

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)

*“Control de polvo en plataforma de descarga de cereales
Granja Tres Arroyos, Molino Piensos”*

Proyecto N°: PFC 17080C

Autores:

*Jaquet, Mario Nicolás
Velázquez, Leonardo Andrés*

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de Proyectos:

*Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal*



AÑO 2018

Resumen

En el presente proyecto final de carrera se realizó el diseño y cálculo para un sistema de aspiración de polvo sobre una plataforma de descarga de camiones cerealeros. Dicha plataforma se ubica en la planta de alimentos balanceados perteneciente a la empresa Tres Arroyos, Molinos Piensos radicada en Ruta Provincial N.º 39 – km 314 – Concepción del Uruguay – Entre Ríos.

El estudio esta basado en la necesidad de controlar la polución ambiental, durante el proceso de descarga de camiones, lo cual amenaza a la salud de trabajadores y vecinos de la planta.

La solución plantea un cerramiento en el lugar donde se encuentra el contaminante; en éste se alojan las campanas de aspiración que captan el polvo para luego ser transportado hacia un sistema de depuración de aire. Para éste se plantean dos alternativas y se compara la calidad de servicio de cada una con el costo de los equipos.

Palabras claves: *Aspiración, Polución, Ambiente, Contaminante, Polvo.*

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP 8/10/18	Aprobó:	Página 1 de 3
---	--------------------	---------	---------------

Abstract

In the present final project, the design and calculation of a dust extraction system for a cereal unloading platform was carried out. This platform is located in the plant of the company Tres Arroyos, Molinos Piensos located in Provincial Route No. 39 - km 314 - Concepción del Uruguay - Entre Ríos.

The study is based on the need to control environmental pollution, during the truck unloading process, which threatens the health of workers and neighbors of the plant.

The solution proposes an enclosure in the place where the pollutant is located; This is where the suction hoods that collect the dust are housed and then transported to an air purification system. To do this, two alternatives are proposed and the quality of service of each one is compared with the cost of the equipment.

Keywords: *Aspiration, Pollution, Environment, Pollutant, Dust.*

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP 8/10/18	Aprobó:	Página 2 de 3
---	--------------------	---------	---------------

Agradecimientos

A nuestras familias, por el apoyo incondicional durante el transcurso de nuestra carrera.

A la comunidad educativa de la UTN – FRCU por la formación y servicio a lo largo de estos años.

A los Ing. Gustavo Puente y Aníbal De Carli, docentes de la cátedra proyecto final.

Al Ing. Guillermo Reynoso, tutor de proyecto, por su enorme predisposición.

A Molino Piensos – Concepción del Uruguay, en especial al Ing. Mauricio Gavary por abrirnos las puertas y brindarnos la información para realizar este proyecto.

A nuestros compañeros y amigos por la compañía y apoyo incansable.

Introducción

Granja Tres Arroyos es una empresa de origen familiar dedicada a la producción de carne de pollo y cerdo. Creada en el año 1965, conserva su actual ubicación desde el día de sus comienzos en la calle Tres Arroyos de Capital Federal.

Los desafíos tecnológicos, la exportación y la integración han sido los pilares claves que han abierto paso a una larga lista de adquisiciones. Una de estas es la planta de alimentos balanceados “Molino Piensos”, adquirida en 1987.

Su función es elaborar el alimento balanceado necesario para las aves en cada una de sus etapas de crecimiento. Actualmente produce 800 toneladas por día de alimento.

Identificación de la empresa y establecimiento

Empresa:

- Razón social: Granja Tres Arroyos S. A.
- C.U.I.T. N°: 30-51730709-9.
- Domicilio legal: Tres Arroyos N° 378 – CABA.
- Teléfono: 011 – 4858 – 7900.
- C.I.I.U.: 151120 – Matanza y Procesamiento de Carne de Aves.

Establecimiento:

- Nombre de identificación: Molino Piensos.
- Domicilio: Ruta Provincial N° 39 – Km 314 – Concepción del Uruguay – Entre Ríos.
- Actividad: elaboración de alimentos balanceados para aves.



Imagen 1 –Google Maps (www.google.com.ar/maps/@-32.4858282,-58.2831872,288m)

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP - 8/10/18	Aprobó:	Página 1 de 5
---	----------------------	---------	---------------

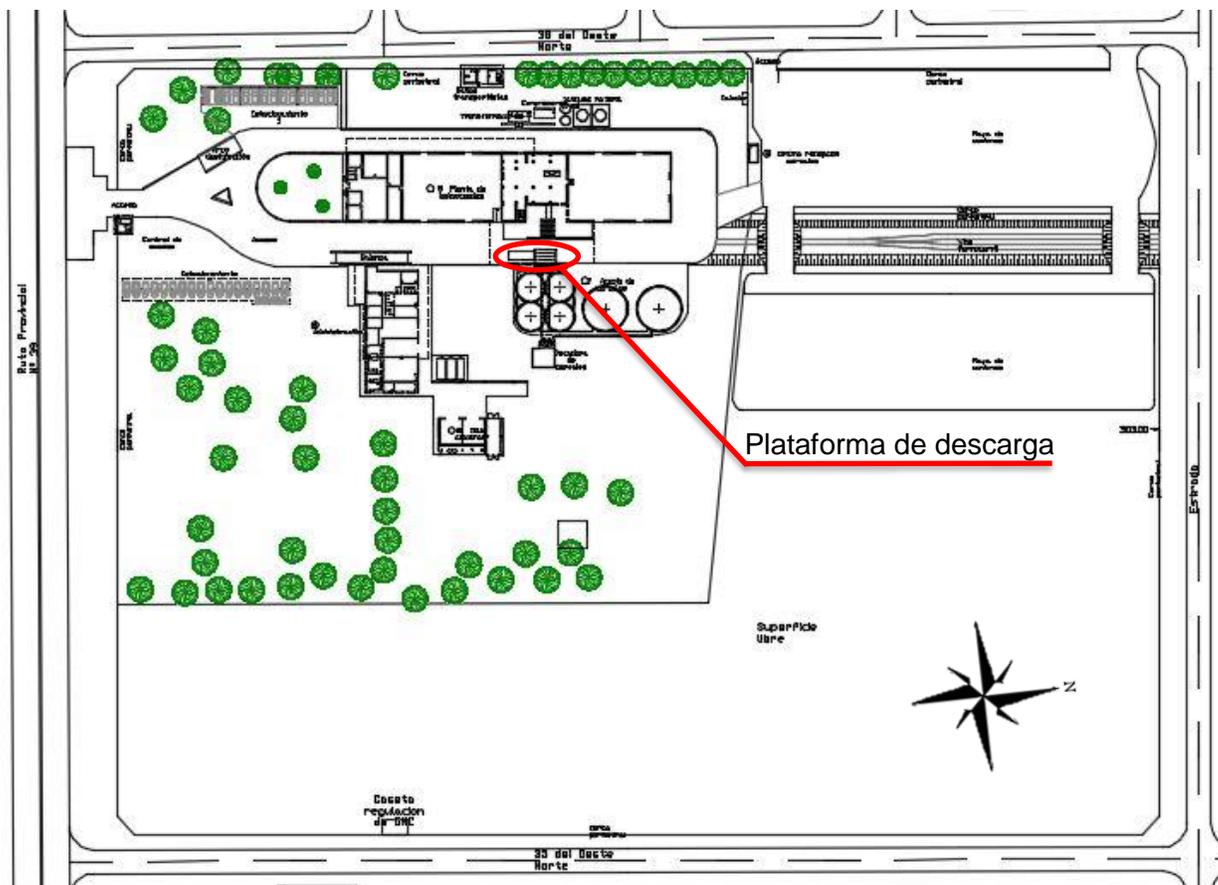


Imagen 2 – Plano de planta del establecimiento

Situación problemática

Al realizar la descarga del cereal se produce una gran cantidad de material particulado en suspensión. Esta realidad representa un riesgo a la salud de los trabajadores y a los vecinos por exposición repetitiva a estas condiciones insanas, las cuales podrían ocasionar la aparición de enfermedades respiratorias crónicas y/o alergias.

En las imágenes siguientes se puede apreciar el fenómeno descrito anteriormente.

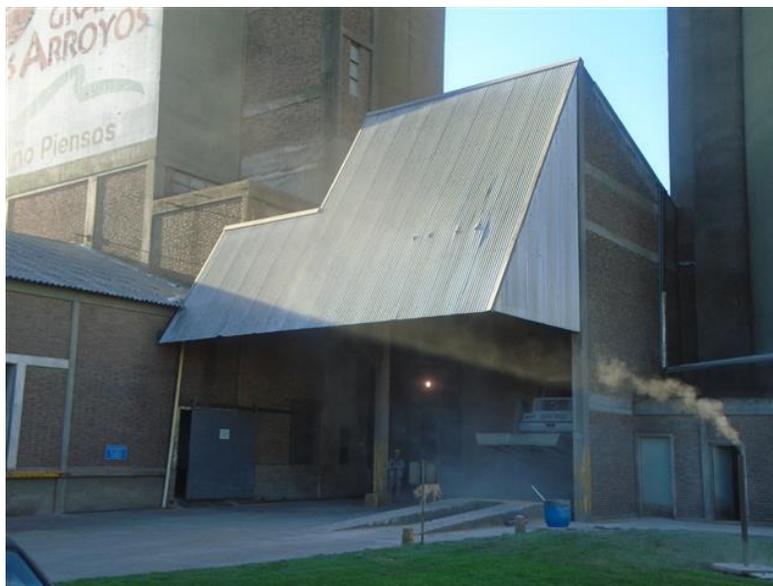


Imagen 3



Imagen 4

Operación de descarga de granos

El proceso productivo para la elaboración del alimento balanceado está compuesto por múltiples etapas. Este proyecto se centra en la etapa del proceso que es la descarga de la materia prima (maíz a granel).

El proceso de descarga de grano se compone por los siguientes pasos:

1. Recepción del cereal.
2. Verificación de la documentación.
3. Calado.
4. Análisis de control de calidad.
5. Pesado: peso bruto.
- 6. Descarga.**
7. Tarado.

Siendo el punto 6, la operación de interés para el estudio de este trabajo. En la imagen 5 se muestra el procedimiento para realizar dicha operación.

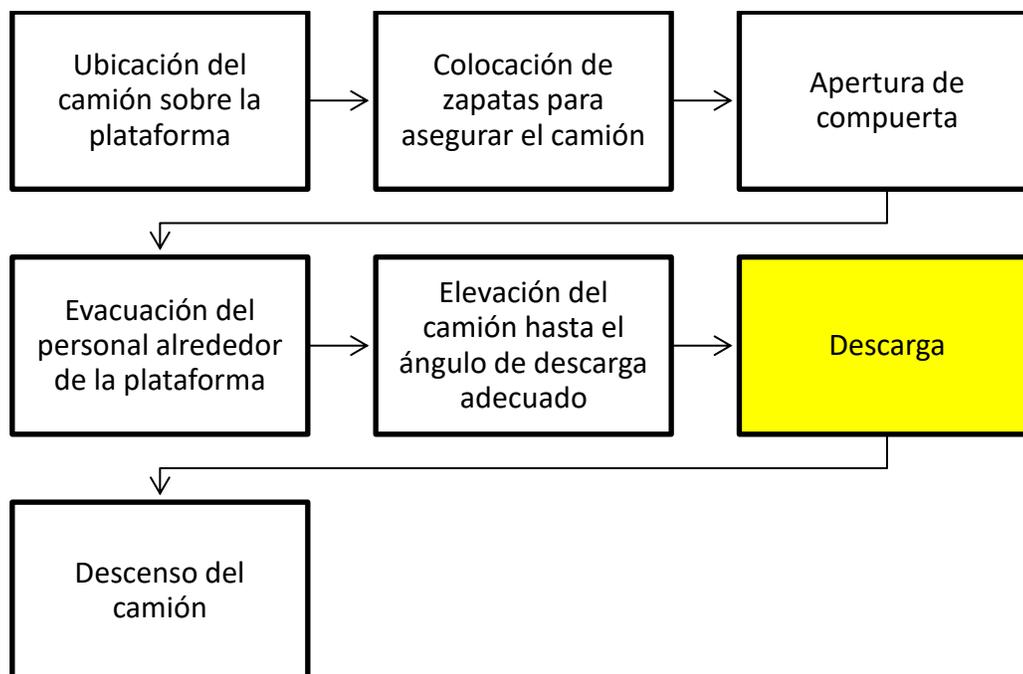


Imagen 5

Zona de descarga actual

La zona de descarga está compuesta por la tolva de recepción que por medio de transportadores helicoidales dirigen el material al silo de almacenamiento. Sobre la tolva de recepción se encuentra la plataforma de descarga.

En la imagen 6 se observa una vista ampliada del plano de la planta, con la plataforma de descarga.

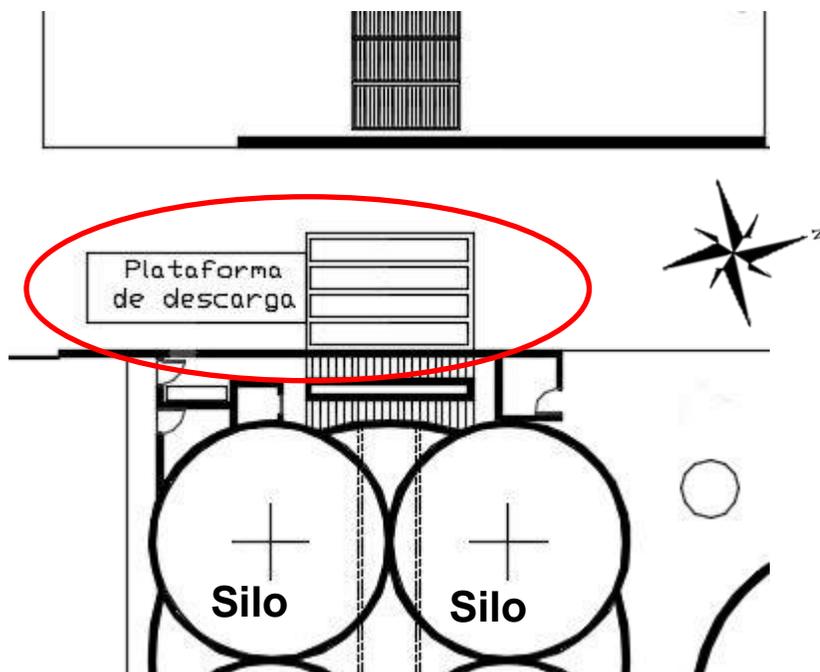


Imagen 6

Objetivos

- Controlar el material particulado en suspensión en la plataforma de descarga de maíz a través del sistema de aspiración que mejor se adapte.
- Llevar a cabo la solución sin interferir con la operatividad de la planta.
- Aprovechar los espacios disponibles para el montaje de la solución proyectada.

Alcances

- Ingeniería básica, propuesta de solución.
- Ingeniería de detalle del sistema de aspiración.
- Diseño y cálculo de la solución planteada, excluyendo el proyecto eléctrico.
- Estudio del sistema para la recuperación o destino final del material captado.
- Plan de montaje de los equipos y evaluación de costos.

Etapas del proyecto

1. Relevamiento de la instalación actual.
2. Estudio de la problemática.
3. Propuesta de la ingeniería básica.
4. Ingeniería de detalle según alcance.
5. Memoria de cálculos aplicados.
6. Análisis económico con los precios actuales.

Impacto

- Reducción de la polución al ambiente.
- Condiciones de trabajo más seguras.
- Solucionar los reclamos de los vecinos en cuanto a la polución.
- Recuperación del material particulado.
- Dar cumplimiento a:
 - Ley N° 19587 “Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo”.
 - Decreto Reglamentario N° 351/79.
 - Ley N° 6260 “Prevención y control de la Contaminación por parte de las Industrias”.
 - Decreto Reglamentario N° 5837 MBSCE.
 - Ordenanza municipal N° 6495/04.
 - Auditorías ambientales.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP - 8/10/18	Aprobó:	Página 1 de 1
---	----------------------	---------	---------------

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)

*“Control de polvo en plataforma de descarga de cereales Granja
Tres Arroyos, Molino Piensos” - Ingeniería Básica*

Proyecto N°: PFC 17080C

Autores:

*Jaquet, Mario Nicolás
Velázquez, Leonardo Andrés*

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de Proyectos:

*Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal*

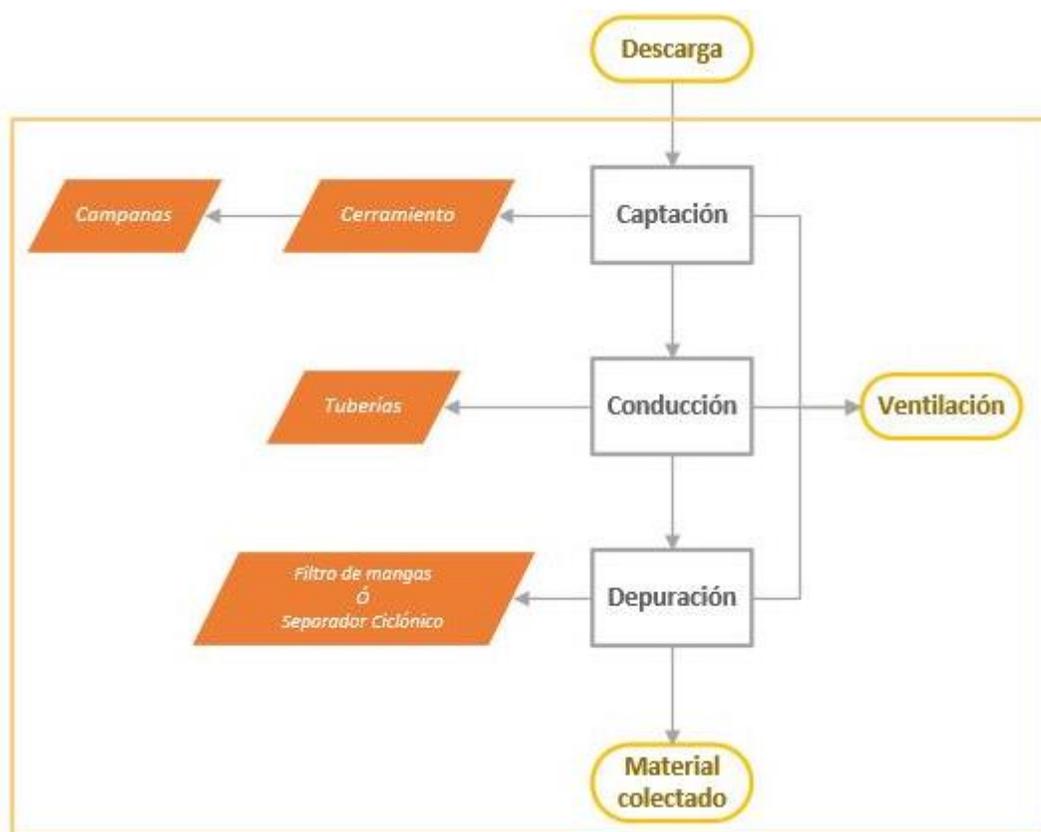


AÑO 2018

INGENIERÍA BÁSICA	2
1. CONFINAMIENTO DEL LUGAR DE IMPACTO	3
2. TRAMPAS DE POLVO	4
3. SISTEMA DE ASPIRACIÓN	5
3.1. <i>Captación</i>	5
3.2. <i>Conducción</i>	6
3.3. <i>Depurador de aire</i>	6
3.4. <i>Ventilador</i>	7
COMPARACIÓN ENTRE ALTERNATIVAS CON FILTRO DE MANGAS Y CICLÓN	8

Ingeniería básica

Se propone diseñar un **sistema de aspiración de polvo**, ejecutable, el cual se detalla en el siguiente diagrama de flujo.



I1S

Para simplificar el estudio se divide el problema en tres partes, estas son:

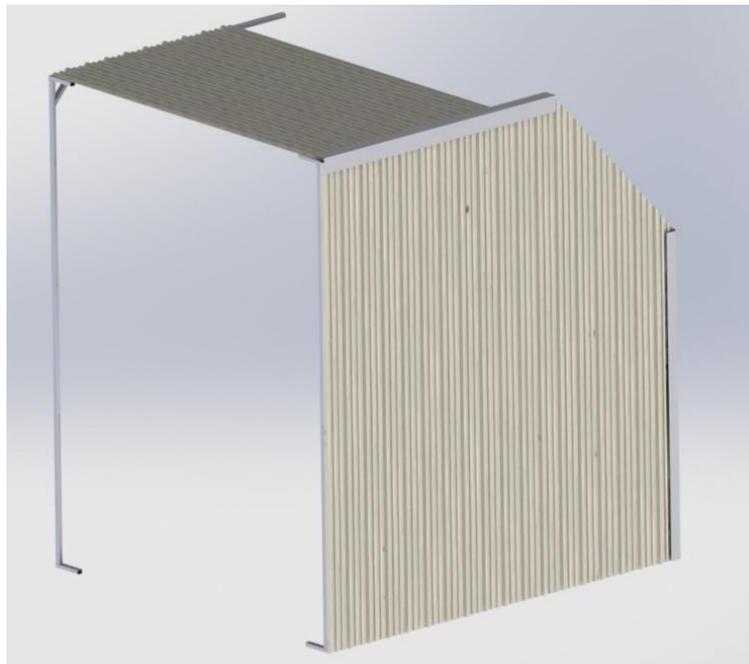
1. Confinamiento del lugar de impacto.
2. Trampas de polvo.
3. Sistema de aspiración.

1. Confinamiento del lugar de impacto

Se plantea armar un vestíbulo sobre la tolva de recepción, para el confinamiento del polvo generado y lograr así que el ventilador tenga el tiempo suficiente de aspirar todo ese material.

La estructura será fija, lo cual permitirá descargar sin dificultad los camiones con descargador propio y además no se colocarán estructuras sobre la plataforma volcadora, ya que se verían afectadas por esfuerzos de fatiga y deformación por el movimiento y la forma de trabajo de los cilindros hidráulicos.

El vestíbulo se montará de chapa trapezoidal y perfil estructural. Para no interferir con la operatividad del área, la abertura de ingreso se hará con cortina de solapamiento rápido. Mientras que la salida no tendrá portón alguno, ya que por allí se prevé el ingreso del aire aspirado.



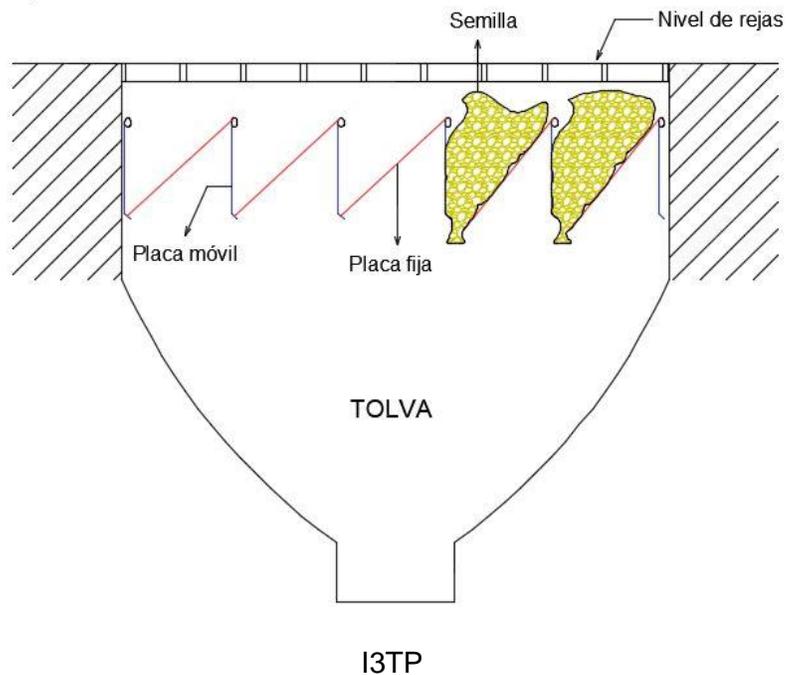
I2V

2. Trampas de polvo

Se instalará un sistema de basculantes de polvo, ubicado en la tolva de recepción bajo el nivel de reja.

Estas trampas son basculantes pendulares de modo que dejan pasar el flujo descendente de cereal e impiden la salida de polvo al exterior, favoreciendo la captación del mismo.

Estas se elaborarán de chapa de acero y estarán conformadas por módulos con deflectores fijos con ángulos a 45° y deflectores móviles, que pivotean sobre eslabones de cadena.



3. Sistema de aspiración

Para simplificar el estudio de dicho sistema se lo subdivide, en tres partes:

3.1. Captación

Se realiza mediante campanas, que son el punto de entrada al sistema de extracción localizada que se ubicará adyacente a la fuente de contaminante sin encerrarlo. La cantidad total de campanas a colocar es de cuatro, dos a los laterales sobre el nivel de rejillas y dos por debajo de dicho nivel.

Su función esencial es crear el flujo de aire que capture eficazmente el contaminante. Dado que, las pequeñas partículas de polvo, de diámetro menor o igual a 20 micras (que incluye las partículas respirables), se caracterizan por moverse cuando lo hace el aire que las rodea. En este caso, la campana debe generar una velocidad de captura suficiente para controlar el movimiento de aire cargado de contaminante y, al mismo tiempo, vencer el efecto de las corrientes de aire producidas en el recinto.



I4C



I5C

3.2. Conducción

Es el trazado de cañerías que conducirá el aire cargado de contaminante, captado por las campanas, hasta el sistema de depuración propuesto.

3.3. Depurador de aire

En este apartado se decidió estudiar el uso dos posibles alternativas, las cuales presentan diferentes ventajas y desventajas para cumplir con los objetivos de este proyecto, y dejar a elección de la empresa el sistema a implementar.

Los sistemas analizados son:

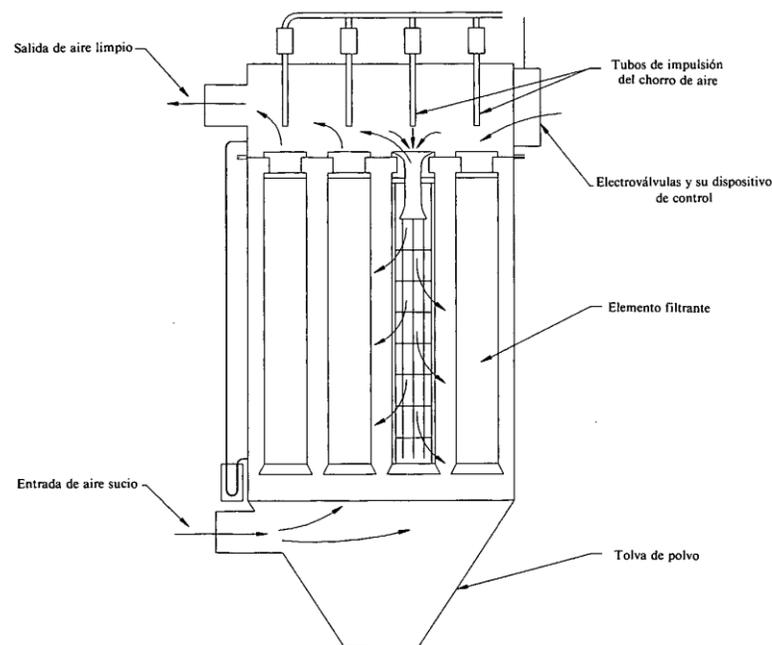
1. *Depuración del aire con filtro de mangas, con sistema de limpieza pulse-jet:*

La separación del sólido se efectúa haciendo pasar el aire con partículas en suspensión, a través de la tela que forma la bolsa, de esa forma las partículas quedan retenidas entre los intersticios de la tela formando una torta filtrante.

Durante el ciclo de limpieza de la manga, el polvo se desaloja usando un chorro de aire comprimido que se inyecta en la parte superior de las mangas filtrantes.

El chorro de aire a alta presión interrumpe el flujo normal de aire a través del filtro.

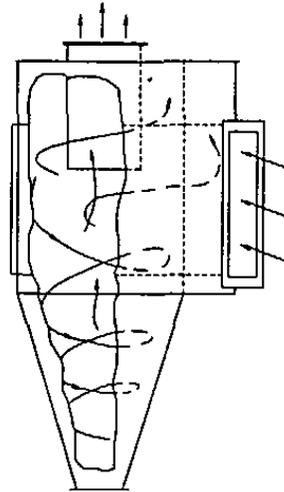
También crea una onda que al desplazarse a lo largo de la manga hace que esta se flexione, rompiendo la capa de polvo que cae hacia la tolva.



I6D

2. *Depuración del aire mediante separador mecánico (ciclón):*

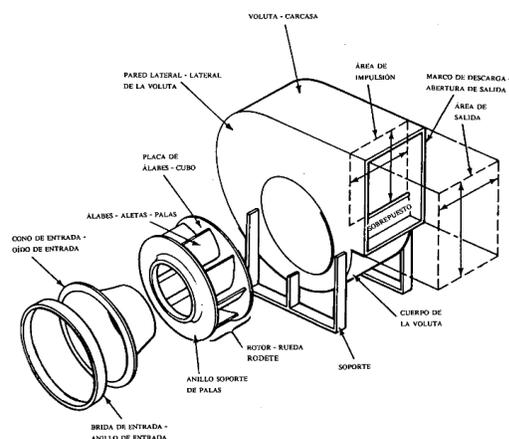
En un ciclón, la trayectoria del gas comprende un doble vórtice, en donde el gas dibuja una espiral descendente en el lado externo, y ascendente, en el lado interno. El gas entra en la cámara superior tangencialmente y desciende en espirales hasta el ápice de la sección cónica; luego, asciende en un segundo espiral y sale por la parte superior a través de un ducto vertical. Los sólidos se mueven radialmente hacia las paredes, se deslizan por las paredes, y son recogidos en la parte inferior.



I7D

3.4. Ventilador

Para mover el aire a través de un sistema de ventilación, es necesario aportar energía para vencer las pérdidas de carga del sistema; un ventilador centrífugo aporta la energía requerida.



I8F

Comparación entre alternativas con filtro de mangas y ciclón

En esta matriz comparativa se ponderan las características principales a tener en cuenta para la elección del sistema de depuración de aire.

	PONDERACIÓN	CICLÓN	FILTRO DE MANGAS
COSTO DE INVERSIÓN (ALTO -1, MEDIO 0, BAJO 1)	2	0	-1
CONTINUIDAD DURANTE LIMPIEZA (SI: 1, NO: 0)	3	0	1
VOLUMEN AIRE PERMISIBLE (MENOR VOLUMEN -1, MEDIO 0, MAYOR VOLUMEN +1)	1	1	1
ASPECTOS SECUNDARIOS DE LIMPIEZA (DIFICULTAD EN LIMPIEZA -1, NORMAL 0, FACILIDAD +1)	2	-1	1
MANTENIMIENTO (ALTO -1, MEDIO 0, BAJO 1)	2	1	0
EFICIENCIA (MENOS EFICIENTE -1, MEDIO 0, MÁS EFICIENTE +1)	3	0	1
TOTAL		1	7

Ponderación: irrelevante 1, considerable 2, importante 3.

T01S

Como conclusión de este análisis, se observa que el sistema con filtro de mangas presenta mejores características para la aplicación propuesta, considerándola la más conveniente.

Sin embargo, en este estudio se proyectan ambas propuestas, debido a un pedido de la empresa donde se lleva a cabo este proyecto.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)

*“Control de polvo en plataforma de descarga de cereales Granja
Tres Arroyos, Molino Piensos” - Ingeniería de Detalles*

Proyecto N°: PFC 17080C

Autores:

*Jaquet, Mario Nicolás
Velázquez, Leonardo Andrés*

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de Proyectos:

*Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal*



AÑO 2018

Índice de contenido

ÍNDICE DE CONTENIDO	1
VESTÍBULO	2
TRAMPAS DE POLVO	7
CAMPANAS	10
DEPURADOR.....	11
TUBERÍAS	18
VENTILADOR	26
TRANSPORTE POR GRAVEDAD	31
SECUENCIAS DE MONTAJES Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO.....	33
EVALUACIÓN DE COSTOS.....	35
IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	43
ASPECTOS DE SEGURIDAD	44
ANEXOS INGENIERÍA DE DETALLES	45
ÍNDICE GENERAL.....	49

Vestíbulo

En este apartado se detallarán uno a uno los materiales necesarios para la construcción y montaje de las distintas piezas que conforman el vestíbulo.

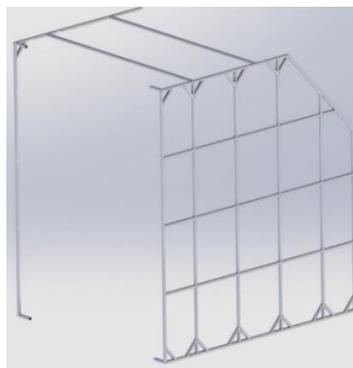


I01V

Estructura

La estructura del vestíbulo se construirá con caño estructural de 60 x 40 x 2 mm SAE 1010 de la empresa Juan Navarro S. A. Metalúrgica, la unión entre los distintos miembros estructurales se realizará mediante soldadura. Se necesitará un total de 10 caños de longitud 6000 mm.

La sujeción de la estructura al piso se realizará mediante tornillos tirafondo de 2" x 1/2" con tarugos y arandelas planas de 1/2", dispuestos cada 750 mm.



I02V



I03V

El esquema de pintado de los caños será el siguiente: limpieza con desengrasante-fosfatizante y terminación en esmalte sintético (40 micrones).

Los detalles constructivos se observan en los planos adjuntos P03V y P04V.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 2 de 50
---	---------------------	---------	----------------

Cerramiento

El cerramiento lateral se realizará con chapa trapezoidal color blanca T101 de la empresa CMP ESTRUCTURAS. Para ver las dimensiones de la chapa consultar la hoja técnica en el archivo “Memorias de Cálculos”.

Se necesitará un total de 4 chapas para cubrir la superficie. Las mismas se fijarán a la estructura mediante tornillos autoperforantes de 1/4” x 3/8” dispuestos cada 500 mm.



I04V

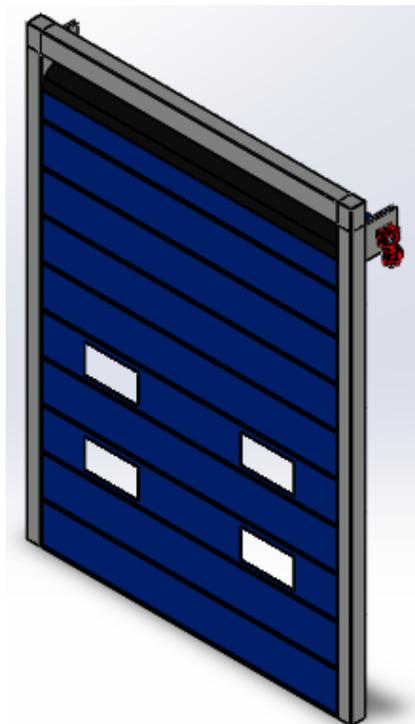


I05V

Puerta de solapamiento

Se selecciona una puerta rápida de solapamiento de la empresa ASA, la cual tendrá un ancho de vano de 3,6 m y un alto de vano de 4,5 m. Sus especificaciones técnicas son:

- Velocidad de apertura y cierre de 0,7 m/s.
- La puerta está compuesta por 2 jambas y un dintel autoportante de chapa galvanizada.
- El telón es de lona de PVC Zonda 1100 color azul oscuro, con refuerzos longitudinales de caño estructural, ventanas de PVC transparente y perfil inferior doble C enfrentados con burlete de goma cubierto de lona amarilla.
- Motorreductor trifásico con freno incorporado de 1 HP y relación de transmisión 1:15 acoplado al eje donde se enrollan las cintas que hacen el solapamiento del telón.
- Tablero eléctrico IP55 con sistema regular el tiempo que la puerta permanece abierta antes del cierre automático. Posee pulsadores de subida, bajada y parada de emergencia, selector manual o automático e interruptor general.
- Sistema de seguridad de doble fotocélula incorporada al montaje vertical para inversión de cierre en caso de interferencia con cuerpos sólidos.
- En caso de corte de energía la puerta posee un sistema de desbloqueo del freno y manija para apertura manual.



I05V

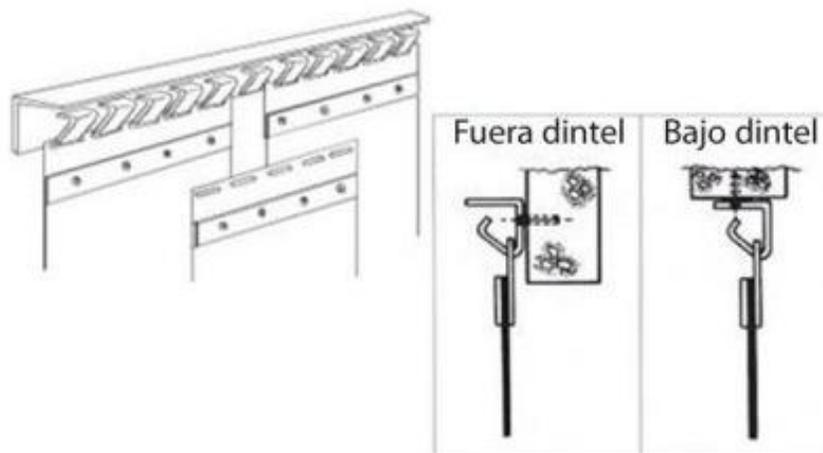
Para más detalle sobre la puerta, consultar el plano P40V.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 4 de 50
---	---------------------	---------	----------------

Cortinas flexibles de PVC

Se solicitarán cortinas industriales flexibles de PVC de 1 m de largo, 200 mm de ancho y 4 mm de espesor a la empresa JEV S.A. Para cubrir el vano de la puerta se necesitan 18 cintas, las cuales se montarán sin solapamiento con cabezal tipo A para montaje fuera dintel.

Además, se necesitan 6 cintas de iguales características de 4,5 m de largo.



I06V

Iluminación del vestíbulo

Para iluminar el interior del vestíbulo se seleccionan lámparas tipo led, las cuales van montadas sobre dos reflectores de la línea Core Line Tempo del catálogo de la firma Philips (versión de abril de 2018).

Las características de las lámparas se muestran en la siguiente hoja técnica (I07V):

CoreLine Tempo

Luminaire	: BVP120 1xLED80/NW S
Total Lamp Flux	: 8000 lm
Light Output Ratio	: 1.00
Luminous Flux	: 8000 lm
Power	: 80 W
LxBxH	: 0.37x0.36x0.06 m
Ballast	: -



I07V

Trampas de polvo

Aquí se detalla la construcción del sistema de basculantes de polvo que se instalará en la tolva de recepción bajo el nivel de rejillas.

Módulos



I08TP

Los módulos tendrán las siguientes especificaciones:

Largo: 1200 mm

Ancho útil: 450 mm

Ancho total: 500 mm

Altura: 150 mm

Cantidad de deflectores fijos: 8

Se necesita un total de 21 módulos para cubrir la superficie de la tolva (7 columnas y 3 filas) montadas sobre un bastidor.

En el plano P05TP se observa el detalle de la construcción de los módulos.

Chapa

Los módulos se construirán de chapa lisa de acero SAE 1010 calibre 14 (2 mm de espesor) de 3 x 1,5 m, de la empresa Hierros Torrent S.A. En total serán necesarias 21 chapas.

Cadena

Se elige una cadena DIN de acero al carbono de 2,2 mm de espesor, paso 14 mm y ancho 11 mm. La selección se realiza del catálogo de cadenas de la firma Katiak y se necesitarán 10 m de cadena.

Bastidor

El mismo será de caño estructural SAE 1010 de 50 x 30 x 2,5 mm de la empresa Juan Navarro S. A. Metalúrgica.

Se necesitarán 7 unidades de caño de L=6000 mm y la unión entre ellos se realizará mediante soldadura.

La sujeción a las paredes de la tolva se realiza con tornillos tirafondo de 2" x ½" con tarugos y arandelas planas de ½", sobre las planchuelas de 150 x 150 x 8 mm, fabricadas en chapa SAE 1010.

El detalle constructivo se observa en el plano P06TP.



I09TP

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 8 de 50
---	---------------------	---------	----------------

Sectores no operativos

Los sectores frontales y laterales no operativos de la tolva de recepción serán sellados con chapa semilla de melón SAE 1010 calibre 1/8". Se necesitará una hoja de 1,5 x 3 m. La misma se fijará mediante soldadura al bastidor y deberá tener una inclinación mínima de 30°.



I10TP

Campanas

Los dos tipos de campanas se fabricarán a partir de chapa lisa de acero SAE 1010 galvanizado de calibre 16.

A cada campana se le soldará una brida de conexión de 300 mm de diámetro fabricada en planchuela de acero SAE 1010 de 1" x ¼", la cual contará con 8 orificios pasantes de 3/8" de diámetro.

Campanas superiores

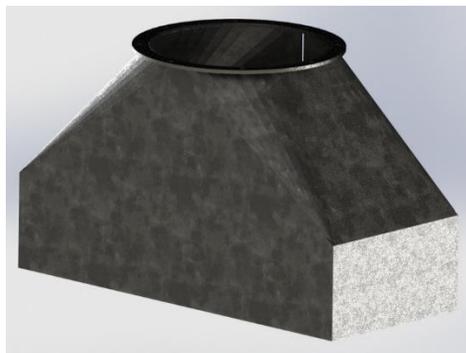
Las medidas se fabricación se observan en el plano P07C.



I11C

Campanas inferiores

Las medidas se fabricación se observan en el plano P08C.



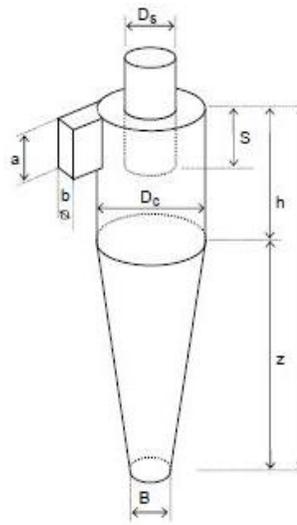
I12C

Depurador

Alternativa 1: Ciclón

Los parámetros que deberá cumplir el ciclón de alta eficiencia tipo Lapple, serán:

- Caudal: 5,35 m³/s.
- Velocidad de ingreso del aire: 18,91 m/s.
- Constitución: un cabezal, un cuerpo cilíndrico y un cono inferior.
- El diseño del mismo evita el fenómeno de resuspensión del material ya colectado.
- Se proyecta una eficiencia del 79,5 %.
- Medidas generales:



I13D

Símbolo	Descripción	Valor [mm]
<i>D_c</i>	Diámetro del ciclón	1500
<i>A</i>	Altura de entrada al ciclón	752
<i>B</i>	Ancho de la entrada al ciclón	376
<i>S</i>	Altura de la salida del ciclón	948
<i>D_s</i>	Diámetro de la salida del ciclón	752
<i>H</i>	Altura de la parte cilíndrica	3008
<i>Z</i>	Altura de la parte cónica del ciclón	3008
<i>H</i>	Altura total del ciclón	6016
<i>B</i>	Diámetro de salida de polvo	376

T01D

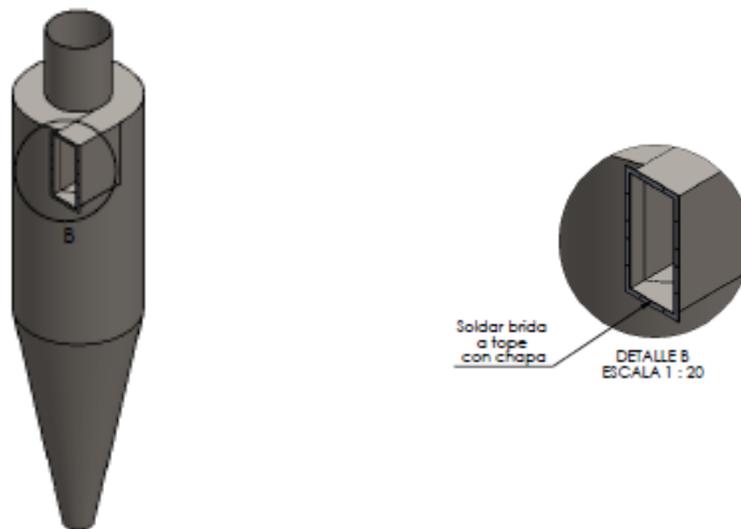
Alturas de montaje y detalles constructivos se observan en el plano P09D.

Cuerpo

Será fabricado en chapa lisa de acero SAE 1010 calibre 12.

Las distintas piezas de chapa serán unidas mediante soldadura.

El esquema de pintado será el siguiente: limpieza con desengrasante-fosfatizante, base antióxido Cr Zn (40 micrones) y terminación en esmalte sintético (40 micrones).



I14D

Patas

El ciclón se sostiene en el suelo mediante 4 patas soldadas al cuerpo del mismo. Dichas patas se construirán de caño redondo SAE 1010 de 4" de diámetro y espesor de pared 3/16". La longitud de las patas varía una a una ya que el lugar de instalación tiene una pendiente de 7°. En los planos P10D a P13D se pueden observar las dimensiones detalladas de cada pata.

El punto de contacto con el suelo se realizará con platinas soldadas a las patas, con una dimensión de 150 x 150 x 4 mm. Estas platinas también servirán de anclaje al suelo mediante varillas roscadas de 3/4" de diámetro con tuercas y arandelas grandes para evitar la rotura de la loza.

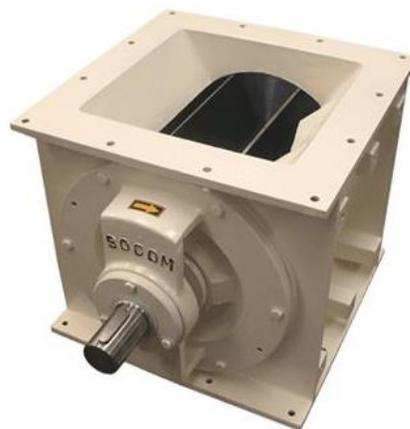
Válvula rotativa

Se selecciona una válvula rotativa, de paso vertical, apta para sistemas de presión positiva o negativa de la marca SOCOM de la serie P280.

Los rodamientos serán ubicados fuera de las tapas de la válvula ya que permiten una vida útil de estos mucho más prolongada y generan a su vez el espacio necesario para interponer un sistema de sello mediante prensa empaquetadura entre la tapa y el rotor. Estos sistemas aseguran el sellado de fugas o presión en dicho sector, que es el más crítico de la válvula rotativa.

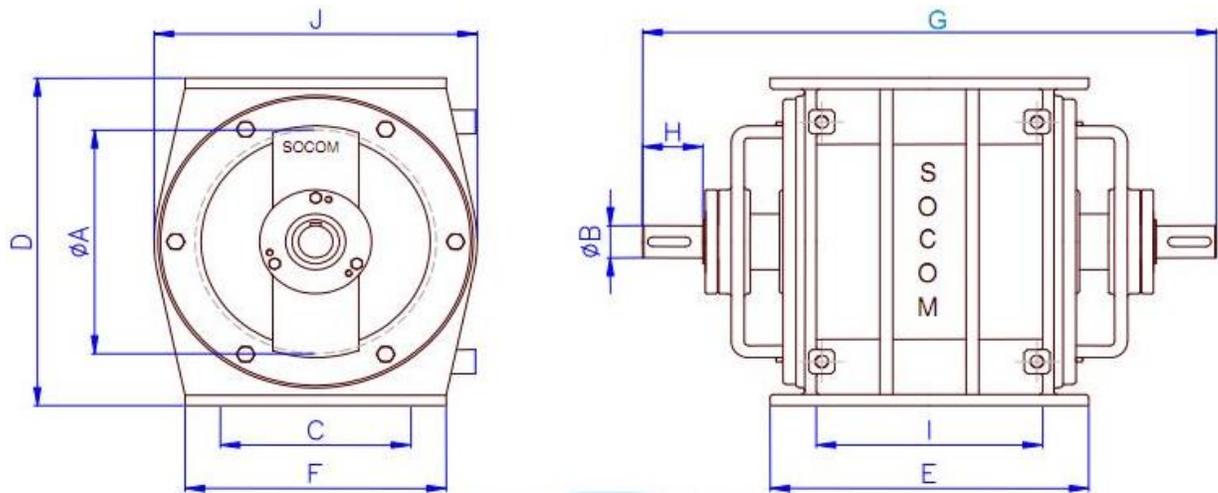
Datos de la válvula rotativa:

- Cuerpo: fundición gris.
- Rotor: construido en chapa SAE 1010 con álabes soldados.
- Capacidad máxima de desalajo: 14,04 Dm³/Rev.
- Coeficiente de llenado: 60%.



I15D

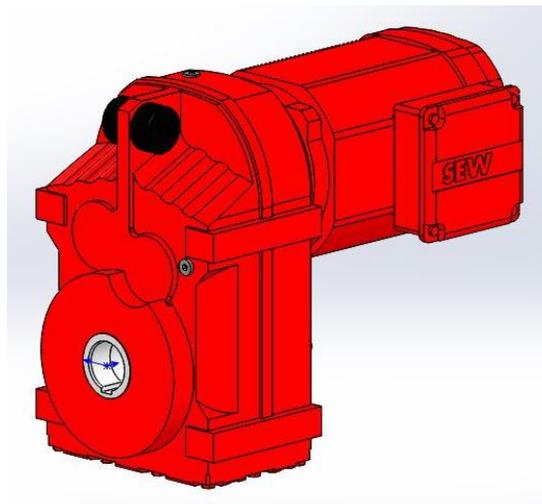
Serie	ØA	ØB	C	D	E	F	G	H	I	J	Vol./Transp. dm ³ /rev.
150	150	28	110	240	220	180	380	40	150	200	2.08
220	220	40	155	325	290	255	586	60	200	290	6.24
280	280	40	220	410	370	320	665	70	270	365	14.04
360	360	50	250	480	460	370	800	80	350	460	30.25
450	450	50	305	580	520	415	870	85	410	540	57.81
500	500	50	325	650	600	450	1000	110	490	600	81.61
600	600	55	400	800	690	530	1238	120	560	730	140.45
700*	700	55	470	900	852	622	1358	120	700	820	234.92
800*	800	65	600	980	900	760	1440	120	740	930	331.07



I16D

Motorreductor

Para la impulsión de la válvula se selecciona un motorreductor marca SEW, modelo FA57DRE80M4 que cumple con las siguientes características:



I17D

Datos técnicos		
FA57DRE80M4		
Características	Valor	Unidad
Velocidad nominal del motor	1435	1/min
Velocidad de salida	32	1/min
Índice de reducción total	44,73	
Par de salida	225	Nm
Factor de servicio SEW-FB	2,70	
Posición de montaje	M1	
Pintura imprimación/CapaFinal	3001 Rojo señal (52930010)	
Posición de conexión/caja de bornas	0	°
Entrada de cable/ Posición del conector	X	
Eje hueco	40	mm
Salida permitida con carga radial n=1400	9570	N
Cantidad de lubricante 1er reductor	2,3	Litro
Potencia del motor	0,75	kW
Factor de duración	S1-100%	
Clase eficiente	IE2	
Eficiencia (50/75/100% Pn)	79,2 / 81,3 / 81	%
Marcado CE	No	
Tensión del motor	230/400	V
Esquema de conexionado	R13	
Frecuencia	50	Hz
Corriente nominal	2,9 / 1,68	A
Cos Phi	0,79	
Clase de aislamiento	155(F)	
Tipo protección del motor	IP55	
Requisito del diseño	IEC	
Momento de inercia de masa del motor	22,37	10 ⁻⁴ kgm ²
Peso neto	40	Kg
Opciones del motor		
Aislamiento térmico 155(F)		
Color: 3001 Rojo señal (52930010)		
Grado de protección IP 55		

I18D

En los planos P14D y P15D se observa el ensamblaje del conjunto válvula rotativa, motorreductor y boca de descarga.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 15 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Alternativa 2: Filtro de mangas

El filtro será de limpieza por alta presión tipo pulse jet (por pulsos de aire comprimido) de la empresa Ventilar S. A. El cual posee las siguientes características:

- Caudal: 320 m³/min.
- Superficie filtrante: 140 m².
- Ratio de filtrado: 2,28 m³/m².
- Material filtrante: Poliéster punzonado de 350 g/m².
- Cantidad de mangas: 98 u.
- Largo de mangas: 3000 mm.
- Diámetro de mangas: 145 mm.

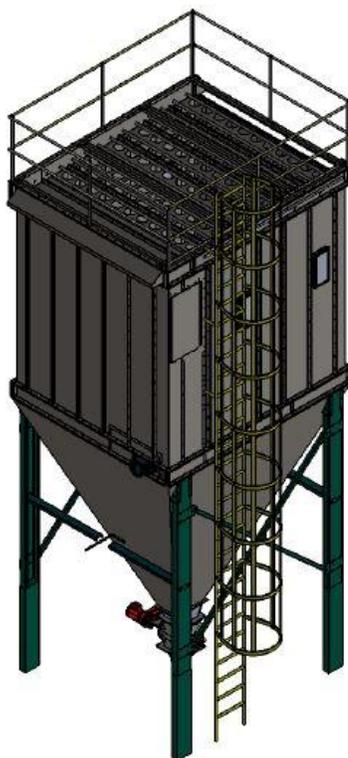
La limpieza de las mangas se realizará por medio de pulsos de aire comprimido. Para esto se necesitarán 10 m³/h de aire a 7 Kg/cm² de presión.

Tendrá cabezal simple sumando un total de 14 electroválvulas (marca ASCO, modelo SCR 353-141 J ¾" /220 V) soplando a 7 mangas en línea.

El accionado de las mismas será programado por un tablero con PLC marca SIEMENS, Logo 230RC, con Gabinete Gabexel GE 4030-16-IP 65. Las mangas se extraerán por el techo del equipo. Se sujetarán al espejo soporta mangas por medio del sistema Snap Band.

Para realizar tareas de mantenimiento contará con una plataforma superior y una escalera con guarda hombre para permitir el acceso a la misma de manera segura.

La estructura soporte del filtro será unificada con la tolva del mismo, y construida con patas de caño estructural, bastidores en perfiles normales y cruces de san Andrés en ángulos. El filtro será construido en chapa SAE 1010 N°12 (2,5 mm). El espejo soporta mangas será de chapa SAE 1010 de espesor 3/16" (4,75). Los refuerzos, costillas y bridas serán construidos en planchuela de 2" x 5/16".



I19D

Válvula rotativa

Una válvula rotativa, de paso vertical, modelo PMR 28,30, ubicada en la descarga del filtro.

- Los rodamientos serán ubicados dentro de las tapas de la válvula.
- Cuerpo: fundición gris.
- Rotor: construido en chapa SAE 1010 con álabes soldados.
- Capacidad máxima de desalojo: 14,04 Dm³/Vuelta.
- Velocidad de giro: 30 RPM.
- Coeficiente de llenado: 60%.
- Capacidad de desalojo: 240 Dm³/min.

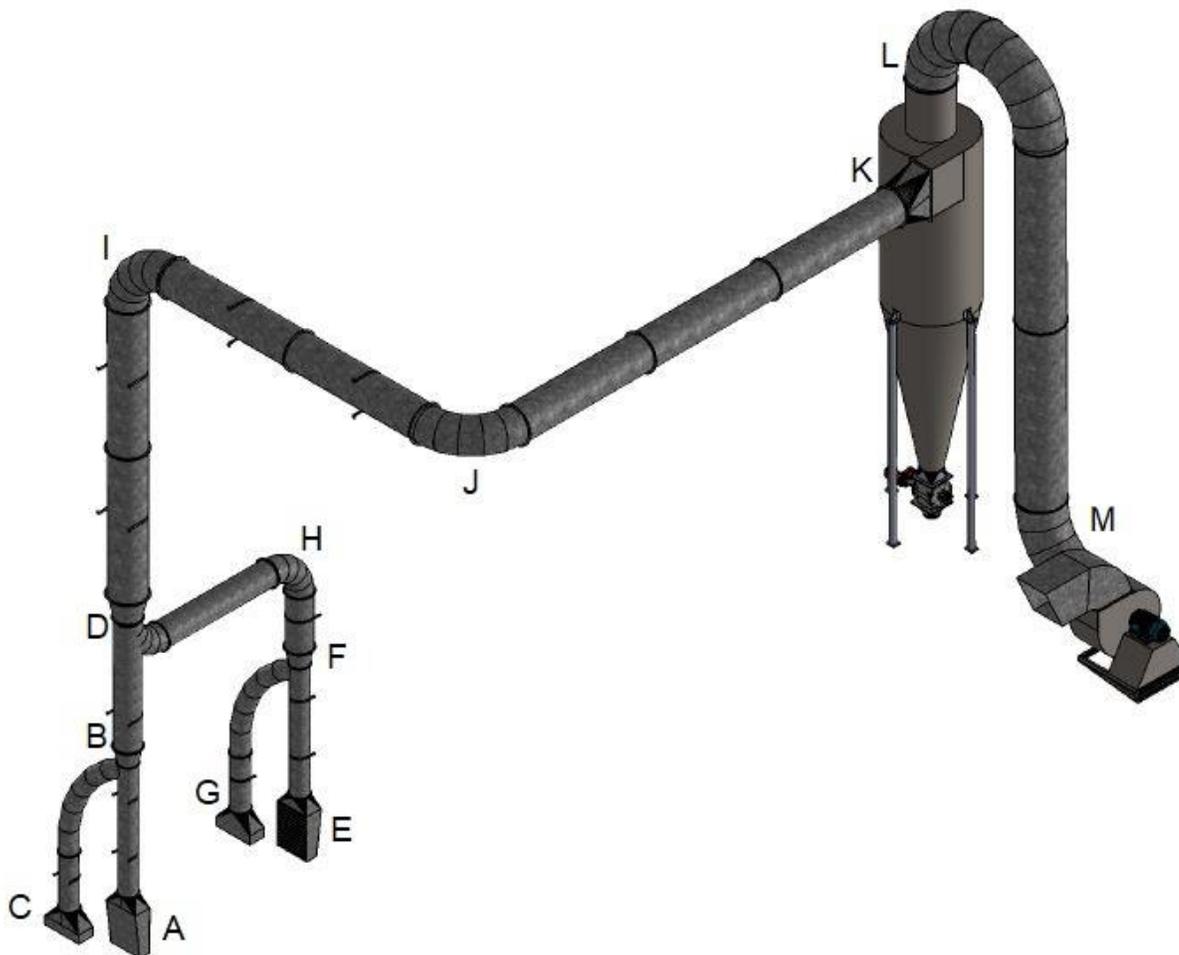
Motorreductor

- Marca ERHSA. Modelo: Polyfix PFM 90-Rel.: 1:40.
- Acoplado a motor de 2 HP/4P B5, marca WEG.
- Acople: elástico, marca TUPAC, modelo M2B.

Tuberías

Se diseñó un sistema de conductos, construidos en chapa galvanizada para llegar a los distintos puntos. Serán de sección circular, lisos, libres de abolladuras y de espesores variables según el diámetro adoptado en cada sección.

Alternativa 1: Ciclón



I20P

Tramos rectos

En la tabla se especifica el diámetro de caño adoptado y el espesor de chapa necesario para su fabricación.

Tramo	Diámetro [mm]	Espesor (calibre de chapa)
A-B	300	20
C-B	300	20
B-D	420	18
E-F	300	20
G-F	300	20
F-H	420	18
H-D	420	18
D-I	600	16
I-J	600	16
J-K	600	16
L-M	755	16

T02P

Los tramos rectos de conductos no serán mayores de 3,6 m y las uniones entre los mismos será por medio de bridas.

Los detalles constructivos se pueden visualizar en el plano P18P.

Codos y uniones

Las curvas serán de radio medio $R = 1,5$ veces el diámetro del caño y con un mínimo de 5 gajos para curvas de 90° .

El espesor de chapa adoptado para la fabricación se detalla a continuación:

Diámetro [mm]	Calibre de chapa	Plano
300	18	P19P / P23P
420	16	P20P / P24P
600	14	P21P
755	14	P22P

T03P

Cambios de sección

Entiéndase por cambio de sección a los elementos ubicados a la entrada y salida del depurador, en los cuales la sección transversal de los conductos cambia de forma circular a rectangular. En todos los casos, el espesor de la chapa se mantiene igual el espesor que posea el conducto en dicha sección.

Ver planos P30P y P32P.

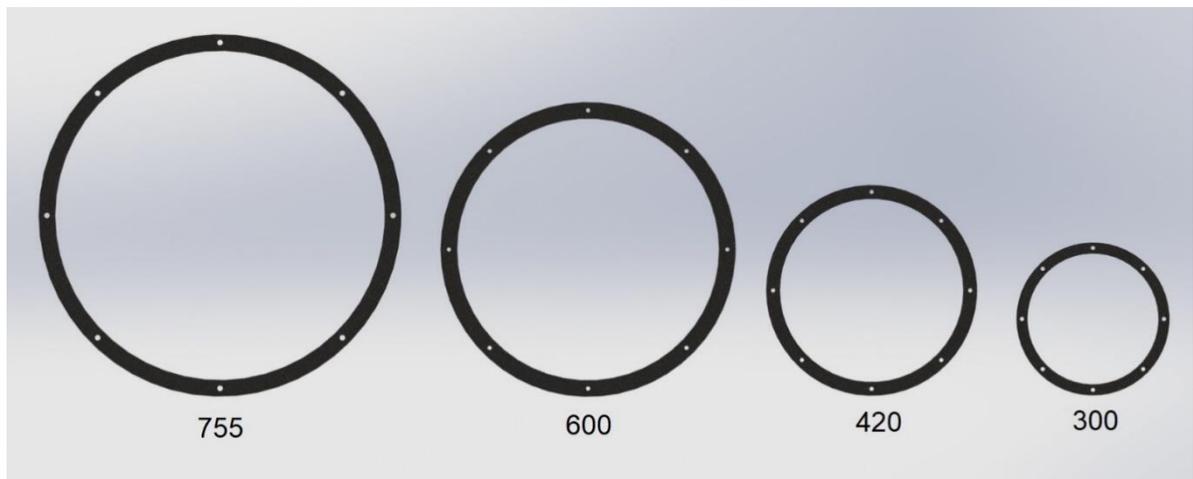
Bridas

Las mismas serán soldadas en los extremos de los tramos rectos, codos, uniones, cambios de sección y equipos. Se fabricarán a partir de planchuela SAE 1010 rolada y contarán con 8 orificios pasantes.

Las dimensiones de dichas planchuelas varían según el diámetro, como se observa en la siguiente tabla:

Diámetro [mm]	Tipo de planchuela	Cantidad
300	1" x 1/4"	16
420	1 1/4" x 1/4"	12
600	1 1/2" x 1/4"	20
755	1 3/4" x 1/4"	12

T04P



I21P

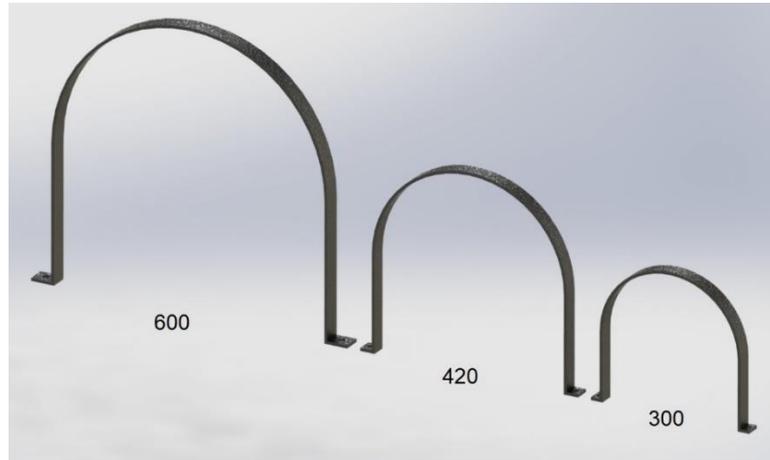
El detalle de cada tipo de brida se puede observar en los planos de P26P a P29P.

Sujeciones

Se diseñaron dos formas básicas de sujeciones, según la disposición del trazado de la cañería.

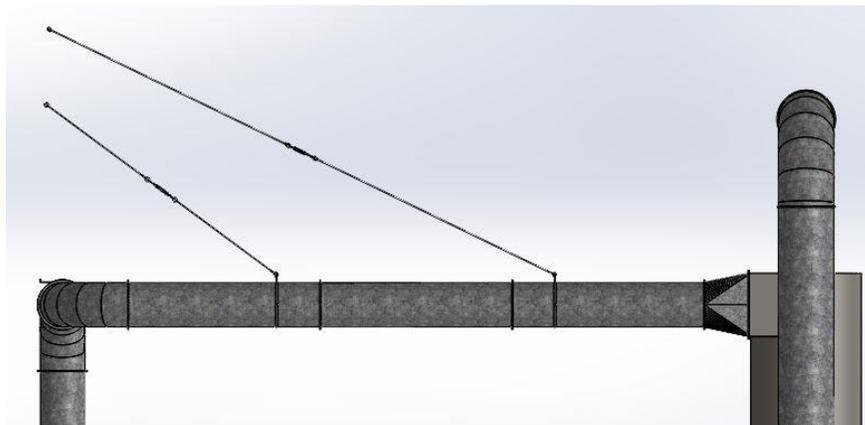
La primera forma son sujeciones adosadas a la pared, de tipo omega atornilladas a la pared mediante tornillos. Serán fabricadas mediante rolado en planchuela 1 1/4" x 1/4" de acero SAE 1010.

En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en los planos P34P, P35P y P36P.



I22P

El segundo formato de sujeción se diseñó para el tramo J-K, dado que, al no encontrarse adosado a la pared, no podrá fijarse con las sujeciones ya descritas. Por tanto, el mismo se fijará a través de varillas trefiladas SAE 1010 de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, sujetas a la pared de los silos en un extremo y en el otro a un cáncamo de planchuela SAE 1010 de $1\frac{1}{4}$ " x $\frac{1}{4}$ ", que se abraza a la tubería. En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en el plano P25P y P37P.



I23P

Estas varillas constarán de un tensor metálico, de marca genérica, que permita ajustar la tensión de la misma.



I24P

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 21 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Vista del cáncamo:



I25P

En total se necesitarán:

Sujeción	Medida	Cantidad
<i>Omega</i>	300	6
<i>Omega</i>	420	2
<i>Omega</i>	600	4
<i>Rienda</i>	600	2

T05P

Tornillería

Para el montaje de las uniones bridadas se utilizarán tornillos cabeza hexagonal de acero galvanizado, según el tamaño de la brida como se muestra a continuación:

Brida	Tornillo	Cantidad
300	3/8" x 1"	48
420	3/8" x 1"	48
600	3/8" x 1"	80
755	1/2" x 1"	48
<i>Brida de entrada al depurador</i>	3/8" x 1"	12

T06P

A cada tornillo le corresponde una arandela plana, Grower y tuerca de la medida indicada. Además, cada unión bridada será sellada con masilla para metales, a fin de asegurar la hermeticidad de los conductos.



I25P

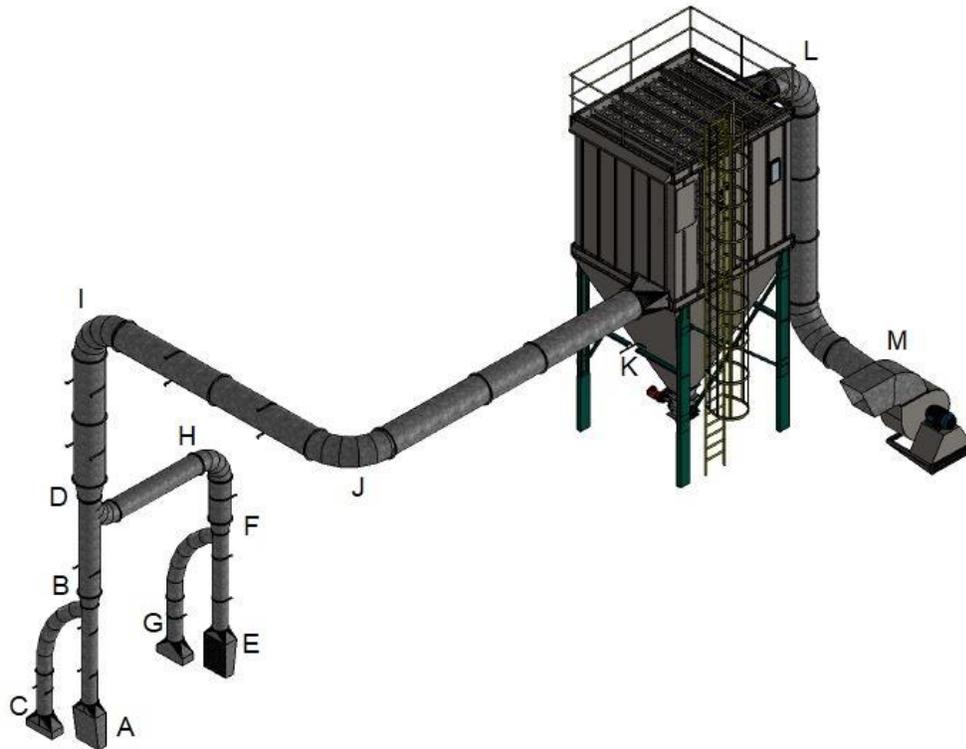
Para las sujeciones se necesitarán:

Sujeción	Tornillo	Cantidad
300	3/8" x 1 1/2"	12
420	1/2" x 1 1/2"	4
600	1/2" x 1 1/2"	12
Cáncamo	1/2" x 1 1/2"	4

T07P

Los tornillos que sujetan los conductos a la pared contarán de un tarugo y una arandela plana del diámetro correspondiente. A su vez, los soportes que se ubican sobre la pared de chapa del vestíbulo, se fijarán con una tuerca, una arandela plana y una Grower.

Alternativa 2: Filtro de mangas



I26P

Esta segunda alternativa es similar a la primera, por lo tanto, solo se especificarán las modificaciones a realizar.

Tramos rectos

Tramo	Diámetro [mm]	Espesor (calibre de chapa)
A-B	300	20
C-B	300	20
B-D	420	18
E-F	300	20
G-F	300	20
F-H	420	18
H-D	420	18
D-I	600	16
I-J	600	16
J-K	600	16
L-M	600	16

T08P

Los detalles constructivos se pueden visualizar en el plano P38P.

Codos y uniones

La única diferencia es que, en esta alternativa el diámetro máximo a utilizar es de 600 mm.

Bridas

Diámetro [mm]	Tipo de planchuela	Cantidad
300	1" x 1/4"	16
420	1 1/4" x 1/4"	12
600	1 1/2" x 1/4"	36

T09P

Sujeciones

La diferencia en este caso, es que las riendas que sujetan el tramo J-K serán más largas. Ver el plano P47P.

Tornillería

Para el montaje de las uniones bridadas se utilizarán tornillos cabeza hexagonal de acero galvanizado, según el tamaño de la brida como se muestra a continuación:

Brida	Tornillo	Cantidad
300	3/8" x 1"	48
420	3/8" x 1"	48
600	3/8" x 1"	128
<i>Brida de entrada y salida del depurador</i>	3/8" x 1"	24

T10P

Ventilador

Se seleccionó un ventilador centrífugo de la empresa Gatti Ventilación, el cual posee las siguientes características:

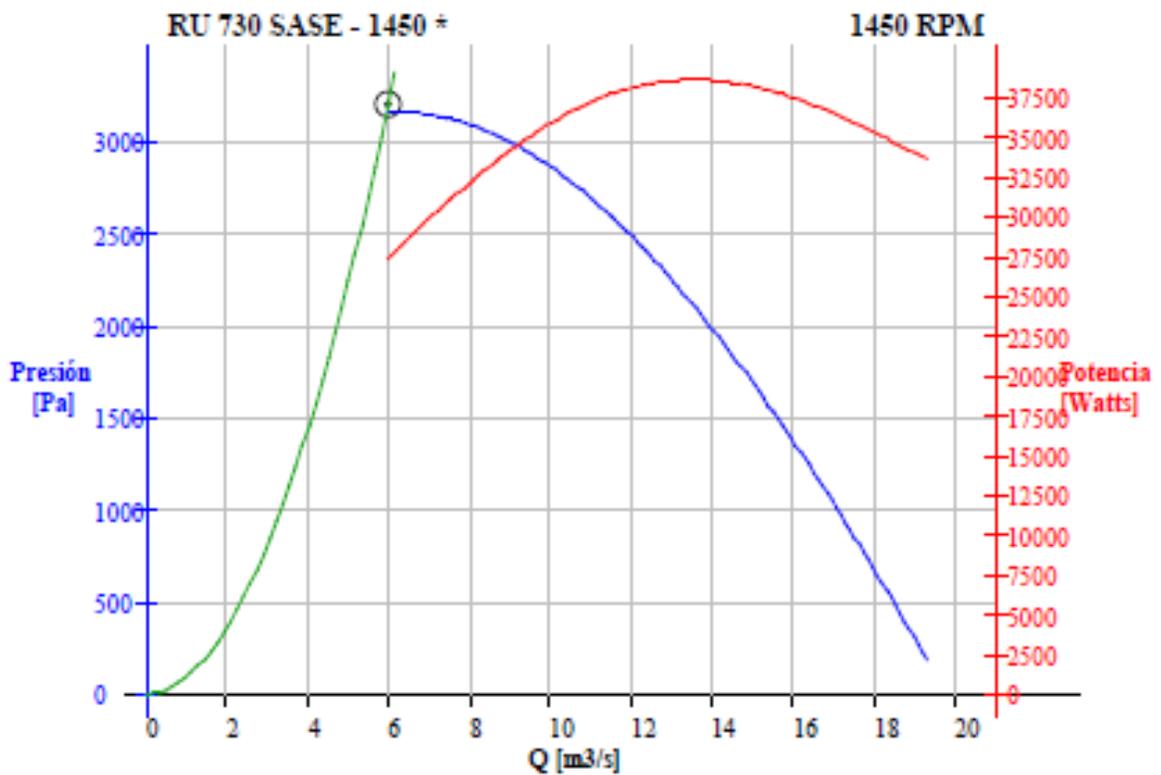
- Modelo: RU 730 SASE.
- Sistema: Trifásico.
- Potencia: 36,64 HP
- N.º de polos: 4
- Velocidad: 1450 RPM
- Arreglo: DM4
- Caudal: 6 m³/s
- Presión total: 3192 Pa



I27F



CURVA DE PERFORMANCE (Baix norma IRAM 19004)



PRESTACIONES	PARÁMETROS	LEYENDA
Q= 5,98 m ³ /s Pe= 3149,41 Pa N= 27319,39 Watts N= 36,64 HP As= 0,71 m ² Vs= 8,4225 m/s Pd= 42,5989 Pa Pt= 3192,0081 Pa Rt= 0,6987 SPLt= 86,0281 dB SPL(A)=80,8306 dB	Velocidad giro=1450 RPM Temperatura=18 °C altura=0 m	● Pe: Presión estática [Pa] ● N: Potencia [Watts] ● Ps: Presión del sistema [Pa] ⊙ Punto de búsqueda Q: Caudal [m ³ /s] As: Area de salida [m ²] Vs: Velocidad de salida [m/s] Pd: Presión dinámica [Pa] Pt: Presión total [Pa] Rt: Rendimiento total SPL: Nivel Presión Sonoro [dB]

I28F

Motor

Para proveer la potencia que el ventilador necesita se seleccionó un motor trifásico de 40 HP de catálogo Weg (edición de 08/2007).



I29F

Motores Trifásicos Cerrados - W21

Alta Eficiencia

Potencia	Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado Ip / In	Momento Nominal Cn (NM)	Momento con rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax. Cn	380 V						Factor de servicio F.S.	Momento de Inercia J kgm²	Tiempo max. con rotor bloqueado en caliente / frío (s)	Peso aprox. (kg)	
								Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ							
								% de la potencia nominal										
IV Polos - 1500 rpm																		
0.12	0.16	63	1415	0.43	4.5	0.79	2.6	2.7	56.5	62.5	64.5	0.43	0.55	0.65	1.00	0.00045	20/44	7.5
0.18	0.25	63	1400	0.61	4.6	1.25	2.6	2.7	58	64	67.5	0.44	0.55	0.66	1.00	0.00056	27/59	7.8
0.25	0.33	71	1400	0.73	5	1.66	3	3.1	69	73	75	0.5	0.61	0.69	1.00	0.00079	48/106	11.6
0.37	0.5	71	1395	1.08	5	2.52	2.7	2.8	69	74	75.5	0.47	0.59	0.69	1.00	0.00079	37/81	10.9
0.55	0.75	80	1430	1.37	6	3.68	2.6	2.8	72	77	78	0.56	0.69	0.78	1.00	0.00242	17/37	13.9
0.75	1	80	1420	1.74	6	4.95	2.6	2.6	76	78.6	80.1	0.62	0.75	0.82	1.00	0.00328	16/35	15.9
1.1	1.5	90S	1445	2.49	7	7.29	2.6	3	80	83.8	83.8	0.59	0.72	0.8	1.00	0.0056	14/31	20.8
1.5	2	90L	1450	3.47	7.5	9.69	2.8	3.3	80.5	84.6	85.2	0.54	0.68	0.77	1.00	0.00672	10/22	23.8
2.2	3	90L	1420	5.29	5.8	14.84	2.7	2.5	76.5	79	81	0.55	0.69	0.78	1.00	0.00672	8/18	24.0
2.2	3	100L	1425	4.66	7.4	14.79	3	3	85.3	86.4	86.4	0.65	0.77	0.83	1.00	0.01072	17/37	32.1
3	4	100L	1430	6.27	7.8	19.65	2.9	3.3	84.5	86.5	87.5	0.64	0.76	0.83	1.00	0.01225	11/24	39.3
4	5.5	112M	1445	8.26	6.6	26.73	2.1	2.6	87.1	88.3	88.6	0.66	0.77	0.83	1.00	0.01875	12/26	47.0
5.5	7.5	132S	1465	10.95	8.5	35.96	2.4	3.1	88	89.6	90.1	0.69	0.79	0.85	1.00	0.05427	12/26	67.2
7.5	10	132S	1465	14.74	8.2	47.95	2.5	3	88.5	90	90.2	0.7	0.81	0.86	1.00	0.05815	9/20	80.0
7.5	10	132M	1465	14.63	8.2	47.95	2.5	3	89	90	90.4	0.71	0.81	0.86	1.00	0.0659	9/20	77.3
9.2	12.5	132M	1465	18.19	8	59.93	2.5	3	88	89.5	90.4	0.68	0.8	0.85	1.00	0.06202	7/15	74.0
9.2	12.5	160M	1460	18.32	5.6	60.14	2.3	2.3	89.6	91	91	0.7	0.8	0.84	1.00	0.08029	27/59	106.8
11	15	160M	1465	22.11	6	71.92	2.5	2.6	90.3	91.4	91.2	0.68	0.78	0.83	1.00	0.10037	19/42	118.3
15	20	160L	1465	29.89	6.1	95.89	2.5	2.6	90.5	91.9	91.8	0.66	0.77	0.83	1.00	0.11542	17/37	129.7
18.5	25	180M	1470	36.74	8	119.46	2.9	2.9	91.6	93	93.4	0.65	0.76	0.82	1.00	0.19733	12/26	175.1
22	30	180L	1475	41.47	7.9	142.86	2.8	2.8	92.5	93.5	93.7	0.71	0.81	0.86	1.00	0.23321	16/35	195.1
30	40	200L	1475	58.53	7	190.48	2.5	2.6	93	94	93.9	0.67	0.78	0.83	1.00	0.33095	18/40	245.2
37	50	200L	1470	72.67	6.2	238.91	2.1	2.2	92.5	93	93.2	0.69	0.79	0.83	1.00	0.38611	19/42	277.8
37	50	225S/M	1480	68.63	7.2	237.3	2.2	2.7	93	94	94.1	0.76	0.84	0.87	1.00	0.69987	16/35	369.5

I30F

Características para la selección del motor:

<i>Potencia [HP]</i>	40
<i>R.P.M</i>	1500
<i>N° Polos</i>	4
<i>Tensión Nominal [V]</i>	380
<i>Corriente Nominal [A]</i>	58,53
<i>Cos fi</i>	0,83
<i>Peso [kg]</i>	245,2
<i>Carcasa IEC</i>	200 L
<i>Protección</i>	IP 55
<i>Tipo de arranque</i>	Y- Δ

T11F

Recomendaciones para montaje

Conexión de conductos:

Los conductos deben ser conectados al ventilador con conexiones flexibles siempre que sea posible, para reducir la vibración y ser sujetado de forma independiente; conectar los conductos directamente al ventilador puede distorsionar algunos componentes causando vibraciones y contacto entre partes rotantes.

Como regla general, las conexiones flexibles son requeridas en todos los ventiladores que operan arriba de los 120°C y en ventiladores montados sobre sistemas anti vibratorios.

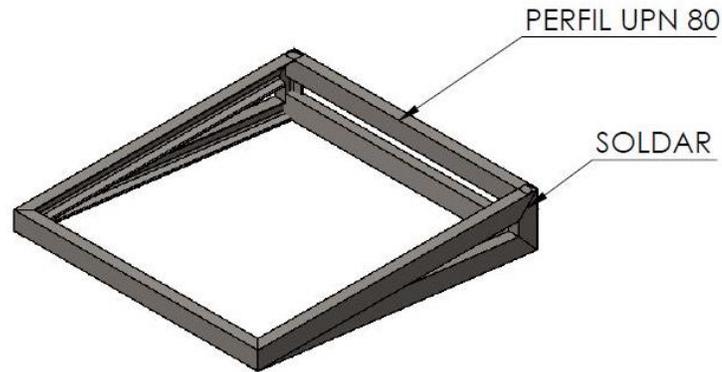
Base:

Plataformas de acero pueden ser usadas para aplicaciones elevadas. Estas deben ser adecuadamente sujetadas en todas direcciones para prevenir deslizamientos.

El Ventilador deberá ser montado únicamente por su Base donde se encuentran los orificios de fijación. Se deberá utilizar tacos anti vibratorios de ser necesario.

Base

Dada la inclinación de 7° del lugar donde se instalará el ventilador, se diseñó una estructura metálica de base para soportar el equipo. La misma se construirá de perfil UPN 80 SAE 1010 y será soldada en sus extremos como se muestra en la imagen.

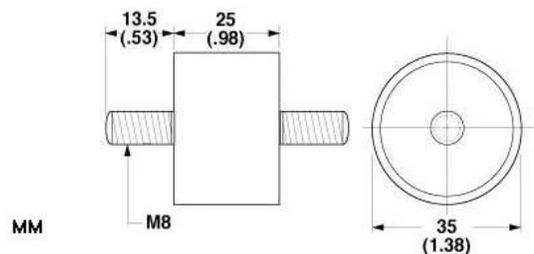


I31F

En el plano P42F se pueden observar los detalles para su fabricación. Adicionalmente, la misma contará con tacos de goma para reducir las vibraciones.

SOPORTE CILINDRICO ANTIVIBRATORIO:

- CIERRE: Acero, Galvanizado.
- ISOLATOR: Caucho Natural.
- PARA CARGAS DE COMPRESIÓN: 21-48 kg.
- PARA LAS CARGAS DE CIZALLA: 12 a 30 kg.



I32F

I33F

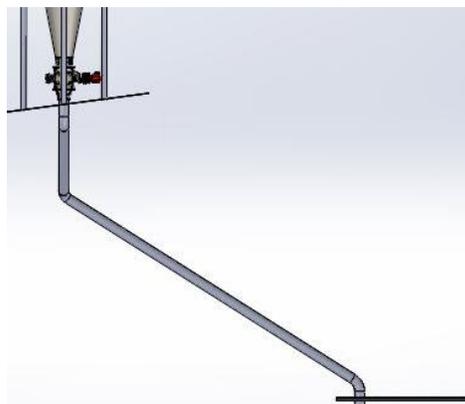
Transporte por gravedad

La salida de la válvula rotativa del depurador se conectará a un sistema de conductos, lisos y libres de rugosidad, el cual transportará por gravedad el material colectado hacia la tolva de descarga de harinas, para ser inyectado al proceso de elaboración de piensos.

Los conductos se construirán de caño sin costura de diámetro 4" y espesor de pared 2,5 mm de acero SAE 1010 y las uniones entre los distintos tramos serán soldadas.

Las imágenes permiten apreciar la forma final del sistema de descarga.

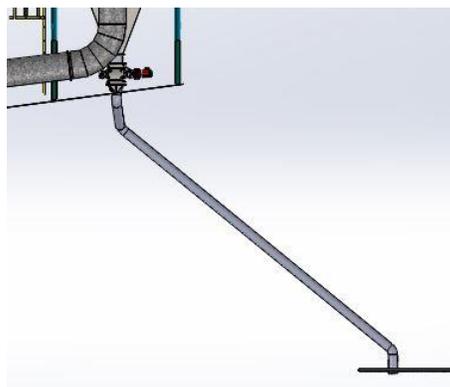
- Alternativa con ciclón:



I34P

Detalle de la longitud de los conductos y codos en plano P45P.

- Alternativa con filtro de mangas:



I35P

Detalle de la longitud de los conductos y codos en plano P46P.

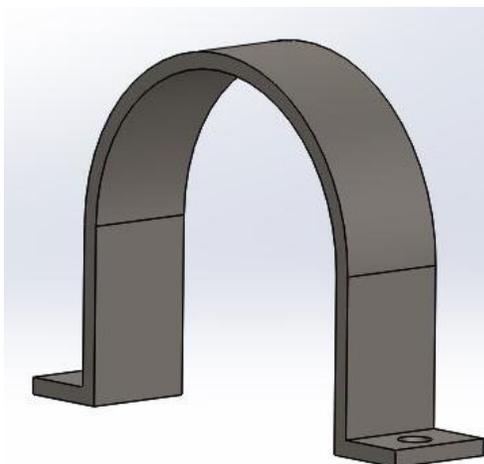
Sujeciones

Las sujeciones a la pared serán de tipo omega atornilladas a la pared mediante tornillos cabeza hexagonal de 3/8" x 1 1/2" con tarugos y arandelas planas. Las mismas serán fabricadas mediante rolado en planchuela 1" x 3/16" de acero SAE 1010.

Componente	Cantidad
Sujeción 100 mm	3
Conjunto tornillo, tarugo y arandela	6

T12P

En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en los planos de P34P.



I36P

Secuencias de montajes y programación del proyecto

Para la programación de las tareas de montaje del proyecto se parte de la idea de llevar a cabo la implementación de la solución sin interferir con las operaciones normales de la planta. Para cumplir con este propósito se optó por realizar la primera etapa del montaje (tareas sobre la plataforma) los días sábado y domingo, porque los fines de semana no se descargan camiones.

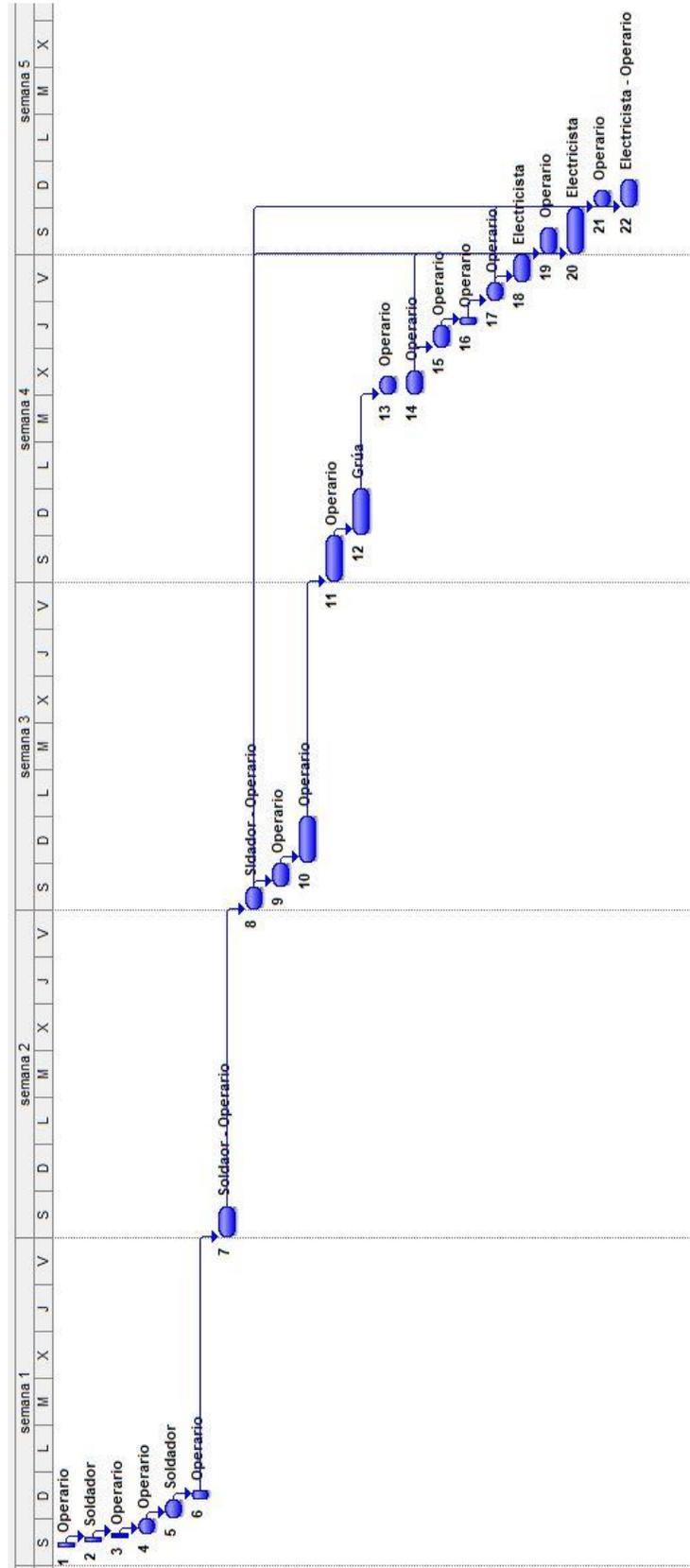
La segunda etapa del montaje (tareas sobre el techo) se podrá realizar de forma continua a lo largo de la semana sin interrumpir las operaciones normales de funcionamiento.

En la tabla se muestran en orden las tareas a realizar, como así también su duración, fecha de inicio y finalización, recursos y mano de obra necesaria, y precio por horas de la misma.

		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos	Cantidad de recursos	Costo M.O
1		Retirar rejilla de tolva de descarga	3 horas	sáb 1/12/18	sáb 1/12/18		Operario	4	\$ 1.448,00
2		Fijar soporte de trampa de polvo	3 horas	sáb 1/12/18	sáb 1/12/18	1	Soldador	2	\$ 1.448,00
3		Montar trampas sobre soporte	1 hora	sáb 1/12/18	sáb 1/12/18	2	Operario	3	\$ 372,00
4		Montar campanas inferiores	3 horas	sáb 1/12/18	sáb 1/12/18	3	Operario	4	\$ 1.448,00
5		Cerrar espacios inutilizados	3 horas	dom 2/12/18	dom 2/12/18	4	Soldador	2	\$ 744,00
6		Colocar rejilla y rampas	5 horas	dom 2/12/18	dom 2/12/18	5	Operario	4	\$ 2.480,00
7		Montar estructura del vestíbulo	9 horas	sáb 8/12/18	sáb 8/12/18	6	Soldador - Operario	4	\$ 4.000,00
8		Colocación de la puerta solapable	5 horas	sáb 15/12/18	sáb 15/12/18	7	Soldador - Operario	4	\$ 2.480,00
9		Recubrimiento con chapas	5 horas	sáb 15/12/18	sáb 15/12/18	8	Operario	4	\$ 2.480,00
10		Montaje de tramos interiores al vestibulo	10 horas	dom 16/12/18	dom 16/12/18	9	Operario	4	\$ 4.960,00
11		Montaje de tramos hasta D-I	10 horas	sáb 22/12/18	sáb 22/12/18	10	Operario	4	\$ 4.960,00
12		Subir equipos a planta alta	10 horas	dom 23/12/18	dom 23/12/18	11	Grúa	6	\$ 9.000,00
13		Montaje de tramos hasta I-J	3 horas	mié 26/12/18	mié 26/12/18	12	Operario	4	\$ 1.448,00
14		Montaje del depurador	6 horas	mié 26/12/18	mié 26/12/18		Operario	4	\$ 2.976,00
15		Montaje de tramo J-K	5 horas	jue 27/12/18	jue 27/12/18	14	Operario	4	\$ 2.480,00
16		Montaje tramo L-M	4 horas	jue 27/12/18	jue 27/12/18	15	Operario	4	\$ 1.984,00
17		Montaje de ventilador	3 horas	vie 28/12/18	vie 28/12/18	16	Operario	4	\$ 1.488,00
18		Intalación eléctrica de ventilador	10 horas	vie 28/12/18	vie 28/12/18	17	Electricista	2	\$ 3.000,00
19		Instalación de caño de descarga	7 horas	sáb 29/12/18	sáb 29/12/18	14	Operario	3	\$ 2.650,00
20		Instalación eléctrica de puerta y luminaria	10 horas	sáb 29/12/18	sáb 29/12/18	8	Electricista	2	\$ 3.000,00
21		Montaje de cortina	2 horas	dom 30/12/18	dom 30/12/18	8	Operario	2	\$ 496,00
22		Puesta en marcha y ajuste del sistema	8 horas	dom 30/12/18	dom 30/12/18	17	Electricista - Operario	4	\$ 6.368,00

T13M

A continuación, se puede observar un diagrama de Gantt de la secuencia de montaje del proyecto, donde se aprecia la duración y secuencia de las tareas a realizar, y el tiempo esperado de finalización que es de 5 semanas (30 días).



I37M

Evaluación de costos

Este proyecto de ingeniería se basa en la idea de prevenir situaciones de riesgo en la que las personas se encuentran sometidas o expuestas a contaminantes pulverulentos.

En tal caso no será evaluado el retorno de la inversión ya que la solución no genera ingreso de dinero, porque tiene un carácter ambiental y de seguridad e higiene.

Sin embargo, se evaluará el costo de inversión, los costos operativos y se estimará la cantidad de material recuperado que actualmente se pierde en el ambiente. No se contemplarán los costos de mantenimiento.

Estudio de costos de inversión

Se realizó el estudio económico para cada una de las soluciones propuestas, a su vez se subdividen en cinco partes, las cuales son:

Diseño y cálculo general

El diseño realizado por profesionales tiene un costo determinado; el precio del proyecto de una instalación de este tipo, hoy en día es aproximadamente en un 15% del valor total de la instalación (mano de obra, equipos y materiales).

Mano de obra de fabricación

La mano de obra se realiza por oficiales metalúrgicos, los mismos llevaran a cabo las tareas necesarias para la fabricación de cada pieza. El costo por unidad fabricada de la misma se puede observar en las siguientes tablas:

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 35 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Alternativa con ciclón:

MANO DE OBRA				
COMPONENTE	CANT.	TAREAS A REALIZAR	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
VESTÍBULO	1	CORTE DE PERFILES Y ARMADO DE ESTRUCTURA	\$ 17.000,00	\$ 17.000,00
TRAMPA DE POLVO	21	CORTE, PLEGADO Y ARMADO DE MÓDULOS	\$ 500,00	\$ 10.500,00
BASTIDOR	1	CORTE DE PERFILES Y SOLDADO	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
CAMPANAS	4	CORTE, PLEGADO Y SOLDADO	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00
BRIDAS 300	16	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 1.984,00
BRIDAS 420	12	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 1.488,00
BRIDAS 600	20	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 2.480,00
BRIDAS 755	12	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 1.488,00
SUJECION 300	6	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 690,00
SUJECION 420	2	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 230,00
SUJECION 600	4	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 460,00
SUJECION 600 (cáncamo)	2	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 140,00	\$ 280,00
SUJECION 600 (rienda)	3	CORTE DE MASIZO REDONDO TREFILADO	\$ 100,00	\$ 300,00
TRAMOS 300	4	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 1.984,00
CURVAS 300	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
UNION 300-420	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 992,00
TRAMOS 420	3	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 1.488,00
CODOS 420	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
UNION 420-600	1	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 496,00
TRAMOS 600	7	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 850,00	\$ 5.950,00
CODOS 600	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
CAMBIO DE SECCIÓN (entreda al ciclón)	1	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 596,00	\$ 596,00
CODOS 755	3	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 2.100,00
TRAMOS 755	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 850,00	\$ 1.700,00
DESCARGA VENTILADOR	1	CORTE, PLEGADO, ROLADO Y SOLDADO	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
BASE VENTILADOR	1	CORTE DE PERFILES Y ARMADO DE ESTRUCTURA	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
CICLÓN	1	CORTE DE CHAPAS, CILINDRADO Y ENSAMBLAJE	\$ 35.000,00	\$ 35.000,00
CAMBIO DE SECCIÓN (válvula rotativa)	2	CORTE, PLEGADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
TRAMOS DESCARGA	1	CORTE, DOBLADO Y SOLDADO DE TUBOS	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
BRIDA DE DESCARGA	1	CORTE, PLEGADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 700,00
TOTAL				\$ 108.506,00

*Los precios se tomaron el **3/9/2018**

T14AE

Para la fecha en que se realizó el cálculo, la cotización del dólar era \$38,08 USD según el dato oficial del Banco Nación, por lo tanto, el costo de la mano de obra de fabricación es \$2.849,42 USD.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 36 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Alternativa con filtro de mangas:

MANO DE OBRA				
COMPONENTE	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
VESTÍBULO	1	CORTE DE PERFILES Y ARMADO DE ESTRUCTURA	\$ 17.000,00	\$ 17.000,00
TRAMPA DE POLVO	21	CORTE, PLEGADO Y ARMADO DE MÓDULOS	\$ 500,00	\$ 10.500,00
BASTIDOR	1	CORTE DE PERFILES Y SOLDADO	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
CAMPANAS	4	CORTE, PLEGADO Y SOLDADO	\$ 1.500,00	\$ 6.000,00
BRIDAS 300	16	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 1.984,00
BRIDAS 420	12	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 1.488,00
BRIDAS 600	36	CORTE DE PERFILES, ROLADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 124,00	\$ 4.464,00
SUJECION 300	6	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 690,00
SUJECION 420	2	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 230,00
SUJECION 600	4	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO Y PERFORADO	\$ 115,00	\$ 460,00
SUJECION 600 (cáncamo)	2	CORTE DE PERFILES, ROLADO, PLEGADO, SOLDADO Y PERFORADO	\$ 140,00	\$ 280,00
SUJECION 600 (rienda)	2	CORTE MASIZO REDONDO TREFILADO	\$ 100,00	\$ 200,00
TRAMOS 300	4	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 1.984,00
CURVAS 300	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
UNION 300-420	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 992,00
TRAMOS 420	3	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 496,00	\$ 1.488,00
CODOS 420	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 1.400,00
UNION 420-600	1	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 700,00
TRAMOS 600	9	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 850,00	\$ 7.650,00
CODOS 600	5	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 3.500,00
CAMBIO DE SECCIÓN (filtro y válvula rotativa)	2	CORTE, CILINDRADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 596,00	\$ 1.192,00
DESCARGA VENTILADOR	1	CORTE, PLEGADO, ROLADO Y SOLDADO	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
BASE VENTILADOR	1	CORTE DE PERFILES Y ARMADO DE ESTRUCTURA	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
TRAMOS DESCARGA	1	CORTE, PLEGADO Y SOLDADO DE BRIDAS	\$ 700,00	\$ 700,00
BRIDA DE DESCARGA	1	CORTE, DOBLADO Y SOLDADO DE TUBOS	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
TOTAL				\$ 73.302,00

*Los precios se tomaron el **3/9/2018**

T15AE

Al igual que la alternativa anterior, el costo es \$1.924,95 USD.

Costos de equipos

Se detallan los costos de los equipos seleccionados para cada alternativa.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 37 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Alternativa con ciclón:

COSTOS DE EQUIPOS			
CANT.	COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	PUERTA DE SOLPAMIENTO	ASA LONG. VANO 3600 , ALTURA VANO 4500	\$ 86.304,00
2	LUMINARIA	LÁMPARA LED CORE LINE PHILIPS 80w, 8000 lm	\$ 8.834,00
1	VÁLVULA ROTATIVA	VÁLVULA ROTATIVA PASO VERTICAL	\$ 60.000,00
1	VENTILADOR	VENTILADOT CENTRIFUGO 6 m ³ /s	\$ 70.904,00
1	MOTOR	MOTOR TRIFÁSICO WEG 40 HP	\$ 79.483,00
1	MOTORREDUCTOR	MOTORED. TRIFÁSICO SEW 1HP 30 RPM	\$ 48.400,00
TOTAL			\$ 353.925,00

*Los precios se tomaron el **3/9/2018**

T16AE

El precio de los equipos incluyendo el IVA será de \$9.294,24 USD.

Alternativa con filtro de mangas:

COSTOS DE EQUIPOS			
COMPONENTE	CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
PUERTA DE SOLPAMIENTO	1	ASA LONG. VANO 3600, ALTURA VANO 4500	\$ 86.304,00
LUMINARIA	2	LÁMPARA LED CORE LINE PHILIPS 80w, 8000 lm	\$ 8.834,00
VÁLVULA ROTATIVA	1	VÁLVULA ROTATIVA PASO VERTICAL	\$ 60.000,00
DEPURADOR	1	FILTRO DE MANGAS PULSE JET	\$ 1.350.000,00
VENTILADOR	1	VENTILADOT CENTRIFUGO 6 m ³ /s	\$ 70.904,00
MOTOR	1	MOTOR TRIFÁSICO WEG 40 HP	\$ 79.483,00
MOTORREDUCTOR	1	MOTORED. TRIFÁSICO SEW 1HP 30 RPM	\$ 48.400,00
TOTAL			\$ 1.703.925,00

*Los precios se tomaron el **3/9/2018**

T17AE

Para la segunda alternativa es de \$44.745,93 USD.

Costos de materiales

La tabla final de materiales necesarios y sus costos se detalla a continuación. A diferencia de los demás costos analizados hasta ahora, en esta no se diferencia entre ambas alternativas.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 38 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

MATERIALES				
COMPONENTE	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
ESTRUCTURA DEL VESTIBULO	CAÑO ESTRUCT. 60X40 ESP 2, L=6000 SAE 1010	10	\$ 1.516,75	\$ 15.167,50
CERRAMIENTO LATERAL	CHAPA TRAPEZOIDAL T-101 0,5 mm ZINCALUM	4	\$ 955,12	\$ 3.820,48
CERRAMIENTO DEL VESTIBULO	CORTINA FLEXIBLE ANCHO 200, LONG=1000 PVC	2	\$ 1.380,00	\$ 2.760,00
CERRAMIENTO DEL VESTIBULO	CORTINA FLEXIBLE ANCHO 200, LONG=4500 PVC	1	\$ 1.380,00	\$ 1.380,00
TRAMPAS DE POLVO	CHAPA LISA N°14 1500X3000 SAE 1010	21	\$ 2.376,84	\$ 49.913,64
TRAMPAS DE POLVO	CADENA ACERO AL CARBONO ESP 2,2 PASO 14	10	\$ 130,00	\$ 1.300,00
CERRAMIENTO DE REJILLA	CHAPA SEMILLA MELÓN 1/8" 1,5X3 SAE 1011	1	\$ 5.951,25	\$ 5.951,25
BASTIDOR	CAÑO ESTRUCT. 50X30 ESP 2,5, L=6000 SAE 1010	7	\$ 1.376,00	\$ 9.632,00
CAMPANAS	CHAPA GALVANIZADA N°16 1220X2440	6	\$ 2.400,15	\$ 14.400,90
CICLÓN	CHAPA LISA N°12 1500X3000 SAE 1010	13	\$ 5.200,00	\$ 67.600,00
PATAS DE CICLÓN	CHAPA LISA 3/16" 1,5X3 SAE 1010	1	\$ 7.133,00	\$ 7.133,00
PATAS DE CICLÓN	CAÑO REDONDO 4" X 3/16" L=6000 SAE 1010	4	\$ 2.287,00	\$ 9.148,00
BRIDAS 300	PLANCHUELA 1" X 1/4", L= 6000 SAE 1010	3	\$ 298,00	\$ 894,00
BRIDAS 420	PLANCHUELA 1 1/4" X 1/4", L= 6000 SAE 1010	3	\$ 328,00	\$ 984,00
BRIDAS 600	PLANCHUELA 1 1/2" X 1/4", L= 6000 SAE 1010	7	\$ 375,00	\$ 2.625,00
BRIDAS 755	PLANCHUELA 1 3/4" X 1/4", L= 6000 SAE 1010	5	\$ 398,00	\$ 1.990,00
UNION DE TRAMOS	MASILLA PARA RELLENOS Y ACABADOS	8	\$ 391,00	\$ 3.128,00
SUJECIONES	PLANCHUELA 1 1/4" X 1/4", L= 6000 SAE 1010	5	\$ 328,00	\$ 1.640,00
TRAMOS 300	CHAPA LISA N°20 1220 X 2440	2	\$ 1.485,65	\$ 2.971,30
TRAMOS 420	CHAPA LISA N°18 1220 X 2440	3	\$ 1.765,78	\$ 5.297,34
UNION 300-420	CHAPA LISA N°18 1220 X 2440	1	\$ 1.765,78	\$ 1.765,78
CURVAS 420	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	1	\$ 2.353,95	\$ 2.353,95
UNION 420-600	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	1	\$ 2.353,95	\$ 2.353,95
TRAMOS 600	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	12	\$ 2.353,95	\$ 28.247,40
CURVAS 600	CHAPA LISA N°14 1220 X 2440	2	\$ 2.942,75	\$ 5.885,50
CAMBIO DE SECCIÓN (ENT./SAL. AL DEPURADOR)	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	2	\$ 2.353,95	\$ 4.707,90
TRAMOS 755	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	5	\$ 2.353,95	\$ 11.769,75
CURVAS 755	CHAPA LISA N°14 1220 X 2440	4	\$ 2.942,75	\$ 11.771,00
VENTILADOR	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	2	\$ 2.353,95	\$ 4.707,90
DESCARGA VENTILADOR	CHAPA LISA N°16 1220 X 2440	1	\$ 2.354,95	\$ 2.354,95
BASE VENTILADOR	PERFIL UPN 80 L=6000 SAE 1010	2	\$ 3.242,00	\$ 6.484,00
SUJECIÓN (RIENDA)	MASIZO REDONDO TREFILADO 1/2", L=4000 SAE 1010	2	\$ 350,00	\$ 700,00
SUJECIÓN (RIENDA)	TENSOR METÁLICO 1/2"	2	\$ 128,00	\$ 256,00
DESCARGA	CAÑO REDONDO 4" X 3/16" L=6000 SAE 1010	2	\$ 2.287,00	\$ 4.574,00
BASE VENTILADOR	TACOS ANTIVIBRATORIOS	4	\$ 350,00	\$ 1.400,00
TORNILLERÍA				
VESTÍBULO	TORNILLO TIRAFONDO CABEZA HEXAG. 2"X1/2"	18	\$ 2,10	\$ 37,80
VESTÍBULO	ARANDELA PLANA 1/2"	18	\$ 1,00	\$ 18,00
VESTÍBULO	TARUGOS PARA PARED 1/2"	18	\$ 1,30	\$ 23,40
BRIDAS	TORNILLO CABEZA HEXAG. 3/8"X1"	188	\$ 4,02	\$ 754,82
BRIDAS	ARANDELA PLANA 3/8"	188	\$ 2,00	\$ 376,00
BRIDAS	ARANDELA GROVER 3/8"	188	\$ 2,00	\$ 376,00
BRIDAS	TUERCA 3/8"	188	\$ 2,30	\$ 432,40
BRIDAS	TORNILLO CABEZA HEXAG. 1/2"X1"	48	\$ 2,50	\$ 120,00
BRIDAS	ARANDELA PLANA 1/2"	48	\$ 1,25	\$ 60,00
BRIDAS	ARANDELA GROVER 1/2"	48	\$ 1,25	\$ 60,00
BRIDAS	TUERCA 1/2"	48	\$ 4,10	\$ 196,80
SUJECIONES	TORNILLO TIRAFONDO CABEZA HEXAG. 3/8"X1 1/2"	12	\$ 3,40	\$ 40,80
SUJECIONES	ARANDELA PLANA 3/8"	12	\$ 1,20	\$ 14,40
SUJECIONES	TARUGOS PARA PARED 3/8"	12	\$ 2,00	\$ 24,00
SUJECIONES	TORNILLO TIRAFONDO CABEZA HEXAG. 1/2"X1 1/2"	12	\$ 4,00	\$ 48,00
SUJECIONES	ARANDELA PLANA 1/2"	12	\$ 1,50	\$ 18,00
SUJECIONES	TARUGOS PARA PARED 1/2"	12	\$ 2,30	\$ 27,60
TOTAL				\$ 299.696,51

*Los precios se tomaron el 3/9/2018

T18AE

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 39 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

El costo total de materiales será de \$7.870,16 USD.

Mano de obra de montaje

El costo de esta mano de obra ya se analizó cuando se presentó la programación del proyecto.

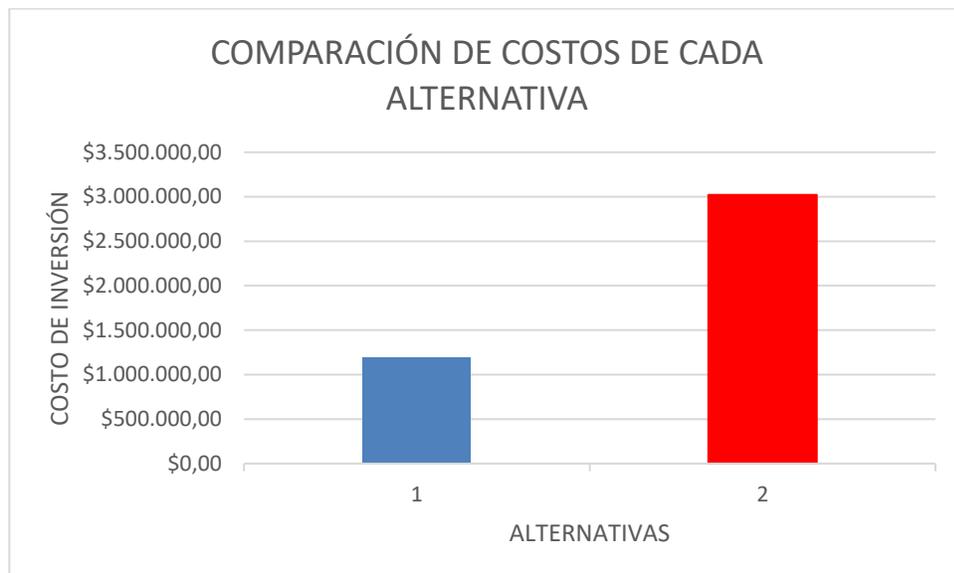
Al contemplar un costo adicional por seguros e imprevistos, se obtiene un total de \$93.710, lo cual equivale a \$2.460,87 USD.

Costo total de inversión

En la siguiente tabla se muestra el costo final de cada alternativa:

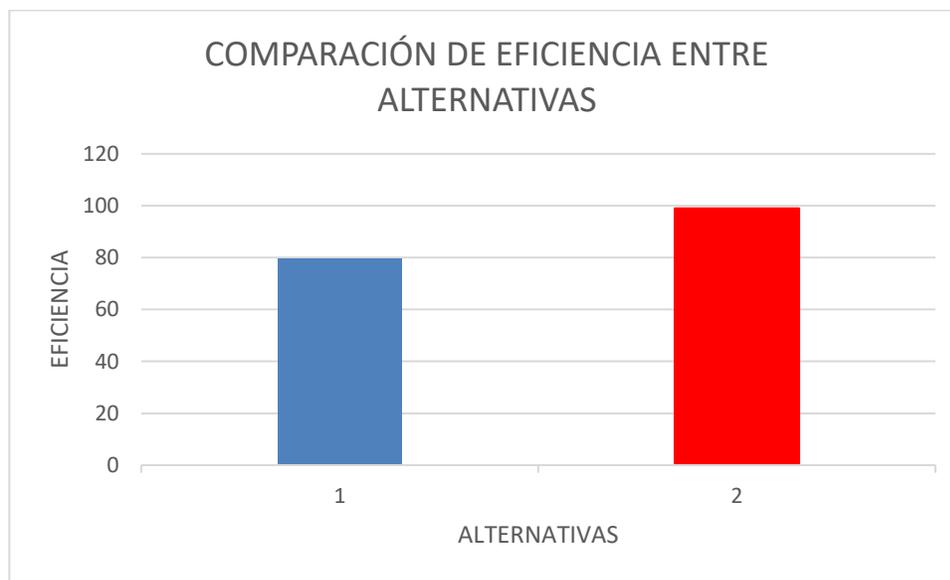
Alternativa	Costo	
1- <i>Ciclón</i>	\$1.200.000	\$31.500 USD
2- <i>Filtro de mangas</i>	\$3.020.500	\$79.500 USD

T19AE



I38AE

Al analizar estos datos se hace evidente que la alternativa con ciclón (1) es mucho más económica que la con filtro de mangas (2). Sin embargo, al analizar la eficiencia de colección de material particulado, lo cual es el objetivo de este proyecto, la solución 2 es más adecuada.



I39AE

Estudio de costos operativos y estimación de ahorro

Las siguientes tablas muestran el costo mensual de energía consumida por el sistema y el ahorro de material estimado por mes.

Para calcular el costo operativo del sistema de aspiración, se consideró el precio de la energía consumida durante horas de punta. Dicho valor se obtuvo del cuadro tarifario de Enersa, correspondiente al periodo de agosto-octubre de 2018.

La cantidad de horas de trabajo (hora de descarga de camiones) fue un dato aportado por los operarios de la planta.

COSTOS DE ENERGIA CONSUMIDA	
Costo de la energía en hora de punta [\$/kWh]	2,676
Potencia consumida [kW]	30
Horas de trabajo [h/dia]	10
Dias de trabajo [dias/mes]	20
Costo mensual [\$/mes]	16054

**Los precios se tomaron el 3/9/2018*

T22AE

Hoy en día, el material pulverulento que queda en suspensión al realizar la descarga de camiones, no solo no es aprovechado, sino que también genera una pérdida dado que el mismo se cotiza al precio de \$5,35 por kg (precio del maíz pizarra – 3/9/18).

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 41 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

De llevarse a cabo este proyecto, se logrará recuperar la mayor parte de este material, el cual al ser introducido al proceso productivo incrementará su valor y se venderá al precio del producto terminado de \$9 por kg.

La estimación del ahorro del material colectado se realizó a partir de datos prácticos, que fueron facilitados por el personal de la empresa.

GANACIA DE MATERIAL RECUPERADO	
Precio de alimento balanceado [\$/kg]	9
Carga de un camión [kg]	30000
Contenido de polvo por camión [%]	0,02
Cantidad de camiones por día	25
Días de trabajo al mes	20
MONTO RECUPERADO [\$/mes]	27000

**Los precios se tomaron el 3/9/2018*

T23AE

Al comparar los resultados se hace evidente que, al ingresar el material colectado al sistema de producción, es suficiente para cubrir los costos operativos de dicho sistema.

Impactos directos e indirectos

En esta sección se analizarán los efectos que conlleva realizar este proyecto. Los mismos tendrán un carácter distinto según el punto de vista de evaluación.

- Impacto ambiental:
 - Reducción de la polución al ambiente.
 - Aumento del nivel de ruido y vibración.

- Socioeconómico:
 - Solucionar los reclamos de los vecinos en cuanto a la polución.
 - Mejora el impacto visual de la empresa.
 - Recuperación del material particulado, el cual vuelve al proceso productivo.
 - Reducción de horas/hombre del personal de limpieza.
 - Generación de empleo en la etapa de montaje.

- Seguridad e higiene:
 - Condiciones de trabajo más higiénicas y seguras.
 - Aumento del nivel de ruido y vibración.

- Legal:
 - Ley N.º 19587 “Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo”.
 - Decreto Reglamentario N.º 351/79.
 - Dar cumplimiento a la Ley N.º 6260 “Prevención y control de la Contaminación por parte de las Industrias”.
 - Decreto Reglamentario N.º 5837 MBSCE.
 - Ordenanza municipal N.º 6495/04.
 - Cumplir con las auditorías ambientales.

Aspectos de seguridad

Se detallan los aspectos de seguridad a cumplir para un correcto funcionamiento de la instalación y bienestar de las personas; se indican también las protecciones que poseen los equipos instalados.

En cuanto a la protección personal y la señalización del área:

- Se recomienda continuar con el uso de los Elementos de Protección Personal (EPP), tales como zapatos de seguridad, casco, barbijo, ropa de trabajo y protección auditiva.
- Se propone instalar carteles de uso obligatorio de los EPP.
- En la estructura de la puerta del vestíbulo se fijarán carteles reflectantes de prevención color amarillo y negro que sirvan de advertencia los choferes de los camiones.
- Se deberá instituir una prohibición a fumar en las zonas próximas a la plataforma y equipo depurador, a fin de evitar cualquier posible combustión del polvo confinado.
- Se exigirá la correspondiente señalización de la prohibición anterior.
- Se deberá realizar una conexión equipotencial a tierra de toda la instalación.

Respecto a la fabricación, acabado y ensamble de las piezas y equipos:

- En la construcción del vestíbulo, los equipos y el sistema de tuberías se debe evitar los cantos vivos y/o puntas filosas, los cuales puedan ocasionar cortes o enganches.
- La puerta de solapamiento que se instalará cuenta un sistema de seguridad de doble fotocélula para la inversión del cierre en caso de interferencia con cuerpos sólidos; posee un tablero eléctrico con protección contra cortocircuito y diferencial, pulsadores de comando y parada de emergencia.
Además, en caso de corte del suministro eléctrico es posible desbloquear el freno y realizar la apertura manual.
- La estructura del filtro de mangas incluye una escalera guarda hombre y barandas en la parte superior, para permitir el acceso cuando sea necesario llevar a cabo tareas de mantenimiento.

Durante la fase de montaje:

- Todos los instaladores deberán contar con los EPP que contemple la Ley N.º 19587.
- El montaje de los equipos y conductos ubicados a más de 2 m de altura deberá ser realizado por personal apto para trabajos en altura.
- La grúa y su operador deberán estar correctamente certificados.

Las sugerencias y imposiciones descritas son de carácter general, las cuales deberían cumplirse en una primera etapa de montaje y prueba del sistema. La meta es continuar con el estudio de esta temática una vez que el sistema haya pasado por la etapa de puesta en servicio y se conozcan las condiciones reales de funcionamiento.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP- 8/10/18	Aprobó:	Página 44 de 50
---	---------------------	---------	-----------------

Anexos ingeniería de detalles

Referencia de imágenes

Código	Descripción
I 1 V	Vestíbulo
I 2 V	Estructura
I 3 V	Caño 60 x 40
I 4 V	Chapa trapezoidal
I 5 V	Tornillos autoperforantes
I 6 V	Cortina solapable
I 7 V	Ficha técnica luminarias
I 8 TP	Módulo de trampa de polvo
I 9 TP	Bastidor
I 10 TP	Espacios no operativos
I 11 C	Campana Superior
I 12 C	Campana Inferior
I 13 D	Medidas del ciclón
I 14 D	Ciclón
I 15 D	Válvula rotativa
I 16 D	Dimensiones de la válvula rotativa
I 17 D	Motorreductor para válvula rotativa
I 18 D	Características del motorreductor
I 19 D	Filtro de mangas
I 20 P	Tuberías para ciclón
I 21 P	Bridas
I 22 P	Sujeciones omegas
I 23 P	Riendas
I 24 P	Tensor de riendas
I 25 P	Masilla
I 26 P	Tuberías para filtro
I 27 F	Ventilador
I 28 F	Curva de funcionamiento del ventilador
I 29 F	Motor
I 30 F	Datos del motor
I 31 F	Base del ventilador
I 32 F	Taco anti vibratorio
I 33 F	Taco anti vibratorio medidas
I 34 P	Descarga con ciclón

I 35	P	Descarga con filtro
I 36	P	Sujeción 100
I 37	M	Diagrama de Gantt
I 38	AE	Comparación de costos
I 39	AE	Comparación de eficiencias

Referencia de tablas

Código	Descripción
T 1 D	Dimensiones del ciclón
T 2 P	Diámetro de tramos rectos
T 3 P	Diámetro de curvas
T 4 P	Planchuelas para bridas
T 5 P	Medidas de sujeciones
T 6 P	Tornillos para bridas
T 7 P	Tornillos para sujeciones
T 8 P	Diámetro para filtro
T 9 P	Bridas para filtro
T 10 P	Tornillos para bridas
T 11 F	Parámetros del motor
T 12 P	Sujeción 100 mm
T 13 M	Lista de tareas
T 14 AE	Mano de obra Ciclón
T 15 AE	Mano de obra Filtro de mangas
T 16 AE	Equipos - Alternativa Ciclón
T 17 AE	Equipo - Alternativa Filtro
T 18 AE	Materiales
T 19 AE	Costo total
T 20 AE	Costo operativo

Referencia de planos

Código	Descripción
P 1 PL	Plataforma en reposo
P 2 PL	Plataforma elevada
P 3 V	Vestíbulo
P 4 V	Vestíbulo con puerta
P 5 TP	Trampa de polvo
P 6 TP	Trampa de polvo y soporte
P 7 C	Campana Superior
P 8 C	Campana Inferior
P 9 D	Ciclón
P 10 D	Pata ciclón 1
P 11 D	Pata ciclón 2
P 12 D	Pata ciclón 3
P 13 D	Pata ciclón 4
P 14 D	Válvula rotativa
P 15 D	Válvula con boca de descarga
P 16 D	Ciclón ensamblado
P 17 D	Filtro de mangas
P 18 P	Tuberías para ciclón
P 19 P	Curva 300 mm
P 20 P	Curva 420 mm
P 21 P	Curva 600 mm
P 22 P	Curva 755 mm
P 23 P	Uniones 300 mm a 420 mm
P 24 P	Uniones 420 mm a 600 mm
P 25 P	Media caña
P 26 P	Bridas 300 mm
P 27 P	Bridas 420 mm
P 28 P	Bridas 600 mm
P 29 P	Bridas 755 mm
P 30 P	Entrada al depurador / Salida del filtro
P 31 P	Entrada al ventilador para filtro
P 33 P	Sujeción para caño 100 mm
P 34 P	Sujeción para caño 300 mm
P 35 P	Sujeción para caño 420 mm
P 36 P	Sujeción para caño 700 mm
P 37 P	Sujeción de tramos
P 38 P	Tuberías para filtro de mangas

P 39	P	Descarga del filtro
P 40	V	Puerta solapable
P 41	F	Ventilador
P 42	F	Base ventilador
P 43	F	Esquema completo ciclón
P 44	F	Esquema filtro completo
P 45	P	Descarga por gravedad ciclón
P 46	P	Descarga por gravedad filtro

Índice general

ÍNDICE DE CONTENIDO	1
VESTÍBULO	2
ESTRUCTURA	2
CERRAMIENTO	3
PUERTA DE SOLAPAMIENTO	4
CORTINAS FLEXIBLES DE PVC	5
ILUMINACIÓN DEL VESTÍBULO.....	6
TRAMPAS DE POLVO	7
MÓDULOS	7
<i>Chapa</i>	8
<i>Cadena</i>	8
BASTIDOR	8
SECTORES NO OPERATIVOS	9
CAMPANAS	10
CAMPANAS SUPERIORES.....	10
CAMPANAS INFERIORES	10
DEPURADOR.....	11
ALTERNATIVA 1: CICLÓN.....	11
<i>Cuerpo</i>	12
<i>Patás</i>	12
<i>Válvula rotativa</i>	13
<i>Motorreductor</i>	14
ALTERNATIVA 2: FILTRO DE MANGAS.....	16
<i>Válvula rotativa</i>	17
<i>Motorreductor</i>	17
TUBERÍAS	18
ALTERNATIVA 1: CICLÓN.....	18
<i>Tramos rectos</i>	19
<i>Codos y uniones</i>	19
<i>Cambios de sección</i>	19
<i>Bridas</i>	20
<i>Sujeciones</i>	20
<i>Tornillería</i>	22
ALTERNATIVA 2: FILTRO DE MANGAS.....	24
<i>Tramos rectos</i>	24
<i>Codos y uniones</i>	25
<i>Bridas</i>	25

<i>Sujeciones</i>	25
<i>Tornillería</i>	25
VENTILADOR	26
MOTOR.....	28
RECOMENDACIONES PARA MONTAJE	29
BASE.....	30
TRANSPORTE POR GRAVEDAD	31
SUJECIONES.....	32
SECUENCIAS DE MONTAJES Y PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO	33
EVALUACIÓN DE COSTOS	35
ESTUDIO DE COSTOS DE INVERSIÓN	35
<i>Diseño y cálculo general</i>	35
<i>Mano de obra de fabricación</i>	35
<i>Costos de equipos</i>	37
<i>Costos de materiales</i>	38
<i>Mano de obra de montaje</i>	40
<i>Costo total de inversión</i>	40
ESTUDIO DE COSTOS OPERATIVOS Y ESTIMACIÓN DE AHORRO	41
IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	43
ASPECTOS DE SEGURIDAD	44
ANEXOS INGENIERÍA DE DETALLES	45
REFERENCIA DE IMÁGENES	45
REFERENCIA DE TABLAS.....	46
REFERENCIA DE PLANOS	47

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)

*“Control de polvo en plataforma de descarga de cereales Granja
Tres Arroyos, Molino Piensos” - Memorias de Cálculos*

Proyecto N°: PFC 17080C

Autores:

*Jaquet, Mario Nicolás
Velázquez, Leonardo Andrés*

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de Proyectos:

*Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal*



AÑO 2018

Índice de contenido

VESTÍBULO	2
TRAMPAS DE POLVO	13
CAPTACIÓN DEL POLVO	17
CICLÓN	23
FILTRO DE MANGAS	36
TUBERÍAS	43
VENTILADOR	52
TRANSPORTE POR GRAVEDAD	59
ANEXOS MEMORIAS DE CÁLCULO	61
ÍNDICE GENERAL.....	66

Vestíbulo

Dimensiones de la plataforma y rejilla de descarga

Como resultado del relevamiento a la instalación actual, se obtuvo que el espacio útil de la rejilla es de 3,95 x 3,95 m, siendo esta área el punto de interés a confinar.

Cabe destacar que los espacios laterales están limitados, hacia la derecha por un camino de circulación de camiones y hacia la izquierda por las paredes de los silos, como se observa en la imagen I01PL.



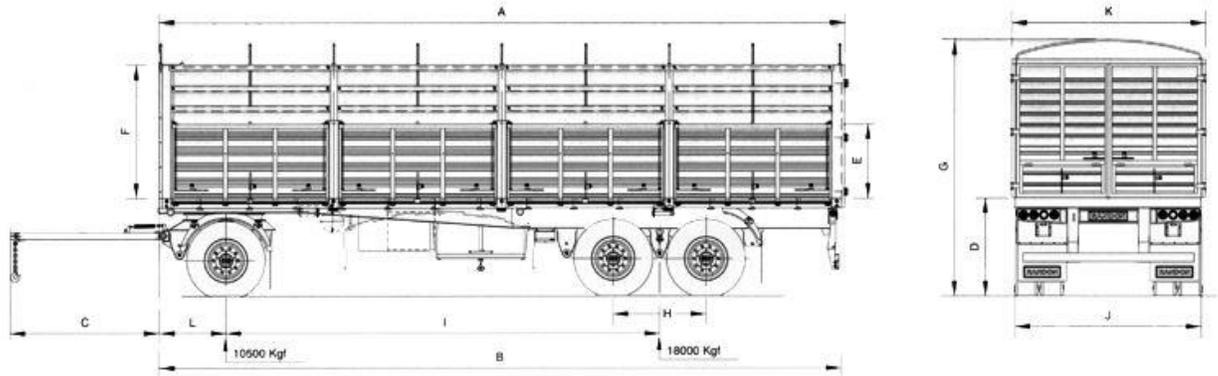
I01PL.

Los detalles de la plataforma se pueden visualizar en los planos P01PL y P02PL.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 2 de 67
---	-------------------	---------	----------------

Dimensionamiento del vestíbulo

Para el diseño del vestíbulo se tienen en cuenta las dimensiones mencionadas en P01PL y P02PL, y las dimensiones de un acoplado de transporte de granos estándar que se muestran a continuación.



I02V.

	Especificaciones	Unidad	Dimensiones
A	Largo total	m	9,40
B	Largo interno	m	9,35
C	Largo de lanza articulada	m	1,79
D	Altura del piso	m	1,28
E	Altura interna (Baranda)	m	1,00
F	Altura de la frontal	m	1,80
G	Altura total (con arcos)	m	3,44
H	Distancia entre ejes traseros	m	1,25
I	Dist. eje delantero al centro susp. trasera	m	6,02
J	Ancho interno	m	2,50
K	Ancho externo	m	2,60
L	Dist. de la frontal al centro susp. delantera	m	0,90
	Volumen nominal	Pallets	18
	Tara estimada con cubiertas	tons	6,70
	Carga legal estimada	tons	21,80
	Carga neta técnica	tons	22,00
	PBTC	tons	28,50

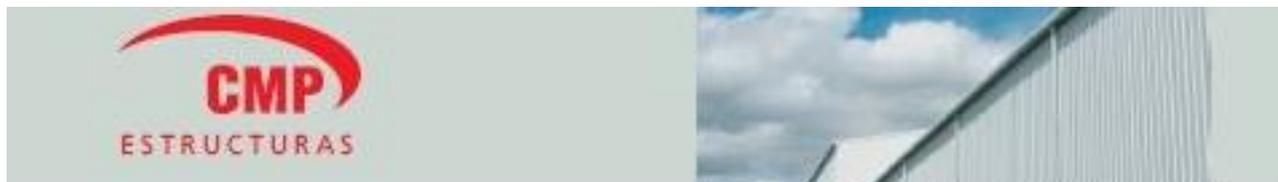
I03V.

A continuación, se muestra la tabla de selección del fabricante de caño estructural con el cual se fabricará la estructura del vestíbulo; ver la imagen I04V.

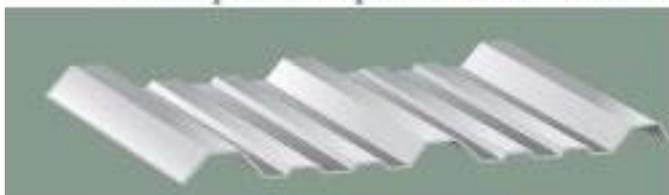
 JUAN NAVARRO Sociedad Anónima Metalúrgica															
Inicio	La empresa	Sucursales	Productos	Servicios	Cotización	Contacto	Bajar Catálogos								
Productos															
Caños Estructurales															
Principales usos															
Construcción: Edificios, naves industriales, galpones, estructuras de grandes luces, defensas, soportes, estructural livianas, pórticos, herrería de obra, carpintería metálica, portones, aberturas, barandas. Agro: Maquinarias, implementos agrícolas, silos. Industria: Automotriz: estructuras, camiones, autos, ómnibus de media y larga distancia, caños de escape, amortiguadores, asientos. Rodados: bicicletas ciclomotores. Sillas, sillones, playeras.															
															
(en gramos por metro)															
ESPESOR DE PARED mm.															
	Diametro pulg.	mm.	a x a mm.	a x b mm.	0,90	1,25	1,59	1,80	2,00	2,25	2,50	3,20	3,55	4,00	4,75
Planchuela	5/8	15,87	12x12		0,330	0,450	0,563	0,625							
Angulo	3/4	19,05	15x15	20x10	0,400	0,545	0,685	0,765	0,841						
Hierro Cuadrado	7/8	22,22		20x15	0,470	0,642	0,810	0,906	0,997						
Hierro Doble T	1	25,40	20x20	25x15	0,543	0,745	0,940	1,048	1,154	1,285	1,412				
Hierro Redondo	1 1/4	31,75	25x25	30x20	0,685	0,940	1,190	1,330	1,467	1,637	1,803	2,253	2,470		
Hierro Perfil C	1 1/2	38,10	30x30	40x10	0,826	1,136	1,440	1,611	1,781	1,990	2,195	2,754	3,025		
Hierro Perfil U	1 1/2	38,10	30x30	50x10											
Hierro de Construcción	1 1/4	44,45	35x35	40x30		1,332	1,690	1,893	2,094	2,342	2,586	3,255	3,581	3,990	
Metal Desplegado		48,30		50x20							2,824	3,559	3,918	4,370	5,111
Caños ASTM	2	50,80	40x40	50x30	1,527	2,065	2,175	2,452	2,695	2,980	3,757	4,137	4,617	5,406	
Caños para uso mecánico	2 1/4	57,15	45x45	60x20	1,723	2,190	2,457	2,720	3,046	3,370	4,258	4,693	5,243	6,150	
Caños Epoxi		60,32		50x40							3,564	4,506	4,969	5,554	6,520
Caños Estructurales	2 1/2	63,50	50x50	70x30	1,920	2,442	2,739	3,033	3,399	3,761	4,750	5,249	5,870	6,896	
Chapas para techos				80x20											
Chapas lisas															
Chapas LAC y LAF															
Alambres															
Clavos															
Membranas															
Accesorios															

I04V.

El tipo de chapa seleccionado se utiliza frecuentemente para cubiertas laterales de cerramientos agroindustriales, naves industriales, retail y centros de distribución logística. Los detalles de selección se observan en I05V.

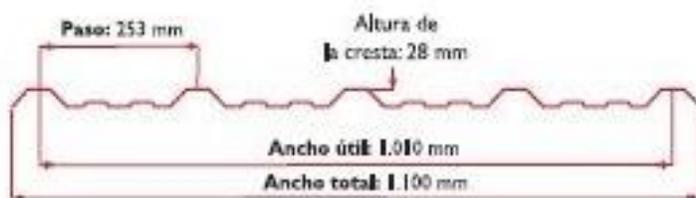


Chapa Trapezoidal T101



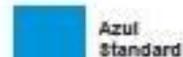
El conformado T101 alcanza excelentes niveles de rendimiento. Indicado en aplicaciones para cubiertas laterales de ceramientos agroindustriales, naves industriales, retail, centros de distribución y logística.

Por su acabado estético, las chapas trapezoidales T101 prepintadas se han convertido en uno de los recubrimientos referidos para las grandes construcciones.



Colores estándar T-101

Colores especiales a disposición del cliente.



Azul Standard



Azul Milenium



Verde Standard



Rojo Teja



Gris Pizarra



Negro

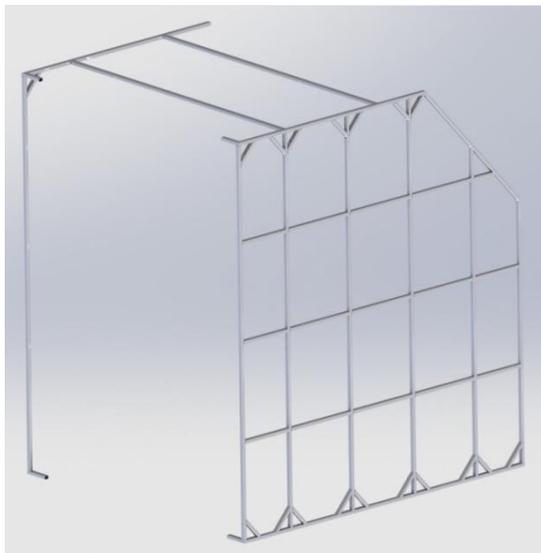


Blanco

Espesor (Piso)	Peso teórico aproximado útil			Ancho tot. (mm)	Características geométricas y mecánicas								
	Galv. ARSA (kg/m ²)	CINCALUM (kg/m ²)	GLOBE COLOR (kg/m ²)		Sección A (cm ²)	Peso propio G (kg/m)	Fijación directa				Fijación inversa		
							I _x (cm ⁴)	W (cm ³)	H ₁ (mm)	I _y (cm ⁴)	W (cm ³)	H ₂ (mm)	I _z (cm ⁴)
0,50	5,06	4,91	5,18	1.100	5,99	4,70	6,37	2,61	4.378	7,43	3,18	5.340	
0,75	7,59	7,36	7,77	1.100	8,91	7,05	9,55	3,92	6.567	11,14	4,77	7.911	

I05V.

La construcción general de la estructura de confinamiento será como la que se observa en I06V. Siendo la unión entre los diversos elementos estructurales mediante soldadura y la unión de la estructura a la pared de los silos y al piso mediante tornillos con sus respectivos tarugos.



I06V



I07V

La fijación de las chapas de cerramiento lateral (imagen I07V) será mediante tornillos autopercutores de cabeza hexagonal.

Las dimensiones del vestíbulo se pueden observar en detalle en el plano P5TV.

Tornillería

Para la fijación de la estructura a la pared y piso se utilizan tornillos tirafondo de cabeza hexagonal de 2" x 1/2" dispuestos cada 750 mm, con sus respectivos tarugos. Siendo la cantidad necesaria para fijación de 18 unidades.

Barra	Longitud [m]	Cantidad de tornillos
B1	3	4
B2	4.5	6
B3	0.3	1
B4	0.3	1
B5	4.5	6
Total		18

T1V

La ubicación y designación de cada barra se pueden observar en P03V.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 6 de 67
---	-------------------	---------	----------------

Para la sujeción de las chapas se utilizarán tornillos autoperforantes de ¼" x 3/8" dispuestos cada 500 mm sobre los puntos de solapamiento de las mismas. Necesitándose un total 56 unidades.

Barra	Longitud [m]	Cantidad de tornillos
B6	4,5	10
B7	4,5	10
B8	4,5	9
B9	3	7
B10	4,5	10
B11	4,5	10
Total		56

T2V

Puerta de solapamiento

Se adjunta la ficha técnica del fabricante de puertas de solapamiento rápido ASA S.A., de la cual se realizó la selección a partir de las dimensiones adoptadas para el vestíbulo. Los datos de selección se observan en el apartado “Ingeniería de Detalles”.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- VELOCIDAD DE APERTURA Y CIERRE DE 0.7 m/seg.
- EL RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO ES DE 5 A 50°C.
- LA PUERTA ESTÁ COMPUESTA POR 2 JAMBA Y 1 DINTEL AUTOPORTANTE DE CHAPA GALVANIZADA.
- EL TELÓN ES DE LONA DE PVC ZONDA 1100 (660g/m²) COLOR AZUL OSCURO, CON REFUERZOS LONGITUDINALES DE CAÑO ESTRUCTURAL DE #25.4x1.25 mm O #32x1.25 mm, VENTANAS DE PVC TRANSPARENTE Y PERFIL INFERIOR DOBLE C ENFRENTADOS CON BURLETE DE GOMA CUBIERTO DE LONA AMARILLA.
- MOTORREDUCTOR TRIFÁSICO CON FRENO INCORPORADO Y RELACIÓN DE TRANSMISIÓN 1:15 ACOPLADO AL EJE DONDE SE ENROLLAN LAS CINTAS QUE HACEN EL SOLAPAMIENTO DEL TELÓN.
- SISTEMA DE MEDICIÓN RAVIOLI FCN25D2 PARA REGULACIÓN DE LÍMITES DE CARRERA SUPERIOR E INFERIOR.
- TABLERO ELÉCTRICO IP55 CON SISTEMA PARA REGULAR EL TIEMPO QUE LA PUERTA PERMANECE ABIERTA ANTES DEL CIERRE AUTOMÁTICO. CON GABINETE PLÁSTICO CON PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITO. POSEE PULSADORES DE SUBIDA, BAJADA Y PARADA DE EMERGENCIA, SELECTOR MANUAL O AUTOMÁTICO E INTERRUPTOR GENERAL. INCLUYE PULSADOR DE APERTURA DEL LADO OPUESTO AL TABLERO.
- SISTEMA DE SEGURIDAD DE DOBLE FOTOCÉLULA INCORPORADA AL MONTANTE VERTICAL PARA INVERSIÓN DE CIERRE EN CASO DE INTERFERENCIA CON CUERPOS SÓLIDOS.
- EN CASO DE CORTE DE ENERGÍA LA PUERTA POSEE UN SISTEMA DE DESBLOQUEO DEL FRENO Y MANIJA PARA APERTURA MANUAL.

ADICIONALES:

- PULSADOR ELÉCTRICO DE TIRO A CADA LADO DE LA PUERTA CONECTADO AL TABLERO. ACCIONAMIENTO POR MICRO NEUMAN.
- CONTROL REMOTO CON 3 COMANDOS.
- DETECTOR MAGNÉTICO EMBUTIDO EN EL PISO EN AMBOS LADOS DE LA PUERTA.
- DETECTOR DE MOVIMIENTO MONTADO SOBRE EL DINTEL EN AMBOS LADOS DE LA PUERTA.

Ancho del vano	Canl. ventanas	Cintas solapam.	Sup. puerta	Motor	Alto vano	h
HASTA 3000	2	2	Hasta 20 m ²	1 HP	Hasta 4500	950
DE 3000 A 4500	4	3	De 20 a 25 m ²	1.5 HP	De 4500 a 5000	1100
DE 4500 A 6000	6	4	De 25 a 30 m ²	2 HP		

<p>Ruta 21 Km. 286 Parque Industrial Alvear Telefonos: 0341-5181122 0341-5181125 0341-5181126 E-mail: info@asasrl.com.ar</p>	Esc.: S/E	HOJA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	Fecha vigente: 01/04/2015
		Producto: PUERTA RÁPIDA DE SOLAPAMIENTO	Dibujó: Pisani, Laura
	Tol.:	N° Plano: LOG. 406	Aprobó: Retana, Mariano

I08V

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 8 de 67
---	-------------------	---------	----------------

Cortinas flexibles de PVC

Se realiza la selección de las cortinas industriales flexibles de PVC según las dimensiones del vestíbulo (ver plano P03V).

Los detalles de selección se pueden observar en I09V y I10V.

CARACTERISTICAS				
Espesor	Viento	Usos y pasos	Intensidad de paso	Colores
1,5	Leve	Personas y carros manuales	De Normal a Reducida	Transparente, blanco y rojo opaco.
2	Normal	Personas y carros manuales	De Normal a Intensa	Transparente
3	Intenso	Autoelevadores	Normal	Tansparente y verde tralucido
4	Intenso	Autoelevadores y Camiones	Intensa	Transparente
3	Intenso	Soldadura	Normal	Rojo
		CABEZAL A		CABEZAL B
Ancho Banda (mm)		(mm)		(mm)
100				100
200		200		150
300		300		200
400		400		300

I09V.

SUPERPOSICION

	200 MM	300 MM	400 MM
0%	████████████████████	████████████████████	████████████████████
33%		████████████████████	
50%	████████████████████		████████████████████
66%		████████████████████	
75%			████████████████████
100%	████████████████████	████████████████████	████████████████████

I10V.

Iluminación del vestíbulo

Para la iluminación interior del vestíbulo se opta por utilizar la tecnología LED, debido a sus ventajas:

- Bajo consumo.
- Buen nivel de iluminación.
- Buena reproducción de colores.
- Baja temperatura de operación.

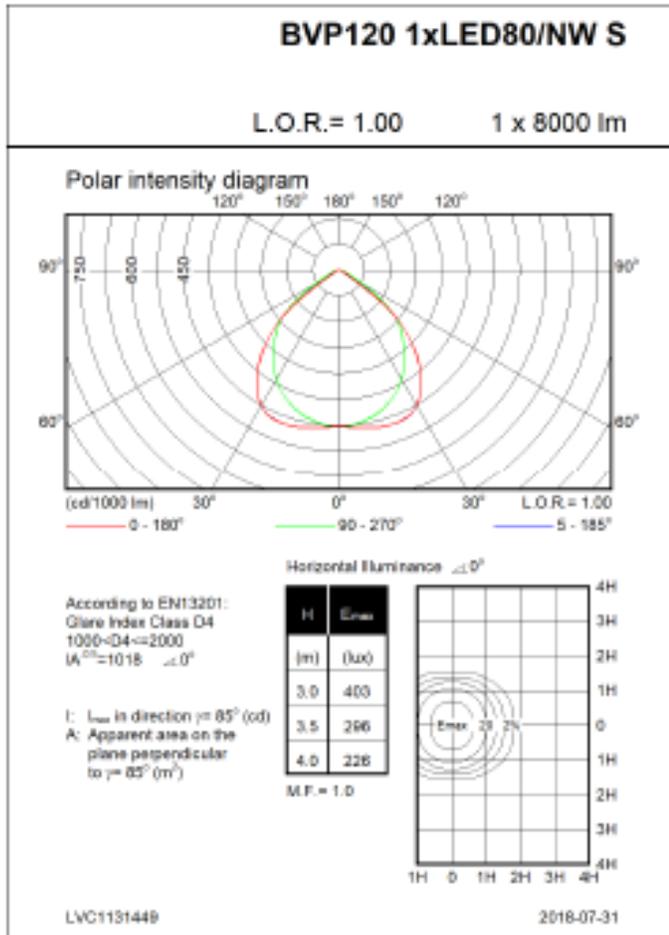
Este último ítem fue el principal criterio dado a que dentro del vestíbulo existe el riesgo de explosión de polvo.

Las características de las lámparas se muestran en la siguiente hoja técnica obtenida del software de selección (I11V).

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 11 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

CoreLine Tempo

Luminaire : BVP120 1xLED80/NW S
Total Lamp Flux : 8000 lm
Light Output Ratio : 1.00
Luminous Flux : 8000 lm
Power : 80 W
LxBxH : 0.37x0.36x0.06 m
Ballast : -



© 2014 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
 All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

www.philips.com/lighting

data subject to change

I11V

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 12 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Trampas de polvo

Se colocarán trampas basculantes pendulares de polvo en la tolva de recepción, bajo el nivel de rejas, de modo que dejen pasar el flujo descendente de cereal e impidan la salida de polvo al exterior, favoreciendo la captación del mismo.



I12PL

Dimensionamiento de los módulos

Se realiza en función de las medidas de la reja de recepción que se describieron en P01PL.

Las trampas estarán conformadas por módulos con deflectores fijos a 45° y deflectores móviles verticales que pivotean sobre eslabones de cadena.

El diseño de este sistema se basa en la idea de que el sistema sea desmontable fácilmente en caso de ser necesario.

La distribución de los mismos se realiza como se especifica en la sección “Ingeniería de Detalles”; esta se adoptó buscando que todos los módulos sean iguales con el fin de lograr intercambiabilidad y el mejor aprovechamiento del espacio sin producir interferencias con los demás equipos.

Materiales

Se adjunta la tabla de selección del fabricante. Catálogo online “Hierros Torrent S.A.”

Como criterio de diseño se adopta chapa calibre 14 por la rigidez mecánica que obtiene al ser plegada y su bajo peso estructural.

CHAPA LISA				
Calibre / Espesor	1 × 2 mts.	1.22 × 2.44 mts.	1.50 × 3.00 mts.	1.50 × 6.00 mts.
14 (2.00 mm)	X	X	X	—
16 (1.59 mm)	X	X	X	—
18 (1.24 mm)	X	X	X	—
20 (0.89 mm)	X	X	—	—
22 (0.70 mm)	X	X	—	—
24 (0.55 mm)	X	—	—	—
1/8" (3.25 mm)	—	—	X	—
3/16" (4.75 mm)	—	—	X	—
1/4" (6.35 mm)	—	—	X	—
5/16" (7.92 mm)	—	—	X	X

I13TP

Eslabones de cadena:

Se eligen eslabones de cadena para realizar el movimiento pendular de los deflectores móviles por ser un mecanismo simple y se adecúa a las condiciones de trabajo.

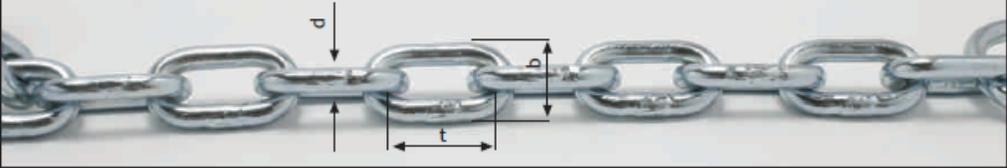
Se adjunta tabla de selección de la firma “Katiak”.

CADENAS DIN

CADENAS DE ACERO AL CARBONO

CADENA COMERCIAL										
Espeor nominal d (mm)	Peso t= (mm)	b = (mm)	Carga útil	Carga de prueba	Carga mínima de rotura	Peso kg/MT	Ref. PULIDA	Ref. ZINCADA	Ref. GALV. FUEGO	Ref. RETORCIDA
1,6	13	8	Sin Garantía			0,046	CP1.6	CZ1.6		
2,2	14	11,0	Sin Garantía			0,09	CP2.2	CZ2.2		CR2.2
2,5	16	9,5	Sin Garantía			0,107	CP2.5	CZ2.5		CR2.5
3	18	11	Sin Garantía			0,166	CP3	CZ3	CGF3	CR3
4	21	15	150	300	600	0,301	CP4	CZ4	CGF4	CR4
5	27	19	220	440	880	0,45	CP5	CZ5	CGF5	CR5
6	29	23	275	550	1.100	0,70	CP6	CZ6	CGF6	CR6
7	31	27	450	900	1.800	0,925	CP7	CZ7	CGF7	CR7
8	34	31	500	1.000	2.000	1,25	CP8	CZ8	CGF8	CR8
9	36	32	750	1.500	3.000	1,60	CP9	CZ9	CGF9	
10	40	37	1.000	2.000	4.000	1,94	CP1040	CZ1040	CGF1040	
10	35	34	1.000	2.000	4.000	2,00	CP10	CZ10	CGF10	
12	42	41	1.350	2.700	5.400	2,90	CP12	CZ12	CGF12	
13	45	44	1.600	3.200	6.400	3,45	CP13	CZ13	CGF13	
14	49	48	1.925	3.950	7.700	3,86	CP14	CZ14	CGF14	
16	56	54	2.500	5.000	10.000	5,00	CP16	CZ16	CGF16	
18	63	60	3.150	6.300	12.600	6,80	CP18	CZ18	CGF18	
20	70	67	4.000	8.000	16.000	8,20	CP20	CZ20	CGF20	
22	77	75	4.750	9.500	19.000	9,80	CP22	CZ22	CGF22	

Norma:
Las cadenas comerciales, no son ensayadas con respecto a la resistencia en el sentido de DIN 685 Parte 3, y no pueden ser empleadas como medio de elevación de carga, medio de limitación de carrera, ó medio de transporte, en el sentido de DIN 15 003, así como tampoco para la suspensión estática de cargas.



I14TP

Bastidor

El bastidor es la estructura que soportará los 21 módulos, el mismo se diseñó para encajar dentro de la tolva de recepción bajo el nivel de rejas, sin obstruir el espacio destinado a los bocas de aspiración inferiores, estas últimas se detallarán más adelante.

La sujeción a las paredes de la tolva se realiza mediante placas soldadas a los extremos de la estructura.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 15 de 67
---	-------------------	---------	-----------------



I15TP

Los sectores laterales no operativos de la rejilla serán cerrados con chapa semilla de melón, por sus características antideslizantes. Se considera sectores no operativos al espacio libre entre las campanas de aspiración inferiores y las trampas de polvo.



I16TP

Captación del polvo

La misma se realizará mediante campanas, que son el punto de entrada al sistema de extracción localizada.

Se colocarán dos campanas adyacentes a la fuente de contaminante y dos bajo el nivel de rejillas.

Su función esencial es crear el flujo de aire que capture eficazmente el contaminante. Dado que, las pequeñas partículas de polvo, de diámetro menor o igual a 20 micras (que incluye las partículas respirables), se caracterizan por moverse cuando lo hace el aire que las rodea.

En este apartado el diseño, cálculo y dimensionamiento de las piezas correspondientes se basa en la bibliografía “Ventilación Industrial, Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de riesgos profesionales” de la editorial Generalitat Valenciana 1992.

Parámetros de diseño de las campanas

La forma de la campana, tamaño, localización y caudal de aire son las principales variables de diseño.

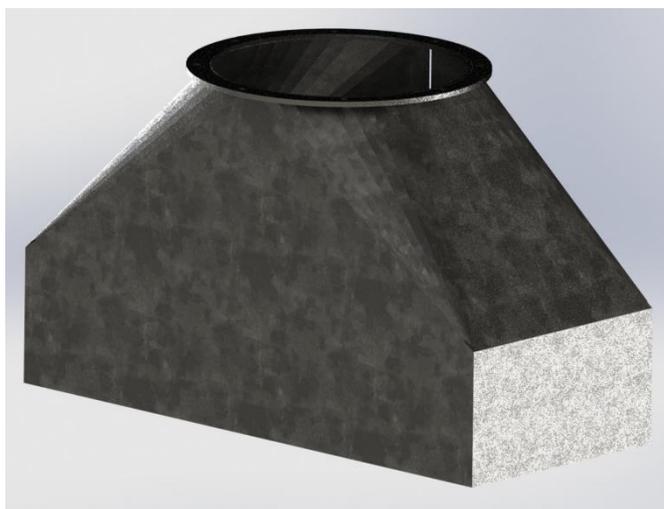
Para las bocas de aspiración superiores se adopta el siguiente modelo, extraído de la bibliografía y se lo adapta a los espacios disponibles dentro del lugar de aplicación.



I17C

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 17 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

En cambio, para las campanas destinadas a aspirar por debajo del nivel de rejillas se adopta la siguiente forma:



I18C

En cuanto a la fabricación de los puntos de aspiración, los mismos se fabricarán de con chapa galvanizada, plegada y soldada en sus uniones para garantizar la hermeticidad de las mismas y así evitar pérdidas de aire innecesarias. Las dimensiones de ambos tipos de campana se pueden observar en los planos P07C y P08C.

Velocidad de captura

Es la velocidad mínima del aire, producida por la campana, que es necesaria para captar y dirigir hacia ella el contaminante. La velocidad de aire lograda es función del caudal de aire aspirado y la forma de la campana.

La bibliografía consultada (Ventilación industrial) presenta la siguiente de valores típicos de velocidades de captura:

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 18 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Condiciones de dispersión del contaminante	Ejemplo	Velocidad de captura, m/s
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25-0,5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado intermitente de recipientes; transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5-1
Generación activa en una zona de rápido movimiento de aire.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras; machacadoras.	1-2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desbarbado; chorreado abrasivo; desmoldeo en fundiciones.	2,5-10

En cada una de las condiciones citadas se indica un margen para los valores de la velocidad de captura. La selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

Limite inferior

1. Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.
2. Contaminantes de baja toxicidad o únicamente molestos.
3. Producción de contaminantes baja o intermitente.
4. Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.

Limite superior

1. Corrientes de aire distorsionantes en el local.
2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Gran producción, uso continuo.
4. Campana pequeña, únicamente control local.

I19C

Se adopta como velocidad de captura el valor de 1 m/s correspondiente al límite inferior, dado que se tiene en cuenta que el contaminante es solamente molesto y la producción del mismo es baja e intermitente.

Caudal de aspiración de la campana

El caudal de aspiración para campanas de boca rectangular, viene dado, aproximadamente por la expresión:

$$Q = V * (10 * X^2 + A)$$

Dónde:

Q: caudal de aire [m³/s].

V: velocidad del aire en el eje de la campana a una distancia X de la boca [m/s].

X: distancia desde la partícula a la boca de la campana [m].

A: área total de aspiración.

Siendo el valor de A para las campanas superiores la suma de las áreas de sus rendijas y en las inferiores es directamente el área de la boca, dado que estas no poseen rendijas.

Para las campanas superiores:

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 19 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

$$A_{CS} = \text{largo de rendija} * \text{ancho} * N^{\circ} \text{ de rendijas}$$

$$A_{CS} = 549,2 \text{ mm} * 25,4 \text{ mm} * 13 = 181345,84 \text{ mm}^2 = 0,18 \text{ m}^2$$

Para las inferiores:

$$A_{CI} = \text{largo} * \text{ancho}$$

$$A_{CI} = 600 \text{ mm} * 300 \text{ mm} = 180000 \text{ mm}^2 = 0,18 \text{ m}^2$$

En cuanto a la distancias X, se estima que la misma sea de 0,68 m a fin de asegurar la captación de aquellas partículas más alejadas.

Reemplazando los valores adoptados, en la ecuación de caudal se obtiene:

$$Q = V * (10 * X^2 + 2 * A_{CS} + 2 * A_{CI})$$

$$Q = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} * (10 * (0,68 \text{ m})^2 + 2 * 0,18 \text{ m}^2 + 2 * 0,18 \text{ m}^2)$$

$$Q = 5,35 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 320,80 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Pérdida de carga en las campanas

Las campanas superiores tienen dos puntos significativos de pérdida de energía y que, por tanto, deben ser considerados individualmente y luego sumados para calcular las pérdidas de carga totales. Dichos puntos a considerar son las rendijas o aberturas de ingreso y la contracción hacia el conducto. La presión estática en la campana superior (Pe_{cs}) se expresa como:

$$Pe_{cs} = h_r + h_c + Pd_c$$

Dónde:

h_r : pérdida de carga en la rendija.

h_c : pérdida de carga en la contracción hacia el conducto.

Pd_c : presión dinámica del aire en el conducto.

Dichos valores de pérdidas de carga en las rendijas y en la contracción se determinan al multiplicar la presión dinámica del aire por un factor de pérdidas, dado por la bibliografía para cada una de esas zonas.

$$h_r = 1,78 * Pd_o$$

$$h_c = 0,49 * Pd_c$$

Siendo Pd_0 la presión dinámica del aire en el orificio.

La presión dinámica en cualquier punto de la instalación se determina con la expresión:

$$Pd = \left(\frac{V}{4,043} \right)^2 [mmca]$$

La velocidad del aire en el conducto (V_c) se puede extraer de la imagen I20C, considerando la naturaleza del contaminante. Para este cálculo se adopta $V_c=17,5$ m/s.

TABLA 3.2 Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de taico	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de sílice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

I20C

En cambio, la velocidad de la rendija se determina a partir de la ecuación de continuidad:

$$V_o = \frac{Q}{A_r}$$

Donde Q es el caudal de una campana y A_r el área libre formada por todas las rendijas.

Reemplazando se obtiene:

Vo [m/s]	7,37
Pdr [mmca]	13,44
Hr [mmca]	23,92

T3C

Vc [m/s]	17,5
Pdc [mmca]	75,75
Hc [mmca]	37,12

T4C

Quedando la presión estática de una de las campanas superiores de:

$$Pe_{cs} = h_r + h_c + Pd_c$$

$$Pe_{cs} = 23,92 + 37,12 + 75,75 = 136,79 \text{ mmca}$$

Mientras que, para las campanas inferiores, el cálculo de la caída de presión es análogo al anterior. Y resulta más sencillo dado que esta no posee rendijas en la boca de aspiración, quedando la expresión de la presión estática de la campana como:

$$Pe_{ci} = h_c + Pd_c$$

$$Pe_{ci} = 37,12 + 75,75 = 112,87 \text{ mmca}$$

Ciclón

Un ciclón es un separador mecánico gas-sólido; en este la trayectoria del gas comprende un doble vórtice, en donde el gas dibuja una espiral descendente en el lado externo, y ascendente, en el lado interno. El gas entra en la cámara superior tangencialmente y desciende en espirales hasta el ápice de la sección cónica; luego, asciende en un segundo espiral, con diámetro más pequeño, y sale por la parte superior a través de un ducto vertical centrado. Los sólidos se mueven radialmente hacia las paredes, se deslizan por las paredes, y son recogidos en la parte inferior. El diseño de la sección cónica del ciclón obliga al cambio de dirección del vórtice descendente; el vórtice ascendente tiene un radio menor, lo que aumenta las velocidades tangenciales; en el cono se presenta la mayor colección de partículas, especialmente de las partículas pequeñas al reducirse el radio de giro.

Dimensionamiento del ciclón

Se seguirán las bibliografías “Diseño óptimo de ciclones” de Carlos Alberto Echeverri Lodoño, de la revista “Ingenierías” Universidad de Medellín 5 (9): 123-139 julio-diciembre 2006 y “Diseño y optimización de un sistema ciclón - filtro para desempolvado de ambientes industriales” de I. Elortegui y M.R Barboza, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Para el diseño de ciclones entrada tangencial se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Diámetro del ciclón (D_c)	< 1.0 m
Caída de presión (ΔP)	< 2,488.16 Pa
Relación de velocidades (V_i/V_s)	< 1.35
Velocidad de entrada (V_i)	15.2 – 27.4 m/s

I21D

En este caso las partículas tienen una densidad media de 1500 kg/m³, disueltas en una corriente de aire a temperatura ambiente 18°C. El caudal de la corriente es de 5,14 m³/s y la operación es a una presión de 101,3 kPa. La concentración de partículas es de 11,5 g/m³.

La distribución del tamaño de partículas dentro de la corriente gaseosa, viene dado por la siguiente imagen.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 23 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

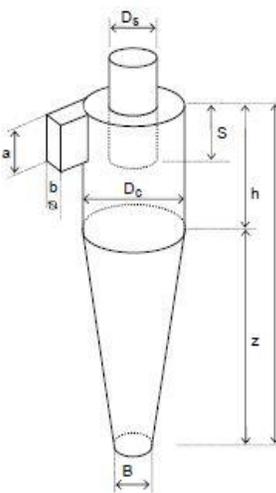
Tamaño (μm)	% másico
5 - 10	45
10 - 30	25
30 - 50	15
50 - 70	10
70 - 100	5

I22D

Desarrollo

Selección del tipo de ciclón

Se propone utilizar un ciclón del tipo Lapple cuyas dimensiones se referencian a la siguiente imagen; se adoptó este modelo luego de haber descartado otras familias de ciclones al comprobar que, bajo las condiciones de trabajo consideradas ocurre el fenómeno de resuspensión del material colectado.

	Dimensión	Relación dimensional	Lapple
	Diámetro del ciclón	D_c/D_c	1,00
Altura de entrada	a/D_c	0,50	
Ancho de entrada	b/D_c	0,25	
Altura de salida	S/D_c	0,63	
Diámetro de salida	D_s/D_c	0,50	
Altura de la parte cilíndrica	h/D_c	2,00	
Altura de la parte cónica	z/D_c	2,00	
Altura total del ciclón	H/D_c	4,00	
Diámetro salida de polvo	B/D_c	0,25	
Factor de configuración	G	402,88	
Número de cabezas de velocidad	NH	8,00	
Número de vórtices	N	6,00	

I23D

Calculo del diámetro del ciclón

Para determinar el diámetro se debe seleccionar una velocidad de entrada que se encuentre en el intervalo de 15,2 a 27,4 m/s. Para este caso se adopta la velocidad de 17,5 m/s que fue utilizada en un apartado anterior. Con este valor se puede determinar el diámetro del ciclón y las otras dimensiones con base a las relaciones establecidas para la familia de ciclones (ver tabla T07D).

- Área del ducto de entrada

$$A = \frac{Q}{v_i} = \frac{5,35 \frac{m^3}{s}}{18,91 \frac{m}{s}} = 0,283 m^2$$

- *Area del conducto de entrada = a * b*

- Altura de entrada al ciclón (a):

$$a = 0,5 * D_c$$

- Ancho de entrada al ciclón (b):

$$b = 0,25 * D_c$$

Reemplazando:

$$a * b = 0,5 * D_c * 0,25 * D_c = 0,283 m^2$$

$$D_c = \sqrt{\frac{0,283 m^2}{0,5 * 0,25}} = 1,5 m$$

Las dimensiones restantes se hallan en base a las proporciones propuestas en la tabla T07D.

- Altura de entrada al ciclón (a):

$$a = 0,5 * 1,5 m = 0,752 m$$

- Ancho de entrada al ciclón (b):

$$b = 0,25 * 1,5 m = 0,376 m$$

- Altura a la salida del ciclón (S):

$$S = 0,63 D_c = 0,63 * 1,5 m = 0,948 m$$

- Diámetro de salida del ciclón (D_s):

$$D_s = 0,5 D_c = 0,5 * 1,5 m = 0,752 m$$

- Altura de la parte cilíndrica (h):

$$h = 2 D_c = 2 * 1,5 m = 3,008 m$$

- Altura total del ciclón (H):

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 25 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

$$H = 4 D_c = 4 * 1,5 m = 6,016 m$$

- Altura de la parte cónica del ciclón (z):

$$z = 2 * D_c = 2 * 1,5 m = 3,008 m$$

- Diámetro de salida de polvo (B):

$$B = 0,25 D_c = 0,25 * 1,5 m = 0,376 m$$

Estimación de ciclones necesarios para trabajar en paralelo

Algunos autores recomiendan que para caudales entre 0,5 y 12 m³/s a condiciones de referencia se utilice un solo ciclón.

Como el caudal necesario se encuentra dentro del rango mencionado, será preciso un solo ciclón.

Cálculo de la eficiencia de colección

La teoría de Dirgo y Leith es la que mejor se adapta al comportamiento experimental. Esta predice las eficiencias de colección de material particulado, basándose en las propiedades físicas del material y el gas de arrastre, y en las relaciones entre proporciones del ciclón.

La eficiencia fraccional por tamaño de partícula se calcula con la ecuación:

$$\eta_i = 1 - e^{\left[\frac{-\pi * N * \rho_p * D_p^2 * V_i}{9 * \mu * b} \right]}$$

En la cual:

η_i : Eficiencia fraccional por intervalos de tamaño

N : Número de vórtices

D_p : Diámetro de partícula

V_i : Velocidad de ingreso

ρ_p : Densidad de la partícula [kg/m³]

μ : Viscosidad [kg/ms]

La eficiencia total se calcula realizando la sumatoria del producto de las eficiencias fraccionales por la masa fraccional.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 26 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

$$\eta_t = \sum \eta_i * m_i$$

Dónde

η_t : Eficiencia total

m_i : Porcentaje másico

Para aplicar dicha teoría se debe comprobar que no se produzca el fenómeno de resuspensión ya que la eficiencia real sería mucho menor en tal caso.

La eficiencia fraccional determinada con la ecuación anterior está referida a una concentración de partículas de 2g/m³, debiendo corregirse dicho valor siempre que la concentración de partículas sea mayor.

- Corrección por concentración de partículas

$$\frac{100 - \eta_1}{100 - \eta_2} = \left[\frac{C_2}{C_1} \right]^{0,182}$$

Siendo:

η_1 : Eficiencia hallada mediante la fórmula de Dirgo y Leith

C_1 : Concentración de partículas de $\frac{2g}{m^3}$

η_2 : Eficiencia corregida

C_2 : Concentración de partículas de cálculo

A continuación, se debe determinar si hay o no resuspensión en el ciclón.

Para hallar la relación de velocidades se requiere estimar la velocidad equivalente y la velocidad de saltación.

- Velocidad equivalente

$$W = \sqrt[3]{\frac{4 * g * \mu * (\rho_p - \rho)}{3 * \rho^2}}$$

Dónde:

ρ_p : Densidad de la partícula [kg/m³]

ρ : Densidad del gas portador [kg/m³]

μ : Viscosidad del gas portador [kg/ms]

A partir de las condiciones de trabajo de 18°C y presión de operación 101,3 kPa, hallamos la densidad y viscosidad del aire en estas condiciones.

$$\mu = 1,8 * 10^{-5} \frac{kg}{ms}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

Reemplazando los valores

$$W = \sqrt[3]{\frac{4 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 1,8 * 10^{-5} \frac{kg}{ms} * (1500 \frac{kg}{m^3} - 1,2 \frac{kg}{m^3})}{3 * (1,2 \frac{kg}{m^3})^2}}$$

$$W = 0,62 \frac{m}{s}$$

- Velocidad de saltación

$$V_s = \frac{4,913 * W * K_b^{0,4} * D_c^{0,067} * \sqrt[3]{V_i^2}}{\sqrt[3]{1 - K_b}}$$

Dónde:

V_s : Velocidad de saltación $\left[\frac{m}{s}\right]$

V_i : Velocidad de entrada $\left[\frac{m}{s}\right]$

W : Velocidad equivalente

K_b : Relacion entre el ancho de la entrada y el diámetro del ciclón $\left(\frac{b}{D_c}\right)$

Reemplazando

$$V_s = \frac{4,913 * 0,62 \frac{m}{s} * 0,25^{0,4} * 1,5 \text{ m}^{0,067} * \sqrt[3]{(18,91 \text{ m/s})^2}}{\sqrt[3]{1 - 0,25}}$$

$$V_s = 14,18 \frac{m}{s}$$

Según experiencias de Kalen y Zenz se obtuvieron correlaciones entre velocidad de entrada/ velocidad de saltación y la eficiencia del ciclón

- La máxima eficiencia de colección ocurre cuando la velocidad de entrada es 1,25 veces la velocidad de saltación.
- Cuando la velocidad de entrada es mayor a 1,35 veces la velocidad de saltación, se produce la resuspensión del material ya capturado.

$$\frac{V_i}{V_s} = \frac{18,91 \frac{m}{s}}{14,18 \frac{m}{s}} = 1,33$$

Por lo tanto, se verifica que el diseño adoptado para el ciclón evita el fenómeno de resuspensión.

Los resultados finales para cada partícula y eficiencia total se muestran resumidos en la tabla T08D.

Tamaño de partícula	mi	Dpi [μm]	Dp [m]	ηi	ηi*mi	
5	10	45	7,5	7,5E-06	0,390	17,5
10	30	25	20	2,0E-05	0,970	24,3
30	50	15	40	4,0E-05	1,000	15,0
50	70	10	60	6,0E-05	1,000	10,0
70	100	5	85	8,5E-05	1,000	5,0
Total						71,8

T5D

Corrección de eficiencia por concentración del contaminante.

Despejando de la ecuación de corrección resulta:

$$\eta_2 = 100 - \frac{100 - \eta_1}{\left(\frac{C_2}{C_1}\right)^{0,182}}$$

$$\eta_2 = 100 - \frac{100 - 71,8}{\left(\frac{11,5 \text{ g/m}^3}{2 \text{ g/m}^3}\right)^{0,182}}$$

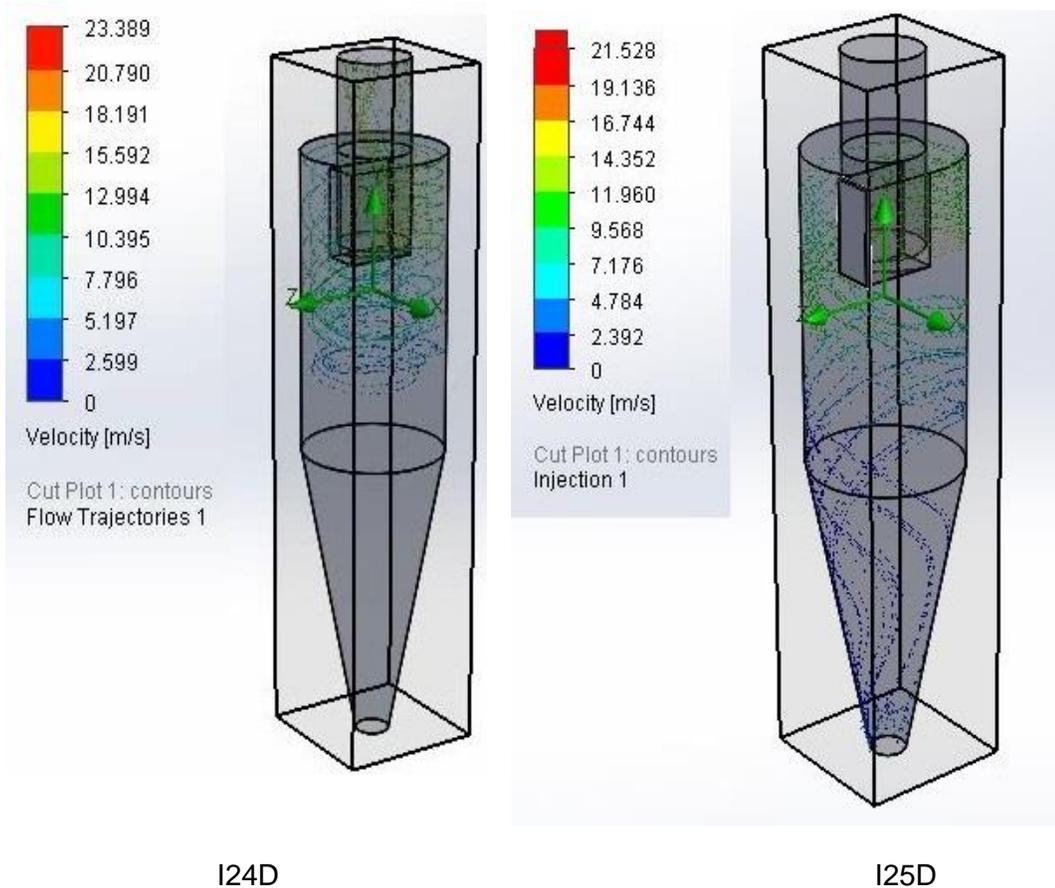
$$\eta_2 = 79,5 \%$$

Simulación de movimiento dentro del ciclón

Con las dimensiones calculadas se diseñó el ciclón y se simuló el movimiento del fluido dentro del mismo mediante el software SolidWorks

En las imágenes I24D e I25D se puede observar el movimiento que tomará el aire y las partículas respectivamente dentro del depurador.

Cabe destacar que en la imagen I25D no se observa resuspensión de material tal como fue calculado.



Estimación de la caída de presión

La importancia de determinar la caída de presión se relaciona directamente con los costos de operación. A mayores caídas de presión aumenta el requerimiento de potencia del ventilador y por lo tanto el consumo de energía.

En general, pérdidas menores a 2488,16 Pa (10 in H₂O) son aceptables.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 30 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Una de las ecuaciones para determinar la caída de presión en un ciclón es la desarrollada por Shepherd y Lapple:

$$\Delta P = \frac{1}{2} * \rho * V_i^2 * N_H$$

Dónde:

ΔP : Caída de presión [Pa]

ρ : Densidad del gas portador $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

V_i : Velocidad de entrada $\left[\frac{m}{s}\right]$

N_H : Número de cabezas de velocidad en la entrada

El factor N_H se obtiene de la tabla T07D ($N_H=8$)

Reemplazando en la ecuación

$$\Delta P = \frac{1}{2} * 1,2 \frac{kg}{m^3} * \left(17,5 \frac{m}{s}\right)^2 * 8$$

$$\Delta P = 1470 Pa$$

El valor hallado de caída de presión se encuentra dentro de los parámetros normales.

Patas del ciclón

Se adoptó como criterio de diseño el colocar 4 patas, ya que facilita el montaje sobre la pendiente de 7° del lugar. En los planos P10D a P13.D se pueden observar las dimensiones detalladas de cada pata.

El punto de contacto con el suelo se realiza con platinas soldadas a las patas; estas servirán de anclaje al suelo mediante varillas roscadas con tuercas y arandelas grandes para evitar la rotura de la loza.

En la imagen I26D se observa la disposición de las patas montadas al ciclón.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 31 de 67
---	-------------------	---------	-----------------



I26D

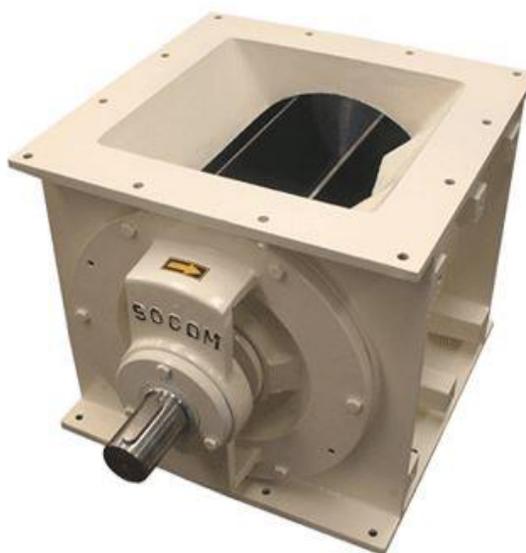
Selección de válvula rotativa

Se realiza la selección de una válvula rotativa, de paso vertical a partir del catálogo de la firma SOCOM, para ser ubicada en la descarga del ciclón.

Se adjuntan los datos provistos por el fabricante:

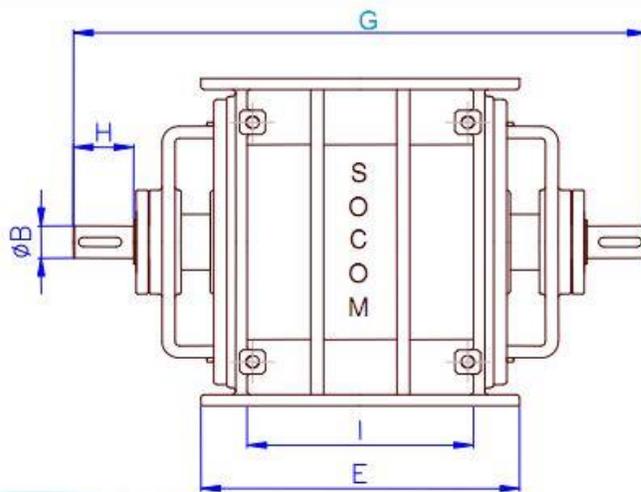
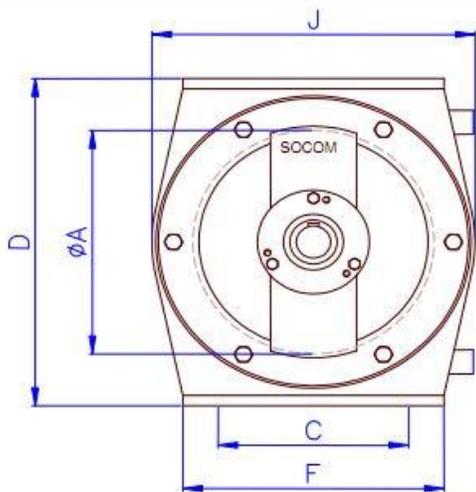
- Cuerpo: fundición gris.
- Rotor: construido en chapa SAE 1010 con álabes soldados.
- Capacidad máxima de desalojo: 14,04 Dm³/Rev.
- Coeficiente de llenado: 60%.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 32 de 67
---	-------------------	---------	-----------------



I27D

Serie	ØA	ØB	C	D	E	F	G	H	I	J	Vol./Transp. dm ³ /rev.
150	150	28	110	240	220	180	380	40	150	200	2.08
220	220	40	155	325	290	255	586	60	200	290	6.24
280	280	40	220	410	370	320	665	70	270	365	14.04
360	360	50	250	480	460	370	800	80	350	460	30.25
450	450	50	305	580	520	415	870	85	410	540	57.81
500	500	50	325	650	600	450	1000	110	490	600	81.61
600	600	55	400	800	690	530	1238	120	560	730	140.45
700*	700	55	470	900	852	622	1358	120	700	820	234.92
800*	800	65	600	980	900	760	1440	120	740	930	331.07



I28D

Selección de motorreductor

Para la motricidad de la válvula rotativa se selecciona un motorreductor de 30 rpm. Considerando los siguientes parámetros:

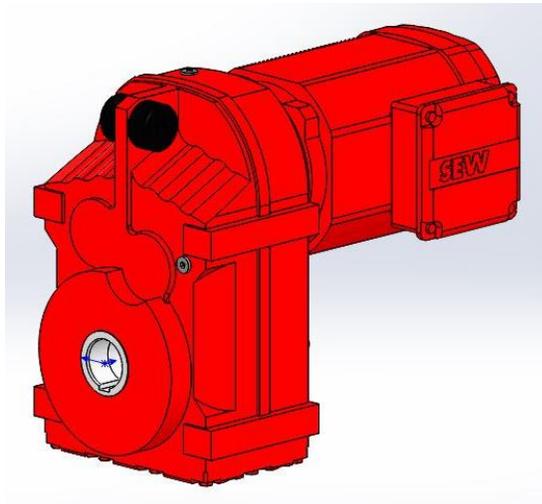
- Capacidad de desalojo de la válvula: 14,04 Dm³/Rev.
- Coeficiente de llenado: 60%.

Se calcula la capacidad de desalojo total a 30 rpm:

$$C_{total} = C_{válvula} * Coef_{llenado} * r.p.m_{motorred}$$
$$C_{total} = 14,04 \frac{dm^3}{rev} * 0,6 * 30 r.p.m = 252,7 \frac{dm^3}{min}$$

Se puede decir que el conjunto válvula – motorreductor cumple ampliamente con la aplicación en donde será instalado.

Motorreductor marca SEW, modelo FA57DRE80M4 que cumple con las siguientes características:



I29D

Datos técnicos		
FA57DRE80M4		
Características	Valor	Unidad
Velocidad nominal del motor	1435	1/min
Velocidad de salida	32	1/min
Índice de reducción total	44,73	
Par de salida	225	Nm
Factor de servicio SEW-FB	2,70	
Posición de montaje	M1	
Pintura imprimación/CapaFinal	3001 Rojo señal (52930010)	
Posición de conexión/caja de bornas	0	°
Entrada de cable/ Posición del conector	X	
Eje hueco	40	mm
Salida permitida con carga radial n=1400	9570	N
Cantidad de lubricante 1er reductor	2,3	Litro
Potencia del motor	0,75	kW
Factor de duración	S1-100%	
Clase eficiente	IE2	
Eficiencia (50/75/100% Pn)	79,2 / 81,3 / 81	%
Marcado CE	No	
Tensión del motor	230/400	V
Esquema de conexión	R13	
Frecuencia	50	Hz
Corriente nominal	2,9 / 1,68	A
Cos Phi	0,79	
Clase de aislamiento	155(F)	
Tipo protección del motor	IP55	
Requisito del diseño	IEC	
Momento de inercia de masa del motor	22,37	10 ⁻⁴ kgm ²
Peso neto	40	Kg
Opciones del motor		
Aislamiento térmico 155(F)		
Color: 3001 Rojo señal (52930010)		
Grado de protección IP 55		

I30D

Filtro de mangas

Descripción del equipo

Los filtros de mangas constan de una serie de bolsas con forma de mangas, normalmente de fibra sintética o natural, colocadas en unos soportes para darles consistencia y encerrados en una carcasa.

El gas sucio, al entrar al equipo, fluye por el espacio que está debajo de la placa a la que se encuentran sujetas las mangas y hacia arriba por los laterales de las mangas. A continuación, el gas fluye hacia el interior de las mangas dejando atrás los sólidos. El gas limpio fluye por el espacio interior de los sacos y se lleva hacia la chimenea de escape.

Durante el ciclo de limpieza de la manga, el polvo se desaloja usando un chorro de aire comprimido que se inyecta en la parte superior de las mangas filtrantes.

Este aire se proporciona a través de un tubo con boquillas que alimenta los Venturis localizados en la parte superior de las bolsas. El chorro de aire a alta presión interrumpe el flujo normal de aire a través del filtro. También crea una onda que al desplazarse a lo largo de la manga hace que esta se flexione, rompiendo la capa de polvo que cae hacia la tolva.

Para realizar los cálculos necesarios para la selección del filtro de mangas se utilizan las siguientes bibliografías:

- “Diseño y optimización de un sistema ciclón - filtro para desempolvado de ambientes industriales” de I. Elortegui y M.R Barboza, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- “Diseño de filtro de talegas” de Carlos Alberto Lodoño, de la revista “Ingenierías” Universidad de Medellín, volumen 7, N°12, enero-junio 2008.

Velocidad de filtración

El dimensionamiento de un filtro de mangas se realiza a partir del criterio de diseño de la velocidad de filtración. Esta velocidad tiene un valor de compromiso, ya que si es baja aumenta la superficie filtrante, y si es demasiado alta, aumenta la frecuencia de limpieza, acortando la vida del filtro y provocando una compactación excesiva de la capa de polvo.

La velocidad de filtración utilizada para obtener la caída de presión total se la conoce como la relación gas-tela y se la define como la razón entre el volumen de gas filtrado y el área del medio filtrante.

$$V_f = \frac{Q_{gas}}{A_{neta}}$$

Dónde:

V_f : velocidad de filtración (relación gas-tela) [m/s]

Q_{gas} : caudal del gas con concentración de partículas [m³/s]

A_{neta} : área neta de tela de filtración [m²]

Se debe determinar la relación gas–tela, que produce el efecto óptimo entre la caída de presión y el tamaño del filtro. Una forma de determinar dicho valor es aplicar la ecuación siguiente (Owen et al,1985).

$$V_f = 2.878 * A * B * T^{-0,2335} * C_e^{-0,06121} * (0,7471 + 0,0853 * \ln(D_p))$$

Siendo:

V_f : velocidad de filtración (relación gas-tela) [ft/min]

A: factor de material, entre 15 (tabaco, harina, grano, aserrín) hasta 6 (carbón activado, negro humo, detergentes, leche en polvo, jabones). Se adopta el valor de 11.

B: factor de aplicación, entre 1 y 0,8. Se adopta 1.

T: temperatura de aplicación [°F].

C_e : concentración de polvo a la entrada [g/ft³].

D_p : diámetro de la partícula [μm].

Reemplazando:

$$V_f = 2,878 * 11 * 1 * 64,4^{-0,2335} * 406,119^{-0,06121} * (0,7471 + 0,0853 * \ln(7,5))$$

$$V_f = 7,66 \frac{ft}{min} = 0,039 \frac{m}{s}$$

Por lo tanto, el área filtrante necesaria es de:

$$A_f = \frac{Q}{V_f} = \frac{5,35 \frac{m^3}{s}}{0,039 \frac{m}{s}} = 137,18 m^2$$

Cantidad de mangas necesarias

Las dimensiones típicas de las mangas varían entre 2000 y 6000 mm de largo y 130 y 150 mm de diámetro. Se adopta en esta primera instancia, una manga de:

$$L_m = 3 \text{ m.}$$

$$D_m = 0,15 \text{ m.}$$

Por lo cual el área de la manga es:

$$A_m = \pi * D_m * L_m$$

$$A_m = \pi * 0,15 \text{ m} * 3 \text{ m} = 1,42 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el número de mangas necesario es:

$$N^{\circ} \text{ de mangas} = \frac{A_f}{A_m} = \frac{137,18 \text{ m}^2}{1,42 \text{ m}^2} \cong 97$$

Por lo cual se buscará seleccionar un filtro de que cumpla con las siguientes condiciones:

- Largo de la manga: 3000 mm.
- Diámetro de la manga: 150 mm.
- N.º de mangas: 98 (se debe seleccionar un número par de mangas).

Selección

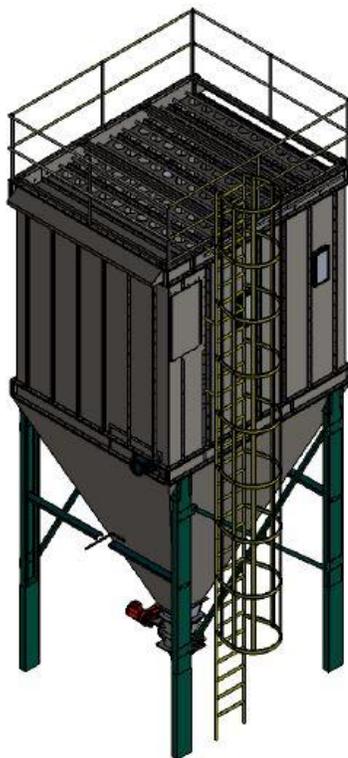
El filtro será de limpieza por alta presión tipo pulse jet (por pulsos de aire comprimido) de la empresa Ventilar S. A. El cual posee las siguientes características:

- Caudal: 320 m³/min.
- Superficie filtrante: 140 m².
- Ratio de filtrado: 2,28 m³/m².
- Material filtrante: Poliéster punzonado de 350 g/m².
- Cantidad de mangas: 98 u.
- Largo de mangas: 3000 mm.
- Diámetro de mangas: 145 mm.
- Tipo de sujeción: Snap Band.
- Canastos: Malla de alambre Ø=3 mm., galvanizados.

Además, el mismo cuenta con una válvula rotativa de paso vertical que posee las siguientes características:

- Capacidad máxima de desalojo: 13,3 dm³/vuelta.
- Velocidad de giro: 30 rpm.
- Coeficiente de llenado: 60%.
- Capacidad de desalojo: 240 dm³/min.

Las demás características del filtro se pueden observar en el plano adjunto P17D, y la hoja técnica del fabricante, que se encuentra en los anexos de este proyecto.



I31D

Estimación de la caída de presión

La caída de presión en un filtro de mangas está compuesta por la resistencia que presenta la tela, más la de la capa de partículas que se forma. A medida que la capa de partículas crece sobre la superficie de la manga, la caída de presión aumenta.

Lo descripto anteriormente se puede expresar como:

$$\Delta P = \Delta P_s + \Delta P_f + \Delta P_p$$

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 39 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Donde:

ΔP : Pérdida de carga total en el filtro [mmca].

ΔP_s : Caída de carga a través del compartimiento [mmca].

ΔP_f : Caída de presión a través de la tela [mmca].

ΔP_p : Caída de presión a través de la capa de partículas [mmca].

La pérdida de carga a través del compartimiento usualmente es baja y puede ser ignorada, ya que se la contempla en la caída de presión a través de la tela, cuando el filtro se encuentra en funcionamiento.

La caída de presión a través de la tela se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta P_f = K_1 * V_f$$

En la cual K_1 es el factor de resistencia del tejido [mmca*s/m]. Su valor se extrae de la siguiente tabla:

Factores de resistencia para telas de tejido plano

TELA	TEJIDO (HILOS/CM)	K_1 (mm H ₂ O . s/m)
Algodón	18 × 22	125.0
	41 × 27	138.9
Lana	16 × 20	29.8
	14 × 13	13.5
	11 × 12	22.7
	12 × 10	45.5
Nylon	15 × 15	156.3
Orlón	29 × 15	67.6
Fibra de vidrio	13 × 11	147.1
Dacrón	24 × 16	75.8
	30 × 19	263.2
Teflón	30 × 28	125.0

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986.

I32D

Como el material de las mangas del filtro seleccionado es poliéster punzado, se adopta para el cálculo el valor de $K_1 = 263,2$ mmca*s/m, correspondiente al Dacrón (fibra de poliéster) con el mayor número de hilos por cm para poder filtrar las partículas de menor tamaño.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 40 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Reemplazando:

$$\Delta P_f = K_1 * V_f = 263,2 \frac{mmca * s}{m} * 0,039 \frac{m}{s} = 10,24 mmca$$

La caída de presión que se presenta en la capa de partículas que se han acumulado sobre se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_p = K_2 * C_p * V_f^2 * \theta$$

En la cual:

K_2 : factor de resistencia debido a la capa de partículas [mmca*m*s/g].

C_p : concentración de partículas en la corriente gaseosa [g/m³].

θ : tiempo de acumulación de las partículas o de filtración [s].

El valor de C_p ya se ha definido en un apartado anterior, y equivale a 11,5 g/m³. Mientras que para el tiempo de filtración se adopta $\theta=900$ s=15 min.

Para K_2 , su valor se obtiene de la siguiente tabla:

Factores de resistencia de ciertas partículas

PARTÍCULAS	K_2 (mm H ₂ O · m · s/g)						
	833 μm	110 μm	90 μm	45 μm	40 μm	20 μm	2 μm
Granito	1.618	2.253				20.277	
Fundición	0.635	1.618			3.871		
Yeso					6.452	19.355	
Feldespatos					6.452	27.957	
Piedra	0.983		6.452				
Cenizas (negro de humo)							48.337
Óxido de zinc							16.078
Madera			6.452				
Resina (fria)		0.635				25.807	
Avena	1.618		9.831	11.265			
Maiz	0.635		3.871	9.012	9.228		

Nota: Cálculos basados en mediciones con aire. Para gases diferentes al aire, los valores de K_2 estipulados en la tabla se deben multiplicar por la viscosidad real del gas dividida por la viscosidad del aire.

Fuente: Perry, R. and Chilton, C., 1986.

I33D

Reemplazando valores, la caída de presión en la capa de partículas resulta:

$$\Delta P_p = 9,228 \frac{mmca * m * s}{g} * 11,5 \frac{g}{m^3} * \left(0,039 \frac{m}{s}\right)^2 * 900 s$$

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 41 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

$$\Delta P_p = 144,7 \text{ mmca}$$

Por lo tanto, la pérdida de carga total a través del filtro es de:

$$\Delta P = \Delta P_f + \Delta P_p = 10,24 \text{ mmca} + 144,7 \text{ mmca} = 154,94 \text{ mmca}$$

En general, puede esperarse una caída de presión máxima de 127 a 254 mmca a través del filtro de mangas, por lo cual el valor obtenido en el cálculo es aceptable.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 42 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Tuberías

En este apartado, se calculan los diámetros de los conductos, velocidades de circulación y caídas de presión por rozamiento en los mismos y accesorios.

Principios aplicados

Para tal fin se utilizan las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de continuidad:

$$Q_i = V_i * A_i$$

Q_i : caudal en el tramo considerado.

V_i : velocidad en el tramo i .

A_i : área del tramo i .

- Balance de masa:

$$Q_t = \sum Q_i$$

- Ecuación de Darcy-Weisbach (para pérdida de carga por tramo):

$$h_{f_i} = \frac{f_c * L_e * \gamma_a * V_i^2}{2 * g * D_i}$$

f_c : factor Darcy (se considera aprox. 0,02).

L_e : longitud equivalente en tramos rectos de tubería.

γ_a : densidad del aire.

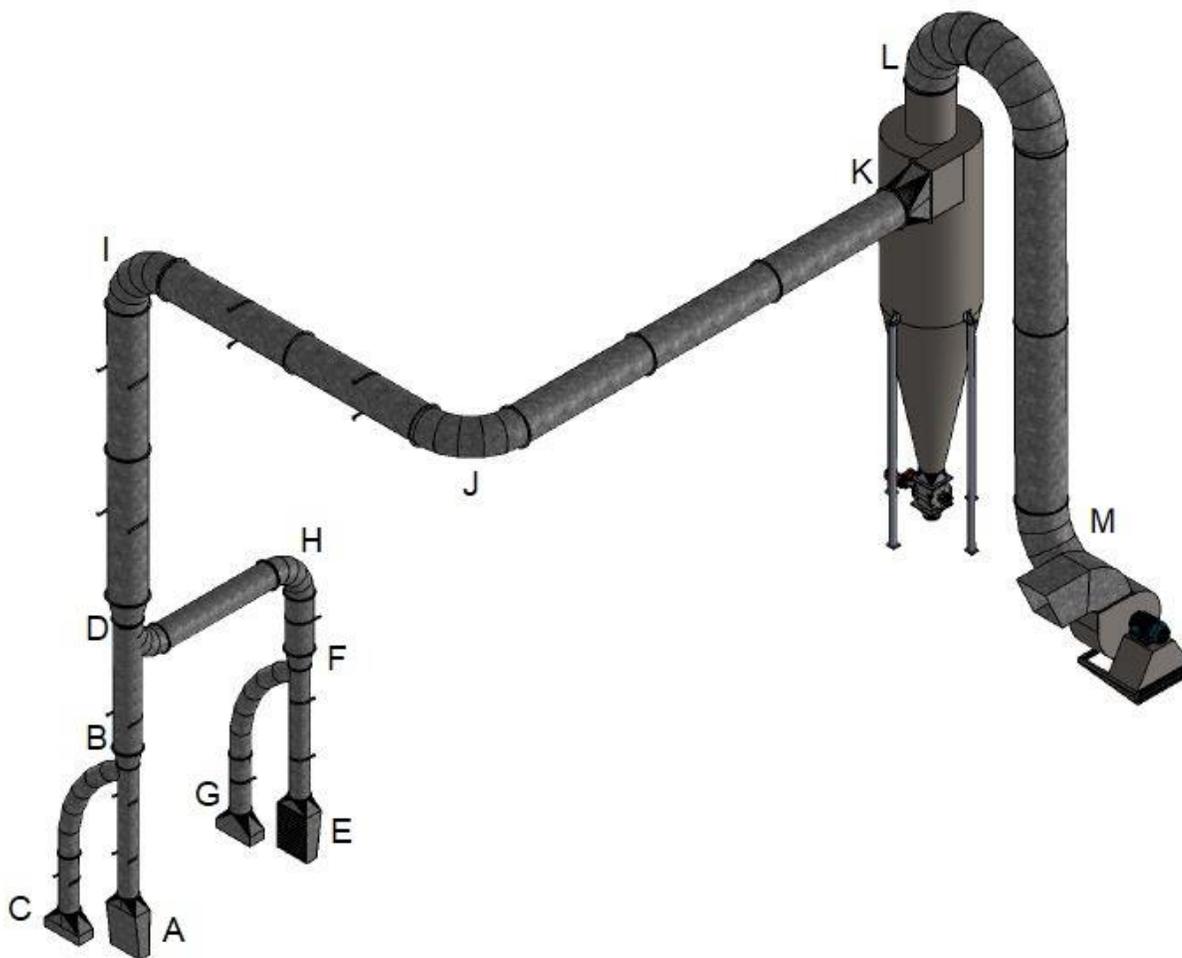
g : aceleración de la gravedad.

D_i : diámetro del tramo " i ".

Cálculos

Alternativa Ciclón

Para realizar el cálculo se procedió a la codificación de los tramos de tubería como se muestra en la imagen I30P.



I33P

Para visualizar los detalles de los distintos tramos se debe consultar el plano P18P.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 44 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para la alternativa con ciclón.

Tramo o elemento	Diám. Cond. [mm]	Área cond. [m ²]	Caudal [m ³ /s]		Veloc. [m/s]	Longitud del conducto [m]				Pérdida adicional [mmca]	Hf por tramo [mmca]		
			lateral	princ.		long. Recto	número de codos	uniones	long. equiv.				long. total
CS-1				1,34	17,50							68,39	T R A M O S P A R A L E L O S
A-B	300	0,071		1,34	18,91	2,3		1	3,2	5,5		8,02	
CI-1				1,34	17,50							56,43	
C-B	300	0,071		1,34	18,91	2			0	2	17,06	19,98	
B-D	420	0,139	1,34	1,34	19,30	2,3		1	4,78	7,08	8,64	16,32	
CS-2				1,34	17,50							68,39	
E-F	300	0,071		1,34	18,91	2,3		1	3,2	5,5		8,02	
CI-2				1,34	17,50							56,43	
G-F	300	0,071		1,34	18,91	2			0	2	17,06	19,98	
F-H	420	0,139	1,34	1,34	19,30	0,8	1		11	11,8		12,80	
H-D	420	0,139		2,67	19,30	3,25			0	3,25		3,52	
D-I	600	0,283	2,67	2,67	18,91	5		1	7,3	12,3		8,97	
I-J	600	0,283		5,35	18,91	5,2	1		17	22,2		16,18	
J-K	600	0,283		5,35	18,91	7,8	1		17	24,8		18,08	
Ciclón				5,35	18,91							171,64	
L-M	755	0,448		5,35	11,94	6,3	3		67,5	73,8		17,05	

T6D

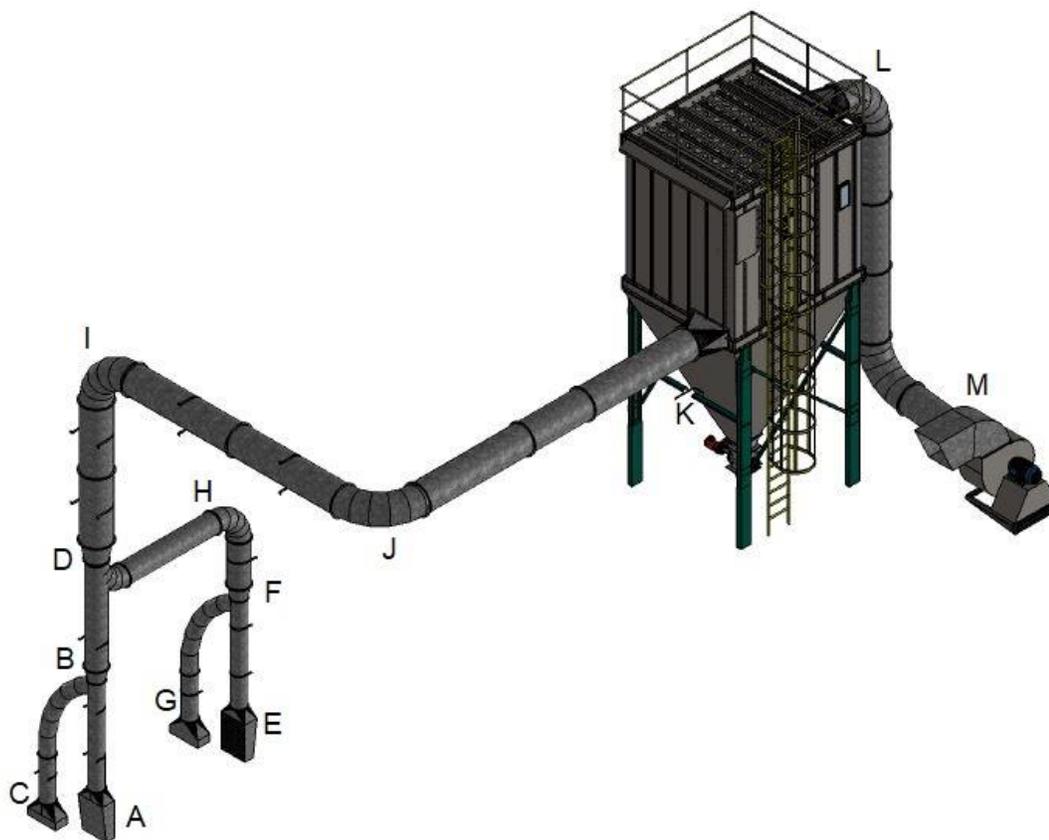
Las celdas coloreadas en celeste corresponden a objetos instalados en la línea de aspiración y tienen una caída de presión propia según su forma y tamaño, ya calculados en secciones anteriores.

La columna correspondiente a pérdidas adicionales hace referencia a la caída de presión que se debe adicionar para compensar la aspiración de las ramas en paralelo. Siendo estas últimas las celdas coloreadas a la derecha de la tabla.

Alternativa filtro de mangas

En esta sección se repite el cálculo utilizado para el ciclón, adaptando la configuración para que funcione con el filtro de mangas.

La codificación de tramos se muestra en la siguiente imagen, pudiendo consultar detalles en plano P25P.



I34P

Los resultados obtenidos se ven en la tabla T7D.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 46 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Tramo o elemento	Diám. Cond. [mm]	Área cond. [m ²]	Caudal [m ³ /s]		Veloc. [m/s]	Longitud del conducto [m]				Pérdida adicional [mmca]	Hf por tramo [mmca]	T R A M O S P A R A L E L O S	
			lateral	princ.		long. Recto	número de codos	uniones	long. equiv.				long. total
CS-1				1,34	17,50							68,39	
A-B	300	0,071		1,34	18,91	2,3		1	3,2	5,5		8,02	
Cl-1				1,34	17,50							56,43	
C-B	300	0,071		1,34	18,91	2			0	2	17,06	19,98	
B-D	420	0,139	1,34	1,34	19,30	2,3		1	4,78	7,08	8,64	16,32	
CS-2				1,34	17,50							68,39	
E-F	300	0,071		1,34	18,91	2,3		1	3,2	5,5		8,02	
Cl-2				1,34	17,50							56,43	
G-F	300	0,071		1,34	18,91	2			0	2	17,06	19,98	
F-H	420	0,139	1,34	1,34	19,30	0,8	1		11	11,8		12,80	
H-D	420	0,139		2,67	19,30	3,25			0	3,25		3,52	
D-I	600	0,283	2,67	2,67	18,91	3		1	7,3	10,3		7,51	
I-J	600	0,283		5,35	18,91	5	1		17	22		16,04	
J-K	600	0,283		5,35	18,91	6,7	1		17	23,7		17,28	
Filtro de Mangas				5,35	18,91							154,94	
L-M	600	0,283		5,35	18,91	6	3		51	57		41,55	

T7D

Material

El sistema de conductos, será construido en chapa galvanizada y diseñado para llegar a los distintos puntos indicados.

Los mismos serán de sección circular, lisos, libres de abolladuras, de espesores variables según el diámetro de acuerdo a la siguiente tabla:

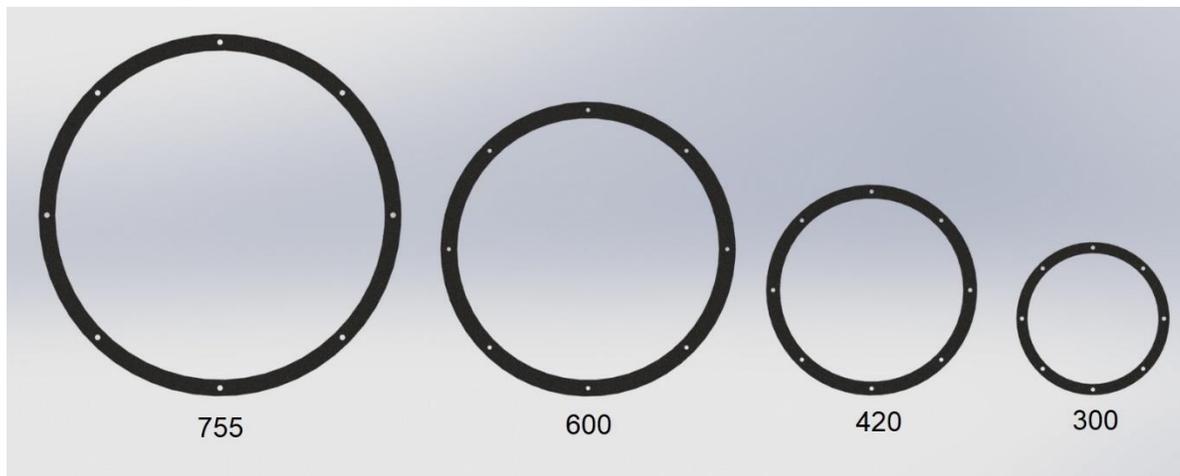
Diámetro [mm]	Tramos rectos	Curvas y uniones
	Espesor de chapa [N°]	Espesor de chapa [N°]
300	20	18
420	18	16
600	16	14
755	16	14

T8P

Las curvas serán de radio medio R= 1,5 veces el diámetro del caño y con un mínimo de 5 gajos para curvas de 90°. Llevarán dos bridas, siendo una pestañada y otra suelta.

Los tramos rectos de conductos no serán mayores de 3,6 m y las uniones entre los mismos será por medio de bridas construidas en planchuelas de las siguientes medidas:

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 47 de 67
---	-------------------	---------	-----------------



I35P

Diámetro [mm]	Tipo de planchuela
300	1" x 1/4"
420	1 1/4" x 1/4"
600	1 1/2" x 1/4"
755	1 3/4" x 1/4"

T9P

La unión entre bridas se efectuará por medio de bulones galvanizados y masilla plástica.



I37P

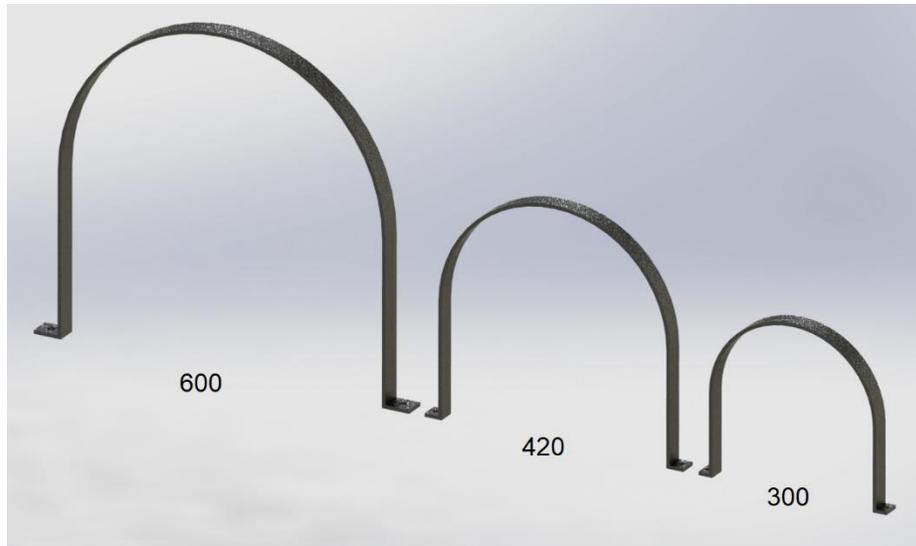
El detalle de cada tipo de brida se puede observar en los planos de P26P a P29P.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 48 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Sujeciones

Las sujeciones tienen como objetivo rodear la tubería y fijarla a la pared; para lograr esto se adopta el diseño tipo omega, el cual es de simple fabricación mediante rolado y plegado en planchuela.

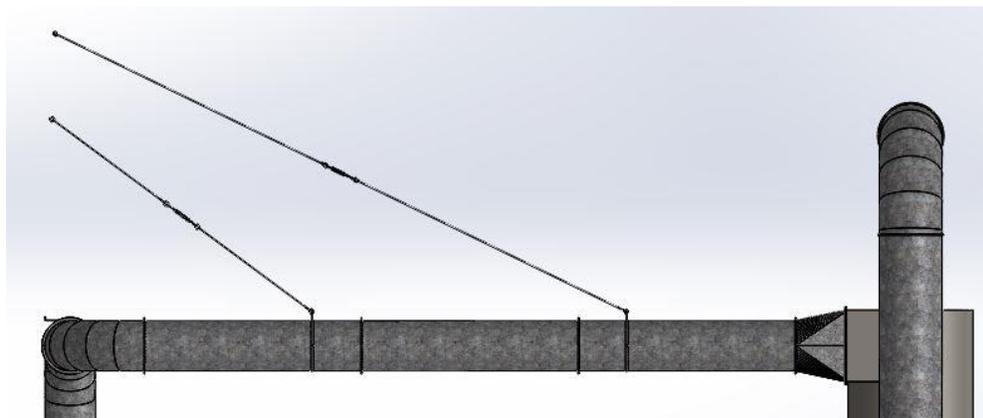
En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en los planos de P34P a P36P.



I38P

El tramo J-K no podrá fijarse con las sujeciones ya descritas; en tal caso se fijará a través de riendas de acero sujetas a la pared de los silos en un extremo y en el otro a un cáncamo.

En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en el plano P37P.



I39P

Estas varillas constaran de un tensor metálico que permita ajustar la tensión de la misma.



I40P

Vista constructiva del cáncamo:



I41P

Tornillería

Para el montaje de las uniones bridadas se utilizarán tornillos cabeza hexagonal de acero galvanizado, según el tamaño de la brida como se muestra a continuación:

Brida	Tornillo	Cantidad
300	3/8" x 1"	48
420	3/8" x 1"	48
600	3/8" x 1"	80
755	1/2" x 1"	48
Brida de entrada al depurador	3/8" x 1"	12

T10P

A cada tornillo le corresponde una arandela plana, Grower y tuerca de la medida indicada.

Para las sujeciones se necesitaran:

Sujeción	Tornillo	Cantidad
300	3/8" x 1 1/2"	12
420	1/2" x 1 1/2"	4
600	1/2" x 1 1/2"	12

T11P

Los tornillos que sujetan los conductos a la pared contarán de un tarugo y una arandela plana del diámetro correspondiente. A su vez, los soportes que se ubican sobre la pared de chapa del vestíbulo, se fijarán con una tuerca, una arandela plana y una Grower.

Ventilador

Para mover el aire a través de un sistema de ventilación, es necesario aportar energía para vencer las pérdidas de carga del sistema. La misma será aportada por un ventilador centrífugo de palas curvadas hacia atrás de espesor uniforme.

Presión necesaria

Para seleccionar el ventilador, se deben determinar las pérdidas en la tubería y accesorios debidas a la circulación del aire.

Para tal fin se plantea la ecuación de Bernoulli entre los distintos puntos del circuito de aire. Dichos puntos se observan en la imagen I33P e I34P.

Ecuación de Bernoulli:

$$P_{e1} + Z_1 + P_{d1} + h_{f_{1-2}} = P_{e2} + Z_2 + P_{d2} + W_t$$

Dónde:

P_e : es la presión estática [mmca].

Z : altura piezométrica [mmca].

P_d : presión dinámica [mmca].

h_f : pérdida de carga en el tramo considerado [mmca].

W_t : presión que el ventilador debe aportar al sistema [mmca].

- El valor de Z se obtiene:

$$Z_i = \gamma_a * H_i$$

Siendo:

γ_a : densidad de aire (1,2 kg/m³).

H_i : altura del punto considerado, respecto al nivel de referencia [m].

- La presión dinámica se halla con la expresión:

$$P_{di} = \frac{\gamma_a * V^2}{2 * g}$$

En la cual:

V: es la velocidad de circulación del aire [m/s].

g: es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

- Los valores de h_f se obtuvieron en la tabla T6D de la sección de tuberías, para la alternativa con ciclón y de la tabla T7D para la propuesta con filtro de mangas.

Los resultados obtenidos para cada tramo de la instalación se observan en la siguiente tabla:

Con ciclón:

Nivel	Veloc. [m/s]	Altura [m]	Hf [mmca]	Pdi [mmca]	Zi [mmca]	Pei [mmca]
A	17,50	0,59	76,41	18,73	0,708	10332,3
B	18,91	3,45	16,32	21,87	4,14	10401,2
C	17,50	-0,18	76,41	18,73	-0,216	10332,3
D	19,30	6	8,97	22,77	7,2	10410,0
E	17,50	0,59	76,41	18,73	0,708	10332,3
F	18,91	3,45	12,80	21,87	4,14	10401,2
G	17,50	-0,18	76,41	18,73	-0,216	10332,3
H	19,30	6	3,52	22,77	7,2	10410,0
I	18,91	12,56	16,18	21,87	15,072	10412,0
J	18,91	12,56	18,08	21,87	15,072	10428,2
K	18,91	12,56	171,64	21,87	15,072	10446,3
L	11,94	13,91	17,05	8,72	16,692	10629,5
M	11,94	6,38	0,00	8,72	7,656	10332,3
Wt						323,3

T12F

Con filtro de mangas:

Nivel	Veloc. [m/s]	Altura [m]	Hf [mmca]	Pdi [mmca]	Zi [mmca]	Pei [mmca]
A	17,50	0,59	76,41	18,73	0,708	10332,3
B	19,30	3,45	16,32	22,77	4,14	10400,3
C	17,50	-0,18	76,41	18,73	-0,216	10332,3
D	18,91	6	7,51	21,87	7,2	10410,0
E	17,50	0,59	76,41	18,73	0,708	10332,3
F	19,30	3,45	12,80	22,77	4,14	10400,3
G	17,50	-0,18	76,41	18,73	-0,216	10332,3
H	19,30	6	3,52	22,77	7,2	10410,0
I	18,91	10	16,04	21,87	12	10412,8
J	18,91	10	17,28	21,87	12	10428,8
K	18,91	10	154,94	21,87	12	10446,1
L	18,91	15	41,55	21,87	18	10595,0
M	18,91	6,5	0,00	21,87	7,8	10332,3
Wt						314,5

T13F

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 53 de 67
---	-------------------	---------	-----------------

Selección

Ventilador

Se debe adoptar un ventilador que cumpla con las siguientes especificaciones:

- Caudal: 5,35 m³/s.
- Presión: 323,3 mmca = 3171,26 Pa.

Por lo tanto, se selecciona un ventilador centrífugo de la empresa Gatti Ventilación. La selección se realiza mediante el software de selección oficial de la empresa (versión de agosto de 2018).

Del mismo, se obtuvo que el modelo que mejor se ajusta a los parámetros necesarios es el ventilador centrífugo RU 730 SASE.

Características del ventilador:

- Modelo: RU 730 SASE.
- Sistema: Trifásico.
- Potencia: 36,64 HP
- N.º de polos: 4
- Velocidad: 1450 RPM
- Arreglo: DM4
- Caudal: 6 m³/s
- Presión total: 3192 Pa.

Posteriormente se pueden observar los parámetros y curva de funcionamiento del ventilador adoptado (los mismos se obtuvieron del software de selección de Gatti Ventilación):

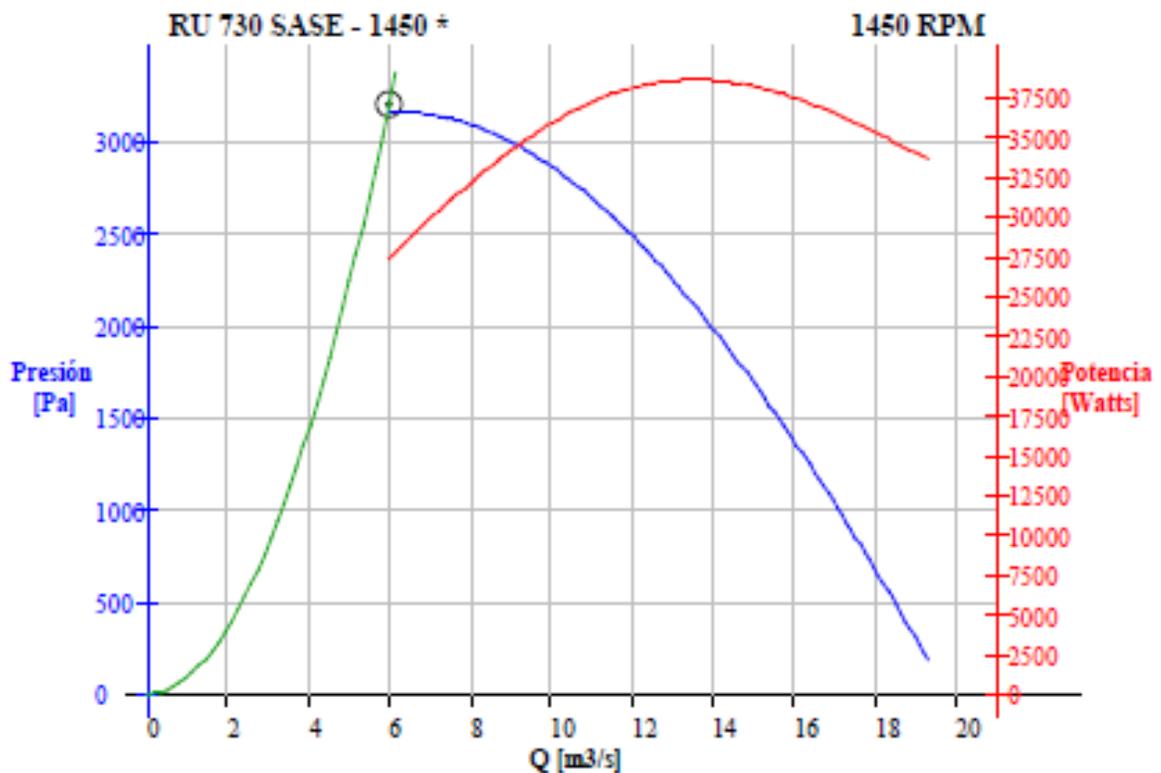


I42F

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 54 de 67
---	-------------------	---------	-----------------



CURVA DE PERFORMANCE (Baix norma IRAM 19004)



PRESTACIONES	PARÁMETROS	LEYENDA
Q= 5,98 m ³ /s Pe= 3149,41 Pa N= 27319,39 Watts N= 36,64 HP As= 0,71 m ² Vs= 8,4225 m/s Pd= 42,5989 Pa Pt= 3192,0081 Pa Rt= 0,6987 SPLt= 86,0281 dB SPL(A)=80,8306 dB	Velocidad giro=1450 RPM Temperatura=18 °C altura=0 m	● Pe: Presión estática [Pa] ● N: Potencia [Watts] ● Ps: Presión del sistema [Pa] ⊙ Punto de búsqueda Q: Caudal [m ³ /s] As: Area de salida [m ²] Vs: Velocidad de salida [m/s] Pd: Presión dinámica [Pa] Pt: Presión total [Pa] Rt: Rendimiento total SPL: Nivel Presión Sonoro [dB]

I43F

Motor

Por lo tanto, se seleccionará un motor 40 HP de catálogo Weg (edición de 08/2007) para impulsar el ventilador seleccionado:



I44F

Motores Trifásicos Cerrados - W21

Alta Eficiencia

Potencia	Carcasa IEC	RPM	Corriente nominal en 380V A	Corriente con rotor bloqueado Ip / In	Momento Nominal Cn (NM)	Momento con rotor bloqueado Cp / Cn	Momento máximo Cmax. Cn	380 V						Factor de servicio F.S.	Momento de Inercia J kgm²	Tiempo max. con rotor bloqueado en caliente / frío (s)	Peso aprox. (kg)	
								Rendimiento η%			Factor de Potencia Cos φ							
								% de la potencia nominal										
								50	75	100	50	75	100					
IV Polos - 1500 rpm																		
0.12	0.16	63	1415	0.43	4.5	0.79	2.6	2.7	56.5	62.5	64.5	0.43	0.55	0.65	1.00	0.00045	20/44	7.5
0.18	0.25	63	1400	0.61	4.6	1.25	2.6	2.7	58	64	67.5	0.44	0.55	0.66	1.00	0.00056	27/59	7.8
0.25	0.33	71	1400	0.73	5	1.66	3	3.1	69	73	75	0.5	0.61	0.69	1.00	0.00079	48/106	11.6
0.37	0.5	71	1395	1.08	5	2.52	2.7	2.8	69	74	75.5	0.47	0.59	0.69	1.00	0.00079	37/81	10.9
0.55	0.75	80	1430	1.37	6	3.68	2.6	2.8	72	77	78	0.56	0.69	0.78	1.00	0.00242	17/37	13.9
0.75	1	80	1420	1.74	6	4.95	2.6	2.6	76	78.6	80.1	0.62	0.75	0.82	1.00	0.00328	16/35	15.9
1.1	1.5	90S	1445	2.49	7	7.29	2.6	3	80	83.8	83.8	0.59	0.72	0.8	1.00	0.0056	14/31	20.8
1.5	2	90L	1450	3.47	7.5	9.69	2.8	3.3	80.5	84.6	85.2	0.54	0.68	0.77	1.00	0.00672	10/22	23.8
2.2	3	90L	1420	5.29	5.8	14.84	2.7	2.5	76.5	79	81	0.55	0.69	0.78	1.00	0.00672	8/18	24.0
2.2	3	100L	1425	4.66	7.4	14.79	3	3	85.3	86.4	86.4	0.65	0.77	0.83	1.00	0.01072	17/37	32.1
3	4	100L	1430	6.27	7.8	19.65	2.9	3.3	84.5	86.5	87.5	0.64	0.76	0.83	1.00	0.01225	11/24	39.3
4	5.5	112M	1445	8.26	6.6	26.73	2.1	2.6	87.1	88.3	88.6	0.66	0.77	0.83	1.00	0.01875	12/26	47.0
5.5	7.5	132S	1465	10.95	8.5	35.96	2.4	3.1	88	89.6	90.1	0.69	0.79	0.85	1.00	0.05427	12/26	67.2
7.5	10	132S	1465	14.74	8.2	47.95	2.5	3	88.5	90	90.2	0.7	0.81	0.86	1.00	0.05815	9/20	80.0
7.5	10	132M	1465	14.63	8.2	47.95	2.5	3	89	90	90.4	0.71	0.81	0.86	1.00	0.0659	9/20	77.3
9.2	12.5	132M	1465	18.19	8	59.93	2.5	3	88	89.5	90.4	0.68	0.8	0.85	1.00	0.06202	7/15	74.0
9.2	12.5	160M	1460	18.32	5.6	60.14	2.3	2.3	89.6	91	91	0.7	0.8	0.84	1.00	0.08029	27/59	106.8
11	15	160M	1465	22.11	6	71.92	2.5	2.6	90.3	91.4	91.2	0.68	0.78	0.83	1.00	0.10037	19/42	118.3
15	20	160L	1465	29.89	6.1	95.89	2.5	2.6	90.5	91.9	91.8	0.66	0.77	0.83	1.00	0.11542	17/37	129.7
18.5	25	180M	1470	36.74	8	119.46	2.9	2.9	91.6	93	93.4	0.65	0.76	0.82	1.00	0.19733	12/26	175.1
22	30	180L	1475	41.47	7.9	142.86	2.8	2.9	92.5	93.5	93.7	0.71	0.81	0.86	1.00	0.23321	16/35	195.1
30	40	200L	1475	58.53	7	190.48	2.5	2.6	93	94	93.9	0.67	0.78	0.83	1.00	0.33095	18/40	245.2
37	50	200L	1470	72.67	6.2	238.91	2.1	2.2	92.5	93	93.2	0.69	0.79	0.83	1.00	0.38611	19/42	277.8
37	50	225S/M	1480	68.63	7.2	237.3	2.2	2.7	93	94	94.1	0.76	0.84	0.87	1.00	0.69987	16/35	369.5

I45F

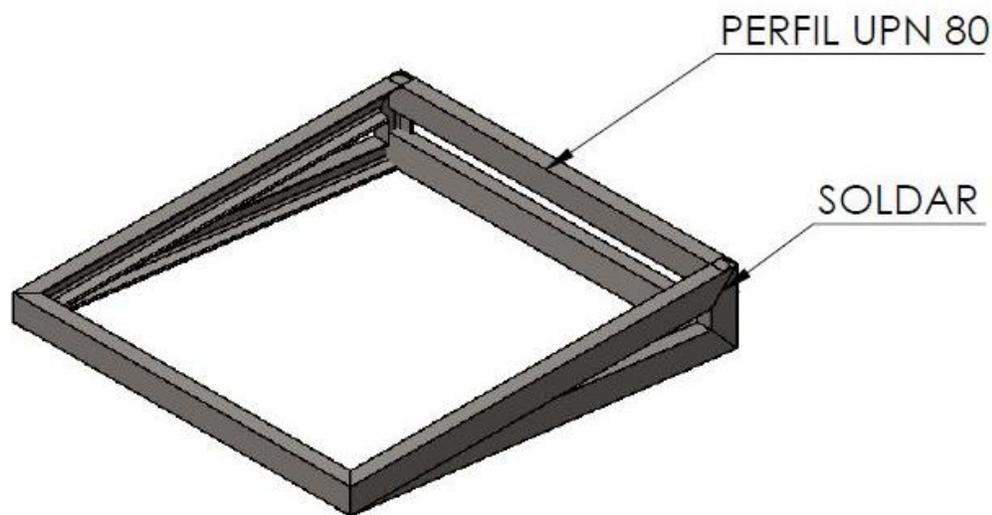
Características de selección:

Potencia [HP]	40
R.P.M	1500
N° Polos	4
Tensión Nominal [V]	380
Corriente Nominal [A]	58,53
Cos fi	0,83
Peso [kg]	245,2
Carcasa IEC	200 L
Protección	IP 55

T14F

Base

Se ideó un diseño que permita compensar la inclinación de 7° del lugar donde se instalará el ventilador, con el fin de lograr una perfecta nivelación y alineación de los equipos.



I46F

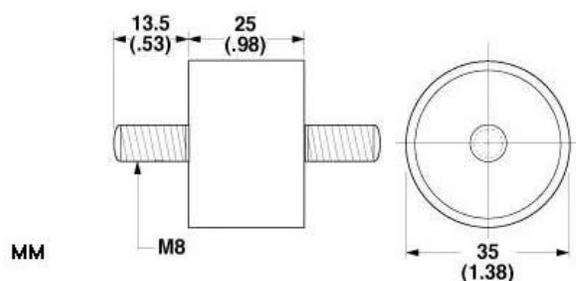
En el plano P42F se observan los detalles para la fabricación de la misma. Además, se colocarán tacos de goma para reducir las vibraciones.

Datos de selección:

- CIERRE: Acero, Galvanizado.
- ISOLATOR: Caucho Natural.
- PARA CARGAS DE COMPRESIÓN: 21-48 kg.
- PARA LAS CARGAS DE CIZALLA: 12 a 30 kg.



I47F



I48F

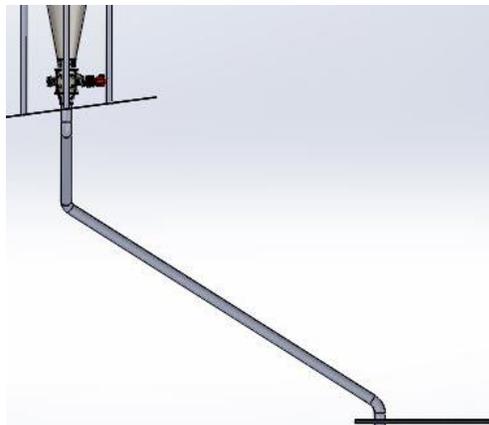
Transporte por gravedad

La salida de la válvula rotativa del depurador se conectará a un sistema conducto de 4", liso-libre de rugosidad, el cual transportará por gravedad el material colectado hacia la tolva de descarga de harinas, para ser inyectado al proceso de elaboración de piensos.

Para ello se debe realizar el trazado de dichos conductos con un ángulo mayor al ángulo de fricción del material. El valor de dicho ángulo es de 35° , este se obtiene de las tabla del Zignoli que se encuentra en los anexos.

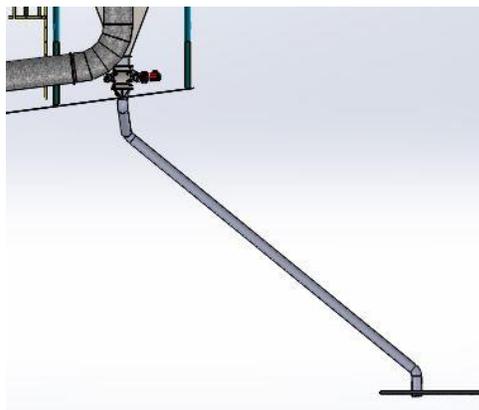
En las siguientes imágenes se puede apreciar la forma final del sistema de descarga.

Alternativa con ciclón:



I49P

Alternativa con filtro de mangas:

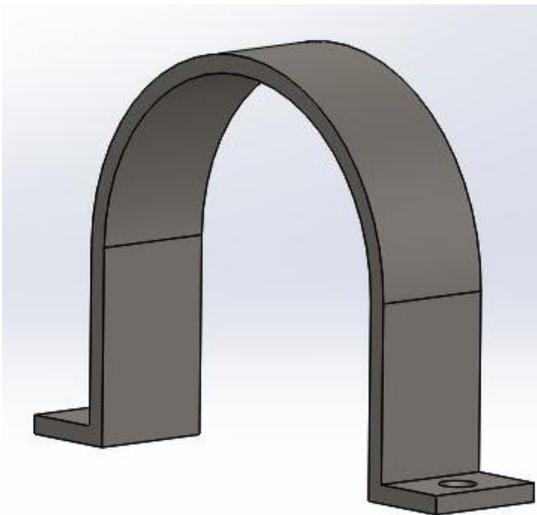


I50P

Sujeciones

Para la sujeción del transporte por gravedad se adoptó el mismo criterio utilizado en los tramos rectos del sistema de conductos.

En la imagen se aprecia la forma final y los detalles se observan en los planos de P34P.



I51P

Anexos Memorias de Cálculo

Referencia de imágenes

Código	Descripción
I 1 PL	Plataforma y entorno
I 2 V	Croquis acoplado
I 3 V	Medidas de acoplado
I 4 V	Selección de caño
I 5 V	Selección de chapa
I 6 V	Estructura del vestíbulo
I 7 V	Vestíbulo
I 8 V	Puerta de solapamiento
I 9 V	medidas cortinas de PVC
I 10 V	Cabezal de cortina
I 11 V	Hoja técnica luminaria
I 12 TP	Trampas de polvo
I 13 TP	Selección de chapa
I 14 TP	selección de cadena
I 15 TP	Bastidor y espacios no operativos
I 16 C	campana superior
I 17 C	campana inferior
I 18 C	Condiciones de dispersión
I 19 C	Velocidad de diseño recomen.
I 20 D	Parámetros de diseño
I 21 D	Distribución de partículas
I 22 D	Dimensiones ciclón Lapple
I 23 D	Simulación de aire
I 24 D	Simulación de partículas
I 25 D	Patas del ciclón
I 26 D	Válvula rotativa
I 27 D	Tablas de selección - válvula rotativa
I 28 D	Motorreductor
I 29 D	Tablas de selección - motorreductor
I 30 D	Filtro seleccionado
I 31 D	Factores de resistencia para telas
I 32 D	Factores de resistencia de ciertas partículas
I 33 P	Codificación de tramos (ciclón)
I 34 P	Codificación de tramos (filtro)

I	35	P	Bridas
I	36	P	Masilla
I	37	P	Sujeciones
I	38	P	Riendas
I	39	P	Tensor
I	40	F	Cáncamo y varilla roscada
I	41	F	Ventilador
I	42	F	Curva del ventilador
I	43	F	Motor
I	44	F	Datos del motor
I	45	F	Base del ventilador
I	46	F	Tacos de goma
I	47	F	Tacos de goma medidas
I	48	P	Transporte por gravedad (ciclón)
I	49	P	Transporte por gravedad (filtro)
I	50	P	Sujeción para caño 100 mm.
I	51	M	Diagrama de Gantt

Referencia de tablas

Código	Descripción
T 1 V	Cantidad de tornillos
T 2 V	Cantidad de tornillos
T 3 C	Pérdida de carga en rendijas
T 4 C	Pérdida de carga a la entrada del conducto
T 5 D	Resultados eficiencias del ciclón
T 6 D	Hf por tramo (ciclón)
T 7 D	Hf por tramo (filtro)
T 8 P	Material de los conductos
T 9 P	Material de las bridas
T 10 P	Tornillos bridas
T 11 P	Tornillos sujeciones
T 12 F	Caídas de presión de la instalación (ciclón)
T 13 F	Caídas de presión de la instalación (filtro)
T 14 F	Parámetros de selección del motor
T 15 M	Programación de proyecto
T 16 AE	Mano de obra de fabricación ciclón
T 17 AE	Mano de obra de fabricación filtro
T 18 AE	Costos de equipos ciclón
T 19 AE	Costos de equipos filtro
T 20 AE	Costos de materiales
T 21 AE	Costos de inversión
T 22 AE	Costos operativos
T 23 AE	Ahorros

Referencia de planos

Código	Descripción
P 1 PL	Plataforma en reposo
P 2 PL	Plataforma elevada
P 3 V	Vestíbulo
P 4 V	Vestíbulo con puerta
P 5 TP	Trampa de polvo
P 6 TP	Trampa de polvo y soporte
P 7 C	Campana Superior
P 8 C	Campana Inferior
P 9 D	Ciclón
P 10 D	Pata ciclón 1
P 11 D	Pata ciclón 2
P 12 D	Pata ciclón 3
P 13 D	Pata ciclón 4
P 14 D	Válvula rotativa
P 15 D	Válvula con boca de descarga
P 16 D	Ciclón ensamblado
P 17 D	Filtro de mangas
P 18 P	Tuberías para ciclón
P 19 P	Codos 300 mm
P 20 P	Codos 420 mm
P 21 P	Codos 600 mm
P 22 P	Codos 755 mm
P 23 P	Uniones 300 mm a 420 mm
P 24 P	Uniones 420 mm a 600 mm
P 25 P	Media caña
P 26 P	Bridas 300 mm
P 27 P	Bridas 420 mm
P 28 P	Bridas 600 mm
P 29 P	Bridas 755 mm
P 30 P	Entrada al depurador / Salida del filtro
P 31 P	Entrada al ventilador para filtro
P 32 P	Cambio de sección (caño 600-ventilador)
P 33 P	Sujeción para caño 100 mm
P 34 P	Sujeción para caño 300 mm
P 35 P	Sujeción para caño 420 mm
P 36 P	Sujeción para caño 700 mm
P 37 P	Sujeción de tramos

P 38	P	Tuberías para filtro de mangas
P 39	P	Descarga del filtro
P 40	V	Puerta solapable
P 41	F	Ventilador
P 42	F	Base ventilador
P 43	F	Esquema completo ciclón
P 44	F	Esquema filtro completo
P 45	P	Descarga por gravedad ciclón
P 46	P	Descarga por gravedad filtro

Índice general

VESTÍBULO	2
DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA Y REJILLA DE DESCARGA	2
DIMENSIONAMIENTO DEL VESTÍBULO.....	3
TORNILLERÍA.....	6
PUERTA DE SOLAPAMIENTO	8
CORTINAS FLEXIBLES DE PVC	9
ILUMINACIÓN DEL VESTÍBULO.....	11
TRAMPAS DE POLVO	13
DIMENSIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS	13
MATERIALES.....	14
BASTIDOR	15
CAPTACIÓN DEL POLVO.....	17
PARÁMETROS DE DISEÑO DE LAS CAMPANAS	17
VELOCIDAD DE CAPTURA	18
CAUDAL DE ASPIRACIÓN DE LA CAMPANA	19
PÉRDIDA DE CARGA EN LAS CAMPANAS	20
CICLÓN	23
DIMENSIONAMIENTO DEL CICLÓN	23
DESARROLLO	24
<i>Selección del tipo de ciclón.....</i>	<i>24</i>
<i>Calculo del diámetro del ciclón.....</i>	<i>25</i>
<i>Estimación de ciclones necesarios para trabajar en paralelo</i>	<i>26</i>
<i>Cálculo de la eficiencia de colección.....</i>	<i>26</i>
<i>Simulación de movimiento dentro del ciclón.....</i>	<i>30</i>
<i>Estimación de la caída de presión</i>	<i>30</i>
PATAS DEL CICLÓN	31
SELECCIÓN DE VÁLVULA ROTATIVA	32
SELECCIÓN DE MOTORREDUCTOR.....	34
FILTRO DE MANGAS	36
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	36
VELOCIDAD DE FILTRACIÓN	36
CANTIDAD DE MANGAS NECESARIAS	38
SELECCIÓN	38
ESTIMACIÓN DE LA CAÍDA DE PRESIÓN.....	39
TUBERÍAS	43
PRINCIPIOS APLICADOS	43
CÁLCULOS.....	44

<i>Alternativa Ciclón</i>	44
<i>Alternativa filtro de mangas</i>	46
MATERIAL.....	47
SUJECIONES.....	49
TORNILLERÍA.....	50
VENTILADOR	52
PRESIÓN NECESARIA.....	52
SELECCIÓN	54
<i>Ventilador</i>	54
<i>Motor</i>	56
BASE.....	57
TRANSPORTE POR GRAVEDAD	59
SUJECIONES.....	60
ANEXOS MEMORIAS DE CÁLCULO	61
REFERENCIA DE IMÁGENES	61
REFERENCIA DE TABLAS.....	63
REFERENCIA DE PLANOS	64
ÍNDICE GENERAL.....	66

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA (PFC)

*“Control de polvo en plataforma de descarga de cereales
Granja Tres Arroyos, Molino Piensos” – Anexos Complementarios*

Proyecto N°: PFC 17080C

Autores:

*Jaquet, Mario Nicolás
Velázquez, Leonardo Andrés*

Tutor:

Ing. Reynoso, Guillermo

Dirección de Proyectos:

*Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal*



AÑO 2018

Sistema de codificación

XX – 00 – YY

|
P: Plano
T: Tabla
I: Imagen

|
Numeración

|
V: Vestíbulo
TP: Trampa de polvo
C: Campanas
P: Tuberías
D: Depurador
F: Ventilador
PL: Plataforma
M: Montaje
AE: Análisis económico

Anexo bibliográfico

- Catálogo de acoplados “Randon Argentina” – www.randon.com.ar
- Catálogo de perfiles “Juan Navarro S.A. Metalúrgica” – www.jnavarro.com.ar
- Catálogo “CMP de estructuras” – www.comercialcmp.com.ar
- Ficha técnica “ASA” – www.asasrl.com.ar
- Catálogo de cortinas de PVC “JEV S.A.” – www.jev-ar.com
- Catálogo de chapa “Hierros Torrent S.A.” – www.hierrostorrent.com.ar
- Catálogo de cadenas “Katiak” – www.katiak.com
- Libro – Autor: Goberna, Ricardo. Título: “Ventilación industrial, Manual de recomendaciones prácticas para la prevención de riesgos profesionales”. Editorial: Generalitat Valenciana 1992.
- Autor: Echeverri Lodoño, Carlos. Título: “Diseño óptimo de ciclones”. Revista: “Ingenierías” Universidad de Medellín volumen 5, N°123-139 Julio-diciembre 2006.
- Autor: I. Elortegui y M. R. Barboza. Título: “Diseño y optimización de un sistema ciclón - filtro para desempolvado de ambientes industriales”. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Catálogo de válvulas rotativas “SOCOM” – www.socom.com.ar/valvulas
- Catálogo de motorreductores “SEW-EURODRIVE” – www.sew-eurodrive.com.ar
- Autor: Echeverri Lodoño, Carlos. Título: “Diseño de filtro de talegas”. Revista: “Ingenierías” Universidad de Medellín volumen 7, N°12 enero-junio 2008.
- Ficha técnica “Ventilar S.A.” – www.ventilarsa.com.ar
- Libro – Autor: R. Perry y C. Chilton. Título: “Manual del Ingeniero Químico”. Volumen 5. Editorial: McGraw-Hill 1986.
- Manual de operación y mantenimiento “Gatti S.A.” – www.gattisa.com.ar
- Catálogo de motores de alta eficiencia “WEG”. Edición 08/2017.
- Libro – Autor: Vittorio Zignolli. Título: “Trasporti Meccanici”. 2ª edición. Editorial: Ulrico Hoepli Milano.
- Ley N° 19587 “Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo”.
- Decreto Reglamentario N° 351/79.
- Ley N° 6260 “Prevención y control de la Contaminación por parte de las Industrias”.
- Decreto Reglamentario N° 5837 MBSCE.
- Ordenanza municipal N° 6495/04.
- IRAM “Manual de Normas de Aplicación para Dibujo Técnico”. Edición: XXVII.
- Reglamento de Cátedra “Proyecto Final de Carrera”. Año 2017 Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 2 de 5
---	-------------------	---------	---------------

Anexo de software utilizado

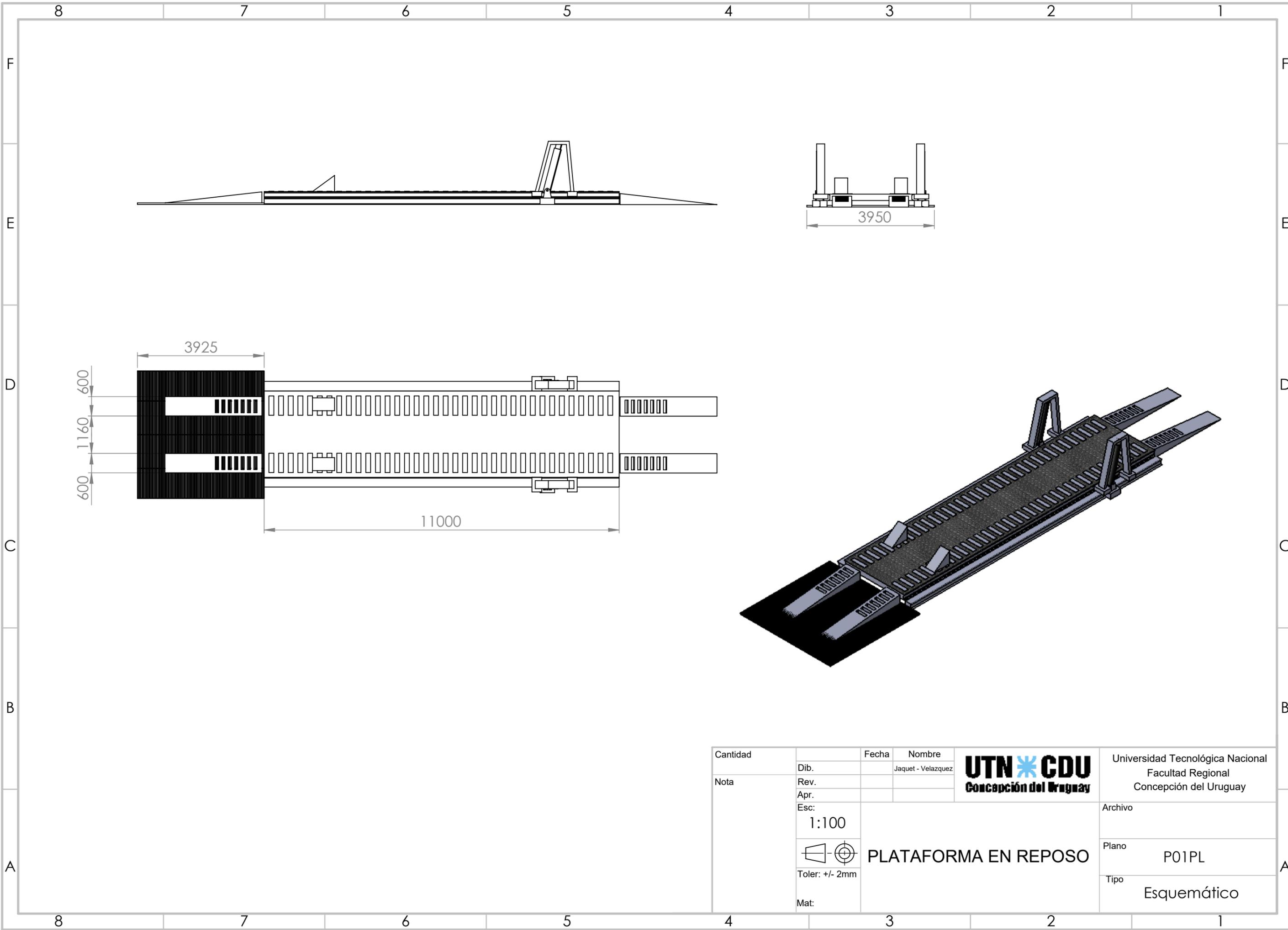
- Microsoft Office Profesional Plus 2016.
- Solidworks 2015 – Dassault Systemes.
- AutoCAD 2017 – Autodesk.
- Selector de productos Philips Lighting – Edición: abril de 2018.
- Software de selección de ventiladores – Gatti.
- Microsoft Project 2007.

Preparó: Jaquet, Mario – Velázquez, Leonardo	Revisó: GP – 8/10	Aprobó:	Página 3 de 5
---	-------------------	---------	---------------

Anexo de planos

Código			Descripción
P	1	PL	Plano de plataforma en reposo
P	2	PL	Plano de plataforma elevada
P	3	V	designación de barras
P	4	V	Puerta y vestíbulo dimensiones
P	5	TP	modulo (vistas y perspectiva)
P	6	TP	Trampa de polvo y soporte
P	7	C	Campanas Superior
P	8	C	Campana Inferior
P	9	D	Ciclón
P	10	D	Pata ciclón 1
P	11	D	Pata ciclón 2
P	12	D	Pata ciclón 3
P	13	D	Pata ciclón 4
P	14	D	Válvula rotativa + motorreductor
P	15	D	Válvula rotativa + boca de descarga
P	16	D	Ciclón ensamblado
P	17	D	Filtro de mangas
P	18	P	Tuberías para ciclón
P	19	P	Codos 300
P	20	P	Codos 420
P	21	P	Codos 600
P	22	P	Codos 755 mm
P	23	P	Uniones 300-420
P	24	P	Uniones 420-600
P	25	P	Cáncamo
P	26	P	Bridas 300
P	27	P	Bridas 420
P	28	P	Bridas 600
P	29	P	Bridas 755
P	30	P	Cambio de sección (entrada Ciclón/salida filtro)
P	32	P	Cambio de sección (caño 600-ventilador)
P	33	P	Sujeciones 200
P	34	P	Sujeciones 300
P	35	P	Sujeciones 420
P	36	P	Sujeciones 600
P	37	P	Cáncamo y varilla roscada

P	38	P	Tramos filtro de mangas
P	39	P	Cambio de sección (descarga del filtro)
P	40	V	Puerta de solapamiento rápido
P	41	F	Ventilador
P	42	F	Base ventilador
P	43	F	Esquema de montaje (ciclón)
P	44	F	Esquema de montaje (Filtro)
P	45	P	Transporte por gravedad (ciclón)
P	46	P	Transporte por gravedad (filtro)
P	47	P	Riendas para filtro

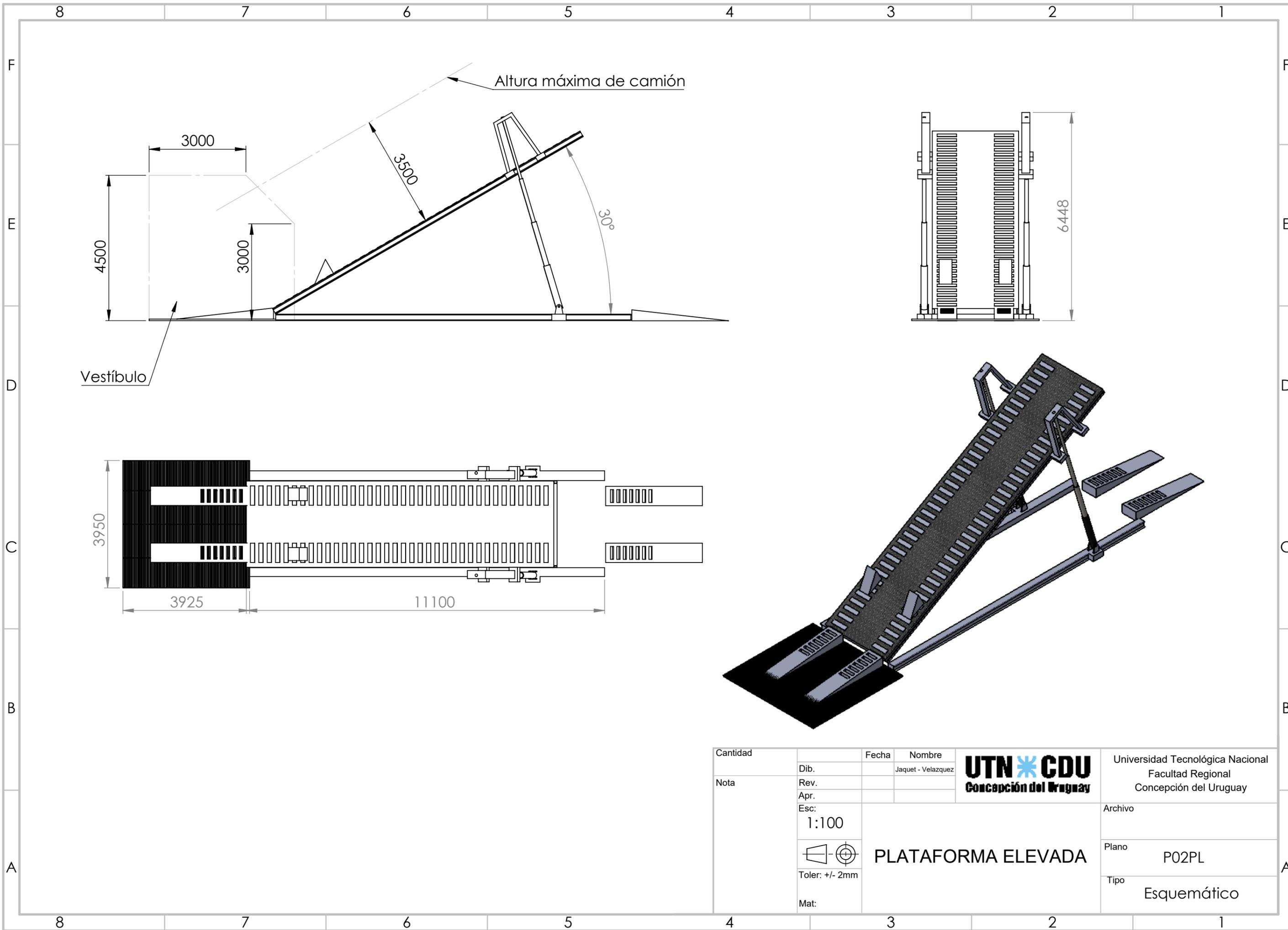


Cantidad		Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional
Dib.			Jaquet - Velazquez		Facultad Regional
Nota					Concepción del Uruguay
					Archivo
					Plano
					P01PL
					Tipo
					Esquemático

Esc: 1:100

 Toler: +/- 2mm
 Mat:

PLATAFORMA EN REPOSO



Altura máxima de camión

3000

3500

30°

4500

3000

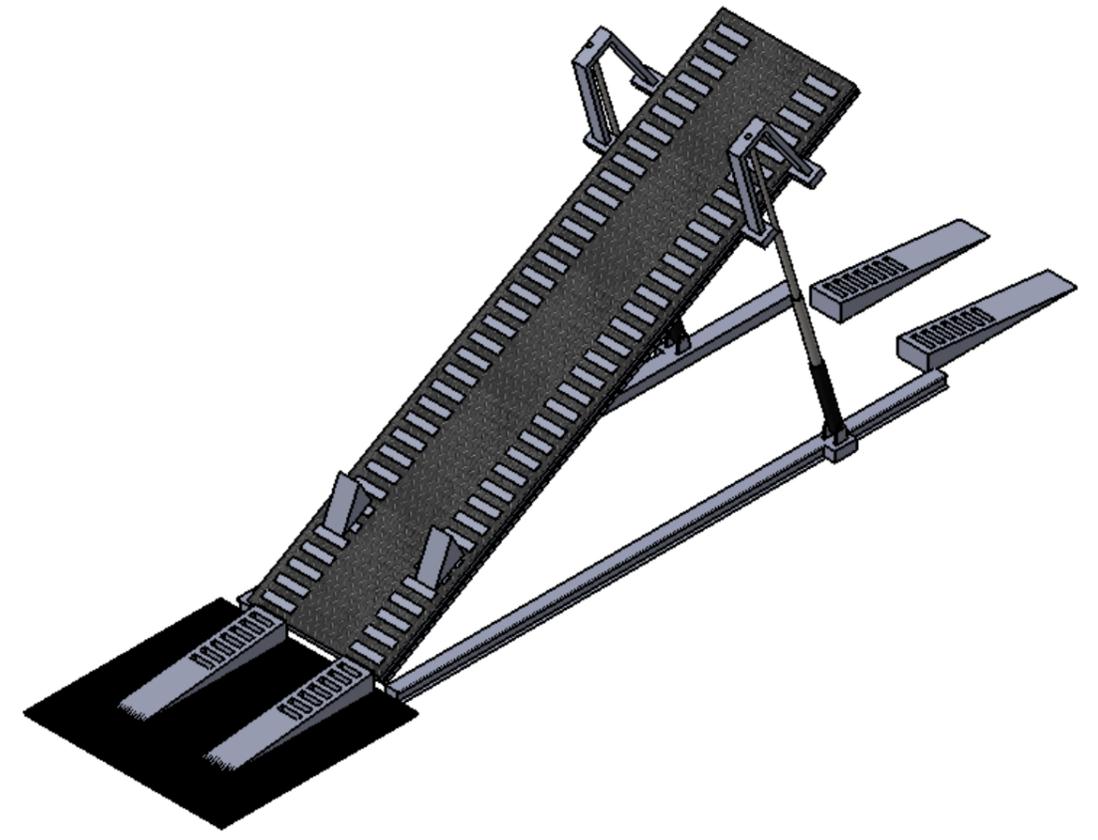
Vestíbulo

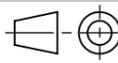
6448

3950

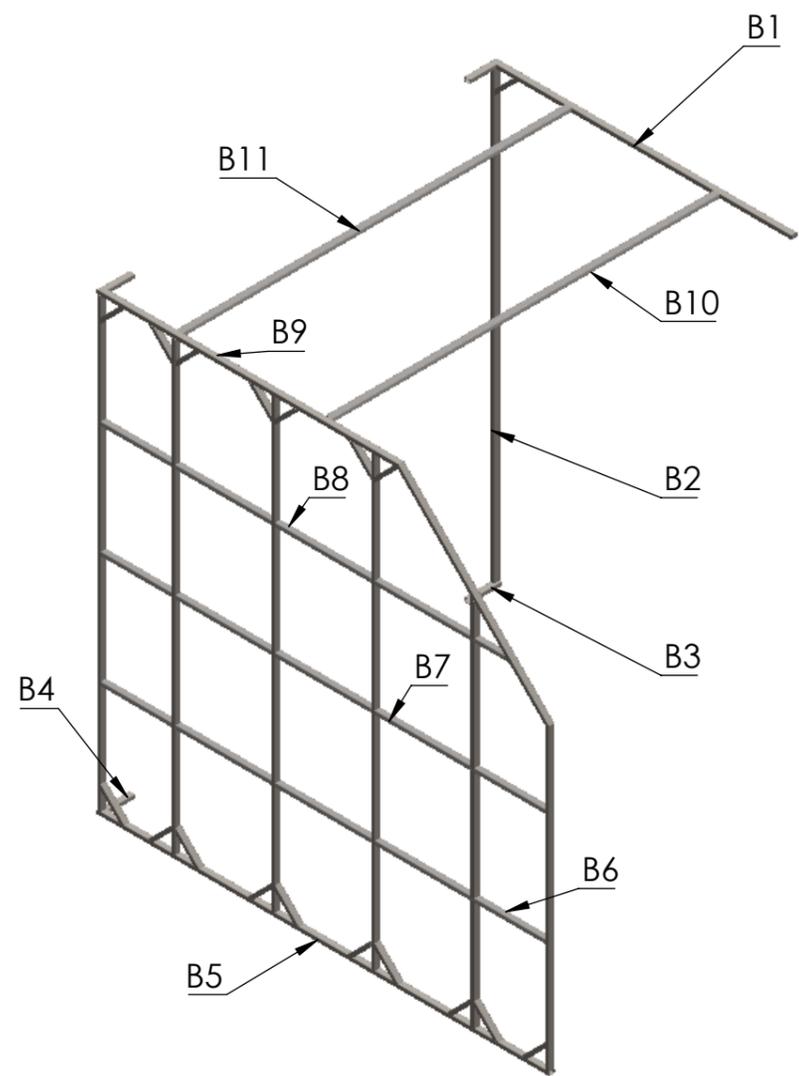
3925

11100

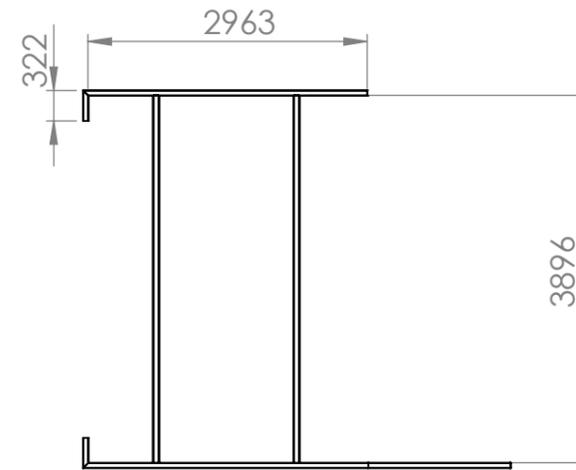
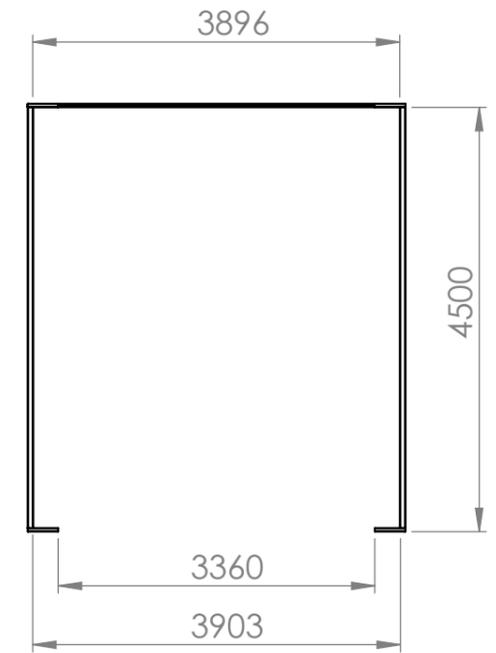
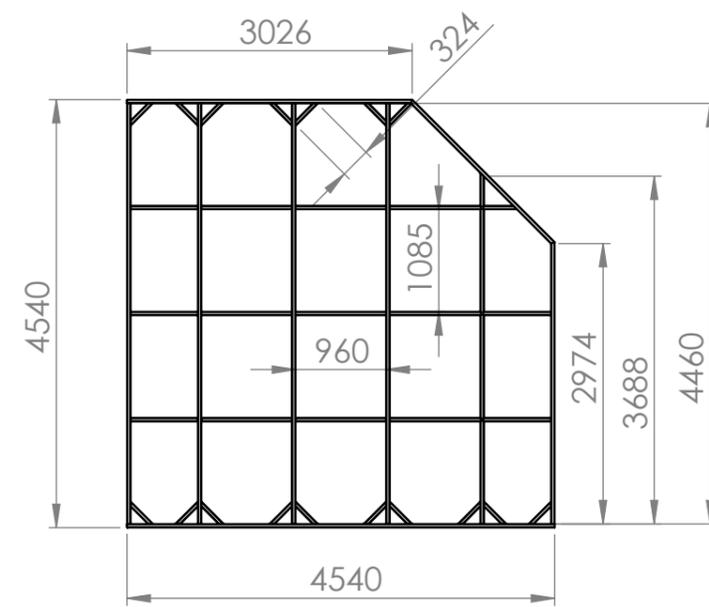


Cantidad	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.		Jaquet - Velazquez	
Nota	Rev.		Archivo
	Apr.		Plano
	Esc:	1:100	P02PL
		 Toler: +/- 2mm	Tipo
	Mat:		Esquemático

PLATAFORMA ELEVADA



DESIGNACIÓN DE BARRAS



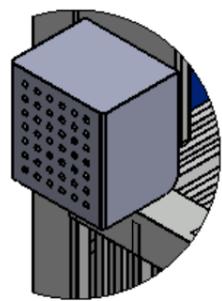
Cantidad	1	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
Nota	Dib.		Jaquet - Velazquez		
	Rev.				
	Apr.				
	Esc:			Archivo	
				Plano	P03V
				Tipo	Esquemático

VESTÍBULO

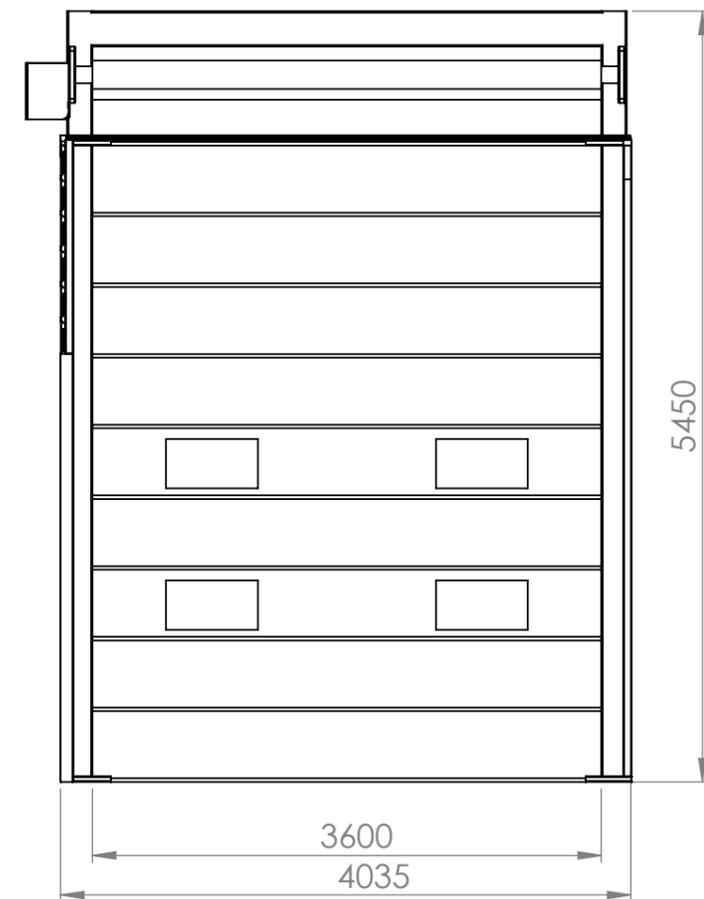
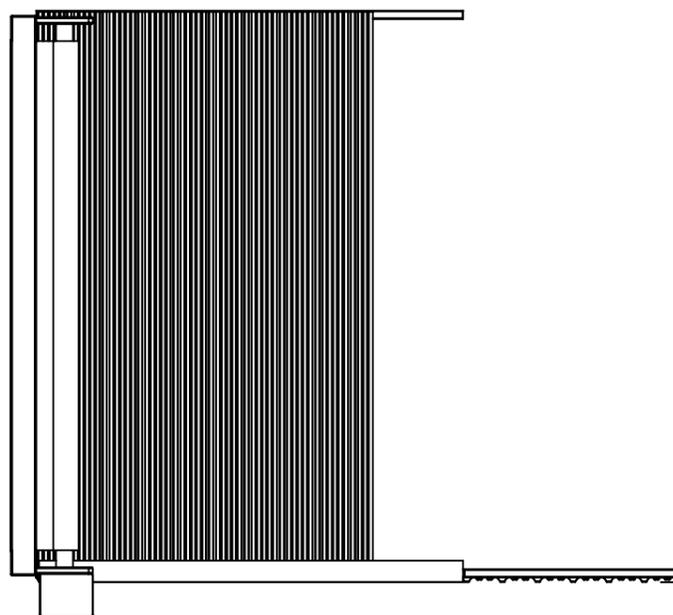
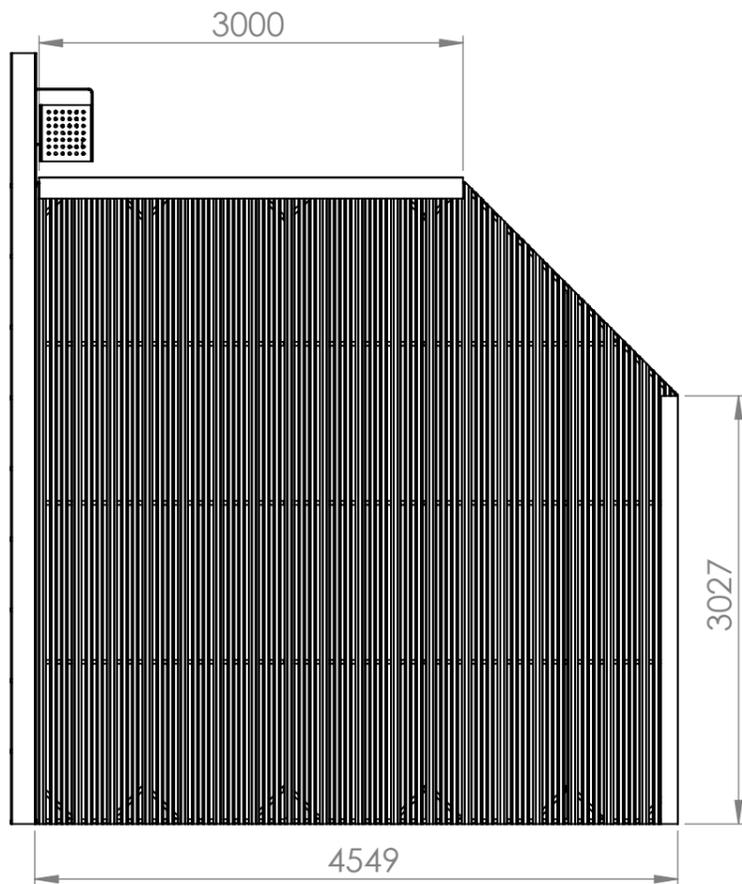
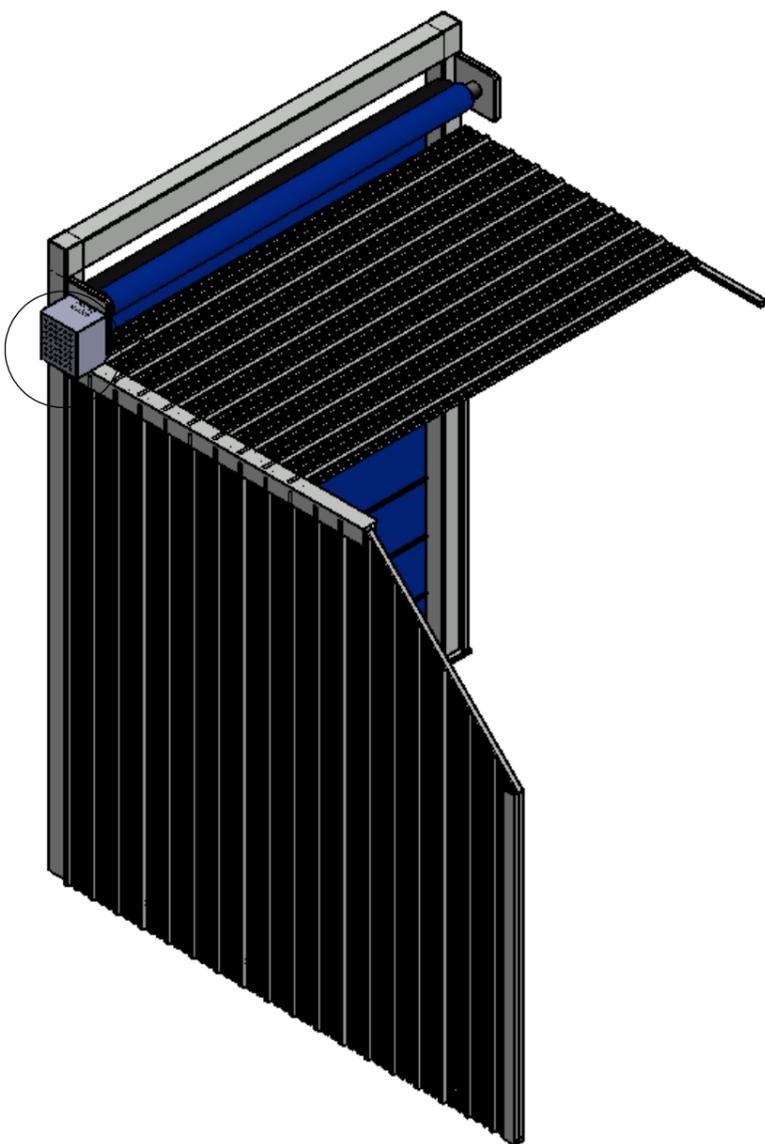


Toler: +/- 2mm

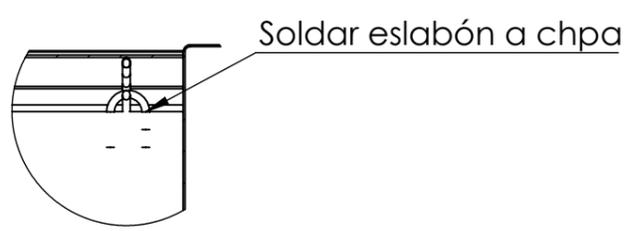
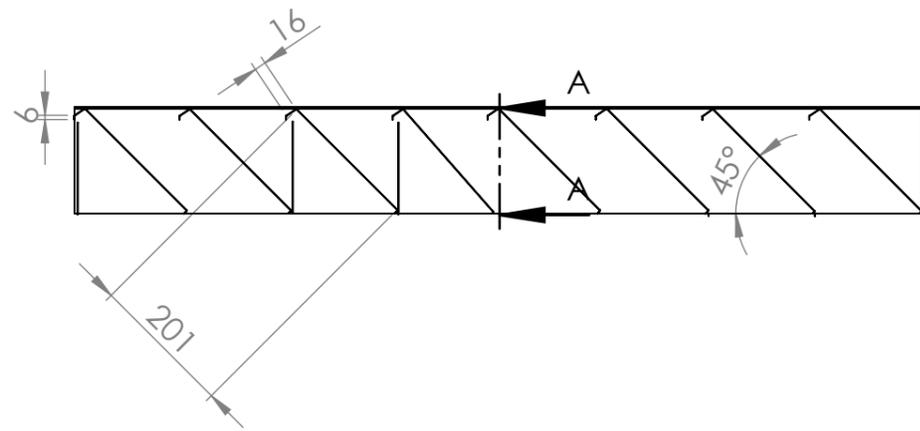
Mat: SAE 1010



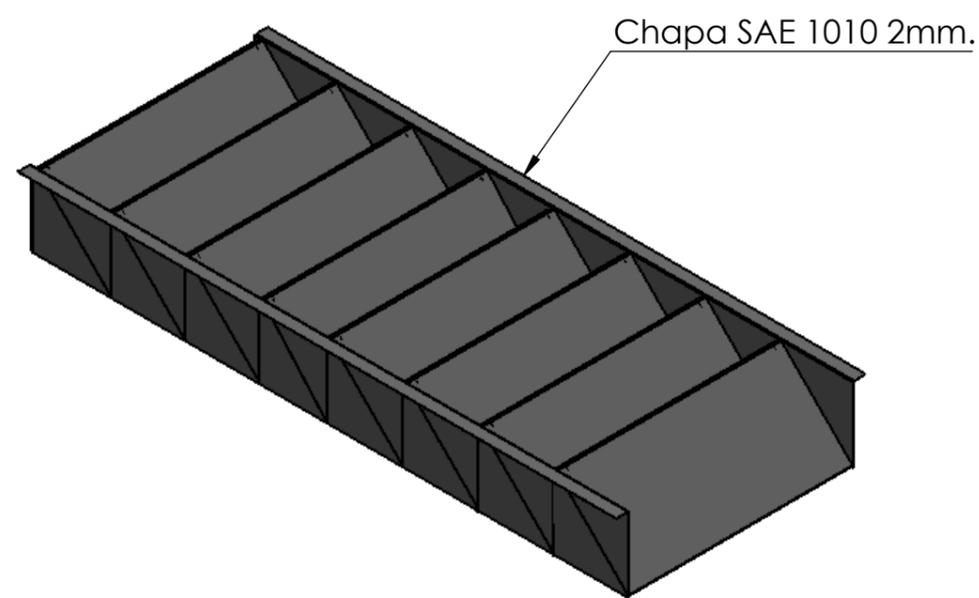
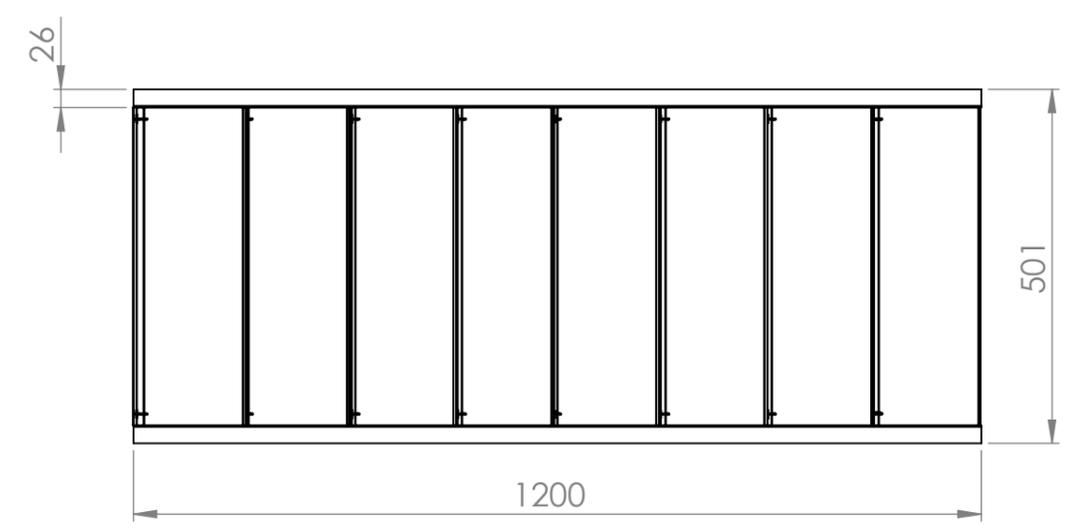
DETALLE A
PROTECTOR MOTOREDUCTOR
ESCALA 1 : 20



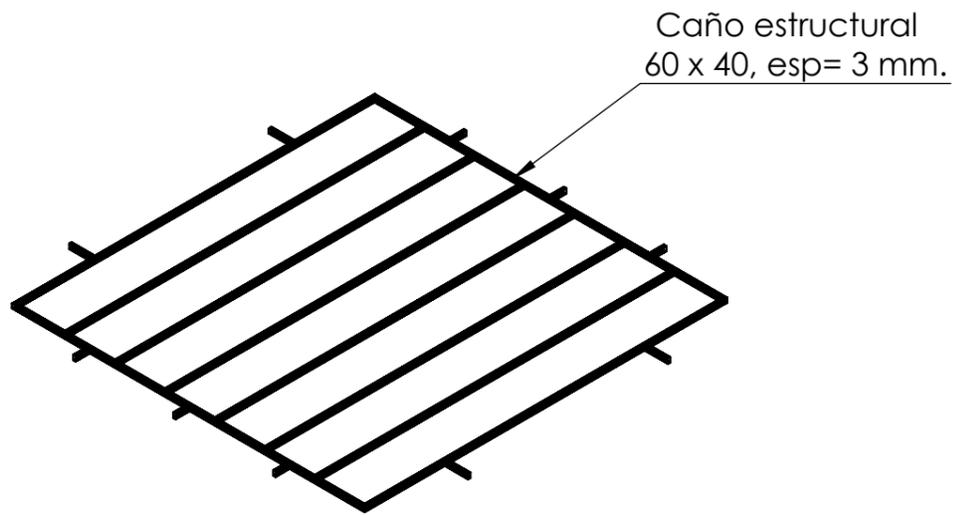
Cantidad		Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.			Jaquet - Velazquez	
Rev.				
Apr.				
Esc:	1:50			Archivo
	 Toler: +/- 2mm			Plano
	Mat: Varios			Tipo
Nota				P04V Eaquemático
			VESTÍBULO CON PERTA	



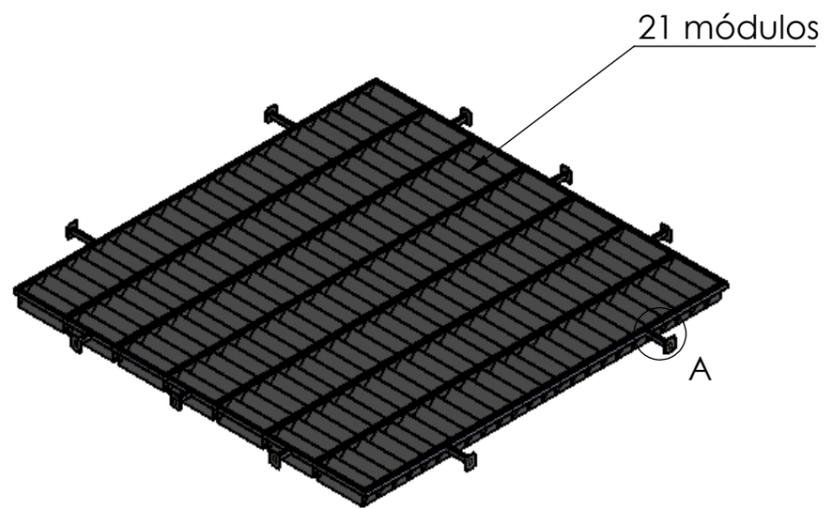
DETALLE A
ESLABONES DE CADENA
ESCALA 1 : 2



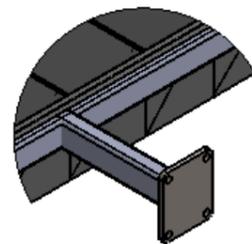
Cantidad 21	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota	Dib.	Jaquet - Velazquez	
	Rev.		Archivo
	Apr.		Plano P05TP
	Esc:	1:10	Tipo Esquemático
	 Toler: +/- 2mm		TRAMPA DE POLVO
	Mat: SAE 1010		



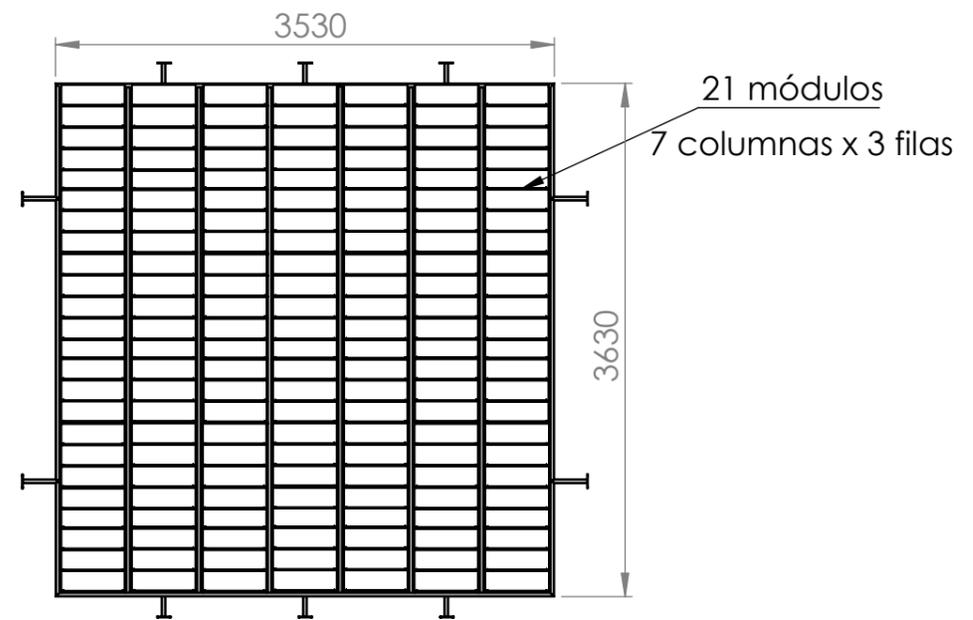
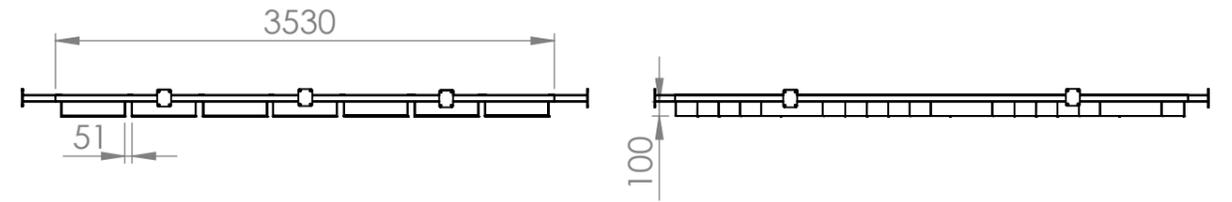
Sopote para trampa de polvo



Trampas de polvo sobre soporte

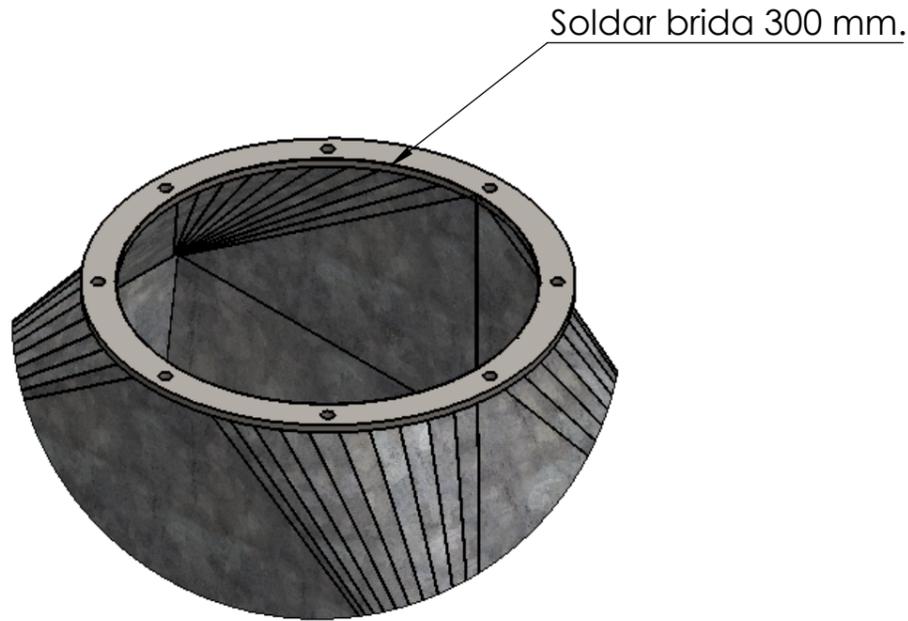


DETALLE A
PLATINA SOLDADA
ESCALA 1 : 10

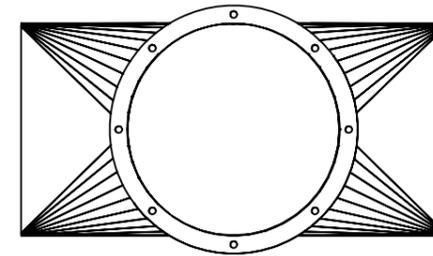
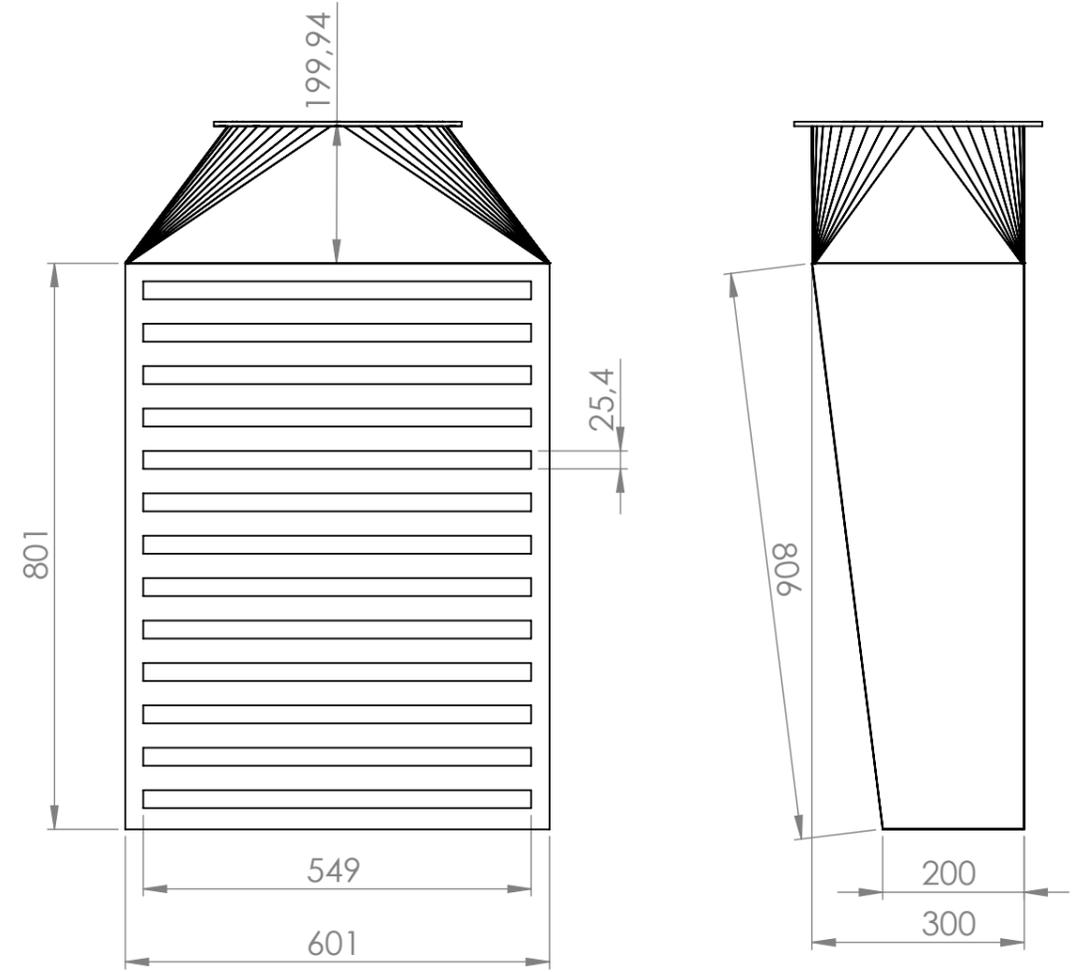
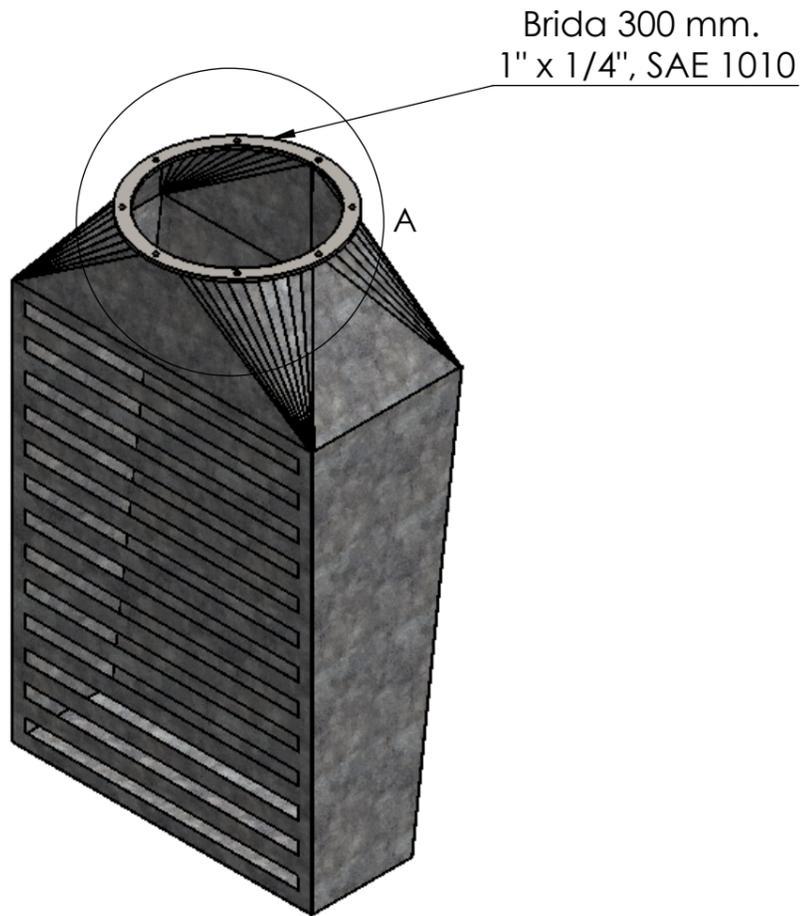


Cantidad		Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional
	Dib.		Jaquet - Velazquez		Facultad Regional
	Rev.				Concepción del Uruguay
	Apr.				Archivo
Nota	Esc:	1:10			Plano
	Toler:	+/- 2mm			P06TP
	Rug				Tipo
					Esquemático

TRAMPA DE POLVO Y SOPORTE

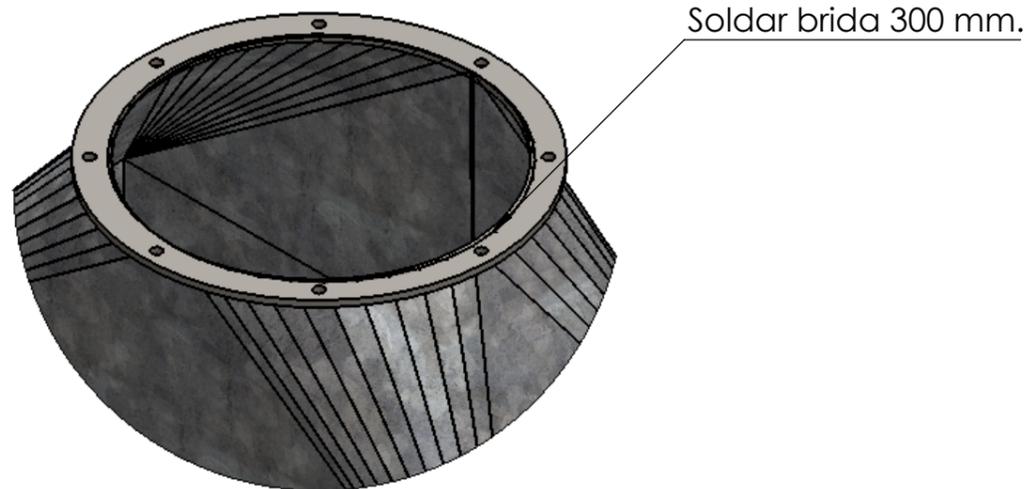


DETALLE A
ESCALA 1 : 5

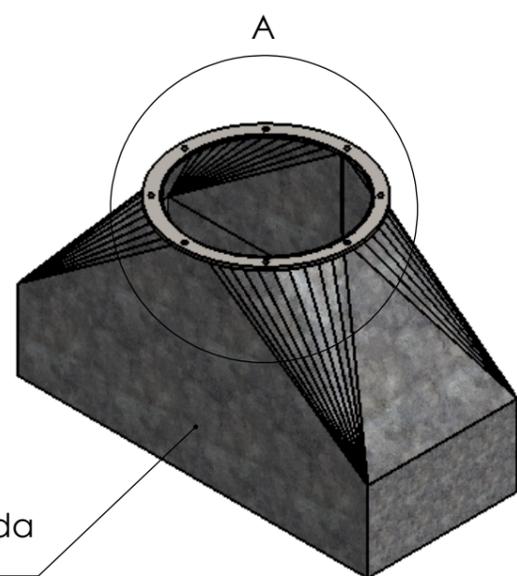
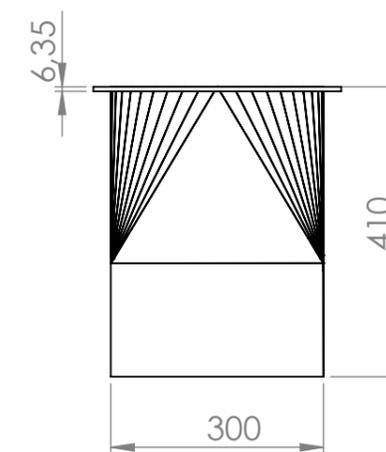
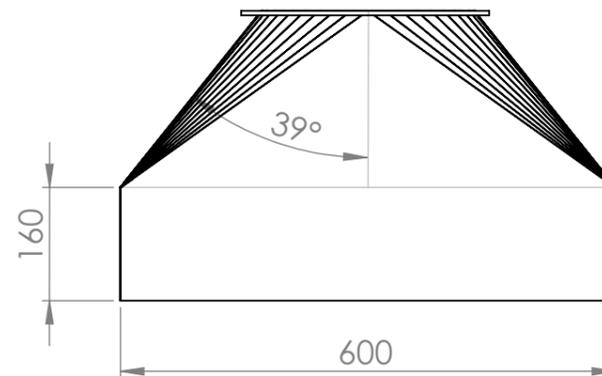


Cantidad	2	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota		Dib.	Jaquet - Velazquez	
		Rev.		Archivo
		Apr.		Plano
		Esc:	1:10	P07C
				Tipo
		Toler:	+/- 2mm	Esquemático
		Mat:	Varios	

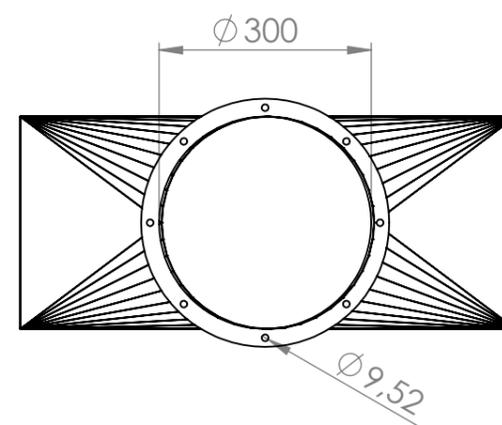
CAMPANA SUPERIOR



DETALLE A



Chapa galvanizada
espesor 2 mm.



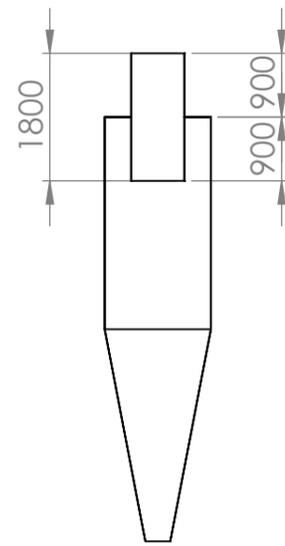
Cantidad	2	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Dib.			Jaquet - Velazquez	
Rev.				
Apr.				
Nota				Archivo
				Plano
				P08C
				Tipo
				Esquemático

CAMPANA INFERIOR

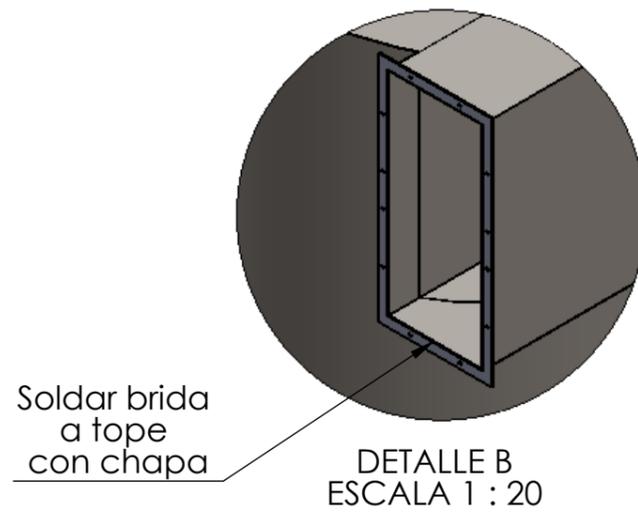


Toler: +/- 2mm

Mat. varios

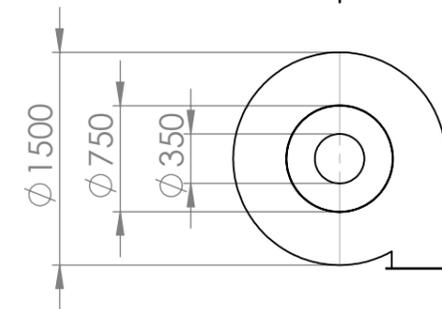
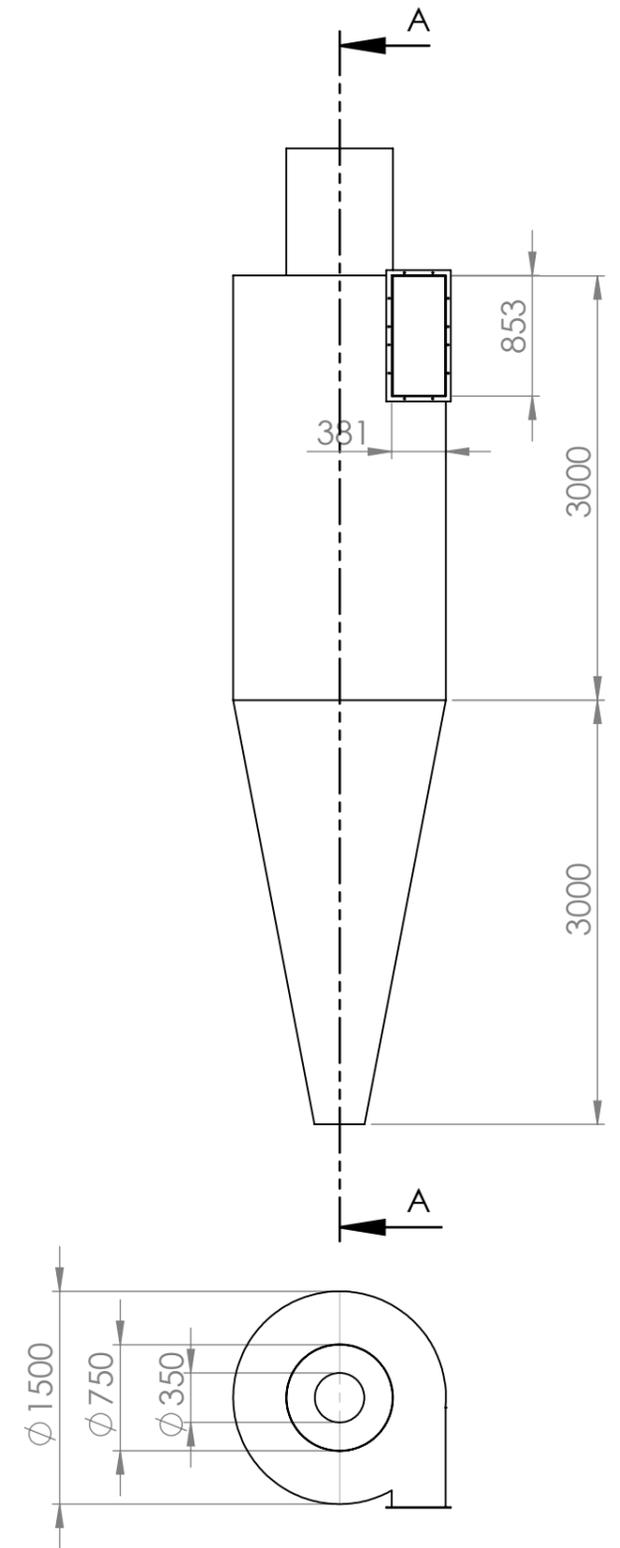
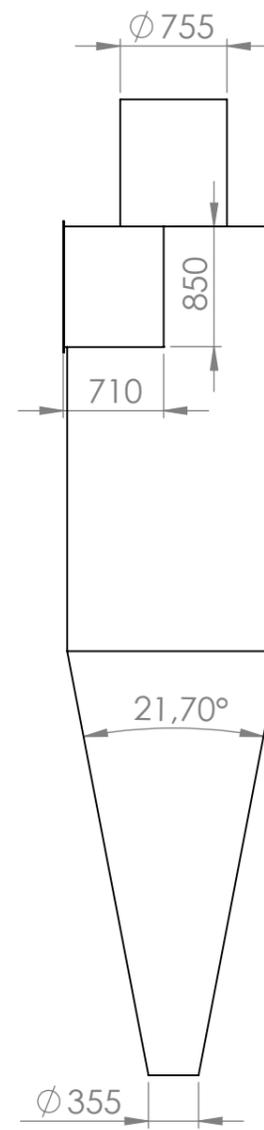
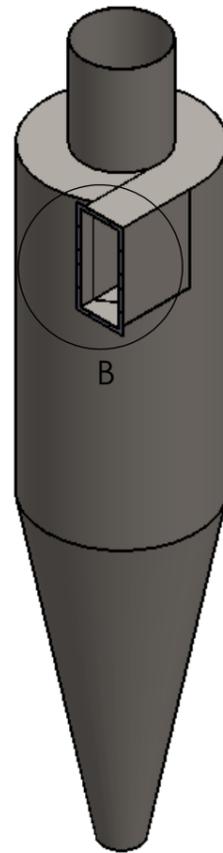


SECCIÓN A-A



Soldar brida a tope con chapa

DETALLE B
ESCALA 1 : 20



Cantidad 1	Fecha	Nombre Jaquet - Velazquez	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota	Dib.	Rev.	
	Apr.	Esc:	Archivo
		1:100	Plano P09D
		 Toler: +/- 2mm	Tipo Esquemático
		Mat: SAE 1010	

CICLÓN

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

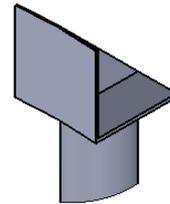
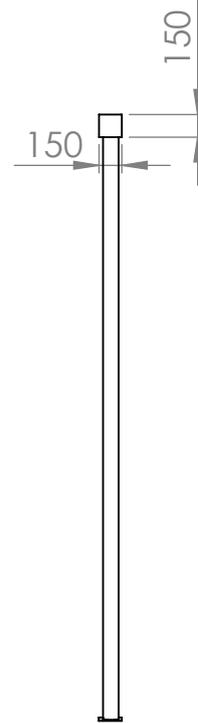
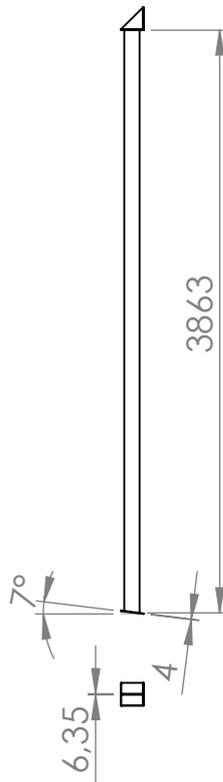
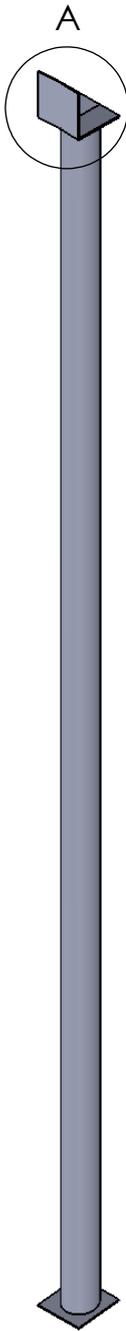
C

B

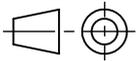
B

A

A



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

Cantidad 1	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota	Rev.		Archivo	Plano P10D
	Apr.			
	Esc:			
	 Toler: +/- 2mm	PATA DE CICLÓN 1	Tipo Esquemático	
	Mat: SAE 1010			

4

3

2

1

4

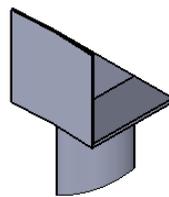
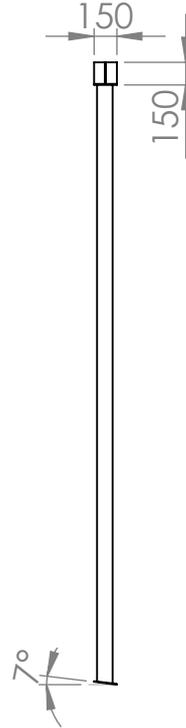
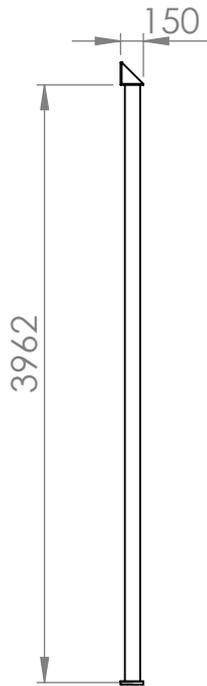
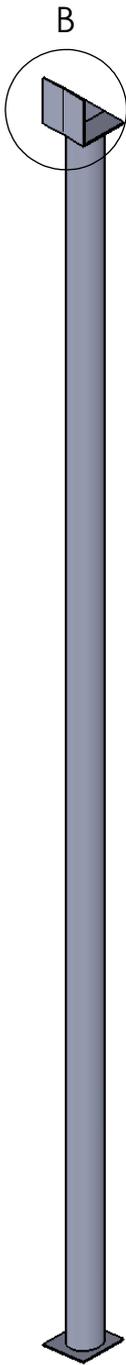
3

2

1

F

F



DETALLE B
ESCALA 1 : 10

D

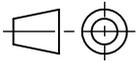
D

C

C

B

B

Cantidad 1	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Jaquet - Velazquez		
Rev.				
Nota	Apr.	PATA DE CICLÓN 2		Archivo
	Esc: 1:50			Plano P11D
	 Toler: +/- 2mm			Tipo Esquemático
	Mat: SAE 1010			

A

A

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

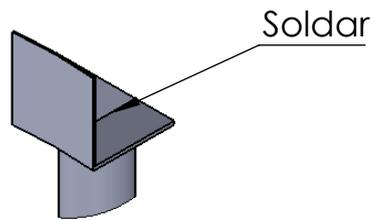
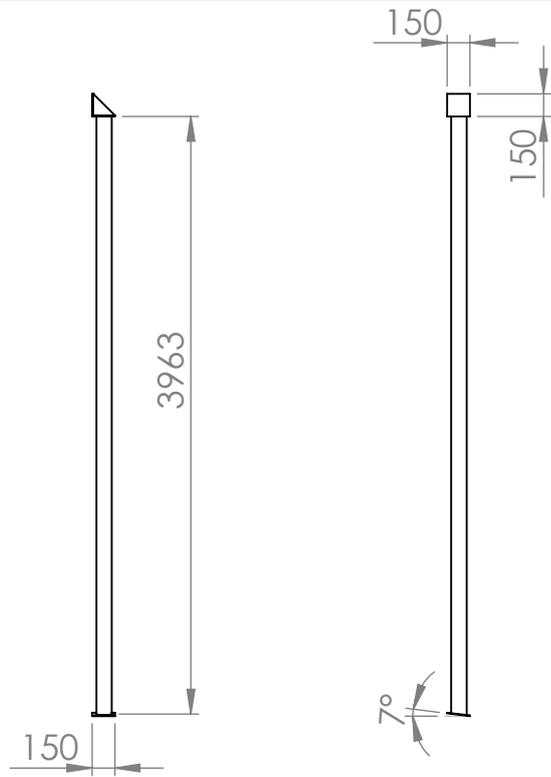
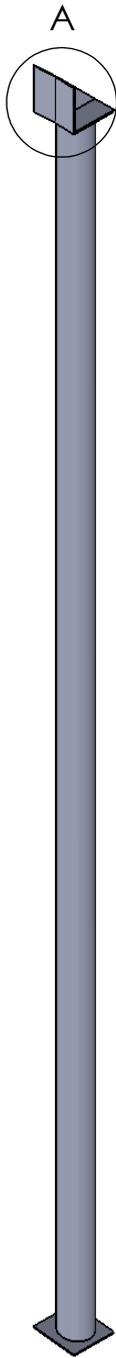
D

C

C

B

B



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

Cantidad

1

Fecha

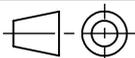
Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:50



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE 1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional
Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P12D

Tipo

Esquemático

PATA DE CICLÓN 3

4

3

2

1

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

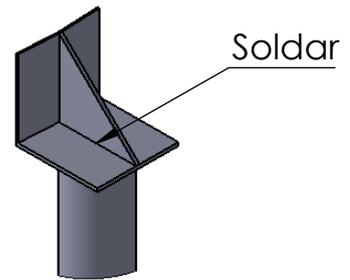
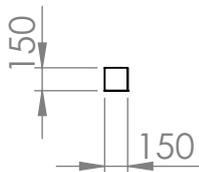
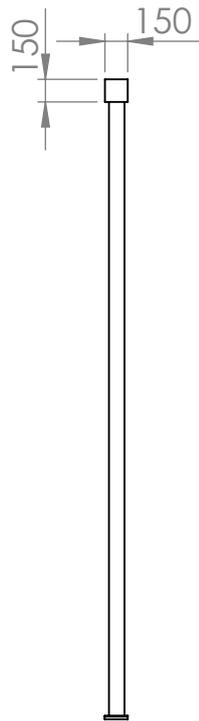
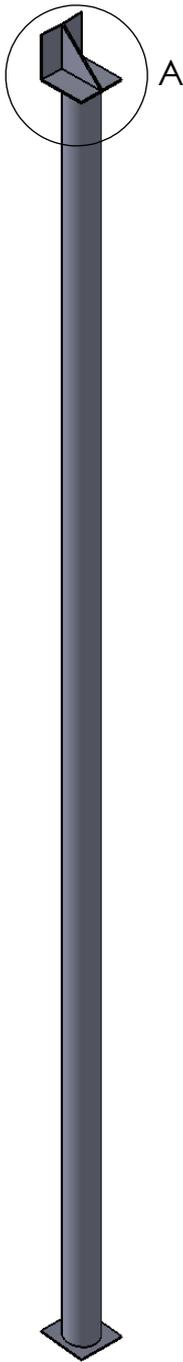
D

C

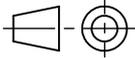
C

B

B



DETALLE A
ESCALA 1 : 10

Cantidad 1	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Jaquet - Velazquez			
Nota	Rev.		PATA PARA CICLÓN 4	Archivo	
	Apr.			Plano	P13D
	Esc:	1:50		Tipo	Esquemático
	 Toler: +/- 2mm Mat: SAE 1010				

4

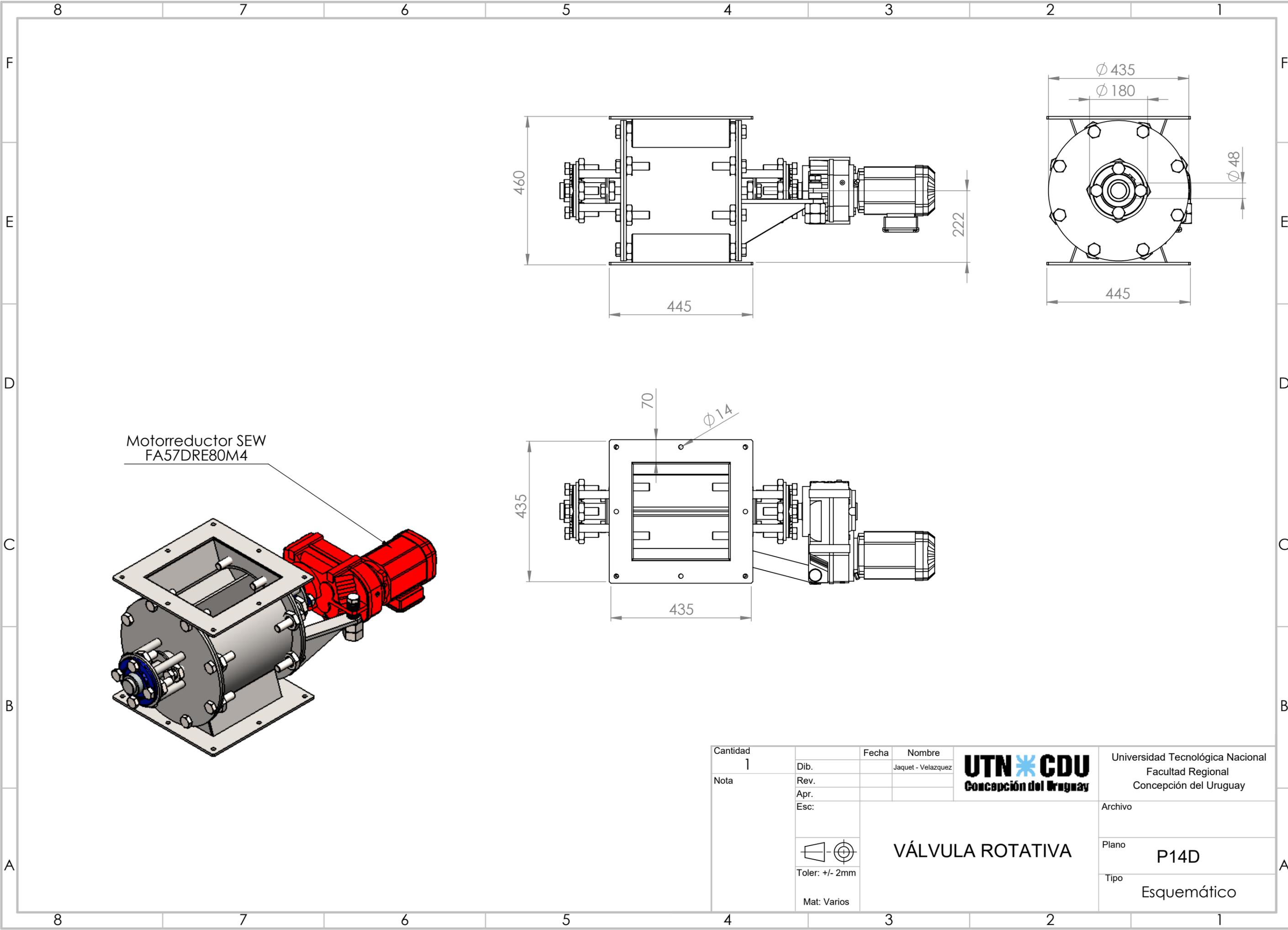
3

2

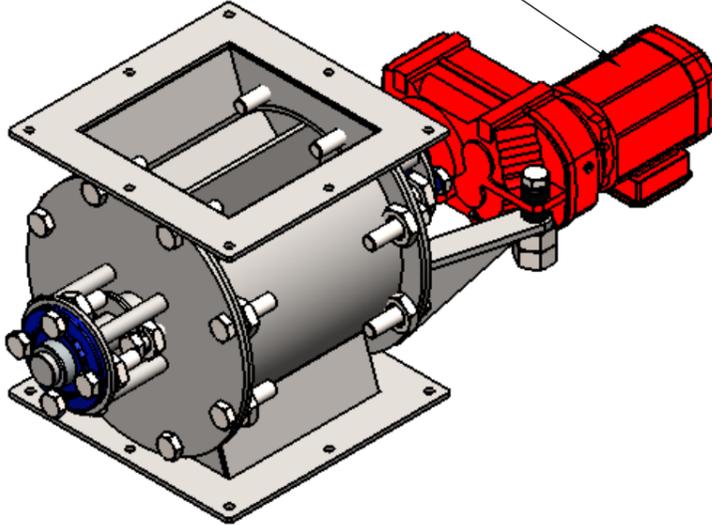
1

A

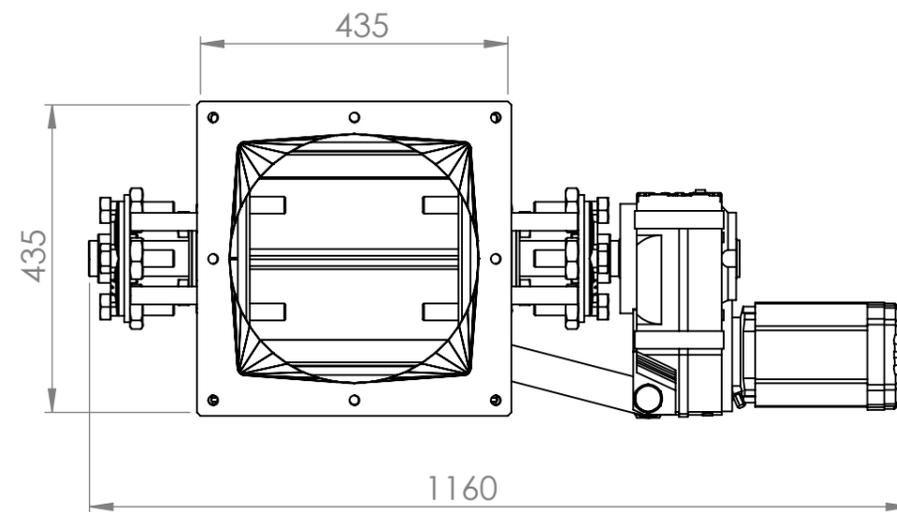
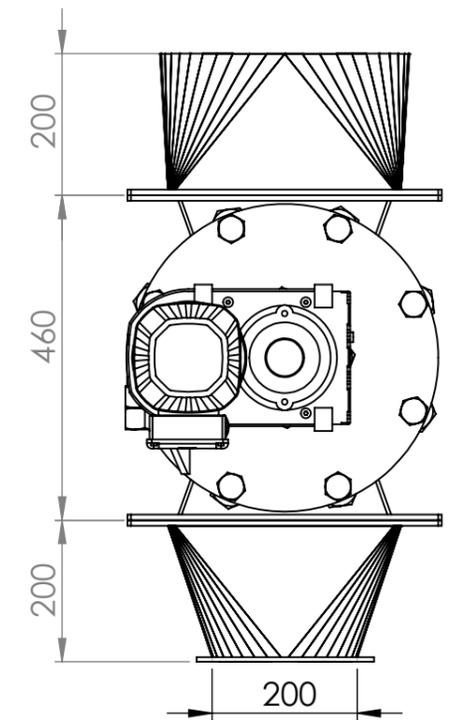
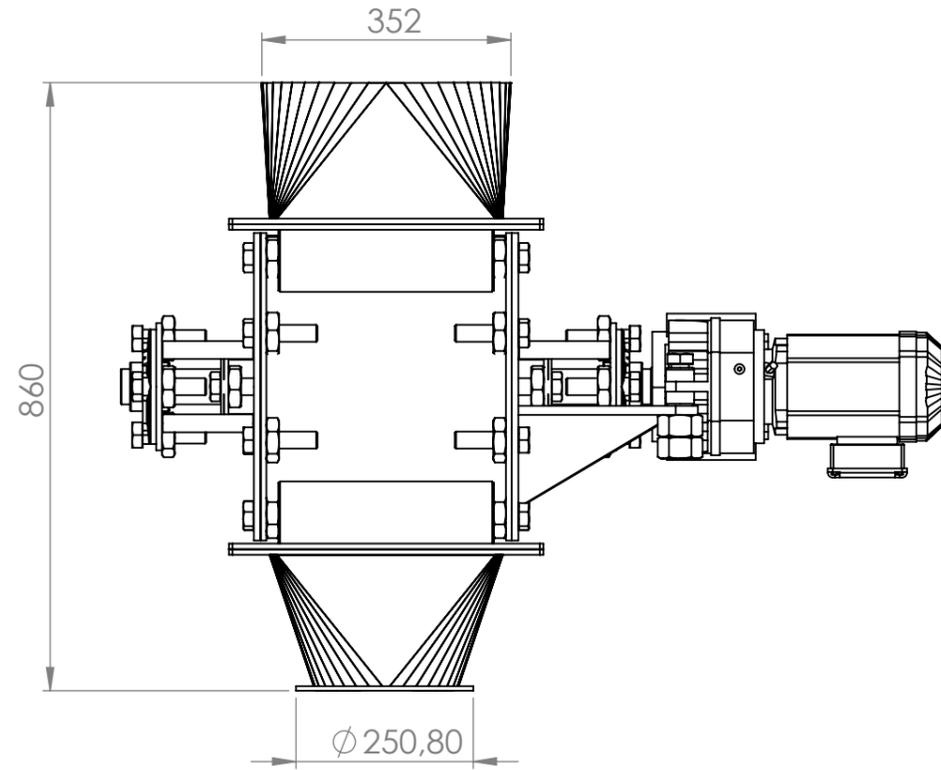
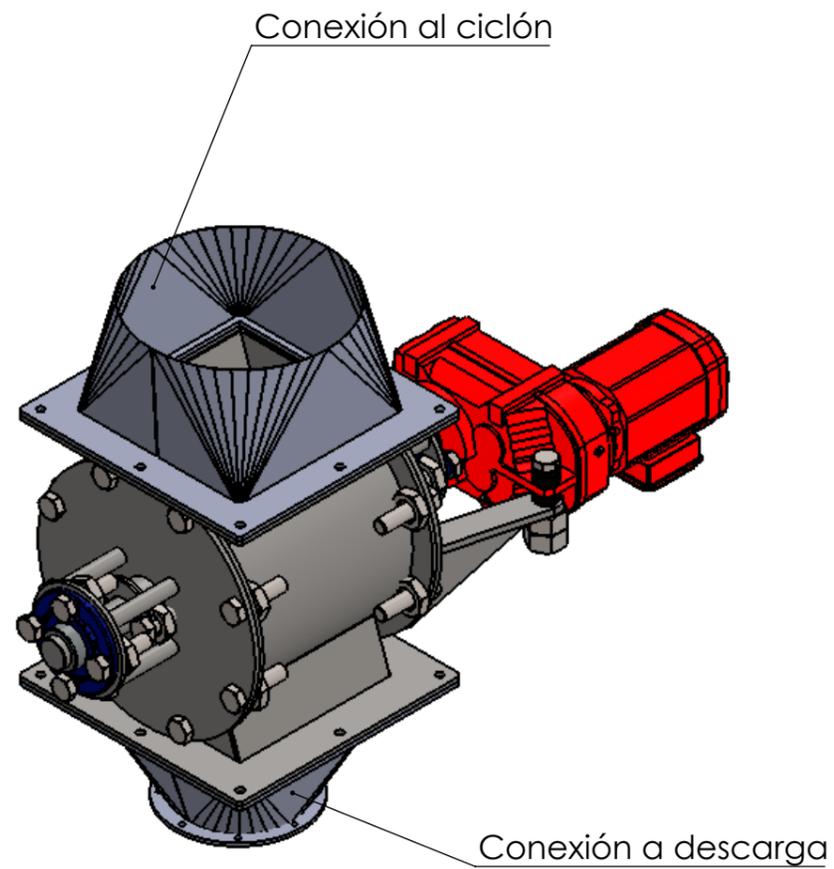
A



Motorreductor SEW
FA57DRE80M4



Cantidad 1	Fecha	Nombre Jaquet - Velazquez	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
Nota	Dib.	Archivo		
	Rev.	Plano		P14D
	Apr.	Tipo		Esquemático
	Esc:			
	 Toler: +/- 2mm		VÁLVULA ROTATIVA	
	Mat: Varios			



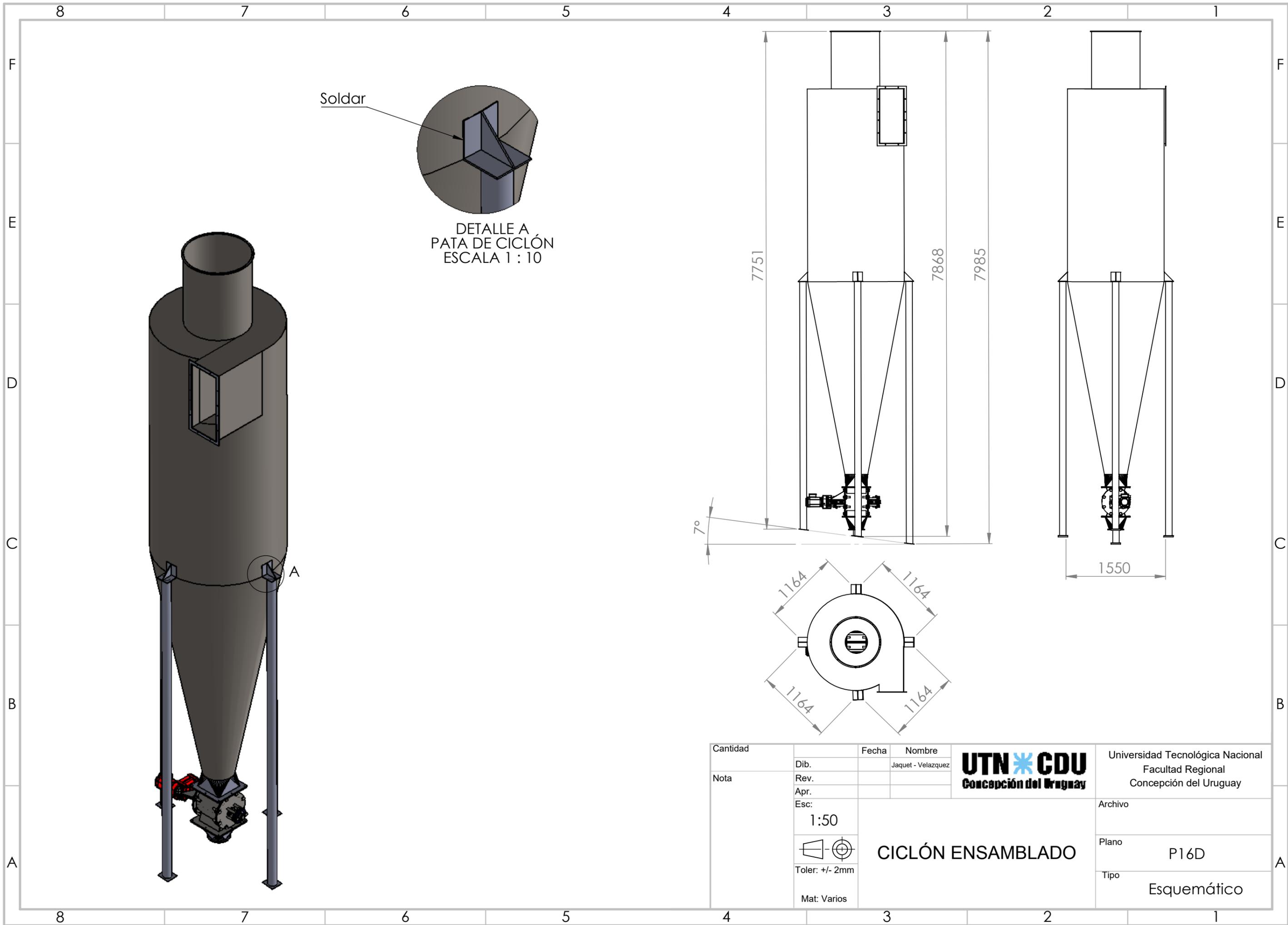
Cantidad		Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.		Jaquet - Velazquez	
	Rev.			
	Apr.			
Nota	Esc:			Archivo
				Plano
				P15D
				Tipo
				Esquemático

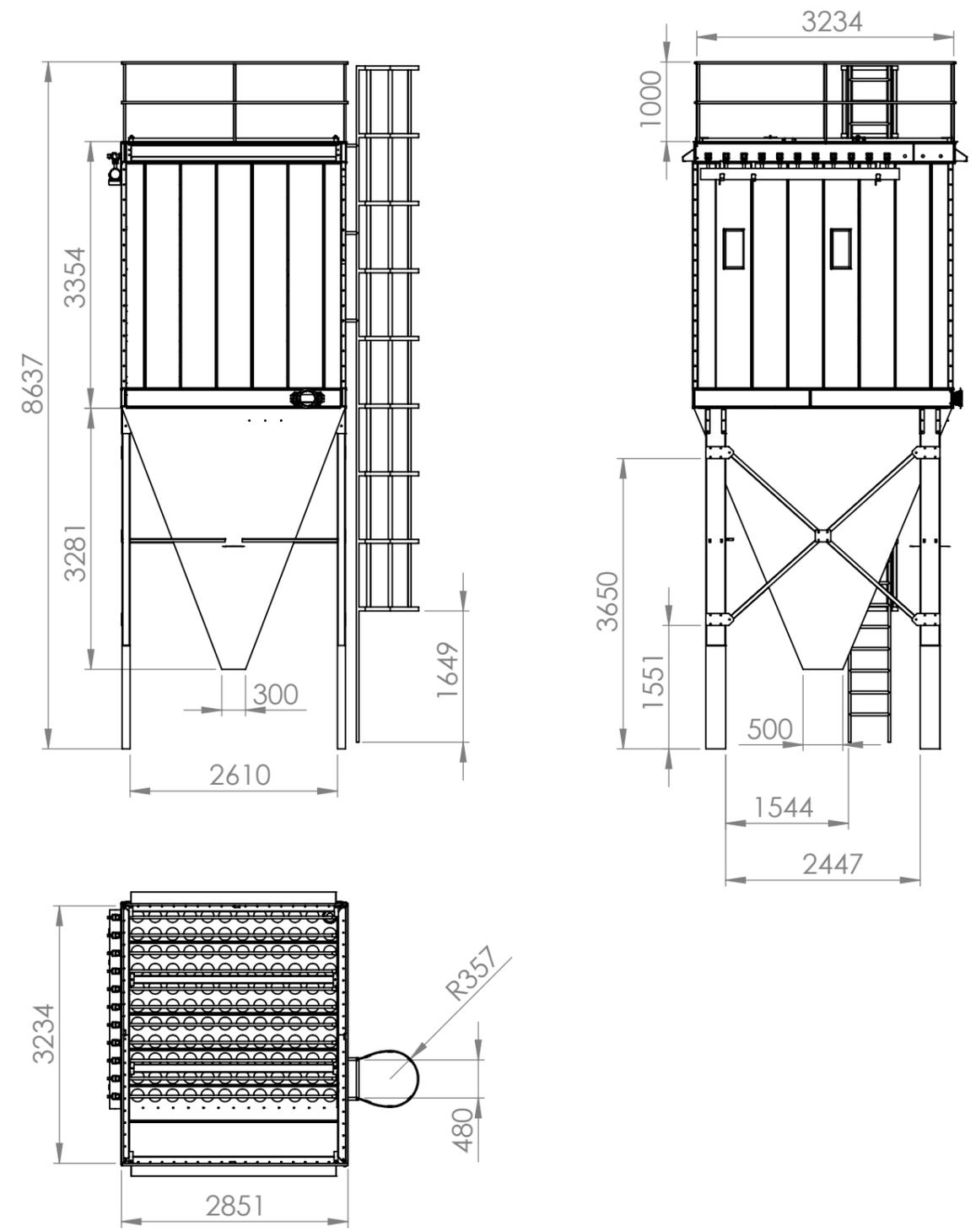
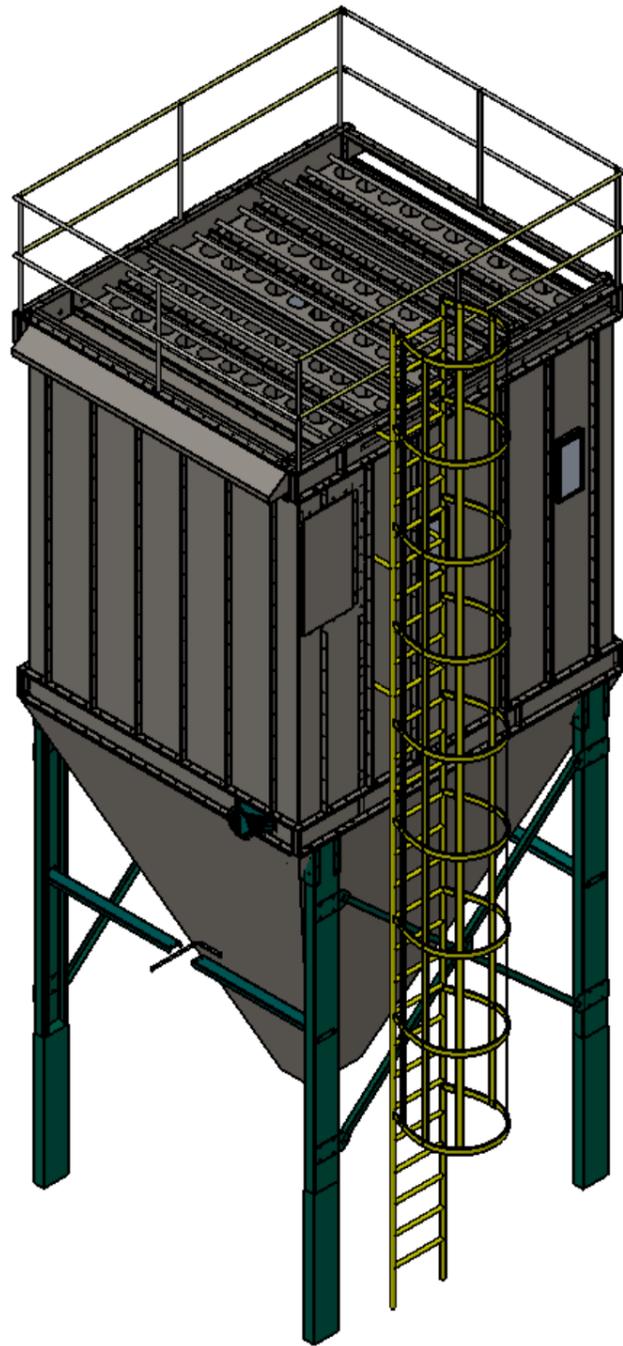


VÁLVULA CO BOCA DE DESCARGA

Toler: +/- 2mm

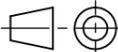
Mat:

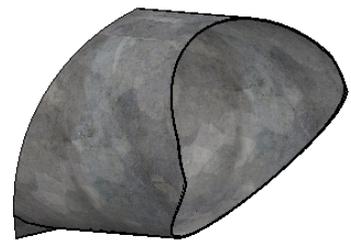
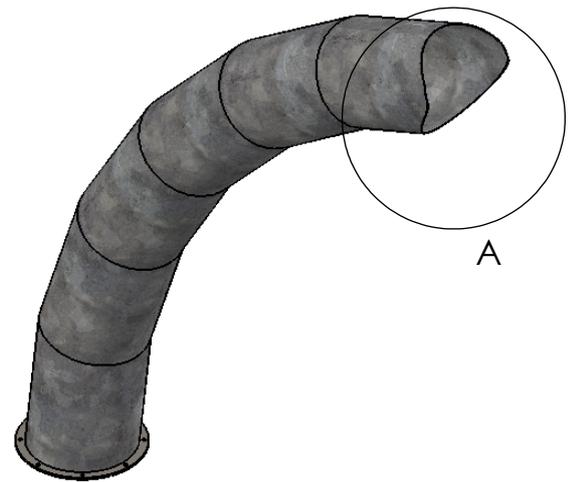
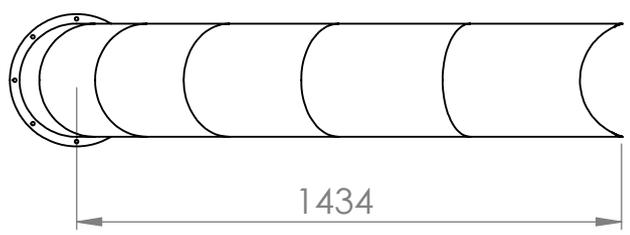
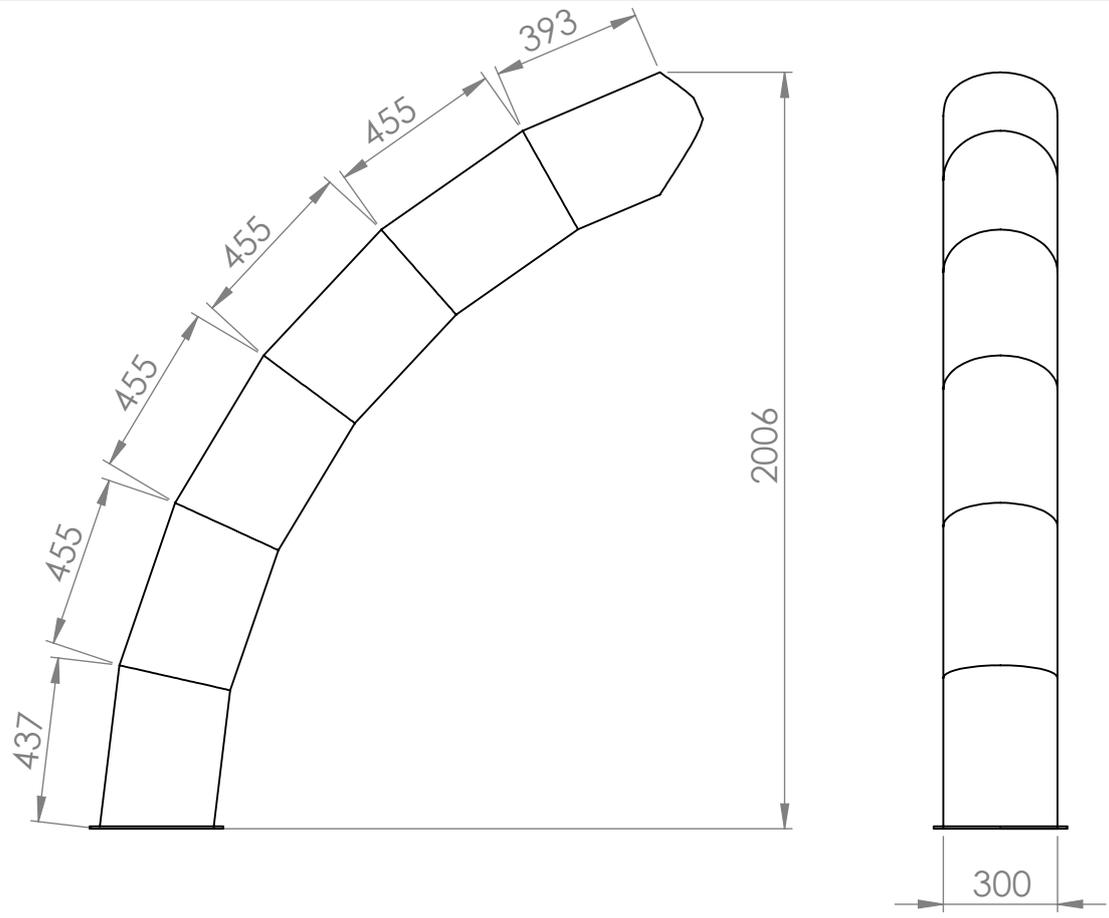




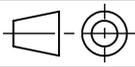
Cantidad	1	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota			Jaquet - Velazquez	
				Archivo
				Plano
				P17P
				Tipo
				Esquemático

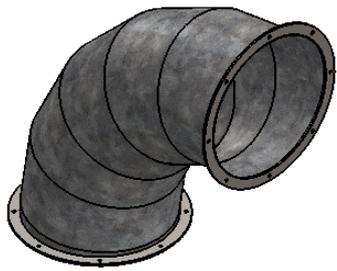
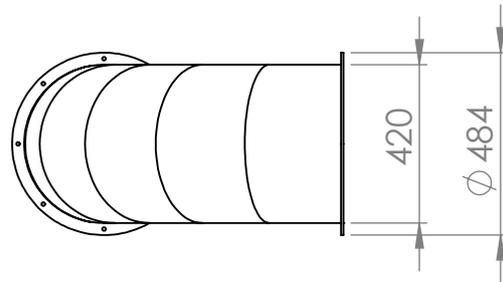
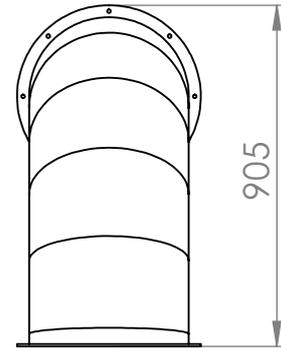
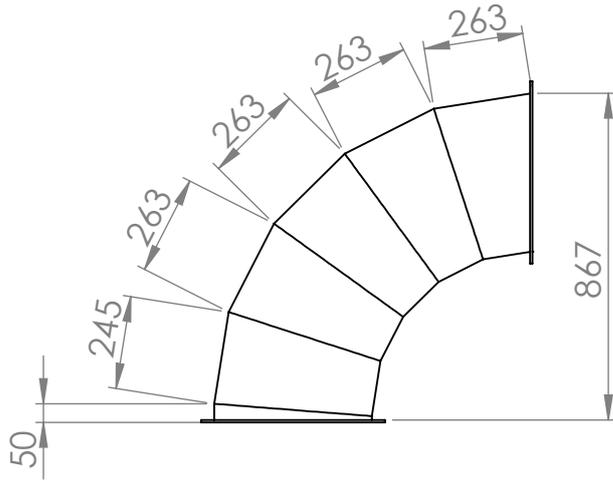
FILTRO DE MANGAS

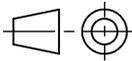
1:100

 Toler: +/- 2mm
 Rug

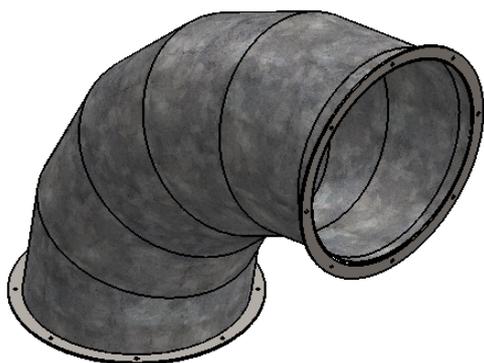
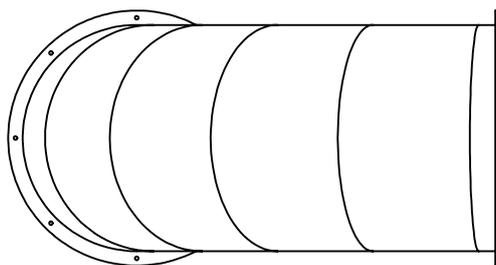
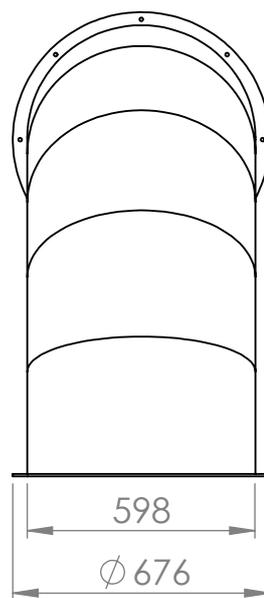
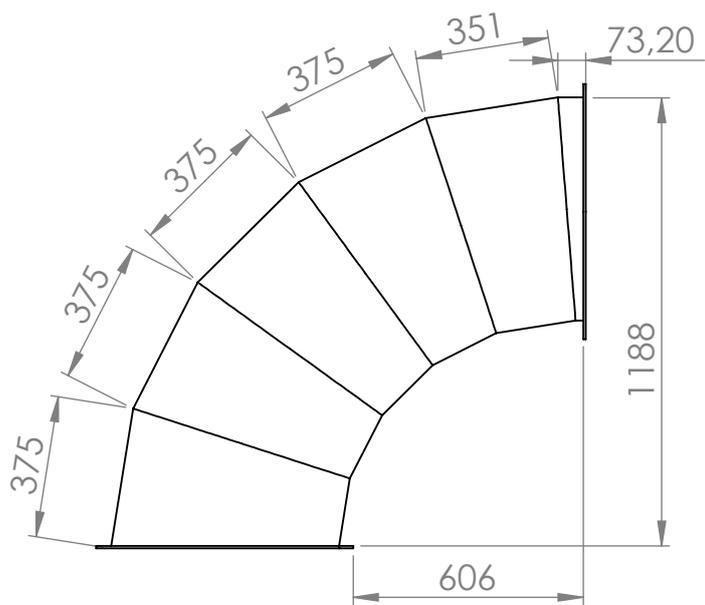


DETALLE A
UNIÓN BOCA DE PESCADO
ESCALA 1 : 10

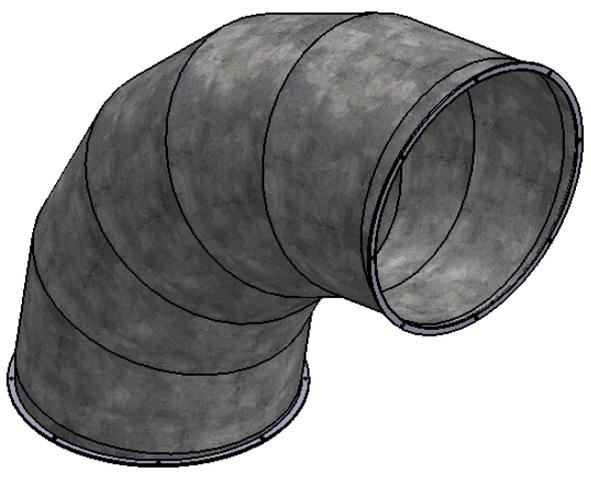
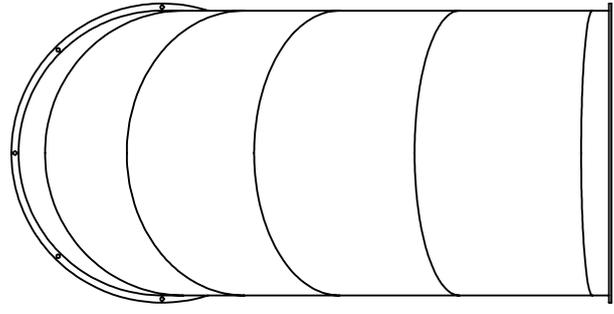
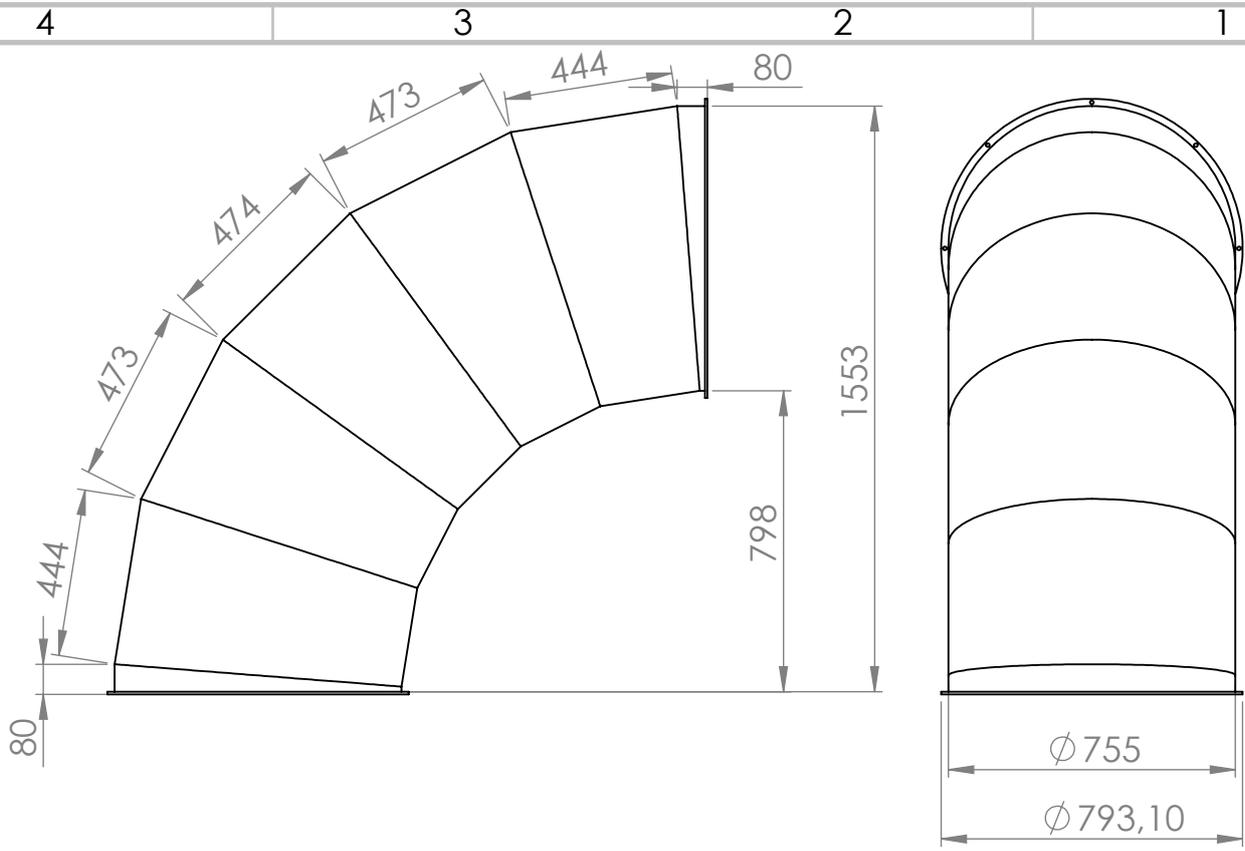
Cantidad	2	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
		Dib.	Jaquet - Velazquez			
Nota		Rev.		CURVA 300 mm.	Archivo	
		Apr.			Plano	P19P
		Esc:	1:20		Tipo	Esquemático
		 Toler: +/- 2mm Mat: SAE 1010				



Cantidad	2	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
		Dib.	Jaquet - Velazquez			
Nota		Rev.			Archivo	
		Apr.			Plano	P20P
A		Esc:			Tipo	Esquemático
		 Toler: +/- 2mm Rug	CURVA 90° 420 mm.			



Cantidad	5	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
		Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota		Rev.			Archivo
		Apr.			Plano
A		Esc:			P21P
		1:20			Tipo
		 Toler: +/- 2mm Mat: SAE 1010	CURVA 90° 600mm.		Esquemático



Cantidad	3	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
		Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota		Rev.		Archivo	
		Apr.		Plano	P22P
A		Esc:		Tipo	Esquemático
		 Toler: +/- 2mm Mat: SAE1010	CURVA 90° 755 mm.		

4

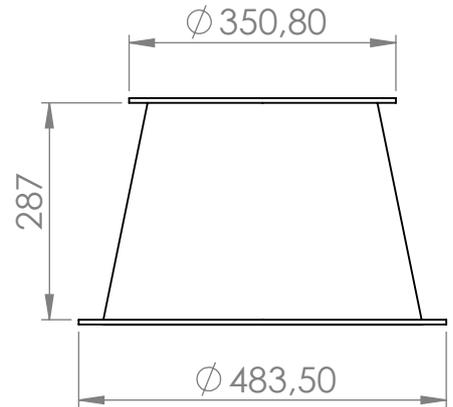
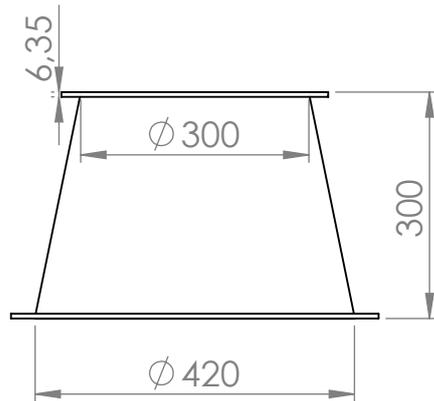
3

2

1

F

F

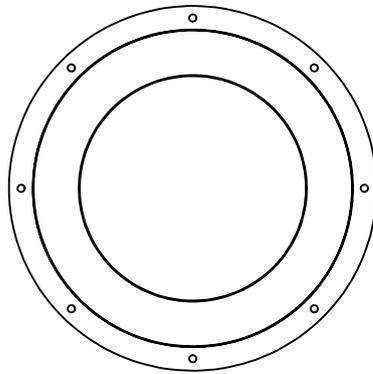


E

E

D

D



C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:10



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional

Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P23P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

4

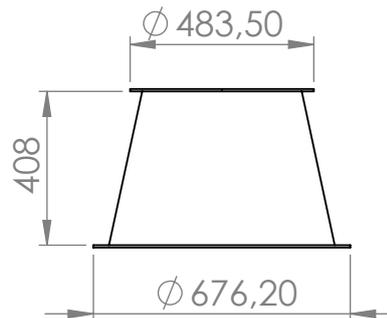
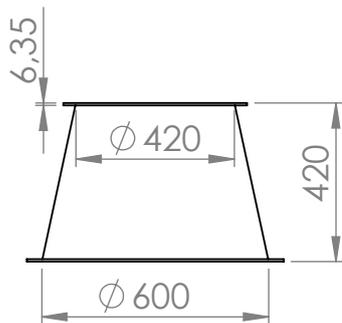
3

2

1

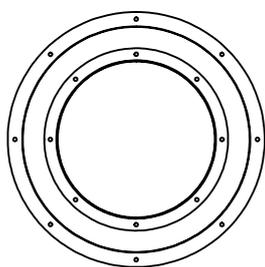
F

F



E

E

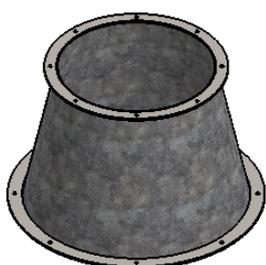


D

D

C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:20



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
 Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional
 Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P24P

Tipo

Esquemático

A

A

4

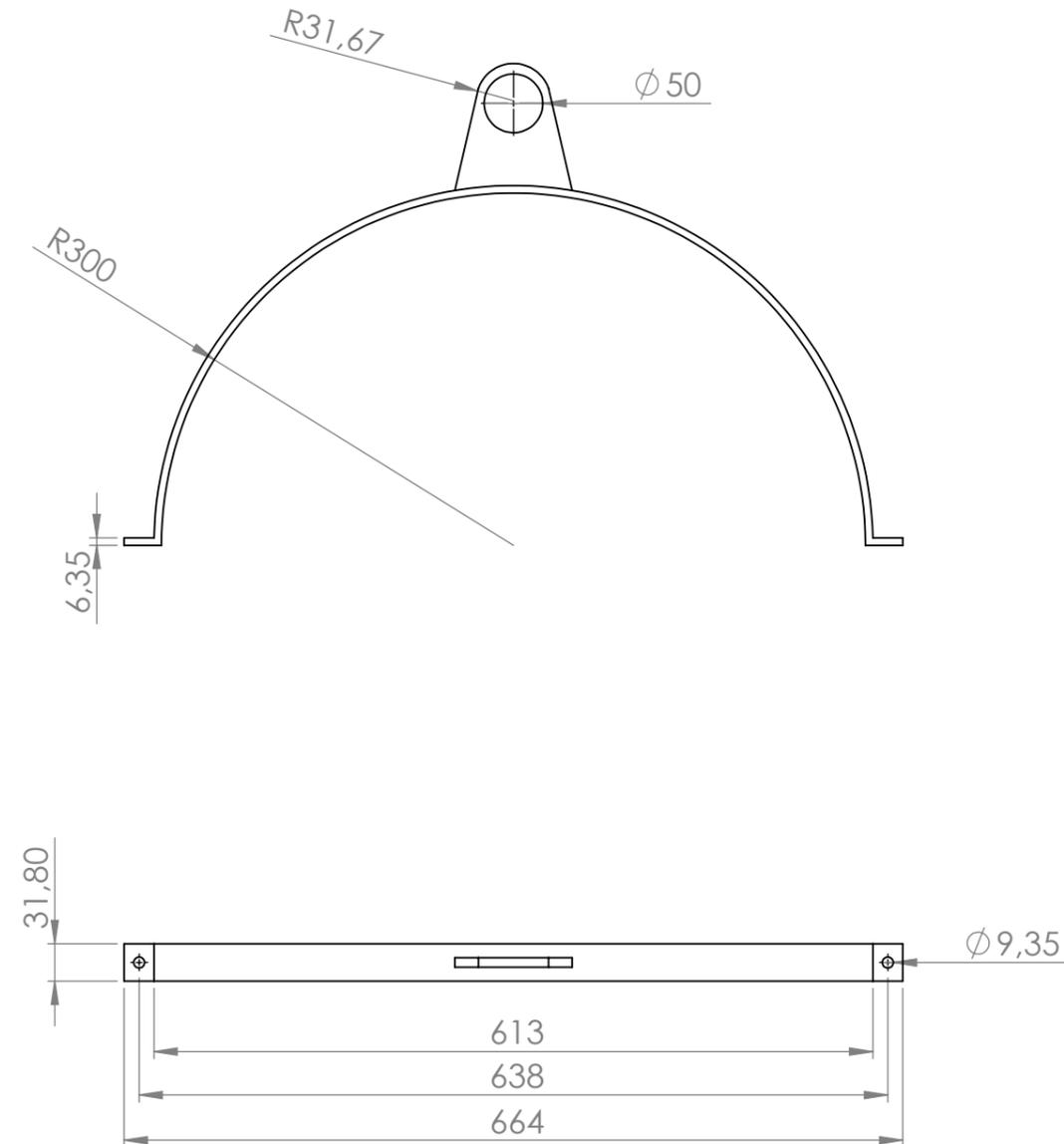
3

2

1



MONTAJE DE MEDIA CAÑA



Cantidad 2	Fecha	Nombre	 Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota	Dib.	Jaquet - Velazquez	
La media caña inferior es similar a la superior pero no tiene cáncamo	Rev.		Archivo
	Apr.		Plano
	Esc:	1:10	P25P
	 Toler: +/- 2mm		Esquemático
	Rug		

MEDIA CAÑA

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

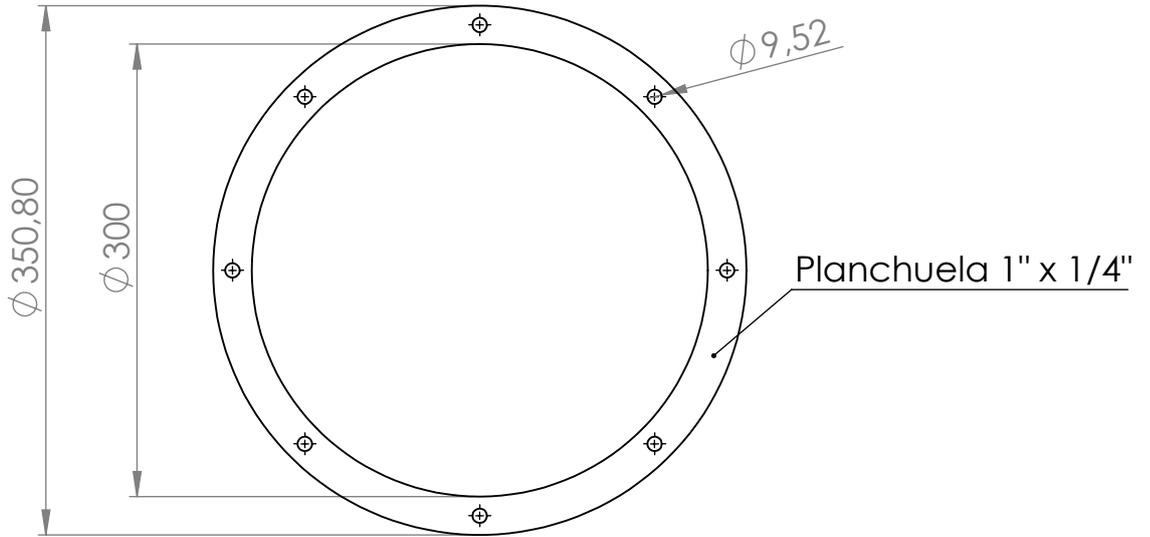
C

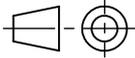
B

B

A

A



Cantidad 16	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional	
	Dib.	Jaquet - Velazquez		Facultad Regional	
Rev.		Concepción del Uruguay			
Nota	Apr.	BRIDA 300 mm.		Archivo	
	Esc: 1:5			Plano P26P	
	 Toler: +/- 2mm			Tipo Esquemático	
	Mat: SAE 1010				

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

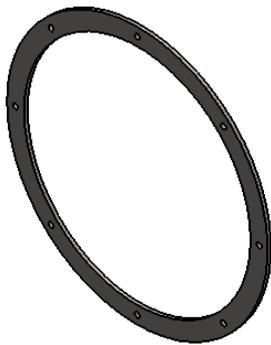
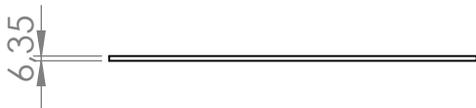
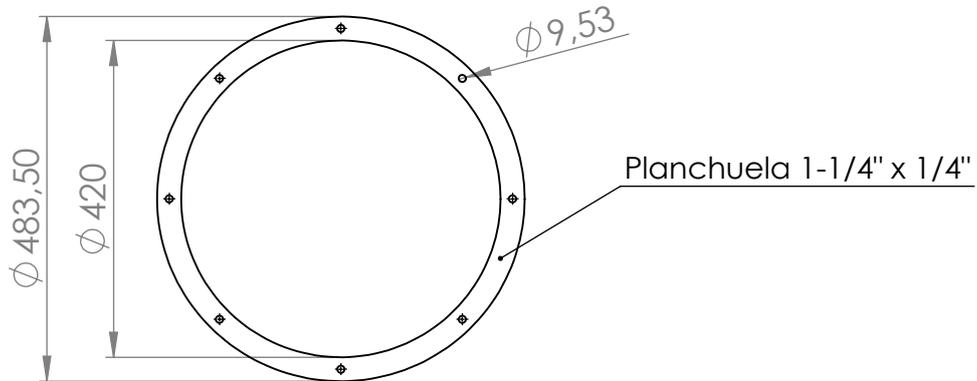
D

C

C

B

B



A

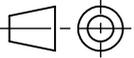
A

4

3

2

1

Cantidad 22	Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota	Rev.			Archivo
	Apr.		Plano	P27P
	Esc: 1:10	BRIDA 420 mm.	Tipo	Esquemático
	 Toler: +/- 2mm			
	Mat: SAE 1010			

4

3

2

1

F

F

E

E

D

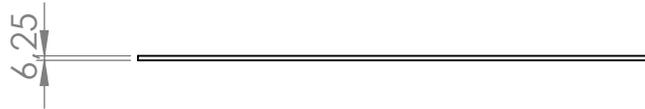
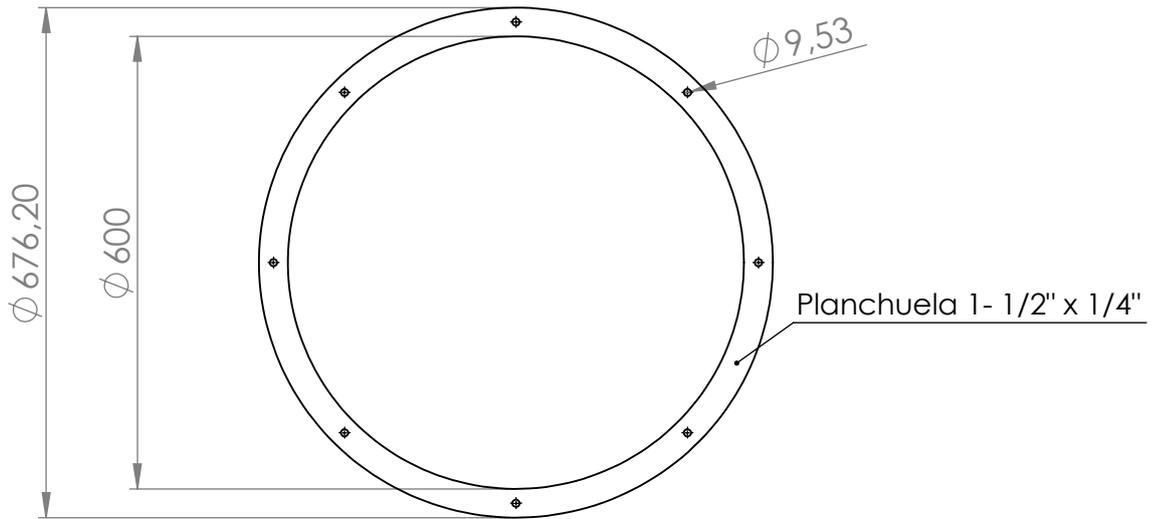
D

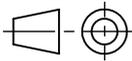
C

C

B

B



Cantidad 36	Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Jaquet - Velazquez			
Rev.				Archivo	
Nota	Apr.	BRIDA 600mm.		Plano	
	Esc:			1:10	P28P
					Tipo
	Toler: +/- 2mm				Esquemático
	Mat: SAE 1010				

4

3

2

1

A

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

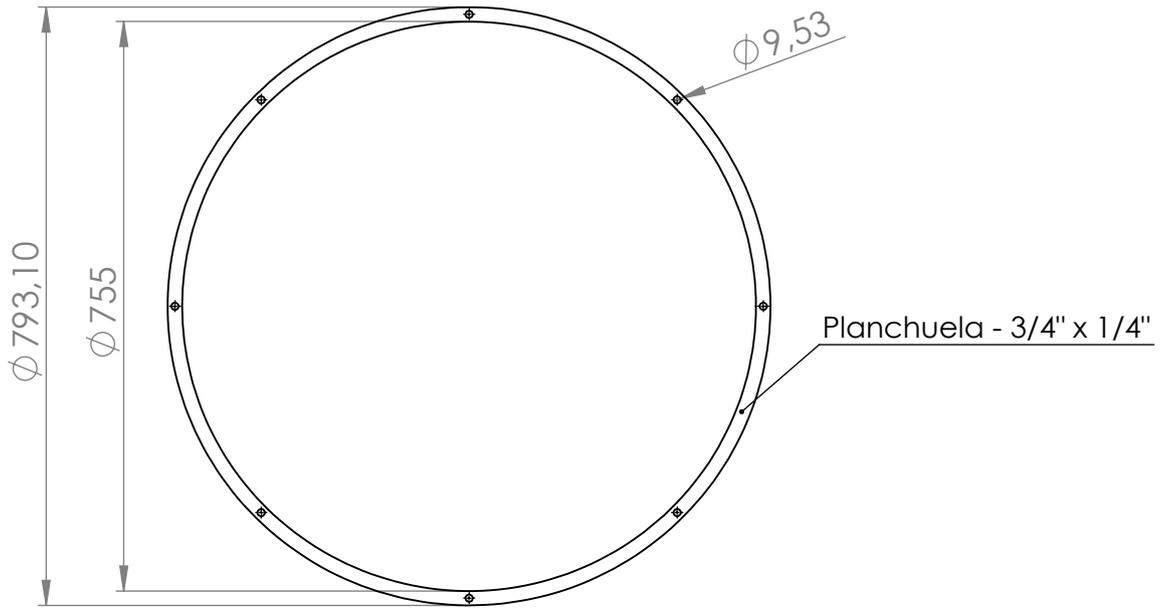
C

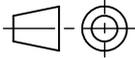
B

B

A

A



Cantidad 10	Fecha	Nombre	 UTN CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional	
	Dib.	Jaquet - Velazquez		Facultad Regional	
Rev.		Concepción del Uruguay			
Nota	Apr.	BRIDA 755 mm.		Archivo	
	Esc:			Plano	
	1:10			P29P	
	 Toler: +/- 2mm Mat: SAE 1010			Tipo	
				Esquemático	

4

3

2

1

4

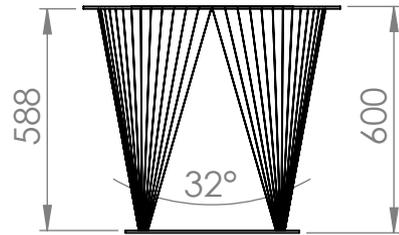
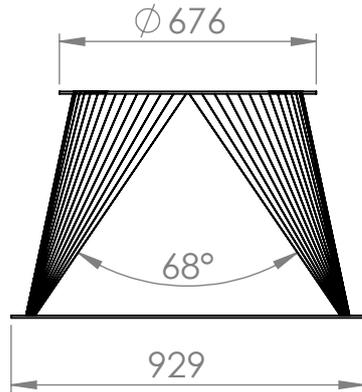
3

2

1

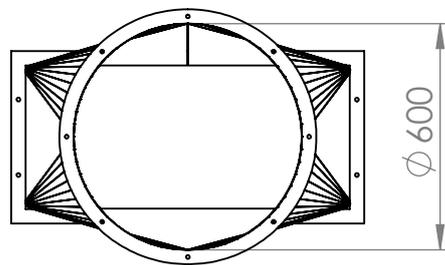
F

F



E

E



D

D

C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

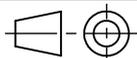
Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:20



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional
Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P30P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

4

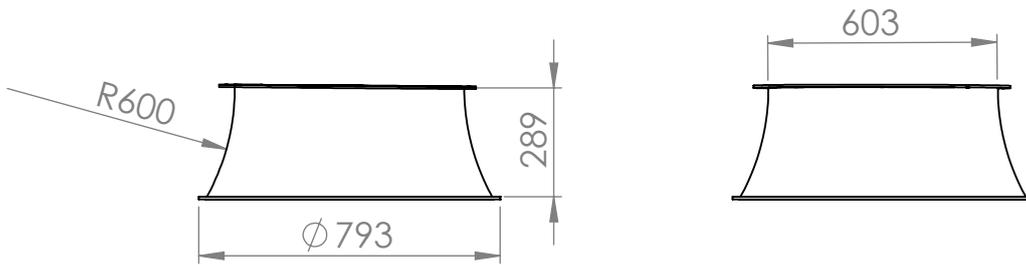
3

2

1

F

F

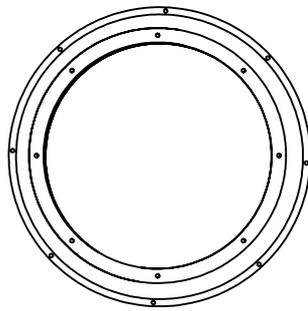


E

E

D

D



C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:20



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional
 Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P31P

Tipo

Esquemático

**ENTRADA AL VENTILADOR
 PARA FILTRO**

A

A

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

Planchuela 1" x 3/16"

R50

4,75

105

50

E

E

D

D

31,80

 $\phi 9,53$

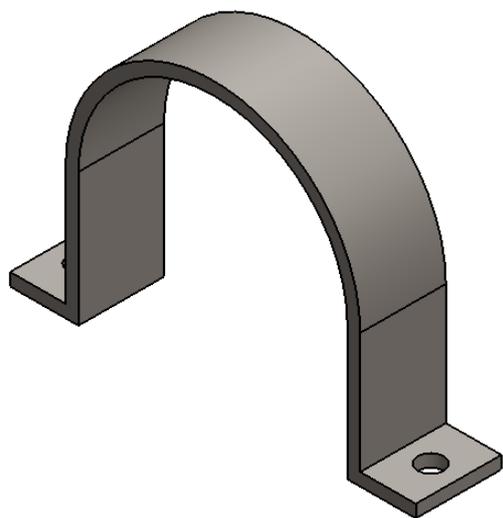
151

C

C

B

B



Cantidad

4

Fecha

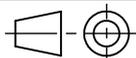
Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:5



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE 1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
 Concepción del Uruguay

 Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional
 Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P33P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

4 3 2 1

F

F

Planchuela 1-1/4" x 1/4"

R150

6,35

150

Ø 300

E

E

D

D

31,75

350,80

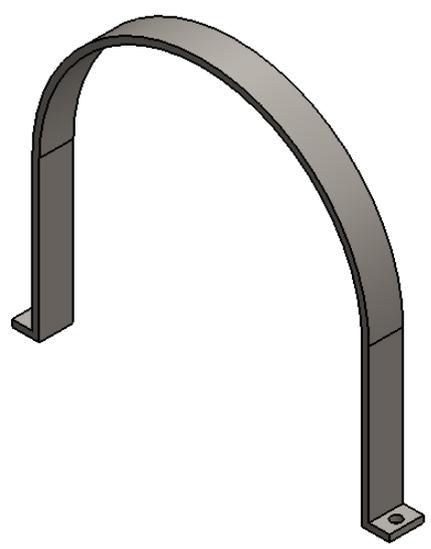
Ø 9,83

C

C

B

B



Cantidad	6	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
		Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota		Rev.			Archivo
		Apr.			Plano
		Esc:	1:5	SUJECIÓN PARA CAÑO 300 mm.	P34P
		Toler:	+/- 2mm		Tipo
		Mat:	SAE 1010		

A

A

4 3 2 1

4

3

2

1

F

F

Planchuela 1-1/4" x 1/4"

R210

6,35

210

426

E

E

D

D

31,75

483,50

 $\phi 9,53$

C

C

B

B

A

A

Cantidad
3Fecha
Dib.
Rev.Nombre
Jaquet - Velazquez


 Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional
 Concepción del Uruguay

Nota

Apr.
Esc:

1:5



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE 1010

SUJECIÓN PARA CAÑO 420 mm.

Archivo

Plano

P35P

Tipo

Esquemático

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

Planchuela 1-1/2" x 1/4"

R300

6,35

300

606,35

E

E

D

D

38,10

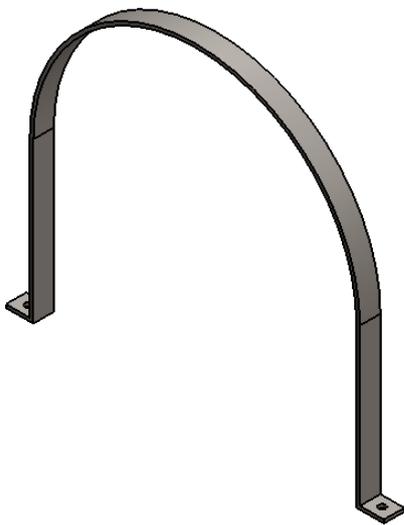
Ø12,70

C

C

B

B



A

A

Cantidad
6

Fecha
Dib.
Rev.

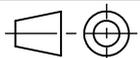
Nombre
Jaquet - Velazquez



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional
Concepción del Uruguay

Nota

Apr.
Esc:
1:10



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE 1010

SUJECIÓN PARA CAÑO 600 mm.

Archivo

Plano

P36P

Tipo

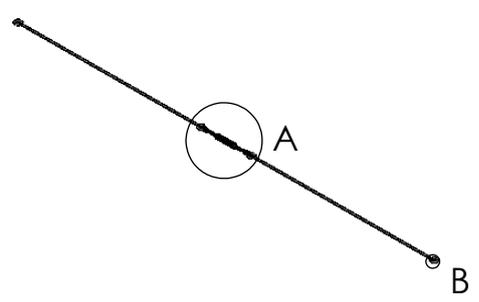
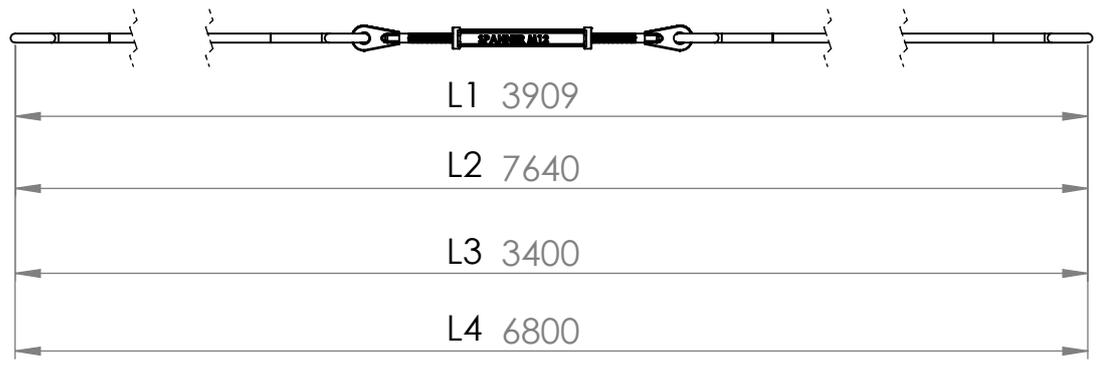
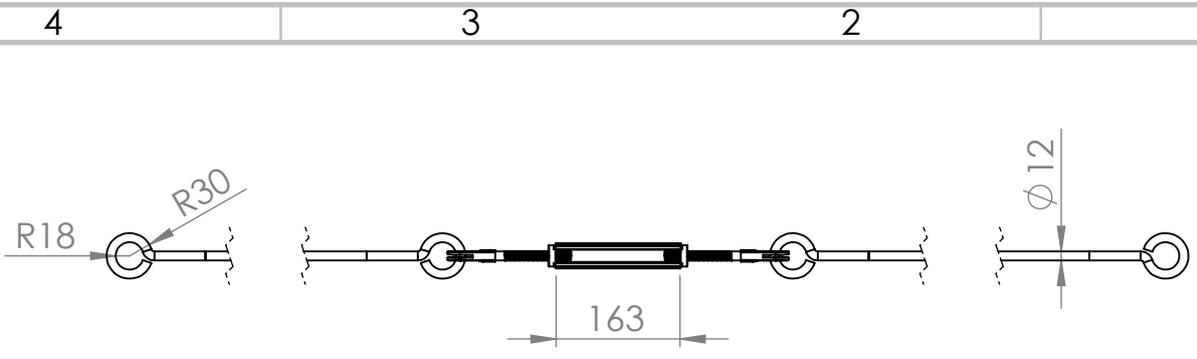
Esquemático

4

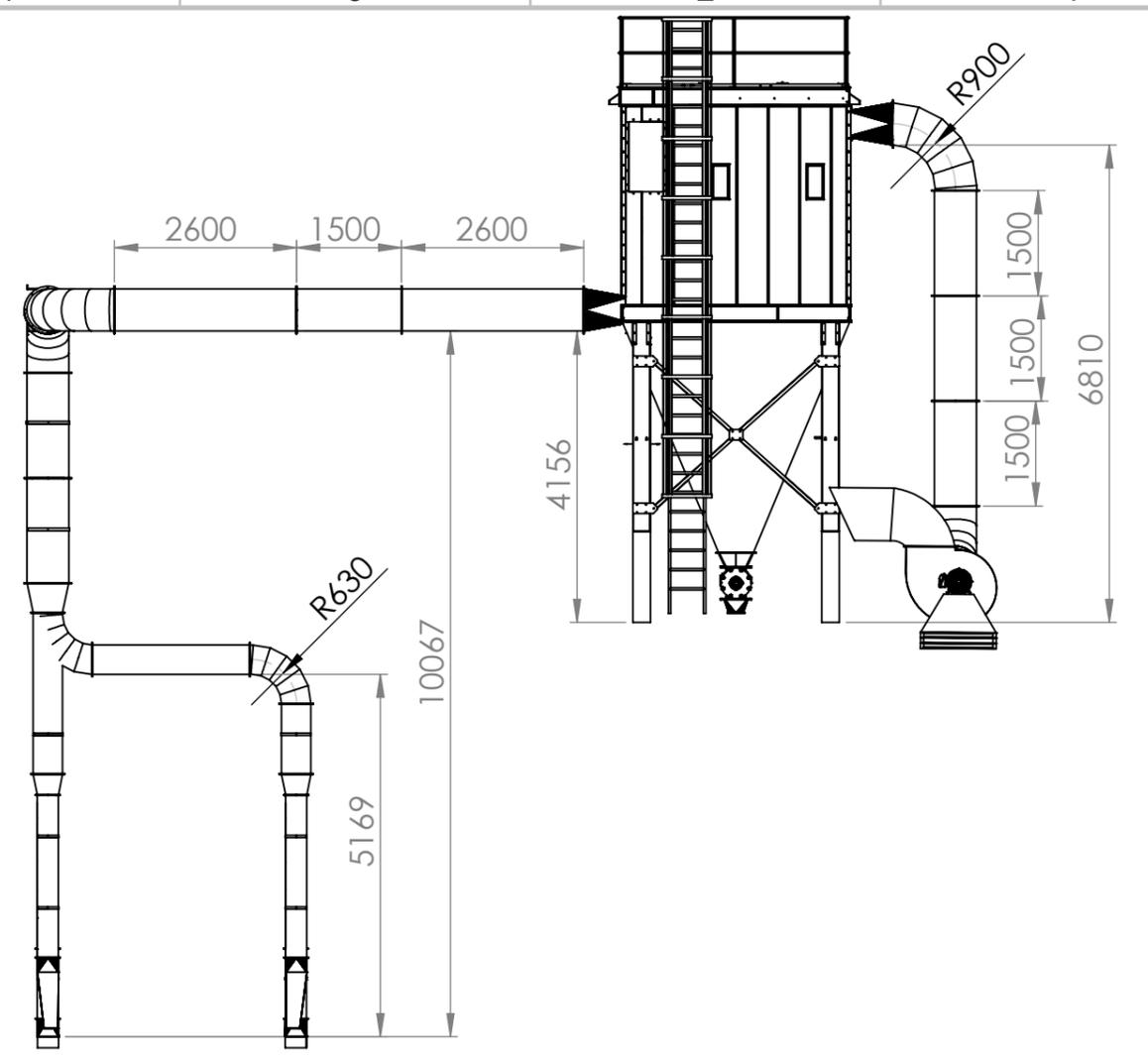
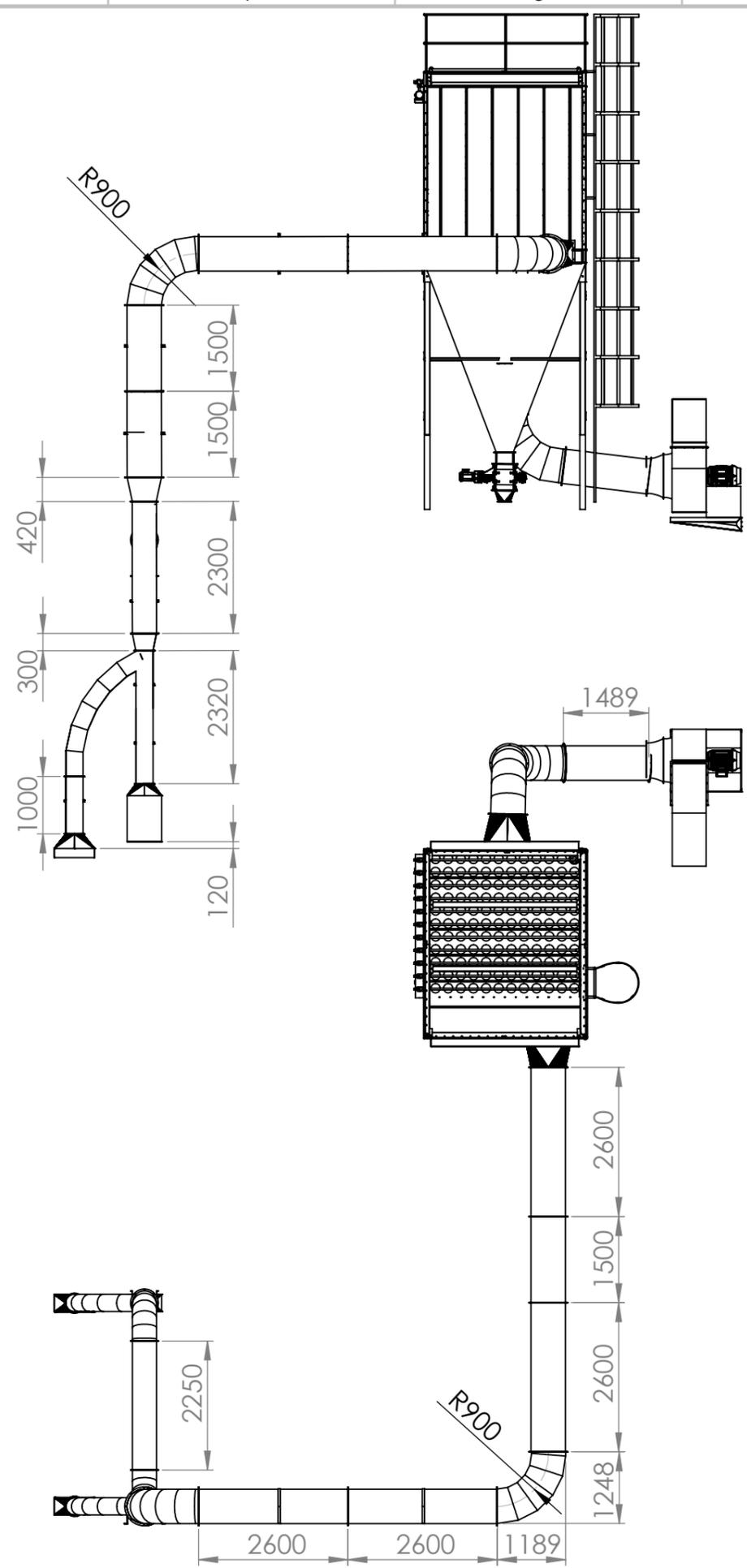
3

2

1



Cantidad 1	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Dib.	Jaquet - Velazquez			
Nota	Rev.			Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay	
	Apr.				
	Esc:	1:10			Archivo
		 Toler: +/- 2mm			Plano
A	L1 y L2 Ciclón L3 y L4 Filtro	SUJECIÓN DE TRAMOS		Tipo Esquemático	
				Mat: SAE1010	



Cantidad		Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional
	Dib.		Jaquet - Velazquez		Facultad Regional
	Rev.				Concepción del Uruguay
	Apr.				Archivo
Nota	Esc:	1:100			
		 TUBERÍAS PARA FILTRO DE MANGAS			Plano
	Toler:	+/- 2mm			P38P
	Rug				Tipo
					Esquemático

4

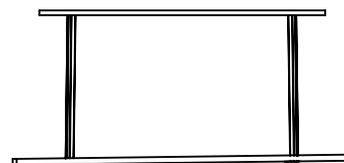
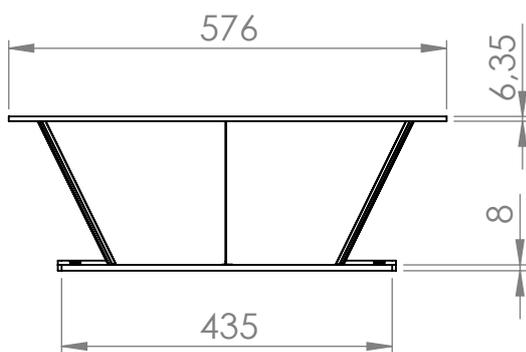
3

2

1

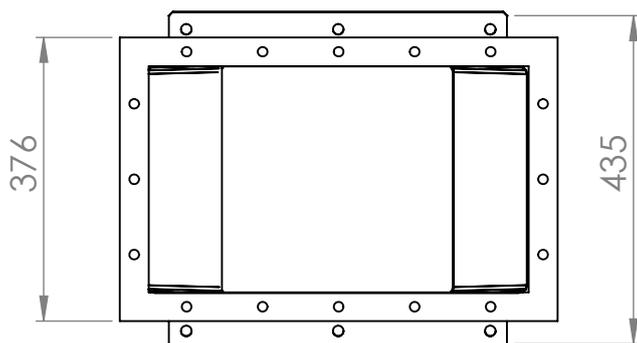
F

F



E

E

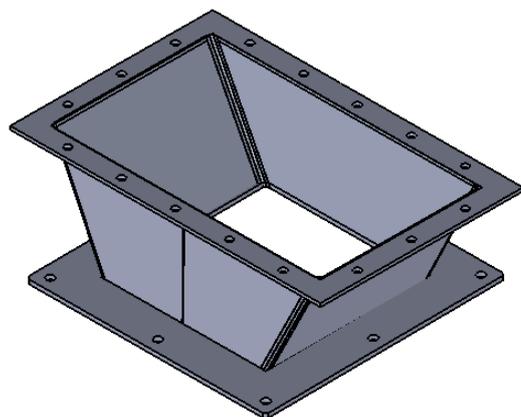


D

D

C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

Dib.

Rev.

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

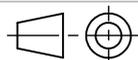
Universidad Tecnológica Nacional
 Facultad Regional
 Concepción del Uruguay

Nota

Apr.

Esc:

1:10



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

DESCARGA DEL FILTRO

Archivo

Plano

P39P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

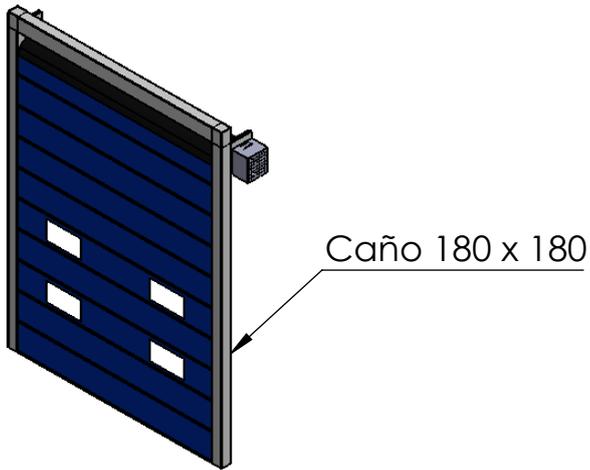
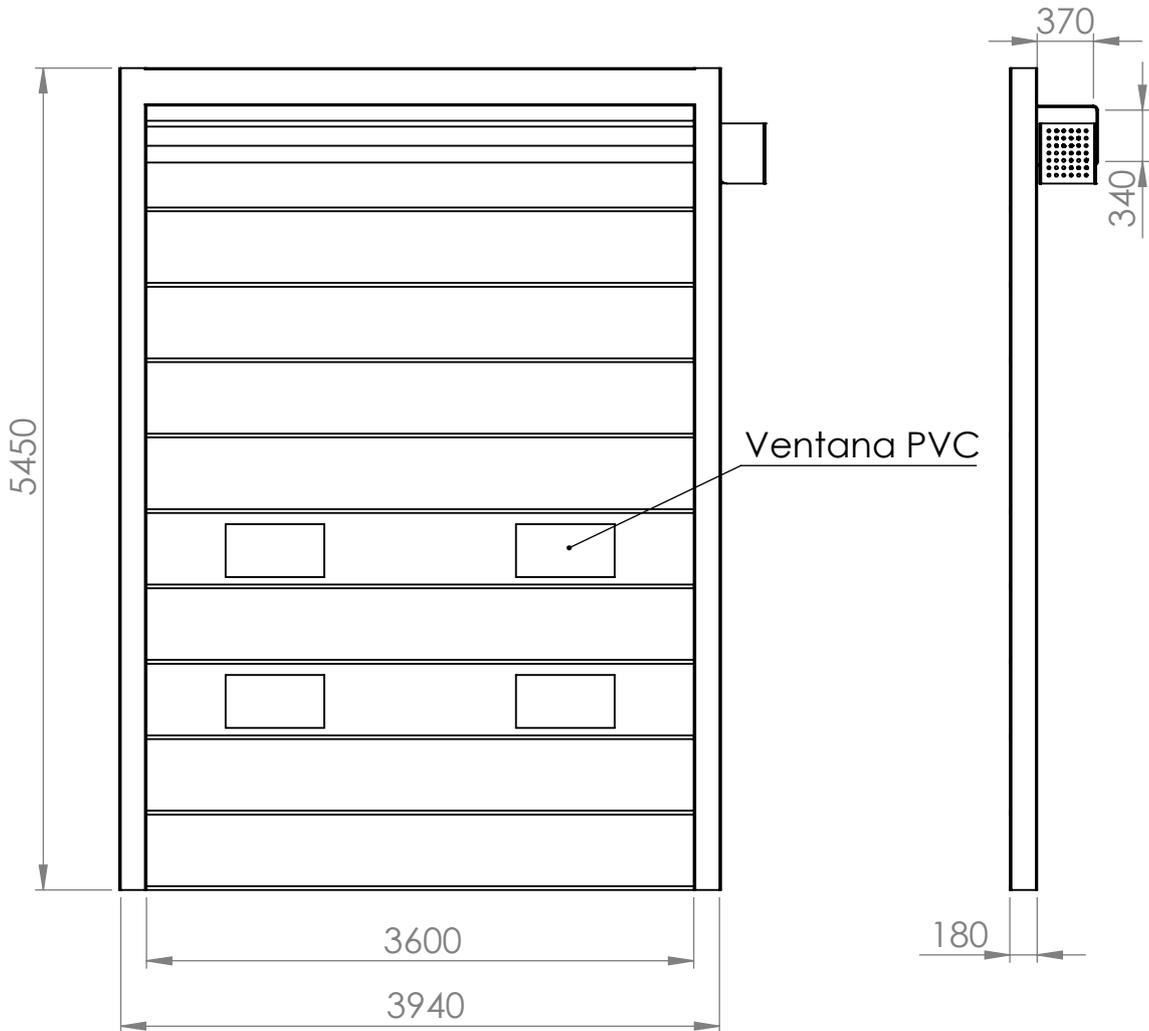
C

B

B

A

A



Cantidad 1	Fecha	Nombre		Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota	Rev.		PUERTA SOLAPABLE	Archivo
	Apr.			Plano
	Esc:	1:50		P40V
	Toler:	+/- 2mm		Tipo
	Rug			Esquemático

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

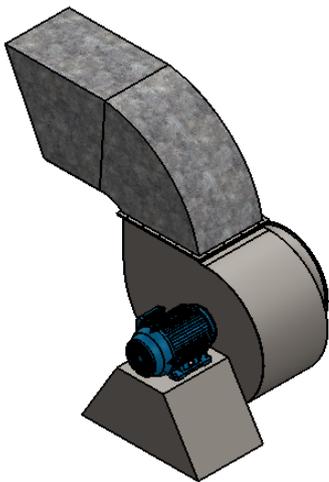
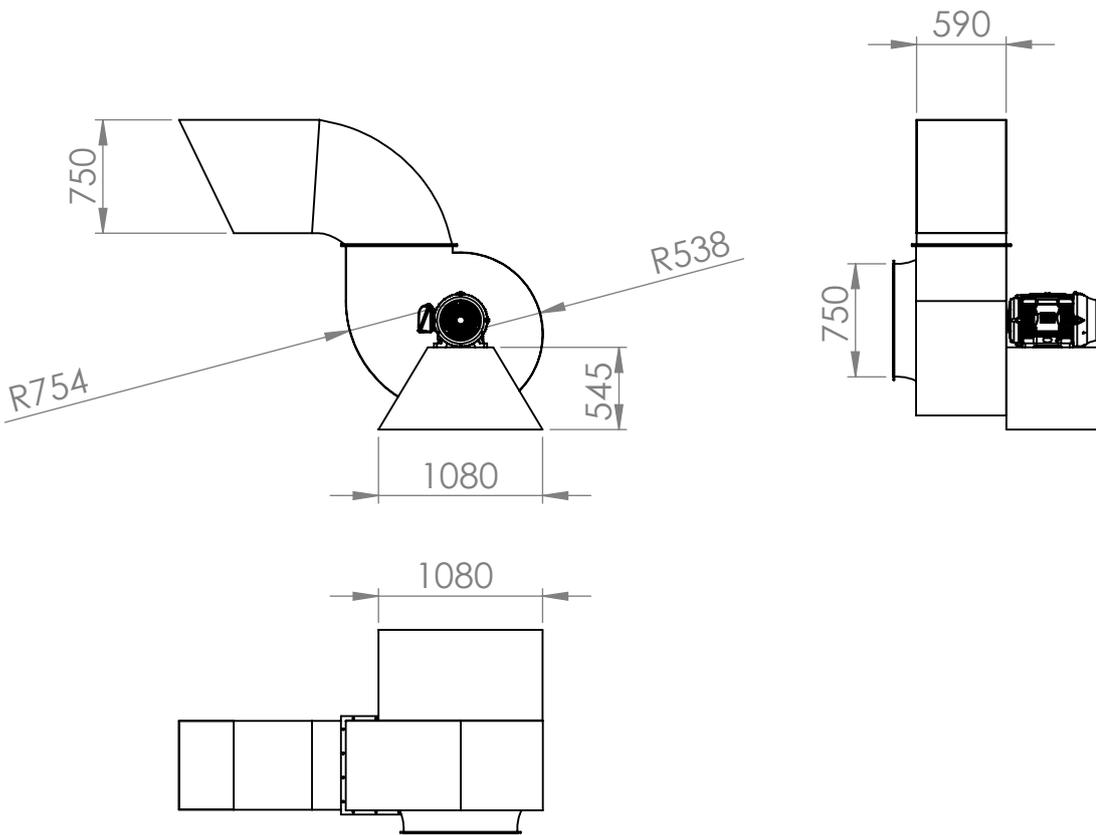
C

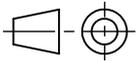
B

B

A

A



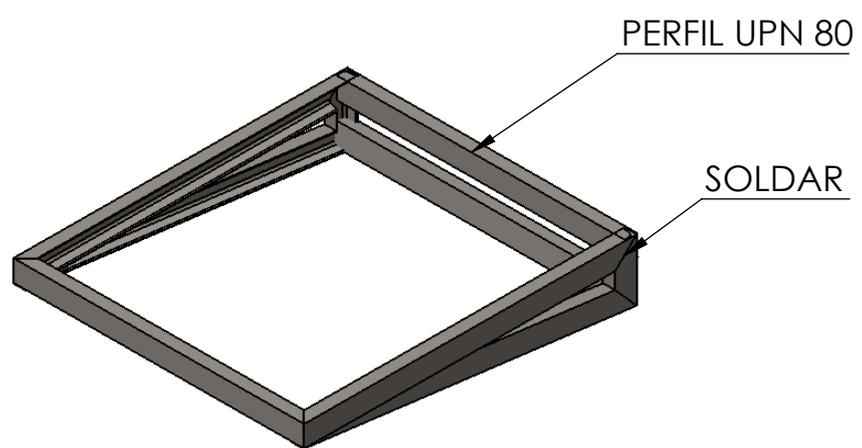
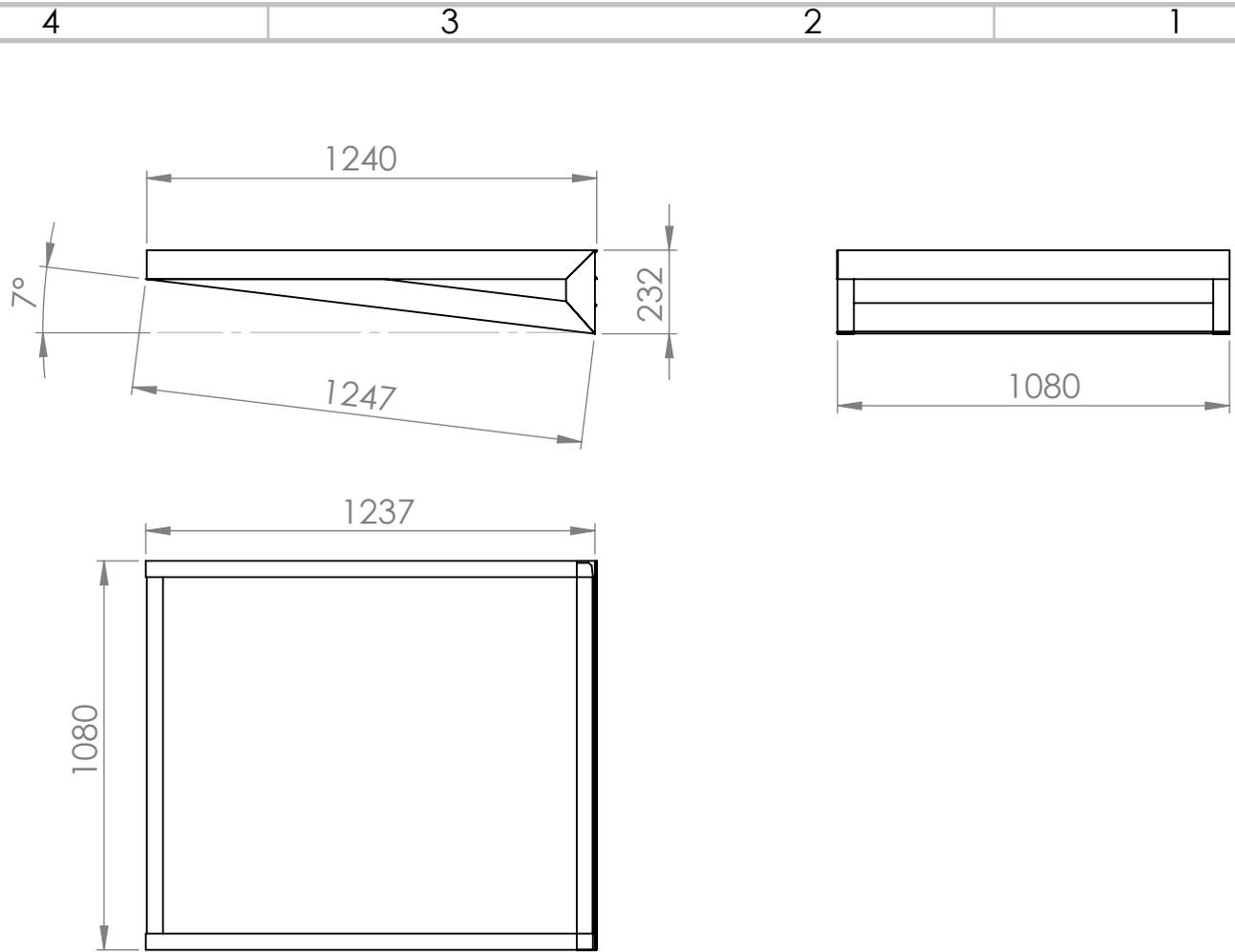
Cantidad 1	Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
	Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota	Rev.		Archivo	
	Apr.		Plano	
	Esc:	1:50	P41F	
	 Toler: +/- 2mm Mat: SAE1010	VENTILADOR	Tipo	
			Esquemático	

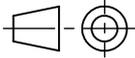
4

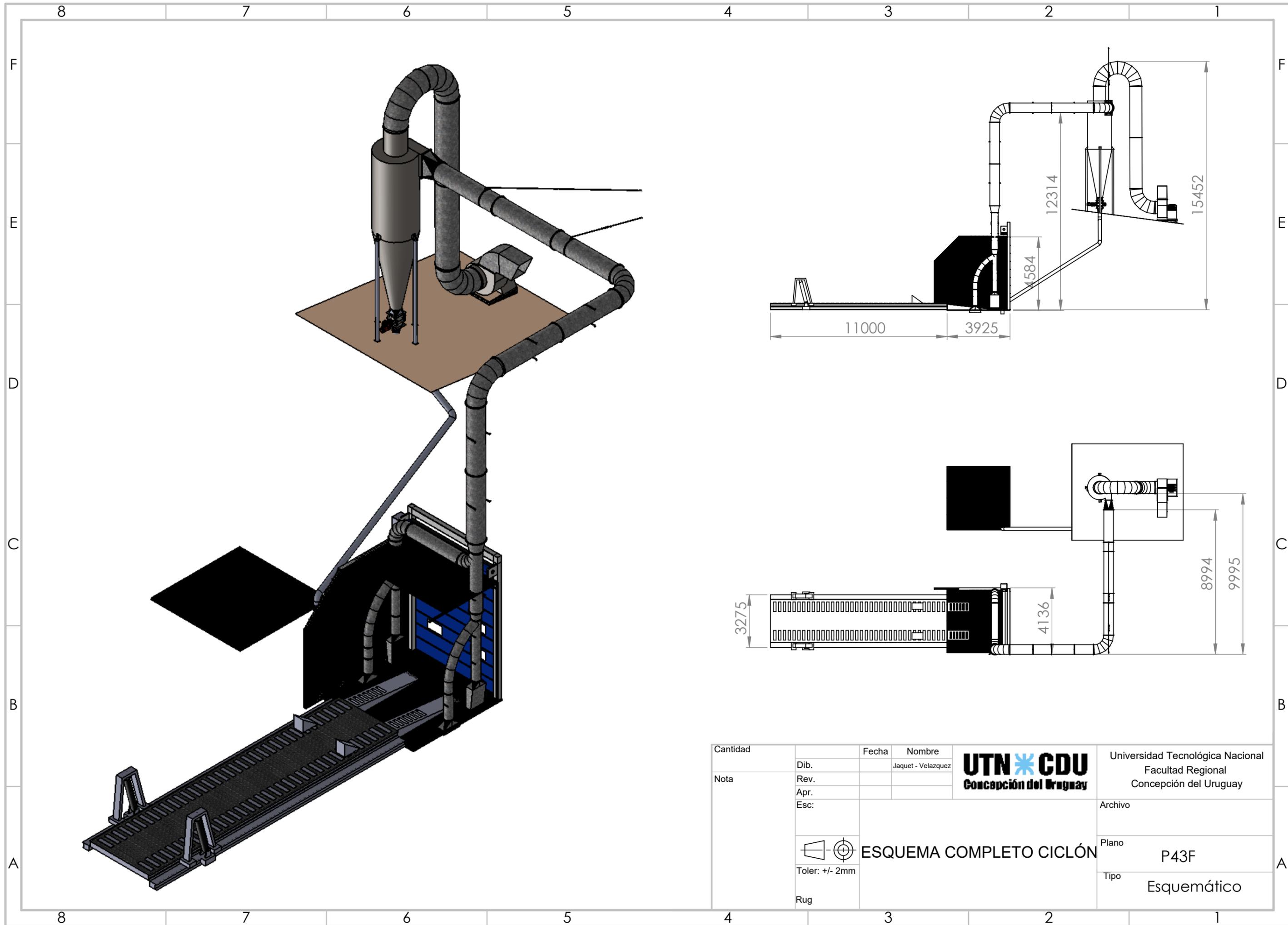
3

2

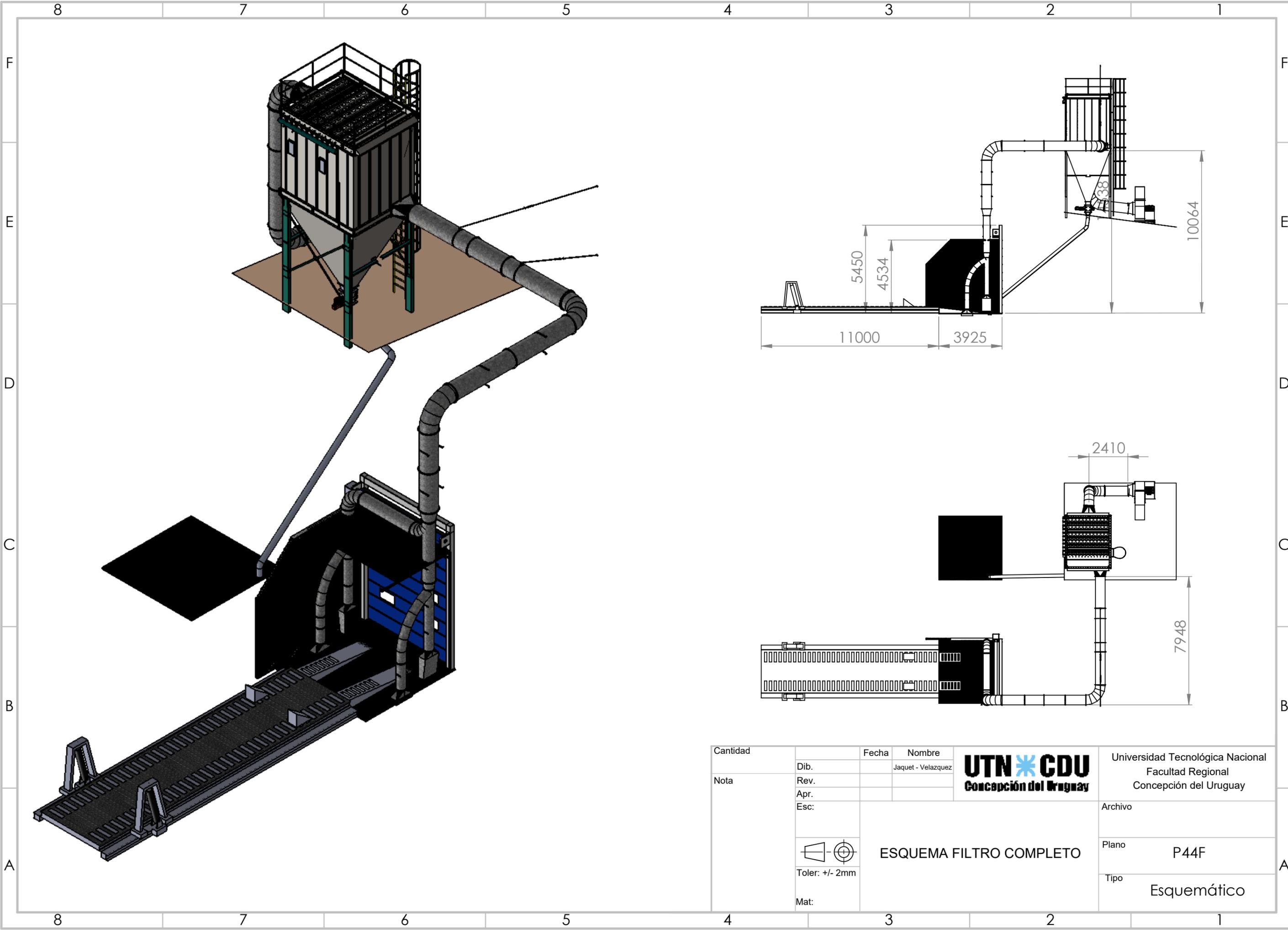
1



Cantidad	1	Fecha			Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
		Dib.	Jaquet - Velazquez		
Nota		Rev.			Archivo
		Apr.			Plano
		Esc:	1:20		P42P
			 Toler: +/- 2mm Mat: SAE1010	BASE DE VENTILADOR	Tipo
					Esquemático



Cantidad		Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay
Nota	Dib.		Jaquet - Velazquez		Archivo
	Rev.				Plano
	Apr.				P43F
	Esc:			Tipo	Esquemático
	 Toler: +/- 2mm		ESQUEMA COMPLETO CICLÓN		
	Rug				



Cantidad		Fecha	Nombre	 UTN * CDU Concepción del Uruguay	Universidad Tecnológica Nacional	
Nota	Dib.		Jaquet - Velazquez		Facultad Regional	
	Rev.				Concepción del Uruguay	
	Apr.				Archivo	
	Esc:			Plano	P44F	
	 Toler: +/- 2mm				Tipo	Esquemático
	Mat:					

ESQUEMA FILTRO COMPLETO

4

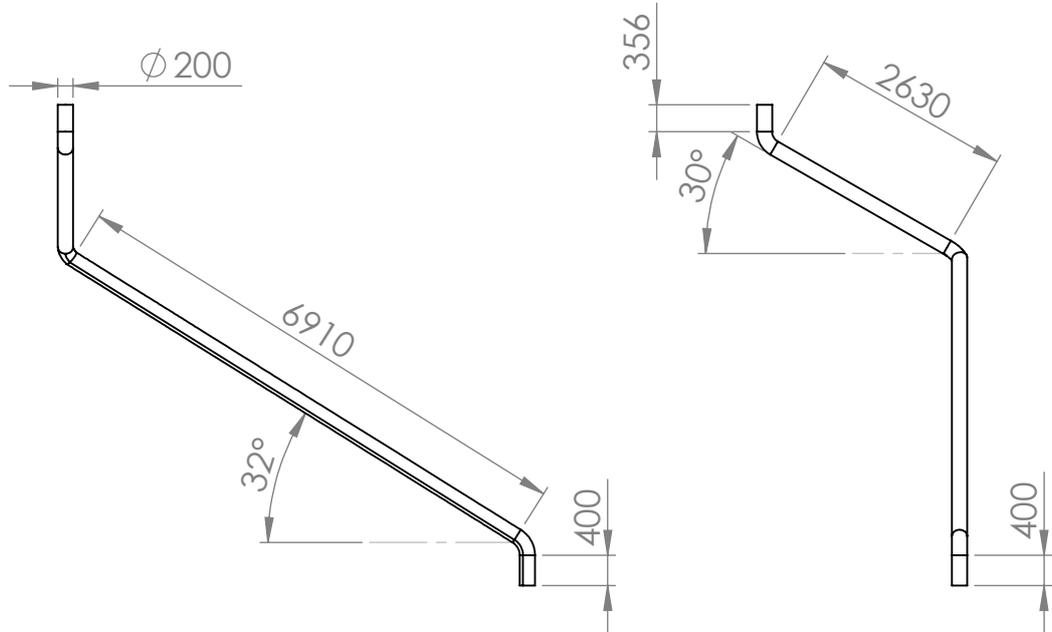
3

2

1

F

F



E

E

D

D



C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

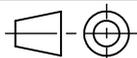
Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:100



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

JTN * CDU
concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional
Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P45P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

4

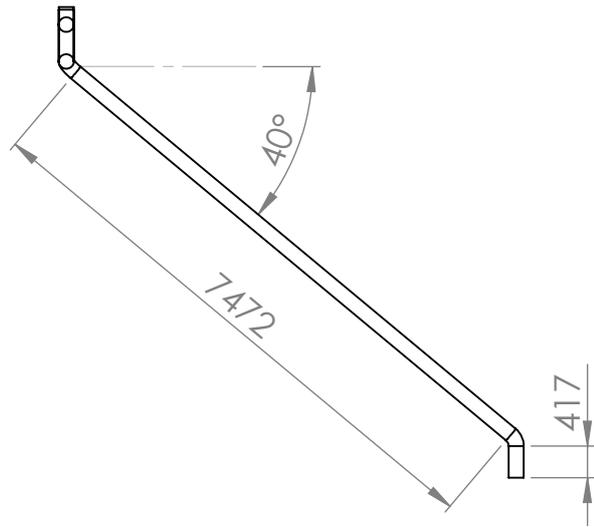
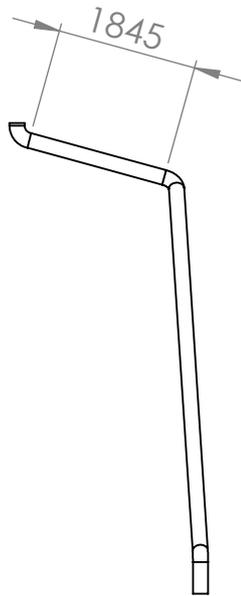
3

2

1

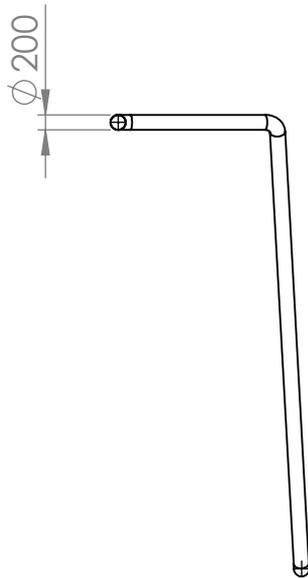
F

F



E

E

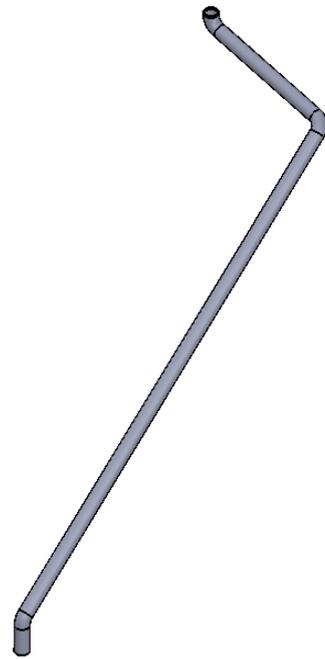


D

D

C

C



B

B

Cantidad

1

Fecha

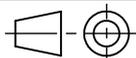
Dib.

Rev.

Apr.

Esc:

1:100



Toler: +/- 2mm

Mat: SAE1010

Nombre

Jaquet - Velazquez

UTN * CDU
Concepción del Uruguay

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional

Concepción del Uruguay

Nota

Archivo

Plano

P46P

Tipo

Esquemático

A

A

4

3

2

1

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

VENTILADOR CENTRÍFUGOS

MODELOS: RA
RF
RM
RU
RG / RH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. SEGURIDAD GENERAL	2
3. EMBALAJE, RECEPCIÓN Y MANIPULEO	3
4. REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACIÓN	4
5. CHECK LIST	5
6. OPERACIÓN.....	6
7. MANTENIMIENTO.....	7
7.1. POLEAS Y CORREAS	8
7.2. RODAMIENTOS	12
7.3. MOTOR ELÉCTRICO.....	16
8. ALMACENAJE DEL EQUIPO	17
9. LOCALIZACIÓN Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	18
10. LISTA DE PARTES GENERALES	19

1. INTRODUCCIÓN

Este Manual tiene la intención de asistir al usuario final con lo básico referido a la instalación, operación y mantenimiento del ventilador. El proceso, las interfaces y los equipos del sistema de control de la unidad son provistos por otros, sin embargo, hay que estar seguros de seguir todas las instrucciones cuidadosamente y colocar especial atención a las consideraciones de seguridad.

2. SEGURIDAD GENERAL

Es responsabilidad del comprador asegurarse de que la instalación sea manejada por personal calificado experimentado en la instalación de este tipo de equipamiento.

- No debe ser excedida la velocidad y temperatura máxima con la que el ventilador ha sido diseñado. Ver límites en Presupuesto y Datos Técnicos.
- Ninguna modificación sobre el producto es permitida sin aprobación de GATTI Ventilación S.A.
- No arrancar el ventilador si el rotor está girando libre.
- Las puertas de inspección nunca deben ser abiertas durante la operación del equipo.
- Asegúrese que todas las guardas y rejillas estén bien ajustadas antes de la puesta en funcionamiento.
- Durante el mantenimiento del equipo este debe ser aislado completamente de la red de energía eléctrica.
- Previo al arranque saque todo material suelto extraño que pudiera haber en la carcasa como en la turbina.
- No limpie el ventilador cuando está operando. Asegurarse de que el ventilador no pueda ser accionado accidentalmente durante su limpieza o mantenimiento.

Nunca dejar objetos dentro del ventilador (pueden ocasionar daños importantes al usuario y al rotor)

Conexión eléctrica

El ventilador nunca debe ser conectado a la red eléctrica sin incluir uno o más sistemas de corte del suministro, para así posibilitar la intervención humana en una examinación o mantenimiento, a ser llevado a cabo de manera segura.

De la misma manera, se debe proveer de protección eléctrica al motor para prevenir sobrecargas u operaciones en dos fases en caso eventual de algún incidente. Para conseguir esto se deben usar arrancadores suaves, cortacorrientes diferenciales, llaves termomagnéticas, relés térmicos, fusibles, etc.

En todos los casos usar la correcta sección de cables compatible con el tamaño del motor. Dependiendo del voltaje de la red, consultar el diagrama de la caja bornera del motor antes de decidir sobre la correcta posición de las conexiones.

Observar en la chapa identificadora del motor instalado, los valores especificados del voltaje, amperaje, potencia y frecuencia de rotación del motor eléctrico.

3. EMBALAJE, RECEPCIÓN Y MANIPULEO

Antes de dejar nuestra fábrica este producto fue cuidadosamente inspeccionado y embalado correctamente. Al arribar a destino, cada ítem debe ser inspeccionado por cualquier inexistencia o daño que pudieran haber ocurrido durante su transporte. Ante un eventual daño, retrabajos de reparación deben ser aprobados por escrito.

Todos los ventiladores deben ser manipulados por personal entrenado y deben seguir las prácticas de manejo seguro. Verificar el peso del ventilador y el equipo apropiado para evitar cualquier daño o perjuicio. Algunos ventiladores pueden ser provistos de puntos de izaje para facilitar su correcto manipuleo. No elevar o mover el ventilador de la entrada o salida del mismo, tampoco desde el eje o la turbina. Los puntos de izaje del motor no se deben usar para levantar el ventilador. No hacer rodar la turbina por el suelo, esto podría afectar el balance de la misma.

Reclamos de garantía no serán aceptados por daños causados por cualquier incorrecto transporte o manipuleo.

4. REQUERIMIENTOS DE LA INSTALACIÓN

Conexión de los conductos.

Los conductos deben ser conectados al ventilador con conexiones flexibles siempre que sea posible para reducir la vibración y ser independientemente sujetado. Conectar los conductos directamente al ventilador puede distorsionar algunos componentes causando vibraciones y contacto entre partes rotantes.

Esto es crítico donde por temperatura, ya sea por el gas transportado o por las condiciones ambientales, los conductos se expanden o contraen. Como regla general, las conexiones flexibles son requeridas en todos los ventiladores que operan arriba de los 120°C y en ventiladores montados sobre sistemas antivibratorios.

Estructura soporte y Fijación.

Una base de concreto correctamente diseñada es el mejor medio para instalar ventiladores montados al piso. Asegúrese que la base de concreto se extienda al menos 150 mm más allá de la base del ventilador. El peso de la base de concreto debe ser al menos 2 a 3 veces el peso del ventilador, incluido el motor. El ventilador debe ser correctamente ajustado a la base con pernos de anclaje. Delgas y soportes se requerirán para nivelar el ventilador.

Plataformas de acero pueden ser usadas para aplicaciones elevadas. Estas deben ser adecuadamente sujetadas en todas direcciones para prevenir deslizamientos.

El Ventilador deberá ser montado únicamente por su Base donde se encuentran los orificios de fijación. Se deberá utilizar tacos anti vibratorios de ser necesario.

Resonancia

La mínima frecuencia natural de cualquier parte de la estructura donde será montado el ventilador debe ser por lo menos un 50% más alta de la velocidad de operación del ventilador, si no se producirán fallas estructurales.

5. CHECK LIST

Antes de efectuar cualquier chequeo, se debe asegurar que el motor este desconectado de la red eléctrica de suministro.

- ✓ Chequear el cableado del motor. El motor debe ser conectado como lo muestra la placa del mismo. Se debe verificar que el voltaje, amperaje, potencia y velocidad de rotación sean las especificadas en la placa de características del equipo. Siempre chequear que los rodamientos del motor estén lubricados.
- ✓ Verificar el juego entre la turbina y el aro del ventilador.
- ✓ Chequear que los cubre-correas estén correctamente ajustados.
- ✓ Chequear el apriete de todos los tornillos de fijación en caso de que se hayan aflojado durante su instalación.
- ✓ Verificar el alineado de las poleas, si las tuviera. Chequear la tensión de las correas (ver **Tabla 1**).
- ✓ Chequear el alineamiento de los rodamientos y que estén correctamente centrados al eje y lubricados. No lubricar demasiado (ver **Tabla 2**).
- ✓ Las puertas de inspección deben estar ajustadas y selladas.
- ✓ Girar el rotor con la mano y verificar que gire libremente sin ninguna obstrucción.
- ✓ Sacar todo material extraño del ventilador y eje del motor

El ventilador esta ahora listo para su operación.

6. OPERACIÓN

✓ *Arranque por primera vez*

Encender y apagar el motor para chequear que la rotación del rotor esté de acuerdo con la flecha indicada en la carcasa. Chequear por ruidos inusuales, rozamientos o vibraciones. Corregir cualquier problema luego de ser desconectado eléctricamente.

Si no hay problemas se puede ahora hacer funcionar el ventilador a las condiciones normales de funcionamiento.

Si el ventilador es puesto en marcha con aire en condiciones normales, y éstas cambian luego durante la operación, se deben realizar mediciones para verificar que el motor no exceda su capacidad nominal.

Chequear las vibraciones y temperatura de los rodamientos para condiciones normales de funcionamiento.

✓ *Arranque normal*

Aplicar potencia al motor hasta su punto de trabajo.

✓ *Parada del motor*

Notar que el rotor puede continuar rotando varios minutos luego de parar el motor. Asegurarse de que el ventilador este quieto aun estando fuera de servicio. El rotor debe ser bloqueado antes de intentar cualquier acceso o mantenimiento.

7. MANTENIMIENTO

Requerimientos

El correcto cuidado y mantenimiento es indispensable en la operación exitosa de cualquier ventilador. La periodicidad del mantenimiento depende del tipo de operación y cuidado, como también del servicio que ejecutará y especialmente que rol ocupará como parte de otro equipamiento. La falta de un adecuado mantenimiento podría guiar a un extensivo y prematuro daño de la unidad.

Inspección periódica

Se requerirá una inspección registrada y actualizada del balanceo, lubricación, tensión de las correas y pintura. Cuando se realiza el mantenimiento hay que asegurarse de cortar la corriente eléctrica. Chequear y limpiar todos los componentes. Especial cuidado se debe tener en las partes que están directamente en el flujo de aire, especialmente en la turbina ya que la acumulación de materiales extraños en los álabes podría afectar el balanceo y duración de los rodamientos. Chequear todas las partes por desgastes y desalineaciones, reparar o reemplazar si es necesario.

Partes estáticas

Si es posible, desconectar el ventilador de los conductos, luego proceder:

Cuidadosamente limpiar las partes internas de la carcasa y, si es posible, los conductos de entrada y salida del ventilador.

Limpiar el rotor. Reconectar los conductos. Poner cuidado en no dejar ningún objeto olvidado dentro del ventilador, esto podría ocasionar serios daños al equipo y al usuario. Finalmente limpiar la parte exterior del ventilador.

Rotor

Una puerta de inspección (si la posee) en la carcasa permite una revisión periódica del rotor; este último está sujeto a tensiones provenientes de fuerzas centrífugas y vibraciones. Remover cualquier elemento extraño que podría conducir a un significativo y peligroso desbalance del rotor.

Tab. CXLVIII a - Pesi specifici assoluti e in mucchio, densità e metodo di stivaggio, angoli d'attrito propri e su pareti in legno e ferro (valori medi).

Materiale	Peso specifico		origine	densità	Stivaggio	sistema di stivaggio	p Angoli d'attrito			Osservazioni sui mezzi di trasporto e sulle caratteristiche fisiche del materiale
	in kg/litro e t/m ³	in mucchio					naturale	su pareti in legno	sulle pareti in ferro	
<i>Grani, semi, prodotti agricoli e commestibili:</i>										
Avena	0,43 ± 0,55		T	0,3	alla rinfusa		28° ± 34°	26° ± 32°	25° ± 30°	
Barbabietole	0,52 ± 0,58		T	0,45	In sacchi		35° ± 45°	32° ± 44°	33° ± 40°	
Butiro	0,93 ± 0,96		T	0,68	In barili - SU da 224 libbre					
Carne secca polver.	0,73		T	0,60	se in barili da 135 kg 0,23 m ³					
Ciocco	0,73		T	0,3	se appesa a quarti, 0,36 alla rinfusa					
Covoni di canali	0,78									
Crusca	0,2 ± 0,2									
Cuolo	1,4 ± 1,6									
Erba fresca	0,28 ± 0,35		T	0,72	non compressa in mucchio		42°	39°	36°	scorre facilmente purché non oleosa.
Fagioli secchi	0,76 ± 0,8				alla rinfusa, 0,64 in sacchi		42°	39°	36°	
Farina di avena	0,59 ± 0,50						42°	40°	38°	
di frumento	0,58 ± 0,72				In sacchi da 60-100 kg m ³ 0,10-0,17		35°	35°	30°	per le farine si impongono precauzioni igieniche alcune farine in polveri fini sono, se sospese in aria, esplosive.
di grano duro	0,55 ± 0,65				In barili da 100 kg 0,18 m ³		45°	40°	32°	
di grano tenero	0,40						32°	26°	21°	
di riso	0,44						60°	50°	40°	
Fave seccate	0,77 ± 0,82									
Fecola	0,30									
Filocchi di grano	0,61 ± 0,06				In mucchio		36°	32°	28°	
Fieno fresco	0,06 ± 0,10				In mucchio					
di stagionato	0,30 ± 0,35				alle rinfusa, 0,7 se in sacchi		28° ± 34°	22° ± 30°	20° ± 28°	abrasivo ma facile a trasportare.
Frumento	0,75 ± 0,77		T	0,78			28° ± 34°	25° ± 29°	25° ± 20°	talvolta applicabile la polvere di cacao. Buone abrasive.
Granduoro	0,74 ± 0,77		T	0,46	sacchi da 60 e 80 kg m ³ 0,14-0,17		30°	28°	25°	I franti di caffè si trasportano facilmente.
Grani di caffè	0,64		T	0,28	sacchi da 60 a 80 kg		30°	28°	25°	
Lattimo fresco	0,2 ± 0,3									
maturo	0,15 ± 0,6									
0,76 ± 0,82										
Lenticchie	0,73		T	0,7	In sacchi da 65 kg m ³ 0,08		28° ± 44°	22° ± 30°	20° ± 28°	facile trasporto.
Lino	0,31						27° ± 35°	25° ± 30°	22° ± 28°	
Mais	0,82						28°	25°	20°	
Marsippan	0,82						28°	25°	20°	
Noce di cocco	0,65						28°	25°	20°	
Id. polpa (cupra)	0,65						27° ± 32°	23° ± 30°	20° ± 27°	oleosa ma non difficile da trasportare.
Orzo	0,66									può essere fortemente corrosivo se caldo umido (birra).
franto secco	0,50									
0,92										
0,03										
0,04										
0,1 ± 0,2										
0,6 ± 0,7										
0,77 ± 0,82			T	0,7	In sacchi da 60 a 100 kg		28°	22°	20°	precauzioni igieniche. Delicato.
0,45 ± 0,53			T	0,7	In sacchi da 60 a 100 kg		28° ± 34°	25° ± 30°	20° ± 28°	
0,94			T	0,7	alla rinfusa, 0,65 in sacchi					
0,3 ± 0,35										
0,65										
0,52										
0,70										
0,52										
0,76										
0,70										

(Segue)