

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## DISEÑO DE UNA INDUSTRIA DE ZUMO DE MANZANA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (ESPAÑA)

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA  
AGRONÓMICA

ALUMNO/A: FERNANDO CAÑAMÁS IZQUIERDO

TUTOR/A: CARLOS MANUEL FERRER GISBERT

*Curso Académico: 2018/2019*

VALENCIA, JULIO DE 2019





## DISEÑO DE UNA INDUSTRIA DE ZUMO DE MANZANA EN LA COMUNIDAD VALENCIANA (ESPAÑA)

**Autor:** Fernando Cañamás Izquierdo

**Trabajo final de Máster**

**Tutor:** Carlos Manuel Ferrer Gisbert

**Realizado en:** Valencia

**Fecha:** Julio 2019

### **Resumen:**

En el proyecto se describe el cálculo y dimensionado de una nave rectangular de estructura metálica de 50 m de longitud por 20 m de anchura, en la que se llevará a cabo la producción de zumo de manzana concentrado y semi-concentrado dependiendo de la demanda.

La nave se compone de una cubierta triangulada de diseño separada por vanos pero sin pilares interiores en toda la estructura. La cubierta está formada por panel tipo sandwich que transmite las cargas a las cerchas mediante las correas. El acero de toda la estructura será de tipo 'S275R' y para los cerramientos se usa hormigón armado prefabricado.

Se realiza el cálculo de la estructura media el diseño de la misma y el cálculo de las cargas que en ella influyen y se dimensiona en función de las deformaciones y tensiones obtenidas. Para las cimentaciones se realiza el cálculo de zapatas centradas.

Se realizan los diferentes anejos técnicos y por último, se realiza el diseño del proceso completo para realizar la transformación de la manzana en zumo teniendo en cuenta todas las etapas y maquinaria utilizada en ellas.

### **Palabras clave:**

Estructura, metálica, zumo, manzana, concentrado, industria



## DESIGN OF APPLE JUICE INDUSTRY IN THE VALENCIAN COMMUNITY (SPAIN)

Author: **Fernando Cañamás Izquierdo**

**Final Master Degree work**

**Tutor:** Carlos Manuel Ferrer Gisbert

**Made in:** Valencia

**Date:** July 2019

### **Summary:**

The project describes calculus and design of a rectangular industrial warehouse of steel structure of 50 m long and 20 m wide, where transformation of apples in juice will take place.

The industrial warehouse it's composed of a symmetrical double pitched roof formed by a truss structure and without interiors pillars. The roof formed by sandwich type panel transmits load to trusses by purlins. The steel used for the all structure will be S275JR type. The exterior enclosure will be made of reinforced concrete.

The calculation of the truss is made by the design of it and the calculation of the loads and sizing accordingly to stresses and deformations and the will be used for the calculations of the structure. For the foundation will be used shallow foundations.

Finally it, will be realized the design of complete process of transformation of apples in juice, with all stages and machinery.

### **Keywords:**

Structure, steel, juice, apple, concentrate, industry



## DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO I: ANÁLISIS DEL SECTOR

ANEJO II: PROCESO PRODUCTIVO

ANEJO III: DIMENSIONADO DE PLANTA

ANEJO IV: DIMENSIONADO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

ANEJO V: BALANCES DE MATERIA

ANEJO VI: DISEÑO DEL EVAPORADOR

ANEJO VII: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

ANEJO VIII: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

ANEJO IX: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO X: ESTUDIO ECONÓMICO

ANEJO XI: LEGISLACIÓN

## DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

PLANO 1: SITUACIÓN

PLANO 2: EMPLAZAMIENTO

PLANO 3: DISTRIBUCIÓN EN PARCELA

PLANO 4: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

PLANO 5: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y PILARES

PLANO 6: DETALLE DE CIMENTACIÓN

PLANO 7: SECCIÓN CERCHA TIPO

PLANO 8: SECCIÓN MURO HASTIAL

PLANO 9: PLANTA ESTRUCTURA DE CUBIERTA

PLANO 10: PLANTA CUBIERTA

PLANO 11: SECCIÓN MURO LATERAL

PLANO 12: ALZADO FACHADAS

PLANO 13: RED DISTRIBUCIÓN AGUA CALIENTE

PLANO 14: RED DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA

PLANO 15: SANEAMIENTO – RED FECALES

PLANO 16: SANEAMIENTO – RED PLUVIALES

PLANO 17: SANEAMIENTO – RED RESIDUALES

PLANO 18: DISTRIBUCIÓN LUMINARIAS

PLANO 19: DISTRIBUCIÓN RECEPTORES

PLANO 20: ESQUEMA UNIFILAR CGP

PLANO 21: ESQUEMA UNIFILAR CS1

PLANO 22: ESQUEMA UNIFILAR CS2

PLANO 23: ESQUEMA UNIFILAR CS3

PLANO 24: ESQUEMA EVAPORADOR

PLANO 25: VISTA DE LA ESTRUCTURA

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

# DOCUMENTO N<sup>o</sup>1: MEMORIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ÍNDICE:

- 1. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... 5
- 2. DIMENSIONADO EN PLANTA ..... 5
  - 2.1. ZONA DE RECEPCIÓN ..... 5
  - 2.2. ZONA DE TRANSFORMACIÓN ..... 5
  - 2.3. ZONA DE ALMACENAMIENTO ..... 5
  - 2.4. ZONA DE ENVASADO ..... 6
  - 2.5. ZONA DE DEPENDENCIAS ..... 6
  - 2.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE..... 7
  - 2.7. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO ..... 7
  - 2.8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE..... 7
- 3. ORGANIZACIÓN EN PARCELA ..... 8
  - 3.1. NAVE ..... 8
  - 3.2. APARCAMIENTOS ..... 9
  - 3.3. MAQUINARIA EXTERIOR ..... 9
- 4. DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE ..... 9
  - 4.1. NORMATIVA ..... 9
  - 4.2. SOFTWARE ..... 10
  - 4.3. DIMENSIONADO DE LA CERCHA ..... 10
  - 4.4. ACCIONES..... 10
    - 4.4.1. ACCIONES PERMANENTES (G)..... 10
    - 4.4.2. ACCIONES VARIABLES (Q)..... 11
  - 4.5. COMPROBACIONES ..... 11
  - 4.6. DIMENSIONADO MEDIANTE 'SAP 2000' ..... 11
  - 4.7. DIMENSIONADO DE LAS ZAPATAS..... 14
  - 4.8. CARACTERÍSTICAS DE HORMIGÓN, ACERO Y SUELO..... 15
  - 4.9. ACCIONES SÍSMICAS ..... 16
  - 4.10. ESTUDIO GEOTÉCNICO ..... 16
- 5. PROGRAMA PRODUCTIVO..... 17
  - 5.1. MATERIAS PRIMAS ..... 17
  - 5.2. PROGRAMA PRODUCTIVO..... 17



6.	PROCESO PRODUCTIVO .....	18
6.1.	RECEPCIÓN DE LAS MANZANAS .....	18
6.2.	LAVADO .....	18
6.3.	TRITURADO .....	19
6.4.	LICUEFACCIÓN Y MACERACIÓN .....	19
6.5.	PRENSADO .....	19
6.6.	MICROFILTRACIÓN .....	20
6.7.	EVAPORADOR .....	20
6.8.	SECADO .....	20
6.9.	DIAGRAMA PROCESO PRODUCTIVO .....	21
7.	BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO .....	22
7.1.	BALANCE DE MATERIA TOTAL .....	22
7.2.	BALANCE EN LIMPIEZA .....	22
7.3.	BALANCE EN TRÍA .....	22
7.4.	BALANCE EN SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO .....	23
7.5.	BALANCE EN MICROFILTRACIÓN .....	23
7.6.	BALANCE EN CONCENTRACIÓN .....	23
7.7.	BALANCE MEZCLADO Y RECONSTITUCIÓN .....	23
7.8.	RENDIMIENTO DEL PROCESO .....	23
8.	MAQUINARIA .....	24
8.1.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN .....	24
8.1.1.	TOLVA DE RECEPCIÓN .....	24
8.1.2.	DESHOJADORA Y LAVADORA .....	24
8.1.3.	LAVADORA .....	24
8.1.4.	MOLINO TRITURADOR .....	25
8.1.5.	BIO-REACTORES DE LICUEFACCIÓN Y MACERACIÓN .....	25
8.1.6.	PRENSA HIDRÁULICA DE JAULA .....	25
8.1.7.	MICROFILTRACIÓN .....	26
8.1.8.	EVAPORADOR TASTE .....	26
8.1.9.	SECADOR TROMMEL .....	27
8.1.10.	DEPÓSITO ASÉPTICOS .....	27

9.	DISEÑO DELEVAPORADOR TASTE.....	27
10.	INSTALACIÓN DE FONTANERIA.....	30
10.1.	CONSUMOS .....	30
11.	INSTALACIÓN SANEAMIENTO.....	32
11.1.	RED DE AGUAS PLUVIALES.....	32
11.2.	RED DE AGUAS FECALES .....	32
11.3.	RED DE AGUAS RESIDUALES .....	33
12.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	33
13.	ESTUDIO ECONÓMICO Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	35
13.1.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD .....	35
14.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	36
15.	RESUSMEN DEL PRESUPUESTO .....	36

**ÍNDICE DE TABLAS:**

Tabla 1:	Superficie por zonas .....	6
Tabla 2:	Dimensiones de los elementos estructurales generales.....	8
Tabla 3:	Comprobaciones perfiles 1.....	12
Tabla 5:	Esfuerzos Zapata.....	14
Tabla 6:	Dimensiones zapatas .....	14
Tabla 7:	Programa Productivo.....	17
Tabla 8:	Composición de las corrientes .....	20
Tabla 9:	Características de la tolva de recepción.....	24
Tabla 10:	Características Cinta-Elevadora.....	24
Tabla 11:	Características de la lavadora.....	25
Tabla 12:	Características del Molino-Triturador .....	25
Tabla 13:	Características de los BioReactores.....	25
Tabla 14:	Características de la prensa de jaula .....	26
Tabla 15:	Características Evaporador TASTE.....	26
Tabla 16:	Características Secador TROMMEL .....	27
Tabla 17:	Características Depósitos .....	27

Tabla 18: Resultados del Evaporador .....	28
Tabla 19: Resultados de los Precalentadores .....	28
Tabla 20: Consumo agua fría .....	30
Tabla 21: Consumo ACS.....	30
Tabla 22: Dimensionado de la red agua fría .....	31
Tabla 23: Dimensionado de la red ACS .....	31
Tabla 24: Diámetros de colectores y dimensiones de arquetas .....	32
Tabla 25: Colectores de aguas fecales y sus arquetas .....	32
Tabla 26: Diámetros colectores y arquetas.....	33
Tabla 27: Secciones finales de conductor, neutro y protección .....	34
Tabla 28: Análisis de sensibilidad .....	35
Tabla 29: Resumen del presupuesto .....	36

**ÍNDICE DE FIGURAS:**

Figura 1: Emplazamiento de la parcela .....	7
Figura 2: Estructura de la zapata .....	14
Figura 1: Esquema Funcionamiento Evaporador .....	29

## 1. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el cálculo y dimensionado de una industria para la producción de zumo de manzana a partir de manzanas como materia prima.

Con motivo del aumento del deseo de la población mundial por cuidar su alimentación, muchas personas, la cuales antes desconocían los beneficios de los zumos están acudiendo a ellos para completar una dieta rica en vitaminas y minerales.

Muchas de estas personas no son habitantes de las principales zonas de cultivo de esta fruta, por lo que deben de importar el producto de las zonas productoras.

Una de estas zonas es la lugar de emplazamiento de la industria y del cultivo de manzanos (*Malus domestica*). De este modo se ha diseñado la planta de transformación de las manzanas en zumo.

## 2. DIMENSIONADO EN PLANTA

La nave de producción se divide en varias zonas tanto para el proceso como para funciones adyacentes. Todas las zonas están representadas en el 'PLANO 4 – DISTRIBUCIÓN EN PLANTA'

### 2.1. ZONA DE RECEPCIÓN

La primera zona se trata de la zona de recepción, esta también es conocida como la zona sucia es la encargada de recibir las manzanas directas del campo en la tolva. Desde esa tolva es transportada para ser deshojada y limpiada y entrar en óptimas condiciones al proceso de extracción. Se debe dejar espacio suficiente de maniobras para los camiones y tractores que van a descargar.

### 2.2. ZONA DE TRANSFORMACIÓN

Uno de los lugares más importantes de la industria ya que allí se llevará a cabo la extracción del zumo. En ella se encuentra toda la maquinaria del proceso de transformación.

### 2.3. ZONA DE ALMACENAMIENTO

Una vez terminado el proceso de extracción el zumo se debe conservar en las condiciones óptimas para que no sufra modificaciones indeseadas. Para ello la

industria cuenta con 6 depósitos de 100.000 L donde se almacenará todo el producto terminado.

#### 2.4. ZONA DE ENVASADO

Según los pedidos que ya se tengan antes de la temporada y los que van surgiendo posteriormente los lotes van siendo envasados mediante la cadena de envasado. Las dimensiones de la misma son las siguientes:

#### 2.5. ZONA DE DEPENDENCIAS

Las dependencias son utilizadas por los trabajadores de la industria para poder realizar las diferentes funciones para el correcto funcionamiento de la empresa, además de para la higiene de los trabajadores y de la propia nave.

Tabla 1: Superficie por zonas

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )
Zona Producción	342,05
Zona Almacenamiento	332
Almacén General	135
Laboratorio	26,8
Oficina	40,2
Vestuarios	33,5
Aseos	23,45
Comedor	33,5
Almacén Limpieza	33,5
TOTAL	1000

Mediante la suma de las superficies totales de las zonas necesarias se obtiene un total de 1000 m<sup>2</sup>. Por esta razón se estima necesaria una nave de 50 m de longitud y 20 m de anchura. Estas dimensiones son suficientes para que todas las funciones se lleven a cabo en las condiciones más óptimas posibles y teniendo en cuenta tanto la seguridad como la higiene de las personas que en ella trabajan.

Todas las dimensiones están justificadas en el 'Anejo III – DIMENSIONADO DE LA PLANTA' y representadas en el 'PLANO 4 – DISTRIBUCIÓN EN PLANTA'

## 2.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE

La nave se trata de una planta rectangular de 50 m de longitud, 20 m de anchura y 6 m de en los extremos y 9 m en coronación del centro. Está compuesta por una estructura metálica y cerramientos de hormigón armado y acristalamientos.

## 2.7. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La industria se encuentra en el término municipal de Benicarló, provincia de Castellón, en la Comunidad Valenciana (España). Polígono Industrial Collet 301, manzana 92944, con una superficie de 23.739 m<sup>2</sup>. Los planos completos están en el 'DOCUMENTO Nº 2: PLANOS'.

La parcela cuenta con una superficie de 23.739 m<sup>2</sup>, esta es bastante más de la necesaria para cumplir las funciones de la industria. Pero se decide utilizarla ya que la empresa tiene proyectos de ampliación de la explotación e incorporación de otras nuevas.

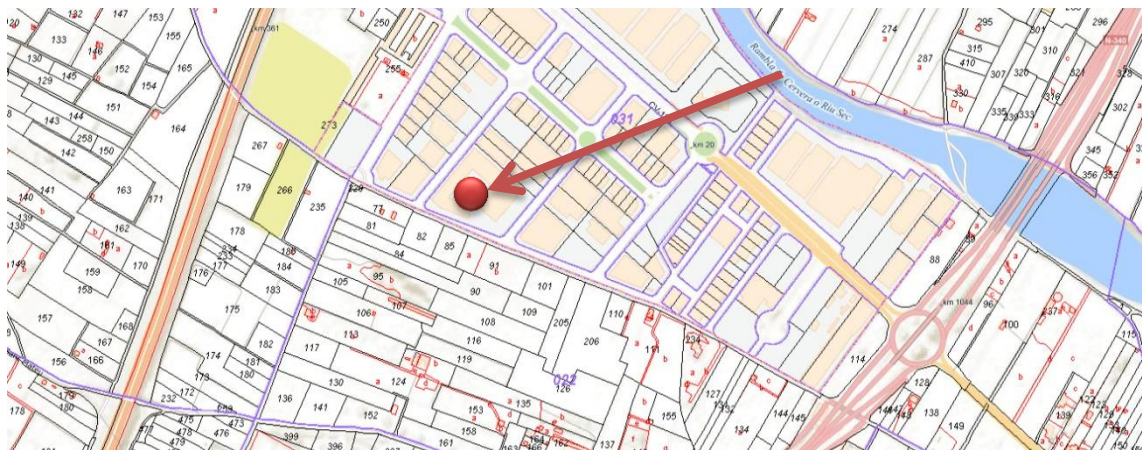


Figura 1: Emplazamiento de la parcela

## 2.8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA NAVE

La nave se ha dimensionado para tener 1.000 m<sup>2</sup> disponibles, por tanto, se ha decido dar 50 m de longitud y 20 m de anchura. Se trata de una estructura metálica de diseño sin pilares interiores.

Los pilares en el medio del muro lateral, punto más alto de la nave, alcanzan los 9 metros. En el punto más bajo de altura de la nave, los extremos, los pilares tienen 6 metros. La separación entre los pilares del muro lateral es de 5 metros, mientras que la separación entre los del muro hastial es de 6,67 m.

La pendiente para la cubierta centra es de 8% mientras que para las cubiertas exteriores es de 9,31%. La estructura cuenta con 9 pórticos y 23 correas superiores.

Tabla 2: Dimensiones de los elementos estructurales generales

<b>Dimensiones Generales</b>		
<b>Elemento estructural</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
Longitud de la nave	50,00	m
Anchura de la nave	20,00	m
Altura máxima pilares	9,00	m
Altura pilares dobles	7,00	m
Altura pilares muro hastial	6,00	m
Separación entre correas	2,50	m
Separación entre pilares laterales	5,00	m
Separación entre pilares muro hastial	6,67	m
Pendiente cubierta central	8,00%	
Pendiente cubierta exterior	9,31%	
N° de pórticos	9	
N° de correas superiores	23	

### **3. ORGANIZACIÓN EN PARCELA**

La organización de la parcela está representada en el 'PLANO 3 – DISTRIBUCIÓN EN PARCELA'

#### **3.1. NAVE**

A la hora de organizar la distribución en la parcela, se tendrá muy en cuenta uno de los principios seguidos para la distribución, el de mínima distancia recorrida. Para ello es imprescindible que la circulación de tractores, camiones, coches sea lo más reducida y organizada posible.

La nave se sitúa al norte dentro de la parcela, a 29 m desde la calle a la que da la nave y separada de la parcela colindante más cercana 39 m. Con esta disposición se pretende que la materia prima que llega entre por una puerta de la parcela llegue a la tolva salga rodeando la nave por la otra puerta.

### **3.2. APARCAMIENTOS**

En la esquina este dentro de la parcela se colocarán los aparcamientos para trabajadores y personas ajenas a la industria como pueden ser clientes o visitas.

Teniendo en cuenta que la plantilla será de 6 a 7 trabajadores estará sobredimensionado a 10 plazas de aparcamiento sencillas más 1 plaza para personas con discapacidad.

Las dimensiones de las plazas sencillas serán de 5 x 2,5 m, 12,5 m<sup>2</sup>. En el caso de la plaza para minusválidos será de 5 x 3,6 m, 18 m<sup>2</sup>, acorde con la normativa en los dos casos. Las plazas son distribuidas en dos baterías paralelas con una distancia entre ellas de 6 m. La superficie total utilizada para el aparcamiento es de 239,6 m<sup>2</sup>.

### **3.3. MAQUINARIA EXTERIOR**

En la industria se llevan a cabo dos operaciones importantes como son el concentrado del zumo por evaporación del agua y el secado del bagazo sobrante.

Para ello se usa un evaporador térmicamente acelerado de corto tiempo (TASTE), en el primer caso y un túnel de secado (TROMMEL) en el segundo. Esta maquinaria destaca por sus grandes dimensiones.

En el caso de TASTE, se trata de un evaporador de torres, 6 en este caso, de hasta 7 metros. Además la instalación exige por sí misma mucho espacio para todas las piezas.

En el caso del TROMMEL, es un túnel de secado de hasta 8 metros y 2 metros de altura, también ocupando grandes dimensiones.

Por tanto, se ha decidido que estas dos instalaciones se llevarán a cabo fuera de la nave de procesado.

## **4. DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE LA NAVE**

En el siguiente apartado se detalla el cálculo realizado para el dimensionado de todas las partes que componen la estructura de la nave. Todos los cálculos y comprobaciones realizadas se encuentra en el 'ANEJO II – OBRA CIVIL'.

### **4.1. NORMATIVA**

Para la realización de estos cálculos se ha utilizado las siguientes normativas:



- EAE: Instrucción de Acero Estructural
- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural
- CTE: Código Técnico de la Edificación
  - DB-SE: Seguridad estructural
  - DB-SE AE: Seguridad estructural. Acciones en la edificación
  - DB-SE A: Seguridad estructural. Acero
  - DB-SE C: Cimientos

#### **4.2. SOFTWARE**

Por otra parte, para la realización de ciertos cálculos, dimensionado y diseño gráfico se ha utilizado:

- SAP 2000
- AutoCAD

#### **4.3. DIMENSIONADO DE LA CERCHA**

La estructura de acero deberá resistir frente a acciones e influencias durante el total de su período de vida útil. De tal manera que deberá proyectarse para reducir el riesgo de un comportamiento mecánico inadecuado a límites aceptables.

Se realiza un predimensionado seleccionado perfiles y realizando el diseño deseado para que la estructura sea segura y evitando un gasto innecesario de materiales. Una vez tenemos seleccionado todos los perfiles se utiliza el programa 'SAP2000' (Structural Analysis Program) para la comprobaciones. Las comprobaciones también se realizan mediante cálculo manual con el uso de la hoja de cálculo 'Excel'.

En caso de obtener deficiencias o fallos en la estructura se van modificando los perfiles hacia unos más resistentes y se va analizando la estructura mediante el software de diseño y las comprobaciones de cálculos manuales.

#### **4.4. ACCIONES**

##### **4.4.1. ACCIONES PERMANENTES (G)**

Para el cálculo de las acciones permanentes o constantes se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

- Peso panel tipo sándwich → 15 kg/m<sup>2</sup>

- Peso de las correas → 6 kg/m<sup>2</sup>
- Peso de la cercha → el propio programa calcula el peso propio de los perfiles cuando se seleccionan

Al resultado final se le aplica el coeficiente de mayoración de 1,35.

#### **4.4.2. ACCIONES VARIABLES (Q)**

Para el cálculo de las acciones variables o transitorias se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

- Nieve (N) → 20 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga de uso por mantenimiento (S) → 40 kg/m<sup>2</sup>

Se tendrá en cuenta a la hora de los resultados que muchos de ellos se podrán redondear al alza en el lado de la seguridad para evitar decimales en estos primeros compases del cálculo.

Debido al emplazamiento de nuestra estructura, Zona 5 y 0-200 msnm, la carga se estipula según la tabla de relaciones de la SE-AE obteniendo 20 kg/m<sup>2</sup>.

La nieve se multiplica por su coeficiente de mayoración de 0,75 y el de sobrecarga por mantenimiento por 1,5.

#### **4.5. COMPROBACIONES**

Se realizan las diferentes comprobaciones de:

- Esbeltez crítica ( $\lambda_{cr}$ )
- Comprobación a tracción
- Comprobación a pandeo

#### **4.6. DIMENSIONADO MEDIANTE 'SAP 2000'**

Para el dimensionado final se ha utilizado el software SAP2000. Se trata de un programa informático capaz de realizar análisis y modelización en la ingeniería de estructuras. Mediante este programa se obtienen los resultados que se analizarán y nos servirán para las comprobaciones manuales de los perfiles.

Para el cálculo de los axiles de la cercha se realiza la combinación de cargas mayoradas:

- ELU 1: pesos propios, sobrecarga de uso y nieve.

Tabla 3: Comprobaciones perfiles 1

Descripción	Perfil	Pandeo	Flexión	Área	R.Giro	M.Res	L	Beta	Esbeltez	Esbeltez Red.	C. Beta Pandeo	Comprobación	Axil	Flector	i Axil	i Flector	i Final
		Y Z	Y Z	A cm <sup>2</sup>	i <sub>y</sub> ,i <sub>z</sub> cm	W <sub>y</sub> ,W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	L <sub>y</sub> , L <sub>z</sub> cm	β <sub>y</sub> β <sub>z</sub>	λ <sub>y</sub> λ <sub>z</sub>	λ <sub>red,y</sub> λ <sub>red,z</sub>	χ <sub>y</sub> χ <sub>z</sub>		N <sub>Ed</sub> kg	M <sub>Ed,1</sub> mkg			
Cordón Sup. Celosía (Nº494)	#120x120x4	Y	Y	18,3	4,76	77,8	333,5	0,9	63,06	0,73	0,71	Pandeo	Y-Y	11830	MzEd	0,348	0,348
		Z	Z		4,76	77,8	333,5	0,9	63,06	0,73	0,71		z-z		803	0,348	0,348
		Resistencia													0,246	0,394	<b>0,640</b>
Cordón Sup. Celosía (Nº289)(5)	#120x120x4	Y	Y	18,3	4,76	77,8	333,5	0,9	63,06	0,73	0,71	Pandeo	Y-Y	14570	MzEd	0,428	0,428
		Z	Z		4,76	77,8	333,5	0,9	63,06	0,73	0,71		z-z		575	0,428	0,428
		Resistencia													0,303	0,282	<b>0,586</b>
Cordón Inf. Celosía (Nº748)	#120x120x4	Y	Y	18,3	4,76	77,8						Pandeo	Y-Y		MzEd		
		Z	Z		4,76	77,8							z-z				
		Resistencia												17181	71,15	0,358	0,035
Cordón Inf. Celosía (Nº1177)	#120x120x4	Y	Y	18,3	4,76	77,8						Pandeo	Y-Y		MzEd		
		Z	Z		4,76	77,8							z-z				
		Resistencia												14119	71	0,294	0,035

Tabla 4: Comprobaciones perfiles 2

Descripción	Perfil	Pandeo	Flexión	Área	R.Giro	M.Res	L	Beta	Esbeltez	Esbeltez Red.	Beta Pandeo	Comprobación	Axil	Flector	i Axil	i Flector	i Final			
		Y Z	Y Z	A cm <sup>2</sup>	i <sub>y</sub> , i <sub>z</sub> cm	W <sub>y</sub> , W <sub>z</sub> cm <sup>3</sup>	L <sub>y</sub> , L <sub>z</sub> cm	b <sub>y</sub> b <sub>z</sub>	I <sub>y</sub> I <sub>z</sub>	I <sub>red,y</sub> I <sub>red,z</sub>	c <sub>y</sub> c <sub>z</sub>		N <sub>Ed</sub> kg	M <sub>Ed,1</sub> mkg						
Riostra Corta Centro Celosía (N°807)	#80X80X4	Y	Y	11,6	3,06	32,6	390	0,9	114,71	1,32	0,38	Pandeo	y-y	6845	MzEd	0,593		0,593		
		Z	Z		3,06	32,6	390	0,9	114,71	1,32	0,38		z-z		0,593		0,593			
		Resistencia																		0,225
Riostra Larga Centro Celosía (N°881)	#80X80X4	Y	Y	11,6	3,06	32,6	541	0,9	159,12	1,83	0,23	Pandeo	y-y	4065	MzEd	0,588		0,588		
		Z	Z		3,06	32,6	541	0,9	159,12	1,83	0,23		z-z		0,588		0,588			
		Resistencia																		
Correa Ext. Celosía (N°766)	#160X160X5	Y	Y	30,6	6,36	173,8						Pandeo	y-y		MzEd					
		Z	Z		6,36	173,8							z-z							
		Resistencia												7603	663	0,095	0,146			0,240
Pilar Lateral (N°563)	#150x250x6	Y	Y	46,6	9,3	389	711	1,5	114,68	1,32	0,38	Pandeo	y-y	7783	MzEd	0,168		0,168		
		Z	Z		6,25	273	711	1,5	170,64	1,97	0,20		z-z		145	0,316		0,316		
		Resistencia																		
Riostra Cubierta (N°1141)	#100x100x4	Y	Y	14,8	3,88	52,8	600	0,9	139,18	1,60	0,28	Pandeo	y-y	1890	MzEd	0,172		0,172		
		Z	Z		3,88	52,8	600	0,9	139,18	1,60	0,28		z-z		0,172		0,172			
		Resistencia																		

#### 4.7. DIMENSIONANDO DE LAS ZAPATAS

Para los esfuerzos se toman las reacciones en la base del pilar empotrado sin mayorar (ELS 2), a continuación se muestran de los tres tipos de zapatas:

Tabla 5: Esfuerzos Zapata

Esfuerzos Zapata				
Tipo Zapata	N (kg)	V (kg)	M (kg·m)	Tipo
Zapata Esquina	610	651	530	Centrada
Zapata Muro Lateral	1698	841	3934	Centrada
Zapata Muro Hastial	1214	515	525	Centrada

Se estiman las siguientes dimensiones para las zapatas, en el caso de las zapatas para las esquinas y para el muro hastial se dimensionarán como iguales por tener esfuerzos muy parecidos.

Tabla 6: Dimensiones zapatas

Dimensiones Zapata (m)							
Tipo Zapata	Tipo	a	a <sub>0</sub>	b	b <sub>0</sub>	H	h
Zapata Esquina	Centrada	1,2	0,4	1,2	0,4	2	0,4
Zapata Muro Lateral	Centrada	1,8	0,4	1,5	0,4	2,2	0,4
Zapata Muro Hastial	Centrada	1,2	0,4	1,2	0,4	2	0,4

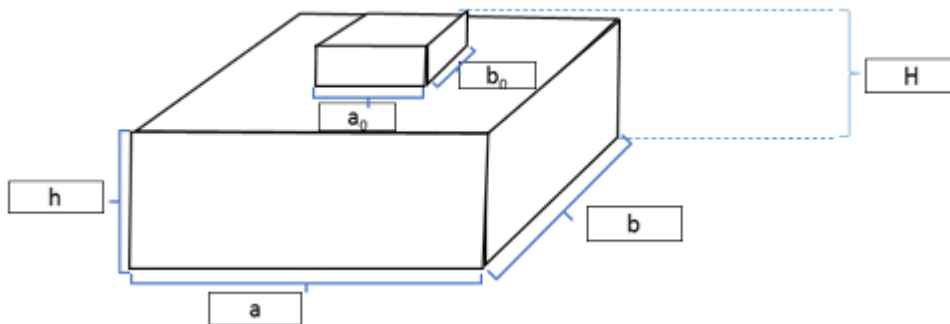


Figura 2: Estructura de la zapata

El armado se divide en uno para el muro y otro para la cimentación del muro, los resultados son los siguientes:

- Armado del muro: Barras verticales
  - Barras verticales: redondos de 12 mm de diámetro cada 20 cm.
  - Barras horizontales: 39 redondos de 12 mm de diámetro cada 6,8 cm

#### ZAPATA ESQUINA Y MURO HASTIAL

- Armado de la cimentación: 6 barras de 12 mm de diámetro separados 22 cm

#### ZAPATA MURO LATERAL

- Armado de la cimentación: 7 barras de 12 mm de diámetro separados 23,3 cm

### **4.8. CARACTERÍSTICAS DE HORMIGÓN, ACERO Y SUELO**

#### Hormigón HA-25:

- Resistencia característica a compresión ( $f_{ck}$ ) = 250 kg/cm<sup>2</sup>
- Coeficiente de minoración de resistencia del hormigón ( $\gamma_c$ ) = 1,5
- Coeficiente de mayoración de cargas ( $\gamma_g$ ) = 1,5
- Peso específico del hormigón ( $\rho_h$ ) = 2400 kg/m<sup>3</sup>

#### Acero B-500-S:

- Límite elástico de acero de armar ( $f_{yk}$ ) = 5100 kg/cm<sup>2</sup>
- Coeficiente minoración resistencia del material ( $\gamma_s$ ) = 1,15

#### Suelo (Cantos, gravas y arcillas):

- Peso específico del terreno = 1800 kg/m<sup>3</sup>
- Angulo de rozamiento efectivo ( $\Phi'$ ) = 30° (granular-arcilloso)
- Tensión admisible ( $\sigma_{adm}$ ) = 1,75 kg/cm<sup>2</sup>
- Coeficiente de mayoración a vuelco ( $\gamma_v$ ) = 2
- Coeficiente de mayoración a deslizamiento ( $\gamma_d$ ) = 1,75

#### 4.9. ACCIONES SÍSMICAS

La Norma de Estructuras Sismorresistentes, la NCSE-02, clasifica las construcciones de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra que se trate:

1. De importancia moderada

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

2. De normal importancia

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3. De especial importancia

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas, excepto:

- En las construcciones de importancia moderada

La construcción objeto de este proyecto está clasificada en el tipo de construcciones de importancia moderada y por tanto está exento de cumplir la Norma.

#### 4.10. ESTUDIO GEOTÉCNICO

La zona de emplazamiento de la industria objeto de este proyecto no presenta problemas geotécnicos. Los datos necesarios del suelo son obtenidos mediante diferentes análisis encargados a una empresa externa y los resultados son los siguientes:

Suelo (granular-arcilloso):

- Peso específico del terreno  $\rho_s = 1800 \text{ kg/m}^3$
- Angulo de rozamiento efectivo ( $\Phi'$ ) =  $30^\circ$  (granular-arcilloso)
- Tensión admisible ( $\sigma_{adm}$ ) =  $1,75 \text{ kg/cm}^2$

## 5. PROGRAMA PRODUCTIVO

### 5.1. MATERIAS PRIMAS

La materia prima son las manzanas, provenientes del árbol del manzano (*Malus domestica*) o sus híbridos. En la industria se van a utilizar manzanas Granny Smith y McIntosh principalmente ya que la variedad Pink Lady da un buen zumo pero tiene un valor alto en manzana de mesa.

### 5.2. PROGRAMA PRODUCTIVO

El trabajo principal de la industria se realiza durante la campaña de cosechado de la manzana. Esta campaña comprende la primera quincena de octubre donde se procesará toda la manzana prevista.

Durante el resto del año, se realizan tareas de envasado y expedición, mantenimiento de instalaciones y maquinaria.

Tabla 7: Programa Productivo

OPERACIONES	MESES / SEMANAS																			
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero-Septiembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Recogida-extracción																				
Almacenamiento																				
Envasado																				
Expedición																				

#### ❖ RECOGIDA-EXTRACCIÓN

Una vez realizada la recolección mecanizada, la fruta se dispone en camiones con volquete para descargar en la industria. Se estiman unos 15-20 días de campaña.

$$\text{Cantidad de manzana} = \frac{1.200.000 \text{ kg manzana}}{15 \text{ días}} = 80.000 \text{ kg manzana/día}$$

El horario de trabajo de la planta es de 8h con la posibilidad de aumentar horas como horas extra hasta el límite legal. Con esto se pretende evitar que se quede materia prima en la tolva de recepción sin procesar.

Por tanto, con 8 horas al día para procesar la manzana, se obtiene un ritmo de trabajo de:



$$\text{Ritmo de trabajo} = \frac{80.000 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 10.000 \text{ kg manzana/hora}$$

Se sobredimensiona la cantidad total de manzana recibida al día, porque se pueden dar momentos donde la entrada de productos alcance picos importantes y la planta debe estar diseñada para hacer frente a estos. Se estipulan unos 20.000 kg/h y se seleccionará y dimensionará la planta para hacer frente a esa cantidad.

Este sobredimensionado también tiene la ventaja de poder ampliar en un futuro la explotación, además permite el poder utilizar la planta para procesar zumos de otros tipos de fruta con ligeros cambios.

#### ❖ ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento del producto final se opta por la colocación de 6 depósitos de 100.000 L asépticos y de atmósfera controlada.

#### ❖ ENVASADO

Según tipo de producto final que se desee envasar se optará por una línea de envasado y etiquetado para envases de PET o para depósitos en caso de zumo concentrado.

## 6. PROCESO PRODUCTIVO

### 6.1. RECEPCIÓN DE LAS MANZANAS

A la llegada de la materia prima se realizarán análisis y controles de calidad pertinentes para verificar la ausencia de plagas que deterioren la materia prima y conocer los °Brix, acidez y rendimiento en zumo.

Una vez aceptadas las manzanas y comprobado su calidad se descargan en las tolvas de recepción enterradas en el patio exterior de la planta. Las manzanas se transportarán desde la tolva a la lavadora mediante una cinta transportadora de cangilones.

### 6.2. LAVADO

Esta etapa cuenta con varias fases, en la primera etapa el producto pasa por una balsa de agua higienizada donde se depositarán todo tipo de rocas, arenas, ramas, etc, y se lavará la fruta.

La segunda etapa está compuesta por un rampa de cangilones y con difusores de agua para limpiar los restos de agua de lavado de la fruta.

En el paso del final de la lavadora se colocara un destrío automático.

### **6.3. TRITURADO**

El triturado de la materia prima es una de las etapas más importantes del proceso. Está basado en la rotura y cizallamiento de las manzanas mediante un molino de cuchillas que logra obtener fragmentos de 0,5-1 cm. El corte de las manzanas por parte de las cuchillas se realiza hasta que el tamiz del molino permite el paso de la pasta.

### **6.4. LICUEFACCIÓN Y MACERACIÓN**

Una vez obtenida la pasta triturada, esta debe someterse a un proceso de maceración. En la maceración se lleva a cabo la adición de enzimas capaces de romper la estructura celular de la fruta y maximizar la extracción de zumo.

Los depósitos cuentan con camisas térmicas para lograr una temperatura de 60°C, esto incrementa la actividad enzimática y aumenta el rendimiento de la etapa.

Estos depósitos son tratados como biorreactores discontinuos donde se añaden las siguientes enzimas:

- Pectinasas: Pectin-metil-esterasa (PME) y Poligalacturonasa (PG)
- Celulasas
- Hemicelulasas

### **6.5. PRENSADO**

Se trata de una extracción sólido-líquido donde se pretende separar el zumo de manzana, como líquido, del bagazo compuesto por pulpa, piel, tallo y semillas, como parte sólida.

Para lograr este proceso se cuenta con una prensa hidráulica de jaula o de tornillo, en la que un cilindro perforado va presionado la cámara donde se encuentra la pasta mientras gira para facilitar la salida del zumo y mover la pasta más prensada.

## 6.6. MICROFILTRACIÓN

Se instala un filtro de membrana microporosa de 1 micra capaz de retener restos de sólidos en suspensión. Este sistema está compuesto por varias etapas de filtrado según tamaño de tamiz para evitar rápidas obturaciones de filtro.

## 6.7. EVAPORADOR

Se trata de un evaporador térmicamente acelerado de corto tiempo, T.A.S.T.E por sus siglas en inglés, 'Thermally Accelerated Short Time Evaporator'. Es utilizado para productos sensibles al calor ya que elimina la recirculación del zumo y este está menos tiempo expuesto al tratamiento térmico.

Mediante este evaporador compuesto por 6 efectos se consigue llevar el zumo de 12,5 a 65°Brix gracias a la evaporación de agua del producto.

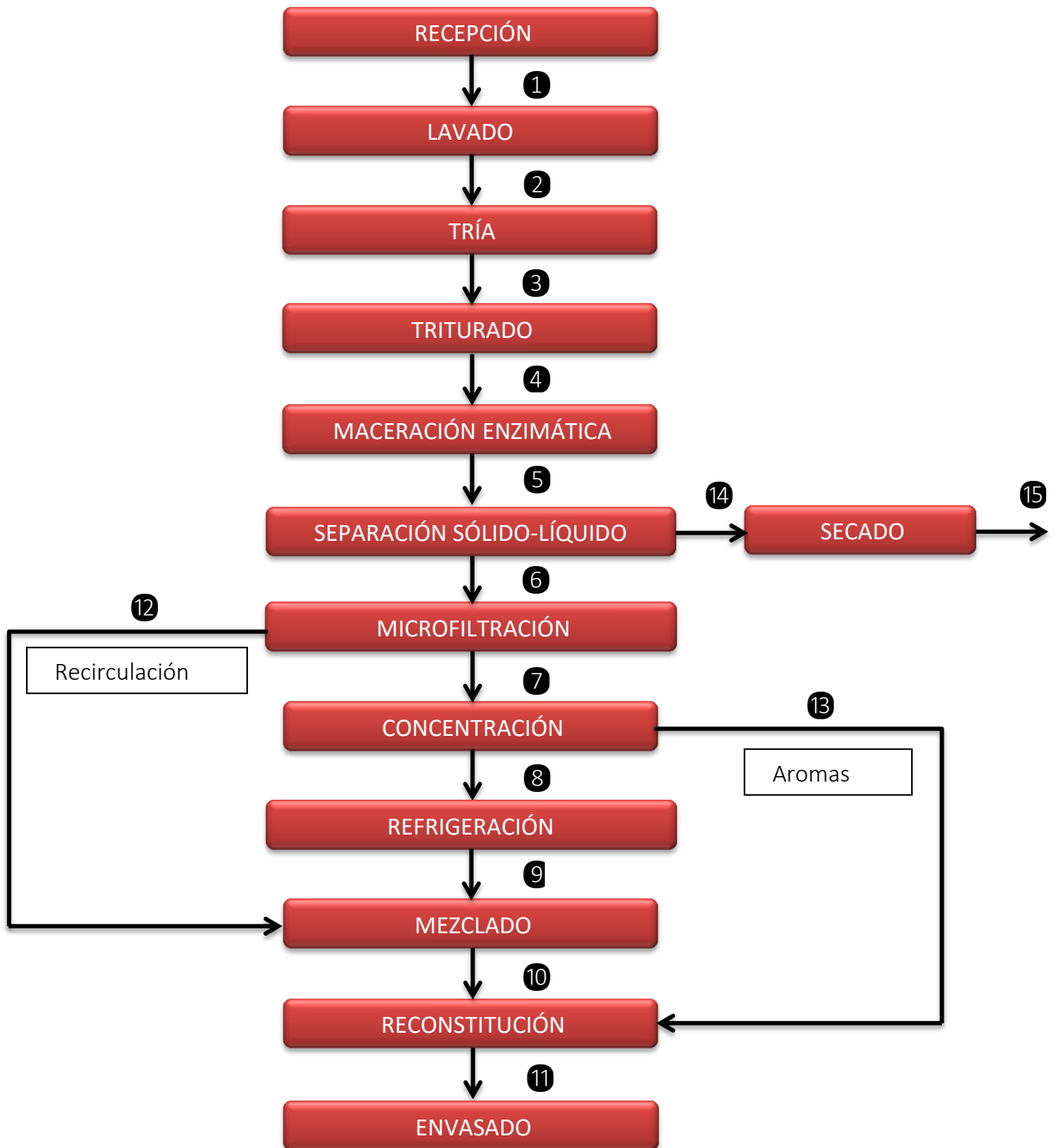
## 6.8. SECADO

Tras el prensado de la pasta de manzana se obtiene un bagazo compuesto por la pulpa, piel, semillas y tallos. Mediante el secador trommel se busca la deshidratación de la biomasa permitiendo mantener el valor nutritivo del producto y alargando el tiempo de conservación.

Tabla 8: Composición de las corrientes

Corriente	Caudal (kg/h)	Composición (kg/kgT)		
		xw	xs	xi
①	20.000	0,86	0,123	0,017
②	19.990	0,86	0,123	0,017
③	19.000	0,86	0,123	0,017
④	19.000	0,86	0,123	0,017
⑤	19.000	0,86	0,123	0,017
⑥	17708	0,875	0,125	-
⑦	12395	0,875	0,125	-
⑧	2383,8	0,35	0,65	-
⑨	2383,8	0,35	0,65	-
⑩	7696,2	0,712	0,288	-
⑪	7820,13	0,715	0,285	-
⑫	5312	0,875	0,125	-
⑬	123,95	1	-	-
⑭	1292	0,656	0,094	0,25
⑮	398,116279	0,14	0	0,86

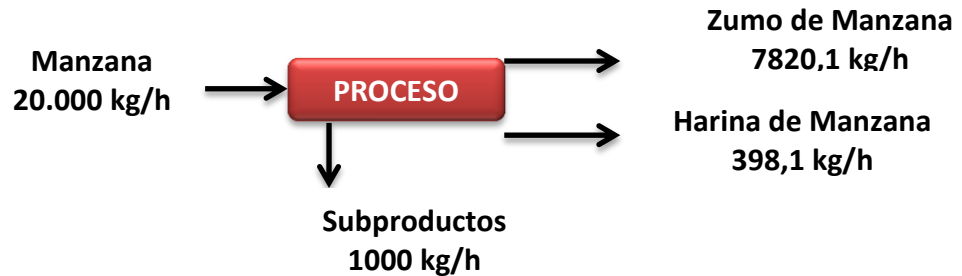
6.9. DIAGRAMA PROCESO PRODUCTIVO



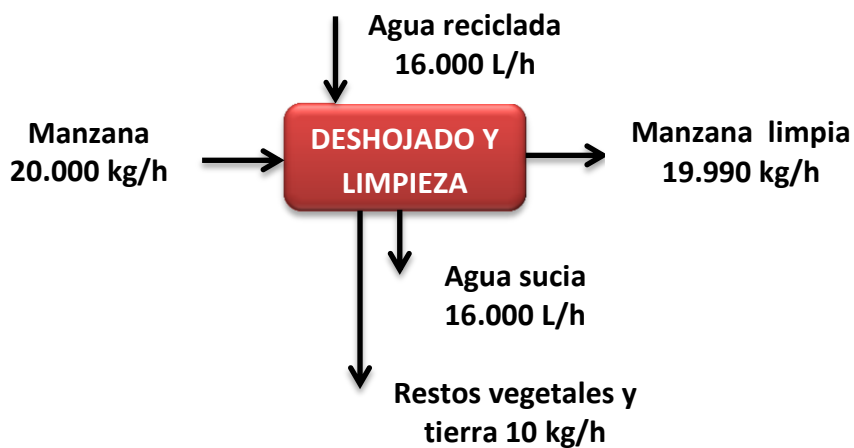
## 7. BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO

En el siguiente apartado se pretende realizar los balances de materia que tiene lugar en el proceso en general y por cada operación.

### 7.1. BALANCE DE MATERIA TOTAL



### 7.2. BALANCE EN LIMPIEZA



### 7.3. BALANCE EN TRÍA



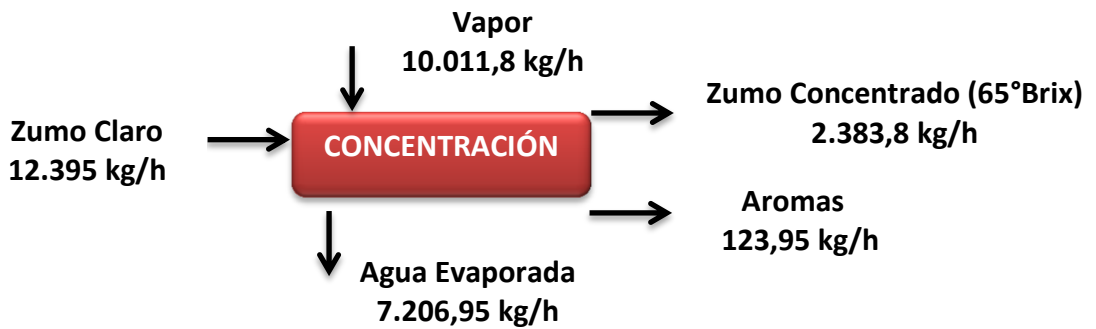
## 7.4. BALANCE EN SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO



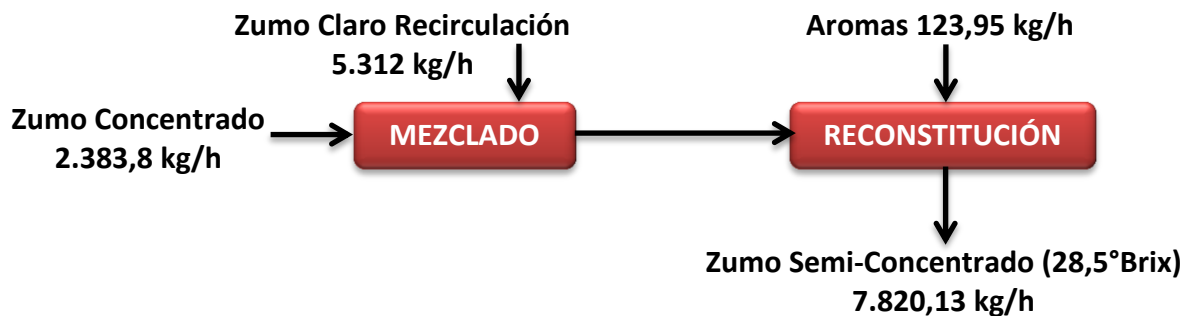
## 7.5. BALANCE EN MICROFILTRACIÓN



## 7.6. BALANCE EN CONCENTRACIÓN



## 7.7. BALANCE MEZCLADO Y RECONSTITUCIÓN



## 7.8. RENDIMIENTO DEL PROCESO

Para conocer el rendimiento del proceso se debe realizar con los litros obtenidos de zumo después de la separación de sólido-líquido:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{kg de Zumo Semiconcentrado}}{\text{kg de manzana}} = \frac{7820,1}{19.000} = 41,2\%$$

## 8. MAQUINARIA

### 8.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

#### 8.1.1. TOLVA DE RECEPCIÓN

Las tolvas de recepción de materia prima son las encargadas de recibir y almacenar la materia prima hasta que esta vaya a ser procesada. Tienen una función pulmón primordial para el buen funcionamiento de la planta.

Teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento total para un día completo es de 160.000 kg de manzana se obtienen unas medidas:

Tabla 9: Características de la tolva de recepción

Dimensiones Tolva Recepción					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Nº Tolvas
20	3	0,5	112,5	8,875	2

#### 8.1.2. DESHOJADORA Y LAVADORA

La cinta-elevadora de cangilones es utilizada para sacar las manzanas de la zona más inferior de la tolva y poder subirla hacia la siguiente etapa de procesado. Esta siguiente etapa será el lavado y eliminación de tierra y rocas.

Tabla 10: Características Cinta-Elevadora

Dimensiones Cinta-Elevadora de Cangilones					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Ángulo (°)	Nº Cintas
6,35	0,5	5,30	4	56	2

#### 8.1.3. LAVADORA

La operación de lavado está compuesta por varias etapas. En ellas se pretende eliminar toda materia que no sea la fruta en cuestión y limpiar la fruta para que pase a la siguiente etapa con el estado higiénico requerido.

Tabla 11: Características de la lavadora

Características Lavadora					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Capacidad (t/h)	Consumo Agua (L/h)
4,00	2,00	2,00	5	16-20	7000

#### 8.1.4. MOLINO TRITURADOR

El molino es el responsable de reducir el tamaño de la fruta para poder extraer todo el jugo posible de la fruta. Esta reducción de tamaño se realiza con un molino de cuchillas, que logra obtener fragmentos de 0,5-1 cm.

Tabla 12: Características del Molino-Triturador

Características Triturador					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Capacidad (t/h)	N° Trituradores
1,80	0,80	1,60	15	10	2

#### 8.1.5. BIO-REACTORES DE LICUEFACCIÓN Y MACERACIÓN

Una vez obtenida la pasta triturada, esta debe someterse a un proceso de maceración. En la maceración se lleva a cabo la adición de enzimas capaces de romper la estructura celular de la fruta y maximizar la extracción de zumo.

Estos depósitos cuentan con aspas interiores que agitan la mezcla, además se debe llevar la pasta a una temperatura de entre 50-60 °C para incrementar la actividad enzimática y aumentar el rendimiento de la operación mediante una camisa sobre el depósito.

Tabla 13: Características de los BioReactores

Características Reactores				
Diámetro (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Volumen (L)	N° Reactores
2,40	3,00	1,00	9048	3

#### 8.1.6. PRENSA HIDRÁULICA DE JAULA

Para lograr la extracción del zumo, se precisa de una extracción sólido-líquido en el que se pueda separar el bagazo compuesto por pulpa, piel, tallo y semillas del resto



de zumo. Para ello se opta por el uso de una prensa hidráulica de jaula, compuesta por un cilindro perforado con un plato de presión interno capaz de moverse hacia ambas direcciones del cilindro. En este caso no se pasarán de presiones superiores a 10 atmósferas ya que en caso contrario aumentaría la resistencia al flujo del sistema de capilares.

Tabla 14: Características de la prensa de jaula

Características Prensa de Jaula					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Presión (atm)	Nº Prensas
5,00	2,10	4,00	12	10	3

### 8.1.7. MICROFILTRACIÓN

Al salir de la prensa, se hace pasar el jugo por un proceso de microfiltración en el que una membrana microporosa es capaz de eliminar restos de sólidos en suspensión. Este proceso se lleva a cabo gracias al uso de fibras huecas de 1 micra de tamaño. Con esta microfiltración se consigue una clarificación en el zumo y evita problemas en conducciones en procesos posteriores.

### 8.1.8. EVAPORADOR TASTE

Se hace referencia a T.A.S.T.E como 'Thermally Accelerated Short Time Evaporator', es decir, Evaporador térmicamente acelerado de corto tiempo. Usado para productos sensibles al calor, ya que elimina la recirculación del producto por lo que el zumo esta menos tiempo expuesto al tratamiento térmico.

Se necesitan 6 torres de evaporación con 154 tubos de 0,02 m de diámetro, de entre 4 y 7 metros de altura. El evaporador va instalado en el exterior de la nave debido a las dimensiones de este.

Tabla 15: Características Evaporador TASTE

Características Evaporador TASTE					
Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Nº Efectos	Vapor (kg/h)
5,00	3,00	7,50	1990	6	3289

### 8.1.9. SECADOR TROMMEL

El Trommel es un secador rotativo formado por un cilindro con una longitud y diámetro determinados el cual gira y el producto va pasando y secando ayudado por unas palas. Una fuente de calor produce calor seco para secar aire y es conducido por un ventilador por el cilindro.

Tabla 16: Características Secador TROMMEL

Características Secador Trommel			
Longitud (m)	Anchura (m)	Consumo (kW)	Velocidad (cm/min)
7,80	2,00	1,00	2,00

### 8.1.10. DEPÓSITO ASÉPTICOS

Se diseñan 6 depósitos de 100.000 L, de 5 metros de altura por 5 metros de diámetro. Los tanques compuestos por doble camisa para mantener la temperatura del zumo por debajo de los 4 °C y un sistema de gases inertes como el nitrógeno para conservar y evitar la oxidación del zumo.

El acero inoxidable utilizado para la construcción de las máquinas es el de Grado AISI-316, ya que la adición de molibdeno lo hace más resistente a la corrosión.

Tabla 17: Características Depósitos

Características Depósitos Asépticos					
Diámetro (m)	Altura (m)	Consumo (kW)	Volumen (L)	Nº Depósitos	Temp (°C)
5,00	5,00	0,50	100000	6	4

## 9. DISEÑO DELEVAPORADOR TASTE

La evaporación esta considera como una operación unitaria en la que se elimina agua, como disolvente, de un alimento líquido o disolución, como disolvente + soluto, por ebullición en este caso. La concentración de zumo es una de las formas de facilitar el transporte del producto terminado y mejorar su conservación.

Se trata de un evaporador de película descendente y de circulación forzada, donde el producto desciende por gravedad. Entre sus ventajas destacan el no requerir un gradiente de temperatura mínimo para su funcionamiento y que es más adecuado para productos sensibles al calor.

En el ANEJO VI – DISEÑO DEL EVAPORADOR, se realizan todos los cálculos y se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 18: Resultados del Evaporador

EVAPORADOR													
Caudales (kg/h)	Fracciones Másicas (kgss/kgT)			Temperatura (°C)		Hv (Kj/kg)	Cp (Kj/kg°C)	Calor (kJ/h)	U (W/kg°C)	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	kW	
m <sub>0</sub>	12395,60	x <sub>S0</sub>	0,125	T <sub>0</sub>	20	2448,73	3,889						
m <sub>1</sub>	10329,67	x <sub>S1</sub>	0,15	T <sub>1</sub>	30	2423,98	3,840	q1	5,008E+06	6832,10	61,08	6,31	1391,05
m <sub>2</sub>	7042,95	x <sub>S2</sub>	0,22	T <sub>2</sub>	80	2303,92	3,761	q2	7,169E+06	1728,99	41,46	4,28	1991,28
m <sub>3</sub>	5164,83	x <sub>S3</sub>	0,3	T <sub>3</sub>	67	2334,55	3,577	q3	4,040E+06	4481,69	69,34	7,17	1122,27
m <sub>4</sub>	3689,17	x <sub>S4</sub>	0,42	T <sub>4</sub>	52	2370,40	3,286	q4	3,221E+06	4121,92	52,09	5,38	894,66
m <sub>5</sub>	2869,35	x <sub>S5</sub>	0,54	T <sub>5</sub>	42	2394,61	2,988	q5	1,842E+06	3409,74	54,02	5,58	511,64
m <sub>6</sub>	2383,77	x <sub>S6</sub>	0,65	T <sub>6</sub>	35	2411,70	2,709	q6	1,111E+06	2520,47	62,97	6,51	308,63
m <sub>S</sub>	3887,38			T <sub>S</sub>	180	2081,34							

Tabla 19: Resultados de los Precalentadores

PRECALENTADORES							
Temperatura (°C)	Calor (kJ/h)	Área (m <sup>2</sup> )	U <sub>P</sub> (W/kg°C)	Cp <sub>PRE</sub> (Kj/kg°C)	ATML (°C)		
T' <sub>1</sub>	30	q <sub>P1</sub>	4,820E+05	7,659	3814,773	3,898	16,498
T' <sub>2</sub>	35	q <sub>P2</sub>	2,013E+05	14,995	1447,343	3,846	9,276
T' <sub>3</sub>	42	q <sub>P3</sub>	2,781E+05	13,678	1541,204	3,854	13,192
T' <sub>4</sub>	52	q <sub>P4</sub>	3,981E+05	11,789	1724,948	3,865	19,576
T' <sub>5</sub>	67	q <sub>P5</sub>	5,989E+05	13,493	2270,322	3,882	19,550
T' <sub>6</sub>	90	q <sub>P6</sub>	9,223E+05	3,516	2595,495	3,908	101,064

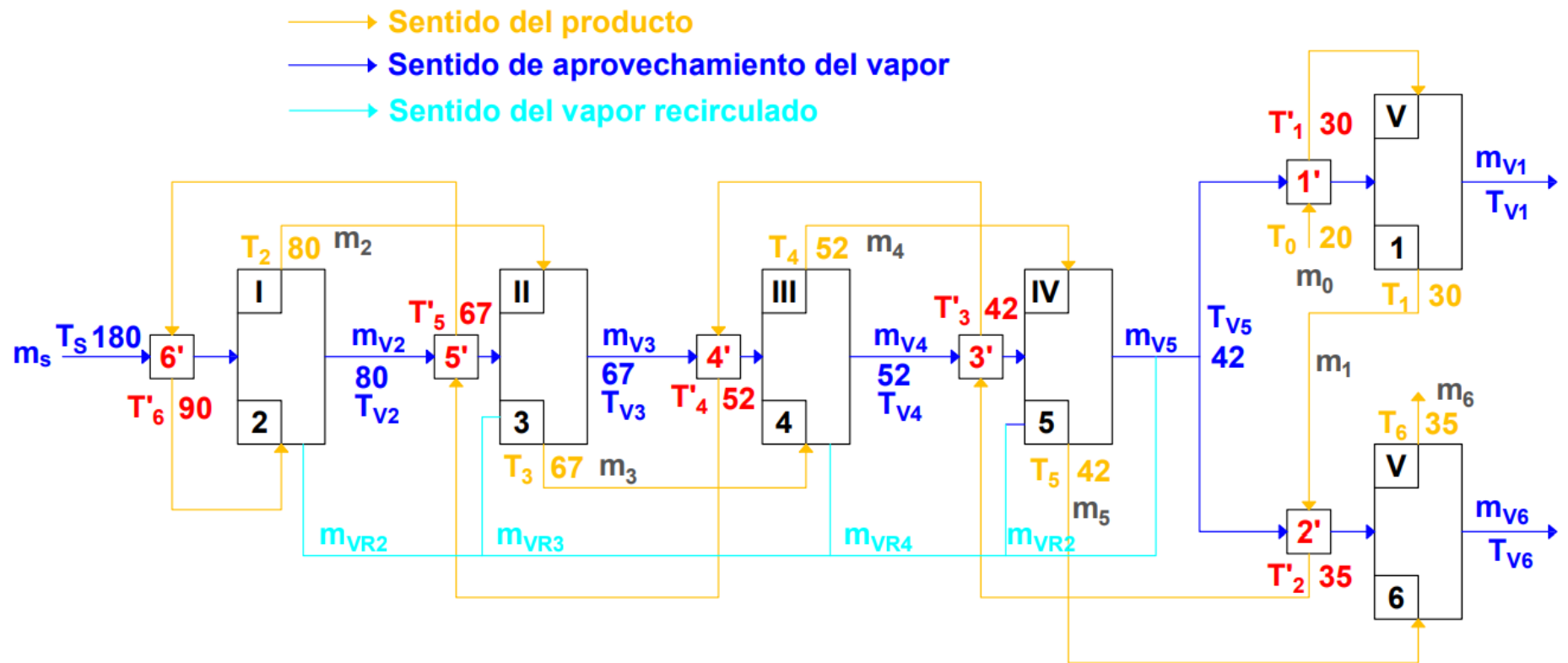


Figura 1: Esquema Funcionamiento Evaporador

## 10. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

La instalación está compuesta por una red de agua fría y una red de abastecimiento de agua caliente sanitaria (ACS).

El agua que se utilizara en la industria proviene de la red común suministrada por la compañía en la zona industrial de la parcela. La acometida se encuentra justo en el exterior de la parcela y en ella se garantiza y la compañía garantiza una presión de 450 kPa, por lo que no se superarían los 500 kPa permitidos como máximo en cualquier punto de consumo.

La normativa seguida para el diseño y cálculo de las redes de suministro de agua en instalación de fontanería corresponde al Código Técnico de la Edificación Documento Básico en HS Salubridad 4 Suministro de Agua (CTE DB-HS 4).

### 10.1. CONSUMOS

Tabla 20: Consumo agua fría

Consumo de agua fría (L/s)			
Elemento	Número	Consumo (L/s)	Total (L/s)
Lavadora	1	1,39	1,39
Caldera (Evaporador + otros)	1	1,11	1,11
C.I.P Evaporador	1	0,19	0,19
Limpieza General	1	0,28	0,28
Limpieza Equipos	1	1,00	1,00
Lavabo	2	0,20	0,40
Ducha	2	0,20	0,40
Inodoro con cisterna	2	0,10	0,20
Calentador	1	0,40	0,40
Fregadero Doméstico	4	0,20	0,80
Grifo aislado	2	0,15	0,30
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>		<b>6,87</b>

Tabla 21: Consumo ACS

Consumo ACS (L/s)			
Elemento	Número	Consumo (L/s)	Total (L/s)
Lavabo	2	0,065	0,13
Ducha	2	0,10	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>		<b>0,33</b>

Calculando los diámetros y seleccionando los comerciales obtenemos el siguiente dimensionado:

Tabla 22: Dimensionado de la red agua fría

<b>Dimensionado de agua fría (L/s)</b>			
Tramo	DN	Tramo	DN
T0	50	T16	32
T1	50	T17	25
T2	20	T18	32
T3	63	T19	25
T4	32	T20	32
T5	63	T21	25
T6	63	T22	25
T7	50	T23	25
T8	50	T24	16
T9	50	T25	25
T10	25	T26	16
T11	63	T27	25
T12	40	T28	25
T13	25	T29	25
T14	40	T30	25
T15	50	T31	20

Tabla 23: Dimensionado de la red ACS

<b>Dimensionado de agua caliente sanitaria (ACS) (L/s)</b>	
Tramo	DN
Tc0	20
Tc1	16
Tc2	16
Tc3	16
Tc4	16
Tc5	16
Tc6	16

## 11. INSTALACIÓN SANEAMIENTO

Como objeto del presente anejo se pretende describir, diseñar y dimensionar la instalación de saneamiento de la industria que se basa en la red de recogida, transporte y evacuación de todos los residuos líquidos producidos por la industria.

Los tipos de aguas a evacuar son:

- Aguas pluviales: aguas procedentes de las precipitaciones de agua o nieve que son recogidas por las cubiertas de la nave.
- Aguas residuales: aguas procedentes de los diferentes procesos de transformación y de la limpieza de zonas y maquinaria.
- Aguas negras: aguas procedentes de los aparatos sanitarios instalados.

La normativa seguida durante el diseño y dimensionado de todas las redes de evacuación de aguas corresponde al 'CTE DB-HS 5', Salubridad (Higiene, salud y protección del medio ambiente) y a la Norma NTE-ISS.

### 11.1. RED DE AGUAS PLUVIALES

Tabla 24: Diámetros de colectores y dimensiones de arquetas

Arqueta	Tramo	Superficie evacuada (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal del colector (mm)	Dimensiones de la arqueta (cm)
A1	AT-1	225	110	60 x 70
A2	AT-2	375	125	80 x 80
A3	AT-3	525	160	90 x 90
A4	AT-4	750	160	90 x 90
A5	AT-5	750	160	90 x 90
A6	AT-6	225	110	60 x 70
A7	AT-7	375	125	80 x 80
A8	AT-8	525	160	90 x 90
A9	AT-9	750	160	90 x 90
A10	AT-10	750	160	90 x 90
A11	AT-11	1500	200	90 x 90

### 11.2. RED DE AGUAS FECALES

Tabla 25: Colectores de aguas fecales y sus arquetas

Colector	UD Evacuadas	Diámetro Colector (mm)	Arqueta	Dimensiones (cm)
TF1	3	50	1	40 x 40

TF2	3	50	2	40 x 40
TF3	3	50	3	40 x 40
TF4	6	50	4	40 x 40
TF5	4	50	5	40 x 40
TF6	4	50	6	40 x 40
TF7	14	63	7	40 x 40
TF8	1	50	8	50 x 50
TF9	1	50	9	50 x 50
TF10	16	63	10	50 x 50
TF11	2	50		
TF12	2	50		
TF13	20	63		
TF14	20	63		
TF15	20	63		
TF16	6	63		
TF17	26	75		
TF18	26	75		

### 11.3. RED DE AGUAS RESIDUALES

Tabla 26: Diámetros colectores y arquetas

Tramo	Diámetro Nominal del Colector (mm)	Tramo	Diámetro Nominal del Colector (mm)	Arqueta	Dimensiones de la Arqueta (cm)
TR1	50	TR8	50	AR1	40 x 40
TR2	50	TR9	50	AR2	40 x 40
TR3	50	TR10	63	AR3	40 x 40
TR4	50	TR11	63	AR4	40 x 40
TR5	50	TR12	63	AR5	40 x 40
TR6	50	TR13	63	AR6	40 x 40
TR7	50	TR14	75	AR7	60 x 60

## 12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se pretende describir, diseñar y dimensionar la instalación eléctrica. La instalación debe abastecer a todas las luminarias de la nave, receptores utilizados para aprovechar la toma de corriente, etc.

Para el dimensionado de la red se va a seleccionar la sección de cada línea, material utilizado, aislante y tipo de disposición adoptada. También se calculará la toma de tierra para la protección contra contactos indirectos.



Para el cálculo y dimensionado de las secciones de las líneas que componen la instalación eléctrica se van a realizar tres métodos diferentes seleccionando el más desfavorable.

- Por calentamiento
- Por caída de tensión
- Por cortocircuito

Tabla 27: Secciones finales de conductor, neutro y protección

Línea nº	Línea desde cuadro	Línea hasta	Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Sección neutro (mm <sup>2</sup> )	Sección de protección (mm <sup>2</sup> )
L0	CT	CGP	300	150	150
LCS1	CGP	CS1	35	16	16
LCS2	CGP	CS2	16	10	10
LCS3	CGP	CS3	6	6	6
L1	CGP	Cinta transportadora	10	10	10
L2	CGP	TC Monofásica Entrada	10	10	10
L3	CGP	Lavadora	10	10	10
L4	CGP	Triturador	10	10	10
L5	CGP	Alumbrado Zona Producción	10	10	10
L6	CS1	Reactores	6	6	6
L7	CS1	Prensas	6	6	6
L26	CS1	Alumbrado Caldera	6	6	6
L8	CS2	TC Monofásica Laboratorio	6	6	6
L9	CS2	Alumbrado Laboratorio	6	6	6
L10	CS2	TC Monofásica Oficina	6	6	6
L11	CS2	Alumbrado Oficina	6	6	6
L12	CS2	Calentador Eléctrico	6	6	6
L13	CS2	TC Monofásica Vestuarios	6	6	6
L14	CS2	Alumbrado Vestuarios	6	6	6
L15	CS2	TC Monofásica Aseos	6	6	6
L16	CS2	Alumbrado Aseos	6	6	6
L17	CS2	TC Monofásica Comedor	6	6	6
L18	CS2	Alumbrado Comedor	6	6	6
L19	CS2	TC Monofásica Alm. Limp.	6	6	6
L20	CS2	Alumbrado Alm. Limpieza	6	6	6
L21	CS3	TC Monofásica Depósitos	2,5	2,5	2,5
L22	CS3	TROMMEL	2,5	2,5	2,5
L23	CS3	TC Trifásica Depósitos	2,5	2,5	2,5
L24	CS3	TC Monofásica Envase	2,5	2,5	2,5
L25	CS3	Envasadora	2,5	2,5	2,5

### 13. ESTUDIO ECONÓMICO Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se pretende analizar la viabilidad económica del proyecto de una industria de zumo de manzana. Para ello se deben analizar varios indicadores económicos que ayudan a mostrar la viabilidad o no del proyecto.

Se van a calcular los índices económicos más importantes, el VAN y el TIR. Donde el VAN indica la rentabilidad de la inversión y el TIR que marca el tiempo de recuperación del capital invertido. Para ello es necesario calcular los flujos de caja para los 20 años.

Además, una vez calculados estos parámetros obtenemos el plazo de recuperación (Pay Back):

- VAN: 671.082,76 €
- TIR: 18,7 %
- Pay Back: 7 años

A la vista de los resultados, se puede determinar que se trata de un proyecto rentable.

#### 13.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Una variable muy importante y que varía en función de la oferta y de la demanda de los mercados y rendimiento de cosechas es el precio de venta del zumo, tanto concentrado como no.

Variando los precios de venta del producto terminado, en este caso de zumo normal se analizan los parámetros de viabilidad del proyecto, y obtienen los siguientes resultados:

Tabla 28: Análisis de sensibilidad

Precio Zumo (€)	VAN	TIR	Plazo Recuperación
1	524.901,03 €	15,8%	8
0,95	378.719,31 €	13,0%	10
0,9	232.537,58 €	10,0%	13
0,85	86.355,85 €	6,9%	18
0,821	- €	5,0%	-

Se observa que al reducir el precio de venta final de zumo los parámetros de viabilidad varían enormemente. Reduciéndose considerablemente la viabilidad del proyecto.

Se calcula el precio mínimo de venta del zumo, 0,821 €, por encima de este el proyecto y la venta del zumo sería rentable.

#### **14. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El plazo de ejecución de las obras se estima en 7 meses aproximadamente desde la adjudicación de la licencia de obras.

#### **15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

Tabla 29: Resumen del presupuesto

<b>CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1. Movimiento de tierras	29.957,20
2. Cimentación	82.145,80
3. Red de saneamiento	5.334,59
4. Estructura	33.882,38
5. Cubierta	76.341,20
6. Albañilería y cerramientos	25.528,37
7. Alicatado y pintura	4.497,50
8. Instalación de fontanería	1.940,14
9. Instalación eléctrica	25.808,35
10. Instalación contra incendios	2.366,51
11. Urbanización	12.227,30
12. Maquinaria	395.329,20
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>695.358,54</b>
6% de beneficio industrial	41.721,51
<b>SUMA</b>	<b>737.080,05</b>
21% IVA	154.786,81
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>891.866,86</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS NOVENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS Y OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS.

Valencia, julio del 2019

El alumno del Máster en Ingeniería Agronómica: Fernando Cañamás Izquierdo