios para la materialización de la obra.

Estos gastos son:

- El tipo vigente del impuesto sobre el valor añadido (IVA) en todos los actos que están sujetos al mismo.
 - Se va a estimar un 21 % del valor total del presupuesto de contrata.
 - Se estimarán también el IVA de los honorarios al ingeniero, así como los honorarios al técnico de seguridad y salud.
- Los honorarios de un ingeniero que intervendrá como proyectista y director de obra.
 - Se van a estimar un 9 % del PEM
- Los honorarios de un técnico competente, encargado de redactar el “estudio de seguridad y salud” previo a la obra y asumir la coordinación de seguridad durante la ejecución de la misma.

- Se estima un 3 % del valor del PEM
- Se tiene en cuenta también el impuesto conocido como “licencia de obra”, que depende de la normativa vigente en el municipio donde se va ejecutar la obra.
 - Se estima un porcentaje de 4,5 % respecto al presupuesto de contrata.

De esta manera el presupuesto total se obtiene como la suma aritmética de todos los valores explicados anteriormente (tabla 9.2).

Tabla 9.2. Presupuesto total. Elaboración propia.

PC	350.967,00
IVA (21 % PC)	73.703,07
HONORARIOS INGENIERO(9%PEM)	26.543,72
IVA (21 % H.INGEN)	5.574,18
HONORARIOS SEGURIDAD Y SALUD (3%PEM)	8.847,91
IVA (21 % H.SYS)	1.858,06
LICENCIA DE OBRAS (4,5 % PC)	15.793,51
PRESUPUESTO TOTAL	483.287,45

La cantidad total a la que asciende el presupuesto total es de **483.287,45€**.

9.1.4. ADQUISICIÓN DE LA PARCELA

La parcela a la que está destinada la agroindustria cuenta con una superficie de 2200 m². En el polígono industrial de La Corona el ayuntamiento ha establecido un precio de compra de 30 €/m² lo que ofrece una cifra total de **66.000 €** de coste de adquisición de terreno.

9.1.5. COSTE DE MAQUINARIA

La maquinaria supone una cantidad importante en la inversión. En la tabla 9.3 se recoge el precio de la maquinaria. El coste total de la maquinaria es 617.92, 93 €.

Tabla 9.3. Coste de maquinaria. Elaboración propia.

Equipo	Precio	Unidades	%IVA	IVA	PRECIO FINAL
Volcador	7.075,00	1,00	0,21	1.485,75	8.560,75
Cinta transportador de rodillos	950,00	1,00	0,21	199,50	1.149,50
Cepilladora rodillos	3.200,00	1,00	0,21	672,00	3.872,00
Mesa inspeccion visual	4.800,00	1,00	0,21	1.008,00	5.808,00
Linea de pelado	72.000,00	1,00	0,21	15.120,00	87.120,00
Lavadora	32.890,00	2,00	0,21	6.906,90	79.593,80
Cortadora	14.000,00	1,00	0,21	2.940,00	16.940,00
Cinta pesaje continuo	8.800,00	1,00	0,21	1.848,00	10.648,00
Escaldador	32.030,00	1,00	0,21	6.726,30	38.756,30
Cinta transportadora elevadora	7.800,00	1,00	0,21	1.638,00	9.438,00
Tanque de almacenamiento	9.370,00	1,00	0,21	1.967,70	11.337,70
Tunel de enfriado	11.475,00	1,00	0,21	2.409,75	13.884,75
Molino de martillos fino	8.725,51	1,00	0,21	1.832,36	10.557,87
Molino de martillos grueso	6.568,00	1,00	0,21	1.379,28	7.947,28

Báscula	240,00	1,00	0,21	50,40	290,40
Depositos	458,85	4,00	0,21	96,36	2.220,83
Mezcaldora	5.250,00	1,00	0,21	1.102,50	6.352,50
Mesa acero inoxidable	348,00	1,00	0,21	73,08	421,08
Deshidratador	15.789,00	1,00	0,21	3.315,69	19.104,69
Marmita de coción	11.389,73	1,00	0,21	2.391,84	13.781,57
Freidora	10.896,00	1,00	0,21	2.288,16	13.184,16
Mesa de escurrido	5.372,00	1,00	0,21	1.128,12	6.500,12
Elevador sinfín	4.867,00	2,00	0,21	1.022,07	11.778,14
Llenadora polvo	27.876,00	2,00	0,21	5.853,96	67.459,92
Máquina termosellado	1.359,00	1,00	0,21	285,39	1.644,39
Llenadora viscoso	35.089,00	1,00	0,21	7.368,69	42.457,69
Lavador frascos vacios	11.000,00	1,00	0,21	2.310,00	13.310,00
Lavadora frascos llenos	12.970,00	1,00	0,21	2.723,70	15.693,70
Cerradora de tapes	10.656,00	2,00	0,21	2.237,76	25.787,52
Etiquetadora bolsas	6.789,00	1,00	0,21	1.425,69	8.214,69
Etiquetadora tarros	9.533,00	1,00	0,21	2.001,93	11.534,93
Autoclave	8.500,00	1,00	0,21	1.785,00	10.285,00
Envolvedora	2.365,00	1,00	0,21	496,65	2.861,65
Campanas extractoras de humos	1.125,00	1,00	0,21	236,25	1.361,25
Cinta transportadora 800 x 700	1.400,00	1,00	0,21	294,00	1.694,00
Cinta transportadora 700 x 600	1.200,00	1,00	0,21	252,00	1.452,00
Cinta transportadora 1500 x 400	2.400,00	1,00	0,21	504,00	2.904,00
Cinta transportadora 1000 x 550	2.100,00	1,00	0,21	441,00	2.541,00
Cinta transportadora 800 x 600	1.300,00	1,00	0,21	273,00	1.573,00
Cinta transportadora 4200 x 250	3.800,00	1,00	0,21	798,00	4.598,00
Cinta transportadora 4000 x 500	4.000,00	1,00	0,21	840,00	4.840,00
Cinta transportadora 3000 x 500	3.000,00	1,00	0,21	630,00	3.630,00
Cinta transportadora 2000 x 400	1.700,00	2	0,21	357,00	4.114,00
Cintas trasnsprotadoras inicio /final fase 1500 x 1000	1.500,00	2,00	0,21	315,00	3.630,00
Cintas trasnsprotadoras inicio /final fase 2000x 2025	3.000,00	1,00	0,21	630,00	3.630,00
Cintas trasnsprotadoras inicio /final fase 2000x 1700	2.875,00	1,00	0,21	603,75	3.478,75
TOTAL					617.942,93

9.1.6. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es la suma del presupuesto total de obra, el coste de adquisición de parcela y el coste de compra de maquinaria. Elevándose la inversión total a **1.167.230,39€**.

Esta inversión la llevará a cabo la cooperativa San Miguel mediante un préstamo del 60 % del total de la inversión. El préstamo será pagado en 10 años y con interés del 5 %.

9.2. PAGOS

Existen tres grupos de pagos según la función de la periodicidad con la que se dan, se clasifican en pagos ordinarios, pagos extraordinarios y pagos financieros.

Los **pagos ordinarios** son aquellos que se consideran derivados de la industria, que son necesarios para la realización normal de la actividad productiva.

Los **pagos extraordinarios**, son aquellos que se efectúan con una periodicidad mayor al año y cubren unos costes eventuales.

Los **pagos financieros**, son los pagos que se deben establecer para saldar el adeudo con la entidad financiera.

9.2.1. PAGOS ORDINARIOS

Los pagos ordinarios que se dan son: la materia prima, el embalaje, la mano de obra, la energía eléctrica, agua, mantenimiento y conservación, seguros, impuestos, además de otros pagos.

9.2.1.1. MATERIA PRIMA

La materia prima es el producto fundamental en la industria ya que sin ella no se podrían realizar las diversas elaboraciones. Es por ello que la materia prima supone uno de los pagos más importantes.

El precio de la materia prima es oscilante al cabo de los años, por ello se toma un valor medio de los mismos. En la tabla 9.4 se muestran las cantidades necesarias de producto así como su precio en la tabla 9.5.

Tabla 9.4. Necesidades de materia prima. Elaboración propia

MATERIA PRIMA	Necesidades/día (kg)	Necesidades/mes (kg)	Unidades
Cebolla	1000	22000	44
Harina	19,6393328	432,0653217	18
Sal	12,39612348	272,7147165	19
Azúcar	52,95201417	1164,944312	47
Ácido cítrico	4,412667848	97,07869265	10
Aceite de girasol	45,34968406	997,6930493	5
Aceite de oliva	35,30134278	776,6295412	34

Tabla 9.5. Costes de materia prima. Elaboración propia.

CEBOLLA		
Precio de compra de cebollas		
20	cts /kilo	
Necesidades/mes	22000	kilos /mes
Necesidades /año	264000	kilos/año
Precio año	52800	€/año
HARINA		
Precio de compra harina		
precio		

20	€/25 kg	
Necesidades/mes	18	sacos 25 kg
Precio al mes	360	€/mes
Precio año	4320	€/año
<u>SAL</u>		
Precio		
4,85	€ /15 KG	
Necesidades/mes	19	sacos 15 kg
Precio al mes	92,15	€/mes
Precio año	1105,8	€/año
<u>azucar</u>		
Precio		
18,75	€/25 kg	
Necesidades/mes	47	sacos 25 kg
Precio al mes	881,25	€/mes
Precio año	10575	€/año
<u>Acido citrico</u>		
Precio		
26,8	€/10 kg	
Necesidades/mes	10	sacos 10 kg
Precio al mes	268	€/mes
Precio año	3216	€/año
<u>Aceite girasol A.O</u>		
Precio		
38,5	€/25 l	
Necesidades/mes	5	garrafas 25 litros
Precio al mes	192,5	€/mes
Precio año	2310	€/año
<u>Aceite de Oliva</u>		
Precio		
43,25	€/25 l	
Necesidades/mes	34	garrafas 25 litros
Precio al mes	1470,5	€/mes
Precio año	17646	€/año

Los costes totales de materia prima al año ascienden a 91.972,80 euros.

9.2.1.2. EMBALAJE

Los productos acabados están envasados en frascos con sus respectivos tapes o en bolsas y además van etiquetados. Tanto los frascos como las bolsas son agrupados en cajas y éstas a su vez son puestas en pallets y enrollados con film stretch para asegurarlas en el transporte. Los gastos de pallets y film stretch se consideran un 2 % del total de los envases de frascos, tapes, bolsas, etiquetas y cajas. En la tabla 9.6. se detalla el precio de los envases, etiquetas, cajas y film stretch y en la tabla 9.7 el coste total del embalaje que asciende a 447.989,88 €/año.

Tabla 9.6. Coste anual de envases, etiquetas y cajas

PRECIO DE FRASCOS		
FRASCOS 50 GRAMOS		
PRECIO	0,22	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	3652	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	43824	
PRECIO TOTAL	9641,28	€/año
FRASCOS 150 GRAMOS		
PRECIO	0,28	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	10967	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	131604	
PRECIO TOTAL	36849,12	€/año
FRASCOS 240 GRAMOS		
PRECIO	0,3	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	40458	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	485496	
PRECIO TOTAL	145648,8	€/año
BOLSAS Doy pack stand up		
PRECIO	0,2	€/un
UNIDADES NECESARIAS /MES	22847	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	274164	
PRECIO TOTAL	54832,8	€/año
TAPAS FRASCOS 50 GRAMOS		
PRECIO	0,1	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	3652	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	43824	
PRECIO TOTAL	4382,4	€/año
TAPAS FRASCOS 150 GRAMOS		
PRECIO	0,16	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	10967	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	131604	
PRECIO TOTAL	21056,64	€/año
TAPAS FRASCOS 240 GRAMOS		
PRECIO	0,25	€/UN
UNIDADES NECESARIAS /MES	40458	
UNIDADES NECESARIAS /AÑO	485496	
PRECIO TOTAL	121374	€/año
ETIQUETAS		
PRECIO	0,08	€/UN
UNIDADES NECESARIAS MES	77924	
UNIDADES NECESARIAS AÑO	935088	
PRECIO TOTAL	74807,04	€/año
CAJAS		
PRECIO	0,15	€/UN
UNIDADES NECESARIAS MES	4146	
UNIDADES NECESARIAS AÑO	49752	
PRECIO TOTAL	7462,8	€/año

Tabla 9.7. Costes totales del embalaje

COSTE DE ENVASES	
439.205,76	€/AÑO
COSTE DE POLIETILENO + PALES 2%	
8.784,12	€/AÑO
COSTE TOTAL DE EMBALAJE	
447.989,88	€/AÑO

9.2.1.3. ENERGIA ELÉCTRICA

Para determinar el coste anual de la energía eléctrica que se consume en la agroindustria, se debe calcular el gasto que generan los diversos equipos. Para saber este dato se debe estimar la potencia de cada uno de los equipos y los puntos que requieren energía como es la iluminación, la instalación frigorífica e instalaciones adicionales como pueden ser los ordenadores de las oficinas. La potencia anual requerida por la maquinaria se recoge en la tabla 9.8.

Tabla 9.8. Potencia requerida por la maquinaria.

MAQUINARIA	NÚMERO DE MÁQUINAS	POTENCIA REQUERIDA (kW)	Tiempo /día (h)	Horas año	kWh/año
Volcador	1,00	2,23	0,17	44,00	98,12
Transportadora de rodillos	1,00	0,60	0,67	176,00	105,60
Cepilladora	1,00	2,23	0,67	176,00	392,48
Mesa de selección/visualización.	1,00	0,55	0,65	172,48	94,86
Lámpara de la mesa de visualización	1,00	1,50	0,65	172,48	258,72
Peladora	1,00	2,30	0,65	172,48	396,70
Cinta transportadora elevadora de producto	2,00	0,50	1,31	344,96	172,48
Tanque de Almacenamiento	2,00	0,00	0,73	191,64	0,00
Mesa de Inspección	1,00	0,37	0,49	129,36	47,86
Tornillo de extracción	1,00	0,25	0,65	172,48	43,12
Lavado por aspersion I Desinfección	1,00	2,55	0,59	155,23	395,84
Lavado por aspersion II Aclarado	1,00	2,55	0,59	156,89	400,06
Cortadora	1,00	1,50	0,59	156,93	235,40
Cinta de pesaje continuo	1,00	0,55	1,06	280,53	154,29
Escaldadora	1,00	15,00	1,06	280,53	4207,90
Esfriamiento de escaldado	1,00	2,50	1,08	284,42	711,06
Molino de Martillos I	1,00	15,00	0,15	38,54	578,16
Molino de Martillos II	1,00	3,50	0,17	43,76	153,17
Depositos de almacenaje	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Báscula de pesaje	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mezcladora Horizontal	1,00	1,10	1,12	296,93	326,62
Mesa Acero inoxidable	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Secadero de bandejas	1,00	30,00	4,15	1095,60	32868,00
Freidora Continua	1,00	10,00	1,01	267,94	2679,38
Campana extractora industrial	1,00	2,23	1,01	267,94	597,50
Campana extractora industrial	1,00	1,49	1,60	422,40	629,38
Marmita de Cocción	1,00	32,00	1,60	422,40	13516,80
Mesa de desaceitado	1,00	0,60	0,76	200,77	120,46
Elevador sin fin	1,00	0,45	1,11	292,26	131,52
Llenadora de Polvo/	1,00	0,55	0,87	228,47	125,66

granulado					
Bomba lóbular	2,00	1,85	0,59	155,33	287,35
Llenadora de Producto Viscoso	1,00	3,70	0,29	77,66	287,35
Lavadora de tapes y tarros	1,00	0,60	1,39	367,15	220,29
Cerradora de tarros	2,00	1,00	1,19	314,70	314,70
Cerradora de bolsas	1,00	0,40	1,15	304,63	121,85
Lavadora de tarros llenos	1,00	0,60	0,77	202,29	121,37
Autoclave	1,00	72,00	1,75	462,38	33291,15
Etiquetadora tarros	1,00	0,02	0,31	82,61	1,65
Etiquetadora bolsas	1,00	0,75	0,17	45,69	34,27
Empaquetado / Cinta transportadora tarros y bolsas	2,00	0,55	1,00	264,00	145,20
Cintas transportadoras global	13,00	0,55	39,00	10296,00	5662,80
Almacenamiento / máquina film	1,00	1,40	0,50	132,00	184,80
suma total maquinaria		216,02	0,00	0,00	100113,94

La potencia total que gasta la maquinaria al año es de 100.113,94 kW

La potencia que se requiere con la iluminación es calculada a través de la plataforma LED BOX, se instalarán diferentes tipos de luminarias según el espacio del que se trate (tabla 9.9)

Tabla 9.9. Potencia necesaria en iluminación.

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE M2	ALTURA DEL DEPARTAMENTO	TIPO DE ILUMINACIÓN	POTENCIA W	LUMINARIAS NECESARIAS	POTENCIA TOTAL W
Oficinas	31,50	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	16,00	288,00
Baños/ aseos	6,00	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	4,00	72,00
Vestuarios	21,88	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	9,00	162,00
Laboratorio	15,00	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	8,00	144,00
Zona de Comedor	12,00	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	6,00	108,00
Cuarto limpieza	9,00	2,50	Tubo led 120 cm	18,00	5,00	90,00
Muelle de recepción y expedición	40,00	6,50	Campana led industrial	150,00	5,00	750,00
Almacén materia prima I	70,00	4,00	Campana led industrial	150,00	6,00	900,00
Almacén materia prima II	28,00	3,00	Campana led industrial	150,00	3,00	450,00
Almacén producto auxiliar	28,00	3,00	Campana led industrial	150,00	3,00	450,00
Zona de procesado	567,00	3,00	Campana led industrial	150,00	43,00	6.450,00
Almacén productos acabados	42,00	3,00	Campana led industrial	150,00	4,00	600,00
Taller mantenimiento	15,60	3,00	Campana led industrial	150,00	3,00	450,00
Almacén residuos	33,80	3,00	Campana led industrial	150,00	4,00	600,00
Pasillos/zona libre	300,10	8,50	Campana led industrial	150,00	24,00	3.600,00
SUMA POTENCIA TOTAL						15.114,00

La potencia total que registra la instalación es de 15.114,00 W, 15,114 kW, debido a que la industria está trabajando durante 8 horas a lo largo del año laboral, esta cifra final es de 31920,76 kWh/año.

La potencia de los diversos equipos que se pueden considerar en la agroindustria es del 5 % del total de la energía empleada en iluminación, la empleada en la maquinaria y la empleada en la instalación frigorífica reflejada en el anejo 8, que es de 13 CV, lo que equivale a 9,55 kW, teniendo una duración el compresor de 18 horas. Además se debe sumar la potencia contratada por la agroindustria (tabla 9.10).

Tabla 9.10. Cuadro resumen de energía eléctrica

ENERGÍA ELÉCTRICA					
Instalación frigorífica	9,55882353	kW	18 HORAS DIA	62.801,47	kWh/año
Instalación iluminación	15,114	kW	8 HORAS	31.920,77	kWh/año
Instalación maquinaria				100.939,10	kWh/año
Instalación adicional 5%				9.783,07	kWh/año
Subtotal	194.836,18			kWh/año	
Total	204.577,99			kWh/año	
PRECIO	0,1198			€/kWh	
Coste	25.508,44			€/año	
Potencia contratada	115			kW	
Precio de potencia contratada	1,8			kW/mes	
Total	2.484,00			€/año	
Total de consumo eléctrico	26.992,44			€/año	

Por consecuente el gasto de la energía al año es de 26.992,44 €/año

9.2.1.4. COSTES DE AGUA

El gasto de agua, se debe a los equipos lavadores, a los servicios comunes como son el laboratorio, los vestuarios, los baños, comedor y el taller. Se estima una cantidad de 400 m³ para la limpieza de los diversos equipos, y para los servicios comunes se estiman 200 m³ al año. En la tabla 9.11 se recogen los gastos por agua, así como el coste que esto supone.

Tabla 9.11. Costes de agua.

AGUA						
Instalaciones comunes (servicios, laboratorio, comedor y taller) se estima un consumo de				200	m ³ /año	
Equipos lavadores I	945,818227	l/día	249696,012	l/año	249,696012	m ³ /año
Escaldador	371,910036	m ³ /día	98184,24947	m ³ /día		m ³ /año
Limpieza	400	m ³ /año				
TOTAL DE AGUA	99033,9455	m ³ /año				
PRECIO DEL M3	0,18	€/m ³				
TOTAL DE COSTE	17.826,11	€/año				

El coste total del gasto de agua se eleva a 17.826,11 € al año.

9.2.1.5. CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

9.2.1.5.1. DE LAS INSTALACIONES

Se debe considerar un mantenimiento y conservación de las instalaciones, por diversos deterioros que pueden sufrir. Se considera un coste del 2 % del presupuesto total, además se debe considerar el IVA de este importe.

Tabla 9.12. Coste de mantenimiento y conservación de las instalaciones.

COSTE DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES 2% DEL TOTAL DE COSTES		
Coste total de instalaciones		561.016,32
Coste mantenimiento (2%)	2%	11.220,33
IVA	21%	2.356,27
TOTAL		13.576,59

El total del coste de mantenimiento y conservación de las instalaciones es de 13.576,59 € al año.

9.2.1.5.2. DE LA MAQUINARIA.

La maquinaria con el paso de los años sufre un deterioro, sobre todo al final de su vida útil, la cual la consideramos en un plazo de 10 años. En esta época las averías serán más frecuentes y se requerirá el pago de los materiales, así como la mano de obra para la reparación. Además cada año se deben realizar ciertas tareas de mantenimiento para prevenir averías en las mismas. El coste tanto del mantenimiento como la que se detalla en este anejo en el punto 1.5. conservación de la maquinaria supone un 2 % del coste de adquisición de la maquinaria, además a ese importe se debe sumar el IVA.

Tabla 9.13. Coste de mantenimiento y conservación de la maquinaria.

COSTE DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA 2% DEL TOTAL DE COSTES		
Coste total de la maquinaria		617.942,93
Coste mantenimiento (2%)	2%	9887,08695
IVA	21%	2076,28826
TOTAL		11963,3752

El total del coste de mantenimiento y conservación de la maquinaria es de 11963,37 € al año.

9.2.1.6. SEGUROS

La agroindustria debe contar con un seguro para cubrir tanto la maquinaria como las instalaciones. El coste del seguro depende de las diferentes aseguradoras, pero para establecer un valor en este documento se estimará el valor en un 1 % del valor total de la inversión, la que se establece en punto 9.1.6 y para el seguro de la maquinaria se aplica un valor de 1,6 % del total del coste de maquinaria. En ambos seguros se debe tener en cuenta el IVA.

Tabla 9.14. Coste de seguros.

Seguros		
Coste de maquinaria		617.942,93
Gastos seguro	0,016	9.887,09
IVA	21%	2.076,29
Total seguro maquinaria		11.963,38
Coste de instalaciones		561.016,32
Gastos seguro	1%	5.610,16
IVA	21%	1.178,13
Total seguro instalaciones		6.788,30

El total del coste de los seguros es de 18.751,68 € al año.

9.2.1.7. IMPUESTOS

Se deben realizar los pagos de los diversos impuestos, como son el recogida de basuras, mantenimiento del polígono y el impuesto de bienes inmuebles. Este último impuesto es distinto para sociedades como las cooperativas ya que se les devuelve hasta el 95 % del valor del impuesto.

Tabla 9.15. Coste de los impuestos.

DIVERSOS IMPUESTOS		
BASURAS	70,00	€/AÑO
MANTENIMIENTO POLIGONO	120,00	€/AÑO
IBI (DE 0,4 A 1,3 % DEL VALOR DEL INMUEBLE) 0,8%	9.959,67	€/AÑO
INMUEBLE RÚSTICO DE COOPERATIVA BENEFICIARSE HASTA 95 % -- 85 % IBI	8.465,72	€/AÑO
IBI TOTAL A PAGAR	1.493,95	€/AÑO
TOTAL	1.683,95	€/AÑO

El coste total a pagar por los diversos impuestos es de 1.683,95 € cada año.

9.2.1.8. MANO DE OBRA

Para que la agroindustria funcione correctamente, se necesita a gente trabajando en ella. Por ello se contará con el siguiente personal:

- Encargado: Será un operario que trabaje en las labores cotidianas de la producción, además de controlar el correcto funcionamiento de las instalaciones.
- Operarios: Se encargarán de llevar a cabo junto con el encargado las distintas labores en la agroindustria, así como el mantenimiento de las instalaciones. Se dispondrá de 4 operarios.
- Técnico de laboratorio: Se encargará de controlar los diversos aspectos que deben cumplir los productos. Se contratará a un técnico.

- **Administrativo:** se encargará de las labores administrativas y comerciales de la empresa. Se contará con la presencia de dos administrativos en las oficinas.
- **Conductor de carretilla:** Se contratará a un conductor, que se encargue de la descarga de los camiones que traigan la materia prima, así como de la carga de producto acabado. También se encargará de extraer de la zona de procesado los residuos que se generen llevándolos al almacén de residuos industriales y del desalojo de éste cuando sea conveniente.
- **Coordinador de limpieza:** Es uno de los operarios el que se encarga de coordinar al conductor de carretilla y los demás operarios, incluido él mismo, realizar la limpieza.

Además, a todos los empleados se les debe pagar la Seguridad Social. El gasto global que supone la mano de obra se recoge en la tabla 9.16.

Tabla 9.16. Gastos de mano de obra.

MANO DE OBRA					
	NUMERO DE PERSONAL	SALARIO €/mes	JORNADA	PAGAS	TOTAL
OPERARIOS	4,00	1.050,00	completa	14,00	58.800,00
CONDUCTOR CARRETILLA	1,00	1.050,00	completa	14,00	14.700,00
TÉCNICO	1,00	1.200,00	completa	14,00	16.800,00
ADMINISTRATIVO	2,00	1.200,00	completa	14,00	33.600,00
ENCARGADO	1,00	1.200,00	completa	14,00	16.800,00
TOTAL SIN S.S					140.700,00
SS. 35%					49.245,00
TOTAL CON SS					189.945,00

Los gastos anuales debido a la mano de obra son de 189.945 €

9.2.1.9. OTROS PAGOS.

Además de todos los pagos ordinarios expuestos anteriormente, se deben considerar gastos referidos a productos de limpieza, material tanto de oficina como el de laboratorio, facturas de compañías de teléfono...., estos pagos se estiman que pueden llegar a alcanzar los 4.000 € anuales.

9.2.2. PAGOS EXTRAORDINARIOS.

Como pagos extraordinarios tenemos la adquisición de carretillas elevadoras y la sustitución de la maquinaria cuando llega al fin de su vida útil.

9.2.2.1. CARETILLAS ELEVADORAS.

La empresa debe contar con la adquisición de carretillas elevadoras en el año 0. Su coste asciende a 11.000 €, y solo se adquirirá una unidad.

9.2.2.2. EQUIPO REFRIGERACIÓN

El equipo de refrigeración tiene un coste de 13.030,00 €, a este precio se le debe sumar el coste de instalación que es de 1.200 €. Este gasto de 14.230 € se debe realizar en el año 0.

9.2.2.3. SUSTITUCIÓN DE MAQUINARIA.

La vida útil de las máquinas del proceso productivo es de 10 años. Por ello en el año 11 esta maquinaria debe ser renovada, realizando un coste de inversión nuevamente de maquinaria, que sería el mismo que se detalla en el apartado 9.1.5. La carretilla elevadora también tiene que ser sustituida realizando un nuevo pago del importe de 11.000 €. Además del mantenimiento que debe realizarse diariamente, con el equipo de refrigeración, este debe ser sustituido cada 10 años, ya que su eficacia disminuye con el tiempo.

La cantidad total a la que asciende la sustitución de maquinaria, la carretilla elevadora y el equipo de refrigeración es de 668.402,93 €

9.2.3. PAGOS FINANCIEROS

Se deben tener en cuenta los pagos financieros que deben realizarse todos los meses, durante 10 años, hasta que concluya el importe prestado por la entidad financiera.

El importe cedido por la entidad bancaria es de 700.338,23 €, se debe pagar en 10 años y con un interés del 5 %. La cuota mensual es de 7.428,17 €, dando una suma anual de 89.138,083 €, durante los 10 años establecidos.

9.3. COBROS

Al igual que ocurre con los pagos hay 3 tipos de cobros, los cobros ordinarios, que son los establecidos con el producto acabado, los extraordinarios que se dan en la venta de impuestos devueltos o por la venta de material, y los cobros que se dan al inicio, que se refieren a la financiación.

9.3.1. COBROS ORDINARIOS

Son los ingresos que se reciben a través de la venta de los productos procesados y de los subproductos. Para la venta de estos productos se toman precios estimados, pero se debe tener en cuenta que el precio dependerá de fluctuaciones del mercado, la calidad del producto final y los acuerdos en el precio que se hagan con el cliente a través de la cantidad comprada. Estos aspectos hacen que sea difícil tomar un valor, y por ello se indica uno aproximado (tabla 9.17).

Tabla 9.17. Cobros ordinarios.

COBROS ORDINARIOS					
	Precio de venta	€/UNIDAD	UNIDADES/MES	GANANCIAS TOTALES/MES	GANANCIAS TOTALES /AÑO
CEBOLLA	CAMELIZADA	1,5	40458	60687	728244
CEBOLLA	FRITA BOTES	0,75	10967	8225,25	98703
CEBOLLA	FRITA BOLSA	0,85	20559	17475,15	209701,8
CEBOLLA	DESHIDRATDA FRASCOS	0,75	3652	2739	32868
CEBOLLA	DESHIDRATADA BOLSAS	0,9	2288	2059,2	24710,4
		€/KG		KG/AÑO	€/AÑO
	SUBPRODUCTOS	0,02	2156	25872	517,44
	SUMA		117.057,60		1.094.744,64

9.3.2. COBROS EXTRAORDINARIOS

Los cobros extraordinarios son 3, los cuales se dan en el año 2, en el año 10 y en el año 20. En el año 2 se efectúa la devolución del IVA, debido a que es un proyecto de inversión. En el año 10 se ingresarán los ingresos que se consiguen al vender la maquinaria del proceso productivo, debido a la renovación de las mismas. Esto mismo ocurre con la carretilla elevadora la cual también genera un valor residual cuando es desechada. El valor residual es del 5% del valor inicial, tanto para la maquinaria que se utiliza en el proceso productivo, como para la carretilla elevadora. El tercer y último cobro extraordinario se establece en el último año de la vida útil de la inversión. Este año se realizará la venta de las instalaciones de la agroindustria, la cual generará unos ingresos que pertenecen al valor residual de la obra civil y de las instalaciones, este valor es un 5% del presupuesto total. En la venta de la agroindustria, debe tenerse en cuenta el precio de la superficie que ocupa, el cual tiene el mismo valor que cuando se establece la compra del mismo.

Las cantidades económicas de los cobros extraordinarios se establecen en la tabla 9.18.

Tabla 9.18. Cobros extraordinarios.

COBROS EXTRAORDINARIOS			
Año 2	INVERSIÓN --> DEVOLUCIÓN DEL IVA	245.118,38	€
Año 10	VALOR RESIDUAL DE MAQUINARIA	30.897,15	€
	VALOR RESIDUAL DE CARRETILLAS	550,00	€
Año 20	VALOR RESIDUAL DE OBRA CIVIL E INSTALACIONES	24.164,37	€
	VALOR RESIDUAL DE LA PARCELA	66.000,00	€

9.4. ANALISIS FINANCIERO.

La vida útil de la inversión es de 20 años, se tiene en cuenta que el pago de la misma tiene lugar al comienzo. A partir de los gastos y los cobros que se establecen anteriormente se obtienen los siguientes flujos de caja, donde quedan representados en la tabla 9.19.

Además de los flujos de caja que se establecen en la tabla 9.19, se calcularán también los índices de rentabilidad, VAN, TIR y Pay Back-

A continuación se explican, cada uno de estos índices:

El **valor actual neto**, cuyo acrónimo es VAN, es un indicador de rentabilidad en un futuro, es el sumatorio de todos los flujos de caja actualizados. Dependiendo del valor obtenido del VAN se tienen los siguientes escenarios; Si el valor de VAN es negativo, el proyecto será rechazado, si el VAN tiene un valor de cero, el proyecto resulta indiferente y si el VAN es positivo, el proyecto se aceptará. Para calcular el valor actual neto se utilizará la siguiente ecuación:

$$VAN = -R_0 + \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{R_t}{(1+r)^t}$$

Donde R_n es el flujo de caja del año n , r es la tasa de actualización, y n es el número del año.

La **tasa interna de retorno**, también conocido como TIR, es la tasa de rentabilidad para la cual el VAN es nulo. El TIR indica la rentabilidad anual por euro invertido. El TIR del proyecto se debe comparar con la tasa de rentabilidad de la empresa r . Para ello si se tiene un TIR del proyecto menor a r , el proyecto será rechazado. Si el valor de TIR en el proyecto es igual a r , el proyecto resulta indiferente. En cambio cuando tenemos un TIR mayor a r , el proyecto resulta aprobado.

$$VAN = 0 = -R_0 + \frac{R_1}{(1 + TIR)} + \frac{R_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1 + TIR)^n} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{R_t}{(1 + TIR)^t}$$

Pay Back, es el tiempo transcurrido para que el flujo de caja sea nulo. A diferencia del TIR y del VAN el pay back no es un criterio de rentabilidad.

El cálculo del VAN con una tasa de actualización del 5%, el TIR y el Pay Back, se muestran en la tabla 9.20.

Tabla 9.19. Flujos de caja (€)

Año	COBRO ORDINARIO	COBRO EXTRA	COBRO FINANCIERO	PAGO ORDINARIO	PAGO EXTRA	PAGO FINANCIERO	PAGO INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
0			700.338,23		25.230,00		1.167.230,39	-492.122,16	-492.122,16
1	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	-305.601,59
2	1.100.436,48	245.118,38		824.777,83		89.138,08		431.638,95	126.037,35
3	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	312.557,92
4	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	499.078,48
5	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	685.599,04
6	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	872.119,61
7	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	1.058.640,17
8	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	1.245.160,74
9	1.100.436,48			824.777,83		89.138,08		186.520,56	1.431.681,30
10	1.100.436,48	31.447,15		824.777,83		89.138,08		217.967,71	1.649.649,01
11	1.100.436,48			824.777,83	643.172,93			-367.514,29	1.282.134,72
12	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	1.557.793,37
13	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	1.833.452,01
14	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	2.109.110,66
15	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	2.384.769,31
16	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	2.660.427,95
17	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	2.936.086,60
18	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	3.211.745,25
19	1.100.436,48			824.777,83				275.658,65	3.487.403,89
20	1.100.436,48	90.164,37		824.777,83				365.823,02	3.853.226,91

Tabla 9.20. Cálculo del TIR, el VAN y Pay Back.

Año	FLUJO DE CAJA	tasa actualización	TIR	PAYBACK
		0,05	0,48	0,00
0	-492.122,16	-492.122,16	-492.122,16	-492.122,16
1	186.520,56	177.638,63	125.671,88	-305.601,59
2	431.638,95	391.509,25	195.949,18	126.037,35
3	186.520,56	161.123,48	57.050,70	312.557,92
4	186.520,56	153.450,93	38.439,02	499.078,48
5	186.520,56	146.143,74	25.899,05	685.599,04
6	186.520,56	139.184,52	17.449,99	872.119,61
7	186.520,56	132.556,68	11.757,27	1.058.640,17
8	186.520,56	126.244,46	7.921,69	1.245.160,74
9	186.520,56	120.232,82	5.337,40	1.431.681,30
10	217.967,71	133.813,27	4.202,49	1.649.649,01
11	-367.514,29	-214.877,99	-4.774,19	1.282.134,72
12	275.658,65	153.497,05	2.412,73	1.557.793,37
13	275.658,65	146.187,67	1.625,62	1.833.452,01
14	275.658,65	139.226,35	1.095,30	2.109.110,66
15	275.658,65	132.596,52	737,98	2.384.769,31
16	275.658,65	126.282,40	497,23	2.660.427,95
17	275.658,65	120.268,95	335,02	2.936.086,60
18	275.658,65	114.541,86	225,72	3.211.745,25
19	275.658,65	109.087,49	152,09	3.487.403,89
20	365.823,02	137.874,85	135,99	3.853.226,91
	VAN	2.154.460,76	0,00	0,00

Así pues, se obtiene un VAN de 2.154.460,76 €, una tasa interna de retorno del 48%, y la inversión se recuperará a lo largo del tercer año.

Según los valores del VAN y el TIR, la inversión en la agroindustria resulta viable, debido a que el VAN es superior a 0 y el TIR, supera la tasa de actualización.

Hay que tener en cuenta que los precios de la materia prima al igual que los del producto procesado pueden verse incrementados o pueden reducirse pudiendo hacer que el proyecto sea inviable o muy rentable.

ANEJO 10:

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- Antecedentes bibliográficos* . (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2430/02.JANS_antecedentes_bibliograficos.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Arranza, F. F. (2016). Proyecto de ejecución de una industria de elaboración de tortilla de patata en el término municipal de Cuellar (Segovia). *Trabajo fin de estudios*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid. Escuela técnica superior de ingeniería agrarias.
- Arroyo Pérez, R. (2002). Comportamiento de aceite de girasol y oleína de palma en frituras de patatas. *Tesis Doctoral*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Barrera-Arellano, D., Márquez-Ruiz, G., & Dobarganes, M. O. (1997). A simple procedure to evaluate the performance of fats and oils at frying temperatures. . *Grasas y Aceites*, 48(4), 231-235.
- BOE núm. 57, de 08/03/2011*. (8 de Septiembre de 2011). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-4292&tn=1&p=20191024>
- Calameo*. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://es.calameo.com/read/002478189fb8fd76ec93f>
- Canal cocina*. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://canalcocina.es/actualidad/trucos-y-consejos/como-diferenciar-la-cebolla-confitada-de-la-cebolla-carameliza>
- Canales, C. C. (2006). *Ministerio de Medio Ambiente* . Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <http://prtr-es.es/Data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Transformados%20Vegetales-1F078444C914B509.pdf>
- Cebolla Fuentes de Ebro D.O.P.* (2010). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de http://cebollafuentesdeebro.com/docs/ORDEN_26_OCTUBRE_2010_BOA.pdf
- Cocinista*. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.cocinista.es/web/es/cebolla-en-polvo-570g-4667.html>
- Coosur. (s.f.). *Coosur*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de ALTO OLEICO PARA HOSTELERÍA: <https://www.coosur.com/aceite-girasol-alto-oleico-hosteleria/>
- Cruzian, J. L., Inhamuns, A. J., & Barrera Arellano, D. (1997). Determinación de compuestos polares por TLC-FID en aceites refinado y semihidrogenado de soja sometidos a calentamiento prolongado. *Grasas Aceites*, 48., 148-153.
- Directo al paladar* . (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.directoalpaladar.com/recetas-de-aperitivos/como-hacer-cebolla-frita>

- Escoda, S. (2018). *Salvador escoda S.A.* Recuperado el 17 de Junio de 2020, de Tarifa de Precios:
https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Refrigeracion_FrioComercial_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda_Nov17.pdf
- Eurofresh Distribution* . (25 de Marzo de 2015). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.eurofresh-distribution.com/news/highlights-eu-fruit-and-vegetable-production>
- European Hygienic Engineering and Desing. (2004). *Criterios para el diseño higiénico de equipos*. Frankfurt,Alemania .
- European Hygienic Engineering and Desing. (2007). *Hygienic design of closed equipment for the processing of liquid food*. Frankfurt, Alemania.
- Eva. (s.f.). *Tema 3. Tecnología de los alimentos I*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de Universidad de Castilla la Mancha : <http://prtr-es.es/Data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%C3%B1a%20Transformados%20Vegetales-1F078444C914B509.pdf>
- García, J. A. (2001). Evaluación de la fritura de patatas por microondas a nivel cinético y sensorial. *Trabajo final de máster*. . Valencia , España : Universidad politécnica de Valencia .
- García, P. E. (2017). Proyecto de edificación de una industria de fabricación de mermelada de manzana situada en el polígono industrial “El Carrascal de San Cristóbal”(Valladolid). *Trabajo din de estudios*. Valladolid, España: Universidad de Valladolid. Escuela técnica superior de ingeníeias agrarias.
- Gobierno de Aragón*. (2017). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de Produccion agraria en Aragón:
https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MESA_PRODUCION_201710_RESUMEN.pdf/91370bc2-e6a1-434e-2518-75cda8831cf0
- Gómez, A. M. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.publicacionescajamar.es/uploads/cultivos-hortícolas-al-aire-libre/07-cultivos-hortícolas-al-aire-libre.pdf>
- Holdin, A. (2017). *Prospects for the Season Ahead*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <http://www.onionandcarrotconference.co.uk/wp-content/uploads/2017/11/Andrew-Holding-Presentation.pdf>
- Holdsworth, S. (1988). *Conservacion de frutas y hortalizas*. Zaragoza: Acribia.
- Hurtado, M. E. (1990). *Industrias de la alimentación*. Madrid: Libreria Editorial Bellisco, D.L.
- Hurtado, S., & Cecilia, A. (2009). Deep frying. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), 39-53.

- J.G.brennan, J.r.Butters, N.D.Cowell, & A.E.V.Lilley . (1998). *Las operaciones de la ingeniería de los alimentos* . Zaragoza: Acribia,S.A. .
- J.L.BREWSTER. (2001). *Las cebollas y otros alliums* . Zaragoza: Acribia S.A.
- LEDBOX. (s.f.). *Cálculo de luminarias necesarias* . Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.ledbox.es/calculo-luminarias/>
- Luis Jurado Arquitecto . (s.f.). *Tipos de presupuestos* . Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.luisjurado.es/es-lo-mismo-un-presupuesto-de-ejecucion-material-un-presupuesto-de-contrata-y-un-presupuesto-total/>
- Madrid Vicente, A. (1991). *Manual de industrias alimentarias* . Madrid : Mundi-Prensa.
- Manya, J. J. (2017-2018). Diseño y Optimización de industrias Agroalimentarias. *Tema 2: Localización y Layout*. Huesca, España: Escuela politecnica superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.
- Manya, J. J. (2017-2018). Operaciones básicas II. *Tema 2. Secado*. Huesca, España: Escuela Politecnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.
- Martínez-Pineda, M., Ferrer-Mairal, A., Vercet, A., & Yagüe, C. (2011). *Physicochemical characterization of changes in different vegetable oils (olive and sunflower) under several frying conditions Caracterización fisicoquímica de los cambios en diferentes aceites vegetales (oliva y girasol) bajo varias condiciones de fritura*. Huesca : CyTA- Journal of food, 9(4), 301-306.
- Masson, L., Robert, P., Romero, N., Izaurieta, M., Valenzuela, S., Ortiz, J., & Dobarganes, M. C. (1997). Comportamiento de aceites poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: Formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. *Grasas y Aceites* 48(5).
- Mercasa. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de MERCASA: <https://www.mercasa.es/>
- Ministerio de agricultura , pesca y alimentación . (2018). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de https://www.mapa.gob.es/images/es/20190624_informedeconsumo2018pdf_tcm30-510816.pdf
- Mur, C. S. (2014). Diseño de una agroindustria para la producción de zumo de fruta en la comarca del cinco medio. *Trabajo fin de grado* . Huesca, España.
- Navas, C. (2016). Diseño de la línea de producción de compatas de banano. *Trabajo fin de estudios* . Guayaquil, Ecuador.
- Nocito, C. M. (2014). Diseño y construcción de una industria congeladora de vegetales en Ejea de los Caballeros (Zaragoza). *Trabajo fin de grado*. Huesca, España.
- Opara, L. U. (28 de 08 de 2003). *Food and Agriculture Organization of the United Nations* . Recuperado el 17 de Junio de 2020, de

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compendum_-_Onion.pdf

Paz Robert, Lilia Masson, Nalda Romero, MC Dobarganes, Macarena Izaurieta, Jaime Ortiz, Emma itting. (2001). Fritura industrial de patatas críps. Influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasa y Aceites*, 52 (6), 389-396.

(2004). *Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del consejo de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.*

Rivera, C. A. (13 de Agosto de 2013). Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://es.slideshare.net/WEAREPANAMA/142015910-procesodepapasfritas>

Sielaff, T. d., & Escobar], [. p. (2000). *Tecnología de la fabricación de conservas*. Zaragoza: Acribia.

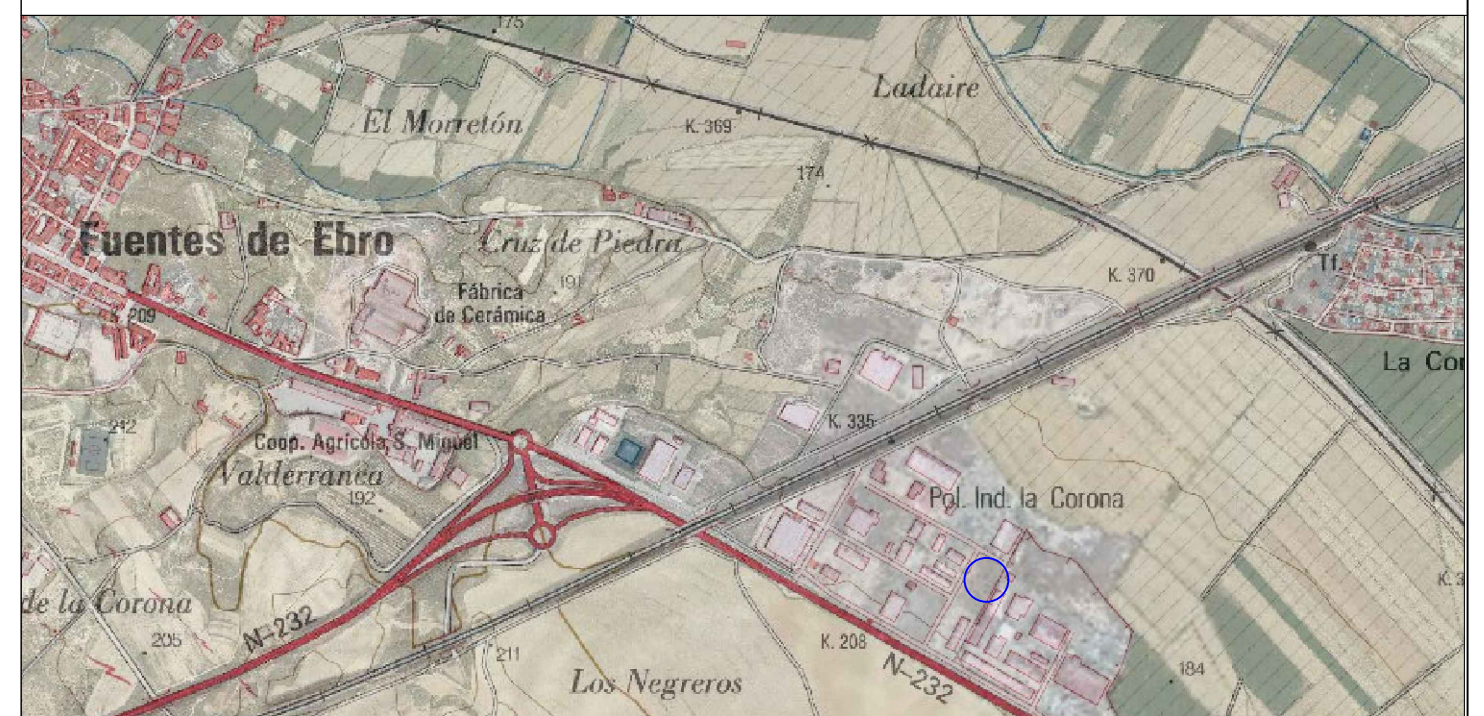
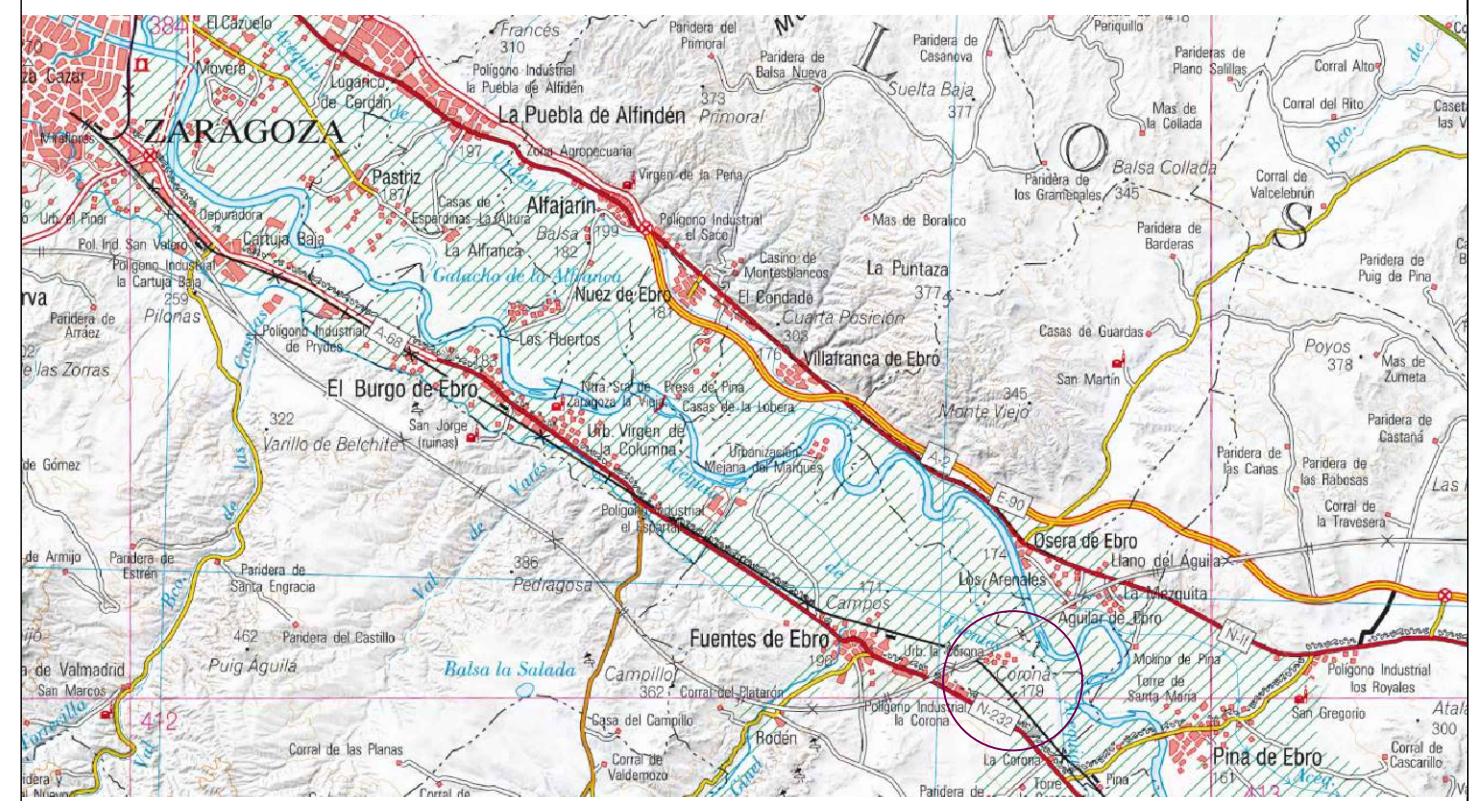
(2015). *UNE-EN ISO 1672 Maquinaria para procesado de alimentos. Conceptos básicos. Parte 2, requisitos de higiene.*

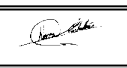
Vargas Delgado, L. F. (1995). Simulación del secado de cebolla blanca (*allium cepa*) por flujo de aire caliente y evaluación de la pérdida de su pungencia . *Tesis* . Lima, Peru: Universidad Nacional agraria La Molina .

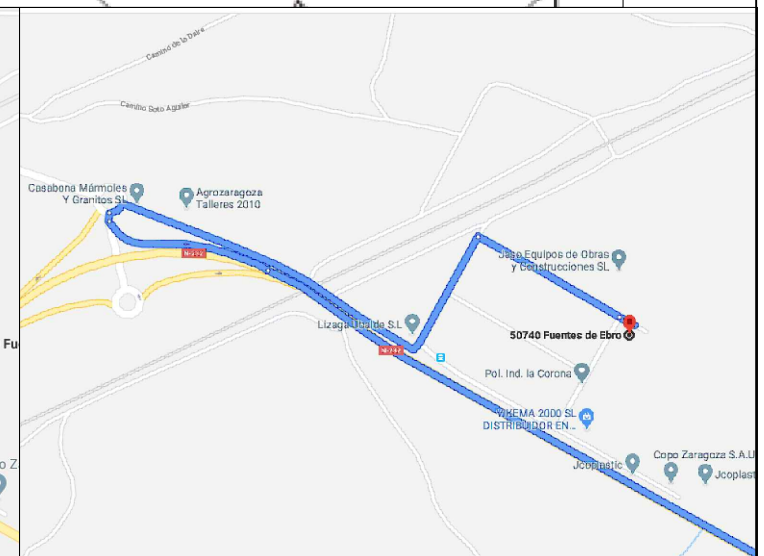
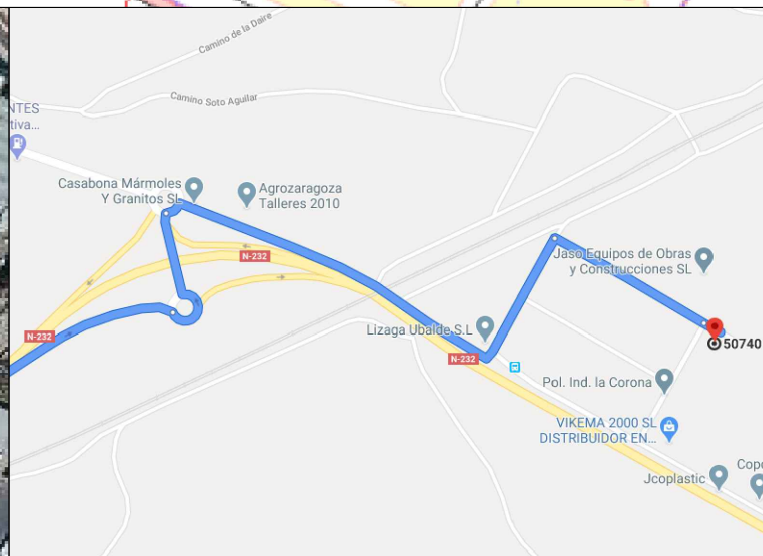
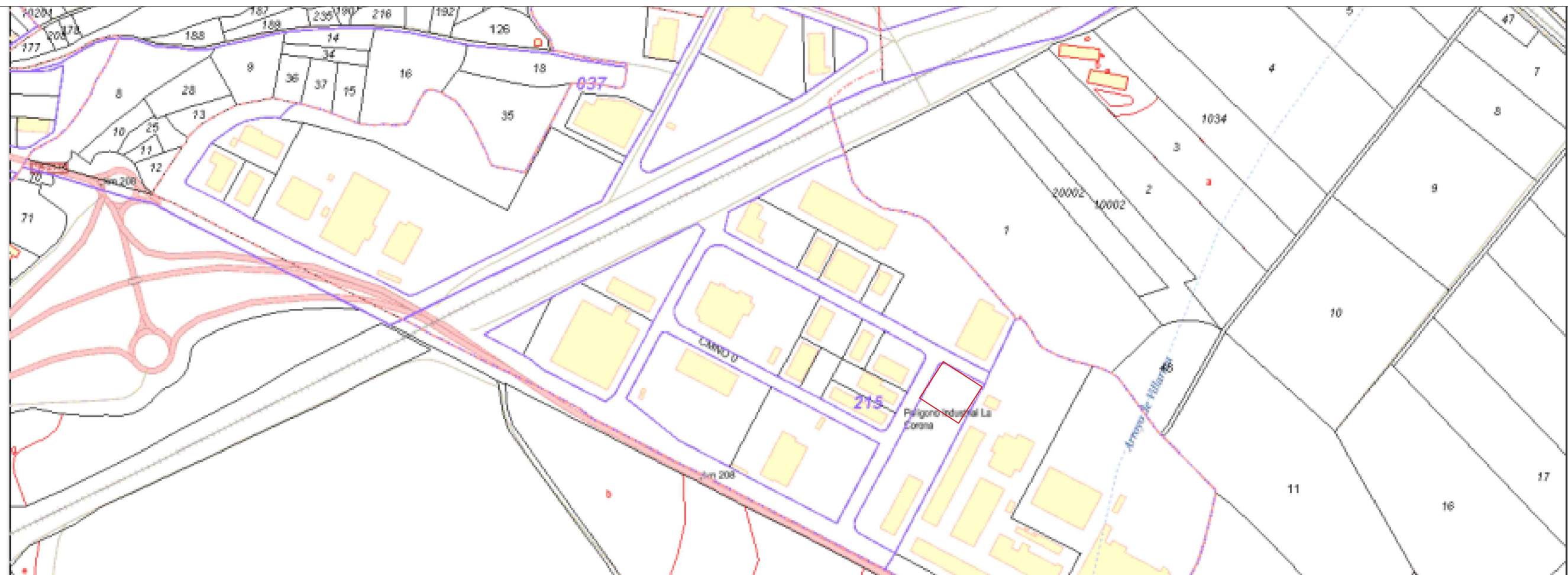
Villacampa, J. I. (2017-2018). Instalaciones agroindustriales. *Tema 6. Refrigerantes*. Huesca, España: Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

Villacampa, J. I. (2017-2018). Instalaciones Agroindustriales . *Tema 10. Balances térmicos* . Huesca , España: Escuela Politecnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza.

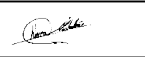
DOCUMENTO
Nº 2
PLANOS

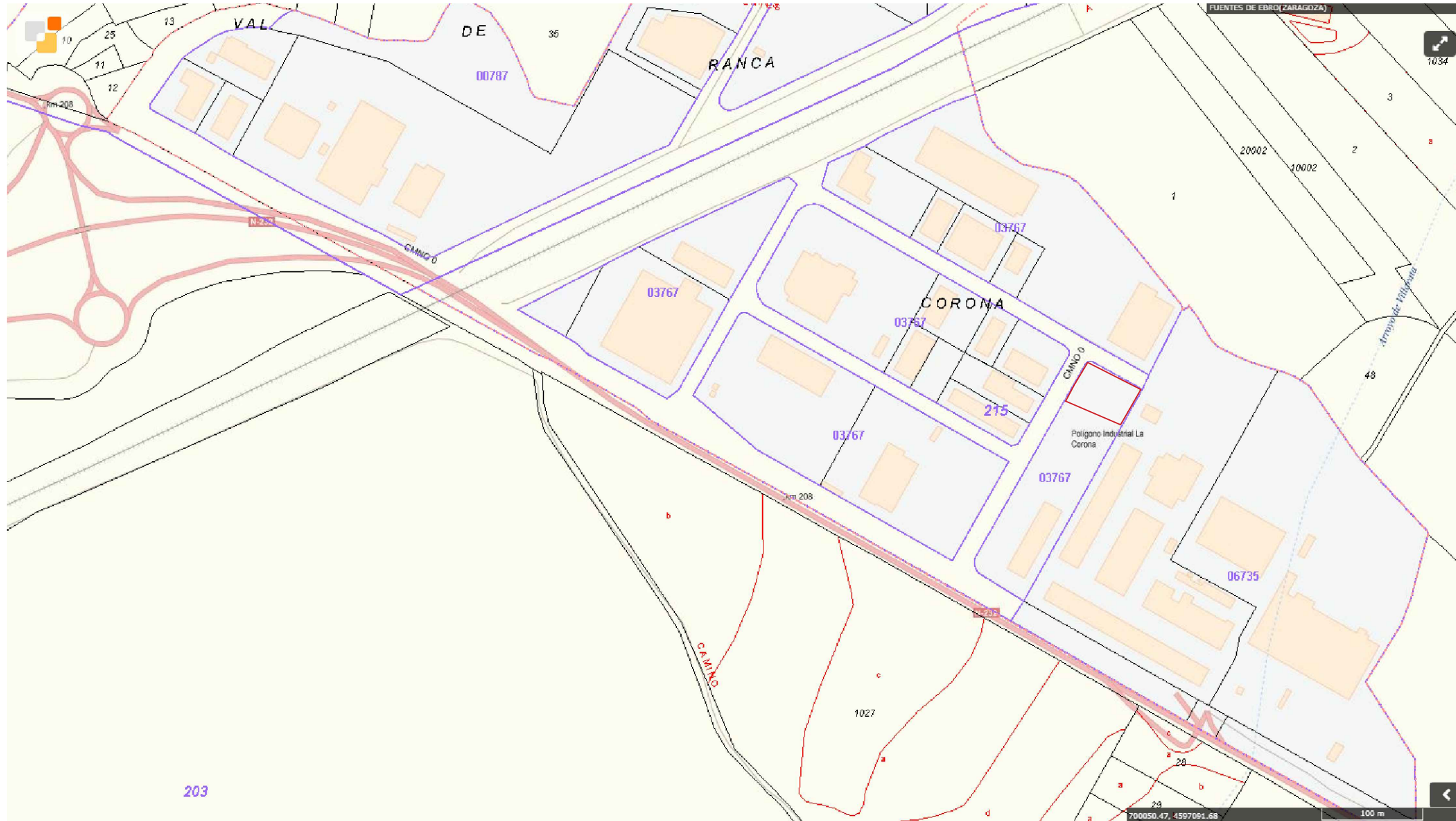



AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
 MAYO 2020		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
PLANO DE: SITUACIÓN GEOGRÁFICA		ESCALA: SE	Nº DE PLANO: 1

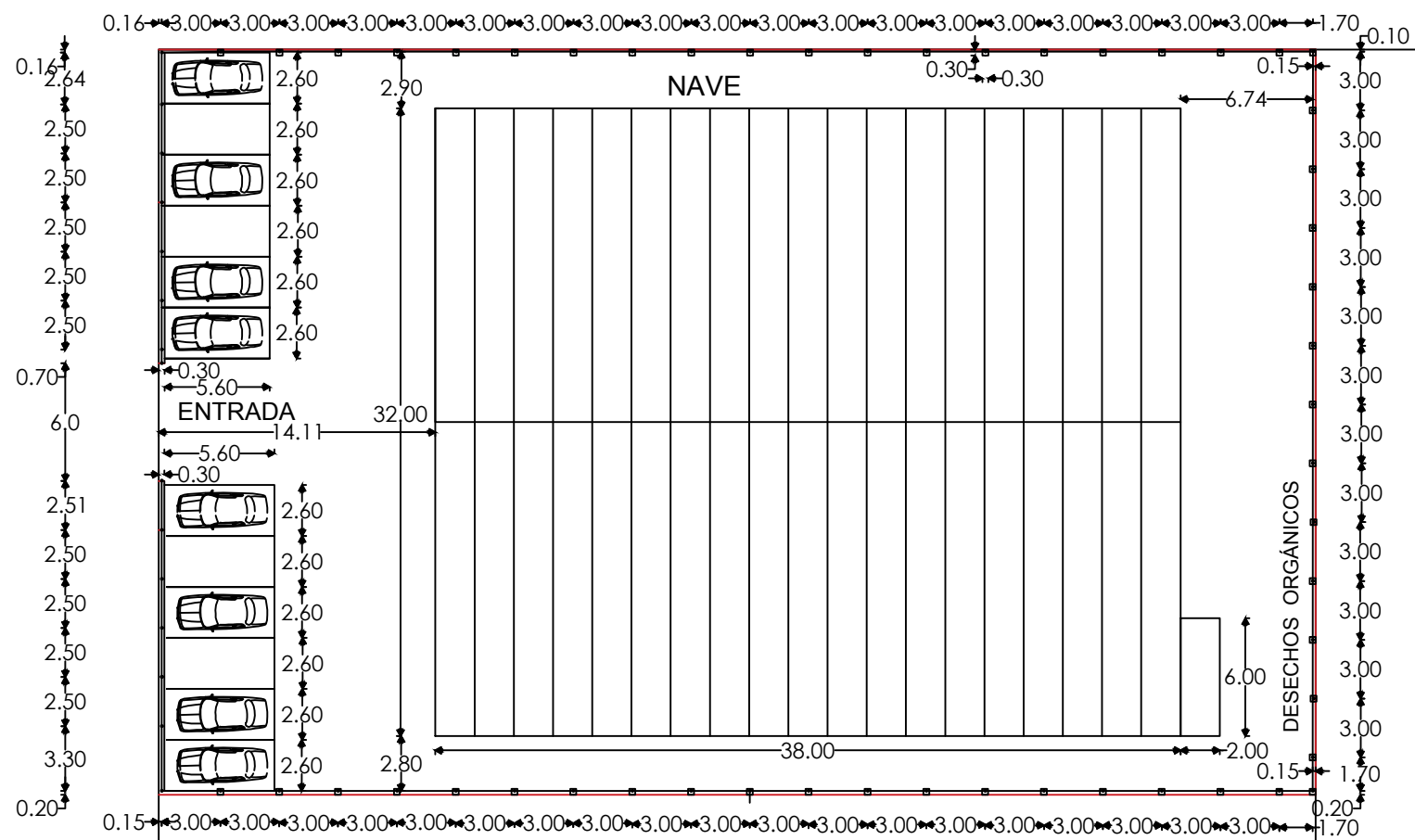
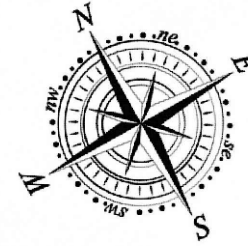


COORDENADAS DE LA PARCELA EN GRADOS DECIMALES (DD)
41,503948-0,599820

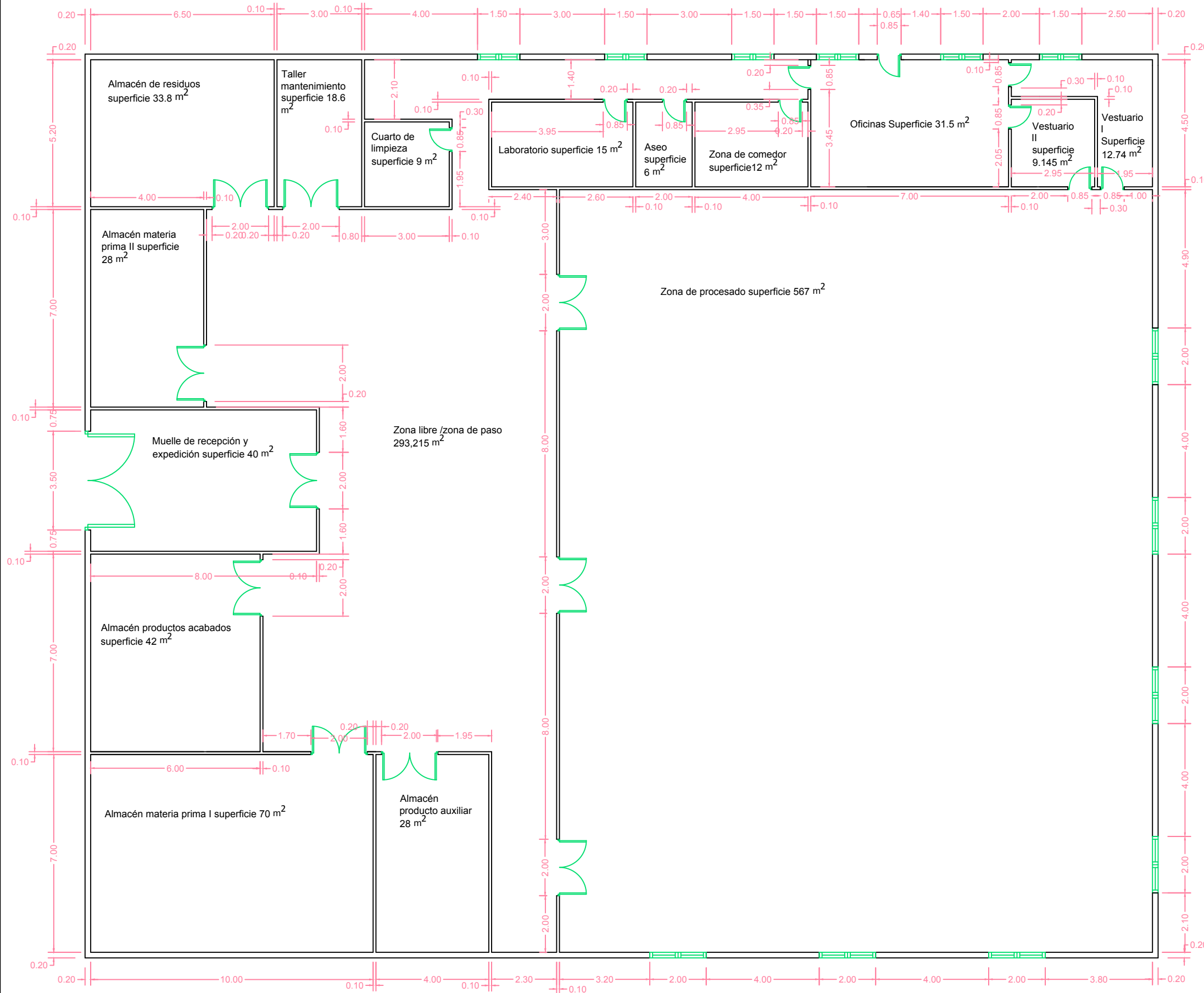
AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
 MAYO 2020		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
PLANO DE: EMPLAZAMIENTO	ESCALA: S/E	Nº DE PLANO: 2	



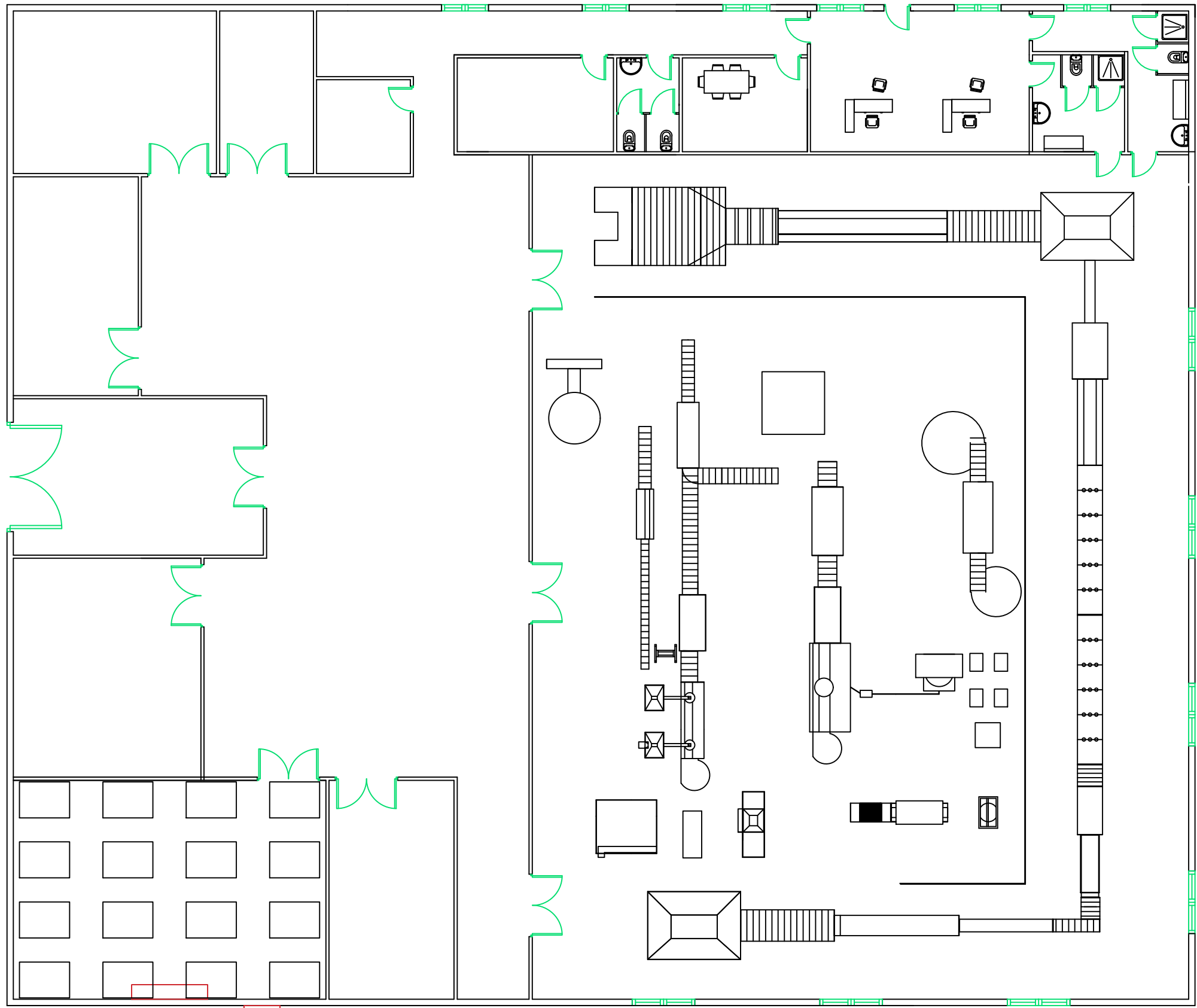
AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES		MAYO 2020	
PLANO DE: EMPLAZAMIENTO EN POLIGONO INDUSTRIAL		ESCALA: 1:8000	Nº DE PLANO: 3



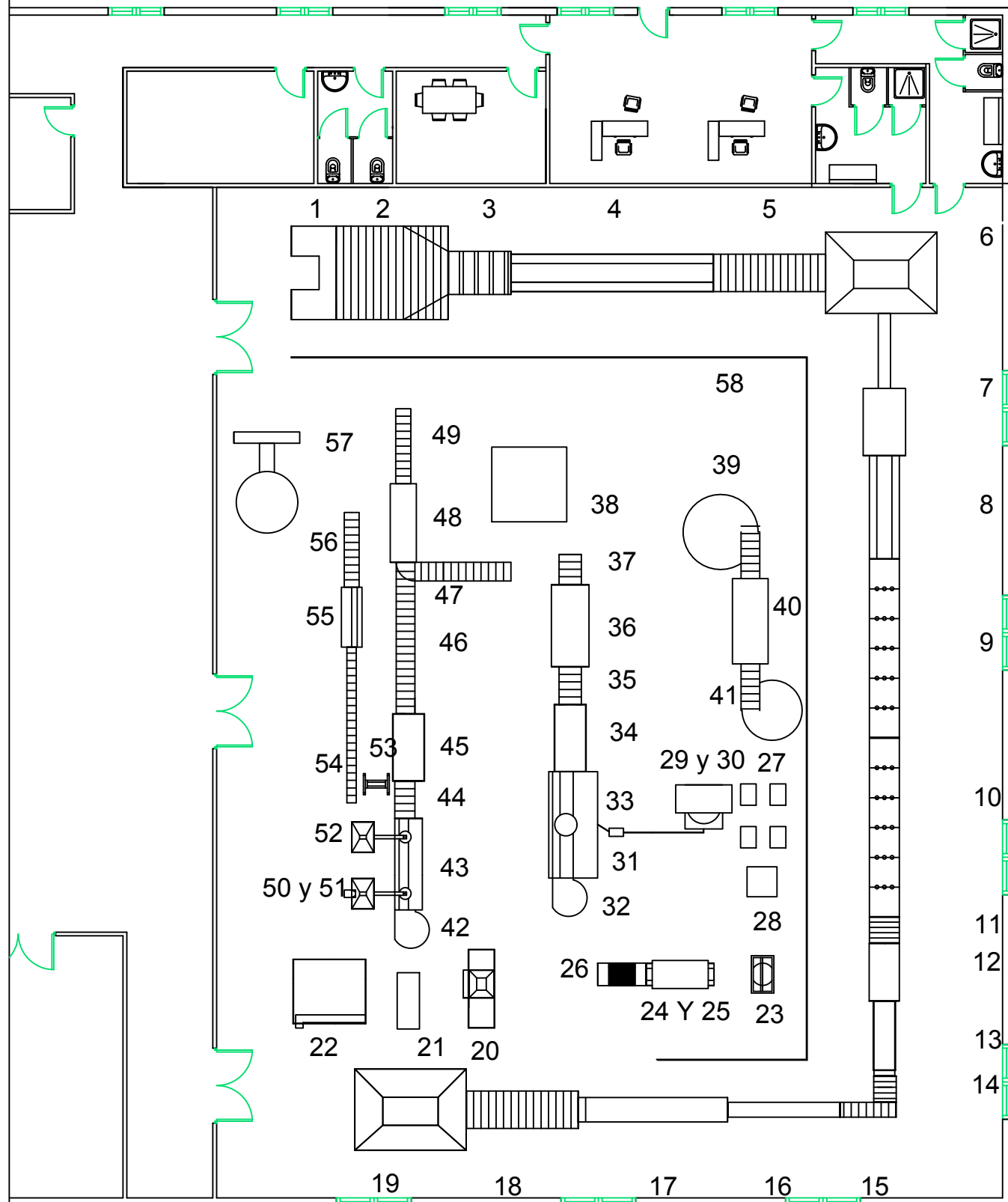
AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
MAYO 2020			
PLANO DE: DISTRIBUCION EN PLANTA DE PARCELA		ESCALA: 1:250	Nº DE PLANO: 4



AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
MAYO 2020		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
PLANO DE: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA I	ESCALA: 1:100	Nº DE PLANO: 5	



AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
 MAYO 2020		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
PLANO DE: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA II		ESCALA: 1:100	Nº DE PLANO: 6

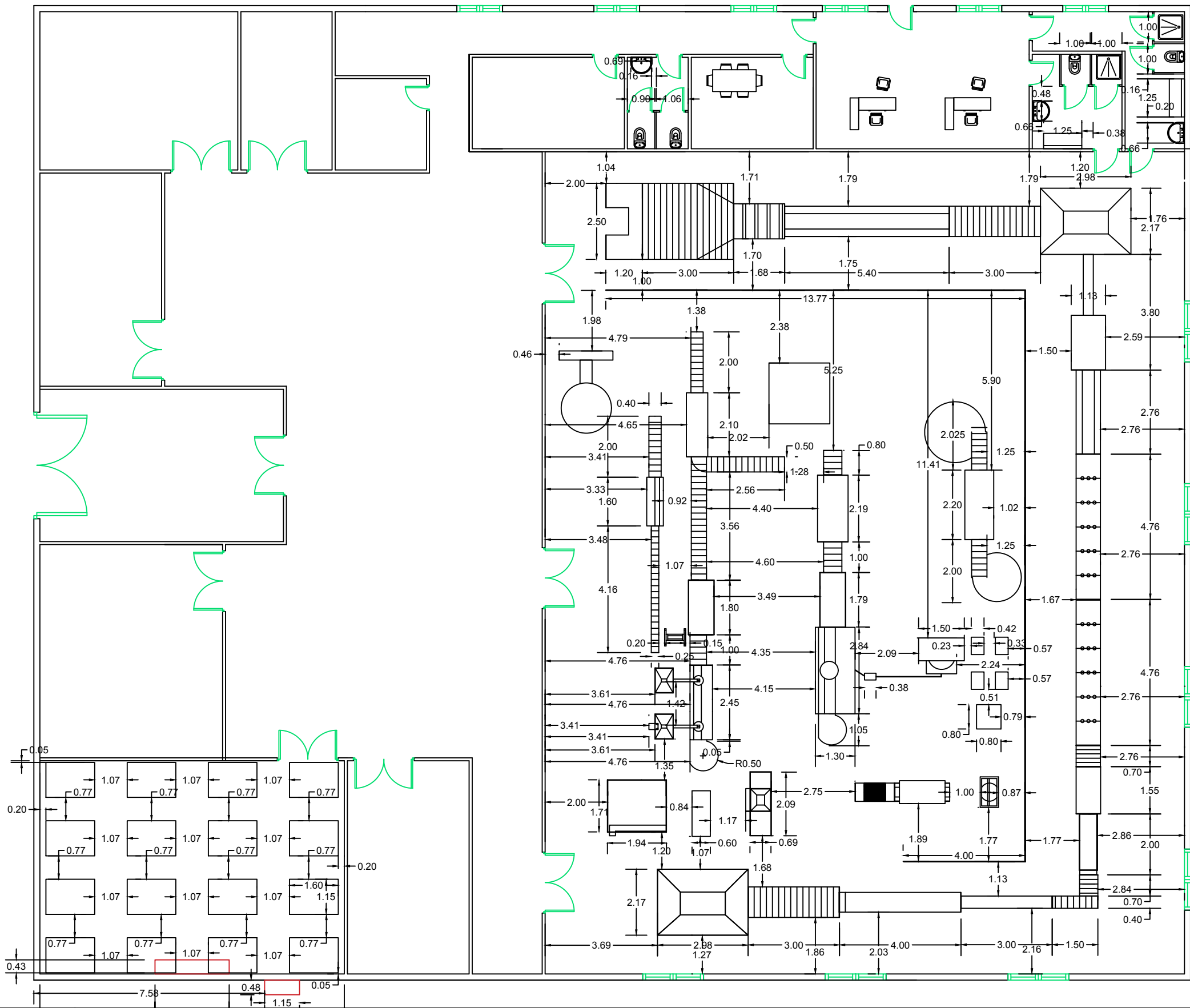



Numeración Maquinaria	
1	volcador de bins
2	cinta transportadora de rodillos
3	Cepilladora
4	Mesa de selección/visualización
5	cinta transportadora elevadora
6	Tanque de almacenamiento
7	Peladora
8	Mesa de inspección
9	Máquina de limpieza
10	Máquina de aclarado
11	Cinta transportadora
12	Cortadora
13	Cinta de pesaje
14	Cinta transportadora
15	Cinta transportadora
16	Escalador
17	Túnel de enfriamiento
18	cinta transportadora elevadora
19	Tanque de almacenamiento
20	Molino de martillos I
21	Mesa acero inoxidable
22	Secadero de bandejas
23	Mezclador horizontal
24	Freidora continua
25	Campana extractora de humos

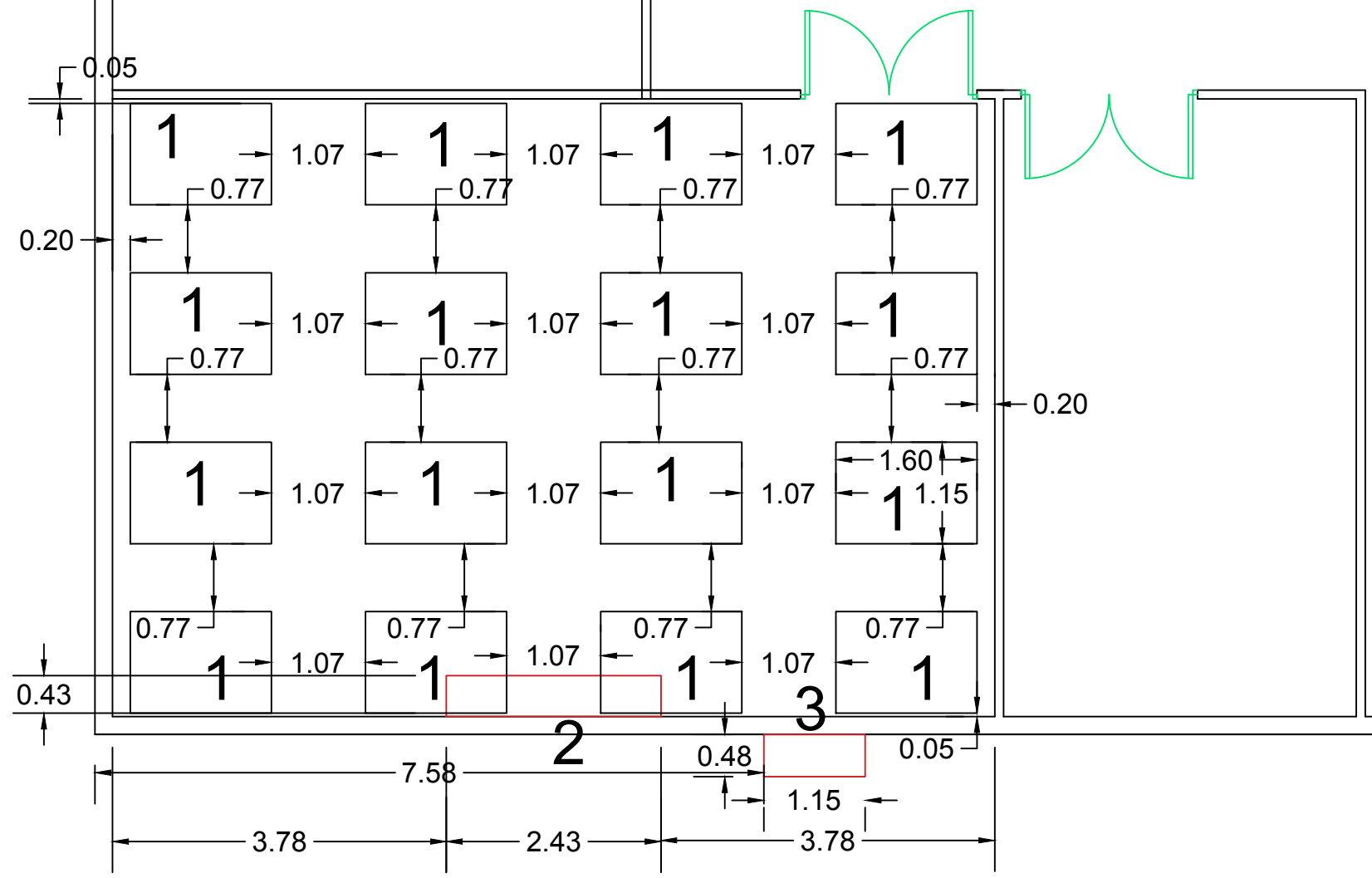
26	Mesa de escurrido
27	Depositos almacenaje
28	Báscula
29	Marmita de cocción
30	Campana extractora de humos
31	Bomba lóbular
32	Cinta transportadora de frascos
33	Llenadora de producto viscoso
34	Cerradora de frascos
35	Cinta transportadora
36	Lavadora de frascos llenos
37	Cinta transportadora
38	Autoclave
39	Cinta transportadora de frascos y tapes
40	Lavadora de frascos vacios y tapes
41	Cinta transportadora de frascos y tapes
42	Cinta trasportadora de tarros y bolsas
43	Llenadora polvo/granulado
44	Cinta transportadora
45	Cerradora de frascos
46	Cinta trasportadora
47	Cinta trasportadora
48	Etiquetadora de frascos
49	Cinta transportadora

50	Molino de martillos II
51	Elevador sinfin
52	Elevador sinfin
53	Cerradora de bolsas
54	Cinta transportadora
55	Etiquetadora de bolsas
56	Cinta transportadora
57	Máquina film
58	Lámina separadora de metacrilato


AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
		DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES	
MAYO 2020		ESCALA: 1:100	Nº DE PLANO: 7
PLANO DE: DISTRIBUCIÓN ZONA PROCESADO			



AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL		
	DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES		
MAYO 2020	PLANO DE: ACOTACIÓN DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA	ESCALA: 1:100	Nº DE PLANO: 8



Numeración Almacen de materia prima I	
1	Bins
2	Equipo frigorifico. Unidad evaporadora
3	Equipo frigorifico. Unidad condensadora

AUTOR: NEREA MONTALBÁN SAIZ		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE HUESCA - GRADUADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	
 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA AGROINDUSTRIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE CEBOLLA DULCE DE FUENTES MAYO 2020		ESCALA: 1:50	
PLANO DE: DISTRIBUCIÓN ALMACEN DE MATERIA PRIMA I		Nº DE PLANO: 9	