

Horno de mantenimiento para aleaciones aluminio-silicio

Eduardo Javier Principe

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2024

Horno de mantenimiento para aleaciones aluminio-silicio

Eduardo Javier Principe

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero/a Mecánico/a

Director/a:

Ing. Pedro Sismondi – Ing. Guillermo Rodríguez – Ing. Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Escuela de Ingeniería Mecánica

Rosario, Argentina

Año 2024

A mis padres, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. El amor y enseñanzas brindados han sido los pilares de quien soy hoy. A Gisela, mi esposa, quien esta siempre a mi lado con apoyo incondicional. A mis hijos que son la alegría de mi alma.

Agradecimientos

Familia Basilico – Titulares de la empresa Fundemap S.A, en donde me desempeño desde hace 16 años. El confió en mi brindándome la fuente laboral en la que me desempeño día a día y me permitió avanzar en la tesis de referencia.

Ing. Ricardo Libonatti – Ex Jefe de Mantenimiento fundicion empresa Fundemap S.A -Junto a el me forme durante muchos años y ha sido una referencia técnica importante.

Ing. Jorge Lopez de la empresa RHI Magnesita y Sr. Francisco Romanato de la empresa Refil S.A.– Especialistas en refractarios, sus aportes han sido muy relevantes para tomar definiciones en materia de aislación térmica.

Sr. Maximo Daria – Auxiliar de mantenimiento del área fundicion Fundemap SA Colaborador del área técnica bajo mi cargo, de gran potencial y con quien compartimos experiencias.

Sr. Ricardo Gomez – Ex Jefe de Matriceria, mecanizado. Fundemap SA
Junto a el me forme durante muchos años y ha sido una referencia técnica importante.

Sr. Oscar Sanchez – Responsable del área mantenimiento eléctrico Fundemap SA.
Junto a el me forme durante muchos años y ha sido una referencia técnica importante.

A todo el personal de mantenimiento que intervino y aporto tiempo y dedicación para materializar este proyecto.

Resumen

El mercado automotriz presenta cada vez más exigencias de calidad de producto a los proveedores de piezas de aluminio inyectado. En ese sentido se plantea la necesidad de disminuir la presencia de óxidos y escoria de aleaciones aluminio-silicio provocados por la etapa de mantenimiento del material líquido que posee el proceso de fundición a presión en cámara fría.

Por lo tanto, el objetivo del proyecto será mejorar la calidad del material reduciendo al máximo el contacto entre el aluminio y el aire ambiente que se genera en un horno de mantenimiento a 700°C. Optimizar el consumo de energía, cuidado del medioambiente y mejora de las condiciones del ambito de trabajo.

En tal sentido se propone el rediseño del horno con un sistema de calentamiento eléctrico, renovar el tablero de comando y control, evitar la exposición del personal al calor durante el proceso de carga, diseñar una aislación térmica adecuada para disminuir la perdida de energia.

El proyecto permite mejorar la calidad de las piezas inyectadas logrando así mayor competitividad y demanda de productos afines al sector automotriz sin dejar de lado la optimización del proceso a través de la construcción de un nuevo horno con ventajas técnicas asi como también con disminución de la contaminación ambiental y la mejora del ambiente laboral.

Palabras claves: Calidad - Aluminio – Horno – Energia – Medio ambiente.

Abstract

The automotive market is placing increasing demands on producto quality for suppliers of die-cast aluminum parts. In this regard, there is a need to reduce the presence of oxides and slag from aluminum-silicon alloys caused by the maintenance stage of the liquid material in the cold chamber die-casting process.

Therefore, the objective of the project will be to improve the quality of the material by reducing to a minimum the contact between the aluminum and the ambient air generated in a maintenance furnace at 700°C. Optimize energy consumption, care for the environment and improve the conditions of the work environment.

In this regard, the redesign of the furnace with an electric heating system is proposed, as well as renewing the command and control panel, avoiding personnel exposure to heat during the loading process, and designing adequate thermal insulation to reduce energy loss.

The project allows for an improvement in the quality of the injected parts, thereby achieving greater competitiveness and demand for products related to the automotive sector, without neglecting the optimization of the process through the construction of a new furnace with technical advantages as well as a reduction in environmental pollution and an improvement in the work environment.

Keywords: Quality - Aluminum - Furnace - Energy - Environment.

Contenido

Agradecimientos **4**

Resumen **5**

Abstract **6**

Contenido **7**

Introducción **8**

Capítulo 1: Sistema de calentamiento **13**

Capítulo 2: Elemento prara calentamiento **17**

Caracteristicas del rulo resistivo 19

Forma de conexión de las resistencias 21

Capítulo 3: Diseño del nuevo horno **22**

Capítulo 4: Aislacion termica **24**

Capítulo 5: Tablero de comando **25**

Conclusiones y recomendaciones **26**

Conclusiones 26

Recomendaciones 27

Bibliografía **28**

Anexo A: Planos del nuevo horno **29**

Anexo B: Hojas Tecnicas de materiales refractarios **76**

Introducción

La fabricación de grandes volúmenes de piezas de aluminio con destino hacia la industria en general requiere la necesidad de contemplar procesos de fabricación con alta productividad. En el caso del rubro automotriz se suma un aspecto clave dado que las piezas cumplen un rol de seguridad, debido a que forman parte de mecanismos incluidos en vehículos, cuya falla, podría afectar el normal funcionamiento de las unidades rodantes poniendo en riesgo la vida humana. En tal sentido los requisitos relacionados a estabilidad dimensional y estándares de calidad del material, como baja porosidad estructural, bajo nivel de inclusiones pasan a ser cada vez más altos.

La opción tecnológica que cumple con dicho requerimiento es la fundición a presión en cámara fría, en la cual, se utilizan aleaciones a base de aluminio-silicio (Al-Si). Este proceso requiere del uso de dos máquinas, un horno en el cual se mantiene el aluminio en estado líquido a 700°C y una inyectora en donde se ubica un molde de acero, de tipo permanente y dentro del cual se logra el llenado del mismo a presión, con el material liquido proveniente del horno. Esto se ilustra en la Figura 1.

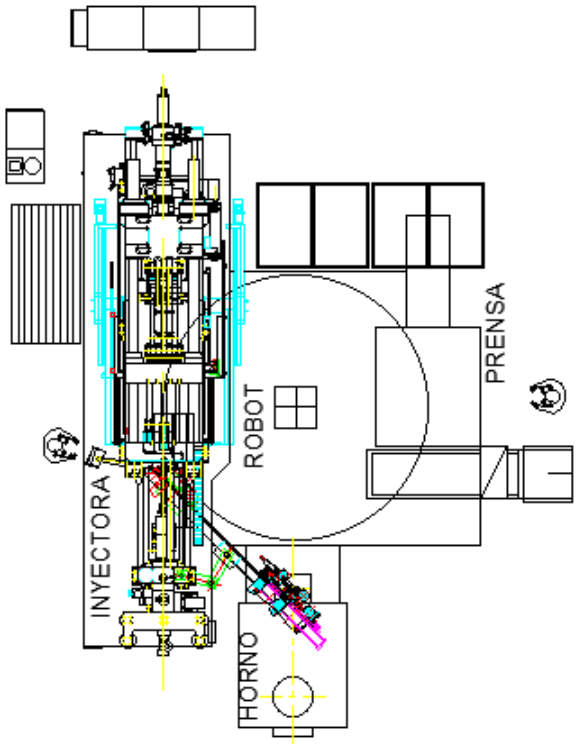


Figura 1: Disposición de equipos en isla de trabajo.

Por otra parte, cabe destacar que la mayoría de las piezas inyectadas requieren de algún proceso posterior de mecanizado, que involucra fresado, perforado o bien roscado siendo para ello crucial minimizar la presencia de todo tipo de defectos estructurales que en tal caso, a posteriori, provocarán rechazos por problemas de calidad de piezas en la línea de producción ya sea por detalles de terminación superficial o bien por poros visibles de las piezas post mecanizadas e incluso estos defectos también pueden afectar la vida útil de los insertos de las herramientas de corte.

En consecuencia, la calidad del material que se almacena en el horno de mantenimiento de aluminio condiciona no solo las propiedades finales del material inyectado sino también la eficiencia de los procesos posteriores. A raíz de esta necesidad se pone en análisis que efectos son los que aportan gases y óxidos no deseados al metal líquido durante el proceso de mantenimiento del mismo, previo a la inyección a presión. Cabe destacar que el material llega al horno de mantenimiento habiendo pasado por un proceso de transformación desde estado sólido, en forma de lingotes, a estado líquido. En este desarrollo se contempla que la fusión del mismo y los trasvases se realizan bajo condiciones de trabajo que aseguran la correcta limpieza del material. Utilizando sales fundentes para poder retirar cuidadosamente la escoria generada en la superficie del baño liquido dentro de los hornos fusores, respetando tiempos de reposo y realizando el desgasificado correspondiente, para eliminar la mayor cantidad posible de óxidos.

La **Figura 2** muestra vista frontal de un horno mantenedor a a gas natural



Figura 2: Horno de mantenimiento a gas natural.

La **Figura 3** muestra el diseño del interior del horno vistoo desde la boca de carga.



Figura 3: diseño interior del horno, vacio, sin material liquido.

En cuanto al proceso actual de mantenimiento del material liquido se citan a continuación algunos aspectos relevantes que afectan a la calidad del mismo.

El método de carga del aluminio liquido dentro del horno, se realiza utilizando un crisol dotado de un sistema hidráulico que permite su vuelco. El mecanismo de giro esta conectado al sistema hidráulico de un autoelevador que es el vehículo con el cual se lo traslada hasta el horno. En la **Figura 4 y 5** se puede observar el proceso mencionado.



Figura 4: Autoelevador posiciónado frente a la boca del horno.



Figura 5: Descarga de material dentro del horno.

Para lograr el trasvaso del material entre el crisol y el horno el mecanismo tiene un canal de trasvaso por intermedio del cual se logra el traslado final del material hasta el interior del la boca de carga. En la **Figura 6** se puede observar el horno cargado

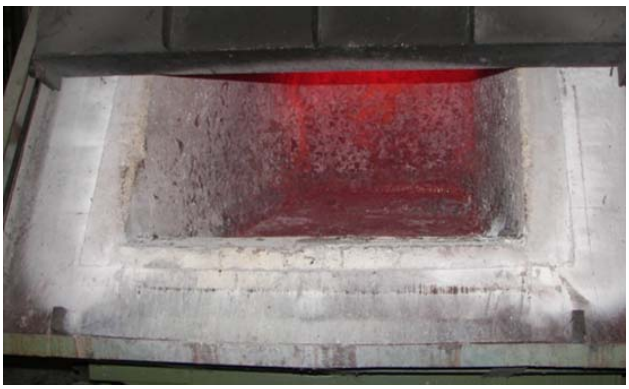


Figura 6: vista desde la boca de carga, horno cargado.

La forma de trabajo descripta requiere la apertura de la puerta del horno, generando así espacio suficiente para la maniobra, pero al mismo tiempo, el contacto directo entre el aire ambiente y toda la superficie del baño líquido, provocando esto la formación de óxidos en superficie. La apertura de la puerta se realiza por intermedio de un sistema neumático.

Otro aspecto a observar es que la forma en que ingresa el aluminio dentro del horno obliga a que el mismo se adicione por arriba del baño líquido, provocando turbulencia

en el metal y con ello la remoción de partículas tanto de nivel superficial como otras que pudieran desprenderse del refractario que recibe el impacto del metal en estado liquido. La **Figura 7** grafica la forma en que se adiciona el material por sobre el baño liquido.



Figura 7: Oxidos de aluminio causados por el efecto de carga del material.

En referencia al aporte de calor se utiliza como combustible gas natural lo que conlleva a la combustión aire-gas y con ello la necesidad del uso de chimeneas y emisión inevitable de gases de escape a la atmosfera, con la obligación de un control frecuente de los mismos que garantice la óptima combustión y minimice el riesgo de contaminación. Esto ocasiona inconvenientes como flujo de gas no quemado a la atmosfera y exceso de uso del aire en la mezcla que provoca oxidación del aluminio líquido. Por otro lado también es importante destacar el ruido que provoca la turbina usada para el funcionamiento del quemador de gas.
Los aspectos citados son los que promueven el análisis de alternativas y la búsqueda de la modernización del proceso de mantenimiento del aluminio.

En tal sentido se propone el diseño de un nuevo horno en el cual se contemple:

- El sistema de calentamiento.
- Hermeticidad y aislación térmica.
- Sistema de carga del material líquido.
- Accesibilidad al horno para eventuales tareas de limpieza y mantenimiento.
- Control de temperatura del material.

Capitulo 1: Sistema de calentamiento

Tal como se detalla en la introduccion el sistema de calentamiento usado actualmente utiliza gas natural e inevitablemente para generar la combustión requiere del aporte de aire. La llama ideal en donde se presenta una relación estequiométrica justa no es un factor de control frecuente y eso genera en tal caso la posibilidad de que sea de tipo reductora con mayor gas que oxigeno y altamente explosiva. O bien oxidante con mas oxigeno que gas en donde tendremos la consecuencia de la generación de oxidos en el aluminio liquido e inclusion de gases. Por otra parte el producto de la combustión genera emisiones que si bien son encausadas a través de un tiraje apropiado realizado con cañerías metalicas hacia la atmosfera puede generar particulados en suspensión que son pasibles de control por los organismos ambientales.

El uso de gas natural, necesita la existencia de una subestacion de regulación y control de presión siendo estos temas objeto de control de Litoral Gas, tema no menor dada las gestiones que requiere la mantención bajo norma de cada uno de los sistemas.

Todo a efectos de garantizar el buen funcionamiento y hermeticidad del sistema para minimizar los riesgos labrorales. La **Figura 8** muestra la subestacion de gas natural de un horno.



Figura 8: Sub estación de gas natural del horno.

Otro factor que se observa en el sistema de combustión aire-gas es el ruido generado por la turbina que impulsa el aire necesario para la mezcla, el nivel sonoro continuo equivalente es otro parámetro de medición de detalle en cuanto al funcionamiento del horno y que tiene incidencia en las condiciones del ambiente de trabajo. Las mediciones en el entorno de trabajo determinan valores entre 78 y 80

decibeles, valores que si bien están por debajo de los limites establecidos por las resoluciones vigentes aportan ruido en el ambiente de trabajo.

De acuerdo a lo expuesto se resumen los aspectos considerados como negativos del sistema actual no solo para con la calidad del aluminio sino también para con lo que significa tener una instalación con tales características:

- Generación de oxidos e inclusion de gases en el aluminio liquido
- Necesidad de montaje de chimeneas para captación de humos.
- Emision de gases a la atmosfera
- Necesidad de regularización de los parámetros de salida en chimenea, en este aspecto requiere presentaciones en Secretaria de Ambiente y Cambio Climatico de Santa Fe
- Uso de gas natural como combustible, regularización de las instalaciones en Litoral Gas
- Ruido en el ambiente laboral, medicion frecuente de nivel sonoro continuo equivalente

Se plantea entonces el uso de energía eléctrica para el mantenimiento en temperatura del material. En este caso se analizo la posibilidad de aplicar energía en el diseño por intermedio de resistencias eléctricas y también por inmersion.

En el primer caso, utilizando resistencias eléctricas se presenta la posibilidad de implementar un horno a crisol que básicamente seria planteado utilizando un recipiente metálico externo con un espesor de capas aislantes y refractarias creando una cámara cilíndrica donde se alojarían las resistencias que al ponerse incandescentes por efecto de la corriente eléctrica (Efecto Joule) provocarían el calentamiento del crisol y en consecuencia del aluminio a mantener. Encontramos limitada esta solución por el tamaño del crisol de carburo de silicio y el cuidado que requiere el mismo ante las posibles variaciones de temperatura por ejemplo ante la carga de aluminio “frio” o bien por cortes prolongados de energía. La rotura del crisol cargado también es un problema por el derrame de aluminio que se generaría. La carga del horno se debe hacer por arriba generando turbulencias, inclusiones de gas. Por otra parte es un consumible costoso y no se fabrica en el país llevandonos esto a la necesidad obligatoria de importarlo. La **Figura 9** muestra la opción mencionada.

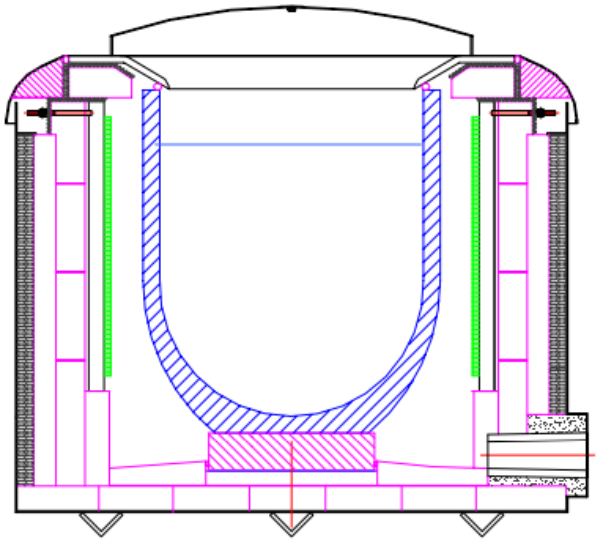


Figura 9: Horno eléctrico a Crisol.

La posibilidad de usar resistencias especiales que trabajan por inmersión, con contacto directo con el baño liquido es otra posibilidad pero dado que por un lado el proceso no garantiza un nivel de aluminio constante y la carga de material, a veces, no en la mejor condicion porvocaria el contacto directo de oxidos o escorias sobre el material de la resistencia. Y por otro lado este sistema requiere de resistencias que deben importarse motivo por el cual es una condición que expone una condición mas al momento del reaprovisionamiento. La **Figura 10** Foto de resistencia con protección ceramica.



Figura 10: Foto de resistencia con protección cerámica.

Como tercer opción se analiza la posibilidad de implementar un horno con el que se pueda aplicar energía radiante generada por resistencias eléctricas calefactoras convenientemente montadas en el techo del mismo. Es un modelo que no solo utiliza la energía generada por efecto Joule sobre el aluminio sino también por la transmisión de calor por conducción través del calentamiento del material refractario

con el que esta construido el horno. De acuerdo a las condiciones de trabajo de la planta industrial para el cual se requiere esta soliucion es la mas acertada.

Se plantea en consecuencia el diseño con este tipo de sistema en donde se controla la cámara del horno a 800°C y para lograr temperatura de baño entre 670 y 680 grados.

Para determinar la potencia del horno electrico una opción valida es ver que potencia tienen los hornos a gas y obtener esa potencia pero con energía eléctrica, contemplando incluso que la eficiencia de dicha energía será mas alta que la de la combustión.

Colocando un medidor de consumo de gas en la subestacion de regulación de horno mantenedor marca Fergal de origen Italiano para 1000 kg de capacidad se determina que consume un 1,84m3/hora. Esta medición practica nos permite determinar el consumo en Kcal/hora de gas natural a través de la siguiente relación:

1 m3 gas natural = 9300 Kcal
1,84 m3 = 17180 Kcal
Por equivalencias tomamos que:
859 Kcal/h = 1 Kw
17180Kcal = 20 Kw (1)
Este resultado es determinante para el calculo posterior de las características de las resistencias eléctricas a utilizar.

Capitulo 2: Elemento para calentamiento

Para seleccionar el hilo conductor recurrimos a la firma Scram de Rosario, fabricante de resistencias a medida y en donde nos bridaron asesoramiento especifico al respecto.

El elemento se define como la combinación del hilo de calentamiento y cualquier material de soporte y conexión adecuado para tal fin. Se elije para el diseño una aleación ferritica de fierro-cromo-aluminio (Fe-Cr. Al) que se puede usar a temperaturas de hasta 1400 grados. Comercialmente conocida como Kanthal A1, y catalogada como la mejor opción para la fabricación de resistencias para hornos eléctricos. Esta aleación se caracteriza por su alta resistividad y una muy buena resistencia a la oxidación.

La carga superficial del elemento y la temperatura de trabajo son determinantes para la selección del formato adecuado a utilizar. Dicho valor se determina a partir de la relación entre la potencia y el área de superficie del elemento de hilo energizado. La **Figura 11** muestra las diferentes alternativas y la condición de uso limite en cada una de las curvas.

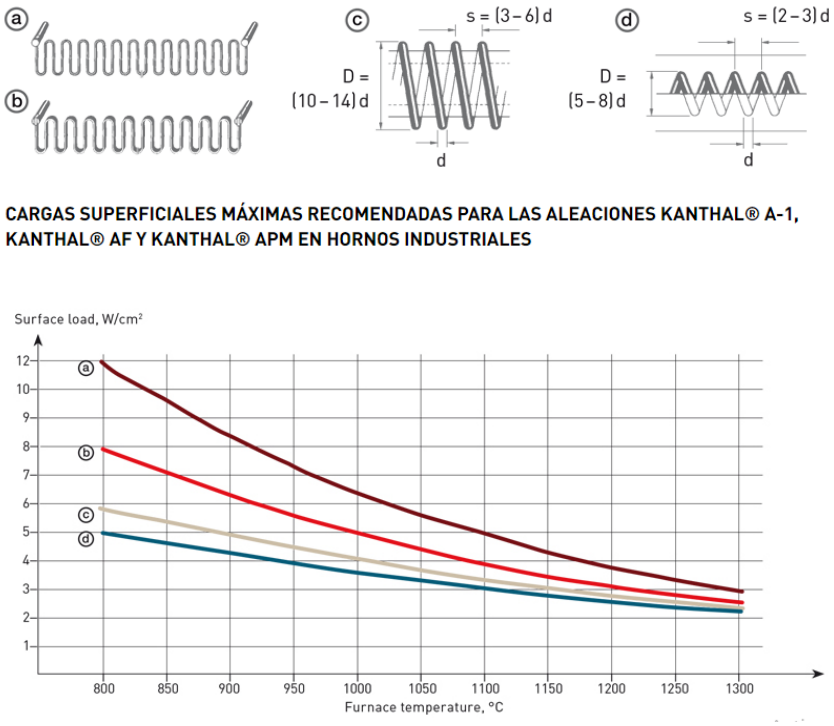


Figura 11: Carga superficial máxima para aleaciones de material Kanthal.

Por recomendación de especialistas en fabricación de resistencias se contempla el modelo contructivo identificado con la letra C en donde se aprecia un tubo ceramico como soporte del hilo conductor. El diámetro del hilo 2mm y la carga superficial 1.6 W/cm2 que para una temperatura de trabajo de 800 a 1000 grados presenta buena condición de trabajo.

Por otro lado con el dato de la potencia determinada en el capitulo anterior se establece otra consideración por recomendación de especialistas en fabricación de resistencias y es la de contemplar 6 resistencias, es decir cada una de un valor de:

$$20\ Kw \div 6\ = 33{,}33\ Kw$$

Calculo del valor en ohms de la resistencia necesaria.

$$C = \frac{Pot}{S}$$

C: Formula carga superficial (W/cm2)

Pot: Potencia (W)

S: Superficie energizada (cm2)

$$1.6\ w/cm^2 = \frac{33{,}33\ kw}{S} \rightarrow S = \frac{3333\ W}{1{,}6\ W/cm^2} \rightarrow S = 2083\ cm^2$$

$$Per = \pi\ x\ \emptyset = \ \pi\ x\ 2\ mm = 6{,}28\ cm = 0{,}628\ mm$$

Per: perímetro del hilo

Ø: diámetro del hilo

$$Sup = Per\ x\ largo$$

$$Largo = \frac{Superficie}{Perimetro} = \frac{2083\ cm^2}{0{,}628\ cm} = 3316\ cm$$

De acuerdo a tabla de resistividad del alambre diámetro 2 mm obtenemos el valor resistivo por metro lineal, siendo este 0,46 Ω/m. Ver **Tabla 1** resistvidad de hilo conductor material Kanthal.

Kanthal A1:

KANTHAL A-1	Ω/M	M/KG
1,00	1,84	179,30
1,20	1,28	124,50
1,30	1,09	106,10
1,50	0,82	79,70
1,60	0,72	70,05
1,80	0,56	55,35
2,00	0,46	44,83

Tabla 1: Resistividad lineal hilo conductor.

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

R: Resistencia (Ω)

r: Resistividad (Ω/m)

L: Largo del hilo conductor (m)

$$R = L\ x\ r = \ 33{,}16\ m\ x\ 0{,}46\ \Omega/m = 15{,}65\Omega$$

Caracteristicas del rulo resistivo

Largo = 3316 cm

Diametro del rulo resistivo: según **Figura 11,** adopto 14 veces el diámetro del alambre

$$Ø\ rulo = 14\ x\ Øalambre = 28\ mm$$

Paso del rulo resistivo: según **Figura 11,** adopto 6 veces el diámetro del alambre

$$Paso\ del\ espiral = 6\ x\ Øalambre = 12\ mm$$

Resumimos entonces las características del espiral:

Diametro exterior del rulo: 28 mm

Diametro interior del rulo: 24mm

Diamtero medio del rulo: 26 mm

$$Perimetro\ del\ rulo = \pi\ x\ Ømedio = \pi\ x\ 2{,}6cm = 8{,}16\ cm$$

$$Numero\ de\ vueltas = \frac{Largo}{Per} = \frac{3316cm}{8{,}16\ cm} = 406$$

El modelo de resistencia adoptado según **Figura 11** es el fomado por dun tubo de cerámica en el cual se monta el hilo conductor dándole el formato de espiral tal cual el diseño definido. De acuerdo al largo del espiral y el tamaño de la tapa del horno se diseña un formato de estructura portaresistencias tal cual se muestra en la **Figura 12** resistecnia modelo.



Figura 12: resistencia modelo.

En consecuencia por cada tubo se deben colocar:

$$Numero\ de\ vueltas\ por\ tubo = \frac{Numero\ de\ vueltas\ totales}{2} = \frac{406}{2} = 203$$

Forma de conexión de las resistencias

Con el apoyo de personal espcializado en instalaciones eléctricas se establece el siguiente sistema de conexión eléctrica para las tres fases de conexión.
La **Figura 13** evidencia el esquema de conexión.

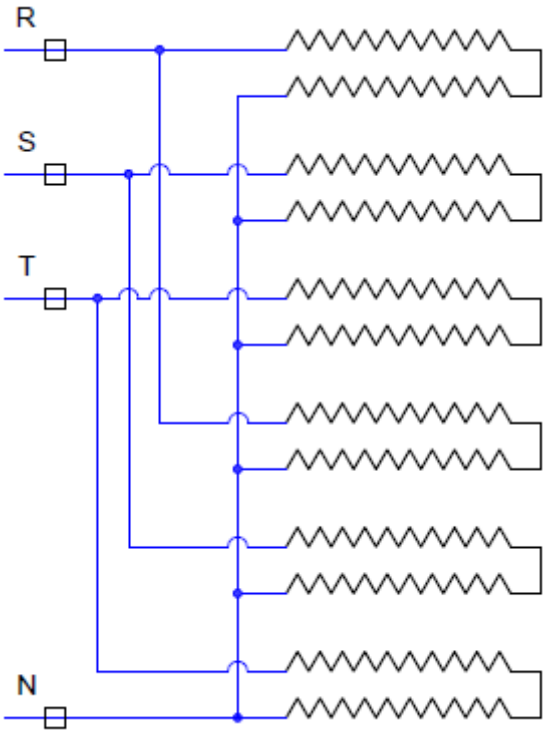


Figura 13: esquema de conexión.

Consumo de corriente por cada fase.

$$V = R \times I \times \sqrt{3}$$

$$I = \frac{V}{R \times \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{220V}{15{,}25\Omega \times \sqrt{3}} = 26{,}4\ A$$

Capitulo 3: Diseño del nuevo horno

El horno a diseñar debe reemplazar al horno a gas utlizado hasta el momento. Por tal motivo hay determinadas medidas generales en cuanto a ancho total, y altura de carga y descarga de aluminio que son respetadas dado que condicionan el montaje del horno cerca de la maquina inyectora. Por otro lado respetar dichas dimensiones permitirán mantener la interacción entre la inyectora y el horno a través del uso de un cargador de material, equipo con el que se traslada el aluminio en estado liquido desde la boca de descarga del horno, hasta el contenedor de material de la maquina inyectora. Movimiento que se repite con cada ciclo de la maquina.

El diseño del conjunto del horno se presenta en el **Anexo A** de este proyecto con el plano identificado con el nombre H – 0100, conjunto del horno propuesto, en donde se puede observar las partes principales. En líneas generales la estructura esta consevida con perfiles de tipo PNU 80 y chapa de acero al carbono SAE 1010/1020 espesor 3/16”. Para la unión entre las partes se contempla soldadura semiautomática con alambre ER70S-6.

El diseño de la base se presenta en el **Anexo A** con el plano identificado con el nombre H – 1000, la misma esta soportada por 4 soportes plegados con los que se establece el apoyo al piso, la regulación del altura no es necesaria porque el cargador de material mencionado anteriormente puede compensar dichas diferencias en un rango amplio dado que usa un sistema de descenso controlado con una sonda de detección de material. Eso evita precisión en cuanto a la altura del horno.

El diseño de la boveda se presenta en el **Anexo A**, plano identificado con el nombre H – 2000, en el que a diferencia del modelo a gas, esta diseñada con un eje solidario a la misma que permite por intermedio de un sistema de elevación simple utilizando un gato hidraulico de accionamiento manual elevar el cojunto, y conseguir asi el izaje de la misma por sobre la cámara del horno. Esto permite la rotación y el despeje de la tapa obteniendo asi el libre acceso a la zona de baño liuquido. Esta función le permite al operador de la maquina libre acceso a la zona de baño liquido lo cual es ventajoso para realizar tareas de limpieza completa del baño liquido de material o bien tareas de mantenimiento. Tal es el caso de reparaciones puntuales del material refractario.

Por otro lado en la bóveda se observa el alojamiento para el montaje de las 6 resistencias eléctricas. La colocación o bien extracción de las mismas se logra a través del lateral del estructura de la bóveda y por intermedio de la apertura de una

tapa abisagrada, de esta manera las resistencias se pueden colocar en posición horizontal y paralela a la superficie del baño loquido.
Tanto la boca de carga como la de descarga se contemplan con tapas plegadas removibles a fines de poder retirarlas o colocarlas de forma manual.

Para la terminación de la estructura se contempla, bobeda y tapas de horno pintura para alta temperatura colo negro mate. El resto de las partes se pintan con dos manos de esmalte sintetico doble acción color azul.

Capitulo 4: Aislacion térmica

La condición de trabajo propuesta se plantea con temperatura interior de aluminio liquido, 700°C y temperatura de chapa entre 65 y 70°C, es decir que el aporte de energía que el horno requerirá será la necesaria para compensar la perdida calórica que no será capaz de aislar el material con el que se realizara el revestimiento interior.

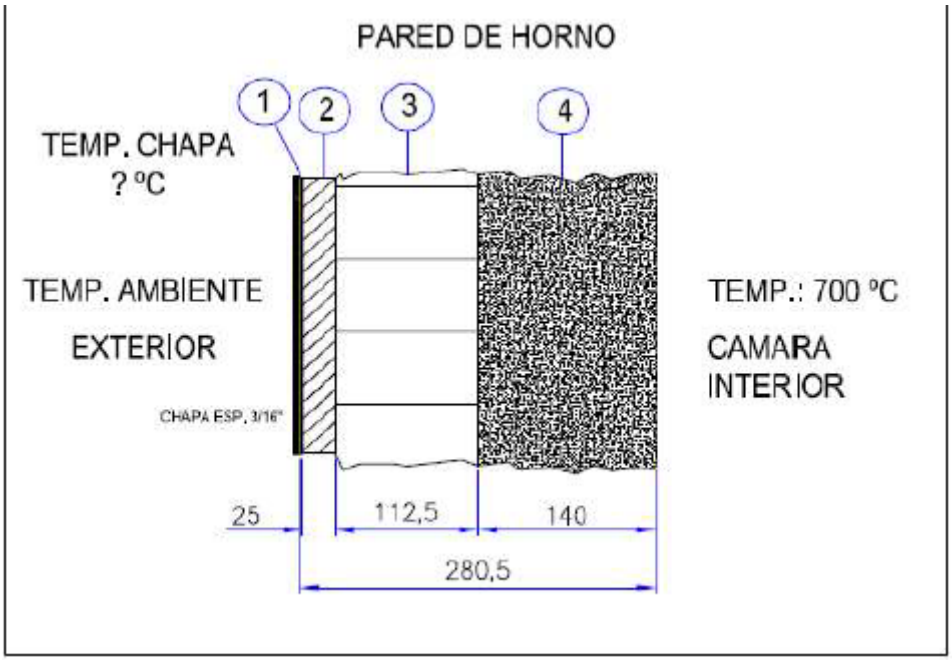
Los materiales utilizados para el revestimiento se definieron con la ayuda del Ing. Jorge Lopez, especialista en el rubro de materiales refractarios para hornos industriales.

La característica de los materiales seleccionados para la conformación de cada parte del horno se adjunta al presente proyecto.

El diseño del conjunto del horno se presenta en el **Anexo A** el plano identificado con el nombre H – 4000 representa el esquema general de la disposición de la aislación.

Configuracion típica de la aislación de pared en la zona de baño liquido:

ITEM	MATERIAL
1	PAPEL CERAMICO
2	PLACA DE FIBRA REFRACTARIA CERABOARD
3	LADRILLO T1206
4	HORM. P/ CONTACTO (ALCAST EXTRA HS)



Capitulo 5: Tablero de control

El tablero de control del horno se presenta como una unidad independiente del horno dado que se monta distante del mismo por cuestiones de temperatura y seguridad operativa. En el mismo se encuentra el sistema control de temperaura. El diseño del mismo y las consideraciones de detalle de armado se realizan con profesionales especialistas en la materia. Asi mismo se busca un sistema de control de regulación de la energía que con un controlador de potencia que dismunye el cosumo de energía a medida que el horno se aproxima al set point preestablecido. Esto permite un mayor control del aumento de temperatura del horno evitando que se pase por inercia térmica del valor objetivo.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En términos de perspectiva y futuro fue sumamente importante haber avanzado con éxito en tiempo y forma con el proyecto citado dado que se logro materializar un horno con el objetivo de mejorar la calidad del material y con ello se logro mayor potencial comercial dado que se avanzo en el desarrollo de nuevas y complejas piezas con destino de exportación tales como: carters de dirección eléctrica para la autopartista Jtekt Brasil, diferentes modelos de piezas para camiones de Scania con destino de exportación final a Brazil y Suecia y piezas para Toyota Argentina. Es decir, el proyecto estuvo impulsado por cuestiones comerciales involucrando la producción de numerosas piezas con destino nacional para eliminar importaciones e internacional generando ventas en un mercado tan importante como el de Brazil y Europa.
Los propósitos planteados en el desarrollo fueron abordados logrando resultados satidfactorios.

- El nuevo sistema de calentamiento permitió mantener y controlar exitosamente la temperatura del material y elimino el aporte de gases al aluminio liquido. El sistema sin turbina, motores, subestacion de gas y accesorios neumáticos permitió reducir de manera significativa las tareas de mantenimiento preventivo y paradas de máquina por fallas.
- Hermeticidad: el diseño de la nueva bóveda y disposición de la boca de carga permitió lograr un cerramiento tal que evita en todo momento el contacto del baño liquido con el aire ambiente.
- Aislación térmica. Se logro un diseño de aislación térmica que permitió lograr temperatura de chapa de 70 grados.
- Sistema de carga del material líquido: si bien la carga de material es por arriba del baño liquido, se hace solo por sobre de una boca de carga de superficie reducida acorde a la sección requerida por el vuelco de material a través del canal de trasvaso. El nivel de material en la zona del baño liquido se adiciona por vaso comunicante siendo esto eje del cambio en el diseño del embase del horno.
- Accesibilidad al horno para eventuales tareas de limpieza y mantenimiento. Las tareas de limpieza se cumplieron con éxito a partir de una tapa totalmente extraíble y que da acceso completo en todos los sectores de la cámara del horno. Esto es un gran logro dado que una limpieza integral evita

posteriores problemas de crecimiento de corindón (Al_2O_3) a partir de la tranformacion del material de las paredes del horno con los óxidos de aluminio. No frenar este tipo de degradación de la aislación implica la reducción paulatina de las propiedades de aislación y como consecuencia perdida de rendimiento térmico.

- Control de temperatura del material. El nuevo sistema permitió lograr controlar la temperatura del material con menor variación siendo ello importante para evitar sobrecalentamiento del mismo siendo esto importante dado que la solubilidad del hidrogeno en el aluminio aumenta de manera exponecial a partir de los 700 grados. Es decir la curva de ascenso de temperatura debe ser controlada de manera ajustada para evitar variaciones llegando al set point establecido.

Recomendaciones

A futuro se debe contemplar el análisis de un sistema que mejore la hermeticidad de la zona de descarga del material. Puntualmente en el sector donde ingresa la cuchara de extracción del material. Se observa este detalle porque en el diseño obtenido la tapa se remueve de manera manual y el espacio donde entra la cuchara es demasiado amplio siendo esto desfavorable para el rendimiento térmico.

Para las tareas de extracción de resistencias eléctricas se debe realizar un dispositivo que permita tanto un montaje como desmontaje seguro para el operario de mantenimiento que se ocupe de realizarlo. Evitando en todo momento maniobras que expongan al operador a temperatura y a riesgos de quemadura.

Se deben contemplar mejoras en los detalles de montaje del cableado que permite la conexión de los termopares de control de temperatura tanto de la bóveda como de la zona del baño liquido. Este cableado es delicado y la falla en el mismo provoca el bloqueo del sistema de control de temperatura del horno.

Es importante sumar un sistema de alarma de horno fuera de rango de temperatura, tanto de tipo sonoro como luminico para que el operador pueda detectar este desvio.

El sistema de elevación del eje que esta solidario a la tapa del horno mejoraría la condición de movimiento con un sistema de guiado a través de bujes y no de ruedas.

Bibliografía

[1] Industria de Inyección a Presión, seminario Ing. Carolina Clar – Aluar Aluminio Argentino. Agosto 2011.

[2] Alberto Forcato Tecnología - Seminario sobre inyección a presión de aluminio. Agosto 2011

[3] Medemet Ing. Miguel Spinasi - Seminario presencia de incluisiones en aluminio liquido Agosto 2011

[4] Publicacion sobre materiales para resistencias eléctricas. DAMFER :: materiales para resistencias eléctricas (damfer-srl.com.ar)

[5] Publicacion sobre materiales para resistencias eléctricas https://scram.com.ar/nueva/

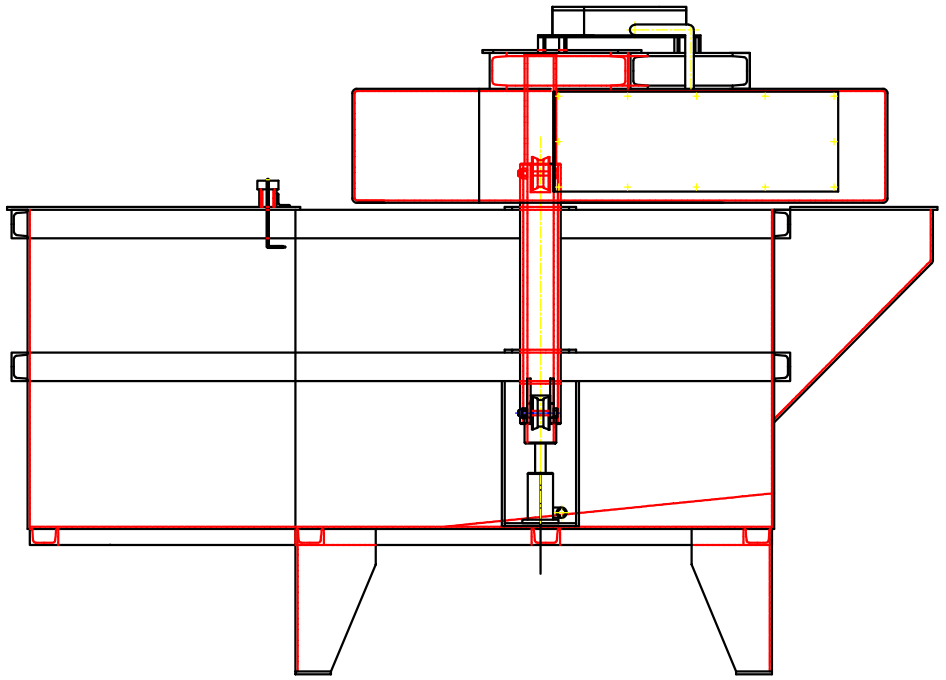
[6] Información sobre resistencias eléctricas https://www.kanthal.com/es-es/knowledge-hub/heating-material-knowledge/design-calculations-for-heating-elements/

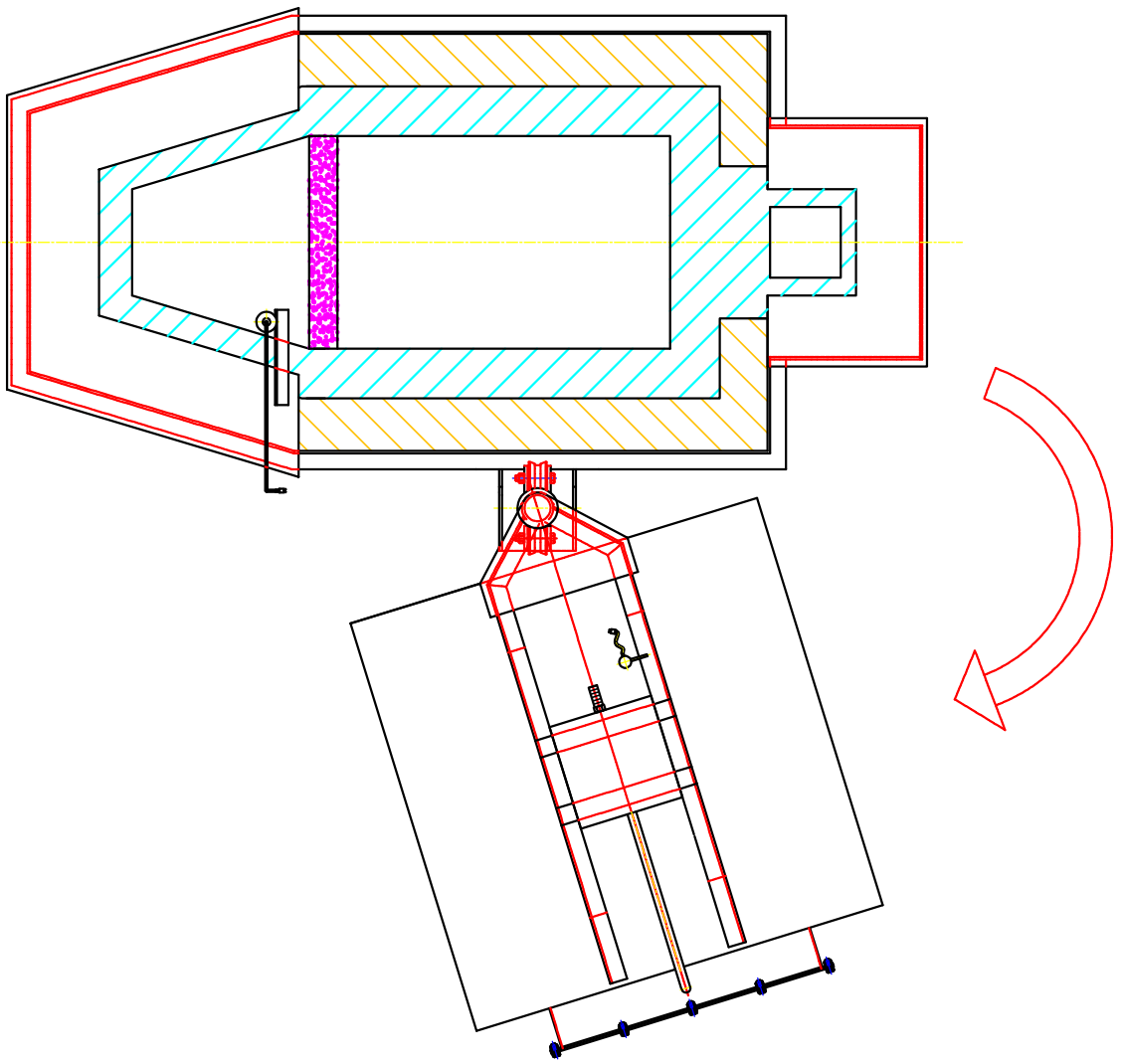
[7] Información sobre resistencias eléctricas https://www.kanthal.com/es-es/knowledge-hub/heating-material-knowledge/element-surface-load/

[8] Información sobre resistencias eléctricas https://www.kanthal.com/es-es/productos/fichas-t%C3%A9cnicas-de-materiales/hilo/alambre-de-calentamiento-por-resistencia-y-alambre-de-resistencia/kanthal-a-1/

[9] Manual de Normas Iram para Dibujo Tecnologico, Año 2009

Anexo A: Planos de horno eléctrico



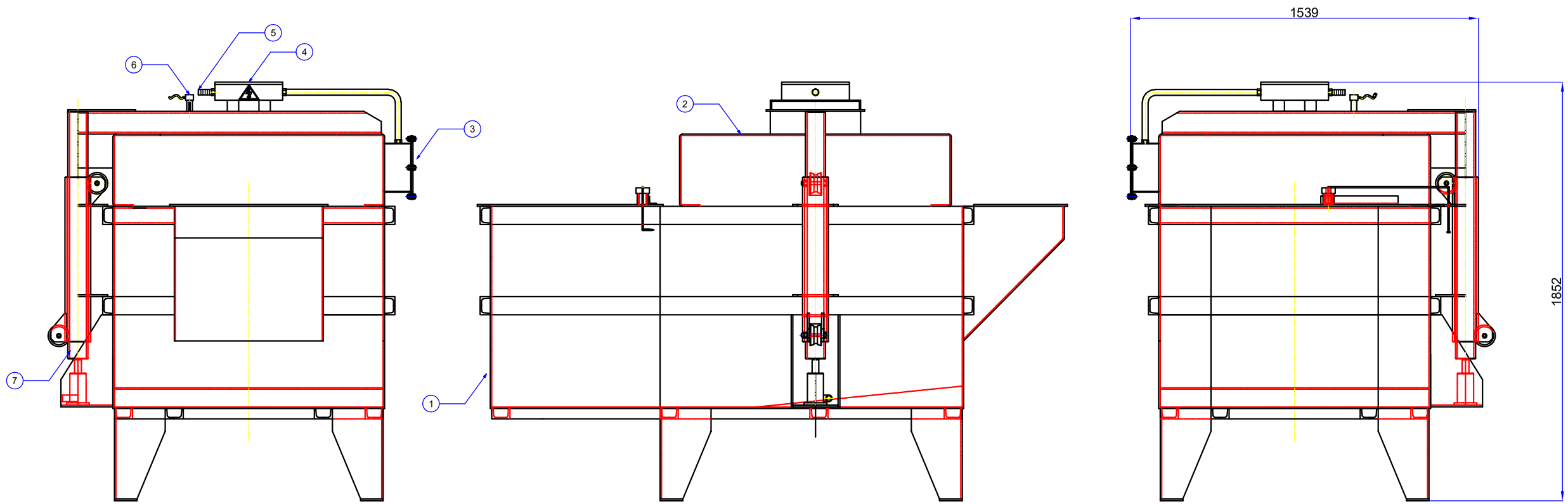


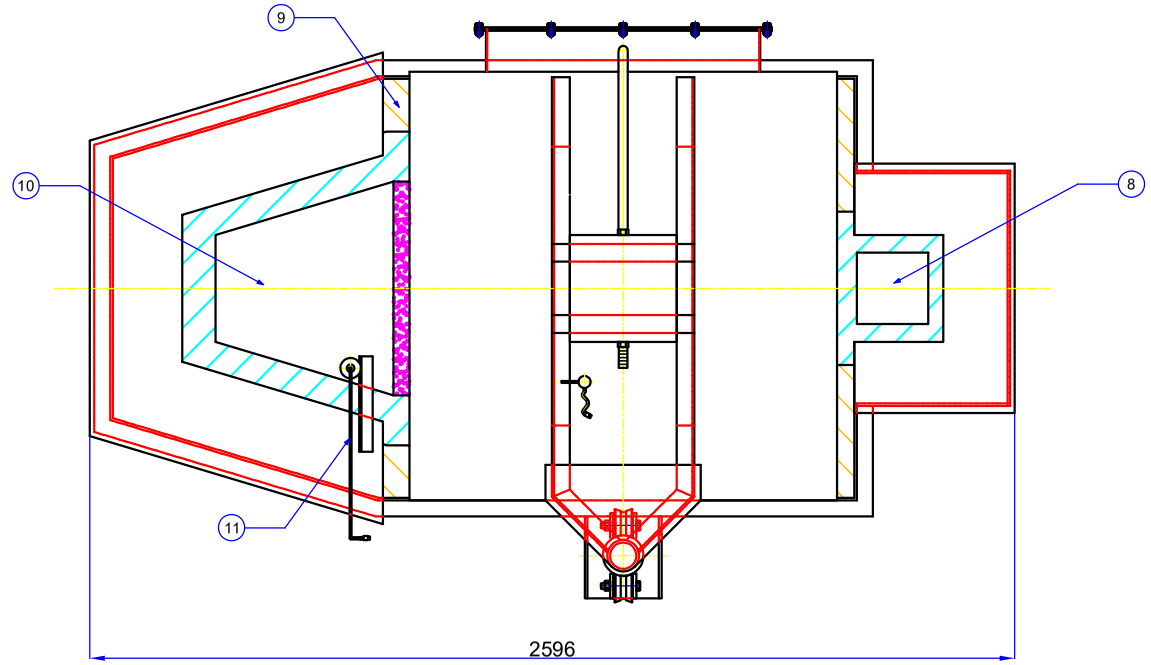
POS.	CANT.	DESCRIPCION			PLANO
REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:15 / TAM. HOJA: A2

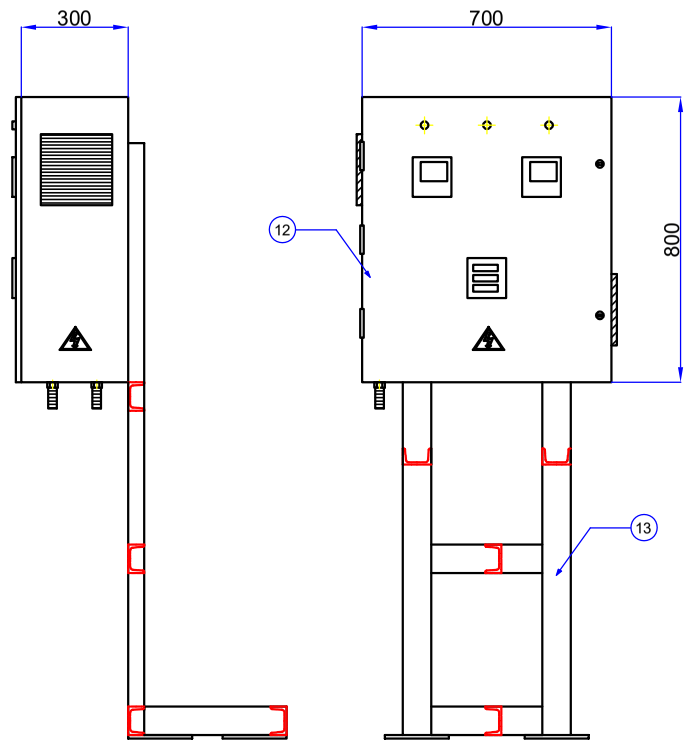
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
GIRO DE TAPA PARA INSPECCION Y LIMPIEZA

PLANO
H - 0001







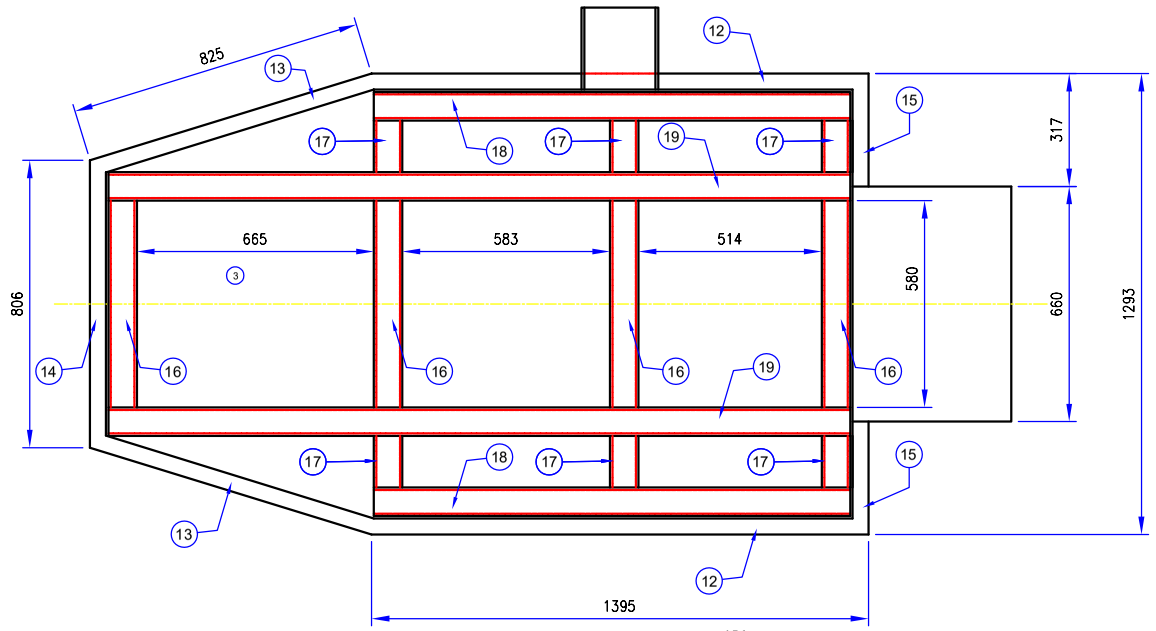
POS.	CANT.	DESCRIPCION	PLANO
13	1	SOPORTE TABLERO DE COMANDO	H-3000
12	1	GABINETE METALICO 700x800x300	---
11	1	TERMOCUPLA CONTROL TEMP. BAÑO (TERMOPAR 1000)	---
10	1	BOCA DE DESCARGA	H-4000
9	1	AISLACION TERMICA	H-4000
8	1	BOCA DE CARGA	H-4000
7	1	SISTEMA DE ELEVACION DE TAPA	H-2000
6	1	TERMOCUPLA CONTROL TEMP. DE BOVEDA	H-2000
5	1	CABLE ALIMENTACION 3 x 16 mm2	H-2000
4	1	CAJA DE PASO ALIMENTACION RESISTENCIAS	H-2000
3	1	TAPA PORTA RESISTENCIAS	H-2000
2	1	TAPA (BOVEDA)	H-2000
1	1	BASE (ZONA DE BAÑO LIQUIDO)	H-1000

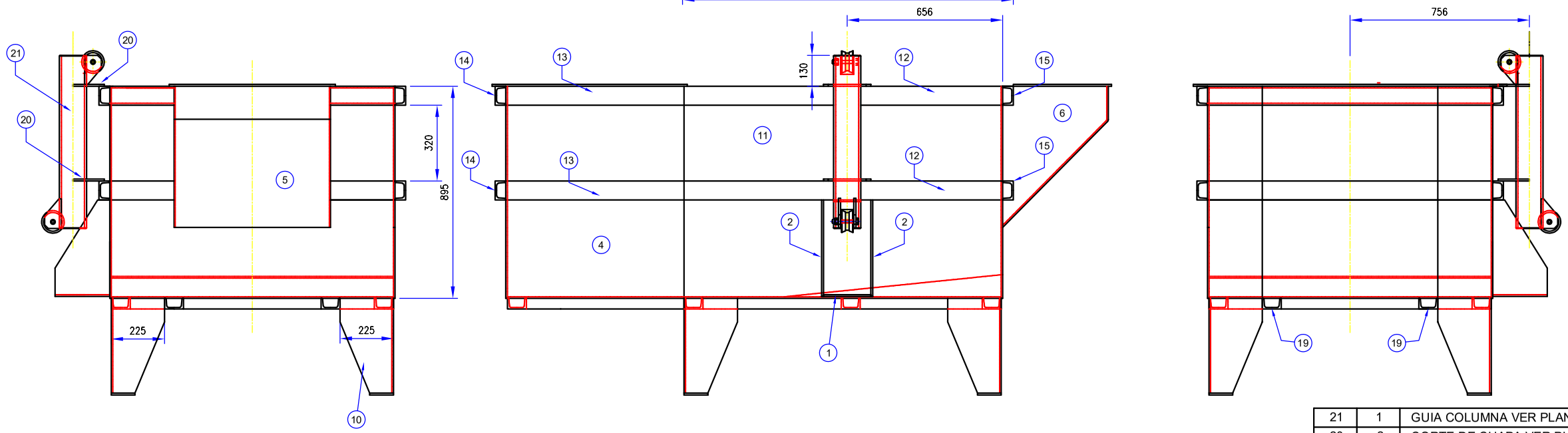
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:15	TAM. HOJA: A2

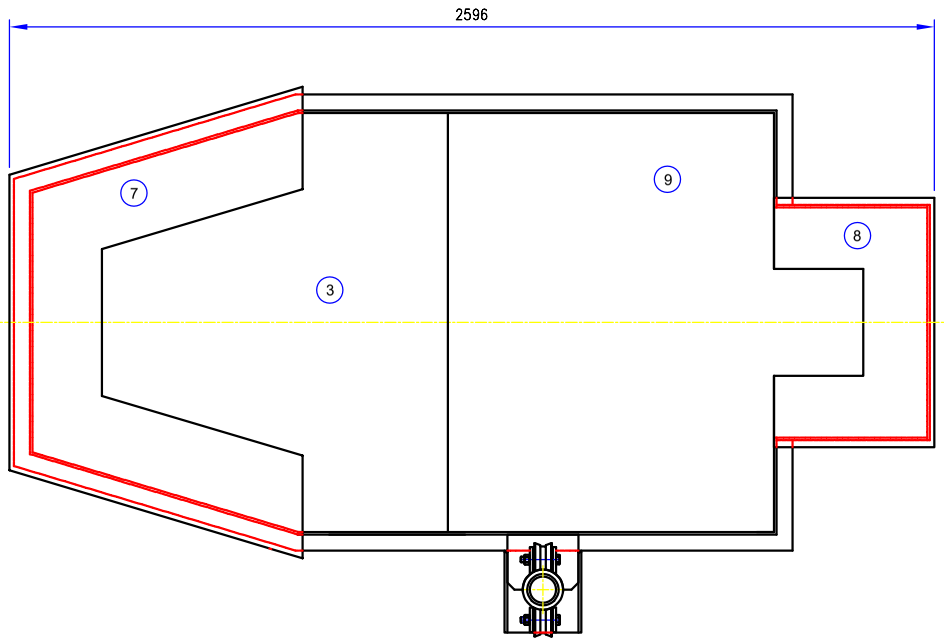
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
Cap. 1000 kg - 380 V 50Hz - Pot: 20 kw

PLANO
H - 0100







POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
21	1	GUIA COLUMNA VER PLANO H - 1220	--
20	2	CORTE DE CHAPA VER PLANO H - 1210	--
19	2	UPN 80 LARGO 2095	F 24
18	2	UPN 80 LARGO 1345	F 24
17	6	UPN 80 LARGO 145	F 24
16	4	UPN 80 LARGO 580	F 24
15	4	UPN 80 LARGO 317	F 24
14	2	UPN 80 LARGO 806	F 24
13	4	UPN 80 LARGO 825	F 24
12	4	UPN 80 LARGO 1395	F 24
11	1	PLEGADO DE CHAPA VER PLANO H-1200	--
10	4	PLEGADO DE CHAPA VER PLANO H-1190	--
9	1	PLEGADO DE CHAPA VER PLANO H-1180	--
8	1	CORTE DE CHAPA VER PLANO H-1170	--
7	1	CORTE DE CHAPA VER PLANO H-1160	--
6	2	CORTE DE CHAPA VER PLANO H-1150	--
5	1	PLEGADO VER PLANO H-1140	--
4	1	PLEGADO VER PLANO H-1130	--
3	1	CORTE DE CHAPA VER PLANO H-1120	--
2	2	CORTE DE CHAPA VER PLANO H-1110	--
1	1	CORTE DE CHAPA 230 x 200 mm P: 3.5kg	CHAPA LISA LC 5/16"

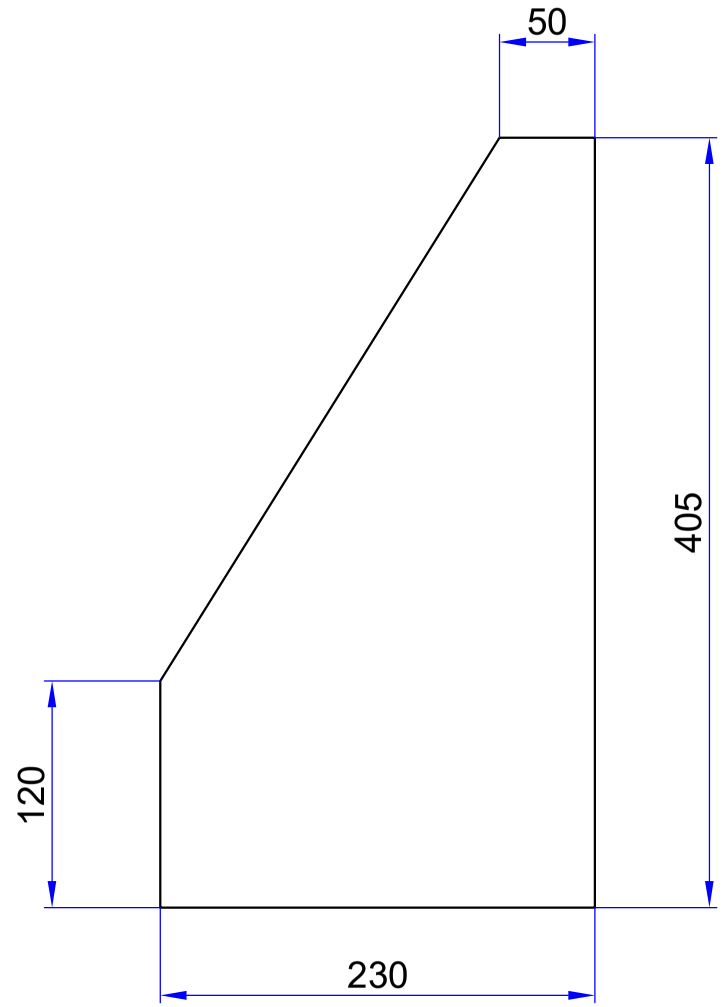
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:15	TAM. HOJA: A2

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

BASE

PLANO
H-1000



1	2	CORTE DE CHAPA ESP. 5/16" (7.6kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

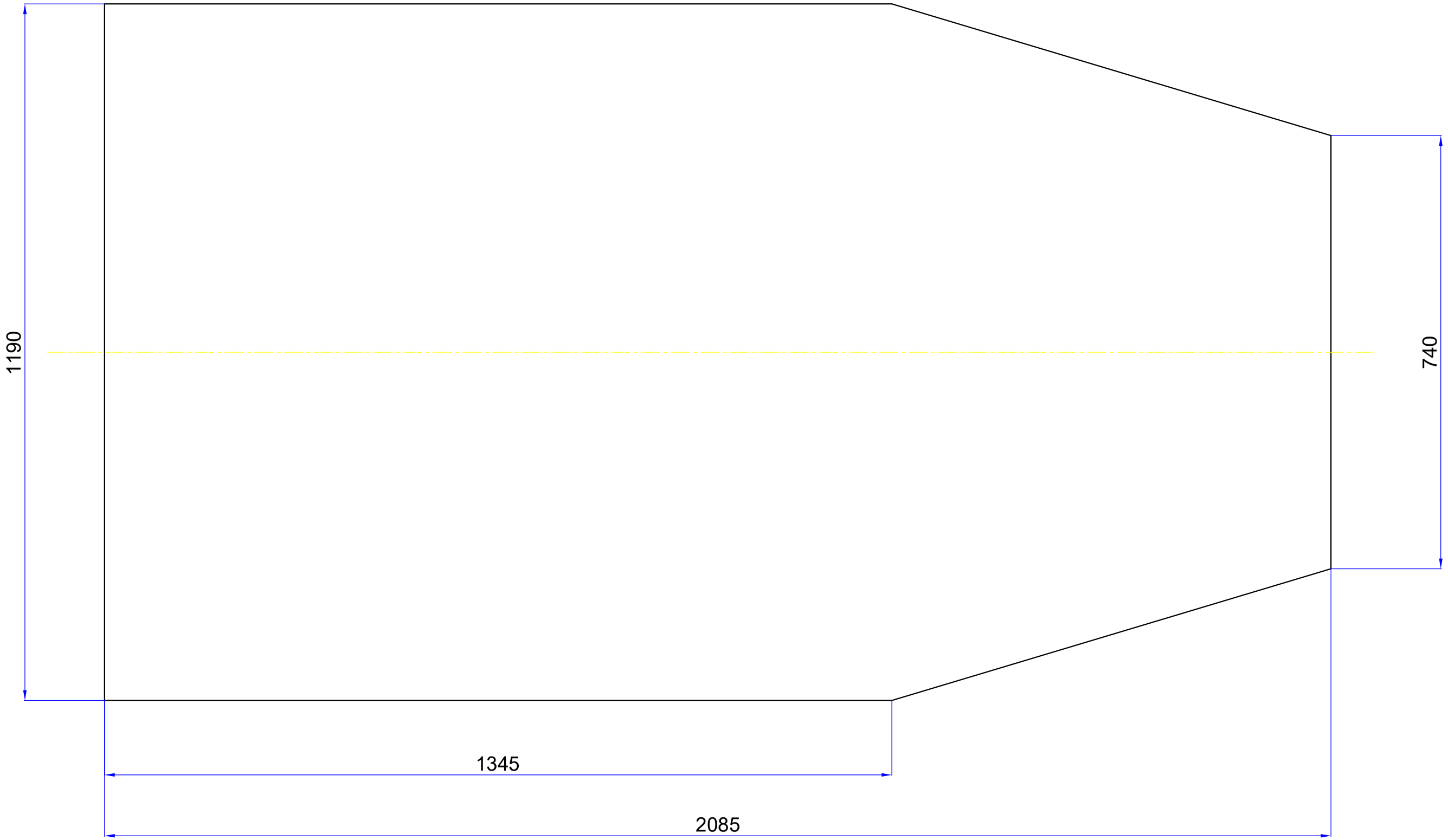
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 2 - ESCUADRA SOPORTE

PLANO
H - 1110



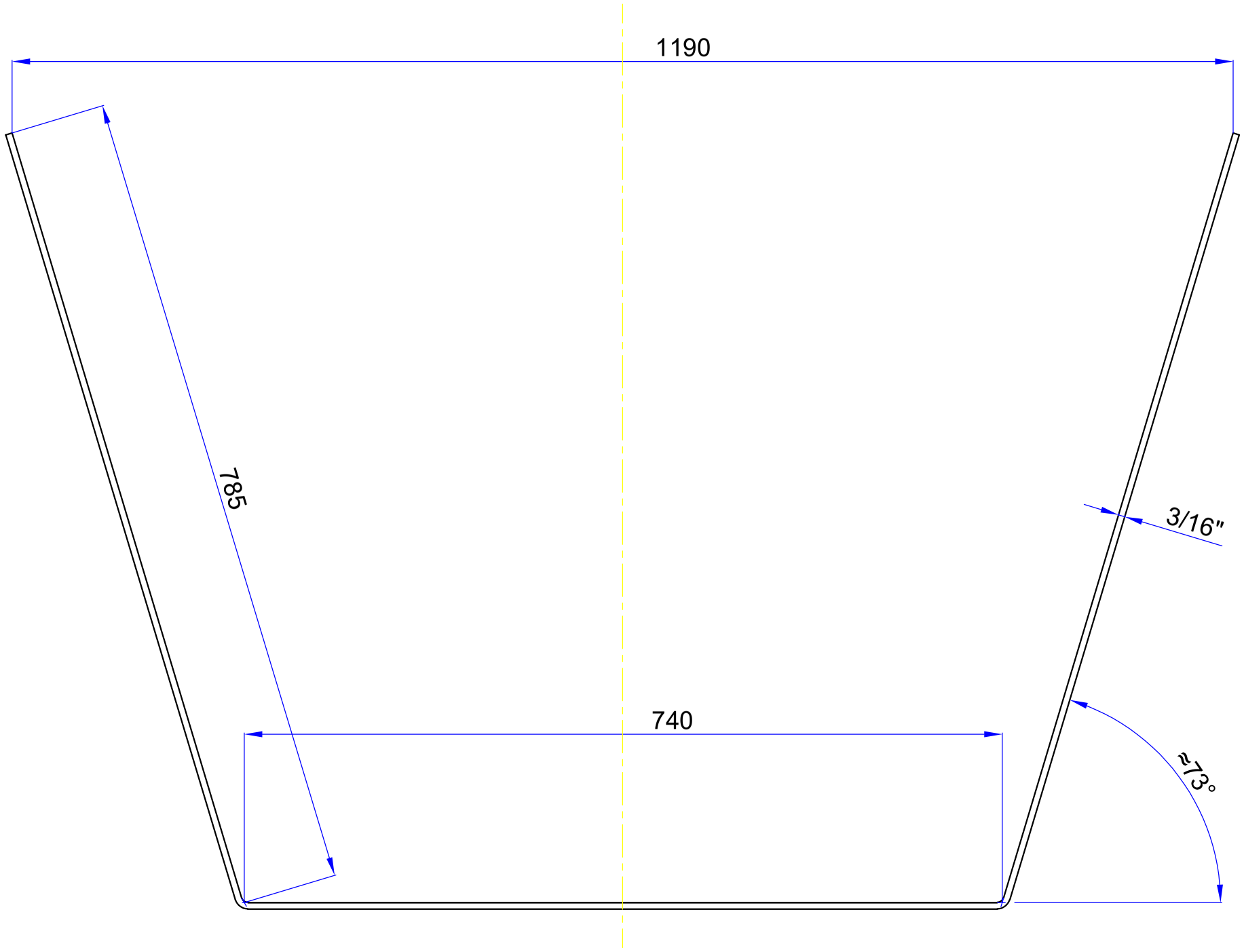
1	1	CORTE DE CHAPA ESP 3/16" (94kg)				CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION				MATERIAL
REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:7	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 3 - FONDO DE CUERPO

PLANO
H - 1120



LARGO 895

1	1	PLEGADO DE CHAPA ESP. 3/16" (79kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

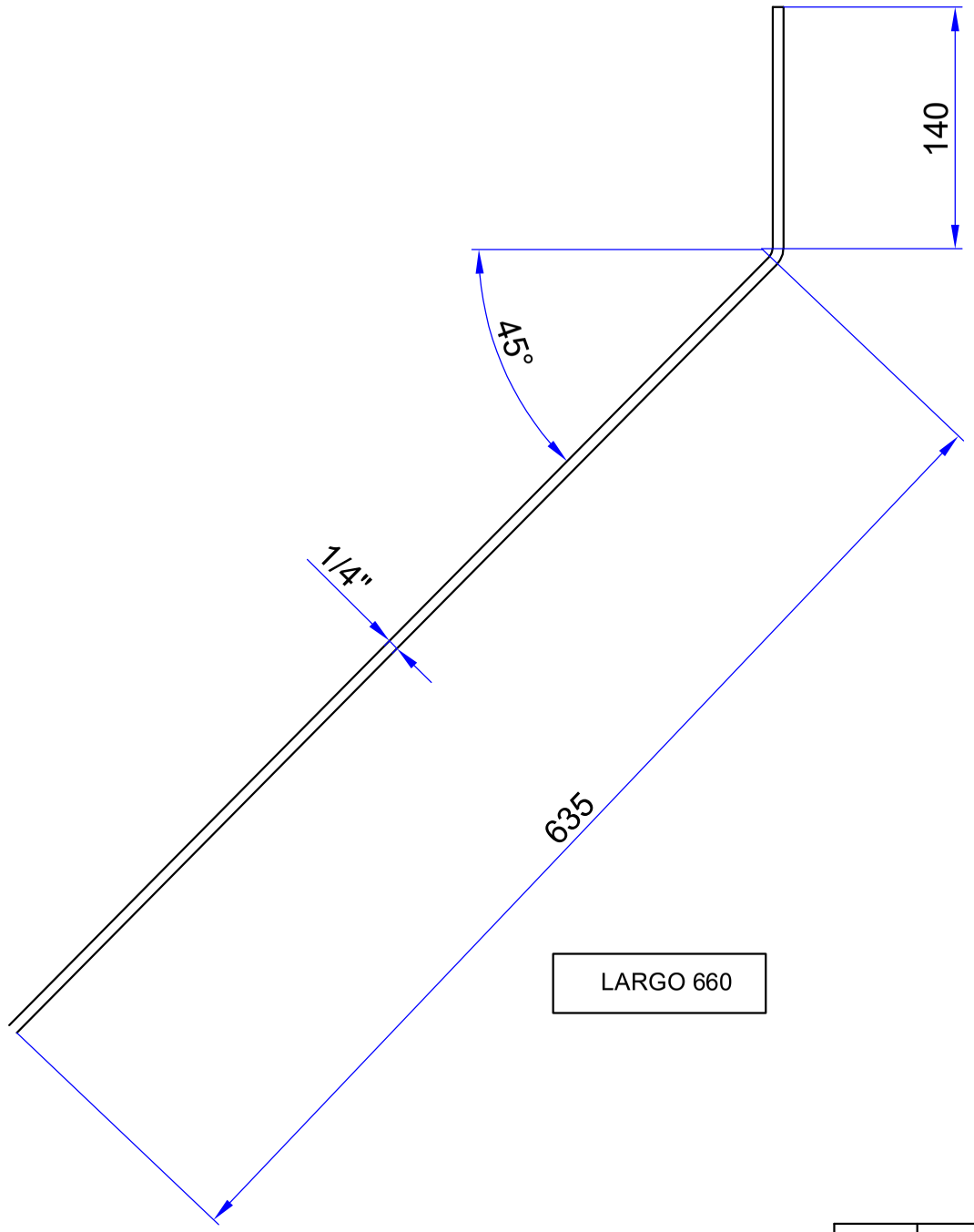
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:5	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 4 - PLEGADO ZONA DE DESCARGA

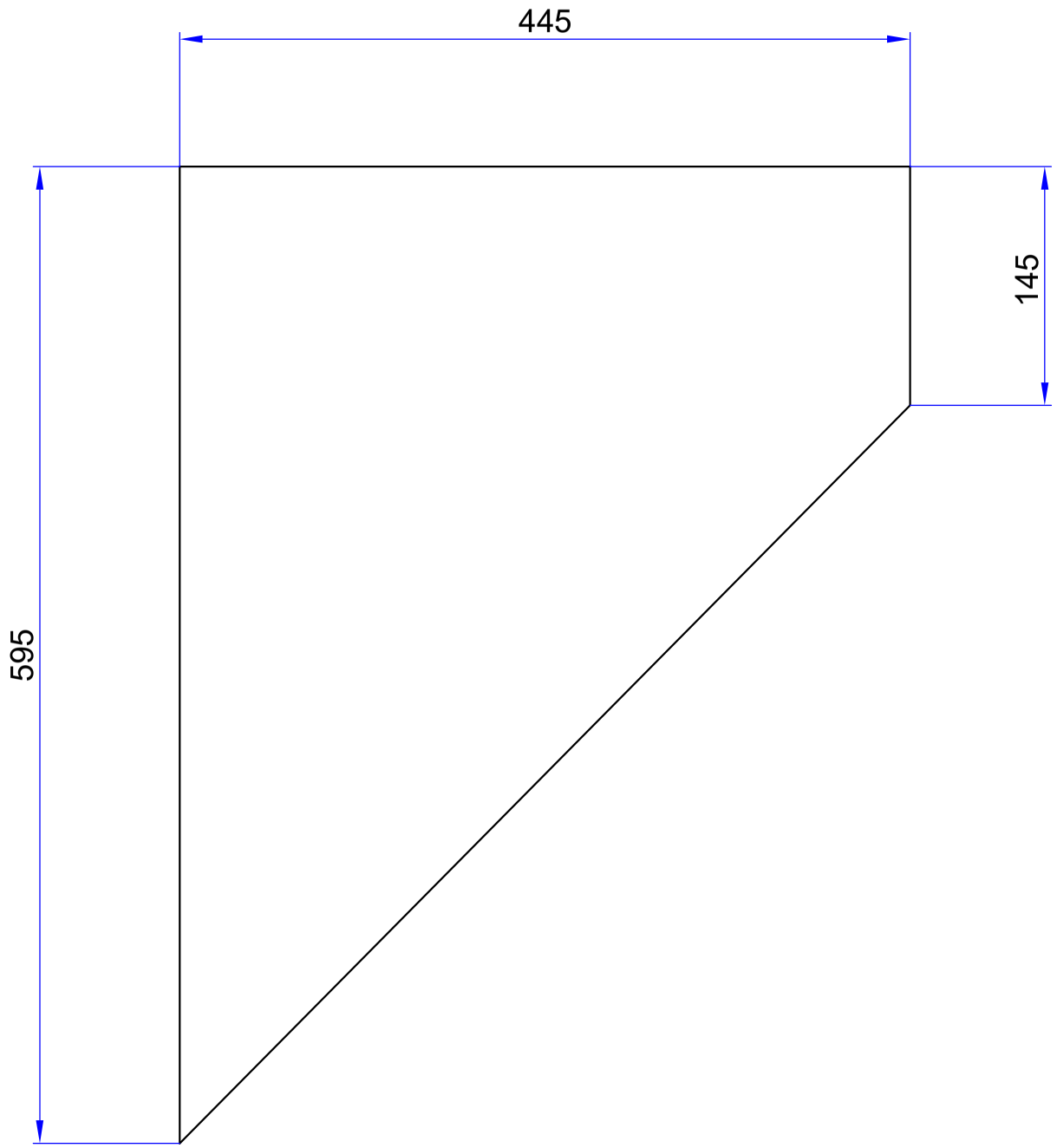
PLANO
H - 1130



1	1	PLEGADO DE CHAPA ESP. 1/4" (25.6kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS. 5 - FONDO BOCA DE CARGA	H - 1140
APROBO				



1	2	CORTE DE CHAPA ESP. 1/4" (16.6kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

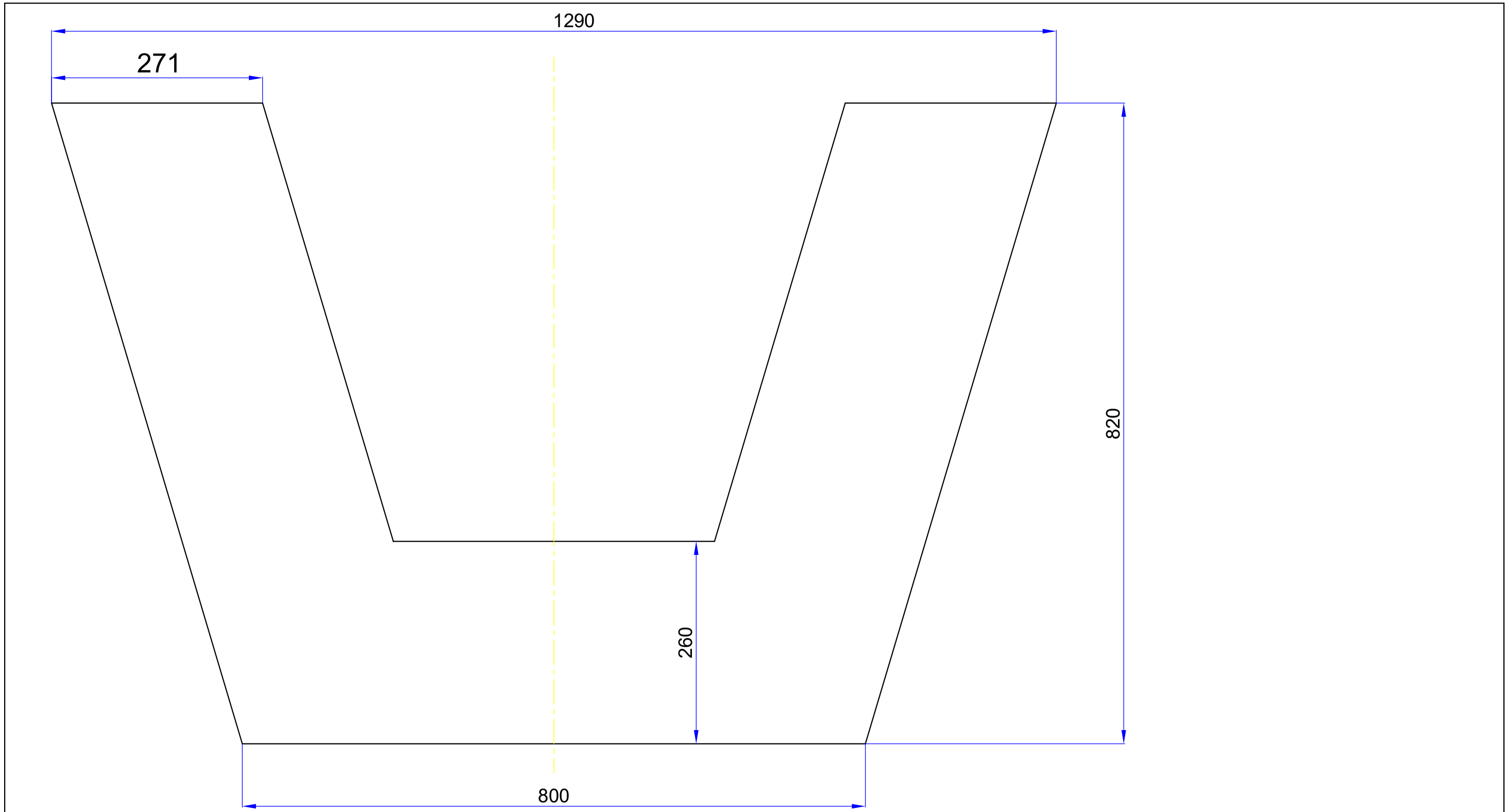
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS. 6 - LATERALES BOCA DE CARGA

PLANO
H - 1150



1	1	CORTE DE CHAPA ESP. 5/16" (33.5kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

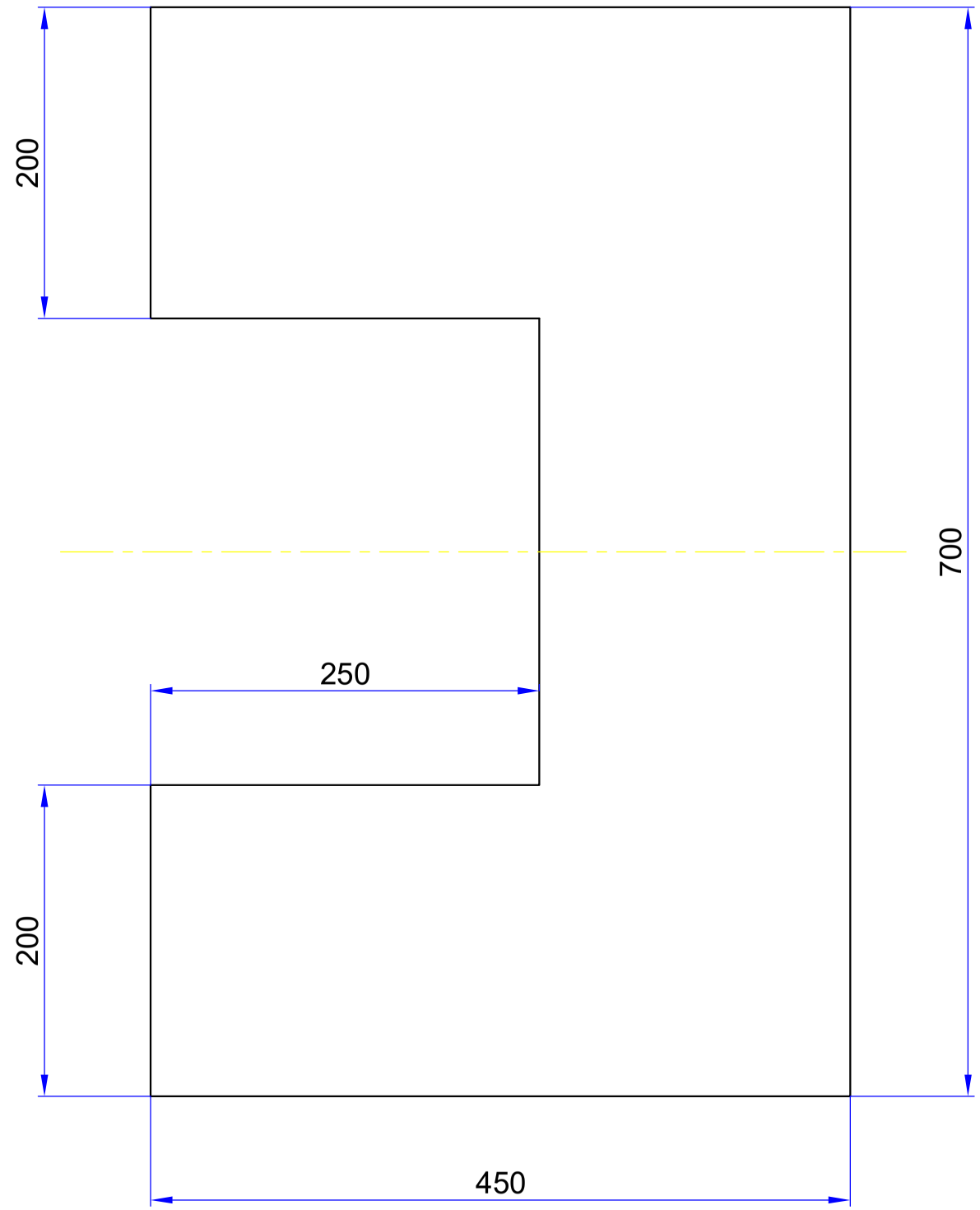
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:5	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS.7 - PROTECCION ZONA DE DESCARGA

PLANO
H - 1160



1	1	CORTE DE CHAPA ESP. 5/16" (21kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

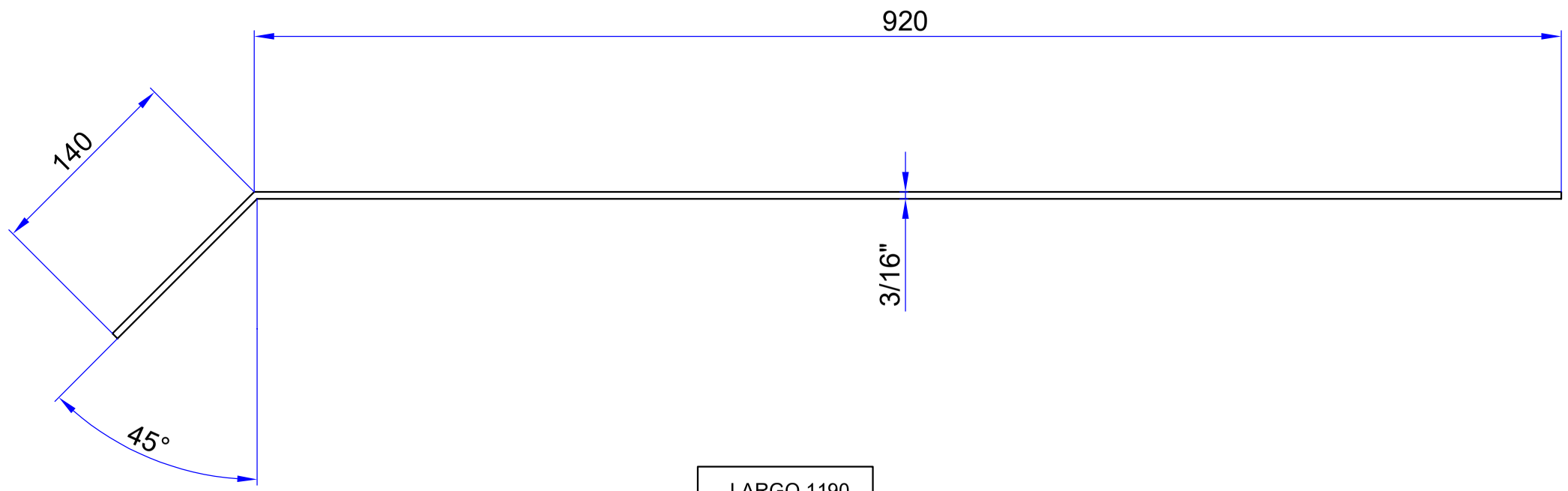
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 8. - PROTECCION BOCA DE CARGA

PLANO
H - 1170

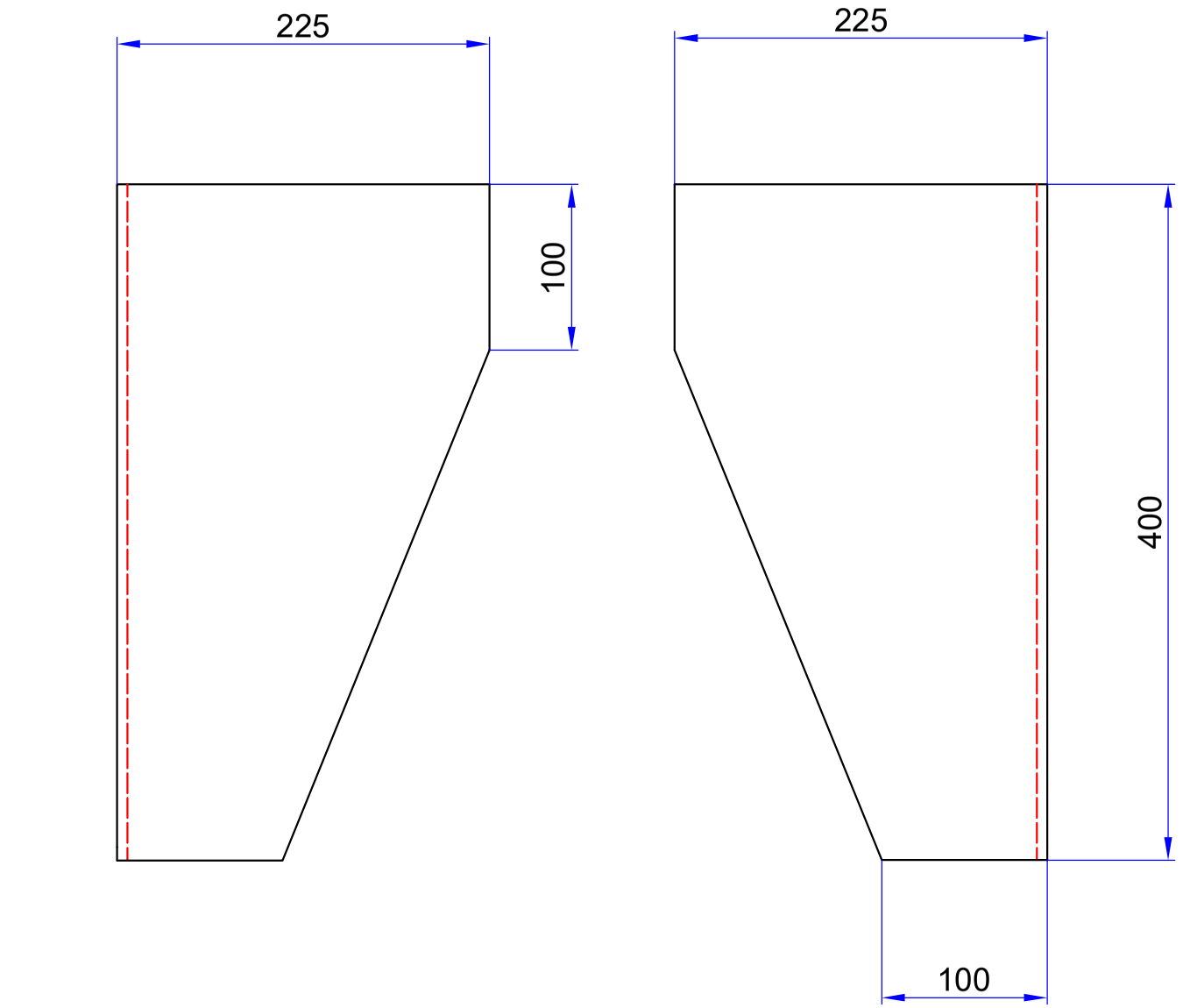


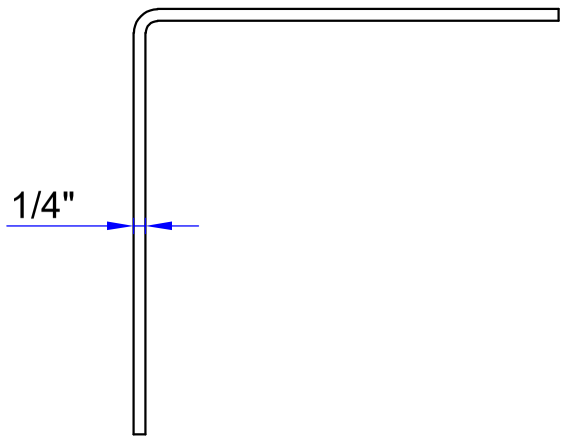
LARGO 1190

1	1	PLEGADO DE CHAPA ESP. 3/16" (47.5kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS.9 - FONDO PARA BASE	H - 1180
APROBO				





1	4	CORTE Y PLEGADO DE CHAPA	CHAPA LISA LC 1/4"
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

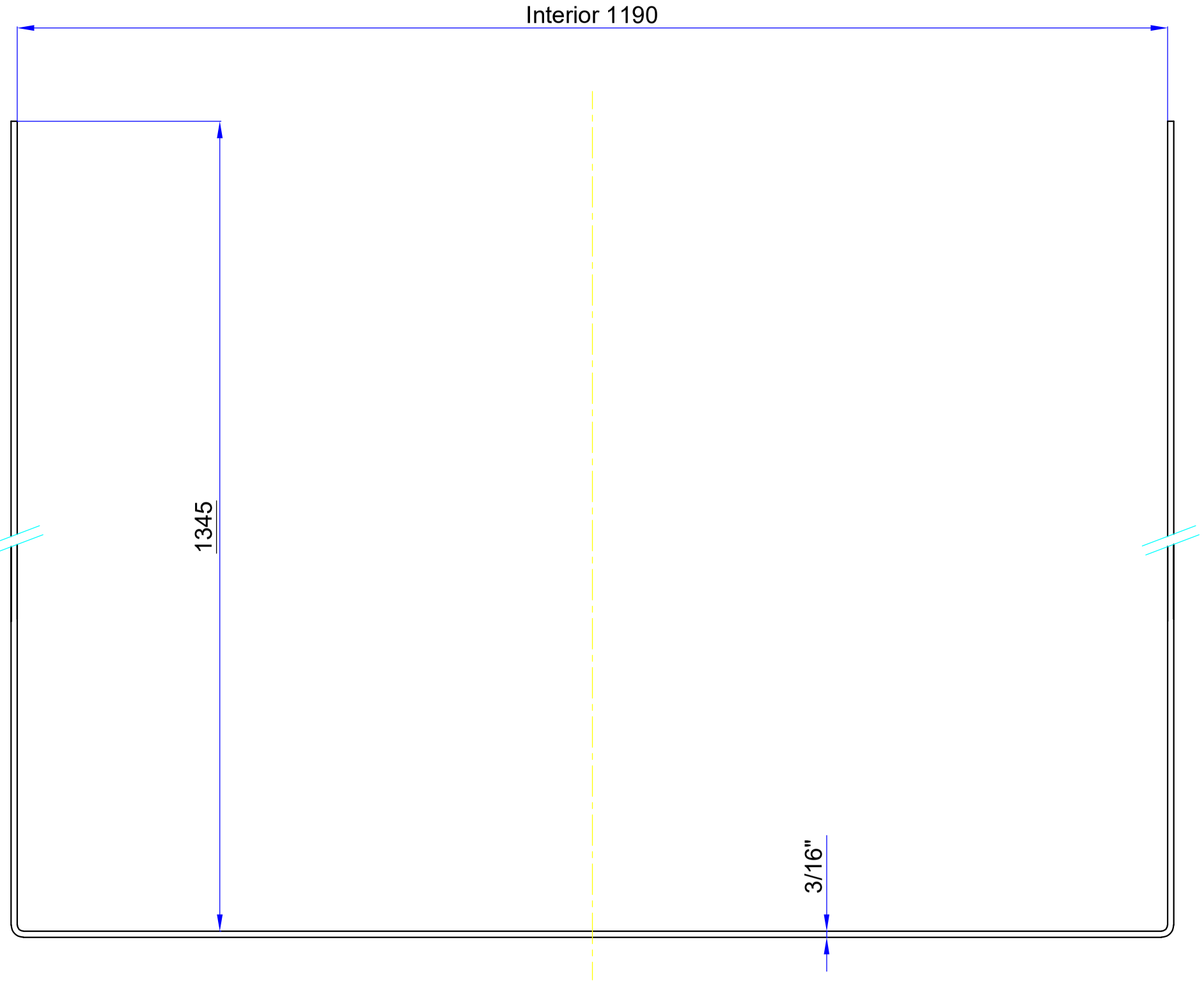
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS. 10 - SOPORTES DE APOYO

PLANO
H - 1190



LARGO 895

1	1	PLEGADO DE CHAPA ESP. 3/16" (131kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

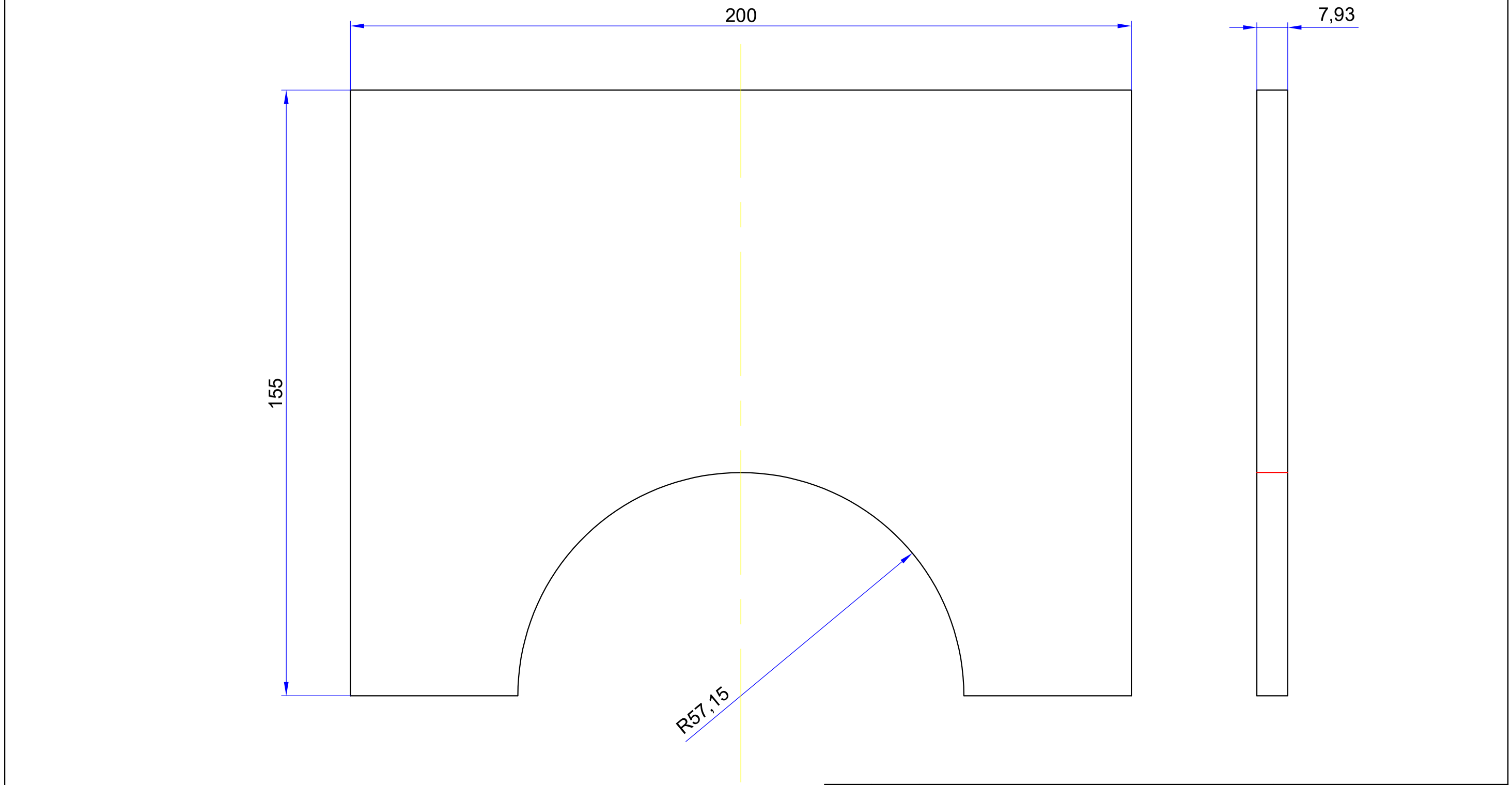
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:5	TAM. HOJA: A3
				E		

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

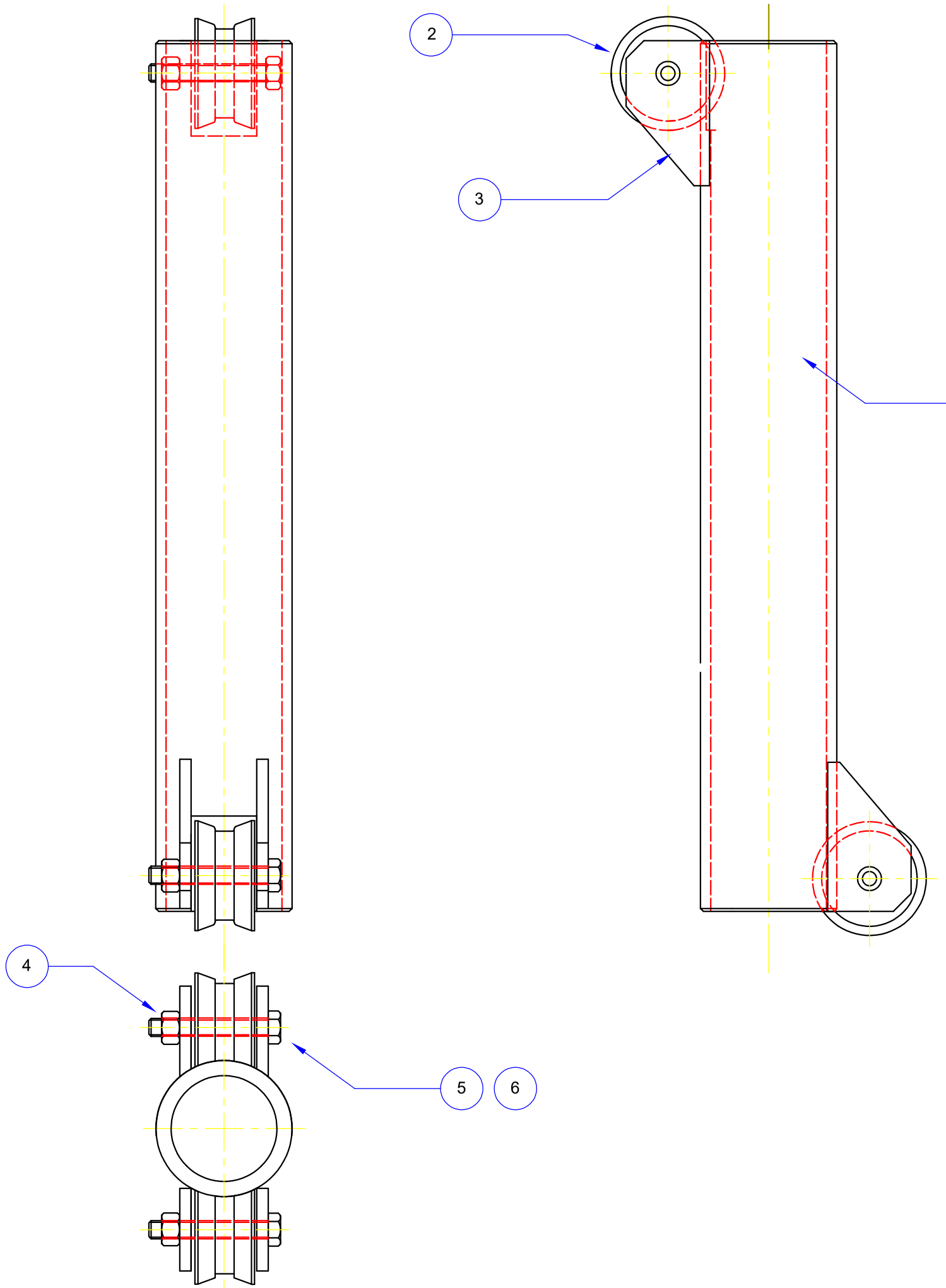
POS 11 - PLEGADO ZONA CUERPO DE HORNO

PLANO
H - 1200



1	2	CORTE DE CHAPA					CHAPA LISA LC 5/16"
POS.	CANT.	DESCRIPCION					MATERIAL
REV.	OBSERVACION			NOMBRE	FECHA	ESC: 1:1	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS. 20 - SOPORTES DE CAÑO GUIA	H -1210
APROBO				



POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
6	2	BULON CAB. HEXAGONAL 5/8" LARGO 4"	GRADO 8.8
5	4	ARANDELA METALICA DIAM. 5/8"	GRADO 8.8
4	2	TUERCA HEXAGONAL ROSCA 5/8 "	GRADO 8.8
3	4	SOPORTE P/RUEDA VER PLANO H - 1220.3	------
2	2	RUEDA VER PLANO H - 1220.2	------
1	1	CAÑO Ø4" SCH 40 VER PLANO H - 1220.1	------

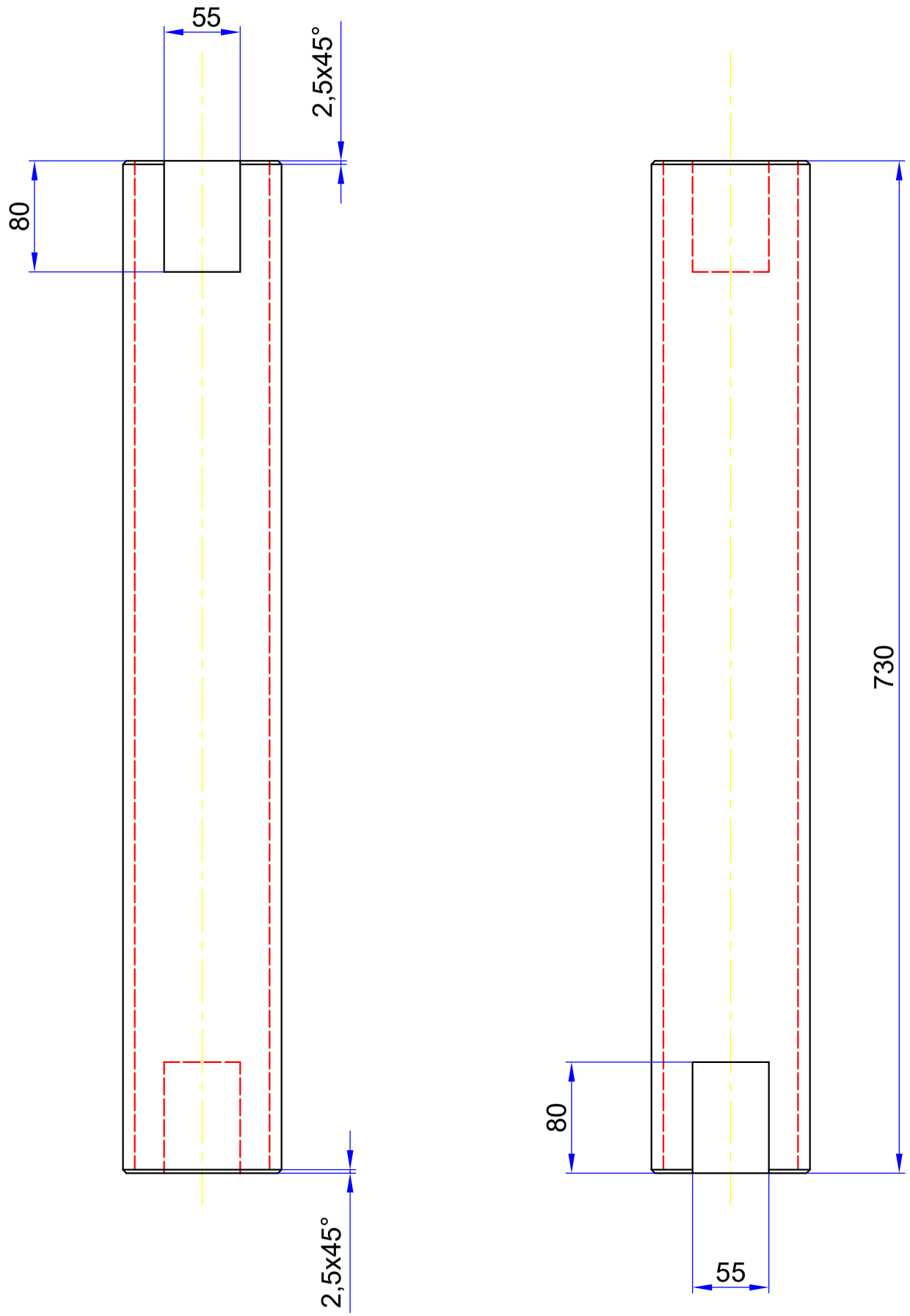
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS. 21 - GUIA COLUMNA

PLANO
H - 1220



1	1	CAÑO Ø4" SCH 40 (Esp. 6.02)	ASTM
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

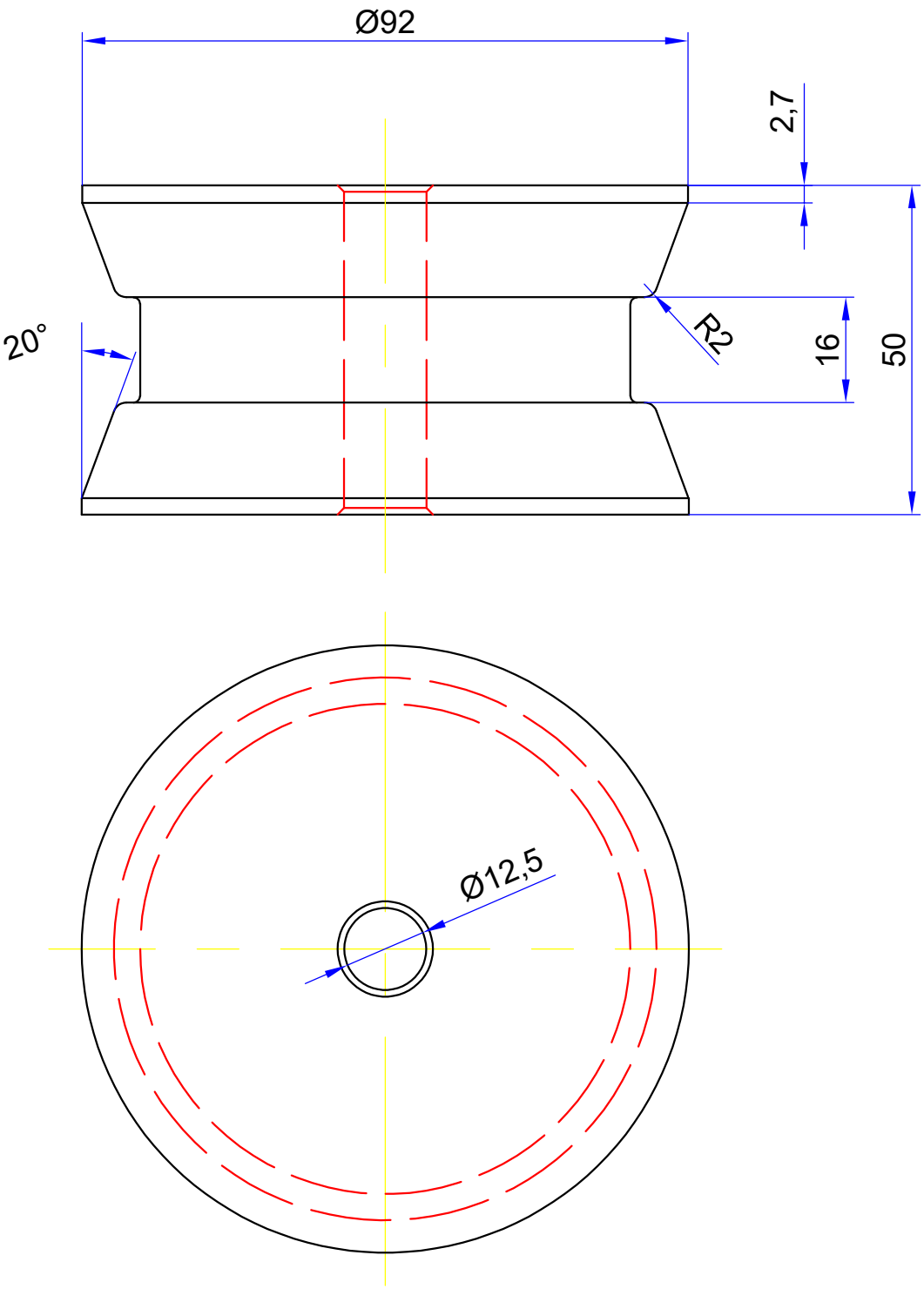
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS. 1 - CAMISA PARA EJE DE TAPA

PLANO
H - 1220.1



TOL. GRAL: ± 0.1

1	2	MACIZO Ø92 X 50 MM (MEDIDA TERMINADA)	AC. SAE 1045
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

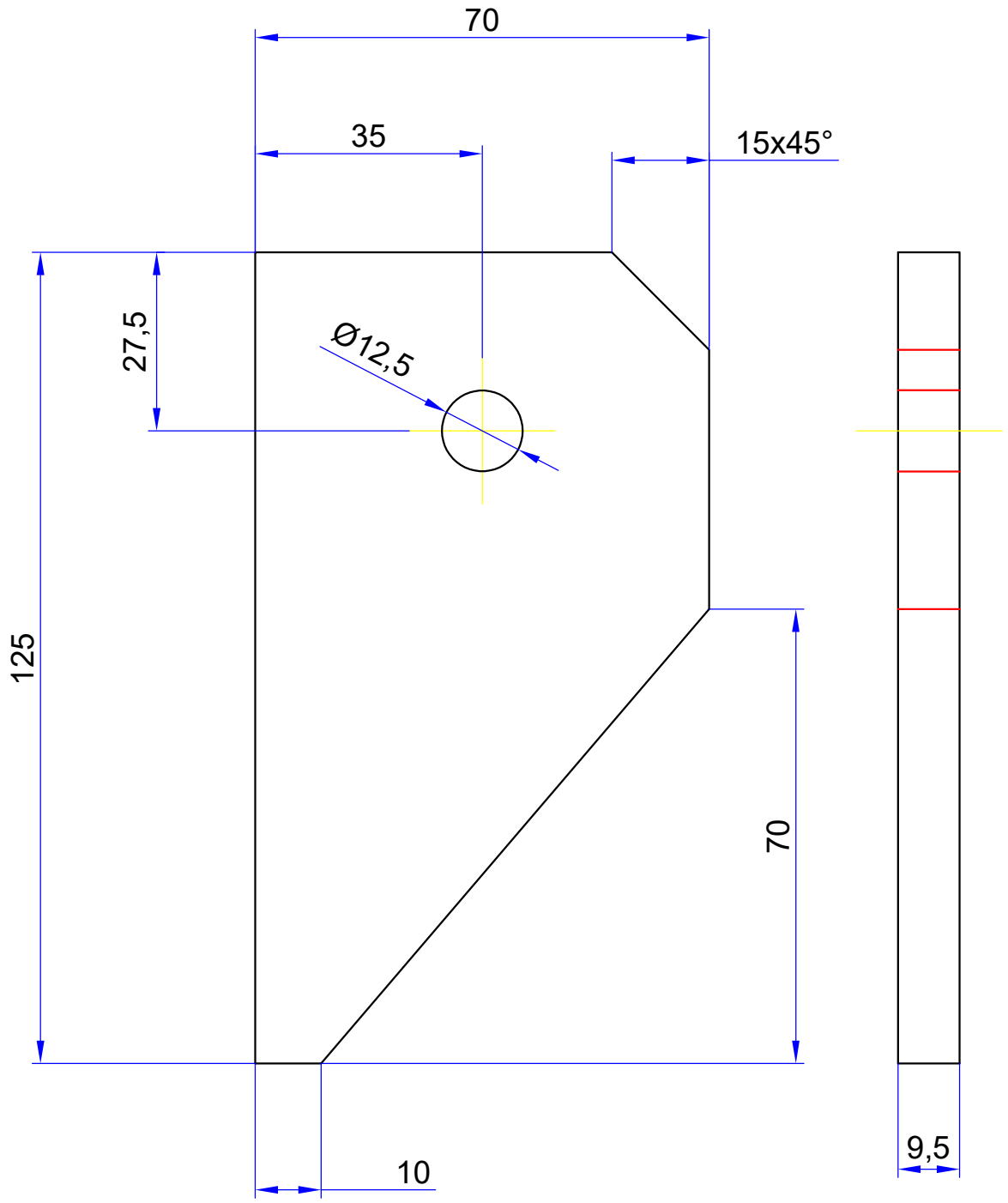
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:1	TAM. HOJA: A4

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS. 2 - RUEDAS

PLANO
H - 1220.2



TOL. GRAL: ± 0.1

POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
1	4	CHAPA 70 x 125 Esp. 3/8"	CHAPA LC

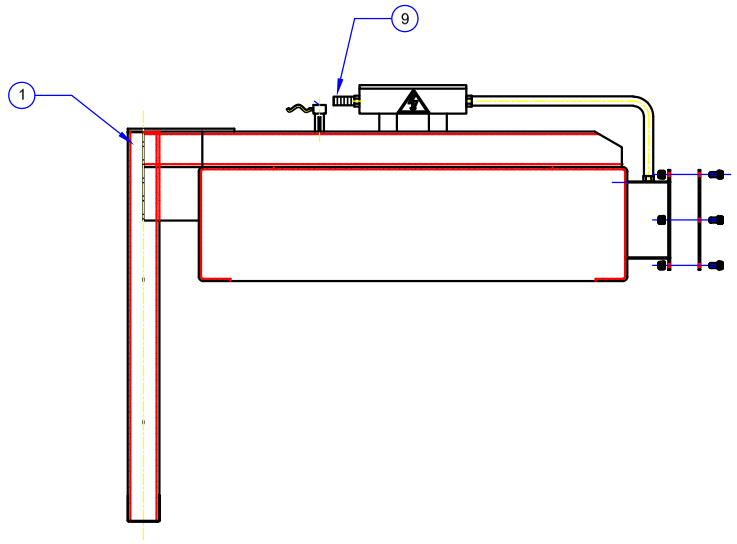
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:1	TAM. HOJA: A4
				E	

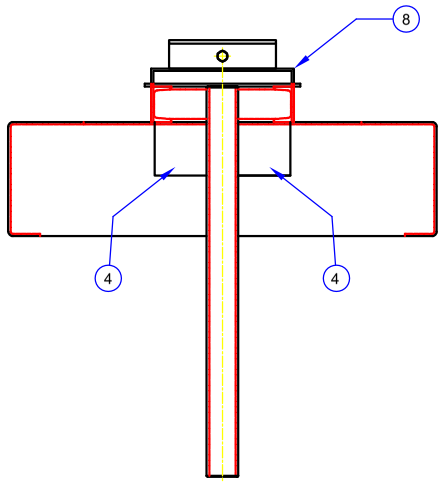
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

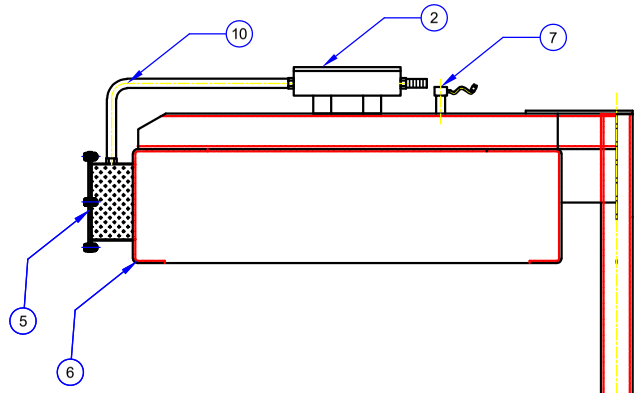
HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

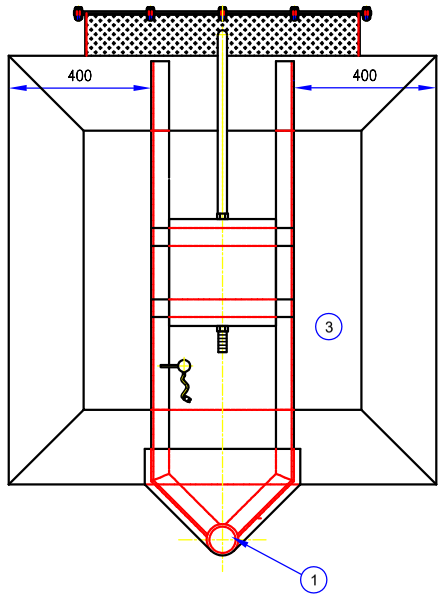
POS, 3 - SOPORTES DE RUEDAS

PLANO
H - 1220.3









POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
9	5 m	CABLE DE ALIMENTACION SUBTERRANEO	TIPO SINTENAX 3x16 mm2
8	2	SOPORTE CAJA DE PASO - VER PLANO H-2130	---
7	1	CABEZAL PARA TERMOCUPLA TIPO K	---
6	1	BOVEDA - VER PLANO H-2120	---
5	1	BOX CONEXION RESIST. - VER PLANO H-2110	---
4	2	CHAPA ESP. 5/16" 200 x 150	CHAPA LISA LC 5/16"
3	1	CHAPA ESP. 3/16" 780 x 780	CHAPA LISA LC 3/16"
2	1	CAJA DE PASO 300 x 300	ALUMINIO
1	1	CONJUNTO SOPORTE ELEVACION VER PLANO H-2100	---

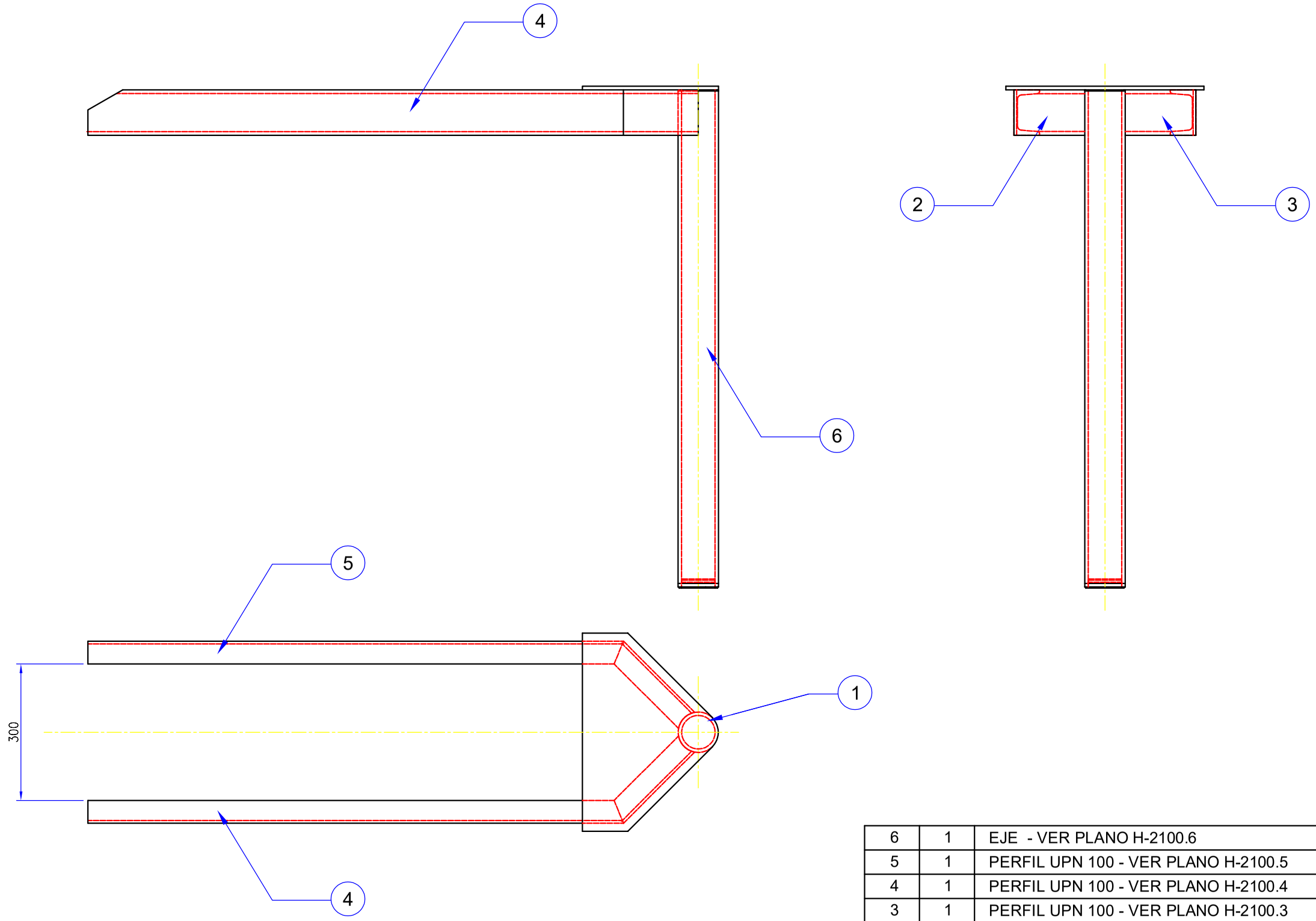
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:15	TAM. HOJA: A2

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

TAPA

PLANO
H -2000



POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
6	1	EJE - VER PLANO H-2100.6	--
5	1	PERFIL UPN 100 - VER PLANO H-2100.5	--
4	1	PERFIL UPN 100 - VER PLANO H-2100.4	--
3	1	PERFIL UPN 100 - VER PLANO H-2100.3	--
2	1	PERFIL UPN 100 - VER PLANO H-2100.2	--
1	1	CORTE DE CHAPA- VER PLANO H-2100.1	--

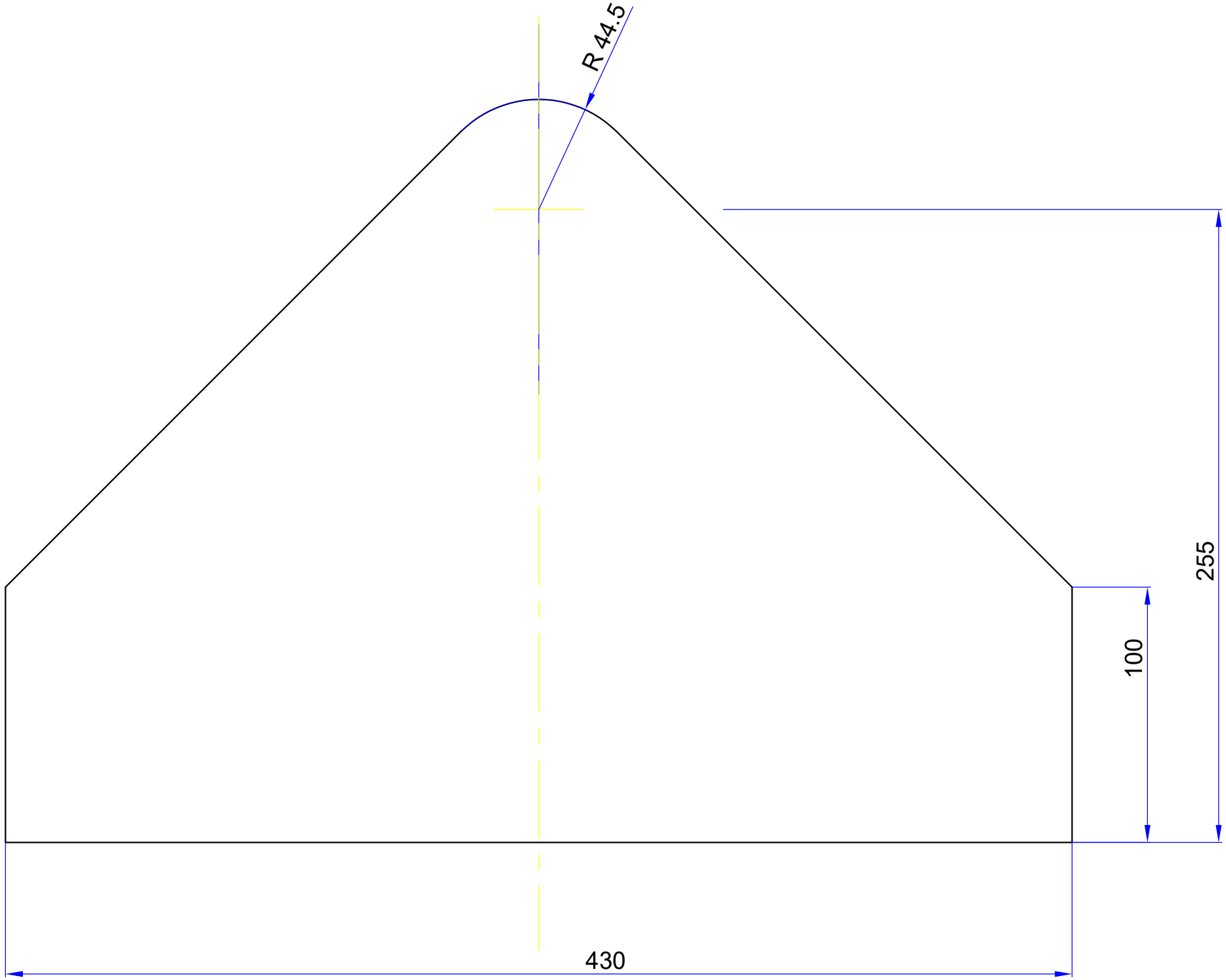
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:10	TAM. HOJA: A3
				E		

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 1 - CONJUNTO SOPORTE ELEVACION

PLANO
H -2100



1	4	CORTE DE CHAPA ESP 5/16 " (3.5kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

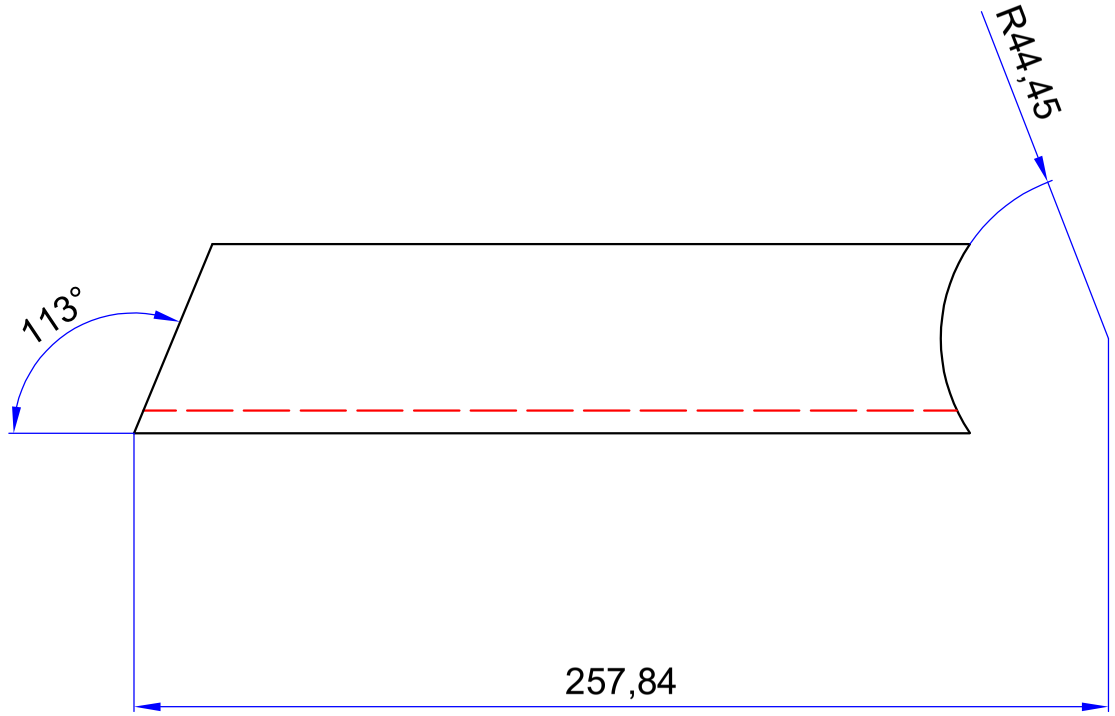
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 1 - SOPORTE DE UNION

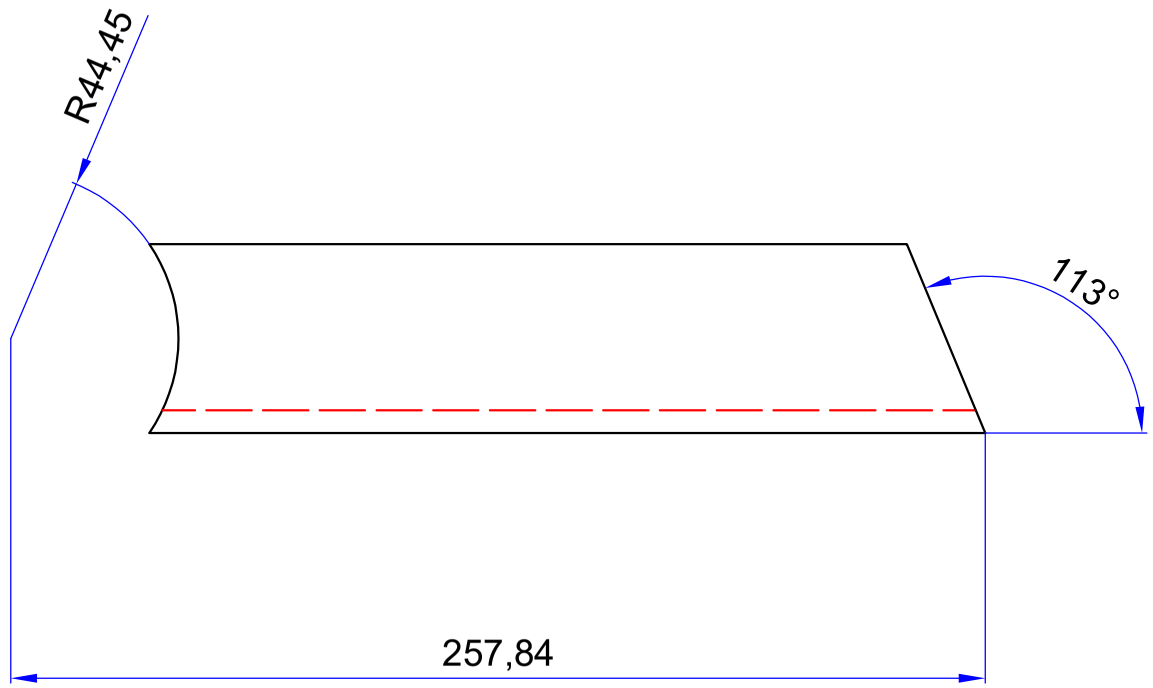
PLANO
H - 2100.1



1	2	UPN 120 - LARGO 1180	F 24
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

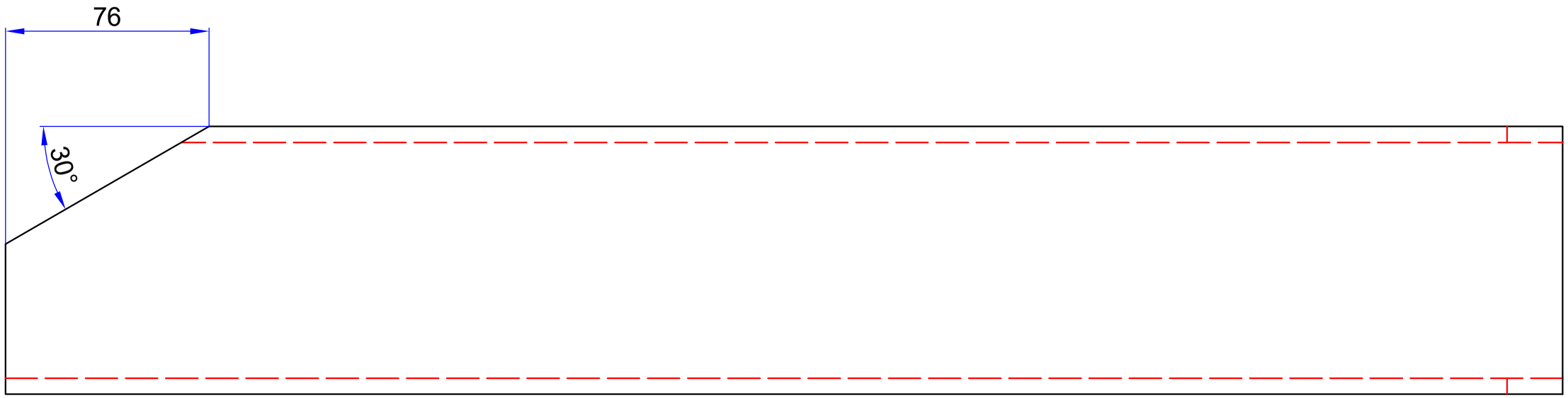
	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg POS 2 - PERFIL UPN	PLANO H - 2100.2
REVISO				
APROBO				

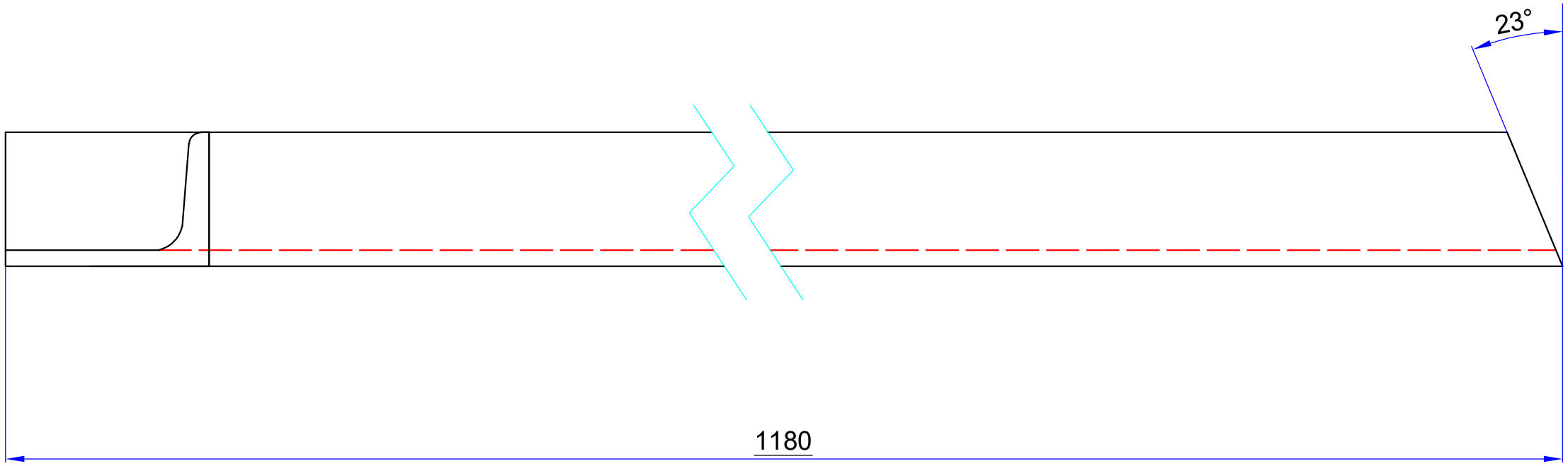


1	2	UPN 120 - LARGO 1180	F 24
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS 3 - PERFIL UPN	H - 2100.3
APROBO				





1	2	UPN 120 - LARGO 1180	F 24
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

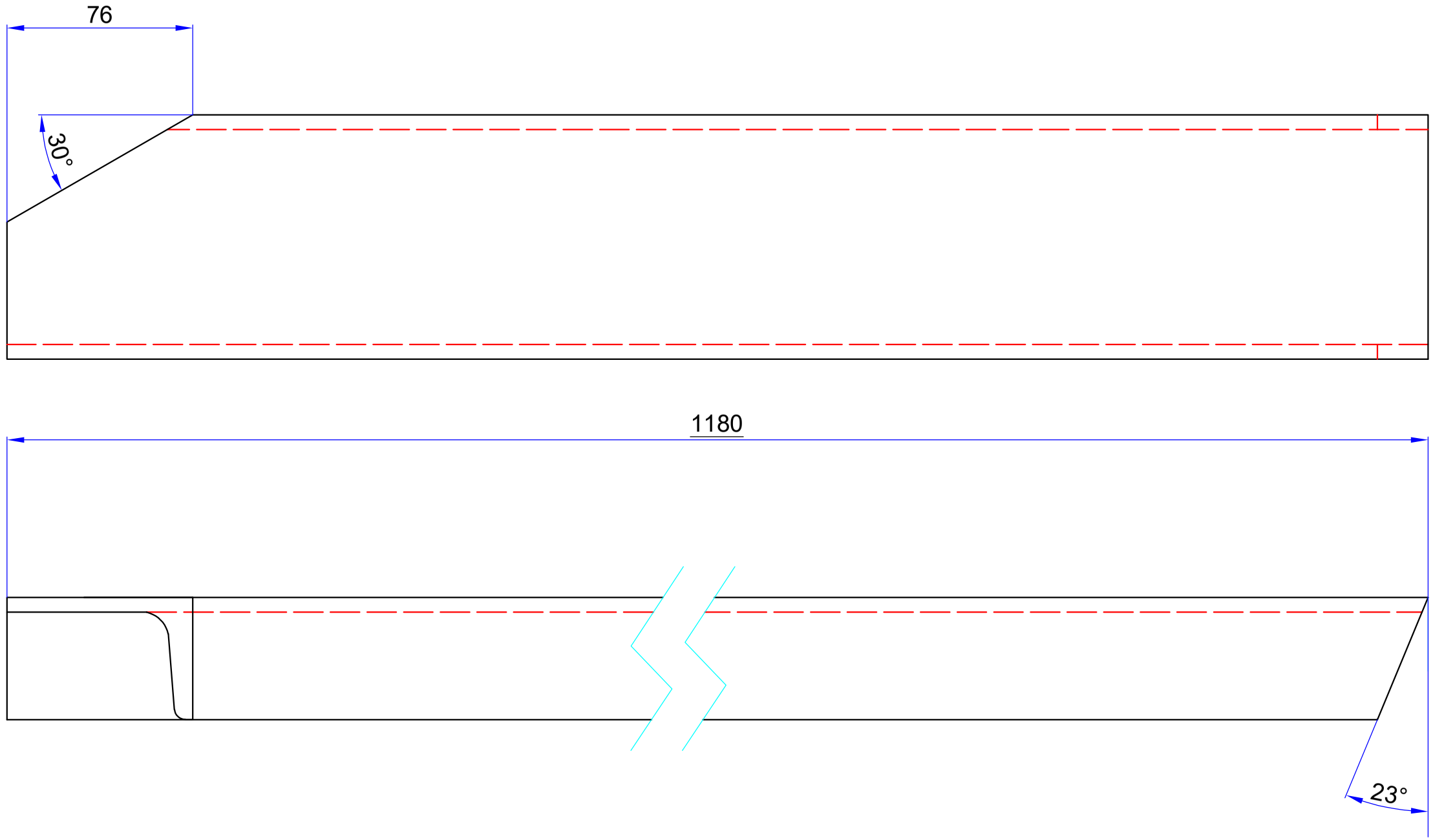
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	E	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 4 - PERFIL UPN

PLANO
H - 2100.4



1	2	UPN 120 - LARGO 1180	F 24
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

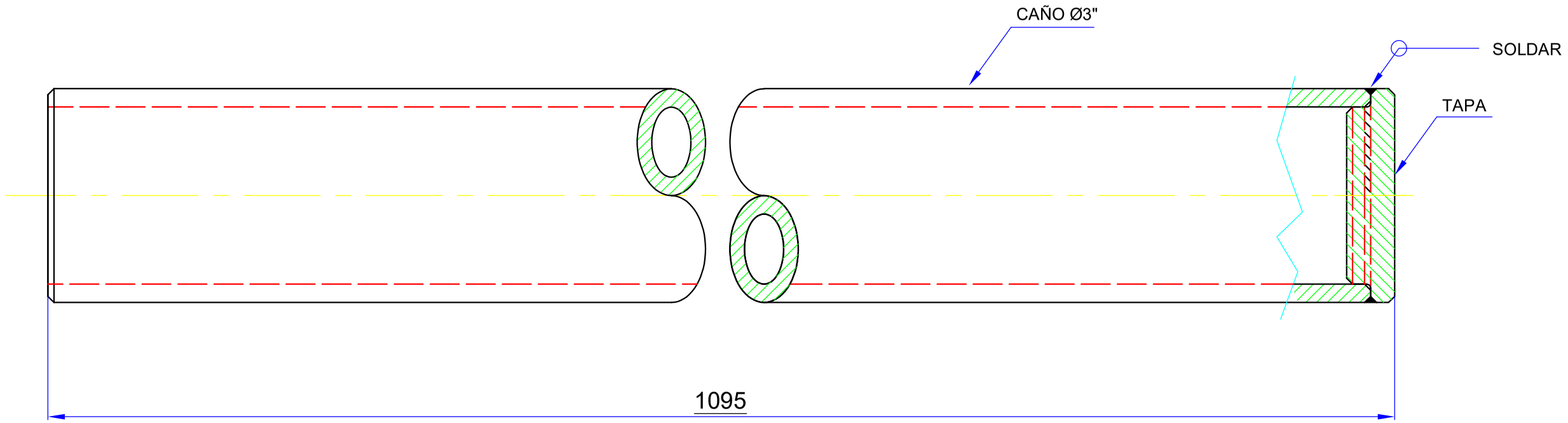
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 5 - PERFIL UPN

PLANO
H - 2100.5



2	1	TAPA Ø88.9 - VER PLANO H-2100.6.2	--
1	1	CAÑO Øn3" SCH 80 - VER PLANO H-2100.6.1	--
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

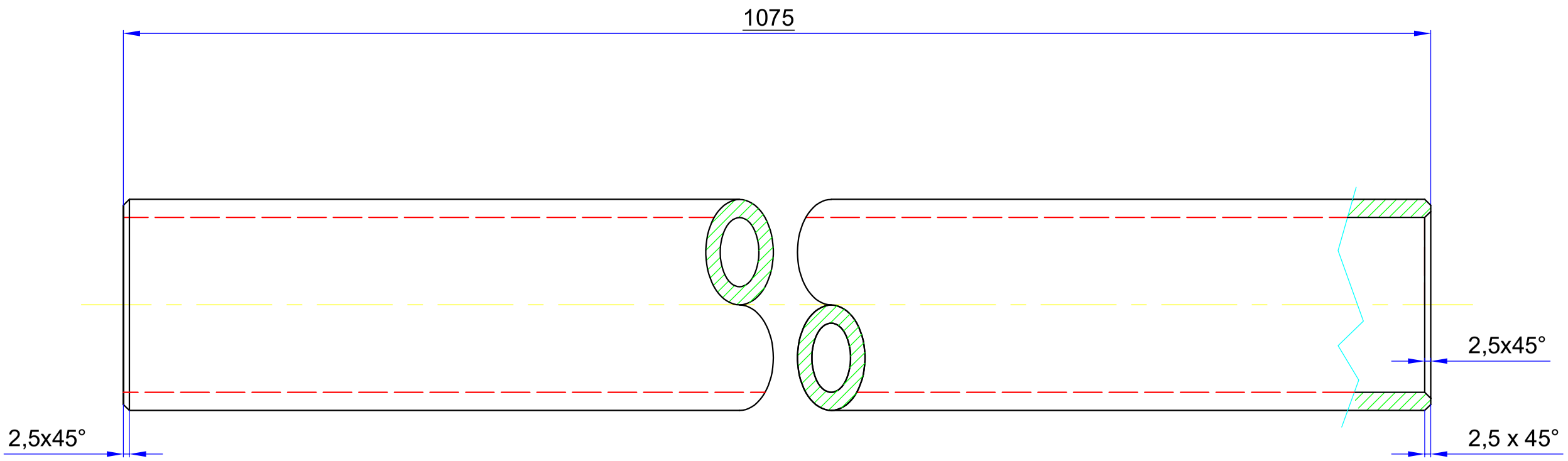
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO		
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

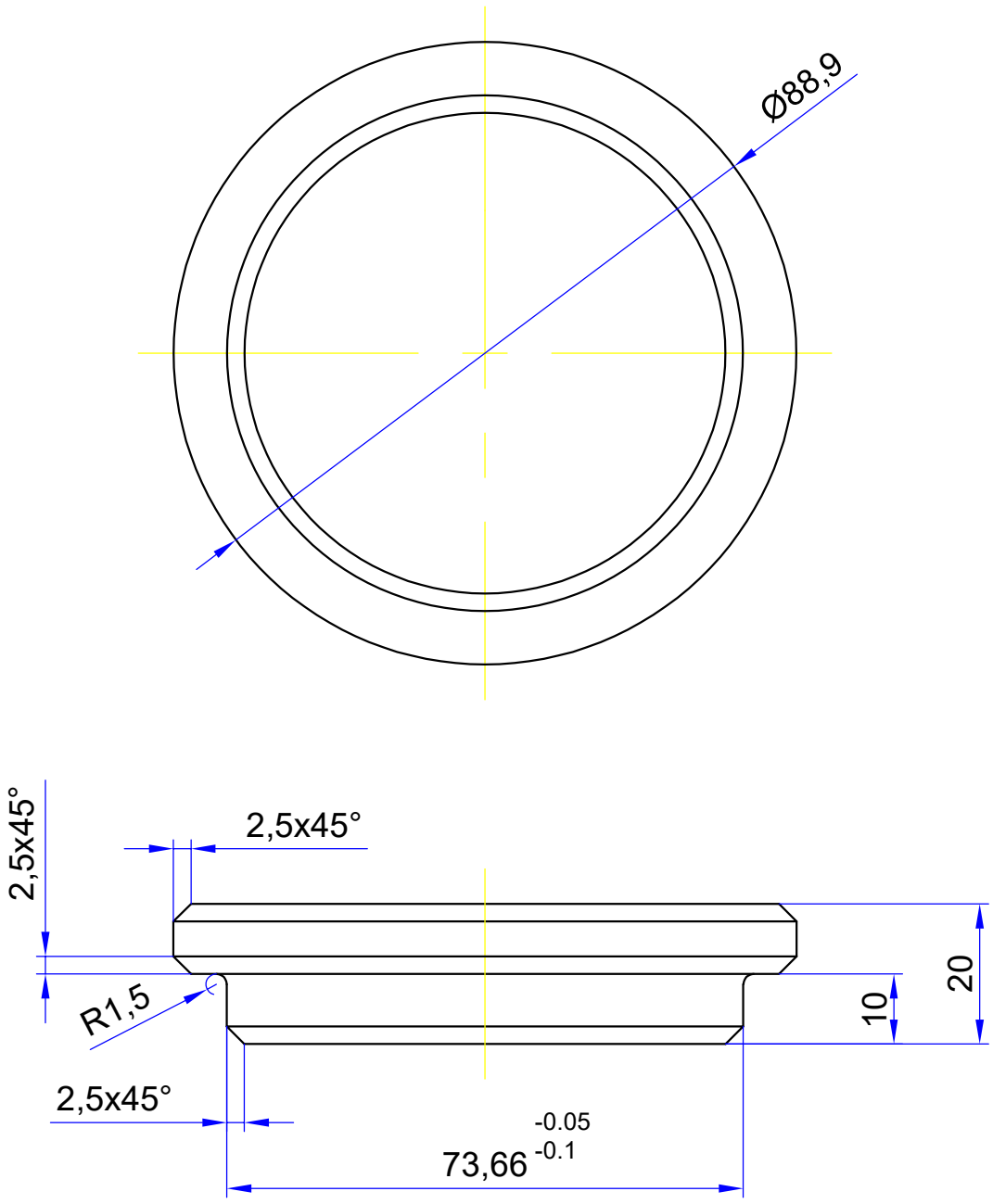
POS 6 - EJE

PLANO
H - 2100.6



1	1	CAÑO Øn3" SCH 80 ESP: 7.62					CAÑO ASTM
POS.	CANT.	DESCRIPCION					MATERIAL
REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA		ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO			HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS 1 - CAÑO	H-2100.6.1
APROBO				



TOLERANCIA NO ESPECIFICADA ±0.1

1	1	ACERO MACIZO Ø90 X 20	SAE 1045
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

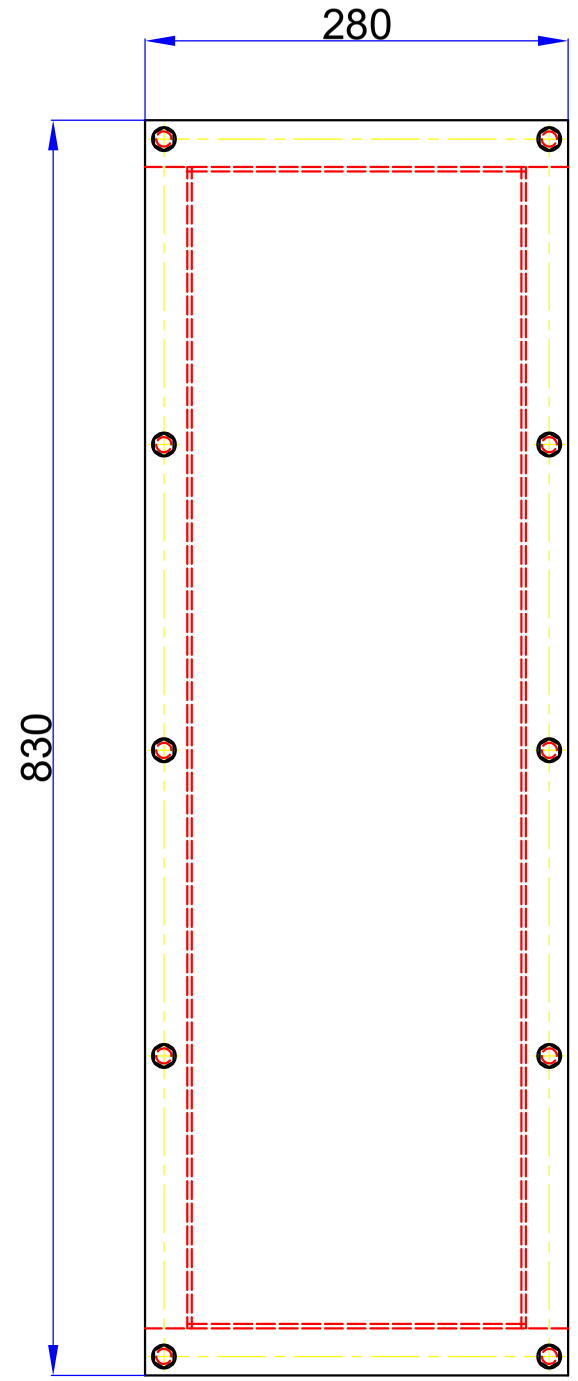
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:1	TAM. HOJA: A4

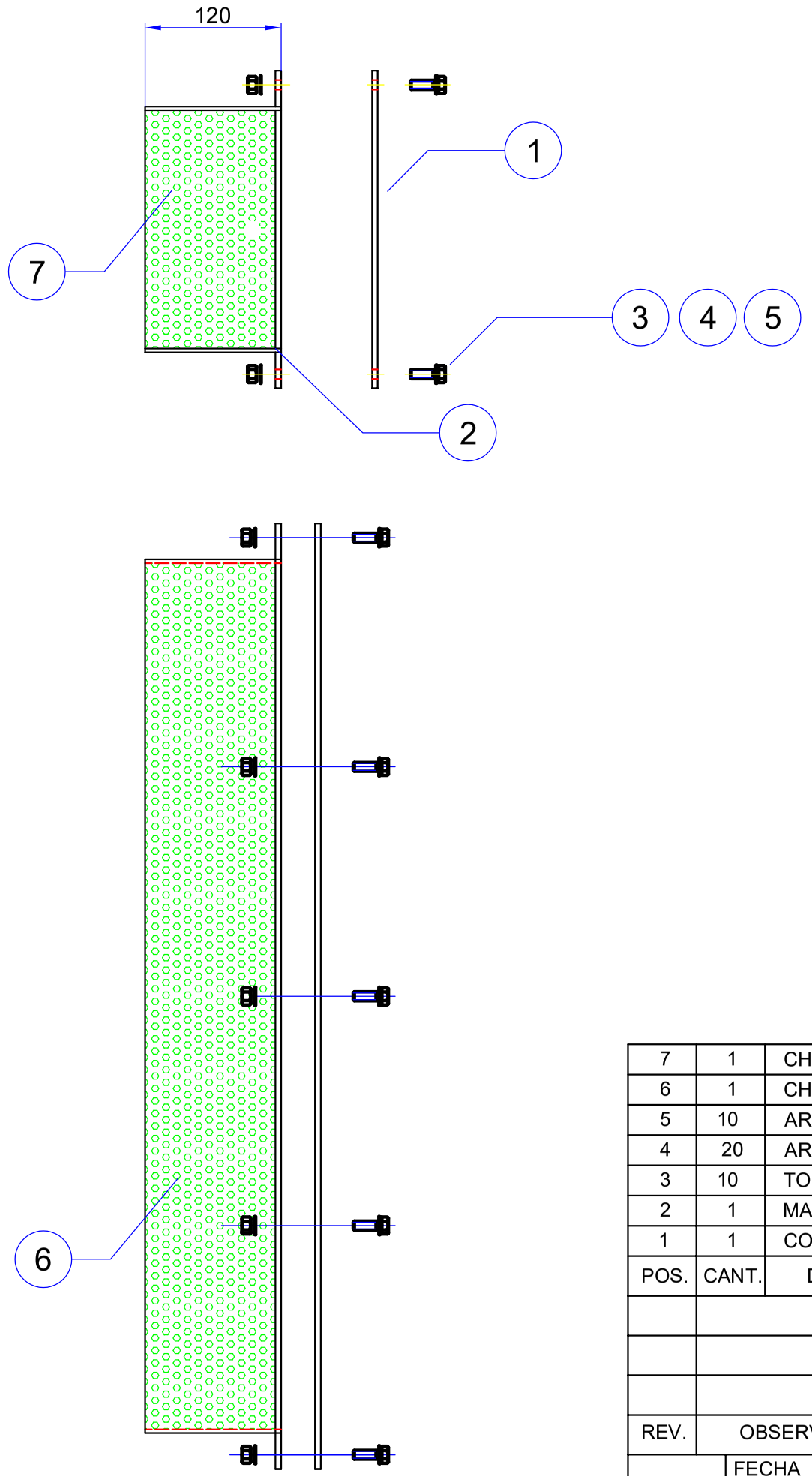
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO		
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 2 - TAPA

PLANO
H-2100.6.2





7	1	CHAPA PERFORADA ESP 1/8" 120 x 224 - Ø8mm	SAE 1045
6	1	CHAPA PERFORADA ESP 1/8" 120 x 770 - Ø8mm	SAE 1045
5	10	ARANDELA GROWER Øint 12	SAE 1045
4	20	ARANDELA PLANA Øint 12 Øext. 16	SAE 1010
3	10	TORNILLO CAB. HEXAGONAL M10x20	GRADO 8.8
2	1	MARCO DE PLANCHUELA VER PLANO H - 2110.1	--
1	1	CORTE DE CHAPA 280 x 830 ESP. 3/16"	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

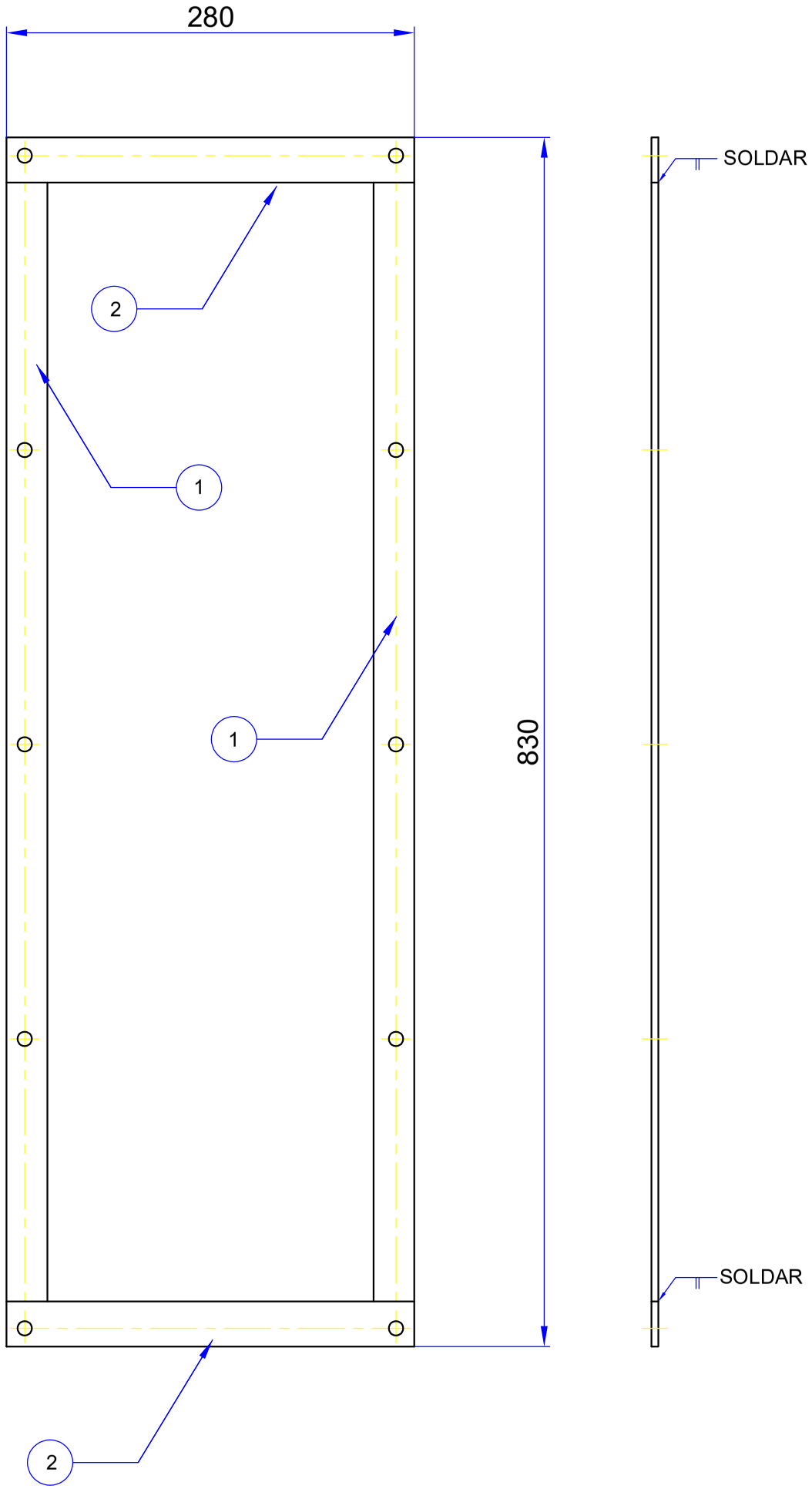
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:5	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 5 - BOX CONEXION RESIST

PLANO
H - 2110



2	2	PLANCHUELA - VER PLANO H- 2110.1.2	--
1	2	PLANCHUELA - VER PLANO H- 2110.1.1	--
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

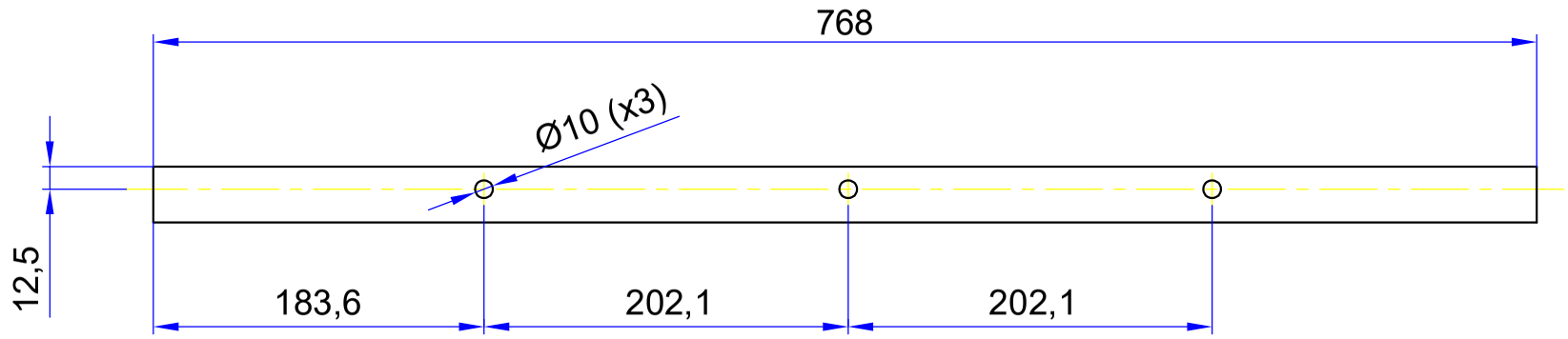
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 2 - MARCO CONJUNTO ARMADO

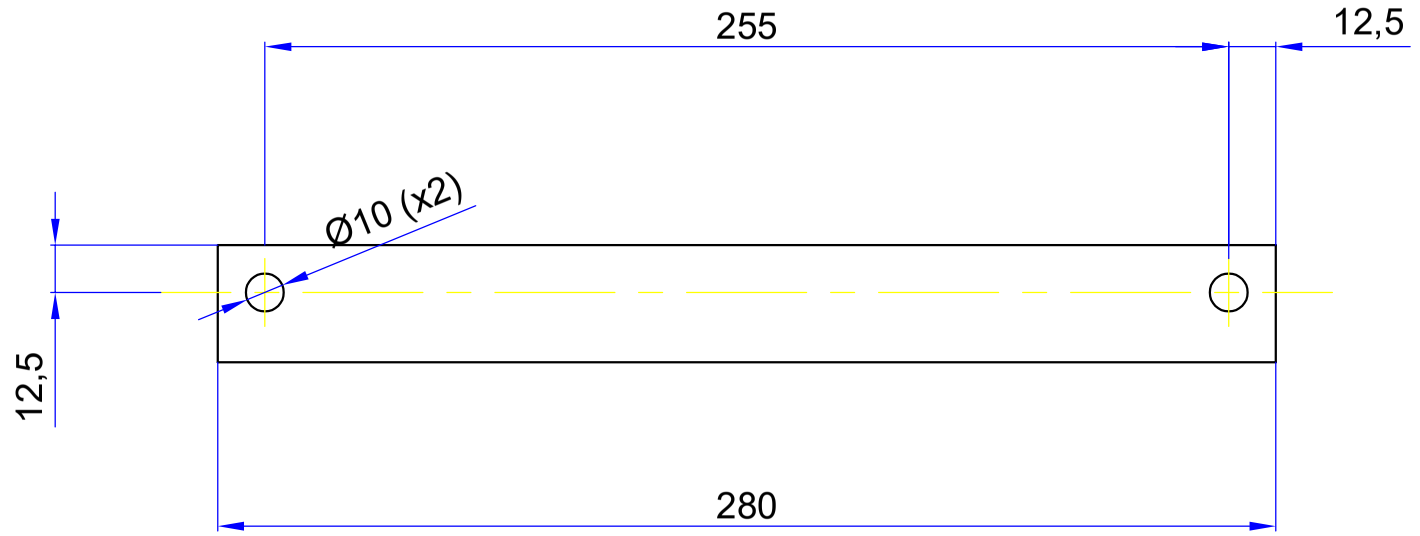
PLANO
H - 2110.1



1	2	PLANCHUELA 1 1/8" x 3/16"	ACERO SAE 1010
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

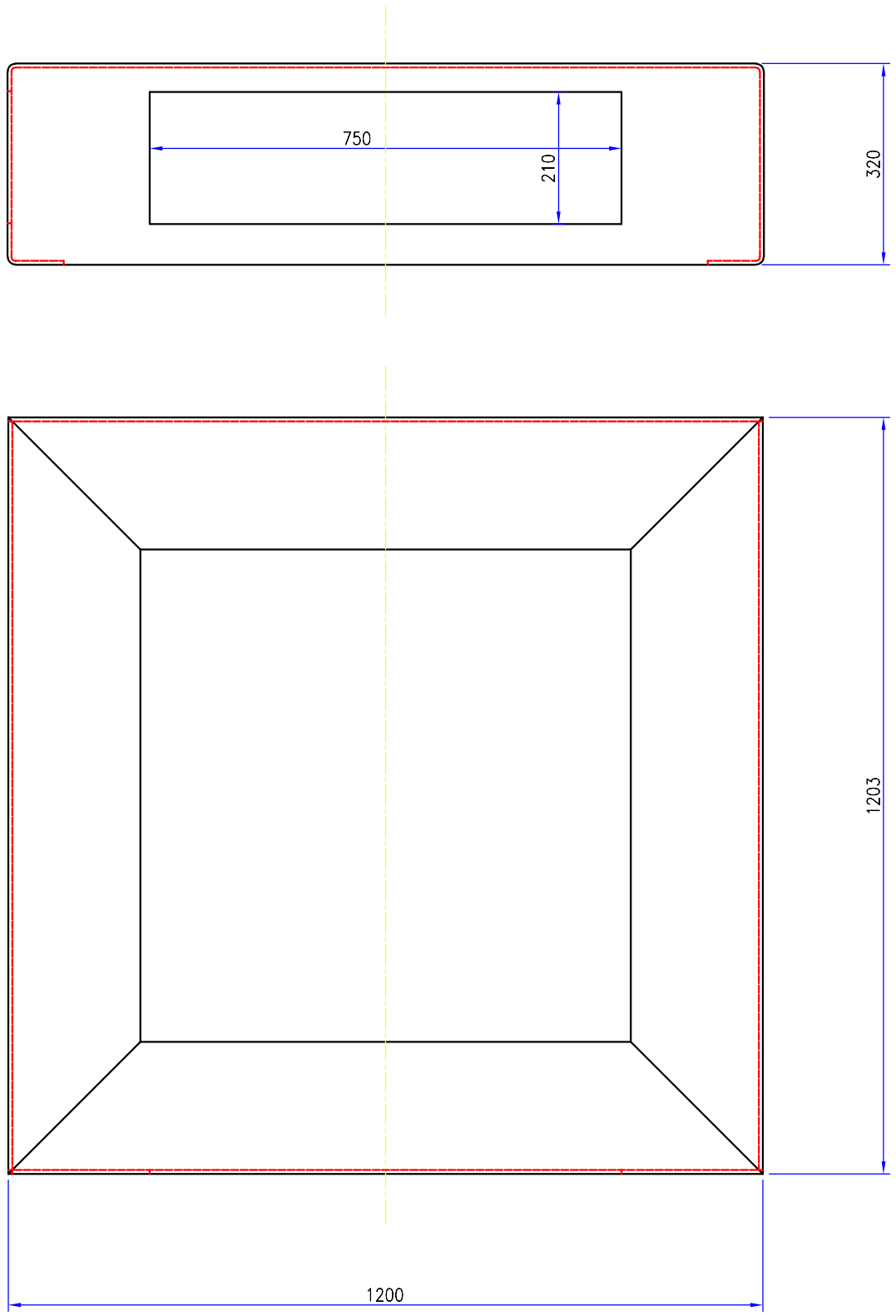
	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg POS 1 - LATERAL LARGO	PLANO H- 2110.1.1
REVISO				
APROBO				



1	2	PLANCHUELA 1 1/8" x 3/16"	ACERO SAE 1010
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	E	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS 2 - LATERAL CORTO	H- 2110.1.2
APROBO				



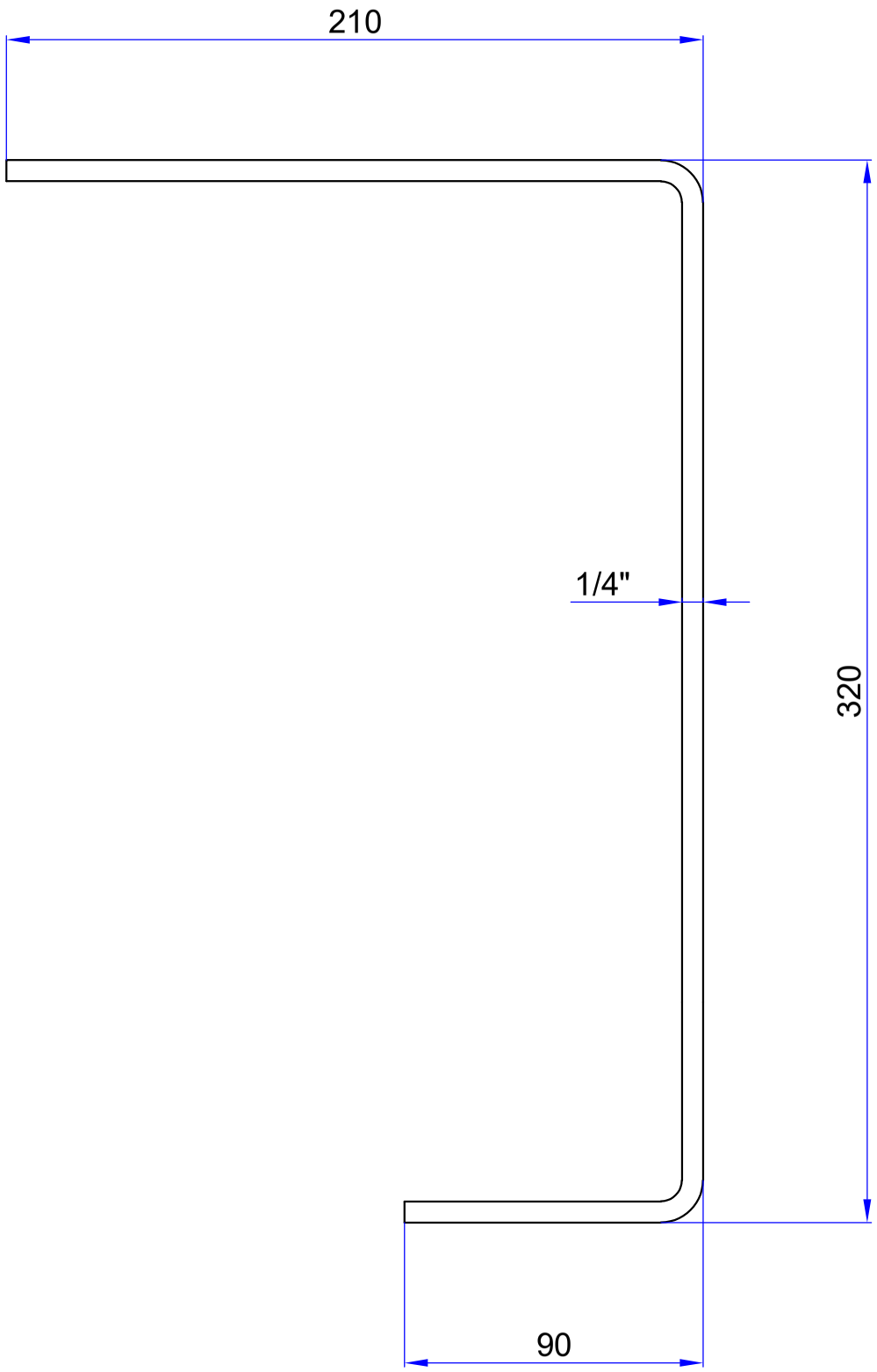
1	1	CHAPA PLEGADA VER PLANO H-2120.1					--
POS.	CANT.	DESCRIPCION					MATERIAL
REV.	OBSERVACION			NOMBRE	FECHA	ESC: 1:10	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 6 - BOVEDA

PLANO
H -2120



LARGO 1200

1	4	CORTE Y PLEGADO CHAPA ESP 1 / 4 " (84kg)	CHAPA LISA LC
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

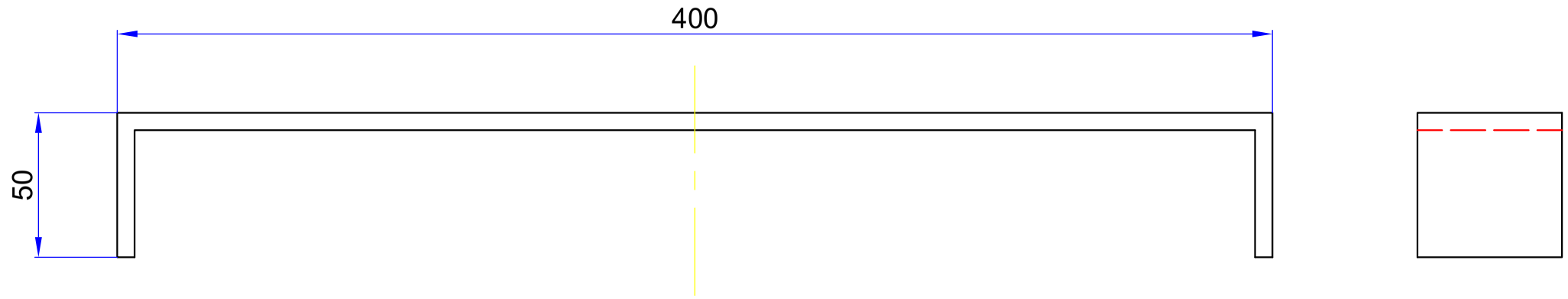
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 5 - PLEGADO LATERAL BOVEDA

PLANO
H -2120.1



1	2	PLANCHULEA 2" x 3/16 "	SAE 1010 LAMINADO
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

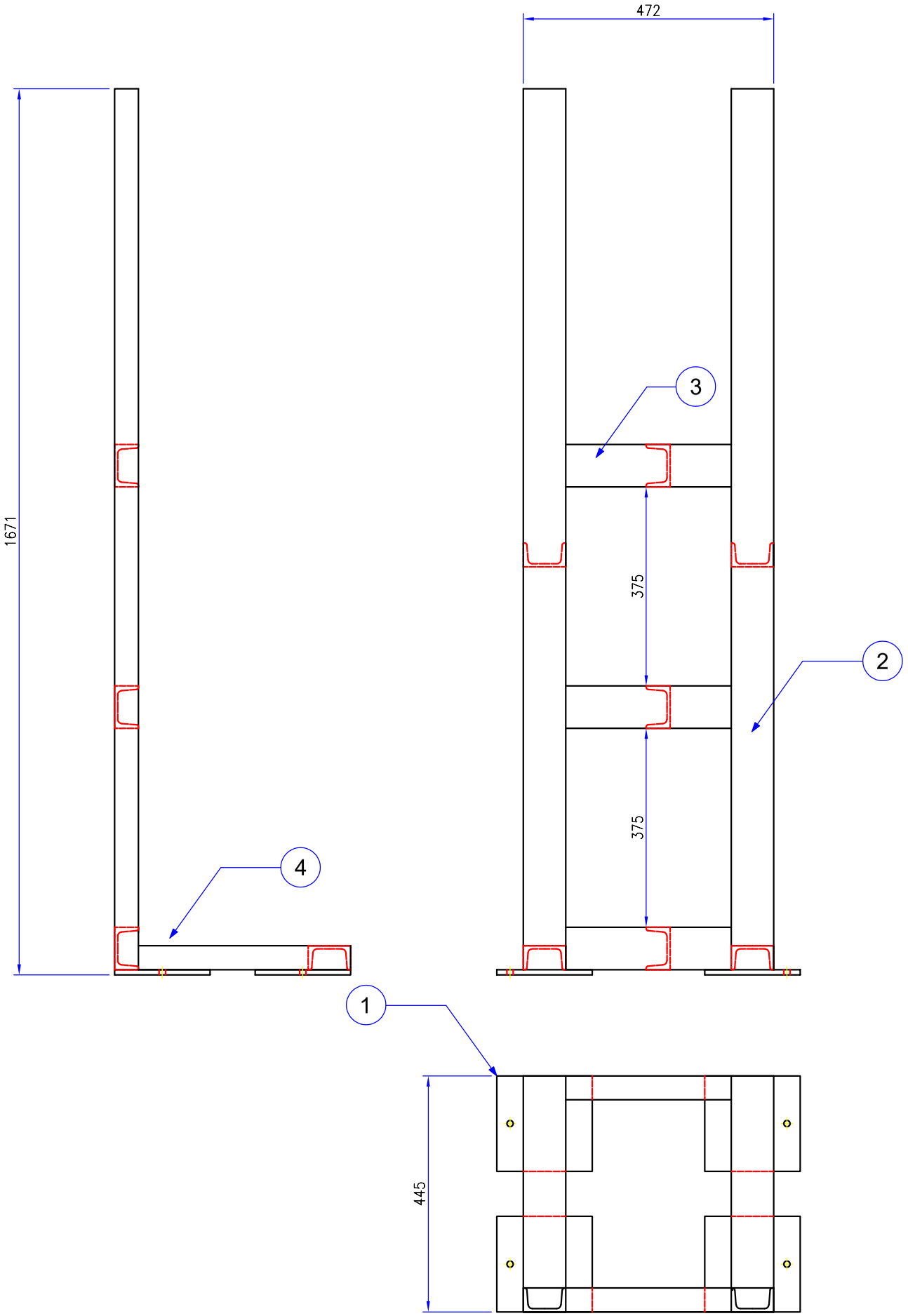
REV.	OBSERVACION		NOMBRE	FECHA	ESC: 1:2	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 8- SOPORTE DE CAJA DE CONEXION

PLANO
H - 2130



4	2	PERFIL UPN 80 LARGO 400	--
3	4	PERFIL UPN 80 LARGO 312	--
2	2	PERFIL UPN 80 LARGO 1661	--
1	4	CORTE DE CHAPA- VER PLANO H-3110	--
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

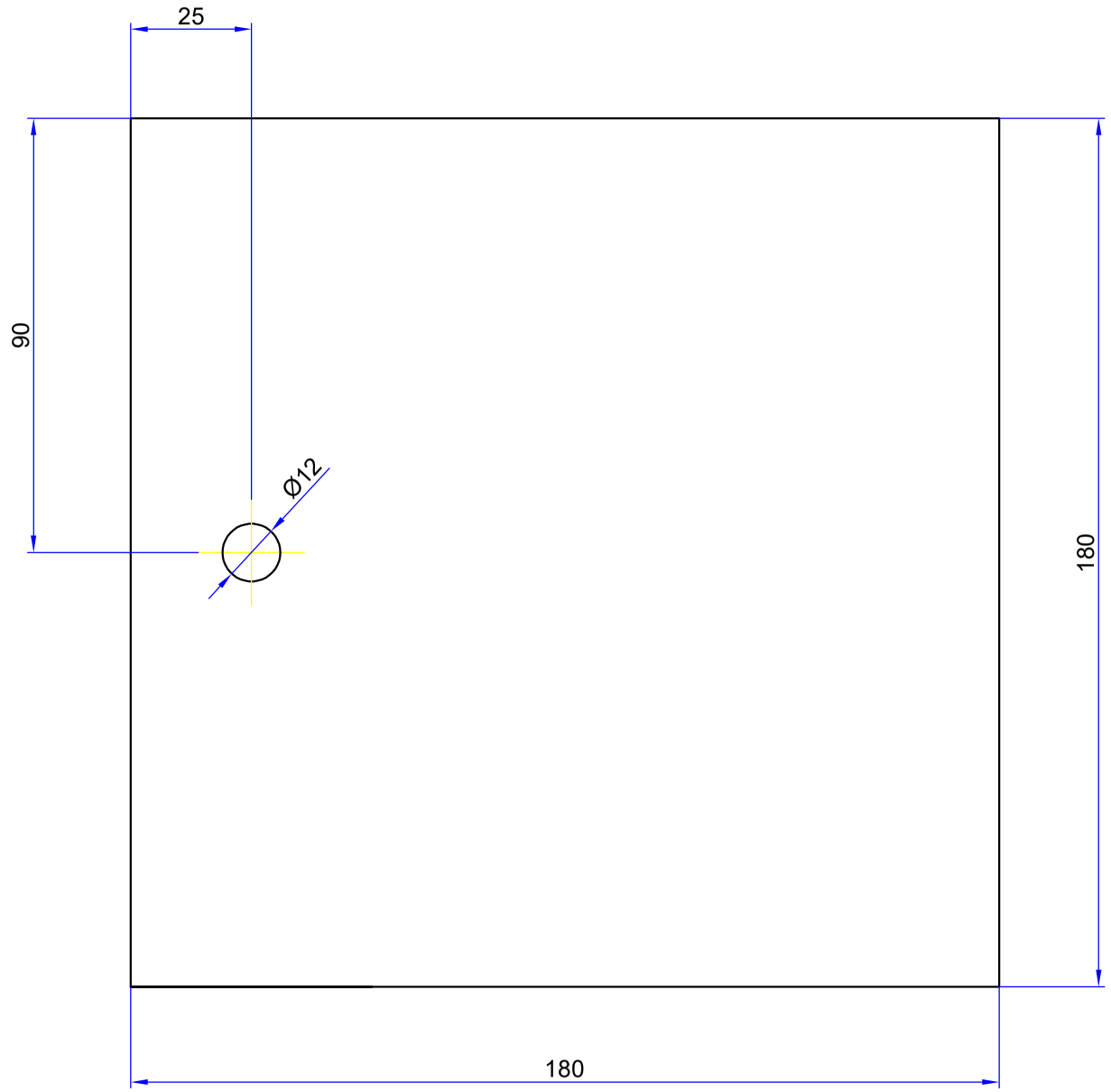
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:10	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 13 - CONJUNTO SOPORTE TABLERO

PLANO
H -3000



1	4	CORTE DE CHAPA 180 x 180 mm	CHAPA LISA LC 3/8"
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

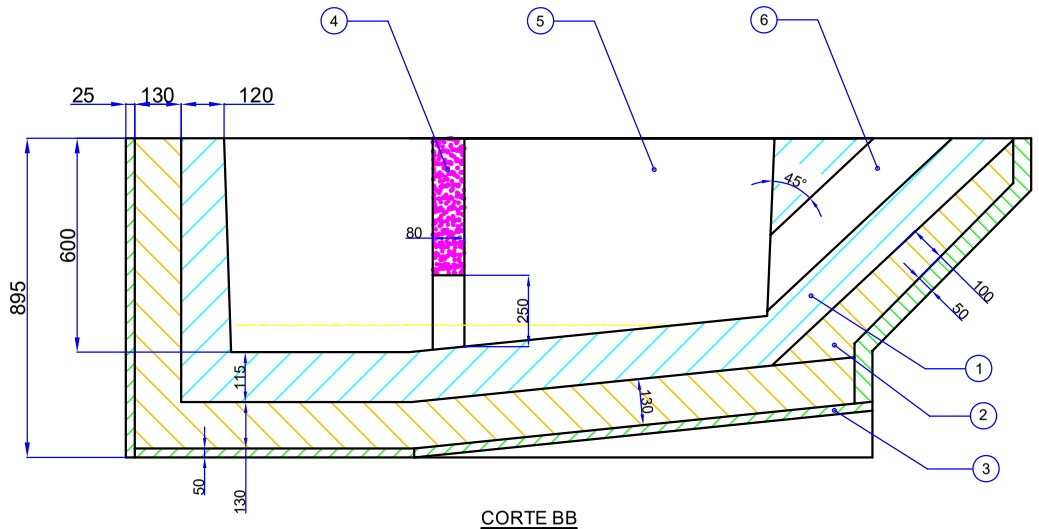
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:1	TAM. HOJA: A2

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 1 - BASES DE APOYO

PLANO
H - 3110



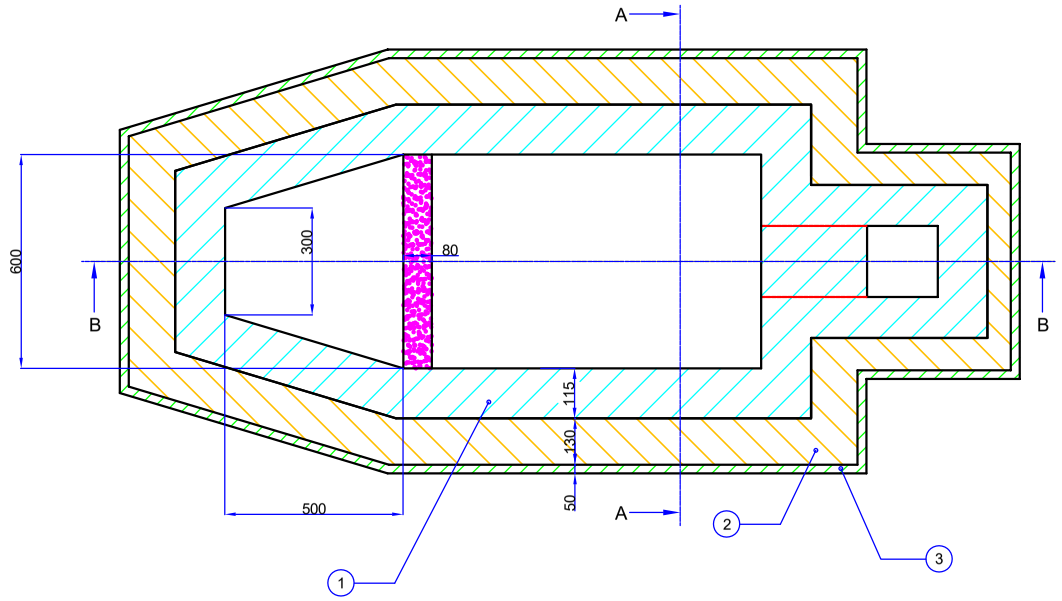
CORTE BB

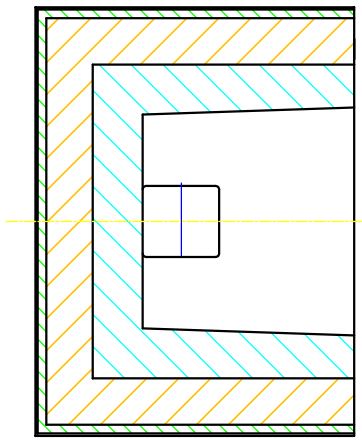
Hormigon para Contacto con Aluminio

Ladrillo Aislante

Carton Aislante

Hormigon de 70% Silicio





CORTE AA

POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
6	1	ZONA DE CARGA - VER PLANO H 4020	ENCOFRADO MDF
5	1	ZONA DE BAÑO LIQUIDO - VER PLANO H 4010	ENCOFRADO MDF
4	50 kg	HORMIGON A BASE CARBURO DE SILICIO	MIN. 70 % Carb. Si
3	25 u	PLACA FIBRA REFRACTARIA 1200 x 600	Temp. max 1260 °C
2	500 u	LADRILLO AISLANTE	DENSIDAD 0,78 g/cm3
1	300 kg	HORMIGON PARA CONTACTO CON ALUMINIO	MIN. 73 % Al2 O3

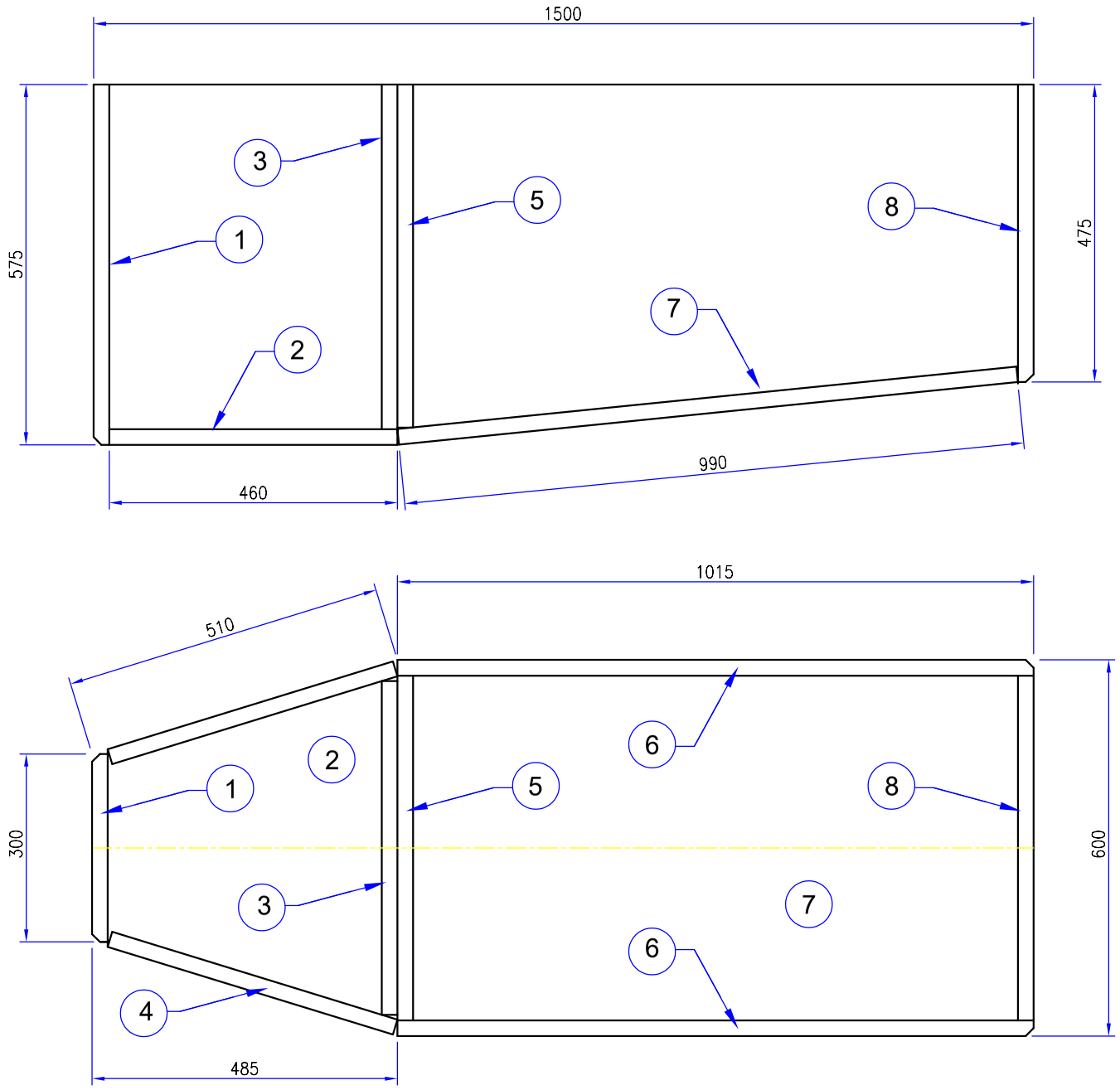
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:15	TAM. HOJA: A2

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

AISLACION ZONA DE BAÑO

PLANO
H - 4000



POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
8	1	CORTE DE MADERA 475 x 550 Esp. 1"	MDF
7	1	CORTE DE MADERA 990 x 550 Esp. 1"	MDF
6	2	CORTE DE MADERA - VER PLANO H 4010.2	--
5	1	CORTE DE MADERA 545 x 550 Esp. 1"	MDF
4	2	CORTE DE MADERA 475 x 575 Esp. 1"	MDF
3	1	CORTE DE MADERA 530 x 550 Esp. 1"	MDF
2	1	CORTE DE MADERA - VER PLANO H 4010.1	--
1	1	CORTE DE MADERA 300 x 575 Esp. 1"	MDF

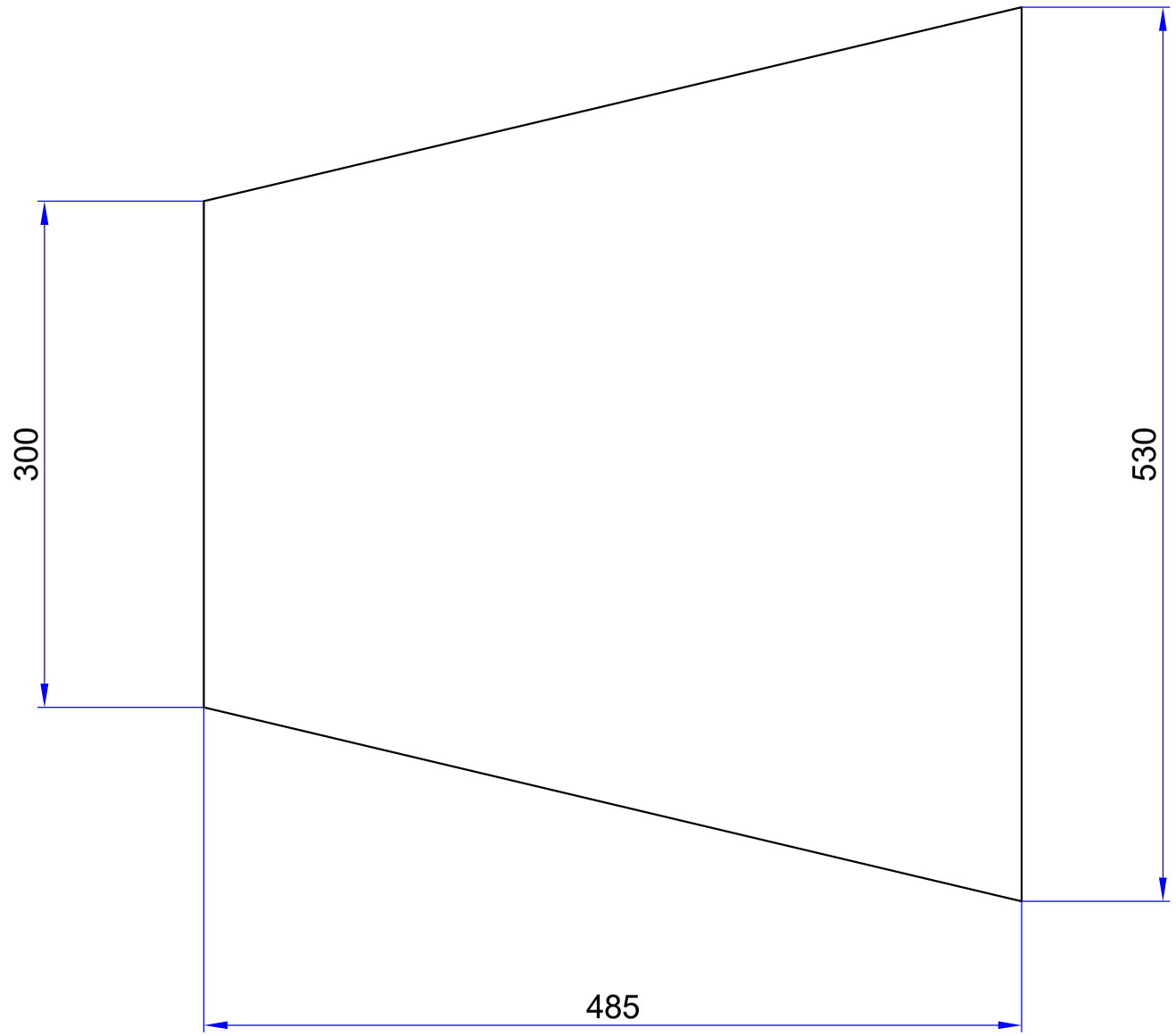
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:10	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 5 - CONJUNTO ENCOFRADO ZONA BAÑO

PLANO
H -4010

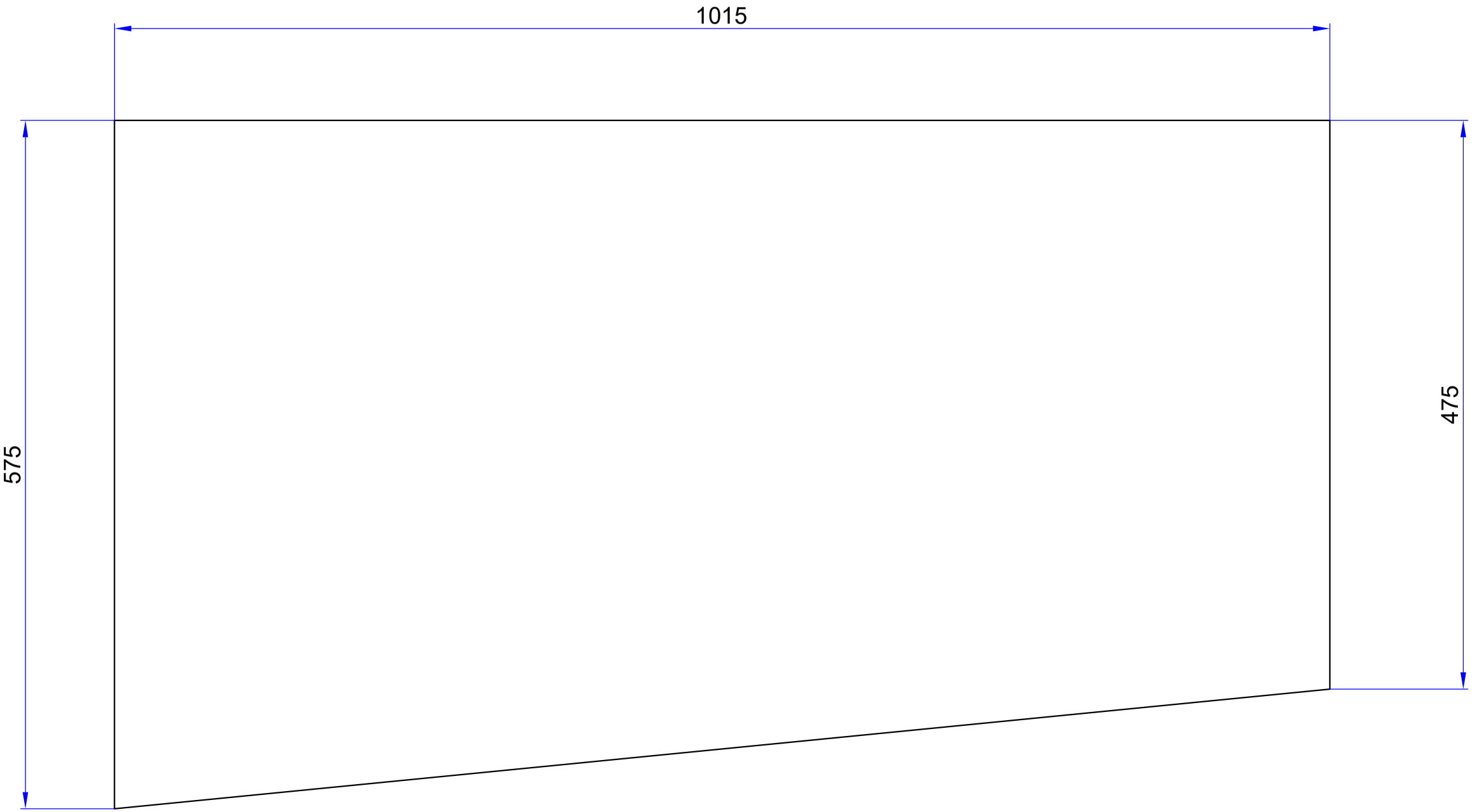


1	1	CORTE DE MADERA 485 x 530 Esp. 1"		MDF
POS.	CANT.	DESCRIPCION		MATERIAL
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4 / TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg
POS. 2 - ENCOFRADO FONDO
BOCA DE DESCARGA

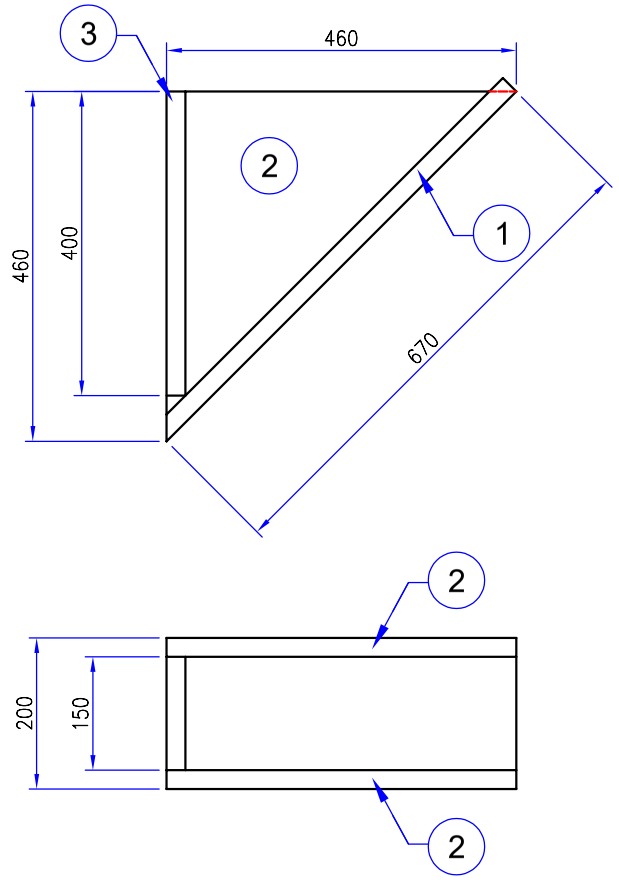
PLANO
H - 4010.1



1	2	CORTE DE MADERA 575 x 1015 Esp. 1"	MDF
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	E	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg	PLANO
REVISO			POS. 6 - ENCOFRADO LATERAL	H - 4010.2
APROBO				



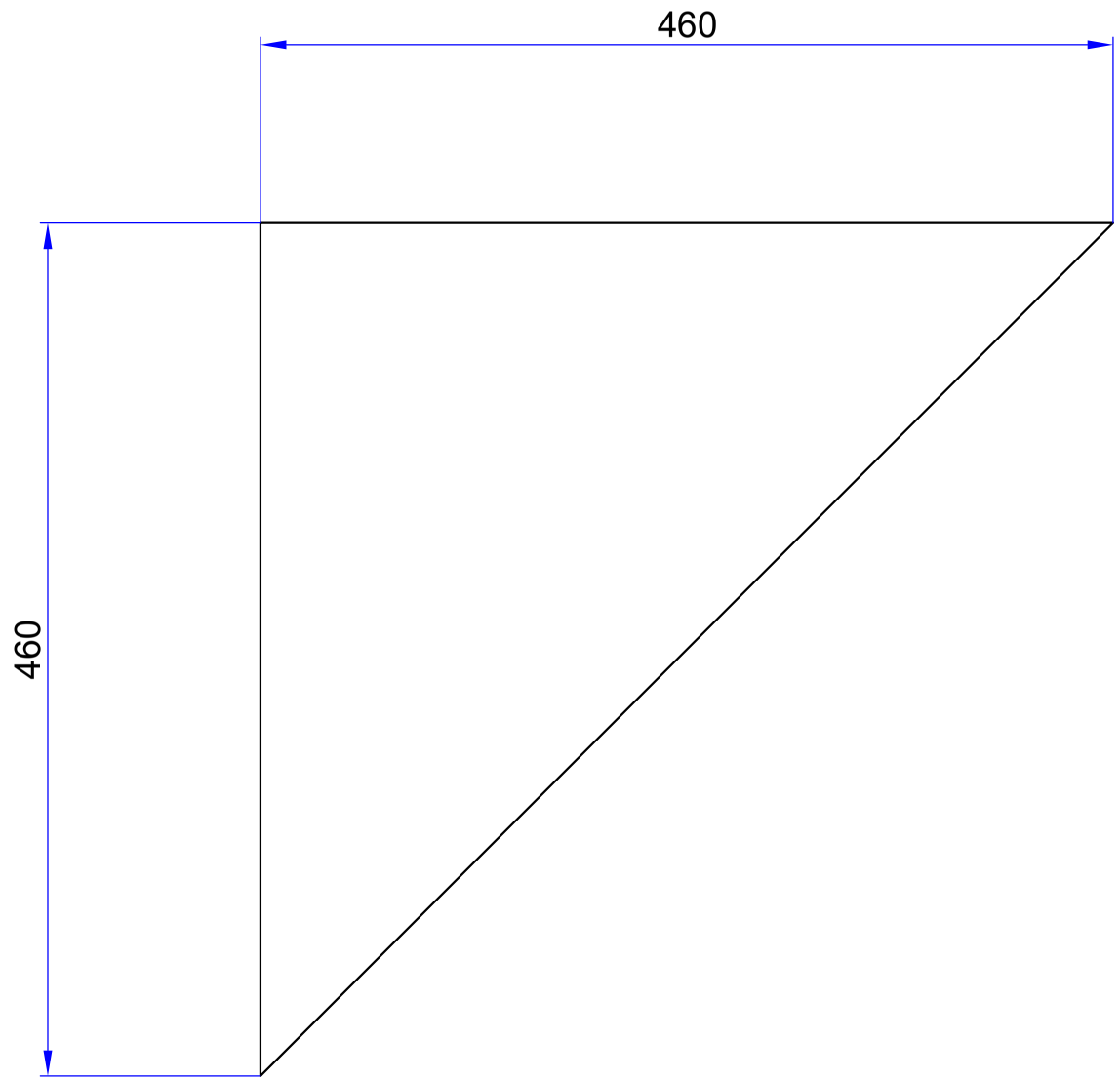
3	1	CORTE DE MADERA 150 x 560 Esp. 1"	MDF
2	2	CORTE DE MADERA - VER PLANO H 4020.1	--
1	1	CORTE DE MADERA 150 x 670 Esp. 1"	MDF
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:10	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg
POS 6 - CONJUNTO ENCOFRADO
BOCA DE CARGA

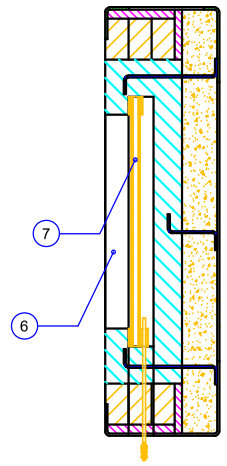
PLANO
H -4020



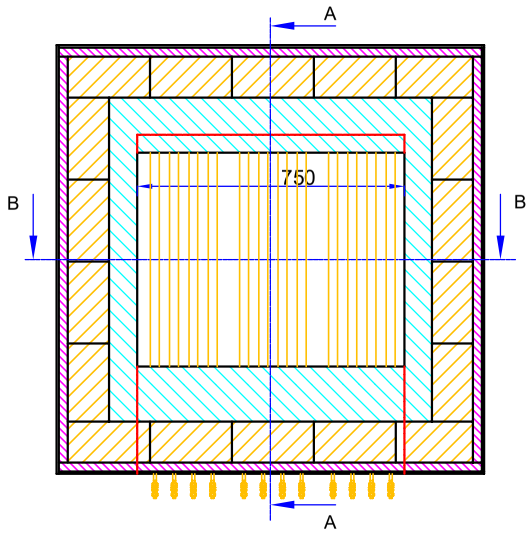
1	1	CORTE DE MADERA 460x 560 Esp. 1"	MDF
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

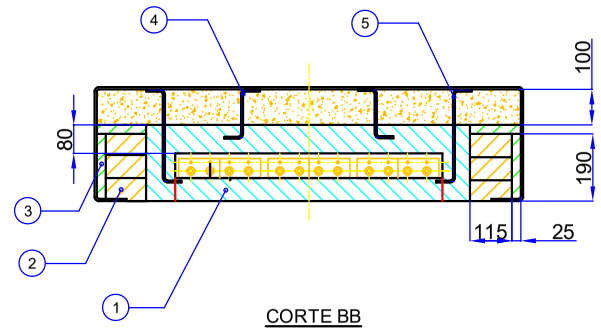
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE		
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE	HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO CAPACIDAD 1000 Kg POS. 2 - ENCOFRADO LATERAL BOCA DE CARGA	PLANO H - 4020.1
REVISO				
APROBO				



CORTE AA





CORTE BB

Hormigon para No contacto con Aluminio

Ladrillo Aislante

Carton Aislante

Hormigon de 70% Silicio

POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
7	6 u	RESISTENCIA ELECTRICA - VER PLANO H 5030	--
6	1 u	ESPACIO P/ RESIST. - VER PLANO H 5020	--
5	14 u	ANCLAJE PARA HORMIGON - VER PLANO H 5010	--
4	5 u	ANCLAJE PARA HORMIGON - VER PLANO H 5010	--
3	1 u	PLACA FIBRA REFRACTARIA 1200 x 600	Temp. Max 1260 °C
2	50 u	LADRILLO AISLANTE	DENSIDAD 0,78 g/cm3
1	2000 kg	HORMIGON PARA NO CONTACTO CON ALUMINIO	MIN. 73 % Al2 O3

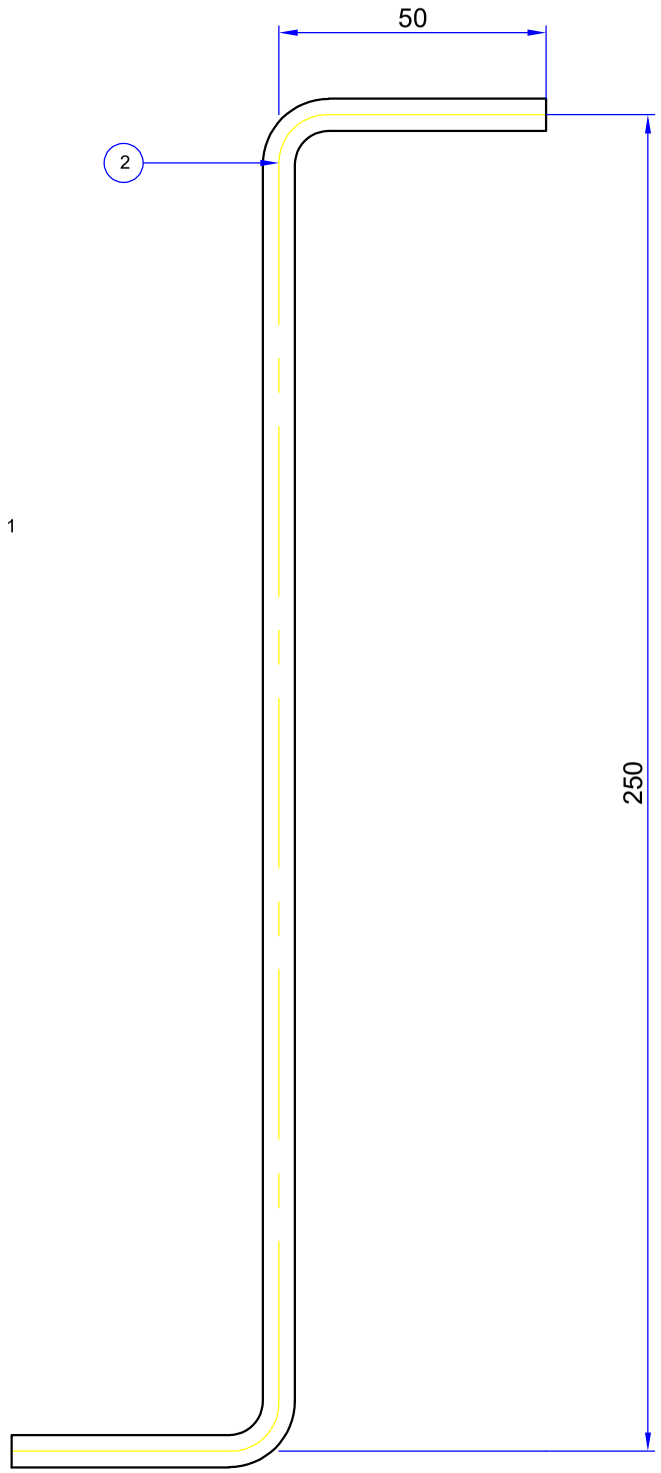
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:15	TAM. HOJA: A2

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

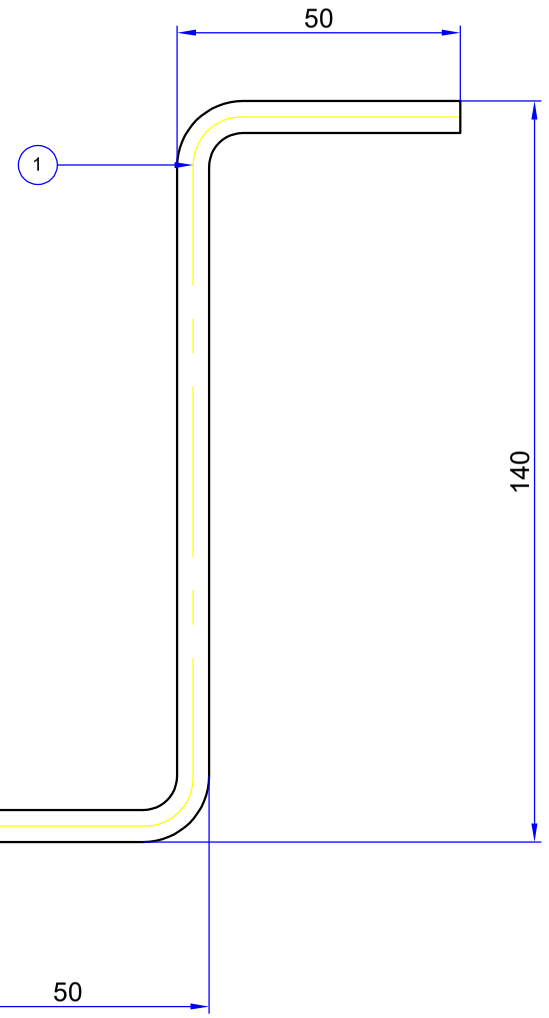
HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

AISLACION ZONA DE BOVEDA

PLANO
H - 5000



1



2	14	MACIZO Ø8 LARGO 420 (TOTAL 4900)	AISI 310
1	5	MACIZO Ø8 LARGO 350 (TOTAL 1200)	AISI 310
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

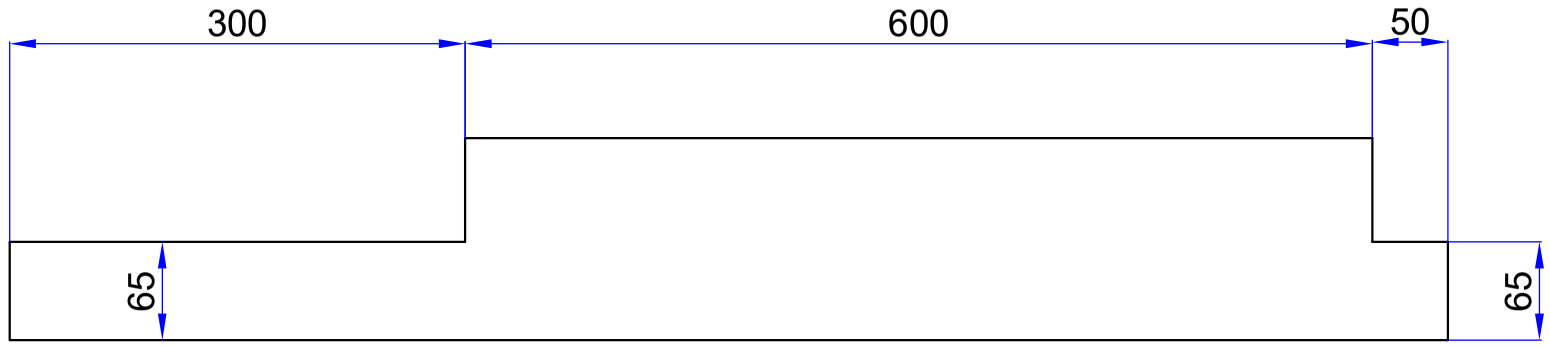
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:1	TAM. HOJA: A2

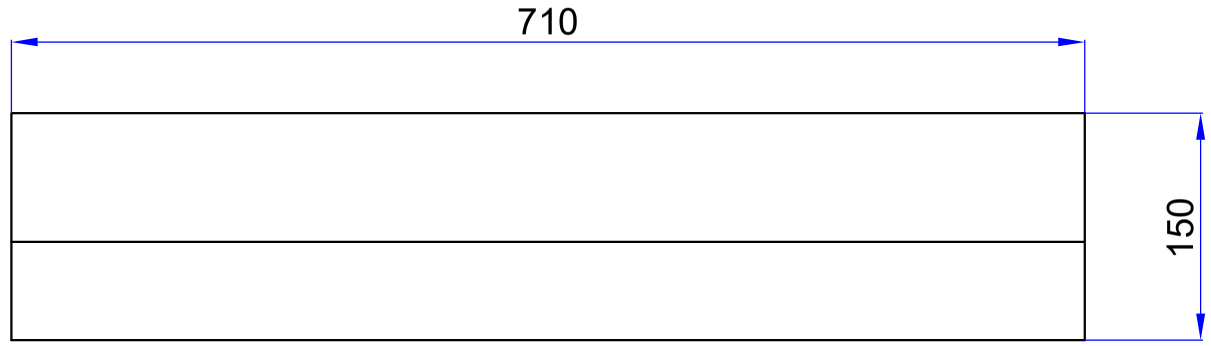
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

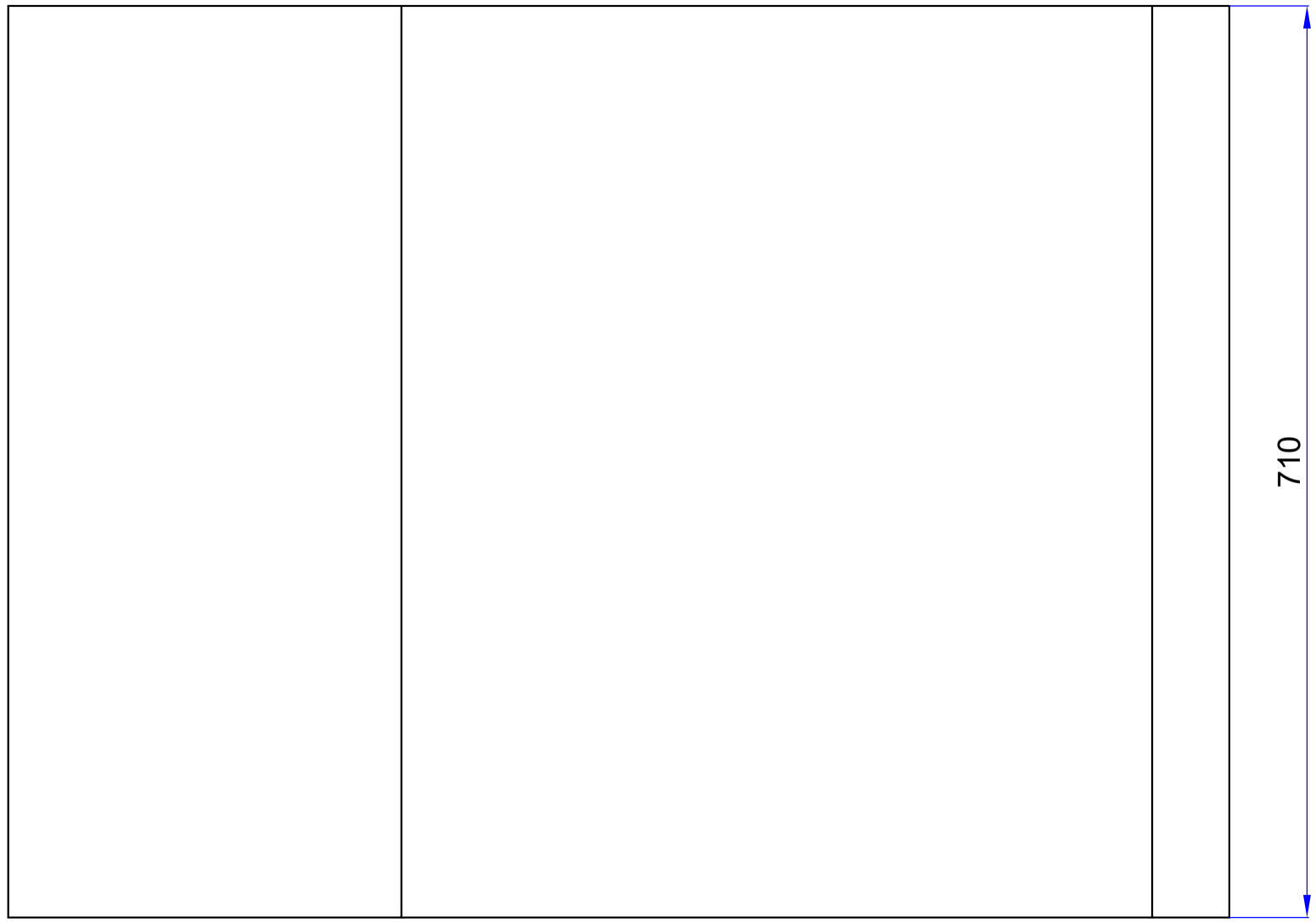
HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 4 Y 5 - ANCLAJES

PLANO
H - 5010







1	1	ENCOFRADO PERDIDO	TELGOPOR ALTA DENSIDAD
POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL

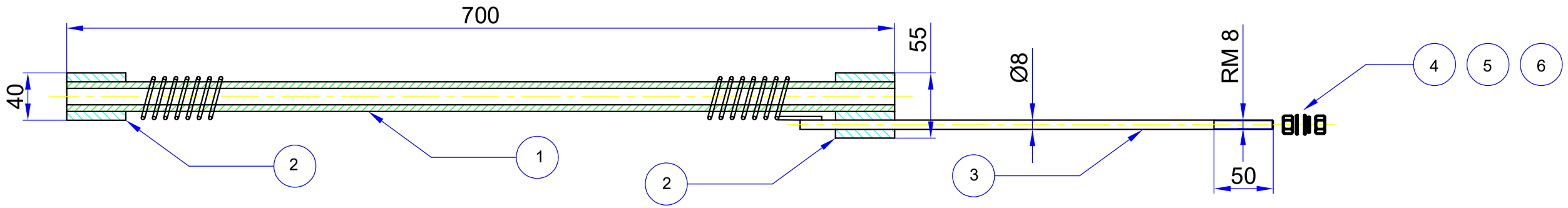
REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA		ESC: 1:5	TAM. HOJA: A3

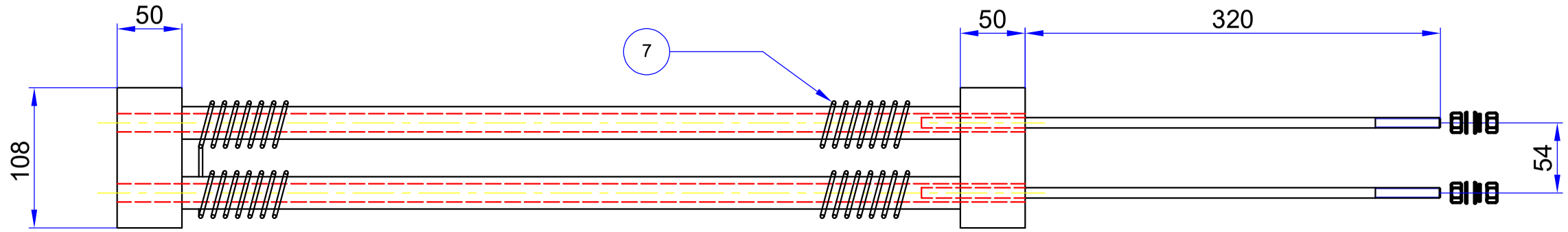
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	15-01-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 5. - ESPACIO PARA RESISTENCIAS

PLANO
H - 5020





POS.	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL
7	33.1m	RESISTENCIA ELECTRICA 15,25 ohm/m	KANTAL A1
6	2	ARANDELA GROWER Øext 16	ACERO
5	4	ARANDELA PLANA Øext. 16 - Ø int. 10	AISI 316
4	4	TUERCA HEXAGONAL ØRM8	AISI 316
3	2	VARILLA LISA Ø8mm	AISI 310
2	1 Kg	HORMIGON PARA NO CONTACTO CON ALUMINIO	MIN. 73 % Al2 O3
1	2	TUBO CERAMICO Øext. 25 - Øint14 L 700	SILOMANITA

REV.	OBSERVACION	NOMBRE	FECHA	ESC: 1:4	TAM. HOJA: A3

	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	14-04-24	PRINCIPE
REVISO		
APROBO		

HORNO ELECTRICO PARA MANTENIMIENTO DE ALUMINIO
CAPACIDAD 1000 Kg

POS 7. - RESISTENCIA ELECTRICA

PLANO
H - 5030

Anexo B: Fichas técnicas materiales refractarios

Producto : ALCAST EXTRA HS A — INFORMACION TECNICA

Descripción: Hormigón refractario aluminoso

Componente principal: Bauxita **Liga:** hidráulica

Instalación por: colado, vibrado

Características y utilización:

Hormigón ultra bajo cemento, desarrollado específicamente para aplicaciones en cucharas de aluminio. La aplicación de este producto reduce significativamente la penetración del metal fundido.

Composición Química (% en peso)

Al2 O3	*SiO2*	*Fe2 O3*	*CaO*	*MgO*	*TiO2*	*Alcalis*	*SiC*	*P2 O5*	*C*
> 73	< 16	<1.5	< 1.7	--	< 1.5	< 0.7	--	--	--

Propiedades Físicas típicas

Granulometría = -6 mm **Material necesario** = 2.85 g/cm^3

Temperatura máxima de uso continuo = 1500 ºC

Módulo resistencia a la compresión en frío =

quemado a	@110ºC	@1000ºC	@1400ºC
(N/mm²)	> 70	> 70	> 50

Dilatación lineal permanente =

Temperatura ensayo	@110ºC	@1000ºC	@1400ºC
(%)	0 / -0.2	0 / -0.6	-2.0 / +2.0

Otros Datos

Límite de almacenamiento = 6 meses en lugar fresco y seco
Líquido de preparación = agua
Litros por cada 100 kg de material seco = 4.8 a 6.0
Embalaje = bolsas de 25 kg.
Forma de entrega = seco

Rev.01, 07/11/05

Observaciones *M255*

1. Producto fabricado bajo licencia de Morgan Thermal Ceramics Ltd., Inglaterra
2. Los valores indicados son típicos y no deben considerarse como especificados o garantizados.
3. Ver hoja de aplicación del producto.

Carbo San Luis S.A.
Oficinas Comerciales: Talcahuano 736, 4º piso, (C1013AAP) Buenos Aires, Argentina
Teléfono: 54-11-4373-4439 Fax: 54-11-4372-3331 E-mail: ventas@carbosanluis.com.ar
Planta Industrial: Calle 106 entre 6 y 8, Parque Industrial Sur, (5700) San Luis, Argentina

Morgan Thermal Ceramics

Producto : **CARBOMOR A 1** **INFORMACION TECNICA**

Descripción: Mortero refractario

Componente principal: Bauxita **Liga:** química
Instalación por: cuchareado

Características y utilización:
Mortero refractario para pegado y recubrimiento de ladrillos aislantes y densos.

Composición Química (% en peso)

Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	TiO_2	*Álcalis*
> 60	< 31	<1.5	<0.5	<3	< 3.5

Propiedades Físicas típicas

Granulometría = - 0.5 mm

Material necesario para coating= 1.0 - 1.3 kg/m^2

Cantidad requerida = 140-150 kg/1000 ladrillos

Temperatura máxima de uso continuo = 1650 ºC

Módulo resistencia a la compresión en frío =

quemado a	@110ºC	@816ºC	@1400ºC
(MPa)	> 0.9	> 1.0	> 1.4

Tipo de ladrillo = aislantes K25, K-26, JM26, JM28, JM30 y silico-aluminosos densos hasta 70% alúmina

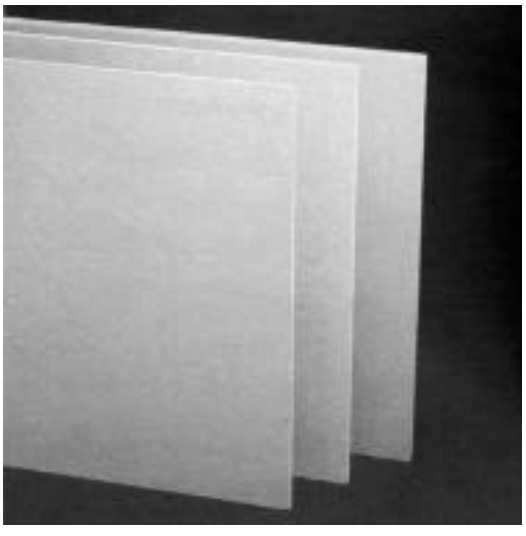
Otros Datos

Límite de almacenamiento = 12 meses en lugar fresco y seco
Líquido de preparación = agua
Litros por cada 100 kg de material seco = 25-35
Embalaje = bolsas de 25 kg.

Rev.07, 26/08/2014

Observaciones *M537*

1. Los valores indicados son típicos y no deben considerarse como especificados o garantizados.
2. Ver hoja de aplicación del producto.



DESCRIPCIÓN

El Ceraboard™ es una placa de fibras refractarias que se suministra en paneles de dimensiones y espesores normalizados, fabricada a partir de una mezcla de fibras refractarias y ligantes que contiene un bajo contenido de orgánicos.

La combinación de diferentes fibras refractarias inorgánicas y ligantes orgánicos en diferentes proporciones permite la utilización de estas placas en una amplia gama de temperaturas. Una ligera emisión de humos puede producirse durante el primer calentamiento dado a la quema de los ligantes orgánicos. Esta emisión disipa fácilmente.

TIPO

Paneles rígidos a base de fibras refractarias.

TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZACIÓN EN CONTÍNUO

Ceraboard 100:	1260°C
Ceraboard 115:	1400°C

La temperatura máxima de uso depende de la aplicación. En caso de duda, le recomendamos que se ponga en contacto con su representante de Thermal Ceramics más cercano.

TIPOS

Ceraboard 100
Este producto está recomendado para todo tipo de aplicaciones hasta los 1260°C y donde pueda haber llama directa o exposición a gases calientes.

Ceraboard 115
Este producto posee una excelente uniformidad en el espesor y posee una buena resistencia a la compresión y a la flexión, antes y después de su calentamiento. Puede ser utilizado en aplicaciones hasta los 1400°C.

Es ideal para aislamiento en cara caliente y resiste la abrasión de la llama directa y de los gases calientes.

BENEFICIOS

- Estabilidad a alta temperatura
- Baja conductividad térmica
- Bajo almacenamiento de calor
- Su rigidez y alta cohesión permite su mecanizado y fácil corte
- Resistente al choque térmico
- Buena resistencia a la erosión
- Puede ser usado en contacto directo con la llama
- Fácil de aplicar

APLICACIONES

La gran versatilidad de estas placas permite su utilización donde se requiera un producto rígido, autoportante y aislante; y que posea una buena resistencia a la erosión física.

- Industria cerámica (aislamiento de hornos, aislamiento de carros)
- Industria de vidrio
- Aislamiento de conductos
- Barreras térmicas
- Aislamiento a alta temperatura

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Temperatura máxima de uso continuo		**100**	**115**
	°C	1260	1400
Propiedades medidas en condiciones ambiente (23°C/50 % RH)			
• Color		blanco/canela	blanco/canela
• Densidad	kg/m^3	310**	310
• Módulo de ruptura	MPa	1.0**	0.9
• Resistencia a la compresión a un 10% de deformación relativa	MPa	0.35	0.3
Propiedades a alta temperatura*			
• Pérdida al fuego después de 2 horas de calentamiento a 800 °C	%	5.5	3.5
• Contracción líneal permanente después de 24 horas de calentamiento isotérmico a una temperatura de clasificación de (ASTM C-356):	%	3.0	3.7
• Conductividad térmica (ASTM C-201)			
300 °C	W/m.K	0.07	0.07
400 °C	W/m.K	0.08	0.08
600 °C	W/m.K	0.11	0.11
800 °C	W/m.K	0.15	0.15
1000°C	W/m.K	0.20	0.20

* Valores con un espesor de 50mm. ** Valores de 330 y 1.5 para espesores por debajo de 20mm.

Disponibilidad y embalaje

Dimensión normalizada mm	**Ceraboard 100**		**Ceraboard 115**	
	Pieza por caja	palet	Pieza por caja	palet
1200 x 1000 x 6	20	160		
1200 x 1000 x 7.5	16	120		
1200 x 1000 x 10	12	90		
1200 x 1000 x 13	10	72		
1200 x 1000 x 15	8	60		
1200 x 1000 x 20	6	48		
1200 x 1000 x 25	5	36	5	36
1200 x 1000 x 40	3	24	3	24
1200 x 1000 x 50	2	18	2	18

El Ceraboard se embala en cajas o en palets, los cuales están protegidos por un plástico reciclable.

Su contacto local:

Distribuido por:

Thermal Ceramics España, S.L.
Avenida Hermanos Bou, 205
12100 Castellón, España
Tel: +34 964 23 25 52
Fax: +34 964 23 88 05
E-Mail: general@thermalceramics.es

Las características técnicas indicadas son valores promedios típicos obtenidos según los métodos de ensayo reconocidos y están sometidos a las variaciones normales de fabricación. Se suministran a modo de servicio técnico y pueden ser modificados sin preaviso. En consecuencia no deberán ser utilizadas como valores para especificaciones. Contactar con la oficina de Thermal Ceramics para cualquier verificación.

Thermal Ceramics Marketing Offices

Thermal Ceramics Americas
2102 Old Savannah Road
Augusta, Georgia 30903
Tel: +1 706 796 4200
Fax: +1 706 796 4398
E-mail: tceramics@thermalceramics.com

Thermal Ceramics Asia Pacific
28 Jalan Kilang Barat
Kewalram House, Singapore 159362
Tel: +65 6273 1351
Fax: +65 6273 0165
E-mail: thermalceramics@tcasia.com.sg

Thermal Ceramics Europe
Tebay Road, Bromborough
Wirral CH62 3PH UK
Tel: +44 (0) 151 334 4030
Fax: +44 (0) 151 334 1684
E-mail: marketing@thermalceramics.co.uk

Website: www.thermalceramics.com

REFRATÁRIOS ISOLANTES

Certificado conforme NBR ISO 9001:2000

ET10/01

T®-1308

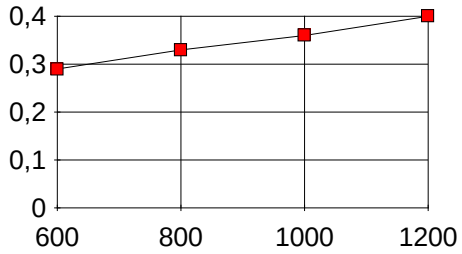
Analise Química Típica - (%)

Perda ao Fogo	.....		0.16
Sílica	SiO2	(1)	51,6
Alumína	Al2O3 ..	(1)	44,4
Ferro	Fe2O3 ..	(1)	1,48
Titânio	TiO2	(1)	0,86
Cálcio	CaO	(1)	0,10
Magnésio	MgO	(2)	0,13
Sódio	Na20	(2)	0,10
Potássio	K2O.....	(1)	1,08

(1) - Espectrometria de fluorescência de raio-X.
(2) - Espectrofotometria de absorção atômica.
(3) - Os resultados acimas referem-se ao material seco.

Condutibilidade Térmica

Temperatura T= °C	Condutibilidade K= W/mK
600	0.29
800	0.33
1000	0.36
1200	0.40



Propriedades Físicas

Massa Especifica Aparente (MEA)	(g/cm3)	➔	0.78	Média
Resistência a Compressão a frio (RCTA)	(Kgf/cm2)	➔	14	Média
Temperatura máxima de uso	(°C)	➔	1.350	
Variação dimensional permanente após requeima a 1300 °C (VLD)	(%)	➔	1,0	Média
Porosidade aparente	(%)	➔	65 - 73	

Métodos Utilizados nos Testes

- Massa específica aparente, segundo o método ABNT NBR - 6115/96.
- Porosidade total, segundo o método ABNT NBR - 8003/97.
- Resistência à flexão, segundo o método ABNT MB 3001/89 NBR - 10955/89)
- Resistência à compressão, segundo o método ABNT MB 3001/89 (NBR - 10955/89)
- Variação linear das dimensões após recozimento a 1250 °C durante 5 Horas de patamar, segundo o método ABNT NBR 6225/93.

notas :
- Os valores apresentados são resultados obtidos a partir de ensaios realizados em corpos de prova padrão medindo 229 x 114 x 63.
- Os valores apresentados são típicos, sujeitos a variações normais de produção, não devendo ser tomados como especificação.

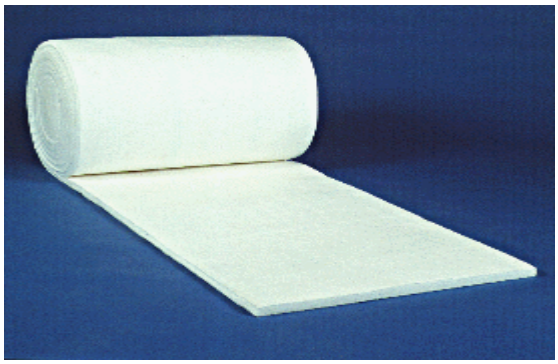
Ceramica Nevio Terzi Ltda - Rua da Estação, 731 - Cotia - SP - Cep: 06720-000
Tel (011) 4611 0254 - Fax (011) 4611 0089 - e-mail: : terzi@terzi.com.br - www.terzi.com.br

Producto : MANTA KAOWOOL ZR 1400 INFORMACION TECNICA

DESCRIPCION

- Disponibles, para entrega inmediata, en diferentes combinaciones de medidas y densidades.
- Baja conductividad térmica y energía térmica almacenada.
- Elevada resistencia a choques térmicos y ataques químicos.
- Buenas características acústicas y de protección contra-fuego.
- Alta flexibilidad, facilitando cortes e instalación.
- Alta refractoriedad.

La manta Kaowool 1400 es producida a partir de sílice y alúmina de alta pureza. Resultando fibras refractarias totalmente inorgánicas, densificadas y entrelazadas de forma de garantizar buena resistencia mecánica durante el manipuleo e instalación.



PROPIEDADES FISICAS

Color .....Blanco
Densidad(kg/m^3).....96-160
Espesor 6-51
Temperatura Máxima de Uso (ºC)..... 1300
Uso Límite 1400
Punto de Fusión (ºC) 1816
Diámetro de las Fibras (µ,medio) 2,8
Largo de Fibras (cm,medio).....10-25

COMPOSICION QUIMICA TIPICA

(% peso, después de quemado)

Alúmina (Al_2O_3) 35
Sílice (SiO_2) 50
Zircon (ZrO_2) 15
Otros..... trazos

PROPIEDADES QUIMICAS

Los productos de fibra cerámica Kaowool poseen excelente resistencia a los ataques químicos, excepto al ácido fluorhídrico, fosfórico y álcalis fuertes (ej. Na_2O,K_2O). La manta no es afectada por el aceite o el agua. Sus propiedades térmicas y físicas son restauradas al secarse.

RESISTIVIDAD TERMICA (R)

El valor de la resistividad térmica de la fibra cerámica es definido como la inversa de la conductividad térmica multiplicada por el espesor (mm). El valor de R a 21ºC según la norma ASTM C518-76 para 25mm y 96kg/m^3 es 0,163/mm.

PROPIEDADES TERMICAS

Carbo San Luis S.A.
Oficinas Comerciales: Talcahuano 736, 4º piso, (C1013AAP) Buenos Aires, Argentina
Teléfono: 54-11-4373-4439 Fax: 54-11-4372-3331 E-mail: ventas@carbosanluis.com.ar
Planta Industrial: Calle 106 entre 6 y 8, Parque Industrial Sur, (5700) San Luis, Argentina

Morgan Thermal Ceramics

(CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (Btu.in/ft^2.h.^{o}F)
X TEMPERATURA MÉDIA(^{o}F)) ASTM C 201.

Temperatura media, 8 pcf	**BTU.in/ft^2. h.^{o}F**	**W/mK**	**Temperatura media, 4 pcf**	**BTU.in/ft^2. h.^{o}F**	**W/mK**
500ºF (260ºC)	0.44	0.06	500ºF (260ºC)	0.54	0.08
1000ºF (538ºC)	0.93	0.13	1000ºF (538ºC)	1.34	0.19
1500ºF (816ºC)	1.60	0.23	1500ºF (816ºC)	2.48	0.36
1800ºF (982ºC)	2.05	0.30	1800ºF (982ºC)	3.23	0.47
2000ºF (1093ºC)	2.34	0.34	2000ºF (1093ºC)	3.74	0.54
Temperatura media, 6 pcf					
500ºF (260ºC)	0.47	0.07			
1000ºF (538ºC)	1.06	0.15			
1500ºF (816ºC)	1.90	0.27			
1800ºF (982ºC)	2.45	0.35			
2000ºF (1093ºC)	2.83	0.41			

APLICACIONES TIPICAS

- Revestimientos de hornos
- Intercambiadores de calor
- Turbinas a gas
- Estufas y hornos de laboratorio
- Craqueadores catalíticos
- Reparación de hornos
- Sellado y revestimentos de puertas de hornos
- Filtros para altas temperaturas
- “Skid rails y cross pipes”
- Tratamientos Acústicos

DIMENSIONES PATRONES

La manta Kaowool es fabricada en los siguientes espesores y dimensiones:
Rollo patrón.....7620 x 610mm
Espesores.....13, 25, 38 y 51 mm
Densidades (kg/m^{3}^{3}).....96, 128 y 160
Observaciones: existen otras combinaciones de densidades y espesores. Consulte al Depto. de Ventas de Carbo San Luis S.A.

PROTECION CONTRA-FUEGO

(UL723/ASTM E-84)

Desarrollo de humo.....0
Contribución como combustible.....0
Propagación de lama.....0

ORIENTACION PARA APLICACIÓN EN CAPAS

Aplicación en techo (anclajes/m^2).....19
Aplicación en paredes (anclajes/m^2).....12

Rev.03, 28/10/05

Observaciones

1. Producto fabricado bajo licencia de Thermal Ceramics Inc., EE.UU.
2. Los valores indicados son típicos y no deben considerarse como especificados o garantizados.
3. Ver hoja de aplicación del producto.

Carbo San Luis S.A.
Oficinas Comerciales: Talcahuano 736, 4º piso, (C1013AAP) Buenos Aires, Argentina
Teléfono: 54-11-4373-4439 Fax: 54-11-4372-3331 E-mail: ventas@carbosanluis.com.ar
Planta Industrial: Calle 106 entre 6 y 8, Parque Industrial Sur, (5700) San Luis, Argentina

Morgan Thermal Ceramics

Producto : **TRIMOR MIDCAST** **INFORMACION TECNICA**

Descripción: Hormigón refractario aluminoso

Componente principal: Bauxita calcinada **Liga:** hidráulica

Instalación por: colado, vibrado

Características y utilización:

Hormigón convencional de elevada resistencia mecánica a temperaturas intermedias. Apto para reparaciones generales. Su fácil instalación permite rápidas reparaciones en frío. Especialmente indicado para reparaciones generales en hornos de tratamiento de aluminio, cucharas, canales. etc..

Composición Química (% en peso)

Al2 O3	*SiO2*	*Fe2 O3*	*CaO*	*MgO*	*TiO2*	*Alcalis*	*SiC*	*P2 O5*	*C*
> 75	< 6	< 5	< 10	--	< 4	< 1	--	--	--

Propiedades Físicas típicas

Granulometría = -5.60 mm **Material necesario** = 2.7 g/cm^3

Temperatura máxima de uso continuo = 1500 ºC

Módulo resistencia a la compresión en frío =

quemado a	@110ºC	@816ºC	@1400ºC
(N/mm²)	> 40	> 25	> 35

Dilatación lineal permanente =

Temperatura ensayo	@110ºC	@816ºC	@1400ºC
(%)	0 / -0.1	0 / -0.2	0 / -0.6

Otros Datos

Límite de almacenamiento = 6 meses en lugar fresco y seco
Líquido de preparación = agua
Litros por cada 100 kg de material seco = 7 a 9
Embalaje = bolsas de 25 kg.
Forma de entrega = seco

Rev.01, 28/09/05

Observaciones *M084*

1. Los valores indicados son típicos y no deben considerarse como especificados o garantizados.
2. Ver hoja de aplicación del producto.

Carbo San Luis S.A.
Oficinas Comerciales: Talcahuano 736, 4º piso, (C1013AAP) Buenos Aires, Argentina
Teléfono: 54-11-4373-4439 Fax: 54-11-4372-3331 E-mail: ventas@carbosanluis.com.ar
Planta Industrial: Calle 106 entre 6 y 8, Parque Industrial Sur, (5700) San Luis, Argentina

Morgan Thermal Ceramics