



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

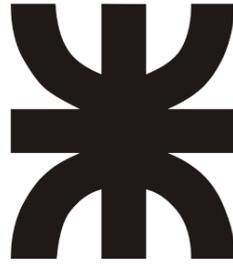
**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Autor:**  
**Torrez, Gustavo Adolfo**

**Tutor:**  
**Ing. Martín, Matías**

**Director del Proyecto:**  
**Ing. Puente, Gustavo**

**2021**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

Proyecto Final presentado en cumplimiento de las exigencias de la Carrera Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, realizada por el estudiante:

Torrez, Gustavo Adolfo

Tutor:

Ing. Martín Matías

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## DEDICATORIA

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me enseñaron que con dedicación, trabajo duro y constancia uno puede llegar a sus objetivos. Me enseñaron a nunca bajar los brazos y alcanzar mis anhelos.

Gracias.

## INDUSTRIALIZACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE BARRAS DE CEREAL A BASE DE ARROZ EXPANDIDO APTAS PARA CELÍACOS

**Tipo de PFC:** Ingeniería y Diseño.

### **Planteo del problema**

La Empresa MILENIAL PRODUCTOS SALUDABLES, ubicada en la ciudad de San Salvador, Entre Ríos, posee un proceso de elaboración de barras de cereal a base de arroz expandido, aptas para celíacos, a pequeña escala. Este producto está siendo demandado en grandes cantidades en el mercado, pero debido al proceso artesanal utilizado actualmente es difícil producir esas cantidades en corto tiempo y esto conlleva a no poder satisfacer dicha demanda.

Es de sumo interés para la empresa, la proyección de una línea de producción para la elaboración de su principal producto a escala industrial.

De esta manera, se cumpliría con la cartera de clientes y en consecuencia el crecimiento de la empresa estaría garantizado.

### **Marco teórico de referencia y estado del arte**

El gran consumo de cereales y la variedad de formas en la cual se pueden consumir proporciona un abanico de oportunidades para el desarrollo de nuevos productos.

Por este motivo se han ideado nuevas tecnologías permitiendo modificar las características de estos, o también combinarlos con otros ingredientes para ofrecer a los clientes nuevas formas de consumo.

En la actualidad aparecen estos nuevos productos a través de diferentes cadenas de procesos.

Con el arroz se ha logrado la expansión del grano. El método consiste en aplicar vacío repentinamente al cereal que contiene agua caliente. Esto provoca una vaporización flash del agua inflando el cereal. Esta cualidad se obtiene al ingresar el producto a un equipo llamado cañón, el que al llegar a una presión determinada se descomprime violentamente, produciendo la cocción y expansión de la materia prima.

Con el arroz expandido y otros ingredientes, como frutas desecadas, frutos secos, semillas y combinándolos con caramelo, se generan mezclas a las que se le puede dar una forma específica.

Para lograr estos productos existen equipos capaces de realizar el proceso de manera continua.

**Objetivos**

1. Definición de áreas de procesos operativos.
2. Diseño del Proceso de Elaboración.
3. Optimizar las condiciones de higiene y tráfico de las distintas materias primas presentes en la elaboración.

**Alcance**

- Ingeniería de Detalle
  - Diseño del Proceso de Elaboración
  - Selección de equipos y maquinaria necesaria
  - *Layout* del proceso
  - Diseño, calculo y selección de transportes requeridos para el flujo interno de materia prima.
  - Proceso de envasado del Producto.

**No Comprende**

- Obra civil.
- Cálculo de servicios necesarios (electricidad, gas).

**Metodología a utilizar**

1. Análisis cualitativo y cuantitativo de materias primas utilizadas en el proceso.
2. Análisis cualitativo y cuantitativo de producto terminado
3. Estudio del Problema.
4. Análisis y propuesta tecnológica. (Ingeniería Básica)
5. Cálculo, diseño de servicios y transporte necesarios.
6. Presupuesto.

**Impacto**

TECNICA	El Implemento de nueva maquinaria lograra incrementar significativamente la producción, proporcionando un producto de forma estándar y una mejor presentación.
ECONÓMICO	El incremento de la producción conlleva a un gasto en el almacenamiento de materia prima y su rotación. Como así, la posibilidad de obtener mayores ganancias al aumentar el volumen de producción y ventas.



Gustavo Torrez

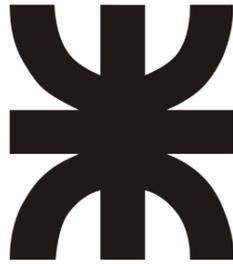
Firma Alumno

Gustavo Torrez



Firma Tutor  
**MATIAS MARTIN**  
Ingeniero Químico  
Mat. CIEER 41090

Firma jefe de cátedra



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Resumen ejecutivo**

**Abstract**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**



---

### **Resumen ejecutivo**

El presente proyecto final de carrera está referido al diseño de una línea de producción industrial para la empresa MILENIAL PRODUCTOS SALUDABLES ubicada en la localidad de San Salvador, provincia de Entre Ríos. Esta tiene como fin el procesamiento de materias primas para obtener como producto final barras de cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos.

El proyecto comprende desde el cálculo y selección del sistema de dosificación de materia prima, layout y selección de equipos y maquinaria de la línea de procesos hasta el producto terminado

---

**Abstract**

This final degree project refers to the design of an industrial production line for the company MILENIAL PRODUCTOS SALUDABLES located in the town of San Salvador, Entre Ríos province. The purpose of this is the processing of raw materials to obtain as a final product cereal bars based on expanded rice suitable for celiacs.

The project ranges from the calculation and selection of the raw material dosing system, layout and selection of equipment and machinery from the process line to the finished product.

### **Palabras Claves**

- Barras de cereal
- Cereal
- Frutos Secos
- Arroz
- Expandido
- Inflado
- Nueces
- Pasas de Uva
- Semillas
- Miel
- Glucosa de Maíz
- TACC
- Libre de Gluten
- Gluten Free
- Caramelo
- Colación
- Merienda
- Celíaco
- Apto
- Sin TACC

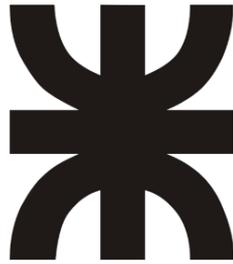
## Contenido

Introducción y Situación Problemática .....	16
1. Introducción.....	18
2. Situación Problemática.....	18
3. Marco teórico de referencia y estado del arte.....	18
Objetivos, Alcances y Plan de Trabajo.....	20
1. Objetivos.....	22
2. Alcances.....	22
3. Metodología General.....	22
4. Impactos positivos.....	23
5. Normativa.....	23
Ingeniería Básica.....	24
1. Resumen del proceso.....	26
2. Diseño de planta.....	27
3. Diagrama de procesos.....	27
Proceso A: Línea Producción de Caramelo.....	30
Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido.....	30
Proceso C: Línea de Micro Ingredientes.....	31
Proceso D: Línea de Proceso.....	31
4. Diagrama de la Instalación.....	32
5. Descripción de equipos.....	33
5.1. Línea de Producción de Caramelo.....	33
5.1.1. T-A-01/02: Tanques de almacenamiento.....	33
5.1.2. BD-A-01/02/03: Bombas dosificadoras.....	34
5.1.3. TOL-A-01: Tolva de Azúcar.....	35
5.1.4. D-A-01: Dosificador de Azúcar.....	36
5.1.5. C-A-01: Cocinador.....	37
5.2. Línea de Producción de Arroz Expandido.....	38
5.2.1. TOL-B-02: Tolva de arroz a granel.....	38
5.2.2. CA-B-01: Cañón inflador de cereales.....	39
5.2.3. S-B-01: Silo arroz expandido.....	40
5.2.4. TS-B-01: Transporte Flex – Auger.....	41
5.3. Línea de Micro Ingredientes.....	42
5.3.1. DMI-C-01: Dosificador de micro ingredientes.....	42
5.4. Línea de Proceso.....	43
5.4.1. M-D-01: Mezclador térmico.....	43
5.4.2. F-D-01: Formador.....	44

5.4.3. CT-D-01/02/03: Cintas transportadoras.....	45
5.4.4. E-D-01/02: Envasadora y Empaquetadora.....	46
6. Capacidad de la planta.....	47
7. Equipos auxiliares.....	47
7.1. B-A-01/02/03/04/05/06/07/08: Resistencias y Controlador de temperatura.....	47
8. Layout de planta.....	47
Ingeniería de Detalles.....	48
1. Equipos de selección comercial.....	51
1.1. Proceso A: Línea de Producción de Caramelo.....	51
1.1.1. T-A-01: Tanque Glucosa de Maíz.....	51
1.1.2. T-A-02: Tanque Miel.....	52
1.1.3. TOL-A-01: Tolva de azúcar.....	53
1.1.4. D-A-01: Dosificador de azúcar.....	54
1.1.5. C-A-01: Cocinador.....	55
1.1.6. BD-A-01: Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz.....	56
1.1.7. BD-A-02: Bomba dosificadora de Miel.....	60
1.1.8. BD-A-03: Bomba dosificadora de Caramelo.....	63
1.2. Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido.....	65
1.2.1. TOL-B-02: Tolva de arroz a granel.....	65
1.2.2. CA-B-01: Cañón Inflador de cereales.....	66
1.2.3. TS-B-01: Transporte Flex – Auger.....	67
1.3. Proceso C: Línea de Micro Ingredientes.....	68
1.3.1. DMI-C-01: Dosificador de Micro Ingredientes.....	68
1.4. Proceso D: Línea de Proceso.....	69
1.4.1. M-D-01: Mezclador térmico.....	69
1.4.2. F-D-01: Formador.....	70
1.4.3. E-D-01: Envasadora.....	71
1.4.4. E-D-02: Empaquetadora.....	72
1.4.5. CT-D-01: Cinta transportadora (Curva 90°).....	73
1.4.6. CT-D-02/03: Cinta Transportadora.....	74
2. Accesorios/equipos auxiliares.....	75
2.1. Válvulas manuales.....	75
2.2. Resistencias de calefacción.....	76
2.3. Controlador para resistencia.....	77
3. Lista de Planos.....	78
Memorias de cálculo.....	87
1. Situación problemática.....	90
2. Estado del arte y la ingeniería.....	90
2.1. La materia prima: el Arroz.....	90
2.1.1. Definición.....	90
2.1.2. Características del arroz.....	91

2.1.3.	Método para obtener arroz expandido o inflado.....	93
2.1.4.	Ventajas y Desventajas.....	93
2.1.5.	El producto final: Barra de cereal.....	94
3.	Determinaciones de procesos.....	94
3.1.	General.....	94
3.2.	Línea de proceso para Materia Prima Liquida.....	94
3.3.	Línea de proceso para Materia Prima Solida.....	95
3.4.	Línea de proceso para Línea de Producción.....	95
4.	Balances de masa.....	95
4.1.	Línea de Producción (LP).....	95
4.2.	Línea de Proceso de Materia Prima Liquida.....	96
4.3.	Línea de Proceso de Materia Prima Solida.....	97
5.	Calculo y determinación de los equipos.....	98
	M-D-01. Mezclador térmico.....	98
	E-D-01. Envasadora.....	98
	E-D-02. Empaquetadora.....	98
	TOL-B-02. Tolva de arroz a granel.....	98
	Soporte de Tolva.....	99
	CA-B-01. Cañón.....	101
	S-B-01. Silo arroz expandido.....	104
	Análisis estructural.....	105
	TS-B-01. Transporte Flex – Auger.....	106
	DMI-C-01. Dosificador de Micro Ingredientes.....	107
	T-A-01. Tanque de Glucosa de Maíz.....	107
	BD-A-01. Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz.....	110
	T-A-02. Tanque de Miel.....	111
	BD-A-02. Bomba dosificadora de Miel.....	111
	TOL-A-01. Tolva de azúcar.....	113
	D-A-01. Dosificador de azúcar.....	114
	C-A-01. Cocinador.....	114
	BD-A-03. Bomba dosificadora de Caramelo.....	114
6.	Instalación eléctrica.....	115
6.1.	Selección de conductores.....	115
6.1.1.	Calculo de consumos.....	116
6.1.2.	Selección de la sección del conductor.....	117
6.1.3.	Calculo de Caída.....	118
6.1.4.	Selección de conductor.....	118
6.2.	Selección de contactores.....	119
6.3.	Selección de protecciones.....	120
6.3.1.	Protección diferencial.....	120
6.3.2.	Protecciones termomagneticas.....	121
6.4.	Puesta a tierra.....	128
6.4.1.	Sección de conductor de puesta a tierra.....	128

6.4.2. Jabalina.....	128
7. Estudio Económico.....	130
7.1. Equipos.....	130
7.2. Materiales.....	131
7.3. Montaje de equipos.....	132
7.4. Costo de producción.....	132
7.4.1. Costo de materia prima.....	132
7.4.2. Consumo de energía eléctrica.....	133
7.4.3. Costo de producción por unidad.....	134
7.5. Resumen.....	134
7.6. Ingresos y egresos.....	135
7.6.1. Valor Actual Neto (VAN).....	136
7.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	137
Anexo A: Codificación.....	139
1. Codificación de equipos principales.....	139
2. Codificación de planos.....	140
Anexo B: Bibliografía.....	141
Anexo III: Solicitud de Fecha para Presentación del PFC.....	142



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Introducción y Situación Problemática**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## ÍNDICE

1. Introducción .....	18
2. Situación problemática.....	18
3. Marco teórico de referencia y estado del arte .....	18

## **1. Introducción**

MILENIAL PRODUCTOS SALUDABLES es un emprendimiento artesanal ubicado en la localidad de San Salvador Entre Ríos, dedicado a la elaboración, fraccionado y empaquetado de barras de cereales y mix de frutas y semillas. Desde su comienzo productivo en el 2018, las ventas han mantenido un crecimiento permanente.

## **2. Situación problemática**

Aumento de capacidad por la demanda creciente del producto “barras de cereal a base de arroz expandido, aptas para celíacos”. Sin TACC (Sin Trigo, Avena, Cebada y Centeno) hoy producido artesanal en pequeña escala.

Producir este producto en volúmenes mayores, exige procesos de producción cuidadosos regidos por normativas especiales para personas celíacas.

## **3. Marco teórico de referencia y estado del arte**

### **El Código Alimentario Argentino**

El Código Alimentario Argentino, define como “alimento libre de gluten” a aquel que está preparado únicamente con ingredientes que por su origen natural y por la aplicación de buenas prácticas de elaboración - que impidan la contaminación cruzada - no contiene prolaminas procedentes del trigo, de todas las especies de *Triticum*, como la escaña común (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.), de trigo duro, centeno, cebada, avena ni de sus variedades cruzadas. El contenido de gluten no puede superar el máximo de 10mg/Kg

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP:	Aprobó:	Página 18
----------------------------	-------------	---------	-----------

### **Tecnologías**

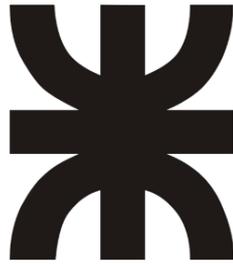
El consumo creciente de productos alimenticios a base de cereales, la variedad ‘libres de gluten’ y las formas de consumo, proporcionan un abanico de oportunidades para el desarrollo de nuevos productos.

Han surgido nuevas tecnologías, permitiendo modificar las características de estos, como también combinarlos con otros ingredientes para ofrecer a las personas nuevas formas de consumo. Como ejemplo, la elaboración de harinas, el extrusado de las mismas a altas temperaturas y el inflado de los granos tanto en moldes como a granel.

Con el arroz se ha logrado la expansión del grano. El método consiste en aplicar vacío repentinamente al cereal que contiene agua caliente. Esto provoca una vaporización flash del agua expandiendo el grano. Esta cualidad se obtiene al ingresar el producto a un equipo llamado cañón, el que al llegar a una presión determinada se descomprime violentamente, produciendo la cocción y expansión de la materia prima.

Con el arroz expandido y otros ingredientes, como frutas desecadas, frutos secos, semillas y combinándolos con caramelo, se generan mezclas a las que se le puede dar una forma específica.

Para lograr estos productos existen equipos capaces de realizar el proceso de manera continua.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Objetivos, Alcances y Plan de Trabajo**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## ÍNDICE

1. Objetivos .....	22
2. Alcances .....	22
3. Metodología general.....	22
4. Impactos positivos.....	23
5. Normativa.....	23

## 1. Objetivos

1. Definición de áreas de procesos operativos.
2. Diseño del Proceso de Elaboración.
3. Optimizar las condiciones de higiene y tráfico de las distintas materias primas presentes en la elaboración.
4. Computo de materiales y presupuesto.
5. Análisis económico.

## 2. Alcances

- Ingeniería de Detalle
  - Diseño del Proceso de Elaboración
  - Selección de equipos y maquinaria necesaria
  - *Layout* del proceso
  - Diseño, cálculo y selección de transportes requeridos para el flujo interno de materia prima.
  - Proceso de envasado del Producto.

### No Comprende

- Obra civil.
- Cálculo de servicios necesarios (electricidad, gas).
- Tratamiento o reutilización de residuos del proceso.

## 3. Metodología general

1. Estudio sobre las tecnologías y legislación vigente.
2. Diagrama de procesos.
3. Ingeniería básica.
4. Ingeniería de detalle.
5. Selección de equipos a instalar.
6. Layout.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 22
----------------------------	---------------	---------------	-----------

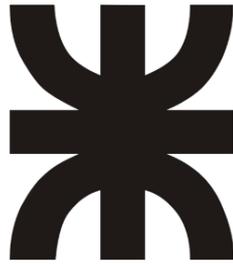
7. Cómputo de materiales y presupuesto.
8. Análisis Económico.

#### **4. Impactos positivos**

- Cobertura al mercado Sin Trigo, Avena, Cebada y Centeno (Sin TACC)
- Rentabilidad de la empresa
- Mayor Reconocimiento de la empresa

#### **5. Normativa**

- Ley N° 18284 – Código alimentario argentino
  - Capítulo IV – Utensillos, Recipientes, Envases, Aparatos y Accesorios.
  - Capítulo XVII – Alimentos de Régimen o Dietéticos
    - Artículo 1383 - (Resolución Conjunta SPReI N° 131/2011 y SAGyP N° 414/2011).
    - Artículo 1383 bis - (Resolución Conjunta SPReI N° 201/2011 y SAGyP N° 649/2011)



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Ingeniería Básica**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## ÍNDICE

1.	Resumen del proceso .....	26
2.	Diseño de planta.....	27
3.	Diagrama de procesos.....	27
	Proceso A: Línea Producción de Caramelo.....	30
	Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido .....	30
	Proceso C: Línea de Micro Ingredientes .....	31
	Proceso D: Línea de Proceso .....	31
4.	Diagrama de la Instalación .....	32
5.	Descripción de equipos .....	33
5.1.	Línea de Producción de Caramelo .....	33
5.1.1.	T-A-01/02: Tanques de almacenamiento.....	33
5.1.2.	BD-A-01/02/03: Bombas dosificadoras .....	34
5.1.3.	TOL-A-01: Tolva de azúcar .....	35
5.1.4.	D-A-01: Dosificador de azúcar .....	36
5.1.5.	C-A-01: Cocinador .....	37
5.2.	Línea de Producción de arroz expandido .....	38
5.2.1.	TOL-B-02: Tolva de arroz a granel .....	38
5.2.2.	CA-B-01: Cañón inflador de cereales .....	39
5.2.3.	S-B-01: Silo arroz expandido .....	40
5.2.4.	TS-B-01: Transporte Flex – Auger.....	41
5.3.	Línea de Micro Ingredientes .....	42
5.3.1.	DMI-C-01: Dosificador de micro ingredientes.....	42
5.4.	Línea de Proceso.....	43
5.4.1.	M-D-01: Mezclador térmico .....	43
5.4.2.	F-D-01: Formador .....	44
5.4.3.	CT-D-01/02/03: Cintas Transportadoras .....	45
5.4.4.	E-D-01/02: Envasadora y Empaquetadora.....	46
6.	Capacidad de la planta .....	47
7.	Equipos auxiliares .....	47
7.1.	B-A-01/02/03/04/05/06/07/08 Resistencias y controladores de temperatura.....	47
8.	Layout de planta.....	47

## **1. Resumen del proceso**

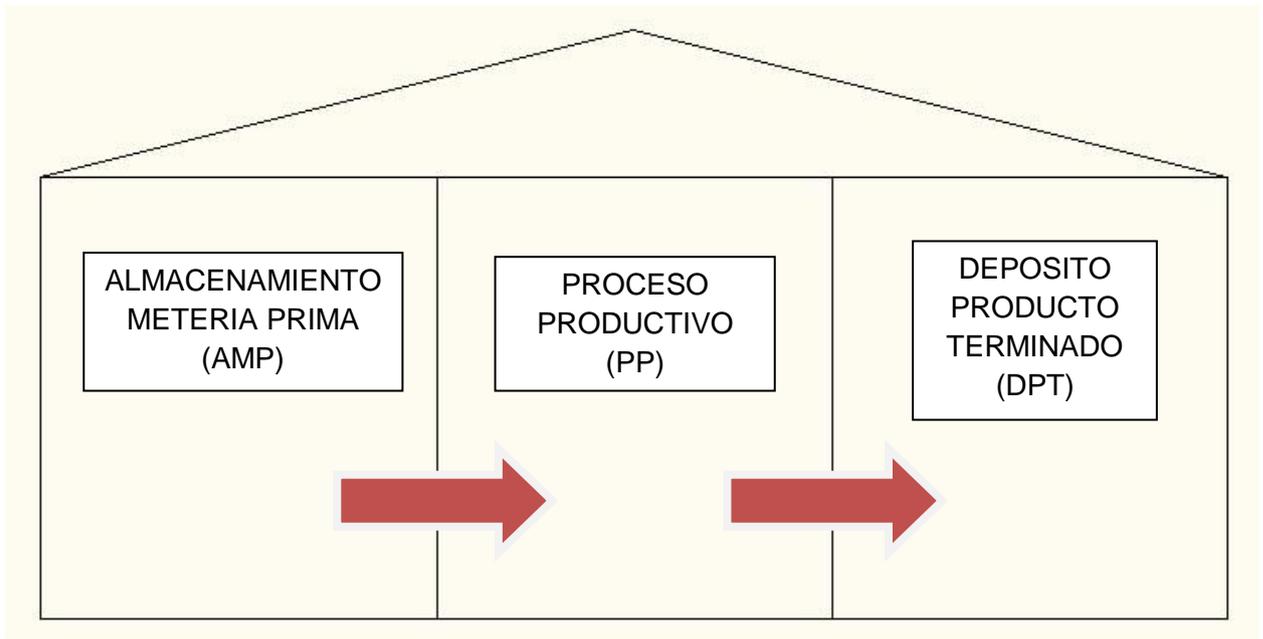
La planta agregara valor a los granos de arroz por medio de un proceso de expansión del grano y se lo combinara con otros cereales y semillas. A esto se le proporcionara caramelo

<b>Preparó:</b> Torrez Gustavo	<b>Revisó:</b> GP	<b>Aprobó:</b> GP	<b>Página 26</b>
-----------------------------------	----------------------	----------------------	------------------

líquido como aglutinante para generar una mezcla a la cual se le dará una forma específica, se embolsara y finalmente se la empaquetara para su posterior venta.

## 2. Diseño de planta

El diseño parte de una sectorización para el orden funcional, en tres zonas y facilitar el mantenimiento de los procesos.



**Imagen – 01**

**Tabla 01**

N°	SECTOR / ZONA	CODIGO
1	Almacenamiento Materia Prima	AMP
2	Proceso Productivo	PP
3	Deposito Producto Terminado	DPT

## 3. Diagrama de procesos

El proceso productivo se compone de cuatro sub-procesos:

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 27
----------------------------	---------------	---------------	-----------

- A. Línea de producción de caramelo
- B. Línea de producción de arroz expandido
- C. Línea de micro ingredientes
- D. Línea de Proceso

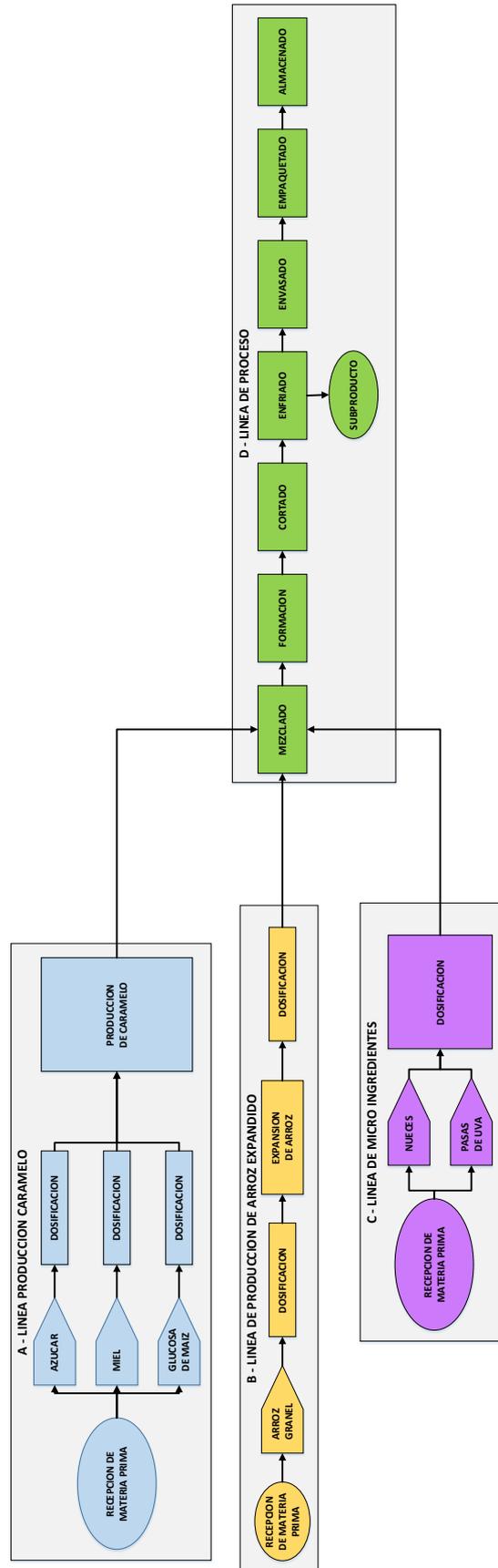


Imagen - 02

### Proceso A: Línea Producción de Caramelo

Para producción del caramelo tendremos dos tanques calefaccionados (T – 01, T – 02) que contendrán glucosa de maíz y miel, respectivamente, a una temperatura que permita el correcto transporte de estos ingredientes. Para la dosificación se utilizarán dos bombas dosificadoras (BD – 01 y BD – 02) que verterán los líquidos en el cocinador (C – 01). Además tendremos el azúcar que será almacenada en una tolva (TOL – 01) ubicada en altura, esta descargara a dosificador (D – 01) que se encargara de agregar la cantidad justa de este ingrediente y depositarlo en el cocinador (C – 01).

El cocinador térmico (C – 01) tendrá una capacidad de producción para dos (2) bacht de proceso, en éste se aportará calor y se mezclarán los ingredientes al punto de que estén completamente líquidos. Luego, por medio de otra bomba dosificadora (BD – 03), se bombeará la cantidad de caramelo suficiente al mezclador (M – 01) sobre los cereales.

**Tabla - 02**

UBICACIÓN	EQUIPO	CODIGO	N°
PP	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (Glucosa de maíz)	T	01
PP	BOMBA DOSIFICADORA	BD	01
PP	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (Miel)	T	02
PP	BOMBA DOSIFICADORA	BD	02
PP	TOLVA AZUCAR	TOL	01
PP	DOSIFICADOR DE AZUCAR	D	01
PP	COCINADOR TERMICO	C	01
PP	BOMBA DOSIFICADORA	BD	03

### Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido

El arroz a granel es vertido dentro del cañón de expansión (CA – 01) en forma manual por un operario, se cierra de manera hermética por medio de su tapa y se le proporcionara calor hasta que su interior llegue a una presión determinada. Una vez alcanzada, el operario deberá proceder a abrir la tapa, lo que ocasionara la descompresión instantánea del equipo, la expansión del cereal y la expulsión del mismo hacia el silo de almacenamiento (S – 01). Una vez depositado en este, por medio de un transportador tipo Flex - Auger (TS – 01), se procede a transportarlo hacia el mezclador térmico (M – 01).

**Tabla - 03**

UBICACIÓN	EQUIPO	CODIGO	N°
PP	TOLVA	TOL	02
PP	CAÑON	CA	01
PP	SILO ARROZ EXPANDIDO	S	01
PP	TRANSPORTE FLEZ AUGER	TS	01

### Proceso C: Línea de Micro Ingredientes

Por otro lado, se tendrá los demás ingredientes que conforman la mezcla de cereales, los cuales serán dosificados por medio de una dosificadora de micro ingredientes (DMI – 01) ya que estos se utilizan en menor cantidad y los depositará en el mezclador térmico por medio de una cinta transportadora ya integrada

**Tabla - 04**

UBICACIÓN	EQUIPO	CODIGO	N°
PP	DOSIFICADOR MICRO INGREDIENTES	DMI	01

### Proceso D: Línea de Proceso

El mezclador térmico (M – 01) recibirá primero los cereales y luego se agregará el caramelo de forma paulatina y se irá mezclando por medio de paletas de acero inoxidable, manteniendo la temperatura adecuada para el ingreso a la línea de producción (LP).

El mezclador volcará su contenido sobre la cinta del formador (F – 01), que se encargará de prensar, enfriar y cortar la mezcla para obtener las barras de cereal, en este punto del proceso es donde se genera un porcentaje de residuos por cortes defectuosos o mal hechos por las cuchillas, estos serán retirados por un operario, ya que su cantidad no es importante, luego las barras de cereal, ingresarán a las cintas (CT – 01 y CT – 02) que las conducirán a la envasadora (E – 01), la cual las envasará en forma individual. A la salida de ésta ingresarán a otra cinta (CT – 03) que las llevará a la empaquetadora (E – 02), la cual las empaquetará según los requerimientos que la empresa.

**Tabla - 05**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>N°</b>
<b>PP</b>	MEZCLADOR TERMICO	M	01
<b>PP</b>	FORMADOR	F	01
<b>PP</b>	CINTA TRANSPORTADORA CURVA 90°	CT	01
<b>PP</b>	CINTA TRANSPORTADORA RECTA	CT	02
<b>PP</b>	ENVASADORA	E	01
<b>PP</b>	CINTA TRANSPORTADORA RECTA	CT	03
<b>PP</b>	ENVASADORA (TRI – PACK)	E	02

#### **4. Diagrama de la Instalación**

Para ver el diagrama de la instalación, ver plano: **PFC2008D – P - 07.**

## 5. Descripción de equipos

### 5.1. Línea de Producción de Caramelo

#### 5.1.1. T-A-01/02: Tanques de almacenamiento

Estos son:

- T – 01: Glucosa de Maíz
- T – 02: Miel

#### Descripción General

Estos almacenarán y mantendrán a temperatura el líquido en su interior con el objetivo de facilitar el transporte y dosificación del mismo, serán de polietileno virgen y calefaccionados por medio de bayonetas controladas por termostato.



### 5.1.2. BD-A-01/02/03: Bombas dosificadoras

Estas son:

- BD – 01: Glucosa de Maíz
- BD – 02: Miel
- BD – 03: Caramelo

#### Descripción General

Estas bombas se encargaran proveer la cantidad exacta de los ingredientes líquidos para la producción del caramelo. Estarán conectadas a la salida de los tanques de almacenamiento de líquidos y descargarán directamente en el cocinador (C – 01), construidas en acero inoxidable, accionadas por motores trifásicos paso a paso que permitirán el control de la dosificación.



### 5.1.3. TOL-A-01: Tolva de azúcar

#### Descripción General

Abastecerá de azúcar a la línea de producción de caramelo, tendrá una capacidad considerable para varios días de trabajo y estará ubicada a una altura tal que le permita descargar su contenido por medio de gravedad hacia el dosificador (D – 01).



#### **5.1.4. D-A-01: Dosificador de azúcar**

##### Descripción General

Este equipo se ubicara a la salida de la tolva de azúcar. Se encargara de almacenar parte del producto necesario, dosificar la cantidad del mismo y descargar directamente al cocinador (C – 01).por medio de un transportador helicoidal incorporado.



### 5.1.5. C-A-01: Cocinador

#### Descripción General

Este equipo recibirá las materias primas y procederá a mezclarlas, unas paletas accionadas por un motor trifásico serán las encargadas de esto, a su vez se irá aumentando la temperatura hasta lograr que todo el contenido se vuelva completamente líquido.

Una vez listo el caramelo se transportará por una bomba dosificadora (BD – 03) hacia el mezclador térmico (M – 01).



## 5.2. Línea de Producción de arroz expandido

### 5.2.1. TOL-B-02: Tolva de arroz a granel

#### Descripción General

Esta tolva será la que abastezca de cereal al cañón inflador (CA – 01), será de material flexible y forma cuadrada. Estará ubicada en altura, de tal forma que la boca de descarga se encuentre a una altura adecuada para el operario del cañón inflador (CA – 01).



### 5.2.2. CA-B-01: Cañón inflador de cereales

#### Descripción General

Operación: Por medio de este equipo se obtendrá el arroz expandido. Para esto, el operario deberá llenar el interior con cereal, cerrar su tapa y encender el quemador. Luego de determinado tiempo, cuando el interior este a la presión requerida indicada por el fabricante, se procederá a descomprimirlo abriendo la tapa frontal y volcando su contenido dentro del silo (S – 01).

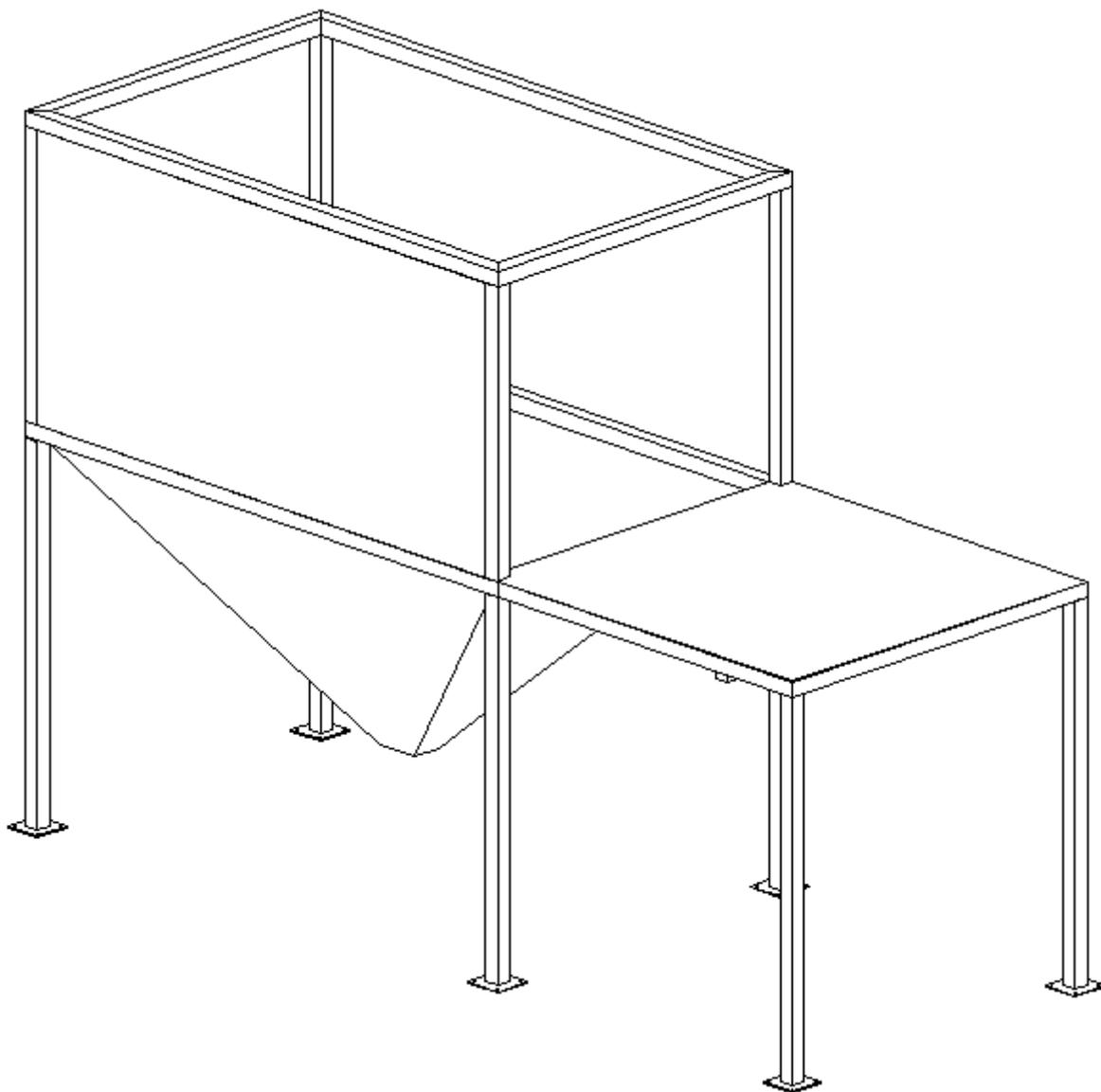
Este equipo estará ubicado en altura sobre la una plataforma perteneciente a la estructura del silo donde descarga.



### 5.2.3. S-B-01: Silo arroz expandido

#### Descripción General

Tendrá la función de captar y almacenar el cereal expandido que salga del cañón inflador (C – 01). Además poseerá una plataforma lo suficientemente amplia para el cañón y el operario. Estará construido en dos partes, una inferior de almacenamiento y una superior para captar el cereal.



#### **5.2.4. TS-B-01: Transporte Flex – Auger**

##### Descripción General

Este equipo estará ubicado en la descarga del silo del cereal expandido (S – 01) del cual recibirá el producto y lo transportara hacia el mezclador térmico por medio de un espiral ubicado dentro de un tubo, ambos de acero inoxidable, y accionado por un motor eléctrico.



### 5.3. Línea de Micro Ingredientes

#### 5.3.1. DMI-C-01: Dosificador de micro ingredientes

##### Descripción general

Se encargara del pesado de los demás cereales que componen la mezcla, se utilizara este tipo de maquinaria debido a que se ocupan en menor cantidad.

Esta cuenta con básculas de descarga automática de acción hidroneumática, dosificadores con motores trifásicos con variador de velocidad, tolvas en acero inoxidable y transportador para mover todos los productos que han sido pesados.



## 5.4. Línea de Proceso

### 5.4.1. M-D-01: Mezclador térmico

#### Descripción General

Se encargara de mezclar los cereales y el caramelo recibidos de las líneas de liquido y solido, por medio de un tornillo de doble hélice, hasta que todo el contenido este totalmente impregnado por el caramelo. Este se encontrara calefaccionado para evitar que el caramelo se enfríe y endurezca. Además, estará revestido de teflón en su interior para evitar que la mezcla se adhiera al recipiente.



### 5.4.2. F-D-01: Formador

#### Descripción General

Este equipo recibirá la mezcla lista y se encargará de hacerla pasar por los rodillos compresores que le darán el espesor al producto, luego será enfriado por un conjunto de ventiladores para finalmente ser cortadas longitudinal y transversalmente, dándole su forma definitiva a las barras de cereal.



### 5.4.3. CT-D-01/02/03: Cintas Transportadoras

Estas son:

CT – 01

CT – 02

CT – 03

#### Descripción General

Estas se emplean para trasladar el producto desde la salida del formador hasta la envasadora y de esta hacia la empaquetadora. El material de estas será PVC para evitar que las barras de cereal se adhieran a la misma.



#### **5.4.4. E-D-01/02: Envasadora y Empaquetadora**

Estas son:

- E – 01 (Envasadora)
- E – 02 (Empaquetadora)

##### Descripción General

El principio de funcionamiento es igual para los dos equipos, la diferencia radica en que la primera envasa individualmente cada barra de cereal, mientras que la empaquetadora se encargará de hacerlo con un conjunto de estas, las cuales ya se encuentran en su envase individual.

Estas recibirán las unidades desde las cintas transportadoras en la mesa de alimentación y procederán a envasarlos y sellarlos, dejando listos los paquetes para su almacenamiento.



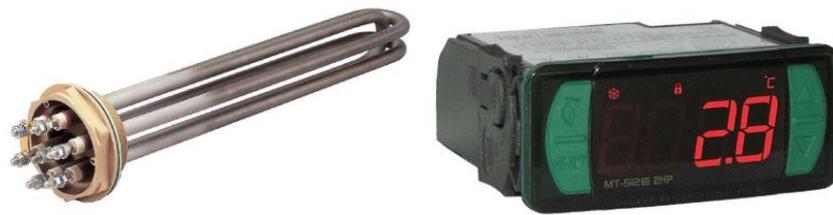
## 6. Capacidad de la planta

Se estimara una producción diaria de aproximadamente 50.000 unidades.

## 7. Equipos auxiliares

### 7.1. B-A-01/02/03/04/05/06/07/08 Resistencias y controladores de temperatura

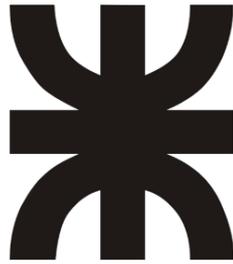
Para los procesos calefaccionados, se colocarán resistencias blindadas y controladores electrónicos para manejar las temperaturas.



## 8. Layout de planta

Ver plano:

- PFC2008D – P – 06 : Vista en Planta
- PFC2008D – P – 07: Isometria Planta Completa



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Ingeniería de Detalles**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## ÍNDICE

1.	Equipos de selección comercial.....	51
1.1.	Proceso A: Línea Producción de Caramelo.....	51
1.1.1.	T-A-01: Tanque Glucosa de maíz .....	51
1.1.2.	T-A-02: Tanque Miel.....	52
1.1.3.	TOL-A-01: Tola de azúcar .....	53
1.1.4.	D-A-01: Dosificador de azúcar.....	54
1.1.5.	C-A-01: Cocinador .....	55
1.1.6.	BD-A-01: Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz.....	56
1.1.7.	BD-A-02: Bomba dosificadora de Miel .....	60
1.1.8.	BD-A-03: Bomba dosificadora de Caramelo .....	63
1.2.	Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido.....	65
1.2.1.	TOL-B-02: Tolva de arroz a granel.....	65
1.2.2.	CA-B-01: Cañón inflador de cereales .....	65
1.2.3.	TS-B-01: Transporte Flex – Auger.....	66
1.3.	Proceso C: Línea de Microingredientes .....	67
1.3.1.	DMI-C-01 Dosificadora para Micro Ingredientes .....	68
1.4.	Proceso D: Línea de Proceso.....	68
1.4.1.	M-D-01: Mezclador térmico.....	69
1.4.2.	F-D-01: Formador .....	69
1.4.3.	E-D-01: Envasadora .....	70
1.4.4.	E-D-02: Empaquetadora.....	71
1.4.5.	CT-D-01: Cinta transportadora (curva 90°) .....	72
1.4.6.	CT-D-02/03: Cinta transportadora.....	73
2.	Accesorios/equipos auxiliares .....	75
2.1.	Válvulas manuales.....	75
1.2.	Resistencias de calefacción: .....	76
2.3.	Controlador para resistencia.....	77
3.	Listas de Planos .....	78



## 1. Equipos de selección comercial

### 1.1. Proceso A: Línea Producción de Caramelo

#### 1.1.1. T-A-01: Tanque Glucosa de maíz

Se selecciona el siguiente equipo de la marca ROTOR GRANDES TANQUES, con las siguientes especificaciones:

- Tanque tipo Silo de 9.400 Lts.
- Tanque plástico fabricado 100% en Polietileno virgen.

Medidas máximas:

- Diámetro: 2300 mm
- Altura: 4000 mm

Accesorios:

- Tapa plástica superior de 500 mm de diámetro.
- Venteo superior de 1".
- Entrada superior de 2", con tapón.
- Salida de descarga inferior diámetro 2" para líquidos.



Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 51
----------------------------	---------------	---------------	-----------

### 1.1.2. T-A-02: Tanque Miel

Se selecciona el siguiente equipo de la marca ROTOR GRANDES TANQUES, con las siguientes especificaciones:

- Tanque tipo Silo de 6.400 Lts.
- Tanque plástico fabricado 100% en Polietileno virgen.

Medidas máximas:

- Diámetro: 2300 mm
- Altura: 3150 mm

Accesorios que posee:

- Tapa plástica superior de 500 mm de diámetro.
- Venteo superior de 1".
- Entrada superior de 2", con tapón.
- Salida de descarga inferior diámetro 2" para líquidos.



### 1.1.3. TOL-A-01: Tola de azúcar

Este equipo será pedido a la empresa DELBA S.R.L. con las siguientes características:

- Capacidad: 1200 Kg
- Ancho: 1200 mm
- Largo: 1200 mm
- Alto total: 2700 mm
- Cono de descarga estándar centrado.
- En cuerpo y cono inferior de la tolva posee visores para observar el nivel de carga de la misma.
- La tolva posee un marco (brida) en la boca de salida según necesidad.
- Las patas son de tubo estructural y están reforzadas con perfiles LPN soldados.



#### **1.1.4. D-A-01: Dosificador de azúcar**

Para dosificar la cantidad de azúcar, se utilizara un equipo de dosificación a tornillo de la marca SIMES.

Este equipo permite transportar y/o dosificar productos pulverulentos y granulados, indicado para dar soluciones a las industrias de proceso, principalmente Alimenticia. Consta de un Motor reductor para suministrar el movimiento principal al tornillo, tolva de carga de amplia capacidad con rejilla para evitar el ingreso de elementos extraños de tamaño grande y tapa.

Su construcción totalmente en acero inoxidable AISI 304, sencilla, compacta y de desarme rápido facilita la inspección y/o mantenimiento del mismo.

Consta de lo siguiente:

- Tolva de carga, capacidad 250 Kg.
- Variador de velocidad.
- Ruedas para facilitar su traslado.
- Tablero eléctrico incorporado.
- Largo: 750 mm
- Ancho: 750mm
- Alto: 1700 mm



### 1.1.5. C-A-01: Cocinador

Este equipo será seleccionado de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Modelo: CC100
- Material: Acero Inoxidable
- Volumen: 100 Lts.
- Voltaje: 380 V
- Potencia: 9 KW

Medidas:

- Ancho: 900 mm
- Largo: 600 mm
- Alto: 1500 mm

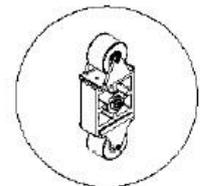
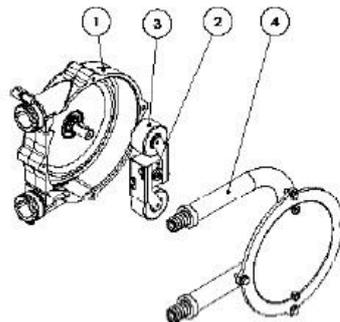


1.1.6. BD-A-01: Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz

Las bombas encargadas de dosificar los distintos fluidos viscosos serán bombas del tipo peristálticas seleccionadas de la marca ALBIN PUMP con las siguientes características:



Ref.	Descripción	Diseño del material
1	Carcasa de la bomba	Aleación de aluminio
2	Rotor	Aleación de aluminio
3	Rodillos de presión	Plástico/aleación ligera (1)
4	Tubo	Varios elastómeros, reforzado o no con tejidos de poliamida (2)



ALP30 & 45  
Rollido ajustar con calzas.

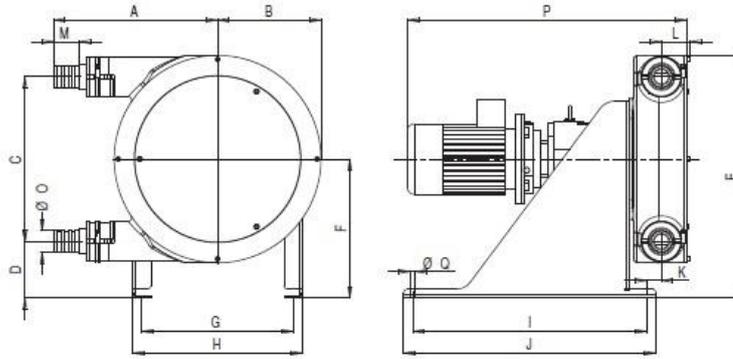
TAMAÑO	Litro/hora	R.P.M.	Motor eléctrico	Bar	Kw	Hp	Kg
ALP 17-F	260	40		1,5 to 4	0,18	0,25	15,5
	455	70		1,2 to 3	0,18	0,25	15,5
	910	140		1,0 to 3	0,18	0,25	15,5
ALP 25-F	620	32		2,5	0,37	0,5	35
	800	41		2,5	0,37	0,5	35
	1350	69		2	0,55	1,75	38
	1920	98		2	0,55	0,75	38
	2780	143		1,5	0,55	0,75	38

Nombre	Manguera Identificación	Rango de Temperatura	Industry Approvals
Varprene	Superficie blanca y lisa.	-35 a135°C	USP Class VI
			FDA 21
			CFR 177.2600
			NSF listed (Standard 51)

### DIMENSIONES DE LAS MANGUERAS

Medida	DI	DE	Longitud
	mm		
ALP 09	9	16	330
ALP 13	13	22	390
ALP 17	17	31	590
ALP 25	25	43	860
ALP 30	30	55	1150
ALP 45	45	75	1455

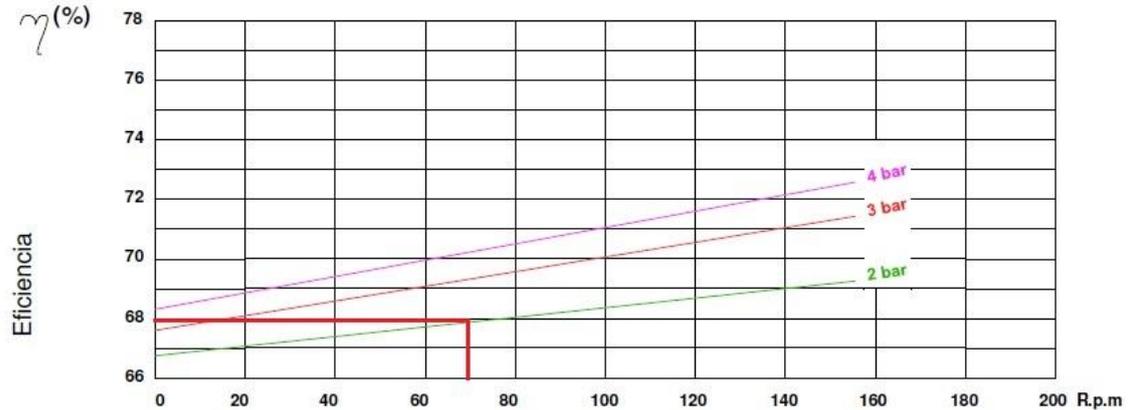
TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	ØQ
ALP 25F	275	170	256	90	388	218	240	270	400	440	18	52,5	45	482	35	580	11
ALP 25VM	275	170	256	90	388	218	240	270	400	440	18	52,5	45	482	35	720	11
ALP 30F	345	226	364	148	556	330	330	380	550	600	22	66,5	55		45	672,5	14
ALP 30VM	345	226	364	148	556	330	330	380	550	600	22	66,5	55		45	812,5	14
ALP 45F	455	287	456	157	672	385	420	470	650	700	40	79	70	786	60	776,5	14
ALP 45VM	455	287	456	157	672	385	420	470	650	700	40	79	70	786	60	916,5	14

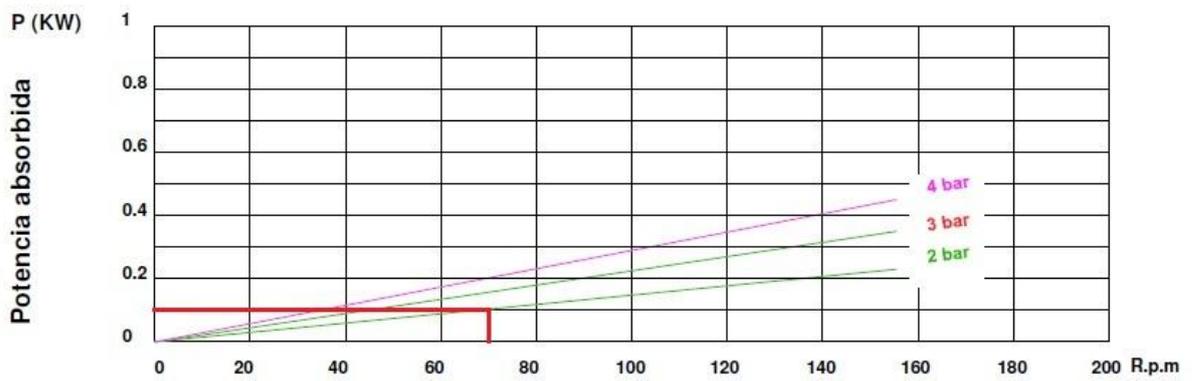
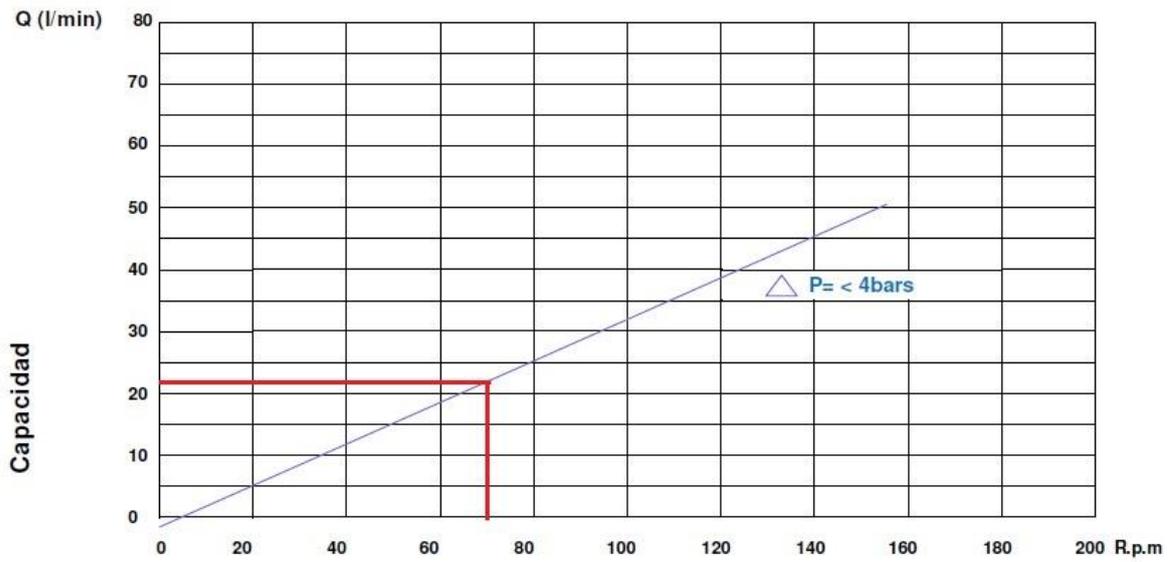


## Modelo: ALP25

### Curvas de rendimiento

Viscosidad = 1 cst  
Temperatura del fluido = 20 °C  
Densidad = 1kg/dm<sup>3</sup>





1.1.7. BD-A-02: Bomba dosificadora de Miel

Esta bomba será de las mismas características que la anterior. Por lo tanto solo proporcionaremos las características y datos de funcionamiento.

TAMAÑO	Litro/hora	R.P.M.	Motor eléctrico	Bar	Kw	Hp	Kg
ALP 17-F	260	40		1,5 to 4	0,18	0,25	15,5
	455	70		1,2 to 3	0,18	0,25	15,5
	910	140		1,0 to 3	0,18	0,25	15,5
ALP 25-F	620	32		2,5	0,37	0,5	35
	800	41		2,5	0,37	0,5	35
	1350	69		2	0,55	1,75	38
	1920	98		2	0,55	0,75	38
	2780	143		1,5	0,55	0,75	38

Nombre	Manguera Identificación	Rango de Temperatura	Industry Approvals
Vaprene	Superficie blanca y lisa.	-35 a135°C	USP Class VI
			FDA 21
			CFR 177.2600
			NSF listed (Standard 51)

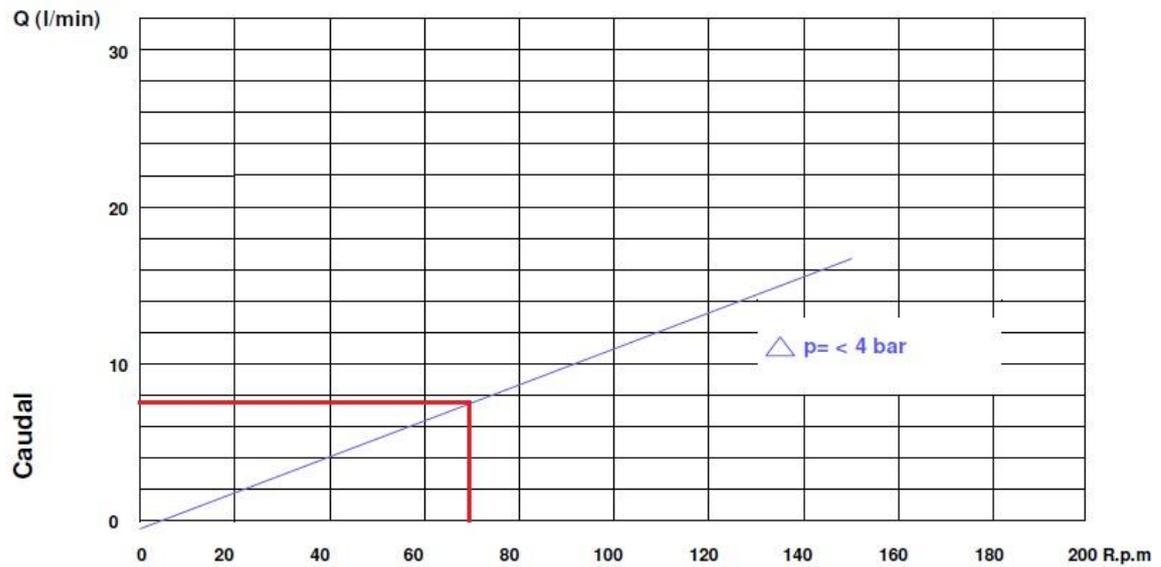
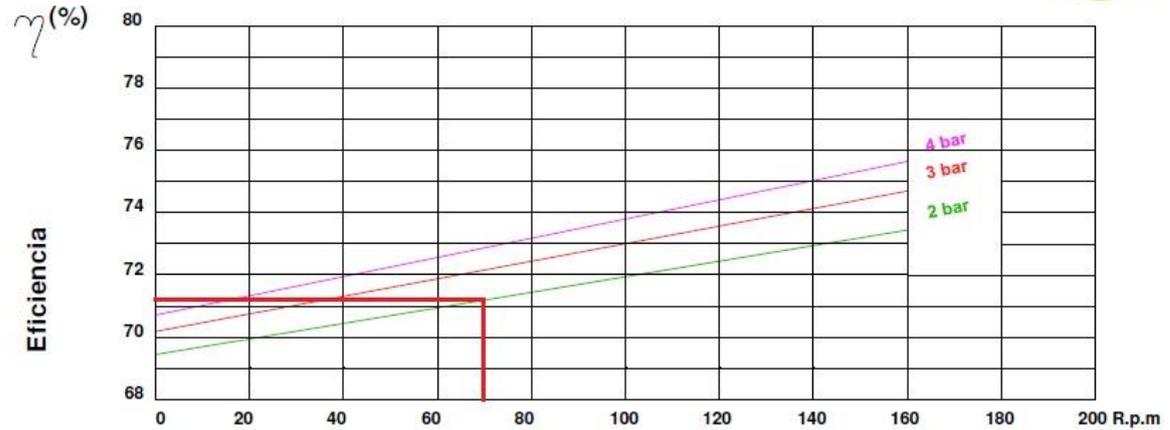
DIMENSIONES DE LAS MANGUERAS			
Medida	DI	DE	Longitud
	mm		
ALP 09	9	16	330
ALP 13	13	22	390
ALP 17	17	31	590
ALP 25	25	43	860
ALP 30	30	55	1150
ALP 45	45	75	1455

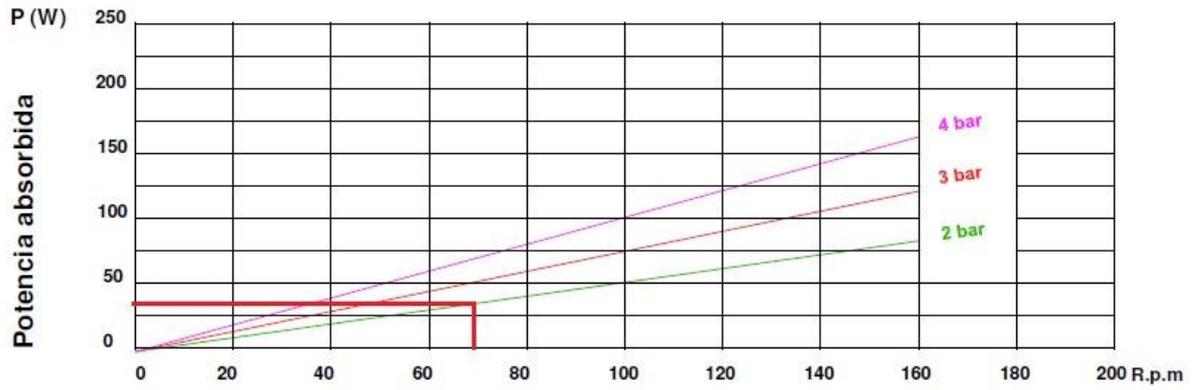
## Modelo: ALP17



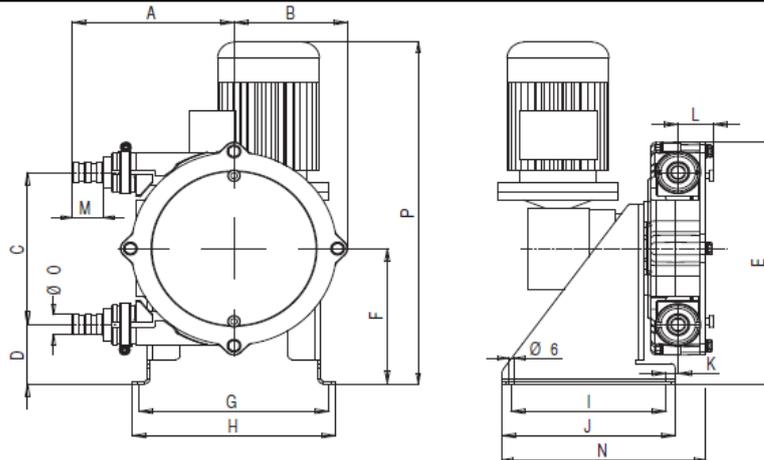
### Curvas de funcionamiento

Viscosidad = 1 cst  
Temperatura del fluido = 20 °C  
Densidad = 1kg/dm<sup>3</sup>





TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	ØQ
ALP 09F	114	75	104	58	185	110	145	160	156	170	3,5	25	20		15	335	6
ALP 09VM	114	75	104	58	185	110	145	160	156	170	3,5	25	20		15	485	6
ALP 13F	126	95	132	61	222	127	165	180	156	170	10	28	20	197	19	352	6
ALP 13VM	126	95	132	61	222	127	165	180	156	170	10	28	20	197	19	502	6
ALP 17F	187	131	188	73	290	167	220	235	180	200	13,5	40,5	35		25	427	6
ALP 17VM	187	131	188	73	290	167	220	235	180	200	13,5	40,5	35		25	527	6



1.1.8. BD-A-03: Bomba dosificadora de Caramelo

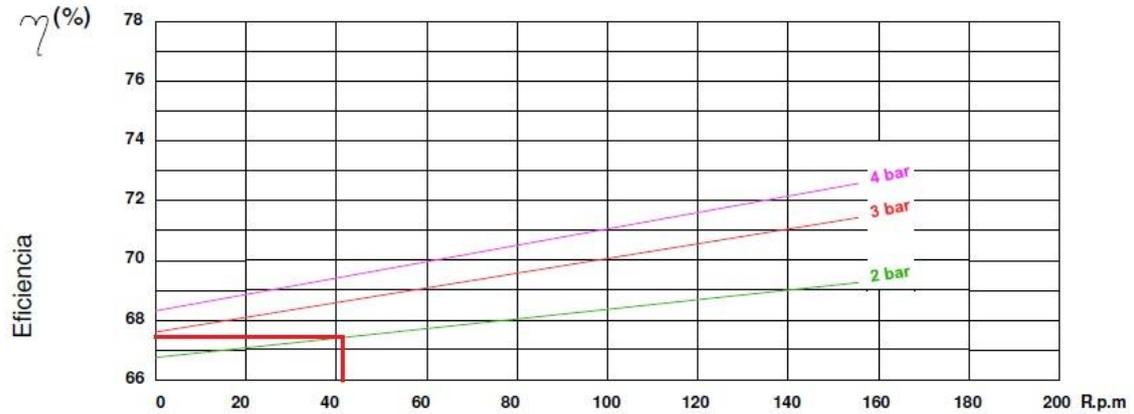
Al ser el mismo modelo que la bomba de Glucosa de Maiz, solo proporcionaremos la tabla de selección, siendo los demás datos igual a la anterior mencionada.

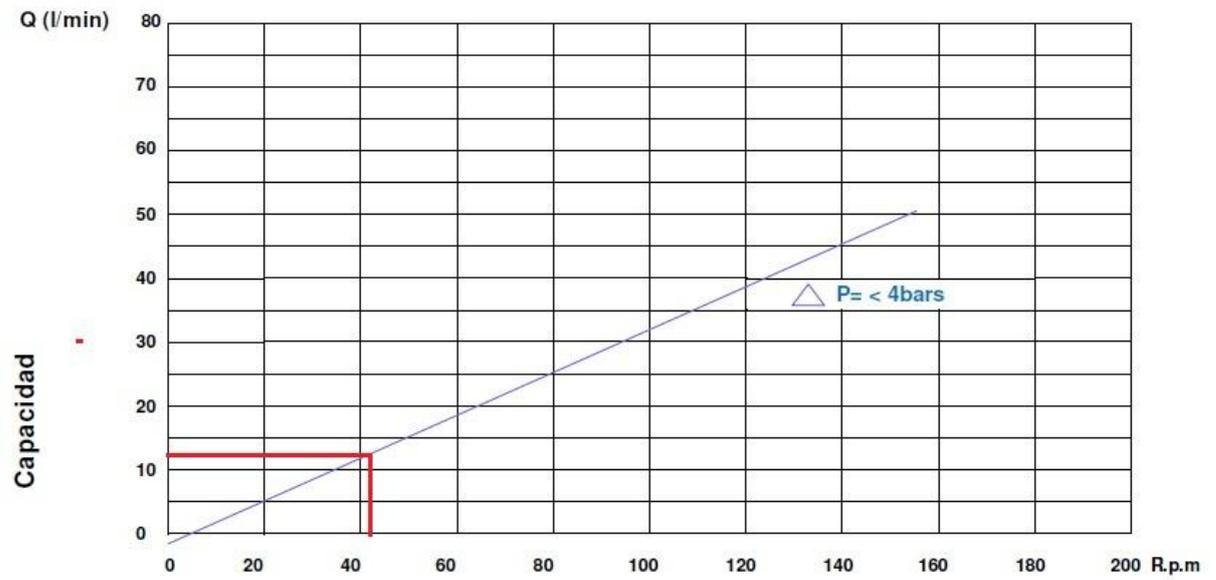
TAMAÑO	Litro/hora	R.P.M.	Motor eléctrico	Bar	Kw	Hp	Kg
ALP 17-F	260	40		1,5 to 4	0,18	0,25	15,5
	455	70		1,2 to 3	0,18	0,25	15,5
	910	140		1,0 to 3	0,18	0,25	15,5
ALP 25-F	620	32		2,5	0,37	0,5	35
	800	41		2,5	0,37	0,5	35
	1350	69		2	0,55	1,75	38
	1920	98		2	0,55	0,75	38
	2780	143		1,5	0,55	0,75	38

Modelo: ALP25

Curvas de rendimiento

Viscosidad = 1 cst  
Temperatura del fluido = 20°C  
Densidad = 1kg/dm3





## **1.2. Proceso B: Línea Producción de Arroz Expandido**

### **1.2.1. TOL-B-02: Tolva de arroz a granel**

Para este se seleccionara un silo flexible de tejido Trevira de la empresa PRILLWITZ Y CIA SRL diseñado para simplificar las operaciones de almacenamiento y descarga de productos secos a granel.

El tejido Trevira posee alta resistencia y cierta permeabilidad, preservando la calidad del producto mediante el intercambio gaseoso entre el interior del silo y el ambiente exterior.

► Características:

- Modelo: STP – 2
- Sección: Cuadrada
- Capacidad de Almacenamiento: 2000 Kg
- Largo: 1700 mm
- Ancho: 1700 mm
- Altura: 2750 mm



### **1.2.2. CA-B-01: Cañón inflador de cereales**

Preparó: <b>TORREZ GUSTAVO</b>	Revisó: <b>GP</b>	Aprobó: <b>GP</b>	Página 65
-----------------------------------	----------------------	----------------------	-----------

El siguiente equipo será seleccionado de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Modelo: TC50
- Calefacción a gas
- Potencia: 0.75 Kw
- Peso: 380 Kg
- Producción: 60 a 90 Kg / h
- Largo: 1800 mm
- Ancho: 780 mm
- Alto: 1320 mm



### 1.2.3. TS-B-01: Transporte Flex – Auger

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 66
----------------------------	---------------	---------------	-----------

El transporte del arroz expandido se seleccionara con las siguientes características:

- Modelo: 90.

**Flex-Auger**

	55	75	90	90HD	125
Capacidad de transporte de pienso kg/h (*)	520	1300 (1) 600 (2)	2400 (1) 3100 (2) 3900 (3)	3100	5400 (1) 10400 (2)
Cantidad de pienso/m de tubo (kg)	0,70	1,90	2,50	2,50	4,80
Longitud máxima (m) (3 m de inclinación)	60 (90 m**)	60	42	60 (sin inclinación)	28
Fuente de alimentación kW (***) 3 fases – 60 Hz	0,4	0,9 (1) 0,4 (2)	0,9 (1) 1,3 (2) 1,8 (3)	1,8	1,3 (1) 1,8 (2)
RPM – 60 Hz	420	420 (1) 210 (2)	420 (1) 540 (2) 660 (3)	540	348 (1) 468 (2)
Diámetro exterior de los tubos (mm)	56	75	89	89	127
Inclinación máxima (****)	75°	75°	75°	horizontal!	45°
Puntos de suspensión	Acero: cada 3 m				
Diámetro exterior espiral (mm)	38,60	60,45	68,33	73,45	94,60
Diámetro interno espiral (mm)	22,60	36,57	44,45	44,45	65,60
Paso de la espiral (mm)	31,4	41,4	50,8	54,1	66 (1) 85 (2)



### 1.3. Proceso C: Línea de Microingredientes

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 67
----------------------------	---------------	---------------	-----------

### 1.3.1. DMI-C-01 Dosificadora para Micro Ingredientes

Este equipo será seleccionado de la empresa GIULIANI HERMANOS S.A. con las siguientes características:

- Depósitos de dosificación de micros:
  - Modelo: MI – 300 – A
  - Material: Acero Inoxidable
  - Características: Deposito para ingredientes de 1000 Lts.
  - Cantidad: 4
- Dosificadores de micros:
  - Modelo: THO – 127 – 1M – 1CV – TN – A
  - Material: Acero Inoxidable
  - Características: Cierre con tapa neumática. Ø 127mm. Por reductor. Largo variable
- Balanzas de Micros:
  - Modelo: BMC – H2200 – 8
  - Material: Acero Inoxidable
  - Características: Balanza para estación de micro-ingredientes. Maximo 10 Kg.
- Estructuras de dosificación micros:
  - Modelo: EST – MICROS
  - Material: Acero al Carbono
  - Características: Estructura de soporte para estación de micros.
  - Transporte: Redler



### 1.4. Proceso D: Línea de Proceso

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 68
----------------------------	---------------	---------------	-----------

#### **1.4.1. M-D-01: Mezclador térmico**

Este equipo se seleccionara de la empresa RINAUDO E HIJOS con las siguientes características:

- Modelo: Mezclador Vagoneta MVV – 100
- Capacidad de Batea: 100 Kg
- Producción: 200 Kg h
- Potencia: 7.5 HP
- Ancho: 1630 mm
- Alto: 1250 mm
- Largo: 770 mm
- Peso: 280 Kg
- Batea, eje central y diez paletas mezcladoras de acero inoxidable.
- Marcha silenciosa
- Tapa corrediza en acero inoxidable
- Pedal volcador



#### **1.4.2. F-D-01: Formador**

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 69
----------------------------	---------------	---------------	-----------

El siguiente equipo será seleccionado de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Voltaje: 380V
- Potencia: 2.2 KW
- Peso: 1200 Kg
- Capacidad de producción: 200 Kg / h
- Ancho: 6800 mm
- Largo: 1800mm
- Alto: 1200 mm
- 

Cortadores Adicionales para distintos anchos de barras de cereal.



### 1.4.3. E-D-01: Envasadora

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 70
----------------------------	---------------	---------------	-----------

Este equipo se seleccionara de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Modelo: ECM – 250D
- Características de maquinaria:
  - o Con sistema de foto centrado de imagen.
  - o Con conformador ajustable.
  - o Con sistema de atmosfera controlada.
  - o Con fechador tipo hot roll instalado.
  - o Pantalla táctil para el fijado de los parámetros: largo, velocidad de embalaje, cantidad de productos a envasar.
  - o Control periódico de cantidad de embalado.
  - o Mesa de alimentación con índices en acero inoxidable y con acompañadores plásticos, cadena de alimentación de perno hueco y mesitas de grillon.
  - o Velocidad de embalaje 40 a 230 paquetes/minuto.
  - o Ancho de bobina: 250 mm máximo.
  - o Ancho maquinaria: 670 mm
  - o Largo maquinaria: 3770 mm
  - o Altura maquinaria: 1450 mm
- Características de embalaje:
  - o Longitud del paquete: 65 – 190 mm o 120 – 280 mm / 90 – 220 mm
  - o Ancho del paquete: 30 – 110 mm
  - o Alto del paquete: 40 – 60 mm máximo
  - o Fuente de energía: 220 V, 50 / 60 Hz, 2.4 KVA



#### **1.4.4. E-D-02: Empaquetadora**

Preparó: <b>TORREZ GUSTAVO</b>	Revisó: <b>GP</b>	Aprobó: <b>GP</b>	Página 71
-----------------------------------	----------------------	----------------------	-----------

Equipo se seleccionara de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Modelo: ECM – 400D
- Características de maquinaria:
  - o Ideal envasado TRI PACK.
  - o Con sistema de foto centrado de imagen.
  - o Con fechador tipo hot roll.
  - o Con conformador ajustable
  - o Con sistema de atmosfera controlada
  - o Pantalla táctil para el fijado de los parámetros: largo, velocidad de embalaje, cantidad de productos a envasar, control periódico de cantidad de embalado.
  - o Mesa de alimentación con índices en acero inoxidable y con acompañadores plásticos, cadena de alimentación de perno hueco y mesitas de grillon.
  - o Velocidad de embalaje entre 40 y 230 paquetes / minuto.
  - o Ancho de bobina: 400 mm máximo.
  - o Ancho maquinaria:745 mm
  - o Largo maquinaria: 4020 mm
  - o Alto maquinaria: 1450 mm
- Características de embalaje:
  - o Longitud del paquete: 180 – 440 mm
  - o Ancho del paquete: 50 – 190 mm
  - o Alto del paquete: 68 mm máximo
  - o Fuente de energía: 220 V, 50/60 Hz, 2.4 KVA



#### 1.4.5. CT-D-01: Cinta transportadora (curva 90°)

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 72
----------------------------	---------------	---------------	-----------

Las siguientes cintas transportadoras serán seleccionadas de la empresa CRESPO MAQUINAS de ALFAMECAN S.R.L. con las siguientes características:

- Material de Estructura: Acero Inoxidable
- Material de Cinta: PVC
- Características: Cinta transportadora curva 90°
- Ancho: 1400 mm
- Largo: 1400 mm
- Alto: 1200 mm



#### 1.4.6. CT-D-02/03: Cinta transportadora

Preparó: TORREZ GUSTAVO	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 73
----------------------------	---------------	---------------	-----------

Estas serán seleccionadas del mismo proveedor que la anterior con las siguientes características:

- Material de Estructura: Acero Inoxidable
- Material de Cinta: PVC
- Características: Cinta transportadora de trabajo recta
- Ancho: 800 mm
- Largo: 4000 mm
- Alto: 1200 mm



## 2. Accesorios/equipos auxiliares

### 2.1. Válvulas manuales

Se seleccionaran las siguientes válvulas de FAMIQ para la succión e impulsión de las bombas dosificadoras.

Un total de 6 válvulas con diámetro 1 ½” con las siguientes características.

## VÁLVULA MARIPOSA ESTÁNDAR

Conducción de fluidos sanitarios

Válvulas sanitarias

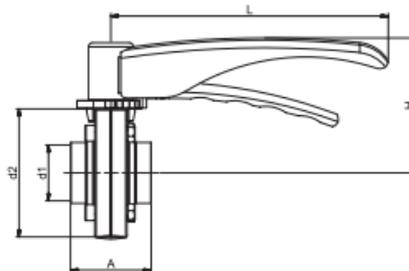
**L20**

### Características

- Económicas y de fácil montaje, ideal para espacios reducidos.
- Diferentes opciones de conexión:
  - P/soldar (estándar), Clamp, DIN, Danesa, Faufer, Sueca y Bridada.
- Múltiples posibilidades de accionamiento:
  - Maneta 2 posiciones.
  - Maneta multiposición.
  - 3 vías con accionamiento simultáneo.
  - Actuador neumático.
- Disponibilidad de los repuestos.



### Maneta multiposición



DN	Ø Ext.	d1	d2	A	L	H
1"	25,4	22,4	62	40	125	80
1 1/4"	31,7	28,5	86	50	178	85
1 1/2"	38,1	35	80	50	178	88
2"	50,8	47,5	92	50	178	103
2 1/2"	63,5	60,5	112	50	178	105
3"	76,2	72,2	125	50	178	118
4"	101,6	97,5	162	59	178	130
*5"	127	125	190	110	270	147
*6"	152,4	150	240	132	300	180

## 1.2. Resistencias de calefacción:

Resistencia blindada multielemento para inmersión

- Marca: Resistencias Mar del Plata
- Potencia: 4500w
- Cantidad: 4
- Potencia: 3000w
- Cantidad: 3
- Conexión: Estrella sin neutro
- Tensión: 380V
- Material: Acero Inoxidable 304
- Largo del elemento mayor: 400mm
- Cabezal: Bronce 2" BSP



### 2.3. Controlador para resistencia



#### 1. DESCRIPCIÓN

Con el **MT-512E 2HP** es posible realizar deshielos periódicos por parada del compresor (deshielo natural) y forzar deshielos manualmente. Posee un potente relé de 16 A para accionar cargas de hasta 2HP, además de una salida de comando conjugada a un temporizador (timer) para la programación del tiempo de refrigeración y deshielo. Otro recurso disponible es la desconexión de las funciones de control, haciendo con que el **MT-512E 2HP** opere solamente como indicador de temperatura. También presenta filtro digital configurable, el cual tiene la finalidad de simular un aumento de masa en el sensor de ambiente, aumentando así su tiempo de respuesta, o sea, hace la respuesta del sensor más lenta (retardo). Y, a través de un sistema inteligente de bloqueo de funciones, impide que personas no autorizadas alteren los parámetros de control.

El **MT-512E 2HP** también puede ser configurado para calefacción. Producto en conformidad con UL Inc. (Estados Unidos y Canadá) y NSF (Estados Unidos).

#### 2. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- Certifique la correcta fijación del controlador;
- Cerciórese que la alimentación eléctrica esté desconectada y que no sea conectada durante la instalación del controlador;
- Lea el presente manual antes de instalar y utilizar el controlador;
- Utilice Equipos de Protección Individual (EPI) adecuados;
- Para aplicación en locales sujetos a salpicaduras de agua, como en exhibidores frigoríficos, instale el vinilo protector que acompaña al controlador;
- Para protección bajo condiciones más críticas, recomendamos la capa Ecase, que suministramos como opcional (vendida separadamente);
- Los procedimientos de instalación deben ser realizados por un técnico capacitado.

#### 3. APLICACIONES

- Mostradores refrigerados
- Cámaras frías
- Buffet de comidas calientes
- Estufas

#### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

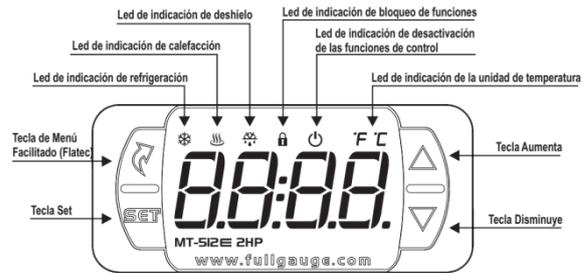
Alimentación	MT-512E 2HP: 115 o 230 Vac $\pm 10\%$ * (50/60 Hz) MT-512EL 2HP: 12 o 24 Vdc o Vac $+10\%$ *
Temperatura de control (**)	- 50 a 105°C (-58 a 221°F)
Temperatura de operación	0 a 50°C / 32 a 122°F
Humedad de operación	10 a 90% HR (sin condensación)
Resolución	0,1 °C (-10 a 100 °C) y 1°C en lo restante de la faja
Corriente máxima de la carga (***)	16 A para cargas tipo resistivas y 12 A para cargas tipo inductivas
Potencia máxima de la carga (***)	2HP
Grado de protección	IP 65 (frontal)
Dimensiones (mm)	76 x 34 x 77 mm (Ancho x Alto x Profundidad)
Dimensiones del recorte (mm)	X = 71 $\pm$ 0,5 Y = 29 $\pm$ 0,5 (vide Imagen V)

(\*) Variación admisible en relación a la tensión nominal.

(\*\*) Este instrumento mide y controla temperaturas hasta 200°C/392°F utilizando el cable sensor de silicón SB59 (vendido separadamente).

(\*\*\*) Para cargas mayores, usar llave disyuntora.

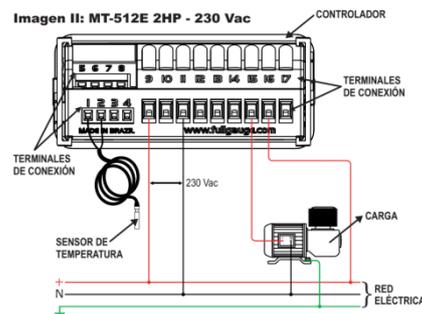
#### 5. INDICACIONES Y TECLAS



#### 6. ESQUEMA DE CONEXIÓN

##### 6.1. Identificaciones (Ver Imágenes I a IV)

- Imagen I: MT-512E 2HP, alimentado con 115 Vac.
- Imagen II: MT-512E 2HP, alimentado con 230 Vac.
- Imagen III: MT-512EL 2HP, alimentado con 12 Vac/dc.
- Imagen IV: MT-512EL 2HP, alimentado con 24 Vac/dc.



##### 6.2. Conexión del sensor de temperatura

- Conecte los cables del sensor en los terminales "1 y 2": la polaridad es indiferente.
- La longitud de los cables del sensor puede ser aumentada por el usuario para hasta 200 metros, utilizando un cable PP 2x24AWG.
- Para inmersión en agua utilice pozo termométrico (Imagen VI - ítem 12), disponible en la línea de productos Full Gauge Controls (vendido separadamente).

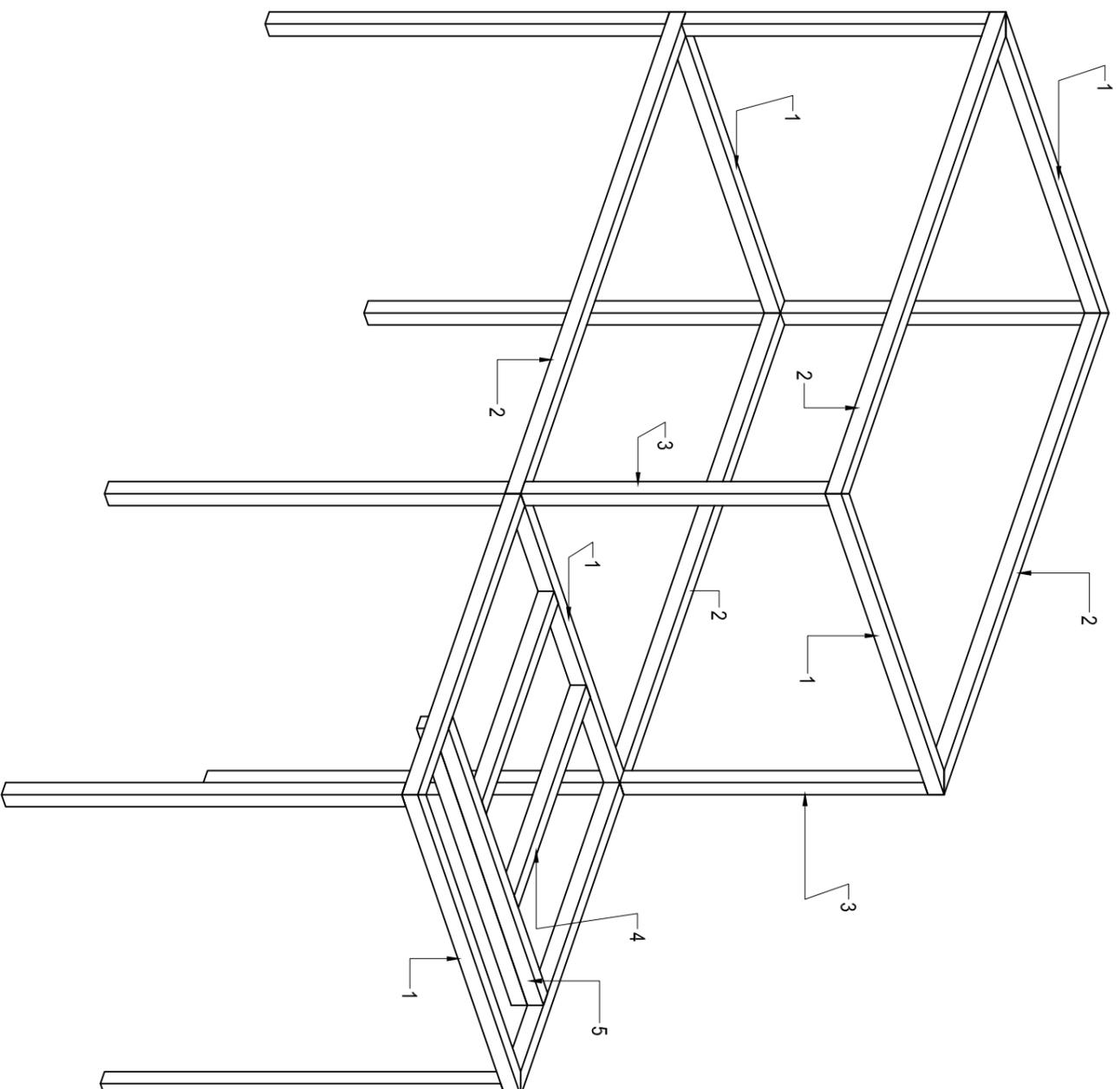
##### 6.3. Alimentación eléctrica del controlador

Utilice los bornes conforme la tabla abajo, en función de la versión del aparato:

Bornes	MT-512E 2HP	MT-512EL 2HP
9 y 10	115 Vac	12 Vac/dc
9 y 11	230 Vac	24 Vac/dc

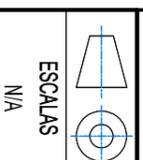
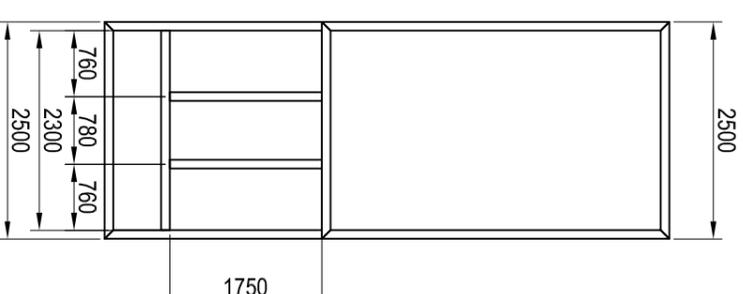
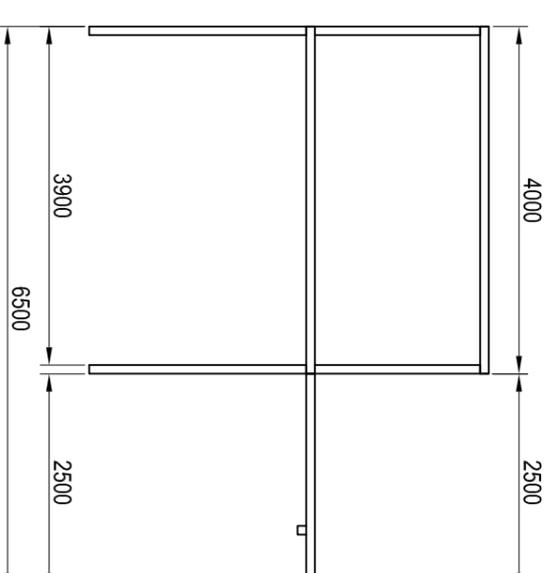
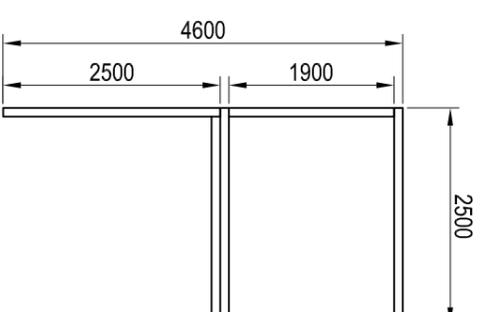
### **3. Listas de Planos**

1. PFC2008D – P – 01: Silo arroz expandido Estructura
2. PFC2008D – P – 02: Tolva Arroz Expandido
3. PFC2008D – P – 03: Tolva Arroz Expandido Chapas desplegadas
4. PFC2008D – P – 04: Soporte silo Arroz expandido
5. PFC2008D – P – 05: Soporte silo Arroz granel
6. PFC2008D – P – 06: Layout Vista en planta
7. PFC2008D – P – 07: Isometría Planta completa



**LISTADO DE MATERIALES**

POS.	CANT.	DETALLE	MAT.	LARGO (mm)
1	13	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	2500
2	4	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	4000
3	4	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	1900
4	2	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	1750
5	2	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	2300



Dibujó	Fecha	Nombre	Firma
Controló	30/10/21	Torrez G.	
Aprobó	30/10/21	Puente G.	



UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL

ALUMNO:

**GUSTAVO TORREZ**

DENOMINACION

**SILO ARROZ EXPANDIDO**

ESTRUCTURA

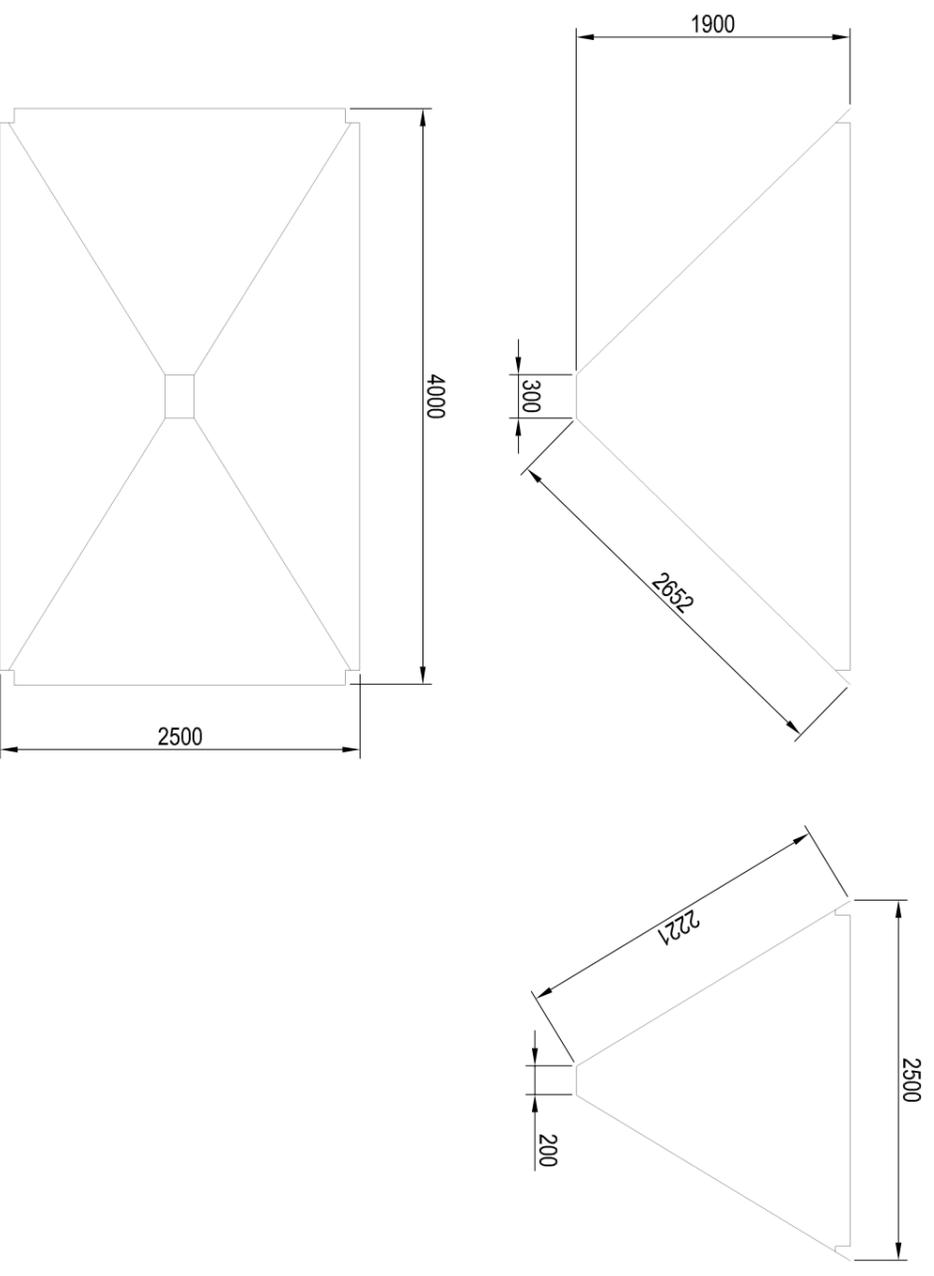
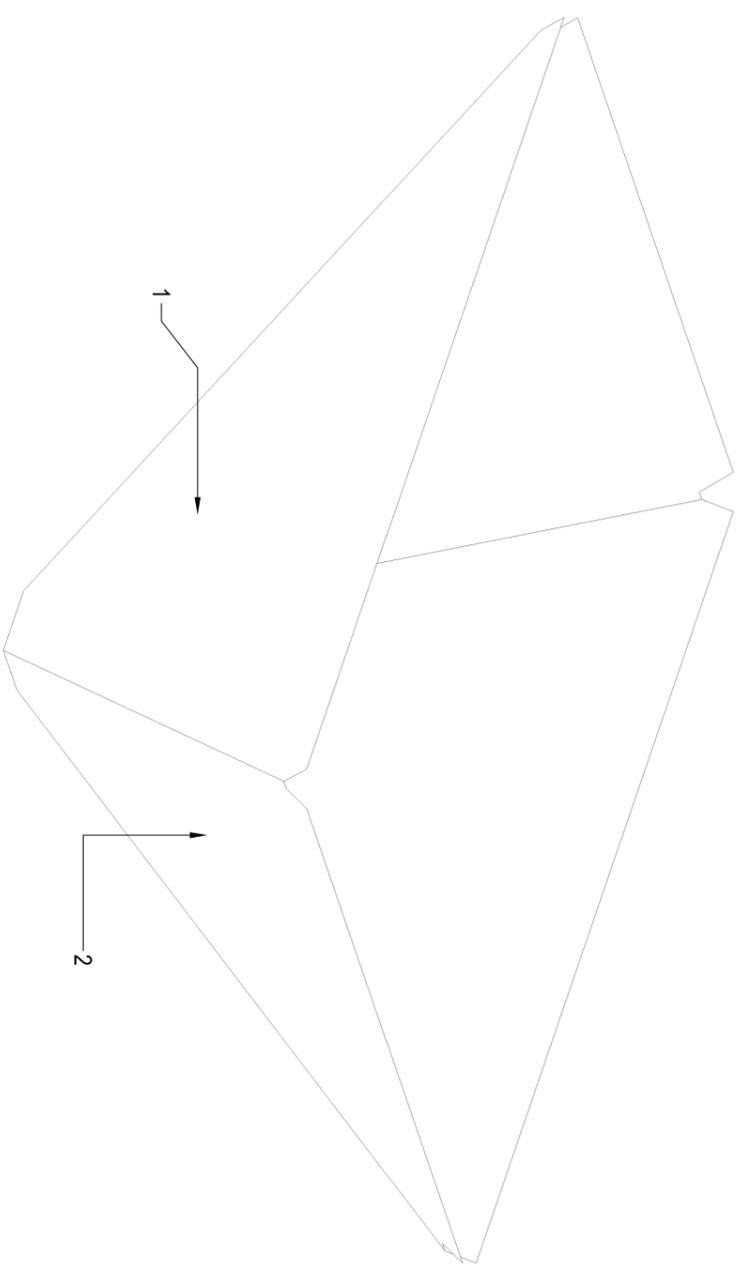
Código de Plano

PDF2008-P-01

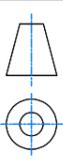
Revisión

1

Plano: 1 de 1



LISTADO DE MATERIALES			
DETALLE			
POS.	CANT.	MAT.	LARGO (mm)
1	2	CHAPA 4000 x 300 - N°16	2221
2	2	CHAPA 2500 x 200 - N°16	2652

		Fecha	Nombre	Firma
Dibujó	30/10/21	TORREZ, G.		
Controló	30/10/21	TORREZ, G.		
Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.		


  
**UNIVERSIDAD**  
**TECNOLOGICA NACIONAL**

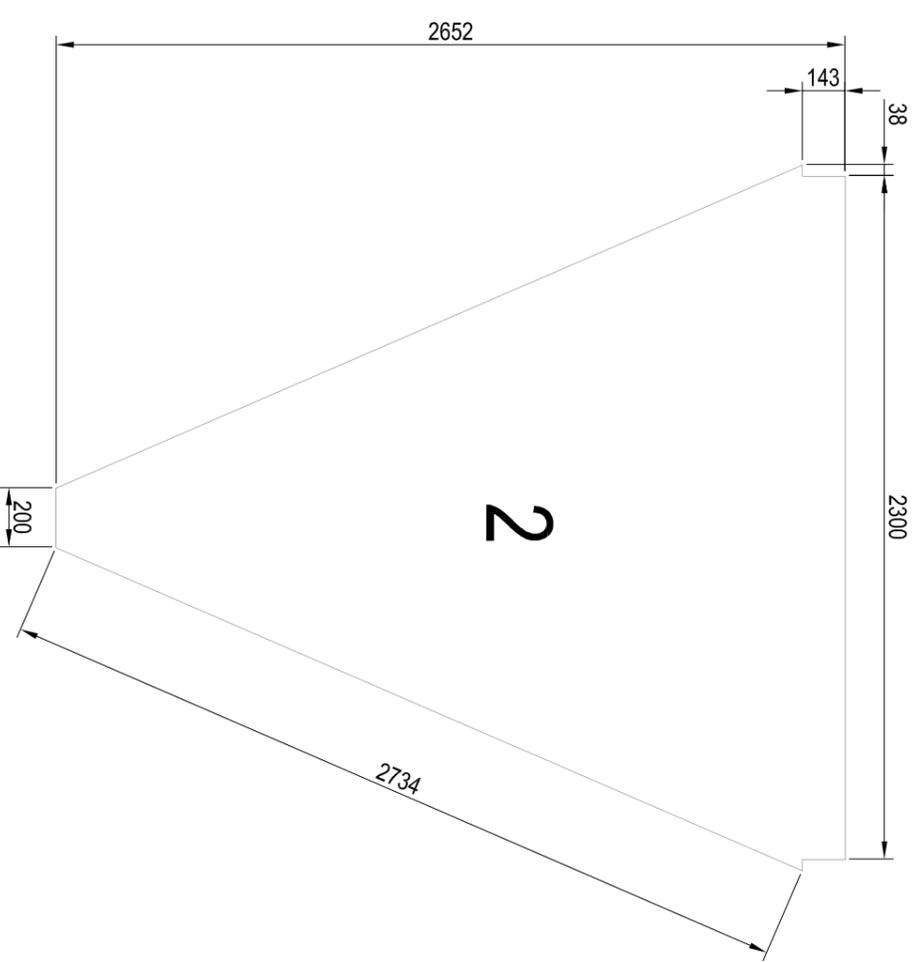
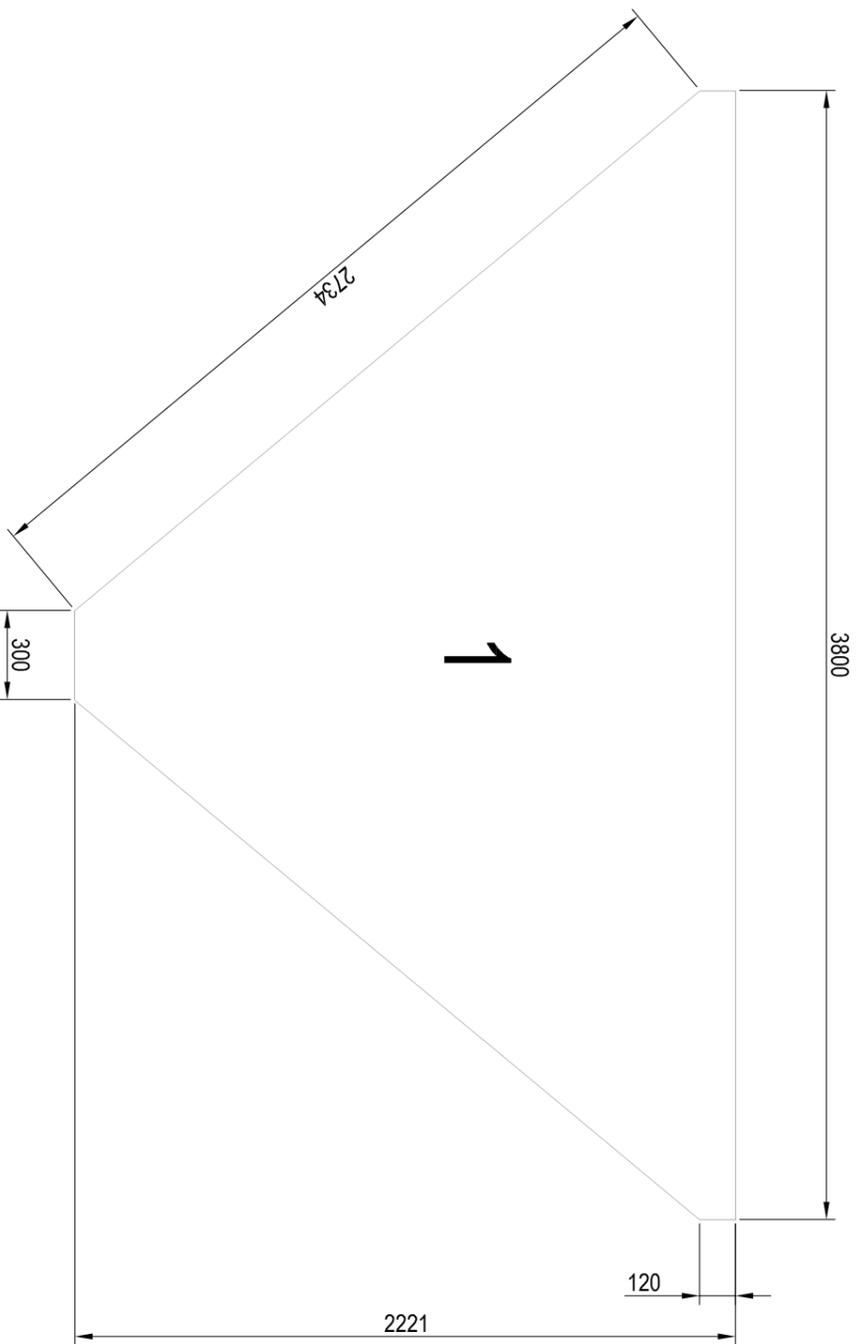
ALUMNO: **TORREZ GUSTAVO**

DENOMINACION  
**TOLVA**  
 ARROZ EXPANDIDO

Código de Plano  
**PFC2008D-P-02**

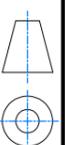
Revisión  
**1**

Plano: 1 de 1



**LISTADO DE MATERIALES**

POS.	CANT.	DETALLE	MAT.	LARGO (mm)
1	2	CHAPA ESPESOR 1/8"	ACERO	-
2	2	CHAPA ESPESOR 1/8"	ACERO	-



	Fecha	Nombre	Firma
Dibujó	30/10/21	TORREZ, G.	
Controló	30/10/21	TORREZ, G.	
Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.	



**UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL**

ALUMNO:

**TORREZ GUSTAVO**

DENOMINACION

**TOLVA**

**ARROZ EXPANDIDO**

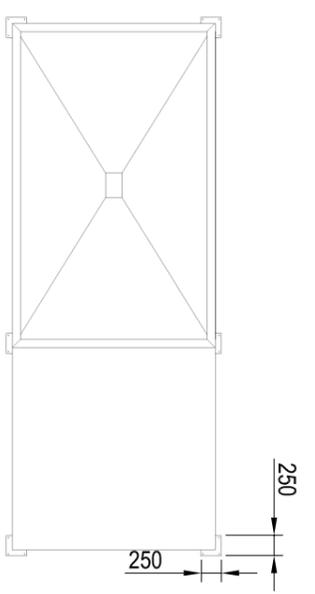
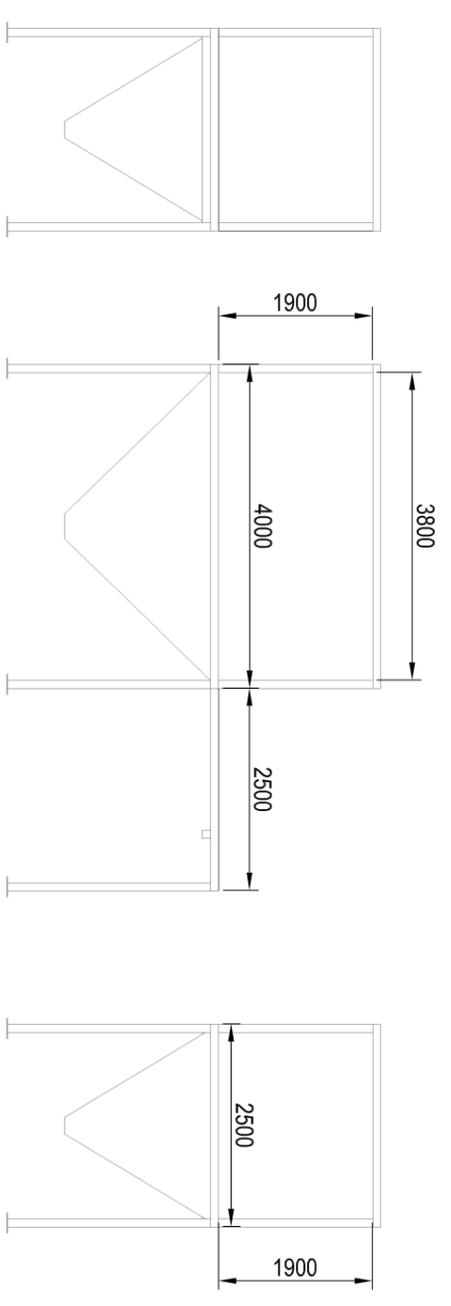
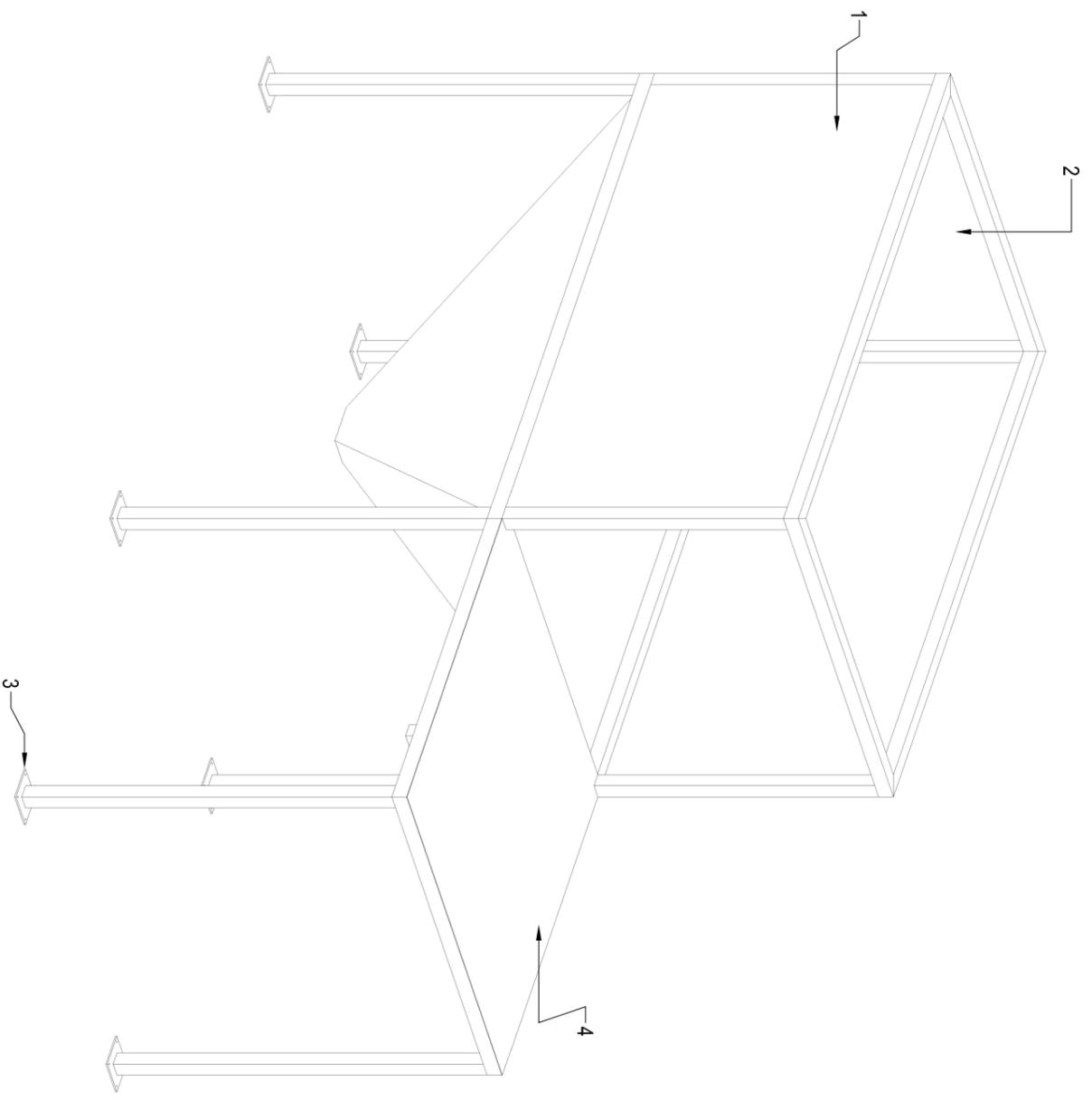
Código de Plano

**PFC2008D-P-03**

Revisión

**1**

Plano : 1 de 1



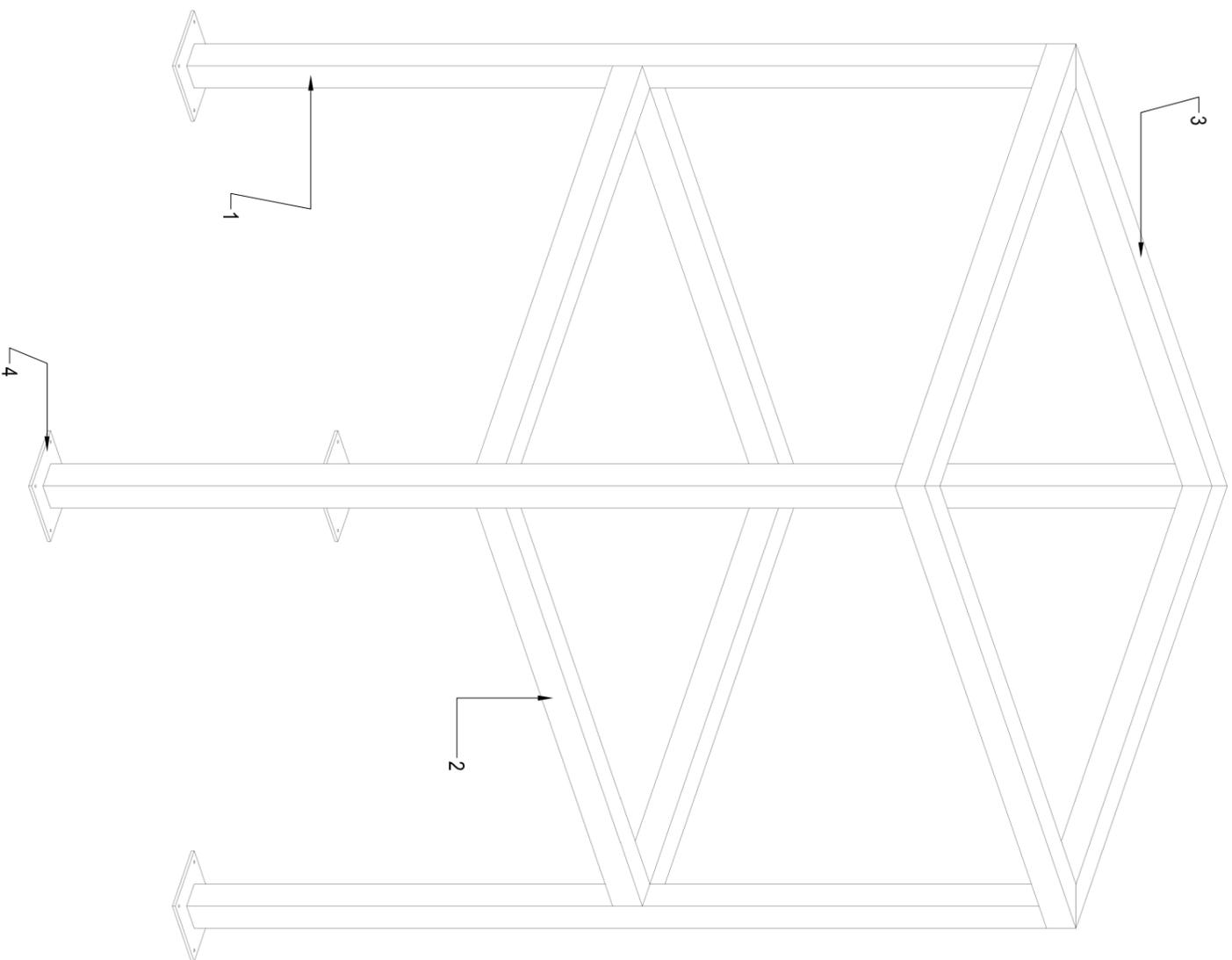
LISTADO DE MATERIALES			
POS.	CANT.	DETALLE	MAT.
1	2	CHAPA 3800 x 1900 x 1/8"	ACERO
2	1	CHAPA 2500 x 1900 x 1/8"	ACERO
3	6	PLACA 200 x 200 x 3/8"	ACERO
4	1	CHAPA 2500 x 2500 x 3/8"	ACERO

ALUMNO:		TORREZ GUSTAVO	
	Dibujó	30/10/21	TORREZ, G.
	Controló	30/10/21	TORREZ, G.
	Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.

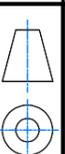
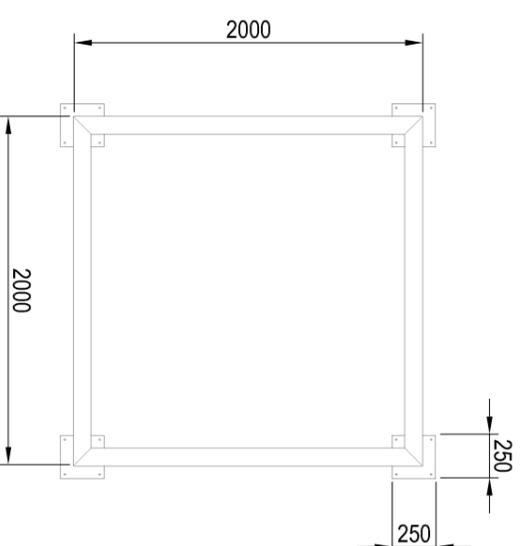
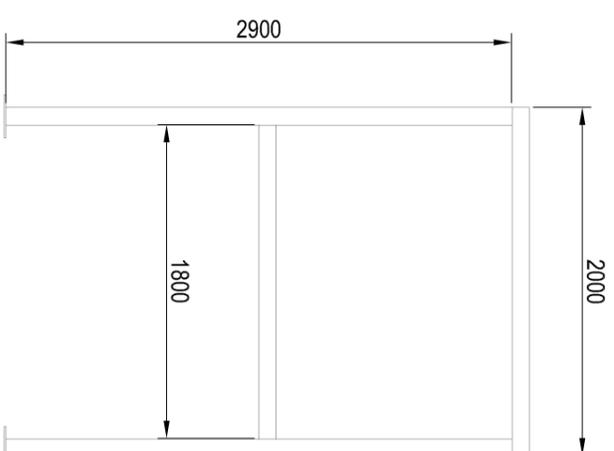


UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL

DENOMINACION		Código de Plano	
SOPORTE SILO		PFC2008D-P-04	
ARROZ GRANIEL		Revisión	
		Plano: 1 de 1	



LISTADO DE MATERIALES				
POS.	CANT.	DETALLE	MAT.	LARGO (mm)
1	4	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	2900
2	4	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	1800
3	4	TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR 100X100X4	ACERO	2000
4	4	PLACAS 200X200X3/8"	ACERO	-



Dibujó	Fecha	Nombre	Firma
Controló	30/10/21	TORREZ, G.	
Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.	



UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL

ALUMNO:  
**TORREZ GUSTAVO**

DENOMINACION

**SOPORTE SILO**

ARROZ GRANIEL

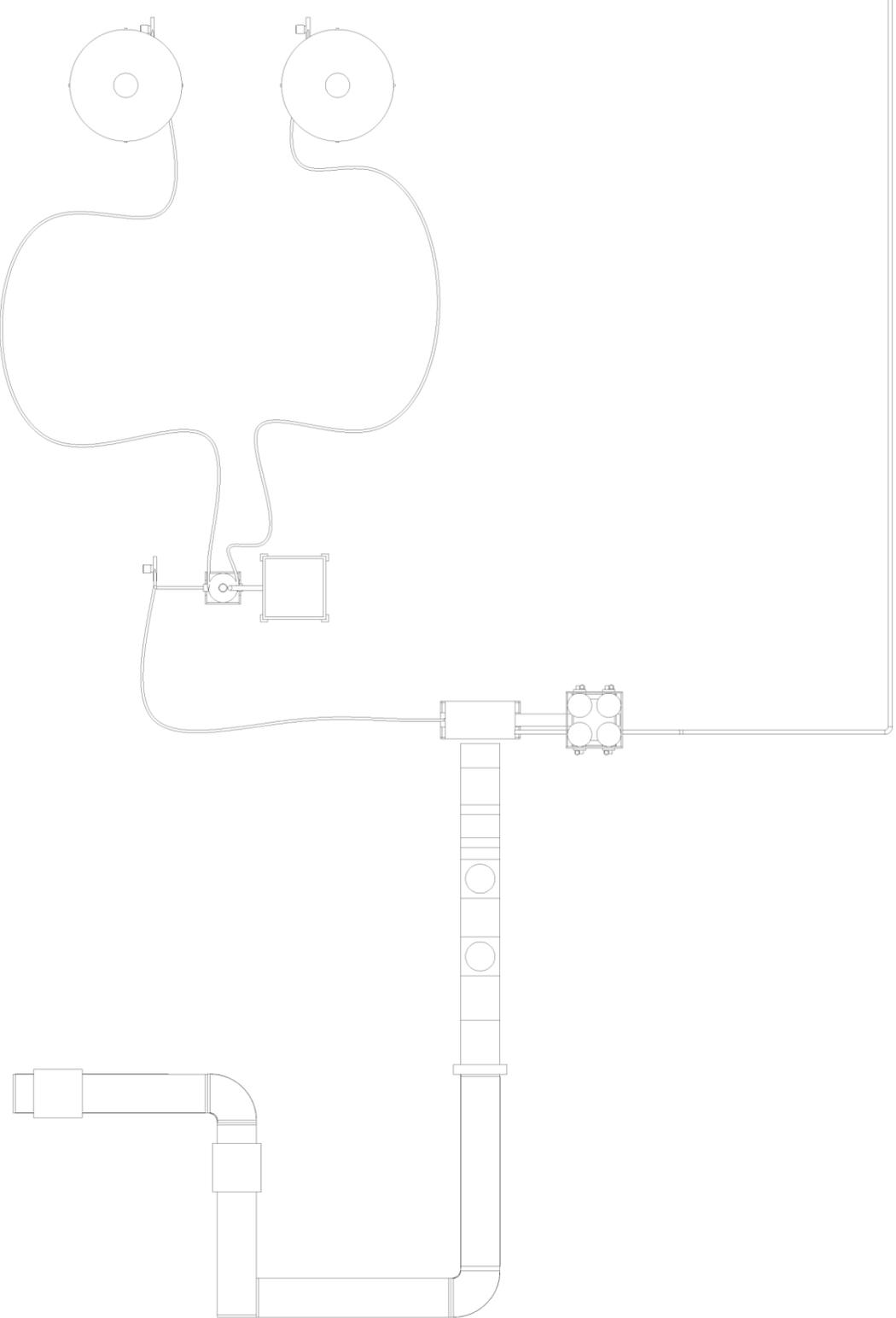
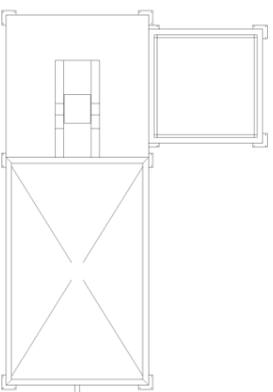
Código de Plano

PFC2008D-P-05

Revisión

1

Plano: 1 de 1



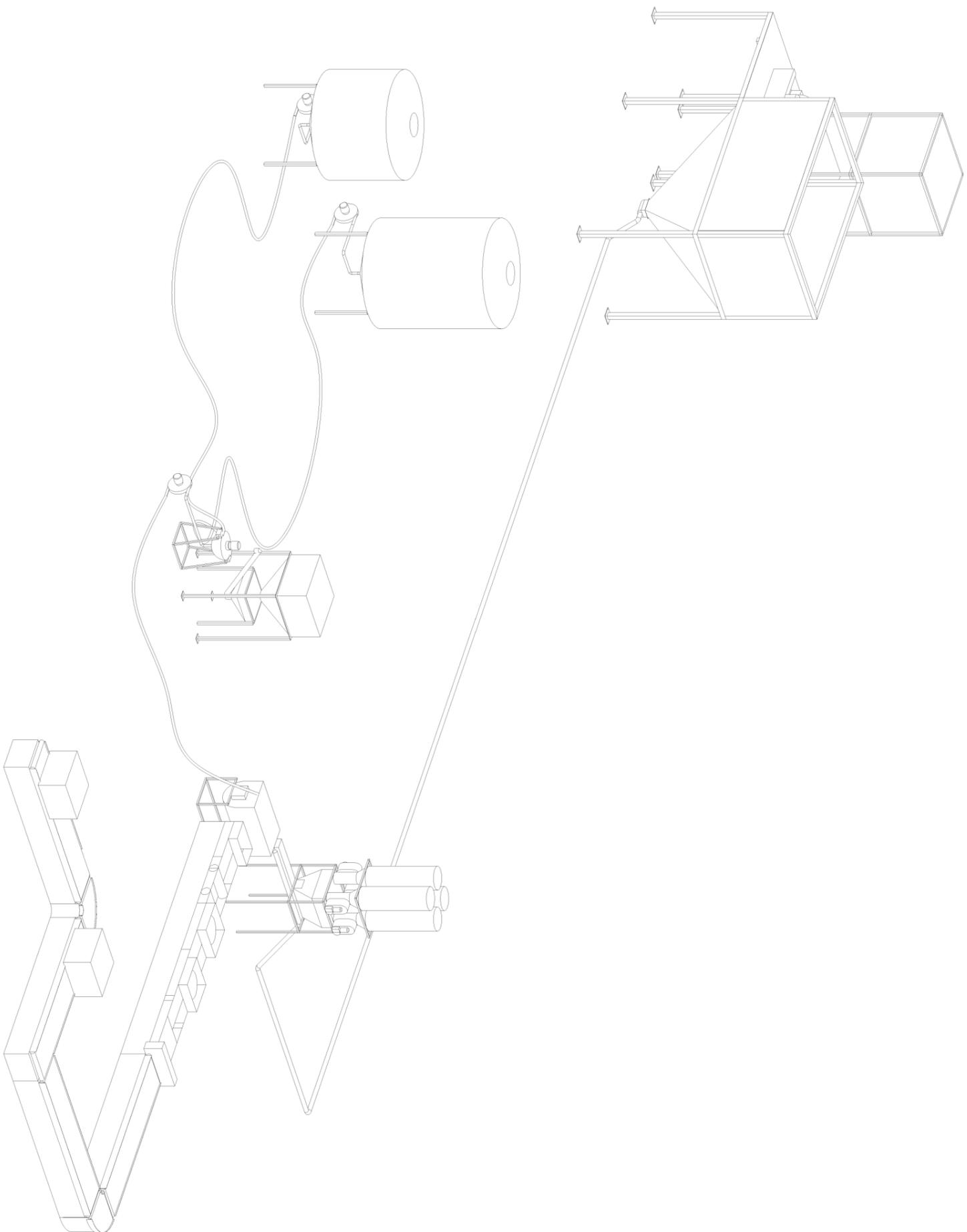
		Fecha	Nombre	Firma
Dibujó	30/10/21	TORREZ, G.		
Controló	30/10/21	TORREZ, G.		
Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.		



UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL

ALUMNO:  
**TORREZ GUSTAVO**

DENOMINACION		Código de Plano	Revisión
<b>LAYOUT</b>		<b>PFC2008-P-06</b>	<b>1</b>
VISTA EN PLANTA		Plano: 1 de 1	

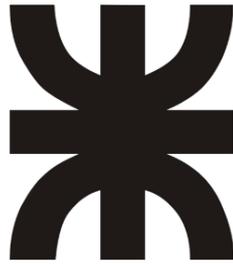


Dibujó	30/10/21	TORREZ, G.	Firma
Controló	30/10/21	TORREZ, G.	
Aprobó	30/10/21	PUENTE, G.	

**UNIVERSIDAD  
TECNOLOGICA NACIONAL**

ALUMNO: **TORREZ GUSTAVO** -

DENOMINACION		Código de Plano	Revisión
<b>ISOMETRIA</b>		PFC2008-P-07	1
<b>PLANTA COMPLETA</b>		Plano: 1 de 1	



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Memorias de Cálculos**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

**INDICE**

1.	Situación problemática.....	90
2.	Estado del arte y la ingeniería .....	90
2.1.	La materia prima: el arroz .....	90
2.1.1.	Definición .....	90
2.1.2.	Características del arroz .....	91
2.1.3.	Método para obtener arroz expandido o inflado.....	93
2.1.4.	Ventajas y Desventajas .....	93
2.1.5.	El producto final: Barra de cereal .....	94
3.	Determinaciones de procesos .....	94
3.1	General .....	94
3.2	Línea de proceso para Materia Prima Liquida.....	94
3.3	Línea de proceso para Materia Prima Solida.....	95
3.4	Línea de proceso para Línea de Producción.....	95
4.	Balances de masa .....	95
4.1	Línea de Producción (LP) .....	95
4.2	Línea de Proceso de Materia Prima Liquida .....	96
4.3	Línea de Proceso de Materia Prima Solida .....	97
5.	Cálculos y determinaciones de los equipos .....	98
	M-D-01. Mezclador Térmico .....	98
	E-D-01. Envasadora .....	98
	E-D-02. Empaquetadora .....	98
	TOL-B-02. Tolva de arroz a granel.....	99
	Soporte de Tolva .....	99
	CA-B-01. Cañón .....	101
	S-B-01. Silo de arroz expandido.....	104
	Análisis Estructural .....	105
	TS-B-01. Transporte Flex – Auger .....	106
	DMI-C-01. Dosificador de micro ingredientes. ....	107
	T-A-01. Tanque de Glucosa de Maíz .....	107
	Resistencias Calefactoras para Glucosa de Maíz.....	108
	BD-A-01. Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz.....	110
	T-A-02. Tanque de Miel.....	111

Resistencias Calefactoras para Miel.....	111
BD-A-02. Bomba dosificadora de Miel.....	112
TOL-A-01. Tolva de azúcar.....	113
D-A-01. Dosificador.....	114
C-A-01. Cocinador.....	114
BD-A-03. Bomba dosificadora de Caramelo.....	114
6. Instalación eléctrica.....	115
6.1. Selección de conductores.....	115
6.1.1. Calculo de consumos.....	116
6.1.2. Selección de la sección del conductor.....	117
6.1.3. Calculo de caída.....	118
6.1.4. Selección de conductores.....	118
6.2. Selección de contactores.....	119
6.3. Selección de protecciones.....	120
6.3.1. Protección diferencial.....	120
6.3.2. Protección termomagnética.....	121
6.4. Puesta a tierra.....	128
6.4.1. Sección de conductor de puesta a tierra.....	128
6.4.2. Jabalina.....	128
7. Estudio económico.....	130
7.1. Equipos.....	130
7.2. Materiales.....	131
7.3. Montaje de equipos.....	132
7.4. Costo de producción.....	132
7.4.1. Costo de materia prima.....	132
7.4.2. Consumo de energía eléctrica.....	133
7.4.3. Costo de producción por unidad.....	134
7.5. Resumen.....	134
7.6. Ingresos y Amortización.....	135
7.6.1. Valor Actual Neto (VAN).....	136
7.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	137

## 1. Situación problemática

Aumento de capacidad por la demanda creciente del producto “barras de cereal a base de arroz expandido, aptas para celíacos”. Sin TACC (Sin Trigo, Avena, Cebada y Centeno) hoy producido artesanal en pequeña escala.

Producir este producto en volúmenes mayores, exige procesos de producción cuidadosos regidos por normativas especiales para personas celíacas.

Como punto de partida para el diseño de la planta estimaremos una producción de 50.000 unidades diarias.

## 2. Estado del arte y la ingeniería

### 2.1. La materia prima: el arroz

#### 2.1.1. Definición

Se entiende por Arroz entero o Arroz integral el grano de *Oryza sativa* L. descascarado, con pericarpio, duro, seco, libre de impurezas y parásitos. Podrá contener como máximo: 14,0% de humedad y 1,2% de cenizas (500°- 550°C).

El arroz inflado o expandido es obtenido por procesos industriales adecuados mediante los cuales se rompe el endosperma y los granos se hinchan.

En el Código Alimentario Argentino el Arroz y sus productos derivados se encuentran definidos en el CAPITULO IX “ALIMENTOS FARINACEOS - CEREALES, HARINAS Y DERIVADOS”, a través de los siguientes artículos:

- **Art 645:** Cereales Inflados, Cereales aplastados, laminados, cilindrados o roleados, Cereales en copos.
- **Art 647** - (Res 1547, 12.09.90): Arroz entero o Arroz integral.
- **Art 648** - (Res 1547, 12.09.90): Productos derivados del arroz.
- **Art 649** - (Res 1547, 12.09.90): Clasificación del arroz.
- **Art 650** - (Res 1547, 12.09.90): Calidad del arroz.
- **Art 651** - (Res 1547, 12.09.90): Porcentajes máximos de defectos en calidad Cinco Ceros “00000” o Cuatro Ceros “0000”.
- **Art 652** - (Res 1547, 12.09.90): Arroz Parboil.
- **Art 652bis** - (Res 1547, 12.09.90): Arroz Glutinoso.
- **Art 652tris** - (Res 101 del 22.02.93): Arroz aromático.
- **Art 696:** Harina de arroz.

### 2.1.2. Características del arroz

El valor nutricional de una porción de 100 gramos de arroz blanco tipo largo fino, calidad Cinco Ceros “00000” pulido y brillado es el siguiente:

<b>Info. Nutricional</b>	
<b>Tamaño de la Porción</b>	<b>100 g</b>
<hr/>	
	<b>Por porción</b>
<hr/>	
<b>Energía</b>	<b>540 kJ</b> 129 kcal
<b>Carbohidratos</b>	<b>27,9g</b>
Azúcar	0,05g
<b>Proteína</b>	<b>2,66g</b>
<b>Grasa</b>	<b>0,28g</b>
Grasa Saturada	0,076g
Grasa Poliinsaturada	0,075g
Grasa Monoinsaturada	0,087g
Colesterol	0mg
Fibra	0,4g
Sodio	365mg
Potasio	35mg

- Este posee una densidad de 750 kg/m<sup>3</sup>

Por otro lado tenemos el valor nutricional del arroz inflado o expandido.

<b>Info. Nutricional</b>	
<b>Tamaño de la Porción</b>	<b>100 g</b>
<hr/>	
	<b>Por porción</b>
<hr/>	
<b>Energía</b>	<b>1602 kJ</b> 383 kcal
<b>Carbohidratos</b>	<b>87,77g</b>
Azúcar	0g
<b>Proteína</b>	<b>7g</b>
<b>Grasa</b>	<b>0,9g</b>
Grasa Saturada	0,32g
Grasa Poliinsaturada	0,34g
Grasa Monoinsaturada	0,18g
Colesterol	0mg
Fibra	1,4g
Sodio	5mg
Potasio	116mg

De dichas propiedades, las que nos interesan son:

- Es un grano libre de gluten por lo tanto apto para celíacos.
- Densidad: 60 / 70 Kg/m<sup>3</sup>.

### 2.1.3. Método para obtener arroz expandido o inflado

Para la producción del arroz inflado o expandido se busca romper el endosperma del grano por medio de procesos industriales adecuados.

El método consiste en aplicar vacío repentinamente al cereal que contiene agua caliente. Esto provoca una vaporización flash del agua expandiendo el cereal.

El proceso comienza ingresando el producto a un equipo llamado cañón, el cual se cierra herméticamente y se proporciona calor, haciendo que la presión en su interior se eleve y calentando el grano. Una vez que llega al valor determinado (dato según el cereal), se procede a descomprimir el recinto instantáneamente por medio de la apertura de su tapa. Esto provoca la evaporación violenta del agua que contiene el grano en su interior, produciendo la cocción e inflado del cereal.

### 2.1.4. Ventajas y Desventajas

Uno de los beneficios que vemos en el uso de este producto en la elaboración de barras de cereal, más allá de su valor nutricional, es de índole económico.

Es debido a que con un solo kilogramo de arroz blanco, podemos obtener la cantidad suficiente de arroz inflado para elaborar aproximadamente 90 barras de cereal.

#### **VENTAJAS**

- Alto rendimiento de la materia prima.
- Materia prima fácil de conseguir en la zona.
- Proceso industrial fácilmente desarrollable.
- Porcentaje de pérdida de materia prima bajo o muy bajo.
- Proceso industrial aplicable a otros cereales.
- Posibilidad de crear nuevos productos para su comercialización.

#### **DESVENTAJAS**

- Proceso de producción poco eficiente (perdidas de calor).
- En caso de almacenamiento, se debe considerar un espacio amplio y seco.
- Almacenamiento en bolsas plásticas de 10 Kg (voluminosas).

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 93
----------------------------	---------------	---------------	-----------

- Tiempo de almacenamiento bajo.

### **2.1.5. El producto final: Barra de cereal**

El C.A.A. no define este producto de manera clara, este se encuentra incluido en el capítulo IX y en el artículo 645, mencionados anteriormente.

Por otro lado, la RES/GMC N° 141/96 incorporada por RES MSyAS N°1.09.97, en el REGLAMENTO TECNICO DE ASIGNACION DE ADITIVOS, SUS FUNCIONES Y SUS LIMITES EN ALGUNAS CATEGORIAS DE ALIMENTOS, determina como CATEGORIA DE ALIMENTOS 6: ‘‘ CEREALES Y PRODUCTOS A BASE DE CEREALES’’

En la sub categoría 6.2: Alimentos a base de cereales (incluye – entre otros – productos extrusados, expandidos, laminados (cereales para desayuno), barras de cereales, granola, alimentos en polvo a base de cereales).

## **3. Determinaciones de procesos**

### **3.1 General**

La zona donde se llevara a cabo el proceso productivo (PP) contiene las tres líneas de proceso que son necesarias para la elaboración de las barras de cereal, esta estará separada de las demás por cuestiones sanitarias impuestas por el Código Alimentario Argentino, ya que se deberá evitar la contaminación en el proceso de elaboración.

Se ha realizado los cálculos correspondientes de los recipientes de almacenamiento de líquidos y sólidos, como también para las bombas dosificadoras, roscas y cintas transportadoras de materia prima para una producción estimada de cincuenta mil (50.000) unidades al día.

### **3.2 Línea de proceso para Materia Prima Liquida**

Esta línea será la encargada de producir el aglutinante o caramelo para formar la mezcla, para esto se necesitaran tres ingredientes, dos líquidos que serán miel y glucosa de maíz, y por otro lado un sólido que es azúcar.

Los ingredientes líquidos serán almacenados en tanques de polietileno virgen con capacidades suficientes para un mes de producción, al ser muy viscosos serán calentados por

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 94
----------------------------	---------------	---------------	-----------

medio de bayonetas calefactoras para facilitar su transporte, el cual se hará por medio de bombas dosificadoras.

El azúcar será almacenado en una tolva con capacidad suficiente para un día de trabajo, será pesada por un dosificador y descargada por medio de un tornillo helicoidal hacia el cocinador (C – 01).

### **3.3 Línea de proceso para Materia Prima Solida**

Esta línea contara con la producción de arroz expandido por medio del cañón de expansión por un lado, la cual constara con una tolva para el almacenamiento de los granos de arroz, con una capacidad suficiente para 4 turnos de 8 horas de trabajo y un silo de forma rectangular para el arroz expandido con capacidad para un turno de trabajo. El cereal será transportado por medio de un transporte tipo Flex –Auger hacia el mezclador (M – 01).

### **3.4 Línea de proceso para Línea de Producción**

La línea de producción cuenta con el mezclador (M – 01) que, después de mezclar todos los ingredientes, volcara la mezcla sobre el formador que se encargara de dar forma a la mezcla. Una vez finalizado esto, pasara a la envasadora y luego a la empaquetadora por medio de cintas para luego ser almacenadas.

## **4. Balances de masa**

Se procederá a la realización de cálculos de balances de masas correspondiente a cada línea de proceso.

Partiremos por la Línea de Producción (LP) de barras de cereal, la cual el fabricante nos proporciona los parámetros de funcionamiento. En base a esto, dimensionaremos las líneas de Materia Prima Liquida (MPL) y de Materia Prima Solida (MPS).

### **4.1 Línea de Producción (LP)**

Para la producción de las barras de cereal se procederá a considerar un flujo másico de producción de 200 Kg de mezcla por hora, dato proporcionado por el fabricante de la maquinaria de formado (F – 01), este es equivalente a una cantidad 6400 unidades por hora de fabricación, que hacen un total de 51200 unidades en un turno de 8 horas de trabajo.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 95
----------------------------	---------------	---------------	-----------

El flujo en esta máquina será aportado por un batch de 100 kg de mezcla cada 30 minutos, esta estará compuesta por un 60% de materia prima líquida y un 40% de materia prima sólida.

En base a estos datos, se dimensionarán y/o seleccionarán el resto de la maquinaria.

#### 4.2 Línea de Proceso de Materia Prima Líquida

Esta línea deberá aportar el 60% del contenido de la mezcla, por lo tanto:

$$100\% \rightarrow 200Kg/h$$

$$60\% \rightarrow 120Kg/h$$

El flujo másico que deberá aportar esta línea será de 120kg de caramelo por hora, a razón de 60kg por batch.

La composición del caramelo es de 44% de glucosa de maíz, 22,5% de miel y 33,5% de azúcar, por lo tanto los flujos másicos de cada ingrediente son:

$$\text{Glucosa de maíz: } 53 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{Miel: } 27 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{Azúcar: } 40 \frac{Kg}{h}$$

### 4.3 Línea de Proceso de Materia Prima Solida

Esta línea deberá aportar el 40% del contenido de la mezcla, por lo tanto:

$$100\% \rightarrow 200Kg/h$$

$$40\% \rightarrow 80Kg/h$$

El flujo másico que deberá aportar esta línea será de 80kg de materia prima por hora, a razón de 40kg por batch.

La composición de la mezcla de sólidos es de 66% de arroz expandido, 34% de micro ingredientes, por lo tanto los flujos másicos de cada ingrediente son:

$$\text{Arroz expandido: } 53 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{Micro ingredientes: } 27 \frac{Kg}{h}$$

A su vez, la mezcla de micro ingredientes está compuesta por nueces y pasas de uva en proporciones iguales, por lo tanto:

$$\text{Nueces: } 13,5 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{Pipas de Uva: } 13,5 \frac{Kg}{h}$$

## **5. Cálculos y determinaciones de los equipos**

### **M-D-01. Mezclador Térmico**

El mezclador se seleccionara según el flujo másico requerido por el formador, ya que este abastecerá al mismo.

Debido a que se trabajara por medio de batch que ingresaran al formador, este deberá tener una capacidad para procesar 100 Kg de mezcla cada treinta minuto para cumplir con el flujo másico requerido por el formador.

Debido al bajo peso específico del arroz expandido ( $\rho = 60\text{kg/m}^3$ ), se debe tener en cuenta que el recipiente que recibirá las materias primas debe tener un volumen de al menos un 20% mas para poder realizar la mezcla correctamente.

Por lo tanto el mezclador deberá ser capaz de producir 100 kg de mezcla con un volumen de  $0.6\text{ m}^3$ .

### **E-D-01. Envasadora**

La envasadora se seleccionara en función de las unidades producidas por el formador (F – 01), el cual produce una cantidad de 6400 Unid / h o 107 Unid / min.

Deberá tener una capacidad de envasado de 107 unidades por minuto como mínimo.

### **E-D-02. Empaquetadora**

La empaquetadora se seleccionara en función de las unidades envasadas, 6400 Unid / h o 107 Unid / min.

Deberá tener una capacidad de empaquetado de 107 unidades por minuto como mínimo.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 98
----------------------------	---------------	---------------	-----------

## **TOL-B-02. Tolva de arroz a granel**

Para el dimensionamiento de esta tendremos en cuenta la cantidad de arroz expandido necesario para un día de trabajo y dimensionaremos la tolva para poder recargar al menos dos veces en una semana de trabajo.

Para la producción de un día necesitamos 53 Kg / h de arroz expandido, en un turno de 8 horas de trabajo se necesitan 424 Kg, multiplicamos esta cantidad por los días de trabajo de la semana obtendremos la cantidad de arroz expandido necesaria. Tomaremos cinco días de trabajo semanales.

$$424 \text{ Kg} * 5 \text{ dias}$$

$$2120 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, necesitaremos 2120 Kg de arroz expandido por semana de trabajo.

Para el dimensionamiento de la tolva tendremos en cuenta que el proceso de expansión tiene un rendimiento del 85%:

$$2120 \text{ Kg} + 2120 \text{ Kg} * 0.15$$

$$2438 \text{ Kg}$$

$$\frac{2438 \text{ Kg}}{2} = 1219 \text{ Kg}$$

Por lo tanto, necesitaremos una tolva de al menos 1219 Kg de capacidad.

### **Soporte de Tolva**

Esta se ubicara en altura sobre un apoyo, con el fin de que el operario del cañon pueda acceder fácilmente a su contenido.

El apoyo será fabricado en caño estructural de sección cuadrada de 100 milímetros y tendrá las siguientes dimensiones.

- Ancho: 2000 mm

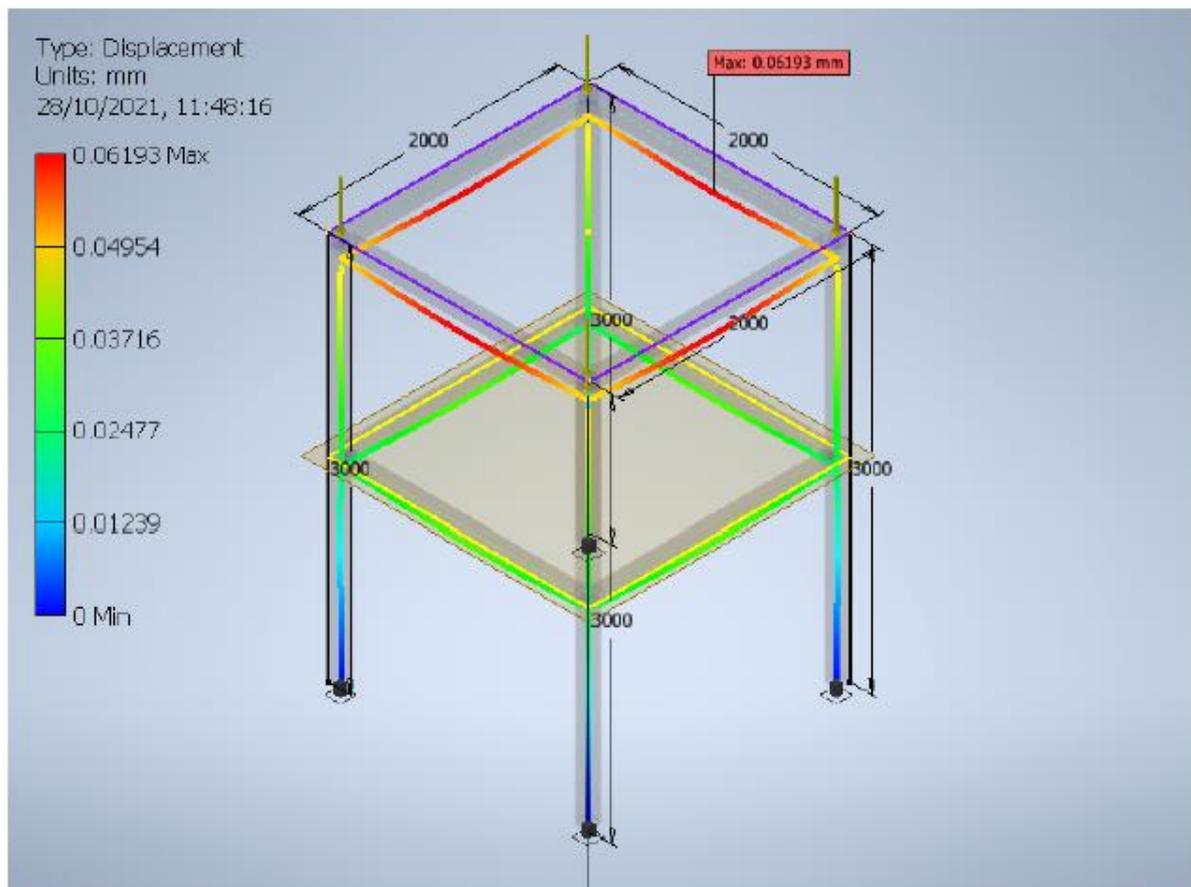
Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 99
----------------------------	---------------	---------------	-----------

- Largo: 2000 mm
- Alto: 2900 mm

Análisis estructural

Proporcionamos el análisis estructural tomando en cuenta el peso de la tolva cargada completamente.

NOMBRE	MINIMO	MAXIMO
<b>Desplazamiento</b>	0.00 mm	0.06193 mm



## CA-B-01. Cañón

Como es mencionado en el cálculo para el equipo anterior, necesitamos un caudal másico de arroz expandido de 53 Kg / h.

### Calculo de presión en el recinto.

Para la elaboración de este producto, trabajaremos por batch de 10 Kg cada uno. El proceso de obtención tiene un tiempo estimado de 8 a 10 minutos por batch.

Para el cálculo de la cantidad de calor que se debe aportar para llegar a la presión necesaria de trabajo poseemos los siguientes datos.

Presión ambiente (Pa):

$$P_a = 1 \text{ atm} = 1 \text{ bar}$$

Presión de trabajo (Pt):

$$P_t = 15 \text{ bar}$$

Temperatura ambiente (Ta):

$$T_a = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ }^\circ\text{K}$$

Como el volumen del recipiente es constante y por ecuación de gases ideales tenemos que:

$$\frac{P_a}{T_a} = \frac{P_t}{T_t}$$

$$T_t = \frac{P_t}{P_a} * T_a = \frac{15 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} * 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_t = 300 \text{ }^\circ\text{C} = 573 \text{ }^\circ\text{K}$$

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 101
----------------------------	---------------	---------------	------------

Las dimensiones del cañón son:

Diámetro: 400 mm

Largo: 600 mm

$$\text{Volumen de cañón (Vc)} = \pi * h * \text{Radio}^2$$

$$Vc = \pi * 0.6 \text{ m} * (0.2 \text{ m})^2$$

$$Vc = 0.0754 \text{ m}^3$$

$$Vc = 75 \text{ litros}$$

Los datos correspondientes al cereal son:

Volumen cereal (Vc) = Masa / Peso específico

- La masa de cereal que ingresara al cañón es de 10 Kg
- La densidad del cereal a utilizar es de 750 Kg / m<sup>3</sup>

Por lo tanto, tenemos:

$$V_{\text{arroz}} = \frac{10 \text{ Kg}}{750 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V_{\text{arroz}} = 0.01333 \text{ m}^3 = 13.33 \text{ litros}$$

El volumen libre dentro del cañón es:

Volumen libre (Vl) = Vc – Varroz

$$Vl = Vc - V_{\text{arroz}}$$

$$Vl = 75 \text{ litros} - 13.333 \text{ litros} = 61.667 \text{ litros}$$

$$Vl = 0.061667 \text{ m}^3$$

La masa de aire en este espacio es de:

$$\text{masa de aire} = \text{volumen} * \text{densidad}$$

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 102
----------------------------	---------------	---------------	------------

$$\text{masa de aire} = 0.061667 \text{ m}^3 * 1.2041 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{masa de aire} = \mathbf{0.07425 \text{ Kg}}$$

Para finalizar, tenemos que el calor necesario ( $Q_n$ ) es:

$$Q_n = m * C_e * (T_t - T_a)$$

Donde:

m: masa del aire

Ce: Calor específico del aire

Tt: temperatura de trabajo (en Kelvin)

Ta: temperatura ambiente (en Kelvin)

$$Q_n = 0.07425 \text{ kg} * 1.005 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * ^\circ\text{K}} * (573 ^\circ\text{K} - 293 ^\circ\text{K})$$

$$Q_n = 0.07425 \text{ kg} * 1.005 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * ^\circ\text{K}} * 280 ^\circ\text{K}$$

$$Q_n = 20.894 \text{ KJ}$$

Tomando unas pérdidas del 10%, tendremos:

$$Q_n = 20.894 \text{ KJ} + 20.894 \text{ KJ} * 0.10$$

$$\mathbf{Q_n = 23 \text{ KJ}}$$

Por lo tanto, el calor necesario para llegar a la presión de trabajo es de 23 KJ.

### S-B-01. Silo de arroz expandido

Este silo recibirá el arroz expandido que sale del cañón de expansión. El flujo másico hacia el mezclador es de 53 Kg / h, para una jornada de trabajo de 8 horas se necesitan 424 Kg de arroz expandido.

La densidad de esta materia prima es de 60 Kg / m<sup>3</sup>.

Suponiendo el peor de los casos, el silo deberá almacenar el total del producto que se utilizara en la jornada de trabajo.

Para facilitar los cálculos utilizaremos una capacidad máxima de almacenamiento de 500 kilogramos.

Por lo tanto:

$$Volumen\ silo = V_s = \frac{500\ Kg}{60 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$V_s = 8.33\ m^3$$

Necesitaremos como mínimo un volumen de 8.33 m<sup>3</sup> de almacenamiento.

Para calcular las dimensiones del silo, utilizamos la ecuación para obtener el volumen del tronco de una pirámide.

$$V_s = \frac{h}{3} \cdot (Abm + AbM + \sqrt{Abm \cdot AbM})$$

Donde:

h: Altura del tronco de la pirámide

Abm: Área de la base menor

AbM: Área de la base Mayor

En la descarga tendremos una boca con dimensiones de 15 centímetros de ancho por 20 centímetros de largo y en la parte superior del silo, tendremos dimensiones de 2.5 metros de ancho por 4 metros de largo.

$$Abm = 0.30\ m \cdot 0.20\ m = 0.06\ m^2$$

$$AbM = 2.5\ m \cdot 4\ m = 10\ m^2$$

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 104
----------------------------	---------------	---------------	------------

Reemplazando estos valores:

$$8.33 \text{ m}^2 = \frac{h}{3} \cdot (0.06 \text{ m}^2 + 10 \text{ m}^2 + \sqrt{0.06 \text{ m}^2 + 10 \text{ m}^2})$$

Despejamos la altura que deberá tener el tronco de la pirámide y obtenemos:

$$h = 1.9 \text{ m}$$

La altura que necesitamos en la parte de almacenamiento será de 1.9 metros.

Para la construcción de la parte encargada de la captación del cereal, prolongaremos las paredes de forma perpendicular al suelo en dos metros de altura.

Para la construcción de la soportaría de este silo, tendremos en cuenta un espacio de 600 milímetros desde el suelo a la boca inferior del mismo para facilitar los trabajos en ese lugar.

Por lo tanto, tendremos una altura total de este equipo de 4.50 metros de altura por 2.50 metros de ancho.

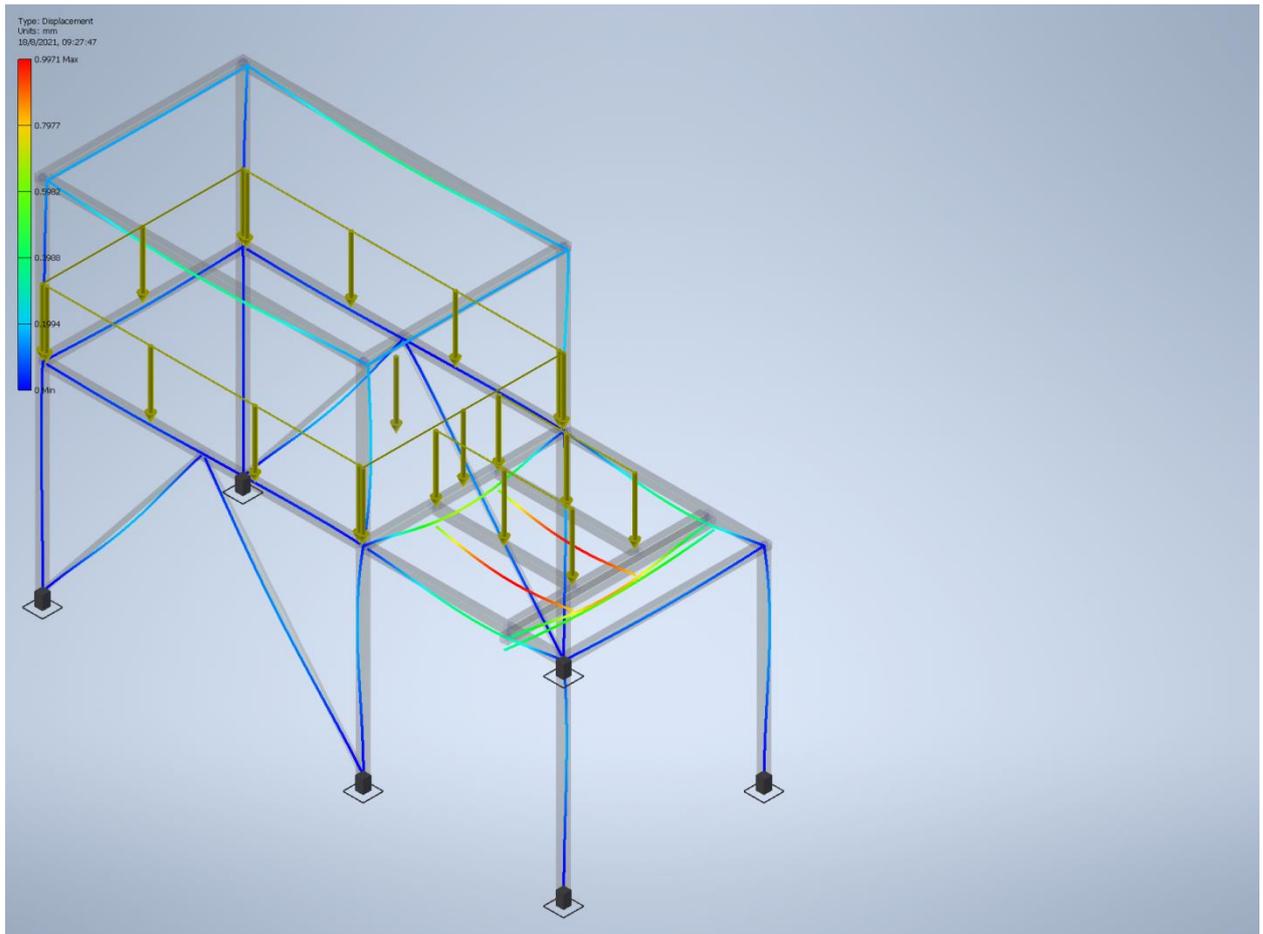
### **Análisis Estructural**

La estructura será construida con caño estructural de sección cuadrada de 100 mm por 100 mm de espesor 2 mm de acero al carbono. La tolva y las paredes de captación estarán construidas en chapa de acero inoxidable AISI 304 con espesor de 1 milímetro.

Para el análisis de esta estructura, se tuvo en cuenta el peso de la tolva llena, el de las paredes de captación, el del cañón y el peso de una persona promedio.

Por medio de simulación en Software Inventor se obtuvieron las deformaciones máximas:

<b>NOMBRE</b>	<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
<b>Desplazamiento</b>	0.00 mm	1.00 mm



### TS-B-01. Transporte Flex – Auger

Debido al bajo peso específico de la materia prima a transportar necesitaremos seleccionar un equipo capaz de mover el volumen necesario en un tiempo determinado. Para esto, utilizaremos el peso específico del pienso granulado, el cual es de  $750 \text{ Kg/m}^3$ , para seleccionar el equipamiento que cumpla con los requerimientos necesarios.

El caudal másico de cereal expandido que se necesita es de  $53.33 \text{ Kg/h}$  para abastecer el mezclador térmico. Este caudal debe transportarse en un total de 20 minutos para realizar la mezcla con los demás ingredientes. Por lo tanto:

$$20 \text{ min} \rightarrow 53.33 \text{ Kg}$$

$$60 \text{ min} \rightarrow x = 160 \text{ Kg}$$

El transporte deberá hacer circular una cantidad de  $160 \text{ Kg/h}$  de cereal.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 106
----------------------------	---------------	---------------	------------

Relacionaremos esto según las densidades de los productos:

$$60 \frac{Kg}{m^3} \rightarrow 160 \frac{Kg}{h}$$

$$750 \frac{Kg}{m^3} \rightarrow x = 2000 \frac{Kg}{h}$$

Para seleccionar debemos tener en cuenta que debe transportar al menos 2000 Kg/h de pienso para que cumpla con nuestros requerimientos.

### DMI-C-01. Dosificador de micro ingredientes.

El flujo másico total de micro ingredientes es de 26,66 Kg/h, el cual se divide en dos productos. Por un lado las pasas de uva ( $P_e = 1155 \text{ Kg/m}^3$ ) y por otro las nueces ( $P_e = 750 \text{ Kg/m}^3$ ), con el mismo flujo de 13,33Kg/h cada uno.

De esta manera calculamos el volumen necesario para almacenar estas materias primar para una semana de trabajo.

$$13,33 \frac{Kg}{horas} * 8 \frac{horas}{dia} * 5 dias = 533.2 Kg$$

Se necesitaran 533,2 Kg de cada uno.

Por lo tanto, el volumen necesario para almacenar pasas de uva es de:

$$Volumen pasas = \frac{533,2 Kg}{1155 Kg/m^3} = 0,5 m^3 = 500 litros$$

Y para almacenar nueces:

$$Volumen nueces = \frac{533,2 Kg}{750 Kg/m^3} = 0,711 m^3 = 711 litros$$

### T-A-01. Tanque de Glucosa de Maíz

Para este producto necesitamos un flujo másico de 53 Kg / h, en 8 horas de trabajo al día son 424 Kg / día. Tomando 21 días de trabajo al mes:

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 107
----------------------------	---------------	---------------	------------

$$424 \frac{Kg}{dia} * 30 \frac{dias}{mes} = 12720 \frac{Kg}{mes}$$

Para calcular el volumen necesario para el almacenamiento tomaremos una densidad a 30°C de temperatura.

Densidad @30°C = 1459 Kg / m<sup>3</sup>, por lo tanto tendremos:

$$Volumen\ glucosa = \frac{masa}{Densidad} = \frac{12720\ Kg}{1459 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$Volumen\ glucosa = 8,72\ m^3 = 8720\ Litros$$

Necesitaremos un tanque de almacenamiento de 8720 litros como mínimo.

### Resistencias Calefactoras para Glucosa de Maíz

En primer lugar, se calculará la potencia necesaria para calentar en tres horas, a 30°C el tanque lleno, para facilitar el transporte.

Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{m * C_p * \Delta t * 1,2}{860 * T}$$

Donde:

- ⇒ m: masa
- ⇒ C<sub>p</sub>: calor específico
- ⇒ Δt: variación de temperatura
- ⇒ T: tiempo

Teniendo en cuenta el factor de la conversión de unidades; y un 20% más de potencia por las pérdidas de calor, la potencia necesaria sería:

$$P = \frac{12720\ Kg * 0.3003 \frac{Kcal}{Kg * ^\circ C} * (30\ ^\circ C - 20\ ^\circ C) * 1.2}{860 * 3h}$$

$$P = 17.766 \text{ Kw}$$

Por lo tanto, se colocarán de la marca Resistencias Mar del Plata, cuatro resistencias blindadas de 4500W de potencia.



Además, se selecciona su correspondiente controlador de temperatura, de la marca Full Gage, modelo MT512 E 2HP, y el sensor NTC SB19 con vaina de acero.



### BD-A-01. Bomba dosificadora de Glucosa de Maíz

Es necesario producir 120 kilogramos por hora de caramelo, para esto necesitaremos 53 Kg / h de glucosa de maíz, la cual estará a 30°C y tendrá una densidad de 1459 Kg / m<sup>3</sup>. Por lo tanto:

$$Volumen_{GM} = \frac{53 \text{ Kg}}{1459 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.0363 \text{ m}^3 = 36.3 \text{ litros}$$

Queremos que sean aportados al mezclador en un tiempo de 3 a 4 minutos.

$$\frac{Volumen_{GM}}{\text{Tiempo de transporte}} = \frac{0.0363 \text{ m}^3}{3 \text{ minutos}} = 0.0121 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$Caudal_{GM} = 0.0121 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$Caudal_{GM} = 0.726 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Multiplicamos este caudal por un coeficiente de seguridad igual a 1.5 para que la bomba no trabaje forzada.

$$Caudal_{GM} = 0.726 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 1.5$$

El caudal de la bomba deberá ser de:

$$Caudal_{GM} = 1.089 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

### T-A-02. Tanque de Miel

Para este producto necesitamos un flujo másico de 27 Kg / h, en 8 horas de trabajo al día son 216 Kg / día. Tomando 21 días de trabajo al mes:

$$216 \frac{Kg}{día} * 30 \frac{días}{mes} = 6480 \frac{Kg}{mes}$$

Para calcular el volumen necesario para el almacenamiento tomaremos una densidad a 30°C de temperatura.

Densidad @30°C = 1359 Kg / m<sup>3</sup>, por lo tanto tendremos:

$$Volumen\ miel = \frac{masa}{Densidad} = \frac{6480\ Kg}{1359 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$Volumen\ miel = 4,77\ m^3 = 4768\ Lts$$

Necesitaremos un tanque de almacenamiento de 4768 litros como mínimo.

### Resistencias Calefactoras para Miel

En primer lugar, se calculará la potencia necesaria para calentar en tres horas, a 30°C el tanque lleno, para facilitar el transporte.

Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{m * C_p * \Delta t * 1,2}{860 * T}$$

Donde:

- ⇒ m: masa
- ⇒ C<sub>p</sub>: calor específico
- ⇒ Δt: variación de temperatura
- ⇒ T: tiempo

Teniendo en cuenta el factor de la conversión de unidades; y un 20% más de potencia por las pérdidas de calor, la potencia necesaria sería:

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 111
----------------------------	---------------	---------------	------------

$$P = \frac{6480 \text{ Kg} * 0.46 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} * ^\circ\text{C}} * (30 ^\circ\text{C} - 20 ^\circ\text{C}) * 1.2}{860 * 3h}$$

$$P = 17.766 \text{ Kw}$$

Por lo tanto, se colocarán de la marca Resistencias Mar del Plata, 3 resistencias blindadas de 4500W de potencia. Con su correspondiente controlador de temperatura.



#### BD-A-02. Bomba dosificadora de Miel.

Es necesario producir 120 kilogramos por hora de caramelo, para esto necesitaremos 27 Kg / h de miel, la cual estará a 30°C y tendrá una densidad de 1359 Kg / m<sup>3</sup>. Por lo tanto:

$$\text{Volumen}_M = \frac{27 \text{ Kg}}{1359 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.0198 \text{ m}^3 = 19.86 \text{ litros}$$

Los litros necesarios queremos que sean aportados al mezclador en un tiempo de 3 a 4 minutos.

$$\frac{\text{Volumen}_M}{\text{Tiempo de transporte}} = \frac{0.01986 \text{ m}^3}{5 \text{ minutes}} = 0.003972 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$\text{Caudal}_M = 0.003972 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$\text{Caudal}_M = 0.2383 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Multiplicamos este caudal por un coeficiente de seguridad igual a 1.5 para que la bomba no trabaje forzada.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 112
----------------------------	---------------	---------------	------------

$$Caudal_M = 0.2383 \frac{m^3}{h} * 1.5$$

El caudal de la bomba deberá ser de:

$$Caudal_M = 0.3575 \frac{m^3}{h}$$

### TOL-A-01. Tolva de azúcar

Para este producto necesitamos un flujo másico de 40 Kg / h.

$$Cantidad\ total\ por\ dia = 40 \frac{Kg}{horas} * 8\ horas = 320 \frac{Kg}{dia}$$

$$Cantidad\ total\ por\ semana = 320 \frac{Kg}{dia} * 5\ dias = 1600 \frac{Kg}{semana}$$

Tendremos una necesidad de 1600 Kg por semana de trabajo.

Seleccionaremos una tolva que permita trabajar estos cinco días con dos recargas a la semana para evitar que el producto entre en un estado no apto.

Por lo tanto necesitaremos una tolva de al menos 800 Kg de capacidad.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 113
----------------------------	---------------	---------------	------------

### D-A-01. Dosificador

Teniendo en cuenta la cantidad de azúcar que necesitamos por cada hora de trabajo, seleccionaremos un dosificador que nos permita incorporar al menos 40 Kg de este producto por hora. A su vez, lo utilizaremos como segundo pulmón de almacenamiento para aumentar la capacidad de almacenamiento del sistema.

### C-A-01. Cocinador

El caramelo necesario es de 120 Kg/h. Peso específico del caramelo 1330 Kg/m<sup>3</sup>. Calcularemos el volumen necesario del recipiente.

$$\text{Volumen recipiente} = \frac{\text{Masa}}{\text{Peso específico}} = \frac{120 \text{ Kg}}{1330 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\text{Volumen recipiente} = 0.090225 \text{ m}^3 = 90.225 \text{ litros}$$

Por lo tanto necesitaremos un recipiente con una capacidad de al menos 90.2 litros para abastecer la línea de producción.

### BD-A-03. Bomba dosificadora de Caramelo

Transportaremos 60 kilogramos de caramelo hacia el mezclador térmico en un lapso de tiempo de cinco minutos, el cual estará a 30°C y tendrá una densidad de 1330 Kg / m<sup>3</sup>. Por lo tanto:

$$\text{Volumen}_c = \frac{60 \text{ Kg}}{1330 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.04511 \text{ m}^3 = 45.12 \text{ litros}$$

Los litros necesarios queremos que sean aportados al mezclador en un tiempo de 5 minutos.

$$\frac{\text{Volumen}_c}{\text{Tiempo de transporte}} = \frac{0.04511 \text{ m}^3}{5 \text{ minutos}} = 0.0091 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$\text{Caudal}_c = 0.0091 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$\text{Caudal}_c = 0.546 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Multiplicamos este caudal por un coeficiente de seguridad igual a 1.5 para que la bomba no trabaje forzada.

$$Caudal_c = 0.546 \frac{m^3}{h} * 1.5$$

El caudal de la bomba deberá ser de:

$$Caudal_c = 0.820 \frac{m^3}{h}$$

## 6. Instalación eléctrica

Toda la instalación eléctrica, se realizará siguiendo el Reglamento para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364-7-770).

### 6.1. Selección de conductores

A fin de evitar el sobrecalentamiento de los conductores, prolongar su vida útil y garantizar un buen funcionamiento de los equipos, se admitirá en los cables de potencia una máxima caída de tensión del 5%.

El valor de la caída, se obtendrá de la siguiente fórmula:

$$\Delta U = k * I * L * (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Donde:

- k=constante igual a 2 para sistemas monofásicos y  $\sqrt{3}$  para trifásicos.
- I= intensidad de corriente de línea.
- L= longitud del circuito.
- R= resistencia eléctrica efectiva del conductor.
- X= reactancia de los conductores (despreciable).

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 115
----------------------------	---------------	---------------	------------

### 6.1.1. Cálculo de consumos

Para determinar los consumos de corriente, se sumará la corriente del caso con mayor exigencia, que comprende a las 6 resistencias (tanque miel, tanque de glucosa de maíz), cocinador, mezclador térmico y formador:

$$I = 4 * I_{RGM} + 3 * I_{RM} + I_C + I_{MT} + I_F$$
$$I = 4 * \left( \frac{P_{RGM}}{U_L * \sqrt{3}} \right) + 3 * \left( \frac{P_{RM}}{U_L * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{P_C}{U_L * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{P_{MT}}{U_L * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{P_F}{U_L * \sqrt{3}} \right)$$

Donde:

- $I_{RGM}$  = Corriente nominal de resistencias de glucosa de maíz
- $I_{RM}$  = Corriente nominal de resistencias de miel
- $I_C$  = Corriente nominal de cocinador
- $I_{MT}$  = Corriente nominal de mezclador térmico
- $I_F$  = Corriente nominal de formador
- $U_L$  = Tensión de línea

Por lo tanto, se procede al cálculo:

$$I = 4 * \left( \frac{4500W}{380V * \sqrt{3}} \right) + 3 * \left( \frac{3000W}{380V * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{9000W}{380V * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{5500W}{380V * \sqrt{3}} \right) + \left( \frac{2200W}{380V * \sqrt{3}} \right)$$
$$I = 27.4 A + 13.7 A + 13.7 A + 8.4 A + 3.4 A$$
$$I = 66.6 A$$

### 6.1.2. Selección de la sección del conductor

Con este valor, se preselecciona el conductor de  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  para realizar la instalación de potencia, ya que admite hasta 91A, como lo muestra la siguiente tabla:

Datos Eléctricos						
Intensidad admisible en amperes para cables con conductores de cobre						
Sección nominal  $\text{mm}^2$	Método B1 y B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada O de fondo sólido		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,5	20	18	22	20	24	21
2,5	27	24	30	27	33	29
4	36	32	41	36	45	38
6	46	40	53	47	57	49
10	63	55	73	65	78	68
16	83	73	97	87	105	91
25	108	96	126	108	136	116
35	133	116	156	134	168	144

Con el conductor preseleccionado, se extrae del mismo catálogo la resistencia por longitud del conductor:

Características técnicas- Cables con conductores de cobre							
Sección nominal $\text{mm}^2$	Diámetro del conductor mm	Espesor nominal de aislación mm	Espesor nominal de envoltura mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Resistencia eléctrica máx. a $70^\circ\text{C}$ y 50 Hz. ohm/km	Reactancia a 50 Hz. ohm/km
Tetrapolares (almas de color marrón, negro, rojo y azul claro)							
1,5	1,5	0,8	1,8	11	180	15,9	0,108
2,5	2	0,8	1,8	12	233	9,55	0,0995
4	2,5	1,0	1,8	15	337	5,92	0,0991
6	3	1,0	1,8	16	433	3,95	0,0901
10	3,9	1,0	1,8	18	627	2,29	0,0860
16	5,0	1,0	1,8	22	992	1,45	0,0813
25/16	-	1,2/1,0	1,8	27	1430	0,933	0,0780
35/16	-	1,2/1,0	1,8	29	1780	0,663	0,0760

### 6.1.3. Cálculo de caída

Con el dato de la corriente calculada, y la resistencia del conductor de  $16\text{mm}^2$  extraída del catálogo de la marca Prysmian modelo Sintex, y adoptando un factor de potencia de 0,8 se procede al cálculo de la caída:

$$\Delta U = k * I * L * R \cos \phi$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 66.6A * 0.02 \text{ Km} * 1,45 \frac{\text{ohm}}{\text{Km}} * 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 66.6A * 0.02 \text{ Km} * 1,45 \frac{\text{ohm}}{\text{Km}} * 0.8$$

$$\Delta U = 2.676 \text{ V}$$

Luego, se procede a calcular la caída porcentual:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_L} * 100 = \frac{2.676V}{380V} * 100 = 0.704\%$$

Por lo tanto, el conductor de  $16\text{mm}^2$  de sección será suficiente para alimentar las cargas.

### 6.1.4. Selección de conductores

Los conductores de potencia, dada la verificación realizada, serán de la marca Prysmian, modelo Sintex, de  $4 \times 16\text{mm}^2$  de sección.

Preparó: Torrez Gustavo	Revisó: GP	Aprobó: GP	Página 118
----------------------------	---------------	---------------	------------

## 6.2. Selección de contactores

Teniendo en cuenta la sumatoria de las corrientes más importante, se selecciona de la marca Schneider Electric, un contactor tripolar de 9A, con bobina de 24V, modelo LC1D09B7.



### Principal

Distancia	TeSys
Nombre del producto	TeSys D
Tipo de producto o componente	Conector
Modelo de dispositivo	LC1D
Aplicación de contactor	Carga resistiva Control del motor
Categoría de empleo	AC-4 AC-1 AC-3
Número de polos	3P
Power pole contact composition	3 NO
Tensión asignada de empleo	Power circuit: <= 690 V AC 25...400 Hz Power circuit: <= 300 V DC
Intensidad asignada de empleo (Ie)	9 A (at <60 °C) at <= 440 V AC AC-3 for power circuit 25 A (at <60 °C) at <= 440 V AC AC-1 for power circuit
Potencia del motor en kW	2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz (AC-3) 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz (AC-3) 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz (AC-3) 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz (AC-3) 5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz (AC-3) 2.2 kW at 400 V AC 50/60 Hz (AC-4)
Motor power HP (UL / CSA)	1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 0.33 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors
Tipo de circuito de control	AC at 50/60 Hz
Tensión de circuito de control	24 V AC 50/60 Hz
Composición contacto auxiliar	1 NA + 1 NC

### 6.3. Selección de protecciones

#### 6.3.1. Protección diferencial

Como protección diferencial, teniendo en cuenta la máxima carga de 27.7A, se colocará un único interruptor general de 4x40A, con una corriente máxima de disparo de 30mA, de la marca Schneider Electric, modelo EZ9R36440



#### Interruptor Diferencial Easy9 4P 40A 30MA Clase AC

EZ9R36440

#### Principal

Rango de producto	Easy9
Tipo de producto o componente	Disyuntor de corriente residual (RCCB)
Modelo de dispositivo	Easy9 RCCB
Poles	4P
Posición de polo de neutro	Izquierda
Corriente nominal	40 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad a la fuga a tierra	30 mA
Retraso tiempo protec. pérdida a tierra	Instantáneo
Prot. c. fuga a tier.(tabular)	Tipo AC
Capacidad de cierre y corte nominal	500 A
Rated conditional short-circuit current	Easy9 MCB: 6000 A 40 A

### 6.3.2. Protección termomagnética

Se colocará un interruptor termomagnético en cada equipo, y uno general, teniendo en cuenta la selectividad de disparo.

#### Interruptor para resistencias

- Interruptor para resistencias de Glucosa de Maíz.

Para estas resistencias, teniendo en cuenta un consumo de 27.7A, se selecciona un interruptor de 3x32A , de la marca Schneider Electric, modelo A9F74332.



### Interruptor Termomagnético iC60N Acti9 3P 32A Curva C 6KA/10KA

A9F74332

#### Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	32 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

- Interruptor para resistencia de Miel.

Para estas resistencias, teniendo en cuenta un consumo de 13.7A, se selecciona un interruptor de 3x32A , de la marca Schneider Electric, modelo A9F74316.



## Interruptor Termomagnético iC60N Acti9 3P 16A Curva C 6KA/10KA

A9F74316

### Principal

<b>Aplicación del dispositivo</b>	Distribución
<b>Distancia</b>	Acti 9
<b>Nombre del producto</b>	Acti 9 iC60 RCBO
<b>Tipo de producto o componente</b>	Disyuntor en miniatura
<b>Modelo de dispositivo</b>	IC60N
<b>Número de polos</b>	3P
<b>Número de polos protegidos</b>	3
<b>Corriente nominal</b>	16 A
<b>Tipo de red</b>	CC CA
<b>Tipo de unidad de control</b>	Térmico-magnético
<b>Código de curva de disparo ins</b>	C
<b>Poder de corte</b>	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

Interruptor para bombas

Para las bombas, teniendo en cuenta que poseen un consumo aproximado de 1 A cada una, se colocara un interruptor termomagnético de 3x6A, de la marca Schneider Electric, modelo A9F74306.



**INT. TERMOMAGNETICO IC60N  
3X6A - CURVA C**

A9F74306

**Principal**

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	6 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

### Interruptor para cocinador

Para el cocinador, teniendo en cuenta que posee un consumo de 14 A, se colocara un interruptor termomagnético de 3x16A, de la marca Scheneider Electric, modelo A9F74316.



## Interruptor Termomagnético iC60N Acti9 3P 16A Curva C 6KA/10KA

A9F74316

### Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	16 A
Tipo de red	CC CA
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

### Interruptor mezclador térmico

Para el mezclador termico, teniendo en cuenta que posee un consumo de 8.4 A, se colocara un interruptor termomagnetico de 3x10A, de la marca Scheneider Electric, modelo A9F74310 .



## INT. TERMOMAGNETICO IC60N 3X10A - CURVA

A9F74310

### Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	10 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

### Interruptor para formador

Para el formador, teniendo en cuenta que posee un consumo de 3.4 A, se colocara un interruptor termomagnético de 3x6A, de la marca Schneider Electric, modelo A9F74306.



## INT. TERMOMAGNETICO IC60N 3X6A - CURVA C

A9F74306

### Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	3P
Número de polos protegidos	3
Corriente nominal	6 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 180 V CC conforme a Icu

Interruptor para Envasadora y Empaquetadora

Para estos equipos, teniendo en cuenta que poseen un consumo de 10.9 A, se colocara un interruptor termomagnético de 2x16A para cada equipo, de la marca Scheneider Electric, modelo A9F74216.



**Interruptor Termomagnético iC60N  
Acti9 2P 16A Curva C 6KA/10KA**

A9F74216

**Principal**

Aplicación del dispositivo	Distribución
Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Disyuntor en miniatura
Modelo de dispositivo	IC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
Corriente nominal	16 A
Tipo de red	CA CC
Tipo de unidad de control	Térmico-magnético
Código de curva de disparo ins	C
Poder de corte	6000 A Icn a 400 V CA 50/60 Hz conforme a EN / IEC 60898-1 36 kA Icu a 12...60 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 10 kA Icu a <= 125 V CC conforme a Icu 10 kA Icu a 380...415 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 20 kA Icu a 220...240 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 6 kA Icu a 440 V CA 50/60 Hz conforme a Icu 36 kA Icu a 100 ... 133 V CA 50/60 Hz conforme a Icu

## 6.4. Puesta a tierra

Teniendo en cuenta la normativa de la AEA, la puesta a tierra estará compuesta por una jabalina, y un conductor que recorre toda la instalación, dado que hay que poner a tierra los equipos.

### 6.4.1. Sección de conductor de puesta a tierra

Como se puede observar en la tabla 771.14.I del reglamento de la AEA, la mínima sección del conductor de puesta a tierra debe ser la calculada para los conductores de potencia, siendo en nuestro caso 16mm.

**Tabla 770.14.I - Sección nominal mínima de los conductores de protección y del cable de puesta a tierra**

Sección nominal de los cables de línea (fase) de la instalación "S" [mm <sup>2</sup> ]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S <sub>PE</sub> " [mm <sup>2</sup> ] y del cable de puesta a tierra "S <sub>PAT</sub> " [mm <sup>2</sup> ]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

### 6.4.2. Jabalina

Según AEA 90364-7-771 la resistencia de puesta a tierra de protección debe ser menor o igual a 40 ohm y recomienda que la resistencia para puesta a tierra del sistema de pararrayos sea menor de 10 ohm.

Según resolución N°206/08 la resistencia de puesta a tierra de protección deber ser menor a 10 ohm por lo que será considerada esta exigencia.

Se preselecciona una jabalina redonda de cobreacero de la marca Genrod, modelo L1630, la cual posee un diámetro de diámetro: 5/8” y un largo de 3000 mm; cuyo extremo superior estará del nivel del suelo a una profundidad de 50 cm.

Una vez realizada la instalación, se deberá verificar el valor de resistencia in situ para cumplir con la normativa mencionada.

Código	Denominación	Descripción
JLJC1010	Jab 3/8" x 1000 mm*	Jabalina 3/8 x 1000 mm
JLJC1015	L1015	Jabalina 3/8" x 1500 mm
JLJC1020	L1020	Jabalina 3/8" x 2000 mm
JLJC1210	Jab 1/2" x 1000 mm*	Jabalina 1/2 x 1000 mm
JLJC1215	L1415	Jabalina 1/2" x 1500 mm
JLJC1220	L1420	Jabalina 1/2" x 2000 mm
JLJC1230	L1430	Jabalina 1/2" x 3000 mm
JLJC1610	Jab 5/8" x 1000 mm*	Jabalina 5/8" x 1000 mm
JLJC1615	L1615	Jabalina 5/8" x 1500 mm
JLJC1620	L1620	Jabalina 5/8" x 2000 mm
JLJC1630	L1630	Jabalina 5/8" x 3000 mm
JLJC1910	Jab 3/4" x 1000 mm*	Jabalina 3/4" x 1000 mm
JLJC1915	L1815	Jabalina 3/4" x 1500 mm
JLJC1920	L1820	Jabalina 3/4" x 2000 mm
JLJC1930	L1830	Jabalina 3/4" x 3000 mm



Espesor de cobre min. 254 micrones

## 7. Estudio económico

### 7.1. Equipos

Se incluyen en la siguiente tabla todas las maquinas y equipos que intervienen en los procesos de producción.

EQUIPOS							
Descripcion	Modelo / Detalle	Medida/Capacidad	Proveedor	Cant.	Unid	USD/Unit.	Subtotal (USD)
<b>LINEA DE MATERIA PRIMA LIQUIDA</b>							
Tanque Glucosa Maiz	-	9400 lts	Rotor Grandes Tanques	1	Unidad	3137,00	3137,00
Tanque Miel	-	6400 lts	Rotor Grandes Tanques	1	Unidad	2394,00	2394,00
Bomba Glucosa Maiz	ALP 25F	1350 Lts/h	albin pump	1	Unidad	6000,00	6000,00
Bomba Miel	ALP 17F	455 Lts/h	albin pump	1	Unidad	5000,00	5000,00
Bomba Caramelo	ALP 25F	800 Lts/h	albin pump	1	Unidad	6000,00	6000,00
Cocinador	CC100	100 lts	Crespo Maquinas	1	Unidad	7900,00	7900,00
<b>LINEA DE MATERIA PRIMA SOLIDA</b>							
Silo Arroz Expandido	-	8330 Lts	FAMET	1	Unidad	7500,00	7500,00
Soporte Silo Arroz a granel	-	-	FAMET	1	Unidad	2750,00	2750,00
Silo Arroz Granel	STP - 2	2000 Kg	PRILLWITZY	1	Unidad	2100,00	2100,00
Transporte Flex Auger	90	2400 Kg/h	-	1	Unidad	1450,00	1450,00
Dosificador Micro Ingredientes	-	4000 Kg	Giuliani Hnos	1	Unidad	55000,00	55000,00
<b>LINEA DE PROCESO PRODUCTIVO</b>							
Mezclador Termico	MVV - 100	100 Kg	Rinaudo e Hijos	1	Unidad	35000,00	35000,00
Formador	-	200 Kg / h	Crespo Maquinas	1	Unidad	32000,00	32000,00
Cinta Transportadora Recta	-	-	Crespo Maquinas	2	Unidad	4500,00	9000,00
Cinta Transportadora 90°	-	-	Crespo Maquinas	1	Unidad	9000,00	9000,00
Envasadora	ECM - 250D	40 a 230 paq/h	Crespo Maquinas	1	Unidad	24500,00	24500,00
Empaquetadora	ECM - 400D	40 a 230 paq/h	Crespo Maquinas	1	Unidad	28900,00	28900,00
						<b>TOTAL (USD)</b>	<b>237631,00</b>

## 7.2. Materiales

En la siguiente tabla se tienen en cuenta los materiales necesarios para el montaje de los equipos

MATERIALES							
Descripcion	Modelo / Detalle	Medida/Capacidad	Proveedor	Cant.	Unid	USD/Unit.	Subtotal
<b>MATERIALES MECANICOS</b>							
Caño	Acero Inoxidable AISI 304	1 1/2"	Famiq	6	Metros	56,49	338,94
Valvula Mariposa	AISI 304	1 1/2"	Famiq	6	Unidad	104,01	624,06
Bayoneta	Resistencia Blindada	4500 W	Resistencias Mar del Plata	4	Unidad	224,00	896,00
Bayoneta	Resistencia Blindada	3000 W	Resistencias Mar del Plata	3	Unidad	103,00	309,00
Manguera Sanitaria	PVC Virgen	1 1/2"	Mangueras FlexArg	50	Metros	6,00	300,00
Conector rapido p/ manguera	AISI 304	1 1/2" x 1 1/2"	Famiq	6	Unidad	30,28	181,68
Niple roscado	AISI 304	2"	Famiq	2	Unidad	10,80	21,60
Reduccion doble	AISI 304	2" x 1 1/2"	Famiq	2	Unidad	60,50	121,00
Caño	AISI 304	88.8 mm	Famiq	24	Metros	97,63	2343,12
Codo 45°	AISI 304	88.8 mm	Famiq	4	Unidad	30,72	122,88
Codo 90	AISI 304	88.8 mm	Famiq	1	Unidad	40,24	40,24
<b>MATERIALES ELECTRICOS</b>							
Cable Subterráneo	Sintenax	4 x16mm2	Ingenieria Boggio	20	Metros	11,16	223,20
Contactores	LC1D09B7	3 x 9 A	Ingenieria Boggio	2	Unidad	18,50	37,00
Interruptor Diferencial	E29R36440	3 x 40 A	Ingenieria Boggio	1	Unidad	73,20	73,20
Interruptor termomagnético	A9F74332	3 x 32 A	Ingenieria Boggio	1	Unidad	40,64	40,64
Interruptor termomagnético	A9F74316	3 x 16 A	Ingenieria Boggio	2	Unidad	32,21	64,42
Interruptor termomagnético	A9F74306	3 x 6A	Ingenieria Boggio	3	Unidad	36,01	108,03
Interruptor termomagnético	A9F74310	3 x 10A	Ingenieria Boggio	1	Unidad	32,21	32,21
Interruptor termomagnético	A9F74216	2 x 16A	Ingenieria Boggio	1	Unidad	56,00	56,00
Jabalina Cobre acero	L1630	5/8" x 3000mm	Ingenieria Boggio	1	Unidad	3724,00	3724,00
Cable tipo subterráneo	Sintenax	3 x 1.5 mm²	Ingenieria Boggio	55	Metros	156,37	8600,35
Cable tipo subterráneo	Sintenax	3 x 2.5 mm²	Ingenieria Boggio	95	Metros	231,94	22034,30
Cable tipo subterráneo	Sintenax	3 x 4 mm²	Ingenieria Boggio	35	Metros	351,82	12313,70
Cable tipo subterráneo	Sintenax	2 x 2.5 mm²	Ingenieria Boggio	20	Metros	173,71	3474,20
Bandeja Porta Cable	Smarrthray	100x50x3000	Ingenieria Boggio	30	Unidad	18,87	566,10
Soporte para bandeja porta cable	Smarrthray	100 mm	Ingenieria Boggio	25	Unidad	5,00	125,00
						<b>TOTAL (USD)</b>	<b>56770,87</b>

### 7.3. Montaje de equipos

El montaje de los equipos en planta representara un valor igual al 50% del costo de los mismos.

### 7.4. Costo de producción

#### 7.4.1. Costo de materia prima

Para el costo de materia prima utilizado por unidad fabricada, tenemos la siguiente tabla:

Producto	Costo x Kg	Cantida x Batch (Kg)	Costo x Batch	Unidades x Batch	Costo x Unidad
Glucosa de maiz	\$ 60,00	26,5	\$ 1.590,00	3200	\$ 0,50
Miel	\$ 250,00	13,5	\$ 3.375,00	3200	\$ 1,05
Azucar	\$ 60,00	20	\$ 1.200,00	3200	\$ 0,38
Arroz Expandido	\$ 300,00	26,5	\$ 7.950,00	3200	\$ 2,48
Nueces	\$ 1.367,00	6,75	\$ 9.227,25	3200	\$ 2,88
Pasas de Uva	\$ 234,00	6,75	\$ 1.579,50	3200	\$ 0,49
				Envase	\$ 1,49
				<b>Costo de Materia Prima por UNIDAD (\$)</b>	<b>\$ 9,28</b>
				<b>Costo de Materia Prima por UNIDAD (U\$S)</b>	<b>\$0,09</b>

Tomando el costo en moneda extranjera por unidad y multiplicando esto por la producción total en un mes, obtendremos el costo total en materia prima para un mes.

$$\text{Materia Prima x mes} = \text{Costo x Unidad(USD)} * \text{Produccion x dia} * 5\text{dias} * 4\text{semana}$$

$$\text{Materia Prima x mes} = \text{USD } 0,09 * 50000 \frac{\text{Unidades}}{\text{mes}} * 5 \text{ dias} * 4 \text{ semana}$$

$$\text{Materia Prima x mes} = \text{USD } 90000$$

#### 7.4.2. Consumo de energía eléctrica

Para este cálculo se tendrá en cuenta el consumo de los equipos más importantes que intervienen en el proceso hasta llegar al producto final.

Estos equipos son los siguientes:

Resistencias Calefactoras: 25 Kw

Cocinador: 9 Kw

Mezclador térmico: 5.5 Kw

Formador: 2.2 Kw

El consumo se calculara de la siguiente manera:

$$P_{consumida} = P_{Resistencias} + P_{Cocinador} + P_{Mezclador} + P_{Formador}$$
$$P_{consumida} = (25 \text{ Kw} * 5h + 9 \text{ Kw} * 2h + 5.5 \text{ Kw} * 4h + 2.2 \text{ Kw} * 8h) * 5\text{días} * 4\text{semanas}$$
$$P_{consumida} = 4192 \text{ Kw/mes}$$

A este valor, se le sumara un estimado de 5% para contemplar otros consumos menores. Quedando como resultado final **4401.6 Kw/mes**.

Tomando un valor estimado de 0,057 USD/Kw, extraído del cuadro tarifario de Enersa, se calcula el costo de la energía mensual:

$$Costo_{elect} = 4192 \text{ Kw} * 0.057 \text{ USD}$$
$$Costo_{elect} = 238.5 \text{ USD}$$

Por lo tanto, se consumirán 238.5 USD por mes de energía eléctrica.

### 7.4.3. Costo de producción por unidad

Tabulando los valores obtenidos anteriormente, y estimando el sueldo de tres empleados en USD 500, obtenemos los siguientes gastos mensuales:

Costo Produccion x Unidad	
Descripcion	Gasto mensual (USD)
Materia prima	90000
Energia Electrica	238,5
Sueldo Empleados	1500
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>91738,5</b>

Teniendo en cuenta una producción por mes de 1000000 (un millón) de unidades, determinamos el costo por unidad producida:

$$Costo_{unidad} = \frac{91738,5 \text{ USD}}{1000000 \text{ Unidad}}$$

$$Costo_{unidad} = 0,092 \frac{\text{USD}}{\text{Unidad}}$$

### 7.5. Resumen

ITEM	COSTO INVERSION (USD) AÑO 0
Equipos	237631,00
Materiales	56770,87
Montaje de equipos	118815,50
Consumo electrico	2862,00
Salario empleados	18000,00
<b>TOTAL (USD)</b>	<b>434079,37</b>

### 7.6. Ingresos y Amortización

Para el análisis de amortización de la inversión, primero tomamos un estimado de producción de lo que se pretende comercializar en los primeros 5 años.

AÑO	% PRODUCCION ANUAL	UNIDADES PRODUCIDAS ANUALMENTE	COSTO MP (USD)
AÑO 1	40	4800000	432000
AÑO 2	60	7200000	648000
AÑO 3	80	9600000	864000
AÑO 4	100	12000000	1080000
AÑO 5	100	12000000	1080000

Por otro lado, tenemos los costos de los equipos con una vida útil de 10 años, con estos dos datos obtenemos la amortización anual de los mismos.

Equipos	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)	Vida Util (años)	Amortizacion (USD)
Tanque Glucosa Maiz	1	3137,00	3137	10	313,7
Tanque Miel	1	2394,00	2394	10	239,4
Bomba Glucosa Maiz	1	6000,00	6000	10	600
Bomba Miel	1	5000,00	5000	10	500
Bomba Caramelo	1	6000,00	6000	10	600
Cocinador	1	7900,00	7900	10	790
Silo Arroz Expandido	1	7500,00	7500	10	750
Soporte Silo Arroz a granel	1	2750,00	2750	10	275
Silo Arroz Granel	1	2100,00	2100	10	210
Transporte Flex Auger	1	1450,00	1450	10	145
Dosificador Micro Ingredientes	1	55000,00	55000	10	5500
Mezclador Termico	1	35000,00	35000	10	3500
Formador	1	32000,00	32000	10	3200
Cinta Transportadora Recta	2	4500,00	9000	10	900
Cinta Transportadora 90°	1	9000,00	9000	10	900
Envasadora	1	24500,00	24500	10	2450
Empaquetadora	1	28900,00	28900	10	2890
<b>AMORTIZACION ANUAL (USD)</b>					<b>23763,1</b>

El siguiente cuadro muestra las cantidades que se pretenden comercializar durante los primeros 5 años, su valor de venta y el ingreso total de cada año.

Año	\$/Unid	USD/Unid	Unidades Producidas	Ingresos
AÑO 0	-	-	-	-
AÑO 1	40	0,377358491	4800000	1811320,755
AÑO 2	40	0,377358491	7200000	2716981,132
AÑO 3	40	0,377358491	9600000	3622641,509
AÑO 4	40	0,377358491	12000000	4528301,887
AÑO 5	40	0,377358491	12000000	4528301,887

Con los datos anteriores, confeccionaremos una tabla con el flujo de caja correspondiente a los primeros 5 años de la empresa.

Concepto	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
(-) Equipos	-237231					
(-) Materiales	-56770,87					
(-) Montaje	-118815,5					
(-) Materia Prima		-432000	-648000	-864000	-1080000	-1080000
(-) Energia Electrica		-1144,8	-1717,2	-2289,6	-2862	-2862
(-) Empleados		-18000	-18000	-18000	-18000	-18000
(-) Amortizacion de equipos		-23763,1	-23763,1	-23763,1	-23763,1	-23763,1
(+) Ingresos por ventas		1811320,75	2716981,13	3622641,51	4528301,89	4528301,89
<b>Flujo de caja</b>	<b>-412817,37</b>	<b>1336413</b>	<b>2025501</b>	<b>2714589</b>	<b>3403677</b>	<b>3403677</b>

### 7.6.1. Valor Actual Neto (VAN)

Con los valores obtenidos en el ultimo cuadro, calcularemos el Valor Actual Neto (VAN). El resultado de esto, en el caso de que sea mayor o igual a cero, nos dirá que el proyecto debe aceptarse o no.

Este se calculo por medio de Excel y su resultado fue:

$$VAN = 5983368,33 \text{ USD}$$

Por lo tanto, como el valor del VAN > 0, el proyecto es rentable.

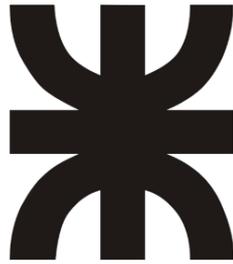
### 7.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficios o pérdidas que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su TIR es igual o superior a la tasa de retorno exigida.

Mediante la función proporcionada por Excel calculamos la TIR y arroja como resultado:

$$TIR = 368\%$$

Este método asegura que el proyecto es rentable.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Anexo A**  
**Codificación**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## 1. Codificación de equipamiento principal

El código de los equipos, tendrá el siguiente formato:

**XXX - Y - 00**

Cuyas letras significan:

⇒ **XXX: Equipo (descriptos en el diagrama de procesos).**

⇒ **Y: Línea a la que pertenece el equipo.**

- **A:** Línea Producción de Caramelo
- **B:** Línea Producción de Arroz Expandido
- **C:** Línea de Micro Ingredientes
- **D:** Línea de Proceso

⇒ **00: Número de equipo**

**Ejemplo:**

Equipo	Subproceso	Número de equipo	Código
<b>T</b>	<b>A</b>	<b>01</b>	<b>T-A-01</b>

Por lo tanto, el código **T-A-01**, corresponde a un tanque de almacenamiento N°01 del subproceso de “Producción de Caramelo”.

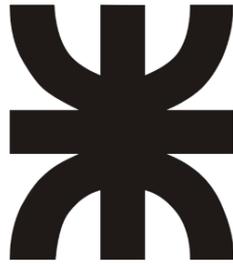
## **2. Codificación de Planos**

El código de los planos, tendrá el siguiente formato:

**PFC2008D - P - 00**

Cuyas siglas significan:

- ⇒ **PFC: Proyecto Final de Carrera**
- ⇒ **2008D: Identificación de Proyecto**
- ⇒ **P: Plano**
- ⇒ **00: Número de plano**



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL**  
**Facultad Regional Concepción del Uruguay**

**Ingeniería Electromecánica**

**Proyecto Final de Carrera**

**Industrialización del proceso de elaboración de barras de  
cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos**

**Anexo B**  
**Bibliografía**

**Concepción del Uruguay, Entre Ríos**

**Argentina**

**Año 2021**

## 1. Bibliografía

- Código Alimentario Argentino (CAA) - <https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Catalogo de Cables Prysmian - [https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/7185/mod\\_resource/content/1/Catalogo\\_cables\\_BT.pdf](https://frrq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/7185/mod_resource/content/1/Catalogo_cables_BT.pdf)
- Información Nutricional - <https://www.fatsecret.com.ar/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/arroz-inflado>
- Catalogo de equipos Giuliani Hnos - <https://www.giulianisa.com/es/equipos/detalle/44/63>
- Catalogo de tanques Vertivales Rotor Grandes Tanques - <https://www.rotortanques.com/silos-tanque-plasticos.html>
- Catalogo de maquinaria Rinaudo - <https://rinaudoehijos.com.ar/index.php/product-category/alta-produccion/>
- Catalogo de Productos Famiq - <https://www.famiq.com.ar/>
- Catalogo de Silos Prillwitz - <https://www.prillwitz.com.ar/silos/>
- Catalogo de productos Scheneider Electric - <https://www.se.com/ar/es/>
- Catalogo de Productos Ingenieria Boggio – <https://www.ingenieriaboggio.com.ar/shop>
- Catalogo de Maquinarias de Crespo Maquinarias - <http://www.crespomaquinas.com.ar/nuestras-maquinarias/>
- Catalogo de Bombas Dosificadoras Tecnica de Fluidos - <https://www.tecnicafluidos.com/bombas-peristalticas-t-30-es>
- Catalogo de Maquinaria SIMES - [https://www.simes-sa.com.ar/espanol/productos/equipos\\_de\\_proceso/dosificador\\_de\\_polvo\\_a\\_tornillo.html](https://www.simes-sa.com.ar/espanol/productos/equipos_de_proceso/dosificador_de_polvo_a_tornillo.html)
- Catalogo de Productos Resistencias Mar del Plata - [https://resistenciasmdp.com.ar/index.php?route=product/category&path=4\\_11&page=2](https://resistenciasmdp.com.ar/index.php?route=product/category&path=4_11&page=2)

**ANEXO 3:  
SOLICITUD DE FECHA PARA PRESENTACIÓN DEL PFC**

**A Completar por el Alumno cuando se inscriba para la Defensa**

**Datos del alumno:**

- **Apellido y Nombres:** Torrez, Gustavo Adolfo
- **Direcciones de E-mail:** [torrezgustavo@gmail.com](mailto:torrezgustavo@gmail.com) / [vmc.gtorrez@gmail.com](mailto:vmc.gtorrez@gmail.com)
- **Número de Legajo:** 14102721
- **Documento de Identidad:** 35717179
- **Domicilio:** Lavalle 742
- **Localidad:** Rafaela, Santa Fe
- **Teléfono:** 3454929554
- **Año de Ingreso, (plan de estudio):** 2011
- **Fecha de inscripción:** 04/08/2020
- **Título del PFC:** PFC-2008D “Industrialización del proceso de elaboración de barras de cereal a base de arroz expandido aptas para celíacos”

**Torrez Gustavo Adolfo**  
Firma del Alumno

**Conformidad del Profesor a cargo de “Proyecto Final” y del Tutor.**

**Constancia de que el Trabajo está terminado y en condiciones de ser presentado para su Pre-evaluación.:**

.....  
Firma del Profesor a cargo de “Proyecto Final”

.....  
Firma del/los Tutor/es