

2018

Proyecto Mecánico

“DISEÑO DE EQUIPO SOPLADOR DE LAMINILLO”

FRANCO DELAMORA

TRABAJO EN CONJUNTO ITBA-TENARIS

Índice

1.	Introducción	4
2.	Marco teórico.....	6
2.1.	Producción de acero.....	6
2.1.1.	Reducción directa.....	6
2.1.2.	Horno.....	7
2.1.3.	Estación de afino	10
2.1.4.	Colada continua.....	10
2.2.	Laminación	10
2.2.1.	Inicio del proceso de laminación.....	10
2.2.2.	Efecto Mannesmann y primera etapa de laminación	11
2.2.3.	Segunda etapa de laminación	11
2.2.4.	Tercera etapa de laminación.....	12
2.3.	Corrosión	12
2.3.1.	Tipos de corrosión.....	13
2.4.	El reciclaje de residuos industriales	13
2.4.1.	La clasificación de los residuos industriales	14
2.5.	Prevención de riesgos en la industria del acero.....	17
2.6.	Innovación tecnológica industrial	18
3.	Diagnóstico.....	19
4.	Ingeniería Conceptual	21
4.1.	Equipos en uso	21
4.2.	Evaluación de alternativas.....	23
4.3.	Matriz de decisión	27
5.	Diseño del equipo.....	29
5.1.	Equipo soplador.....	29
5.1.1.	Generación de aire soplador.....	29
5.1.2.	Distribuidor de flujo	31
5.1.3.	PLC.....	36
5.2.	Equipo recolector	37
5.2.1.	Cinta transportadora.....	37
5.2.2.	Chapa anti-dispersión	39
5.2.3.	Contenedor	41
6.	Equipo completo	42

7.	Conclusiones.....	44
8.	Apéndice.....	45
8.1.	Hojas de datos	45
9.	Bibliografía.....	48
10.	Anexo.....	49
10.1.	Cálculo estructura pedestal.....	49
10.2.	Programa de PLC	51
10.3.	Cálculo estructural columna.....	53
10.4.	Planos y diagramas de conjunto.....	56

1. Introducción

El siguiente trabajo de final de carrera aborda el proceso de investigación, diseño e ingeniería de detalle de un soplador y recolector de laminillo. El proyecto se realizó en su totalidad en conjunto con el grupo Techint, más específicamente con su sede Tenaris Siderca, buscando un beneficio mutuo de aprendizaje e innovación.

Desde hace más de 60 años, Tenaris es un importante protagonista en el desarrollo del mercado del petróleo y gas en Argentina a partir del establecimiento de la planta de Siderca en la ciudad de Campana en 1954.

Actualmente, la planta cuenta con la más alta tecnología y es considerada una de las plantas más eficientes e integradas de su tipo en el mundo. Posee una capacidad de producción anual de más de 900.000 toneladas de tubos sin costura y produce una amplia gama de productos para el mercado energético, automotriz, para aplicaciones agro-industriales y exporta más del 70% de sus productos de alto valor agregado a todo el mundo.

En el proceso de conformación, los tubos sufren típicamente una oxidación, la cual se manifiesta en forma de cascarillas. Esta cascarilla de acero oxidado se denomina laminillo, y constituye un problema fundamental en la línea de producción, ya que se desprende fácilmente de los tubos al rodar los mismos en la línea, generando suciedad, y a que su acumulación en equipos de tratamiento térmico puede generar averías en los mismos.

El objetivo general de este proyecto consiste en diseñar un dispositivo que sople y recolecte laminillo de los tubos que circulan por una de las líneas de la planta. De esta forma se reduce, tanto la contaminación en el ambiente, como las horas de trabajo que se dedican a la limpieza de las cascarillas. La colaboración ITBA-Tenaris en la realización del proyecto brinda la posibilidad de adentrarse en el mundo laboral y así obtener experiencia para el futuro.

El motivo de elección de esta problemática y la propuesta de solución a la que se arribó luego del correspondiente proceso de diagnóstico se da en el marco de una pasantía que el autor de este trabajo realizó en la empresa mencionada como instancia de formación profesional de la carrera Ingeniería Mecánica del ITBA.

Trabajar en una empresa de las características de Tenaris no solo aporta experiencias de aprendizaje inéditas, imposibles de conseguir con la mera cursada de las materias en el ámbito académico, sino que también brinda la posibilidad de enfrentarse a problemáticas específicas de la industria a la que pertenece la empresa en cuestión para aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera y así encontrar las soluciones técnicas más adecuadas.

Además, la realización de este proyecto mecánico representa la oportunidad y el desafío de diseñar una maquinaria que mejore radicalmente las condiciones de trabajo e higiene de la planta. Se trata de un dispositivo que favorece el modo y la eficiencia en la recolección del laminillo, a diferencia de otros equipos existentes en el mercado y que cumplen con esta misma función.

El trabajo en conjunto comienza a partir de una pasantía de verano realizada por Tenaris todos los años. En un período de dos a cuatro semanas se analizaron distintos aspectos a mejorar en el sector de la fábrica asignado (Laminación Continua en frío) y luego se eligió uno a desarrollar. He aquí el comienzo de la investigación, siguiendo con el diseño de alternativas, las cuales fueron evaluadas y seleccionadas por personal calificado del sector correspondiente. El siguiente paso fue la ingeniería de detalle de la opción seleccionada, mediante la cual quedaría finalizado el trabajo.

2. Marco teórico

Abordar la problemática planteada requiere conocer en detalle el proceso de fabricación de los tubos sin costura desarrollado en su totalidad en Tenaris.

2.1. Producción de acero

Se denomina Acero a aquellos productos ferrosos cuyo porcentaje de Carbono está comprendido entre 0,05 y 1,7 %.

El Acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil y adaptable. Ampliamente usado y a un precio relativamente bajo, el Acero combina la resistencia y la trabajabilidad, lo que se presta a fabricaciones diversas. Asimismo, sus propiedades pueden ser manejadas de acuerdo con las necesidades específicas mediante tratamientos con calor, trabajo mecánico, o mediante aleaciones.

El Acero funde entre 1400 y 1500°C pudiéndose moldear más fácilmente que el Hierro. Resulta más resistente que el Hierro, pero es más propenso a la corrosión. Posee la cualidad de ser maleable, mientras que el hierro es rígido.

2.1.1. Reducción directa

Para la producción de acero, Tenaris utiliza dos materias primas: mineral de hierro y chatarra seleccionada. El primer proceso realizado, es el denominado *Reducción directa*. Se denomina proceso de reducción directa a todo proceso mediante el cual se obtiene hierro metálico por reducción de minerales de hierro, siempre que las temperaturas involucradas no superen la temperatura de fusión de cualquiera de los componentes.

El mineral de hierro ingresa por el tope del horno reductor y fluye por gravedad durante 4 hs. Durante ese lapso, se le inyectan a contracorriente y en forma continua los gases reductores que reaccionan quitándole el oxígeno al mineral; los gases reductores se obtienen reformando catalíticamente gas natural, empleando esencialmente CO₂ que proviene del gas de tope. El mineral de hierro ingresa con un 67% de contenido ferroso y a temperatura ambiente. Durante el proceso llega a temperaturas alrededor de los 960 °C y luego sale con un grado de metalización de aproximadamente 95%, nuevamente a temperatura ambiente. En la **figura 1** se puede observar un esquema básico de un horno de reducción.

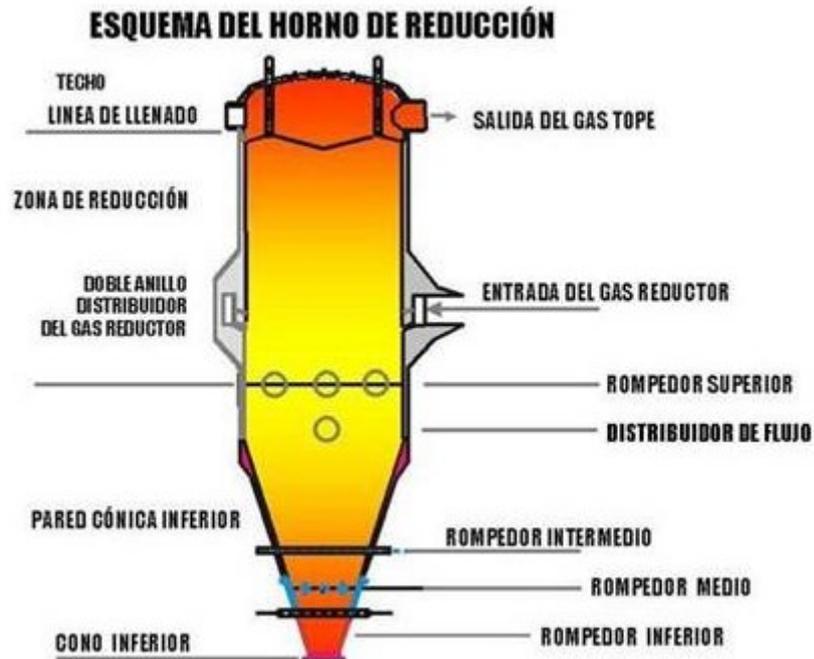


Figura 1: Esquema del horno de reducción.

Como la reducción se lleva a cabo sin llegar a la fusión, el producto conserva la forma original del mineral, pero con mayor porosidad. Es debido a esta propiedad que el subproducto obtenido luego del proceso de reducción directa recibe el nombre de **hierro esponja (figura 2)**.



Figura 2: Fotografía de hierro esponja.

2.1.2. Horno

El tipo de horno utilizado en la planta SIDERCA es el eléctrico. A modo de introducción, se pueden distinguir 3 tipos distintos de hornos eléctricos:

Horno eléctrico de arco

Es el tipo de horno más utilizado en la industria siderúrgica. El mismo opera con corriente trifásica con 3 electrodos y solera no conductora. Es de arco directo, o sea que una corriente forma arcos entre cada electrodo y el baño. Esto quiere decir, que a través del metal circula corriente; y además del calentamiento producido por los arcos se le agrega el producido por la resistencia del propio metal. En la **figura 3** se ilustra un horno eléctrico de arco con todos sus componentes detallados.

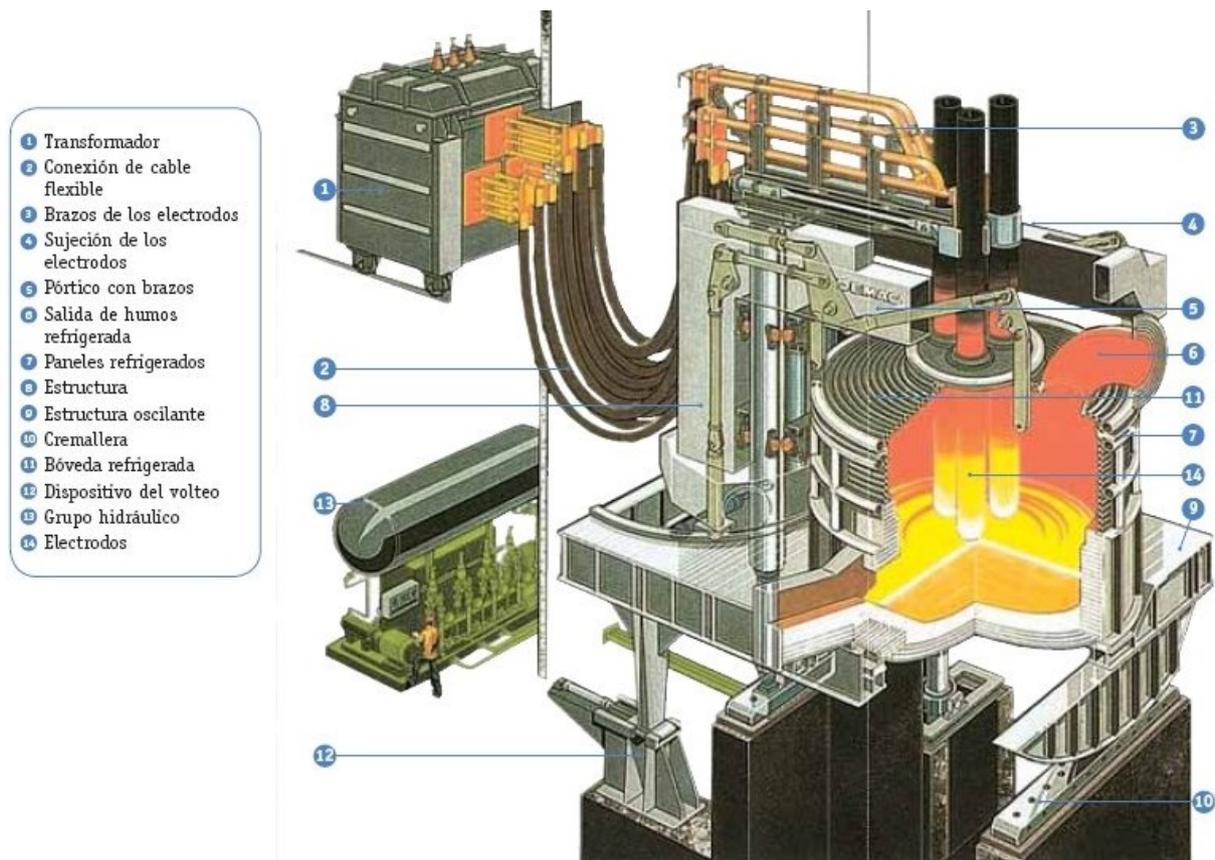


Figura 3: Horno eléctrico de arco típico.

Horno eléctrico de inducción

Este tipo de horno funciona por el principio de calentamiento por inducción de Faraday. Un medio conductor (el metal) en un crisol, rodeado por bobinas magnéticas enrolladas, generan el calor necesario para la fundición. En la **figura 4** se puede observar el esquema de un horno de inducción.

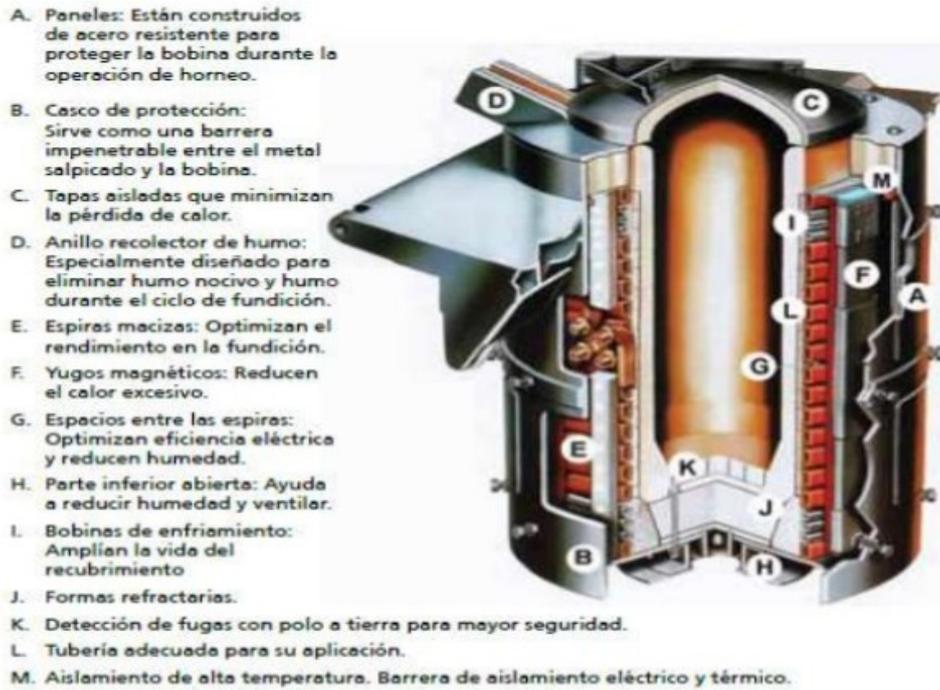


Figura 4: Horno de inducción típico.

Horno de resistencia

Utiliza el calor disipado por efecto Joule en una resistencia óhmica (Ver figura 5). No se utiliza para la fabricación de aceros debido a que no genera temperaturas tan elevadas, pero si es utilizado para el calentamiento de otros metales tales como cobre, bronce y hierros de buena calidad.



Figura 5: Horno de resistencia típico.

El horno utilizado en la acería de SIDERCA es de tipo eléctrico de arco el cual tiene una capacidad de carga total de 105 tn.

La primera etapa de la carga del horno de la acería se hace con chatarra seleccionada. La misma se funde y se transforma en un baño líquido por medio del aporte de energía eléctrica e inyección de oxígeno y metano. En un segundo paso se completa la carga agregando el

hierro esponja en forma continua. Dentro del horno se alcanzan temperaturas de trabajo de alrededor de 1650°C, necesiéndose potencias eléctricas de aproximadamente 704 KWh.

2.1.3. Estación de afino

Una vez separada la escoria, 80 tn. de acero fundido son vertidas en una cuchara y transportadas a la estación de afino en cuchara. Allí, manteniendo la temperatura adecuada mediante el aporte de energía eléctrica, se le agregan aleantes necesarios para lograr la composición química detallada por el cliente. Durante esta etapa, sistemas de control automático del proceso, junto con el apoyo del laboratorio central, de tecnología de punta ubicado en la misma SIDERCA, permiten corregir las condiciones de composición química y limpieza del acero.

2.1.4. Colada continua

El acero líquido proveniente de la estación de afino alimenta a la máquina de colada continua. La cuchara vierte el acero en un distribuidor o lingotera que, a su vez, conduce el acero líquido hacia los moldes. La finalidad es solidificar el acero en forma de barras macizas redondas las cuales salen por la base de la lingotera con su corazón todavía líquido solidificándose luego por la acción de un enfriamiento secundario.

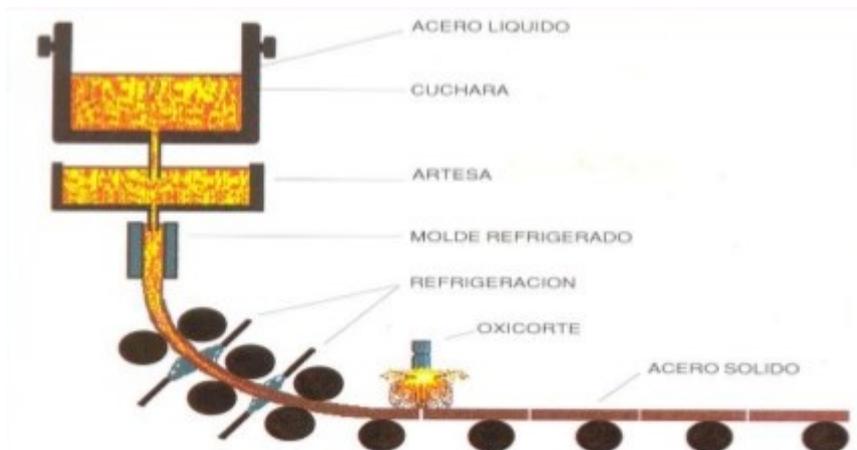


Figura 6: esquema básico del proceso de colada continua.

Las barras producidas poseen diámetros que van desde los 148 mm a los 310 mm y todas son punzonadas con un número de serie en su extremo para su posterior rastreabilidad.

2.2. Laminación

2.2.1. Inicio del proceso de laminación

Para dar inicio al proceso de laminación, las barras se cortan en trozos de menor longitud denominados **Tochos**. Estos trozos son luego introducidos en el horno giratorio. Este horno es alimentado a gas natural y tiene un diámetro externo de 48 metros. En una vuelta, la cual puede demorar entre 2 y 4 horas dependiendo el largo y diámetro de la tanda de tochos que

se esté preparando, el tocho alcanza la temperatura adecuada para continuar con el proceso de perforación. Esta temperatura es de 1250°C.

2.2.2. Efecto Mannesmann y primera etapa de laminación

El laminador perforador empleado para desarrollar los tubos sin costura en SIDERCA, aplica el efecto Mannesman. Reinhard Mannesmann (1856-1922) descubrió en el año 1885 que al laminar oblicuamente barras de sección circular, éstas presentaban grietas en su interior. (Ver **figura 7**).

Siguiendo con el proceso de laminación, los tochos entran en su primera etapa de laminación propiamente dicha. Allí, son tomados por dos cilindros bicónicos ambos inclinados cierto ángulo respecto la directriz axial de la barra cilíndrica y forzados a avanzar sobre una punta perforadora que guía la deformación plástica aprovechando las grietas descubiertas por Mannesmann. El producto de esta primera etapa de laminación se denomina **perforado**.

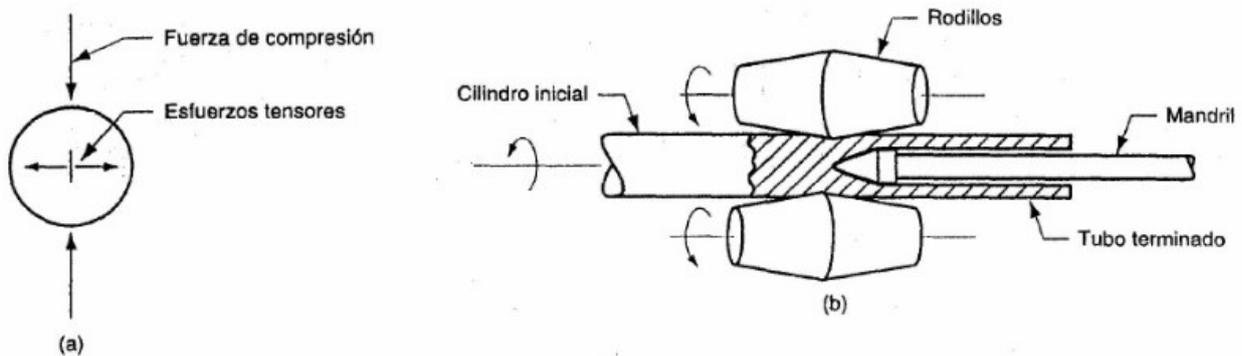


Figura 7: a. formación de esfuerzos internos y de la cavidad por compresión de la parte cilíndrica.
b. disposición del molino de laminación Mannesmann para producir tubos sin costura

2.2.3. Segunda etapa de laminación

En esta etapa se introduce un mandril a modo de respaldo del diámetro interno. Sin este, podrían ocurrir deformaciones plásticas indeseadas generando irregularidades en la sección del tubo. El conjunto, tubo-mandril, pasa por varios pares de rodillos que reducen progresivamente el espesor de la pared, como puede observarse en la **figura 8**.

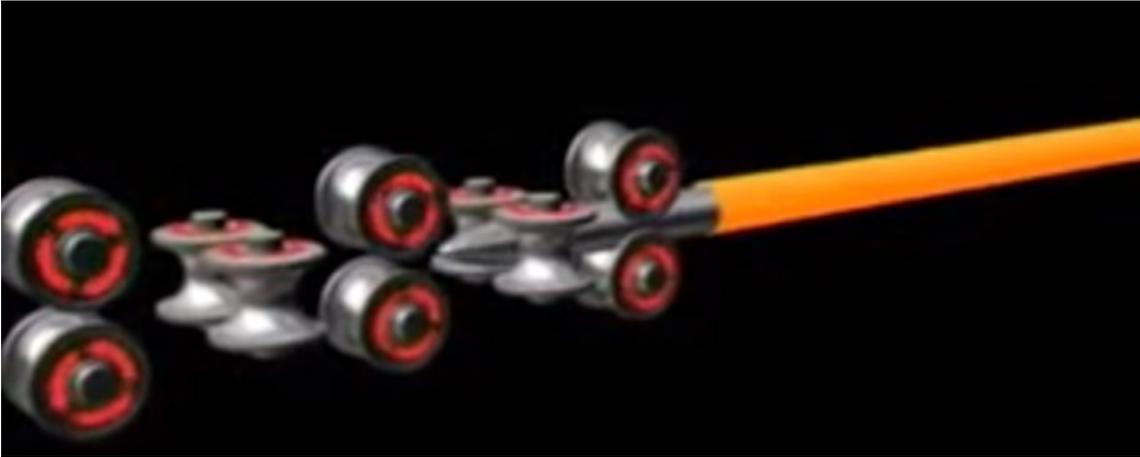


Figura 8: segunda etapa del tren laminador

2.2.4. Tercera etapa de laminación

La tercera etapa de laminación es netamente de calibración de dimensiones. El tubo, ahora sin el mandril, pasa por una serie de rodillos agrupados de a tres como se muestra en la **figura 9**.

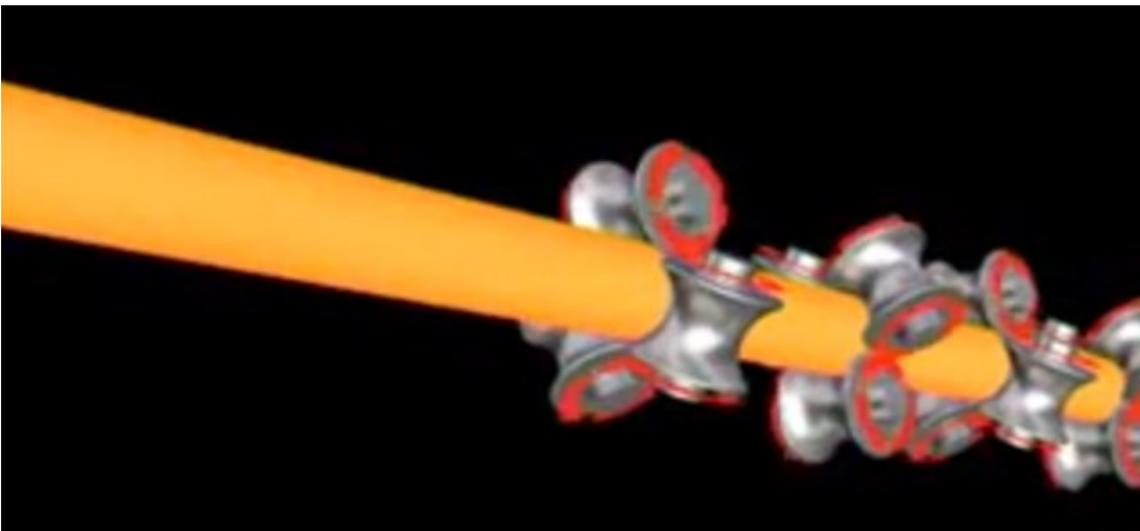


Figura 9: tercera etapa de laminación, calibración.

2.3. Corrosión

Al conjunto de alteraciones fisicoquímicas que sufre una sustancia por acción de determinados agentes naturales, se las llama **corrosión**. Es un proceso natural, espontáneo y lineal que depende de las condiciones del medio y del tiempo en que esté expuesto a ellas. Resulta interesante clasificar a la corrosión como *el proceso inverso a la metalurgia* ya que el hierro tiende a volver al estado en el cual se lo encuentra con mayor frecuencia en la naturaleza, en forma de óxidos.

2.3.1. Tipos de corrosión

Teniendo en cuenta que el material de los tubos producidos en Tenaris es el acero, podemos distinguir 3 tipos de corrosión.

Corrosión atmosférica

Es el proceso electroquímico que se genera en la capa de humedad condensada sobre la superficie del acero. Este tipo de corrosión se acelera en ambientes contaminados y ácidos (como el anhídrido sulfuroso de áreas urbanas) y en ambientes marinos. Dentro de este grupo se pueden identificar dos subtipos de corrosión atmosférica. La corrosión química o seca, la cual se da cuando en una superficie metálica expuesta a la presencia de un gas se desarrolla una reacción que forma óxido o sales. Y la corrosión electroquímica o húmeda, en la cual los puntos con potenciales eléctricos diferentes que existen en las superficies metálicas, actúan como pequeñas pilas galvánicas en presencia de humedad.

Corrosión galvánica

Corriente electrostática entre metales más o menos nobles de la serie galvánica en presencia de humedad. Se acelera mientras mayor sea la distancia en la serie galvánica entre los metales.

Corrosión a altas temperaturas

Se produce en procesos de laminación, en los cuales aumenta muy rápido la película de óxido superficial. En los procesos de soldadura, que también generan altas temperaturas, se forma este tipo de óxido, aunque la probabilidad disminuye debido a los gases inertes que protegen la zona afectada por la temperatura de la interacción con el oxígeno.

Este tipo de corrosión es el que genera la denominada cascarilla o laminillo, residuo altamente perjudicial para los post-procesos que se le deben realizar a los tubos sin costura y para la limpieza de la línea de producción.

2.4. El reciclaje de residuos industriales

Residuo es aquella sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la actividad principal. Incursionando en el ámbito legislativo, se define al residuo como: “aquella sustancia u objeto que no resulta útil para su poseedor y por la cual tenga la intención, o bien la obligación de desprenderse de ella”.

Ambas definiciones incluyen la palabra “desprenderse”. Este es un término que conlleva una gran responsabilidad ya que, al hablar de residuos, estamos hablando inevitablemente de potenciales contaminantes para la salud y el medio ambiente. Por estos dos factores es necesario realizar un reciclaje apropiado de los residuos.

El reciclaje se entiende como la operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos, ya sea total o parcial en la composición definitiva.

Analizando, conociendo y entendiendo los residuos que se generan, se logrará tanto un mayor cuidado del medio ambiente y de la salud de los operarios como un aumento de la eficiencia en el proceso productivo.

2.4.1. La clasificación de los residuos industriales

Entender los residuos generados abre el camino para la realización de una clasificación de estos. Los mismos están ordenados por grupos lógicos industriales, procurando que los pertenecientes a un mismo epígrafe tengan características semejantes.

Para visualizar esta clasificación de forma más sencilla se adjunta a continuación el índice del catálogo de residuos extraído del libro “Reciclaje de residuos industriales” de Xavier Elías, **tabla 1.**

	Clasificación genérica	Ejemplos
01	Residuos de la prospección, extracción, preparación y otros tratamientos de minerales y canteras.	- Movimientos de tierras. - Acumulación de estériles. - Minerales de baja ley abandonados.
02	Residuos de la producción primaria agraria, hortícola, de la caza, de la pesca y de la acuicultura; residuos de la preparación y elaboración de alimentos.	- Purines. - Tejidos vegetales. - Orujos. - Lodos/Fangos de depuradoras (LD).
03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de papel, cartón, pasta de papel, tableros y muebles.	- Corteza, aserrín, corcho, etc. - LD.
04	Residuos de las industrias textil, del cuero y de la piel.	- Carnazas, grasas, etc. - Ceras, tintes, pigmentos, etc.
05	Residuos del refinado de petróleo, purificación del gas natural y tratamiento pirolítico del carbón.	- Lodos de operaciones de limpieza y mantenimiento. - Tierras contaminadas de hidrocarburos. - Soluciones acuosas aceitosas. - LD.
06	Residuos de procesos químicos inorgánicos.	- Soluciones ácidas. - Sales y soluciones alcalinas. - Soluciones con y sin metales. - Yesos. - Residuos de procesos de filtración. - Resinas. - Soluciones de limpieza. - LD.
07	Residuos de procesos químicos orgánicos.	- Aguas madres y soluciones líquidas. - Lodos y residuos sólidos de procesos de filtración. - Materiales absorbentes y filtrantes. - LD.
08	Residuos de la formulación, fabricación, distribución y utilización (FEDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), pegamentos, sellantes y tintas de impresión.	- Residuos de fabricación y uso de pinturas y barniz, tintas de impresión, colas, colas, resinas y sellantes. - LD.
09	Residuos de la industria fotográfica.	- Residuos que contienen plata procedente del tratamiento de productos fotográficos.

10	Residuos inorgánicos de procesos térmicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Cenizas y escorias de hornos. - Polvos y cenizas volantes. - Polvo y lodos de fabricación de amianto y cemento. - Arenas de fundición verdes sin ligantes químicos. - LD.
11	Residuos inorgánicos que contienen metales procedentes del tratamiento y revestimiento de metales y de la hidrometalurgia no férrea.	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos y baños de tratamiento. - Lodos y residuos sólidos de tratamiento y revestimiento de metales.
12	Residuos del moldeado y tratamiento de superficie de metales y plásticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Partículas plásticas. - Ceras, jabones y lubricantes residuales. - Lodos de desengrase de piezas y superficie. - LD.
13	Residuos de aceite (excepto aceites comestibles y los apartados 05 y 12).	<ul style="list-style-type: none"> - Aceites hidráulicos y líquidos de frenos usados. - Otros aceites hidráulicos clorados. - Aceites de aislamiento y de transmisión de calor. - Residuos aceitosos de navegación. - LD.
14	Residuos de sustancias orgánicas utilizadas como disolventes (excepto las apartados 07 y 08).	<ul style="list-style-type: none"> - Disolventes y refrigerantes recuperados. - Residuos de limpieza y desengrasado de metales, textiles y productos naturales. - LD.
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.	<ul style="list-style-type: none"> - Envases y embalajes sucios con residuos especiales. - Materiales adsorbentes procedentes de filtración. - Residuos de la limpieza de tanques y disolventes. - LD.
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.	<ul style="list-style-type: none"> - Catalizadores retirados de vehículos. - Neumáticos usados. - Baterías. - Vehículos fuera de uso (VFU). - Cables. - Equipos electrónicos. - LD.
17	Residuos de la construcción y demolición (incluyendo la construcción de carreteras).	<ul style="list-style-type: none"> - Demolición de edificios y carreteras.
18	Residuos de servicios médicos o veterinarios y/o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de los servicios médicos).	<ul style="list-style-type: none"> - Objetos cortantes. - Citostáticos. - Radiografías.
19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos, de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la industria del agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Residuos de incineración. - Residuos de lixiviados de vertederos. - Lodos de tratamiento de aguas residuales industriales. - LD.
20	Residuos municipales y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones, incluyendo las fracciones recogidas selectivamente.	<ul style="list-style-type: none"> - Maderas. - Residuos orgánicos. - Aceites vegetales.

Tabla 1: Índice del catálogo de residuos y ejemplos de cada grupo.

Centraremos el foco en los residuos procedentes de la industria siderúrgica y metalúrgica. El acero es un material que puede ser reciclado indefinidamente casi al cien por cien sin perder sus cualidades, considerándose de esta manera como un material altamente sustentable. Este reaprovechamiento continuo convierte al acero en el material más reciclado del mundo y de allí la importancia de la mejora continua en lo que respecta a la limpieza y el eficiente recolectado de estos residuos.

La **tabla 2** engloba todo tipo de residuo que se genera en las fábricas que parten de mineral para la obtención de acero, teniendo integradas todas las operaciones en su zona de influencia industrial.

Residuos siderúrgicos	
Baterías de coquización	Gases Líquidos y sólidos
Planta de sinterización	Polvos
Planta de peletización	Rechazos Polvos
Horno alto	Gases Polvos Lodos Escorias Refractarios
Acería	Lodos y polvos Aceites Escorias Refractarios
Laminación en caliente y forja	Gases y nieblas Despunte Escarpa Cascarilla
Laminación en frío	Cascarilla Decapados
Recubrimiento	Decapados y aceites Estañados Galvanizados y electrocincados Otros recubrimientos
Acabado	Descortezado Rectificados Rectificado de precisión
Tubulares	Cascarilla Decapados
Moldeo	Arenas comunes Resinas Cerámicas

Tabla 2: Clasificación de los residuos siderúrgicos por proceso

El laminillo o cascarilla de laminación es un subproducto siderúrgico procedente del proceso de laminación en caliente del acero que está constituido, fundamentalmente, por hierros y óxidos de hierro y contenidos variables de grasas y aceites. La cascarilla está formada por partículas de naturaleza escamosa, con un tamaño de partícula generalmente menor a 10 mm. La distribución de tamaño depende del punto del proceso en el que se genere. En la **figura 10** se puede observar laminillo generado en una línea de producción de Tenaris.



Figura 10: Laminillo o cascarilla de laminación.

Según estudios realizados en los laboratorios de Tenaris, esta cascarilla posee una densidad aproximada de $\rho = 5.7 \text{ gr/cm}^3$ y un espesor medio de $t = 0.1 \text{ mm}$

Realizando los cálculos pertinentes:

$$A = L \cdot \pi \cdot d$$

$$V = A \cdot t$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$M = m \cdot N$$

Donde:

A: Área asociada a la generación de laminillo

L: Longitud del tubo

D: Diámetro interno

V: Volumen de laminillo

T: Espesor de laminillo

m: Masa total unitaria de laminillo (por tubo)

N: Producción diaria de tubos (unidades)

M: Masa Total de laminillo generada por día.

Podemos obtener la cantidad en masa de laminillo que se produce en un día de trabajo de la línea y así entender el grave problema que genera no recolectarlo.

2.5. Prevención de riesgos en la industria del acero

Si se cuenta con un recolectado o limpieza ineficiente de estas cascarillas, se puede incurrir en tres tipos de problemas distintos; **daño al medio ambiente, daño a la salud de los operarios y daño en demás equipos de la línea.**

Los sólidos en suspensión son los principales contaminantes del agua que se descargan durante la producción del acero. Comprenden principalmente óxidos de hierro procedentes casi en su totalidad de la formación del ya mencionado laminillo.

En el caso de estar trabajando en una etapa de laminación en caliente, los operarios podrían sufrir quemaduras y lesiones en los ojos provocadas por la cascarilla desprendida; tanto, así como la pérdida auditiva provocada por quemaduras en el tímpano producidas por las proyecciones de estas cascarillas. (Industrias basadas en recursos naturales capítulo 73, Augustine Moffit)

El exceso de cascarilla o laminillo no solo queda esparcido por las inmediaciones de la línea, sino que puede llegar a acumularse en hornos de tratamientos térmicos. Una acumulación significativa de cascarilla dentro de uno de estos hornos produce el mal funcionamiento de la cinta transportadora, reduciendo los tiempos de estadía de los tubos dentro del horno, variable fundamental para un correcto tratamiento térmico. Para remover estos residuos será necesario sacar de funcionamiento el horno, lo cual implica grandes pérdidas de tiempo y por consiguiente económicas.

2.6. Innovación tecnológica industrial

En los últimos años la industria acerera internacional ha abordado tanto los problemas medioambientales como los relacionados con la seguridad del personal mediante un control integrado de la contaminación.

Un aspecto importante que se desarrolló fue el concepto de gestión total de los riesgos ambientales. Este programa considera todos los impactos ecológicos de forma simultánea y aborda los ámbitos prioritarios de forma sistemática.

Un segundo avance es la insistencia en las medidas preventivas, en lugar de las correctivas (reparación). En el enfoque específico de este proyecto, la palabra “reparación” podría ser bien cambiada por la palabra “limpieza”. De esta forma, el presente proyecto propone el desarrollo de un equipo soplador-recolector de cascarilla, previniendo así la limpieza de la misma.

3. Diagnóstico

El tubo más grande que puede circular por el plano 0 de la línea TRA2 (ubicación en la cual se instalará el equipo soplador-recolector) tiene una longitud de $L = 15$ metros, un diámetro exterior $d = 244$ mm y un espesor $e = 40$ mm.

Mediante un simple cálculo, podremos calcular la masa de laminillo que genera uno de estos tubos. Suponemos que se genera laminillo en toda la superficie del tubo, entonces:

$$A_T = (L \cdot \pi \cdot d_i) + (L \cdot \pi \cdot d_e)$$

Con $L = 15000$ mm; $d_i = 164$ mm; $d_e = 244$ mm

$$A_T = 19.22 \text{ m}^2$$

Luego podemos hallar el volumen de laminillo generado, mediante:

$$V = A_T \cdot t$$

Con $A_T = 19.22 \text{ m}^2$; $t = 0.1$ mm

$$V = 1.922 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

Por último, como ya conocemos la densidad del laminillo y ahora conocemos el volumen total generado, es posible estimar la cantidad de masa que se genera en el tubo de mayor porte:

$$m = \rho \cdot V$$

Con $V = 1.922 \times 10^3 \text{ cm}^3$; $\rho = 5.7 \text{ gr/cm}^3$

$$m = 10.95 \text{ Kgr}$$

El peso total de este tipo de tubo es $M = 1203$ Kg. Con este dato, podemos encontrar la proporción de laminillo que se genera por cada tubo:

$$\frac{m}{M} = 0.009$$

Esta sencilla expresión se traduce en que cerca del 1% del peso de cada uno de los tubos que se genera en Tenaris, se desprende en laminillo.

Como ya se ha mencionado, la capacidad de producción de tubos sin costura de Tenaris sobrepasa las 900.000 toneladas anuales. Si se tiene en cuenta que la planta cuenta con 4 laminadores y se supone que a cada laminador se le asigna en promedio la misma cantidad de tubos, se concluye que el laminador en el cual se planea instalar el equipo soplador-recolector cuenta con residuos aproximados de 2025 toneladas.

Este número deja de manifiesto la problemática que representa este tipo de cascarilla, si no es recolectado en el momento y lugar adecuado de la línea.

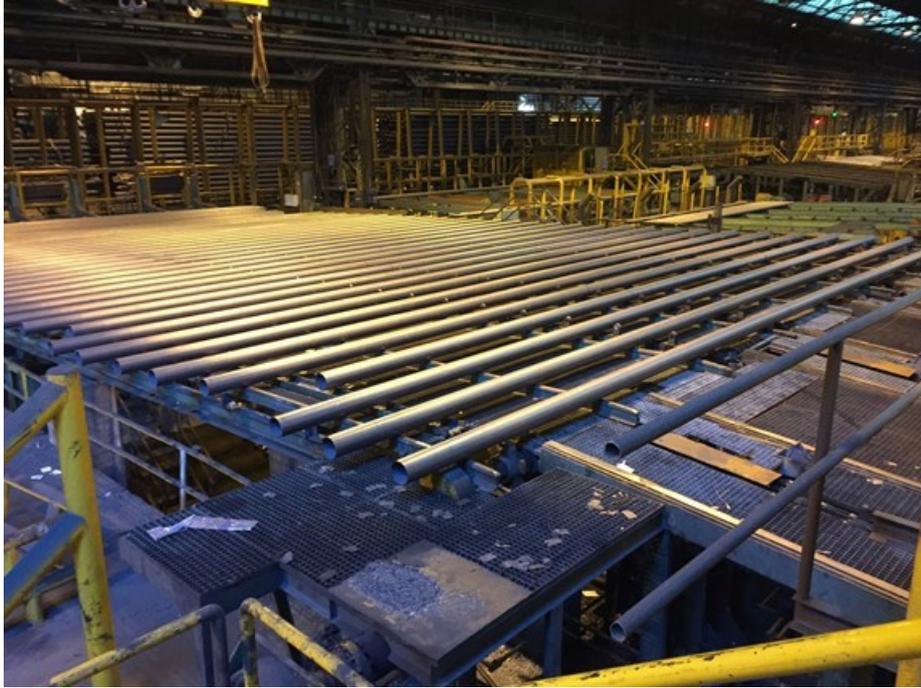


Figura 11: Plano 0 de la línea TRA2

En la figura anterior se puede observar el plano 0 de la línea TRA2. En este plano comienza la línea de tratado térmico de los tubos, los cuales también pueden ser observado en la **figura 11**.

4. Ingeniería Conceptual

Se ha realizado una investigación de las estaciones de soplado y recolección que se encuentran actualmente en funcionamiento en la empresa. De las mismas se analizaron las ventajas, las falencias y se recolectaron datos de relevancia para el diseño de la nueva estación.

4.1. Equipos en uso

- De cinta (BIO39)

Este equipo está conformado por un ventilador industrial (**figura 12**) y una cinta recolectora rodante “Bardon Oliver” (**figura 13**). El concepto básico de funcionamiento es el soplado por parte del ventilador industrial, ubicado al borde de la línea, en forma paralela a los tubos. El laminillo arrastrado por el caudal del ventilador cae por efecto de gravedad sobre la cinta, la cual lo transporta a un capacho contenedor. Entre las ventajas de esta estación podemos encontrar el fácil mantenimiento y la posibilidad de poder trabajar con tubos de cualquier longitud y con movimiento continuo de línea. Por otro lado, el soplado no es direccionado, con lo cual se evidencia una pérdida de eficiencia. Además, al no tener campana contenedora ni un extremo deflector se produce esparcimiento de la cascarilla más liviana al ambiente.



Figura 12: Fotografía ventilador industrial actualmente en funcionamiento



Figura 13: Fotografía de la cinta recolectora rodante "Bardon Oliver".

- Con filtro de mangas

En la línea de esta estación nos encontramos con la ventaja que la cinta que los transporta se detiene por lapsos de 12 segundos. Este detenimiento se aprovecha para dirigir el flujo de aire que sale de un ventilador hacia el interior de los tubos, mediante un brazo cilíndrico hueco que acerca uno de sus extremos al interior del tubo (el otro extremo está conectado a la salida del ventilador). El recolector en esta estación es un filtro de mangas (funcionamiento descrito en el anexo), el cual descarga los residuos en un capacho contenedor. Los aspectos positivos de este sistema son: un guiado del flujo de aire hacia el interior de los tubos y la escasa dispersión de la cascarilla al ambiente. Contrariamente, como aspectos negativos podemos encontrar la necesidad de que la línea se detenga un periodo de tiempo y el costo de la estación.

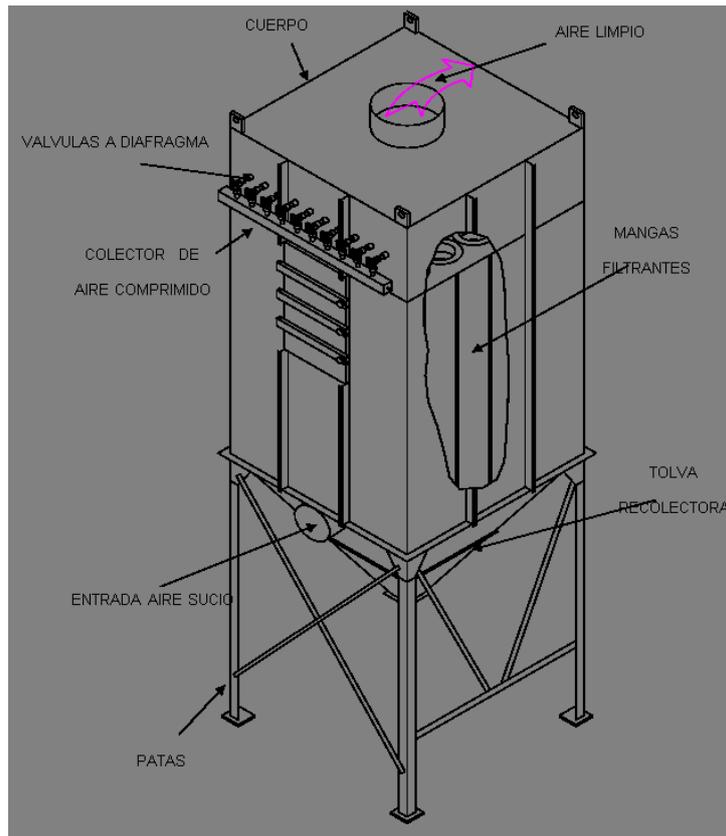


Figura 14: Esquema básico de un equipo de filtro de mangas.

- Sin filtro de mangas

El funcionamiento es semejante al de la estación anterior con la diferencia que en este caso no se cuenta con el filtro de mangas en el lado recolector. El flujo de aire y laminillo descargan directamente a un capacho contenedor totalmente cerrado excepto por una abertura que se asemeja a la forma del tubo, pero con dimensiones un tanto más grande el cual está ubicado próximo al extremo del tubo. En este caso contaremos con las mismas ventajas que el sistema anterior, sumándole la reducción de costos al prescindir del sistema de filtro de mangas. Sin embargo, al no contar con la aspiración del sistema de filtro de mangas, se observa un mayor grado de dispersión de cascarilla al ambiente.

4.2. Evaluación de alternativas

Habiendo analizado cada una de las estaciones de soplado y recolección que se encuentran en las distintas líneas de producción, se procede a establecer puntos críticos, en los cuales una modificación impacte positivamente en la eficiencia del equipo.

Primero, se observa que no se cuenta con un detenimiento de la línea en la cual buscamos instalar el nuevo soplador-recolector. Este primer punto crítico obliga a descartar la posibilidad de trabajar con un filtro de mangas (el cual provee una alta eficiencia en el proceso).

En consecuencia, es necesario generar una nueva propuesta. Para ello se desarrollaron dos equipos para la parte recolectora, los cuales serán detallados más adelante en esta sección. Los mismos son:

- 1) Capacho en el extremo transversal de la línea, al cual llega el aire con laminillo soplado del otro extremo
- 2) Capacho en el extremo transversal de la línea, al cual llega el aire con laminillo soplado del otro extremo, más el agregado de una cinta transportadora por debajo de la línea que no deja caer al piso laminillo y transporta el mismo, al capacho anteriormente mencionado

Ambos dispositivos contarán con un cobertor superior y una chapa deflectora al final de la trayectoria, con el objetivo de evitar dispersión de laminillo que pueda dañar la integridad de los operarios y/o generar acumulación de este en los pasillos de la planta.

Se observa luego la parte sopladora y se determina nuevamente que, al no contar con un detenimiento de la línea, direccionar el flujo de aire al interior de los tubos en movimiento se convertirá en el punto fundamental de mejora de eficiencia.

Para la estación de soplado se desarrollaron 3 opciones, las cuales serán detalladas más adelante en esta sección. Las mismas son:

- 1) Ventilador industrial ubicado en forma longitudinal a los tubos
- 2) Direccionador de aire en forma de tambor
- 3) Selector de canales de aire por pistones neumáticos

Estación Recolectora

La primera opción que se propone cuenta con un capacho en el extremo recolector. La principal ventaja de esta forma de recolección es su bajo costo de inversión. Los capachos previamente mencionados son propiedad de Tenaris, con lo cual el costo de la estación solo quedaría determinado por el costo de oportunidad del capacho a utilizar. Sin embargo, este método cuenta con una desventaja fundamental. Al tener la línea por donde pasan los tubos un ancho de aproximadamente 15 metros, gran parte del laminillo soplado caería por efecto de la gravedad sin poder llegar a la abertura del capacho. El laminillo se acumularía en el suelo, debajo de la línea, lo cual conllevaría un elevado costo para el sector de limpieza industrial.

Un aumento en la potencia del ventilador soplador podría solucionar este problema, pero a su vez generaría una dispersión de polvo y laminillo en el ambiente, perjudicial para toda persona que transite por los alrededores de la línea.

La segunda opción que se propuso agrega una cinta transportadora por debajo de la línea por la cual pasan los tubos y en la misma dirección de soplado de aire. (Los planos corres-

pondientes a la misma se encuentran en el apéndice). Por acción de la gravedad, el laminillo soplado caerá sobre la cinta, la cual transportará el mismo hacia el interior del capacho en un ciclo continuo.

Este sistema agrega un costo adicional al equipo, pero a su vez eliminaría casi por completo la acumulación de laminillo en el espacio inferior a la línea transportadora de tubos. La cinta será provista e instalada por un proveedor externo, la firma "Beltling". Posteriormente se ponderarán las ventajas y desventajas de cada sistema y se optará la propuesta final en base a una matriz de decisión.

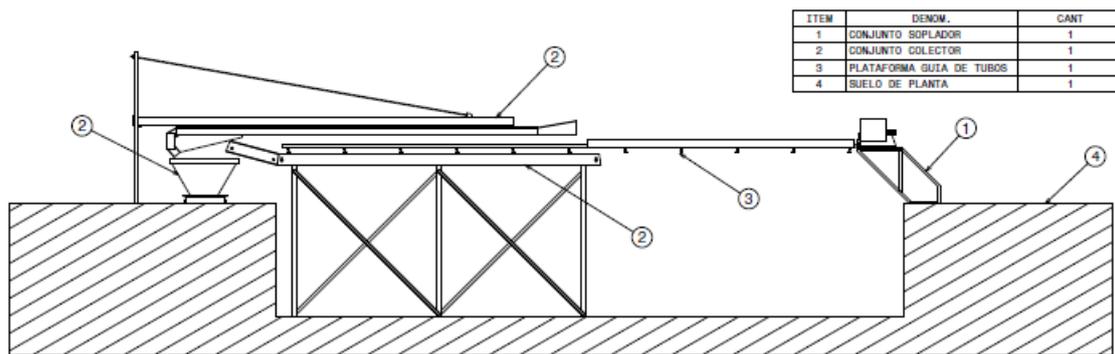


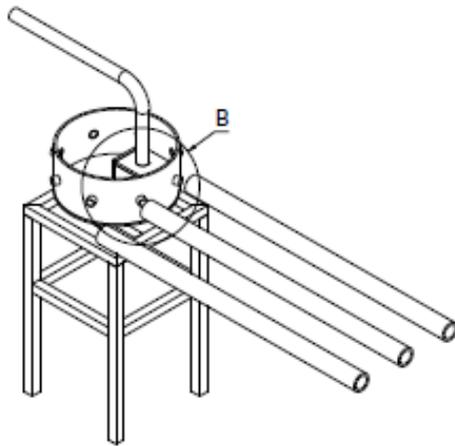
Figura 15: Estación recolectora con cinta transportadora.

Estación Sopladora

La primera de las opciones que se propone es análoga a la primera opción para la estación recolectora. Cuenta con un ventilador industrial provisto por Tenaris, el cual se coloca de tal manera que el aire expulsado por su salida se dirija al interior de los tubos a medida que los mismos avanzan por la línea. Análogamente a la primera opción de la estación de recolección, el único costo que entraría en consideración es el costo de oportunidad del ventilador industrial, lo cual representa una ventaja considerable a la hora de la evaluación final. Sin embargo, al colocarse solamente el ventilador, el flujo de aire no cuenta con ningún tipo de direccionamiento. Esto representa una desventaja, ya que no solo entraría aire dentro del tubo, sino que el aire también se esparciría por el exterior de estos, generando suciedad y un ambiente de riesgo para los operarios que recorran la línea, debido a la cascarilla soplada.

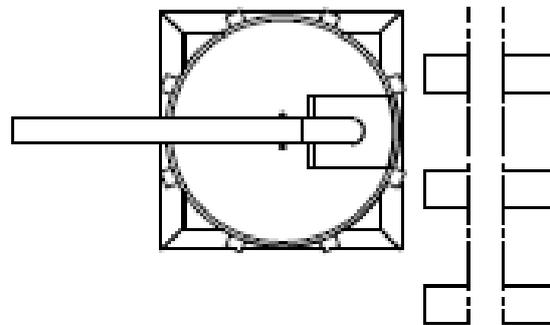
La segunda opción que se evalúa considera el desarrollo de un direccionador de aire en forma de tambor. Este equipo agrega una cámara fija a la cual es guiado el aire. Esta cámara cuenta con una abertura en su parte posterior, por la cual gira un tambor agujereado. El giro de dicho tambor está sincronizado con el movimiento de la línea que transporta los tubos y a su vez, la distancia que hay entre agujeros del tambor coincide con la distancia entre centros que tienen los tubos en la línea. De esta manera el aire de la cámara sale por cada abertura del tambor en forma direccionada al interior de cada uno de los tubos que pasa por delante del equipo. Esta es la principal ventaja de este dispositivo, ya que se estaría eliminando la posibilidad de soplar aire al exterior de los tubos. Las principales desventajas que presenta esta opción son: en primer lugar, el sincronismo con la línea de producción conllevaría tener

que detener el proceso y generar pérdidas sustanciales de capital, sin contar la dificultad que representa acoplar dos equipos de dimensiones tan distintas. En segundo lugar, el mantenimiento. El movimiento del tambor tendría que ser constantemente controlado, debido a la posibilidad de suciedad que dificulte el mismo.



Isometric view
Scale: 1:25

Figura 16: Vista isométrica del tambor direccionador de aire.



Front view
Scale: 1:20

Figura 17: Vista superior del equipo.

Por último, se presenta el equipo de selección de canales de aire por pistones neumático. Este dispositivo es el más eficiente de los tres, ya que trabaja con sensores inductivos que detectan la presencia del tubo cuando pasa por delante de la cámara de aire, accionando la apertura de esclusas por parte de cilindros neumáticos mediante un circuito de PLC. El aire es direccionado al interior del tubo generando así insignificantes pérdidas de eficiencia. El costo de construcción total no es tan elevado como el del equipo anterior y además cuenta con la ventaja de no tener que detener el proceso para su instalación ni tener que acoplarlo a la línea.

Una de sus desventajas es el mantenimiento, al igual que en el equipo anterior, debido a la suciedad que pueda acumularse en los espacios con movimiento relativo.

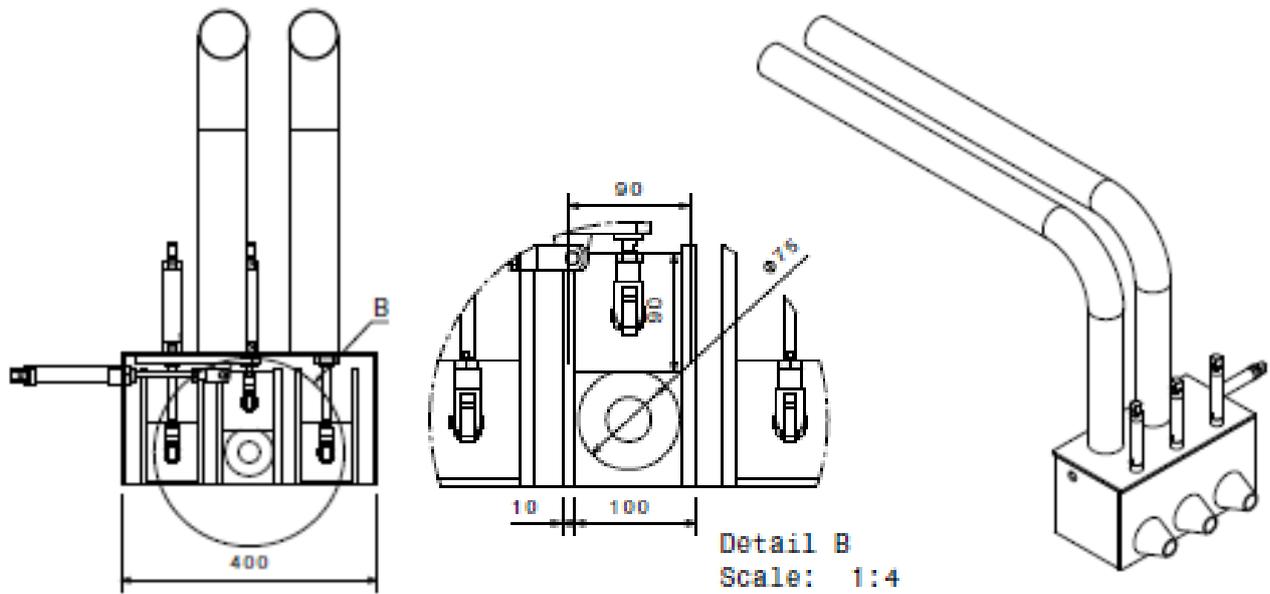


Figura 18: Primer diseño del equipo de selección de canales de aire por pistones neumáticos.

4.3. Matriz de decisión

Presentadas y analizadas todas las opciones, se procede a realizar una matriz de decisión con la cual se pondera y compara entre los distintos equipos las condiciones de **“Mantenimiento”**, **“Costo”** y **“Eficiencia”**.

En el momento en el cual el proyecto fue propuesto a Siderca (enero del año 2016) el barril de petróleo costaba US\$ 38, el valor mas bajo de los últimos 16 años (*Energy information Administration and Bureau of Labor Statistics*). Es por esto que la condición de **“Costo”** se toma como la principal y mas importante a la hora de ponderar las condiciones. Una buena eficiencia del equipo esta ligada directamente al ahorro de recursos y energía, lo que está ligado también, pero en una menor medida, al ahorro de costos. Al influir secundariamente sobre los costos del equipo, se decide que esta condición adopte el segundo lugar de importancia de ponderación. A pesar de ubicarse en el tercer lugar, el mantenimiento del equipo es un aspecto importante que se tiene en cuenta al momento de diseñar cada una de las propuestas. En la **tabla 3** se muestra la ponderación obtenida.

	Mantenimiento	Eficiencia	Costos	Total	Calificación
Mantenimiento		0,5	0,2	0,7	7%
Eficiencia	2		0,6	2,6	26%
Costos	5	1,667		6,667	67%
				9,967	

Tabla 3: Ponderación de condiciones.

A continuación, se compararon los 3 equipos de Soplado-Recolectado entre sí, utilizando una matriz de decisión en base a la ponderación anteriormente realizada. En dicha matriz se califica cada condición para cada uno de los equipos, siendo un 1 (Uno) la calificación más baja y 10 (Diez) la más alta.

Con lo que respecta al mantenimiento, la opción que utiliza únicamente el ventilador y la cinta es la que obtiene el mejor puntaje. Las opciones restantes, caja con pistones y cinta y tambor y cinta, tienen menor puntaje debido al agregado del mantenimiento de, valga la redundancia, el tambor o la caja con pistones.

El agregado de un sistema de direccionamiento de aire (tambor o pistones) hace que el puntaje de la eficiencia sea elevado en los equipos que cuentan con ellos. Al contar con sensores de presencia y un programa de PLC para controlar la apertura de esclusas por parte de los pistones, se decide que este sistema obtenga el mejor puntaje en lo que respecta a eficiencia.

Por último, se evalúan los costos de cada uno de los equipos. La opción que solo cuenta con la cinta y el ventilador industrial es a la que se le asigna el puntaje mas elevado. La presencia de la cinta transportadora en cada una de las opciones hace que ninguna de ellas pueda obtener un puntaje superior a 6 puntos. La compleja construcción del tambor y la necesidad de sincronizar su rotación con el movimiento de la línea hace que este dispositivo cuente con el puntaje mas bajo con respecto al costo de elaboración y puesta a punto.

	Tambor y cinta	Cinta	Pistones y Cinta
Mantenimiento	4	8	6
Eficiencia	7	2	10
Costo	4	6	5
Mantenimiento	0,3	0,6	0,4
Eficiencia	1,8	0,5	2,6
Costo	2,7	4,0	3,3
	4,8	5,1	6,4

Tabla 4: Matriz de decisión.

El resultado de la matriz de decisión determinó que la opción más conveniente es la de la combinación de las opciones 3 para la parte de soplado y 2 para la parte de recolectado. Teniendo como referencia esta matriz, pero analizando exhaustivamente y en conjunto con Tenaris cada una de las opciones, se determina que el equipo a realizar es el que la matriz de decisión arrojó.

5. Diseño del equipo

El proceso de diseño se divide en dos etapas principales, la etapa de diseño del equipo soplador y la de diseño del equipo recolector.

El conjunto soplador-recolector se instala en el plano 0 de la línea TRA2 tal como se puede observar en la **figura 19**.

Equipo Recolector

Equipo Soplador

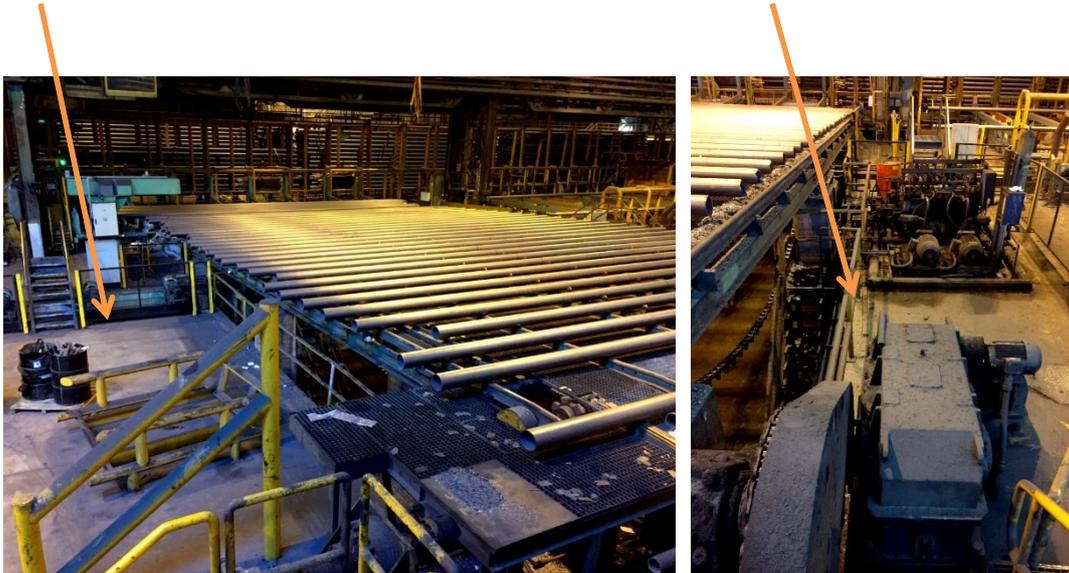


Figura 19: Ubicación en planta del equipo Soplador-Recolector

Esta ubicación es fundamental debido a que es el comienzo de los procesos de tratamiento térmico. Si se logra eliminar gran parte del laminillo en este plano, entonces todos los posteriores procesos de tratamiento térmico se verán quasi libres de suciedad.

5.1. Equipo soplador

El equipo soplador desarrollado es el de selección de canales de aire por pistones neumáticos.

5.1.1. Generación de aire soplador

La provisión de aire para soplar al interior de los tubos es el primer paso en el desarrollo de la estación de soplado y es uno de los condicionamientos impuestos por Siderca para la realización del proyecto; ya que se dispuso que la generación se realice a través de uno de los ventiladores industriales con los que contaba la empresa.

El generador de aire será un ventilador centrífugo, D51B SW 245/110, de simple ancho y simple entrada con rotor de álabes inclinados hacia atrás de alto rendimiento y autolimitante de potencia, construido bajo la licencia de CHICAGO BLOWER CORPORATION.

Este ventilador cuenta con una potencia requerida de 4.85 kW, un rendimiento estático de 55.4 % y un motor marca WEG 3 x 380V, 5.5 kW y 50 Hz, clase F y de eficiencia estándar. Ir al *apéndice 1* para más información acerca del ventilador y sus curvas características.

En la **figura 20** se puede observar un ventilador, de iguales prestaciones al seleccionado, en funcionamiento en otra parte de la planta Siderca.



Figura 20: Ventilador industrial similar al que será utilizado

La salida de aire es una abertura de sección rectangular de 90mm de alto por 700mm de ancho en la parte inferior del caracol tal como se puede observar en la **figura 20**.

La salida de aire del ventilador debe ser adaptada para que el flujo pueda ser orientado a la entrada de la cámara seleccionadora de canales. Para tal fin, se diseña un adaptador de sección variable como el que se muestra en la **figura 21**. El mismo está construido mediante el plegado de chapa de 2 mm de espesor y las dimensiones se pueden observar en el apéndice 2.

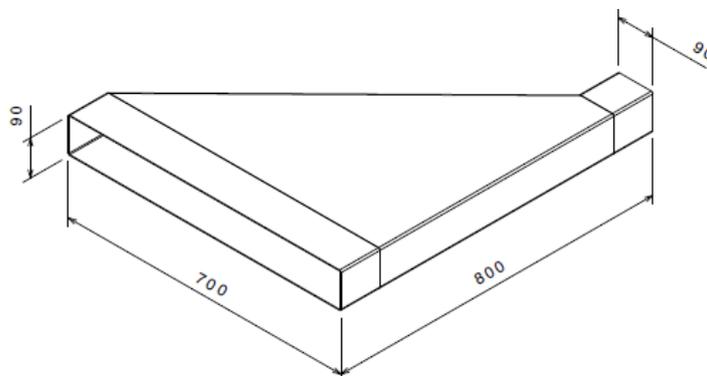


Figura 21: Adaptador de flujo (Medidas en mm)

Un aspecto importante para tener en cuenta es la conexión entre el adaptador de flujo y la cámara de selección de canales. Por la naturaleza de su funcionamiento el ventilador industrial someterá a vibraciones a todo elemento de maquina conectado a él mediante una

unión rígida. Por este motivo la conexión será realizada mediante un elemento flexible de caucho sintético como puede observarse en la **figura 22**.

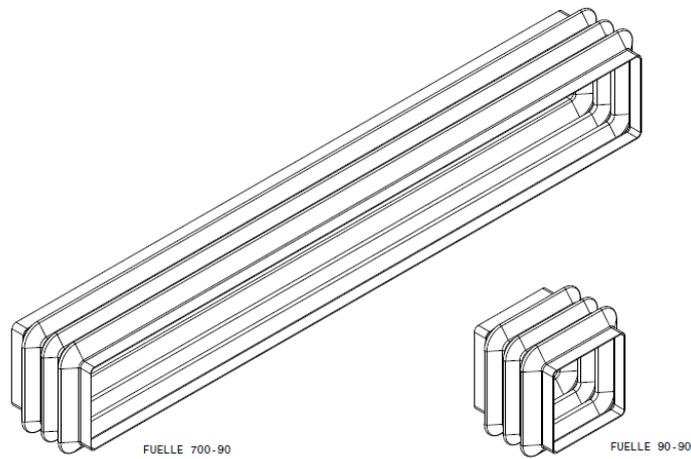


Figura 22: Fuelles de conexión

5.1.2. Distribuidor de flujo

El objetivo principal es el de orientar el flujo de aire proveniente del ventilador hacia el interior de los tubos en el momento requerido.

Aspectos constructivos

Está constituido por una caja metálica cuyas medidas principales se pueden observar en la **figura 23**. Consta de un grupo de componentes unidos mediante soldadura los cuales constituyen la parte no desmontable o rígida. Por otro lado, la parte desmontable es aquella que se vincula a la parte rígida a través de uniones roscadas.

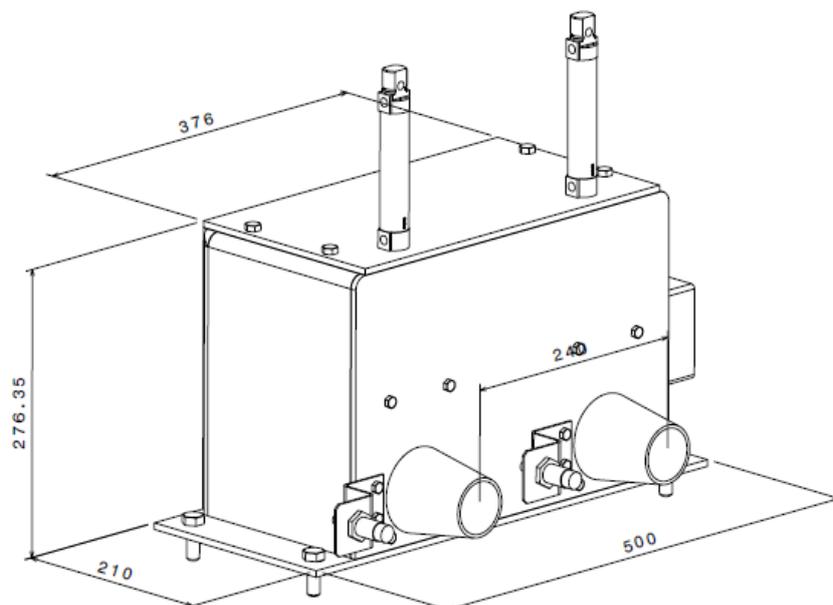


Figura 23: Caja distribuidora (Medidas en mm).

La parte no desmontable consta de una base principal, un frente y dos laterales vinculados mediante uniones soldadas.

Cada uno de los laterales tiene pliegues en su parte superior y posterior con orificios roscados (M8). Las mismas tienen como objeto permitir el ensamble de las tapas superior y posterior mediante uniones roscadas. El lateral izquierdo posee una abertura de sección cuadrada de 90 mm de lado y en su parte exterior se encuentra una boquilla para la conexión del fuelle flexible de unión con el adaptador de flujo.

La tapa frontal posee dos orificios de 75 mm de diámetro separados 240 mm entre centros. Por el lado externo de esta tapa y en forma concéntrica a los orificios anteriormente mencionados se sueldan dos boquillas cónicas para reducir la sección de salida del aire; junto a estas boquillas se instalan mediante dos bulones M6 los soportes para los sensores inductivos. Por el lado interno de la tapa frontal se fijan las guías en forma de Z para las esclusas. Por delante mediante unión roscada se colocan dos suplementos de PVC de alto peso molecular, los cuales se utilizan para que las esclusas puedan ser accionadas por los pistones en forma vertical.

La base principal cuenta con 4 orificios mediante los cuales se unirá el conjunto al pedestal por unión roscada. En la **figura 24** se muestra en su totalidad al conjunto rígido.

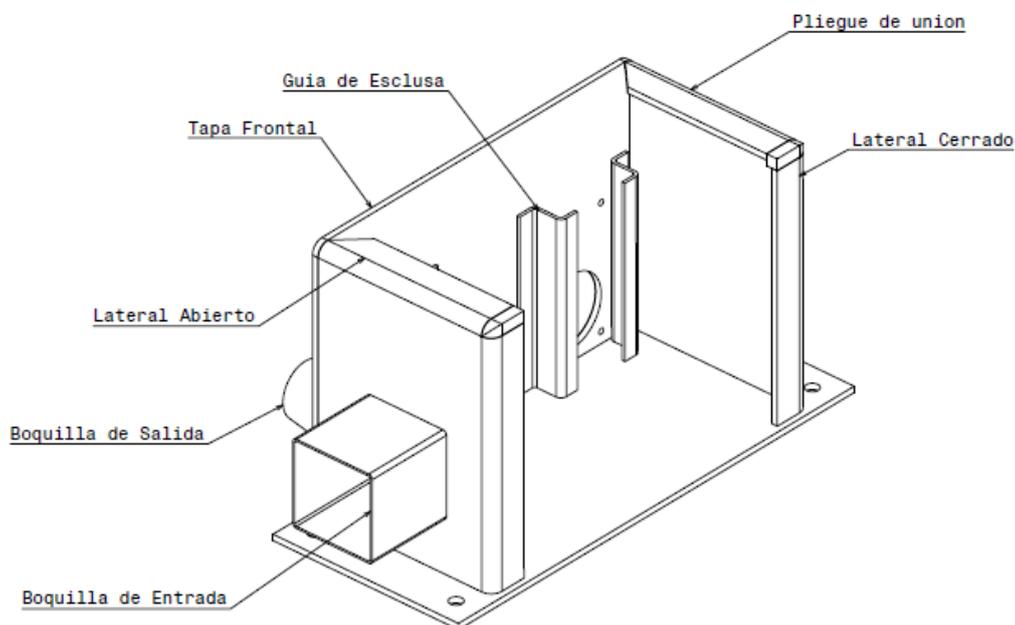


Figura 24: Conjunto rígido.

El conjunto desmontable consiste en la tapa superior, la tapa posterior y los cilindros neumáticos con sus respectivas esclusas.

La tapa superior cuenta con 4 agujeros de unión a los pliegues y además otros dos orificios en los cuales irán montados los cilindros neumáticos. Por su parte la tapa posterior cuenta

solo con los 4 agujeros de unión a los pliegues. En las **figuras 25 y 26** puede observarse la tapa superior y posterior respectivamente.

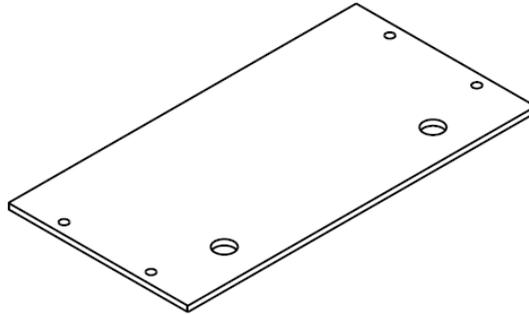


Figura 25: Tapa superior

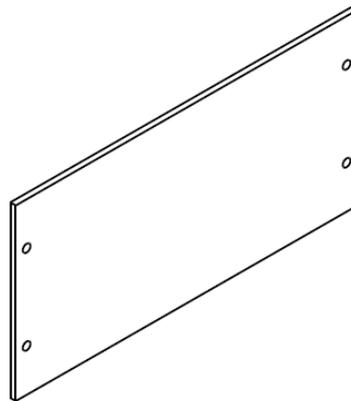


Figura 26: Tapa posterior

Los dos cilindros neumáticos “micro” tienen un diámetro de 25 mm y una carrera de 80 mm. La hoja de datos puede encontrarse en el apéndice 1. A continuación, en la **figura 27**, se observa una representación de uno de los cilindros neumáticos.



Figura 27: Cilindro neumático.

Por último, se encuentran las esclusas de apertura y cierre. Las mismas constan de un cuerpo de PVC de alto peso molecular al cual se le realiza un agujero en su parte superior que servirá de unión al pistón neumático, tal como puede apreciarse en la **figura 28**.

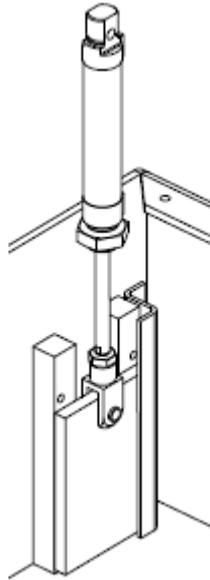


Figura 28: Esclusa.

Pedestal del distribuidor

El distribuidor descansa sobre una plataforma metálica construida con caños de hierro de sección cuadrada de 60mm de lado y 3.2 mm de espesor. En el *Anexo 1* se realiza un análisis de la estructura sometida a la carga que soportará. En la **figura 29** puede observarse el lugar de la línea en donde irá ubicado el pedestal. Debido a la escalera de acceso a la planta inferior de la línea, es que se elige la configuración para el pedestal mostrada en la **figura 30**. Es necesario que los sensores inductivos estén lo más cerca posible de los tubos, lo cual con una configuración de pedestal estrictamente vertical no se hubiera conseguido. Esta estructura se encuentra amurada al suelo y tiene una altura de 1450 mm.



Figura 29: Ubicación del pedestal en la línea

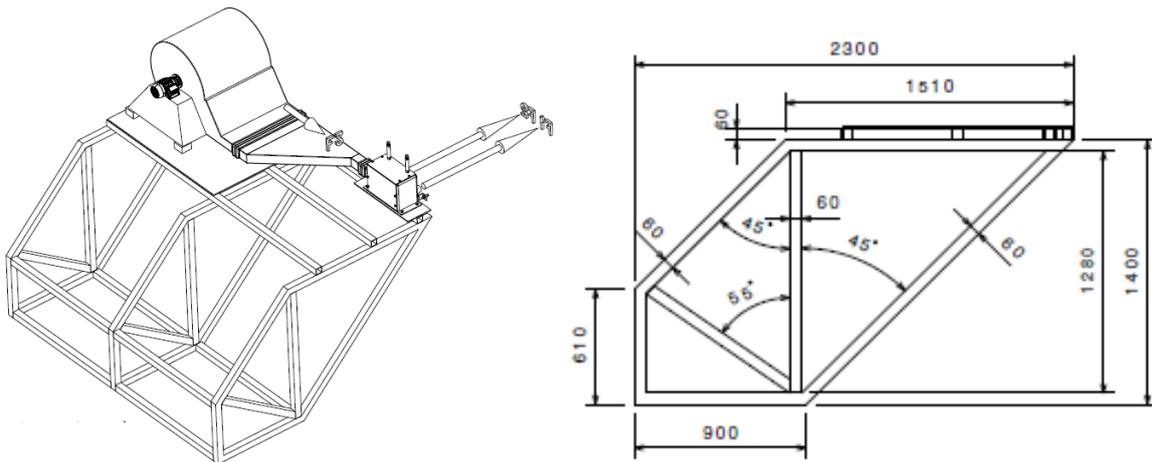


Figura 30: Pedestal (Medidas en mm)

Principio de funcionamiento

El aire que proviene del adaptador de flujo ingresa al distribuidor a través del fuelle flexible conectado a la boquilla de entrada. Este aire es luego direccionado hacia el interior de los tubos mediante las boquillas cónicas de salida. La elección del diámetro y número de estas se realiza en base al tiempo que deben ser soplados los tubos para una adecuada limpieza de estos. Mediciones realizadas “in situ” de equipos en funcionamiento, arrojaron que el tiempo óptimo de soplado de tubos es de 10 segundos. El tubo más chico que circula por la línea en la cual se instalará el equipo, tiene un diámetro de 114 mm y un espesor de 20 mm. Los tubos avanzan por la línea a una velocidad de 22 mm/s. Entonces, con dos boquillas de salida de 50 mm de diámetro se consigue un tiempo de soplado de 9 segundos.

El cálculo siguiente permite visualizar cuantas veces entra el diámetro de la esclusa en el diámetro del tubo más chico.

$$\frac{114 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} = 2.28$$

A continuación, se calcula el tiempo que una esclusa puede proveer aire.

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow 22 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = \frac{50 \text{ mm}}{t} \rightarrow t = 2.27 \text{ s}$$

Por último, el tiempo total que una sola esclusa puede soplar dentro del tubo mas pequeño es $t = 2.27 \text{ s} \times 2.28 \rightarrow t = 5.17 \text{ s}$

Entonces, si agregamos una esclusa mas al dispositivo contamos con un tiempo de soplado total de $t = 10.34 \text{ s}$. Como el cálculo fue realizado en base al tubo mas chico, cumple la condición de soplado para los tubos de mayor diámetro.

La apertura y cierre de las esclusas que comunican el interior con el exterior de la caja son accionadas mediante los cilindros neumáticos controlados por un PLC en función de la posi-

ción de los tubos. El recorrido del aire a través de todo el equipo se puede observar en la **figura 31**.

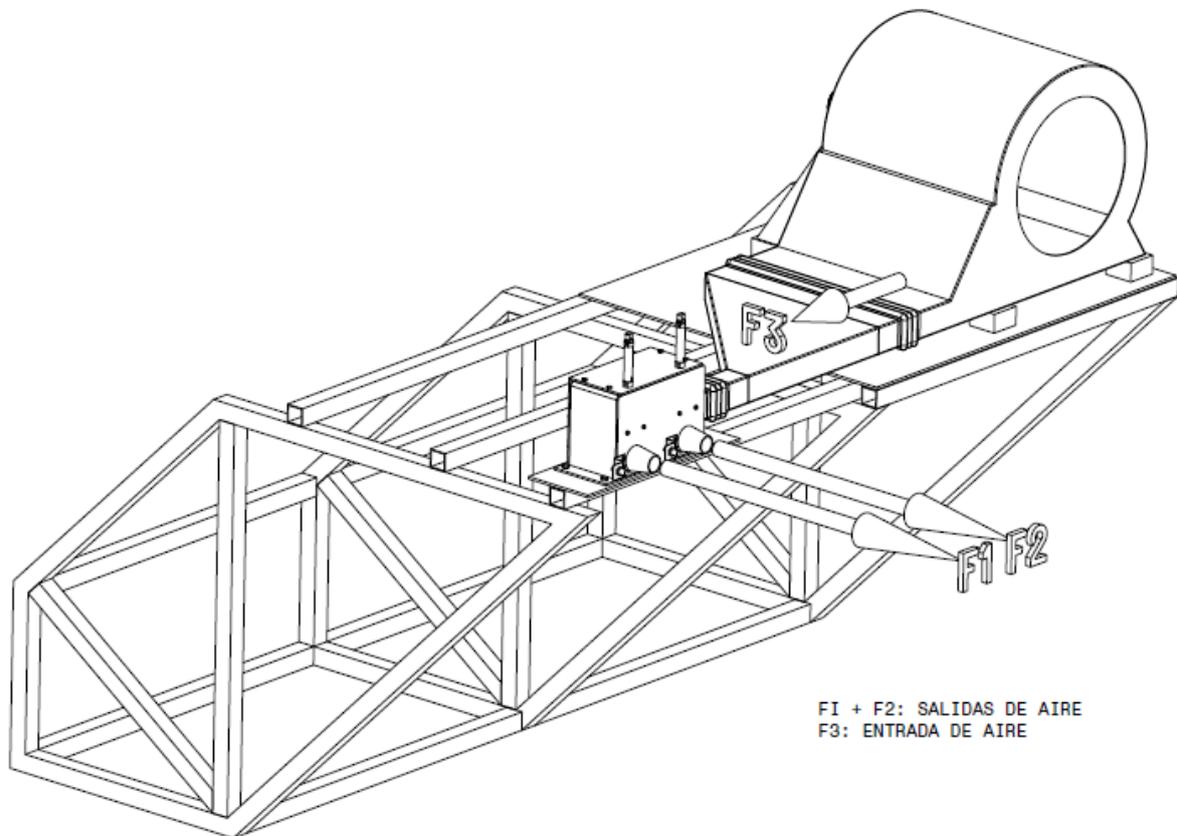


Figura 31: Equipo soplador de aire.

5.1.3. PLC

La automatización del equipo soplador se realiza mediante un sistema de PLC. Para ello es necesario contar con tres sensores inductivos encargados de detectar la presencia de tubos en distintas etapas de soplado. Dos de estos sensores se instalan a la izquierda de cada una de las boquillas de salida de aire. El restante se ubica en algún punto de la línea anterior al distribuidor. Además, serán necesarios dos contactores encargados de encender y apagar los motores del ventilador industrial y la cinta transportadora.

Al presionar el botón de encendido, arrancan los motores correspondientes al ventilador industrial y la cinta transportadora. Cuando un tubo pasa frente al primero de los sensores ubicados próximos a la boquilla de salida, se acciona el primero de los cilindros neumáticos, abriéndose así la primera esclusa. Al pasar nuevamente este tubo por el primer sensor, la esclusa se cerraría de inmediato, desperdiciando parte del aire que puede brindar la boquilla de salida. Teniendo en cuenta que la línea se desplaza a una velocidad de $V=25\text{mm/s}$ y el diámetro de la boquilla de salida es $D=50\text{mm}$, el tiempo que debe permanecer abierta la esclusa luego de pasar el tubo nuevamente por el primer sensor es de $t=D/v$; **$t=2$ segundos**.

Para lograr este retraso en el cierre de la esclusa se utiliza un temporizador “TP”. Para el accionamiento de la segunda esclusa se utiliza el mismo procedimiento.

El programa además detiene el funcionamiento del ventilador y la cinta transportadora si no circula ningún tubo por un lapso de 10 minutos.

El tercer sensor que se mencionó anteriormente tiene la finalidad de detectar la reanudación de circulación de tubos en el caso que haya existido faltante de estos. En el *Anexo 2* se encuentra el programa realizado en el software Delta ISPSOft.

Además, el circuito cuenta con una parada de emergencia normalmente cerrada. Un esquema con la ubicación de los sensores puede observarse en la **figura 32**.

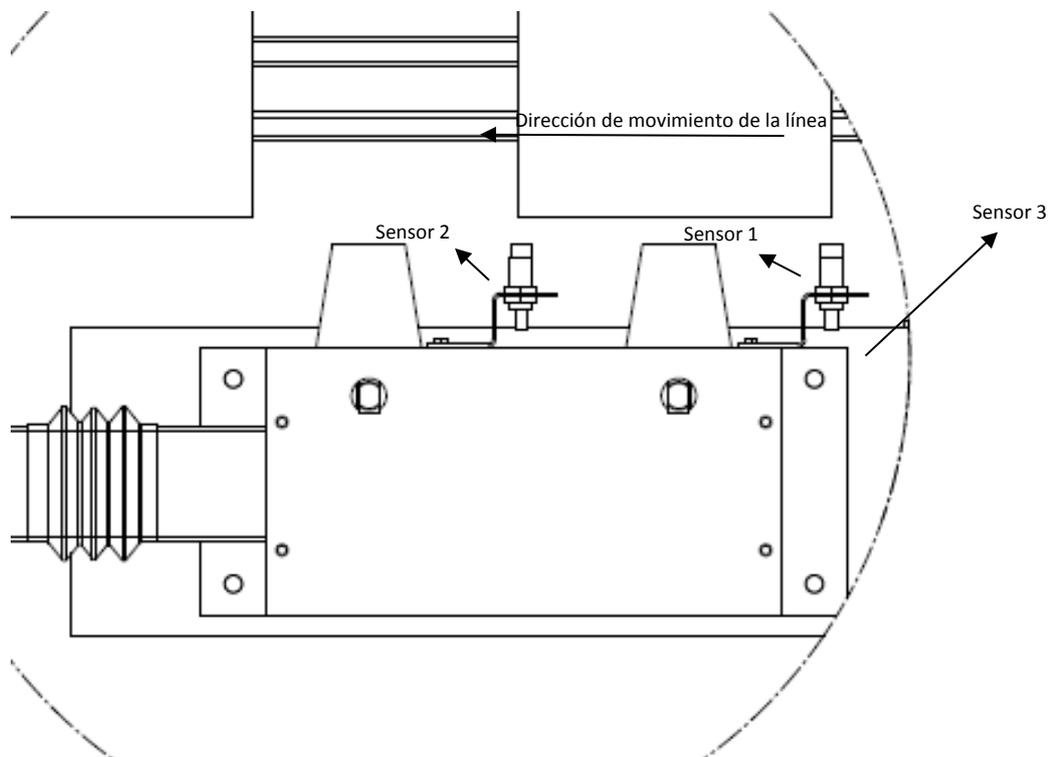


Figura 32: Ubicación de los sensores.

5.2. Equipo recolector

En el extremo opuesto al equipo soplador se instala el conjunto de recolección, pieza fundamental para evitar que el laminillo se disperse luego de ser soplado.

5.2.1. Cinta transportadora

El objetivo principal de la cinta transportadora es recolectar y transportar el laminillo que cae por gravedad a la salida del tubo.

Instalada en la parte inferior de la línea, la cinta transportadora cuenta con un ancho de 1000 mm. Esta medida se determina debido a que el entre centro entre tubos de la línea es

de 450 mm (esquema de distribución de tubos **figura 33**) y el tubo más grande que circula tiene un diámetro de 244 mm, entonces el soplado entero de un tubo de estos conlleva una distancia de 694 mm. Tomando un margen de 150 mm de cada lado por posibles dispersiones en el soplado de laminillo, se llega al ancho final de la cinta ilustrado en la **figura 34**.

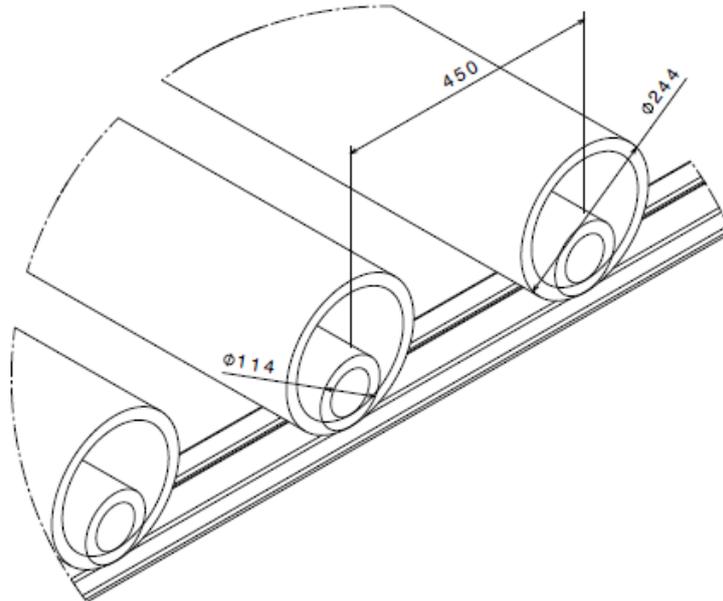


Figura 33: esquema de distribución de tubos en la línea

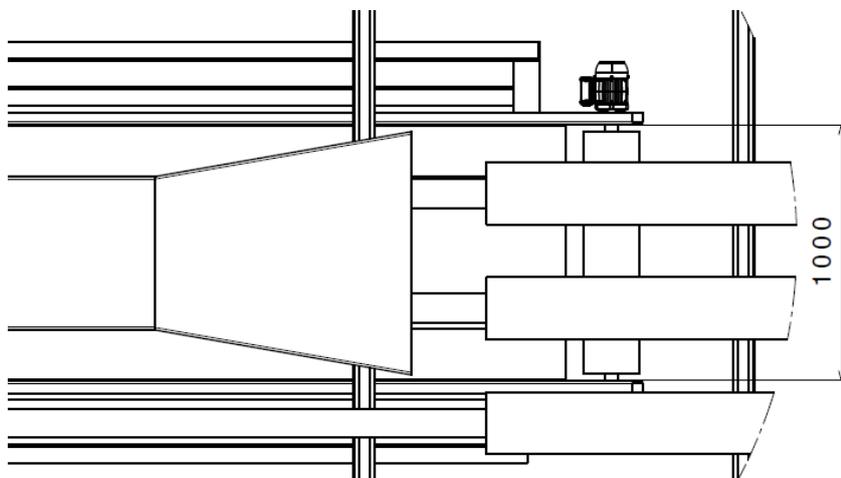


Figura 34: Vista superior cinta transportadora.

El largo de 9,5 m de la cinta se determina por la diferencia de longitudes de tubos que pueden circular por la línea. La longitud máxima que pueden tener los tubos que circulan por esta línea es de 15 m, por otro lado, la longitud mínima es de 7 m. Esto da una diferencia de 8 m, longitud mínima que debería tener la cinta transportadora. Los 1,5 m adicionales son necesarios para lograr el depósito del laminillo en el contenedor.

La distancia en altura entre la línea y el contenedor impide que la cinta transportadora sea recta en toda su extensión, tal como se muestra en la **figura 35**. Por este motivo la cinta debe tener una inclinación en su parte final para poder depositar el laminillo recolectado dentro del contenedor.

La cinta transportadora será provista e instalada por la firma OBIN llave en mano.

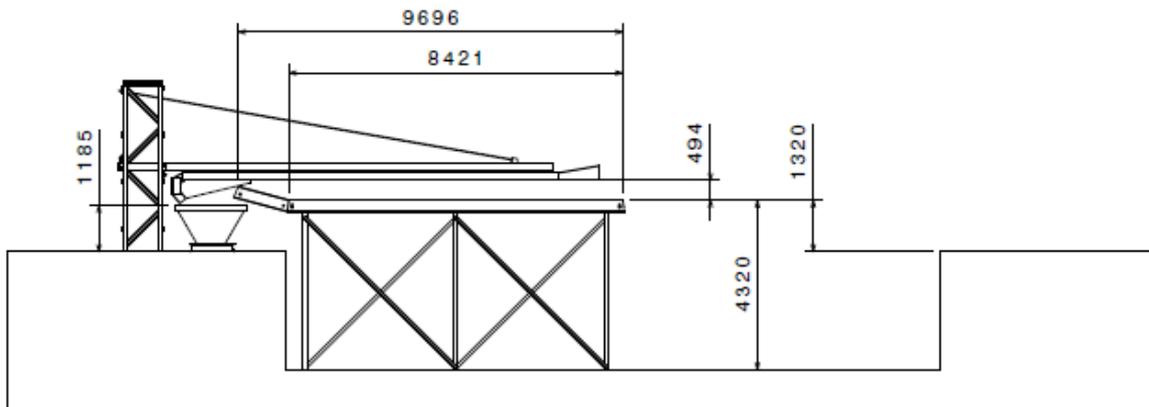


Figura 35: Cinta transportadora con medidas de referencia (mm)

5.2.2. Chapa anti-dispersión

El laminillo expulsado del interior de los tubos por el lado opuesto al de soplado debe ser canalizado con el fin de minimizar la dispersión al ambiente. Para lograr esto se dispone un perfil de chapa plegada en forma de "U" de 600 mm de ancho, 200 mm de altura de ala y 9,5 m de largo. En el primer tramo de la chapa anti-dispersión, la sección es ampliada en forma gradual para favorecer la orientación del flujo de aire. Por otro lado, en el extremo final se disponen 3 tramos de chapa plegada que actúan como deflector para favorecer la caída de las cascarillas dentro del contenedor.

La chapa estará soportada por un caño estructural de sección rectangular (150x50x3,2 mm) unidos mediante soldadura por 5 distanciadores transversales.

El conjunto anteriormente mencionado estará montado sobre una columna principal, fijada por uno de sus extremos mediante unión soldada y por el otro mediante un cable tensor de 25 mm de espesor a la misma columna. En el Anexo 3 se encuentra el análisis de esfuerzos de la estructura anteriormente mencionada mediante el software RISA 3D.

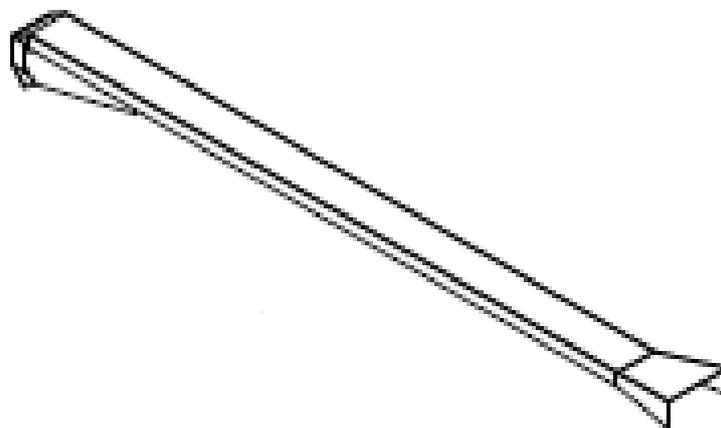


Figura 36: Vista isométrica chapa anti-dispersión

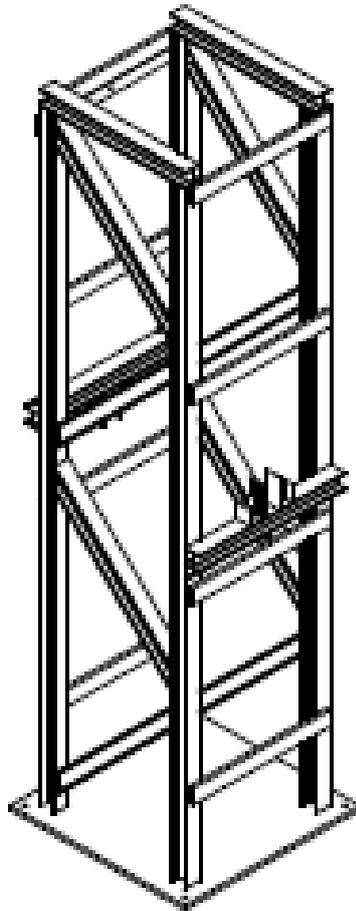


Figura 37: Detalle columna

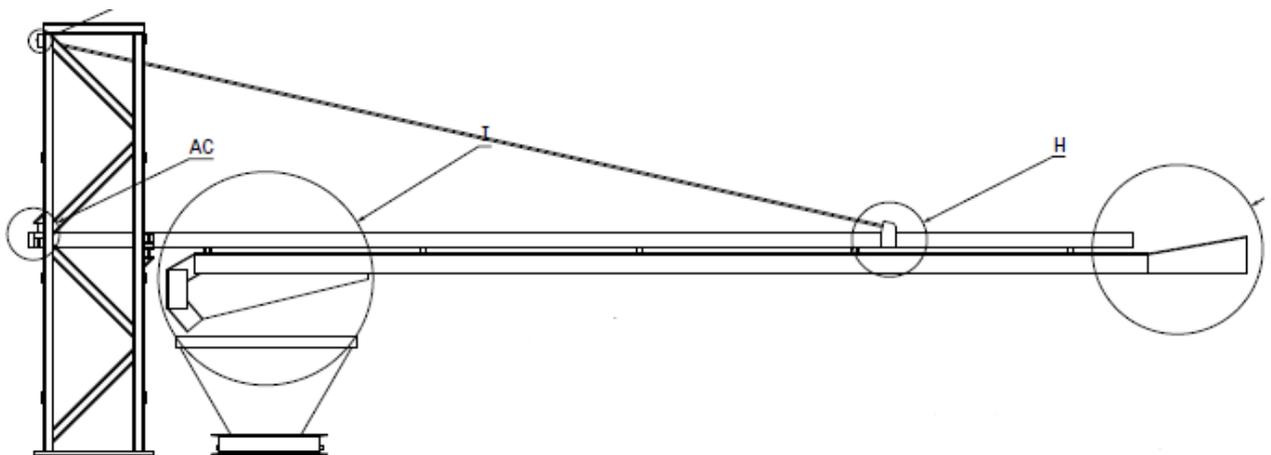


Figura 38: Conjunto chapa anti-dispersión y columna

5.2.3. Contenedor

Las cascarillas colectadas tanto por la cinta como por la chapa anti-dispersión son depositadas finalmente en un contenedor metálico estándar de 2 m³ de capacidad. Debido a que el contenedor se ubica en línea con la columna y la cinta transportadora deberá proveerse un sistema de traslación lateral para poder ser retirado y reemplazado por uno vacío. Para este movimiento lateral se propone una cama de rodillos con un sistema de topes como puede observarse en la **figura 39**.

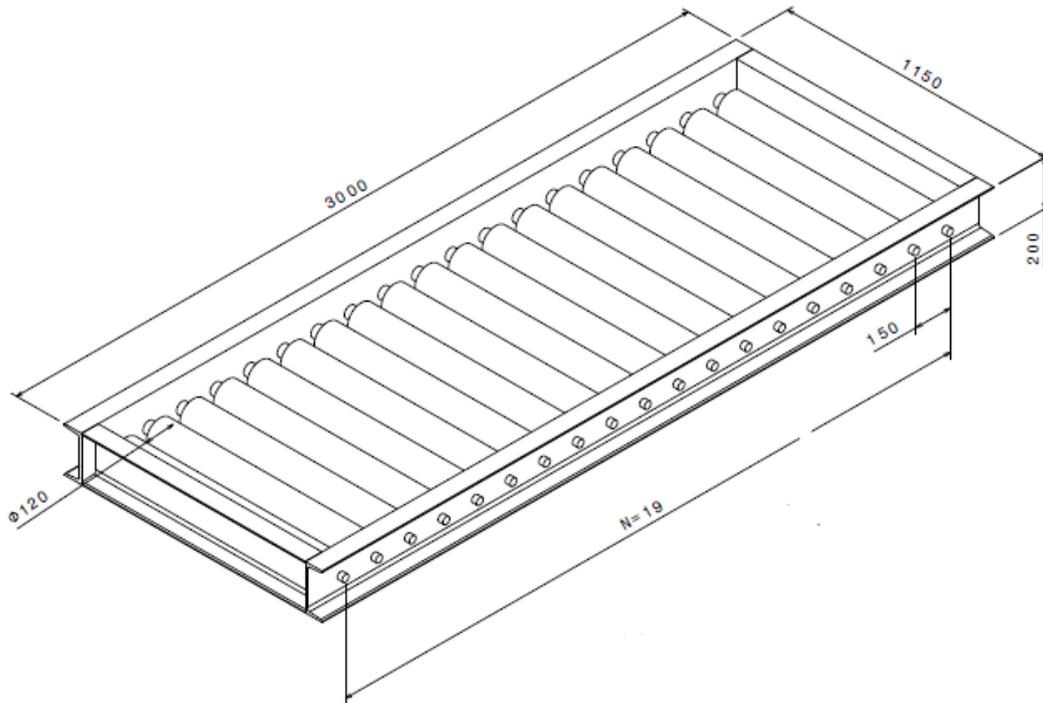


Figura 39: Cama de rodillos para el contenedor.

6. Equipo completo

Se han descrito por separado cada una de las partes componentes del equipo soplador-recolector. A continuación, se presentan 3 figuras, las cuales muestran el equipo soplador, el equipo recolector y el conjunto entero ubicado en la línea de producción.

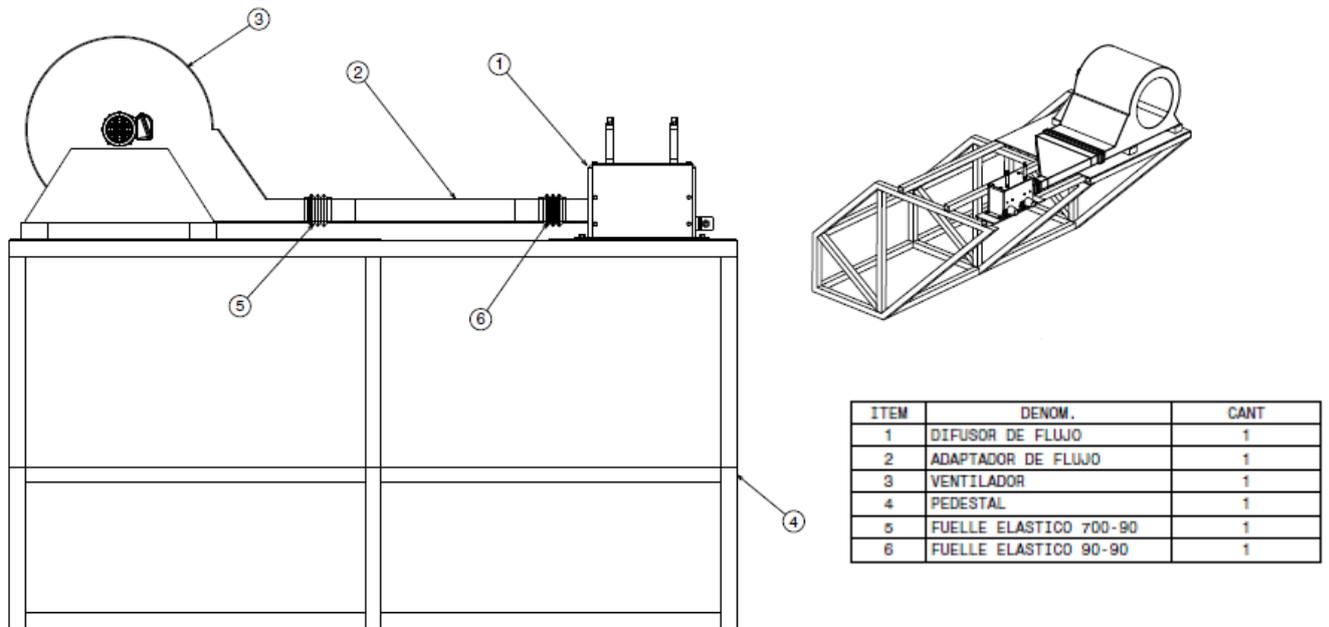


Figura 40: Conjunto soplador final.

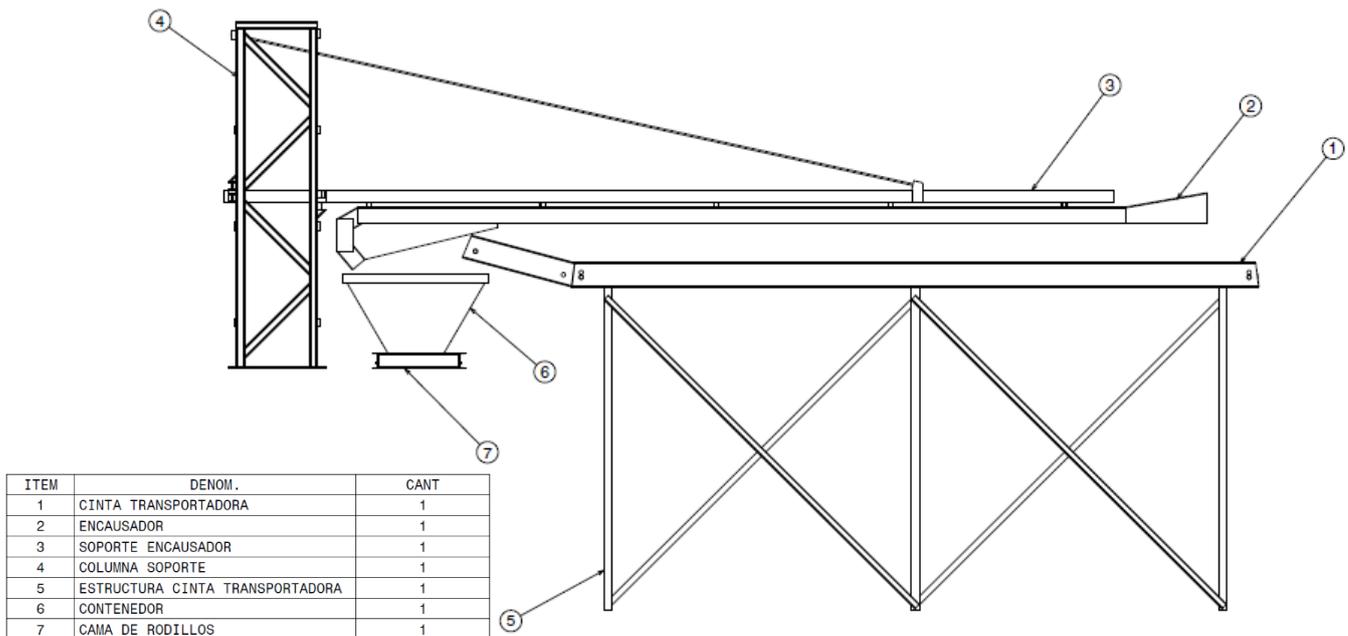


Figura 41: Conjunto recolector final.

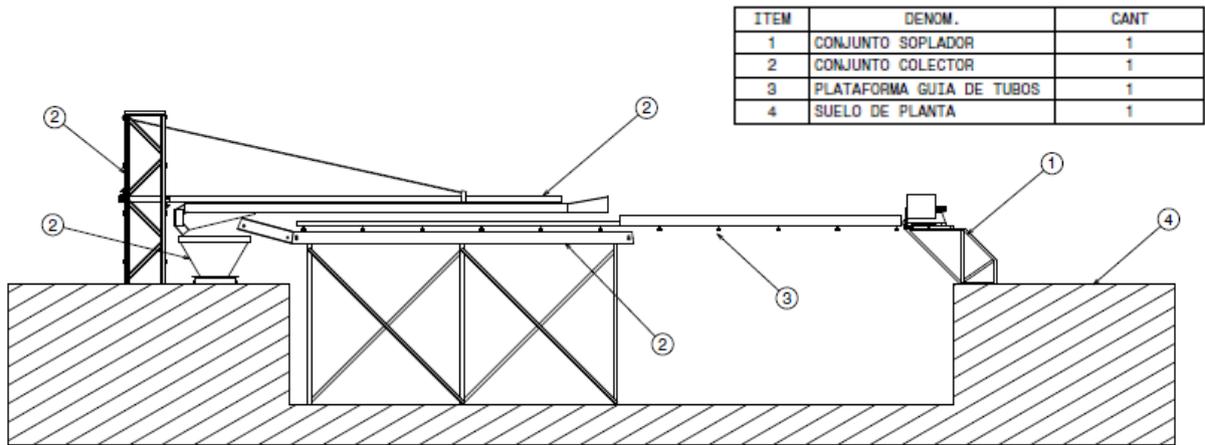


Figura 42: Conjunto soplador - recolector final.

7. Conclusiones

Se ha diseñado un equipo capaz de soplar y recolectar laminillo de forma eficiente, segura y de bajo costo de instalación y mantenimiento.

El soplador, controlado por un programa de PLC, dirige el flujo de aire al interior de los tubos de tal manera que asegure una completa limpieza de estos con el mínimo de dispersión de laminillo al ambiente de la planta.

La detección de presencia mediante sensores inductivos optimiza el sincronismo de la línea de traslación de tubos y el soplado independizándolo de las variaciones de velocidad que la misma pudiese sufrir por motivos operativos y/o mecánicos.

La incorporación del sistema de apagado del ventilador y transportador de cinta por falta de material, contribuyen al ahorro de energía.

Para contener el laminillo saliente de los tubos se diseña el conjunto recolector. El mismo cuenta con una cinta transportadora que evita la caída de cascarillas a la planta inferior de la línea, previniendo así su posterior limpieza. Las posibles dispersiones no controladas en el extremo de salida de los tubos se contienen mediante un ducto anti-dispersión que guía al laminillo al interior del contenedor recolector.

8. Apéndice

8.1. Hojas de datos

- Hoja de datos y curva de funcionamiento del Ventilador Industrial

CHICAGO an ISO 9001 Company
 CHICAGO BLOWER CORPORATION 1675 Glen Ellyn Road Glendale Heights, IL 60139

Description marzo 20, 2014

Job Description: 17449 - Tenaris Siderca Reference: Soplador de Laminillo - Plano 5 Fan Type: Backward Inclined Centrifugal Fans Fan Model: Design 51 SW Fan Size: 245 Fan Width: 109.8%	Pablo Rapaport Phone: +54 11 5093-9593 Fax: +54 11 5093-9593 e-mail: ventas@chiblosa.com.ar
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

Performance Values are in accordance with AMCA Standard 210

Volume Flow Rate (M ³ /HR)	16500
Static Pressure (MM WG)	60
Density (KG/M ³)	1.2
Temperature (°C)	21
Altitude (M)	0
Speed (RPM)	1470
Power Required (kW)	4.85
Static Efficiency (%)	55.4
Outlet Velocity (M/S)	14.3
Damper Opening (%)	N/A
Control Type	N/A
Outlet Area (M ²)	0.32
Maximum Speeds at 21 °C (RPM)	
Class 1 Max RPM	1736
Class 2 Max RPM	2258
Class 3 Max RPM	2840
Class 4 Max RPM	3448

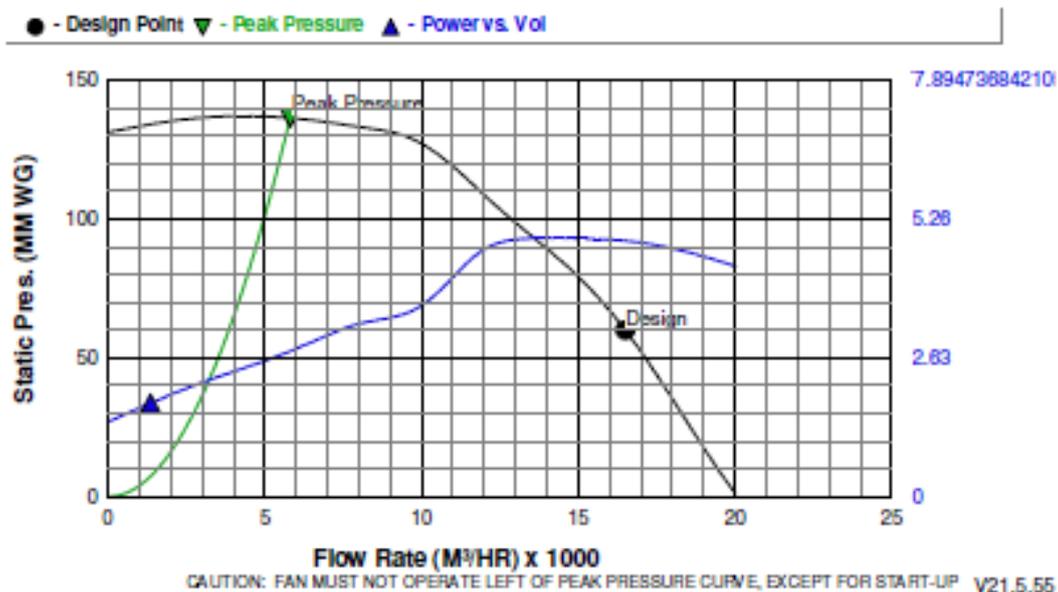
Sound Values are in accordance with AMCA Standard 300

External Sound Power Levels (db)

Center Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _w Design	91	91	97	89	83	80	74	70
ERC	9	5	1					

Sound Pressure 1.0 M from Fan (dBA) **84**

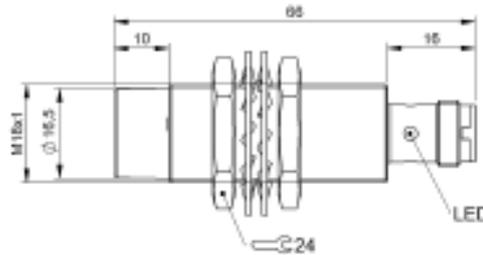
L_w (L_{wa}) is sound power at the fan inlet (outlet)/airstream, less ERC.
 Sound Pressure, Radiated, 1.0 M from 0.105 housing 64 dBA.



- Hoja de datos sensor inductivo Balluff

Inductive Sensors
BES M18MG-NSC20F-S04G
 Ordercode: BES05EZ

BALLUFF



Display/Operation

Function indicator	yes
Power indicator	no

Electrical connection

Connection	M12x1-Male, 3-pole, A-coded
Polarity reversal protected	yes
Protection against device mix-ups	no
Short-circuit protection	yes

Electrical data

Load capacitance max. at U _{ie}	1 µF
Min. operating current I _m	0 mA
No-load current I _o max., damped	11 mA
No-load current I _o max., undamped	7 mA
Operating voltage U _o	10...30 VDC
Output resistance R _a	100.0 kOhm
Protection class	II
Rated insulation voltage U _i	250 V AC
Rated operating current I _e	200 mA
Rated operating voltage U _{ie} DC	24 V
Rated short circuit current	100 A
Ready delay t _r max.	40 ms
Residual current I _r max.	100 µA
Ripple max. (% of U _{ie})	10 %
Switching frequency	400 Hz
Utilization category	DC-13
Voltage drop s _{atic} max.	1.2 V

Environmental conditions

Ambient temperature	-25...70 °C
Contamination scale	3

Internet: www.balluff.com
 Balluff Germany: +49 (0) 7156 173-0, 173-370
 Balluff USA: 1-800-543-8390
 Balluff China: +86 (0) 21-50 644121

EN 60068-2-27, Shock	Half-sinus, 30 gn, 11 ms
EN 60068-2-6, Vibration	55 Hz, amplitude 1 mm, 3x30 min
Protection degree	IP60 per DIN EN 60529

Functional safety

MTTF (40 °C)	621 a
--------------	-------

General data

Approval/Conformity	CE, cULus, EAC
Basic standard	IEC 60947-5-2

Material

Housing material	Brass
Material sensing surface	PST
Surface protection	Nickel-free coated

Mechanical data

Dimension	Ø 18 x 66 mm
Size	M18x1
Tightening torque	25 Nm

Output/Interface

Switching output	NPN normally open (NO)
------------------	------------------------

Range/Distance

Assured operating distance S _a	15 mm
Hysteresis H max. (% of S _r)	15 %
Rated operating distance S _n	20 mm

For definitions of terms, see main catalog. Subject to change without notice [256328].
 eCl@ss 9.1: 27-07-01-01 100
 ETIM 5.0: EC002714
 BES05EZ_0.26_2016-07-26

- Hoja de datos Cilindro Micro

MiCRO

Microcilindros ISO 6432

Serie MD8 NG
Ejecución U

Tipo..... Microcilindros neumáticos de simple efecto, doble efecto, doble efecto con amortiguación; con o sin imán incorporado en el pistón

Normas..... **ISO 6432 - CETOP RP 52 P**

Temperatura -20...80 °C (-4...176 °F)

Fluido..... Aire filtrado con o sin lubricación

Presión de trabajo 0,5...10 bar (7,3...145 psi)

Interruptor magnético Ver página 1.2.2.2

Montaje y accesorios..... Ver página 1.2.2.0. Cada microcilindro incluye una tuerca de montaje y una para vástago

Materiales..... Tapas de aluminio, tubo y vástago de acero inoxidable, sellos de PUR, imán de plástico magnético



Ø	Simple efecto	Simple efecto resorte trasero	Doble efecto
8	0.001.010---	0.001.020---	0.001.030---
10	0.002.010---	0.002.020---	0.002.030---
12	0.003.010---	0.003.020---	0.003.030---
16	0.004.010---	0.004.020---	0.004.030---
20	0.005.010---	0.005.020---	0.005.030---
25	0.006.010---	0.006.020---	0.006.030---

Carreras Simple efecto	Carreras Doble efecto
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 300
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 300, 400, 500

Ø	Simple efecto con imán	Simple efecto resorte trasero c/imán	Doble efecto con imán	Doble efecto con amortiguación e imán
8	0.021.210---	0.021.220---	0.021.230---	
10	0.022.210---	0.022.220---	0.022.230---	
12	0.023.210---	0.023.220---	0.023.230---	
16	0.024.210---	0.024.220---	0.024.230---	0.024.260---
20	0.025.210---	0.025.220---	0.025.230---	0.025.260---
25	0.026.210---	0.026.220---	0.026.230---	0.026.260---

Camara mín. con 1 sensor	Camara mín. con 2 sensores
20	30
20	20
15	25
5	20
5	20
5	20

Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de tres dígitos. Ej.: un microcilindro 0.026.210.--- con carrera 50 mm, debe solicitarse 0.026.210.050.

Las carreras standard de la tabla corresponden a la serie preferencial de norma ISO 4393 y se encuentran en stock en las ejecuciones allí mencionadas. No obstante también pueden proveerse cilindros con otras carreras a pedido.

9. Bibliografía

- Elías X. et al. (2012). Reciclaje de residuos industriales. Editorial Diaz de Santos: España de la 173-260.
- Industrias basadas en recursos naturales capítulo 73, Augustine Moffit.
- Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México: McGraw-Hill Interamericana, Octava edición.
- Antonio Creus Solé (2011). Neumática e hidráulica. México: Alfaomega Grupo Editor, Segunda edición.
- Gabriel R. Troglia, Daniel Troglia, Bruno L. Godoy M. (2005). Tablas Perfiles laminados y tubos estructurales para aplicación de los reglamentos CIRSOC 301/2005 y CIRSOC 302/2005. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- *Corrosión*, recuperado de www.arquitectura en acero.org.

10. Anexo

10.1. Cálculo estructura pedestal

Tal como se desarrolló en 5.1, el pedestal está destinado a soportar tanto el ventilador industrial y su respectivo motor como la caja distribuidora.

El conjunto motor - ventilador - caja distribuidora tiene una masa aproximada de 200 kg. A la fuerza que genera el peso de este conjunto, se le suman las sollicitaciones que pueden generar dos personas adultas al momento de la instalación o mantenimiento del equipo, estimada en una masa de 200 kg. En total, entonces, el pedestal debe soportar 400 kg lo que es igual a una fuerza de $F = 3.93 \text{ kN}$.

La simulación y cálculo de sollicitaciones se realiza en el Software RISA-3D. En la **figura 43** se puede observar el modelo del pedestal ya con la carga anteriormente mencionada impuesta. La estructura se realiza con tubos cuadrados estructurales 60x60x3.2, elegidos a priori tomando como antecedente una estructura vista en Tenaris que soportaba un ventilador industrial similar.

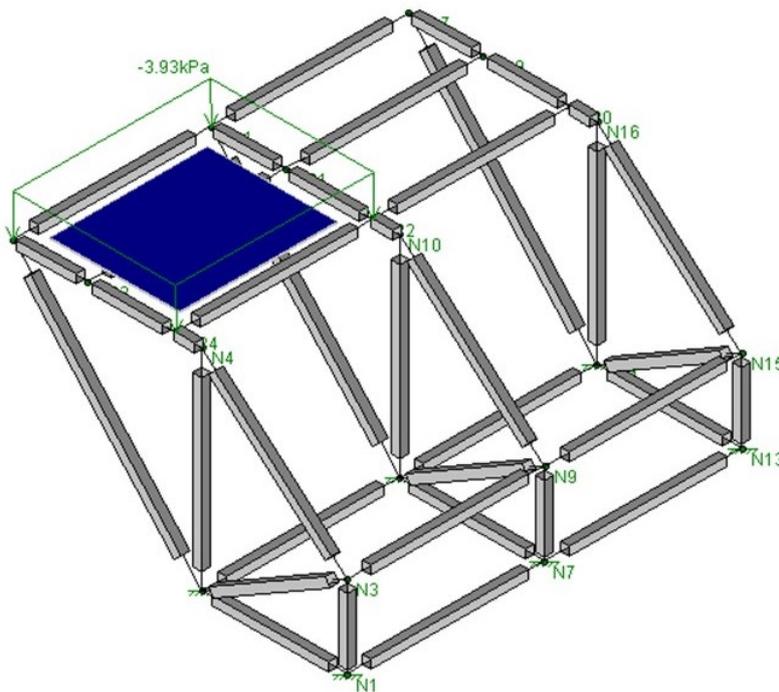


Figura 43: Modelo del pedestal generado en RISA-3D

Analizando los resultados obtenidos por el programa, se encuentra que la sección más sollicitada es la número 33, la cual puede observarse en la **figura 44** a continuación.

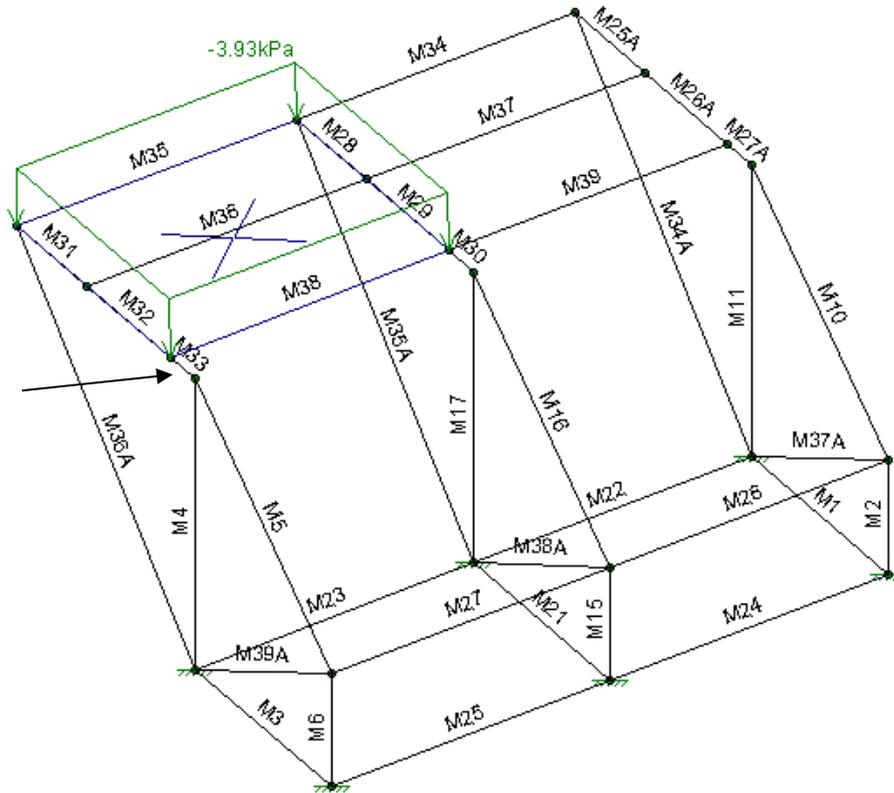


Figura 44: Sección mayormente solicitada del pedestal

A continuación, se detallan los diagramas de corte, momento y tensiones de la sección en cuestión. La tensión máxima es de 12,4 Mpa, lo que significa que la estructura es adecuada para las solicitaciones propuestas. No se implementaron caños de menores medidas debido a que se busca utilizar restos de caños ya utilizados en Tenaris.

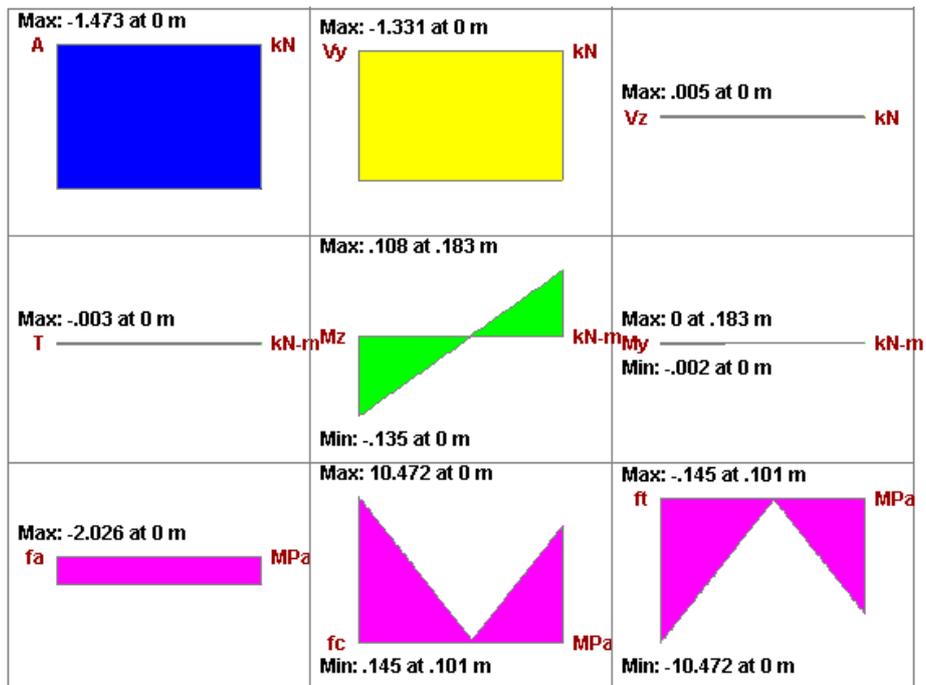


Figura 45: Diagramas.

Por último, se detalla un diagrama de deflexión con una magnificación de 100. Como puede observarse, la deformación que causa la fuerza aplicada en la estructura es casi imperceptible.

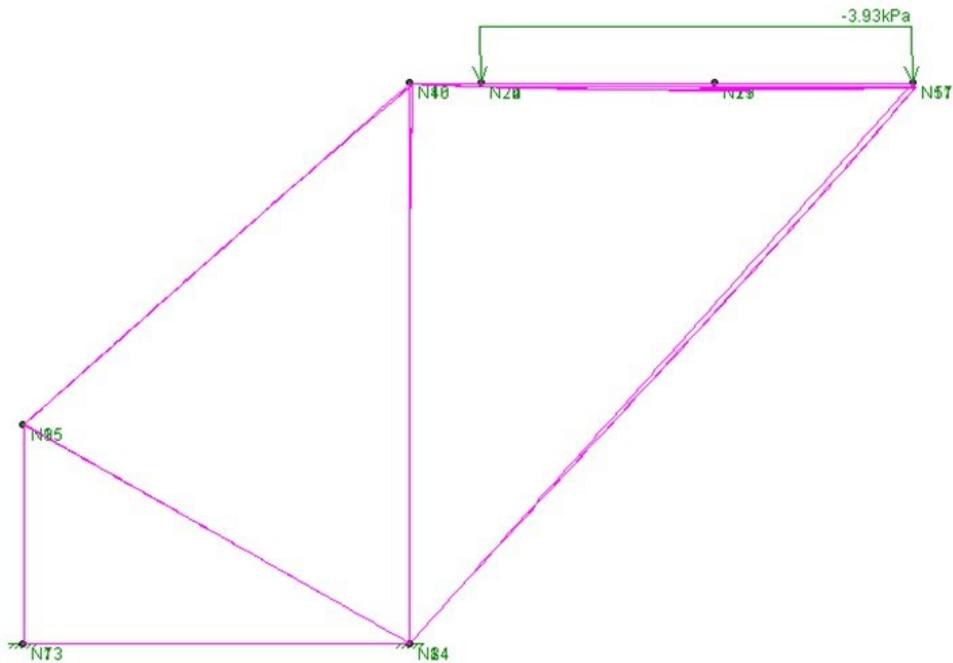


Figura 46: Diagrama de deflexión.

10.2. Programa de PLC

A continuación, se adjunta el programa realizado en el Software "Delta ISPSOft".

X0 = Parada

X1 = Start

M1 = Motor ventilador

M2 = Motor cinta transportadora

S1 = Sensor inductivo 1

Y1 = Pistón 1

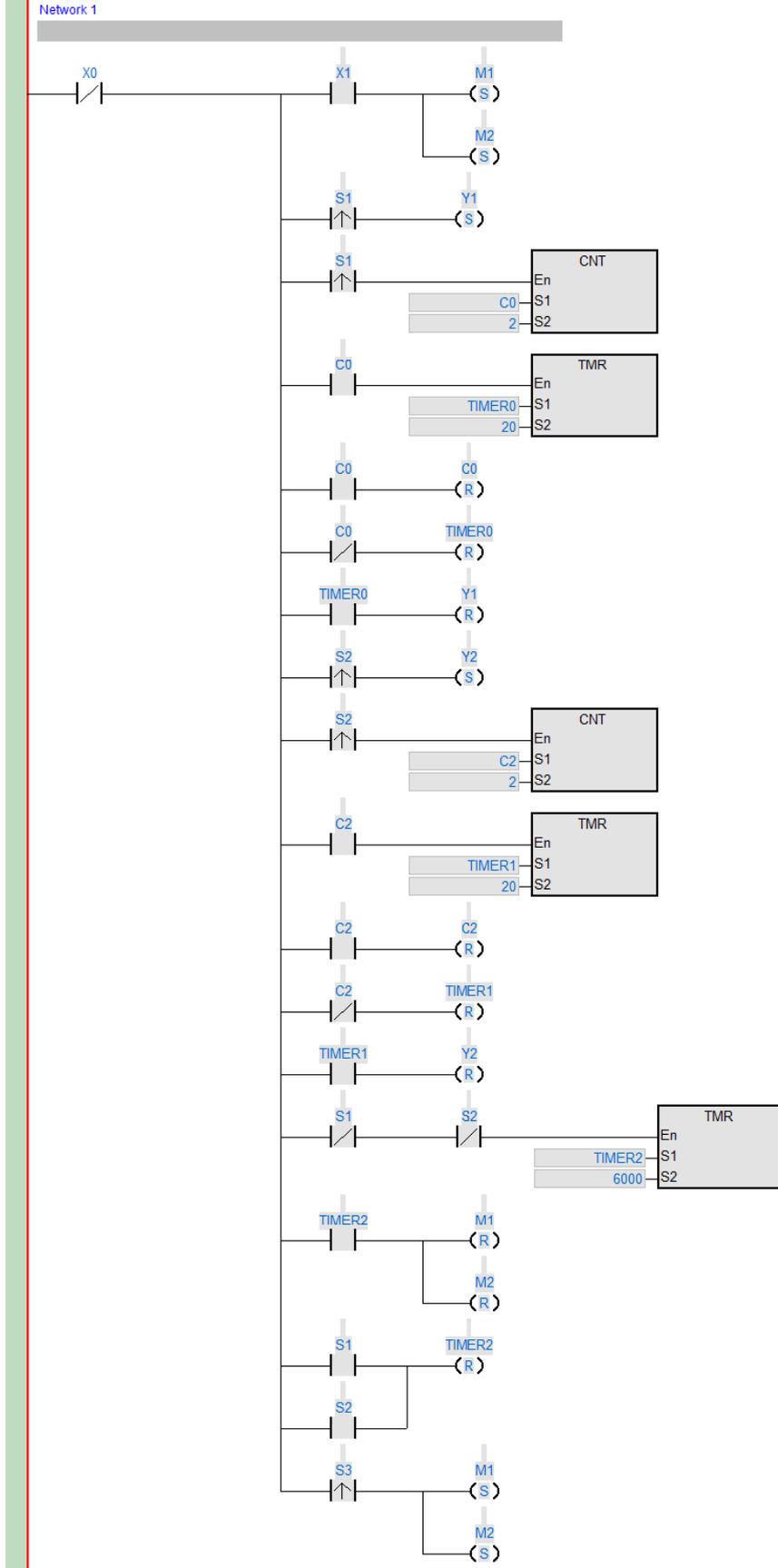
S2 = Sensor inductivo 2

Y2 = Pistón 2

S3 = Sensor inductivo 3

PF

Declaration Type	Identifiers	Address	Type	Initial Value	Identifier Comment
VAR	TIMER0	T0	TIMER	N/A	
VAR	TIMER1	T1	TIMER	N/A	
VAR	TIMER2	T2	TIMER	N/A	



10.3. Cálculo estructural columna

Para el diseño de la columna, encargada de soportar el conjunto colector, se toma como base una ya instalada en la planta de Tenaris. La misma está constituida por perfiles IPB 100 y planchuelas distanciadoras 100 x 25. La chapa deflectora se encuentra soldada a una viga de medidas 150 x 50 la cual además de estar unida a la columna mediante uniones soldadas cuenta con dos apoyos que trabajan con el principio de palanca. (Puede observarse en los planos adjuntos). Para modelar este apoyo en el Software RISA-3D se utilizaron dos elementos de alta rigidez, los cuales sirven como vínculo entre la línea neutra de los perfiles IPB y la línea neutra de la viga. Además, para soportar la viga desde su extremo se utiliza un redondo de diámetro 25 mm como tensor. A continuación, se presenta el modelo realizado, **figura 47**.

Mediante una fuerza distribuida se representaron tanto el peso de la chapa deflectora como el de la viga misma (360 kg; 0.353 kN/m). El peso del encausador del extremo se representa con una carga puntual (32 kg; 0.31kN), así como las chapas que sirven como guías hacia el contenedor (47 kg; 0.461 kN).

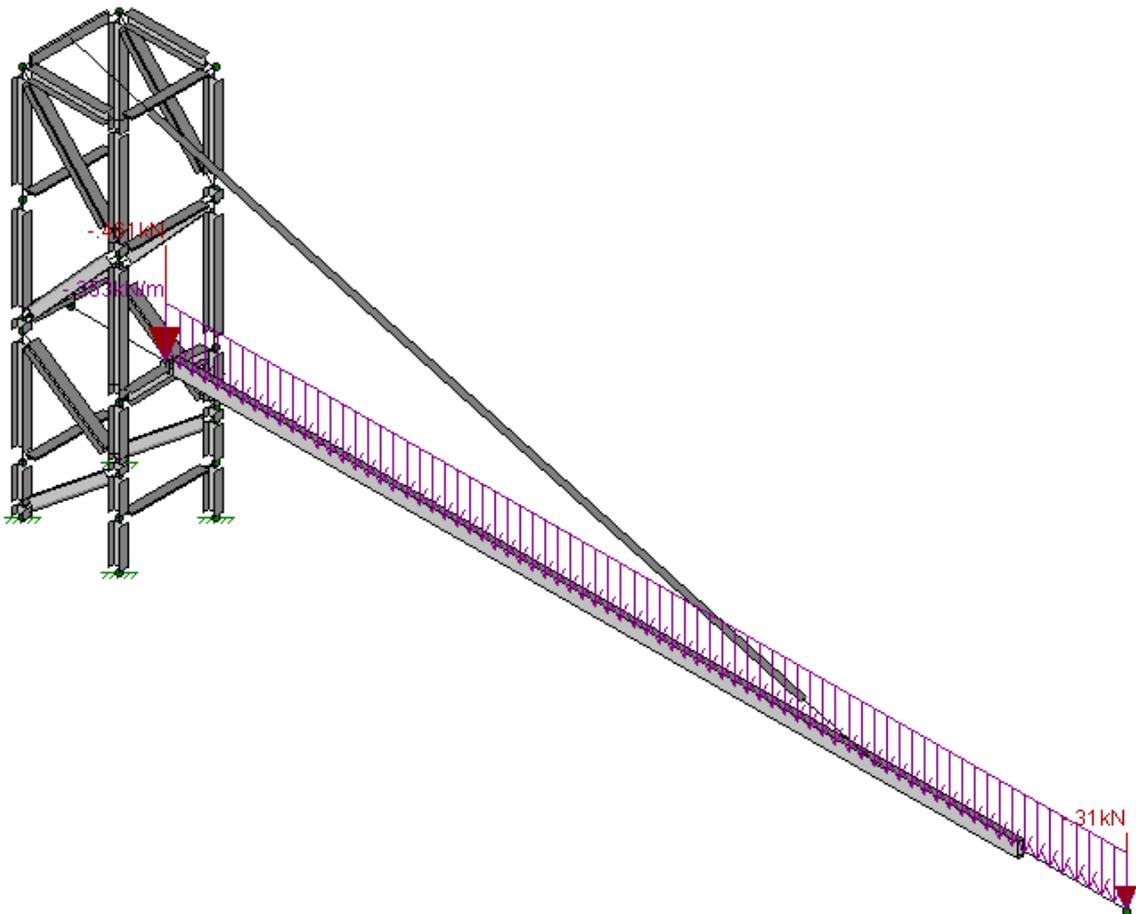


Figura 47: Modelo de estructura recolectora.

Luego de varios análisis de resultados, se llega a que la distancia para ubicar el tensor que logra las menores solicitaciones y la menor deflexión en la viga es a 8.5 metros del extremo amurado a la columna.

En la **figura 48** se pueden observar los diagramas de la viga. La tensión máxima es de 49 Mpa, los cuales están por debajo de los 125 Mpa límites ($F_y = 250$ Mpa y factor de seguridad 2).

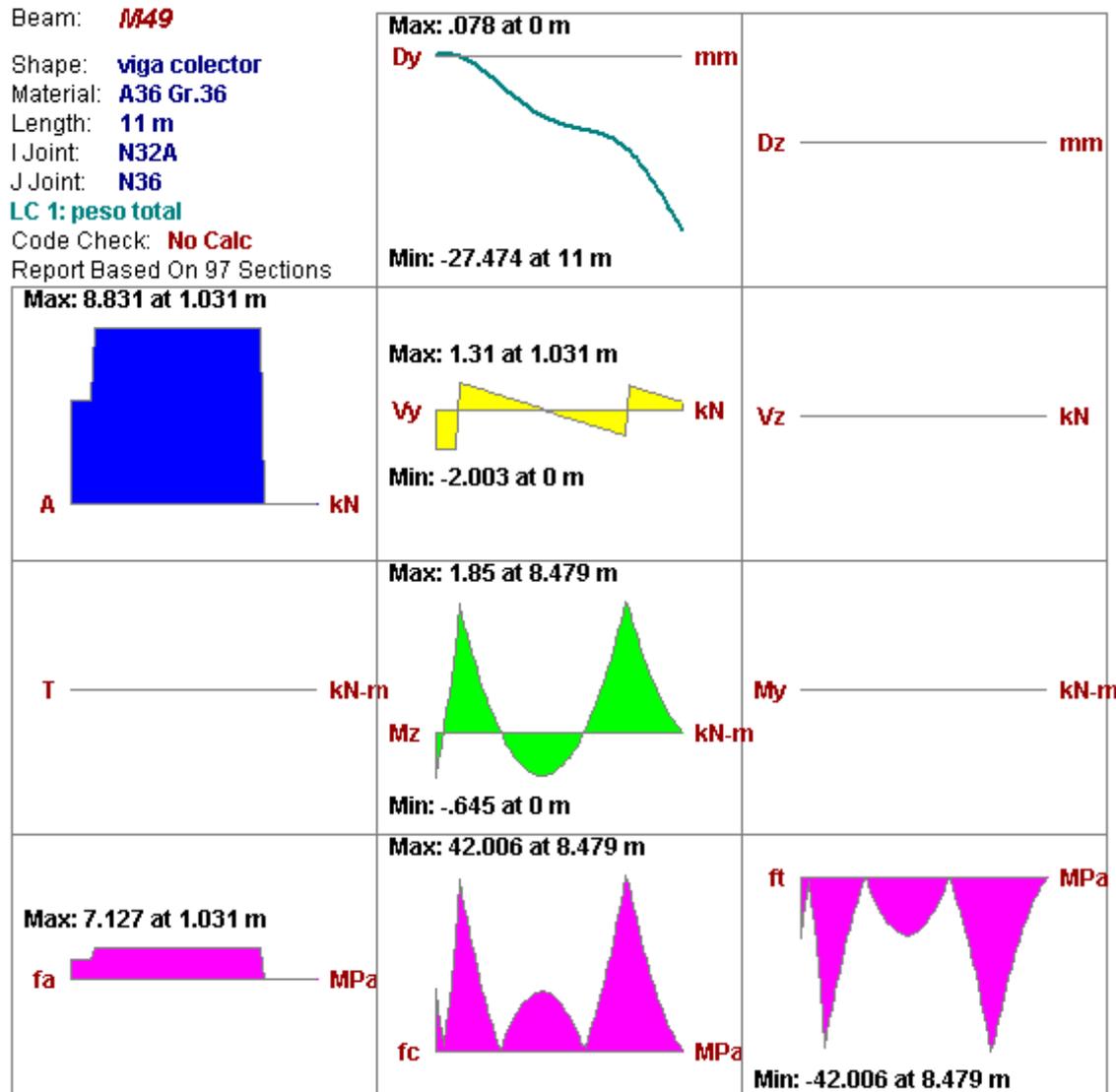


Figura 48: Diagramas de la viga.

En la **figura 49** se observan los diagramas del tensor. Como puede verse, la tensión máxima es de tracción de aproximadamente 30 Mpa, por debajo de la permitida mencionada anteriormente.

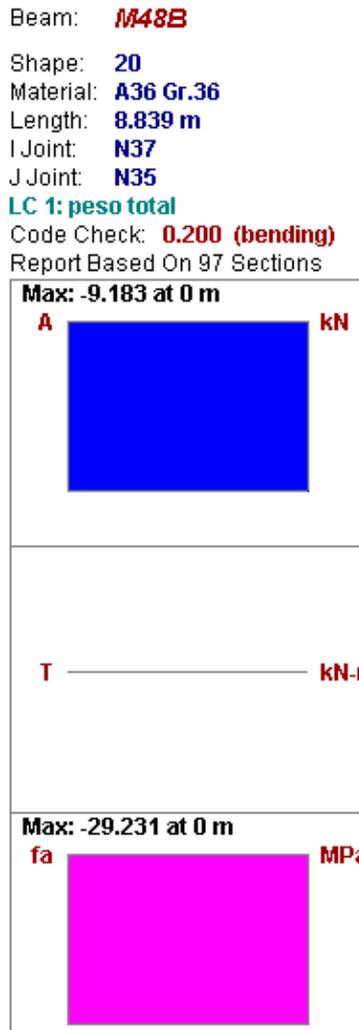


Figura 49: Diagramas del tensor.

Por último, se adjunta un diagrama de deflexión de la viga magnificado 10 veces. El nodo 36 se desplaza 27 mm en dirección negativa de las “y”, lo cual es aceptable en una viga en voladizo de 11 metros de largo.

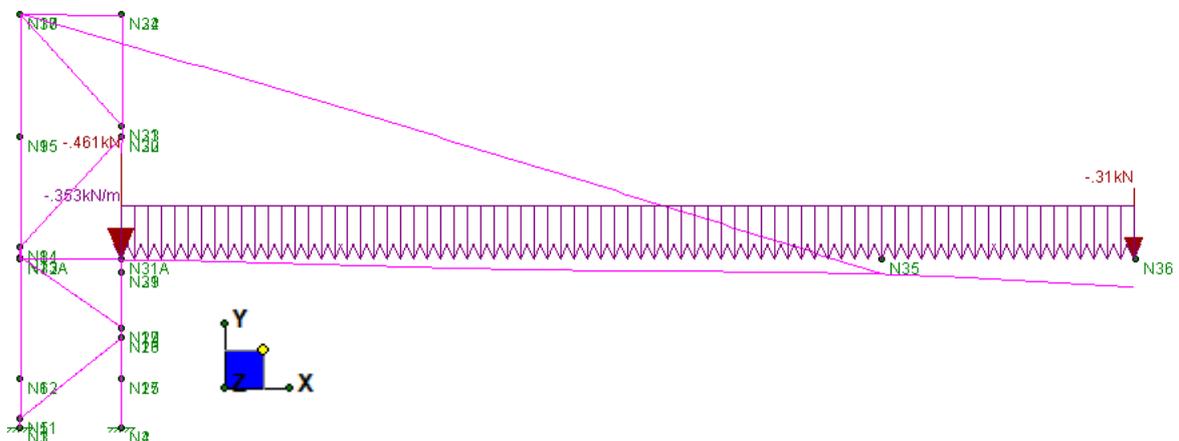


Figura 50: Diagrama de deflexión de la viga.

10.4. Planos y diagramas de conjunto

H G F E D C B A

4

4

3

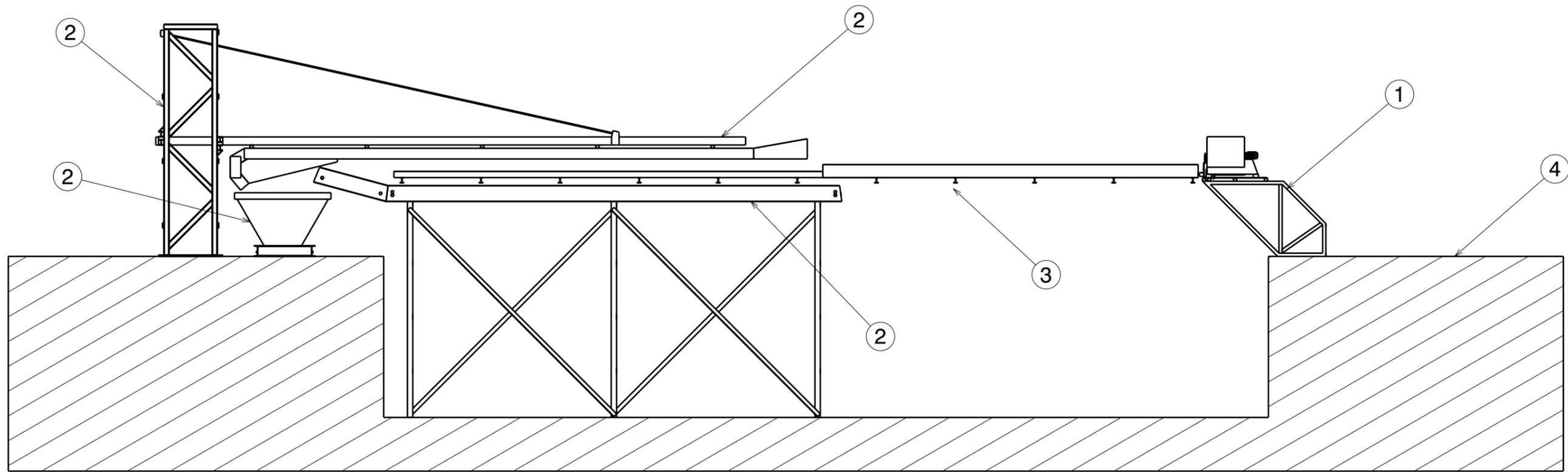
3

2

2

1

1



INSTALACION INDUSTRIAL

ITEM	DENOM.	CANT
1	CONJUNTO SOPLADOR	1
2	CONJUNTO COLECTOR	1
3	PLATAFORMA GUIA DE TUBOS	1
4	SUELO DE PLANTA	1

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación INSTALACION INDUSTRIAL	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Aprobaciones		Fecha		Material	
Dibujó: F.A.D.		1/12/2018		SEGUN BOM	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Peso [kgf]	
Esc. 1:1		Plano Nº		FD 17 07 01	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO					

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

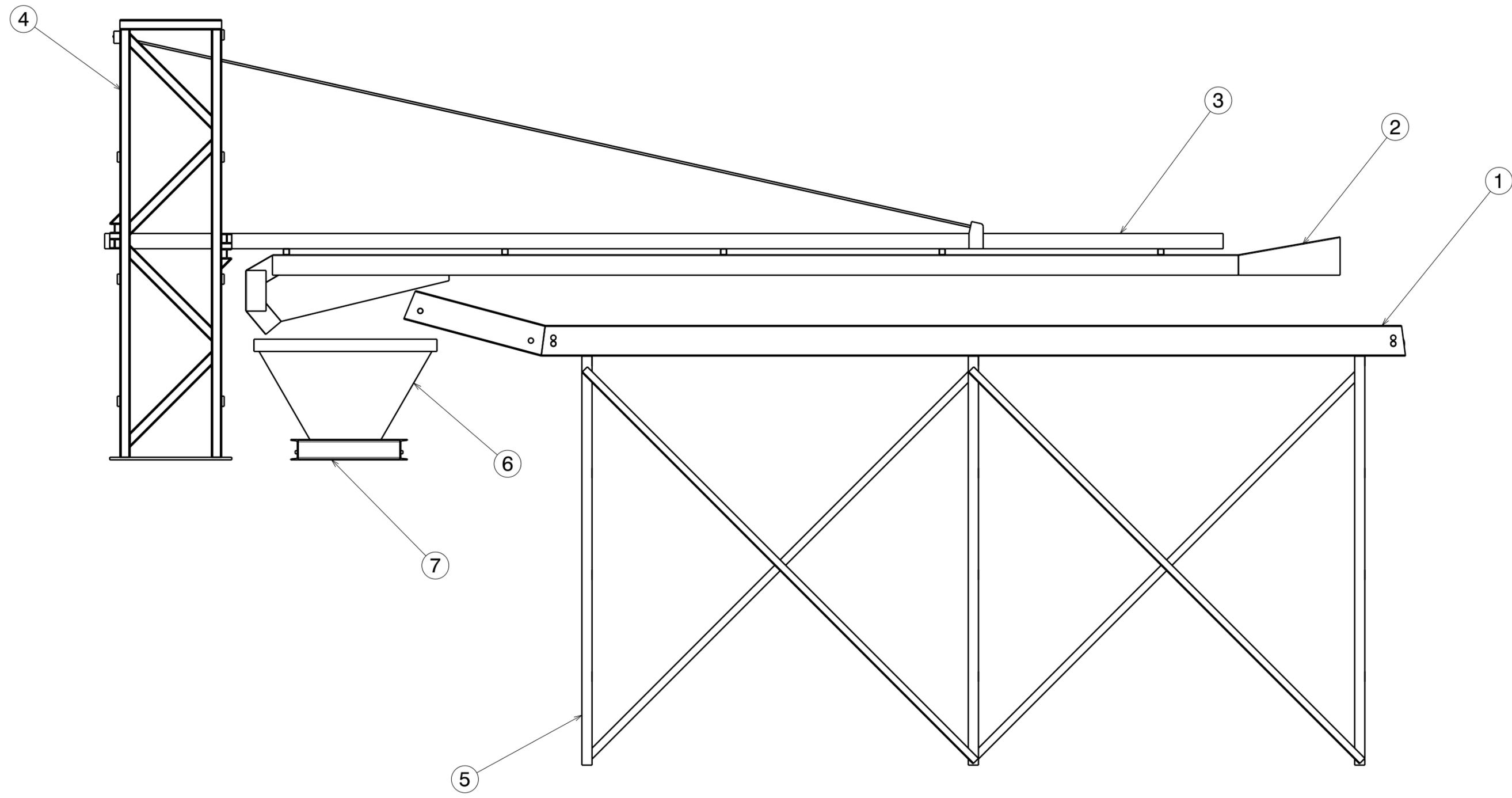
1

4

3

2

1



ITEM	DENOM.	CANT
1	CINTA TRANSPORTADORA	1
2	ENCAUSADOR	1
3	SOPORTE ENCAUSADOR	1
4	COLUMNA SOPORTE	1
5	ESTRUCTURA CINTA TRANSPORTADORA	1
6	CONTENEDOR	1
7	CAMA DE RODILLOS	1

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación CONJUNTO COLECTOR	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Aprobaciones		Fecha		Material	
Dibujó: F.A.D.		1/12/2018		SEGUN BOM	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Peso [kgf]	
Esc. 1:1		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano Nº FD 17 07 02	

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

3

2

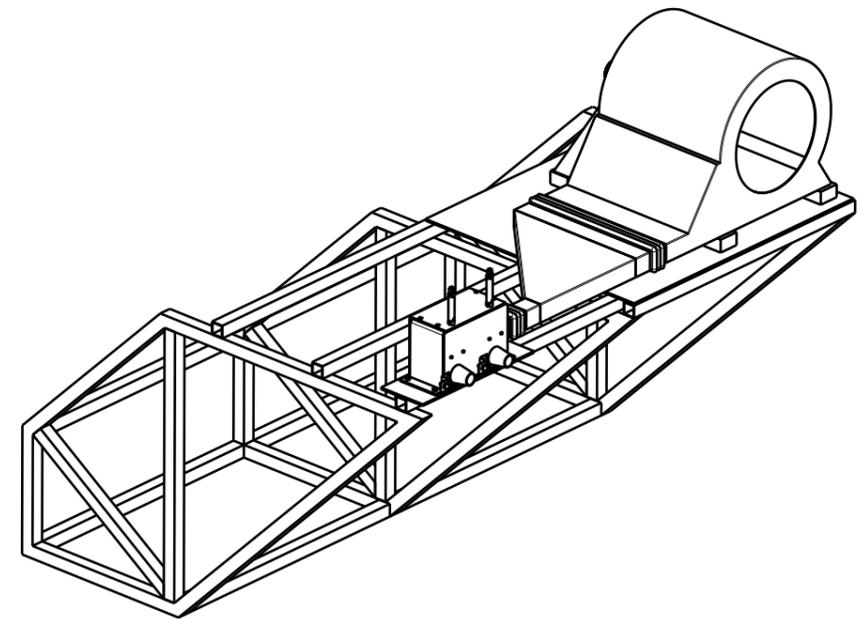
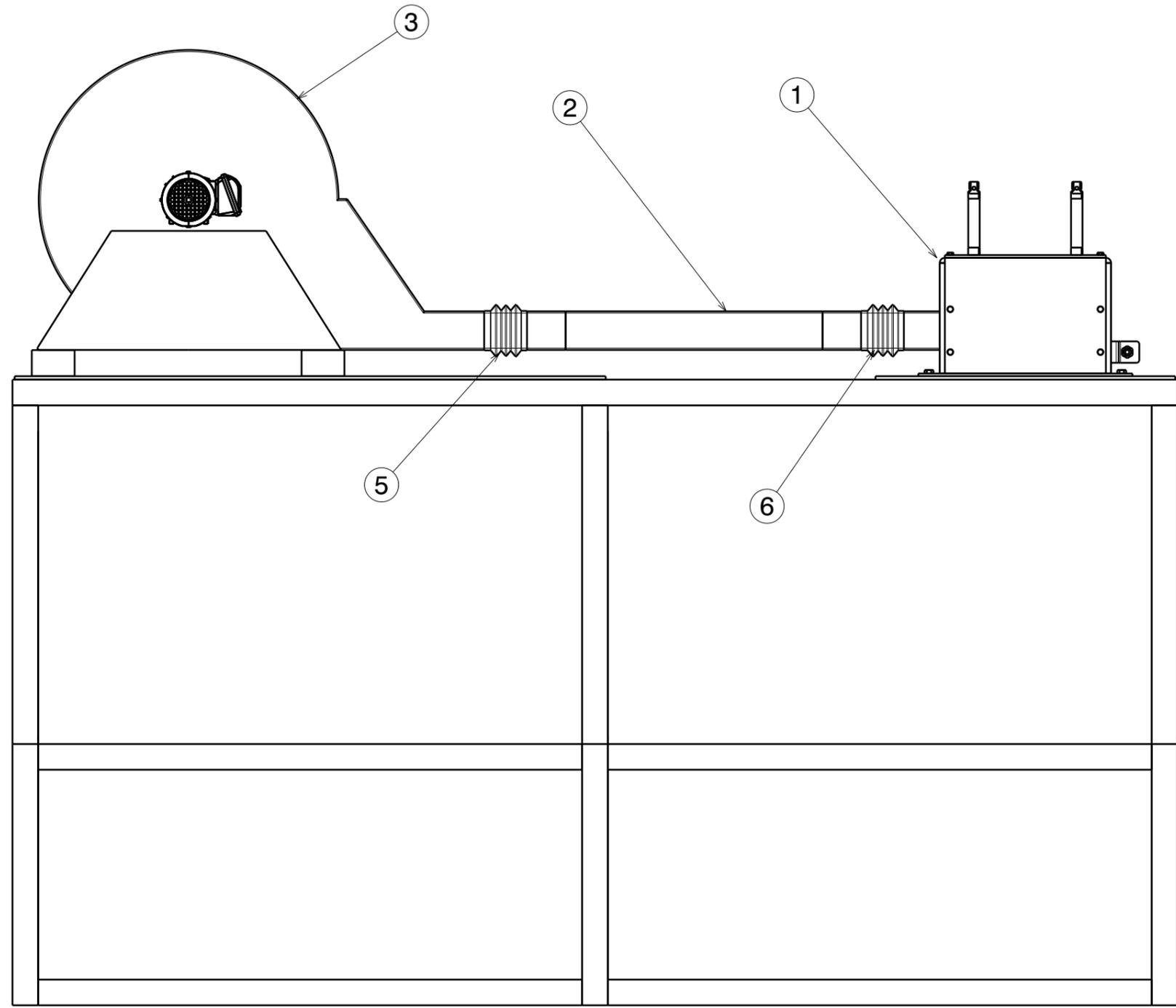
1

4

3

2

1



Isometric view
Scale: 1:30

ITEM	DENOM.	CANT
1	DIFUSOR DE FLUJO	1
2	ADAPTADOR DE FLUJO	1
3	VETILADOR CENTRIFUGO	1
4	PEDESTAL SOPLADOR	1
5	FUELLE 900x90	1
6	FUELLE 90x90	1

CONJUNTO SOPLADOR

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		Esc. 1:1	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Denominación: CONJUNTO SOPLADOR		Plano Nº: FD 17 07 03	
				Peso [kgf]	

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

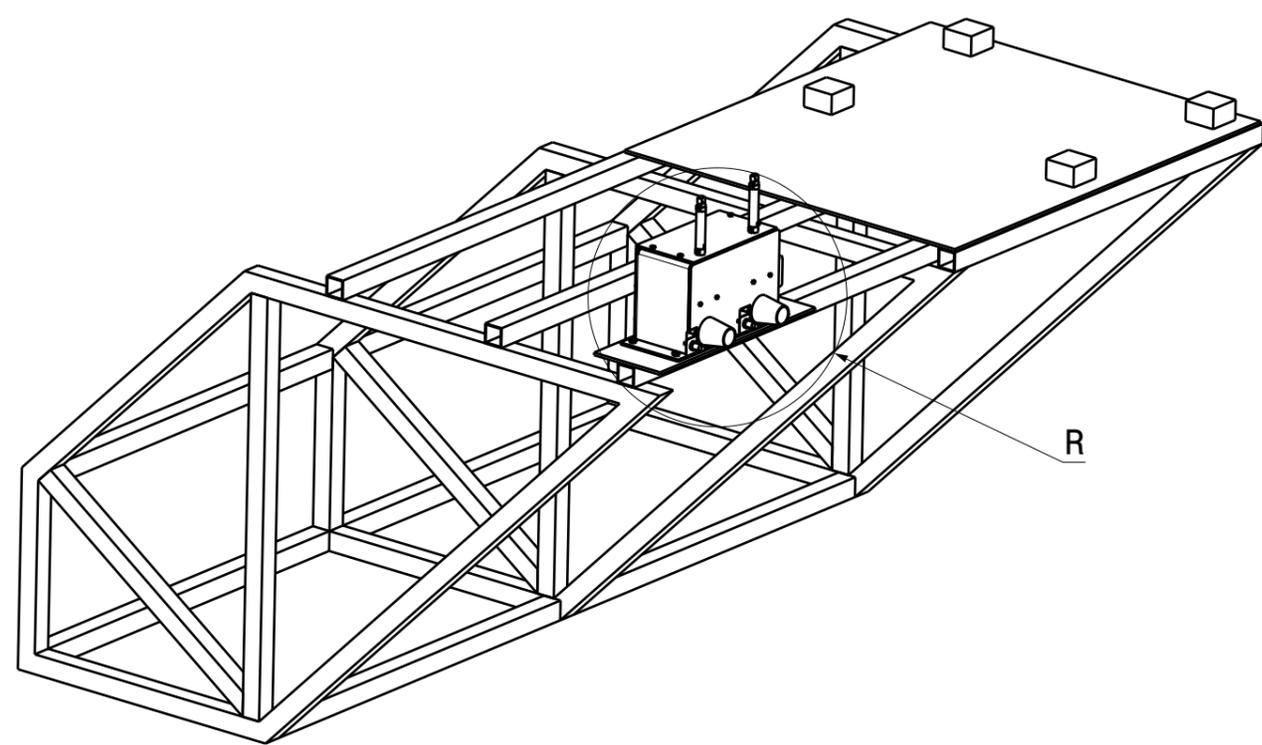
1

4

3

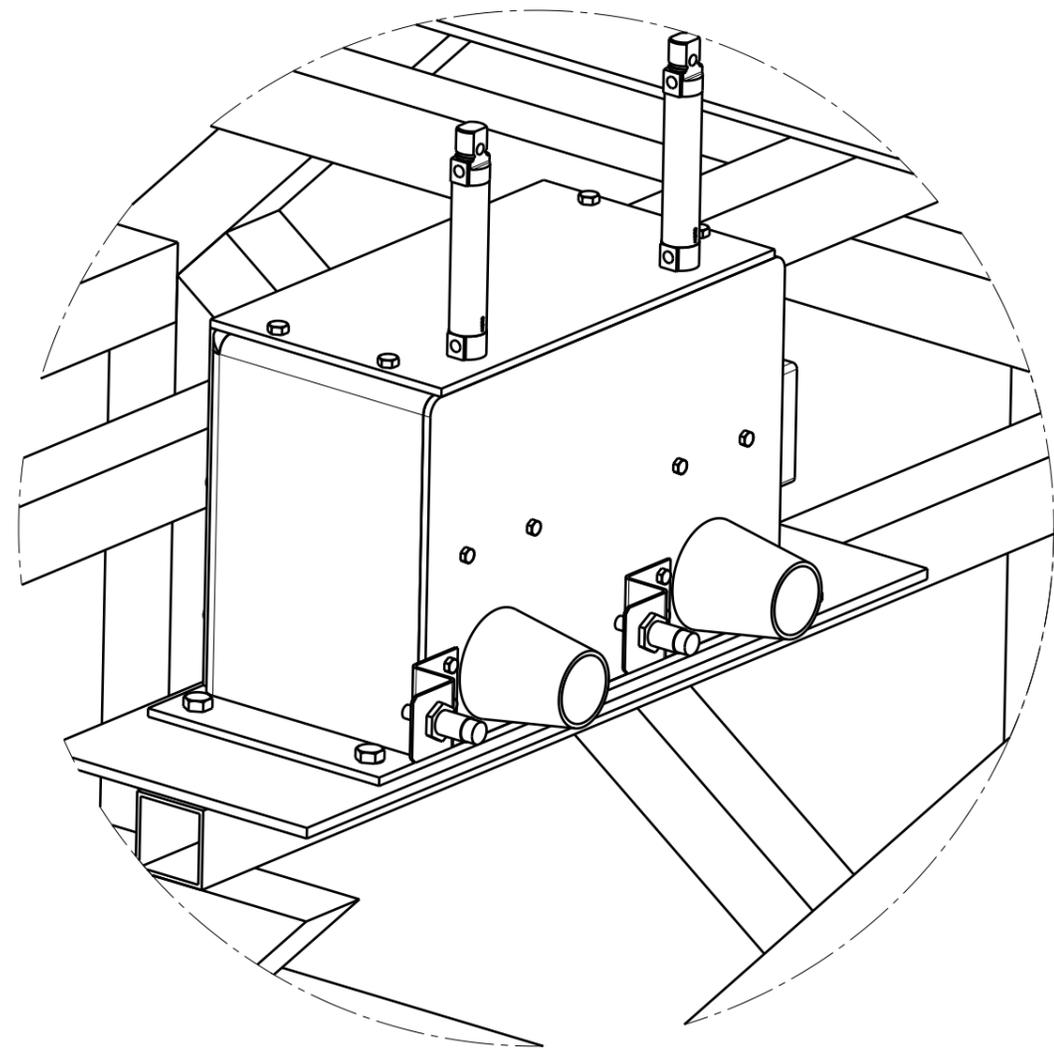
2

1



DIFUSOR DE FLUJO + PEDESTAL

R



Detail R
Scale: 1:5

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación DIFUSOR FLUJO + PEDESTAL	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material SEGUN BOM
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'	Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Plano Nº FD 17 07 04
								Peso [kgf]	

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

4

3

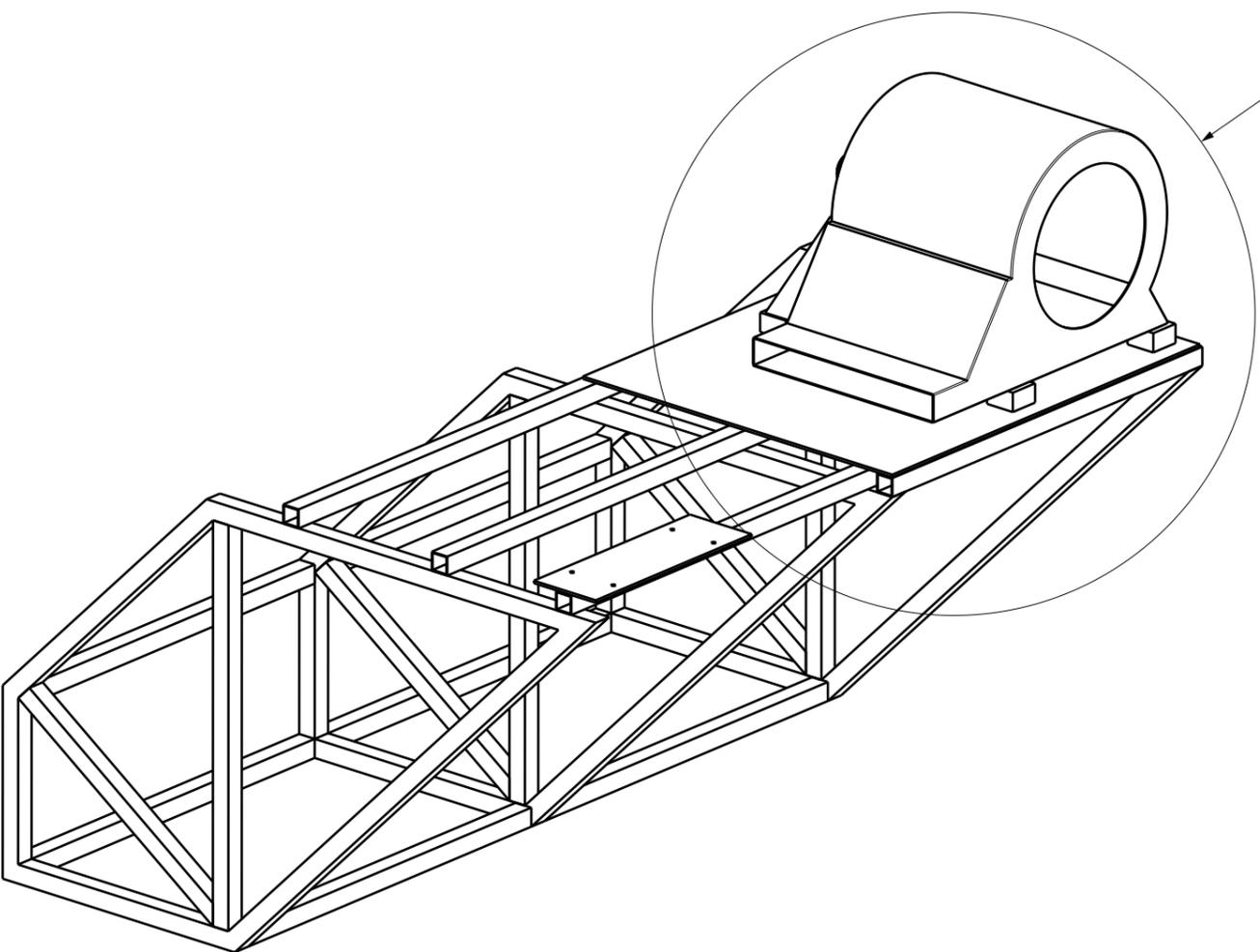
3

2

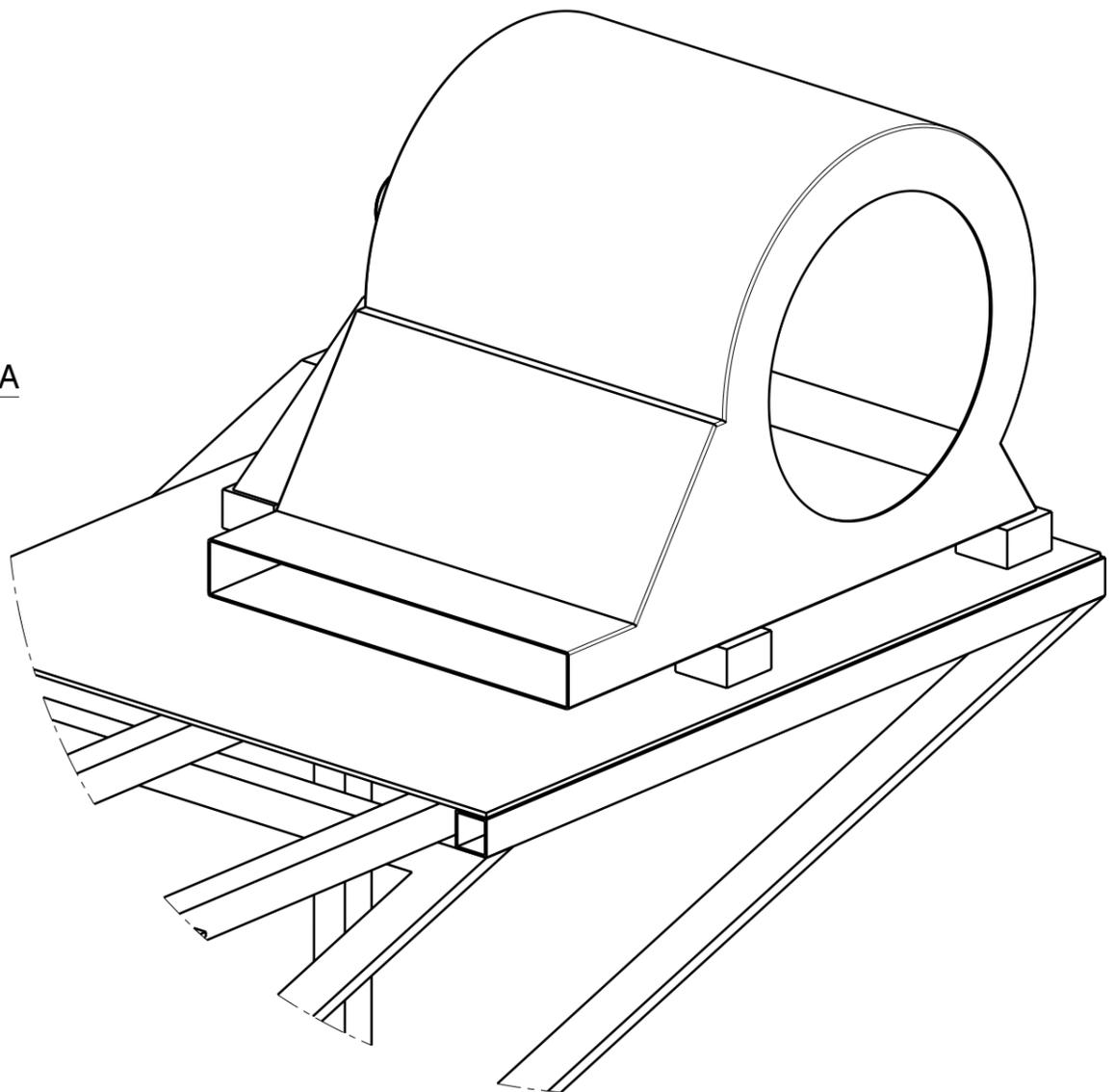
2

1

1



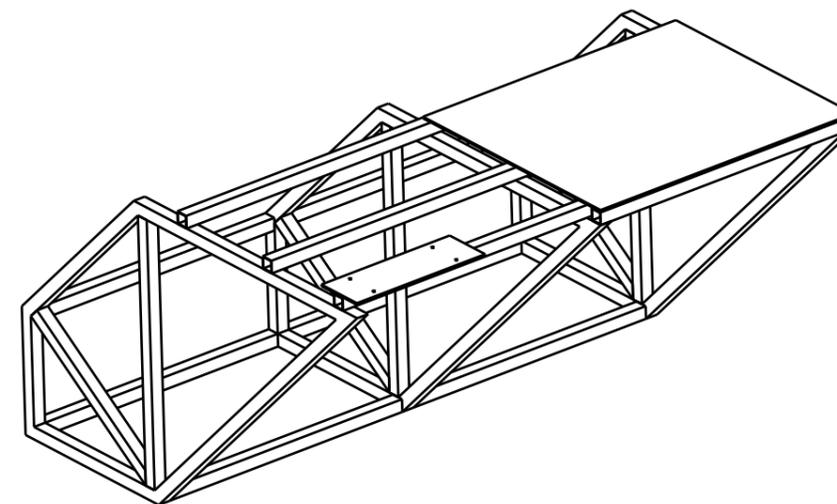
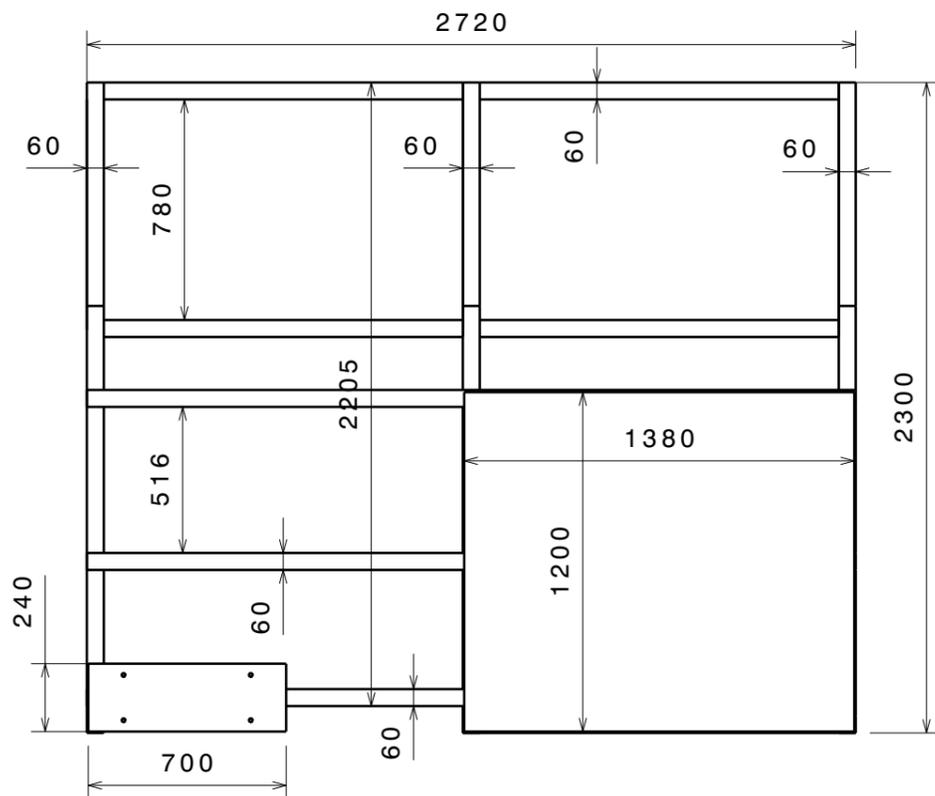
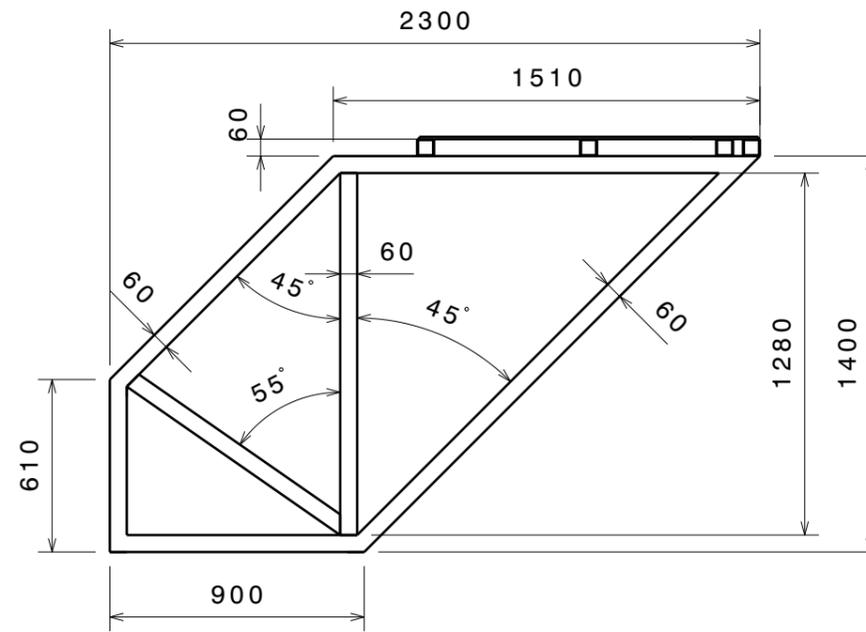
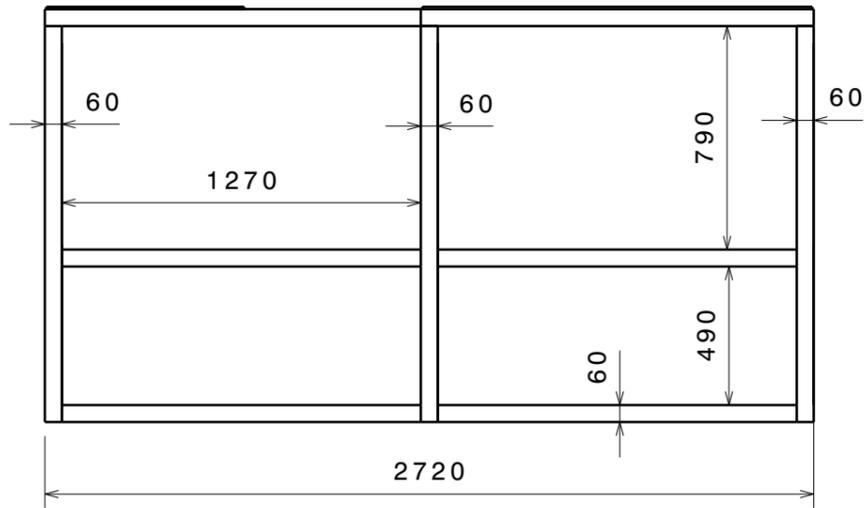
VENTILADOR + PEDESTAL



Detail A
Scale: 1:10

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		VENTILADOR + PEDESTAL	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
		Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
		Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx	
		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1	
				Material SEGUN BOM	
				Plano Nº FD 17 07 05	
				Peso [kgf]	

H G F E D C B A

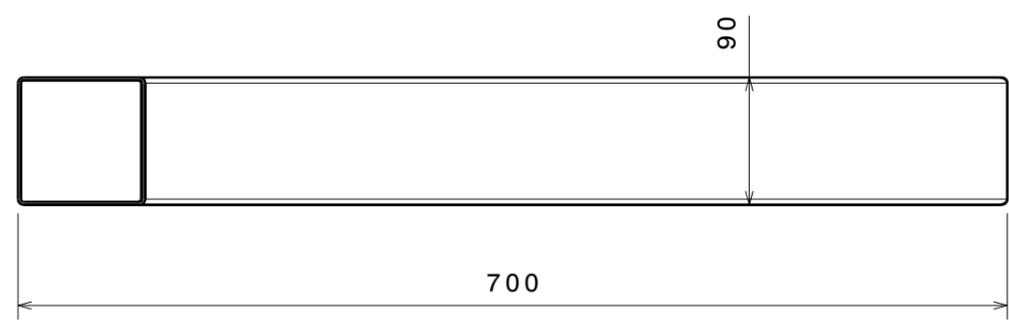
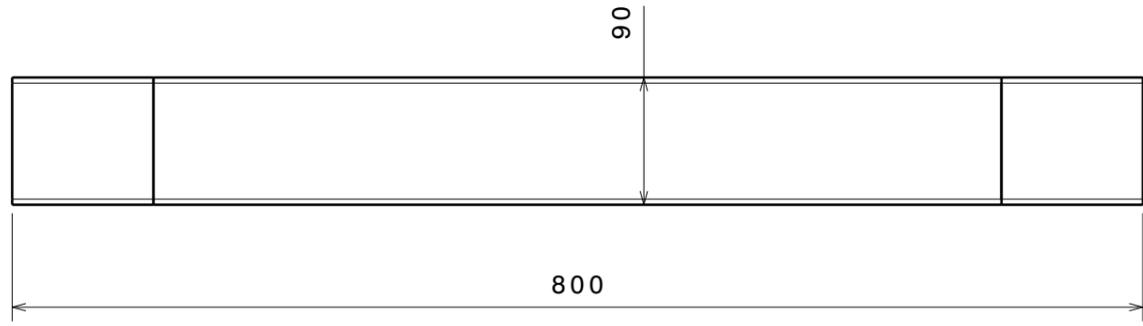


Isometric view
Scale: 1:30

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		DIFUSOR FLUJO - EXPLOSION	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Plano Nº: FD 17 07 06	
				Peso [kgf]	

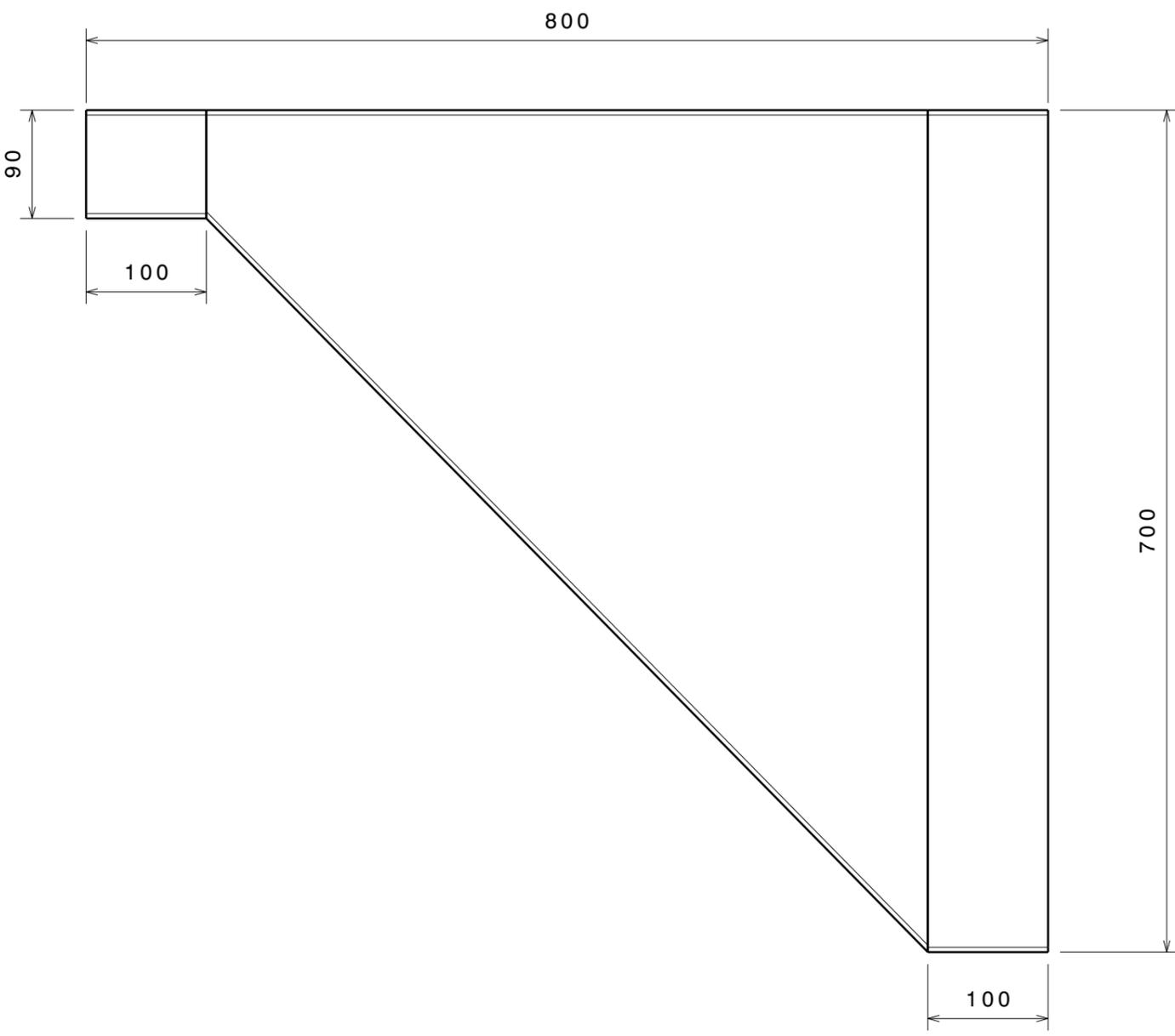
H G F E D C B A

4



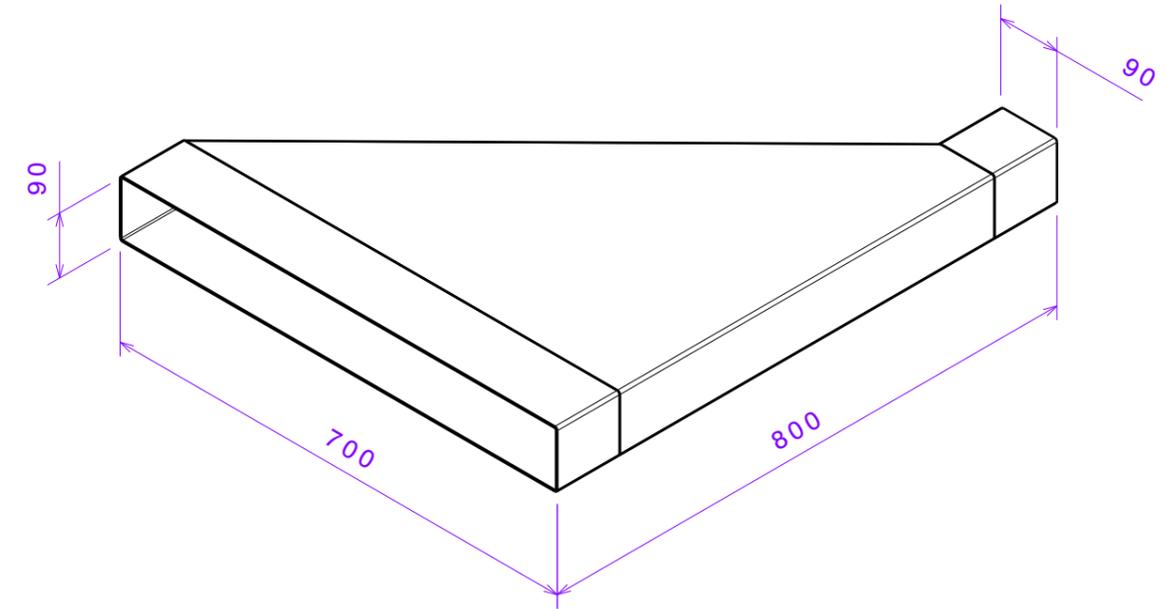
4

3



3

2



2

1

H G F E D C B A

ADAPTADOR DE FLUJO

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		Esc. 1:1	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Denominación: ADAPTADOR DE FLUJO		Plano Nº: FD 17 07 07	
				Peso [kgf]	

1

H G F E D C B A

4

3

2

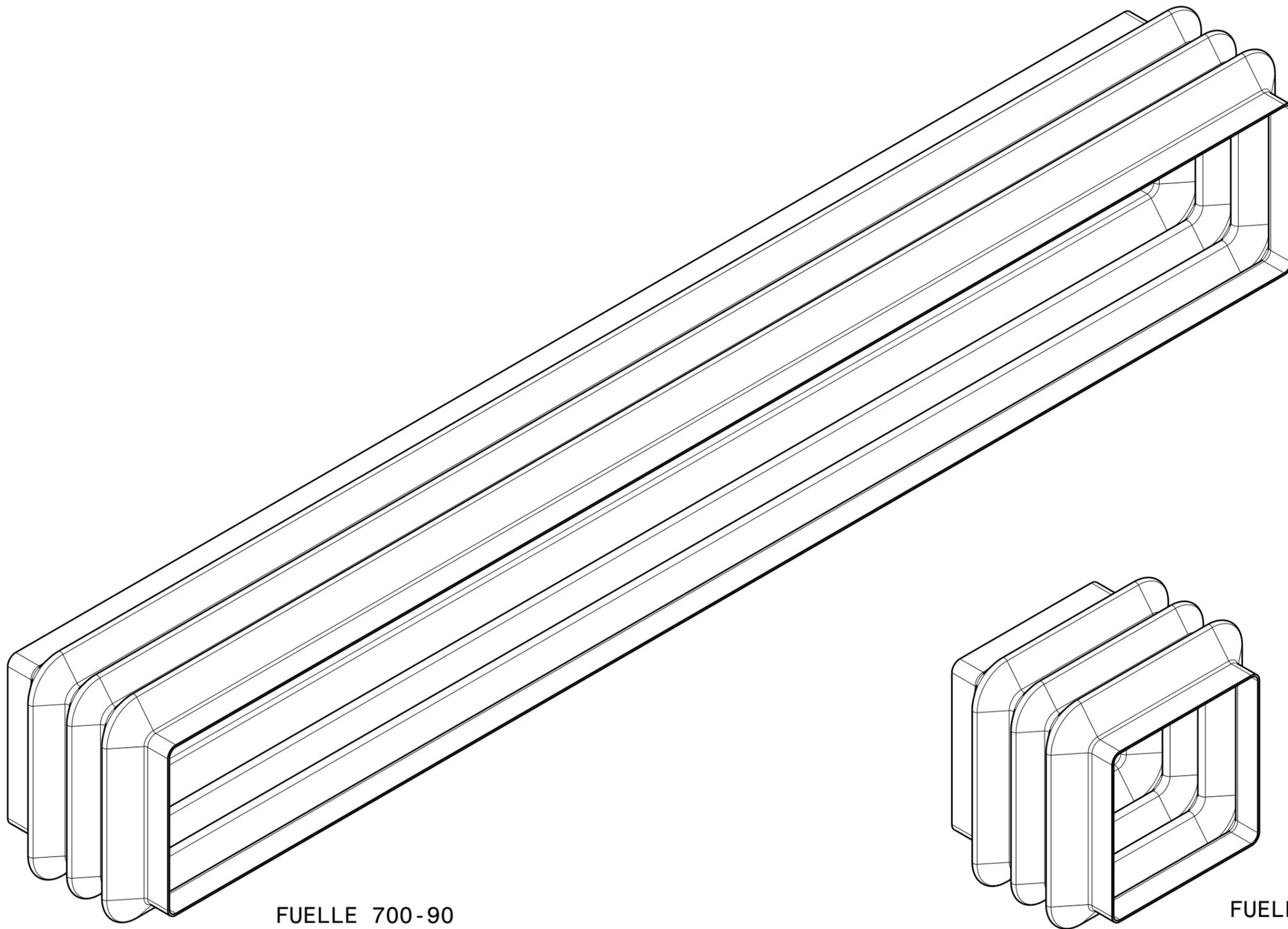
1

4

3

2

1

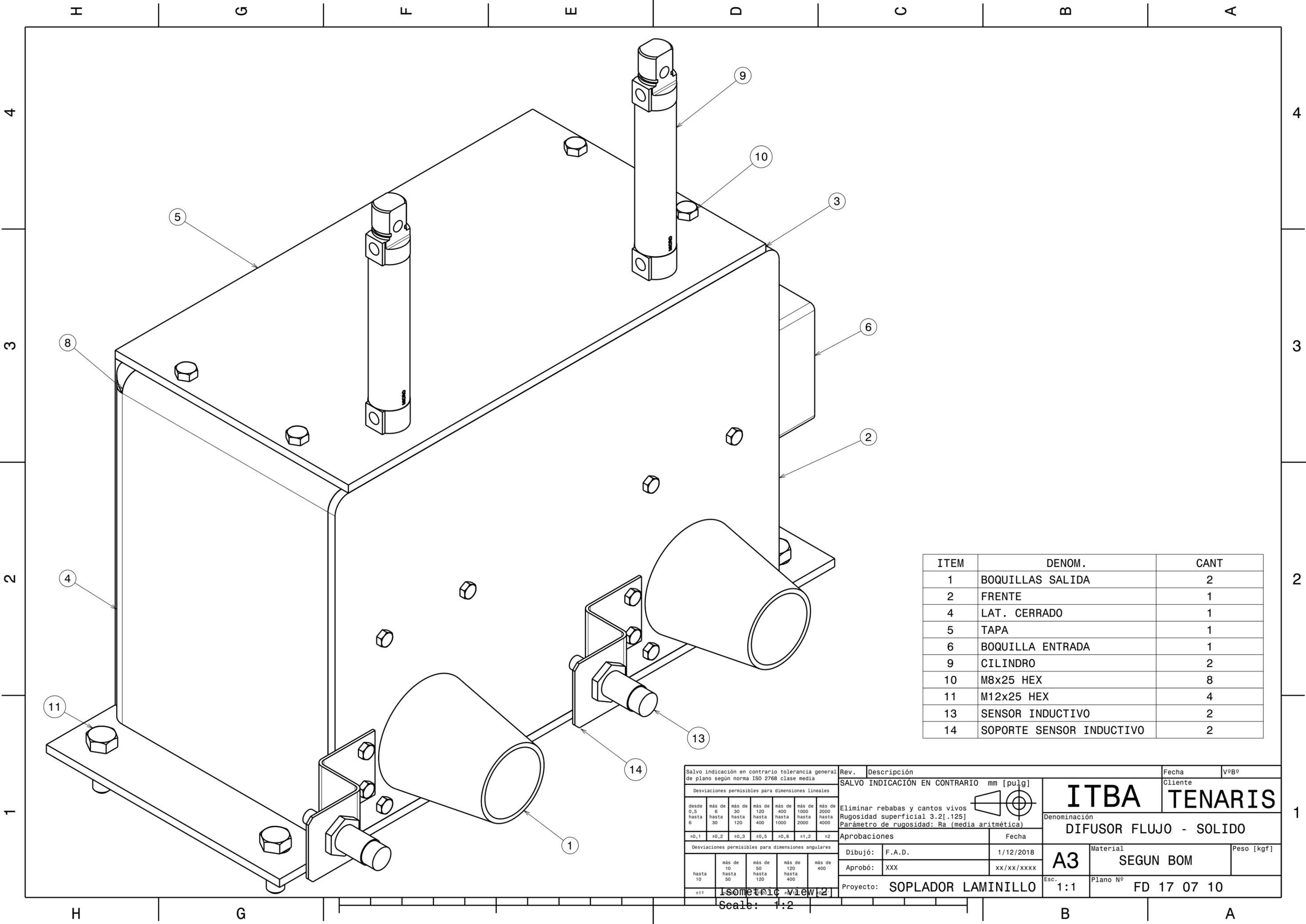


FUELLE 700-90

FUELLE 90-90

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media							Rev.	Descripción	Fecha	VºBº	
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales							SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA		TENARIS
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000			Cliente		
							Eliminar rebabas y cantos vivos		FUELLES		
							Rugosidad superficial 3.2[.125]		Material		Peso [kgf]
							Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		SEGUN BOM		
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares							Aprobaciones		Fecha		
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Dibujó: F.A.D.		1/12/2018		
							Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		A3
							Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Plano Nº FD 17 07 08
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400							
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'							

H G F E D C B A



ITEM	DENOM.	CANT
1	BOQUILLAS SALIDA	2
2	FRENTE	1
4	LAT. CERRADO	1
5	TAPA	1
6	BOQUILLA ENTRADA	1
9	CILINDRO	2
10	M8x25 HEX	8
11	M12x25 HEX	4
13	SENSOR INDUCTIVO	2
14	SOPORTE SENSOR INDUCTIVO	2

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	1/12/2018	
±1°	±1°	±1°	±1°	xx/xx/xxxx	
Aprobaciones		Rugosidad superficial 3.2[.125]		Aprobó: XXX	
Dibujó: F.A.D.		Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO	
Esc. 1:1		Material		Plano Nº	
Esc. 1:1		SEGUN BOM		FD 17 07 10	
Esc. 1:1		Peso [kgf]			

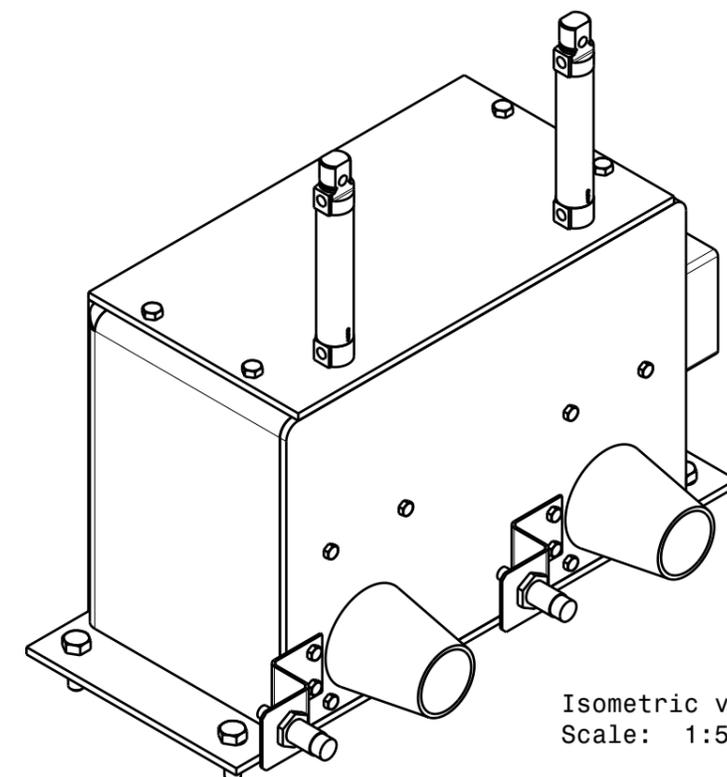
Scale: 1:2

ITBA TENARIS

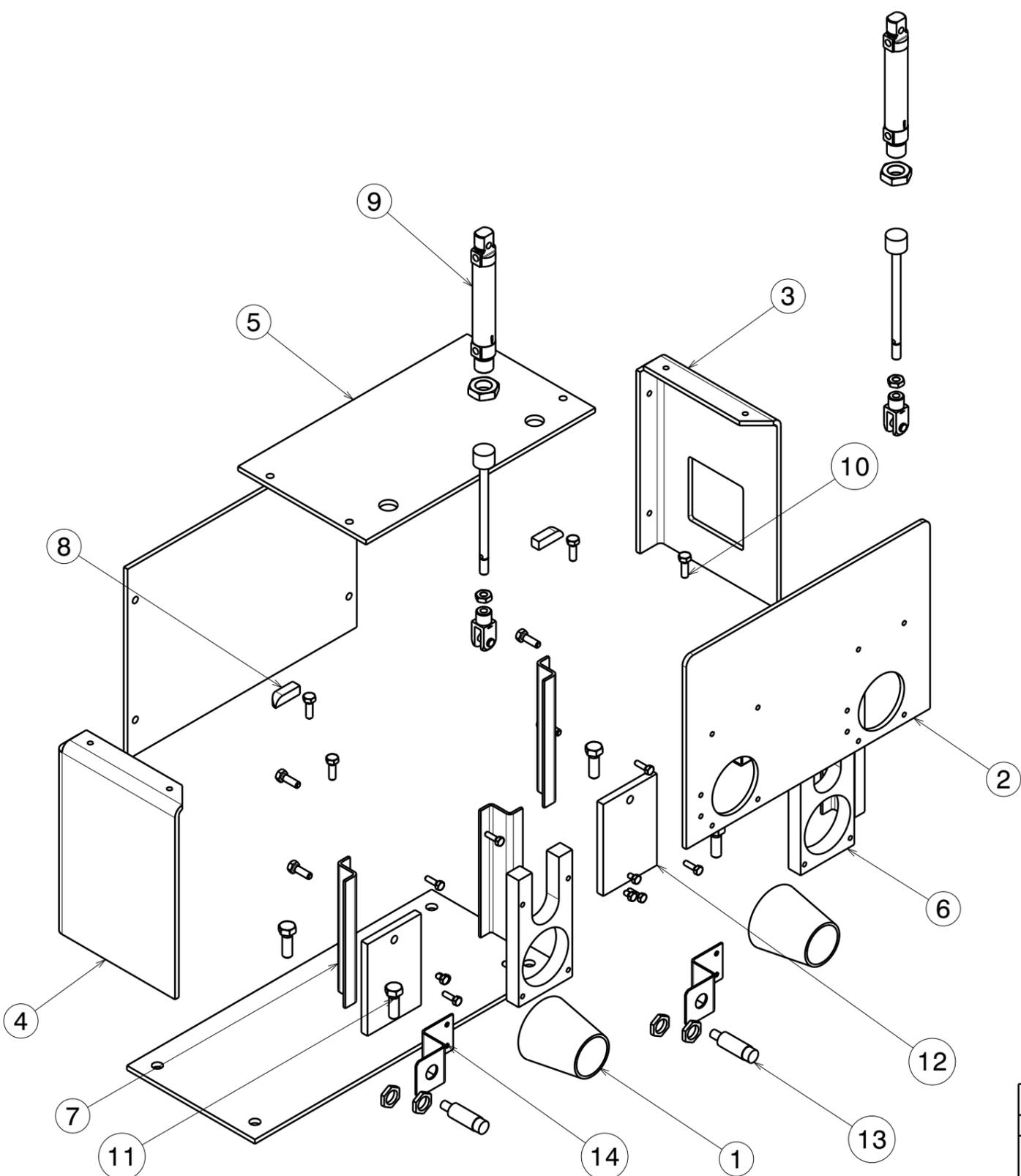
DIFUSOR FLUJO - SOLIDO

A3

1:1



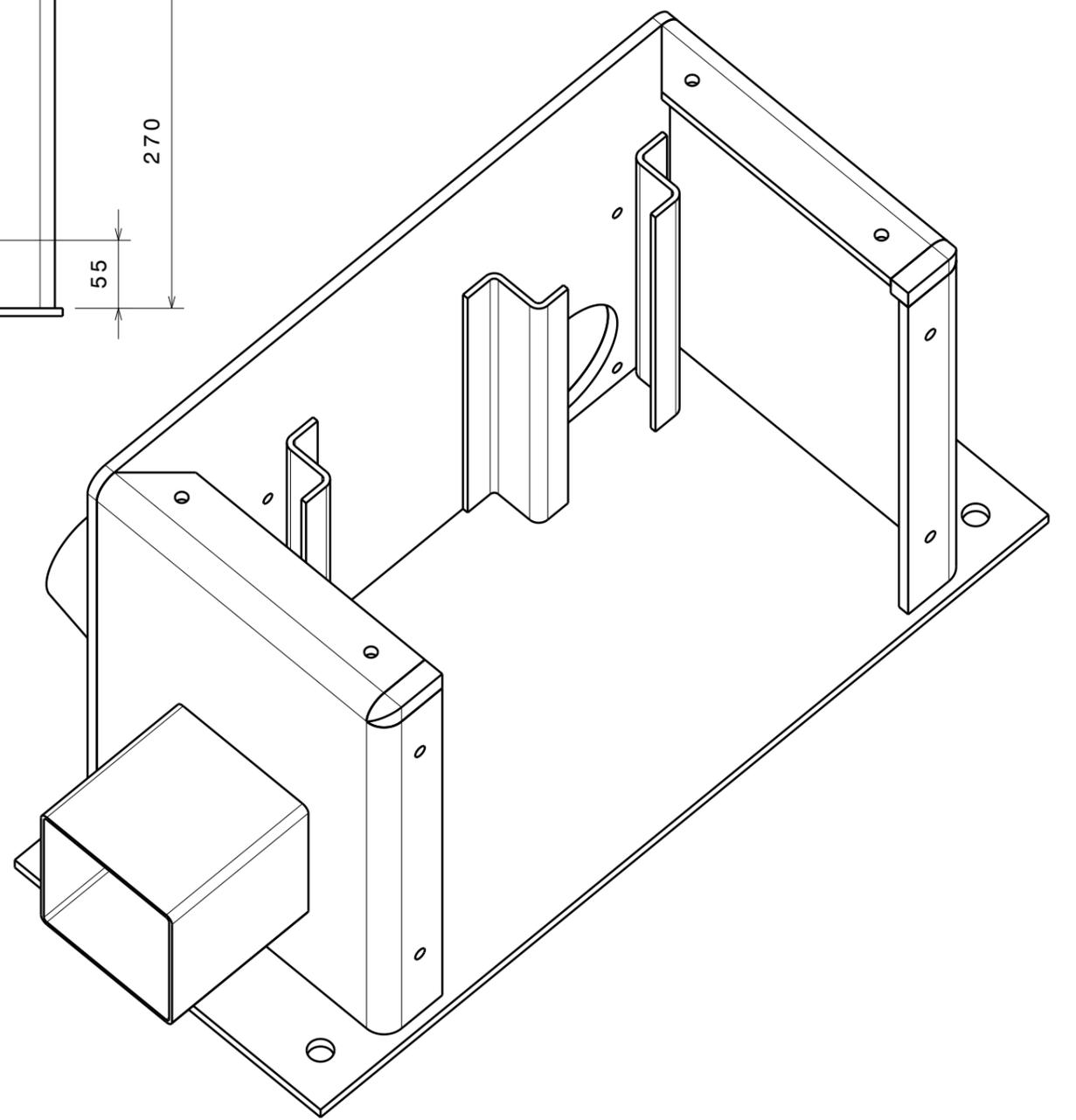
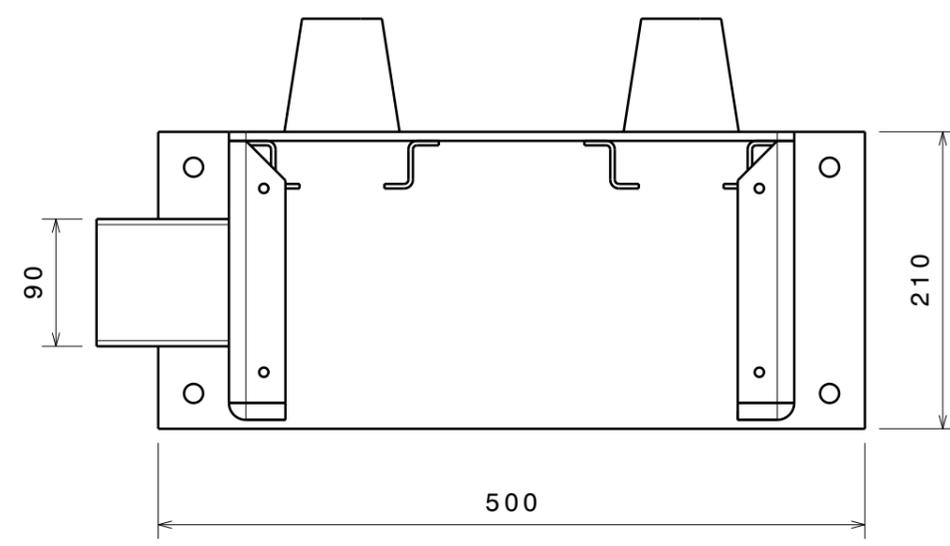
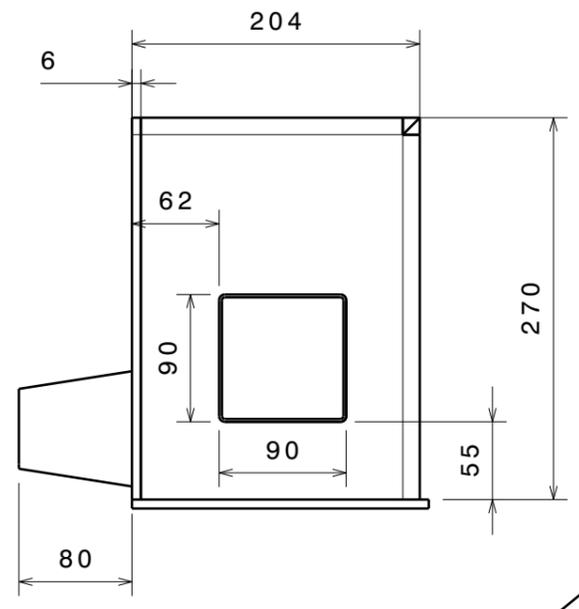
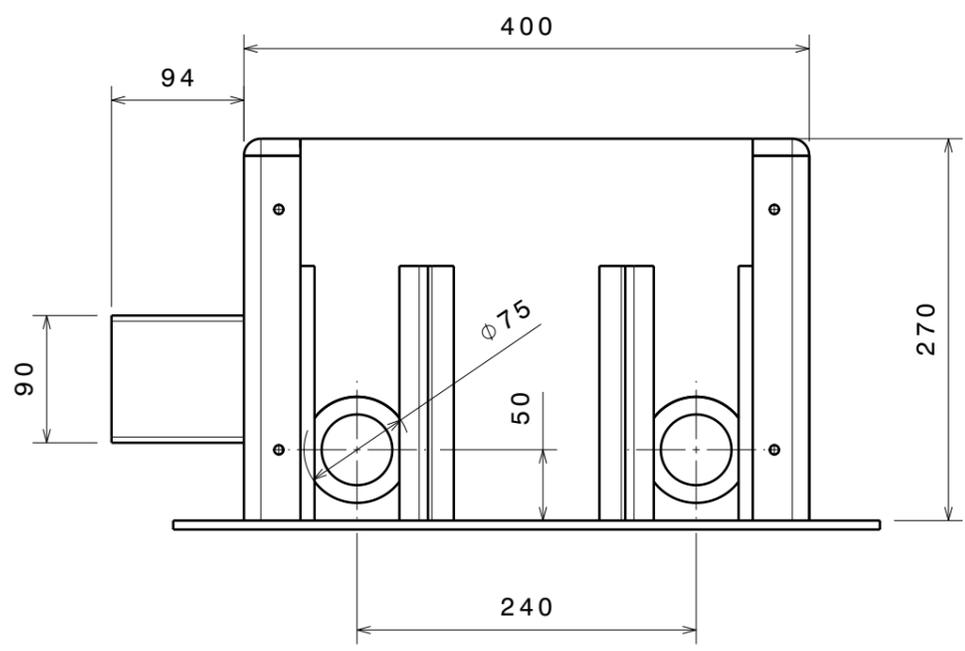
Isometric view
Scale: 1:5



Isometric view
Scale: 1:6

ITEM	DENOM.	CANT
1	BOQUILLAS SALIDA	2
2	FRENTE	1
3	LAT. ABIERTO	1
4	LAT. CERRADO	1
5	TAPA	1
6	BOQUILLA ENTRADA	1
7	GUIA ESCLUSA	4
8	BRIDA ARMADO	4
9	CILINDRO	2
10	M8x25 HEX	8
11	M12x25 HEX	4
12	ESCLUSA	2
13	SENSOR INDUCTIVO	2
14	SOPORTE SENSOR INDUCTIVO	2

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		1/12/2018		Fecha	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		A3	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Material SEGUN BOM	
				Plano Nº FD 17 07 11	



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	1/12/2018	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	xx/xx/xxxx	
Rugosidad superficial 3.2[.125]		Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación	
Aprobaciones		Aprobó: XXX		ITBA TENARIS	
Dibujó: F.A.D.		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		DF - ENSAMBLE RIGIDO	
Esc. 1:1		Plano Nº FD 17 07 12		Material	
A3		SEGUN BOM		Peso [kgf]	

Isometric view

Scale: 1:3

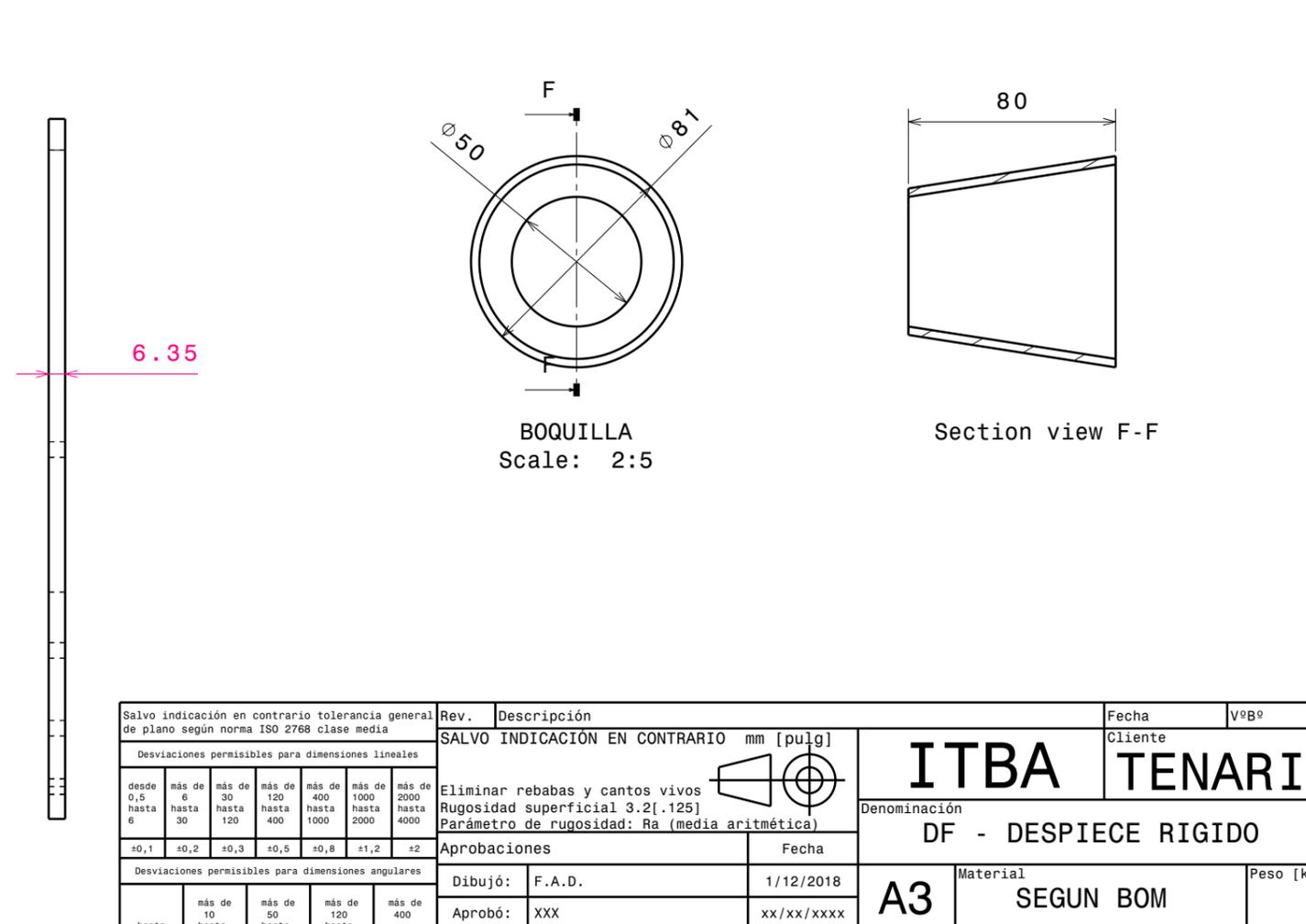
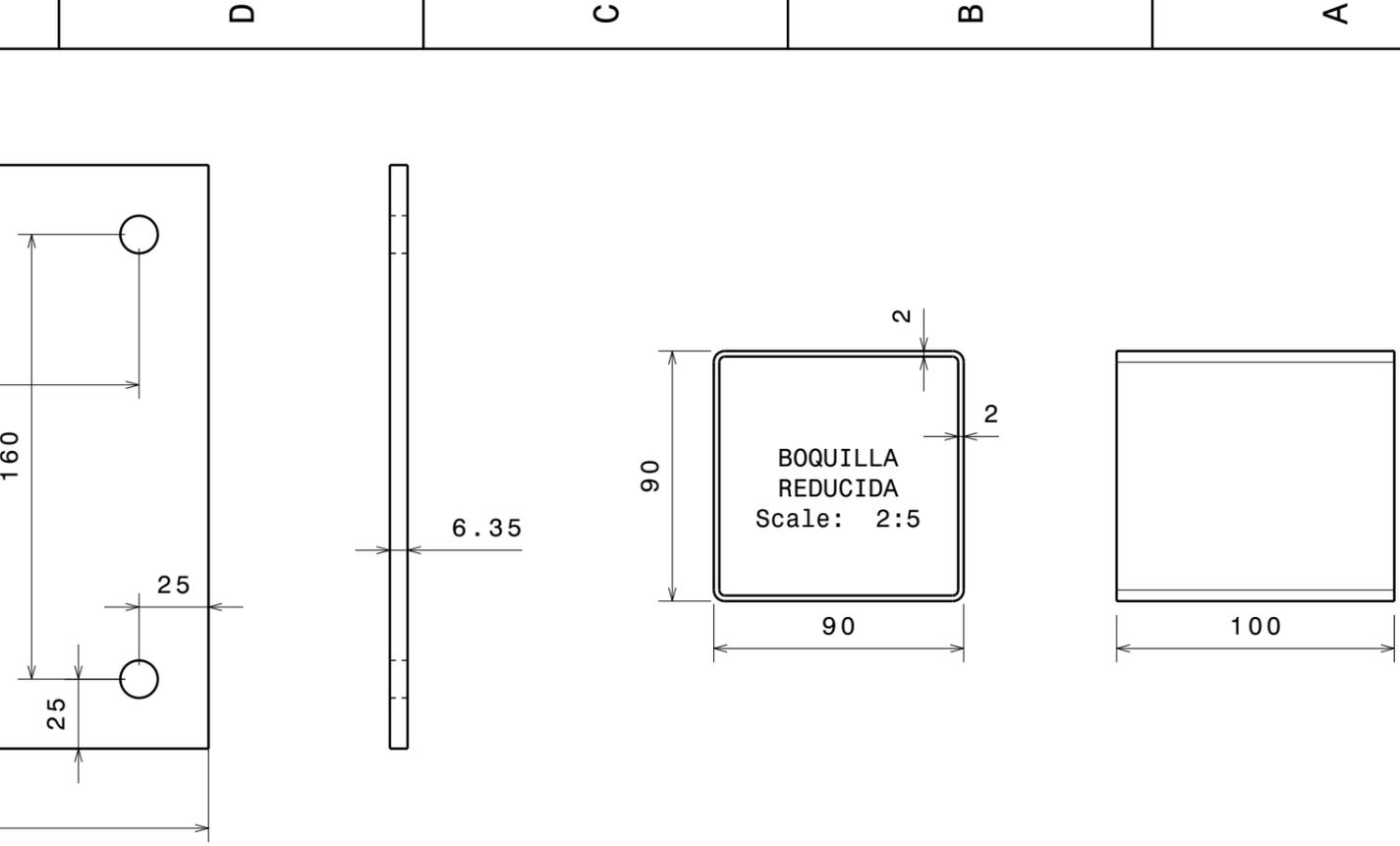
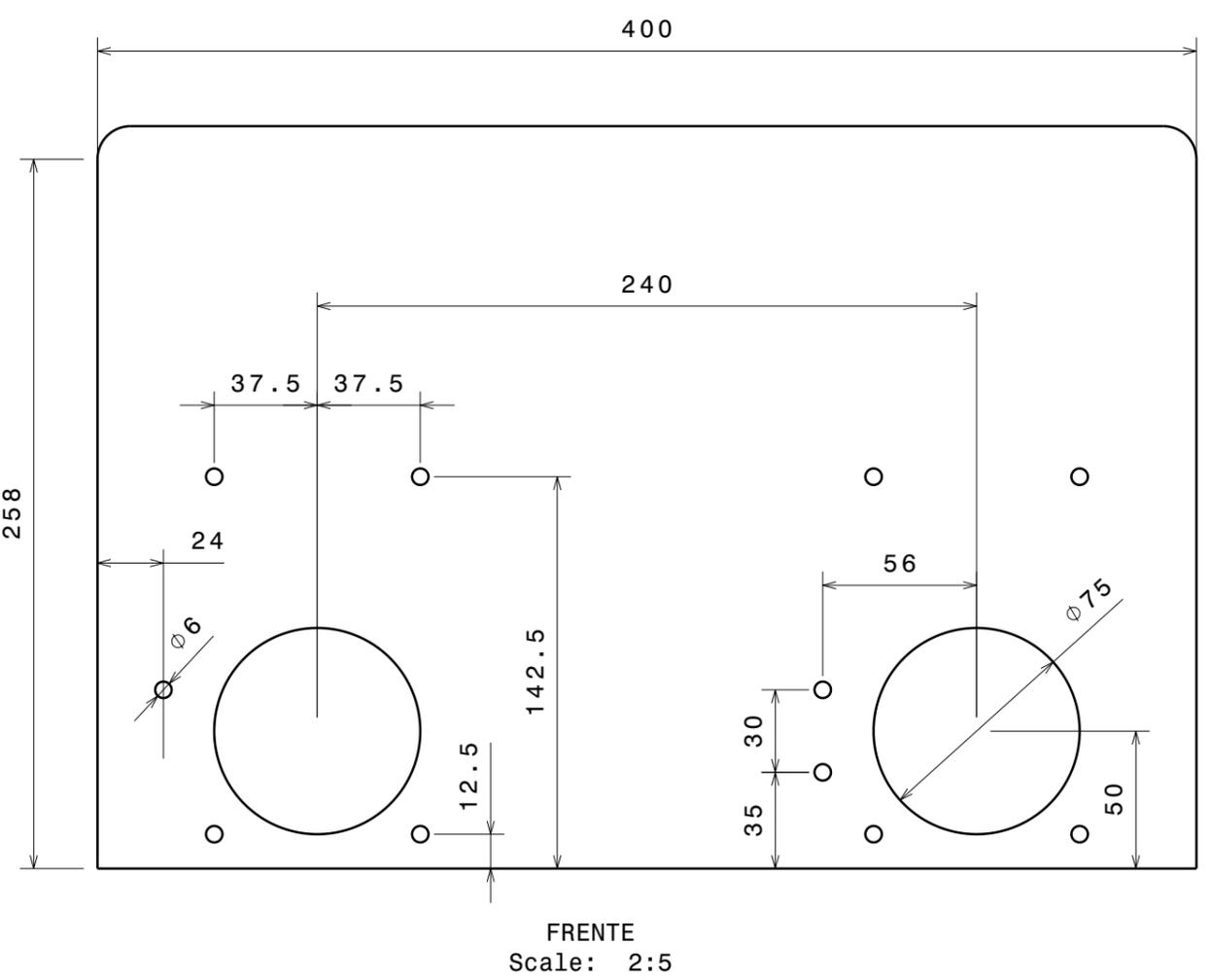
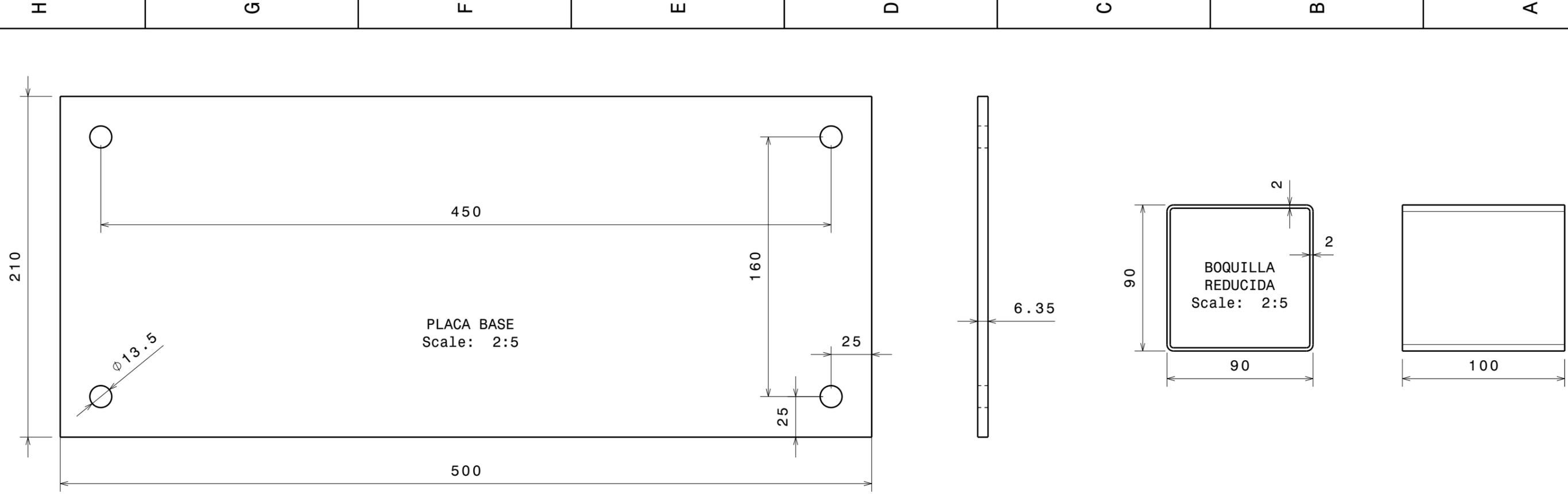


ITBA TENARIS

DF - ENSAMBLE RIGIDO

A3 SEGUN BOM

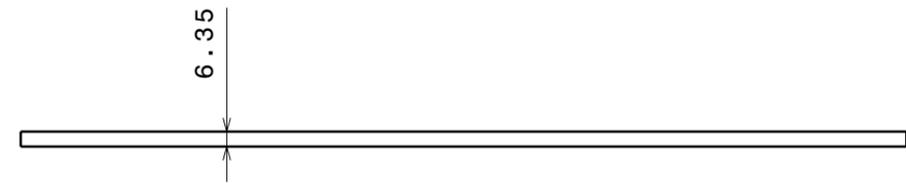
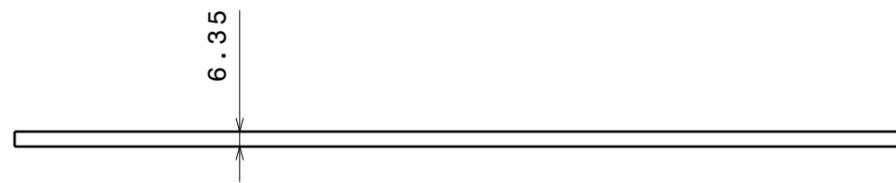
Plano Nº FD 17 07 12



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		Denominación: DF - DESPIECE RIGIDO	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Plano Nº: FD 17 07 13	

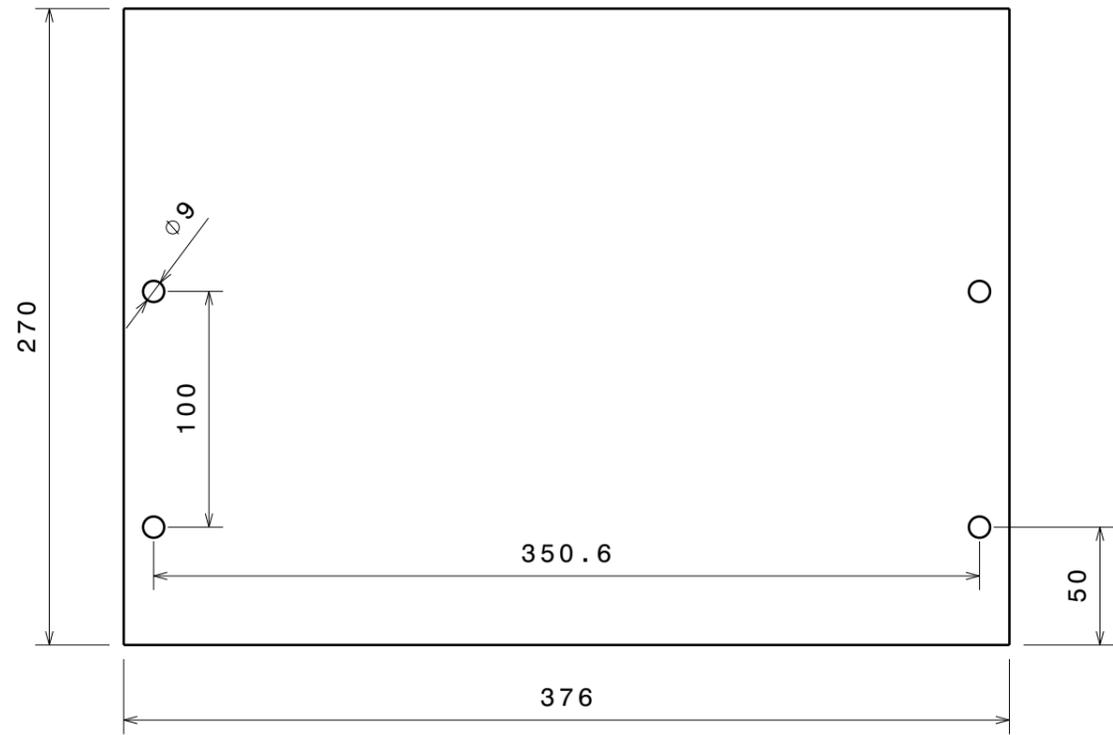
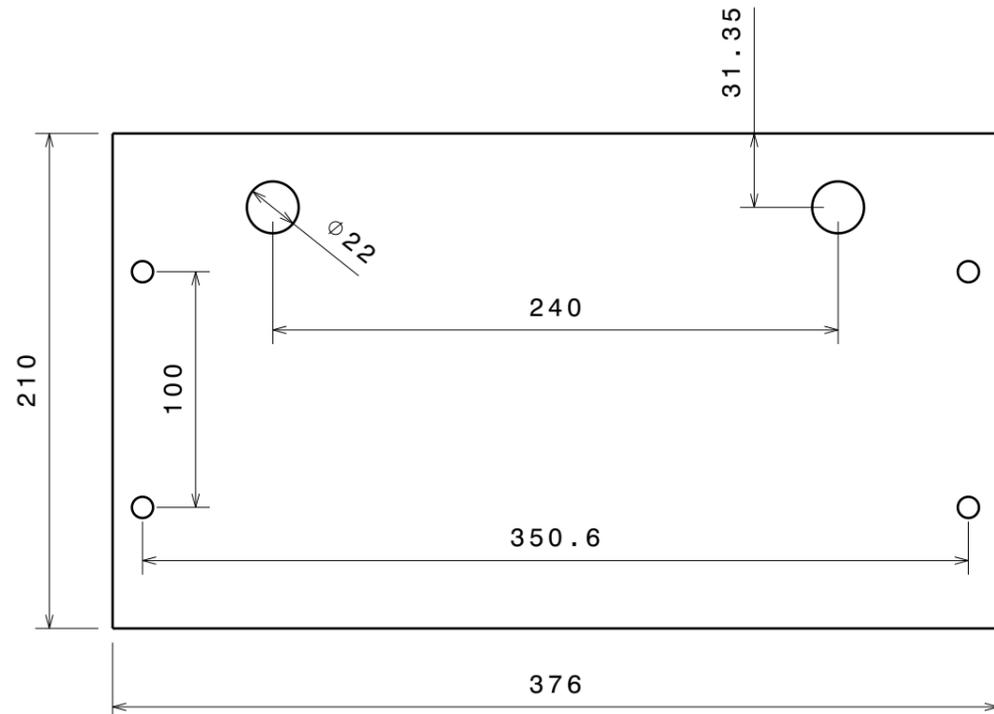
H G F E D C B A

4



4

3



3

2

TAPA SUPERIOR

TAPA TRASERA

2

1

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		DF - DESPIECE DESMONTABLE	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
Dibujó: F.A.D.		Aprobó: XXX		1/12/2018	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Material: SEGUN BOM	
				Plano Nº: FD 17 07 14	
				Peso [kgf]	

1

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

3

2

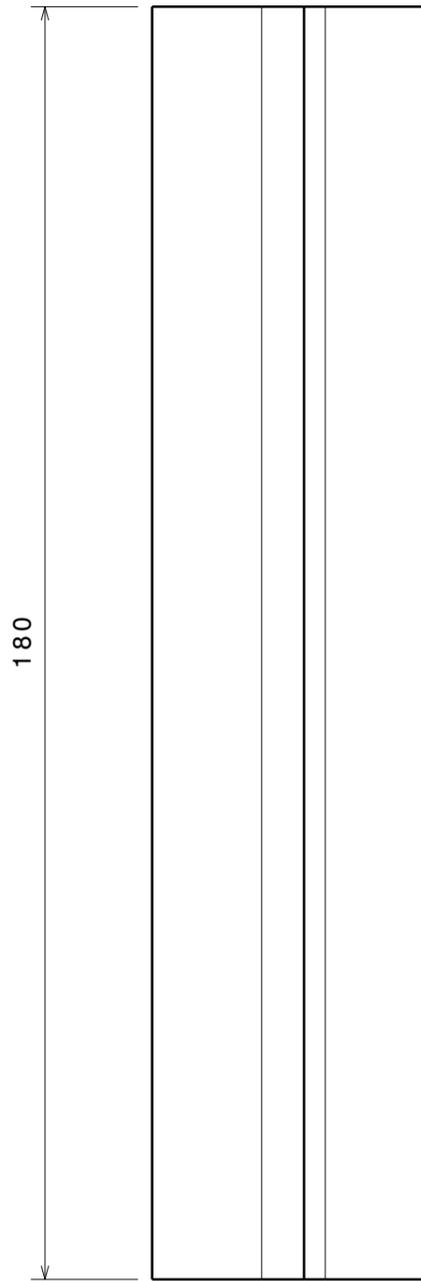
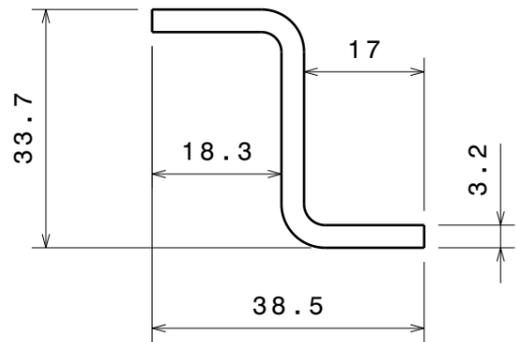
1

4

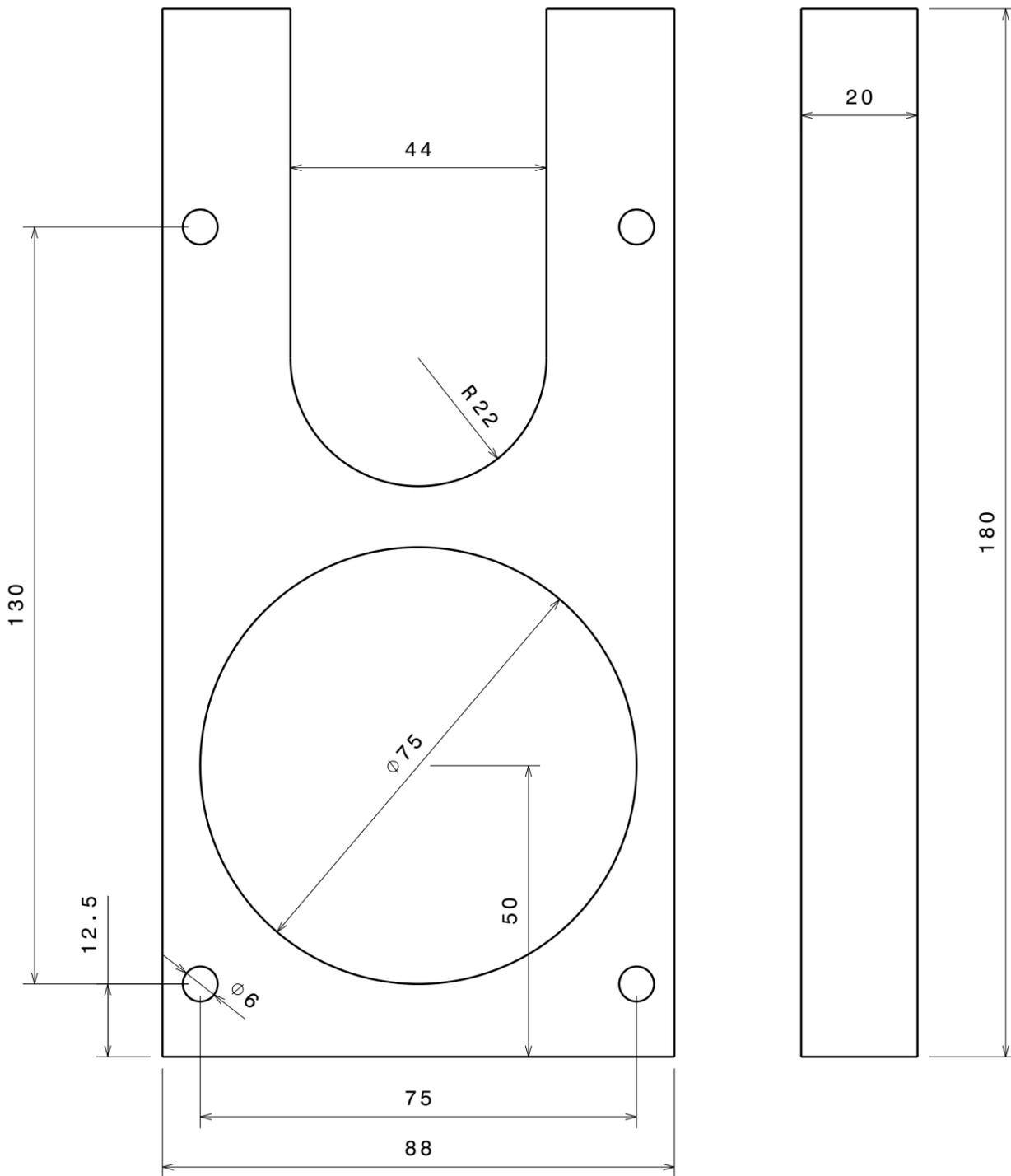
3

2

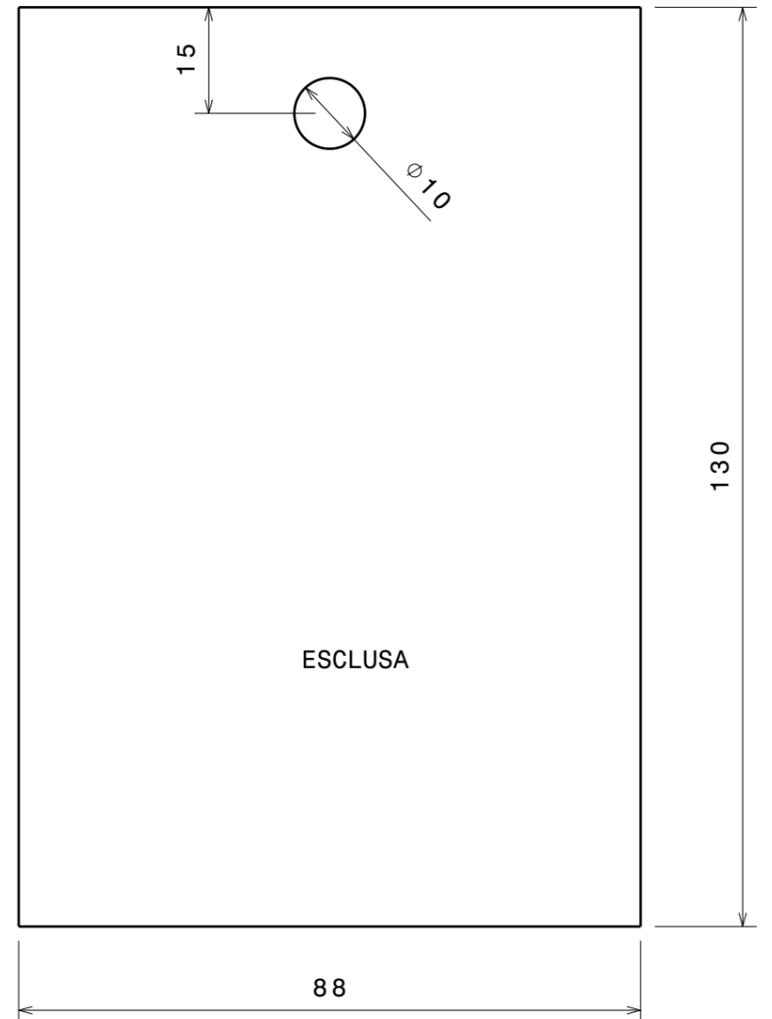
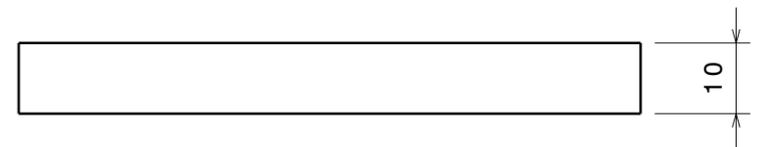
1



GUIA ESCLUSA



SUPLEMENTO ESCLUSA



ESCLUSA

ITEM	DENOM.	CANT
1	CUERPO	1
2	APM FRETE	1
3	APM ESCLUSA	1
4	REMACHE	4

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	1/12/2018	
+1º		+0º30'		xx/xx/xxxx	
		Rugosidad superficial 3.2[.125]		A3	
		Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Material	
		Aprobaciones		SEGUN BOM	
		Dibujó: F.A.D.		Peso [kgf]	
		Aprobó: XXX		Esc. 1:1	
		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano Nº FD 17 07 15	

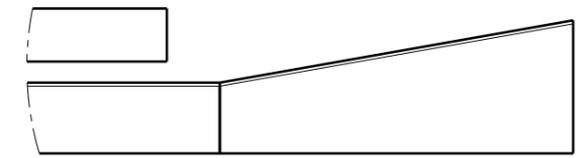
H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

4

AB



Detail G
Scale: 1:20

AC

I

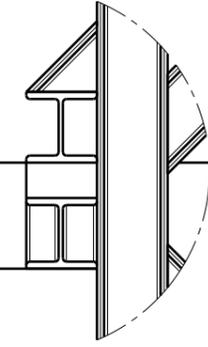
H

G

Front View
Scale: 1:40

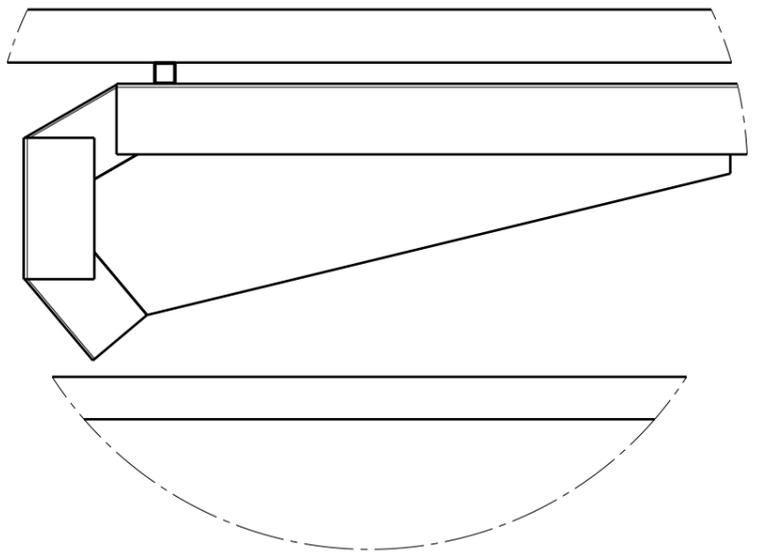
Detail H
Scale: 1:20

Detail AB
Scale: 1:10



Detail AC
Scale: 1:10

ITEM	DENOM.	MATERIAL	CANT
1	ENCAUSADOR	CH PL 2MM	1
2	COLECTOR PRINCIPAL	CH PL 2MM	1
3	CAJON LATERAL	CH PL 2MM	2
4	CAJON POSTERIOR	CH PL 2MM	1
5	COLUMNA SOPORTE	IPN20	2
6	BLOQUEO POSTERIOR	CC 60-60-4.8	2
7	SOPORTE TENSOR POSTERIOR	PL 100-8	1
8	TENSOR	RE DIA 20	1
9	CUERPO SOPORTE	CR 200-100-4.8	1
10	DISTANCIADORES	CC 60-60-4.8	5
11	SOPORTE TENSOR ANTERIOR	PL 100-8	1



Detail I
Scale: 1:20

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		Esc. 1:1	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano Nº: FD 17 07 17		Peso [kgf]	

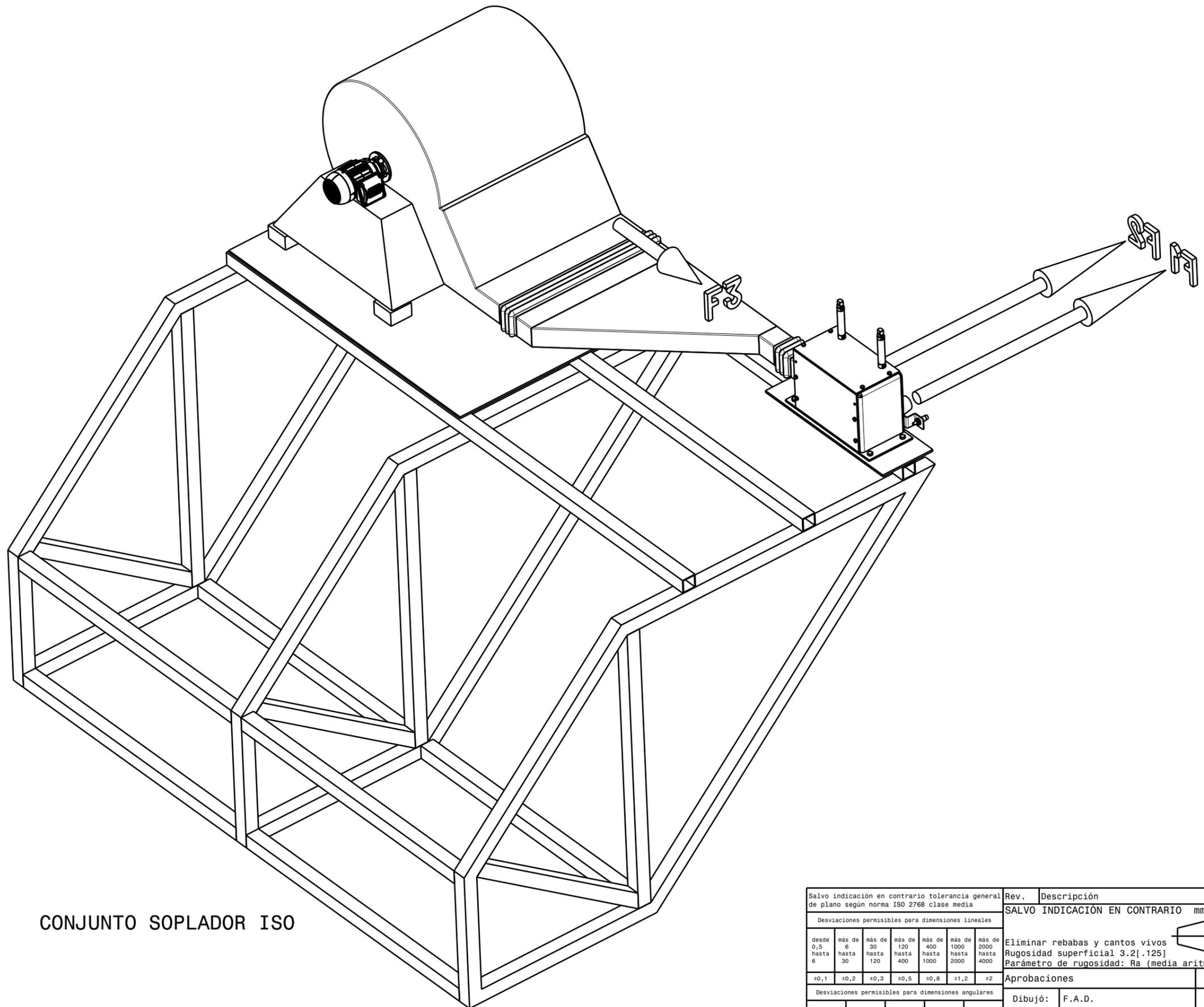
H G F E D C B A

2

2

1

1



CONJUNTO SOPLADOR ISO

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		CONJUNTO SOPLADOR - ISO	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
Dibujó: F.A.D.		Aprobó: XXX		1/12/2018	
Esc. 1:1		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Material: SEGUN BOM	
Plano Nº: FD 17 07 18		Peso [kgf]			

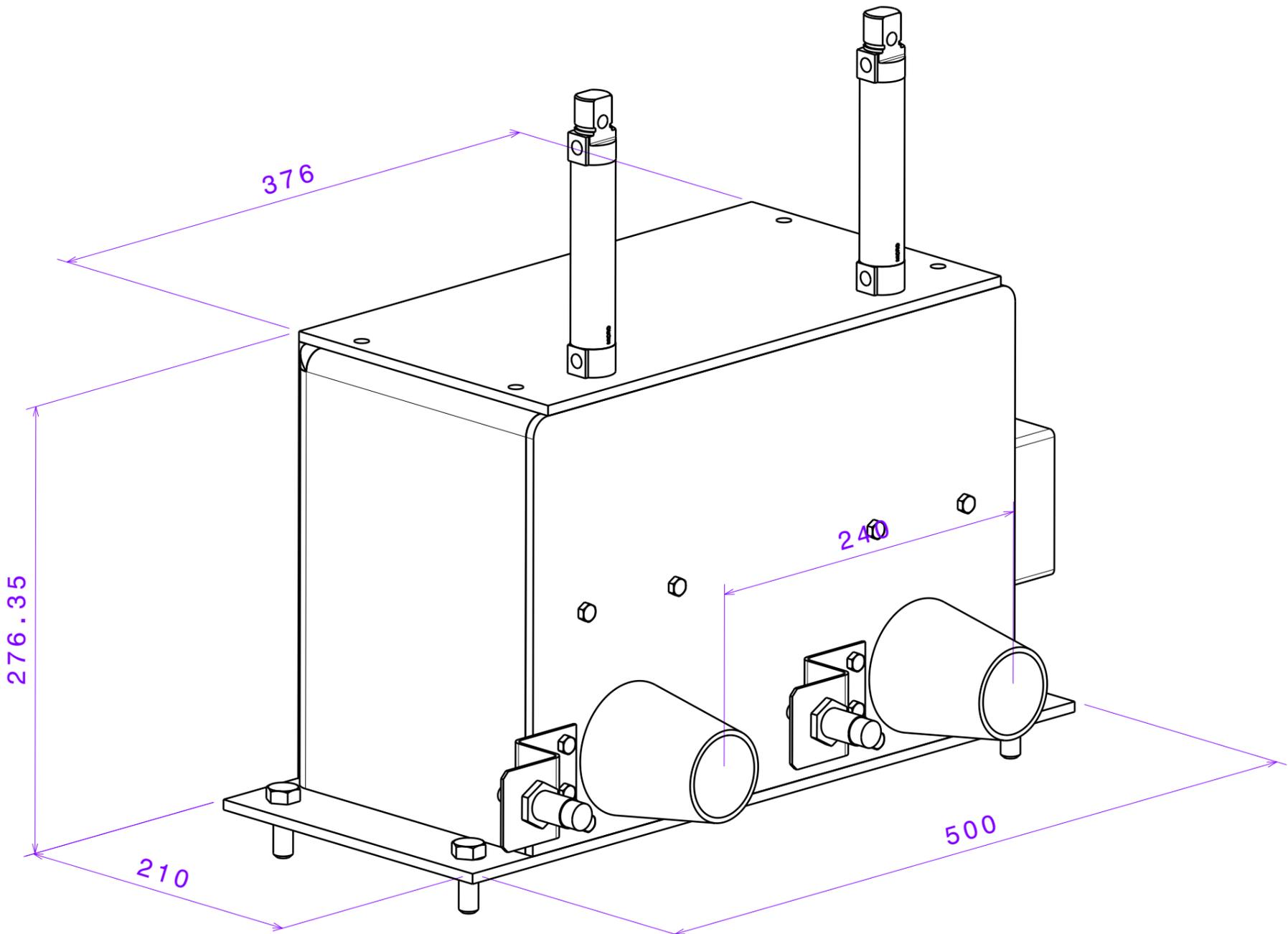
H G F E D C B A

4

3

2

1



4

3

2

1

H G F E D C B A

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±1º	±0º30'	±0º20'	±0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		Esc. 1:1	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano Nº: FD 17 07 19		Peso [kgf]	

ITBA TENARIS
 Denominación: **DF ISO + COTAS**
A3
 Plano Nº: **FD 17 07 19**

H G F E D C B A

4

4

3

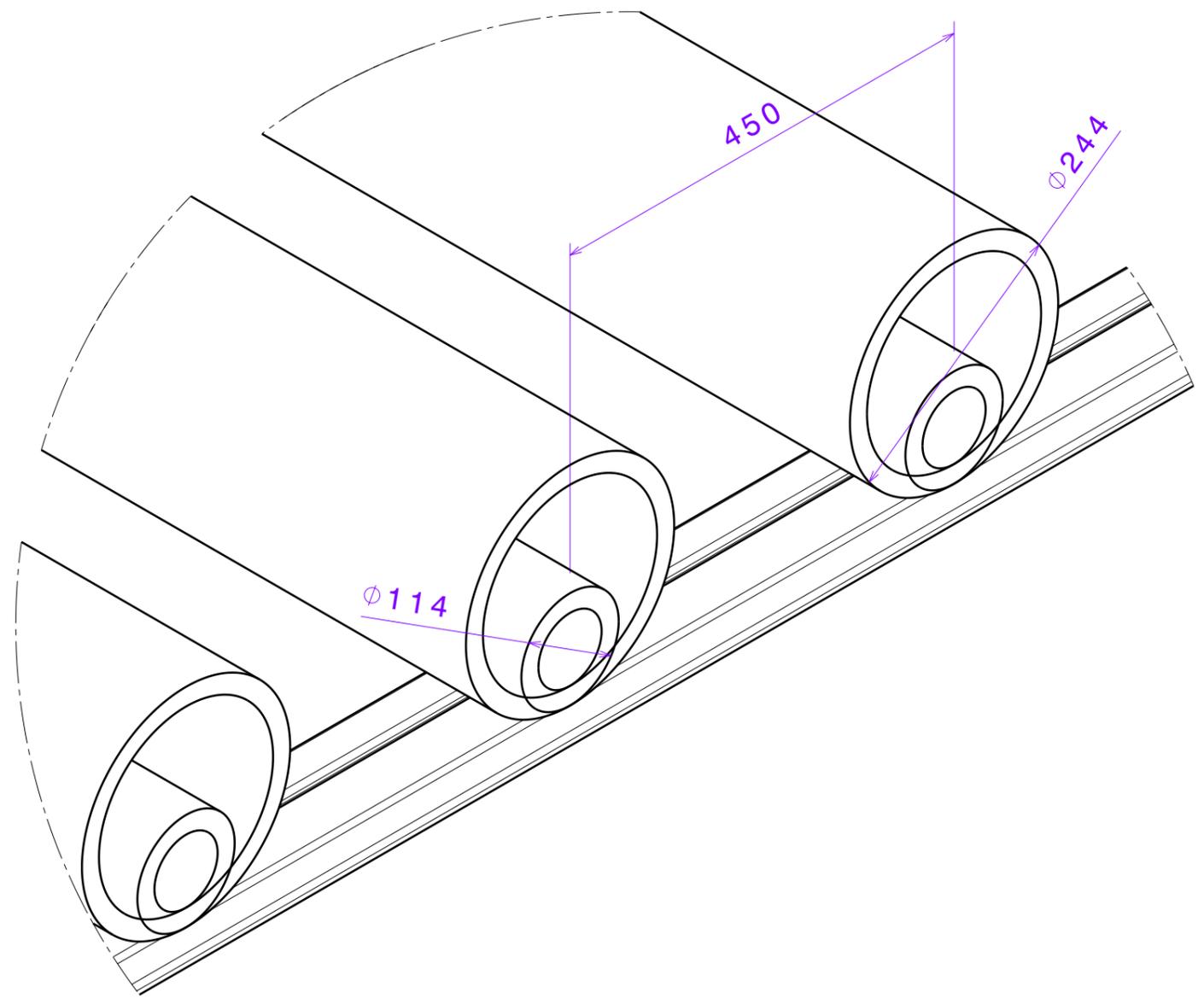
3

2

2

1

1



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]		Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Aprobaciones		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Dibujó: F.A.D. 1/12/2018	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'	Aprobó: XXX xx/xx/xxxx
Esc. 1:1		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano N° FD 17 07 20	
Denominación		Material		Peso [kgf]	
CAMA DE TUBOS		SEGUN BOM			

H G B A

H G F E D C B A

4

4

3

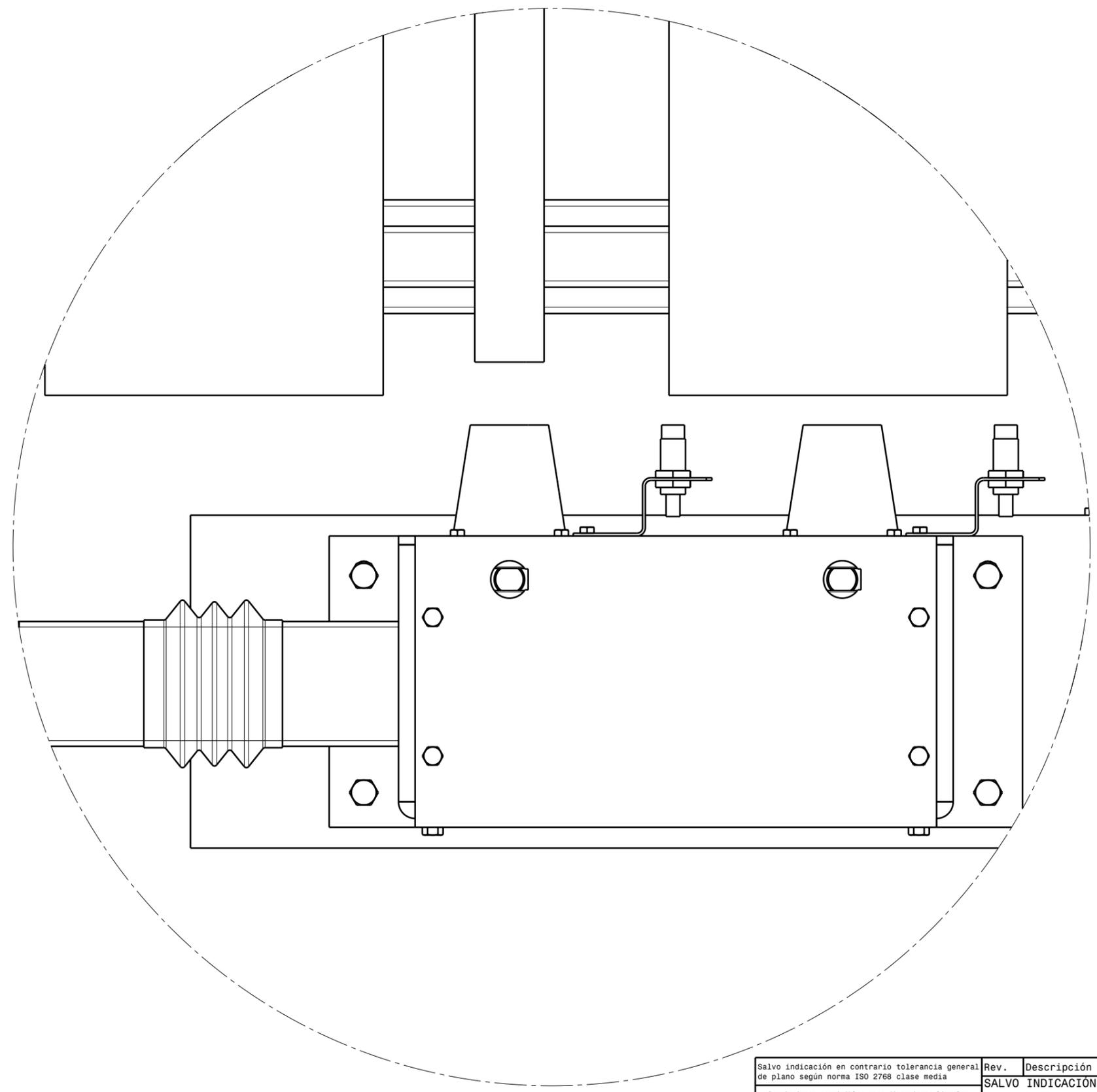
3

2

2

1

1



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000			ITBA TENARIS	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	Aprobaciones		Fecha
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Dibujó: F.A.D. Aprobó: XXX		1/12/2018 xx/xx/xxxx	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1 Plano N° FD 17 07 21	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'		A3		Material: SEGUN BOM Peso [kgf]	

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

4

3

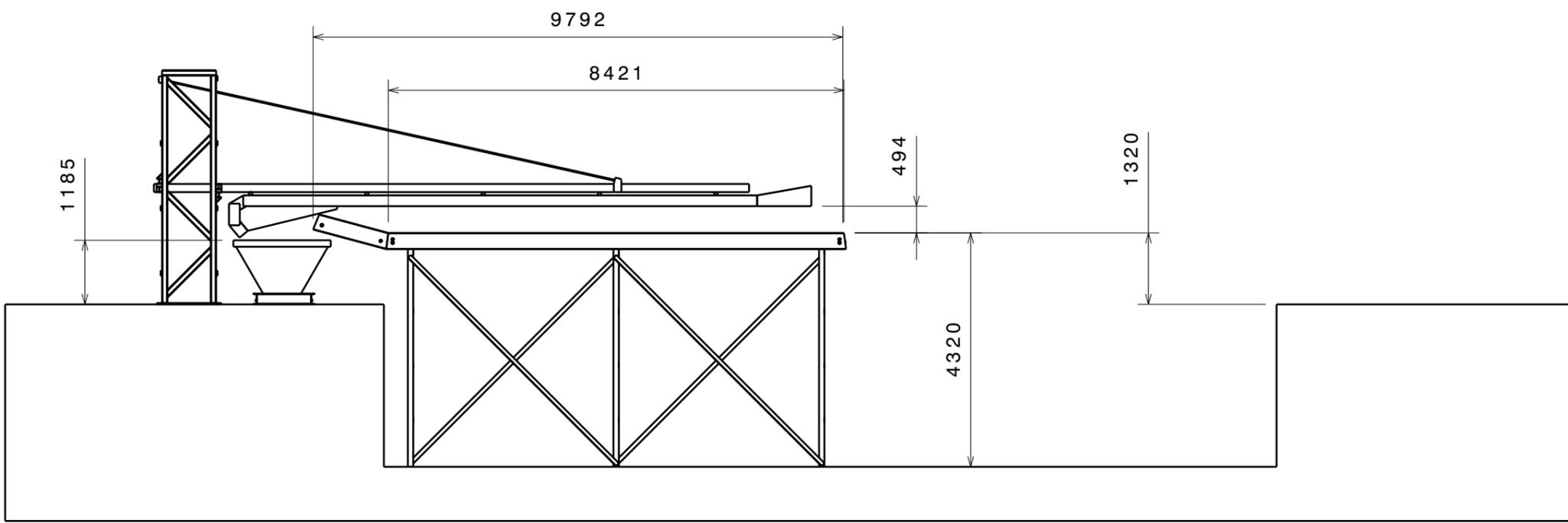
3

2

2

1

1



TRANSPORTADOR DE CINTA
POSICIONAMIENTO

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
					más de 2000 hasta 4000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2 ±2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación TRANSPORTADOR DE CINTA	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
				Dibujó: F.A.D.	1/12/2018
				Aprobó: XXX	xx/xx/xxxx
				Material SEGUN BOM	
				Peso [kgf]	
				Esc. 1:1	
				Plano Nº FD 17 07 22	

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

4

3

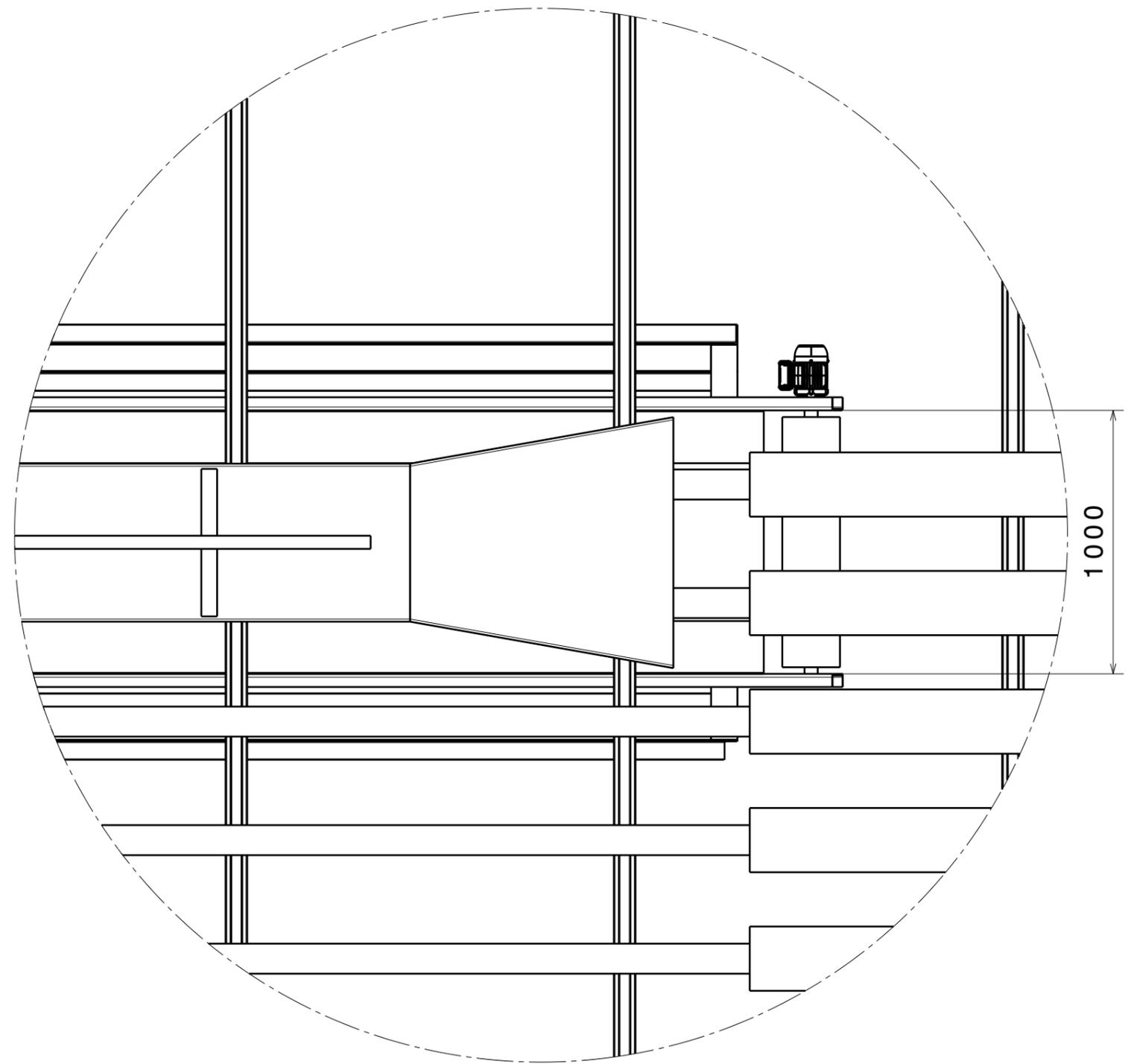
3

2

2

1

1



1000

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		SECTOR INICIO COLECTOR	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
		Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
		Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx	
		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1	
				Material: SEGUN BOM	
				Plano Nº: FD 17 07 22	
				Peso [kgf]	

H G F E D C B A

H G F E D C B A

4

3

2

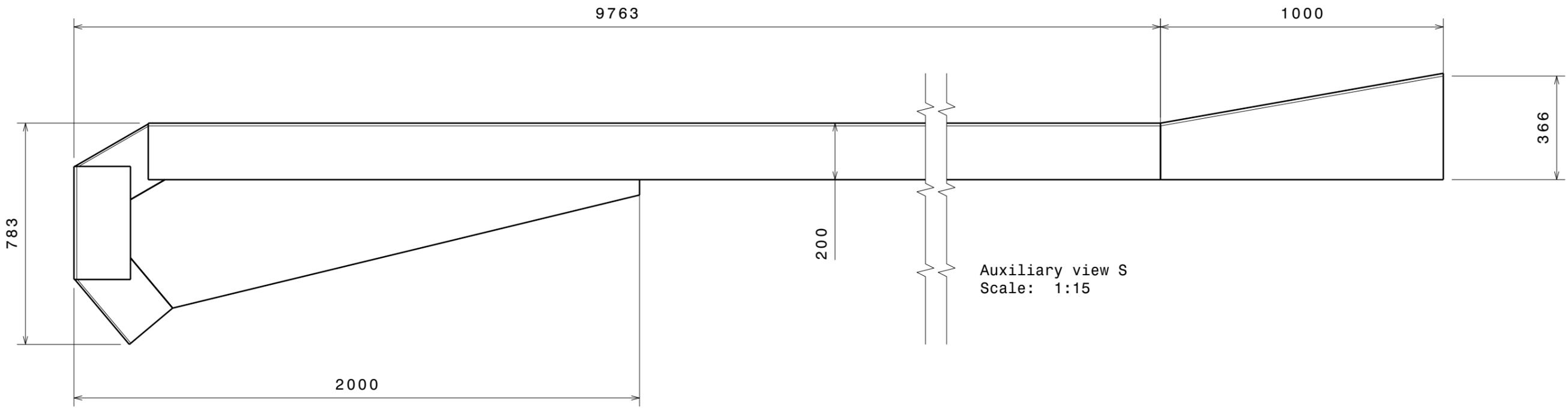
1

4

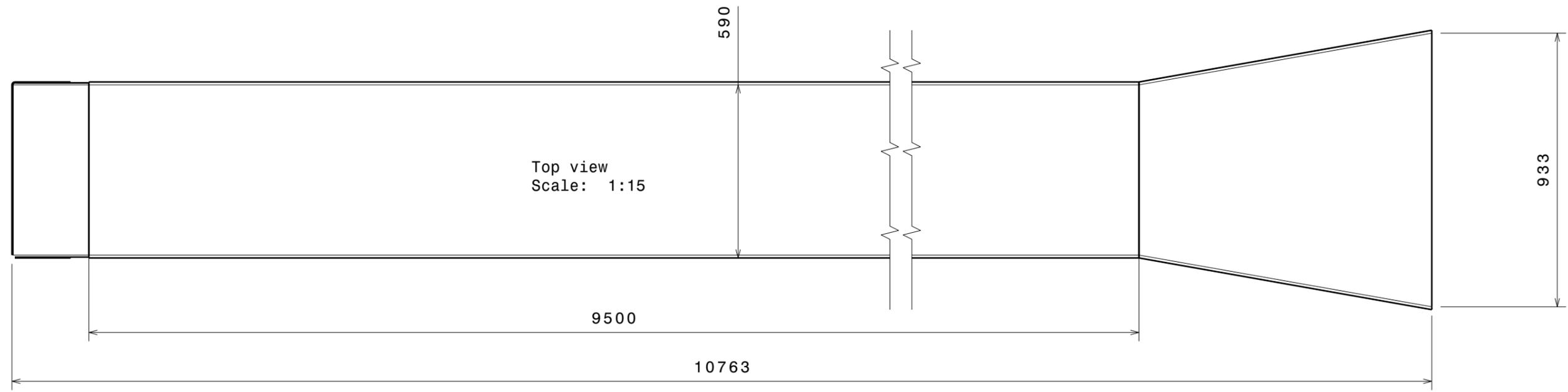
3

2

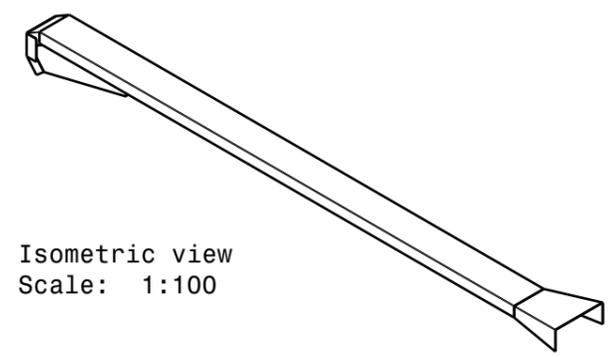
1



Auxiliary view S
Scale: 1:15



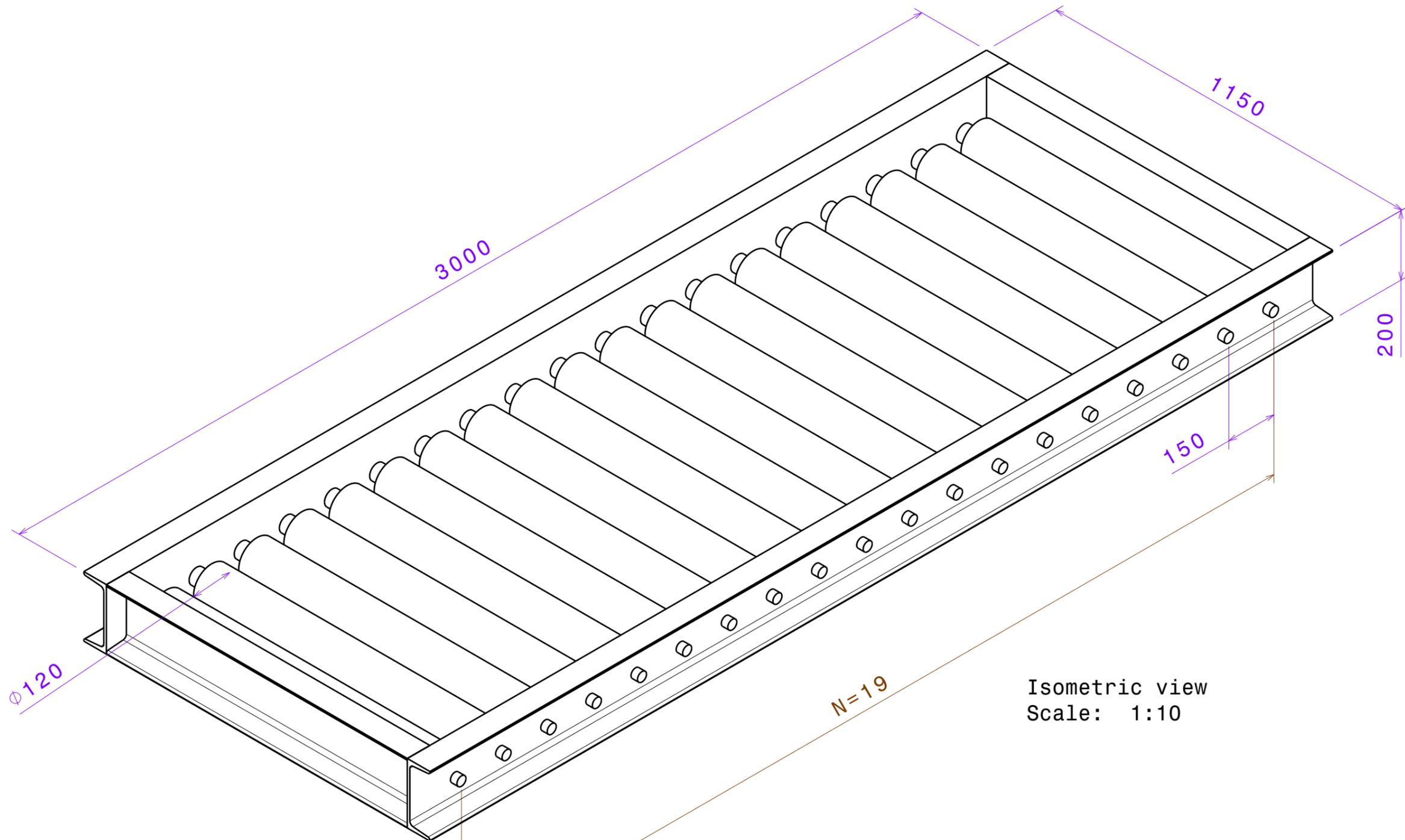
Top view
Scale: 1:15



Isometric view
Scale: 1:100

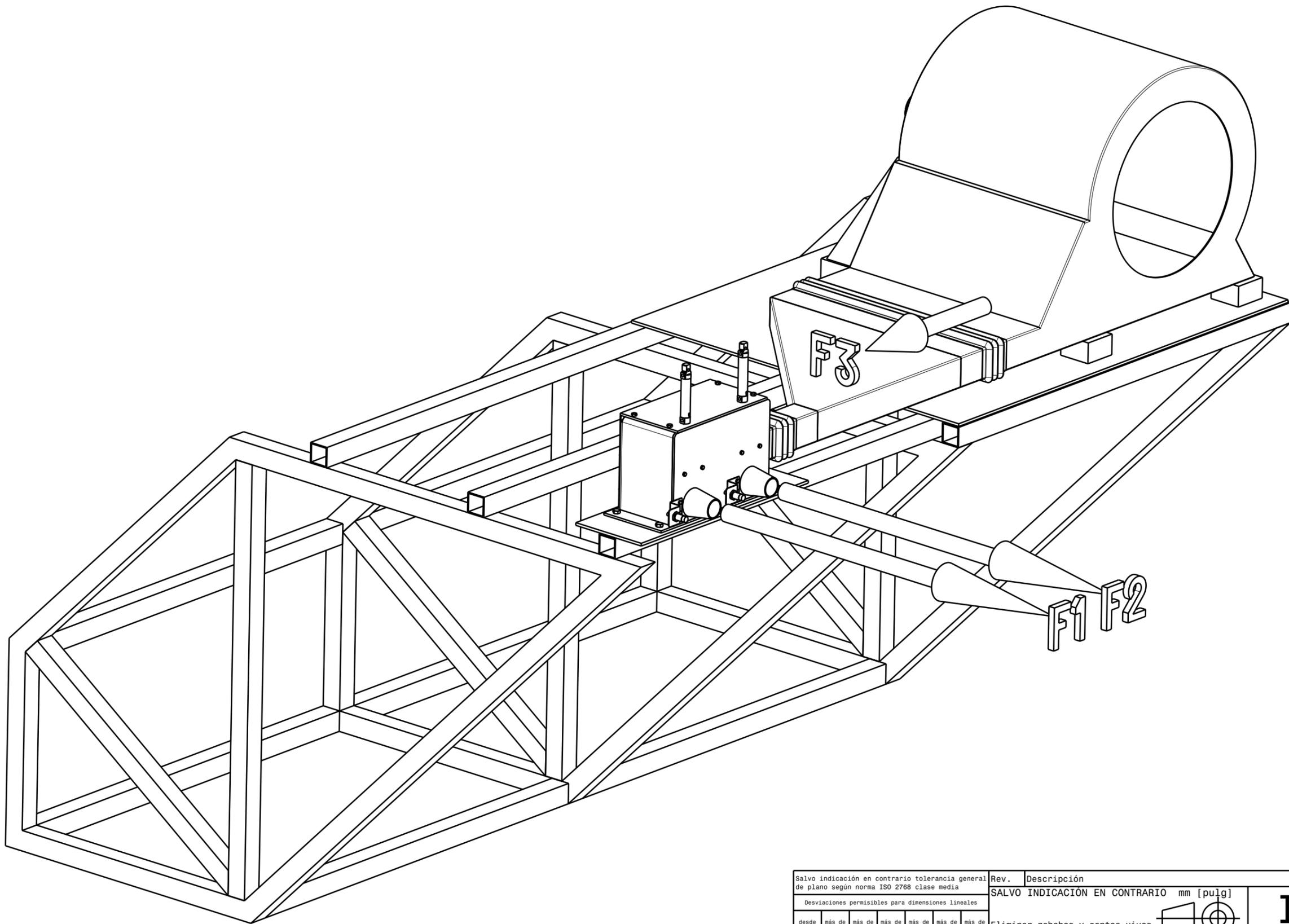
Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000			ITBA TENARIS	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400		Aprobaciones		ENCAUSADOR DE DISPERSION	
±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2						Dibujó: F.A.D. Fecha: 1/12/2018		Material	
+1° +0°30' +0°20' +0°10' +0°5'						Aprobó: XXX xx/xx/xxxx		SAE 1010 ESP:3.2	
						Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1 Plano N° FD 17 07 23	
								Peso [kgf]	

H G F E D C B A



Isometric view
Scale: 1:10

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		CAMA DE RODILLOS	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	Aprobaciones		Fecha	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Dibujó:	F.A.D.	1/12/2018	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó:	XXX	xx/xx/xxxx		A3
						Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1	
								Material SEGUN BOM	
								Plano Nº FD 17 07 24	
								Peso [kgf]	



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		Cliente	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Fecha	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	1/12/2018	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	xx/xx/xxxx	
		Rugosidad superficial 3.2[.125]		Aprobaciones	
		Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Dibujó: F.A.D.	
				Aprobó: XXX	
				Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO	
				Esc. 1:1	
				Denominación	
				ITBA TENARIS	
				Material	
				SEGUN BOM	
				Plano Nº	
				FD 17 07 25	
				Peso [kgf]	

H G F E D C B A

4

3

2

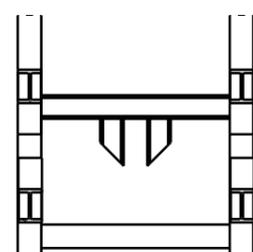
1

4

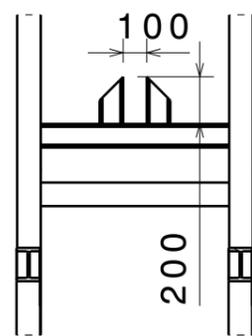
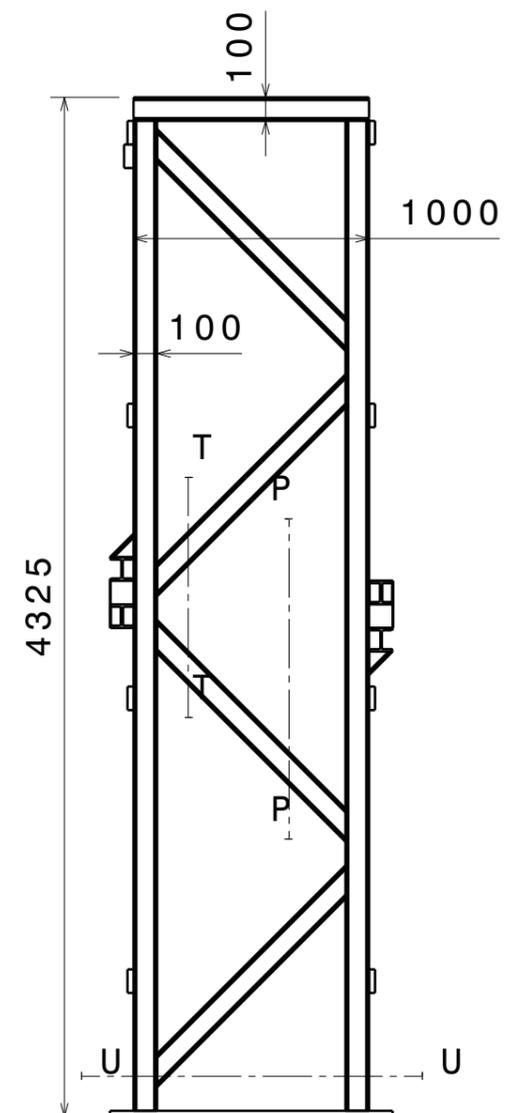
3

2

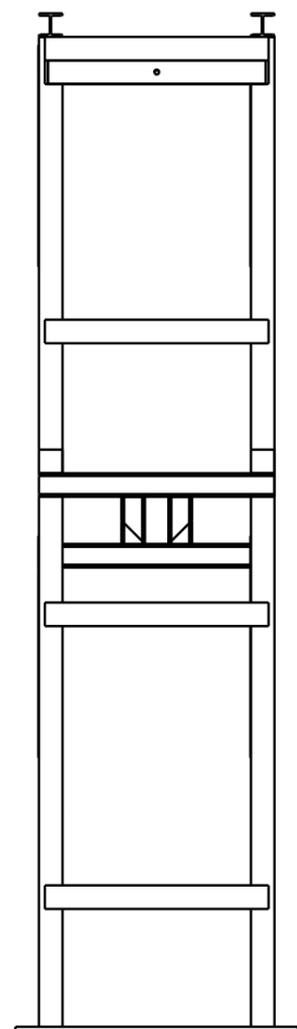
1



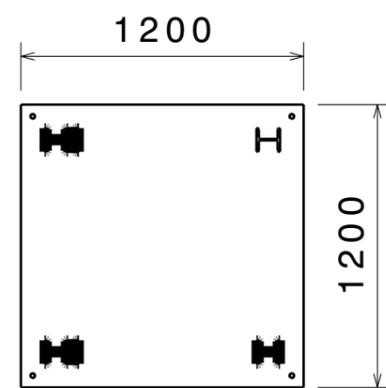
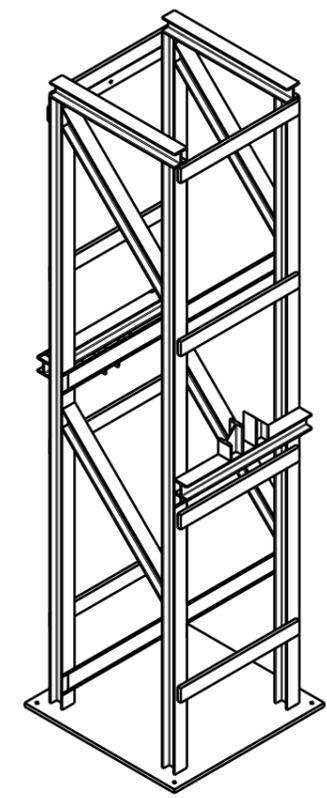
Section view T-T
Scale: 1:30



Section view P-P
Scale: 1:30



Isometric view
Scale: 1:40



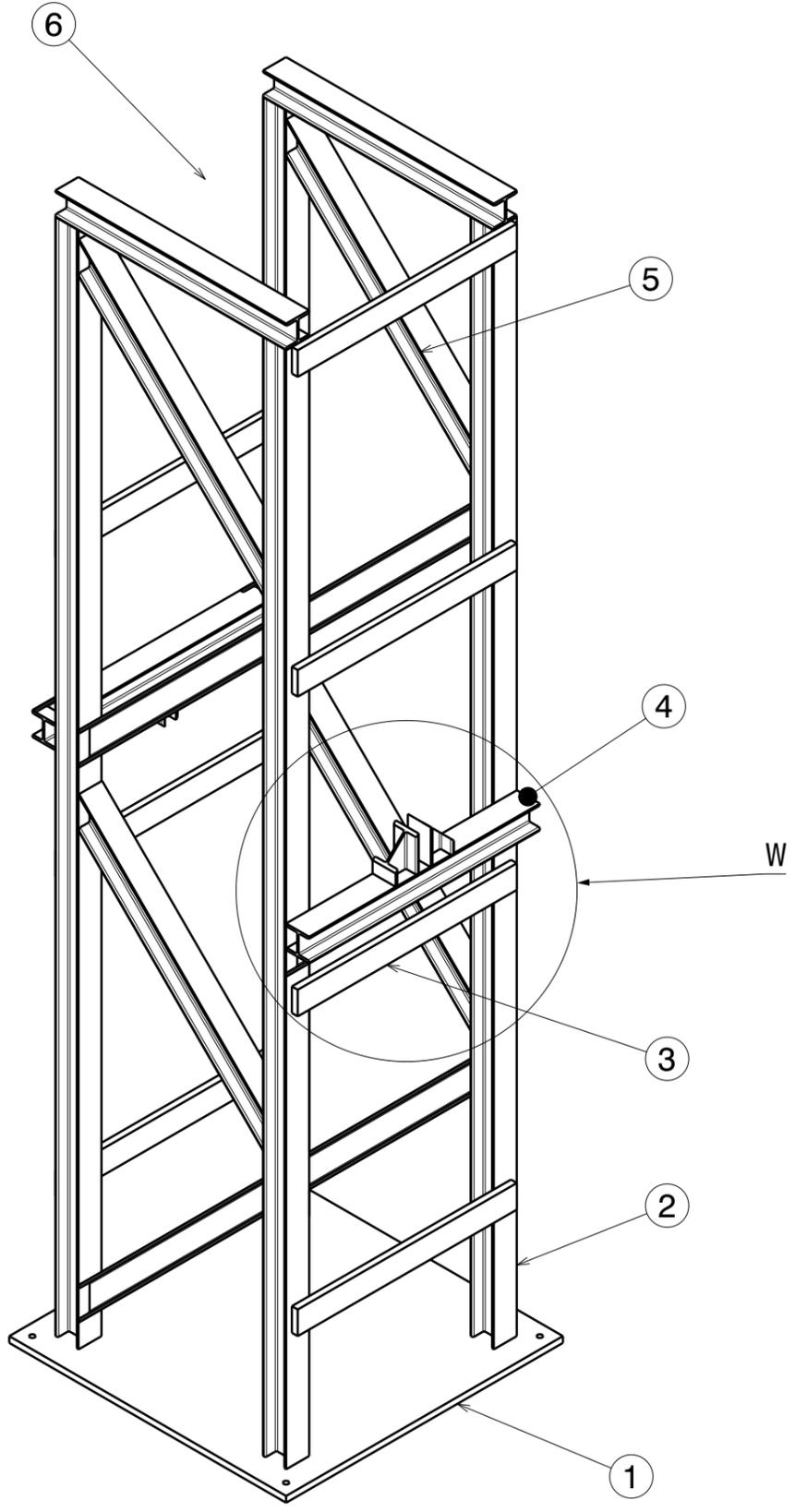
Section view U-U
Scale: 1:30

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos		Rugosidad superficial 3.2[.125]	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)	
+1º	+0º30'	+0º20'	+0º10'	Aprobaciones	
Dibujó: F.A.D.		Fecha: 1/12/2018		TORRE COLECTOR	
Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		Material: SEGUN BOM	
Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1		Plano Nº: FD 17 07 26	
				Peso [kgf]	

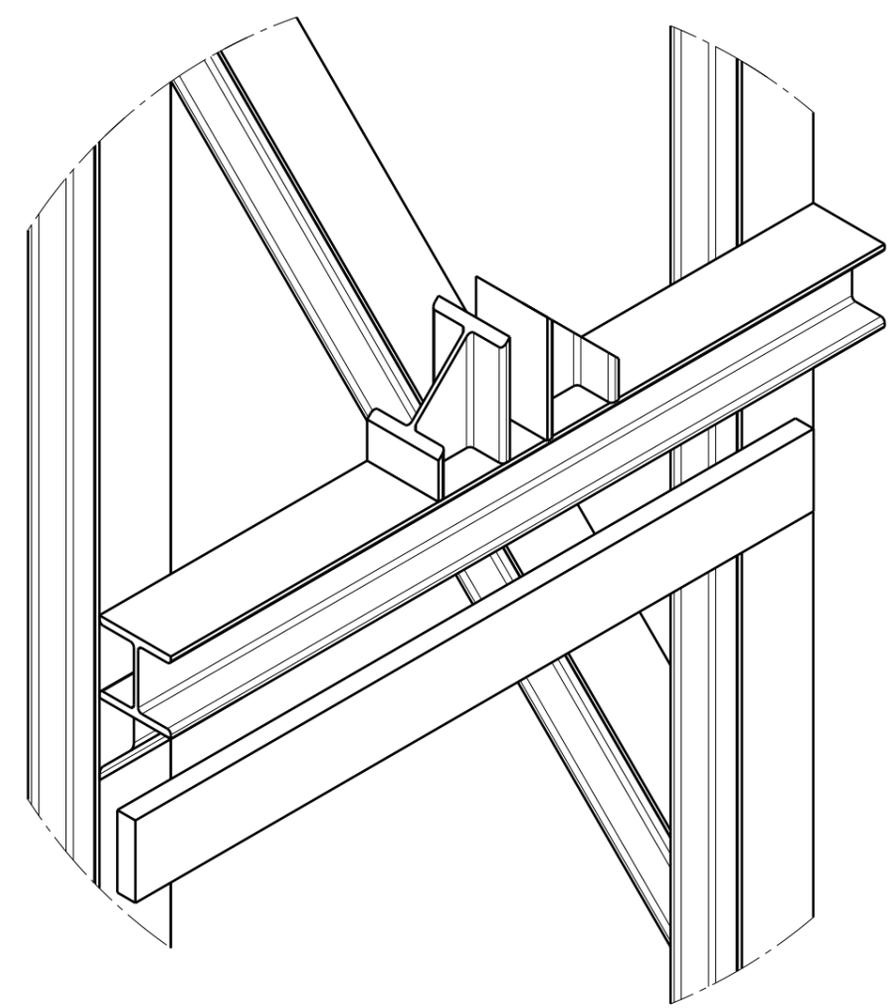
H G F E D C B A

H G F E D C B A

Detail W
Scale: 1:7



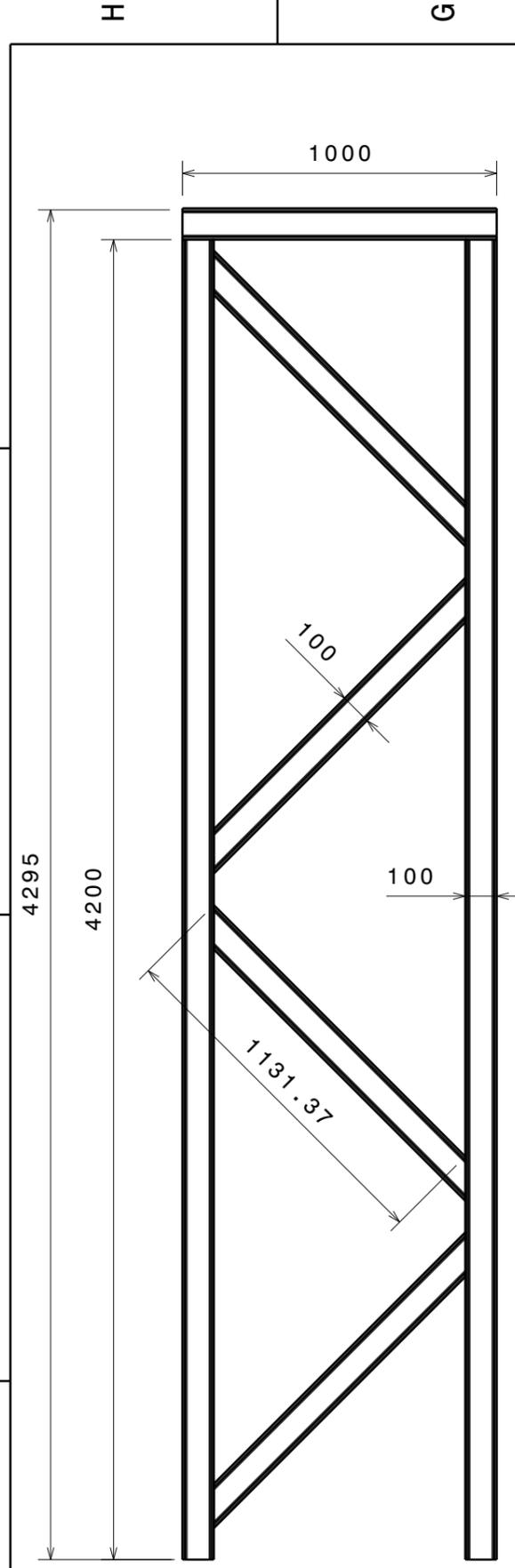
Isometric view
Scale: 1:20



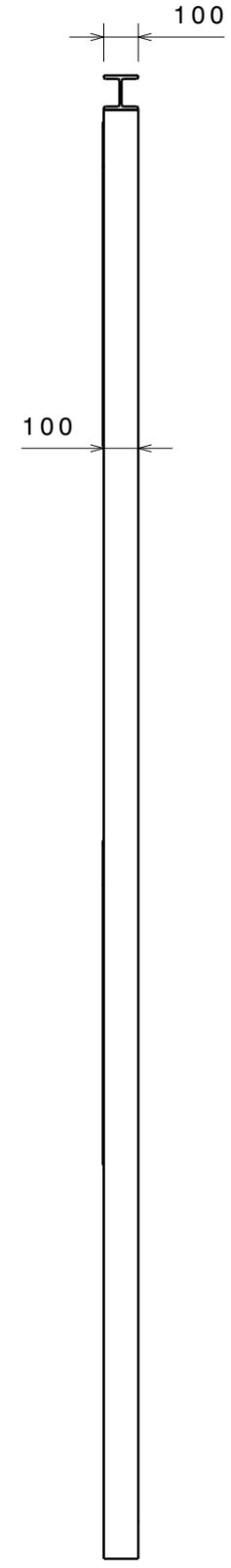
ITEM	DENOM.	MATERIAL	CANT
1	PLACA BASE	PLACA SAE 1010, ESP: 25.4	1
2	COLUMNA	PERFIL GREY 100	4
3	DISTANCIADOR HORIZONTAL	PLANCHUELA 100x25.4	8
4	ZAPATA	PERFIL GREY 100	4
5	TENSOR LATERAL	PERFIL GREY 100	8
6	SOPORTE TENSOR	PLANCHUELA 100x25.4	1

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media		Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales		SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares		Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación TORRE COLECTOR BOM	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	Aprobaciones	
±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	Fecha	
		Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
		Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx	
		Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1	
				Material SEGUN BOM	
				Plano Nº FD 17 07 27	
				Peso [kgf]	

H G F E D C B A



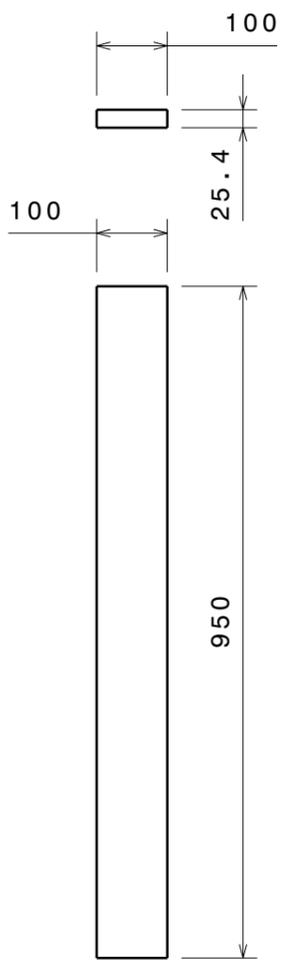
LATERAL TORRE
Scale: 1:20



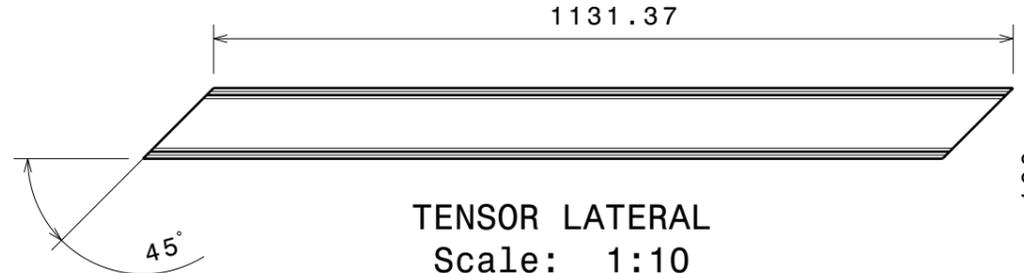
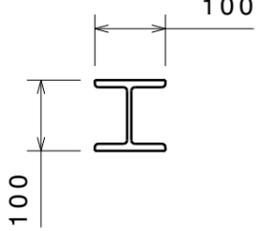
DISTANCIADOR HORIZONTAL
Scale: 1:10



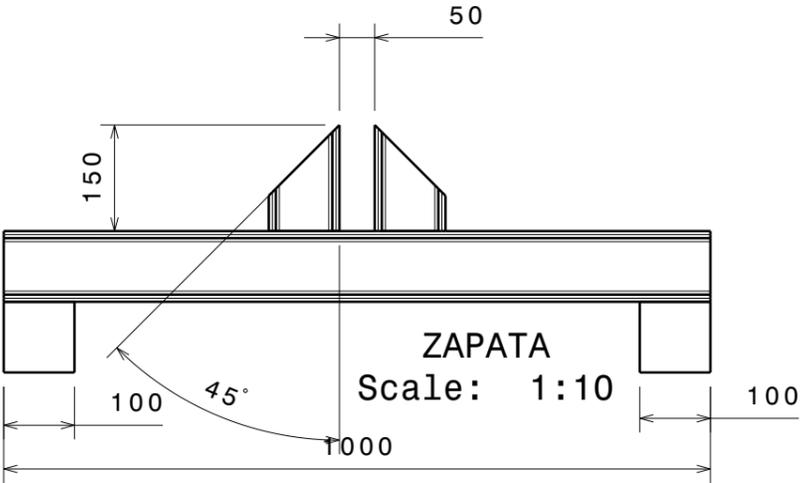
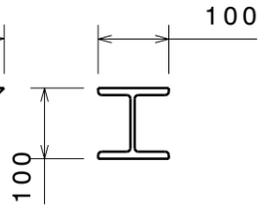
PLACA TORRE
Scale: 1:20



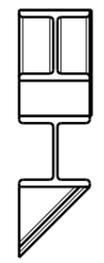
Front view
Scale: 1:10



TENSOR LATERAL
Scale: 1:10



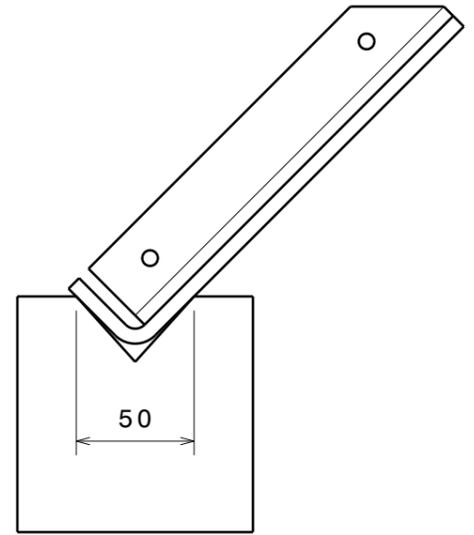
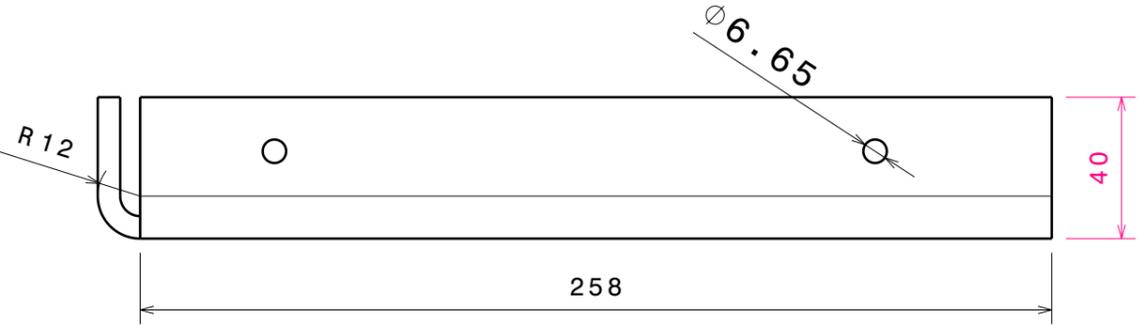
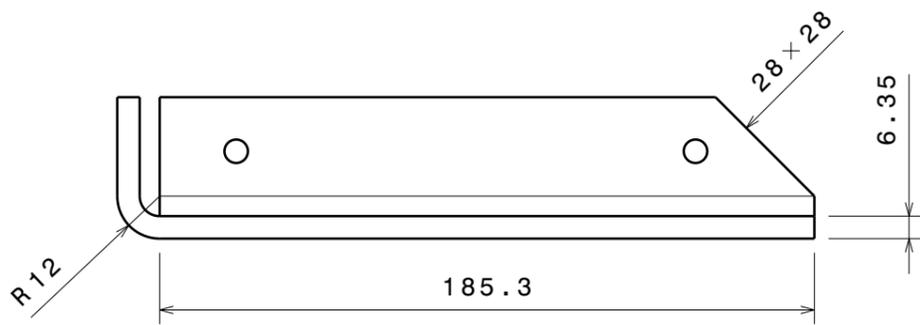
ZAPATA
Scale: 1:10



Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]		ITBA TENARIS	
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)		Denominación TORRE COLECTOR DESPIECE	
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	Aprobaciones		Fecha	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400	Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx		
+1°						+0°30'		+0°20'	
+0°10'						+0°5'		Esc. 1:1	
+0°1'						Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Plano Nº FD 17 07 28	

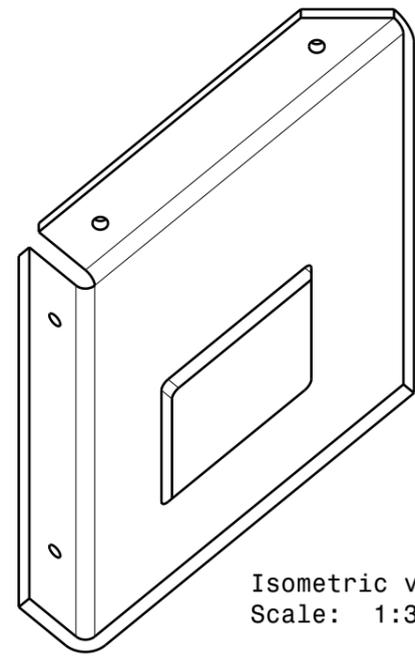
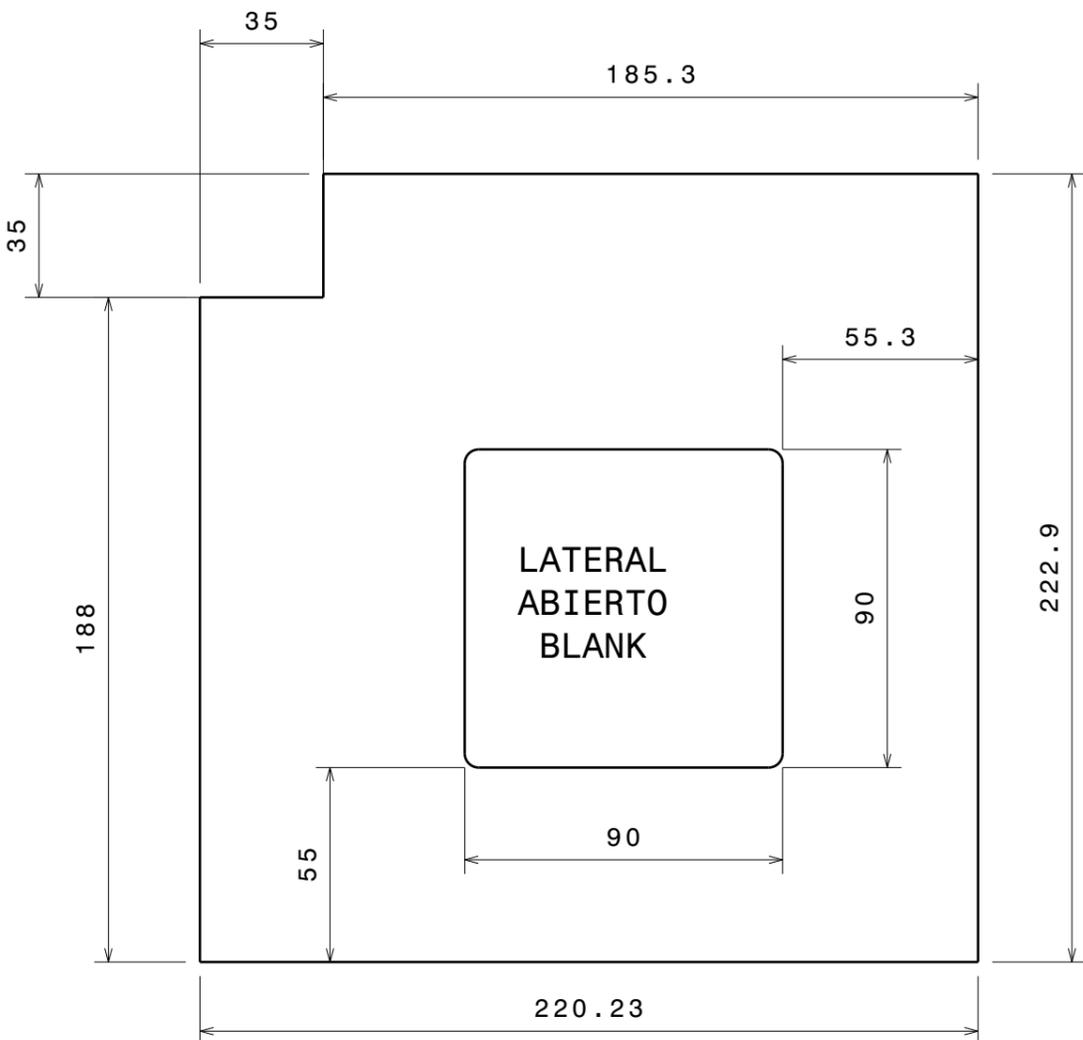
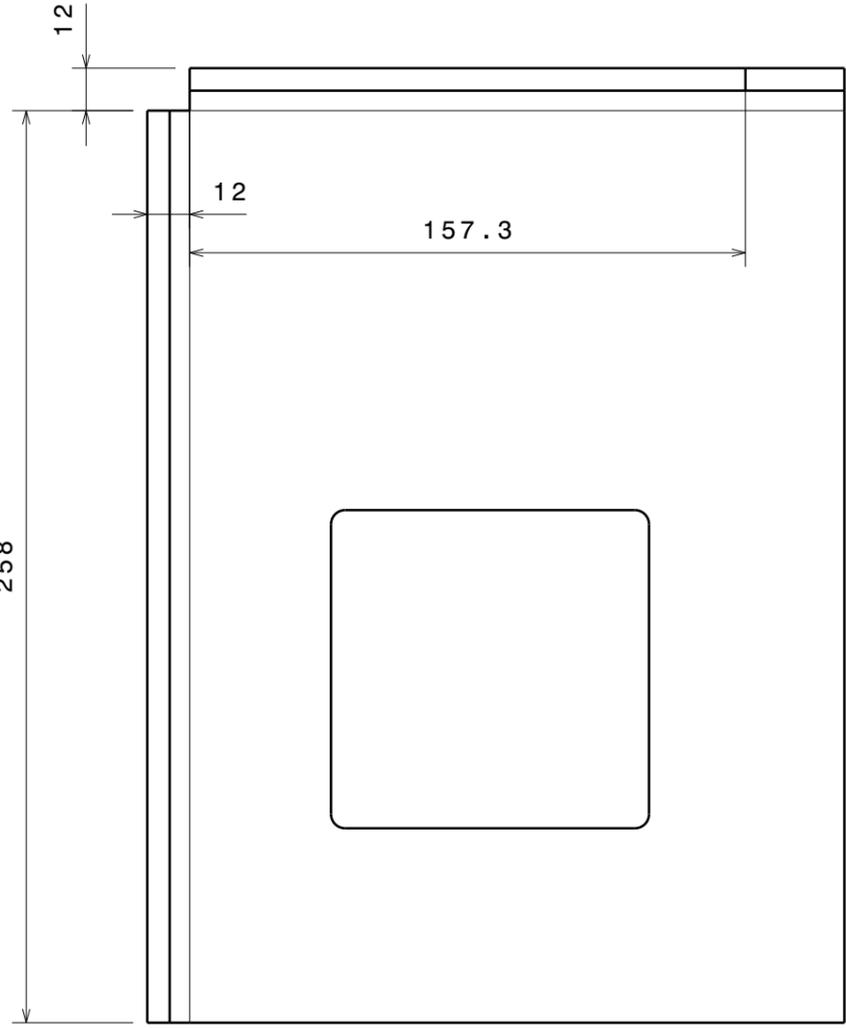
H G F E D C B A

4



PLEGADO

3



Isometric view
Scale: 1:3

2

1

Salvo indicación en contrario tolerancia general de plano según norma ISO 2768 clase media						Rev.	Descripción	Fecha	VºBº
Desviaciones permisibles para dimensiones lineales						SALVO INDICACIÓN EN CONTRARIO mm [pulg]			
desde 0,5 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	Eliminar rebabas y cantos vivos Rugosidad superficial 3.2[.125] Parámetro de rugosidad: Ra (media aritmética)			
±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	Aprobaciones		Fecha	
Desviaciones permisibles para dimensiones angulares						Dibujó: F.A.D.		1/12/2018	
hasta 10	más de 10 hasta 50	más de 50 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400		Aprobó: XXX		xx/xx/xxxx	
						Proyecto: SOPLADOR LAMINILLO		Esc. 1:1	
								Denominación	
								ITBA TENARIS	
								LATERAL ABIERTO PLEGADO	
						Material		Peso [kgf]	
						A3		SAE 1010-6.35	
						Plano Nº		FD 17 07 01	

H G F E D C B A