



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

“Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos”

Proyecto N°: PFC 2007B

Autores:

Blanc, Jairo Exequiel
Casalapro, Mario Ricardo
Pighetti, Jonathan David

Tutor:

Ing. Liebrez, Alexander Adrián

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2021

Tabla de contenidos.

- ❖ RESUMEN EJECUTIVO.
- ❖ CAPÍTULO A – INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.
- ❖ CAPÍTULO B – OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.
- ❖ CAPÍTULO C – INGENIERÍA BÁSICA.
- ❖ CAPÍTULO D – INGENIERÍA DE DETALLES.
- ❖ CAPÍTULO E – MEMORIAS.
- ❖ CAPÍTULO F – ANEXOS COMPLEMENTARIOS.

G-2007B - RESUMEN EJECUTIVO - AGRADECIMIENTOS

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Resumen ejecutivo.

Este proyecto final de carrera consiste en el diseño y cálculo de dos reactores para la producción de inoculantes de soja.

En este proyecto se abordan cuatro áreas: mecánica, térmica, eléctrica y automatización. Se realiza mayor énfasis en las áreas mecánica y térmica, donde se diseñan los componentes mecánicos involucrados y se confeccionan planos de fabricación; también, se realizan los cálculos térmicos necesarios para el proceso de esterilización de los reactores.

Se diseña la instalación para la automatización, donde se seleccionan sensores, un PLC, un HMI para modificación y control de parámetros del proceso, variadores de velocidad y accesorios; asimismo, se escogen todas las protecciones eléctricas necesarias, de acuerdo con lo establecido por las normativas vigentes. Además, se confeccionan los planos de cableado eléctrico.

Por último, se realiza la selección de equipos auxiliares necesarios para los procesos como, por ejemplo, bombas.

Abstract.

This final degree project consists on the design and calculation of two reactors to produce soybean inoculants.

Four areas are addressed in this project: mechanical, thermal, electrical and automation. Greater emphasis is placed on the mechanical and thermal areas, where the mechanical components involved are designed and manufacturing plans are drawn up. Also, the necessary thermal calculations are carried out for the sterilization process of the reactors.

The installation is designed for automation, where sensors, a PLC, an HMI for modification and control of process parameters, variable speed drives and accessories are selected; Likewise, all the necessary electrical protections are chosen, in accordance to the current regulations. In addition, the electrical wiring plans are drawn up.

Finally, the selection of auxiliary equipment necessary for the processes, such as pumps, is made.

Agradecimientos.

En primer lugar, a nuestras familias por ser el pilar fundamental de nuestra educación, por su apoyo y acompañamiento incondicional.

Al ingeniero Alexander Adrián Liebrez, nuestro tutor, por gran ayuda teórica, su apoyo y disposición para la realización del proyecto.

Al ingeniero Matías Martín por su gran ayuda, no sólo con los aspectos teóricos propios de la carrera, sino también con los aspectos biológicos que son ajenos a nuestros conocimientos y son el punto de partida para el desarrollo del proyecto.

A los ingenieros Gustavo Puente y Aníbal De Carli, por el seguimiento continuo a lo largo de la realización del proyecto.

A nuestros amigos y las personas cercanas que nos ayudaron a levantarnos siempre que lo necesitamos y seguir adelante.

A-2007B-INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice.

1. Situación y oportunidad.....	2
2. Introducción a la inoculación de semillas de soja.	2
2.1. Interacción entre el rizobio y la planta de soja.	3
2.2. Importancia de la inoculación.	3

1. Situación y oportunidad.

(Basada en una propuesta del Ing. Raúl Charadía vinculada a un estudio realizado en la F.B.C.B. U.N.L.).

De las 700.000 hectáreas de la provincia de Santa Fe, un 30% son cultivadas por grandes, medianos y pequeños productores y emprendimientos familiares.

La agrobiotecnología, que ofrece grandes beneficios para los grandes productores, encuentra dos restricciones para los pequeños: los costos, el desconocimiento y la falta de políticas que aseguren su aplicación en todas las áreas cultivadas.

El inoculante ofrecido en mercado, es una suspensión líquida de bacterias viables (1.1010 UFC/mL), contenidas en bolsas plásticas de 1 L, con un volumen de suspensión igual a 300 mL. Una dosis de este producto cubre la necesidad de microorganismos simbióticos necesarios para 70 kg de semillas forrajeras que es la cantidad normal para sembrar por cada Ha de suelo a cultivar.

La base inoculante es la bacteria simbiótica propia de las leguminosas (*Bradyrhizobium japonicum*), cuya función es fijar el nitrógeno (fertilizante) atmosférico a los nódulos de la raíz de la planta.

El proceso de laboratorio, necesario para lograr una densidad celular deseada de *B. japonicum*, demanda un proceso de cultivo mediante dos reacciones continuas durante un tiempo de 96h (4 días corridos) cada una, con un total de 192h.

Oportunidad.

Desarrollar la Ingeniería de planta para ofrecer al segmento de productores menores, una estrategia de negocios que ofrezca un producto nacional, a un precio competitivo y que asegure al mismo tiempo un servicio de capacitación y acompañamiento continuo.

2. Introducción a la inoculación de semillas de soja.

En la década del 70, cuando se produjo la expansión del cultivo, dada la inexistencia de la bacteria específica para soja, *Bradyrhizobium japonicum* o *B. elkanii*, se consideró necesaria la incorporación de estas bacterias a las semillas por

intermedio de la inoculación. Los efectos sobre el rendimiento del cultivo fueron evidentes y esto permitió una alta adopción de los inoculantes y de la tecnología de aplicación en los productores de soja.

2.1. Interacción entre el rizobio y la planta de soja.

Se estima que la planta de soja requiere hasta 80 kg de nitrógeno asimilable para producir una tonelada de grano, lo que representa un promedio de 240 kg / ha. El nitrato o el amonio se encuentran disponibles en el suelo mediante la mineralización de nitrógeno orgánico, la fertilización química y la fijación biológica de nitrógeno. Este último proceso es esencial para la incorporación de nitrógeno a la biosfera. La conversión del nitrógeno atmosférico en amonio, llevada a cabo por microorganismos que contienen enzimas específicas, en un proceso intrínseco no contaminante que evita el empobrecimiento del suelo. Al mismo tiempo, las altas concentraciones de nitrato o amonio en el suelo inhiben la fijación biológica de nitrógeno.

La interacción específica entre los rizobios¹ y las plantas de leguminosas da como resultado la forma más eficiente de fijación biológica de nitrógeno, conocida como fijación simbiótica de nitrógeno, que representa el 60-80% del total del nitrógeno fijo en la naturaleza. La interacción entre el rizobio y la planta huésped conduce a la formación de nódulos, estructuras especializadas que generalmente se encuentran en las raíces, proporcionando un microambiente ideal para reducir el nitrógeno gaseoso al amonio. En esta interacción simbiótica, la planta proporciona la fuente de carbono para el crecimiento bacteriano a cambio del nitrógeno absorbido

2.2. Importancia de la inoculación.

Con la inoculación se logra la incorporación efectiva de un alto número de bacterias del suelo fijadoras de N₂ sobre la superficie de las semillas de soja previo a la siembra de estas. La inoculación de la soja:

- Permite lograr que cada semilla contenga una carga de rizobios óptima para una adecuada nodulación.

¹ Rizobio: Ver Anexo D – Definiciones y Glosario

La inoculación, es fundamental para la soja en suelos sin rotación. Existe un fuerte impacto negativo cuando hay fallas de nodulación² en esos ambientes. En suelos con historia de soja el rizobio es poco móvil en el suelo y por lo tanto no nos asegura una nodulación temprana.

- Permite incorporar cepas³ activas y eficientes para fijar N.

Con la inoculación se incorporan, en forma compacta a todas las semillas, cepas seleccionadas por su alta capacidad de fijar de N₂, creando las mejores condiciones para la FBN desde las etapas tempranas del cultivo. En cambio, si no se inocula dependemos de las poblaciones naturalizadas de rizobios presentes en el suelo que, con frecuencia, no son homogéneas dadas las diferentes situaciones de estrés a las que han sido expuestas, como sequías intensas, inundaciones, aplicación de diferentes agroquímicos, etc.

- Aumenta el rendimiento en granos.

Dentro del convenio marco de Asistencia Técnica, denominado "PROYECTO INOCULAR" entre el INTA y 25 empresas se indica lo siguiente según la historia del lote.

- Respuesta observada en suelos no rotados con soja: Si no hay limitaciones nutricionales o hídricas se esperan aumentos de rendimiento mínimos del 50% (suelos nuevos de Entre Ríos, Córdoba y Chaco).
- Respuesta en suelos con historia de soja en la rotación: En más de 300 ensayos realizados y/o controlados por IMYZA y/o EEA INTA desde 1990 al 2006 en las distintas regiones cultivadas con soja, se determinó una respuesta positiva promedio por la inoculación de 300 kg/ha, equivalentes al 11 % del rendimiento de los cultivos.

² Nodulación: Ver Anexo D – Definiciones y Glosario

³ Cepas: Ver Anexo D – Definiciones y Glosario

B-2007B-OBJETIVOS, ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO.

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice.

1. Objetivos.....	2
2. Alcances.....	2
3. Plan de trabajo.....	2

1. Objetivos.

Diseñar una planta para producción de inoculantes biológicos de origen microbiano, formulados para su aplicación directa en semillas forrajeras para una capacidad de 200 litros.

2. Alcances.

- Ingeniería básica del proceso de producción y almacenado.
- Ingeniería de detalle:
 - Reactor y línea de producción.
 - Sistema de automatización y control del proceso.
 - Instalación eléctrica de la planta (reactores de producción).
 - Proceso de limpieza del reactor.
 - *Layout* de la planta (reactores de producción).
 - Selección de equipos.
 - Almacenado del producto ya envasado.
- Cómputo de materiales de las instalaciones.

Por otro lado, **no se considerarán**:

- Diseño y cálculo de la obra civil.
- Proceso de envasado.
- Plan de montaje.

3. Plan de trabajo.

- Estudio del proceso y sus características relevantes para el diseño de los equipos.
 - Consulta a profesionales del ámbito microbiológico sobre el proceso de fermentación.
 - Estudio de los aspectos constructivos de los reactores de acuerdo con la bibliografía.
 - Estudio de las variables y componentes necesarios para su automatización y control.
- Diseño cualitativo y cuantitativo de equipos.
- Diseño mecánico de los reactores.
 - Selección de materiales.
 - Cálculo mecánico.
 - Cálculo térmico.
 - Cómputo de materiales.
 - Realización de planos.
- Cálculo de las líneas dentro de la planta.
- Automatización y control.
 - Diagrama de flujo del proceso a controlar.

- Selección de los elementos de control.
- Computo de materiales.
- Realización de planos.
- Esquematización del layout de los reactores de producción.

D-2007B-INGENIERÍA BÁSICA

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice.

1	Bloques del proceso.....	2
2	Esquema dimensional.....	2
3	Flujo del proceso Fermentación 1 y Fermentación 2 - Reactores RE-01 y RE-02.	3
4	Lazos de control para los reactores RE-01 y RE-02.....	4
5	Limpieza.....	5
6	Almacenamiento.	5
7	Componentes.....	6
7.1	Periféricos.....	6
7.2	Reactor RE-01.....	6
7.3	Reactor RE-02.....	7

1 Bloques del proceso.

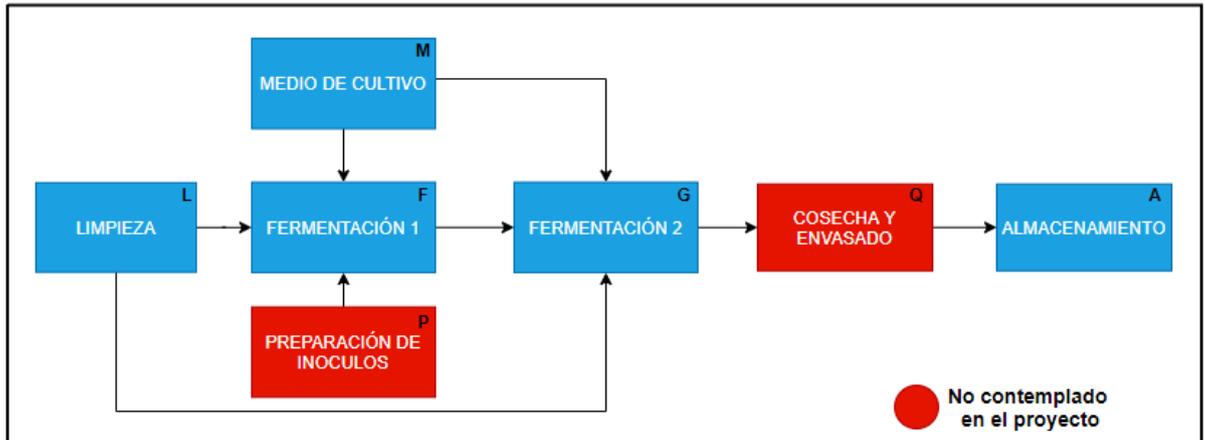


Ilustración 1 – Bloques del proceso.

2 Esquema dimensional.

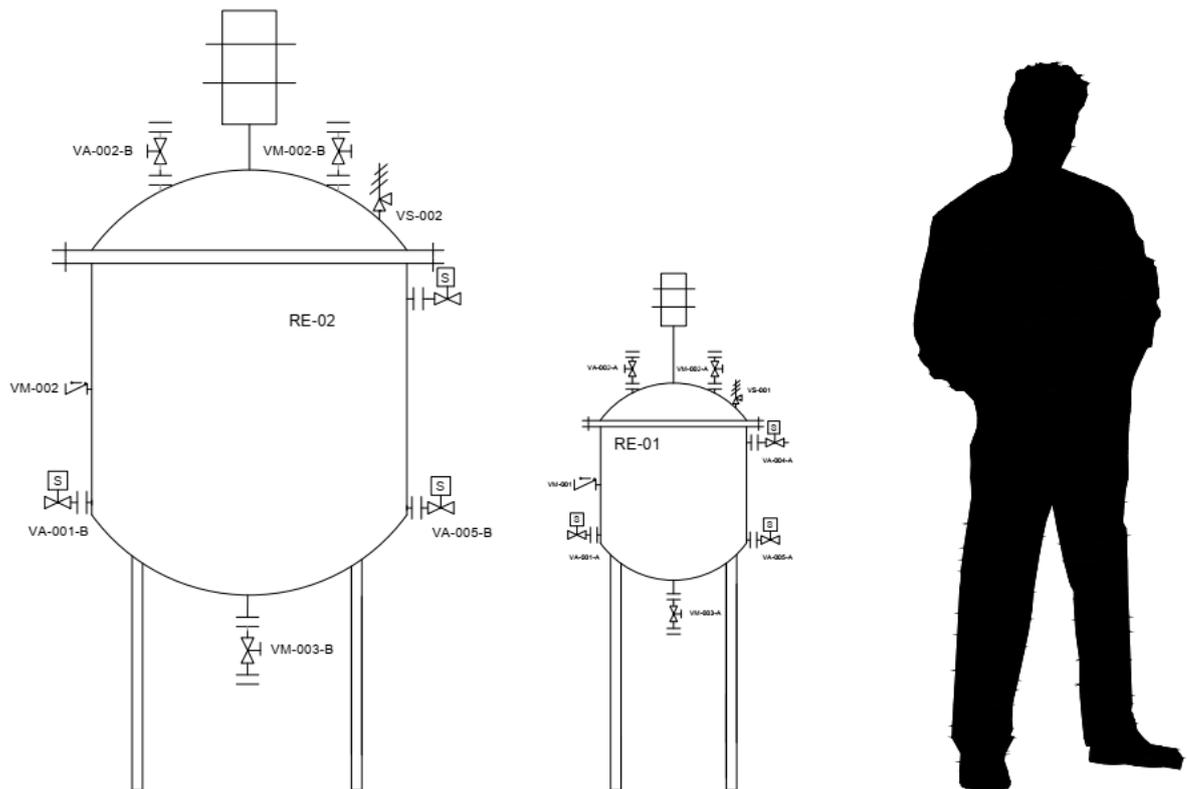


Ilustración 2 - Esquema dimensional

3 Flujo del proceso Fermentación 1 y Fermentación 2 - Reactores RE-01 y RE-02.

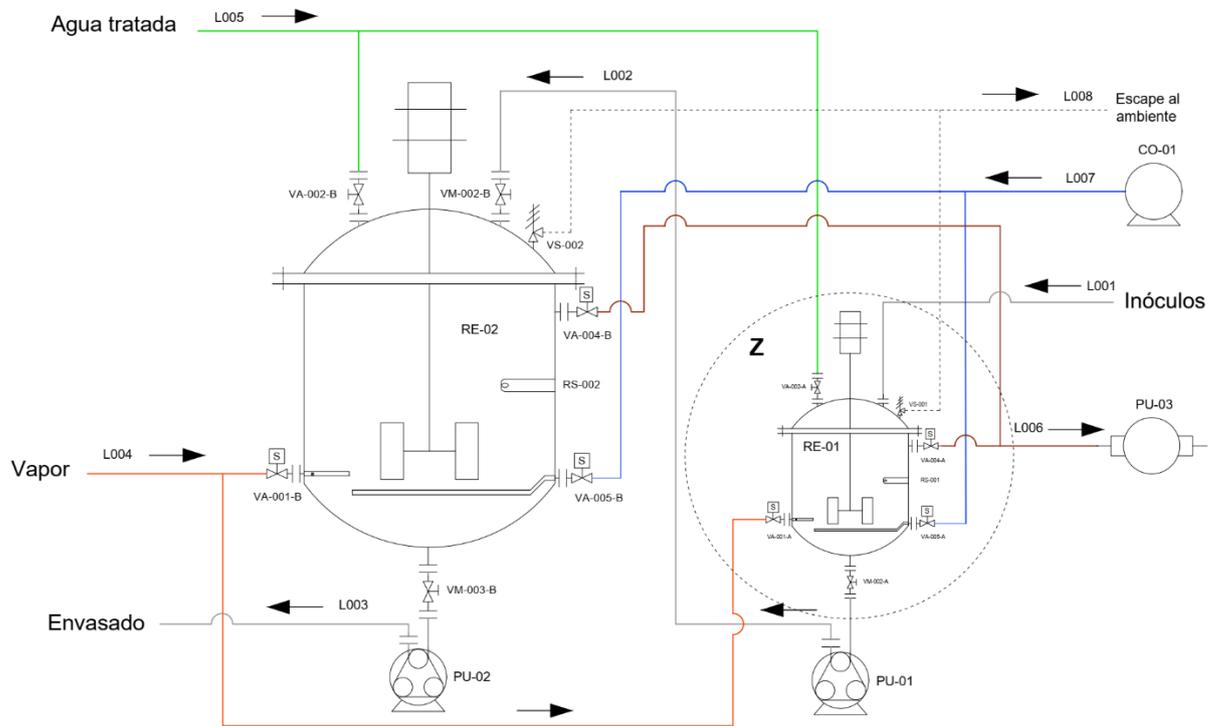


Ilustración 3 - Flujo de proceso de los reactores RE-01 y RE-02.

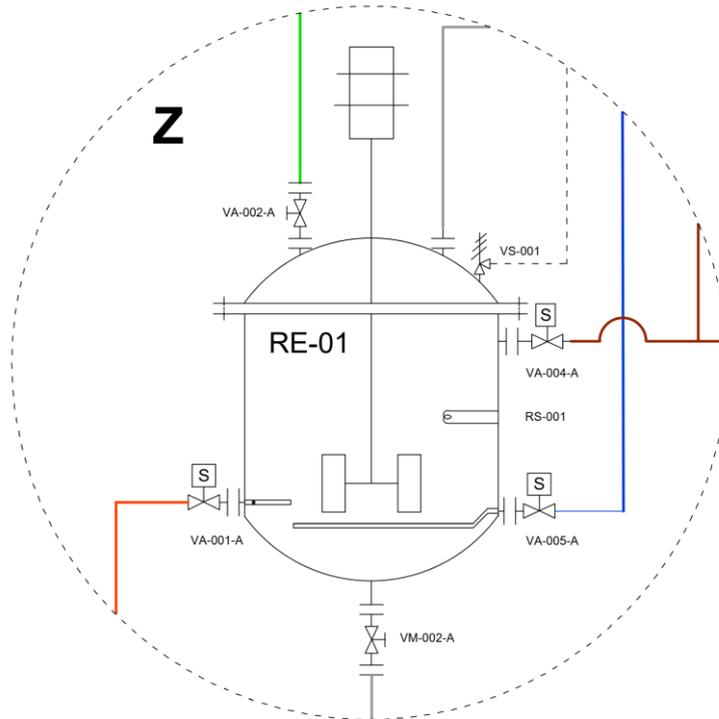


Ilustración 4 - Ampliación Z

4 Lazos de control para los reactores RE-01 y RE-02.

En la ilustración 3, se muestran las señales de entrada y salida del PLC para la automatización de los reactores. La ilustración 4 es una ampliación del reactor RE-01.

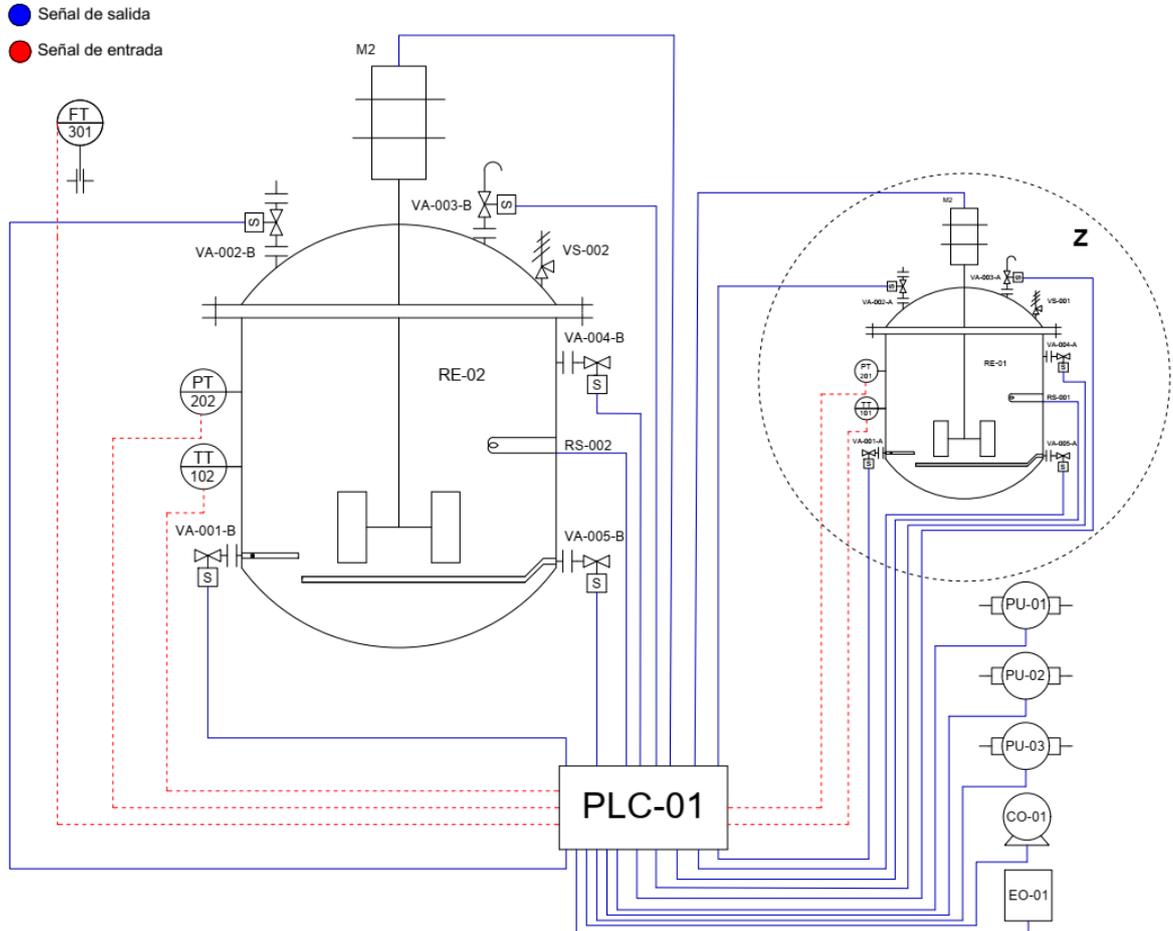


Ilustración 5 - Lazos de control de los reactores RE-01 y RE-02.

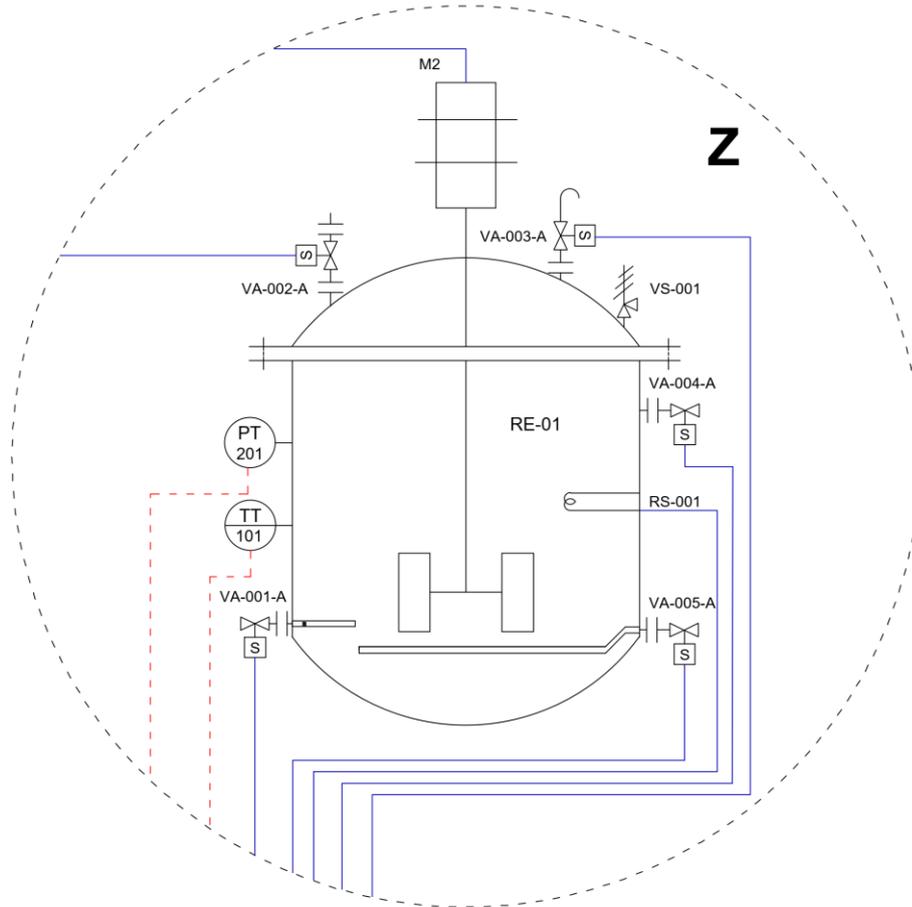


Ilustración 6 - Ampliación Z

5 Limpieza.

Para los reactores se coloca una brida clamp ciega que permite el ingreso manual de los productos luego del llenado con agua. Luego de una breve agitación se evacúa el agua y se realiza un barrido con vapor para finalizar, ambas controladas mediante el PLC. En cuanto a las cañerías de traspaso entre reactores se opta también por la colocación de bridas clamp para su fácil desmonte y limpieza manual.

6 Almacenamiento.

El producto envasado debe ser almacenado en un ambiente con una temperatura menor a 25°C y además se debe evitar cualquier exposición al sol. Se aconseja la refrigeración a un punto cercano a 4°C ya que en estas condiciones se reduce la actividad celular y así se conserva por mayor tiempo la calidad del producto final.

7 Componentes.

7.1 Periféricos.

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA
PLC-01	PLC		
PU-03	Bomba de vacío		
PU-01	Bomba peristáltica		
PU-02	Bomba peristáltica		
EO-01	Equipo de osmosis		
CO-01	Compresor		

7.2 Reactor RE-01.

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA / PARTE
RE-01	Reactor 1		
CU-001-A			Envolvente
CU-002-A			Cabezal
CU-003-A			Fondo
CU-004-A			Soporte
CU-005-A			Brida cabezal
CU-006-A			Brida envolvente
VS-001			Válvula de seguridad
VM-001			Toma de muestra
VM-002-A			Válvula de salida
DA-001			Difusor de aire
		Agitación	
M1			Motor
AG-002-A			Eje
AG-003-A			Impulsor
		Control	
RS-001			Resistencia de inmersión
TT-101			Sensor de temperatura
PT-201			Sensor de presión
FT-301			Caudalímetro
VA-001-A			Válvula de vapor
VA-002-A			Válvula agua
VA-003-A			Válvula de cierre de venteo
VA-004-A			Válvula de vacío
VA-005-A			Válvula de aire comprimido

7.3 Reactor RE-02

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA
RE-02	Reactor 2		
CU-001-B			Envolvente
CU-002-B			Cabezal
CU-003-B			Fondo
CU-004-B			Soporte
CU-005-B			Brida cabezal
CU-006-B			Brida envolvente
VS-002			Válvula de seguridad
VM-002			Toma de muestra
VM-002-B			Válvula de entrada
VM-003-B			Válvula de salida
DA-002			Difusor de aire
		Agitación	
M2			Motor
AG-002-B			Eje
AG-003-B			Impulsor
		Control	
RS-002			Resistencia de inmersión
TT-102			Sensor de temperatura
PT-202			Sensor de presión
VA-001-B			Válvula de vapor
VA-002-B			Válvula agua
VA-003-B			Válvula de cierre de venteo
VA-004-B			Válvula de vacío
VA-005-B			Válvula de aire comprimido

E-2007B-INGENIERÍA DE DETALLES

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice.

1	Introducción.	2
2	Listado de componentes.	2
2.1	Reactor RE-01.	2
2.2	Reactor RE-02.	3
2.3	Control.	4
2.4	Equipos auxiliares.	5
3	Especificaciones.	5
4	Listado de planos.	77
5	Planilla de cableado.	78

1 Introducción.

En este capítulo se detallarán las piezas que componen el proyecto. En principio se dispondrá un listado de los distintos componentes. Posteriormente se mostrará una ficha con las especificaciones técnicas de cada uno.

2 Listado de componentes.

2.1 Reactor RE-01.

Código	Descripción	Página
AG-001-A	Torreta	24
AG-002-A	Eje	22
AG-003-A	Impulsor	20
AG-004-A	Chaveta	29
AG-005-A	Adaptador de montaje	28
CU-001-A	Envolvente	6
CU-002-A	Cabezal	8
CU-003-A	Fondo	9
CU-004-A	Soporte	12
CU-005-A	Brida cabezal	14
CU-006-A	Brida envolvente	15
CU-007-A	O-ring	31
DA-001	Difusor de aire	18
IV-001	Inyector de vapor	53
M1	Motor	26
PT-202	Sensor de presión	39
RS-001	Resistencia	55
TT-102	Sensor de temperatura	40
VA-001-A	Válvula de vapor	45
VA-002-A	Válvula agua	44
VA-003-A	Válvula de cierre de venteo	46
VA-004-A	Válvula de cierre de vacío	44
VA-005-A	Válvula de aire comprimido	44
VM-001-A	Toma de muestra	42
VM-003-A	Válvula de salida	43
VP-001	Válvula reguladora de presión	51
VR-001-A	Válvula de retención de vapor	47
VR-002-A	Válvula de retención de agua	47
VR-003-A	Válvula de retención de venteo	47
VR-004-A	Válvula de retención de vacío	47
VR-005-A	Válvula de retención de aire	47
VS-001	Válvula de seguridad	48

2.2 Reactor RE-02.

Código	Descripción	Página
AG-001-B	Torreta	25
AG-002-B	Eje	23
AG-003-B	Impulsor	21
AG-004-B	Chaveta	30
CU-001-B	Envolvente	7
CU-002-B	Cabezal	10
CU-003-B	Fondo	11
CU-004-B	Soporte	13
CU-005-B	Brida cabezal	16
CU-006-B	Brida envolvente	17
CU-007-B	O-ring	32
DA-002	Difusor de aire	19
IV-002	Inyector de vapor	53
M2	Motor	27
PT-201	Sensor de presión	39
RS-002	Resistencia	55
TT-101	Sensor de temperatura	40
VA-001-B	Válvula de vapor	45
VA-002-B	Válvula agua	44
VA-003-B	Válvula de cierre de venteo	46
VA-004-B	Válvula de vacío	44
VA-005-B	Válvula de aire comprimido	44
VM-001-B	Toma de muestra	42
VM-002-B	Válvula de entrada	43
VM-003-B	Válvula de salida	43
VP-002	Válvula reguladora de presión	51
VR-001-B	Válvula de retención de vapor	47
VR-002-B	Válvula de retención de agua	47
VR-003-B	Válvula de retención de venteo	47
VR-004-B	Válvula de retención de vacío	47
VR-005-B	Válvula de retención de aire	47
VS-002	Válvula de seguridad	48

2.3 Control.

Código	Descripción	Página
AI-01	Módulo de entradas/salidas analógicas	58
AI-02	Módulo de salidas digitales	59
BR-001	Barra de distribución	75
DP-001	Distribuidor de potencial	74
FT-301	Caudalímetro	41
FU-01	Fuente de alimentación	62
HMI-01	HMI	61
PLC-01	PLC	57
Q01	Termomagnética general	63
Q02	Interruptor diferencial general	64
Q03	Guardamotor motor M1	65
Q04	Guardamotor motor M2	66
Q05	Guardamotor bomba PU-01	67
Q06	Guardamotor bomba PU-02	67
Q07	Termomagnética fuente de alimentación	68
Q08	Termomagnética PLC	69
Q09	Termomagnética para resistencia RS-001	69
Q10	Termomagnética para resistencia RS-002	69
Q11	Termomagnética para bomba vacío	69
RL-001	Relé para válvula VA-001-A	70
RL-002	Relé para válvula VA-002-A	70
RL-003	Relé para válvula VA-003-A	70
RL-004	Relé para válvula VA-004-A	70
RL-005	Relé para válvula VA-005-A	70
RL-006	Relé para válvula VA-001-B	70
RL-007	Relé para válvula VA-002-B	70
RL-008	Relé para válvula VA-003-B	70
RL-009	Relé para válvula VA-004-B	70
RL-010	Relé para válvula VA-005-B	70
RL-011	Relé para osmosis OI-001	70
RL-012	Relé para vacío PU-03	70
RL-013	Relé de estado sólido RS-001	73
RL-014	Relé de estado sólido RS-002	73
SW-01	Modulo switch	60
GT-01	Gabinete	76
VF-001	Variador de frecuencia	56
VF-002	Variador de frecuencia	56
X1	Borneras de paso	71
X2	Borneras portas fusibles	72

2.4 Equipos auxiliares.

Código	Descripción	Página
CO-01	Compresor	33
EO-01	Equipo de ósmosis	37
FL-001	Filtro aire comprimido	54
FL-002	Separador	59
FL-003	Filtro "Y"	50
GV-01	Caldera	38
MA-001	Manómetro	52
MA-002	Manómetro	52
PU-01	Bomba peristáltica	35
PU-02	Bomba peristáltica	36
PU-03	Bomba de vacío	34

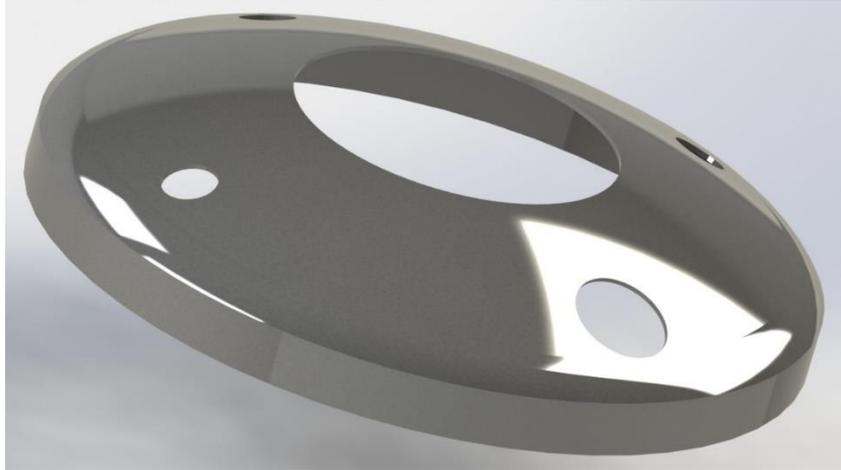
3 Especificaciones.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Envoltente	TAG: CU-001-A	Hoja 1 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Planos relacionados: 2007B-PS-001 (Nº 1) 2007B-PS-021 (Nº 21)	
Proveedor del material: Famiq		
Espesor de chapa: 2 mm	MC: Pág. 23	
Diseño: <div style="text-align: center;">  </div>		
Fabricación: Se realiza un corte y cilindrado de una lámina de acero, soldándose a tope. Se realizarán perforaciones para la conexión de los sensores, la resistencia de calefacción, el inyector de vapor, el difusor de aire y, por último, la toma de muestras. Se soldarán al interior de la envoltente los 4 deflectores a 90 grados.		

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Envoltente	TAG: CU-001-B	Hoja 2 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Planos relacionados: 2007B-PS-011 (Nº 11) 2007B-PS-020 (Nº 20)	
Proveedor del material: Famiq		
Espesor de chapa: 2 mm	MC: Pág. 53	
Diseño: <div style="text-align: center;">  </div>		
Fabricación: Se realiza un corte y cilindrado de una lámina de acero, soldándose a tope. Se realizarán perforaciones para la conexión de los sensores, la resistencia de calefacción, el inyector de vapor, el difusor de aire y la toma de muestras. Se soldarán al interior de la envoltente los 4 deflectores a 90 grados.		

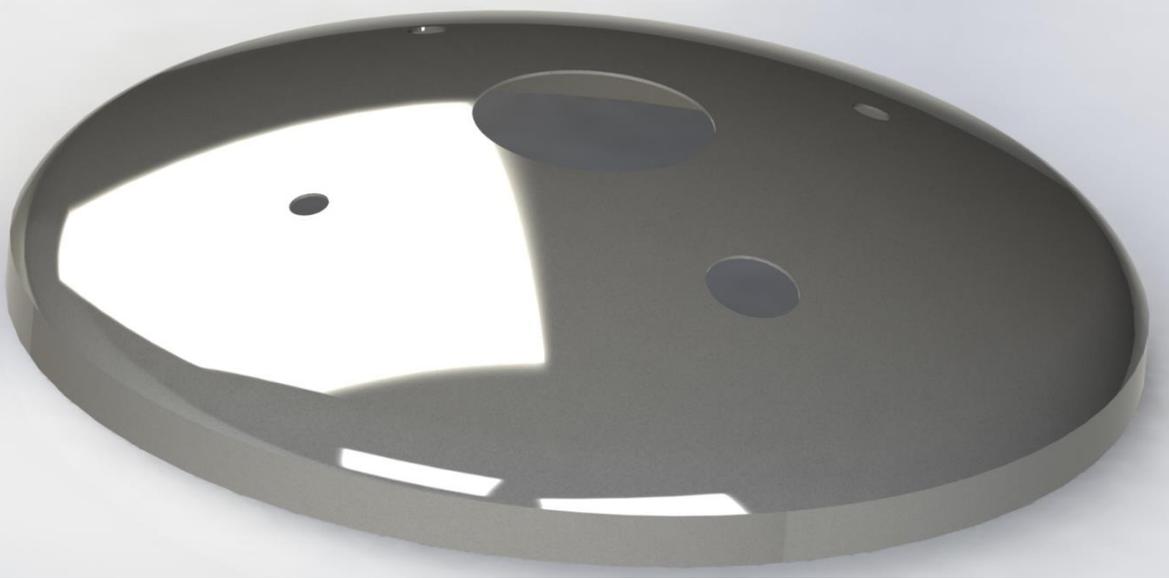
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		ESTRUCTURAL	
Nombre: Cabezal		TAG: CU-002-A	Hoja 1 de 4
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-002 (Nº 2)	
Fabricante: Famiq			
Espesor de chapa: 2 mm		MC: Pág. 26	

Diseño:



Fabricación: Se realiza una perforación para el montaje del sistema de agitación, una para la conexión de una válvula de venteo y válvula de seguridad, una para el ingreso de inoculantes, una para el ingreso de agua y una para el ingreso de medios de cultivo.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		ESTRUCTURAL	
Nombre: Fondo		TAG: CU-003-A	Hoja 2 de 4
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-003 (Nº 3)	
Fabricante: Famiq			
Espesor de chapa: 2 mm		MC: Pág. 26	
Diseño: <div style="text-align: center;">  </div>			
Fabricación: Se realiza una perforación en el fondo para la descarga del reactor. Se suelda a tope en la envolvente.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		ESTRUCTURAL	
Nombre: Cabezal		TAG: CU-002-B	Hoja 3 de 4
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-012 (Nº 12)	
Fabricante: Famiq			
Espesor de chapa: 3 mm		MC: Pág. 54	
Diseño:			
			
Fabricación: Se realiza una perforación para el montaje del sistema de agitación, una para la conexión de una válvula de venteo y válvula de seguridad, una para el ingreso de inoculantes, una para el ingreso de agua y una para el ingreso de medios de cultivo.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Fondo	TAG: CU-003-B	Hoja 4 de 4
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-013 (Nº 13)	
Fabricante: Famiq		
Espesor de chapa: 3 mm	MC: Pág. 54	
Diseño: <div style="text-align: center;">  </div>		
Fabricación: Se realiza una perforación en el fondo para la descarga del reactor. Se suelda a tope en la envolvente.		

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AIREACIÓN	
Nombre: Soporte		TAG: CU-004-A	Hoja 1 de 6
Material: Inoxidable AISI 316L	Diámetro patas: 1 in	Plano relacionado: 2007B-PS-004 (4)	
Proveedor del material: Famiq	Peso: 2,5 Kg		
Diámetro refuerzos: 3/4 in		MC: Pág. 27	

Diseño:



Fabricación: Se suelda centrado al fondo CU-003-A.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AIREACIÓN	
Nombre: Soporte		TAG: CU-004-B	Hoja 2 de 6
Material: Inoxidable AISI 316L	Diámetro patas: 2 in	Plano relacionado: 2007B-PS-014 (14)	
Proveedor del material: Famiq	Peso: 6,4 Kg		
Diámetro refuerzos: 1 in		MC: Pág. 55	

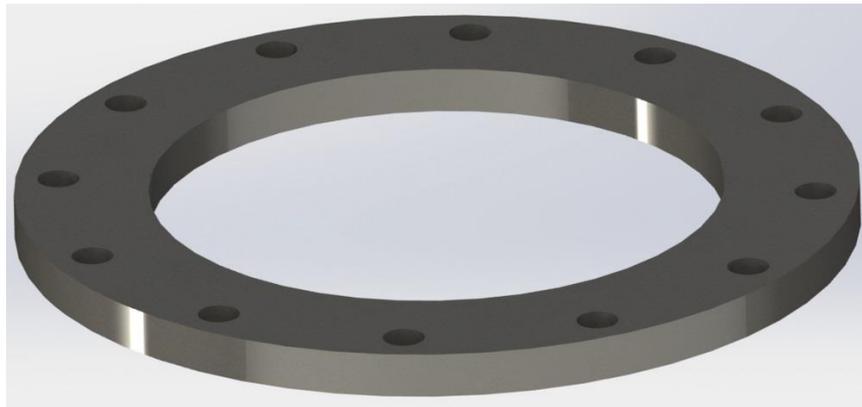
Diseño:



Fabricación: Se suelda centrado al fondo CU-003-B.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Brida Cabezal	TAG: CU-005-A	Hoja 3 de 6
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-005 (Nº 5)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 15 Kg	MC: Pág. 29	

Diseño:



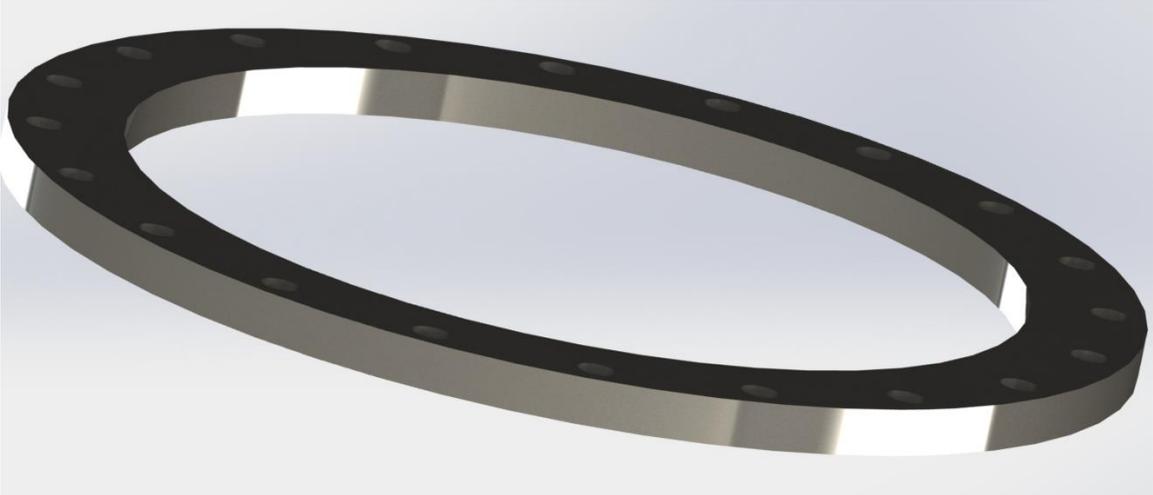
Fabricación: Se utilizarán bulones del fabricante Famiq, M20 de 100 mm de largo, de acero inoxidable 304. Esto requiere una tuerca M20 y un juego de arandelas planas. Se lo suelda a la parte recta del cabezal CU-002-A.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Brida envolvente	TAG: CU-006-A	Hoja 4 de 6
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-006 (Nº 6)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 14,3 Kg	MC: Pág. 29	

Diseño:

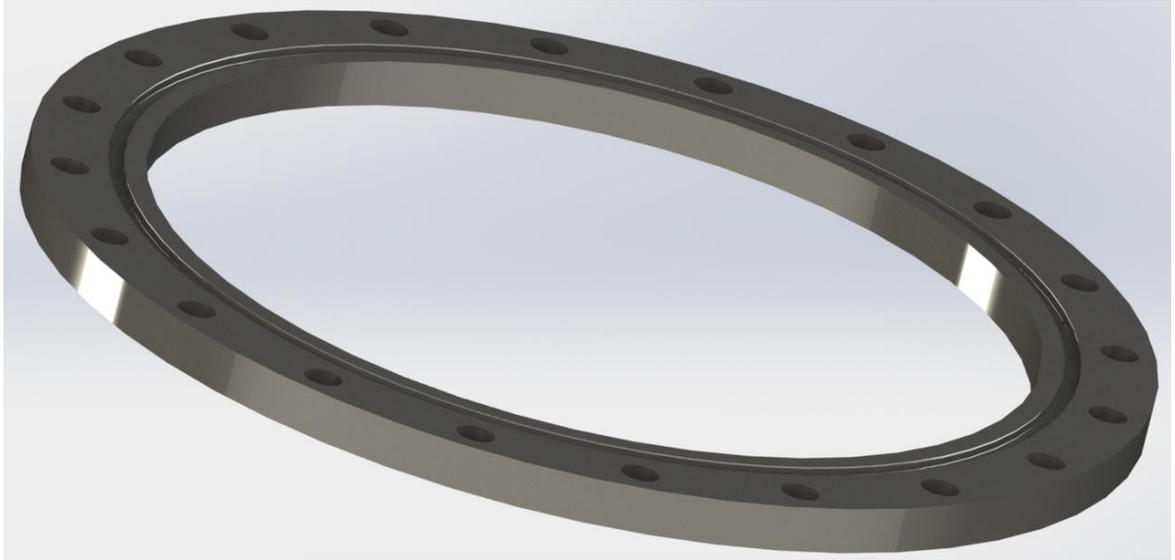


Fabricación: Se debe realizar una acanaladura para el O-Ring de cierre hermético. Se lo suelda al ras de la envolvente CU-001-A.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		ESTRUCTURAL	
Nombre: Brida cabezal		TAG: CU-005-B	Hoja 5 de 6
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-015 (Nº 15)	
Proveedor del material: Famiq			
Peso: 39 Kg		MC: Pág. 56	
Diseño:			
			
<p>Fabricación: Se utilizarán bulones del fabricante Famiq, M24 de 100 mm de largo, de acero inoxidable 304. Esto requiere una tuerca M24 y un juego de arandelas planas. Se lo suelda a la parte recta del cabezal CU-002-B.</p>			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESTRUCTURAL	
Nombre: Brida envolvente	TAG: CU-006-B	Hoja 6 de 6
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-016 (Nº 16)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 38,5 Kg	MC: Pág. 56	

Diseño:



Fabricación: Se debe realizar una acanaladura para el O-Ring de cierre hermético. Se lo suelda al ras de la envolvente CU-001-B.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	AIREACIÓN	
Nombre: Difusor de aire	TAG: DA-001	Hoja 1 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-007 (Nº 7)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 0,05 Kg	MC: Pág. 45	

Diseño:



Fabricación: Se suelda en la entrada de aire un caño de 1/2 in roscado para la conexión con la válvula solenoide y este se suelda, de tal manera que, el aireador quede centrado a la envolvente CU-001-A.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	AIREACIÓN	
Nombre: Difusor de aire	TAG: DA-002	Hoja 2 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-017 (Nº 17)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 0,20 Kg	MC: Pág. 64	

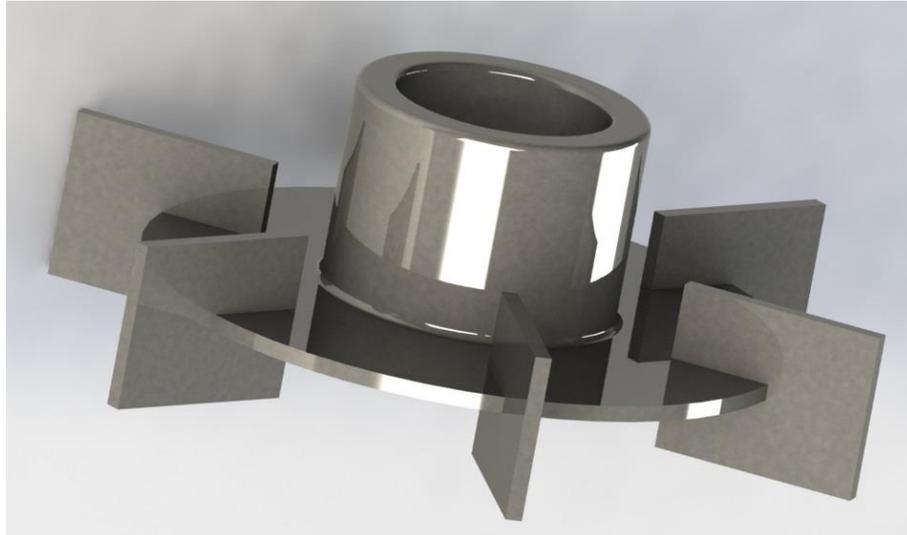
Diseño:



Fabricación: Se suelda en la entrada de aire un caño de 1/2 in roscado para la conexión con la válvula solenoide y este se suelda, de tal manera que, el aireador quede centrado a la envolvente CU-001-B.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Impulsor		TAG: AG-003-A	Hoja 1 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-009 (Nº 9)	
Proveedor del material: Famiq			
Peso: 0,2 Kg		MC: Pág. 30	

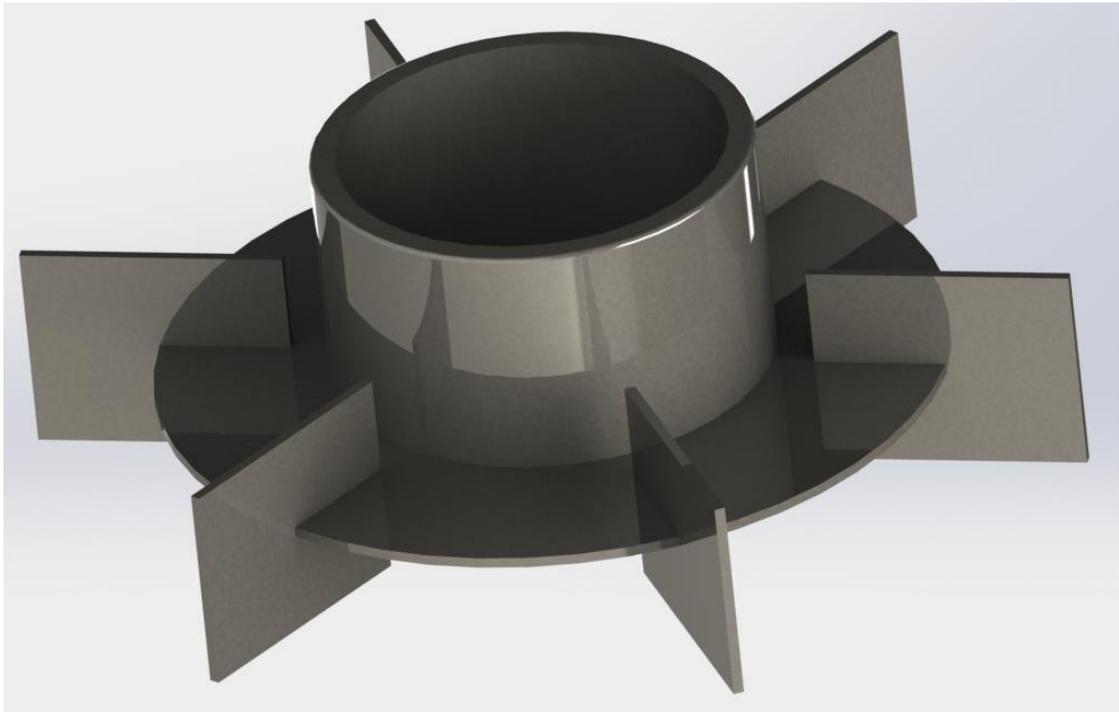
Diseño:



Fabricación: Se realiza el corte a partir de los sobrantes de chapa de la envolvente. Se encastra en el eje y se suelda en la parte inferior.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Impulsor		TAG: AG-003-B	Hoja 2 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-019 (Nº 19)	
Proveedor del material: Famiq			
Peso: 0,9 Kg		MC: Pág. 58	

Diseño:



Fabricación: Se realiza el corte a partir de los sobrantes de chapa de la envolvente. Se encastra en el eje AG-002-B, a tope y se suelda en la parte superior del cubo con una costura continua.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	AGITACIÓN	
Nombre: Eje	TAG: AG-002-A	Hoja 1 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L	Plano relacionado: 2007B-PS-008 (Nº 8)	
Proveedor del material: Famiq		
Peso: 1,9 Kg	MC: Pág. 35	
Diseño: <div style="text-align: center;">  </div>		
Fabricación: Eje de barra maciza con un acople soldado en la parte superior, la cual esta roscado con la medida de la rosca de la torreta.		

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Eje		TAG: AG-002-B	Hoja 2 de 2
Material: Acero inoxidable AISI 316L		Plano relacionado: 2007B-PS-018 (Nº 18)	
Proveedor del material: Famiq			
Peso: 6,8 Kg		MC: Pág. 60	
Diseño: <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div>			
Fabricación: Eje hueco, al cual se le suelda un adaptador en la punta superior.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Torreta		TAG: AG-001-A	Hoja 1 de 2
Construcción: Hierro forjado	Modelo: HT0		MC: Pág. 42
Marca: Vak Kimsa	Estanqueidad: Sello mecánico en seco		
Tipo de eje: Roscado			

Diseño:



Montaje: Se ajusta en la brida soldada sobre el cabezal con bulones M16, tuercas M16 y arandelas planas.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Torreta		TAG: AG-001-B	Hoja 2 de 2
Construcción: Hierro forjado	Modelo: HT0		MC: Pág. 63
Marca: Vak Kimsa	Estanqueidad: Sello mecánico en seco		
Tipo de eje: Roscado			

Diseño:



Montaje: Se ajusta en la brida soldada sobre el cabezal con bulones M16, tuercas M16 y arandelas planas.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		MOTORES	
Nombre: Motor		TAG: M1	Hoja 1 de 2
Marca: WEG	Tipo: V1	Potencia: 0,12 Kw	MC: Pág. 33
Modelo: W22 - Trifásico	Materia: Hierro gris	Rpm: 905	
Clase de eficiencia: IE2	Brida: FF-115	Frecuencia: 50/60 hz	

Diseño: se solicita al fabricante un eje de acero inoxidable.



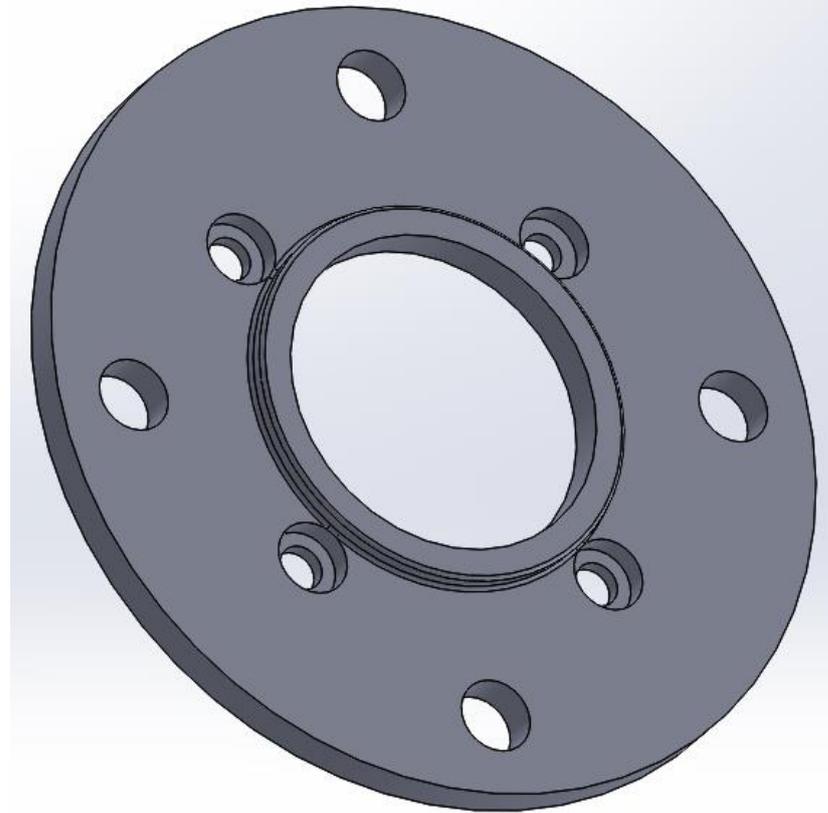
Montaje: Se ensambla sobre la torreta de estancamiento con el adaptador de montaje AG-005-A.

Se lo sujeta a la misma con cuatro bulones M10 con tuerca M10 y arandela plana.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		MOTORES	
Nombre: Motor		TAG: M2	Hoja 2 de 2
Marca: WEG	Tipo: V1	Potencia: 0,25 Kw	MC: Pág. 59
Modelo: W22 - Trifásico	Materia: Hierro gris	Rpm: 890	
Clase de eficiencia: IE2	Brida: FF-130	Frecuencia: 50/60 hz	
Diseño: se solicita al fabricante un eje de acero inoxidable.			
			
Montaje: Se lo sujeta con cuatro bulones M16 con tuerca M16 y arandela plana.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	AGITACIÓN	
Nombre: Adaptador de montaje	TAG: AG-005-A	Hoja 1 de 1
Proveedor del material: Famiq	Plano relacionado: 2007B-PS-010 (Nº 10)	
Material: Acero inoxidable AISI 316L	MC: Pág. 44	

Diseño:



Pedido: Se utiliza cuatro bulones M10, con tuerca M10 y arandelas planas, para la sujeción del motor y cuatro bulones M16, con tuerca M16 y arandela plana, para la sujeción a la torreta.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Chaveta		TAG: AG-004-A	Hoja 1 de 2
Marca: Chavetas Galas S.R.L.	Longitud: 14mm	MC: Pág. 45	
Norma: DIN 6889	Ancho: 4mm		
Tipo: A	Alto: 4mm		
Diseño: 			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		AGITACIÓN	
Nombre: Chaveta		TAG: AG-004-B	Hoja 2 de 2
Marca: Chavetas Galas S.R.L.	Longitud: 18mm	MC: Pág. 64	
Norma: DIN 6889	Ancho: 5mm		
Tipo: A	Alto: 5mm		
Diseño: 			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		MOTORES	
Nombre: O-ring		TAG: CU-007-A	Hoja 1 de 2
Marca: Parker Hannifin S.A.	Material: S3018-70 ^a		MC: Pág. 29
Modelo: 2-454	Sección: 6.99 mm		
Tipo: Standar	Diam. Exterior: 330,85 mm		

Diseño:



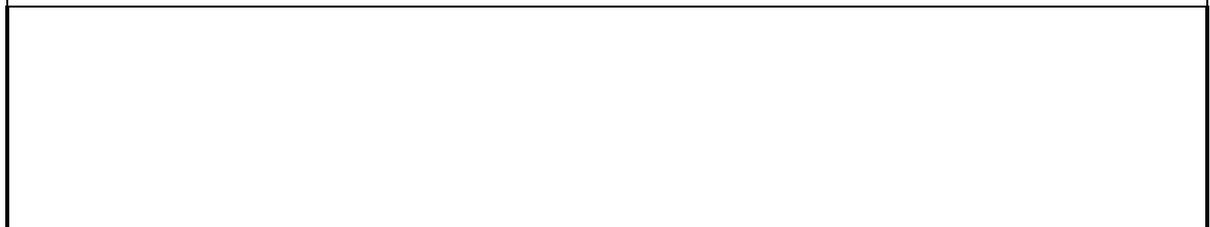
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		MOTORES	
Nombre: O-ring		TAG: CU-007-B	Hoja 2 de 2
Marca: Parker Hannifin S.A.	Material: S3018-70A		MC: Pág. 57
Modelo: 2-474	Sección: 6.99 mm		
Tipo: Standar	Diam. Exterior: 647,46 mm		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		COMPRESOR	
Nombre: Compresor		TAG: CO-01	Hoja 1 de 1
Marca: Fema	Capacidad: 50 L	Potencia: 0,80 Kw	MC: Pág. 74
Modelo: Fema-8050	Presión: 8 Bar	Frecuencia: 50 Hz	
Clase: Libre de aceite	Caudal: 150 L/min		

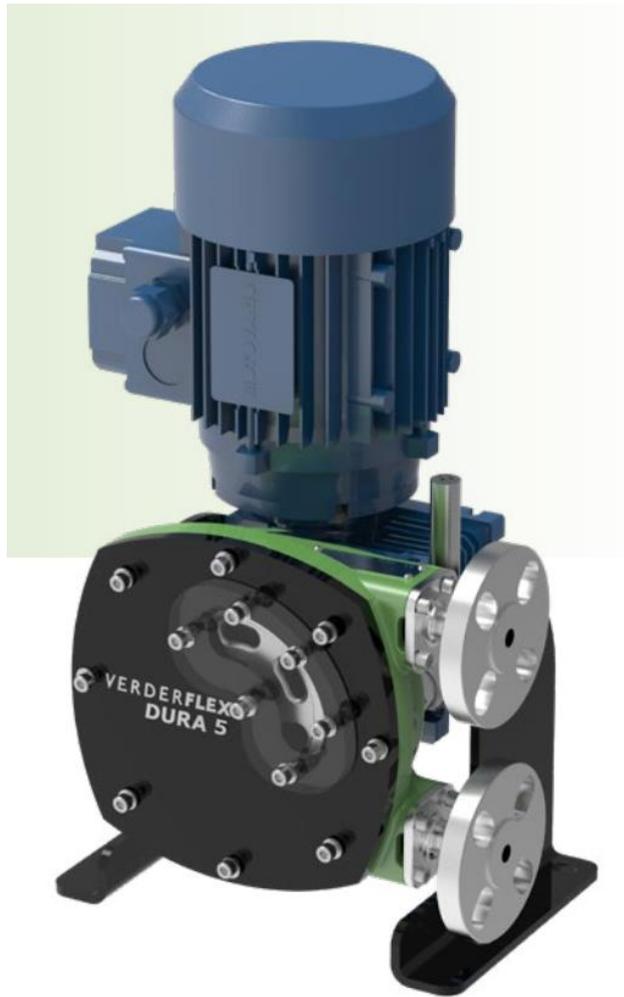
Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		BOMBAS	
Nombre: Bomba de vacío		TAG: PU-03	Hoja 1 de 1
Marca: Vacuubrand	Presión mínima: 100 mBar		MC: Pág. 74
Modelo: ME 1C	Caudal: 0,7 m ³ /h		
Clase: De membrana			
Diseño:			
			
Perdido: Se solicita al fabricante manguera de caucho DN 8.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		BOMBAS	
Nombre: Bomba peristáltica		TAG: PU-01	Hoja 1 de 2
Marca: Verdeflex	Caudal máx.: 23 L/hs		MC: Pág. 72
Modelo: Dura 5	Presión: 8 Bar		

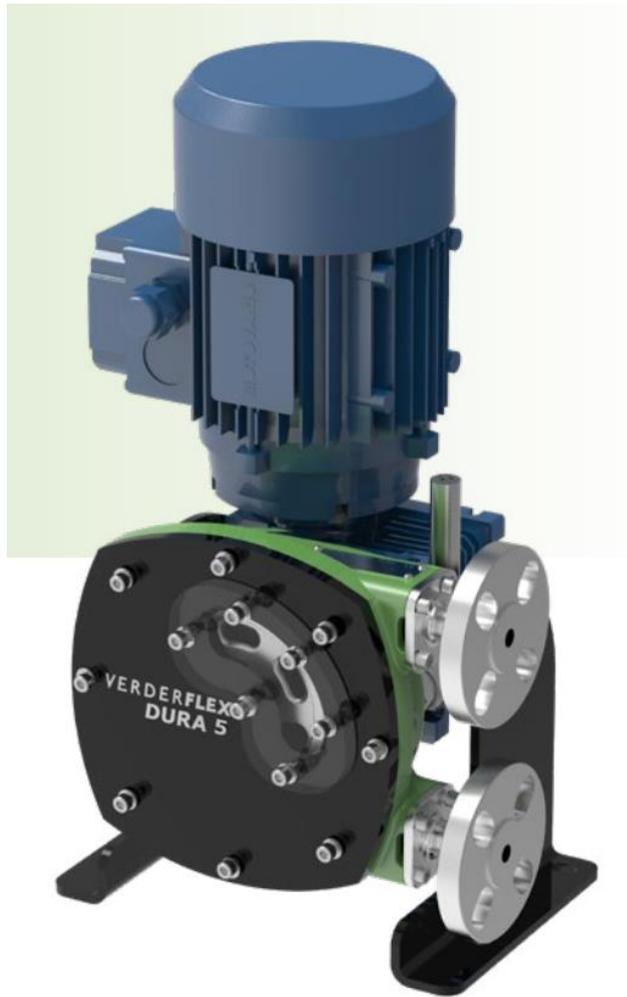
Diseño:



Pedido: Se solicita dos adaptadores de brida DN10 a brida clamp de 1/2 in.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		BOMBAS	
Nombre: Bomba peristáltica		TAG: PU-02	Hoja 2 de 2
Marca: Verdeflex	Caudal máx.: 140 L/hs	MC: Pág. 73	
Modelo: Dura 10	Presión: 12 Bar		

Diseño:



Pedido: Se solicita dos adaptadores de brida DN10 a brida clamp de 1/2 in.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		OSMOSIS	
Nombre: Osmosis Inversa		TAG: EO-01	Hoja 1 de 1
Marca: Osmovic	Potencia: 1 Hp	MC: Pág. 77	
Modelo: OI-300	Caudal máx.: 320 L/hs		
Tipo: Básico	Presión: 8 Bar		

Diseño:



Pedido: Se solicita al fabricante la posibilidad de accionar el equipo mediante una conexión para PLC en el tablero.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		VAPOR	
Nombre: CALDERA		TAG: GV-01	Hoja 1 de 1
Marca: Flowing	Potencia: 30 KW	MC: Pág. 76	
Modelo: FE-S30/30	Caudal máx.: 43 Kg/hs		
Tipo: trifásico	Presión: 4 Bar		

Diseño:



Pedido: Se solicita el generador de vapor, con bomba de presión y sin recuperador de condensado.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		SENSORES	
Nombre: Sensor de presión		TAG: PT-201 PT-202	Hoja 1 de 3
Marca: Ifm	Salida analógica: 1 de 4 a 20 mA	MC: Pág. 99	
Modelo: PM1605	Presión: -1 a 4 Bar		
Rosca sujeción: G 1 junta cónica	Material: 316L		
Temperatura máxima: 125 °C	Conexión eléctrica: M12		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		SENSORES	
Nombre: Sensor de Temperatura		TAG: TT-101 TT-102	Hoja 2 de 3
Marca: Ifm	Salida analógica: 1 de 4 a 20 mA	MC: Pág. 98	
Modelo: TA2511	medición: -50 a 200 °C		
Longitud: 50 mm	Material: 316L		
Rosca sujeción: G ½ junta cónica	Conexión eléctrica: M12		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		SENSORES	
Nombre: caudalímetro		TAG: FT-301	Hoja 3 de 3
Marca: Ifm	Salida analógica: 1 de 4 a 20 mA	MC: Pág. 100	
Modelo: SV3150	Rango de medición: 0,5 a 10 L/min		
Longitud: 50 mm	Tensión de alimentación: de 8 a 33 VDC		
Rosca: G 1/2 DN6	Conexión eléctrica: M12		

Diseño:



Pedido: Cable de conexión, modelo EVC005. Material carcasa TPU naranja; Junta de estanqueidad: FKM

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		VALVULAS	
Nombre: Válvula toma de muestras		TAG: VM-001-A VM-001-B	Hoja 1 de 2
Marca: Famiq	Tipo: Para soldar		MC: Pág. 70
Modelo: Grifo sacramuestra aséptico	Material del cuerpo: Acero 316L		
Tamaño nominal: 1 in	Material del asiento:		

Diseño:



Montaje: Se suelda la válvula VM-001-A a la envolvente CU-001-A y la VM-001-B a la envolvente CU-001-B.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	VALVULAS
------------------------	----------

Preparó: Blanc, Jairo; Casaspro, Mario; Pighetti, Jonathan	Revisó: GP 28-05-21	Aprobó:	Página 42 de 80
---	---------------------	---------	-----------------

Nombre: Válvula Esférica		TAG: VM-002-B VM-003-A VM-003-B	Hoja 2 de 2
Marca: Famiq	Material del cuerpo: Acero 316L		MC: Pág. 78 y 79
Modelo: Esférica de tres cuerpos	Material del asiento:		
Tamaño nominal: ½ in			

Diseño:



Pedido: En total tres válvulas con las mismas características.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	VALVULAS
------------------------	----------

Nombre: Válvula Solenoide	TAG: VA-002-A VA-004-A VA-005-A	VA-002-B VA-004-B VA-005-B	Hoja 1 de 3
Marca: Jefferson	Conexión: BSP ½ in		MC: Pág. 101
Serie: 1335	Tipo: Normal Cerrada		
Código cuerpo: 1335IA084D	Presión máxima: 10 Bar		
Código bobina: MH19C	Material del cuerpo: Acero 316		
	Material del asiento: Buna "N"		

Diseño:



Pedido: En total seis válvulas con las mismas características.

Montaje: Cada válvula se ensambla con una válvula de retención de clapeta a la salida del fluido.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	VALVULAS
-------------------------------	-----------------

Nombre: Válvula Solenoide		TAG: VA-001-A VA-001-B	Hoja 2 de 3
Marca: Jefferson	Conexión: BSP ½ in		MC: Pág. 101
Serie: 1335	Tipo: Normal Cerrado		
Código cuerpo: 1335IE084D	Presión máxima: 10 Bar		
Código bobina: MH19C	Material del cuerpo: Acero 316		
		Material del asiento: EPDM	

Diseño:



Pedido: En total dos válvulas con las mismas características.

Montaje: Cada válvula se ensambla con una válvula de retención de clapeta a la salida del fluido.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		VALVULAS	
Nombre: Válvula Solenoide		TAG: VA-003-A VA-003-B	Hoja 3 de 3
Marca: Jefferson	Conexión: BSP ½ in	MC: Pág. 101	
Serie: 1335	Tipo: Normal Abierta		
Código cuerpo: 1335IA084DINA	Presión máxima: 10 Bar		
Código bobina: MH19C	Material del cuerpo: Acero 316		
	Material del asiento: Buna "N"		

Diseño:



Pedido: En total dos válvulas con las mismas características.

Montaje: Cada válvula se ensambla con una válvula de retención de clapeta a la salida del fluido.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	VALVULAS		
Nombre: Válvula de retención	TAG: VR-001-A VR-002-A VR-003-A VR-004-A VR-005-A	VR-001-B VR-002-B VR-003-B VR-004-B VR-005-B	Hoja 1 de 1
Marca: Genebre	Tipo: Clapeta oscilante		MC: Pág. 103
Modelo: 2430 04	Presión máxima: 16 Bar		
Conexión: BSP ½ in	Material del cuerpo: Acero 316		
Diseño:			
			
Pedido: En total diez válvulas con las mismas características.			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		VALVULAS	
Nombre: Válvula de Seguridad		TAG: VS-001 VS-002	Hoja 1 de 6
Marca: Spirax Sarco	Rango de presión: 1,65 a 20 Barg		MC: Pág. 71
Modelo: SV405P	Material del cuerpo: Acero 304		
Rosca de sujeción: BSP ½ in	Material del asiento: Viton		
Rosca de salida: BSP ¾ in	Presión de trabajo: 1,65 Barg		

Diseño:



Pedido: En total dos válvulas con las mismas características.

Montaje: Estas válvulas se unen a la línea L008 mediante un adaptador de ¾ in a ½ in.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE VAPOR	
Nombre: Separador		TAG: FL-002	Hoja 2 de 6
Marca: Spirax Sarco	Presión máxima: 13,8 Barg		MC: Pág. 81
Modelo: S1	Rosca de sujeción: BSP ½ in		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE VAPOR	
Nombre: Filtro		TAG: FL-003	Hoja 3 de 6
Marca: Spirax Sarco	Presión máxima: 21 Barg		MC: Pág. 81
Tipo: Y	Rosca de sujeción: BSP ½ in		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE VAPOR	
Nombre: Reguladora de presión		TAG: VP-001 VP-002	Hoja 4 de 6
Marca: Spirax Sarco	Rango de presión: 0,14 a 8,6 bar	MC: Pág. 82	
Modelo: SRV2	Rosca de sujeción: BSP ½ in		
Material: acero inoxidable 316	Cuerpo: PN25		

Diseño:

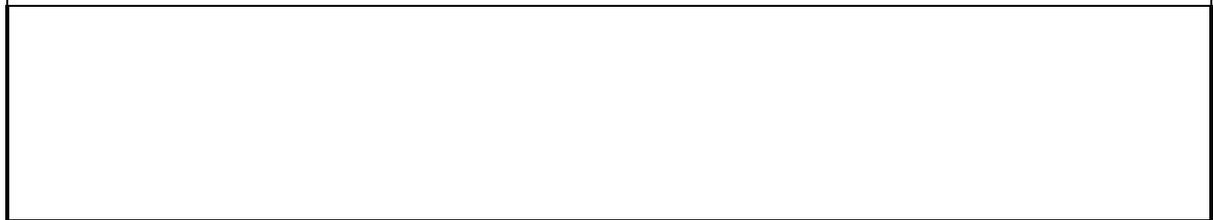


--

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE VAPOR	
Nombre: Manómetro		TAG: MA-001 MA-002	Hoja 5 de 6
Marca: Spirax Sarco	Rosca sifón: BSP macho 3/8 in	MC: Pág. 83	
Rosca BSP macho 3/8 in	Gallo de calibre: BSP hembra 3/8 in		
Rango de presión: 0 a 4 bar			
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE VAPOR	
Nombre: Inyector de vapor		TAG: IV-001 IV-002	Hoja 6 de 6
Marca: Spirax Sarco	Rosca envolvente: BSP ½ in	MC: Pág. 47 y 65	
Modelo: IN15	Rosca Entrada: BSP ½ in		

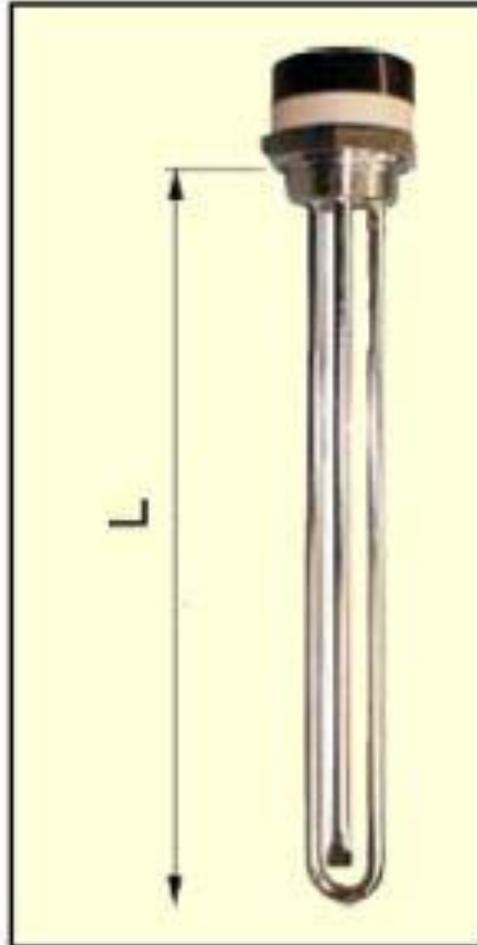
Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		LÍNEA DE AIRE COMPRIMIDO	
Nombre: Filtro de aire		TAG: FL-001	Hoja 1 de 1
Marca: Micro automacion	Grado: H 0,01 micra		MC: Pág. 87
Modelo de carcasa: AF010	Rosca de sujeción: G ½ in		
Modelo de filtro: AF15H	Caudal máximo: 0,66 m ³ /min		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		RESISTENCIAS	
Nombre: Resistencia de calefacción		TAG: RS-001 RS-002	Hoja 1 de 1
Marca: CRN Tecnopart	Largo: 135 mm	MC: Pág. 69	
Modelo: CNR20-11	Material: Inoxidable 321		
Potencia: 500 KW	Rosca de sujeción: 1 ¼ in gas		

Diseño:



Pedido: En total serian dos resistencias de dicho modelo.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		VARIADORES	
Nombre: Variador de frecuencia		TAG: VF-001 VF-002	Hoja 1 de 6
Marca: Siemens	Entrada: trifásico 380 V	MC: Pág. 97	
Modelo: Sinamics G120	Unidad de control: CU240S PN		
Unidad de potencia: PM240	Comunicación: Profinet		
Potencia: 0,37 KW			

Diseño:



Pedido: En total son dos variadores.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		CONTROL	
Nombre: PLC		TAG: PLC-01	Hoja 2 de 6
Marca: Siemens	Entradas analógicas: 3	MC: Pág. 88	
Modelo: S7-1200-1214C-AC/DC/Relé	Salidas analógicas: 0		
Código: 6ES7214-1BE30-0XB0	Entradas digitales: 14		
Interfaz: Profinet	Salidas digitales: 10		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		CONTROL	
Nombre: Modulo de entradas/salidas analógicas		TAG: AI-01	Hoja 3 de 6
Marca: Siemens	Entradas analógicas: 4		MC: Pág. 88
Modelo: SM 1234	Salidas analógicas: 2		
Código: 6ES7 234-4HE30-0XB0			

Diseño:



--

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		CONTROL	
Nombre: Modulo de salidas digitales		TAG: AI-02	Hoja 4 de 6
Marca: Siemens	Código: 6ES7 222-1BD30-0XB0	MC: Pág. 89	
Modelo: SB 1222	Salidas digitales: 4		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		CONTROL	
Nombre: Módulo switch de comunicación		TAG: SW-01	Hoja 5 de 6
Marca: Siemens	Código: 6GK7 277-1AA00-0AA0	MC: Pág. 90	
Modelo: CSM 1277	Conectores RJ45: 4 hembras		

Diseño:



--

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		CONTROL	
Nombre: HMI		TAG: HMI-01	Hoja 6 de 6
Marca: Siemens	Resolución: 800x480	MC: Pág. 90	
Tipo: TFT	Colores: 16 millones		
Código: 6AV2124-0JC01-0AX0	Número de variables: 2048		
Pantalla: Táctil de 9 in	Número de pantallas de procesos: 500		

Diseño:



Montaje: se monta sobre la puerta del gabinete.

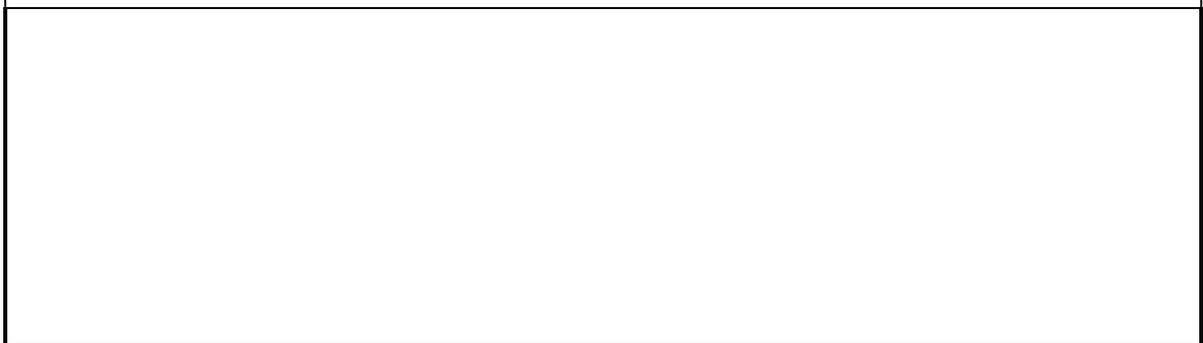
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Fuente de alimentación		TAG: FU-01	Hoja 1 de 8
Marca: Schneider	Tensión de alimentación: 100 .. 240 V AC	MC: Pág. 104	
Modelo: ABL51A24100	Tensión de salida: 24 V CC		
Potencia: 240 W	Corriente máxima de salida: 10 A		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Termomagnética general		TAG: Q01	Hoja 2 de 8
Marca: Schneider	Tensión de alimentación: 380 V AC		MC: Pág. 107
Modelo: Easy9 MCB	Corriente máxima: 25 A		
Número de polos: 4	Curva: C		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Interruptor diferencial general		TAG: Q02	Hoja 3 de 8
Marca: Schneider	Tensión de alimentación: 380 V AC	MC: Pág. 108	
Modelo: IID	Corriente máxima: 25 A		
Nombre: Acti 9iID40	Sensibilidad a la fuga a tierra: 30 mA		
Número de polos: 4	Clase: AC		

Diseño:



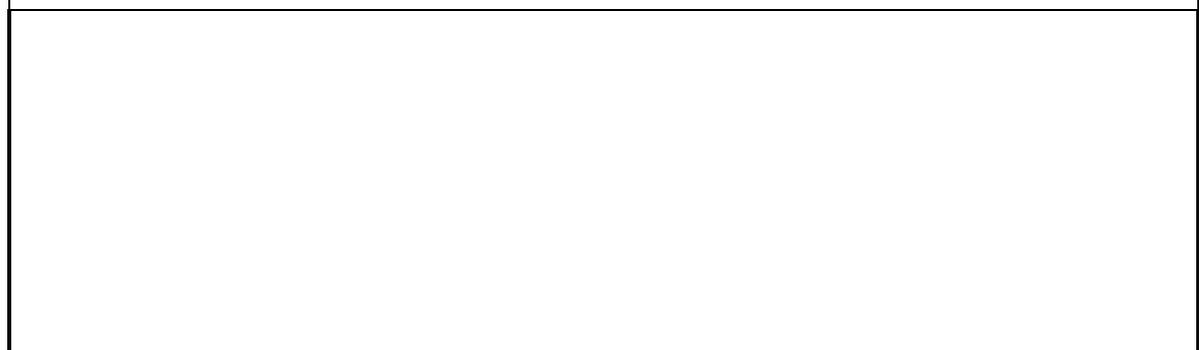
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Guardamotor para motor M1		TAG: Q03	Hoja 4 de 8
Marca: Schneider	Tensión nominal: 380 V AC		MC: Pág. 108
Nombre: TeSys GV2	Corriente nominal: 0,63 A		
Modelo: GV2ME04	Numero de polos: 3		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Guardamotor para motor M2		TAG: Q04	Hoja 5 de 8
Marca: Schneider	Tensión nominal: 380 V AC	MC: Pág. 108	
Nombre: TeSys GV2	Corriente nominal: 1,6 A		
Modelo: GV2ME06	Numero de polos: 3		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Guardamotor para bombas peristálticas		TAG: Q05 Q06	Hoja 6 de 8
Marca: Schneider	Código de referencia: GV2ME06K1Q7	MC: Pág.109	
Nombre: TeSys GV2	Tensión nominal: 380 V AC		
Modelo del guardamotor: GV2ME06	Corriente nominal: 1,6 A		
Modelo del contactor: LC1K06	Numero de polos: 3		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Termomagnética bipolar		TAG: Q07	Hoja 7 de 8
Marca: Schneider	Tensión de alimentación: 240 V AC	MC: Pág. 110	
Modelo: Easy9 MCB	Corriente nominal: 6 A		
Número de polos: 2	Curva de corte: Tipo C		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Termomagnética unipolar		TAG: Q08 Q09	Q10 Q11 Hoja 8 de 8
Marca: Schneider	Tensión de alimentación: 240 V AC		MC: Pág. 111
Modelo: Easy9 MCB	Corriente nominal: 6 A		
Número de polos: 1	Curva de corte: Tipo C		
Diseño:			
			

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Relé electromecánico		TAG: RL-001 RL-002 RL-003 RL-004 RL-005 R L-006	RL-007 RL-008 RL-009 RL-010 RL-011 RL-012
Marca: Zoloda	Modelo Interfaz: IZET62-024CL-024CO-2501106	Hoja 1 de 3	
Modelo zócalo: IZ-PCI	Tipo: Electromecánico		
Código: 221.019	Tensión alimentación: 24 V		
Tensión máxima: 250 v	Tensión máxima de salida: 250 V		
Paso: 6,2 mm	Corriente máxima: 6 A		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Borneras de paso		TAG: X1	Hoja 2 de 3
Marca: Zoloda	Cantidad: 39	MC: Pág. 112	
Código: BPN-2,5	Corriente máxima: 20 A		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Borneras Porta Fusibles		TAG: X2	Hoja 2 de 3
Marca: Zoloda	Cantidad: 15	MC: Pág. 112	
Código: BKNP-520	Corriente de corte: 6,3 A		

Diseño:



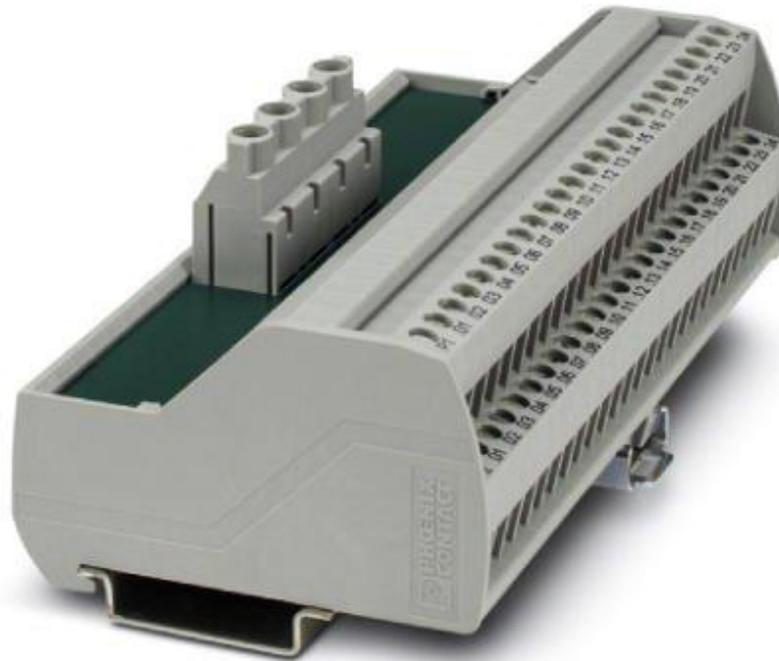
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Relé PWM		TAG: RL-013 RL-014	Hoja 1 de 1
Marca: Celduc	Tensión alimentación: 230 V		MC: Pág. 106
Modelo: SG541020	Control: 0 a 10 V		
Tipo de control: Onda completa	Corriente máxima: 10 A		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Distribuidor de potencial		TAG: DP-001	Hoja 1 de 1
Marca: Phoenix Contact	Conexiones: 2 entradas/24 salidas (por potencial)		MC: Pág. 105
Modelo: Varioface	Corriente suma: 30 A (por potencial)		
Tipo: VIP-2/SC/PDM-2/48	Corriente máxima por potencial:		
Clave de pedido: 2903717	Carril DIN, 35 x 7,5		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
------------------------	--	---------	--

Preparó: Blanc, Jairo; Casaspro, Mario; Pighetti, Jonathan	Revisó: GP 28-05-21	Aprobó:	Página 74 de 80
---	---------------------	---------	-----------------

Nombre: Barras de distribución		TAG: BR-001	Hoja 1 de 1
Marca: Gabixel	Perforaciones de entradas: 2		MC: Pág. 111
Modelo: BC 16010	Perforaciones de salidas: 10		
Cantidad de barras: 5	Código de aislador: ESC 160		
Corriente máxima: 160 A	Tipo de aislador: Serrucho		

Diseño:



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		TABLERO	
Nombre: Gabinete		TAG: GT-01	Hoja 1 de 1
Marca: Gabexel	Alto: 1200 mm	MC: Pág. 114	
Código: GE 12060	Ancho: 600 mm		
Proteccion: IP65	Profundidad: 260mm		

Diseño:



4 Listado de planos.

NÚMERO DE PLANO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	2007B-PS-001	Envolvente CU-001-A
2	2007B-PS-002	Cabezal CU-002-A
3	2007B-PS-003	Fondo CU-003-A
4	2007B-PS-004	Soporte CU-004-A
5	2007B-PS-005	Brida Cabezal CU-005-A
6	2007B-PS-006	Brida envolvente CU-006-A
7	2007B-PS-007	Aireador DA-001
8	2007B-PS-008	Eje AG-002-A
9	2007B-PS-009	Impulsor AG-003-A
10	2007B-PS-010	Adaptador AG-005-A
11	2007B-PS-011	Envolvente CU-001-B
12	2007B-PS-012	Cabezal CU-002-B
13	2007B-PS-013	Fondo CU-003-B
14	2007B-PS-014	Soporte CU-004-B
15	2007B-PS-015	Brida Cabezal CU-005-B
16	2007B-PS-016	Brida envolvente CU-006-B
17	2007B-PS-017	Aireador DA-002
18	2007B-PS-018	Eje AG-002-B
19	2007B-PS-019	Impulsor AG-003-B
20	2007B-PS-020	Baffles envolvente CU-001-A
21	2007B-PS-021	Baffles envolvente CU-001-B
22	2007B-PE-001	Arquitectura de red
23	2007B-PE-002	Diagrama topográfico
24	2007B-PE-003	Protecciones del tablero
25	2007B-PE-004	Protecciones del tablero
26	2007B-PE-005	Variador de velocidad VF-001
27	2007B-PE-006	Variador de velocidad VF-002
28	2007B-PE-007	Contactador KM5
29	2007B-PE-008	Contactador KM6
30	2007B-PE-009	Entradas y salidas del PLC-01
31	2007B-PE-010	Fuente de alimentacio FU-01
32	2007B-PE-011	Comando y alimentacion de relé
33	2007B-PE-012	Conexión de sensores
34	2007B-PE-013	Conexión relé de estado sólido

5 Planilla de cableado.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENTRADA	SALIDA	SECCIÓN	TIPO	MARCA	NÚM. PLANO
C001	Alimentación Q01 línea R	Tablero general	Q01	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C002	Alimentación Q01 línea S	Tablero general	Q01	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C003	Alimentación Q01 línea T	Tablero general	Q01	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C004	Alimentación Q01 Neutro	Tablero general	Q01	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C005	Alimentación BR-001 Neutro	Q02	BR-001	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C006	Alimentación BR-001 línea T	Q02	BR-001	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C007	Alimentación BR-001 línea S	Q02	BR-001	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C008	Alimentación BR-001 línea R	Q02	BR-001	4 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C009	Alimentación Q03 línea R	BR-001	Q03	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C010	Alimentación Q03 línea S	BR-001	Q03	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C011	Alimentación Q03 línea T	BR-001	Q03	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C012	Alimentación Q04 línea R	BR-001	Q04	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C013	Alimentación Q04 línea S	BR-001	Q04	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C014	Alimentación Q04 línea T	BR-001	Q04	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C015	Alimentación Q05 línea R	BR-001	Q05	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C016	Alimentación Q05 línea S	BR-001	Q05	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C017	Alimentación Q05 línea T	BR-001	Q05	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C018	Alimentación Q06 línea R	BR-001	Q06	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C019	Alimentación Q06 línea S	BR-001	Q06	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C020	Alimentación Q06 línea T	BR-001	Q06	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	24
C021	Alimentación Q07 línea R	BR-001	Q07	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C022	Alimentación Q07 neutro	BR-001	Q07	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C023	Alimentación Q08 línea S	BR-001	Q08	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C024	Alimentación Q09 línea T	BR-001	Q09	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C025	Alimentación Q10 línea R	BR-001	Q10	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C026	Alimentación Q11 línea S	BR-001	Q11	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C027	Alimentación VF-001 línea R	Q03	U1 - VF-001	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C028	Alimentación VF-001 línea S	Q03	V1 - VF-001	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C029	Alimentación VF-001 línea T	Q03	W1 - VF-001	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C030	Puesta a tierra VF-001	PE - BR-001	PE - VF-001	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C031	Alimentación VF-002 línea R	Q04	U1 - VF-002	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C032	Alimentación VF-002 línea S	Q04	V1 - VF-002	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C033	Alimentación VF-002 línea T	Q04	W1 - VF-002	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C034	Puesta a tierra VF-002	PE - BR-001	PE - VF-002	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C035	Alimentación PU-01 línea R	Q05	9 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	28
C036	Alimentación PU-01 línea S	Q05	10 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	28
C037	Alimentación PU-01 línea T	Q05	11 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	28
C038	Alimentación PU-01 puesta a tierra	PE - BR-001	12 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	28
C039	Alimentación PU-02 línea R	Q06	13 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	29
C040	Alimentación PU-02 línea S	Q06	14 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	29
C041	Alimentación PU-02 línea T	Q06	15 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	29
C042	Alimentación PU-02 puesta a tierra	PE - BR-001	16 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	29
C043	Alimentación FU-01 línea R	Q07	L(+) - FU-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C044	Alimentación FU-01 Neutro	Q07	N(-) - FU-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C045	Puesta a tierra FU-01	PE - BR-001	PE - FU-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C046	Alimentación PLC-01 línea S	Q08	L1 - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C047	Alimentación PLC-01 neutro	BR-001	N - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C048	Puesta a tierra PLC-01	PE - BR-001	PE - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C049	Alimentación RL-013 línea T	Q09	RL-013	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C050	Alimentación RL-013 neutro	BR-001	RL-013	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C051	Alimentación RL-014 línea R	Q10	RL-014	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C052	Alimentación RL-014 neutro	BR-001	RL-014	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C053	Alimentación RL-012 línea S	Q11	RL-012	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C054	Alimentación PU-03 neutro	BR-001	22 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	25
C055	Alimentación M1 línea R	U2 - VF-001	1 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C056	Alimentación M1 línea S	V2 - VF-001	2 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C057	Alimentación M1 línea T	W2 - VF-001	3 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C058	Alimentación M1 puesta a tierra	PE - VF-001	4 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	26
C059	Alimentación M1	1/2/3/4 - X1	M1	2,5 mm2	S. VALIO TETRAPOLAR	PRYSMIAN	26
C060	Alimentación M2 línea R	U2 - VF-002	5 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C061	Alimentación M2 línea S	V2 - VF-002	6 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C062	Alimentación M2 línea T	W2 - VF-002	7 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C063	Alimentación M2 puesta a tierra	PE - VF-002	8 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	27
C064	Alimentación M2	5/6/7/8 - X1	M2	2,5 mm2	S. VALIO TETRAPOLAR	PRYSMIAN	27
C065	Alimentación PU-01	9/10/11/12 - X1	PU-01	2,5 mm2	S. VALIO TETRAPOLAR	PRYSMIAN	28
C066	Alimentación PU-02	13/14/15/16 - X1	PU-02	2,5 mm2	S. VALIO TETRAPOLAR	PRYSMIAN	29
C067	Alimentación RL-013 línea T	RL-013	17 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C068	Alimentación RL-013 neutro	RL-013	18 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C069	Alimentación RL-014 línea R	RL-014	19 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34
C070	Alimentación RL-014 neutro	RL-014	20 - X1	2,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	34

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENTRADA	SALIDA	SECCIÓN	TIPO	MARCA	NÚM. PLANO
C101	Alimentación DP-001 positivo	Borne +1 - FU-01	P1 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C102	Alimentación DP-001 positivo	Borne +2 - FU-01	P1 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C103	Alimentación DP-001 negativo	Borne -4 - FU-01	P2 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C104	Alimentación DP-001 negativo	Borne -5 - FU-01	P2 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	31
C105	Alimentación RL-001	P1.01 - DP-001	11 - RL-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C106	Alimentación RL-002	P1.02 - DP-001	11 - RL-002	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C107	Alimentación RL-003	P1.03 - DP-001	11 - RL-003	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C108	Alimentación RL-004	P1.04 - DP-001	11 - RL-004	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C109	Alimentación RL-005	P1.05 - DP-001	11 - RL-005	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C110	Alimentación RL-006	P1.06 - DP-001	11 - RL-006	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C111	Alimentación RL-007	P1.07 - DP-001	11 - RL-007	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C112	Alimentación RL-008	P1.08 - DP-001	11 - RL-008	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C113	Alimentación RL-009	P1.09 - DP-001	11 - RL-009	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C114	Alimentación RL-010	P1.10 - DP-001	11 - RL-010	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C115	Alimentación AI-02	P1.11 - DP-001	L+ - AI-02	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C116	Alimentación Salidas digitales	P1.12 - DP-001	1L - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C117	Alimentación Salidas digitales	P1.13 - DP-001	2L - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C118	Alimentación VA-001-A	14 - RL-001	1 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C119	Alimentación VA-002-A	14 - RL-002	2 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C120	Alimentación VA-003-A	14 - RL-003	3 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C121	Alimentación VA-004-A	14 - RL-004	4 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C122	Alimentación VA-005-A	14 - RL-005	5 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C123	Alimentación VA-001-B	14 - RL-006	6 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C124	Alimentación VA-001-B	14 - RL-007	7 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C125	Alimentación VA-001-B	14 - RL-008	8 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C126	Alimentación VA-001-B	14 - RL-009	9 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C127	Alimentación VA-001-B	14 - RL-010	10 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C128	Alimentación VA-001-A	1 - X2	A1 - VA-001-A	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C129	Alimentación VA-002-A	2 - X2	A1 - VA-002-A	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C130	Alimentación VA-003-A	3 - X2	A1 - VA-003-A	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C131	Alimentación VA-004-A	4 - X2	A1 - VA-004-A	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C132	Alimentación VA-005-A	5 - X2	A1 - VA-005-A	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C133	Alimentación VA-001-B	6 - X2	A1 - VA-001-B	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C134	Alimentación VA-001-B	7 - X2	A1 - VA-002-B	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C135	Alimentación VA-001-B	8 - X2	A1 - VA-003-B	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C136	Alimentación VA-001-B	9 - X2	A1 - VA-004-B	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C137	Alimentación VA-001-B	10 - X2	A1 - VA-005-B	1,5mm2	S. VALIO BIPOLAR	PRYSMIAN	32
C138	Positivo señal RL-013	P1.14 - DP-001	RL-013	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C139	Positivo señal RL-014	P1.15 - DP-001	RL-014	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C140	Retorno de alimentación VA-001-A	A2 - VA-001-A	23 - X1	SEGUNDO HILO C128			32
C141	Retorno de alimentación VA-002-A	A2 - VA-002-A	24 - X1	SEGUNDO HILO C129			32
C142	Retorno de alimentación VA-003-A	A2 - VA-003-A	25 - X1	SEGUNDO HILO C130			32
C143	Retorno de alimentación VA-004-A	A2 - VA-004-A	26 - X1	SEGUNDO HILO C131			32
C144	Retorno de alimentación VA-005-A	A2 - VA-005-A	27 - X1	SEGUNDO HILO C132			32
C145	Retorno de alimentación VA-001-B	A2 - VA-001-B	28 - X1	SEGUNDO HILO C133			32
C146	Retorno de alimentación VA-002-B	A2 - VA-002-B	29 - X1	SEGUNDO HILO C134			32
C147	Retorno de alimentación VA-003-B	A2 - VA-003-B	30 - X1	SEGUNDO HILO C135			32
C148	Retorno de alimentación VA-004-B	A2 - VA-004-B	31 - X1	SEGUNDO HILO C136			32
C149	Retorno de alimentación VA-005-B	A2 - VA-005-B	32 - X1	SEGUNDO HILO C137			32
C150	Retorno de alimentación VA-001-A	23 - X1	P2.01 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C151	Retorno de alimentación VA-002-A	24 - X1	P2.02 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C152	Retorno de alimentación VA-003-A	25 - X1	P2.03 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C153	Retorno de alimentación VA-004-A	26 - X1	P2.04 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C154	Retorno de alimentación VA-005-A	27 - X1	P2.05 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C155	Retorno de alimentación VA-001-B	28 - X1	P2.06 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C156	Retorno de alimentación VA-002-B	29 - X1	P2.07 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C157	Retorno de alimentación VA-003-B	30 - X1	P2.08 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C158	Retorno de alimentación VA-004-B	31 - X1	P2.09 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C159	Retorno de alimentación VA-005-B	32 - X1	P2.10 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C160	Masa PLC-01	P2.13 - DP-001	M - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C161	Masa entradas analógicas	P2.14 - DP-001	1M - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C162	Masa AI-01	P2.15 - DP-001	1M - AI-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C163	Masa AI-02	P2.16 - DP-001	M - AI-02	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C164	Alimentación TT-101	P1.16 - DP-001	11 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C165	Alimentación TT-102	P1.17 - DP-001	12 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C166	Alimentación PT-201	P1.18 - DP-001	13 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C167	Alimentación PT-202	P1.19 - DP-001	14 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C168	Alimentación FT-301	P1.20 - DP-001	15 - X2	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	33
C169	Alimentación TT-101	35 - X1 / 11 - X2	TT-101	0,34mm2	EVT005	ifm	33
C170	Alimentación TT-102	36 - X1 / 12 - X2	TT-102	0,34mm2	EVT005	ifm	33
C171	Alimentación PT-201	37 - X1 / 13 - X2	PT-201	0,34mm2	EVT005	ifm	33
C172	Alimentación PT-202	38 - X1 / 14 - X2	PT-202	0,34mm2	EVT005	ifm	33
C173	Alimentación FT-301	39 - X1 / 15 - X2	FT-301	0,34mm2	EVC005	ifm	33

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENTRADA	SALIDA	SECCIÓN	TIPO	MARCA	NÚM. PLANO
C201	Salida digital RL-011	DQ .0 - AI-02	A1 - RL-011	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C202	Salida digital RL-012	DQ .1 - AI-02	A1 - RL-012	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C203	Salida digital KM5	DQ .2 - AI-02	A1 - KM5	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C204	Salida digital KM6	DQ .3 - AI-02	A1 - KM6	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C205	Salida digital VA-001-A	DQ a .0 - PLC-01	A1 - RL-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C206	Salida digital VA-002-A	DQ a .1 - PLC-01	A1 - RL-002	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C207	Salida digital VA-003-A	DQ a .2 - PLC-01	A1 - RL-003	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C208	Salida digital VA-004-A	DQ a .3 - PLC-01	A1 - RL-004	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C209	Salida digital VA-005-A	DQ a .4 - PLC-01	A1 - RL-005	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C210	Salida digital VA-001-B	DQ b .5 - PLC-01	A1 - RL-006	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C211	Salida digital VA-002-B	DQ b .6 - PLC-01	A1 - RL-007	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C212	Salida digital VA-003-B	DQ b .7 - PLC-01	A1 - RL-008	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C213	Salida digital VA-004-B	DQ b .0 - PLC-01	A1 - RL-009	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C214	Salida digital VA-005-B	DQ b .1 - PLC-01	A1 - RL-010	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C215	Entrada analógica TT-101	35 - X1	AI .0 - PLC-01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C216	Entrada analógica TT-102	36 - X1	AI .1 - PLC -01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C217	Entrada analógica PT-201	37 - X1	AI .0 - AI01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C218	Entrada analógica PT-202	38 - X1	AI .1 - AI01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C219	Entrada analógica FT-301	39 - X1	AI .2 - AI01	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C220	Salida analógica RL-013	AQ .0 - AI-01	RL-013	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C221	Salida analógica RL-014	AQ .1 - AI-01	RI-014	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	30
C222	Retorno de señal RL-001	A2 - RL-001	P2.01 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C223	Retorno de señal RL-002	A2 - RL-002	P2.02 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C224	Retorno de señal RL-003	A2 - RL-003	P2.03 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C225	Retorno de señal RL-004	A2 - RL-004	P2.04 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C226	Retorno de señal RL-005	A2 - RL-005	P2.05 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C227	Retorno de señal RL-006	A2 - RL-006	P2.06 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C228	Retorno de señal RL-007	A2 - RL-007	P2.07 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C229	Retorno de señal RL-008	A2 - RL-008	P2.08 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C230	Retorno de señal RL-009	A2 - RL-009	P2.09 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C231	Retorno de señal RL-010	A2 - RL-010	P2.10 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C232	Retorno de señal RL-011	A2 - RL-011	P2.11 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C233	Retorno de señal RL-012	A2 - RL-012	P2.12 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C234	Señal OI-001	14 - RL-011	33 - X1	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C235	Señal OI-001	34 - X1	11 - RL-011	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	32
C236	Retorno de señal KM5	A2 - KM5	P2.17 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	28
C237	Retorno de señal KM6	A2 - KM6	P2.18 - DP-001	1,5 mm2	SUPERASTIC FLEX	PRYSMIAN	29

PLANOS ESTRUCTURALES

4 3 2 1

F

F

E

E

D

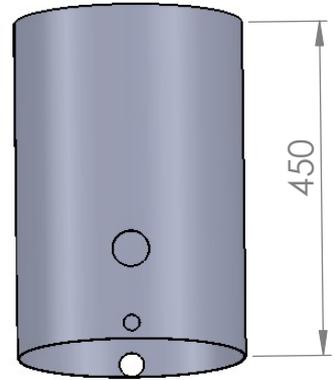
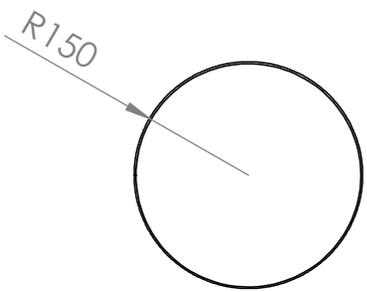
D

C

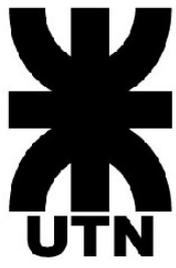
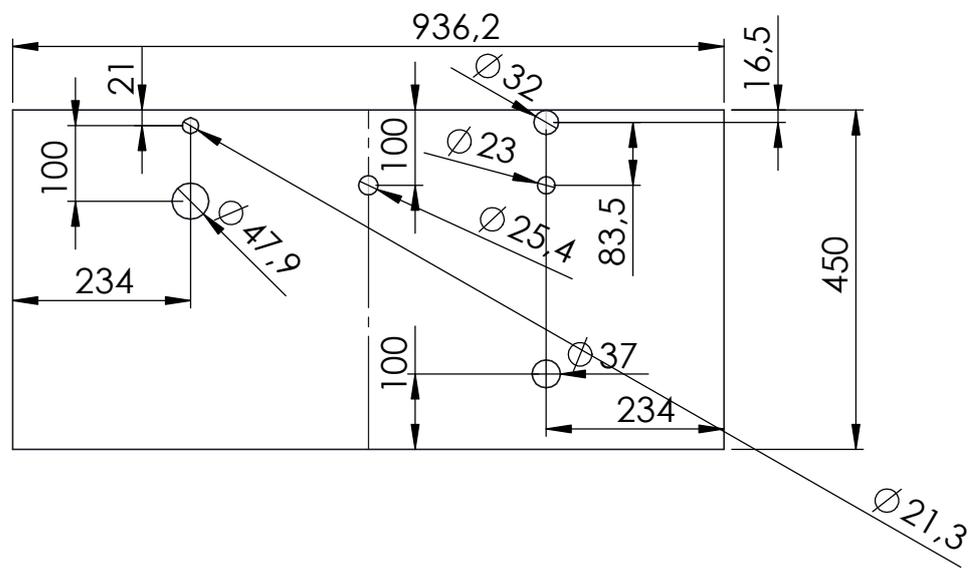
C

B

B



HACIA ABAJO 359.99° R 148



	Fecha	Nombre
Dibujó	12/8/21	Blanc
Revisó		Liebrez, A.
Aprobó		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1:10



Unidad: mm.

ENVOLVENTE CU-001-A

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 1

Código: 2007B-PS-001

4 3 2 1

A

A

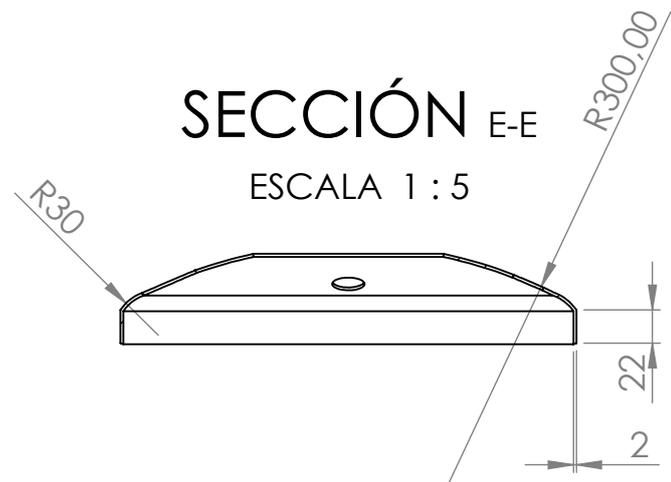
4 3 2 1

F

F

SECCIÓN E-E

ESCALA 1 : 5

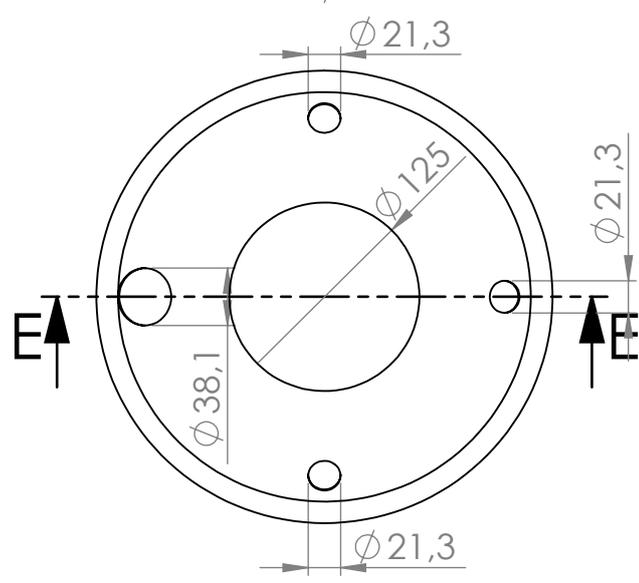


E

E

D

D



C

C

B

B



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	22/8/21	Casalapro, M.	
Revisó		Liebrez, A.	
Aprobó			



Esc: 1 : 5



Unidad: mm.

Tapa toriesérico CU-002-A

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 2

Codigo: 2007B-PS-002

A

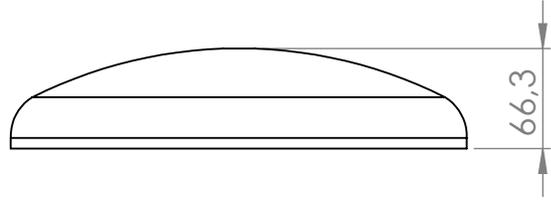
A

4 3 2 1

4 3 2 1

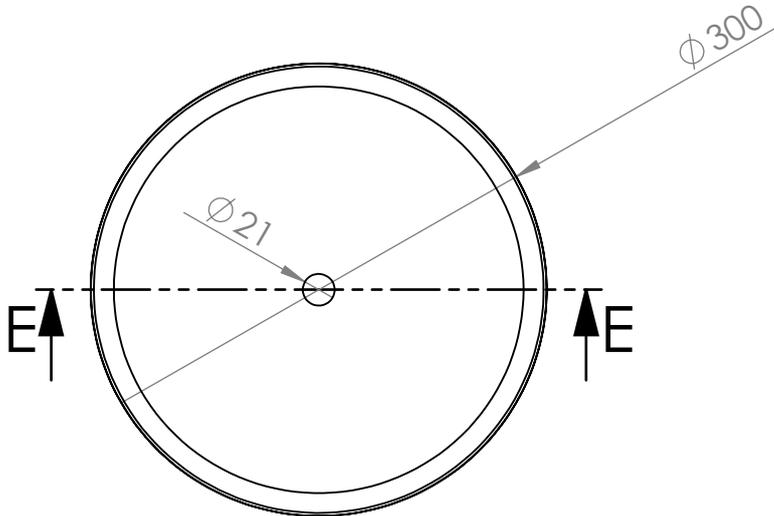
F

F



E

E

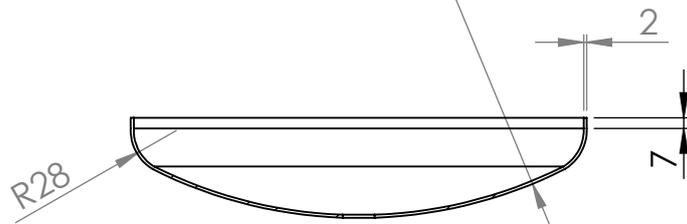


D

D

C

C



SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 5

B

B

A

A



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	19/8/21	Pighetti, J.	
Revisó		Liebrenz, A.	
Aprobó			



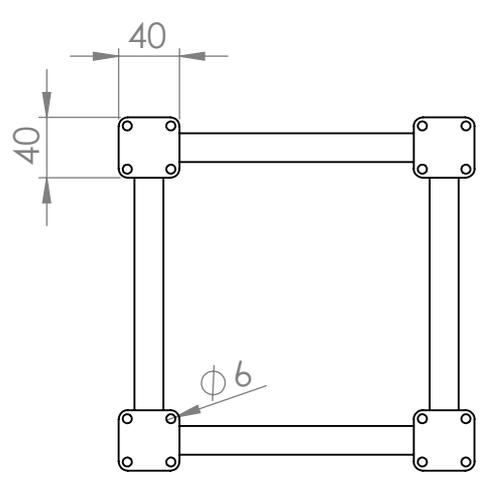
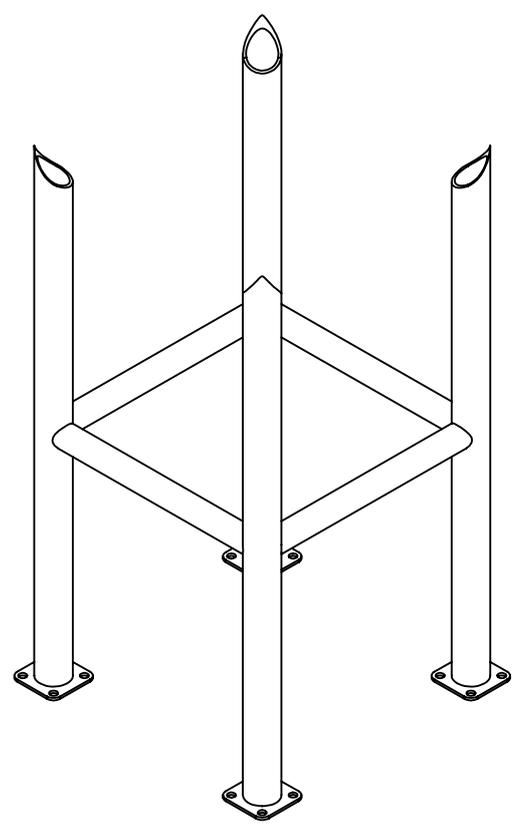
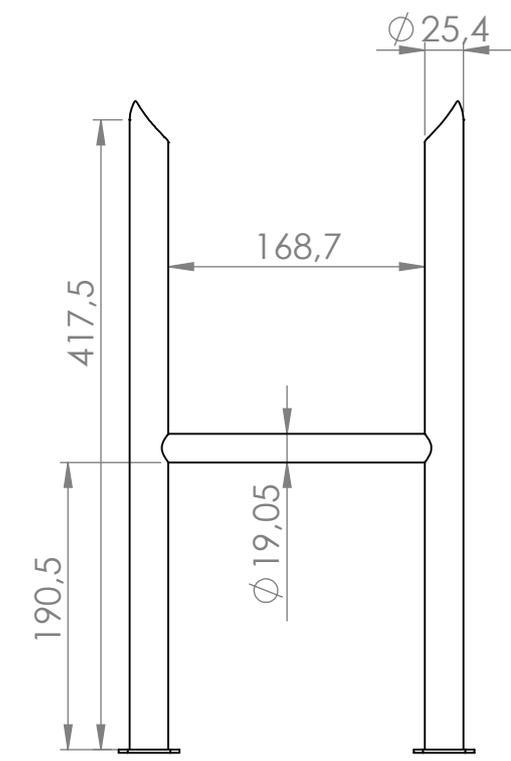
Esc: 1: 5	Fondo toriesferico CU-003-A
Unidad: mm.	

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 3

Codigo: 2007B-PS-003

4 3 2 1



Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó	19/8/21	Casalapro, M.
Aprobó		Liebrezn, A.
Esc: 1: 5		
Unidad: mm.		

Docentes:
Puente, Gustavo
De Carli, Anibal Carlos

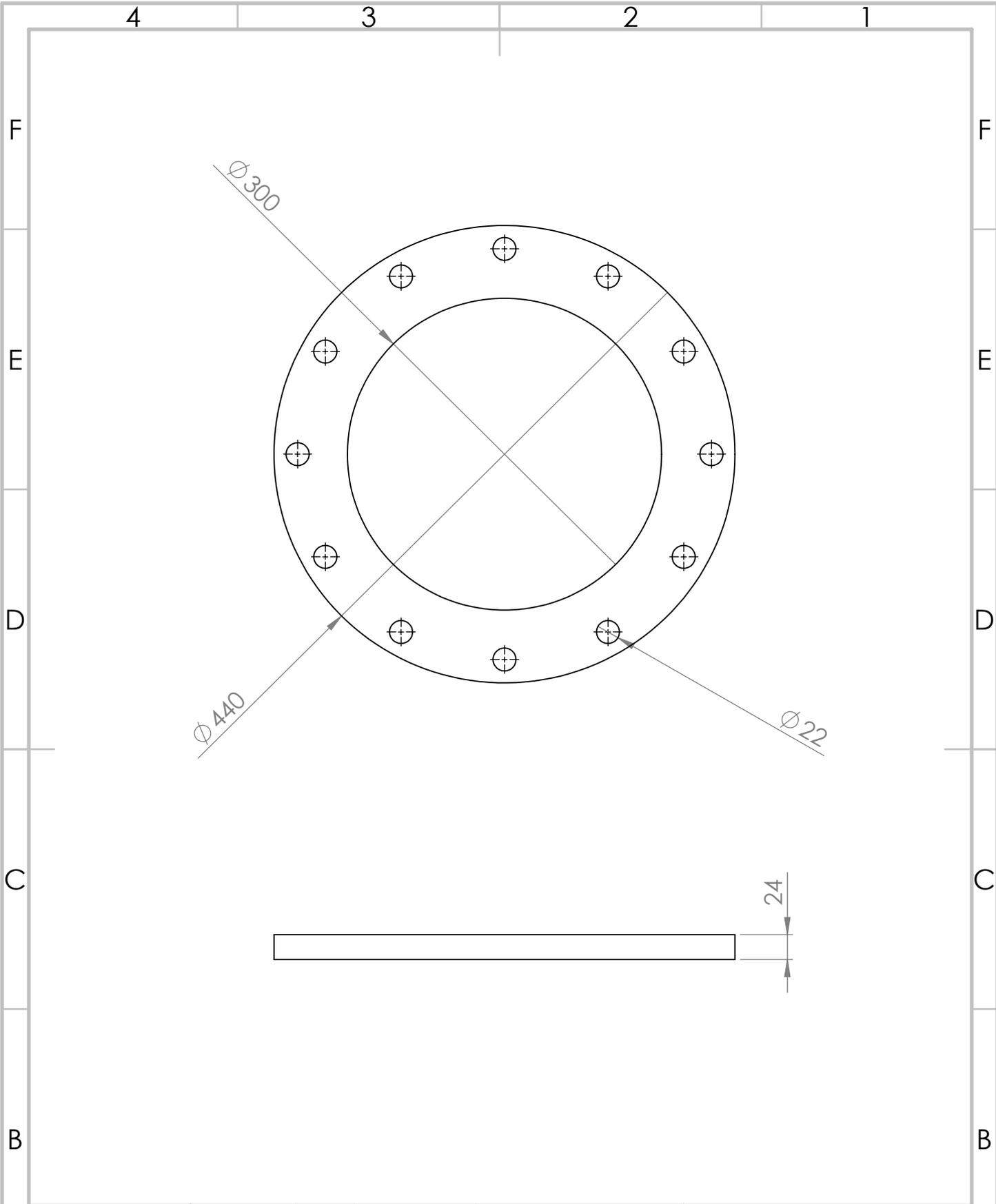


Soporte CU-004-A

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 4

Codigo: 2007B-PS-004



Dibujó	Fecha	Nombre
Revisó	16/8/21	Pighetti, J.
Aprobó		Liebrezn, A.
Esc: 1: 5		
Unidad: mm.		

Docentes:	
Puede, Gustavo	
De Carli, Anibal Carlos	
Brida Cabezal CU-005-A	



PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 5
Código: 2007B-PS-005

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

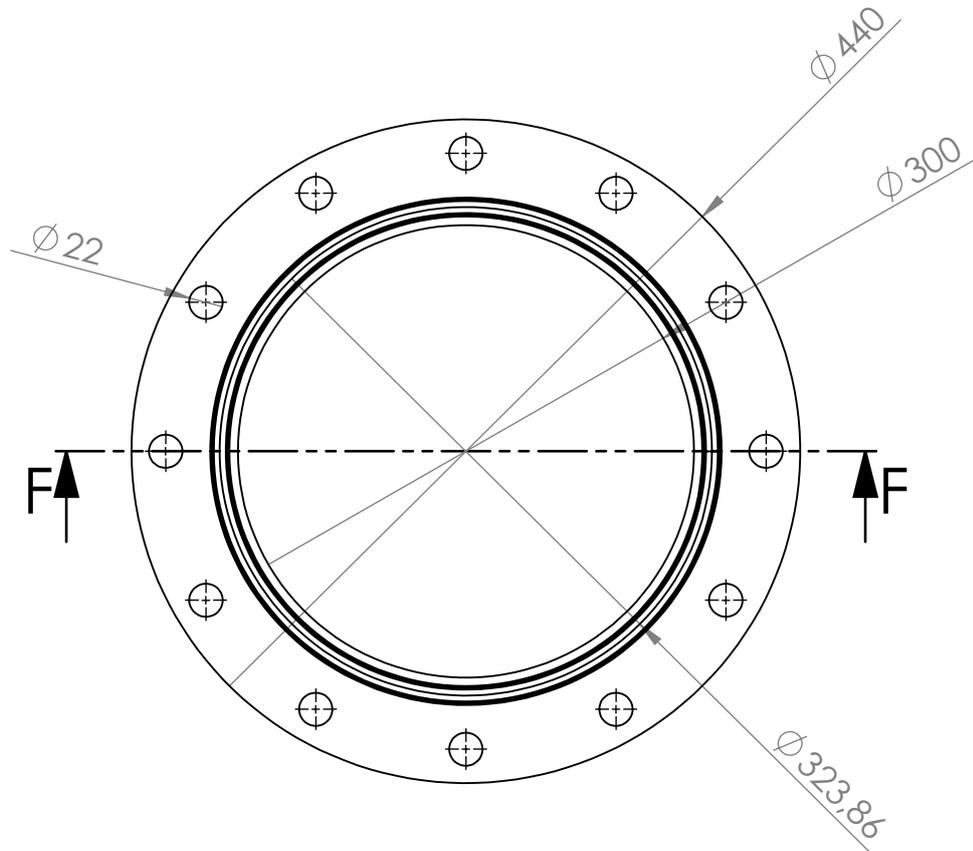
C

B

B

A

A



	Fecha	Nombre
Dibujó	15/8/21	Pighetti, J.
Revisó		Liebreznz, A.
Aprobó		

Docentes:
Puente, Gustavo
De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1: 5



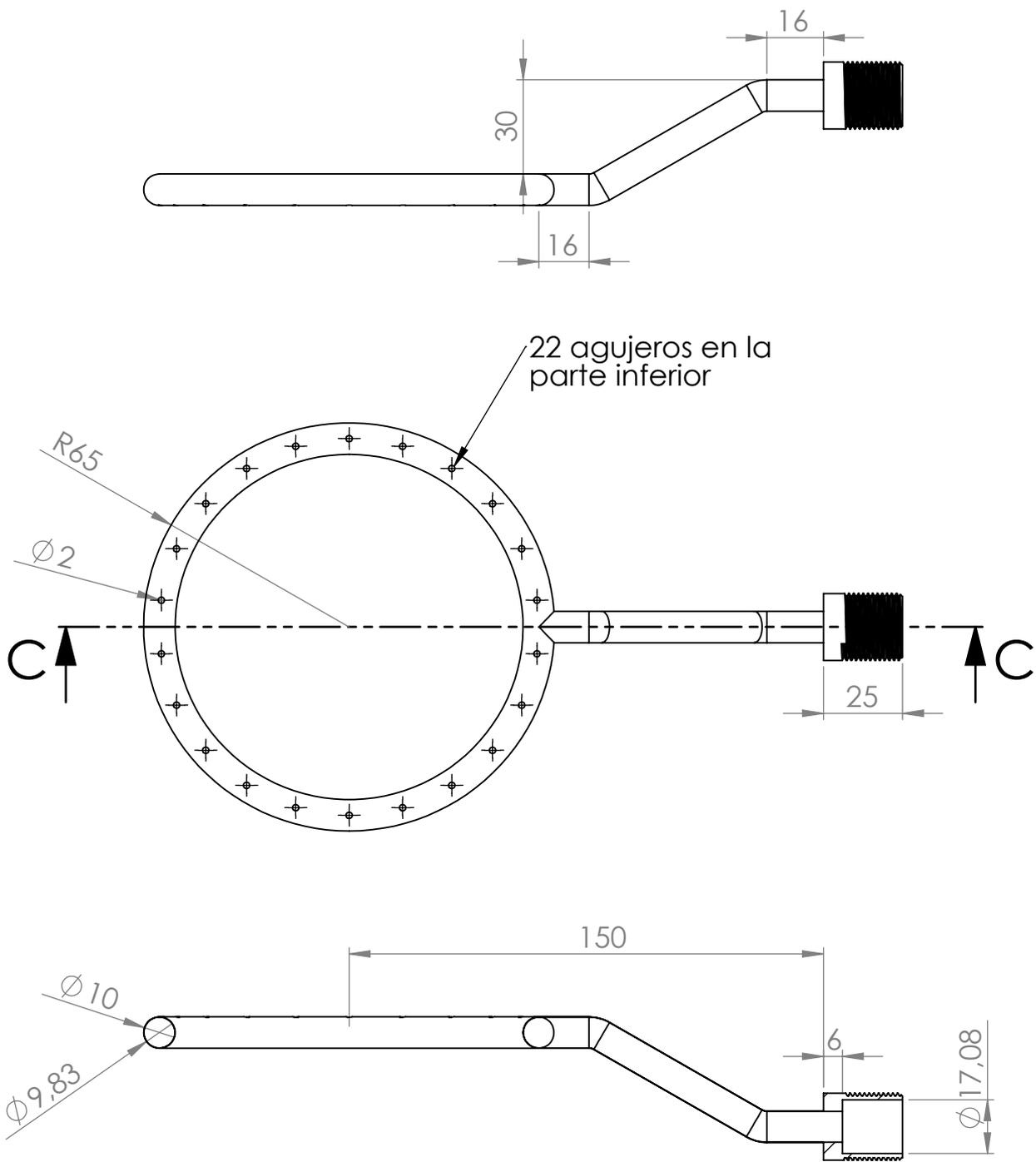
Unidad:
mm.

Brida Envolvente CU-006-A

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

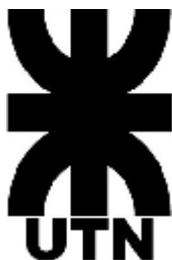
Número de plano: 6
Código: 2007B-PS-006

4 3 2 1



SECCIÓN C-C

ESCALA 1 : 2



	Fecha	Nombre	Docentes:
Dibujó	15/8/21	Casalapro, M	Puente, Gustavo
Revisó		Liebrezn, A.	De Carli, Anibal Carlos
Aprobó			
Esc: 1: 2	Difusor DA-001		
Unidad: mm.			
1: Rosca 1/2 in Gas			



PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 7

Código: 2007B-PS-007

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

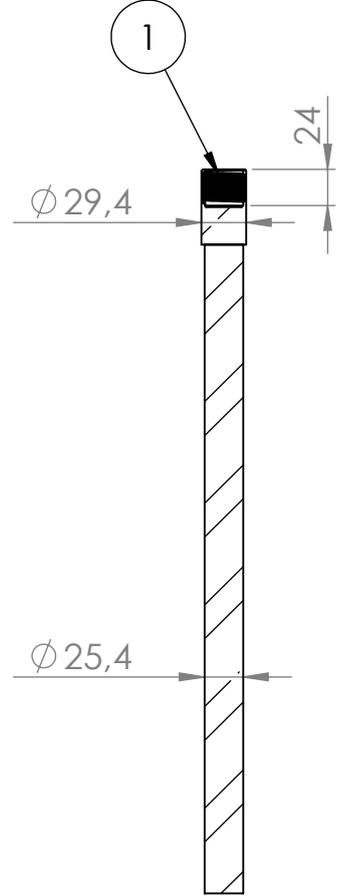
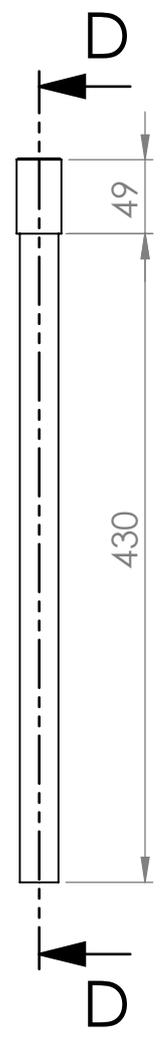
C

B

B

A

A



SECCIÓN D-D



	Fecha	Nombre
Dibujó	15/8/21	Pighetti, J.
Revisó		Liebreznz, A.
Aprobó		
Esc: 1: 2		
Unidad: mm.		
1: Rosca 1 in Gas		

Docentes:
Puente, Gustavo
De Carli, Anibal Carlos



Eje AG-002-A

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

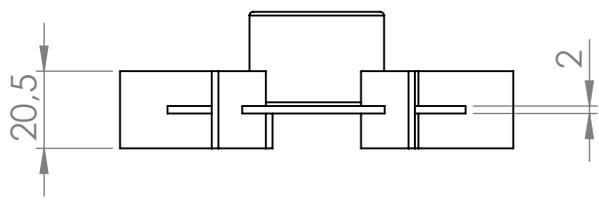
Número de plano: 8
Código: 2007-PS-008

4 3 2 1

4 3 2 1

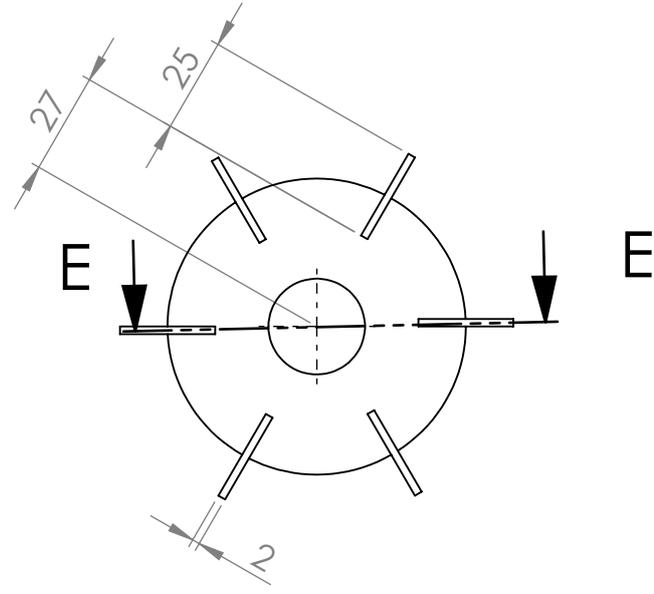
F

F



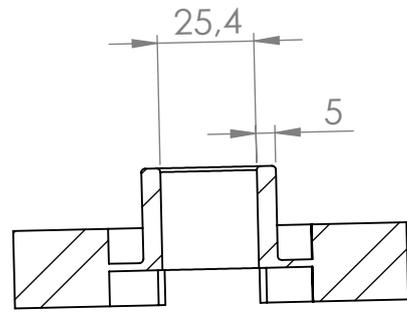
E

E



D

D



C

C

SECCIÓN E-E

B

B



	Fecha	Nombre
Dibujó	15/8/21	Pighetti, J.
Revisó		Liebrez, A.
Aprobó		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Esc:
 1: 2



Unidad:
 mm.

Impulsor AG-003-A

PROYECTO FINAL
 DE CARRERA

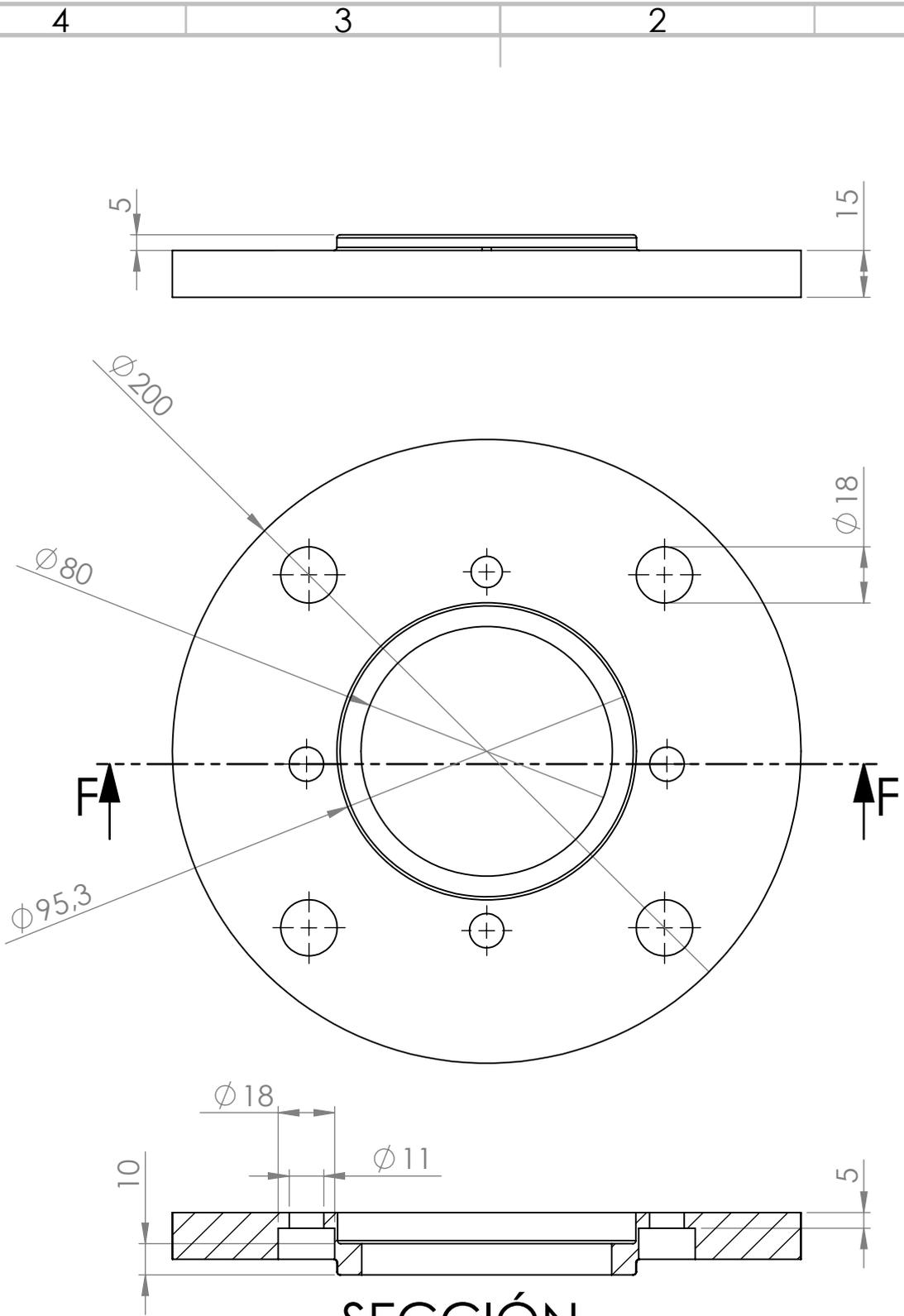
Número de plano: 9

Código: 2007B-PS-009

A

A

4 3 2 1

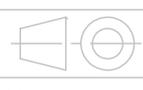


SECCIÓN F-F



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	15/8/21	Blanc	
Revisó		Liebreznz, A.	
Aprobó			

Esc: 1: 2



Unidad:
mm.

Adaptador AG-005_A



PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 10
Código: 2007-PS-010

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

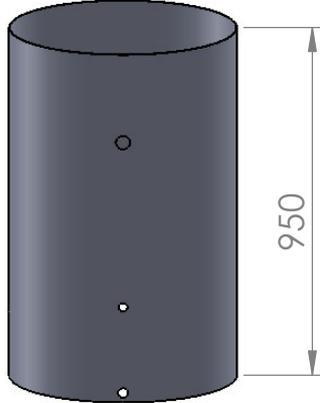
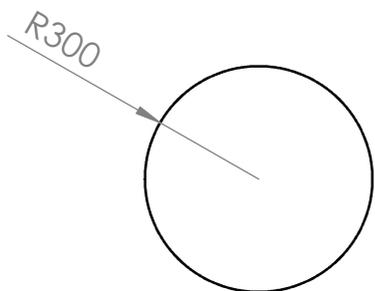
C

B

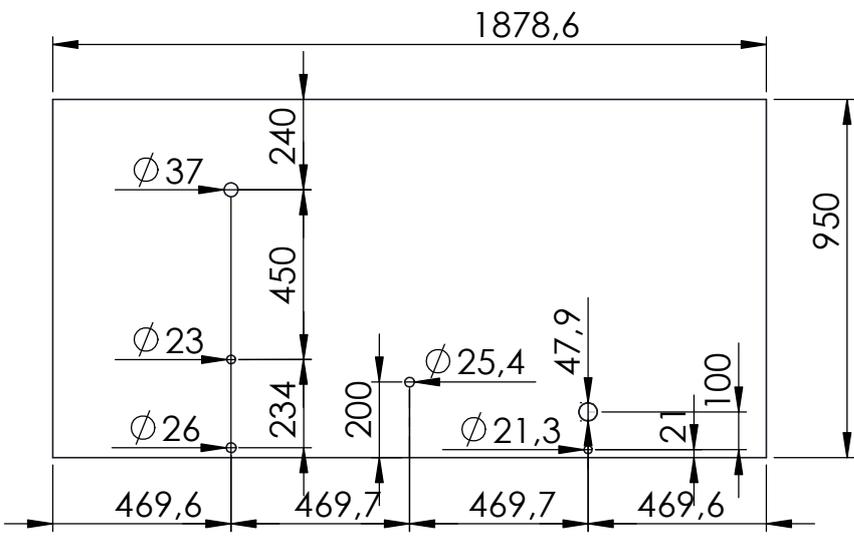
B

A

A



HACIA ARRIBA 359.99° R 298



	Fecha	Nombre
Dibujó	12/8/21	Blanc
Revisó		Liebrezn, A.
Aprobó		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1:20



Unidad: mm.

ENVOLVENTE CU-001-B

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 11

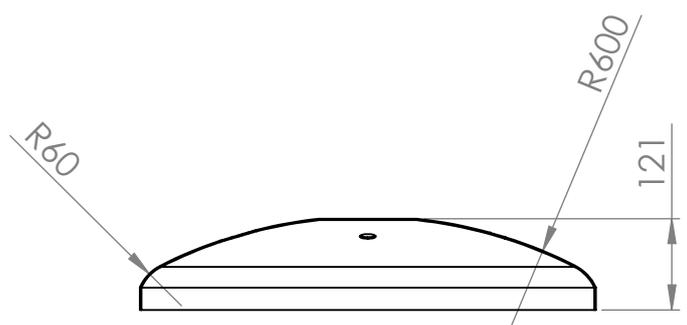
Código: 2007B-PS-011

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F



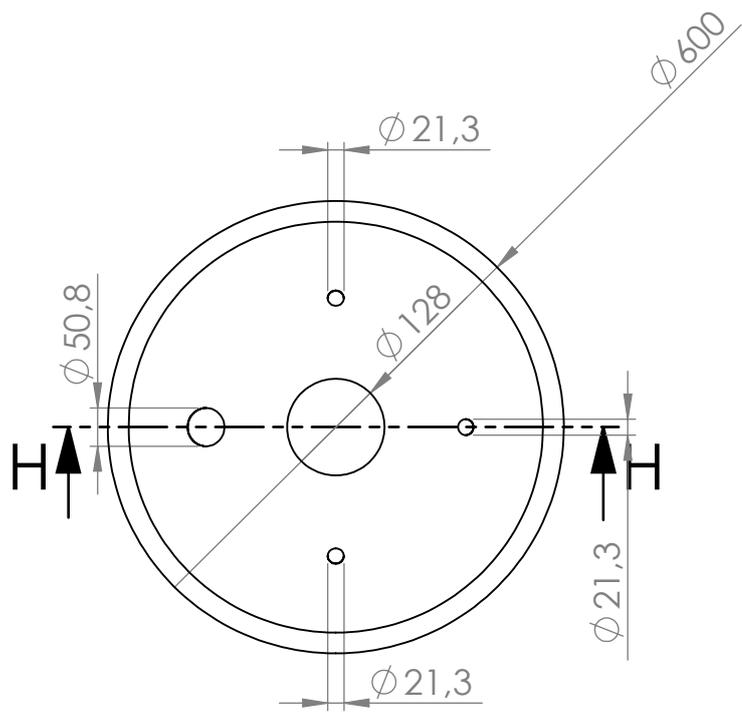
SECCIÓN H-H

E

E

D

D



C

C

B

B



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	22/8/21	Blanc	
Revisó		Liebrenz, A.	
Aprobó			



Esc: 1: 10



Unidad:
mm.

Tapa toriesferico CU-002-B

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

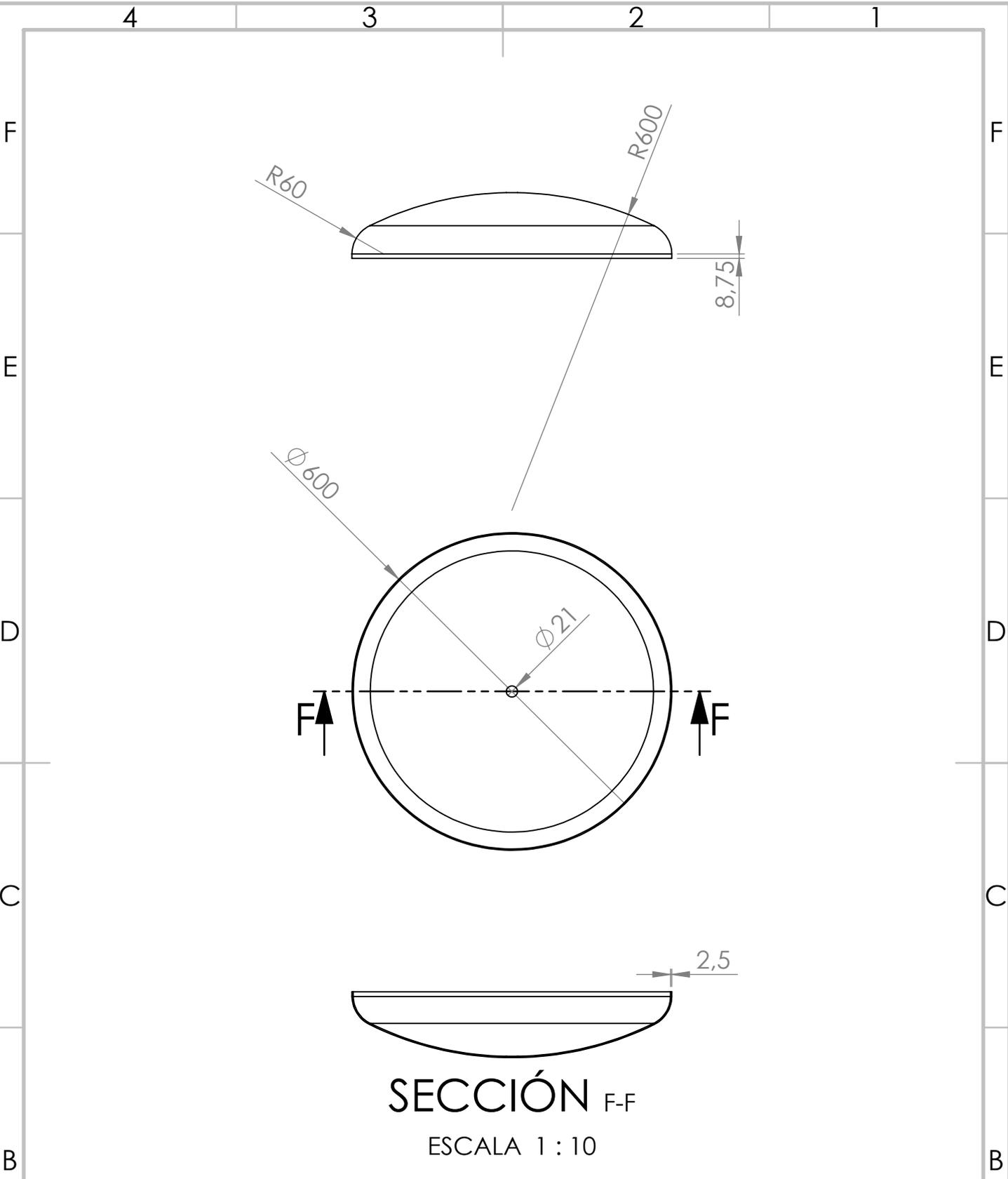
Número de plano: 12

Codigo: 2007B-PS-012

A

A

4 3 2 1



SECCIÓN F-F
ESCALA 1 : 10



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	20/8/21	Blanc	
Revisó		Liebrez, A.	
Aprobó			

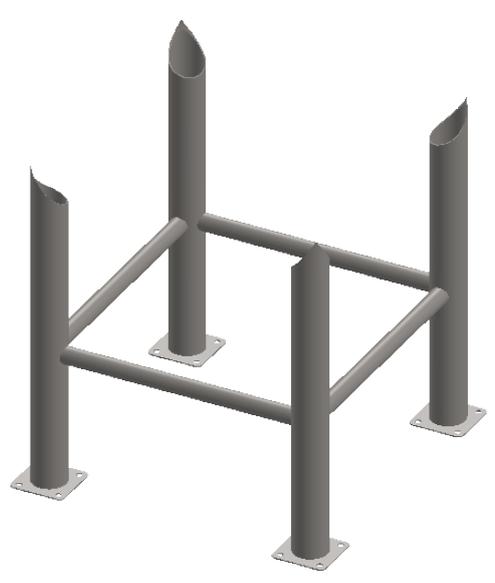
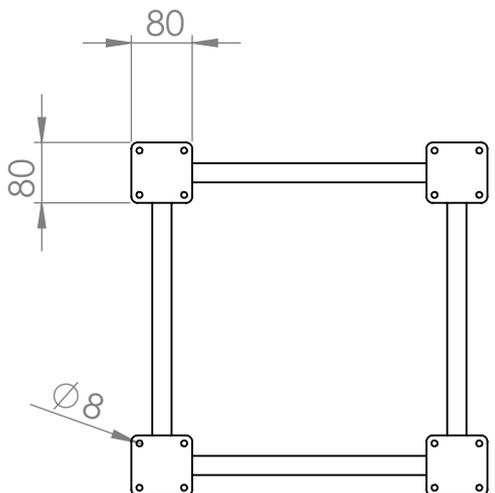
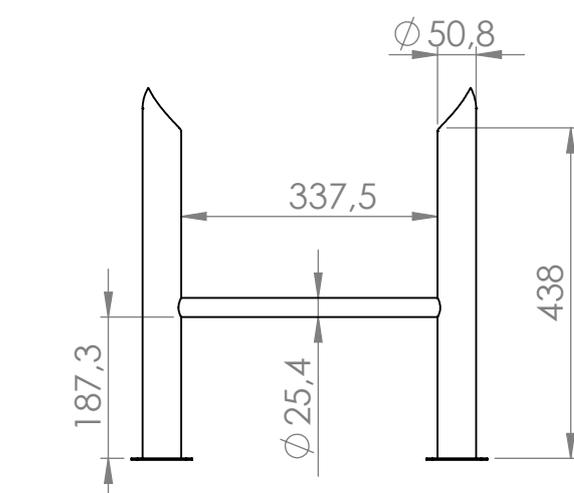


Esc: 1: 10	Fondo toriesferico CU-003-B
Unidad: mm.	

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 13

Codigo: 2007B-PS-013



	Fecha	Nombre
Dibujó	19/8/21	Blanc
Revisó		Liebreznz, A.
Aprobó		
Esc: 1: 10		
Unidad: mm.		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Soporte CU-004-B

PROYECTO FINAL
 DE CARRERA

Número de plano: 14
 Código: 2007B-PS-014

4 3 2 1

F

F

E

E

D

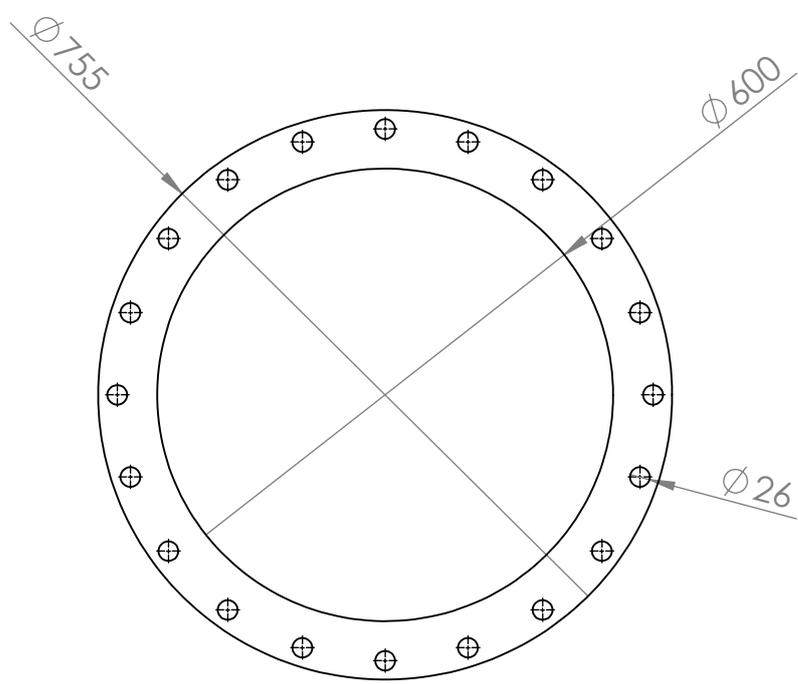
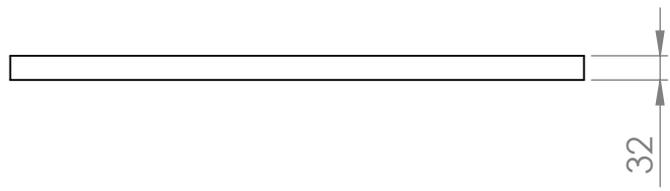
D

C

C

B

B



A

A



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	17/8/21	Casalapro, M.	
Revisó		Liebrez, A.	
Aprobó			



Esc: 1: 10



Unidad: mm.

Brida cabezal CU-005-B

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 15
Código: 2007B-PS-015

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

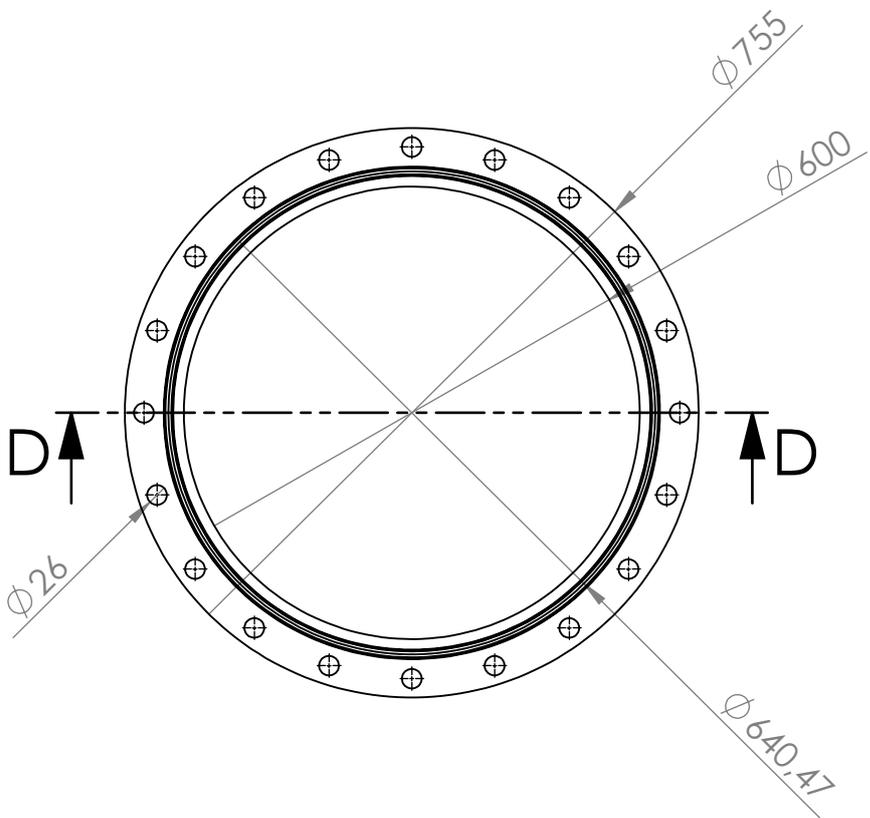
C

B

B

A

A



	Fecha	Nombre
Dibujó	16/8/21	Casalapro, M.
Revisó		Liebrezn, A.
Aprobó		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1: 10



Unidad:
mm.

Brida cabezal CU-005-B

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 15

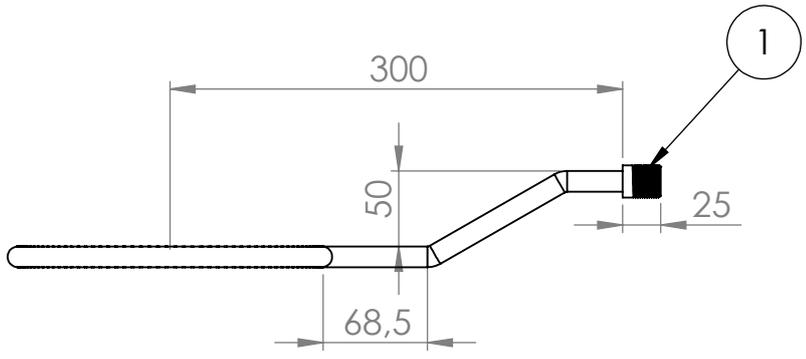
Código: 2007B-PS-015

4 3 2 1

4 3 2 1

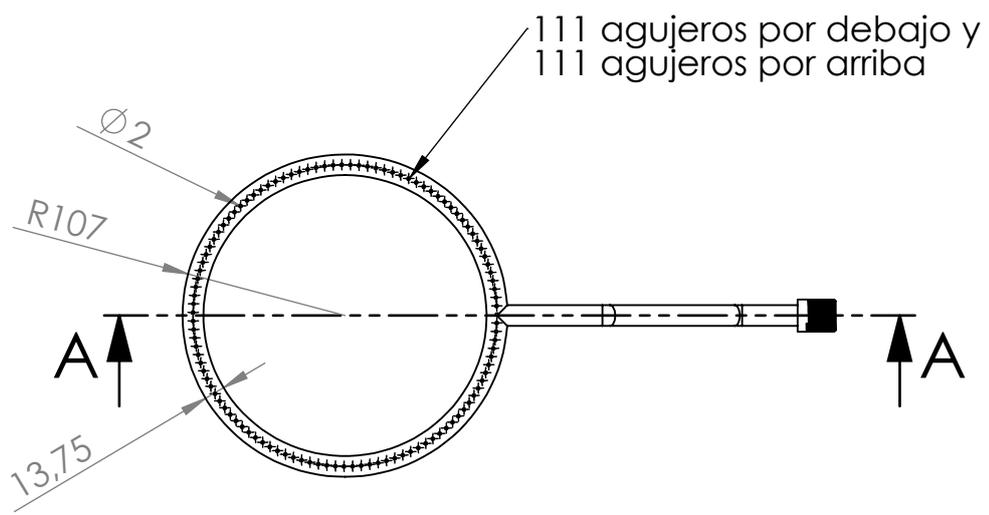
F

F



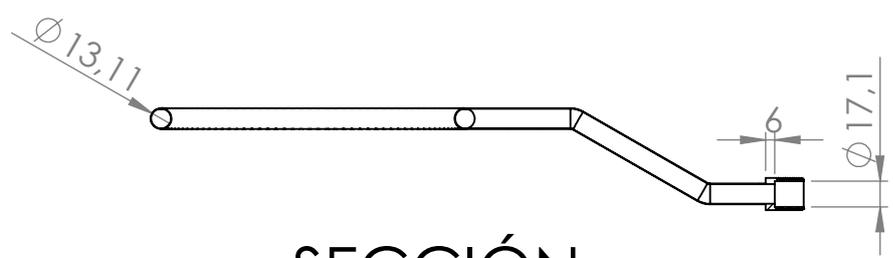
E

E



D

D



C

C

SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 5

B

B



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	18/8/21	Blanc	
Revisó		Liebreznz, A.	
Aprobó			
Esc: 1: 5	Difusor DA-002		
			
Unidad: mm.			
1: Rosca 1/2 in Gas			



PROYECTO FINAL
DE CARRERA

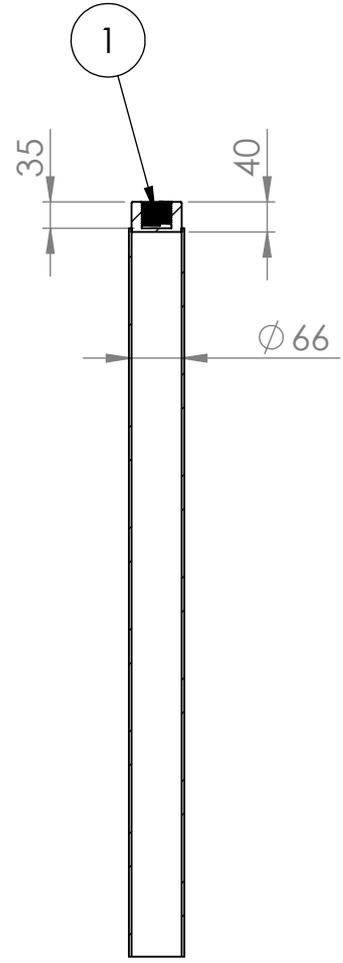
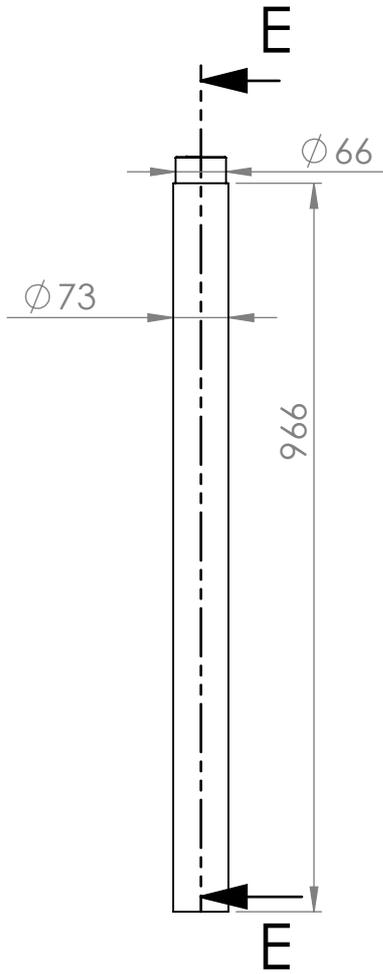
Número de plano: 17

Código: 2007B-PS-017

A

A

4 3 2 1



SECCIÓN E-E



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	12/8/21	Casalapro, M.	
Revisó		Liebrezn, A.	
Aprobó			
Esc: 1: 5	Eje AG-002-B		
Unidad: mm.			
1: Rosca 1 in Gas			



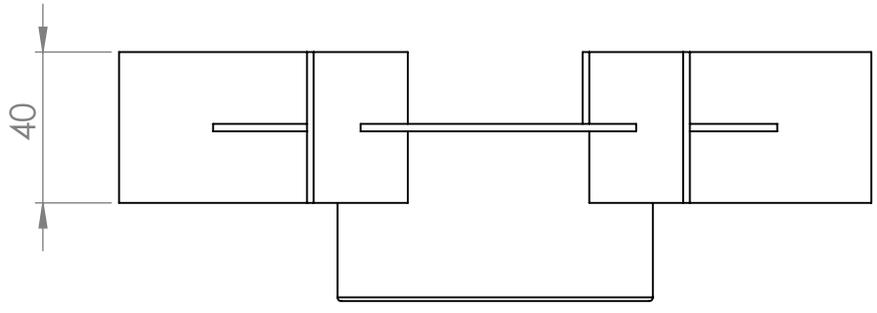
PROYECTO FINAL DE CARRERA

Número de plano: 18
Código: 2007B-PS-018

4 3 2 1

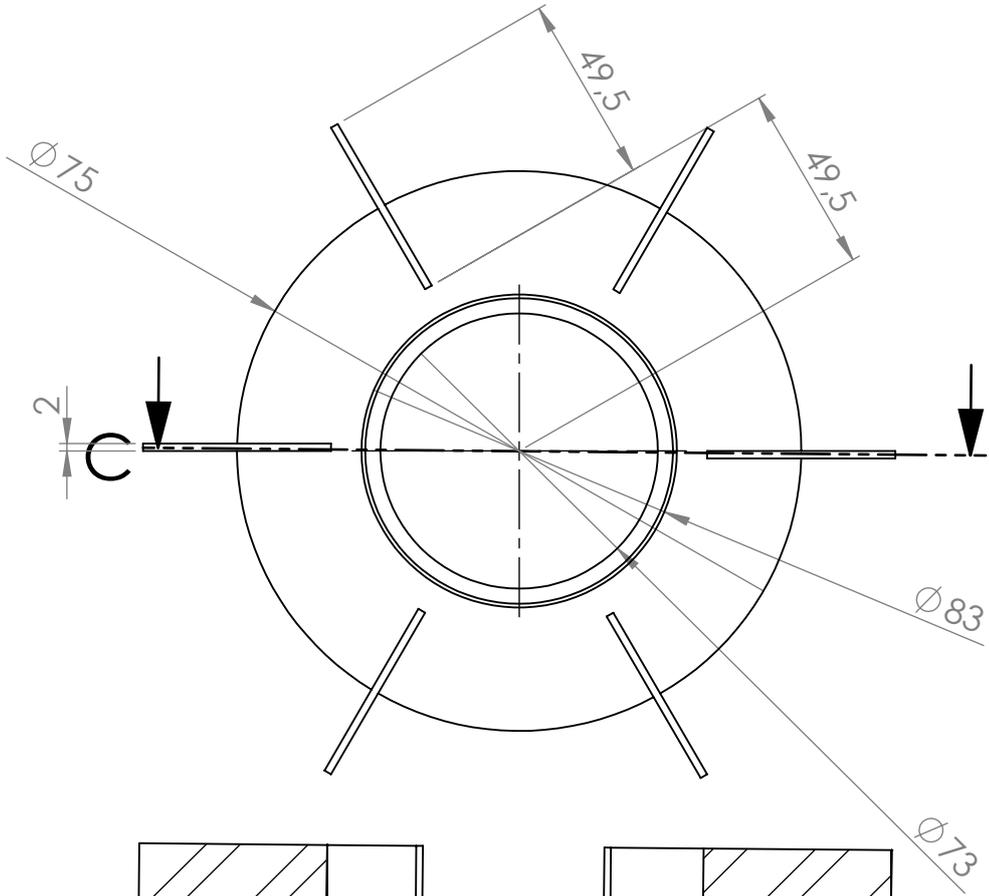
F

F



E

E

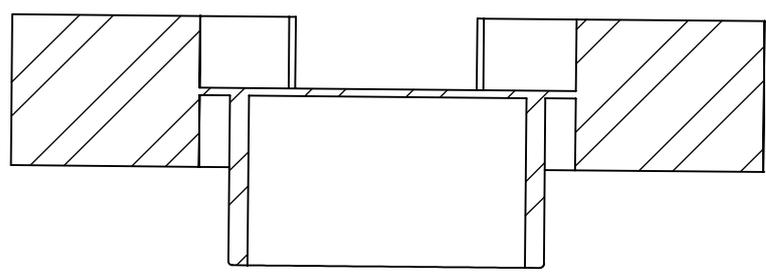


D

D

C

C



B

B

SECCIÓN C-C

ESCALA 1 : 2



	Fecha	Nombre	Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos
Dibujó	17/8/21	Blanc	
Revisó		Liebreznz, A.	
Aprobó			



Esc: 1 : 2



Unidad:
mm.

Impulsor AG-003-B

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 19
Código: 2007B-PS-19

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

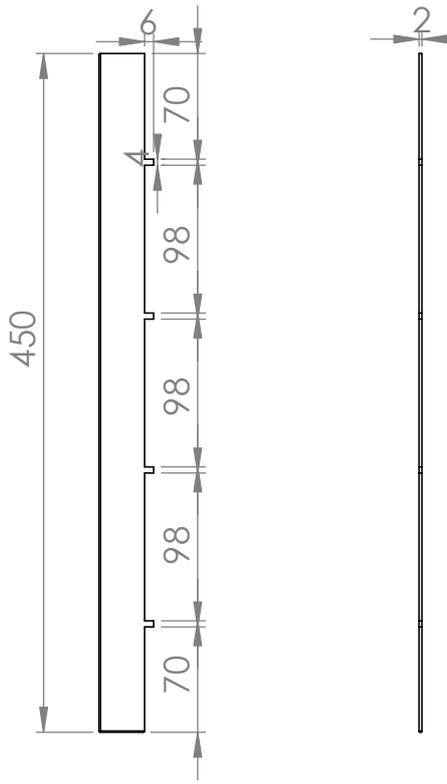
D

C

C

B

B



	Fecha	Nombre
Dibujó	19/8/21	Blanc
Revisó		Liebrezn, A.
Aprobó		

Docentes:
 Puente, Gustavo
 De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1: 5



Bafle envolvente CU-001-A

Unidad:
mm.

Cantidad: 4

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 20

Código: 2007B-PS-020

4 3 2 1

A

A

4 3 2 1

F

F

E

E

D

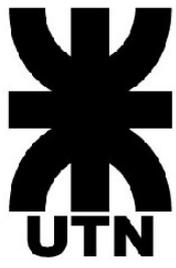
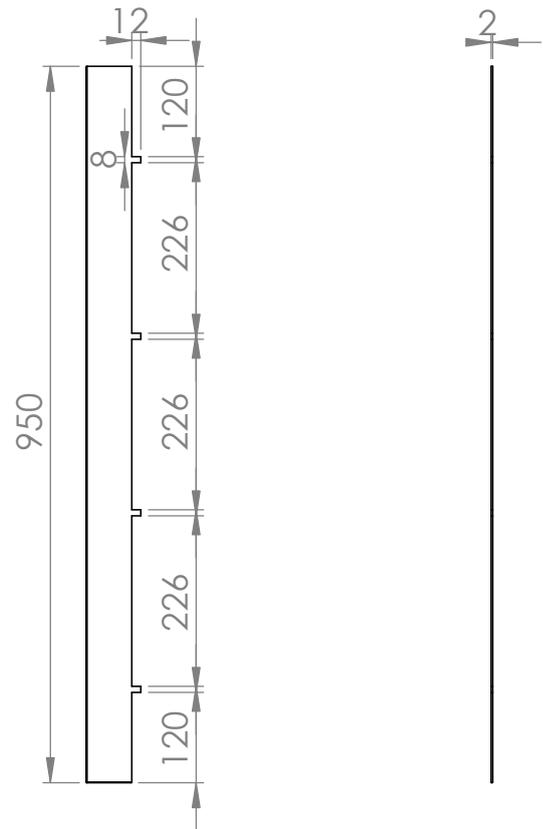
D

C

C

B

B



	Fecha	Nombre
Dibujó	19/8/21	Blanc
Revisó		Liebrezn, A.
Aprobó		

Docentes:
Puente, Gustavo
De Carli, Anibal Carlos



Esc: 1:5



Bafle envolvente CU-001-B

Unidad:
mm.

Cantidad: 4

PROYECTO FINAL
DE CARRERA

Número de plano: 21

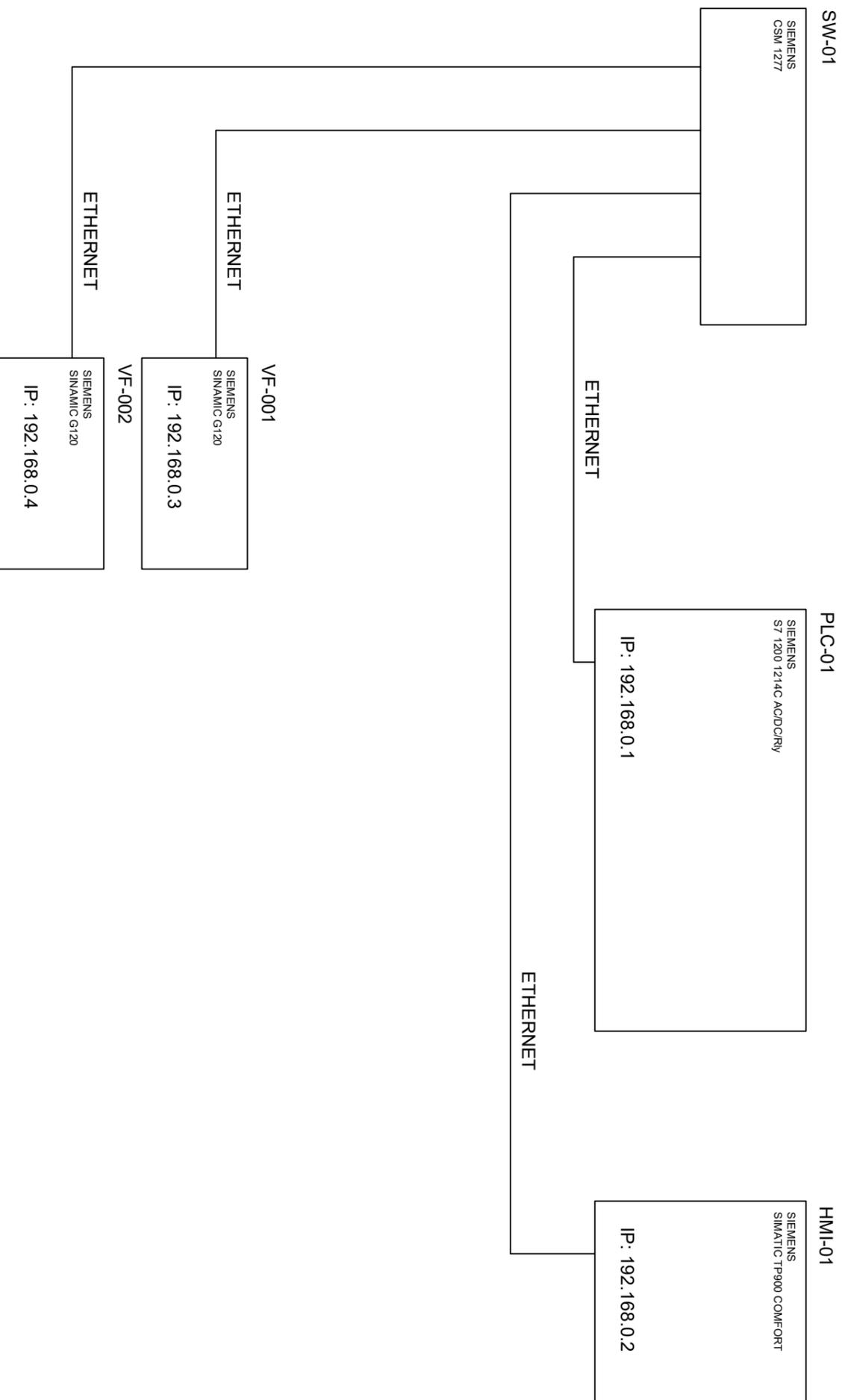
Código: 2007B-PS-021

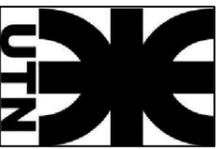
A

A

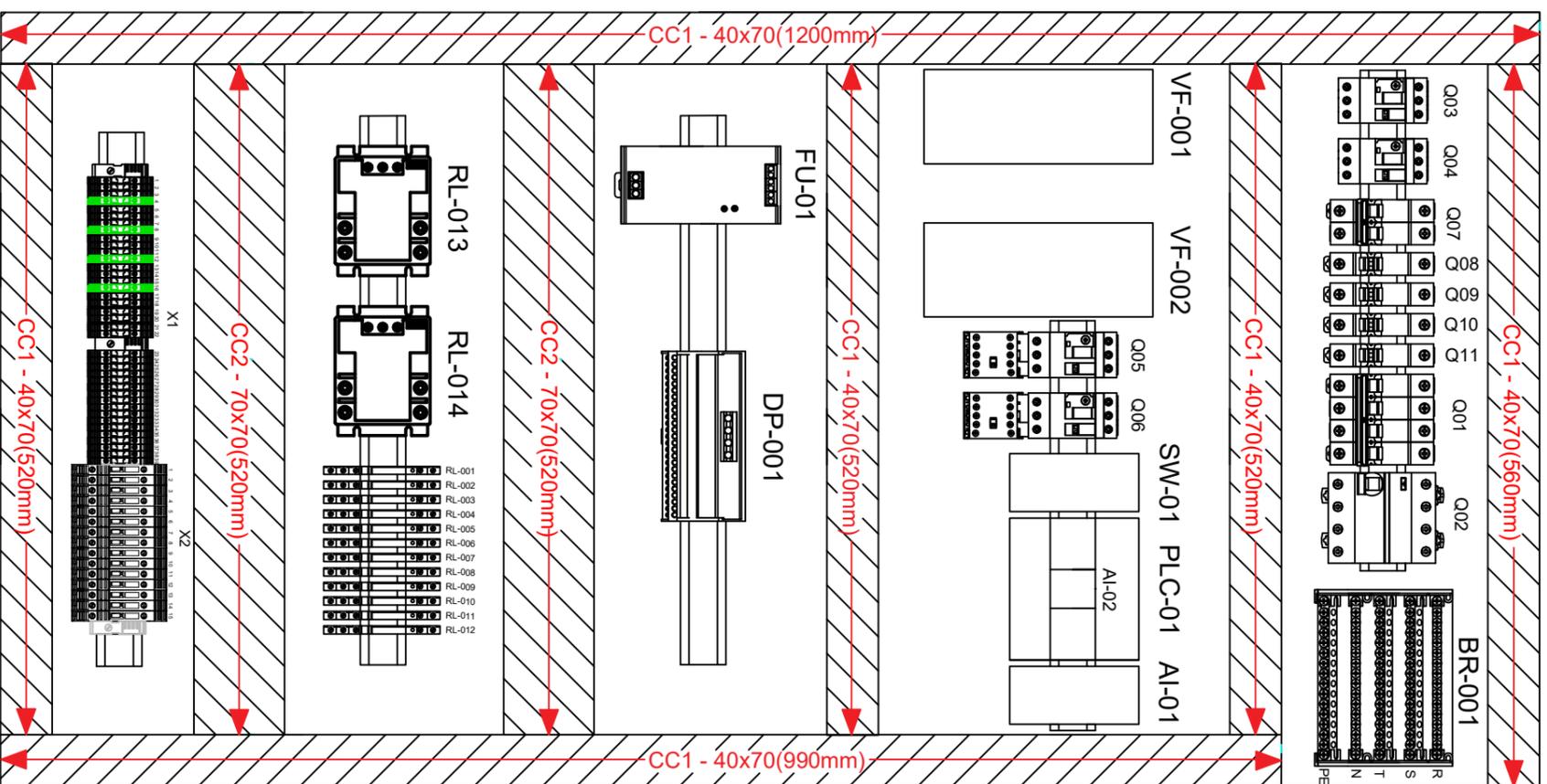
4 3 2 1

PLANOS ELÉCTRICOS



		Fecha		Docentes:		
		Dibujó	Nombre	Puentes, Gustavo		
Tolerancia		Revisó	Casalaspro	De Carli, Anibal Carlos		Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos Número de plano: 22 Código:2007B-PE-001
Rugosidad		Aprobó	Liebreznz			
						
ARQUITECTURA DE RED						

GT-01



CÓDIGO EQ.	DESCRIPCIÓN	MODELO	MARCA	CÓDIGO FABRICANTE
PLC-01	PLC CPU	S7-1200-1214C-AC/DC/RV	SIEMENS	6ES7214-1BE30-0XB0
SW-01	MÓDULO DE COMUNICACION PARA CONEXION A ETHERNET	CSM 1277	SIEMENS	6ES7 277-1AA0-0AA0
AI-01	MÓDULO DE ENTRADAS/SALIDAS ANALÓGICAS	SM 1234	SIEMENS	6ES7 234-4HE30-0XB0
AI-02	MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES	SB 1222	SIEMENS	6ES7 222-1B03-0X90
VF-001	VARIADOR DE VELOCIDAD	SINAMIC G120	SIEMENS	6SL3224-0BE13-7UA0
VF-002	VARIADOR DE VELOCIDAD	SINAMIC G120	SIEMENS	6SL3224-0BE13-7UA0
BR-001	BARRA DE DISTRIBUCIÓN	160A	GABEXEL	BC 160110
001	TERMO MAGNÉTICA TETRAPOLAR 25A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34425
002	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 30mA 25A	IID	SCHNEIDER	A9R71425
003	GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO TRIPOLAR 0.63A	TeSys GV2	SCHNEIDER	GVMEM04
004	GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO TRIPOLAR 1.6A	TeSys GV2	SCHNEIDER	GVMEM06
005	GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO TRIPOLAR 1.6A	TeSys GV2	SCHNEIDER	GVMEM06K107
006	GUARDAMOTOR MAGNETOTÉRMICO TRIPOLAR 1.6A	TeSys GV2	SCHNEIDER	GVMEM06K107
007	TERMO MAGNÉTICA BIPOLAR 6A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34206
008	TERMO MAGNÉTICA UNIPOLAR 6A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34106
009	TERMO MAGNÉTICA UNIPOLAR 6A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34106
010	TERMO MAGNÉTICA UNIPOLAR 6A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34106
011	TERMO MAGNÉTICA UNIPOLAR 6A CURVA TIPO C 4.5kA	Easy9 MCB	SCHNEIDER	E29F34106
FU-01	FUENTE 220VAC-24VDC	Modicon Premium	SCHNEIDER	ABL5T4A24100
DP-001	DISTRIBUIDOR DE POTENCIAL	VIP-2/SC/PDM-2/48	PHOENIX CONTACT	2803717
RL-001...RL-012	RELE ELECTROMECANICO	I2ET62-024CL-024CO-2501106	ZOLODA	221019
RL-013 - RL-014	RELE DE ESTADO SOLIDO	SG541020	CELDUC	SG541020
GB-01	GABINETE 1200x600x260mm	GE IP65	GABEXEL	GE 12060
CC1	CABLE CANAL 40x70	CK	ZOLODA	670.240
CC2	CABLE CANAL 70x70	CK	ZOLODA	670.300
X1	BORNIERA DE PASO	BNP	ZOLODA	BNP-2.5
X2	BORNIERA PORTAFUSIBLE	BKNP-520	ZOLODA	BKNP-520

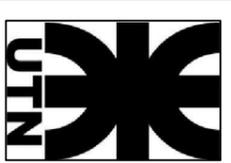
Fecha	Nombre	Docentes:
15/09/21	Casallaspro	Puente, Gustavo
30/09/21	Liebreznz	De Carli, Anibal Carlos



Escala 1:5

Dibujó 15/09/21
Revisó 30/09/21
Aprobó 30/09/21

Diseno de planta de producción de inoculantes biológicos



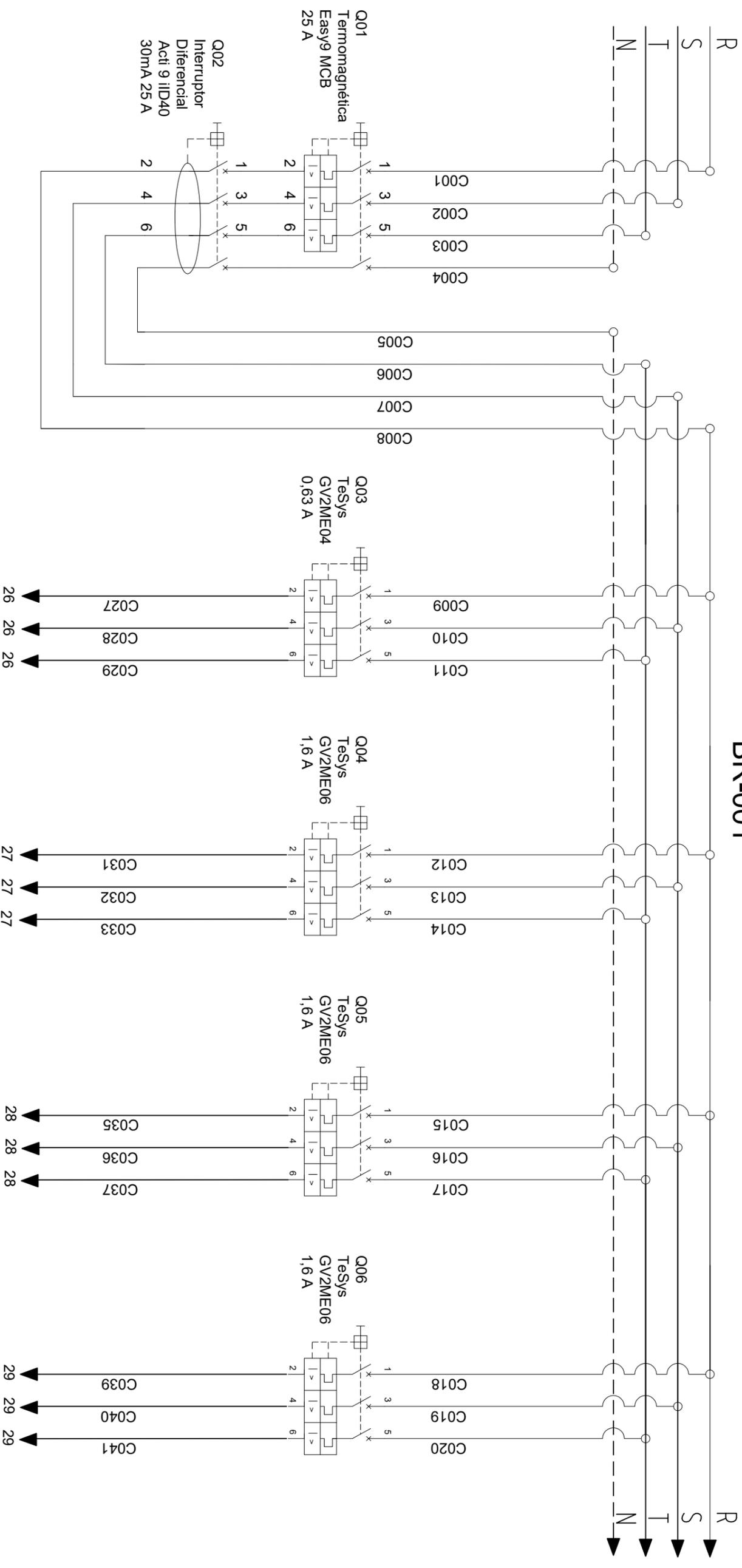
Tolerancia
Rugosidad

DIAGRAMA TOPOGRÁFICO

Número de plano: 23
Código: 2007B-PE-002

LINEA 380V

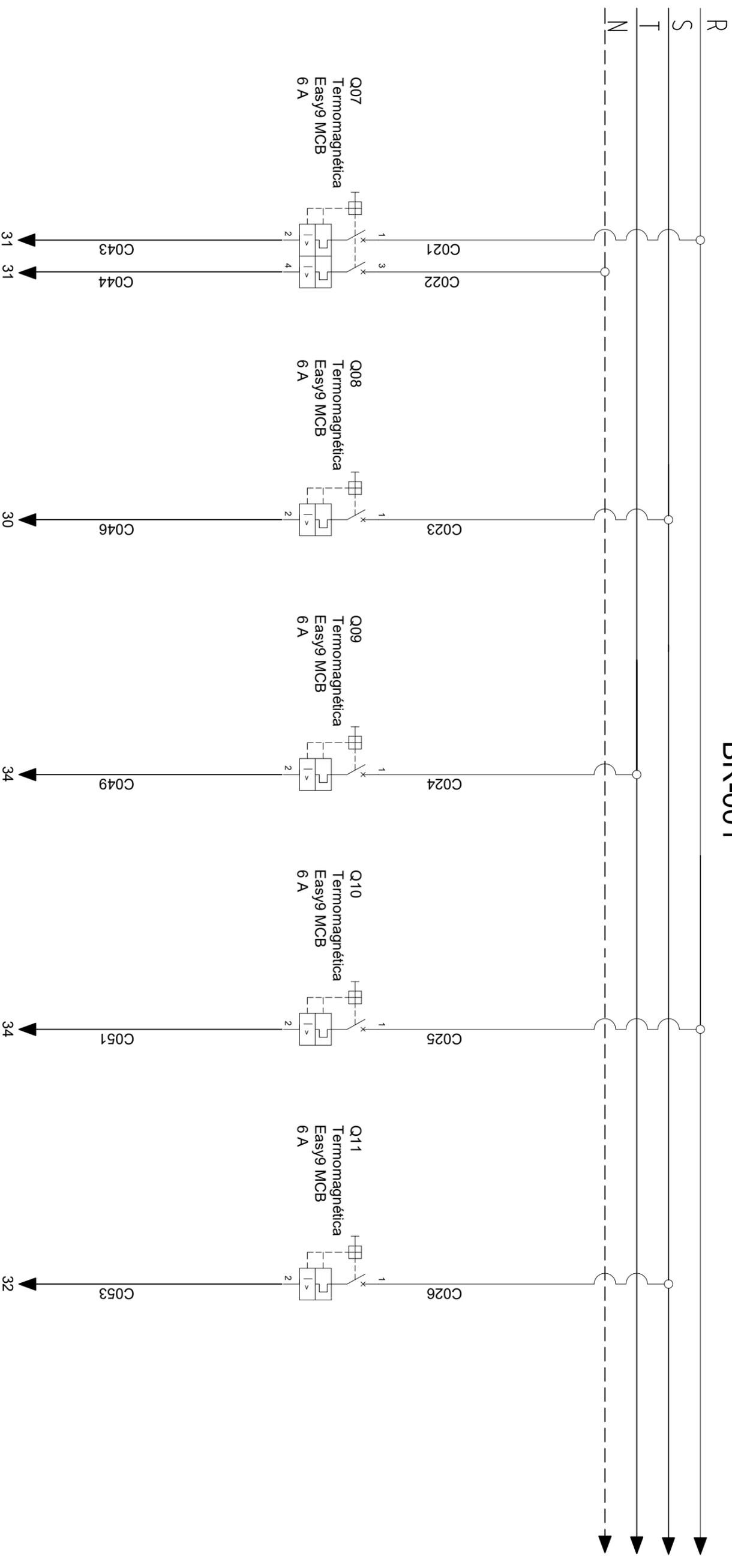
BR-001



		Fecha Nombre 27/08/21 Casallaspro		Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos		
		Dibujó 30/08/21 Liebreznz		Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos		
Revisó Aprobó		Tolerancia 		Número de plano: 24		Código: 2007B-PE-003
Rugosidad 		PROTECCIÓN DEL TABLERO		Número de plano: 24		

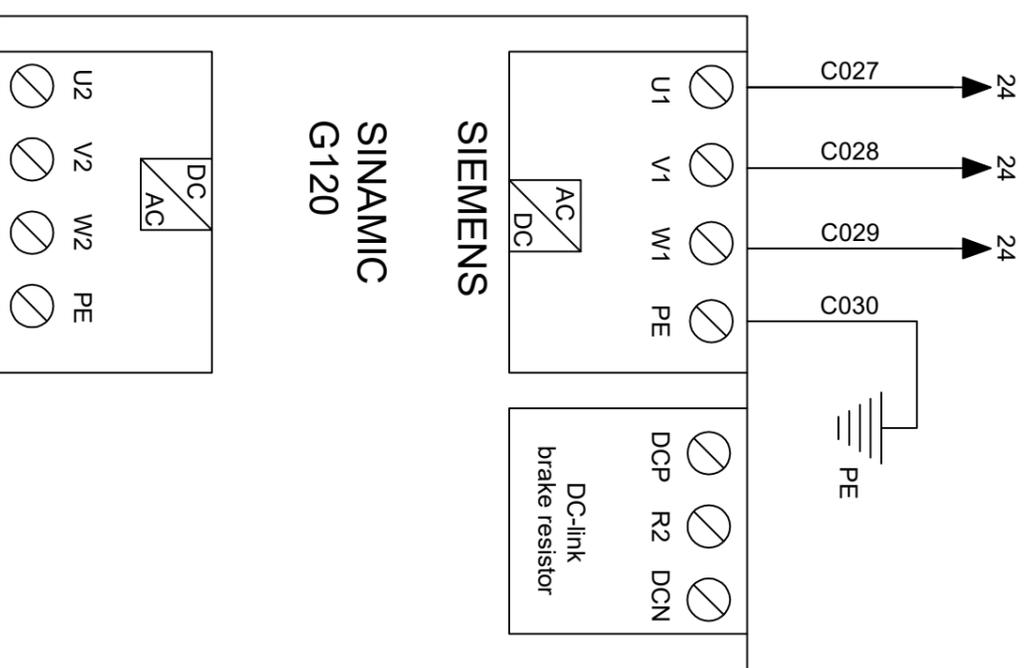
LINEA 380V

BR-001



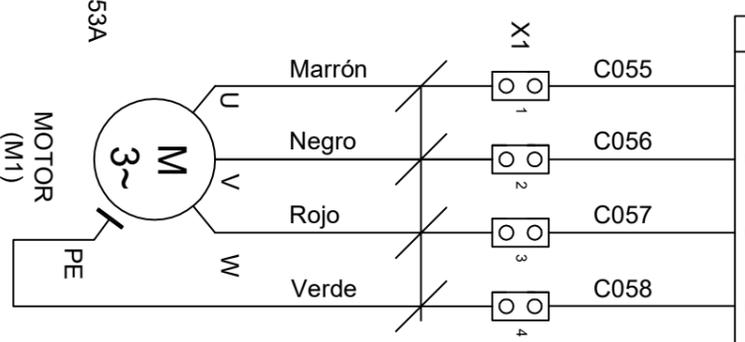
		Fecha	Nombre	Docentes:	
		Dibujo	Casalasprou	Puente, Gustavo	
		Reviso	Liebrenz	De Carli, Anibal Carlos	Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos
		Aprobo			
Tolerancia Rugosidad			PROTECCIÓN DEL TABLERO		Número de plano: 25
					Código: 2007B-PE-004

VF-001
SINAMIC
G120



C059
4x1,5mm²

3X380V
0,16HP - 0,53A
MOTOR (M1)



Fecha	Nombre	Docentes:
Dibujó	Pighetti	Puente, Gustavo
Revisó	Liebreznz	De Carli, Anibal Carlos
Aprobó		
Escala 1:1		
Tolerancia		
Rugosidad		

VARIADOR DE VELOCIDAD VF-001

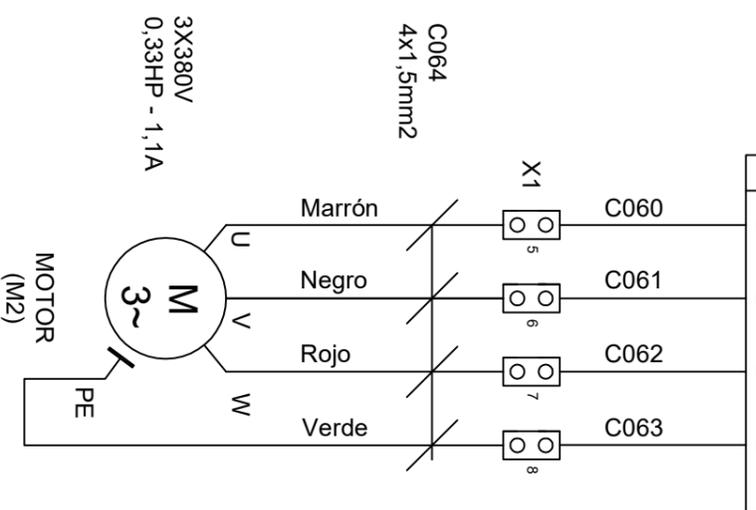
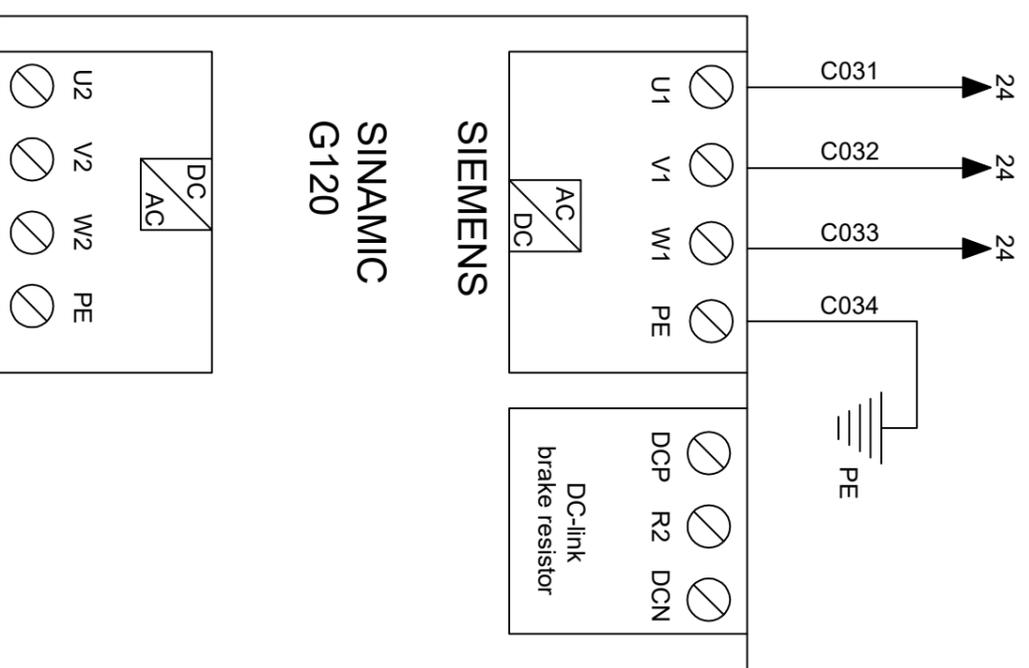


Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos

Número de plano: 26

Código: 2007B-PE-005

VF-002
SINAMIC
G120

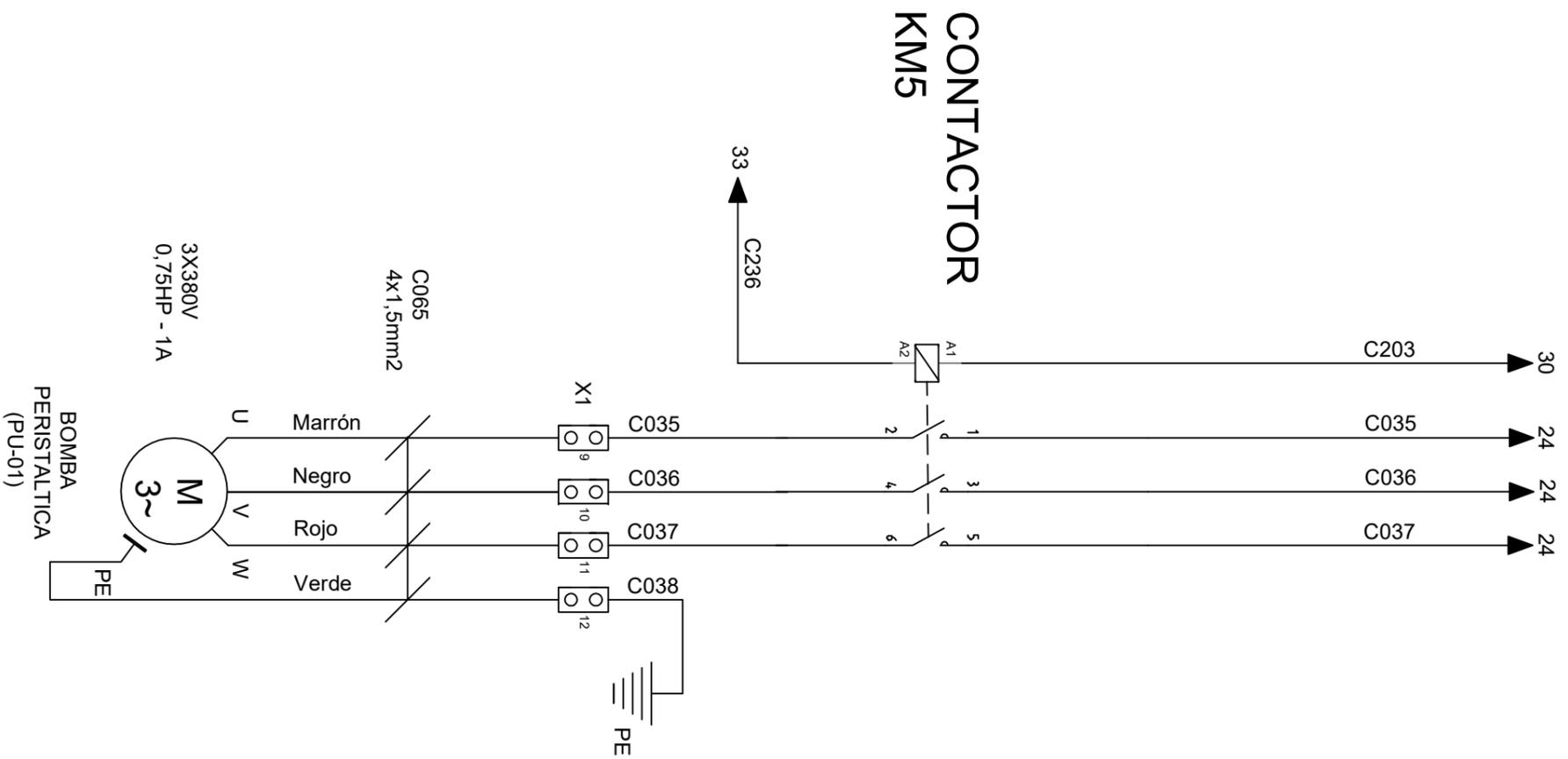


Fecha	Nombre	Docentes:
Dibujó	Pighetti	Puente, Gustavo
Revisó	Liebreinz	De Carli, Anibal Carlos
Aprobó		
Escala 1:1		
Tolerancia		
Rugosidad		

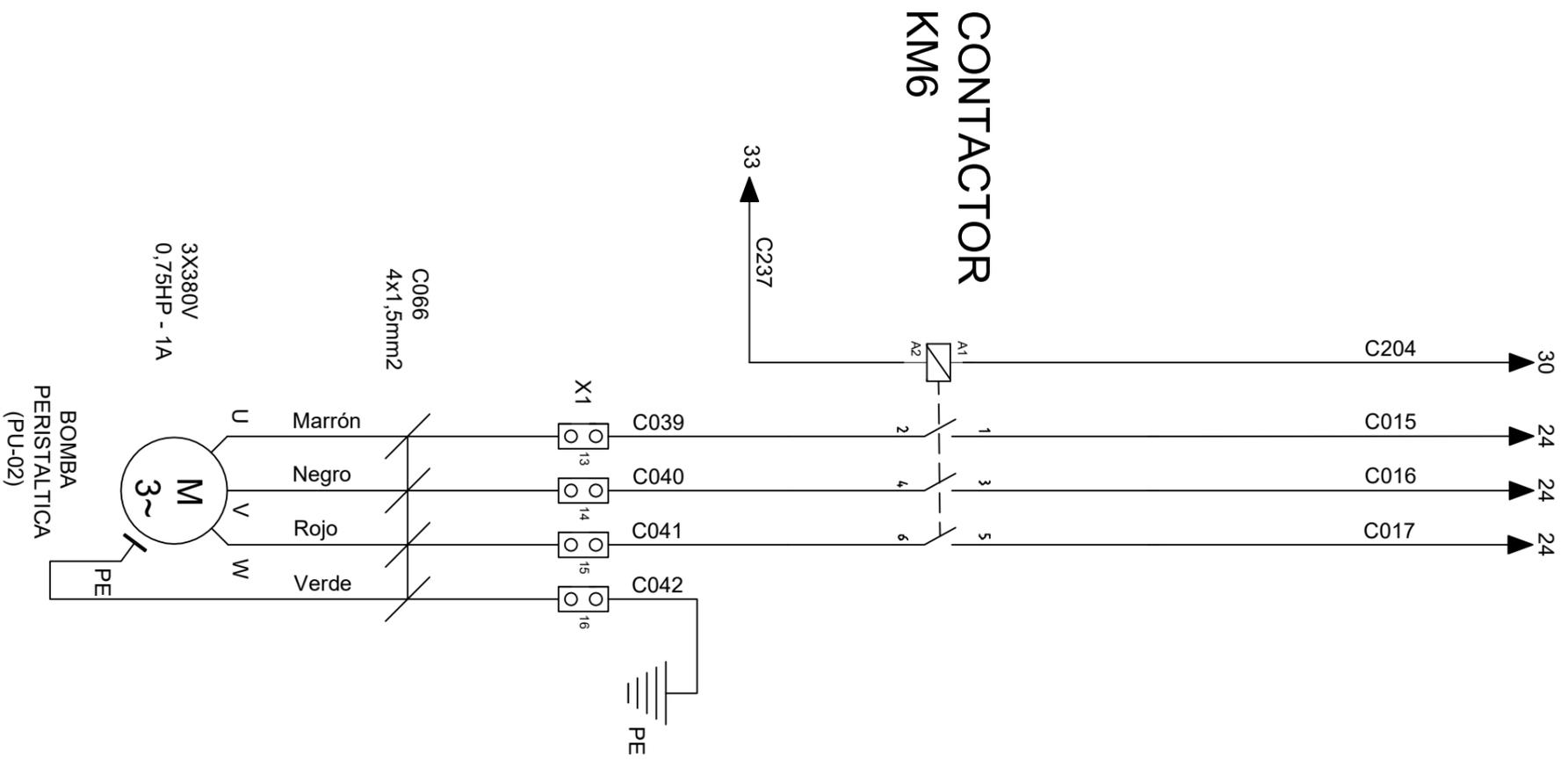
VARIADOR DE VELOCIDAD VF-002



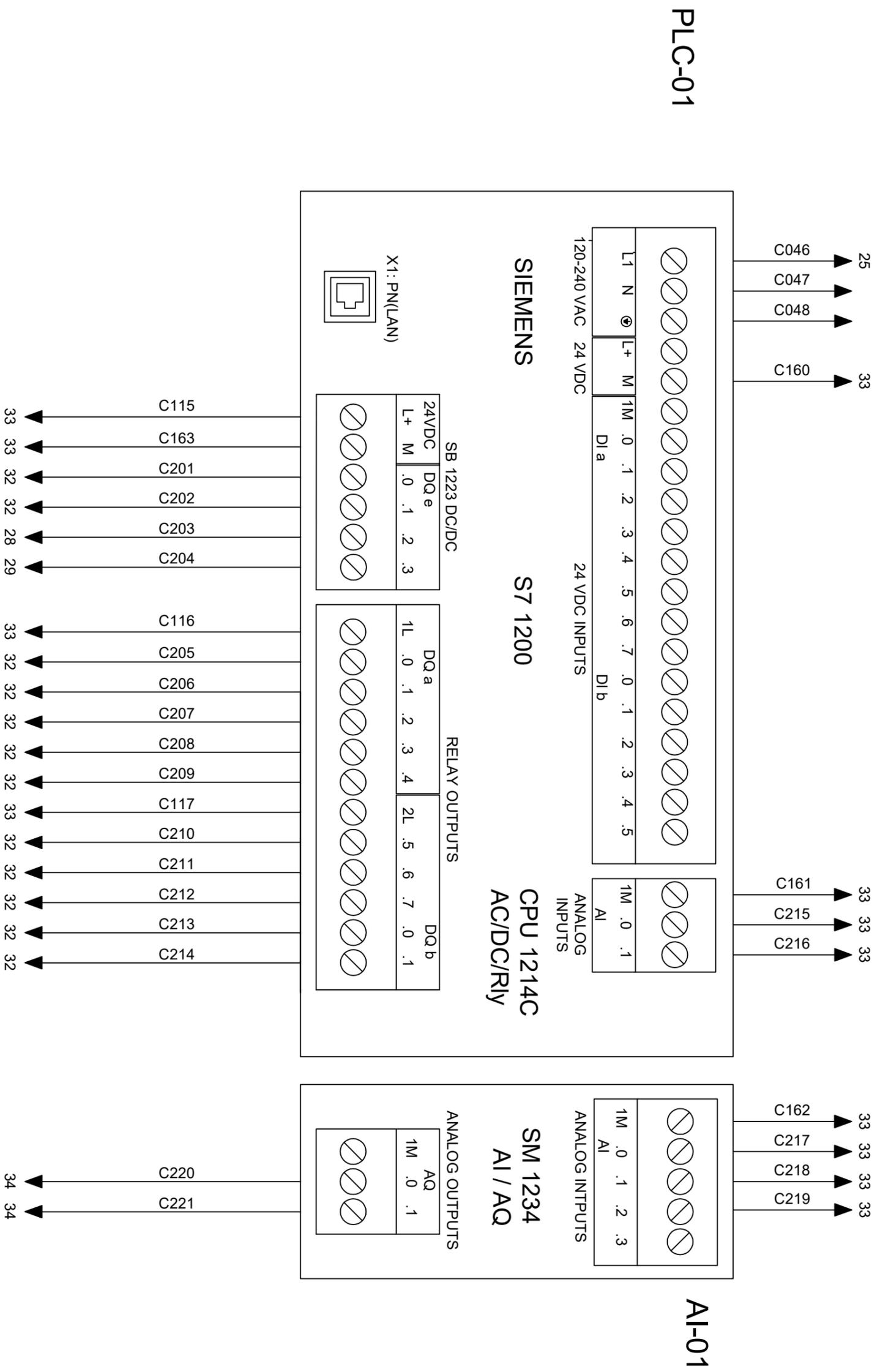
Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos
Número de plano: 27
Código: 2007B-PE-006

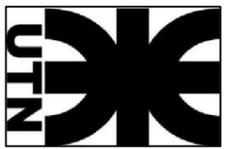


		Fecha	Nombre	Docentes:	
		Dibujó	Pighetti	Puente, Gustavo	
Escala 1:1		Revisó	Liebreinz	De Carli, Anibal Carlos	Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos
		Aprobó			
Tolerancia		CONTACTOR KM5			Número de plano: 28
Rugosidad					Código: 2007B-PE-007



		Fecha		Docentes:		
		Dibujó	20/09/21	Pighetti	Puente, Gustavo	
Escala 1:1		Revisó	30/09/21	Liebreinz	De Carli, Anibal Carlos	Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos
 Tolerancia  Rugosidad		Aprobó				
CONTACTOR KM6			Número de plano: 29		Código: 2007B-PE-008	



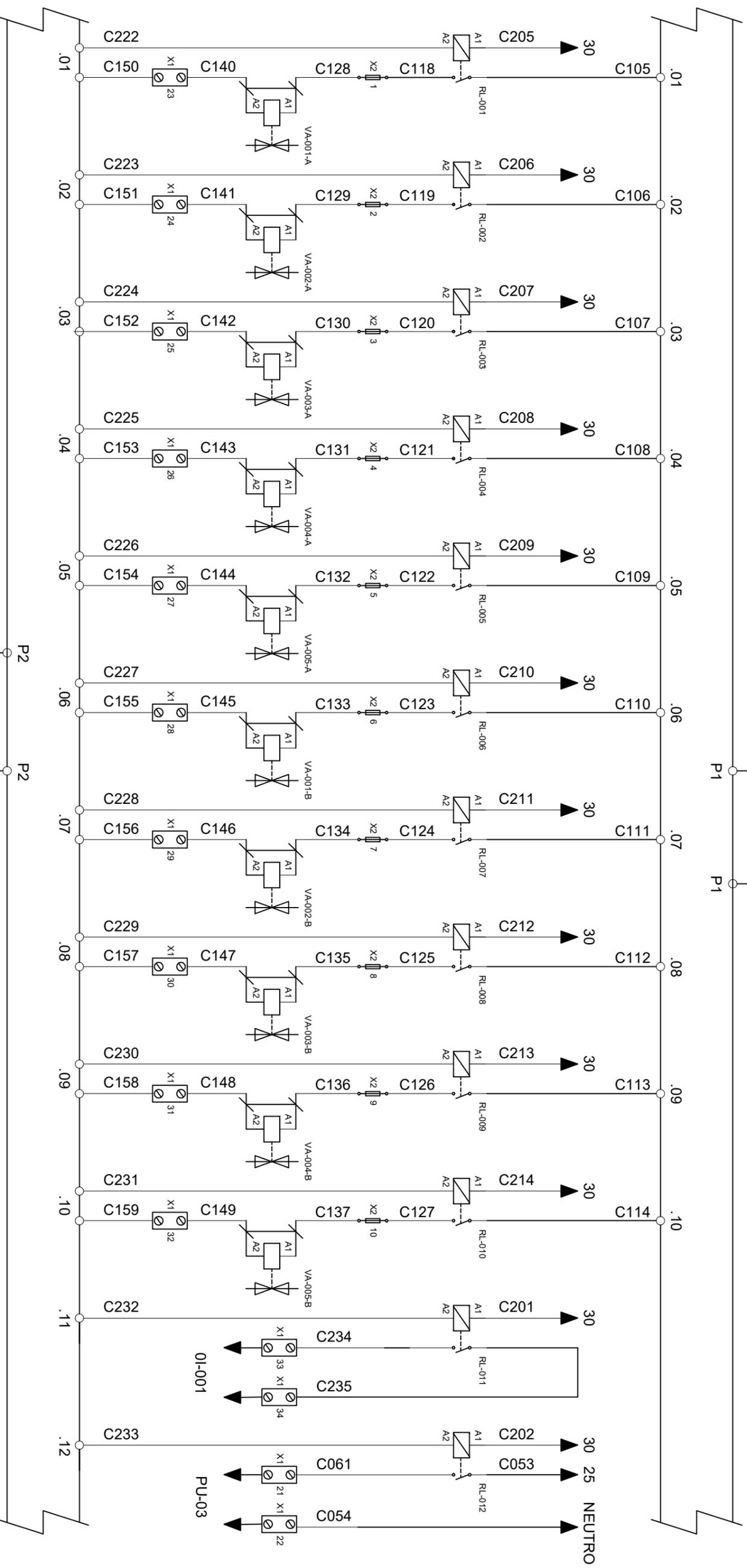
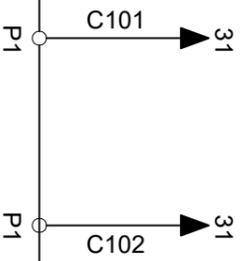
			
Fecha	Nombre	Docentes:	
Dibujó	Blanc	Puentes, Gustavo	
Revisó	Liebrez	De Carli, Anibal Carlos	
Aprobó			
Escala 1:1	Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos		
Tolerancia	Número de plano: 30		
Rugosidad	Código: 2007B-PE-009		

CONEXIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

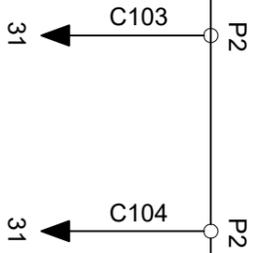


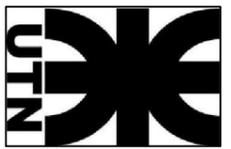
					
Dibujó	Fecha	Nombre	Docentes:	 Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos	
Revisó	28/09/21	Blanc	Puente, Gustavo		
Aprobó	30/09/21	Liebrezn	De Carli, Anibal Carlos		
Escala 1:1					
Tolerancia					
Rugosidad					
FUENTE DE ALIMENTACIÓN			Número de plano: 31		
			Código: 2007B-PE-010		

DP-001

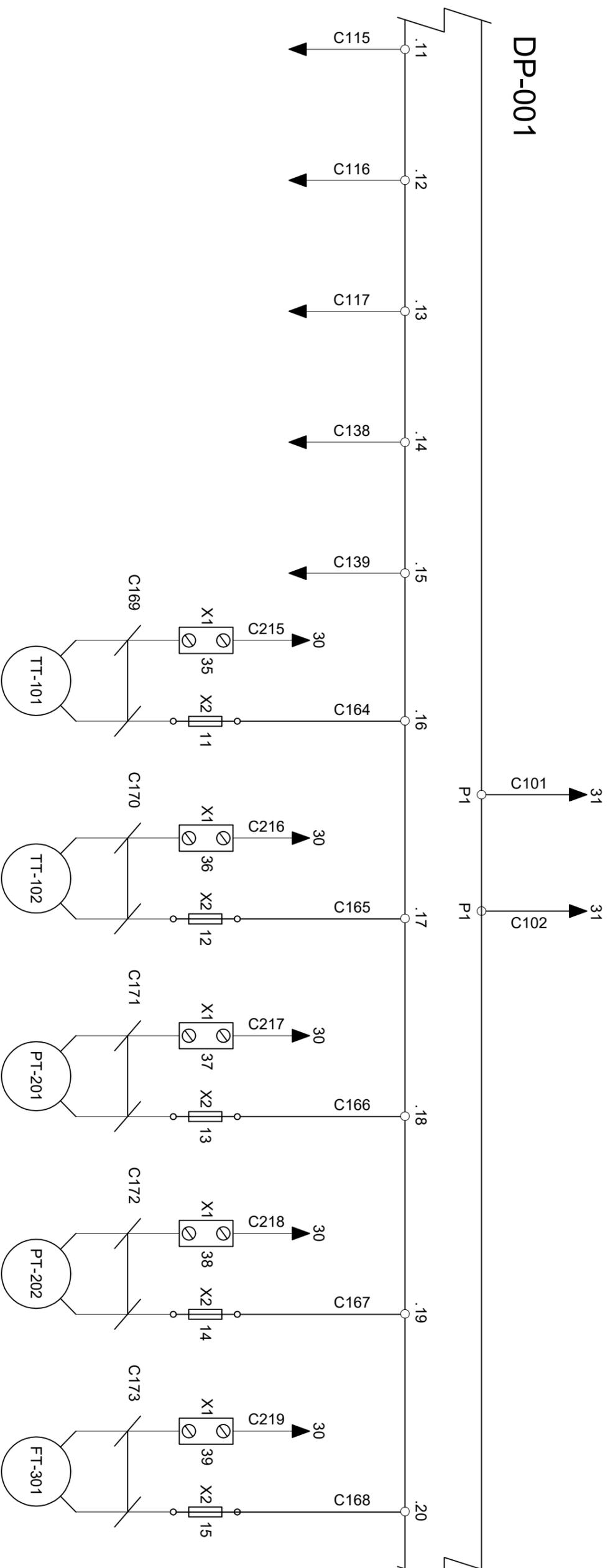


DP-001

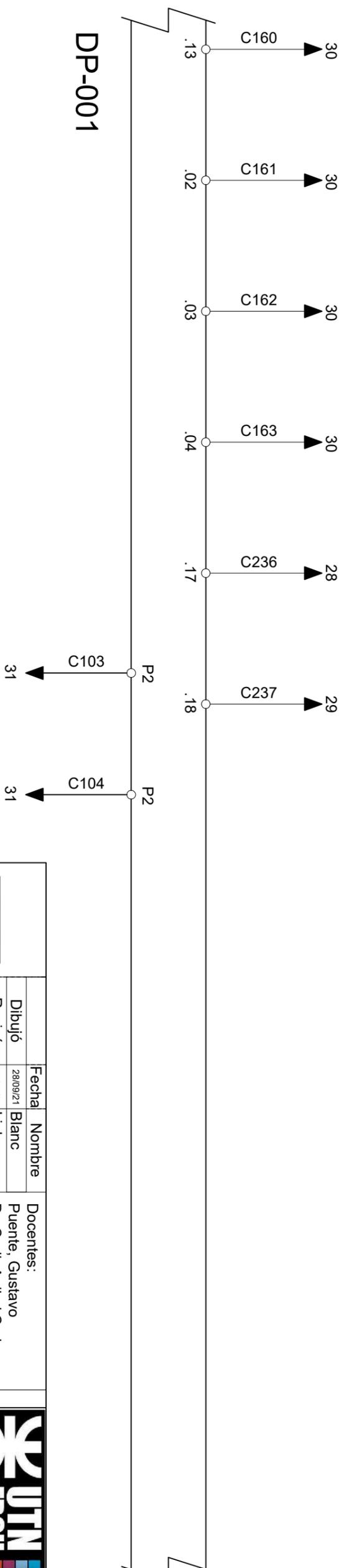


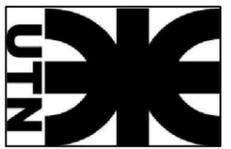
		Fecha		Nombre	
		Dibujó	28/09/21	Blanc	
		Revisó		30/09/21	
		Aprobó		Liebrezn	
COMANDO Y ALIMENTACIÓN DE RELÉ		Docentes:		Puente, Gustavo	
				De Carli, Anibal Carlos	
		Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos			
		Número de plano: 32		Código: 2007B-PE-011	

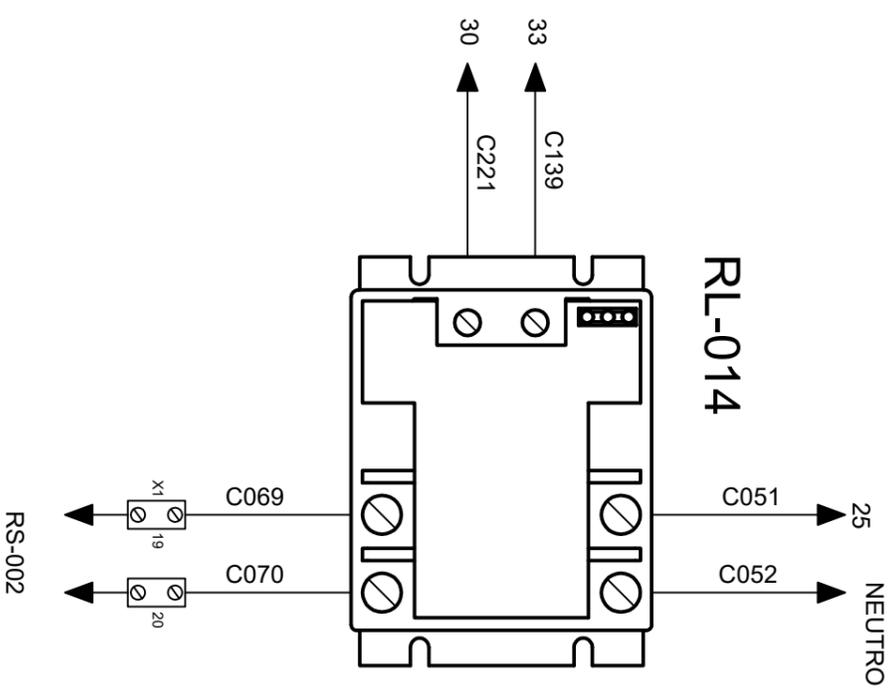
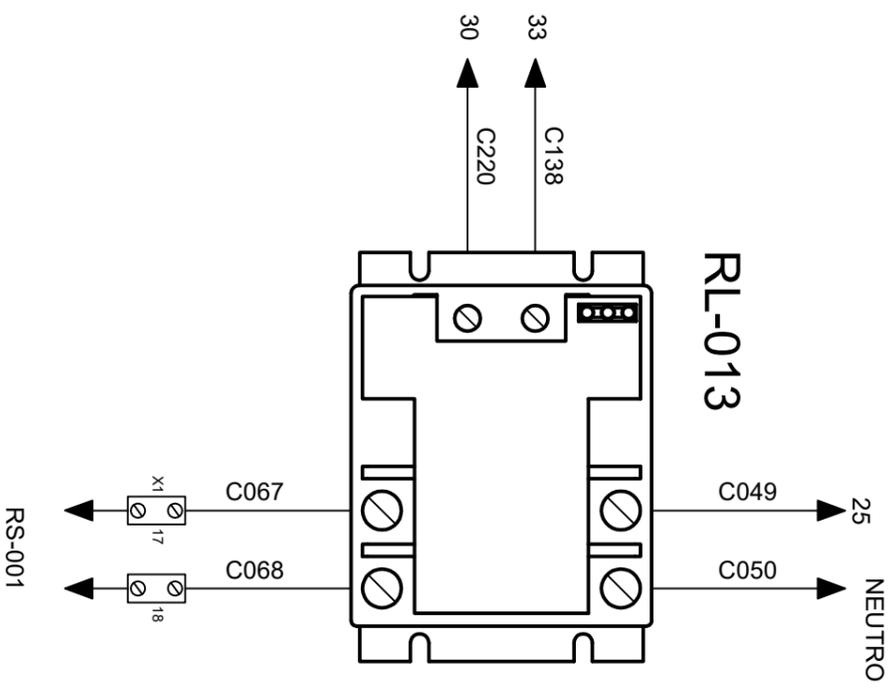
DP-001



DP-001



		Fecha Nombre		Docentes: Puente, Gustavo De Carli, Anibal Carlos	
		Dibujo 28/09/21 Blanc	Revisó 30/09/21 Liebreznz		
Tolerancia		Rugosidad		<h2 style="text-align: center;">CONEXIÓN DE SENSORES</h2>	
Número de plano: 33		Código: 2007B-PE-012			



		Fecha	Nombre	Docentes: Puentes, Gustavo De Carli, Anibal Carlos	
		Dibujó	Blanc		
Escala 1:2		Revisó	Liebreznz	RELE ESTADO SÓLIDO	
Tolerancia		Aprobó			
Rugosidad					
Diseño de planta de producción de inoculantes biológicos		Número de plano: 34 Código: 2007B-PE-013			

C-2007B-MEMORIAS

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice:

1	Situación y oportunidad.	5
2	Introducción a la inoculación de semillas de soja.	5
2.1	Interacción entre el rizobio y la planta de soja.	5
2.2	Importancia de la inoculación.	6
3	Ingeniería.	7
3.1	Descripción de los procesos.	7
3.2	Diagrama de flujos para la Fermentación 1 y Fermentación 2 - Reactores RE-01 y RE-02.	9
3.3	Diagrama de lazos de control de los reactores RE-01 y RE-02.	9
3.4	Estudio de componentes y toma de decisiones.	11
3.4.1	Reactores.	11
3.4.2	Sistema de transferencia de calor para reactores.	11
3.4.3	Agitador.	12
3.4.4	Esterilización de medio de cultivo.	13
3.4.5	Suministro de vapor.	16
3.4.6	Suministro de agua tratada.	16
3.4.7	Aireación.	16
3.4.8	Control.	16
3.4.9	Cabezales.	17
3.5	Listado de componentes.	18
3.6	Dimensionamiento de los reactores.	22
3.6.1	Reactor RE-01.	23
3.6.1.1	Envoltorio CU-001-A.	23
3.6.1.2	Cabezal CU-002-A y fondo CU-003-A.	26
3.6.1.3	Soporte CU-004-A.	27
3.6.1.4	Bridas CU-005-A y CU-006-A.	29
3.6.1.5	O-ring CU-006-A.	29
3.6.1.6	Sistema de agitación.	30
3.6.1.6.1	Dimensionamiento del impulsor AG-003-A.	30
3.6.1.6.2	Cálculo del tiempo de mezclado.	31
3.6.1.6.3	Potencia absorbida.	32
3.6.1.6.4	Motor M1.	33

3.6.1.6.5	Cálculo del eje del agitador AG-002-A.	35
3.6.1.6.6	Torreta AG-001-A.	42
3.6.1.6.7	Adaptador de montaje AG-005-A.	44
3.6.1.6.8	Chaveta AG-004-A.	45
3.6.1.7	Difusor de aire DA-001-A.	45
3.6.1.8	Cálculo del vapor de esterilización.	47
3.6.2	Reactor RE-02.	53
3.6.2.1	Envolvente CU-001-B.	53
3.6.2.2	Cabezal CU-002-B y fondo CU-003-B.	54
3.6.2.3	Soporte CU-004-B.	55
3.6.2.4	Bridas CU-005-B y CU-006-B.	56
3.6.2.5	O-ring CU-006-B.	57
3.6.2.6	Sistema de agitación.	58
3.6.2.6.1	Dimensionamiento del impulsor AG-003-B.	58
3.6.2.6.2	Velocidad de giro del agitador.	58
3.6.2.6.3	Potencia absorbida.	59
3.6.2.6.4	Motor M2.	59
3.6.2.6.5	Cálculo del eje del agitador AG-002-B.	60
3.6.2.6.6	Torreta AG-001-B.	63
3.6.2.6.7	Chaveta AG-004-B.	64
3.6.2.7	Difusor de aire DA-001-B.	64
3.6.2.8	Cálculo del vapor de esterilización.	65
3.6.3	Resistencia de inmersión RS-001 y RS-002.	69
3.6.4	Válvulas de toma de muestra VM-001 y VM-002.	70
3.6.5	Válvulas de seguridad VS-001 y VS-002.	71
3.7	Bombas peristálticas.	72
3.7.1	Bomba peristáltica PU-01.	72
3.7.2	Bomba peristáltica PU-02.	73
3.8	Compresor C0-01.	74
3.9	Bomba de vacío PU-03.	74
3.10	Caldera GV-01.	76
3.11	Equipo de osmosis EO-01.	77
3.12	Cañerías.	77

3.12.1	Línea de inóculos L001.	77
3.12.2	Línea de inóculos L002.	78
3.12.2.1	Caño.	78
3.12.2.2	Válvula manual VM-002-A y VM-002-B.	78
3.12.3	Línea de inóculos L003.	79
3.12.3.1	Caño.	79
3.12.3.2	Válvula manual VM-003-B.	79
3.12.4	Línea de vapor L004.	80
3.12.4.1	Caño.	80
3.12.4.2	Separador FL-002.	80
3.12.4.3	Filtro FL-003.	81
3.12.4.4	Válvula reguladora VP-001 y VP-002.	82
3.12.4.5	Manómetro MA-001 y MA-002.	83
3.12.5	Línea de agua tratada L005.	85
3.12.5.1	Caño.	85
3.12.6	Línea de vacío L006.	86
3.12.7	Línea de aire comprimido L007.	86
3.12.7.1	Caño.	86
3.12.7.2	Filtro FL-001.	87
3.13	Automatización y control.	88
3.13.1	PLC PLC-01.	88
3.13.1.1	Módulo de entradas/salidas analógicas AI-01.	88
3.13.1.2	Módulo de salidas digitales AI-02.	89
3.13.1.3	Módulo switch para conexión ethernet SW-01.	90
3.13.1.4	Pantalla HMI HMI-01.	90
3.13.2	Variador de velocidad VF-001 y VF-002.	97
3.13.3	Sensor de temperatura TT-101 y TT-102.	98
3.13.4	Sensor de presión PT-201 y PT-202.	99
3.13.5	Caudalímetro FT-301.	100
3.13.6	Válvula solenoide.	101
3.13.7	Válvula de retención.	103
3.13.8	Fuente de alimentación FU-01.	104
3.13.9	Distribuidor de potencial DP-001.	105

3.13.10	Relés de accionamiento.	106
3.13.11	Protecciones.	107
3.13.11.1	Termomagnética general Q01.	107
3.13.11.2	Interruptor diferencial general Q02.	108
3.13.11.3	Guardamotor magnetotérmico Q03 y Q04.	108
3.13.11.4	Guardamotor magnetotérmico Q05 y Q06.	109
3.13.11.5	Termomagnética bipolar Q07.	110
3.13.11.6	Termomagnética unipolar Q08, Q09, Q010 y Q11.	111
3.13.12	Barras de distribución BR-001.	111
3.13.13	Borneras de paso X1.	112
3.13.14	Bornera portafusible X2.	112
3.13.15	Cableado.	113
3.13.16	Puesta a tierra.	113
3.13.17	Gabinete GT-01.	114
3.14	Identificación de peligros.	114

1 Situación y oportunidad.

(Basada en una propuesta del Ing. Raúl Charadía vinculada a un estudio realizado en la F.B.C.B. U.N.L.).

De las 700.000 hectáreas de la provincia de Santa Fe, un 30% son cultivadas por grandes, medianos y pequeños productores y emprendimientos familiares.

La agrobiotecnología que ofrece grandes beneficios para los grandes productores encuentra dos restricciones para los pequeños: los costos, el desconocimiento y la falta de políticas que aseguren la aplicación en todas las áreas cultivadas.

El inoculante ofrecido en mercado, es una suspensión líquida de bacterias viables (1.1010 UFC/mL), contenidas en bolsas plásticas de 1 L, con un volumen de suspensión igual a 300 mL. Una dosis de este producto cubre los microorganismos simbióticos necesarios para 70 kg de semillas forrajeras que resultan una siembra normal para 1 Ha de suelo a cultivar.

La base inoculante es la bacteria *Bradyrhizobium japonicum*, simbiótica propia de las leguminosas cuya función es fijar el nitrógeno (fertilizante) atmosférico a unos nódulos de la raíz de la planta.

El proceso de laboratorio necesario para lograr una densidad celular deseada de *B. japonicum*, demanda un proceso de cultivo mediante dos reacciones continuas durante un tiempo de 96h (4 días corridos) cada una, con un total de 192h.

Oportunidad.

Desarrollar la Ingeniería de planta para ofrecer, al segmento de productores menores, una estrategia de negocios que ofrezca un producto nacional, a un precio competitivo y que asegure, al mismo tiempo, un servicio de capacitación y acompañamiento continuo.

2 Introducción a la inoculación de semillas de soja.

Fuente: Ref. [7]

En la década del '70, cuando se produjo la expansión del cultivo, dada la inexistencia de la bacteria específica para soja, *Bradyrhizobium japonicum* o *B. elkanii*, se consideró necesaria la incorporación de éstas a las semillas por intermedio de la inoculación. Los efectos sobre el rendimiento del cultivo fueron evidentes y esto permitió una alta adopción de los inoculantes y de la tecnología de aplicación en los productores de soja.

2.1 Interacción entre el rizobio y la planta de soja.

Se ha estimado que la planta de soja requiere hasta 80 kg de nitrógeno asimilable para producir una tonelada de grano, lo que representa un promedio de 240 kg / ha. El nitrato o el amonio se encuentra disponible en el suelo mediante la mineralización de nitrógeno orgánico, la fertilización química y la fijación biológica de nitrógeno. Este último proceso es esencial para la incorporación de nitrógeno a la biosfera. La

conversión del nitrógeno atmosférico en amonio es llevada a cabo por microorganismos que contienen enzimas específicas, en un proceso intrínseco no contaminante que evita el empobrecimiento del suelo. Al mismo tiempo, las altas concentraciones de nitrato o amonio en el suelo inhiben la fijación biológica de nitrógeno.

La interacción específica entre los rizobios y las plantas de leguminosas da como resultado la forma más eficiente de fijación biológica de nitrógeno, conocida como fijación simbiótica de nitrógeno, que representa el 60-80% del total del nitrógeno fijo en la naturaleza. La interacción entre el rizobio y la planta huésped conduce a la formación de nódulos, estructuras especializadas que generalmente se encuentran en las raíces, proporcionando un microambiente ideal para reducir el nitrógeno gaseoso a amonio. En esta interacción simbiótica, la planta proporciona la fuente de carbono para el crecimiento bacteriano a cambio del nitrógeno absorbido

2.2 Importancia de la inoculación.

Con la inoculación se logra la incorporación efectiva de un alto número de bacterias del suelo fijadoras de N₂ sobre la superficie de las semillas de soja previo a la siembra de estas. La inoculación de la soja:

- Permite lograr que cada semilla contenga una carga de rizobios óptima para una adecuada nodulación.

En suelos sin rotación con soja es fundamental la inoculación. Existe un fuerte impacto negativo cuando hay fallas de nodulación en esos ambientes. En suelos con historia de soja el rizobio es poco móvil en el suelo y por lo tanto no nos asegura una nodulación temprana.

- Incorporar cepas activas y eficientes para fijar N.

Con la inoculación se incorporan, en forma compacta a todas las semillas, cepas seleccionadas por su alta capacidad de fijar de N₂, creando las mejores condiciones para la FBN desde las etapas tempranas del cultivo. En cambio, si no se inocula dependemos de las poblaciones naturalizadas de rizobios presentes en el suelo que, con frecuencia, no son homogéneas dado las diferentes situaciones de estrés a las que han sido expuestos, tales como: sequías intensas, inundaciones, aplicación de diferentes agroquímicos, etc.

- Aumentar el rendimiento en granos.

La información generada dentro del marco del Convenio de Asistencia Técnica, denominado "PROYECTO INOCULAR" entre INTA y 25 empresas indica lo siguiente según la historia del lote.

- Respuesta observada en suelos no rotados con soja: Si no hay limitaciones nutricionales o hídricas se esperan aumentos de rendimiento mínimos del 50% (suelos nuevos de Entre Ríos, Córdoba y Chaco).
- Respuesta en suelos con historia de soja en la rotación: En más de 300 ensayos realizados y/o controlados por IMYZA y/o EEA INTA

desde 1990 al 2006 en las distintas regiones cultivadas con soja, se determinó una respuesta positiva promedio de la inoculación de 300 kg/ha, equivalentes al 11 % del rendimiento de los cultivos.

3 Ingeniería.

3.1 Descripción de los procesos.

Para obtener las condiciones de cada proceso se solicitó asesoramiento a la Lic. Sara Charadía, a partir de lo cual se armó el siguiente diagrama de bloques:

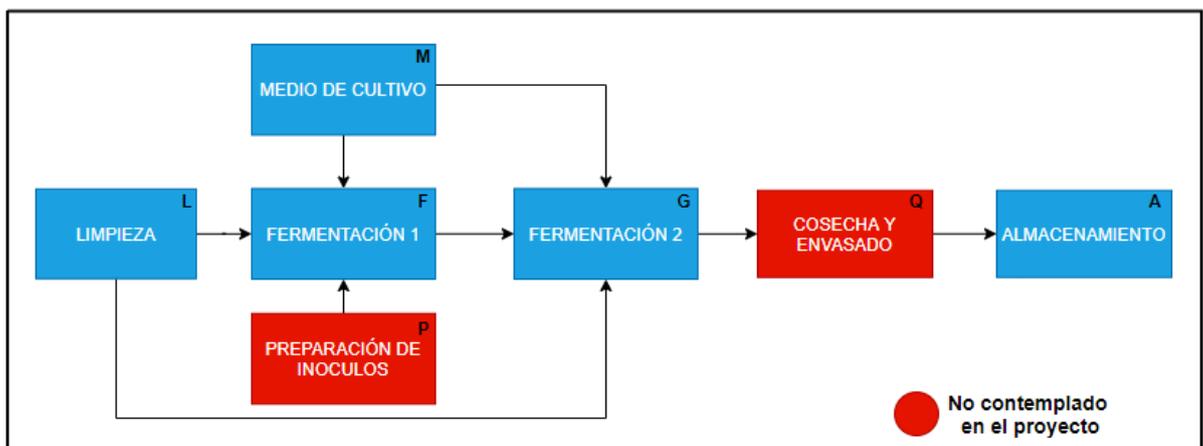


Ilustración 1 - Diagrama de bloques.

- **L - LIMPIEZA.**

El reactor debe ser limpiado mediante agua con detergente y álcalis (NaOH o KOH), para posteriormente ser esterilizado con vapor fluente en todo el interior del equipo.

- **P - PREPARACIÓN DE INOCUOS.**

Para la generación del inoculante de soja comenzamos con una placa fresca de *Bradyrhizobium japonicum* densamente poblada (originada de una placa o de un stock de cepario), se colecta biomasa con un ansa, en condiciones de esterilidad, y se lo deposita en un frasco Erlenmeyer que contiene 50 mL de medio de cultivo. Luego de evidenciado el crecimiento de la biomasa se realiza un escalamiento a 2000 mL.

- **M - MEDIO DE CULTIVO.**

Se utiliza un medio de cultivo de base acuosa que contiene: manitol (10 gr/L), extracto de levadura (0.5 gr/L), sulfato de magnesio (0.3 gr/L), cloruro de sodio (0.1 gr/L) y fosfato di básico de potasio (0.5 gr/L) en agua tratada. Este medio se inserta dentro del reactor correspondiente, al que se le realiza un proceso de esterilización, a 1 atm de presión y 121°C, y luego se enfría hasta la temperatura y presión de fermentación.

- **F - REACTOR 1 (20L).**

Los inóculos contenidos en el frasco de 2000 mL son trasvasados al reactor 1 (relación de volumen de 1/10), en condiciones de esterilidad, por un operario especializado a través de una brida ciega disponible en el cabezal. Se produce la transformación de la mezcla durante 96 h, a una temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica. Esto logra un crecimiento bacteriano acorde a lo requerido en los estándares de comercialización. Se programa el PLC para el control de la agitación de las paletas del reactor y las condiciones operativas.

Durante la fermentación, se obtiene una toma de muestra de un volumen determinado cada 48 h, que permita evaluar la viabilidad celular y la calidad microbiológica. Los controles cuantitativos serán efectuados en placas de Petri agar, y en un microscopio los cualitativos.

- **G - REACTOR 2 (200L).**

El contenido del reactor 1 es trasvasado al reactor 2 en condiciones de esterilidad mediante bomba peristáltica. Se produce la transformación de la mezcla durante 96 h, a una temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Esto logra un crecimiento bacteriano acorde a lo requerido en los estándares de comercialización. Se programa el PLC para el control de la agitación de las paletas del reactor y las condiciones operativas.

Durante la fermentación, se obtiene una toma de muestra de un volumen determinado cada 48 h, que permita evaluar la viabilidad celular y la calidad microbiológica. Los controles cuantitativos serán efectuados en placas de Petri agar, y en un microscopio los cualitativos.

- **Q - COSECHA Y ENVASADO.**

Completado el proceso, el producto se dirige directamente al envasado. Este proceso no se contempla en los alcances del proyecto.

- **A - ALMACENAMIENTO.**

En el almacenado se requiere una temperatura menor a 25°C y evitar la exposición al sol. Se tiene registro que no existe actividad celular en condiciones de oscuridad a 4°C .

3.2 Diagrama de flujos para la Fermentación 1 y Fermentación 2 - Reactores RE-01 y RE-02.

A continuación, se muestran los flujos entrantes y salientes para los reactores

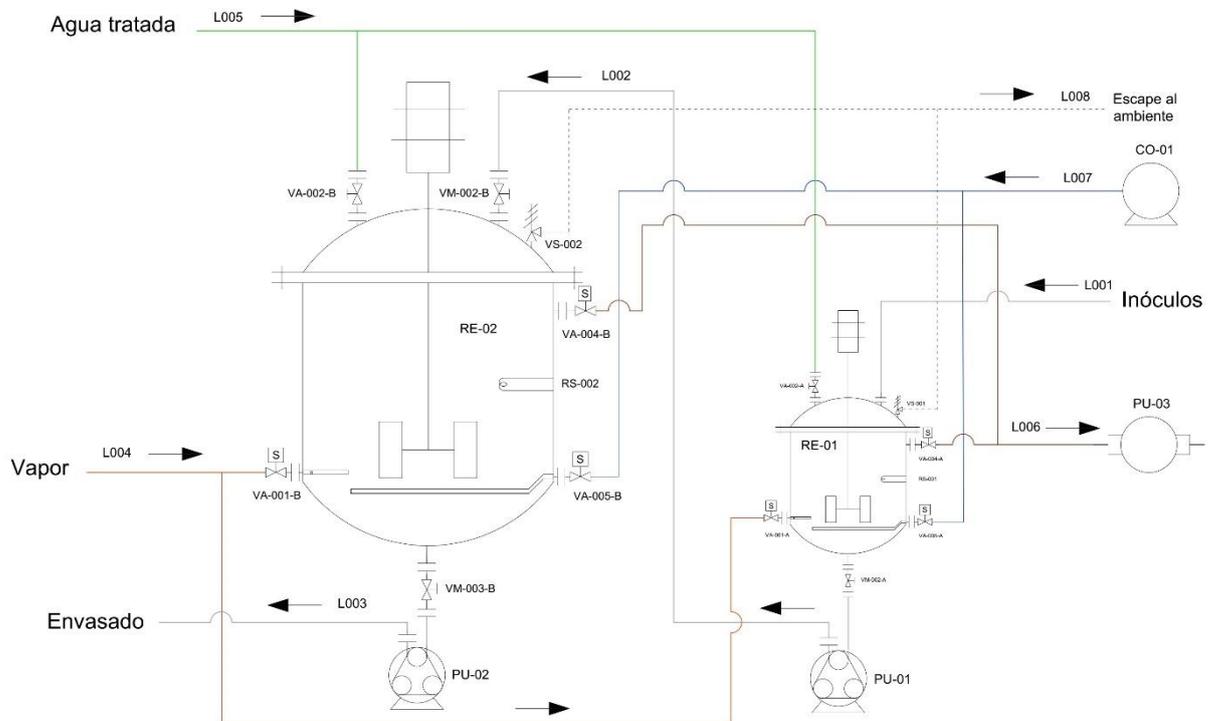


Ilustración 2 - Flujo de proceso de los reactores RE-01 y RE-02.

3.3 Diagrama de lazos de control de los reactores RE-01 y RE-02.

A continuación, en la ilustración 3, se muestran las señales de entrada y salida del PLC para la automatización de los reactores. La ilustración 4 es una ampliación del reactor RE-01, para su mejor apreciación.

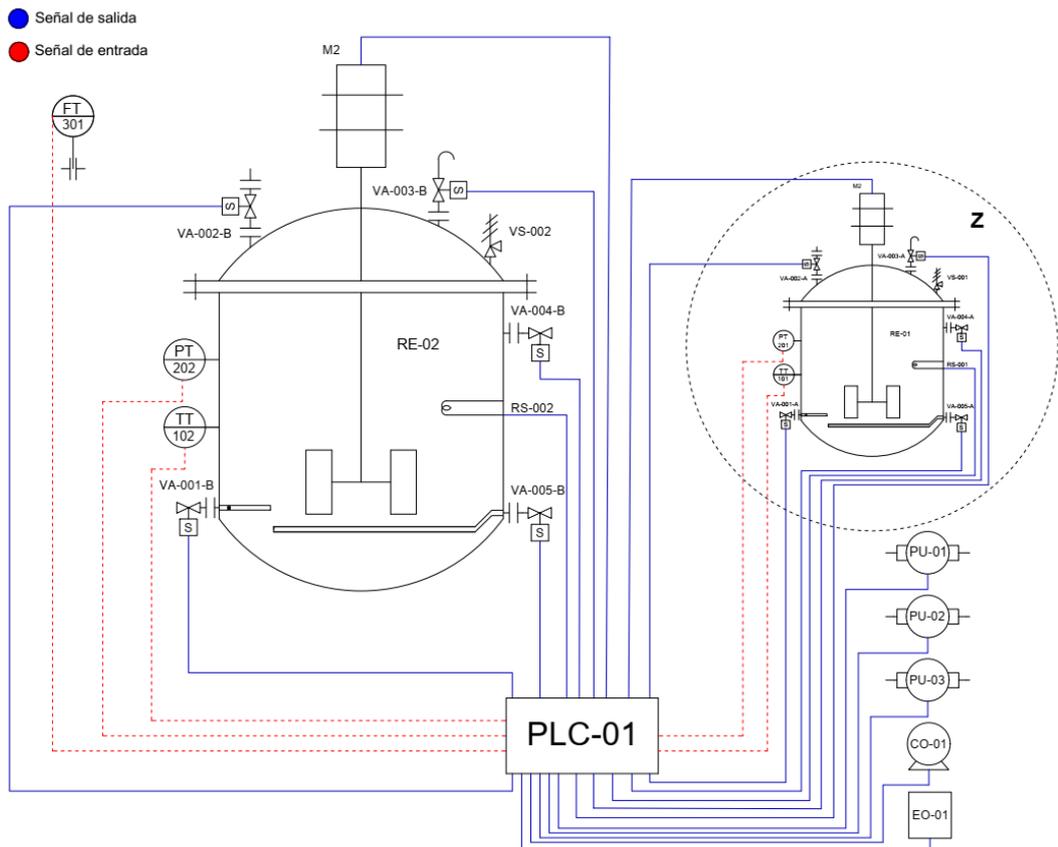


Ilustración 3 - Diagrama de lazos de control de los reactores RE-01 y RE-02.

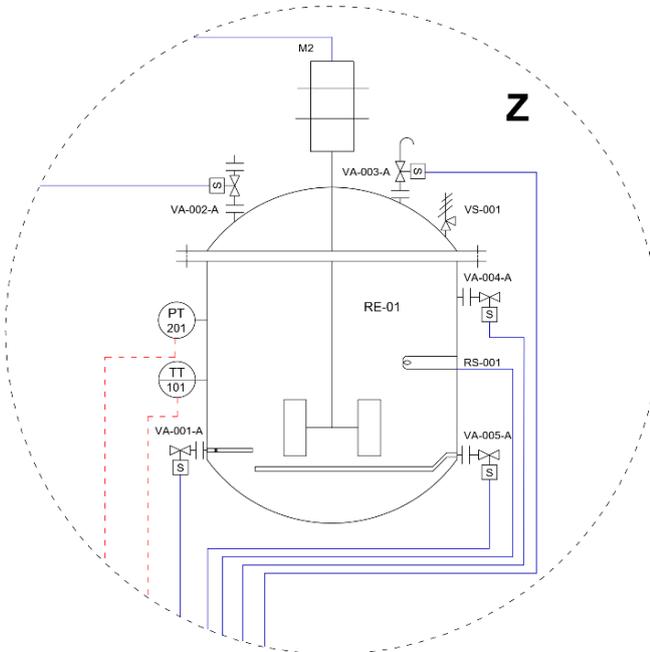


Ilustración 4 - Ampliación Z.

3.4 Estudio de componentes y toma de decisiones.

3.4.1 Reactores.

Lo solicitado para el proyecto fue un reactor de 200L automatizado. Para llegar a este nivel de producción, se requiere realizar un escalamiento previo, el cual permite un crecimiento bacteriano óptimo. Dicho escalamiento debe realizarse aproximadamente de 1/10, por lo que optamos por tres etapas previas, dos manuales de 50 mL y de 2000 mL, realizada por un operario en un laboratorio, y una de 20L. Esta última se realiza de forma automatizada ya que logra un mayor control en el proceso y una reducción drástica en la mano de obra.

3.4.2 Sistema de transferencia de calor para reactores.

Para calefaccionar los reactores existen tres tipos de sistemas:

- A. Chaqueta de enfriamiento o calentamiento.
- B. Serpentes de tuberías.
- C. Calentadores eléctricos de inmersión.

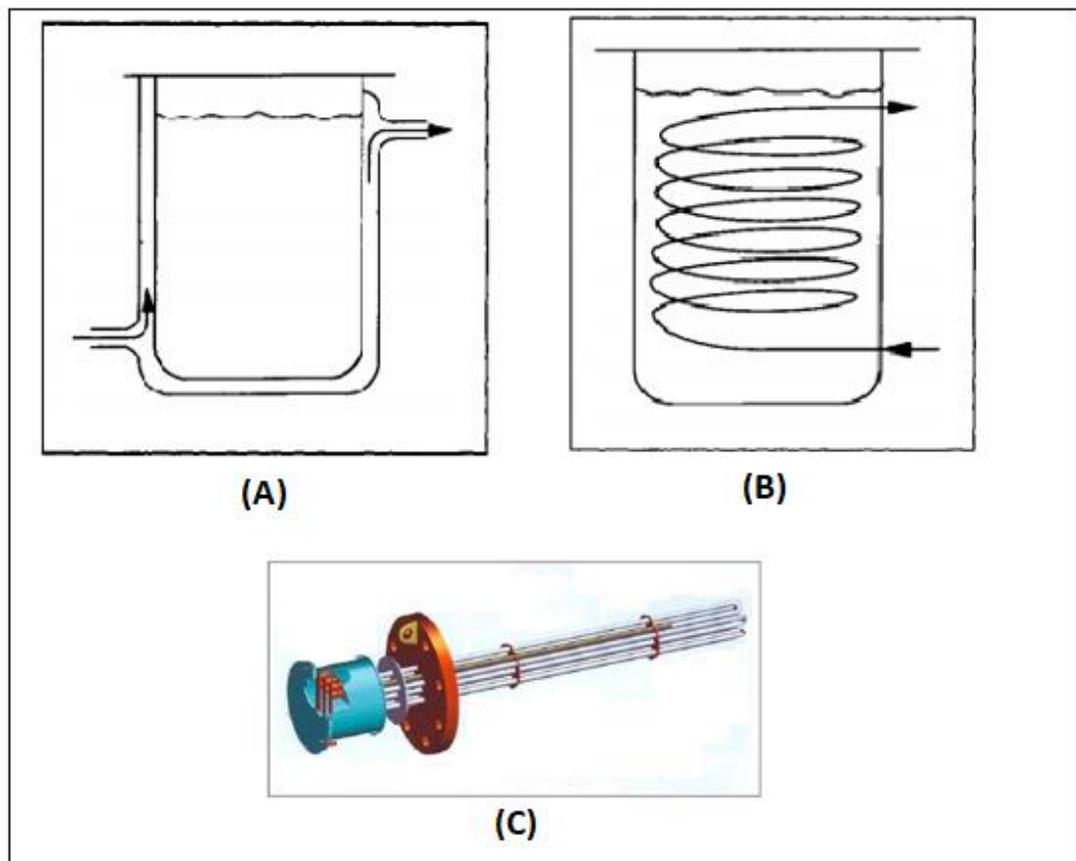


Ilustración 5 - Sistemas de calefacción

Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995) y Ref. [2] (Castillo Uribe, 2013)

Se opta por colocar un calentador eléctrico de inmersión, ya que como el proceso tiende a perder calor, no necesita de un medio de enfriamiento. En cuanto al enfriamiento posterior a la esterilización, éste se realizará al aire libre porque no se acostumbra el uso de camisa en reactores ya teniendo el calentador eléctrico.

3.4.3 Agitador.

Los principales tipos de impulsores son:

1. Palas.
 - 1.1. Tipo ancla.
 - 1.2. Tipo paleta o rejilla.
2. Turbinas.
 - 2.1. Tipo hojas planas.
 - 2.2. Tipo hojas inclinadas.
 - 2.3. Tipo hojas curvas.
 - 2.4. Tipo hojas plana y discos.
3. Hélices.

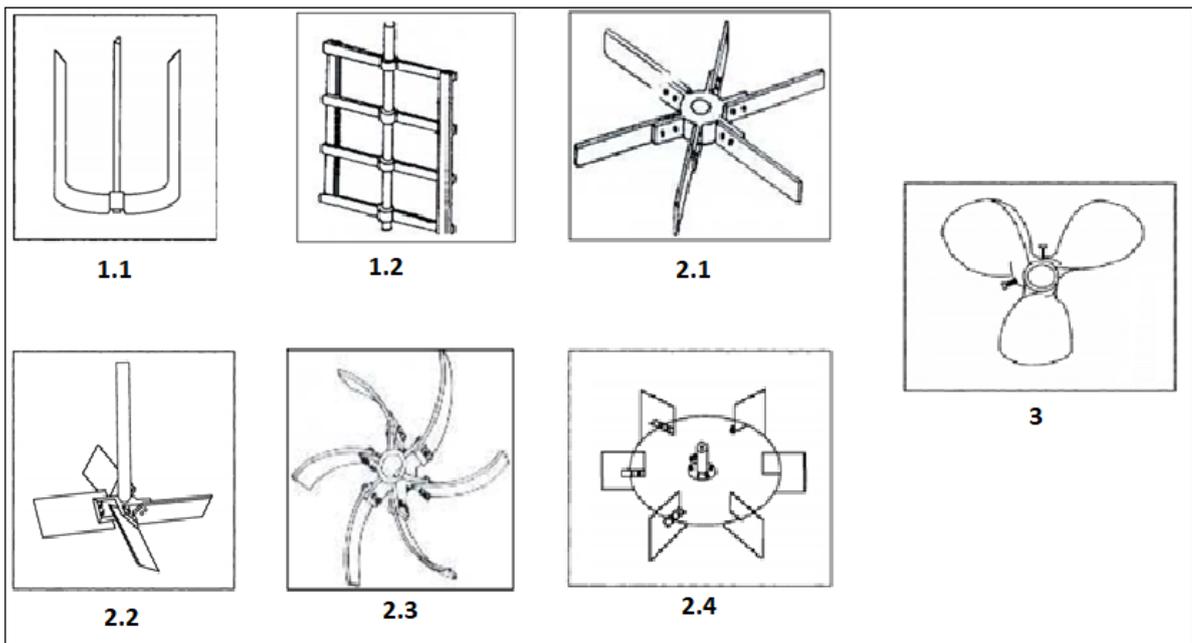


Ilustración 6 – Tipos de impulsores.

Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995) y Ref. [2] (Castillo Uribe, 2013)

Se escoge el de turbina de hojas planas y disco, por la distribución de mezclado, la velocidad de trabajo y el menor daño celular por fuerza de cizallamiento o esfuerzos de corte.

Este sistema se combina con deflectores adheridos al tanque para aumentar la turbulencia. Se disponen verticalmente y de tres formas posibles:

- Adheridos a la pared (a).
- Separados.
 - Perpendicular a la pared (b).
 - Con ángulo de inclinación (c).

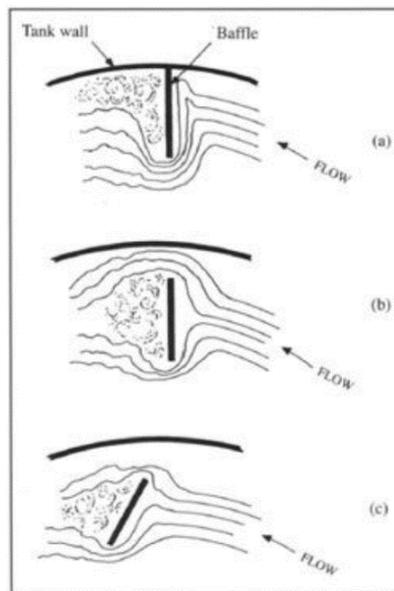


Ilustración 7 – Disposición de los deflectores.
Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995).

Escogimos los deflectores separados con ángulo de inclinación, ya que previenen la sedimentación y el desarrollo de zonas de estancamiento.

3.4.4 Esterilización de medio de cultivo.

Este proceso puede realizarse en el interior del reactor o en un sistema continuo, fuera del reactor. Para realizarse dentro del reactor se debe tener en cuenta el dimensionamiento como recipiente a presión, los tiempos de calentamiento y enfriamiento, y la muerte celular de los nutrientes que se produce por el largo tiempo en estos pasos. A continuación, se muestra para este caso, un perfil típico de temperaturas y de reducción de células en relación con el tiempo.

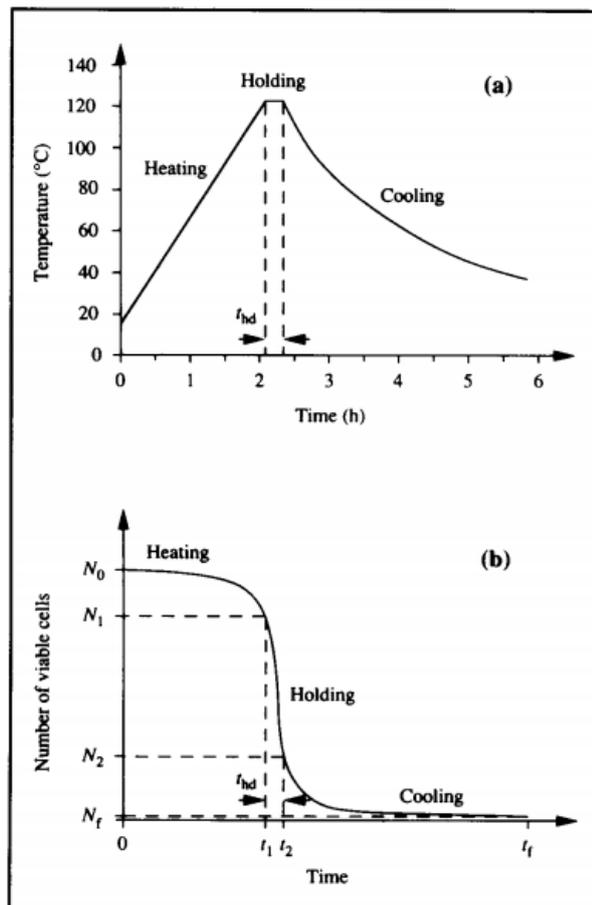


Ilustración 8 - (a) Perfil típico temperatura-tiempo, (b) reducción de células-tiempo.
Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995).

Por otra parte, si se realiza fuera del reactor, simplifica sustancialmente el dimensionamiento del reactor. Se tienen un tiempo de calentamiento y enfriamiento virtualmente instantáneos (Ilustración 10), por lo que la muerte celular es despreciable. Estos métodos pueden realizarse de dos formas (Ilustración 9).

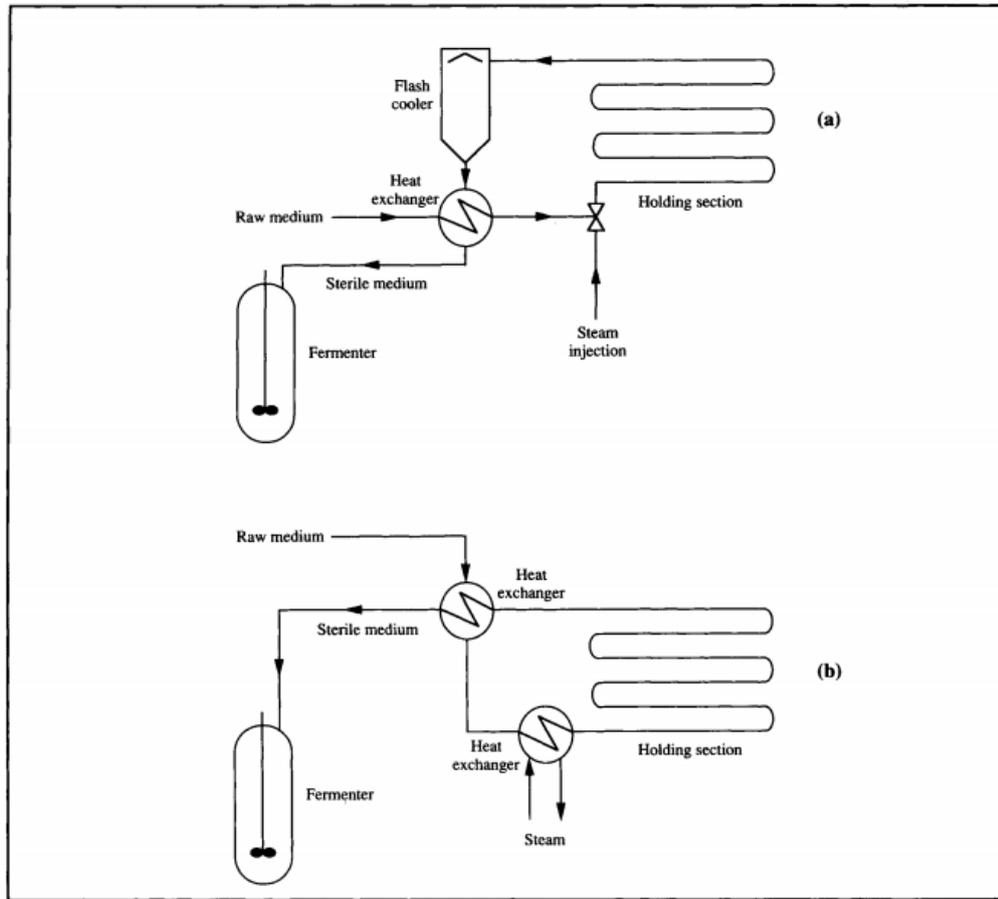


Ilustración 9 - Esquema de equipos de esterilización en continuo, (a) inyección continua de vapor con enfriamiento flash, (b) transmisión de calor mediante intercambiadores de calor.
Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995).

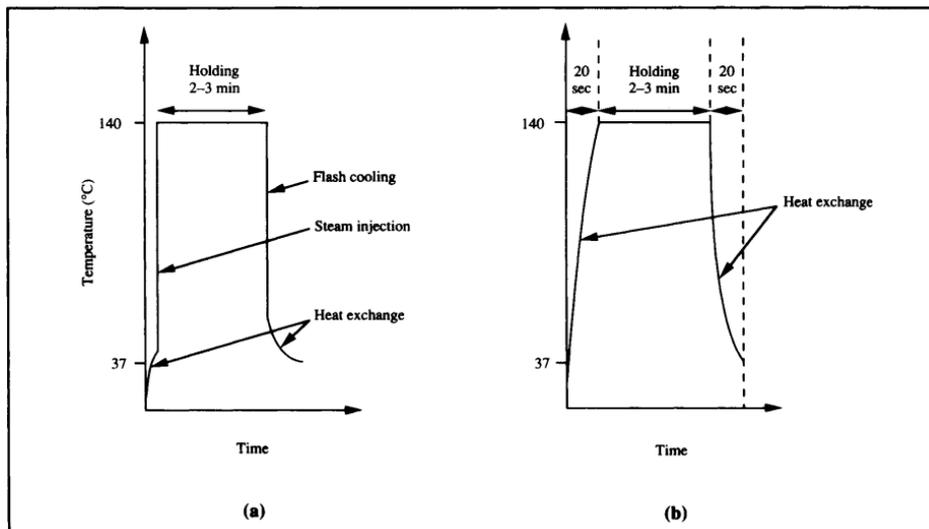


Ilustración 10 - variación de la temperatura con el tiempo en los esterilizadores continuos.
Fuente: Ref. [1] (Doran, 1995).

En nuestro caso, al ser una producción pequeña, elegimos la esterilización dentro del reactor. Para esto es necesario extraerle el aire, con una bomba de vacío, para asegurar una temperatura correcta en todo el medio de cultivo, luego se inyecta vapor, lo que eleva la temperatura rápidamente, evitando pérdidas de energía y la exposición prolongada del medio de cultivo a altas temperaturas. Luego del tiempo deseado, se deja enfriar al aire libre.

3.4.5 Suministro de vapor.

Se selecciona la caldera según el consumo de vapor y la presión necesaria para las condiciones de proceso. Para producciones pequeñas, considerando que los ciclos de uso son cada 4 días, es recomendable elegir calderas eléctricas, ya que evitan los problemas de abastecimiento e instalaciones de gas, que llevan un costo mayor de instalación.

En el caso de ampliación de la planta, esto no sería un problema potencial, ya que se pueden realizar los batch espaciados en tiempo, permitiéndonos utilizar la misma caldera para varias líneas de reactores un paralelo.

3.4.6 Suministro de agua tratada.

Para el caso del abastecimiento de agua corriente, para su posterior utilización con el medio de cultivo en el reactor, se analizaron las diferentes posibilidades de purificadores de agua. Seleccionamos el tratamiento por Osmosis Inversa. Su principal ventaja se debe a que es un proceso físico, esto asegura una filtración de sales disueltas que ronde el 95% y nos entrega un agua prácticamente estéril, de buena calidad, a la que posteriormente le realizamos un proceso de esterilización. También presenta la ventaja de un mínimo mantenimiento.

3.4.7 Aireación.

El proceso requiere de una aireación constante (esterilizada) de medio litro de aire por minuto, por litro de medio de cultivo. Dicha esterilizar puede lograrse con un método de filtrado o con altas temperaturas. Se opta por un sistema de filtrado ya que, para este nivel de demanda, el tratamiento por calor es costoso y además luego se debe enfriar, lo que aumenta el tamaño del equipo. Esta esterilización se logra mediante filtros de aproximadamente 1 μm de tamaño y tubos con rayos UV. También se debe contar con un compresor libre de aceite, para asegurar que el aire no se contamine.

3.4.8 Control.

Este proceso se realizará por medio de un PLC que mantendrá estables los parámetros del proceso mediante sensores como por ejemplo de temperatura, presión, caudal, y realizando acciones correctivas.

3.4.9 Cabezales.

Según el código American Society of Mechanical Engineers [ASME] se puede optar por los siguientes tipos de cabezales:

- Semielíptico.
- Toriesférico.
- Semiesférico.
- Cónico.
- Toricónico.

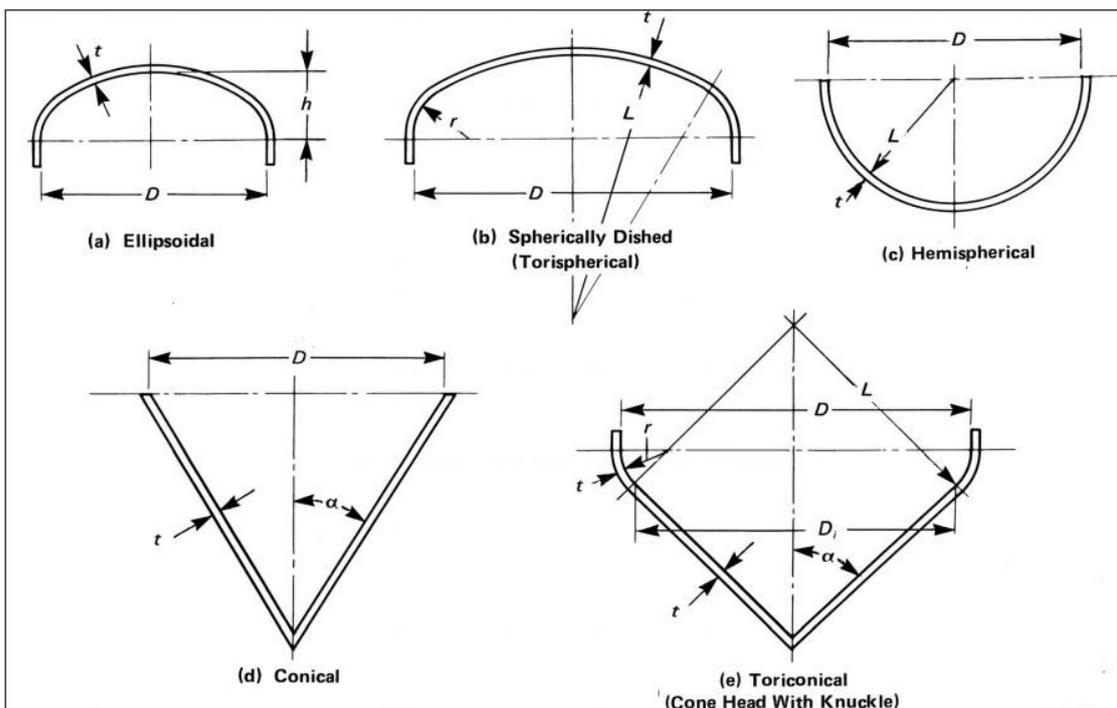


Ilustración 11 – Cabezales
Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1).

Se opta por dos cabezales toriesféricos por ser los óptimos en cuanto a resistencia a la presión, menor costo de fabricación y menores interferencias en la agitación y aireación.

3.5 Listado de componentes.

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA	Pág. MC	Pág. ID
PLC-01	PLC			88	57
AI-01	Módulo de E/S analógicas			88	58
AI-02	Módulo de salidas digitales			89	59
HMI-01	HMI			90	61
SW-01	Módulo Switch			90	60
CO-01	Compresor			74	33
EO-01	Equipo de osmosis			77	37
GV-01	Caldera			76	38
PU-01	Bomba peristáltica			72	35
PU-02	Bomba peristáltica			73	36
PU-03	Bomba de vacío			74	34
		Ester. de aire			
FL-001			Filtro	87	54
		Línea de Vapor			
FL-002			Separador	80	49
FL-003			Filtro	81	50
MA-001			Manómetro	83	52
MA-002			Manómetro	83	52
VP-001			Válvula reguladora	82	51
VP-002			Válvula reguladora	82	51
IV-001			Inyector	47	53
IV-002			Inyector	65	53
FT-301			Caudalímetro	100	41

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA	Pág. MC	Pág. ID
		Tablero			
GT-01			Gabinete	114	76
Q01			Termomagnética general	107	63
Q02			Interruptor diferencial general	108	64
Q03			Guardamotor motor M1	108	65
Q04			Guardamotor motor M2	108	66
Q05			Guardamotor bomba PU-01	109	67
Q06			Guardamotor bomba PU-02	109	67
Q07			Termomagnética fuente de alimentación	110	68
Q08			Termomagnética PLC	111	69
Q09			Termomagnética resistencia RS-001	111	69
Q10			Termomagnética resistencia RS-002	111	69
Q11			Termomagnética bomba vacío	111	69
FU-01			Fuente de alimentación	104	62
RL-001			Relé para válvula VA-001-A	106	70
RL-002			Relé para válvula VA-002-A	106	70
RL-003			Relé para válvula VA-003-A	106	70
RL-004			Relé para válvula VA-004-A	106	70
RL-005			Relé para válvula VA-005-A	106	70
RL-006			Relé para válvula VA-001-B	106	70
RL-007			Relé para válvula VA-002-B	106	70
RL-008			Relé para válvula VA-003-B	106	70
RL-009			Relé para válvula VA-004-B	106	70
RL-010			Relé para válvula VA-005-B	106	70
RL-011			Relé para osmosis OI-001	106	70
RL-012			Relé para vacío PU-03	106	70
RL-013			Relé de estado sólido para RS-001	106	73
RL-014			Relé de estado sólido para RS-002	106	73
DP-001			Distribuidor de potencial	105	74
BR-001			Barras de distribución	111	75
X1			Borneras de paso	112	71
X2			Borneras portafusibles	112	72

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA	Pág. MC	Pág. ID
RE-01	Reactor 1				
CU-001-A			Envolvente	23	6
CU-002-A			Cabezal	26	8
CU-003-A			Fondo	26	9
CU-004-A			Soporte	27	12
CU-005-A			Brida cabezal	29	14
CU-006-A			Brida envolvente	29	15
CU-007-A			O-ring	29	31
DA-001			Difusor de aire	45	18
VM-001-A			Toma de muestra	70	42
VM-003-A			Válvula de salida	78	43
		Agitación			
M1			Motor	33	26
AG-001-A			Torreta	42	24
AG-002-A			Eje	35	22
AG-003-A			Impulsor	30	20
AG-004-A			Chaveta	45	29
AG-005-A			Adaptador de montaje	44	28
		Control			
PT-201			Sensor de presión	99	39
TT-101			Sensor de temperatura	98	40
VA-001-A			Válvula de vapor	101	45
VA-002-A			Válvula agua	101	44
VA-003-A			Válvula de cierre de venteo	101	46
VA-004-A			Válvula de vacío	101	44
VA-005-A			Válvula de aire comprimido.	101	44
VR-001-A			Válvula de retención de vapor	103	47
VR-002-A			Válvula de retención de agua	103	47
VR-003-A			Válvula de retención de venteo	103	47
VR-004-A			Válvula de retención de vacío	103	47
VR-005-A			Válvula de retención de aire	103	47
VF-001			Variador de velocidad	97	56
VS-001			Válvula de seguridad	71	48
RS-001			Resistencia inmersión	69	55

CÓDIGO	EQUIPO	SISTEMA	PIEZA	Pág. MC	Pág. ID
RE-02	Reactor 2				
CU-001-B			Envolvente	53	7
CU-002-B			Cabezal	54	10
CU-003-B			Fondo	54	11
CU-004-B			Soporte	55	13
CU-005-B			Brida cabezal	56	16
CU-006-B			Brida envolvente	56	17
CU-007-B			O-ring	57	32
DA-002			Difusor de aire	64	19
VM-001-B			Toma de muestra	70	42
VM-002-B			Válvula de entrada	78	43
VM-003-B			Válvula de salida	79	43
		Agitación			
M2			Motor	59	27
AG-001-B			Torreta	63	25
AG-002-B			Eje	60	23
AG-003-B			Impulsor	58	21
AG-004-B			Chaveta	64	30
		Control			
PT-202			Sensor de presión	99	39
TT-102			Sensor de temperatura	98	40
VA-001-B			Válvula de vapor	101	45
VA-002-B			Válvula agua	101	44
VA-003-B			Válvula de cierre de venteo	101	46
VA-004-B			Válvula de cierre de vacío	101	44
VA-005-B			Válvula de aire comprimido.	101	44
VR-001-B			Válvula de retención de vapor	103	47
VR-002-B			Válvula de retención de agua	103	47
VR-003-B			Válvula de retención de venteo	103	47
VR-004-B			Válvula de retención de vacío	103	47
VR-005-B			Válvula de retención de aire	103	47
VF-002			Variador de velocidad	3.13.297	56
VS-002			Válvula de seguridad	71	48
RS-002			Resistencia inmersión	69	55

3.6 Dimensionamiento de los reactores.

Acorde Kayode Coker (Ref. [4], capítulo 11), los recipientes deben soportar una presión interna de 45 psig y un vacío total de -14,7 psig, y cumplir con el código ASME Sección VIII, división 1 (Ref [A]).

El reactor se fabrica en acero inoxidable AISI 316L por ser el más recomendado para reactores biológicos. Según la tabla del fabricante ATI:

Test Temperature		Yield Strength 0.2% Offset		Ultimate Tensile Strength		Elongation, Percent in 2 in. (51 mm)
°F	°C	psi	MPa	psi	MPa	
68	20	43,850	302	88,200	608	56.8
200	93	36,650	252	78,250	539	49.0
400	204	32,400	223	69,000	476	37.5
600	316	28,050	193	67,450	465	33.8
800	427	26,750	184	66,000	455	33.8
1000	538	25,900	179	64,350	444	36.8
1200	649	25,300	174	54,200	374	28.3
1400	760	22,100	152	42,000	290	25.0
1600	871	16,800	116	26,900	185	50.3

Tabla 1 - Límites de esfuerzos acero 316L
Fuente: Catalogo ATI

$$\sigma_{r20^{\circ}\text{C}} = 88.200\text{psi}$$

$$\sigma_{f20^{\circ}\text{C}} = 36.650\text{psi}$$

$$\sigma_{r136^{\circ}\text{C}} = 74.667\text{psi}$$

$$\sigma_{f136^{\circ}\text{C}} = 35.004\text{psi}$$

EL código ASME propone usar como tensión admisible S a la menor de:

1. $\frac{\sigma_{r20^{\circ}\text{C}}}{3,5} = \frac{88.200\text{psi}}{3,5} = 25.200\text{psi}$
2. $\sigma_{f20^{\circ}\text{C}} * 0,625 = 36.650\text{psi} * 0,625 = 22.906\text{psi}$
3. $\frac{\sigma_{r136^{\circ}\text{C}}}{3,5} = \frac{74.667\text{psi}}{3,5} = 21.333\text{psi}$
4. $\sigma_{f136^{\circ}\text{C}} * 0,625 = 35.004\text{psi} * 0,625 = 21.878\text{psi}$

Por lo tanto, se toma como S = 21.333 psi

Para la soldadura se opta por la Tipo 1 con una eficiencia de 0,85, de acuerdo con lo establecido en el libro Megyesy (Ref. [5]). Se utilizará soldadura TIG con argón y barrido de nitrógeno. Posterior al proceso de soldado se debe realizar un pulido para eliminar todos los poros, evitando de este modo corrosión por el lavado químico.

TIPOS NORMA UW-12		EFICIENCIA DE LA JUNTA, E		
		Cuando la junta es:		
		a. Radiogra- fiada total- mente	b. Examinada por zonas	c. No Examinada
1	 <p>Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza. Si se emplea placa de respaldo, debe quitarse ésta después de terminar la soldadura.</p>	1.00	0.85	0.70

Ilustración 12 - Junta soldada.
Fuente: Ref. [5] (Megyesy, 1992).

3.6.1 Reactor RE-01.

Para las dimensiones de la envolvente se recomienda una relación aproximada de $H=1,5D$.

Para calcular las dimensiones se expresa el volumen de un cilindro y el de un casquete toriesférico multiplicado por dos (tapa y fondo) en relación con el diámetro.

$$V = \pi * \frac{D_{int}^2}{4} * 1,5D_{int} + 2 * 0,1D_{int}^3$$

Para calcular el volumen de los reactores se considera como $V_{fluido} = 2/3 * V_{total}$.

3.6.1.1 Envolvente CU-001-A.

Para este reactor, el volumen total es $V_{total} = 30 \text{ L} = 0,03 \text{ m}^3$, por lo que el diámetro será:

$$0,030\text{m}^3 = \pi * \frac{D_{int}^2}{4} * 1,5D_{int} + 2 * 0,1D_{int}^3 \rightarrow D_{int} = \sqrt[3]{\frac{0,03}{\frac{\pi}{4} * 1,5 + 0,2}} \cong 0,28\text{m}$$

El resultado obtenido es de 280 mm. A partir de un valor comercial de 300 mm de diámetro exterior para cabezales estándares, se opta por uno igual para la envolvente. Por lo tanto, la altura será $H = 450$ mm.

Para el espesor de la envolvente las fórmulas propuestas por la norma ASME para presiones internas es:

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,4P}$$

Donde:

- T: Espesor [in].
- S: Tensión admisible del acero [psi].
- P: Presión de diseño [psi].
- R: Radio exterior [in].
- E: Eficiencia de soldadura.

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,4P} = \frac{45psi * 5,9in}{21.333psi * 0,85 - 0,4 * 45psi} = 0.014in \cong 0,35mm$$

Según ASME el espesor mínimo para el cuerpo y los cabezales sometidos a presión no debe ser menor a 1/16 in, es decir 1,58 mm, excluyendo el espesor por corrosión.

Los espesores comerciales cercanos son 1,5 mm y 2 mm. En este caso, se selecciona el espesor de 2 mm para poder cumplir con la norma y tener un excedente para desgaste por abrasión.

También se debe verificar el recipiente a presión externa de valor igual a la presión atmosférica (14,7 psi). Esto se debe a que antes del proceso de esterilización, debe generarse vacío dentro del reactor, para evitar tener presiones parciales de aire.

Dentro de la norma se plantean dos métodos de cálculo para recipientes sometidos a presión externa:

- Método 1.

Se puede calcular usando la expresión anterior con una presión de diseño un 67% mayor a la que está sometido el recipiente con presión externa y tomando la eficiencia de la soldadura como la unidad, se puede calcular el espesor como si estuviera sometido a una presión interna de dicho valor. Dicha presión es menor que 45 psi, por lo que el espesor seleccionado es correcto.

- Método 2.

Consiste en obtener un valor del factor A según la ecuación:

$$F_A = \frac{0,125}{R/t}$$

Donde:

- R = radio interior.
- t = espesor propuesto, sin excedente por abrasión.

$$F_A = \frac{0,125}{5,9in/0,0625in} = 1,31 * 10^{-3}$$

Con este valor de F_A se ingresa a la ilustración 13 (UCS-28.2, ASME) que relaciona este, mediante la curva de E (módulo de elasticidad en función de la temperatura), con el factor B (F_B).

Entonces ingresando con el valor de F_A (abscisa) se intercepta la curva correspondiente al valor de E (T °C) y se lee en ordenada el valor de $F_B = 9573$ psi.

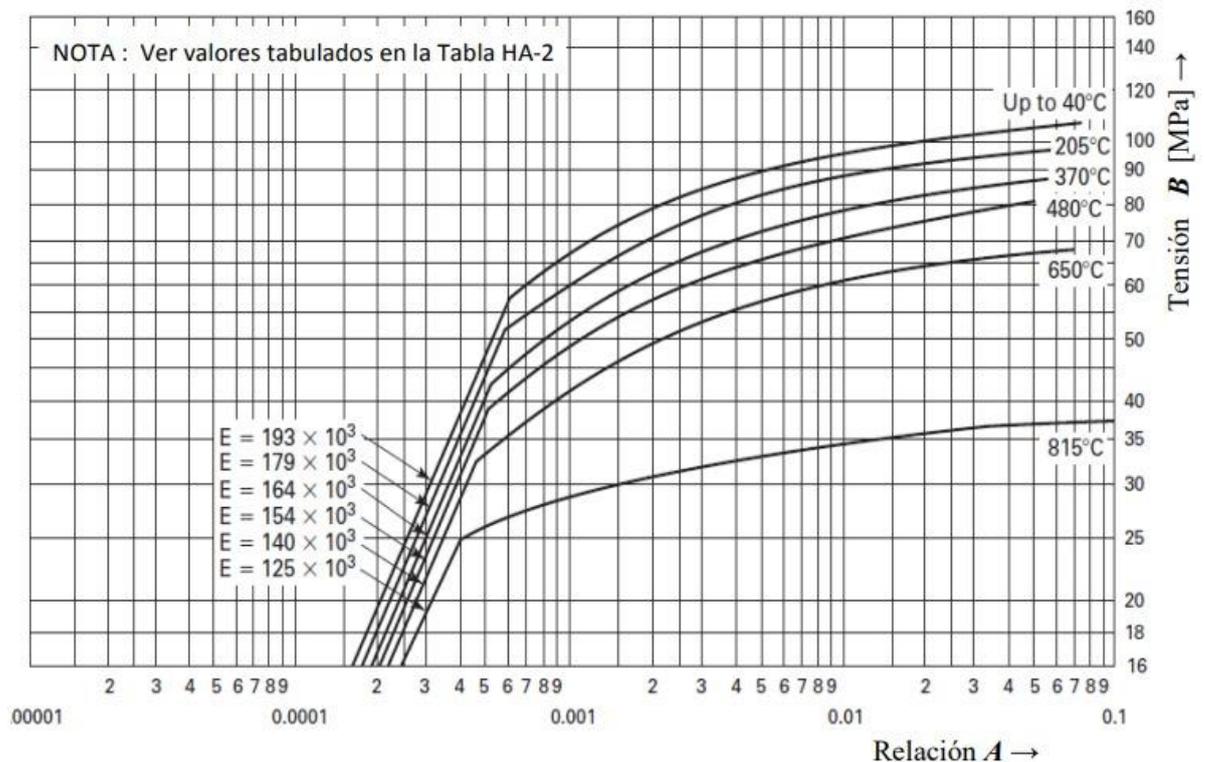


Ilustración 13 - Factor A Vs Factor B
Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1).

Una vez obtenido este valor se calcula la presión admisible según establece el código como:

$$P_{adm} = \frac{F_B}{R/t} = \frac{9573psi}{2,95in/0,0625in} = 100,6psi$$

Esto demuestra que el recipiente soporta dicha presión externa.

3.6.1.2 Cabezal CU-002-A y fondo CU-003-A.

Para el dimensionamiento se utiliza las especificaciones del fabricante Fondeyur, S.L., que se detallan a continuación:

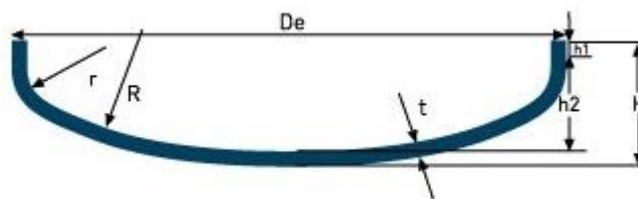


Ilustración 14 - Cabezal Klopper
Fuente: Fondeyur, S.L.

$$R = D_e$$

$$r = \frac{R}{10}$$

$$h_1 \geq 3,5t$$

$$h_2 = 0,1935 * D_e - 0,455 * t$$

$$h_t = h_2 + h_1 + t$$

A partir de esto, se obtiene:

$$R = 300mm$$

$$r = 30mm$$

$$h_1 \geq 3,5 * 2mm = 7mm$$

$$h_2 = 0,1935 * 300mm - 0,455 * 2,5mm = 56,9mm$$

$$h_t = 8,75mm + 56,9mm + 2,5mm = 68,15mm$$

En el caso del cabezal, para h_1 , se tomará un valor de 22mm, para soldar la brida.

Para calcular el espesor requerido, la norma ASME determina que:

$$t = \frac{P * R * M}{2SE - 0,2P}$$

Se tiene que para relaciones de $R/r = 10$, $M = 1,54$, entonces:

$$t = \frac{45psi * 11,83in * 1,54}{2 * 21.333psi * 0,85 - 0,2 * 45psi} = 0,023in = 0,58mm$$

Se propone el mismo espesor que la envolvente $t = 2 \text{ mm}$

Para presión externa, se tiene que el método uno es análogo a la envolvente. El método 2 se calcula a continuación.

$$F_A = \frac{0,125}{R/t}$$

Donde:

- R = radio interior.
- t = espesor propuesto.

$$F_A = \frac{0,125}{11,83in/0,0625in} = 6,55 * 10^{-4}$$

De Ilustración 13 - Factor A Vs Factor B

Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1). se tiene que $F_B = 7977 \text{ psi}$, entonces:

$$P_{adm} = \frac{F_B}{R/t} = \frac{7977psi}{11,83in/0,0625in} = 42psi$$

Esto demuestra que el recipiente soporta dicha presión externa.

3.6.1.3 Soporte CU-004-A.

Se diseña con cuatro patas redondas verticales soldadas al fondo CU-003-A, equidistantes entre sí. Constará también con cuatro refuerzos horizontales, entre cada pata a una distancia de 200mm del piso.

Se selecciona de la empresa Famiq tubos de 1 in nominal, es decir 25,4 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor para las patas. Para los refuerzos se toma el tubo de 3/4 in nominal, con diámetro exterior de 19,05 mm y 2 mm de espesor.

Para la sujeción al suelo se sueldan cuatro chapas cuadradas de 40 mm de lado con cuatro agujeros de 6 mm.



Ilustración 15 - Soporte CU-004-A

Para verificar los esfuerzos a los que está sometido el soporte, se utiliza el software Solidworks, dando como resultado la siguiente distribución de solicitaciones.

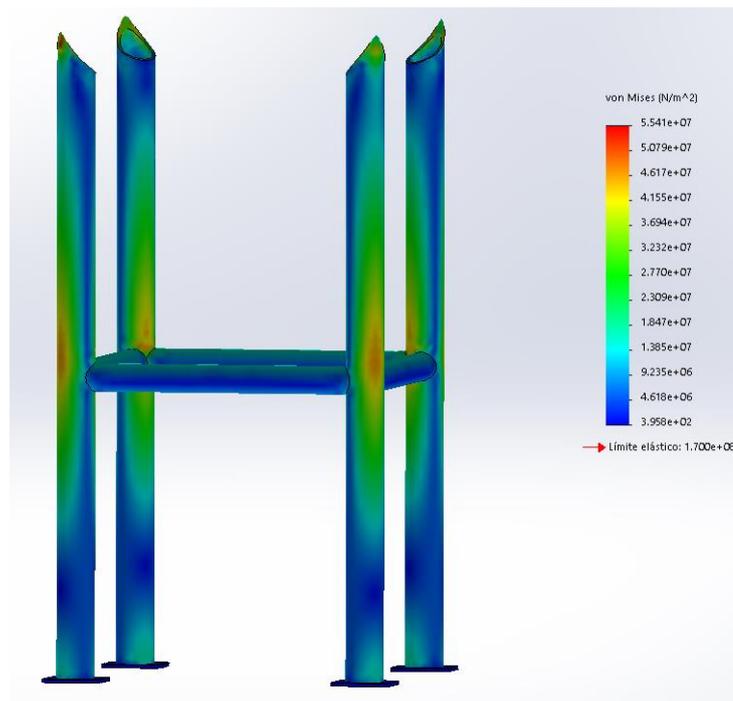


Ilustración 16 - Distribución de esfuerzos.

Esto demuestra que el esfuerzo máximo al que está sometido el material es de $5,541 \times 10^7$ N/m², inferior al límite de fluencia del material que es igual a $1,7 \times 10^8$ N/m².

3.6.1.4 Bridas CU-005-A y CU-006-A.

Se adopta una brida plana con medidas bajo norma EN-1092-1 Type 1 PN-6. Se solicita una adaptación del diámetro interno de éstas.

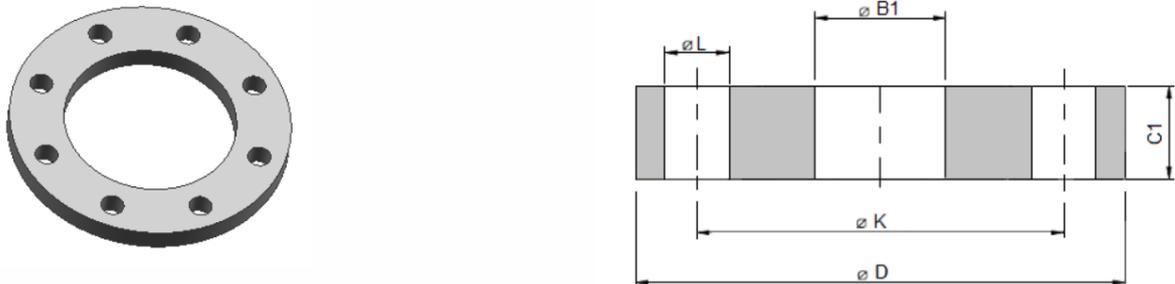


Ilustración 17 - Brida EN-1092-1.
Fuente: DNbrida S.A.

Dimensiones en milímetros

DN	Dimensiones acoplamiento				Taladros		Diámetro interior B1	Espesor de la Brida C1	Peso (kg)
	D	K	L	Nº	Métrica				
250	375	335	18	12	M16	276.5	24	8,92	
300	440	395	22	12	M20	327.5	24	11,9	
350	490	445	22	12	M20	359.5	26	16,8	
500	645	600	22	20	M20	513.5	30	26,4	
600	755	705	26	20	M24	616.5	32	34,8	

Tabla 2 - Medidas estándares DIN.
Fuente: DNbrida S.A.

Se adoptan las medidas de la brida de DN300, con la corrección del diámetro interior a 300 mm.

Se utilizarán bulones del fabricante Famiq M20 de 100 mm de largo, de acero inoxidable 304. Esto requiere una tuerca M20 y un juego de arandelas planas.

Para la brida de la envolvente CU-006-A se debe realizar una acanaladura para el O-Ring de cierre hermético. Las medidas de esta y el sello se detallan en el siguiente apartado.

3.6.1.5 O-ring CU-006-A.

Este sello se selecciona del fabricante Parker Hannifin.

Las medidas de la acanaladura que se debe realizar según el diámetro del O-ring, se obtienen con la siguiente tabla:

TABLA DE DISEÑO				
Secc. "W"	Dimensiones de Alojamiento			
	Profundidad "L"		Ancho "G" ± 0.1	Radio "R"
	Estático	Dinámico		
1.78	1.25 1.35	1.40 1.45	2.5	0.1 0.4
2.62	2.05 2.15	2.25 2.30	3.7	0.1 0.4
3.53	2.80 2.95	3.05 3.10	4.9	0.2 0.6
5.33	4.30 4.50	4.65 4.75	7.3	0.5 1.0
6.99	5.75 5.95	6.00 6.10	9.7	0.5 1.0

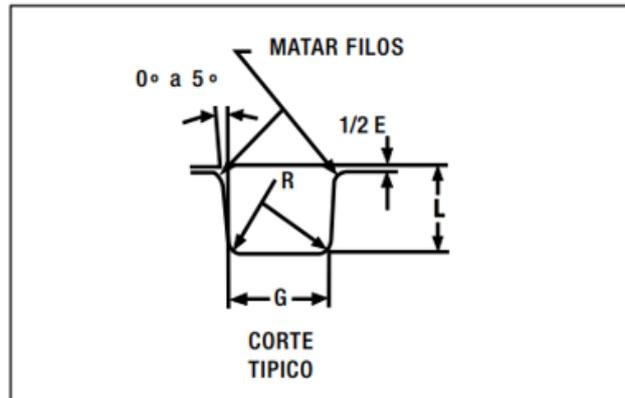


Tabla 3 - Dimensiones de alojamiento.
Fuente: Parker Hannifin Corporation.

Se selecciona el O-ring número 2-454, con las siguientes características:

- Sección W: 6,99mm (Diámetro transversal).
- Diámetro interno: 316,87mm.
- Diámetro exterior: 330,85mm.
- Material de fabricación: S3018-70A.

3.6.1.6 Sistema de agitación.

3.6.1.6.1 Dimensionamiento del impulsor AG-003-A.

De acuerdo con McCabe (Ref. [10]), las proporciones típicas para un agitador de turbina de hojas planas y disco son las siguientes:

$$\frac{H}{D_t} = 1; \frac{D_a}{D_t} = 0,33; \frac{E}{D_t} = 0,33; \frac{W}{D_a} = 0,2; \frac{g}{D_a} = 0,25; \frac{J}{D_t} = 0,1; \frac{f}{D_t} = 0,02$$

Donde:

- Diámetro del estanque (D_t).
- Diámetro del disco plano con palas (D_a).
- Altura del fluido (H).
- Ancho de las placas deflectoras (J).
- Distancia desde el fondo del tanque hasta el impulsor (E).
- Altura de paleta (W).
- Largo de paleta (g).
- Haz de luz entre el tanque y el deflector (f).

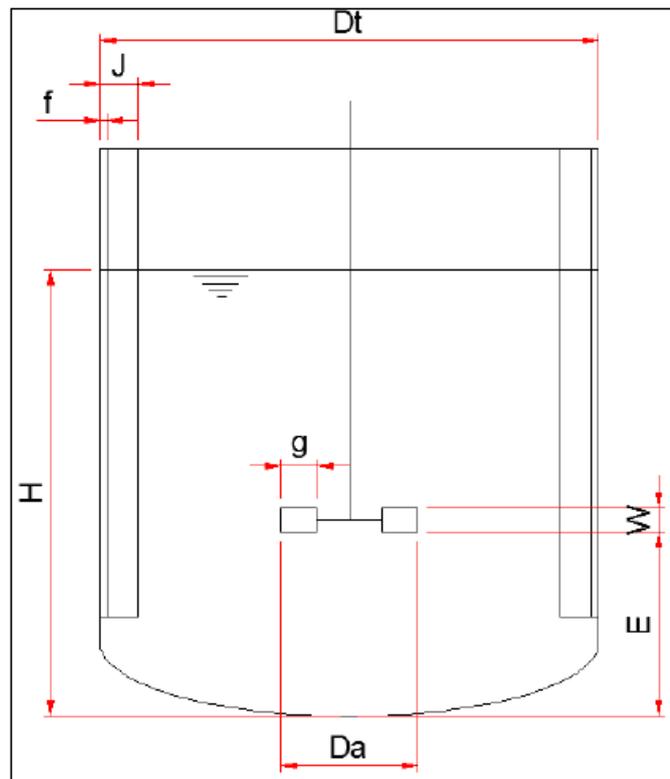


Ilustración 18 - Proporciones típicas para un agitador de turbina
Fuente: Ref. [2] (Castillo Uribe, 2013).

En nuestro caso la relación H/D_t no es 1, pero tomamos las demás relaciones para dimensionar el agitador.

- Diámetro del estanque (D_t) = 300mm
- Diámetro del disco plano con palas (D_a) = $D_t * 0,33 = 99$ mm
- Altura del fluido (H) = 310mm
- Ancho de las placas deflectoras (J) = $D_t * 0,1 = 30$ mm
- Distancia desde el fondo del tanque hasta el impulsor (E) = $D_t * 0,33 = 99$ mm
- Altura de paleta (W) = $D_a * 0,2 = 99$ mm * 0,2 = 20,5mm
- Largo de paleta (g) = $D_a * 0,25 = 99$ mm * 0,25 = 25mm
- Haz de luz entre el tanque y el deflector (f) = $D_t * 0,02 = 300$ mm * 0,02 = 6mm

3.6.1.6.2 Cálculo del tiempo de mezclado.

Según los datos de diseño la velocidad del agitador debe estar entre 200 y 300 rpm. Siguiendo lo establecido en Doran (Ref. [1]), partimos de 200 rpm para el reactor RE-01. Lo recomendado es mantener los tiempos de mezclado para cada escalamiento de reacción.

El tiempo de mezclado depende del factor de tiempo.

$$Re_i = \frac{N * D_a * \rho}{\mu}$$

- N = velocidad de rotación [s⁻¹].
- D_a = diámetro del agitador [m].
- ρ = densidad del fluido a 36°C [Kg/m³].
- μ = viscosidad a 36°C [Kg/m*s].

$$Re_i = \frac{3,33 \text{ s}^{-1} * 0,099\text{m} * 993 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{0,0007 \frac{\text{Kg}}{\text{m} * \text{s}}} = 467660,4$$

Para valores pequeños de Reynolds el factor de tiempo (N_it_m) aumenta considerablemente, para valores mayores a 5*10³ este valor se vuelve constante y se calcula con la siguiente fórmula:

$$N_i t_m = \frac{1,54 * V_f}{D_a^3} = \frac{1,54 * 0,02\text{m}^3}{(0,099\text{m})^3} = 31,74$$

Con esto se calcula el tiempo de mezclado:

$$t_m = \frac{N_i t_m}{N} = \frac{31,74}{3,33\text{s}^{-1}} = 9,53\text{s}$$

3.6.1.6.3 Potencia absorbida.

El número de potencia N_p es análogo a un factor de fricción, la cual es proporcional a la relación entre la fuerza de rozamiento que actúa sobre una unidad de área del rodete y la fuerza inercial. La fuerza inercial está relacionado a su vez con la cantidad de movimiento correspondiente al movimiento global del fluido.

$$N_p = \frac{P}{N^3 * D_a^5 * \rho}$$

- P = Potencia de agitación de impulsión [W].
- N = velocidad de rotación [s⁻¹].
- D_a = diámetro del agitador [m].
- ρ = densidad del fluido a 36°C [Kg/m³].
- μ = viscosidad a 36°C [Kg/m*s].

El número de Reynolds se calculó anteriormente dando 467.660. En tanques con placas deflectoras y para números de Reynolds superiores a 10000, el número de potencia es independiente del número de Reynolds y la viscosidad no influye. Este régimen es turbulento y se calcula con la siguiente ecuación:

$$P = K_T * N^3 * D_a^5 * \rho$$

La siguiente tabla nos indica las constantes K_L (tanques sin deflectores) y K_T (tanques con deflectores), para distintos tipos de rodetes y tanques.

Tipo de rodete‡	K_L	K_T
Hélice, paso cuadrado, tres palas	41,0	0,32
Paso de 2, tres palas	43,5	1,00
Turbina, seis palas planas	71,0	6,30
Seis palas curvas	70,0	4,80
Turbina de ventilador, seis palas	70,0	1,65
Palas planas, dos palas§	36,5	1,70
Turbina cerrada, seis palas curvas	97,2	1,08
Con estator, sin deflectores	172,5	1,12

Tabla 4 - Valores de las constantes para distintos tipos de rodete
Fuente: Ref. [10] McCabe, Smith y Harriot, (1994).

En este caso, se tiene una turbina de seis palas planas con 4 deflectores en el tanque, por lo tanto, $K_T = 6,3$. Entonces, se tiene:

$$P = 6,3 * (3,33 \text{ s}^{-1})^3 * (0,099\text{m})^5 * 993 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 2,2 \text{ w} = 0,003\text{hp}$$

Según Harnby (Ref. [11]), se puede considerar que el par de torsión extraíble para fines de diseño esta entre 1,5 y 2,5 veces el par nominal del motor, en función de la mezcla. Considerando que nuestra mezcla es simple, se toma 1,5.

$$P = 0,03\text{hp} * 1,5 = 0,0045\text{hp}$$

3.6.1.6.4 Motor M1.

Como motor se escoge uno trifásico, por su simplicidad, no produce vibraciones, es poco ruidoso y el consumo de corriente es menor. Se escoge uno de seis polos por el número de revoluciones.

W22 - IE2 High Efficiency - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _L /I _n	Par con rotor trabado T _L /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)		
								Caliente	Frio			% de la potencia nominal			Factor de potencia					
												50	75	100	50	75	100			
VI Polos																				
0,12	0,16	63	0,129	3,0	1,9	2,0	0,0006	52	114	7,4	43	905	42,0	50,0	52,0	0,43	0,53	0,63	0,529	
0,18	0,25	71	0,197	3,2	2	2	0,0008	96	211	10,5	43	890	52,0	58,0	59,0	0,40	0,51	0,61	0,722	
0,25	0,33	71	0,274	3,2	1,9	2,1	0,0008	70	154	12,5	43	890	53,0	60,0	61,6	0,37	0,48	0,58	1,01	
0,37	0,5	80	0,396	3,9	1,8	2	0,0022	27	59	14,0	43	910	63,0	67,0	67,6	0,47	0,62	0,72	1,10	
0,55	0,75	80	0,576	4,5	2,3	2,5	0,0030	21	46	14,0	43	930	65,0	71,0	73,1	0,50	0,62	0,72	1,51	
0,75	1	90S	0,785	4,5	2	2,1	0,0055	23	51	19,0	45	930	74,5	76,0	76,0	0,51	0,64	0,73	1,95	
1,1	1,5	90L	1,16	4,7	2,3	2,2	0,0066	17	37	23,0	45	925	76,0	78,1	78,1	0,50	0,63	0,73	2,78	
1,5	2	100L	1,55	5,0	2	2,4	0,0110	23	51	28,5	44	940	79,5	80,0	80,0	0,51	0,64	0,73	3,71	

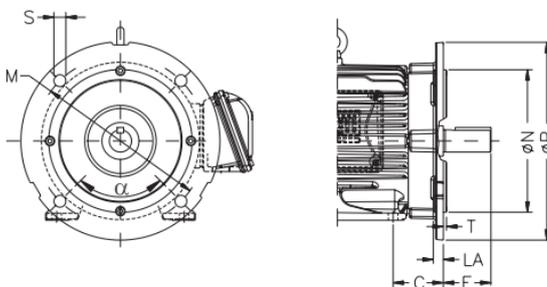
Tabla 5 - Catálogo de Motores

Fuente: WEG S.A.

Para este reactor seleccionamos el motor de la marca WEG modelo W22-IE2 de 50 Hz, con las siguientes características:

- Potencia: 0,16 Hp.
- Nº de carcasa: 63.
- Tensión: 220/380 V trifásico.
- Velocidad: 905 rpm.
- Consumo nominal: 0,529 A.

De la siguiente tabla, se extraen las medidas de la brida, entrando con el código de la carcasa.



Carcasa	Brida	LA	M	N	P	S	T	α	Nº de agujeros
63	FF-115	5,5	115	95	140	10	3	45°	4
71	FF-130	9	130	110	160		3,5		
80	FF-165		165	130	200	12			
90		10							
100	FF-215	12,5	215	180	250	15	4		
112	FF-265	12	265	230	300	19	5		
160	FF-300	18	300	250	350				
200	FF-350		350	300	400				
225	FF-400	400	350	450					
250	FF-500	22	500	450	550	24	6	22°30'	8
280									
315	FF-600	600	550	660					
355	FF-740	740	680	800					

Tabla 6 - Dimensiones de brida

Fuente: WEG S.A.

Se tiene una brida FF-115:

- La = 5,5 mm.
- M = 115 mm.
- N = 95 mm.
- P = 140 mm.
- S = 10 mm.

- $T = 3 \text{ mm}$.
- N° de agujeros = 4.

3.6.1.6.5 Cálculo del eje del agitador AG-002-A.

Para su obtención, se procede acorde a lo establecido por Paul, Atiemo-Obeng y Kresta (Ref. [3], capítulo 21).

Los esfuerzos sobre el eje se representan en la siguiente figura:

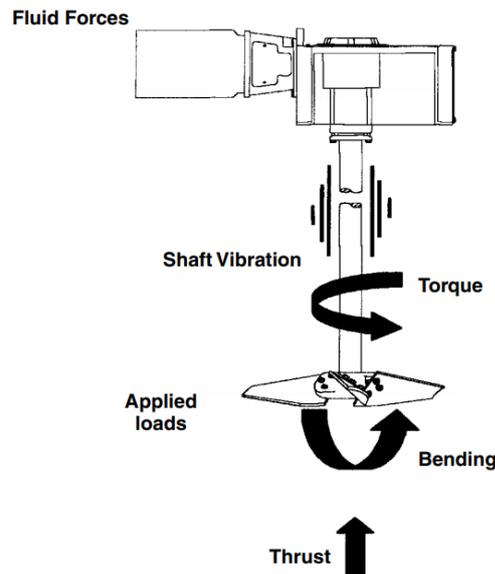


Ilustración 19 - Fuerzas en el agitador
Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004).

Para nuestro caso los esfuerzos axiales son despreciables.

Momento torsor:

Para el cálculo del momento torsor máximo ($T_{\text{máx}}$) se utiliza la potencia del motor, esto asegura que las alteraciones o cambios en el proceso excedan los límites de diseño del eje. Esto refiere un diseño más conservador que si calculásemos el eje con la potencia del impulsor.

El valor de $T_{\text{máx}}$ se calcula con la siguiente ecuación:

$$T_{max} = \frac{P}{2\pi * N}$$

Siendo:

- T_{max} = torque [Nm].
- P = Potencia del motor [W].
- N = velocidad de giro [rps].

$$T_{max} = \frac{120W}{2\pi * 3,33rps} = 5,74Nm$$

Momento flector:

El momento flector máximo (M_{max}) de un eje en voladizo es el producto de la fuerza hidráulica y la distancia L_1 , esta distancia se obtiene mediante las dimensiones del tanque y estimando la distancia del primer rodamiento a la brida de la tapa en 100 mm. El eje del agitador se une al eje de la torreta por medio de una unión roscada, esta absorbe todos los esfuerzos, por lo que se considera un eje de tamaño uniforme.

La siguiente ecuación relaciona una fuerza hidráulica empírica relacionada con el par del impulsor que actúa como una carga a una distancia relacionada con el diámetro del impulsor.

$$M_{max} = \frac{0,048 * P * L_1 * f_H}{N * D_a}$$

Donde:

- P = Potencia del motor [W].
- L_1 = Distancia del rodamiento inferior al impulsor [m].
- f_H = Factor de servicio hidráulico, relacionado con el tipo de impulsor y el tipo de proceso.
- N = velocidad de rotación [rps].
- D_a = Diámetro del impulsor.

$$M_{max} = \frac{0,048 * 120W * 0,577m * 1,5}{3,33rps * 0,099m} = 15,12Nm$$

Condition	High Efficiency Impeller	45° Pitched Four-Blade Impeller
Standard	1.5	1.0
Significant time at the liquid level	2.5–3.5	2.0–3.0
Operation in boiling systems	2.0–3.0	1.5–2.5
Operation in gas sparged systems	2.5–3.5	2.0–3.0
Large volume solid additions	3.0–5.0	3.0–5.0
Impacting of large solids	5.0–7.0	5.0–7.0
Startup in settled solids	5.0–7.0	5.0–7.0
Operation in a flow stream	1.5–7.0	1.0–7.0

Tabla 7 - Factor de servicio hidráulico fh
Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004).

Diámetro mínimo por corte:

Para el cálculo del diámetro del eje se toman los momentos combinados para corte y para tracción, ya que actúan ambos momentos sobre el eje.

El diámetro mínimo requerido del eje para las tensiones de corte se obtiene como:

$$d_s = \left(\frac{16}{2\pi * \sigma_s} \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

- σ_s = Limite de esfuerzo cortante [N/m²].
- d_s = diámetro mínimo del eje sometido a torsión [m].

$$d_s = \left(\frac{16}{2\pi * 35,9 * 10^6 Pa} \sqrt{(15,12Nm)^2 + (5,74Nm)^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 0,0105m \cong 10,5mm$$

Diámetro mínimo por torsión:

El diámetro mínimo para esfuerzos de tracción permisibles se calcula con la siguiente formula.

$$d_t = \left(\frac{16}{2\pi * \sigma_t} \left(M_{max} + \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

- σ_t = Limite de esfuerzo tracción [N/m²].
- d_t = diámetro mínimo del eje sometido a flexión [m].

$$d_t = \left(\frac{16}{2\pi * 60 * 10^6 Pa} \left(15,12Nm + \sqrt{(15,12Nm)^2 + (5,74Nm)^2} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 0,01099m \cong 11mm$$

Material	Shaft Design Tensile Stress		Shaft Design Shear Stress		Blade Design Stress	
	[psi]	{N/m ² } × 10 ⁶	[psi]	{N/m ² } × 10 ⁶	[psi]	{N/m ² } × 10 ⁶
Carbon steel	9 000	62.1	5400	37.2	10 900	75.2
Stainless steel 304	9 600	66.2	5800	40.0	11 600	80.0
Stainless steel 304L	8 400	57.9	5100	35.2	10 200	70.3
Stainless steel 316	10 000	68.9	6000	41.4	12 100	83.4
Stainless steel 316L	8 700	60.0	5200	35.9	10 500	72.4
Hastelloy C	13 200	91.0	7900	54.5	15 900	109.6
Hastelloy B	14 300	98.6	8600	59.3	17 200	118.6
Monel 400	9 200	63.4	5500	37.9	11 100	76.5
Inconel 600	10 300	71.0	6200	42.7	12 400	85.5
Nickel 200	7 300	50.3	4400	30.3	8 800	60.7
Carpenter 20	11 100	76.5	6600	45.5	13 300	91.7

Tabla 8 - Tensiones admisibles
Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004)

El diámetro mínimo del eje será $d_t = 11$ mm, por ser el mayor de los dos valores calculados anteriormente (d_s y d_t).

Rectitud del eje:

Además de la resistencia del eje, la rectitud es importante para evitar la creación de cargas y vibraciones innecesarias. La deflexión máxima permitida para un agitador es 0,25 mm/m, para nuestro caso sería $y_{max} = 0,144$ mm. Dicha deflexión se dará en el extremo inferior del eje, y estará definida por la siguiente expresión.

$$y = \frac{F * L_1^3}{3 * E * I}$$

Donde:

- F = Fuerza radial en el extremo inferior del eje [N].
- L_1 = Longitud en la que se da la deflexión máxima [m].
- E = Modulo de elasticidad [Pa].
- I = Momento de inercia [m^4].

Para una barra redonda, el momento de inercia se calcula como:

$$I = \frac{\pi * d^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi * (0,011m)^4}{64} = 7,19 * 10^{-10}m^4$$

La deflexión será:

$$y = \frac{8,72N * (0,577m)^3}{3 * 0,197 * 10^{12}Pa * 7,19 * 10^{-10}m^4} = 3,94 * 10^{-3}m = 3,94mm$$

Esto indica que el eje no es lo suficientemente rígido. Por lo tanto, para hallar el diámetro mínimo se despeja el valor de I, sabiendo que $y \leq 0,144mm$:

$$I = \frac{8,72N * (0,577m)^3}{3 * 0,197 * 10^{12}Pa * 1,44 * 10^{-4}} = 1,97 * 10^{-8}m^4$$

El diámetro mínimo resulta:

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 * I}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{64 * 1,97 * 10^{-8}m^4}{\pi}}$$

$$d = 0,025m = 25mm$$

Por lo tanto, se selecciona un eje macizo de 25,4mm, es decir, 1 in.

Análisis de frecuencia natural:

La frecuencia natural es una característica dinámica de un sistema mecánico. Para el diseño de un sistema de agitación es de primordial importancia la primera frecuencia natural, ésta es función tanto de la longitud como de la masa del eje.

La preocupación acerca de la frecuencia natural es que una excitación como la velocidad de operación, podría causar vibraciones no amortiguadas. Estas ocurren cuando no hay fuerzas resistentes para disminuir la amplitud de las vibraciones, esto puede resultar en una falla repentina y catastrófica del eje.

En grandes agitadores, se opera por debajo de la primera frecuencia natural. En agitadores pequeños que aceleran rápido, como en nuestro caso, suelen operar por sobre la primera frecuencia natural.

Si se añade al sistema más energía de la que puede disipar a través de la amortiguación, la amplitud de la vibración crecerá. El factor de amplificación depende de la proximidad de la velocidad de operación a la frecuencia natural.

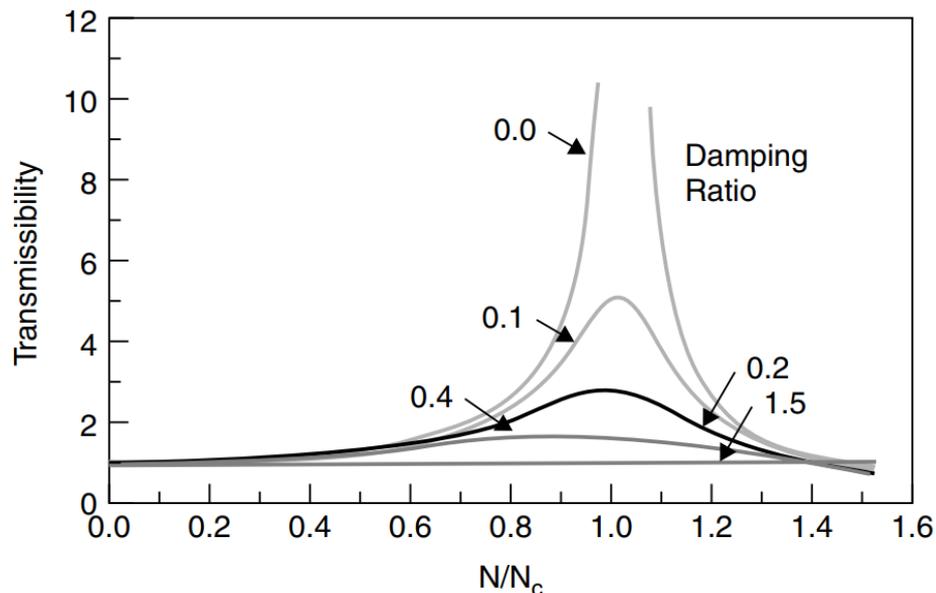


Ilustración 20 - Trasmisibilidad según factor de amortiguamiento
Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004).

El caso más desfavorable es asumir que no hay amortiguamiento, lo cual asegura que incluso si el agitador opera en vacío, el sistema permanecerá estable, es decir, las vibraciones no provocarán deformaciones que puedan doblar o romper el eje.

La otra hipótesis clave para el diseño es que la rigidez del soporte sea lo suficientemente grande para que la rigidez general dependa únicamente del eje y la masa asociada.

La regla general utilizada para diseñar un sistema agitador es mantener la velocidad de operacional alejada un 20% de la velocidad crítica.

$$0,8N_c \neq N \neq 1,2N_c$$

La velocidad crítica se determina con la siguiente expresión:

$$N_c = \frac{5,33 * d^2 * \sqrt{\frac{E}{\rho_m}}}{L_1 * \sqrt{L_1 + S_b} * \sqrt{W_e + \frac{W * L_1}{4}}}$$

Donde:

- N_c : Frecuencia critica
- D : Diámetro del eje [m].
- E : Modulo de elasticidad [Pa].
- ρ_m : Densidad del material [Kg/m³].
- L_1 : Largo del eje [m].
- S_b : Distancia entre rodamientos que sostiene el eje [m].
- W_e : Peso equivalente de los impulsores al final del eje [Kg]. Para un único impulsor al final del eje, W_e = peso del impulsor.
- W : Peso específico del eje [Kg/m].

$$N_c = \frac{5,33 * (0,0254m)^2 * \sqrt{\frac{0,197 * 10^{12}Pa}{8027 \frac{Kg}{m^3}}}}{0,577m * \sqrt{0,577m + 0,1m} * \sqrt{0,3Kg + \frac{2,35Kg * 0,577m}{4}}}$$

$$N_c = 44,89rps = 2693rpm$$

Por lo tanto:

$$2154,4rpm \leq N \leq 3231,6rpm$$

Esto nos indica que el sistema está muy lejos de la velocidad crítica.

Metal Type	Modulus of Elasticity, E_m		Density, ρ_m	
	[psi] × 10 ⁶	{N/m ² } × 10 ¹²	[lb _m /in ³]	{kg/m ³ }
Carbon steel	29.8	0.205	0.283	7833
Stainless steel 304/316	28.6	0.197	0.290	8027
Hastelloy C	30.9	0.213	0.323	8941
Hastelloy B	30.8	0.212	0.334	9245
Monel 400	26.0	0.179	0.319	8830
Inconel 600	31.0	0.214	0.304	8415
Nickel 200	29.7	0.205	0.322	8913
Carpenter 20	28.0	0.193	0.289	7999

Tabla 9 - Módulo de elasticidad
Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004).

Finalmente, el autor recomienda que como máximo se aumente el diámetro de eje 1 in. Si esto pasara se aconseja seleccionar un eje hueco y repetir los pasos realizados anteriormente.

Como en este caso el aumento de diámetro no supera 1 in, se mantiene la elección de un eje macizo de 1 in.

3.6.1.6.6 Torreta AG-001-A.

Se denomina torreta a la parte del agitador donde se soporta el motor, también se ubican los rodamientos que transfieren los esfuerzos del eje a la tapa y, en el caso de ser necesario, está presente el sistema de estanqueidad.

Al tratarse de un proceso que se desarrolla de forma aséptica, es necesario que el eje del agitador este sellado en la tapa del tanque.

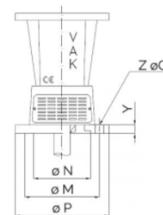
Para su elección se recurre al fabricante VAK KIMSA S.A., optando por la gama de torreta HT0, ya que es la de menor potencia que admite un sistema de estanqueidad adecuado y además cuenta con una versión aséptica.

GAMA		TD	HT	TK	TK-TC
Tamaños		TDO	HT0 HT1 HT2 HT3 HT4 HT5	TK0 TK1 TK2 TK3 TK4 TK5 TK6	TK0-TC1 TK1-TC2 TK2-TC3 TK3-TC4 TK4-TC5 TK5-TC6 TK6-TC7
Potencia (kW)		0.18 ÷ 0.75	0.37 ÷ 45	0.37 ÷ 110	0.37 ÷ 110
Estanqueidad	Retén	X	X	X	X
	Estopada		X		X
	Cierre mecánico		X		X
Versión ATEX		X	X	X	X
Versión Aséptica			X		X

Tabla 10 - Gama de torretas
Fuente: Vak Kimsa S.A.

TORRETAS HT

- ✓ 0.37 ÷ 45 kW.
- ✓ Se utilizan en condiciones atmosféricas de presión, de vacío y/o temperatura.

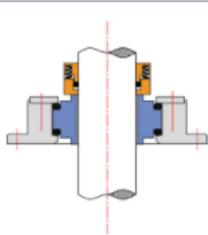


BRIDAS TORRETAS HT									
TORRETA	ØP	ØM	ØN	Z	ØO	DIN - 2576	ØT		Y
							máx.	mín.	
HT0	200	160	122	4	18	DN80 PN10	110	80	18

Tabla 11 - Torreta HT0
Fuente: Vak Kimsa S.A.

Esta gama ya trae incorporados los rodamientos de acuerdo con la potencia que soporta.

Para el tipo de cierre se escoge el mecánico simple equilibrado brindado por el fabricante, el cual cumple con las condiciones de temperatura, presión y velocidad de giro del proceso.



Lubricado	Presión (bar)	No disponible
	Temp. Máx. (°C)	
	Vel. Máx (m/s)	
En seco	Presión (bar)	-1 ÷ 4
	Temp. Máx. (°C)	150
	Vel. Máx (m/s)	3

Tabla 12 - Características del cierre mecánico equilibrado

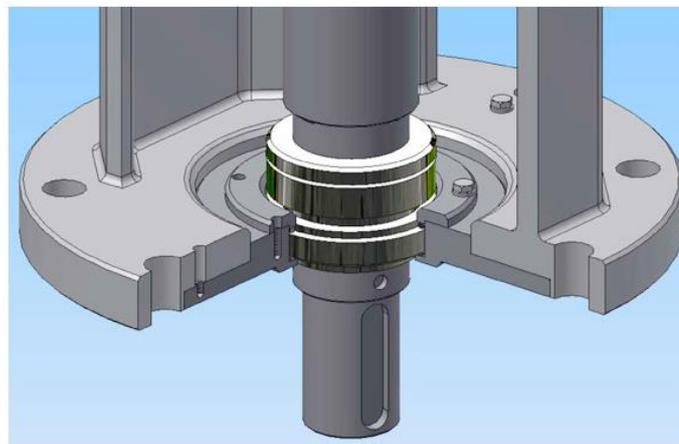


Ilustración 21 - Cierre mecánico
Fuente: Vak Kimsa S.A

En cuanto a la lanza de conexión entre el eje de la torreta y del agitador, entre las posibilidades brindadas por el fabricante, se utiliza el sistema roscado; se debe tener en cuenta el sentido de giro del agitador.

Rosca



*Ilustración 22 - Lanza de conexión roscada
Fuente: Vak Kimsa S.A.*

Se solicita al fabricante la adaptación del eje de la torreta acorde con el eje del motor y del agitador.

3.6.1.6.7 Adaptador de montaje AG-005-A.

Para el anclaje del motor se solicita la fabricación en acero inoxidable de una placa adaptadora de brida DIN-2576 DN80 PN10 a la brida del motor FF-115.

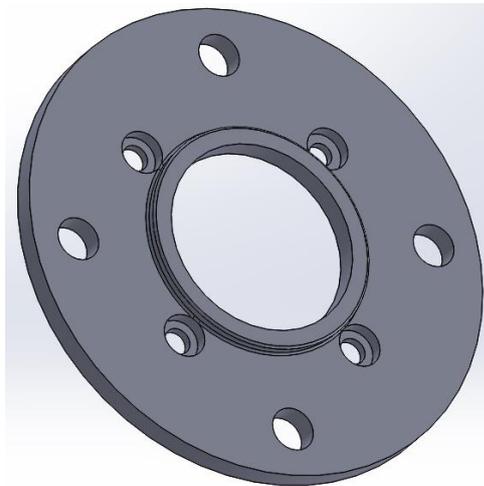


Ilustración 23 - Placa de montaje

Se debe anclar con cuatro bulones M10, tuercas M10 y arandelas planas todos de acero inoxidable, entre el motor y la placa. Para sujetarlo a la torreta se utilizan cuatro bulones M16, con tuerca M16 y arandela plana, todo de acero inoxidable.

3.6.1.6.8 Chaveta AG-004-A.

Para el acople entre el eje del motor y de la torreta se escoge una chaveta acorde con las medidas normalizadas del motor.

- Marca: Chavetas Galas S.R.L.
- Norma DIN 6885
- Forma A
- Longitud: 14mm
- Ancho: 4mm
- Alto: 4mm

Sección de la chaveta	Ancho b		Alto h		mas de		hasta		a		Longitud l		dif. adm		Macho		Hembra									
	2	3	4	5	6	8	10*	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	80	100
Para diametro de eje d	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
	6	8	10	12	12	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440
	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500
						3	3	3	3,5	4	4,5	5	5,5	5,5	6,5	7	8	9	10	11	13	13	14	16	18	20

perforaciones de 2 mm en la parte inferior para facilitar el drenaje de ocasionales entradas de líquido. Este tamaño de perforaciones genera un buen tamaño de burbujas y evita el crecimiento de células en los agujeros.

Para el cálculo del diámetro del caño se parte de la fórmula de diámetro económico:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Donde:

- d: Diámetro interior [mm].
- Q: Caudal que circula en la cañería [m³/h].
- v: velocidad del fluido [m/s].

Lo recomendable en una cañería de aire es que la velocidad no supere los 20 m/s.

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,6 \frac{m^3}{h}}{20 \frac{m}{s}}} = 3,25mm$$

Se selecciona un caño de la empresa INOXOESTE S.A. con diámetro exterior de 10,3 mm y diámetro interior de 9,834 mm.

TP 304 - 304L - 316L - Según Norma ASTM A554 - Espesores Milimétricos									
Diámetro ext. (d)		Espesor de Pared (s)							
Pulg	mm.	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
1/8"	10.3	0.233	0.273						
1/4"	13.75	0.319	0.377	0.460					
3/8"	17.2	0.407	0.483	0.592					
1/2"	21.5		0.612	0.754	0.980	1.187	1.395		
3/4"	26.6		0.766	0.946	1.237	1.505	1.779		
1"	33.4		0.968	1.119	1.573	1.930	2.285		
1 1/4"	42.2		1.237	1.594	2.021	2.480	2.956		
1 1/2"	48.3		1.421	1.764	2.327	2.661	3.416	3.918	
2"	60.3		1.782	2.217	2.930	3.632	4.320	4.967	5.627
2 1/2"	73			2.680	3.569	4.404	5.247	6.078	6.896
3"	88.9			3.275	4.368	5.397	6.477	7.469	8.486
3 1/2"	101.6			3.774	5.086	6.191	7.434	8.579	9.755
4"	114.3				5.695	6.984	8.392	9.690	11.024
5"	141.3				1.002	8.671	10.428	12.051	13.723
6"	168.3				8.359	10.418	12.463	14.413	16.422
8"	219.1				10.913	13.609	16.284	18.85	21.450
10"	273.1				13.627	16.904	20.365	23.578	26.896
12"	323.8						24.188	28.812	31.964
14"	355.60						26.540	30.793	33.142
16"	406.4						30.204	35.936	40.220

Terminación
Decapado, superficie lisa
Pulido exterior
gritt 180-240
Aplicación
Muebles, carpintería
metálica,
autopartes, etc.
Largo estándar: 6000 mm
Consultar por otros
diámetros, espesores y
largos especiales

Peso aprox. kg/mt.

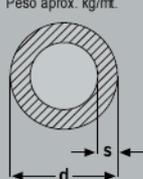


Tabla 14 - Medidas estándares de caños
Fuente: INOXOESTE S.A.

Para el cálculo de la cantidad de agujeros se tiene que:

$$N^{\circ}_{agujeros} = \frac{C_v * Q}{A * v}$$

Donde:

- Q: caudal de aire [m³/s].
- C_v: Coeficiente de pérdida.
- A: Área de los agujeros [m²].
- v: velocidad del aire [m/s].

Se recomienda que la velocidad del aire no supera los 1,2 m/s, entonces:

$$N^{\circ}_{agujeros} = \frac{0,5 * 1,6 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{3,14 * 10^{-6} m^2 * 1,2 \frac{m}{s}} = 22$$

Se distribuirán un total de 22 agujeros a lo largo de la corona.

3.6.1.8 Cálculo del vapor de esterilización.

Para estimar la cantidad de vapor necesaria para llevar a cabo la esterilización del medio de cultivo, se seguirán las ecuaciones y la metodología planteada por la compañía Spirax-Sarco en las divisiones 9 y 11 de su sección “Learn about steam”, disponible en su página web (Ref. [9]).

Para determinar los requerimientos de calor se deben tener en cuenta todos o algunos de los siguientes componentes clave:

1. El calor necesario para elevar la temperatura del fluido del proceso de frío a su temperatura de funcionamiento.
2. El calor necesario para elevar el material del recipiente de frío a su temperatura de funcionamiento.
3. El calor perdido de la superficie sólida del recipiente a la atmósfera.
4. El calor perdido de la superficie líquida expuesta a la atmósfera.
5. El calor absorbido por cualquier artículo frío sumergido en el fluido del proceso.

Los componentes expresados en los ítems 1, 2 y 5, se pueden encontrar usando la **ecuación 1** expresada a continuación.

$$\dot{Q} = \frac{m * c_p * \Delta T}{t}$$

Para los ítems 3 y 4, se recurre a la **ecuación 2**:

Preparó: Blanc, Jairo; Casaspro, Mario; Pighetti, Jonathan	Revisó: ACDC 14-8-21	Aprobó:	Página 47 de 117
---	----------------------	---------	---------------------

$$\dot{Q} = U * A * \Delta T$$

Durante la inyección de vapor, el calor se transfiere directamente y este se mezcla con el fluido que se calienta, por lo tanto, la cantidad de calor utilizable en el vapor se puede encontrar mediante la **ecuación 3**:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{h_g - (T * c_p)}$$

Una consideración para tener en cuenta es que se debe considerar la presión antes de la válvula de control.

Para este caso, se descarta el ítem 4, ya que no se poseen superficies líquidas expuestas a la atmósfera, y el ítem 5, ya que no se sumergirán objetos ajenos al sistema.

Paso 1: energía necesaria para calentar 18 Kg de agua de 20°C a 121°C en 60 minutos a partir de la ecuación 1:

$$\dot{Q}_{agua} = \frac{m * c_p * \Delta T}{t}$$

Donde:

- \dot{Q}_{agua} es la tasa media de calor transferido para calentar el agua [KW].
- m es la masa de agua a calentar [Kg].
- c_p es el calor específico del agua [KJ/Kg°C].
- ΔT es la diferencia entre la temperatura final e inicial [°C].
- t es el tiempo propuesto para el calentamiento [s].

$$\dot{Q}_{agua} = \frac{18Kg * 4,19 \frac{KJ}{Kg} \text{°C} * (121 - 20) \text{°C}}{3600s} = 2,12KW$$

Paso 2: caudal medio de vapor necesario para calentar el agua a partir de la ecuación 3:

$$\dot{m}_{agua} = \frac{\dot{Q}_{agua}}{h_g - (T * c_p)}$$

Donde:

- \dot{m}_{agua} es el caudal medio de vapor [Kg/s].
- h_g es la entalpía de vapor saturado [KJ/Kg].
- T es la temperatura final del agua [°C].

Teniendo en cuenta que la caldera suministra vapor saturado a 5 bar absolutos, se halla el valor de entalpía a partir de las tablas de vapor de Çengel (Ref. [8]) y se calcula:

$$\dot{m}_{agua} = \frac{2,12KW}{2748,64 \frac{KJ}{Kg} - \left(121^{\circ}C * 4,19 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)} = 9,46 * 10^{-4} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{agua} = 3,4 \frac{Kg}{h}$$

Paso 3: energía necesaria para calentar el material del tanque y del agitador de 20°C a 121°C en 60 minutos a partir de la ecuación 1:

$$\dot{Q}_{tanque} = \frac{m * c_p * \Delta T}{t}$$

La masa de los componentes se obtiene a partir del software SolidWorks:

- Masa de agitador: 2,1 Kg
- Masa de los casquetes: 3,06 Kg
- Masa de la envolvente con baffles: 7,7 kg
- Masas de las bridas: 29,6 Kg

$$\dot{Q}_{tanque} = \frac{(42,46)Kg * 0,51 \frac{KJ}{Kg}^{\circ}C * (121 - 20)^{\circ}C}{3600s} = 0,61 KW$$

Paso 4: caudal medio de vapor necesario para calentar el material del tanque y del agitador a partir de la ecuación 3:

$$\dot{m}_{tanque} = \frac{\dot{Q}_{tanque}}{h_g - (T * c_p)}$$

Donde:

- \dot{m}_{tanque} es el caudal medio de vapor.
- T es la temperatura final del tanque [°C].
- c_p es el calor específico del material del tanque [KJ/Kg°C].

$$\dot{m}_{tanque} = \frac{0,61KW}{2748,64 \frac{KJ}{Kg} - \left(121^{\circ}C * 0,51 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}\right)} = 2,27 * 10^{-4} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{tanque} = 0,82 \frac{Kg}{h}$$

Paso 5: pérdidas de calor a través de la superficie del tanque, a partir de la ecuación 2:

$$\dot{Q}_{\text{lad os}} = U * A * \Delta T_M$$

Donde:

- $Q_{\text{lad os}}$ es la tasa media de calor perdido a través de los lados del tanque [KW].
- U es el coeficiente global de transferencia de calor [W/m²°C].
- A es el área de la envolvente del tanque [m²].
- ΔT_M es la diferencia entre el promedio entre la temperatura inicial y final del líquido y la temperatura ambiente de diseño [°C].

$$\dot{Q}_{\text{fondo}} = U * A * \Delta T_M$$

Donde:

- Q_{fondo} es la tasa media de calor perdido a través del fondo del tanque [KW].
- A es el área del fondo del tanque [m²].

$$\dot{Q}_{\text{cabezal}} = U * A * \Delta T_M$$

Donde:

- Q_{cabezal} es la tasa media de calor perdido a través del cabezal del tanque [KW].
- A es el área del fondo del tanque [m²].

Los valores de U se pueden obtener del siguiente gráfico, que muestra los valores típicos para superficies de acero.

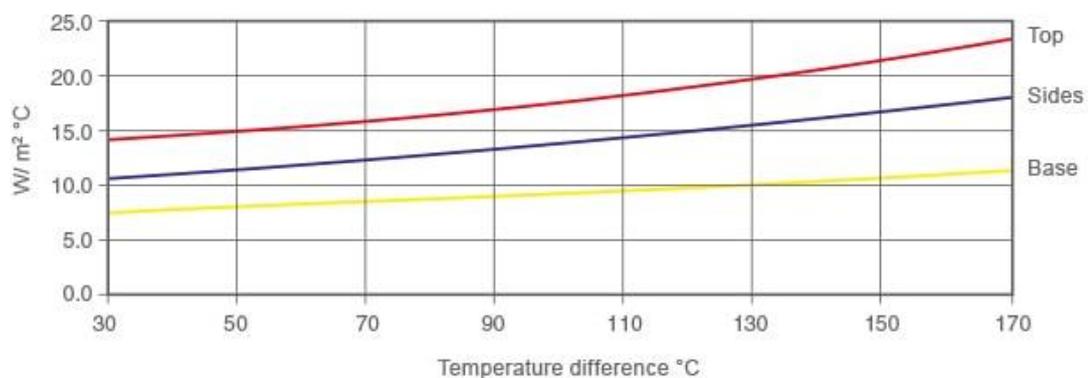


Ilustración 24 - Coeficiente global de transferencia de calor
Fuente: Spirax-Sarco

El área de los componentes se obtiene a través del software SolidWorks. Entonces:

$$\dot{Q}_{\text{lad os}} = U * A * \Delta T_M = 12,5 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,424 m^2 * 50,5^\circ C = 268W \approx 0,27KW$$

$$\dot{Q}_{\text{fondo}} = U * A * \Delta T_M = 8 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,10 m^2 * 50,5^\circ C = 40,4W \approx 0,04KW$$

$$\dot{Q}_{\text{cabezal}} = U * A * \Delta T_M = 15 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,10 m^2 * 50,5^\circ C = 75,75W \approx 0,08KW$$

Paso 6: caudal medio de vapor para compensar las pérdidas de calor a través de la superficie del tanque.

La ecuación para calcular el vapor necesario considera sólo la entalpía de evaporación a presión atmosférica

$$\dot{m}_{\text{pérdidas}} = \frac{\dot{Q}_{\text{pérdidas}}}{h}$$

Donde:

- $\dot{m}_{\text{pérdidas}}$ es el caudal medio de vapor.
- $\dot{Q}_{\text{pérdidas}}$ es la suma de las pérdidas por los lados, el fondo y el cabezal [KW].
- h es la entalpía de evaporación a presión atmosférica [KJ/KG].

$$\dot{m}_{\text{pérdidas}} = \frac{0,27KW + 0,04KW + 0,08KW}{2256,7 \frac{KJ}{Kg}} = 1,73 * 10^{-4} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{\text{pérdidas}} = 0,62 \frac{Kg}{h}$$

Paso 7: el vapor total necesario para calentar mediante inyección de vapor es:

$$\dot{m}_{\text{total}} = \dot{m}_{\text{agua}} + \dot{m}_{\text{tanque}} + \dot{m}_{\text{pérdidas}}$$

$$\dot{m}_{\text{total}} = 3,4 \frac{Kg}{h} + 0,82 \frac{Kg}{h} + 0,62 \frac{Kg}{h} = 4,84 \frac{Kg}{h}$$

Paso 8: cantidad necesaria de agua inicial para terminar con el volumen final deseado.

El proceso de calentamiento por inyección de vapor provoca un aumento del volumen inicial del fluido debido a la condensación. Dado que esto provocaría una dilución del medio de cultivo, es necesario realizar una corrección para ajustar el volumen inicial del medio a calentar.

$$m_R = \frac{m_i}{m_f} * m_i$$

Donde:

- m_R es la masa revisada para finalizar con la cantidad deseada.
- m_i es la masa inicial.
- m_f es la masa final, resultante de sumar la masa inicial y la masa de vapor condensado.

Los kilogramos de vapor que se añaden como condensado son:

$$4,84 \frac{Kg}{h} * \frac{3600s}{3600 \frac{s}{h}} = 4,84 Kg$$

Por lo tanto, la revisión de masa resulta:

$$m_R = \frac{m_i}{m_f} * m_i = \frac{18Kg}{22,84Kg} * 18Kg = 14,19Kg$$

Se tiene que el tanque deberá contar inicialmente con 14,19 Kg de agua para poder finalizar el proceso de esterilización con 18 Kg de agua.

El vapor para inyectar será:

$$m_v = 18Kg - 14,19Kg = 3,81Kg$$

El flujo másico de vapor será:

$$\dot{m}_v = 3,81Kg * \frac{3600 \frac{s}{h}}{3600s} = 3,81 \frac{Kg}{h}$$

Para el ingreso del vapor al sistema se utiliza el inyector IN15 (IV-001) con rosca BSP cónica del fabricante Spirax-Sarco; el cual con una presión de 0,5 bar manométricos es capaz de entregar un caudal de 11 Kg/h. Como esta presión es la mínima de trabajo que admite, significa que el calentamiento se realizara más rápido.

Tipo de inyector	IN15	IN25M	IN40M
Presión sistema bar r	Capacidad Vapor saturado kg/h		
0,5	11	75	222
1	20	135	400
2	48	175	580
3	66	280	805

Tabla 15 - Tipos de inyectores
Fuente: Spirax-Sarco

Dimensiones/peso (aproximados) en mm y kg

Tipo	A	B	C	Peso
IN15	½"	205	28	0,4
IN25M	1"	84	71	0,8
IN40M	1½"	115	88	1,6

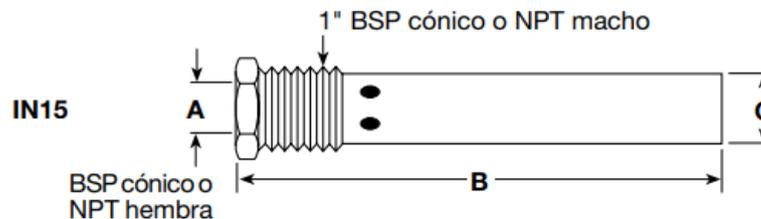


Ilustración 25 - Dimensiones del inyector
Fuente: Spirax-Sarco

3.6.2 Reactor RE-02.

Se procede de acuerdo con lo expresado en el apartado 3.6.1.

3.6.2.1 Envoltente CU-001-B.

Para este reactor, el volumen total es $V_{total} = 300 \text{ L} = 0,3 \text{ m}^3$, por lo que el diámetro será:

$$0,3\text{m}^3 = \pi * \frac{D_{int}^2}{4} * 1,5D_{int} + 2 * 0,1D_{int}^3 \rightarrow D_{int} = \sqrt[3]{\frac{0,3}{\frac{\pi}{4} * 1,5 + 0,2}} \cong 0,601\text{m}$$

El resultado obtenido es de 601 mm. A partir de un valor comercial de 600 mm de diámetro exterior para cabezales estándares, se opta por uno igual para la envoltente. Por lo tanto, la altura será $H = 950 \text{ mm}$.

Para el espesor de la envoltente las fórmulas propuestas por la norma ASME son:

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,4P}$$

$$t = \frac{45\text{psi} * 11,83\text{in}}{21.333\text{psi} * 0,85 - 0,4 * 45\text{psi}} = 0.029\text{in} \cong 0,74\text{mm}$$

Por lo expresado en el apartado 3.6.1.1, se elige un espesor de chapa comercial de 2 mm.

Para verificación a presión externa, se tiene que el método 1 es análogo a la envoltente del reactor RE-01. Entonces, el método 2 se calcula a continuación.

$$F_A = \frac{0,125}{R/t}$$

$$F_A = \frac{0,125}{11,83in/0,0625in} = 6,55 * 10^{-4}$$

De Ilustración 13 - Factor A Vs Factor B

Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1). se tiene que $F_B = 7977$ psi, entonces:

$$P_{adm} = \frac{F_B}{R/t} = \frac{7977psi}{11,83in/0,0625in} = 42psi$$

Esto demuestra que el recipiente soporta dicha presión externa.

3.6.2.2 Cabezal CU-002-B y fondo CU-003-B.

Análogamente al apartado 3.6.1.2:

$$R = 600mm$$

$$r = 60mm$$

$$h_1 \geq 3,5 * 2,5mm = 8,75mm$$

$$h_2 = 0,1935 * 600mm - 0,455 * 2,5mm = 56,9mm$$

$$h_t = 8,75mm + 114,96mm + 2,5mm = 126,21mm$$

Para el cabezal, se toma un valor de h_1 de 30 mm para soldar la brida.

Para calcular el espesor requerido, la norma ASME determina que:

$$t = \frac{P * R * M}{2SE - 0,2P}$$

Se tiene que para relaciones de $R/r = 10$, $M = 1,54$, por lo tanto:

$$t = \frac{45psi * 23,62in * 1,54}{2 * 21.333psi * 0,85 - 0,2 * 45psi} = 0,045in = 1,14mm$$

Se propone el mismo espesor que la envolvente $t = 2$ mm.

Para la verificación a presión externa, se tiene que el método 1 es análogo a los cabezales del reactor de RE-01. Entonces, el método 2 se calcula a continuación:

$$F_A = \frac{0,125}{R/t}$$

$$F_A = \frac{0,125}{23,62in/0,0625in} = 3,28 * 10^{-4}$$

De Ilustración 13 - Factor A Vs Factor B

Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1). se tiene que $F_B = 4786$ psi, entonces:

$$P_{adm} = \frac{F_B}{R/t} = \frac{4786psi}{23,62in/0,0625in} = 12,56psi$$

En este caso el espesor propuesto no soporta la presión exterior, por lo tanto, se propone el siguiente espesor, que sería de 2,5 mm. Restando el espesor extra por desgaste queda de 2 mm = 0,0787 in. Recalculando los valores:

$$F_A = \frac{0,125}{23,62in/0,0787in} = 4,17 * 10^{-4}$$

De Ilustración 13 - Factor A Vs Factor B
Fuente: Ref. [A] (ASME VIII Div. 1). se tiene que FB = 5366 psi, entonces:

$$P_{adm} = \frac{F_B}{R/t} = \frac{5366psi}{23,62in/0,0787in} = 17,88psi$$

Por lo tanto, se selecciona la chapa de 2,5 mm.

3.6.2.3 Soporte CU-004-B.

Se diseña con cuatro patas redondas verticales soldadas al fondo CU-003-B, equidistantes entre sí. Constará también con cuatro refuerzos horizontales, entre cada pata a una distancia de 200mm del piso.

Se selecciona de la empresa Famiq tubos de 2 in nominal, es decir 50,8 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor para las patas. Para los refuerzos se toma el tubo de 1 in nominal, con diámetro exterior de 25,4 mm y 2 mm de espesor.

Para la sujeción al suelo se suelda cuatro chapas cuadradas de 80 mm de lado con cuatro agujeros de 8 mm.



Ilustración 26 - Soporte CU-004-B

Para verificar los esfuerzos a los que está sometido el soporte, se utiliza el software Solidworks, dando como resultado la siguiente distribución de solicitaciones.

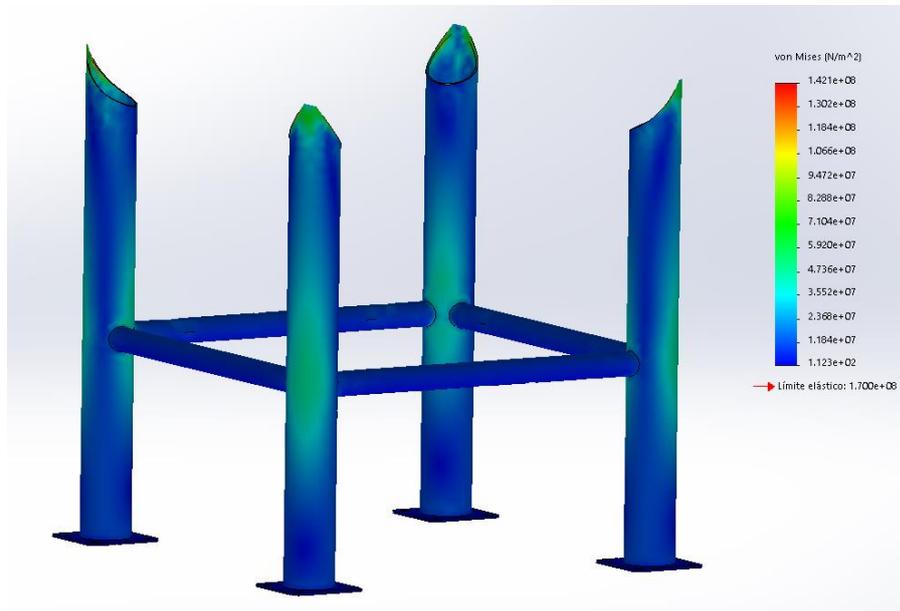


Ilustración 27 - Distribución de esfuerzos

Esto demuestra que el esfuerzo máximo al que está sometido el material es de $1,421 \times 10^7 \text{ N/m}^2$, muy inferior al límite de fluencia del material que es igual a $1,7 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.

3.6.2.4 Bridas CU-005-B y CU-006-B.

Se adopta una brida plana con medidas bajo norma EN-1092-1 Type 1 PN-6. Se solicita una adaptación del diámetro interno de éstas.

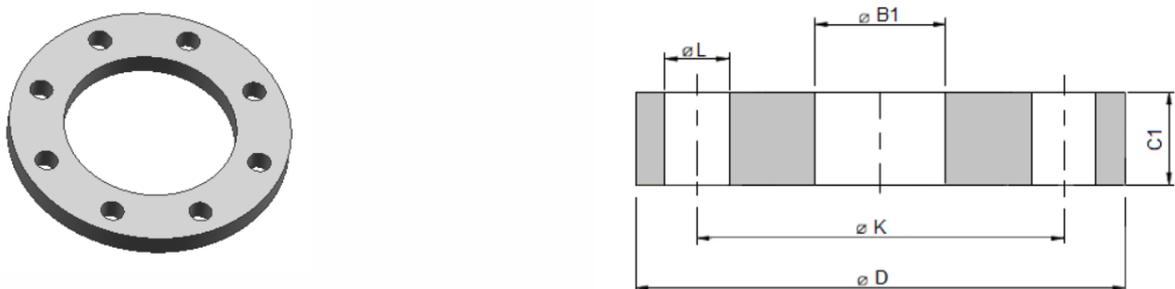


Ilustración 28 - Brida EN-1092-1
Fuente DNbrida S.A.

Dimensiones en milímetros

DN	Dimensiones acoplamiento					Diámetro interior B1	Espesor de la Brida C1	Peso (kg)
	D	K	L	Taladros				
				Nº	Métrica			
250	375	335	18	12	M16	276.5	24	8,92
300	440	395	22	12	M20	327.5	24	11,9
350	490	445	22	12	M20	359.5	26	16,8
500	645	600	22	20	M20	513.5	30	26,4
600	755	705	26	20	M24	616.5	32	34,8

Tabla 16 – Medidas estándares DIN
Fuente: DN Brida S.A.

Se adopta las medidas de la brida de DN600, con la corrección del diámetro interior a 600 mm.

Se utilizarán bulones del fabricante Famiq, M24 de 100 mm de largo, de acero inoxidable 304. Esto requiere una tuerca M24 y un juego de arandelas planas.

Para la brida de la envolvente CU-006-B se debe realizar una acanaladura para el O-Ring de cierre hermético. Las medidas de esta y el sello se detallan en el siguiente apartado.

3.6.2.5 O-ring CU-006-B.

Este sello se selecciona del fabricante Parker Hannifin.

Las medidas de la acanaladura que se debe realizar según el diámetro del O-ring, se obtienen con la siguiente tabla:

TABLA DE DISEÑO				
Secc. "W"	Dimensiones de Alojamiento			
	Profundidad "L"		Ancho "G" ± 0.1	Radio "R"
	Estático	Dinámico		
1.78	1.25 1.35	1.40 1.45	2.5	0.1 0.4
2.62	2.05 2.15	2.25 2.30	3.7	0.1 0.4
3.53	2.80 2.95	3.05 3.10	4.9	0.2 0.6
5.33	4.30 4.50	4.65 4.75	7.3	0.5 1.0
6.99	5.75 5.95	6.00 6.10	9.7	0.5 1.0

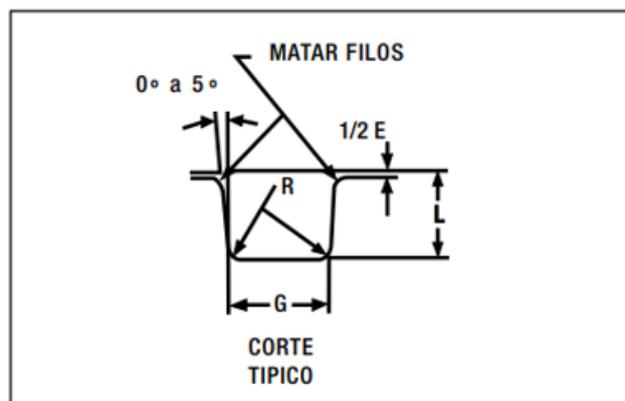


Tabla 17 - Dimensiones de alojamiento
Fuente: Parker Hannifin Corporation.

Se selecciona el O-ring número 2-474, con las siguientes características:

- Sección W: 6,99 mm. (Diámetro transversal)
- Diámetro interno: 633,48 mm.
- Diámetro exterior: 647,46 mm.
- Material de fabricación: S3018-70A.

3.6.2.6 Sistema de agitación.

3.6.2.6.1 Dimensionamiento del impulsor AG-003-B.

Análogamente a lo establecido en la sección 3.6.1.6.1, las dimensiones son:

- Diámetro del estanque (D_t)= 600mm
- Diámetro del disco plano con palas (D_a) = $D_t * 0,33 = 198\text{mm}$
- Altura del fluido (H) = 755mm
- Ancho de las placas deflectoras (J) = $D_t * 0,1 = 60\text{mm}$
- Distancia desde el fondo del tanque hasta el impulsor (E) = $D_t * 0,33 = 198\text{mm}$
- Altura de paleta (W) = $D_a * 0,2 = 198\text{mm} * 0,2 = 40\text{mm}$
- Largo de paleta (g) = $D_a * 0,25 = 198\text{mm} * 0,25 = 49,5\text{mm}$
- Haz de luz entre el tanque y el deflector (f) = $D_t * 0,02 = 600\text{mm} * 0,02 = 12\text{mm}$

3.6.2.6.2 Velocidad de giro del agitador.

Como se estableció en la sección 3.6.1.6.2, se recomienda mantener los tiempos de mezclado en cada escalonamiento de reacción. Entonces, a partir del tiempo de mezclado encontrado en dicha sección, se calcula la velocidad de giro:

$$N_i t_m = \frac{1,54 * V_f}{D_a^3} = \frac{1,54 * 0,2\text{m}^3}{(0,198\text{m})^3} = 39,7$$

$$N = \frac{N_i t_m}{t_m} = \frac{39,7}{9,53\text{s}} = 4,17 \text{ s}^{-1} = 250\text{rpm}$$

Con esta velocidad de mezclado se debe verificar que $Re_i > 5 * 10^3$.

$$Re_i = \frac{4,17 \text{ s}^{-1} * 0,198\text{m} * 993 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{0,0007 \frac{\text{Kg}}{\text{m} * \text{s}}} = 1.171.257,7$$

Por lo tanto, se toma 250rpm como velocidad de giro.

3.6.2.6.3 Potencia absorbida.

Como se tiene un numero de Reynolds superior a 10.000 se procede de igual forma que en la sección 3.6.1.6.3 resultando:

$$P = K_T * N^3 * D_a^5 * \rho = 6,3 * (4,17 s^{-1})^3 * (0,198m)^5 * 993 \frac{Kg}{m^3} = 138 w = 0,185hp$$

Acorde con Harnby (Ref. [11]), se aplica el factor para mezcla simple; la potencia es:

$$P = 0,185hp * 1,5 = 0,278hp$$

3.6.2.6.4 Motor M2.

Se escoge un motor trifásico de seis polos del fabricante WEG, con las siguientes características:

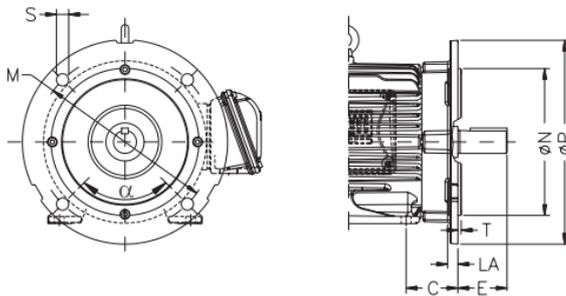
W22 - IE2 High Efficiency - 50 Hz

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgfm)	Corriente con rotor trabado I _L /I _n	Par con rotor trabado T _V /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	400 V						Corriente nominal I _n (A)	
								Caliente	Frio			RPM	% de la potencia nominal			Factor de potencia			
													50	75	100	50	75		100
VI Polos																			
0,12	0,16	63	0,129	3,0	1,9	2,0	0,0006	52	114	7,4	43	905	42,0	50,0	52,0	0,43	0,53	0,63	0,529
0,18	0,25	71	0,197	3,2	2	2	0,0008	96	211	10,5	43	890	52,0	58,0	59,0	0,40	0,51	0,61	0,722
0,25	0,33	71	0,274	3,2	1,9	2,1	0,0008	70	154	12,5	43	890	53,0	60,0	61,6	0,37	0,48	0,58	1,01
0,37	0,5	80	0,396	3,9	1,8	2	0,0022	27	59	14,0	43	910	63,0	67,0	67,6	0,47	0,62	0,72	1,10
0,55	0,75	80	0,576	4,5	2,3	2,5	0,0030	21	46	14,0	43	930	65,0	71,0	73,1	0,50	0,62	0,72	1,51
0,75	1	90S	0,785	4,5	2	2,1	0,0055	23	51	19,0	45	930	74,5	76,0	76,0	0,51	0,64	0,73	1,95
1,1	1,5	90L	1,16	4,7	2,3	2,2	0,0066	17	37	23,0	45	925	76,0	78,1	78,1	0,50	0,63	0,73	2,78
1,5	2	100L	1,55	5,0	2	2,4	0,0110	23	51	28,5	44	940	79,5	80,0	80,0	0,51	0,64	0,73	3,71

Tabla 18 - Catálogo de motores
Fuente: WEG S.A.

- Potencia: 0,33 Hp.
- Nº de carcasa: 71.
- Tensión: 220/380 V trifásico.
- Velocidad: 890 rpm.
- Consumo nominal: 1,1 A.

De la siguiente tabla, se extraen las medidas de la brida, entrando con el código de la carcasa.



Carcasa	Brida	LA	M	N	P	S	T	α	Nº de agujeros
63	FF-115	5.5	115	95	140	10	3	45°	4
71	FF-130	9	130	110	160	12	3.5		
80	FF-165		165	130	200				
90		10							
100	FF-215	12.5	215	180	250	15	4		
132	FF-265	12	265	230	300	19	5		
160	FF-300	18	300	250	350				
180			350	300	400				
200	FF-350		400	350	450				
225	FF-400		500	450	550				
250	FF-500								
280								22°30'	8
315	FF-600	22	600	550	660	24	6		
355	FF-740		740	680	800				

Tabla 19 - Dimensiones de brida
Fuente: WEG S.A.

Se tiene una brida FF-130:

- La = 9 mm.
- M = 130 mm.
- N = 110 mm.
- P = 160 mm.
- S = 10 mm.
- T = 3,5 mm.
- N° de agujeros = 4.

3.6.2.6.5 Cálculo del eje del agitador AG-002-B.

Análogamente a lo expresado en el apartado 3.6.1.6.5, se procede a calcular.

Momento torsor:

$$T_{max} = \frac{P}{2\pi * N} = \frac{250W}{2\pi * 4,17rps} = 9,54Nm$$

Momento flector:

$$M_{max} = \frac{0,048 * P * L_1 * f_H}{N * D_a} = \frac{0,048 * 250W * 1,085m * 1,5}{4,17rps * 0,198m}$$

$$M_{max} = 23,65Nm$$

Diámetro mínimo por corte:

$$d_s = \left(\frac{16}{2\pi * \sigma_s} \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left(\frac{16}{2\pi * 35,9 * 10^6 Pa} \sqrt{(23,65Nm)^2 + (9,54Nm)^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 0,0122m = 13,6mm$$

Diámetro mínimo por torsión:

$$d_t = \left(\frac{16}{2\pi * \sigma_t} \left(M_{max} + \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_t = \left(\frac{16}{2\pi * 60 * 10^6 Pa} \left(23,65Nm + \sqrt{(23,65Nm)^2 + (9,54Nm)^2} \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d_t = 0,0128m = 12,8mm$$

El diámetro mínimo del eje será de 13,6 mm, por ser el mayor de los dos valores calculados anteriormente (d_s y d_t).

Rectitud del eje:

La deflexión máxima para este caso será $y_{max} = 0,271mm$. Dicha deflexión se dará en el extremo inferior del eje, y se obtiene como sigue:

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} = \frac{\pi * (0,0136m)^4}{64} = 1,68 * 10^{-9}m^4$$

Con el momento de inercia se calcula la deflexión:

$$y = \frac{F * L_1^3}{3 * E * I} = \frac{25,66N * (1,085m)^3}{3 * 0,197 * 10^{12}Pa * 1,68 * 10^{-9}m^4} = 0,033m = 33mm$$

Como se puede apreciar, este valor no verifica, entonces se halla el diámetro mínimo a partir de la deflexión máxima $y_{max} \leq 0,271mm$.

$$I = \frac{25,66N * (1,085m)^3}{3 * 0,197 * 10^{12}Pa * 2,71 * 10^{-4}} = 2,05 * 10^{-7}m^4$$

Con este valor se calcula el diámetro mínimo:

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 * I}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{64 * 2,05 * 10^{-7}m^4}{\pi}} = 0,045m = 45mm$$

A partir de este valor, se tiene el diámetro comercial de 50,8mm, es decir, 2 in.

Análisis de frecuencia natural:

$$N_c = \frac{5,33 * d^2 * \sqrt{\frac{E}{\rho_m}}}{L_1 * \sqrt{L_1 + S_b} * \sqrt{W_e + \frac{w * L_1}{4}}}$$

$$N_c = \frac{5,33 * (0,0508m)^2 * \sqrt{\frac{0,197 * 10^{12}Pa}{8027 \frac{Kg}{m^3}}}}{1,085m * \sqrt{1,085m + 0,1m} * \sqrt{0,750Kg + \frac{17,7Kg * 1,085m}{4}}}$$

$$N_c = 21,24rps = 1275Rpm$$

$$1020Rpm \leq N \leq 1530Rpm$$

La velocidad de giro del eje está lejos de estos valores, por lo tanto, verifica.

Acorde a lo establecido por la bibliografía, se calculará un eje hueco, dado que el aumento de diámetro fue de más de una pulgada con respecto al obtenido por análisis de esfuerzos. Para esto se parte de la selección de un diámetro comercial y se calculan los esfuerzos.

Se opta por la preselección de un caño de diámetro exterior de 73mm y un espesor de 3,05mm, entonces:

Esfuerzo cortante:

$$\sigma_s = \frac{16}{\pi} \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} * \frac{d_e}{d_e^4 - d_i^4}$$

Donde:

- σ_s es el esfuerzo cortante [N/m²].
- d_e es el diámetro exterior [m].
- d_i es el diámetro interior [m].

$$\sigma_s = \frac{16}{\pi} \sqrt{(23,65Nm)^2 + (9,54Nm)^2} * \frac{0,073m}{(0,073m)^4 - (0,0669m)^4}$$

$$\sigma_s = 1,1 * 10^6 Nm$$

Esfuerzo de tracción:

$$\sigma_t = \frac{16}{\pi} \left(M_{max} + \sqrt{M_{max}^2 + T_{max}^2} \right) * \frac{d_e}{d_e^4 - d_i^4}$$

Donde σ_t es el esfuerzo de tracción.

$$\sigma_t = \frac{16}{\pi} \left(23,65Nm + \sqrt{(23,65Nm)^2 + (9,54Nm)^2} \right) * \frac{0,073m}{(0,073m)^4 - (0,0669m)^4}$$

$$\sigma_t = 2,18 * 10^6 Nm$$

Comparando lo obtenido con los valores límites mostrados en la Tabla 8 - Tensiones admisibles

Fuente: Ref. [3] (Paul, Atiemo-Obeng y Kresta, 2004), se observa que estos están muy por debajo y por lo tanto verifican.

Rectitud del eje:

El momento de inercia para un eje hueco es:

$$I = \frac{\pi}{64} * (d_e^4 - d_i^4) = \frac{\pi * ((0,073m)^4 - (0,0669m)^4)}{64} = 4,1 * 10^{-7} m^4$$

Con este valor, la deflexión es:

$$y = \frac{F * L_1^3}{3 * E * I} = \frac{25,66N * (1,085m)^3}{3 * 0,197 * 10^{12} Pa * 4,1 * 10^{-7} m^4} = 1,35 * 10^{-4} m = 0,0135mm$$

Este valor es menor que 0,271mm, por lo que verifica.

Análisis de frecuencia natural:

De acuerdo con la bibliografía, usar un eje hueco en lugar de uno macizo aumentará la frecuencia natural y ampliará la longitud del eje o la velocidad de funcionamiento permitidas. Por esta razón no se considera necesario esta verificación.

Finalmente, se optará por el uso de un eje hueco de 73mm de diámetro exterior con un espesor de 3,05mm.

3.6.2.6.6 Torreta AG-001-B.

Análogamente a lo expresado en el apartado 3.6.1.6.6, se escoge la gama de torreta HT0, con las mismas características ya expresadas.

En este caso, no es necesario el uso de una placa de montaje entre el motor y la torreta, ya que el tamaño de la brida del motor coincide con la torreta.

3.6.2.6.7 Chaveta AG-004-B.

Para el acople entre el eje del motor y de la torreta se escoge una chaveta acorde con las medidas normalizadas del motor, a partir de la Tabla 13 - Selección de chavetas

Fuente: Chavetas Galas S.R.L. mostrada en el apartado 3.6.1.6.8 se obtiene:

- Marca: Chavetas Galas S.R.L.
- Norma DIN 6885
- Forma A
- Longitud: 18mm
- Ancho: 5mm
- Alto: 5mm

3.6.2.7 Difusor de aire DA-001-B.

Acorde a lo expresado en el apartado 3.6.1.7, se requiere el siguiente volumen de aire:

$$V_{aire} = 0,5 \frac{1}{min} * V_{medio}$$

$$V_{aire} = 100 \frac{L}{min} = 6 \frac{m^3}{h}$$

Entonces, el diámetro del caño resulta:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}} = 18,8 \sqrt{\frac{6 \frac{m^3}{h}}{20 \frac{m}{s}}} = 10,29mm$$

Se selecciona un caño de la empresa INOXESTE S.A. con diámetro exterior de 13,75mm y diámetro interior de 13,11mm.

TP 304 - 304L - 316L - Según Norma ASTM A554 - Espesores Milimétricos									
Diámetro ext. (d)		Espesor de Pared (s)							
Pulg	mm.	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
1/8"	10.3	0.233	0.273						
1/4"	13.75	0.319	0.377	0.460					
3/8"	17.2	0.407	0.483	0.592					
1/2"	21.5		0.612	0.754	0.980	1.187	1.395		
3/4"	26.6		0.766	0.946	1.237	1.505	1.779		
1"	33.4		0.968	1.119	1.573	1.930	2.285		
1 1/4"	42.2		1.237	1.594	2.021	2.480	2.956		
1 1/2"	48.3		1.421	1.764	2.327	2.661	3.416	3.918	
2"	60.3		1.782	2.217	2.930	3.632	4.320	4.967	5.627
2 1/2"	73			2.680	3.569	4.404	5.247	6.078	6.896
3"	88.9			3.275	4.368	5.397	6.477	7.469	8.486
3 1/2"	101.6			3.774	5.086	6.191	7.434	8.579	9.755
4"	114.3				5.695	6.984	8.392	9.690	11.024
5"	141.3				1.002	8.671	10.428	12.051	13.723
6"	168.3				8.359	10.418	12.463	14.413	16.422
8"	219.1				10.913	13.609	16.284	18.85	21.450
10"	273.1				13.627	16.904	20.365	23.578	26.896
12"	323.8						24.188	28.812	31.964
14"	355.60						26.540	30.793	33.142
16"	406.4						30.204	35.936	40.220

Terminación
Decapado, superficie lisa
Pulido exterior
gritt 180-240
Aplicación
Muebles, carpintería
metálica,
autopartes, etc.
Largo estándar: 6000 mm
Consultar por otros
diámetros, espesores y
largos especiales

Peso aprox. kg/mt.

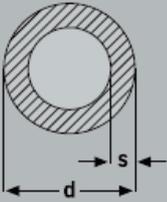


Tabla 20 - Medidas estándares de caños
Fuente: INOXOESTE S.A.

La cantidad de agujeros necesaria es:

$$N^{\circ}_{agujeros} = \frac{C_v * Q}{A * v} = \frac{0,5 * 1,66 * 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{3,14 * 10^{-6} m^2 * 1,2 \frac{m}{s}} = 222$$

Como se requiere un número de agujeros elevado, se determina realizar las perforaciones tanto en la parte inferior como la superior.

3.6.2.8 Cálculo del vapor de esterilización.

De igual forma que en el apartado 3.6.1.8, se procede a calcular:

Paso 1: energía necesaria para calentar 180 Kg de agua de 20°C a 121°C en 60 minutos a partir de la ecuación 1:

$$\dot{Q}_{agua} = \frac{m * c_p * \Delta T}{t}$$

$$\dot{Q}_{agua} = \frac{180Kg * \frac{4,19KJ}{Kg} * (121 - 20)^{\circ}C}{3600s} = 21,16KW$$

Paso 2: caudal medio de vapor necesario para calentar el agua a partir de la ecuación 3:

$$\dot{m}_{agua} = \frac{\dot{Q}_{agua}}{h_g - (T * c_p)}$$

$$\dot{m}_{agua} = \frac{21,16KW}{2748,64 \frac{KJ}{Kg} - \left(121^\circ C * 4,19 \frac{KJ}{Kg^\circ C}\right)} = 9,44 * 10^{-3} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{agua} = 34 \frac{Kg}{h}$$

Paso 3: energía necesaria para calentar el material del tanque y del agitador de 20°C a 121°C en 60 minutos a partir de la ecuación 1:

$$\dot{Q}_{tanque} = \frac{m * c_p * \Delta T}{t}$$

La masa de los componentes se obtiene a partir del software SolidWorks:

- Masa de agitador: 7,65 Kg
- Masa de los casquetes: 14,74 Kg
- Masa de la envolvente con baffles: 32,5 kg
- Masas de las bridas: 79,2 Kg

$$\dot{Q}_{tanque} = \frac{(134,1)Kg * 0,51 \frac{KJ}{Kg}^\circ C * (121 - 20)^\circ C}{3600s} = 1,92KW$$

Paso 4: caudal medio de vapor necesario para calentar el material del tanque y del agitador a partir de la ecuación 3:

$$\dot{m}_{tanque} = \frac{\dot{Q}_{tanque}}{h_g - (T * c_p)}$$

$$\dot{m}_{tanque} = \frac{1,92KW}{2748,64 \frac{KJ}{Kg} - \left(121^\circ C * 0,51 \frac{KJ}{Kg^\circ C}\right)} = 7,15 * 10^{-4} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{tanque} = 2,57 \frac{Kg}{h}$$

Paso 5: pérdidas de calor a través de la superficie del tanque, a partir de la ecuación 2:

El coeficiente U es el mismo que el usado para el reactor 1; las áreas se calculan con el software Solidworks.

$$\dot{Q}_{lados} = U * A * \Delta T_M = 12,5 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 1,79 m^2 * 50,5^\circ C = 1130,4W \approx 1.13KW$$

$$\dot{Q}_{fondo} = U * A * \Delta T_M = 8 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,37m^2 * 50,5^\circ C = 149,48W \approx 0,15KW$$

$$\dot{Q}_{tapa} = U * A * \Delta T_M = 15 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,37 m^2 * 50,5^\circ C = 280,3W \approx 0,28KW$$

Paso 6: caudal medio de vapor para compensar las pérdidas de calor a través de la superficie del tanque.

$$\dot{m}_{pérdidas} = \frac{\dot{Q}_{pérdidas}}{h}$$

$$\dot{m}_{pérdidas} = \frac{1.13KW + 0,15KW + 0,28KW}{2256,7 \frac{KJ}{Kg}} = 6,91 * 10^{-4} \frac{Kg}{s}$$

$$\dot{m}_{pérdidas} = 2,5 \frac{Kg}{h}$$

Paso 7: el vapor total necesario para calentar mediante inyección de vapor es:

$$\dot{m}_{total} = \dot{m}_{agua} + \dot{m}_{tanque} + \dot{m}_{pérdidas}$$

$$\dot{m}_{total} = 34 \frac{Kg}{h} + 2,57 \frac{Kg}{h} + 2,5 \frac{Kg}{h} = 39,1 \frac{Kg}{h}$$

Paso 8: cantidad necesaria de agua inicial para terminar con el volumen final deseado.

$$m_R = \frac{m_i}{m_f} * m_i$$

Los kilogramos de vapor que se añaden como condensado son:

$$39,1 \frac{Kg}{h} * \frac{3600s}{3600 \frac{s}{h}} = 39,1Kg$$

Por lo tanto, la revisión de masa resulta:

$$m_R = \frac{m_i}{m_f} * m_i = \frac{180Kg}{219,1Kg} * 180Kg = 147,9Kg$$

Se tiene que el tanque deberá contar inicialmente con 147,9 Kg de agua para poder finalizar el proceso de esterilización con 180 Kg de agua.

El vapor para inyectar será:

$$m_v = 180Kg - 147,9Kg = 32,1Kg$$

El flujo másico de vapor será:

$$\dot{m}_v = 32,1Kg * \frac{3600 \frac{s}{h}}{3600s} = 32,1 \frac{Kg}{h}$$

Para el ingreso del vapor al sistema se utiliza el inyector IN15 (IV-002) con rosca BSP cónica del fabricante Spirax Sarco; el cual con una presión de 2 bar manométricos es capaz de entregar un caudal de 48 Kg/h. Ajustando la presión entre 1 y 2 bar se puede obtener diferentes tiempos de calentamiento.

Tipo de inyector	IN15	IN25M	IN40M
Presión sistema bar r	Capacidad Vapor saturado kg/h		
0,5	11	75	222
1	20	135	400
2	48	175	580
3	66	280	805

Tabla 21 - Tipos de inyectores
Fuente: Spirax-Sarco

Dimensiones/peso (aproximados) en mm y kg

Tipo	A	B	C	Peso
IN15	1/2"	205	28	0,4
IN25M	1"	84	71	0,8
IN40M	1 1/2"	115	88	1,6

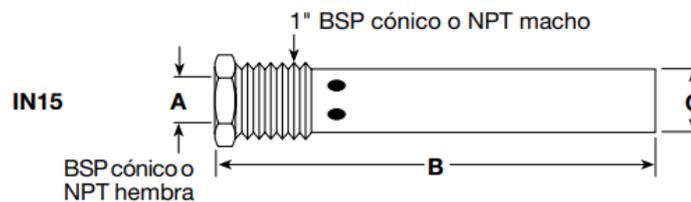


Ilustración 29 - Dimensiones del inyector
Fuente: Spirax-Sarco

3.6.3 Resistencia de inmersión RS-001 y RS-002.

Para seleccionar este componente, primero se calculan las pérdidas por las paredes del recipiente con el método de Spirax-Sarco. Se debe mantener la temperatura en 29°C.

A partir de las expresiones utilizadas cuando se calculó el vapor necesario en cada reactor, se obtiene:

- Reactor RE-01:

$$\dot{Q}_{lados} = U * A * \Delta T_M = 12,5 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,424 m^2 * 9^\circ C = 47,7W$$

$$\dot{Q}_{fondo} = U * A * \Delta T_M = 8 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,10 m^2 * 9^\circ C = 7,2W$$

$$\dot{Q}_{tapa} = U * A * \Delta T_M = 15 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,10 m^2 * 9^\circ C = 13,5W$$

$$\dot{Q}_{total} = 47,7W + 7,2W + 13,5W = 68,4W$$

- Reactor RE-02:

$$\dot{Q}_{lados} = U * A * \Delta T_M = 12,5 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 1,79 m^2 * 9^\circ C = 201,4W$$

$$\dot{Q}_{fondo} = U * A * \Delta T_M = 8 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,37 m^2 * 9^\circ C = 26,6W$$

$$\dot{Q}_{tapa} = U * A * \Delta T_M = 15 \frac{W}{m^2 * ^\circ C} * 0,37 m^2 * 9^\circ C = 50W$$

$$\dot{Q}_{total} = 201,4W + 26,6W + 50W = 278W$$

A partir de esto, se escoge para cada reactor una resistencia del fabricante CRN Tecnoart con las siguientes características:

- Elemento tubular en acero inoxidable AISI 321.
- Cabezal roscado de latón estampado.
- Caperuza de protección mecánica IP-40.
- Acoplamiento, tapón de 1 ¼ in Gas.

Código	Modelo	W a 230V	L mm	Termostato		W/cm ²	Tubo	Peso kg
				Agua	Aceite			
278920011	CRN20-11	500	135	A1	A2	5,3	Inox. 321 ó 304L	0,23

Tabla 22 – Tabla de selección
Fuente: CRN Tecnopart S.A.

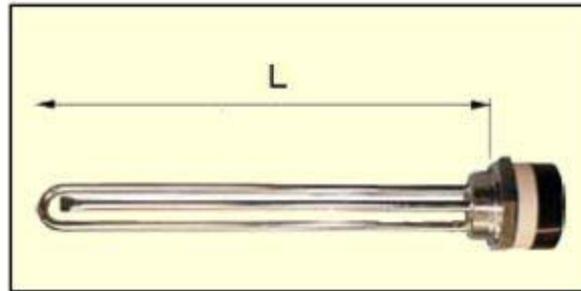
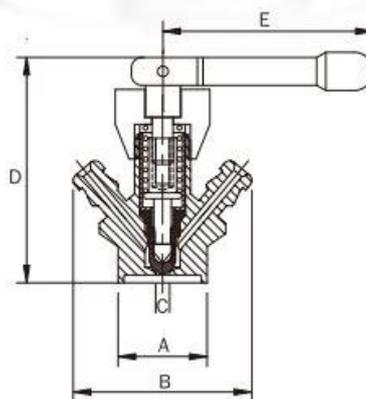


Ilustración 30 - Resistencia de inmersión
Fuente: CRN Tecnopart S.A.

3.6.4 Válvulas de toma de muestra VM-001 y VM-002.

Se escoge del fabricante Famiq, una válvula de 1 in para soldar para cada reactor. Este modelo es aséptico y puede esterilizarse mediante un medio líquido. Posee las siguientes características:

- Cuerpo de acero inoxidable AISI 316.
- Baja rugosidad superficial.
- Tapones y sello EPDM.



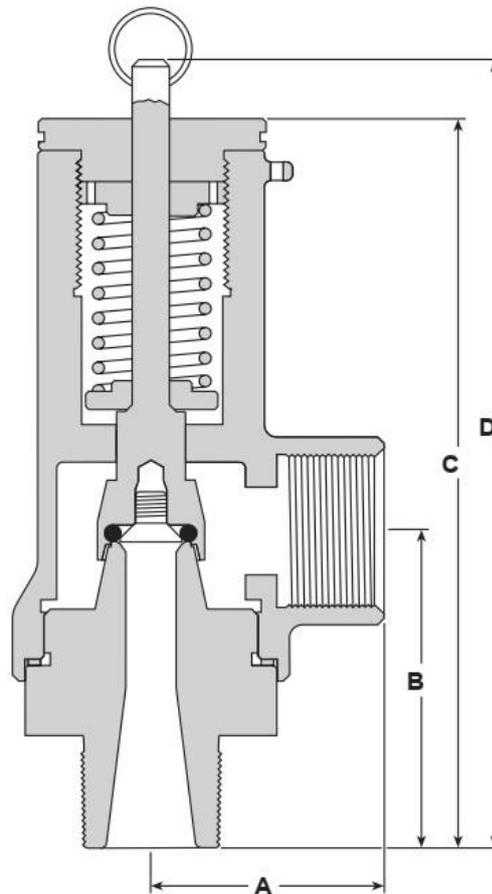
CÓDIGO	DN(A)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)
336933	25	102	4	92	90

Ilustración 31 - Glifo aséptico extremo para soldar
Fuente:Famiq S.R.L.

3.6.5 Válvulas de seguridad VS-001 y VS-002.

Como se trabajará con un recipiente a presión, es necesario colocar una válvula de seguridad para el caso en que falle el sensor de presión. Para su selección se opta por el modelo SV405P del fabricante Spirax-Sarco con las siguientes características:

- Material: cuerpo de latón y boquilla de acero inoxidable 304.
- Sello: O-ring de Viton.
- Conexión: rosca BSP macho de 1/2 in para la entrada y rosca BSP hembra 3/4 in para la salida.
- Rango de presión: 1,65 barg hasta 20 barg.



Dimensions, orifice, lift and weight (approximate) in mm and kg

Unit	A	B	C	D	Orifice	Lift	Weight
SV405P	37	50.7	116.7	126.0	8	2	0.70

*Ilustración 32 - Válvula de seguridad SV405P
Fuente: Spirax-Sarco.*

3.7 Bombas peristálticas.

Para el trasvasado de los inóculos del reactor RE-01 al reactor RE-02, y de este a la zona de envasado, se utilizan bombas peristálticas.

3.7.1 Bomba peristáltica PU-01.

Se selecciona el modelo Dura 5 de la marca Verderflex, la cual consta de las siguientes características:

Flow l/hr	Pump Speed RPM	Installed Motor Power kW	Max Turndown at 6 Bar discharge pressure
4	11	0.15	3:1
8	23	0.18	3:1
11	35	0.25	10:1
15	47	0.37	10:1
18	56	0.37	5:1
23	70	0.55	3:1

Tabla 23 - Características del modelo Dura 5
Fuente: Verderflex.

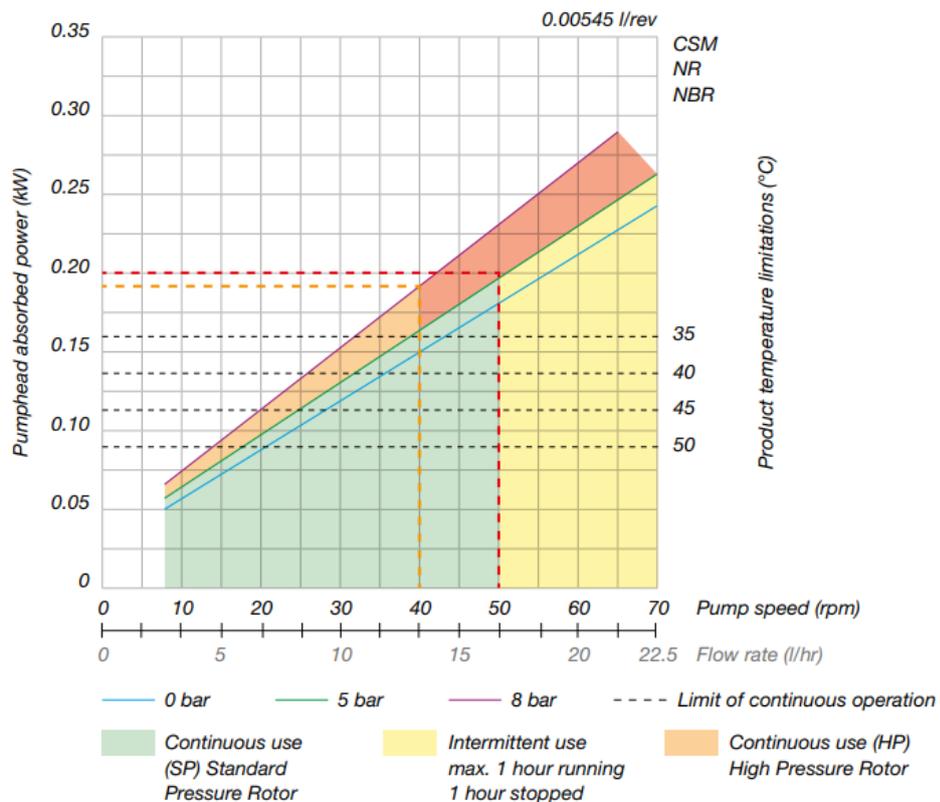


Ilustración 33 - Curvas de funcionamiento
Fuente: Verderflex.

Este modelo es capaz de bombear los 20 litros que posee el reactor RE-01 en menos de una hora en uso intermitente como se observa en la ilustración 26.

3.7.2 Bomba peristáltica PU-02.

Se selecciona el modelo Dura 10 de la marca Verderflex, la cual consta de las siguientes características:

Flow l/hr	Pump Speed RPM	Installed Motor Power kW	Max Turndown at 6 Bar discharge pressure
15	11	0.09	1.5:1
25	18	0.15	1.5:1
32	23	0.18	3:1
39	28	0.25	5:1
48	35	0.25	10:1
65	47	0.37	10:1
78	56	0.37	5:1
97	70	0.37	3:1

Tabla 24 - Características del modelo Dura 5
Fuente: Verderflex

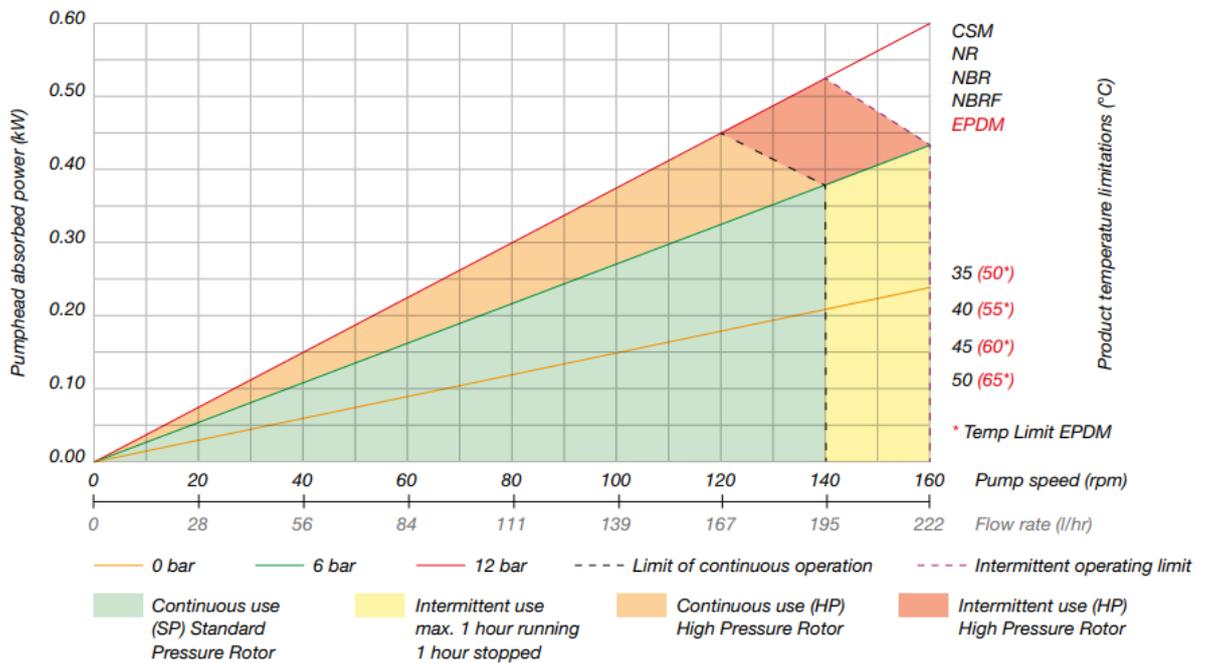


Ilustración 34 - Curvas de funcionamiento
Fuente: Verderflex.

Este modelo es capaz de bombear los 200 litros que posee el reactor RE-02 en menos de una hora en uso intermitente como se observa en la ilustración 27.

3.8 Compresor C0-01.

Para la selección se debe tener en cuenta los consumos de aire de los dos reactores RE-01 y RE-02, sumando un total de 110 L/min. La presión mínima de trabajo debe ser de 1 atm manométrica.

Se selecciona un compresor de la marca FEMA, con las siguientes características:

- Modelo: FEMA 8050
- Capacidad del depósito: Litros 50
- Potencia: 800 W.
- Tensión de entrada: 220 V.
- Presión: 8 Bar.
- Caudal: 150 L/min.
- Regulador de presión.
- Filtro de Aire.
- Libre de Aceite.



*Ilustración 35 - Fema 8050
Fuente: Fema S.A.*

3.9 Bomba de vacío PU-03.

Para generar el vacío necesario del 60% de la presión atmosférica (400mbar), se selecciona una bomba de la marca Vacuubrand. Del catálogo se opta por una de membrana, por su larga vida útil y bajo mantenimiento, modelo ME 1C.

	
Vacío final (abs.)	Bombas de membrana con res. química Bomba básica
Hasta 70 mbar	ME 1C pág. 36 0.7 m ³ /h ME 2C NT pág. 38 2.1 m ³ /h ME 4C NT pág. 38 3.9 m ³ /h ME 8C NT pág. 40 7.1 m ³ /h

Tabla 25 - Modelos de bomba de membrana
Fuente: Vacuubrand.

DATOS TÉCNICOS	ME 1C
Número de cilindros / etapas	1 / 1
Máx. Capacidad aspiración 50/60 Hz	0.7 / 0.85 m ³ /h
Vacío final (abs.)	100 mbar
Máx. Contrapresión (abs.)	1.1 bar
Conexión lado de aspiración	Oliva DN 8-10 mm
Conexión lado de presión	Oliva DN 8-10 mm
Capacidad del motor	0.04 kW
Tipo de protección	IP 40
Dimensiones (L x Ancho x Alt.) aprox.	247 x 121 x 145 mm
Peso aprox.	5.0 kg

Tabla 26 - Datos técnicos ME 1C
Fuente: Vacuubrand.

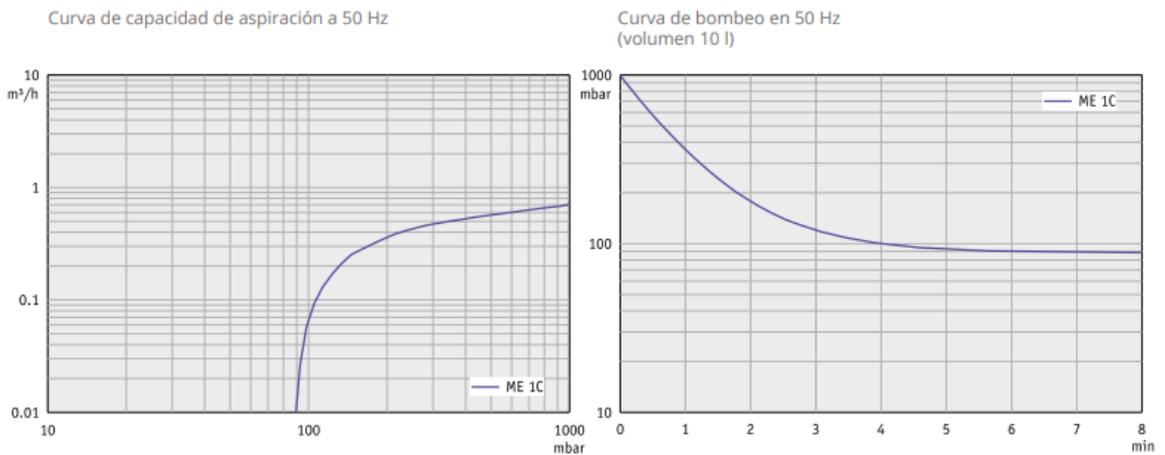


Ilustración 36 - Curvas de trabajo ME 1C
Fuente: Vacuubrand.

Para las líneas de aspiración se utilizan mangueras de vacío de caucho de DN 8mm, brindadas por el fabricante.

De la curva mostrada en la ilustración 29, se deduce que la bomba generará el vacío necesario para el reactor RE-01 en aproximadamente 1 minuto, mientras que para el reactor RE-02, lo hará en 10 minutos aproximadamente.

3.10 Caldera GV-01.

A partir de la demanda de vapor máxima calculada, necesaria para la esterilización del reactor RE-02 (32,1 Kg/h), y teniendo en cuenta que los procesos desarrollados son de tipo batch, lo cual significa que se posee un uso intermitente del vapor, se opta por una caldera eléctrica de la marca Flowing.

Se selecciona el modelo FE-S30/30, con las siguientes características:

MODELO	Capacidad (kW)	Capacidad (kcal/h)	Intensidad (A) 3x380	Producción de Vapor (kg/h)
FE-S30/30	30	25800	46	43

Presión de diseño: 4 bar

Tabla 27 – Características del modelo FE-S30/30.
Fuente: Flowing S.A.

Se solicita al fabricante la caldera con bomba de carga, pero sin tanque receptor de condensados.



Ilustración 37 - Modelo FE-S30/30 con bomba de carga
Fuente: Flowing S.A.

3.11 Equipo de osmosis EO-01.

Para la selección de este equipo, se opta por el modelo OI-300 básico del fabricante Osmovic, el cual posee las siguientes características principales:



Ilustración 38 - Modelo OI-300 básico
Fuente: Osmovic

- Producción: 280 a 320 litros por hora.
- Bomba de alta presión con motor de 1 Hp.
- Alimentación: 220 V.
- Protección por sobre-corriente.
- Dimensiones: 40cm de ancho, 140cm de alto y 50cm de profundidad.

Este modelo cubre las necesidades de agua tratada para la producción. Se solicita al fabricante la posibilidad de accionar el equipo mediante una conexión para PLC en el tablero.

3.12 Cañerías.

3.12.1 Línea de inóculos L001.

Esta línea no se diseñará ya que se determinó la colocación de una brida clamp ciega para que el ingreso de los inóculos se realice de acuerdo con el criterio del operario especializado.

3.12.2 Línea de inóculos L002.

3.12.2.1 Caño.

Teniendo el caudal máximo de la bomba PU-01, igual a 23 L/h, se calcula el diámetro de la cañería. Se toma una velocidad del fluido dentro del tubo de 2 m/s. La caída de presión se desprecia ya que la cañería tiene muy poco recorrido, la diferencia de altura no supera 1,8 m y la bomba puede trabajar hasta 8 bar.

Para calcular el diámetro se tiene la siguiente formula:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Siendo:

- d: Diámetro interior [mm].
- Q: Caudal que circula en la cañería [m³/h].
- v: velocidad del fluido [m/s].

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,023 \frac{m^3}{h}}{2 \frac{m}{s}}} = 2,016mm$$

Se selecciona una cañería de la empresa Famiq con las siguientes características:

- Diámetro nominal: 1/2 in.
- Número de Schedule 10.
- D_{ext}: 21,3 mm.
- Espesor de pared: 2,11 mm.
- D_{int}: 17,08 mm.

Se opta por este diámetro nominal ya que no se comercializan uniones clamp de menor diámetro nominal.

3.12.2.2 Válvula manual VM-002-A y VM-002-B.

Se selecciona una válvula esférica de 3 cuerpos de la marca Famiq, con las siguientes características:

- Diámetro: 1/2 in
- Material ASTM A-351 CF8M (316).
- Conexión roscada según NPT.
- Sello: PTFE.
- Vacío admisible: 29 pulgadas de mercurio.

- Presión máxima de trabajo con vapor 150 psi.
- Temperatura de trabajo -45.5 °C a 246 °C.

La válvula VM-002-A se une al fondo mediante rosca. Para unirla a la cañería se selecciona un manguito tipo clamp de 3/4 in y se suelda a una rosca coincidente con la rosca de la válvula. También se debe soldar dos bridas de las mismas medidas a dos bridas DN 10 para las conexiones con la bomba PU-01.

La válvula VM-002-B se conecta mediante rosca tanto al caño como al reactor RE-02.

3.12.3 Línea de inóculos L003.

3.12.3.1 Caño.

Teniendo el caudal máximo de la bomba PU-02, igual a 222 L/h, se calcula el diámetro de la cañería. Se toma una velocidad del fluido dentro del tubo de 2 m/s. La caída de presión se desprecia ya que la cañería tiene muy poco recorrido, la diferencia de altura no supera 2 m y la bomba puede trabajar hasta 12 bar.

Se calcula el diámetro:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}} = 18,8 \sqrt{\frac{0,222 \frac{m^3}{h}}{2 \frac{m}{s}}} = 6,26mm$$

Se selecciona una cañería de la empresa Famiq con las siguientes características:

- Diámetro nominal: 1/2 in.
- Número de Schedule 10.
- D_{ext}: 21,3 mm.
- Espesor de pared: 2,11 mm.
- D_{int}: 17,08 mm.

Se opta por este diámetro nominal ya que no se comercializa uniones clamp de menor diámetro nominal.

3.12.3.2 Válvula manual VM-003-B.

Se selecciona una válvula esférica de 3 cuerpos de la marca Famiq, con las siguientes características:

- Diámetro: 1/2 in.
- Material ASTM A-351 CF8M (316).
- Conexión roscada según NPT.

- Sello: PTFE.
- Vacío admisible: 29 pulgadas de mercurio.
- Presión máxima de trabajo con vapor 150 psi.
- Temperatura de trabajo -45.5 °C a 246 °C.

La válvula VM-003-B se une al fondo mediante rosca. Para unirla a la cañería se selecciona un manguito tipo clamp de 3/4 in y se suelda a una rosca coincidente con la rosca de la válvula. También se deben soldar dos bridas de las mismas medidas a dos bridas DN 10 para las conexiones con la bomba PU-02.

3.12.4 Línea de vapor L004.

3.12.4.1 Caño.

Para el cálculo de esta cañería se parte desde el caudal que entrega la caldera 43 Kg/h. A la salida de la caldera tenemos vapor saturado a 4 Kg/cm² de presión relativa. El volumen específico para estas condiciones, según tabla A-5 de Çengel (Ref. [8]) es $v_{\text{vapor}} = 0,37483 \text{ m}^3/\text{Kg}$. Entonces el caudal volumétrico es:

$$\dot{Q}_{\text{vapor}} = 43 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} * 0,37483 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} = 16,12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Se calcula el diámetro tomando como velocidad del vapor un valor de 25 m/s.

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{16,12 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 15,1 \text{mm}$$

Se desprecia la caída de presión en la cañería ya que el trayecto es corto y la presión de trabajo es menor a la que entrega la caldera.

Se selecciona cañería inoxidable de la empresa Famiq, con las siguientes características:

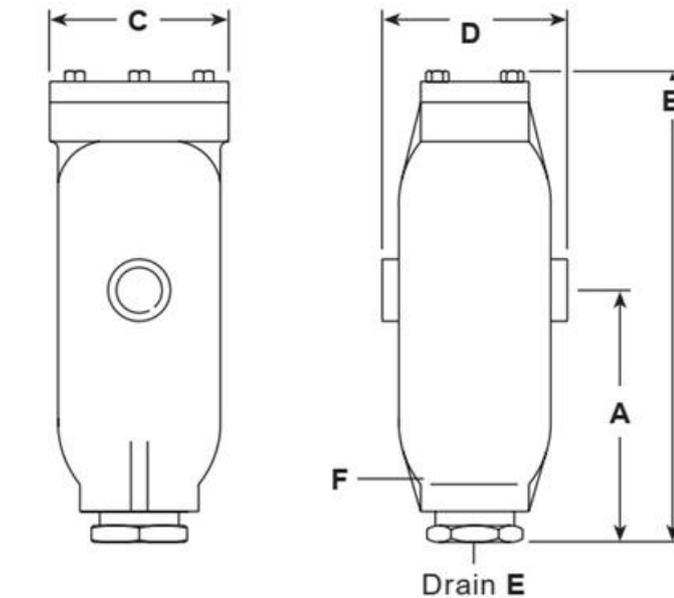
- Tipo: Caño sin costura mate (A-312).
- Material: acero inoxidable AISI 304L.
- Diámetro nominal: 1/2 in.
- Diámetro exterior: 0,840 in.
- Número de Schedule 40S.
- Espesor de pared: 0,109 in.

3.12.4.2 Separador FL-002.

Para eliminar la presencia de líquido en el sistema, se escoge un separador del fabricante Spirax-Sarco con las siguientes características:

Preparó: Blanc, Jairo; Casaspro, Mario; Pighetti, Jonathan	Revisó: ACDC 14-8-21	Aprobó:	Página 80 de 117
--	----------------------	---------	------------------

- Modelo S1
- Rosca BSP 1/2 in.
- Presión máxima de trabajo: 13,8 barg
- Temperatura máxima: 200°C



Dimensions, weights and volumes (approximate) in mm, kg and litres

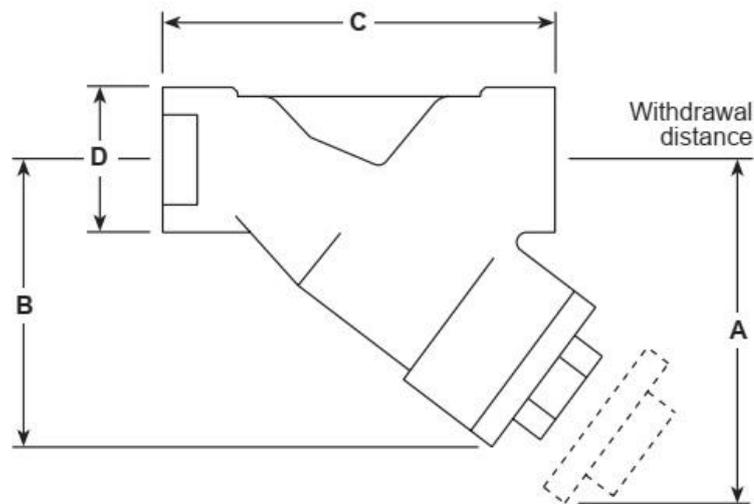
Size	A	B	C	D	E	F	Weight	Volume
½"	124	225	86	88	½"	1"	2.7	0.53

*Ilustración 39 - Dimensiones del separador S1
Fuente: Spirax-Sarco.*

3.12.4.3 Filtro FL-003.

Para protección de la válvula reguladora de presión, se escoge un filtro del fabricante Spirax- Sarco con las siguientes características:

- Tipo Y
- Rosca BSP 1/2 in
- Presión máxima: 21 barg
- Temperatura máxima: 260°C



Dimensions / weights (approximate) in mm and kg

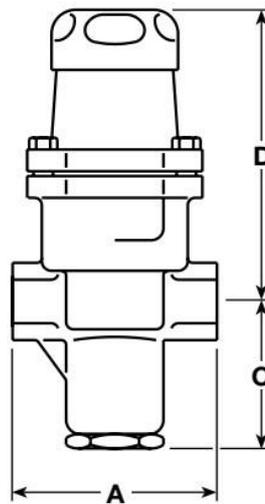
Size	A	B	C	D	Screening area cm ²	Weight
1/2"	87	55	79	32	25	0.47

*Ilustración 40 - Dimensiones del filtro Y
Fuente: Spirax-Sarco.*

3.12.4.4 Válvula reguladora VP-001 y VP-002.

Para reducir la presión de la caldera hasta la necesaria para la inyección a los reactores, se escogen del fabricante Spirax-Sarco dos válvulas reductoras con las siguientes características:

- Modelo: SRV2.
- Material: acero inoxidable 316.
- Rosca BSP 1/2 in.
- Diseño del cuerpo: PN25.
- Temperatura máxima: 212°C.
- Rango de control de presión: 0,14 a 8,6 bar.

**Dimensions (approximate) in mm**

Size	A	B	B	C	D
1/2" BSP/NPT	83	-	-	62	130

*Ilustración 41 - Dimensiones de la válvula SRV2
Fuente: Spirax-Sarco.*

3.12.4.5 Manómetro MA-001 y MA-002.

Para el control de la presión aguas debajo de cada válvula reguladora se coloca un manómetro con las siguientes características:

- Rosca BSP macho 3/8 in
- Rango: 0 a 4 bar.
- Material: acero.

Además, es requisito para protección del manómetro la incorporación de un sifón U con gallo de calibre, con las siguientes características:

- Sifón: rosca BSP macho 3/8 in.
- Gallo de calibre: rosca BSP hembra 3/8 in.

Dimensions/weights (approximate) in mm and kg

Gauge					U' syphon				
A	B	C	D	Weight	J	K	L	Syphon	Cock
100	29	137	22 A/F	0.43	167.5	61.5	136.5	0.59	0.21

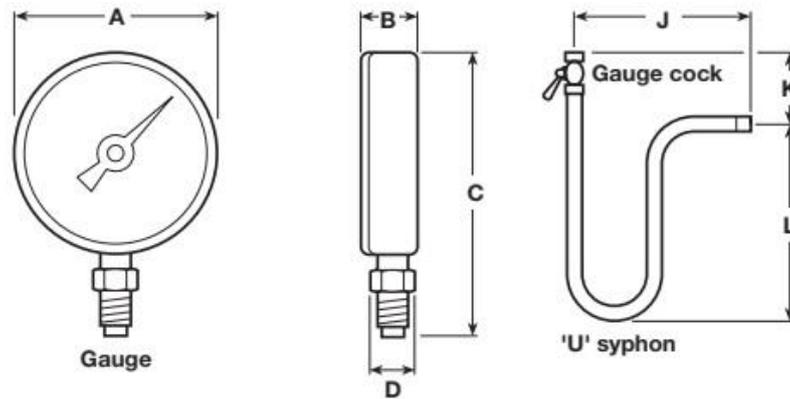


Ilustración 42 – Dimensiones
Fuente: Spirax-Sarco.

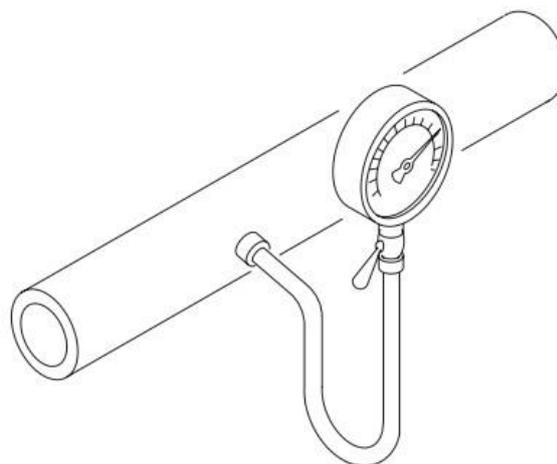


Ilustración 43 - Montaje en cañería
Fuente: Spirax-Sarco.

En la salida del separador se debe colocar, acorde con Spirax-Sarco, una línea compuesta por una válvula de interrupción, un purgador de boya, una válvula de retención y finalmente otra válvula de interrupción. Por esta se eliminarán los condensados que permanezcan en la línea previo a la circulación del vapor.

3.12.5 Línea de agua tratada L005.

3.12.5.1 Caño.

El caudal máximo que entrega el equipo de osmosis EO-01 es de 300 L/h, es decir, 0,3 m³/h. La velocidad dentro de la cañería se considera como 1,5 m/s. Entonces el diámetro es:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{0,3 \frac{m^3}{h}}{1,5 \frac{m}{s}}} = 8,4mm$$

Se selecciona un caño termofusión de la marca Aqua System PN12 de 20 mm, con diámetro interior 16,2 mm. Este tipo de cañerías es de fácil instalación y excelente confiabilidad con una correcta instalación.

Código	Descripción	Peso (Kg/m)	secc.int (cm2)	e (mm)	di (mm)	de (mm)	dn (mm)	PN ()
8112020000	Caños A.S.Mag. PN 12 20mm	0.107	2.06	1.9	16.2	20	20	12
8112025000	Caños A.S.Mag. PN 12 25mm	0.162	2.37	2.3	20.4	25	25	12
8112032000	Caños A.S.Mag. PN 12 32mm	0.264	5.31	3	26	32	32	12

Tabla 28 - Diámetro de cañería
Fuente: Aqua System Thermofusion

Para la unión con el caudalímetro se utiliza un acople con rosca macho de 20x1/2.

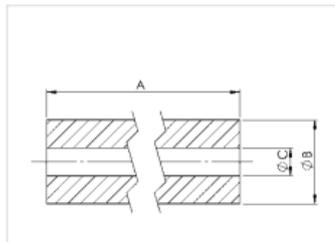


Código	Medida
08-272020015	20 x 1/2
08-272020020	20 x 3/4
08-272025015	25 x 1/2
08-272025020	25 x 3/4
08-272032020	32 x 3/4
08-272032025	32 x 1

Ilustración 44 – Acople con rosca macho
Fuente: Aqua System Thermofusion

3.12.6 Línea de vacío L006.

Para esta línea se utiliza una manguera de caucho DN 8mm, recomendada y comercializada por el fabricante Vacuubrand.



Tamaño*	B	C	Número de pedido
DN 6 mm	12	6	686000
DN 8 mm	18	8	686001
DN 10 mm	30	10	686002
DN 15 mm	35	15	686003
DN 20 mm	45	19	686005

Tabla 29 – Diámetros de mangueras de caucho
Fuente: Vacuubrand.

3.12.7 Línea de aire comprimido L007.

3.12.7.1 Caño.

El caudal de aire entre los dos reactores es de aproximadamente 9 m³/h y la velocidad del aire comprimido dentro de la cañería se toma como 20 m/s. Por lo tanto, el diámetro es:

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{9 \frac{m^3}{h}}{20 \frac{m}{s}}} = 12,61mm$$

Se selecciona caños de la marca Kaeser de 20 mm de diámetro y de acero inoxidable. Estas cañerías son de fácil y rápido montaje.



3. Datos técnicos

- SmartPipe+

RAL 5012

Presión de trabajo 16 bar

Temperatura de trabajo -20 °C a 100 °C

Diámetro (mm)	Diámetro externo (mm)	Espesor de pared (mm)	Longitud (m)	Peso (kg)
20	20	1.0	4	0.80
25	25	1.1	6	1.67
32	32	1.2	6	2.46
40	40	1.3	6	3.54
50	50	1.5	6	3.96

Tabla 30 - Datos técnicos
Fuente: Kaeser Compresores.

3.12.7.2 Filtro FL-001.

Se escoge un filtro para colocar a la salida del compresor, con el fin de obtener aire libre de cualquier impureza. Se escoge del fabricante MICRO automatión:

- Modelo: AF010.
- Conexión: G 1/2 in.
- Filtro 16 bar: capacidad de 0,66 m³/min a 7 bar.
- Modelo de filtro: AF15H.

Se opta por un filtro grado H de 0,01 micra, por su capacidad de filtrado contra virus.

Modelo de Filtro	Conexión	Filtros 16 bar (232Psi)		Filtros 50 bar (232Psi)		Peso aprox. (kg)	Dimensiones				
		Capacidad 7 bar		Capacidad 50 bar			A	B	C	D	E
		m3/min	cfm	m3/min	cfm						
AF010	G 1/2 "	0,66	23	1,49	52	0.90	87	151	24	60	41

Tabla 31 – Características
Fuente: MICRO automatión.

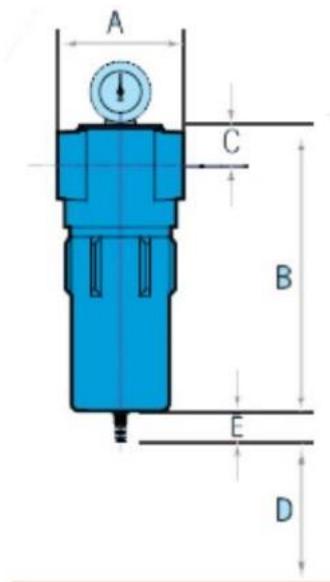


Ilustración 45 – Dimensiones
Fuente: MICRO automatión.

3.13 Automatización y control.

3.13.1 PLC PLC-01.

Se optó por un controlador lógico programable simatic S7-1200 del fabricante Siemens con las siguientes características principales:

- Modelo: S7-1200-1214C-AC/DC/Relé.
- Código: 6ES7214-1BE30-0XB0.
- Alimentación: 220 V.
- Entradas/salidas digitales: 14/10.
- Entradas/salidas analógicas: 2/0.
- Número máximo de módulos: 3 módulos de comunicación; 1 módulo frontal; 8 módulos de señal.
- Interfaz: Profinet.



Ilustración 46 - Simatic S7-1200-1214C-AC/DC/Relé
Fuente: Siemens.

3.13.1.1 Módulo de entradas/salidas analógicas AI-01.

Anexado al PLC, se conectará un módulo de entradas/salidas analógicas del fabricante Siemens:

- Modelo: SM 1234.
- Entradas analógicas: 4.
- Salidas analógicas: 2.
- Código: 6ES7 234-4HE30-0XB0.



Ilustración 47 - Módulo SM 1234
Fuente: Siemens

3.13.1.2 Módulo de salidas digitales AI-02.

Al PLC, se conectará un módulo de salidas digitales del fabricante Siemens:

- Modelo: SB 1222.
- Salidas digitales: 4.
- Código: 6ES7 222-1BD30-0XB0.



Ilustración 48 - SB 1222
Fuente: Siemens.

3.13.1.3 Módulo switch para conexión ethernet SW-01.

Se escoge un módulo de comunicación para la conexión ethernet entre PLC, HMI y los dos variadores de velocidad de los motores.

- Modelo: CSM 1277.
- 4 conectores hembra RJ45.
- Código: 6GK7 277-1AA00-0AA0.



Ilustración 49 – Módulo CSM 1277
Fuente: Siemens.

3.13.1.4 Pantalla HMI HMI-01.

Se escoge una pantalla marca Siemens, modelo SIMATIC TP900 Comfort, con las siguientes características:

- Tipo de display: TFT.
- Pantalla táctil de 9 in.
- Número de colores: 16.777.216
- Resolución: 800x480.
- Número de variables: 2048.
- Número de pantallas de proceso: 500.
- Código: 6AV2124-0JC01-0AX0.



Ilustración 50 - SIMATIC TP900 Comfort
Fuente: Siemens.

Pantalla principal:

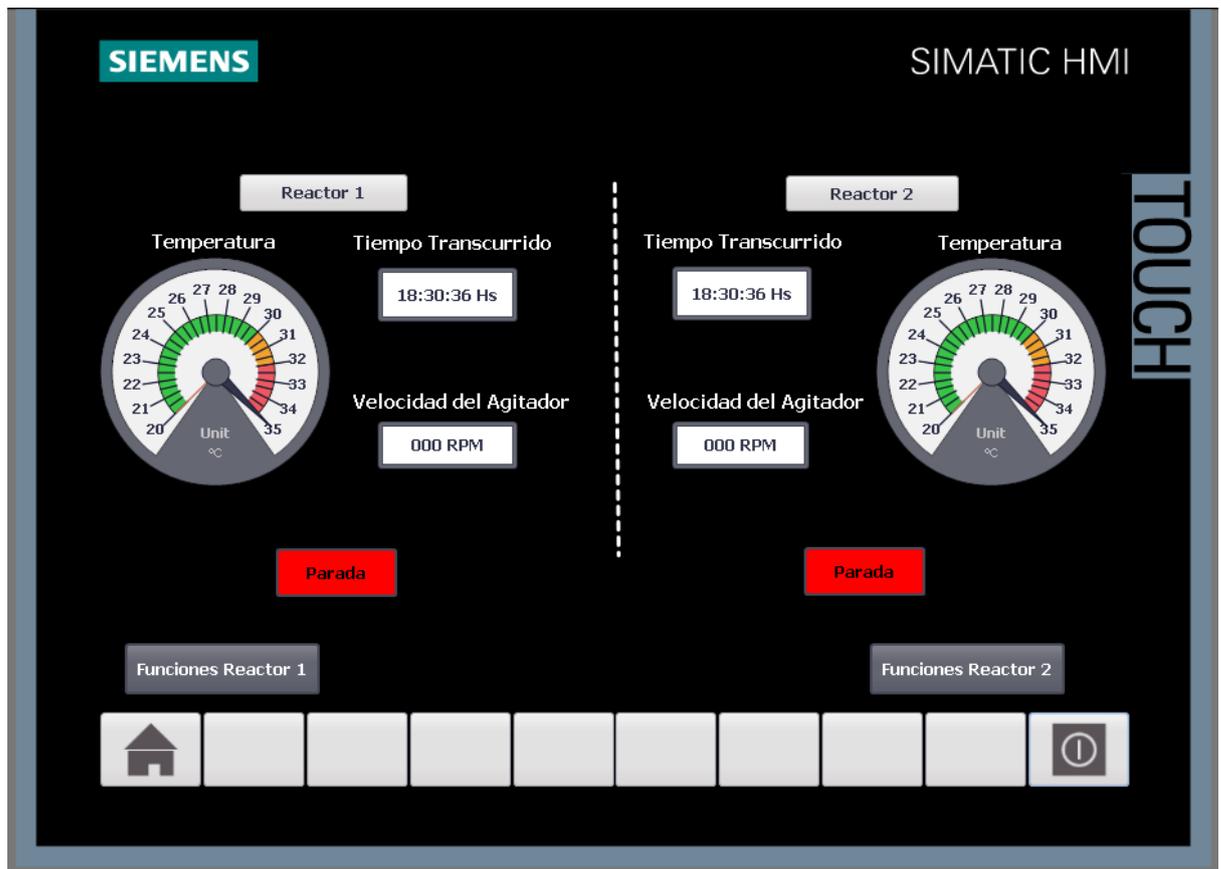


Ilustración 51 - Pantalla principal

Pantalla para ver funciones del reactor 1:

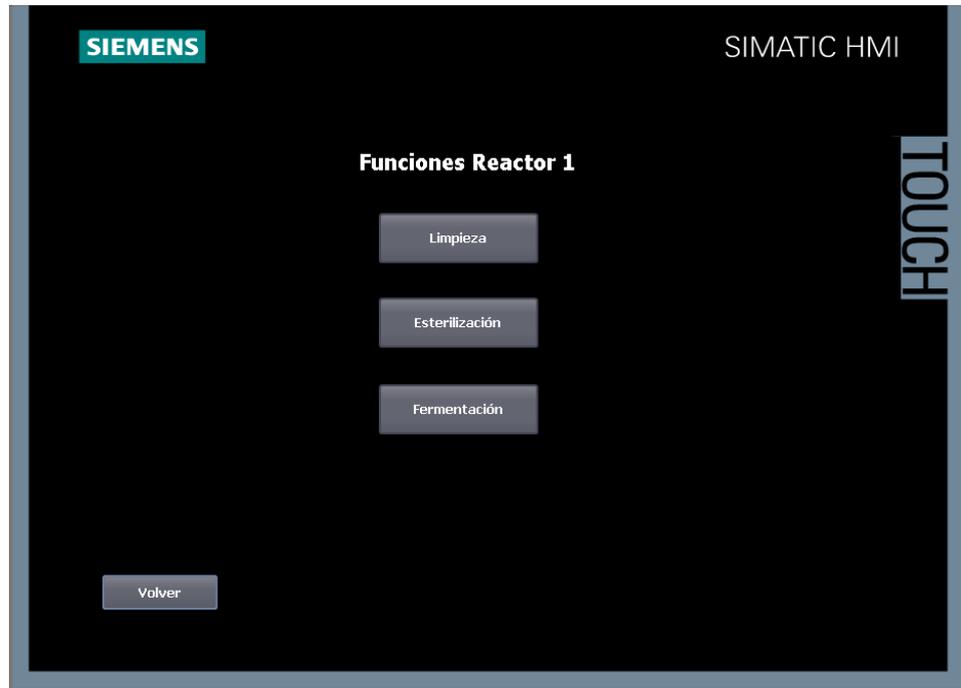


Ilustración 52 - Funciones Reactor 1

Pantalla para ver funciones del reactor 2:

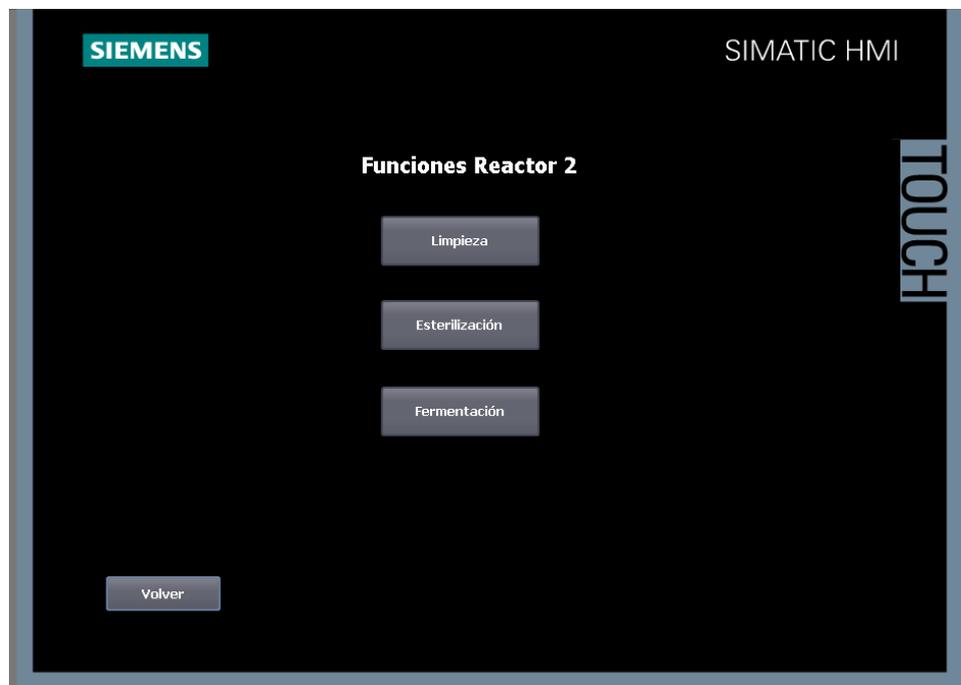


Ilustración 53 - Funciones Reactor 2

Pantalla para la limpieza del reactor 1:

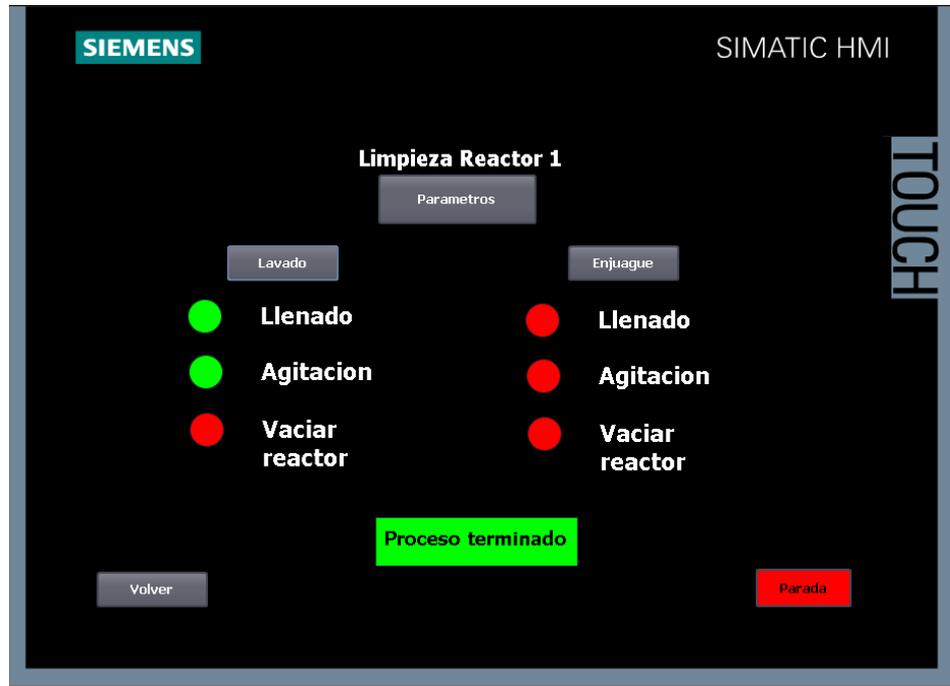


Ilustración 54 - Limpieza Reactor 1

Pantalla para la limpieza del reactor 2:



Ilustración 55 - Limpieza Reactor 2

Pantalla de parámetros de limpieza del reactor 1:

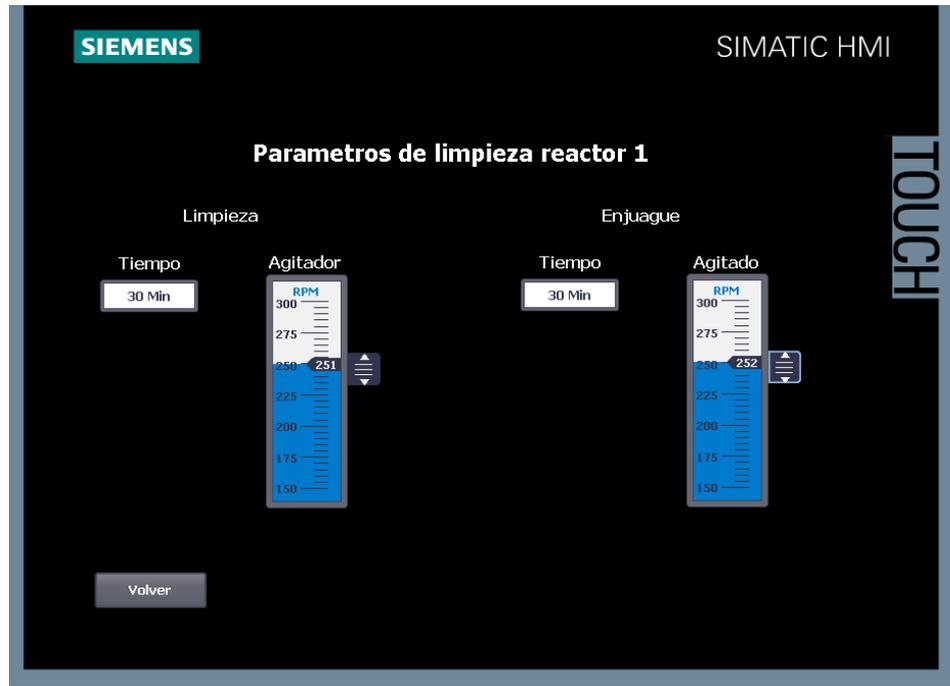


Ilustración 56 - Parámetros de limpieza del reactor 1

Pantalla de parámetros de limpieza del reactor 2:

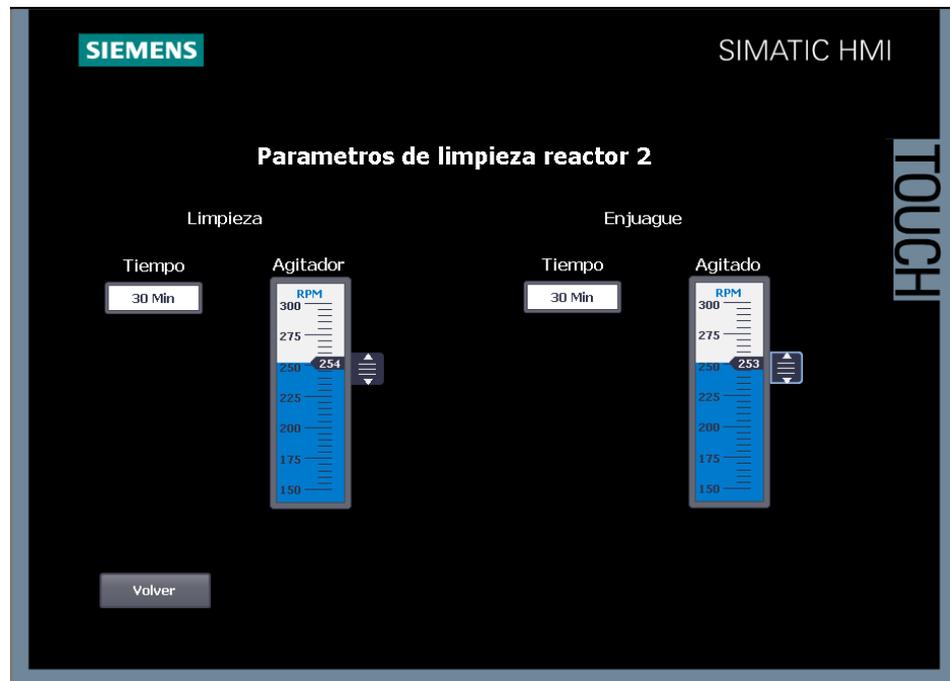


Ilustración 57 - Parámetros de limpieza del reactor 2

Pantalla para la esterilización del reactor 1:

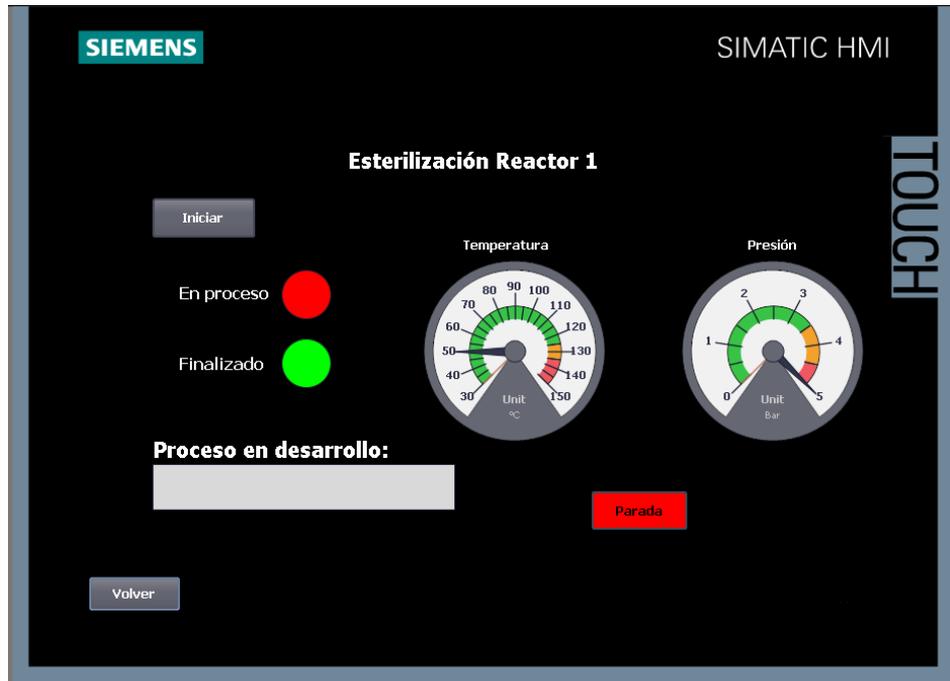


Ilustración 58 - Esterilización Reactor 1

Pantalla para la esterilización del reactor 2:



Ilustración 59 - Esterilización Reactor 2

Pantalla para la fermentación del reactor 1:

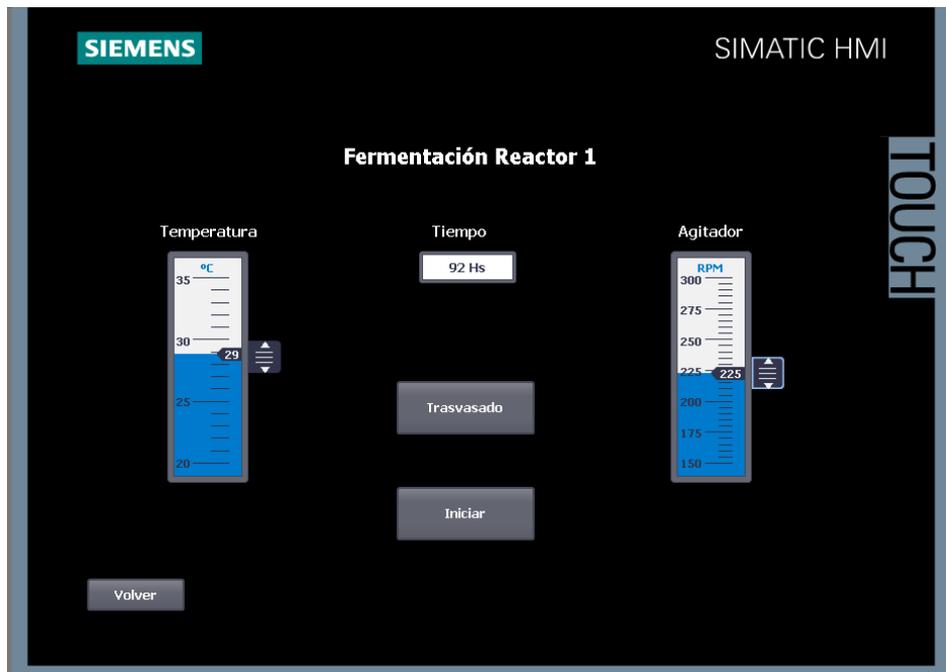


Ilustración 60 - Fermentación Reactor 1

Pantalla para la fermentación del reactor 2:

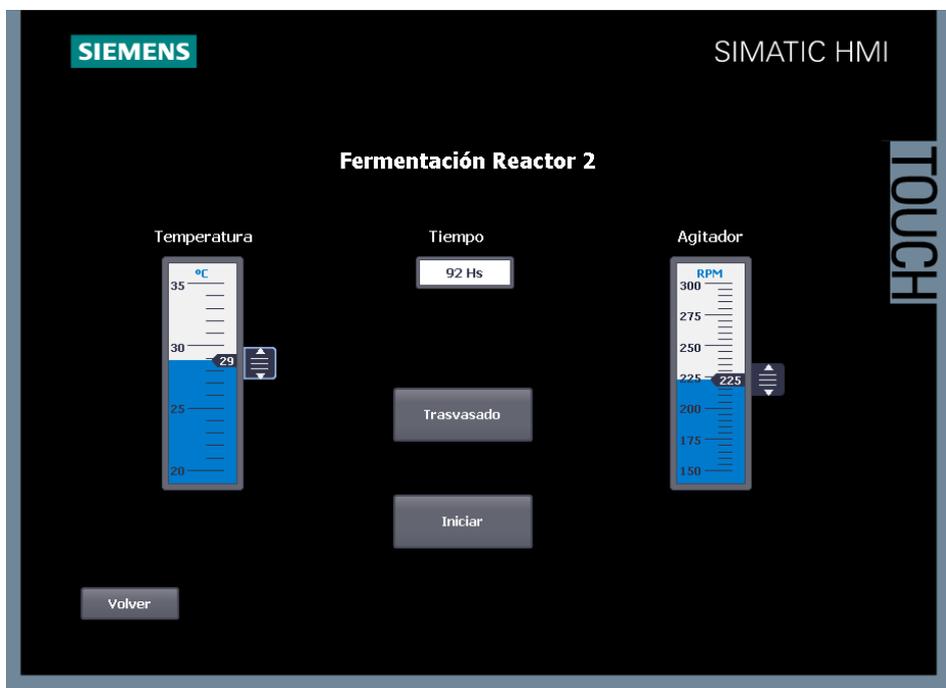


Ilustración 61 - Fermentación Reactor 2

3.13.2 Variador de velocidad VF-001 y VF-002.

Para lograr los rpm necesarios para el proceso, se analizan dos posibilidades: reductor o variador de frecuencia. Para trabajar con este último, no se recomienda que la frecuencia baje de 5Hz, entonces:

$$rpm = \frac{2 * 60 * f}{p}$$

Para el motor M1:

$$f = \frac{200}{2 * 60} * 6 = 10 \text{ Hz}$$

Para el motor M2:

$$f = \frac{250}{2 * 60} * 6 = 12,5 \text{ Hz}$$

Esto verifica el uso de variadores de frecuencia para regular la velocidad de los motores.

Se opta por usar variadores de frecuencia ya que estos resultan mejores en cuanto a costo, se reduce el peso final del conjunto y además proporcionan un mejor control de la seguridad del motor.

Del catálogo del fabricante Siemens, se elige el modelo Sinamics G120, el cual tiene un diseño modular, compuesto por una unidad de regulación (Control Unit, CU) y la unidad de potencia (Power Module, PM). Dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar, basta con combinar los módulos apropiados para el caso.

Tabla de selección										
Potencia asignada ¹⁾		Intensidad de salida asignada ²⁾		Potencia basada en intensidad con carga básica ³⁾		Intensidad con carga básica ³⁾		Tamaño	SINAMICS G120 Power Module PM240 sin filtro de red integrado	SINAMICS G120 Power Module PM240 con filtro de red integrado de clase A
kW	hp	A		kW	hp	A			Referencia	Referencia
3 AC 380 ... 480 V										
0,37	0,50	1,3		0,37	0,50	1,3		FSA	6SL3224-OBE13-7UA0	–
0,55	0,75	1,7		0,55	0,75	1,7		FSA	6SL3224-OBE15-5UA0	–
0,75	1,0	2,2		0,75	1,0	2,2		FSA	6SL3224-OBE17-5UA0	–
1,1	1,5	3,1		1,1	1,5	3,1		FSA	6SL3224-OBE21-1UA0	–
1,5	2,0	4,1		1,5	2,0	4,1		FSA	6SL3224-OBE21-5UA0	–
2,2	3,0	5,9		2,2	3,0	5,9		FSB	6SL3224-OBE22-2UA0	6SL3224-OBE22-2AA0

Tabla 32 – Tabla de unidades de potencia
Fuente: Siemens.

Control Units

Tabla de selección						
Comunicación	Entradas digitales	Salidas digitales	Entradas analógicas	Salidas analógicas	Denominación	Control Unit Referencia
Standard						
RS485/US	6	-	3	-	CU240E	6SL3244-0BA10-0BA0
RS485/US	9	-	3	1	CU240S	6SL3244-0BA20-1BA0
PROFIBUS DP	9	-	3	1	CU240S DP	6SL3244-0BA20-1PA0
PROFINET	9	-	3	1	CU240S PN	6SL3244-0BA20-1FA0

Tabla 33 - Tabla de unidades de control
Fuente: Siemens.

Se escoge la unidad de potencia PM240, ya que cubre las necesidades de funcionamiento de los motores.

- Alimentación: 3 AC 380-480 V
- Potencia asignada: 0.5 HP
- Intensidad de salida asignada: 1.3 A

Como unidad de control se opta por la CU240S PN, óptima para llevar a cabo la automatización mediante un PLC:

- Comunicación: PROFINET.
- Entradas digitales: 9
- Entradas analógicas: 3

Cada motor llevará un variador de frecuencia equipado con los módulos mencionados anteriormente.

3.13.3 Sensor de temperatura TT-101 y TT-102.

Se escoge del fabricante ifm un sensor de temperatura con transmisor incorporado para cada reactor con las siguientes características:

- Modelo: TA2511
- Número de salidas analógicas: 1 de 4...20 mA
- Rango de medición [°C]: -50...200.
- Conexión de proceso: rosca G 1/2 junta cónica.
- Longitud de instalación EL [mm]: 50.
- Resistencia a la presión [bar]: 160.
- Resistencia al vacío [mbar]: -1000.
- Tensión de alimentación [V]: 18...32 DC.
- Conexión eléctrica: conector M12, contactos dorados
- Material: acero inoxidable AISI 316L

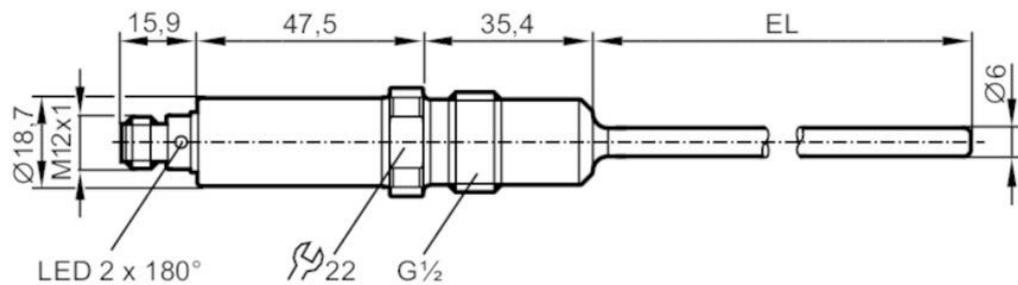


Ilustración 62 – Dimensiones
Fuente: ifm.

Además, el fabricante provee el racor para soldar y el cable de conexión:

- Racor:
 - Modelo: E43300.
 - Material: acero inoxidable 316L.
- Cable:
 - Modelo: EVT005.
 - Material: Carcasa: PVC naranja; Junta de estanqueidad: EPDM.
 - Conductores: 4 (se utilizará conexión de 2 hilos).

3.13.4 Sensor de presión PT-201 y PT-202.

Se escoge del fabricante ifm un sensor de presión con transmisor incorporado para cada reactor con las siguientes características:

- Modelo: PM1605.
- Número de salidas analógicas: 1 de 4...20 mA
- Rango de medición [bar]: -1...4.
- Conexión de proceso: rosca G 1 rosca exterior junta cónica.
- Temperatura del fluido [°C]: -25...125 (150 máx. 1h).
- Resistencia a la presión [bar]: 30.
- Resistencia al vacío [mbar]: -1000.
- Tensión de alimentación [V]: 18...30 DC.
- Conexión eléctrica: conector M12, contactos dorados
- Material: acero inoxidable AISI 316L

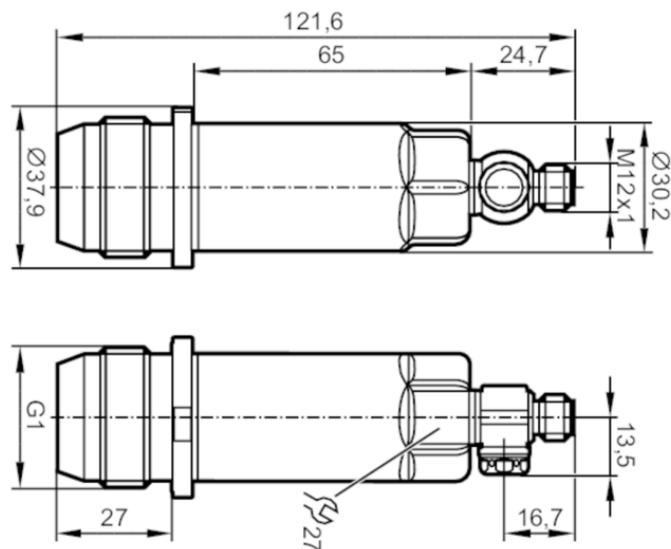


Ilustración 63 – Dimensiones
Fuente: ifm.

Además, el fabricante provee el racor para soldar y el cable de conexión:

- Racor:
 - Modelo: E30013.
 - Material: acero inoxidable 316L.
- Cable:
 - Modelo: EVT005.
 - Material: Carcasa: PVC naranja; Junta de estanqueidad: EPDM.
 - Conductores: 4 (se utilizará conexión de 2 hilos).

3.13.5 Caudalímetro FT-301.

Se escoge del fabricante ifm un caudalímetro vortex con transmisor incorporado en la línea de agua tratada L005 para ingresar la cantidad deseada a los reactores:

- Modelo: SV3150.
- Número de salidas analógicas: 1 de 4...20 mA.
- Rango de medición [L/min]: 0,5...10.
- Conexión de proceso: rosca G 1/2 DN6.
- Temperatura del fluido [°C]: -40...100.
- Resistencia a la presión [bar]: 12.
- Tensión de alimentación [V]: 8...33 DC.
- Conexión eléctrica: conector M12, contactos dorados.
- Material: PA6T (poliamida).

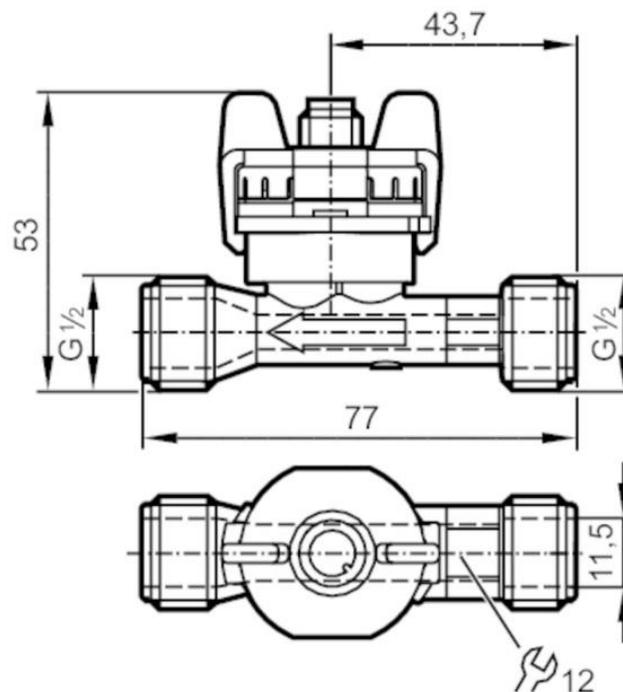


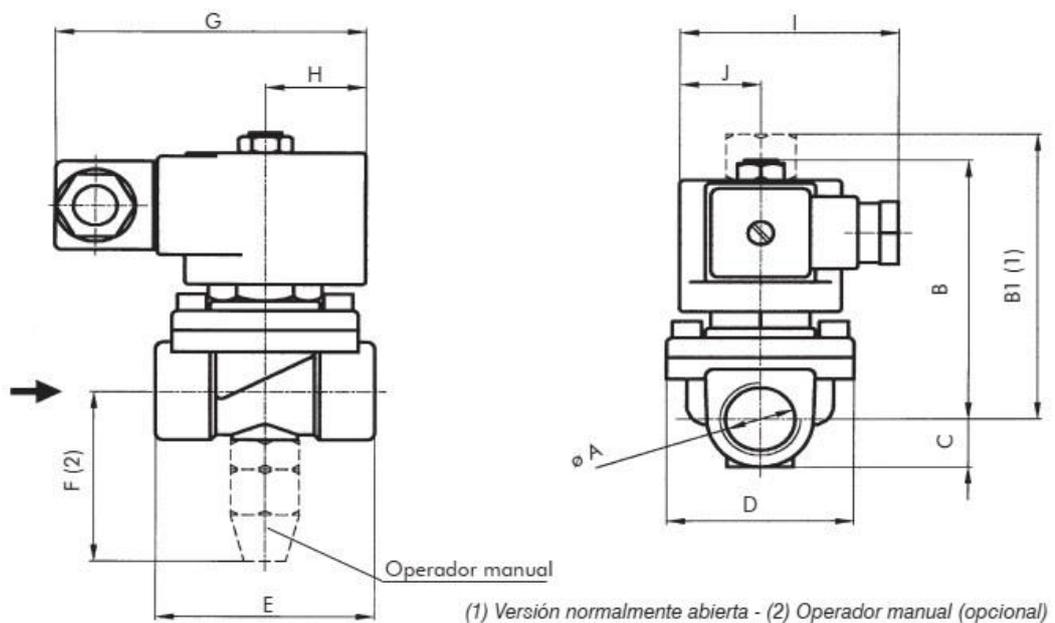
Ilustración 64 - Dimensiones
Fuente: ifm.

Además, el fabricante provee el cable de conexión:

- Modelo: EVC005.
- Material: Carcasa: TPU naranja; Junta de estanqueidad: FKM.
- Conductores: 4 (se utilizará conexión de 2 hilos).

3.13.6 Válvula solenoide.

Para controlar el ingreso y salida de los flujos a los reactores, se opta por el uso de válvulas solenoides de dos vías del fabricante Jefferson. Se escoge de la categoría uso general la serie 1335 de acción directa, por ser la que mejor se adapta a las condiciones que se posee. Dependiendo del tipo de fluido que circule a través de estas se escoge el material del asiento.



	øA	B	B1	C	D	E	F	G	H	I	J
Latón	R 3/8"	80	88	15	51	60	53	85	26	57	22
	R 1/2"										
	R 3/4"										
AISI 304	R 1/2"	82	90	17	58	72	55				
	R 3/4"										

Dimensiones en mm

Ilustración 65 - Dimensiones serie 1335
Fuente: Jefferson.

Código: VA-002-A, VA-004-A, VA-005-A, VA-002-B, VA-004-B y VA-004-B.

- Código de cuerpo: 1335IA084D.
- Código de bobina: MH19C.
- Material: acero inoxidable 316.
- Material del asiento: Buna "N".
- Tipo: Normal cerrado.
- Conexión: rosca BSP 1/2 in.

El material del asiento escogido sirve para el flujo de agua tratada, aire comprimido y generación de vacío.

Código: VA-001-A y VA-001-B.

- Código de cuerpo: 1335IA084D.
- Código de bobina: MH19C.

- Material: acero inoxidable 316.
- Material del asiento: Epdm.
- Tipo: Normal cerrado.
- Conexión: rosca BSP 1/2 in.

El material del asiento escogido es el que se requiere para el flujo de vapor.

Código: VA-003-A y VA-003-B.

- Código de cuerpo: 1335IA084DINA.
- Código de bobina: MH19C.
- Material: acero inoxidable 316.
- Material del asiento: Buna "N".
- Tipo: Normal abierto.
- Conexión: rosca BSP 1/2 in.

En este modelo, se escoge este material del asiento y el tipo normal abierto para el venteo de aire.

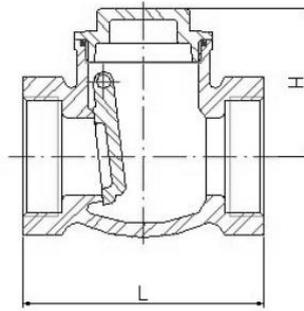
3.13.7 Válvula de retención.

Para cada válvula solenoide es necesario colocar una de retención para evitar la contrapresión que pueda generarse durante la esterilización. Se escoge del fabricante Genebre, válvulas de retención a clapeta oscilante con las siguientes características:

- Referencia: 2430 04.
- Rosca: BSP 1/2 in hembra.
- Presión máxima: 16 bar.
- Temperatura máxima: 180°C
- Material: acero inoxidable 316.

Código de elemento:

- VR-001-A, VR-002-A, VR-003-A, VR-004-A, VR-005-A.
- VR-001-B, VR-002-B, VR-003-B, VR-004-B, VR-005-B.



Ref.	Medida / Size	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)		Peso / Weight (Kg)
			H	L	
2430 04	1/2"	16	44	65	0.312

Ilustración 66 – Dimensiones
Fuente: Genebre.

3.13.8 Fuente de alimentación FU-01.

Se opta por una fuente de corriente continua para la alimentación de los sensores y de las válvulas solenoide. Primero se estima el consumo de corriente máximo:

$$I_{tot} = \frac{\sum P_{válv}}{V} + \sum I_{sens} = \frac{10 * 19 W}{24 V} + 5 * 50 mA = 8,2 A$$

Del fabricante Schneider Electric se escoge una fuente con las siguientes características:

- Modelo: ABLS1A24100.
- Tensión nominal de entrada: 100...240 V AC.
- Potencia nominal: 240 W.
- Tensión de salida: 24 V DC.
- Corriente de salida: 10 A.

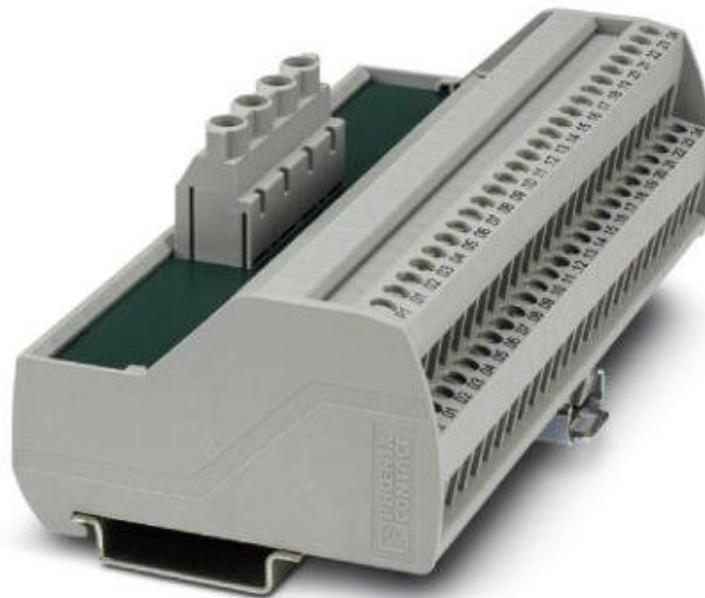


Ilustración 67 - Fuente de alimentación
Fuente: Schneider Electric.

3.13.9 Distribuidor de potencial DP-001.

Para la alimentación de los sensores y las válvulas solenoide se escoge, del fabricante PHOENIX CONTACT:

- Modelo: Varioface.
- Tipo: VIP-2/SC/PDM-2/48.
- Clave de pedido: 2903717.
- Anchura: 131,5 mm.
- Altura: 65,5 mm.
- Profundidad: 45,1 mm.
- Tensión nominal: 250 V AC/DC.
- Capacidad máxima de corriente por derivación: 15 A.
- Corriente suma: 30 A (por potencial)
- Conexiones de potencial: por potencial (P1, P2), 2 bornes de alimentación/24 bornes de distribución.
- Carril DIN, similar a EN 60715 – 35 x 7,5.

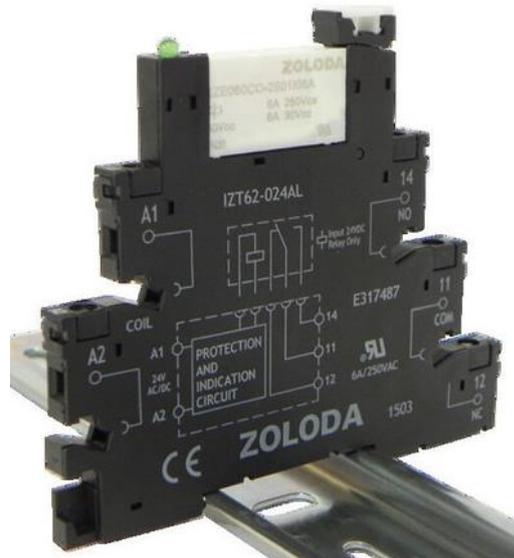


*Ilustración 68 - Distribuidor de potencial
Fuente: PHOENIX CONTACT.*

3.13.10 Relés de accionamiento.

Para el accionamiento de los elementos a controlar por el PLC se utilizan relés, que a su vez sirven de protección para el PLC. Se escoge del fabricante Zoloda:

- Modelo de zócalo: IZ-PCI.
- Modelo de interfaz: IZET62-024CL-024CO-2501106.
- Tipo: electromecánico.
- Tensión máxima: 250 V.
- Tensión de alimentación: 24 V.
- Tensión de máxima de salida: 250 V.
- Corriente máxima: 6 A.
- Ancho: 6,2 mm.
- Carril DIN, similar a EN 60715 – 35 x 7,5.
- Código de pedido: 221019.



*Ilustración 69 – Relee.
Fuente: Zoloda.*

Para el caso de las resistencias de inmersión, es necesario regular la potencia a entregar mediante modulación de ancho de banda. Por lo tanto, se escoge un relé de estado sólido del fabricante Celduc:

- Modelo: SG541020.
- Entrada: 0-10Vcc.
- Salida: 0-220Vca/10A.



Ilustración 70 - Relé de estado sólido
Fuente: Nueva Feria Argentina.

Códigos de elemento:

- Relés para válvulas solenoide: RL-001; RL-002; RL-003; RL-004; RL-005; RL-006; RL-007; RL-008; RL-009; RL-010.
- Relé para equipo de osmosis: RL-011.
- Relé para bomba de vacío: RL-012.
- Relés de estado sólido para las resistencias de inmersión: RL-013; RL-014.

3.13.11 Protecciones.

Se escogen protecciones del fabricante Schneider Electric para distintos elementos que componen el sistema de control de los reactores.

3.13.11.1 Termomagnética general Q01.

- Modelo: Easy9 MCB.
- Número de polos: 4P.
- Corriente nominal: 25 A.
- Curva de disparo: curva C.



Ilustración 71 - Termomagnética tetrapolar
Fuente: Schneider Electric.

3.13.11.2 Interruptor diferencial general Q02.

- Modelo: IID
- Nombre del producto: Acti 9 IID40.
- Número de polos: 4P.
- Corriente nominal: 25 A.
- Sensibilidad a la fuga a tierra: 30 mA.
- Clase AC.



*Ilustración 72 - Interruptor diferencial
Fuente: Schneider Electric.*

3.13.11.3 Guardamotor magnetotérmico Q03 y Q04.

Para el variador VF-001 se escoge:

- Modelo: GV2ME04
- Nombre del producto: TeSys GV2
- Número de polos: 3P
- Tensión nominal: 380 V.
- Corriente nominal: 0,63 A.

Para el variador VF-002 se escoge:

- Modelo: GV2ME06
- Nombre del producto: TeSys GV2
- Número de polos: 3P
- Tensión nominal: 380 V.
- Corriente nominal: 1,6 A.



Ilustración 73 - Guardamotor magnetotérmico
Fuente: Schneider Electric.

3.13.11.4 Guardamotor magnetotérmico Q05 y Q06.

Para las bombas peristálticas PU-01 y PU-02 se escogen guardamotores con un contactor incorporado con las siguientes características:

- Modelo de guardamotor: GV2ME06.
- Modelo de contactor: LC1K06.
- Nombre del producto: TeSys GV2.
- Número de polos: 3P.
- Potencia nominal: 0.55 KW.
- Tensión nominal: 380 V.
- Corriente nominal: 1,6 A.
- Código de referencia: GV2ME06K1Q7.



Ilustración 74 - Guardamotor magnetotérmico
Fuente: Schneider Electric.

3.13.11.5 Termomagnética bipolar Q07.

Para la fuente de alimentación se escoge:

- Modelo: Easy9 MCB
- Número de polos: 2P.
- Corriente nominal: 6 A.
- Curva de disparo: curva C.



Ilustración 75 – Termomagnética bipolar
Fuente: Schneider Electric.

3.13.11.6 Termomagnética unipolar Q08, Q09, Q010 y Q11.

Para el PLC, las dos resistencias de inmersión y la bomba de vacío se escogen:

- Modelo: Easy9 MCB
- Número de polos: 1P.
- Corriente nominal: 6 A.
- Curva de disparo: curva C.



*Ilustración 76 - Termomagnética unipolar
Fuente: Schneider Electric.*

3.13.12 Barras de distribución BR-001.

Se escoge del fabricante GABEXEL S.A. el siguiente juego de:

- Código: BC 16010.
- Corriente admisible: 160 A.
- Largo: 262 mm.
- Perforaciones para entrada de tensión: 2.
- Perforaciones para circuitos de salida: 10.
- Código de aislador serrucho: ESC 160.



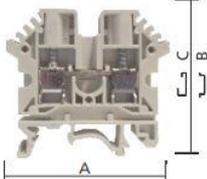
*Ilustración 77 - Juego de barras de distribución
Fuente: Gabexel S.A.*



Ilustración 78 - Aisladores para barras
Fuente: Gabexel S.A.

3.13.13 Borneras de paso X1.

Se escogen, del fabricante ZOLODA, 39 unidades del modelo BPN con las siguientes características:



BPN - Borne de Paso

Cuerpo Aislante: Poliamida 66
 Autoexting uibilidad: Según UL94 grado V0
 Elementos de Apriete: Acero
 Elementos de Conducción: Cobre
 Conexión: Tornillo
 Montaje: Universal. Riel de 32 mm. 35 mm.

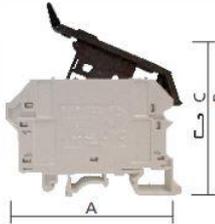


Secc. Nominal mm ²	Flex./Ríg. AWG	Medidas			Paso mm.	Descripción	Referencia	Un (Vca)		In (A)	
		A	B	C				IEC	UL	IEC	UL
2.5/04	12-16	50	48	53	5.2	Gris Ral 7035	BPN-2,5	800	600	24	20

Ilustración 79 – Borne de paso
Fuente: ZOLODA.

3.13.14 Bornera portafusible X2.

Para protección de la fuente de alimentación ante cualquier cortocircuito de las cargas alimentadas se escogen, del fabricante ZOLODA, 15 unidades del modelo BKPN-520 con las siguientes características:



BKPN-520/BPSN-SI-632 - Borne Portafusible

Cuerpo Aislante: Poliamida 66
 Autoexting uibilidad: Según UL94 grado V0
 Elementos de Apriete: Acero
 Elementos de Conducción: Aleación de Cu
 Conexión: Tornillo
 Montaje: Universal. Riel de 32 mm. 15 mm. 35 mm.



Secc. Nominal mm ²	Flex./Ríg. AWG	Medidas			Paso mm.	Descripción	Referencia	Un (Vca)		In (A)	
		A	B	C				IEC	UL	IEC	UL
4/6	10-16	78.5	54	59	8.2	Sin indicación	BKPN-520	500	600	6.3	6.3

Ilustración 80 - Borne portafusible
Fuente: ZOLODA.

3.13.15 Cableado.

Conductores utilizados:

Tablero

- Marca: Prysmian.
- Modelo: Superastic Flex.
- Conductor: Cobre electrolítico recocido.
- Aislante: PVC ecológico.
- Clase 5
- IRAM 247-3

Potencia

- Marca Prysmian
- Modelo Sintenax Valio
- Conductor: Cobre electrolítico
- Aislante: PVC especial
- Clase 5
- IRAM 2178



*Ilustración 81 - Sintenax Valio y Superastic Flex
Fuente: Prysmian.*

3.13.16 Puesta a tierra.

Se utilizará una jabalina de hierro galvanizado. De una longitud mínima de 3 metros y se hincará verticalmente hasta que su extremo superior quede a un metro bajo el nivel del terreno natural. La jabalina se hincará a dos metros de la fundación y se unirá a la estructura mediante el mismo cable de Cu. La máxima resistencia de tierra será de 10 ohm

3.13.17 Gabinete GT-01.

Se escoge del fabricante GABEXEL una unidad con las siguientes características:

- Grado de protección: IP65
- Dimensiones: 1200x600x260 mm
- Código: GE 12060

CÓDIGO	ALTO	ANCHO	PROFUNDIDADES			
			120	160	210	260
GE 2015	200	150	✓			
GE 2520	250	200	✓	✓		
GE 3025	300	250	✓	✓		
GE 3030	300	300	✓	✓	✓	
GE 4030	400	300	✓	✓	✓	✓
GE 4545	450	450	✓	✓	✓	✓
GE 5040	500	400	✓	✓	✓	✓
GE 6040	600	400		✓	✓	✓
GE 6050	600	500		✓	✓	✓
GE 6060	600	600		✓	✓	✓
GE 7060	700	600		✓	✓	✓
GE 9060	900	600		✓	✓	✓
GE 12060	1200	600		✓	✓	✓

Tabla 34 – Gabinetes
Fuente: GABEXEL.

3.14 Identificación de peligros.

A continuación, se presenta un listado con los posibles peligros y, en caso de estar presente, se le asigna un código de identificación para explicar posteriormente como se solucionó.

PELIGRO QUIMICO	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Tóxico	
<input type="checkbox"/> Ácido	
<input type="checkbox"/> Alcalino	
<input type="checkbox"/> Combustión	
<input type="checkbox"/> Deflagración	
<input checked="" type="checkbox"/> Oxidación	PG01
<input type="checkbox"/> Exotermia	
<input type="checkbox"/> Cristalización	
<input type="checkbox"/> Explosión	
<input type="checkbox"/> Autoaceleración	

PELIGRO FÍSICO	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Gravitatoria	
<input checked="" type="checkbox"/> Eléctrica	PG02
<input checked="" type="checkbox"/> Térmica	PG03
<input type="checkbox"/> Radiante	
<input type="checkbox"/> Sonora	
<input checked="" type="checkbox"/> Presión	PG04

PELIGRO BIOLÓGICO	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Picadura	
<input type="checkbox"/> Mordedura	
<input type="checkbox"/> Tóxico	
<input type="checkbox"/> Infección	
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismos	PG05
<input checked="" type="checkbox"/> Virus y Bacterias	PG06

PELIGRO MECÁNICO	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Choque	
<input type="checkbox"/> Aplastamiento	
<input type="checkbox"/> Aprisionamiento	
<input type="checkbox"/> Corte	
<input type="checkbox"/> Cizalla	
<input type="checkbox"/> Punzonado	
<input type="checkbox"/> Pinchado	

PELIGRO ERGONÓMICO	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Postura Insanas	
<input type="checkbox"/> Esfuerzo mayor	
<input type="checkbox"/> Repetición	
<input type="checkbox"/> Espacio	

PELIGRO AMBIENTALES	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Tierras en el aire	
<input type="checkbox"/> Aluviones	
<input type="checkbox"/> Vientos extremos	
<input type="checkbox"/> Inundaciones	
<input type="checkbox"/> Granizadas	
<input type="checkbox"/> Terremotos	
<input type="checkbox"/> Nieve	
<input type="checkbox"/> Temporal	

PELIGROS PSICOSOCIALES	
Tipos	Ref.
<input type="checkbox"/> Trabajo	
<input type="checkbox"/> Exigencias	
<input type="checkbox"/> Responsabilidad	
<input type="checkbox"/> Participación	
<input type="checkbox"/> Cambios	
<input type="checkbox"/> Inseguridad	
<input type="checkbox"/> Comunicación	
<input type="checkbox"/> Estabilidad	
<input type="checkbox"/> Acoso y violencia	

- PG01 (Oxidación): al tratar con fluidos como vapor y productos químicos corrosivos, este problema se ve solucionado escoger acero inoxidable como material.
- PG02 (Eléctrica): este peligro se encuentra solucionado al trabajar teniendo en cuenta lo establecido por la normativa mencionada en el anexo A (Referencia [D]).
- PG03 (Térmica): durante el proceso de esterilización y enfriamiento de los reactores se presenta el peligro de quemaduras por contacto. Para solucionar esto se opta por la colocación de señalización en los equipos que advierta del peligro, además de alertas en la interfaz del HMI al momento de comenzar el proceso.
- PG04 (Presión): se encuentra presente ya que los reactores ven elevada su presión interna durante el proceso de esterilización. Esto se encuentra solucionado al haber diseñado los componentes de acuerdo con lo establecido por la norma ASME VIII División 1.
- PG05 (Microorganismos): el proceso desarrollado necesita de condiciones de esterilidad. Los reactores están diseñados teniendo en cuenta este peligro, por lo tanto, está solucionado. En cuanto al personal, al tratarse de

profesionales especializados, poseen conocimientos sobre qué medidas de seguridad tomar.

- PG06 (Virus y bacterias): Ídem PG05.

F-2007B-ANEXOS COMPLEMENTARIOS.

BLANC, JAIRO EXEQUIEL;CASALASPRO, MARIO RICARDO;PIGHETTI, JONATHAN DAVID

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Índice.

1	ANEXO A - NORMATIVAS DE APLICACIÓN.	2
2	ANEXO B – ESTÁNDARES PROPIOS DEL PROYECTO.....	3
2.1	Accesorios y piezas.	3
2.2	Máquinas y Equipos.....	3
2.3	Líneas.....	3
2.3.1	Tuberías de proceso.	3
2.3.2	Cables.....	4
2.4	Planos.....	4
3	ANEXO D - DEFINICIONES Y GLOSARIO.....	5
3.1	Glosario.	5
3.2	Siglas.	5
3.3	Unidades (SI).....	6
4	ANEXO E - REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.	7

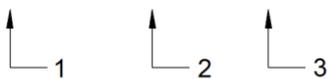
1 ANEXO A - NORMATIVAS DE APLICACIÓN.

- [A] American Society of Mechanical Engineers. (2010). Rules for Construction of Pressure Vessels (ASME VIII DIVISION 1)
- [B] Materiales usados:
 - o AISI: 304L; 316L
 - o ASTM: A554; A312
- [C] Planos: todos los planos serán realizados de acuerdo con el paquete de normas IRAM para dibujo técnico.
- [D] Elementos eléctricos:
 - o AEA 90364: Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Parte 7: Reglas particulares.
 - o IEC 60529: Grado de protección contra ingresos.
 - o IEC 60947-2 para aparatos de conexión y mando de baja tensión.
 - o IEC 60670-22 (ed. 1): 2003: Cajas y gabinetes para accesorios eléctricos e instalaciones fijas.

2 ANEXO B – ESTÁNDARES PROPIOS DEL PROYECTO.

2.1 Accesorios y piezas.

XX-000-Y



Donde:

- 1 indica que tipo de pieza es.
- 2 indica número de identificación.
- 3 identificación del equipo al que pertenece la pieza o el accesorio. En algunos casos puede no ser necesario esta identificación.

2.2 Máquinas y Equipos.

XX-00



Donde:

- 1 es el tipo de equipo que se quiere identificar.
 - Re= Reactor.
 - Pu= Bomba.
 - M= Motor.
 - GV= Caldera.
 - EO= Equipo de osmosis inversa.
 - CO= Compresor
- 2 es el número de identificación de la maquina o equipo.

2.3 Líneas.

2.3.1 Tuberías de proceso.

L000



Donde 1 es el número de identificación de la tubería.

2.3.2 Cables.

C000

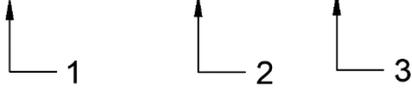


Donde 1 es el número de identificación del cable. Además, los rangos de valores son:

- 0-99: define cables de 220/380V.
- 100-199: define cables de alimentación de 24V.
- 200-299: define cables de señal.

2.4 Planos.

0000X-XX-0000



Donde:

- 1 es el código de Proyecto 2007B.
- 2 indica el tipo de plano realizado.
 - PE= Eléctrico
 - PS= Estructural
- 3 es el número de identificación de plano.

3 ANEXO D - DEFINICIONES Y GLOSARIO.

3.1 Glosario.

Cepas: Una cepa, en microbiología, es una población de microorganismos de una sola especie descendientes de una única célula o que provienen de una determinada muestra en particular, la que usualmente es propagada clonalmente, debido al interés en la conservación de sus cualidades definitorias.

Inóculos: Organismos simbióticos o patógenos transferidos por cultivo.

Medio de cultivo: Un medio de cultivo es una técnica de laboratorio que consta de un gel o una solución que contiene los nutrientes necesarios para permitir, en condiciones favorables de pH y temperatura, el crecimiento de virus, microorganismos, células, tejidos vegetales o incluso pequeñas plantas.

Nodulación: Proceso biológico de formación de nódulos radiculares en la simbiosis entre microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico y ciertas especies vegetales.

Rizobio: Los rizobios son bacterias del perfil de suelo que fijan nitrógeno diazotrófico después de haberse establecido endosimbióticamente dentro de nódulos radiculares de las leguminosas.

3.2 Siglas.

- ASME: American Society of Mechanical Engineers
- F.B.C.B: Facultad de bioquímica y ciencias Biológicas.
- FBN: Fijación biológica de N₂.
- F.R.C.U.: Facultad Regional Concepción del Uruguay.
- INTA: Instituto Nación de Tecnología Agropecuaria.
- P.F.C.: Proyecto final de carrera.
- PLC: Controlador lógico programable.
- SI: Sistema Internacional de Unidades.
- U.N.L: Universidad Nacional Del Litoral.
- U.T.N.: Universidad Tecnológica Nacional.
- UV: Ultravioleta.

3.3 Unidades (SI)

- Kg: Kilogramos.
- Kg/ha: Kilogramos por hectárea sembrada.
- UFC/ml: Unidad formadoras de colonias por mililitros.
- mL: Mililitros.
- L: Litros.
- h: Horas
- °C: Grados centígrados.
- g/L: Gramos por litro.
- m: Metros.
- cm: Centímetros.
- mm: Milímetros.
- in: Pulgadas.
- MPa: Mega pascal.
- atm: Atmosferas.
- Psig: Libras por pulgada cuadrada, relativa al ambiente.
- Psi: Libras por pulgada cuadrada
- Barg: Presión en bares manométricos.
- min: Minutos.
- s: Segundos.
- ms: Milisegundos.
- m/s: Metros por segundo.
- rad/s: Radianes por segundo.
- m²: Metros cuadrados.
- m/s²: Metros por segundo cuadrado.
- mA: Miliamperio.
- A: Amperes.
- kA: Kilo amperes.
- mV: Milivolts.
- V: Volts.
- rpm: Revoluciones por minuto.
- rps: Revoluciones por segundo.
- pH: Potencial de hidrógeno.
- L/min: Litros por minuto.
- m³/h: Metros cúbicos por hora.
- m³/s: Metros cúbicos por segundo.

4 ANEXO E - REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.

- [1] Doran, P.M. (1995). *Bioprocess Engineering Principles*. Oxford: Academic Press Ltd.
- [2] Castillo Uribe, V. (2013). Diseño y cálculo de un agitador de fluidos. Tesis de ingeniería. Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería mecánica. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/412/1/Castillo_Uribe_Vladimir.pdf
- [3] Paul, E.L., Atiemo-Obeng, V.A. y Kresta, S.M. (2004). *Handbook of Industrial Mixing Science and Practice*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Kayode Coker, A. (2001). *Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*. Houston, Texas: Gulf Publishing Company.
- [5] Megyesy, E.F. (1992). *Manual de Recipientes a Presión: Diseño y Cálculo*. México, D.F.: Limusa, S.A. de C.V
- [6] Kern, D.Q. (1999). *Procesos de Transferencia de Calor*. México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.
- [7] Perticari, A. y Piccinetti, C. (2008). Inoculación. *La Nación*. <https://especiales.lanacion.com.ar/destacados/08/inoculacion/index.asp>
- [8] Çengel, Y.A. y Boles, M.A. (2006). *Termodinámica Quinta Edición*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [9] Spirax Sarco. *Learn About Steam, Steam Engineering Principles & Heat Transfer*. <https://www.spiraxsarco.com/learn-about-steam/steam-engineering-principles-and-heat-transfer>
- [10] McCabe, W.L., Smith, J.C. y Harriot, P. (1994). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. España: McGraw-Hill/Interamericana S.A.U.
- [11] Harnby, N., Edwards, M.F. y Nienow, A.W. (1997). *Mixing in the Process Industries*. Oxford: Butterworth-Heinemann.