

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E
INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y
MECATRONICA



**“DISEÑO Y FABRICACION DE ESPESADOR DE
RELAVES DE COBRE DE 15 METROS DIAMETRO”**

**Tesis presentada por:
Bachiller Sergio Eduardo Gonzales Choque
Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico**

AREQUIPA –PERU

2016

INDICE

PRESENTACION	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
JUSTIFICACION	4
OBJETIVOS	4
CAPITULO I: MARCO TEORICO	5
1.1 Decantación	5
1.1.1 Sedimentación discontinua en Laboratorio	6
1.1.1.1 Mecánica de clarificación	6
1.1.1.2 Capacidad de clarificación	7
1.1.1.3 Mecánica de espesamiento	8
1.2 Principios del espesador de alta capacidad	9
1.2.1 Clarificador convencional	9
1.2.2 Principios de floculación	10
1.2.3 Principios de Autodilución	10
1.2.4 Una perspectiva del siglo del proceso	11
1.2.4.1 Espesamiento convencional	12
1.2.4.2 Espesamiento de alta capacidad	13
1.3 Una perspectiva del espesador	13
1.4 Dimensionamiento de espesador	14
1.4.1 Coagulación y floculación	14
1.4.2 Coagulación en un espesador	15
1.4.3 Floculación en un espesador	15
1.4.4 Comparación entre la acción de un coagulante	15
1.5 Área de un espesador	17
1.5.1 Curva de espesamiento	17
1.5.2 Representación	18
1.5.3 Formula de Coe Clevenger	19
1.5.4 Altura de la zona de compresión	22

1.5.4.1 Método numérico	22
1.5.4.2 Método gráfico	22
1.6 Métodos de espesamiento	23
1.6.1 Métodos comunes de espesamiento	23
1.6.2 Funcionamiento	25
1.6.2.1 Espesador de gravedad	25
1.6.2.2 Componentes Mecánicos	25
1.6.3 Tipos de espesadores	26
1.6.3.1 Espesamiento por gravedad de aire disuelto	26
1.6.3.2 Espesamiento centrífugo	27
1.6.3.3 Tipos de centrifugas	28
1.6.3.3.1 Centrifugas de tazones	28
1.6.3.3.2 Centrifugas de canasta	28
1.6.3.4 Espesamiento en filtro banda de gravedad	29
1.6.3.5 Espesamiento por tambores	30
1.6.4. Espesadores por gravedad	31
1.6.4.1 Tipos de espesadores por gravedad	33
1.6.5 Materiales	37
CAPITULO II: INGENIERIA DEL PROYECTO	38
2.1 Determinación de medidas generales	38
2.2 Consideraciones de diseño	40
2.3 Diseño y cálculo del cuerpo	40
2.4 Diseño del fondo	44
2.5 Diseño de estructura y soporte del motor	45
2.5.1 Peso de grating	46
2.5.2 Peso de baranda	46
2.5.3 Peso de personal	46
2.5.4 Peso de vigas de piso	47
2.5.5 Sobrecarga	47
2.5.6 Determinación de fuerzas internas en la armadura principal	47
2.5.7 Selección de perfil	53

2.5.8	Calculo de viga inferior	54
2.5.9	Calculo de columna	60
2.6	Sedimentación del cobre	62
2.7	Selección del motoreductor	63
CAPITULO III DISEÑO DE ESPESADORES		64
3.1	Comparación de métodos de diseño de espesadores	64
3.1.1	Métodos basados en modelos macroscópicos	64
3.1.2	Métodos basados en modelos cinemáticos	64
3.1.3	Métodos basados en modelos dinámicos	65
3.1.4.1	Modelación Matemática	66
3.1.4.2	Simulación de alimentación a un espesador	67
3.2.1	Alimentación mediante una tobera	70
3.2.2	Alimentación feedwell	73
3.3	Simulación de inyección de floculantes	75
3.3.1	Inyección de tobera de dilución	76
3.3.2	Inyección de feedwell	78
3.4	Simulación de rastrillos	80
CAPITULO IV: PROCESO DE FABRICACION		82
4.1	Descripción de maquina roladora	82
4.1.1	Clasificación	82
4.1.1.1	Tipos de curvado	83
4.2	Soldadura	92
4.2.1	Características técnicas de arco eléctrico	93
4.2.2	Equipos eléctricos de soldar	93
4.2.3	Equipo de soldadura	94
4.3	Pintura	94
4.3.1	Sistema de recubrimiento anticorrosivo para estructura	94
4.3.2	Selección de tipo de ambiente a trabajar del espesador	95
4.3.3	Preparación de la superficie	95
4.3.4	Aplicación	96

CAPITULO V: EVALUACION ECONOMICA	97
4.1 Generalidades	97
4.2 Costos de fabricación	97
4.2.1 Listado de componentes estructurales	97
CAPITULO VI :MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPESADOR	100
6.1 Revisiones de pre montaje	100
6.2 Instalación del espesador	100
6.3 Principios del estanque	104
6.4 Lista de revisión de instalación	105
6.5 Revisiones de pre-puesta en servicio	106
6.9 Filosofía de control básico	107
CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
CAPITULO VIII BIBLIOGRAFIA	109
ANEXOS Y PLANOS	110

PRESENTACION

El proceso de espesamiento (separación de líquido-sólido), es probablemente de todos los procesos metalúrgicos, uno de los más importantes, puesto que en él, se basa la sedimentación del material, también llamados concentrados, lodo o fangos los cuales tienen un alto porcentaje de cobre que en nuestro caso es lo que buscamos recuperar. También tienen una infinidad de usos hoy en día, como por ejemplo la extracción de productos sólidos, aguas residuales, etc. Pero la función principal que realiza un Espesador es la de separar el agua de los sólidos.

Sin embargo, el tema espesamiento es mucho más amplio. Son ejemplos de espesamiento: tratamientos de efluentes industriales, tratamiento de relaves metalúrgicos, aguas residuales, etc.

El desarrollo de espesadores de mucho mayor rendimiento, es el objetivo de grandes empresas en el mundo y también el desarrollo de floculantes que ayuden a aumentar la sedimentación y así disminuir el tiempo de recuperación de agua y mejorar el tiempo de obtención de concentrado mineral, que es el objetivo que se logra con un espesador de gravedad.

ABSTRACT

The Mining uses different processes in order to extract minerals, some of these processes involves the separation Solid - Liquid using Nonstop Process Equipment.

The clean- process design is based on the use of the engineering's classical tools, to conceive a production scheme that considers both: the technical - economic as the environmental aspects. These objectives are compatible, since environmental impact can be able to, in part, being reduced increasing the process's global productivity. In many instances, modifications with low requisites of money have derived in significant increments in the productivity and a reduction in the waste increasing process.

In that context, this thesis show the design and construction of a high-capability thickener that works for gravity, that is used in order to separate the solid from the liquid, to optimize handling of “relaves” and the recuperation and/or later treatment of the water process in the metallurgic factories, in that way the thickener that performs as a lung may works perfectly.

INTRODUCCION

La Minería utiliza diferentes procesos para la explotación de minerales, algunos de estos procesos involucran la separación Sólido-Líquido usando equipos de proceso continuo.

El diseño de procesos limpios se basa en el uso de las herramientas clásicas de la ingeniería, para concebir un esquema de producción que considere tanto los aspectos técnico-económicos como los ambientales. Dichos objetivos son compatibles, ya que el impacto ambiental puede, en parte, ser reducido aumentando la productividad global del proceso. En muchos casos modificaciones con bajos requerimientos de capital han derivado en significativos incrementos en la productividad y una reducción en la generación de desechos.

En ese contexto, la presente tesis muestra el diseño y construcción de un espesador de alta capacidad que funciona por gravedad, que se utiliza para la separación sólido-líquido para optimizar el manejo de los relaves y la recuperación y/o posterior tratamiento del agua de proceso en las plantas metalúrgicas, de tal forma que el espesador que actúa como un pulmón pueda trabajar óptimamente.

1. JUSTIFICACION:

Justificación Económica.

- La Fabricación del presente espesador deberá ser mucho mas económica con respecto a otras empresas que realizan este tipo de trabajo.

Justificación Tecnológica.

- Se dispondrá de libros y conocimientos adecuados para la elaboración del diseño y fabricación del presente proyecto.
- Se dispondrá de los equipos necesarios para la instalación y diseño de espesadores.

2. OBJETIVOS.

- Diseñar y Fabricar la parte mecánica del Espesador de relaves de cobre por Gravedad.

3. LIMITACIONES.

- Debido a la falta de equipos de medición de concentración de sólidos y aglomeración solo se usará información que se nos proporcione de apoyo de la empresa minera.
- Los datos de la sedimentación fueron dados por la empresa, ya que estos tienen información recopilada del área de Metalurgia.
- La alimentación eléctrica como la tubería de alimentación de relaves y toda la instalación eléctrica no están dentro del presente trabajo.
- El sistema de transmisión hidráulico del motoreductor hacia las rastras no es considerado en esta Tesis.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1 DECANTACIÓN.

Decantación es una operación unitaria, que tiene como fin separar de una solución acuosa un líquido claro que sobrenada y un lado bastante denso que se deposita en el seno del líquido.

Un sinónimo de decantación es sedimentación, que por definición significa prácticamente lo mismo, lo único que las diferencia, es que en el proceso de decantación es el líquido claro que sobrenada en una suspensión, el que posteriormente será de utilidad, y en la sedimentación, es el lodo que se deposita en el seno del líquido el que será de utilidad.

El término sedimentación o espesamiento es el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un líquido.

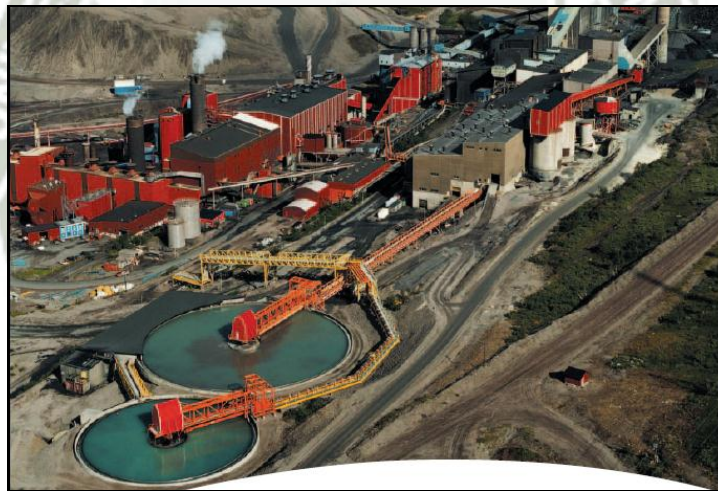


Fig.1.1 Espesadores de Concentrados

FUENTE: www.gruptefsa.com/sp/el.htm

Dividiremos la sedimentación en dos clases generales:

- Sedimentación de materiales arenosos.
- Sedimentación de limos o fango mineral o fango denso.

En la industria, la sedimentación de suspensiones acuosas es un proceso continuo, realizada en elementos llamados espesadores, que son grandes depósitos a los cuales llega por el centro o por un lado la suspensión o el

lodo diluido permitiendo el rebose o rebalse del líquido que sobrenada, separándolo del lodo espeso que sale por el fondo del aparato.

En cuanto a sedimentación se refiere podemos hablar de:

1.1.1 SEDIMENTACIÓN DISCONTINUA EN LABORATORIO.

1.1.1.1 MECÁNICA DE LA CLARIFICACIÓN.

Los problemas de clarificación están basados en la relación de dilución, es decir, la del peso de los líquidos al de los sólidos.

Si dejamos asentar una pulpa fluida se puede observar:

- a.- Una clarificación neta donde las partículas gruesas se depositan en el fondo rápidamente, mientras que las más finas lo hacen lentamente.
- b.- Una clarificación gradual relativamente lenta en las últimas etapas, sin demarcación entre el líquido y el sólido en suspensión.

Se observa:

Primero: que alcanza una dilución en que las partículas que se posan más rápidamente, forman una zona y posteriormente se sedimentan colectivamente a velocidad retardada.

Segundo: ésta zona comienza a formarse más pronto cada vez hasta que con el tiempo se alcanza un punto en que la sumersión de los sólidos se producen en masa, no pudiendo diferenciarse ningún movimiento independiente de partículas y prosigue con una línea neta de separación entre ellos y el líquido que sobrenada.

Tercero: desde éste punto es del que tiene lugar la sumersión con una más o menos corriente que alcanza un punto de concentración en que se produce una disminución marcada en la rapidez de sedimentación. Este punto se denomina punto de compresión, el cual señala la línea divisoria entre la zona de clarificación y la de espesamiento.

Si se pone una pulpa a dilución, por ejemplo de 10 a 1, en un cilindro de 1 litro, después de mezclarla bien, forman una masa homogénea y puede observarse lo siguiente:

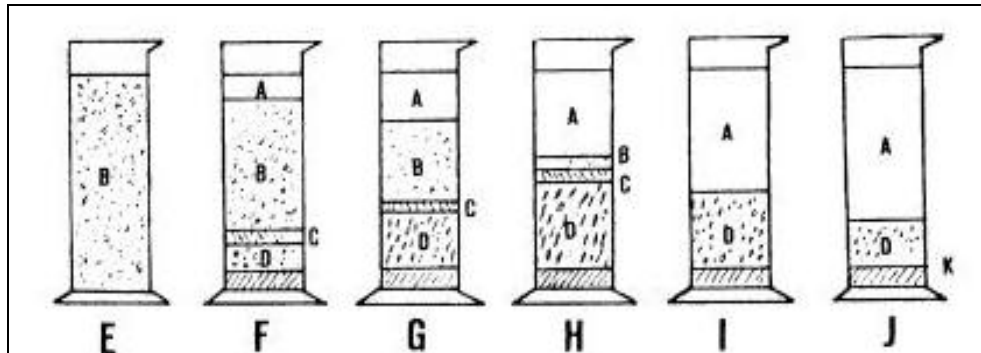


Fig. 1.2 Dilución de pulpa

FUENTE: <http://revistas.concytec.gob.pe>

Primero se posan en el fondo del cilindro (zona D) las arenillas del grano más grueso, en forma paralela lo hacen los flóculos del limo más cercanos al fondo, llenando los intersticios entre las partículas de arenillas y se depositan unos sobre otros, siendo ésta zona, la más profunda del recipiente. Sobre esta zona se ubica otra llamada de transición (zona C), donde el porcentaje del sólido disminuye desde su parte inferior ya que poco a poco las partículas siguen cayendo a la zona D. Sobre la zona C se encuentra solo pulpa floculada y sobre ésta, solo se encuentra agua o solución clara (zona A). A medida que progresa el proceso de sedimentación, la zona A se va ampliando y las zonas inferiores se van comprimiendo hasta fundirse entre ellas, excepto el área ocupada por las arenillas al fondo del cilindro.

1.1.1.2 CAPACIDAD DE CLARIFICACIÓN.

Tal capacidad viene determinada por la velocidad de precipitación de las partículas sólidas en suspensión. Esta velocidad puede calcularse mediante la velocidad de descenso de la superficie superior de separación en los ensayos de sedimentación discontinua. Mediante un balance de materia, la cantidad total de fluido en la alimentación, debe igualar a la suma del fluido claro rebotado, más el fluido contenido en el lodo espesado que se descarga en el fondo.

1.1.1.3 MECÁNICA DEL ESPESAMIENTO.

Algunas pulpas se consolidan en unas cuantas horas y forman un limo o fango denso, que apenas circula por las tuberías. Mientras en otras pulpas el contenido de humedad después de sedimentarse durante días, no se reduce a menos del 95%; estos efectos se deben en parte a las distintas densidades de los sólidos y a las diferencias físicas en el carácter y la estructura de los flóculos.

El proceso continúa tal como indican las curvas t_2 y t_3 (fig. 1.3), descendiendo la superficie de separación superior y elevándose ligeramente la inferior, hasta confundirse con la primera.

La curva t_3 , representa la distribución de concentraciones en la capa de sedimento que se apelmaza y cuya superficie de separación, desciende lentamente durante la compresión final del sedimento.

En la figura 1.3 se muestra la concentración en función de la altura, a diversos intervalos de tiempo, en una sedimentación discontinua. La velocidad de sumersión es la sedimentación de las partículas que posan más lentamente.

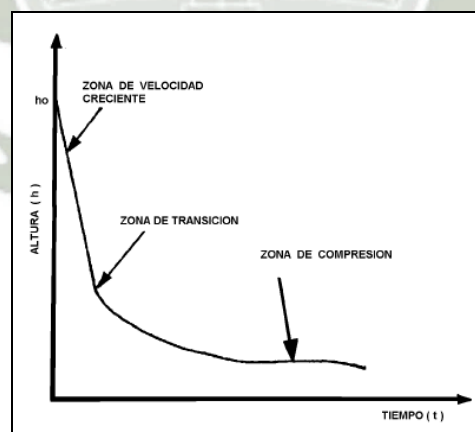


Fig. 1.3 Curva de Sedimentación

FUENTE: <http://revistas.concytec.gob.pe>

1.2 PRINCIPIOS DEL ESPESADOR DE ALTA CAPACIDAD

El espesador de alta capacidad opera como sigue:

La alimentación floculada se alimenta horizontalmente hacia el lecho del sedimento del espesador. Este método de alimentación elimina la zona de aposar libre encontrada en espesadores de tipo convencionales. Tiene la ventaja de permitir a los espesadores de alta velocidad de operar de dos a treinta veces más rápido que los espesadores convencionales.

La solución que entra con la alimentación debe moverse hacia arriba a través del lecho del sedimento floculado. Este efectivamente se filtra hacia las partículas ultra finas o no floculadas del sobre flujo, resultando claridades comunes de sobre flujos en la variación de 20-100 ppm.

Para mayor flexibilidad en la operación, podemos suministrar un circuito de control totalmente integrado.

1.2.1 CLARIFICADOR CONVENCIONAL Y PRINCIPIOS DEL ESPESADOR

Tiene características convencionales naturales de sedimentación de la alimentación de la manera siguiente:

El material es bombeado hacia el pozo de alimentación grande del centro, esto reduce la velocidad del material y el aposamiento comienza inmediatamente.

Este efecto de amortiguación produce claridad excelente del líquido sobrenadante. El movimiento de las rastras ayuda a compactar los sólidos. Al mismo tiempo las rastras empujan los sólidos hacia el cono de descarga.

El sobrenadante claro sobre fluye hacia la canaleta periférica para descargar los procesos de flujo hacia abajo. Los sólidos concentrados de flujo inferior se bombean del cono central de descarga.

1.2.2 PRINCIPIOS DE FLOCULACION

El floculante es una cadena larga poliacrilamida con un peso molecular muy alto.

Se agrega a un flujo de lechada con el fin de coagular las partículas finas hacia los “floculos” más grandes. La formación de floculos aumenta la velocidad de aposamiento esta es rápida que la velocidad de alza del liquido. Esto hace que los sólidos se aposen en el piso del espesador. El aposamiento de los floculós crea una lechada de densidad mas alta, la cual es rastrillada hacia el centro del espesador para descarga por las bombas de fuljo inferior.

La floculación de los sólidos aglutina todo el material fino junto para crear un sobre flujo claro.

1.2.3 PRINCIPIOS DE AUTO –DILUCIÓN

La auto-dilución usa los flujos sobrenadantes clarificados para diluir la lechada entrante no espesada a los niveles donde la floculación puede tomar lugar. La recirculación de la auto-dilución explota el cabezal guía, producido por la diferencia relativa entre los niveles sobrenadantes y bien alimentados. Esto se debe a la diferencia en la gravedad específica entre los flujos sobrenadantes y el bien alimentado. Diversos mecanismos se usan para controlar el flujo.

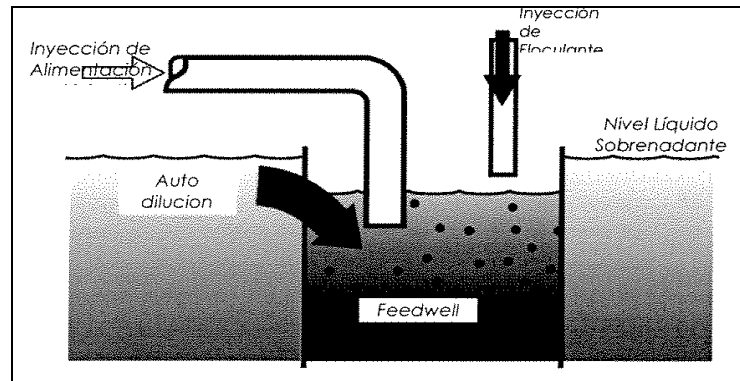


Fig. 1.4 Diagrama simplificado mostrando el flujo de auto-dilución

FUENTE: www.scribd.com/mobile/doc/629596/clase-07-espesamiento

1.2.4 UNA PERSPECTIVA DEL CICLO DEL PROCESO

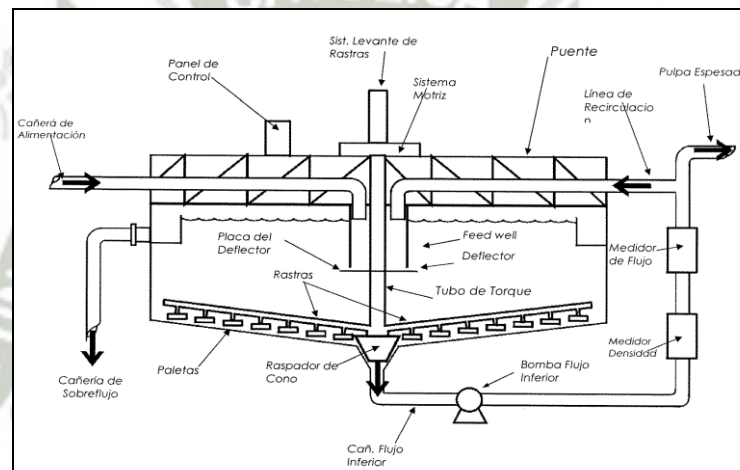


Fig. 1.5 Diagrama de Proceso de un espesador

FUENTE: www.espesador.com

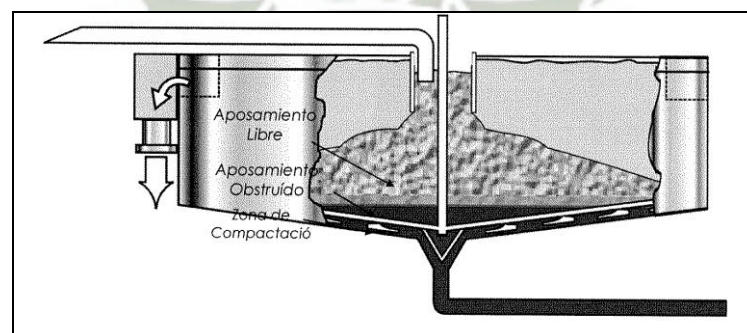


Fig. 1.6 Espesador Convencional

FUENTE: www.espesador.com/products/espesadoresresiduales

1.2.4.1 Espesamiento Convencional

Espesadores convencionales tienen una zona de aposamiento grande y libre donde los sólidos se aposan a través del líquido hasta que alcanzan una zona de aposamiento obstruido. Aquí los sólidos se amontonan y los sólidos se obstruyen.

Debajo de esto, la comparación mayor ocurre por los sólidos que se aposan arriba, y de la acción de apretar de las rastras. La zona de aposamiento libre ocupa la mayoría del volumen.

a) Ventajas

- Usa cero o bajo floculante.
- Capacidad grande de almacenamiento.
- Respuesta lenta a los cambios de alimentación.

b) Desventajas

- Exigencia de espacio grande.
- Costo alto de capital.
- Periodo largo de lavado.
- Respuesta lenta a la acción correctiva.
- Inventario alto de sólidos.

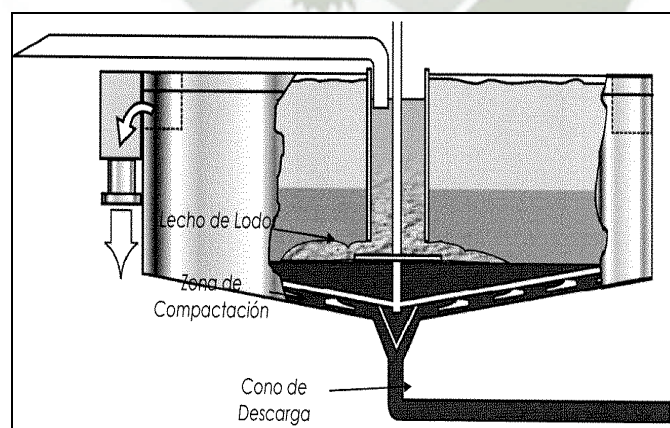


Fig. 1.7 Espesador de Alta Capacidad

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

1.2.4.2 Espesamiento de Alta Capacidad

Espesadores de alta velocidad tienen una palanca del deflector. Esta alimenta hacia la zona de aposamiento arriba de la zona de compactación. Esto elimina la zona de aposamiento libre presente en los espesadores convencionales y reduce el tamaño del espesador. El líquido se filtra hacia arriba a través del lecho de lodo hacia el sobre flujo.

a) Ventajas

- Costo de capital bajo exigencia de espacio pequeño.
- Periodo rápido de lavado.
- Respuesta rápida a acción correctiva.
- Inventario pequeño de sólidos.

b) Desventajas

- Uso de floculante más alto.
- Capacidad de almacenamiento baja.
- Respuesta rápida a cambios de alimentación.
- Ciertos controles pueden ser necesarios.

1.3 UNA PERSPECTIVA DEL ESPESADOR

Los espesadores son un mecanismo que se utiliza para la concentración de fangos y reducción de volumen a estabilizar o transportar, van instalados sobre cuba metálica o de hormigón, llevan pasarela de hormigón o metálica en los mecanismos sobre cuba de hormigón.

Los lodos que llegan al espesador se encuentran con un cilindro metálico que rompe la velocidad de las aguas y elimina las posibles turbulencias, las aguas son obligadas a descender para posteriormente desplazarse hacia el exterior del tanque donde desaguan a un canal periférico. Los lodos y la materia orgánica se depositan en el fondo de forma cónica que es barrido por el mecanismo instalado de tal forma que son transportados hacia el

centro del tanque donde hay un pozo que los recoge para ser evacuados del mismo.

Los sólidos apozados se rastrillan hacia el cono del centro del espesador y se remueven como lechada espesada adecuada para procesamiento posterior.

Los objetivos que se desean lograr con un espesador son:

- Simple de operar
- Tiene exigencias bajas de manutención.
- Hay un número mínimo de piezas móviles
- Usa parámetros de tamaño conservador
- Tiene una alta disponibilidad
- Espesador de alta capacidad
- Espesador convencional
- Clarificador

1.4 DIMENSIONAMIENTO DE UN ESPESADOR

Para dimensionar un decantador destinado a realizar operaciones de sedimentación se requiere determinar:

- Área mínima del espesador
- Coeficiente K, del par de accionamiento
- Altura mínima de la zona de compresión

1.4.1 COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN

Su objetivo es aglomerar las partículas formando otras más gruesas (coagulación o floculación) para aumentar su tamaño y como consecuencia, su velocidad de sedimentación que es función del cuadrado de dicho tamaño.

1.4.2 COAGULACION EN UN ESPESADOR

Produce la unión de las partículas por adhesión (fuerzas de Van der Waals) que son eficaces cuando aquellas están muy próximas, normalmente la adhesión, debida a estas fuerzas es impedida por la presencia alrededor de cada partícula de una carga eléctrica que genera una repulsión al aproximarse unas partículas a otras.

En una pulpa, las cargas eléctricas en las superficies de las partículas son del mismo signo, y para las suspensiones minerales de $\text{pH} \geq 4$, son generalmente negativas. Estas cargas no solo impiden la adhesión de las partículas, sino que también retrasan su sedimentación manteniéndolas en movimiento continuo, siendo este efecto más pronunciado cuanto menor sea la película.

1.4.3 FLOCULACION EN UN ESPESADOR

Los floculantes son compuestos orgánicos y pueden ser naturales o sintéticos.

Los naturales están representados por el grupo de los polisacáridos (almidón y sus derivados) y por las gomas vegetales.

Los sintéticos son polímeros y son de tres tipos distintos, no iónicos catiónicos o aniónicos.

Por su longitud de cadena se fijan a las partículas sólidas y tienden a atrapar a las partículas más próximas creando a modo de unos puentes, de modo que suprimen todo movimiento aislado de la partícula.

1.4.4 COMPARACION ENTRE LA ACCION DE UN COAGULANTE Y DE UN FLOCULANTE EN UN ESPESADOR

El consumo del floculante es mucho menor que el del coagulante y son mucho mas eficaces (mayor velocidad de sedimentación) véanse las curvas correspondientes.

Los polímeros se pueden utilizar conjuntamente con los coagulantes para obtener una floculación suficiente, en ciertos casos de floculaciones difíciles.

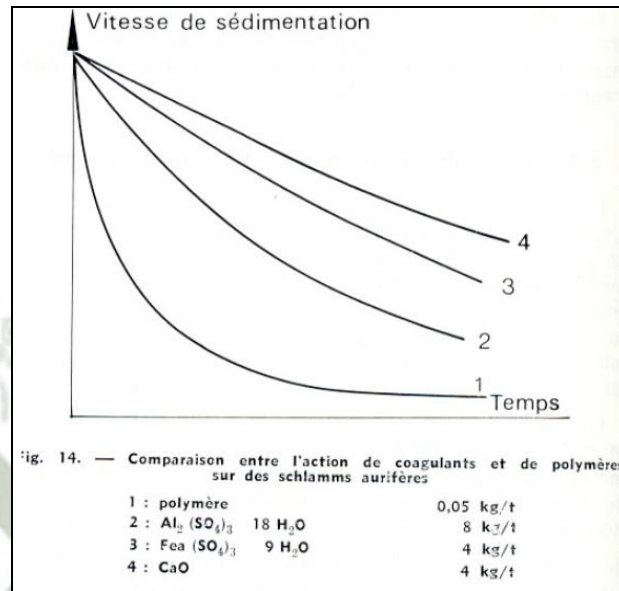


Fig. 1.8 Curva comparación entre la acción de coagulante y floculante

FUENTE: www.bvsde.paho.org

Por encima de una concentración óptima de adición de un polímero es contraproducente.

En la figura siguiente se puede ver que hasta una cierta concentración, todo el polímero es absorbido por las partículas. El punto por encima del cual no todo el polímero es adsorbido, corresponde a la adición óptima teórica.

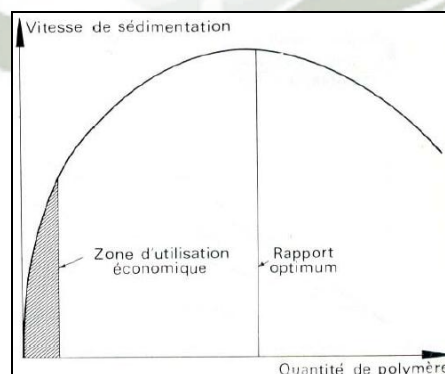


Fig 1.9 Efecto del peso molecular del polímero

FUENTE: www.scielo.org.co

1.5 ÁREA DE UN ESPESADOR

El área es un parámetro fundamental para la selección o diseño del espesador.

Para determinar el área se utiliza, según los casos, la formula de Coe-Clevenger o la Talmage-Fitch.

Se requiere la realización de ensayos sobre una muestra representativa de la pulpa de alimentación.

Las definiciones de la pulpa que se utilizan para decantación son:

$$\text{Dilución} = \frac{\text{Peso Líquido}}{\text{Peso Sólido}} = d = \frac{1-s}{s}$$

$$\text{Proporción de sólidos} = \frac{\text{Peso Sólido}}{\text{Peso Pulpa}} = s = \frac{1}{1+d}$$

$$\text{Concentración de sólidos} = \frac{\text{Peso Sólido}}{\text{Volumen Pulpa}} = c = \frac{\rho_s \rho_l}{\rho_l + d \cdot \rho_s}$$

d = dilución

s = proporción de sólidos en peso.

ρ_s = densidad del sólido

ρ_l = densidad del líquido

1.5.1 CURVA DE SEDIMENTACIÓN

Se vierte la muestra de la pulpa en una probeta cilíndrica graduada (de 1m de altura) se agita bien y se va midiendo el descenso de la interfase liquido clarificado y pulpa tomando los tiempos.

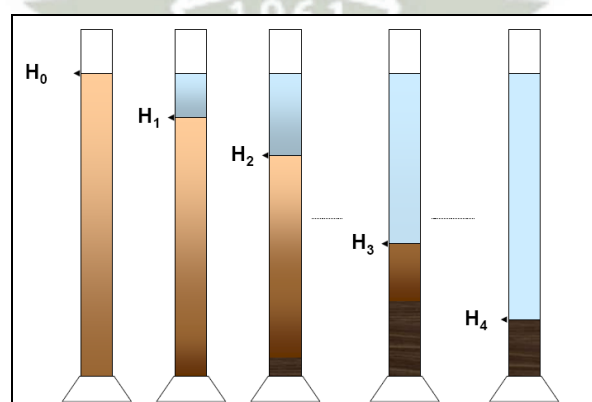


Fig.1.10 Muestra de Pulpa en Probetas

FUENTE: www.scielo.org.co

1.5.2 REPRESENTACIÓN

Se utiliza unos ejes cartesianos con escala normales en ordenadas, se llevan las alturas de las interfaces, agua clarificada, pulpa y abscisas, los tiempos correspondientes H es la altura inicial y H_t la altura final.

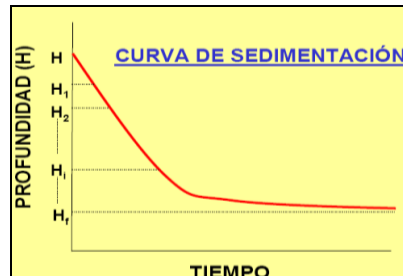


Fig.1.11 Curva de Sedimentación

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

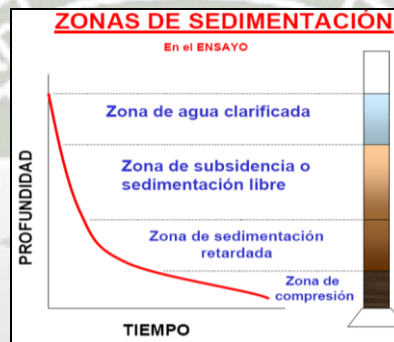


Fig. 1.12 Zonas en el espesador

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

La pendiente de la zona cónica suele ser dependiendo del tipo de sólidos:
 5° , 8° , 12° , 15°

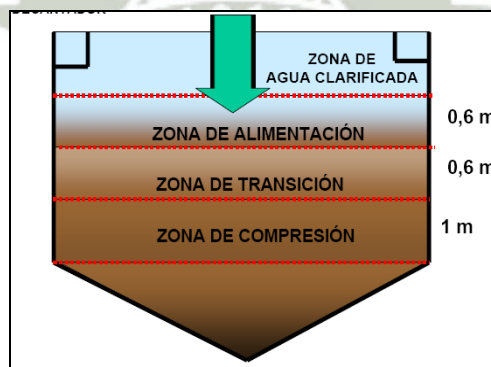


Fig. 1.13 La pendiente de la Zona Cónica suele ser dependiendo del tipo de sólidos: 5° , 8° , 12° , 15°

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

1.5.3 FORMULA DE COE CLEVENGER

El factor de seguridad a aplicar al área es:

Según Wills 2 por exceso

Según Denver 1.25

$$A = 1,33 \frac{F - D}{R - \rho_l} \quad \text{Área en pies}^2 \text{ por sht/24 h de sólido a sedimentar}$$

En unidades métricas:

$$A = \frac{(F - D) W}{R \rho_L}$$

A= área de sedimentación (m²)
R= velocidad de sedimentación (m/h)
W= peso del sólido seco (t/h)
 ρ_L = densidad del líquido
F= dilución de entrada (P_L / P_S) Alimentación
D = dilución de salida (P_L / P_S) Espesado (Decantado)

La dilución D del espesado puede ser:

- La máxima posible (máximo contenido en sólidos) obtenida mediante ensayo de decantaciones transcurridas en 24 horas.
- Una intermedia, para obtener una determinada concentración de sólidos.

Para obtener D se mide la altura final H_f del sólido decantado al cabo de 24 horas.

Se retira el agua clarificada y se puede determinar la dilución.

Para aplicar la fórmula de Coe-Clevenger no es necesario dibujar toda la curva, es decir, solo se requiere R (principio de la curva) y H_f , sin embargo es necesario repetir la prueba hasta 4 veces (inicial + 3 más) con distintas diluciones para poder reproducir las condiciones que se presentan en el espesador.

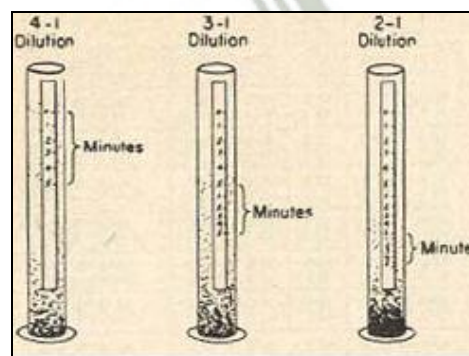


Fig. 1.14 Pruebas de dilución

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

La velocidad de sedimentación es la pendiente de la tangente a la curva en la zona inicial (que es prácticamente recta) $R=H_0/t_0$.

R= Velocidad de sedimentación

$$R = \frac{H_0}{t_0}$$

El valor de R es el máximo y por lo tanto el de A será mínimo.

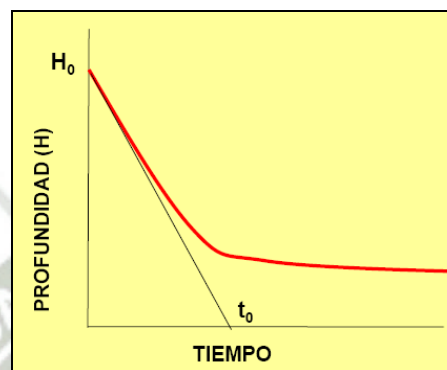


Fig.1.15

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

Terminando el primer ensayo partiendo de una dilución inicial F y obtenidos los valores de D y R se realizan los otros 3 ensayos con menores diluciones iniciales. Para ello se retira una parte del agua clarificada y se inicia de nuevo la prueba. De ésta forma partiendo de diluciones iniciales F_1, F_2, F_3 se van obteniendo sucesivos valores de:

$$R > R_1, R_2, R_3, R_4$$

Los valores de D no deben variar.

Se calculan las áreas correspondientes A_1, A_2, A_3, A_4 , y se toma la mayor de A_m .

Ese valor de área unitaria A_m suele ser por defecto, por lo que hay que utilizar un factor de seguridad K (1.25 a 3).

La formula de Coe-Clevenger se puede expresar también en función de:

- Proporción de sólidos en peso (s).

- Concentración de sólidos (c).

Basta sustituir F y D (diluciones) por S_o y S_f y C_o C_f , obteniéndose:

$$d = \frac{1-s}{s} \longrightarrow A = \left(\frac{1}{S_o} - \frac{1}{S_f} \right) \cdot \frac{1}{R \cdot \rho_L}$$

$$d = \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{\rho_s} \right) \rho_L \longrightarrow A = \left(\frac{1}{C_o} - \frac{1}{C_f} \right) \cdot \frac{1}{R}$$

La fórmula de Talmage Fitch suele dar un valor del área por exceso.

Para los espesadores de alta capacidad (high Rate) que llevan mayor altura de tanque se aplica el método Emmett, introduciendo un actor, que afecta al área: $F_c < 1$; (0.8 a 0.15) que se obtiene a partir de la relación V_u (velocidad en el punto de concentración C_u deseada) a V_o (velocidad Inicial). En estos espesadores se utiliza siempre floculante.

En la tabla adjunta se dan datos de espesadores de alta capacidad de ERAL.

TIPO	SUPERFICIE (m ²)	ALTURA (mm)	PESO (en carga) (t)	POTENCIA (Kw)	CAPACIDAD (m ³ /h)
T-01	1	1.290	2	0,25	4 - 8
T-02	3	1.390	6	0,55	15 - 30
T-03	7	1.820	19	0,75	35 - 70
T-04	13	2.030	36	1,1	60 - 125
T-05	20	2.260	60	1,5	100 - 200
T-06	28	2.570	97	2,2	140 - 285
T-07	38	2.900	147	2,2	190 - 385
T-08	50	3.020	200	3	250 - 505
T-10	79	3.440	347	3	395 - 785
T-12	113	3.710	542	4	565 - 1.130
T-14	154	4.070	808	5,5	770 - 1.540
T-16	201	4.280	1.103	5,5	1.005 - 2.010
T-18	255	4.840	1.570	5,5	1.270 - 2.545

Tabla 1.1

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

1.5.4 ALTURA DE LA ZONA DE COMPRESIÓN

1.5.4.1 MÉTODO NUMÉRICO

La altura de la zona de compresión (excluida la parte cónico del decantador) no debe exceder de 1 metro para decantadores convencionales y de 1,6 metros para decantadores de alta capacidad.

La altura de la zona de compresión viene dada por:

$$h_c = \frac{t(\rho_s - \rho_L)}{A \cdot \rho_s (\rho_p - \rho_L)}$$

A = Área del decantador
 ρ_p, ρ_L = densidad del sólido y del líquido
 ρ_p = densidad de la pulpa (en la zona de compresión)
 t = tiempo en horas para que la pulpa se consolide

La dificultad estriba en determinar la densidad media de la pulpa en la zona de compresión.

1.5.4.2 MÉTODO GRAFICO

El punto C corresponde a la concentración deseada en el hundido del espesador.

El punto A es el que tiene como ordenada $(H_0 + H_u)/2$ y corresponda al inicio de la zona de compresión.

Se promedian las áreas AEB y BDC de forma que sean iguales trazando la Tg en B se puede determinar H_b y conocer C_b

$$C_B = \frac{c_0 H_0}{H_B}$$

Si el tonelaje de sólidos que alimenta el espesador es T/h y el tiempo de la zona de compresión $(T_2 - T_1)$ en horas el tonelaje de sólidos de dicha zona será:

T $(t_2 - t_1)$ y el volumen de la pulpa

$$T(t_2-t_1) - 1/C_B$$

El área del espesador es A, la altura de la pulpa en la zona de compresión será:

$$h = \frac{T(t_2 - t_1) \frac{1}{C_B} \cdot 1,75}{A}$$

- 1.75 es un factor de seguridad

Esta altura no debe superar los 3 pies (1 metro), si fuera mayor se aumenta el diámetro del tanque (mayor A).

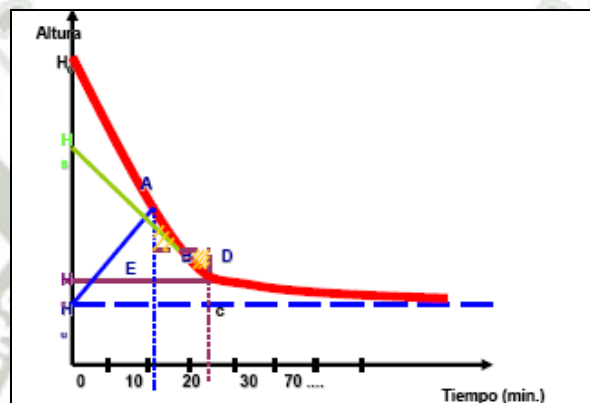


Fig 1.16

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

1.6 MÉTODOS DE ESPESAMIENTO

1.6.1 MÉTODOS COMUNES DE ESPESAMIENTO:

- Gravedad
- Flotación
- Centrifugación
- Filtro banda
- Tambor rotatorio

Método	Tipo de lodo	Frecuencia de uso y éxito relativo
Gravedad	Primario crudo. Primario crudo y purga de lodos activados. Purga de lodos activados.	A menudo usado. Para pequeñas plantas, con buenos resultados con concentraciones de lodos en el rango de 4 a 6%. Para grandes plantas, los resultados son marginales. Rara vez usado; concentración pobre de sólidos (2 a 3%).
Flotación con aire disuelto.	Primario sin tratamiento y purga de lodos activados. Purga de lodos activados.	Algunos usos limitados; resultados parecidos al espesamiento por gravedad. Comúnmente usados; buenos resultados (3.5 a 5% de concentración de sólidos).
De canasta centrífuga	Purga de lodos activados	Usos limitados; excelentes resultados (8 a 10% de concentración de sólidos).
De tazón centrífugo.	Purga de lodos activados.	Aumentando; buenos resultados (4 a 6% de concentración de sólidos).
Filtro banda (gravedad)	Purga de lodos activados	Aumentando; buenos resultados (3 a 6% de concentración de sólidos).
Tambor rotatorio	Purga de lodos activados.	Uso limitado; buenos resultados (5 a 9% de concentración de sólidos).

Tabla 2 Aplicación de los diferentes métodos de espesamiento para lodos residuales.

FUENTE: <https://es.slideshare.net/mobile/gallas190987/4-fundamentos-teoricos>

1.6.2 FUNCIONAMIENTO

1.6.2.1 ESPESADORES POR GRAVEDAD.

Este mecanismo se utiliza para la mezcla y homogeneización de fangos de distintos orígenes, de accionamiento central mediante cabeza de mando o de accionamiento central con motorreductor.

- Mecanismos de recolección: en rastras mecánicas para agitar los lodos y acelerara la sedimentación
- El sobrante es conducido hacia el sedimentador primario.

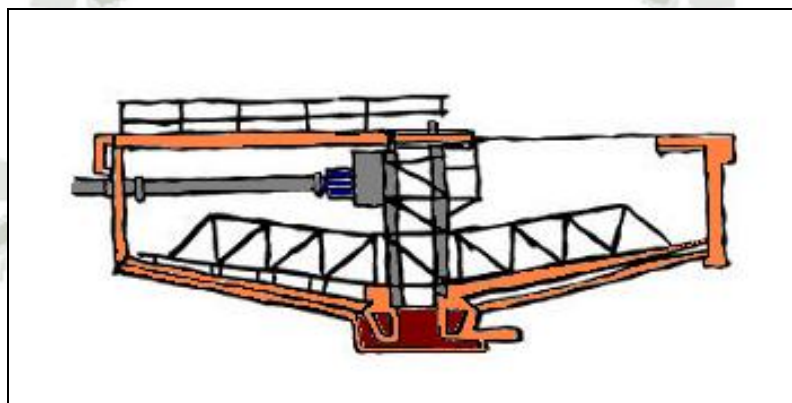


Figura 1.17 Espesador por gravedad

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>



Figura 1.18 Espesador de lodos por gravedad

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

1.6.2.2 COMPONENTES MECANICOS

Un espesador consiste de las piezas siguientes principales:

- Estanque con canaleta sobre flujo.
- Puente ya sea completo o mitad de tramo.
- Pilar de centro en el caso de un puente de mitad de tramo.
- Cañería o canaleta de alimentación.
- Tanque alimentador.
- Marco soporte de accionamiento, el cual puede incluir lo siguiente:
- Panel de accionamiento hidráulico o motor de accionamiento eléctrico adaptado directamente reductor mecánico.
- Reductor mecánico.
- Engranaje de anillo y piñón.
- Mecanismos de elevación (con elevador).
- Cilindro de elevación (con elevador).
- Tubo de torsión.
- Brazos de rastras con raspadores.

1.6.3 TIPOS DE ESPESADORES

1.6.3.1.- ESPESAMIENTO POR FLOTACIÓN CON AIRE DISUELTO

El aire es introducido en solución con presión elevada.

Cuando es despresurizada es liberado como burbujas finas que empujan al lodo a la superficie donde es removido.

Este método es usado para lodos de deshecho o purga de procesos de tratamiento biológico.

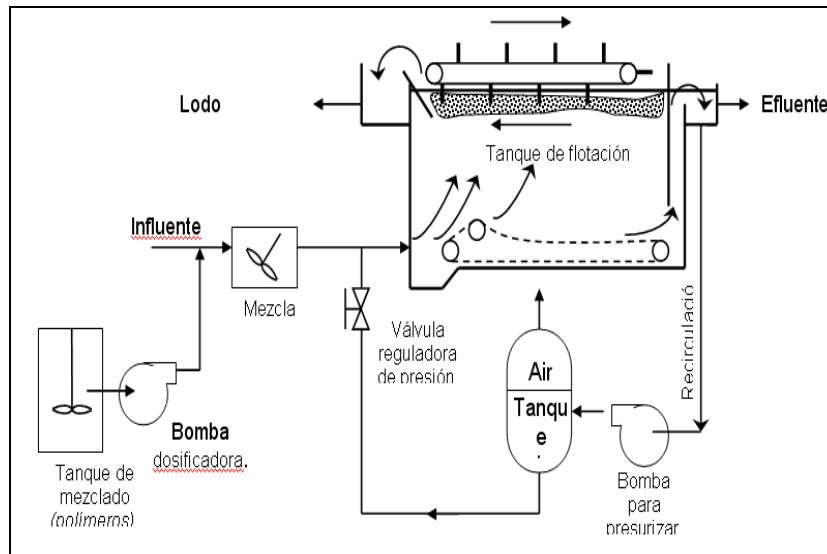


Figura 1.19 Diagrama de un espesador por aire disuelto.

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

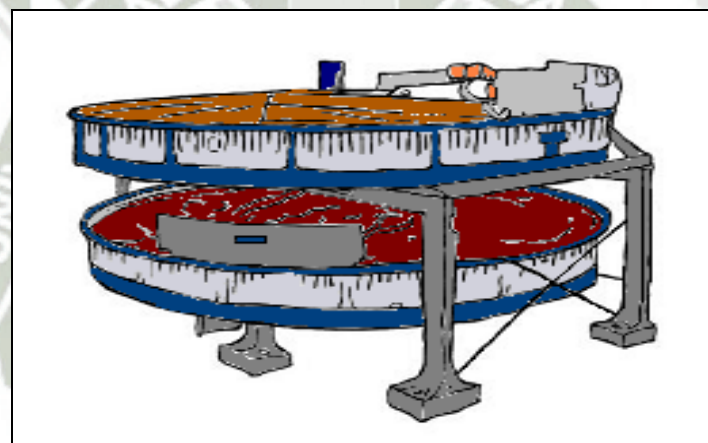


Figura 1.20 Espesador por aire disuelto

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

1.6.3.2 ESPESAMIENTO CENTRÍFUGO

Se utiliza en el espesamiento y secado de lodos.

Se limita a lodos activados de purga.

Involucra el almacenamiento de partículas bajo la influencia de fuerzas centrífugas.

1.6.3.3 TIPOS DE CENTRÍFUGAS:

- Centrífugas de tazones
- Centrífuga de canasta

1.6.3.3.1 CENTRÍFUGAS DE TAZONES

El lodo se alimenta en forma continua y los sólidos se concentran en la periferia. Un tornillo helicoidal mueve los lodos acumulados hacia el extremo reducido donde ocurre una concentración adicional de sólidos. El lodo es descargado fuera de la centrífuga.

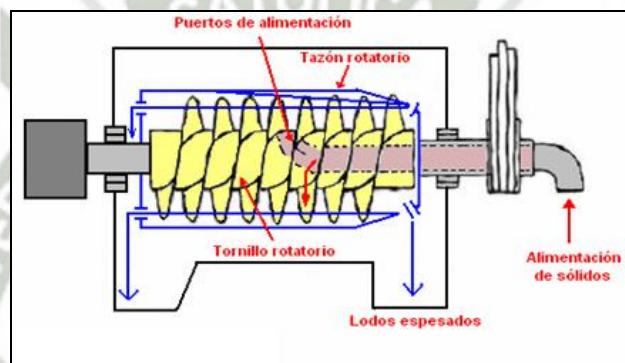


Figura 1.21 Centrífuga de tazones.

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

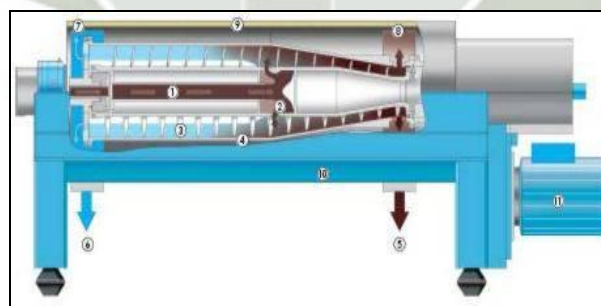


Figura 1.22 Centrífugas de tazones.

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

1.6.3.3.2 CENTRÍFUGAS DE CANASTA.

El lodo líquido es introducido hacia un tazón giratorio montado verticalmente. Los sólidos se acumulan contra la pared del tazón y el centrado es

decantado. Cuando la capacidad de remoción de sólidos se ha conseguido, el tazón se desacelera, un mecanismo es posicionado en el tazón para ayudar a remover sólidos acumulados.



Figura 1.23 Centrifugas de canasta

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

1.6.3.4 ESPESAMIENTO EN FILTRO BANDA DE GRAVEDAD

Se generó para el secado de lodos.

El espesamiento efectivo ocurre en la sección de drenaje por gravedad de la banda.

El lodo es acondicionado con polímeros, alimenta a una caja de distribución.

La caja reparte el lodo a lo ancho de la banda movible.

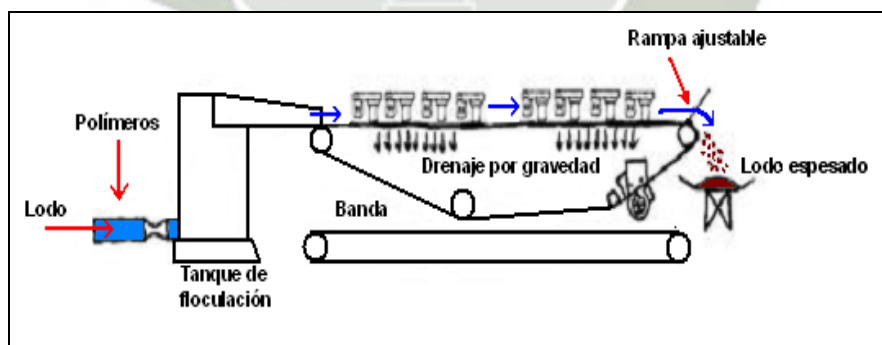


Figura 1.24 Diagrama de un filtro banda de gravedad

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

El lodo se amontona y es dividido por una serie de hojas a lo largo y ancho de la banda.

El agua liberada pasa a través de la banda.

El lodo espesado es vaciado en el extremo del equipo, la banda entra al ciclo de lavado.

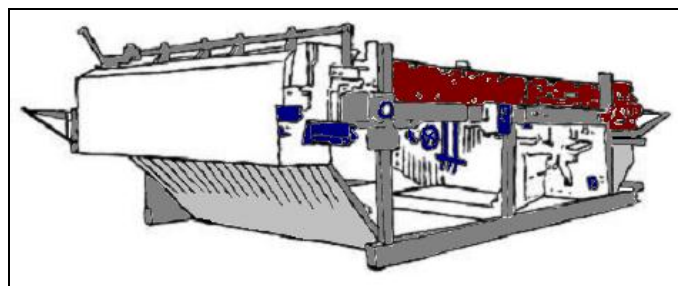


Figura 1.25 Espesador de lodos por banda de gravedad.

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

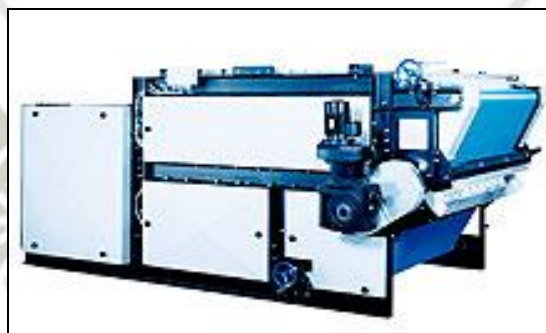


Figura 1.27 Espesador de banda por gravedad

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

1.6.3.5 ESPESAMIENTO POR TAMBORES ROTATORIOS

Subsistema acondicionado de lodos residuales y rejillas cilíndricas rotatorias o tambores.

En el primer tambor, el lodo diluido se mezcla con polímeros.

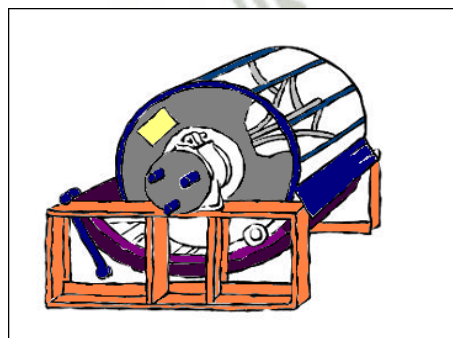


Figura 1.28 Espesador de tambor rotatorio.

FUENTE: <http://hidrometalica.com/espesador-de-fangos-por-gravedad/>

El lodo acondicionado pasa a rejillas cilíndricas rotatorias, separando los sólidos floculados del agua.

El lodo espesado sale por un extremo de los tambores.

El agua separada cae a través de las mallas.

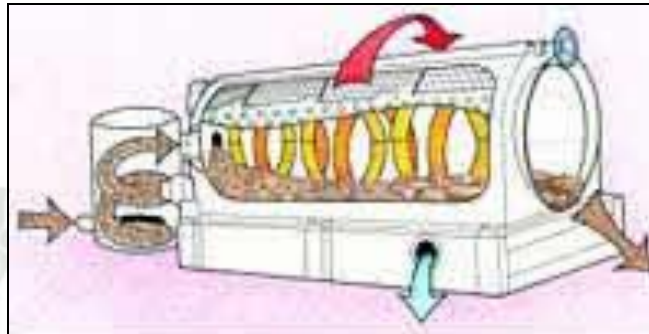


Fig. 1.29 Diagrama explicativo espesador de tambores rotatorios

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>



Figura 1.30 Vista de un espesador de tambor rotatorio (Parkson corporation).

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

1.6.4 ESPEADORES POR GRAVEDAD

Su diseño es similar a un decantador. Generalmente son circulares. La alimentación se realiza por tubería a una campana central, que sirve como reparto y de zona tranquilizadora, con una altura tal que no influya en la zona inferior de compactación. El fondo debe tener una pendiente mínima del 10%.

El mecanismo giratorio suele ser de accionamiento central, con doble brazo diametral. Este tipo de accionamiento es conveniente para obtener el par

necesario para asegurar el movimiento del sistema. Normalmente se instala un limitador de par para evitar sobretensiones en el motorreductor.

Es aconsejable instalar un sistema automático de elevación de las rasquetas, para arrancar el espesador, sobre todo después de paradas prolongadas, ya que los sedimentos más espesados están en el fondo, aprisionando las rasquetas y haciendo difícil su puesta en funcionamiento, sin que actúe el limitador de par. Una vez que el mecanismo ha alcanzado su velocidad nominal se procede a introducir automáticamente las rasquetas.

El par motor del sistema de arrastre viene dado por:

- Par torsor con arrastre central = $c \cdot r^2/2$
- Par torsor con arrastre periférico = $c \cdot r^2$

Siendo:

r = radio del espesador

c = constante variable según la Naturaleza del fango:

- Fangos Primarios $c = 45 \text{ Kg/m}$
- Fangos Mixtos $c = 40 \text{ Kg/m}$
- Fangos Biológicos $c = 30 \text{ Kg/m}$

La extracción de los fangos desde la poceta central puede realizarse por gravedad mediante válvulas o bien por aspiración directa mediante bombas. El sistema de extracción debe tener la posibilidad de hacerse de forma temporizada, así como que la toma pueda realizarse a distintos niveles.

Para evitar posibles olores a menudo se procede a recubrir el espesador mediante una cubierta estanca. Esta puede ser fija, mediante obra de fábrica o bien desmontable, más aconsejable ya que facilita el mantenimiento.

1.6.4.1 TIPOS DE ESPESADORES POR GRAVEDAD

A) ESPESADOR POR GRAVEDAD INSTALADO EN CUBA DE HORMIGÓN, CON BANCADA CENTRAL Y PASARELA METÁLICA.

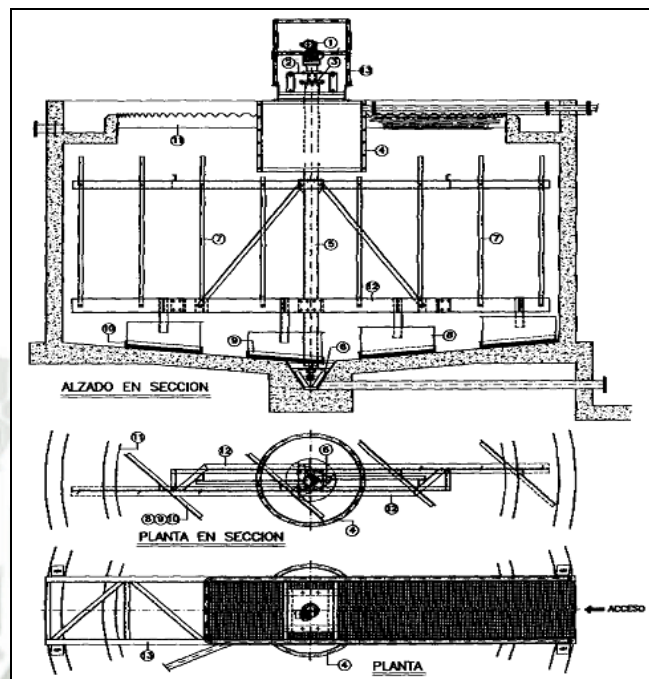


Figura 1.31 ESPESADOR POR GRAVEDAD

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

Espesador por gravedad instalado en cuba de hormigón y con motorreductor

- 1.- Grupo motorreductor
- 2.- Bancada motorreductor.
- 3.- Mango de acoplamiento.
- 4.- Campana de reparto.
- 5.- Eje.
- 6.- Rasquetas foso de fangos.
- 7.- Piquetas de espesamiento
- 8.- Rasquetas de fango.
- 9.- Contrarasquetas.
- 10.- Rasquetas de goma.
- 11.-Vertedero.
- 12.- Brazos de rasquetas.
- 13.- Pasarela.

B) ESPESADOR POR GRAVEDAD INSTALADO EN CUBA DE HORMIGÓN Y CON CABEZA DE MANDO

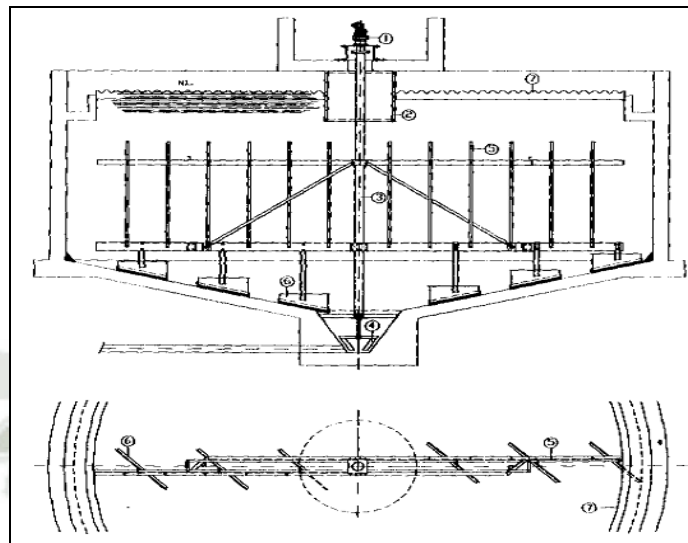


FIGURA 1.32 ESPESADOR POR GRAVEDAD INSTALADO EN CUBA DE HORMIGÓN Y CON CABEZA DE MANDO

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

C) ESPESADOR POR GRAVEDAD INSTALADO EN CUBA METÁLICA

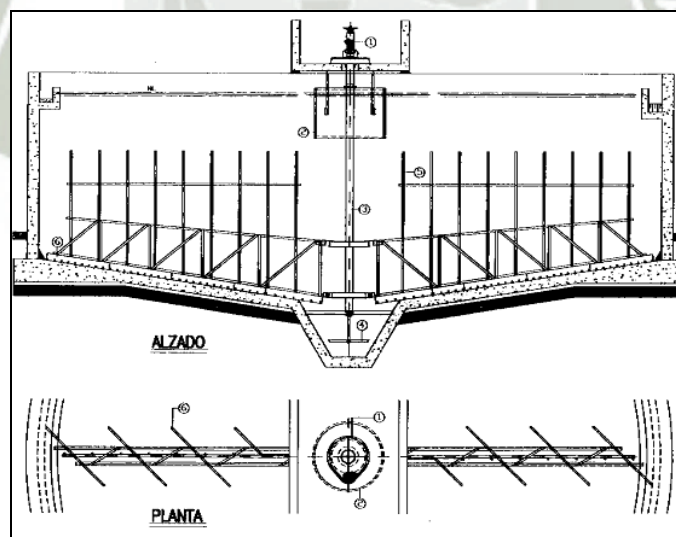


FIGURA 1.33 ESPESADOR POR GRAVEDAD INSTALADO EN CUBA METÁLICA

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

- 1.- Cabeza de mando.
- 2.- Cilindro de distribución.
- 3.- Eje.

- 4.- Barredor pozos de lodos.
- 5.- Piquetas de espesamiento.
- 6.- Barredores de fondo.

D) ESPESADOR POR FLOTACIÓN INSTALADO EN CUBA METÁLICA

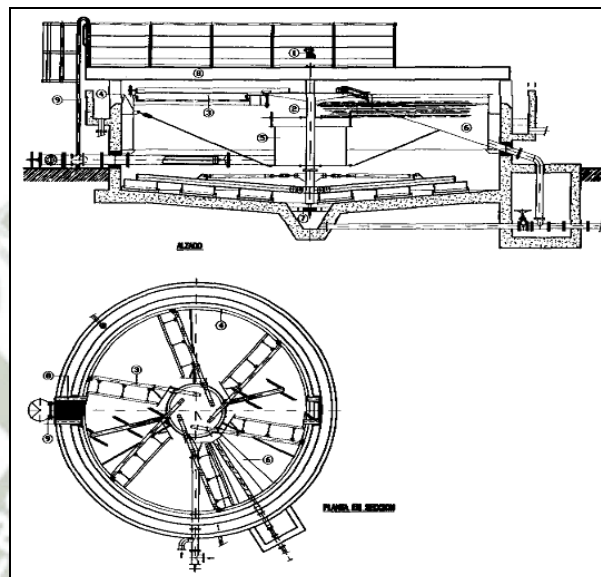


FIGURA 1.34 ESPESADOR POR FLOTACIÓN INSTALADO EN CUBA METÁLICA TIPO TGEFM.

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

- A.- Entrada de fangos a espesador.
- B.- Entrada de recirculación.
- C.- Salida de fangos flotantes.
- D.- Salida de Sobrenadantes
- E.- Purga de fangos.
- F.- Vertido final.

E) ESPESADOR CON CUBA METALICA TIPO TCFG

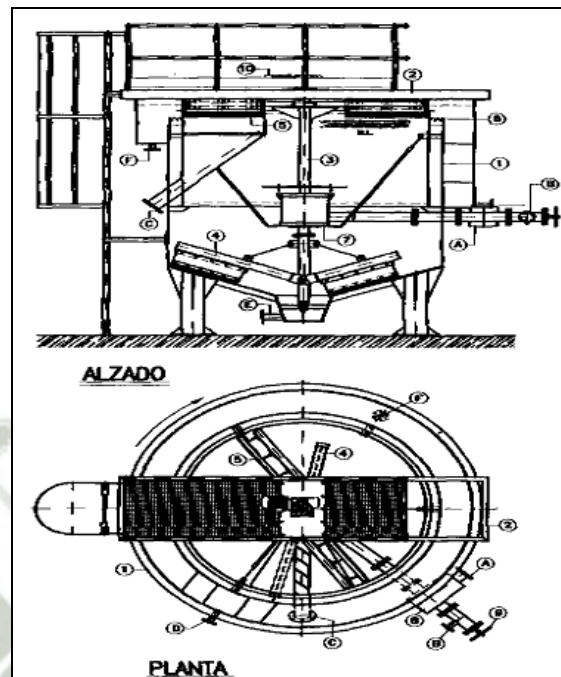


Fig. 1.35 Espesador con cuba metálica tipo TCFG

FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

- 1.- Cuba metálica.
- 2.- Pasarela.
- 3.- Eje central.
- 4.- Barredores de fondo.
- 5.- Barredores superficiales.
- 6.- Vertedero.
- 7.- Cilindro de distribución.
- 8.- Caja de entrada.
- 9.- Válvula despresurizada.
- 10.- Grupo de accionamiento

A) ESPESADOR POR FLOTACIÓN INSTALADO EN CUBA DE HORMIGÓN

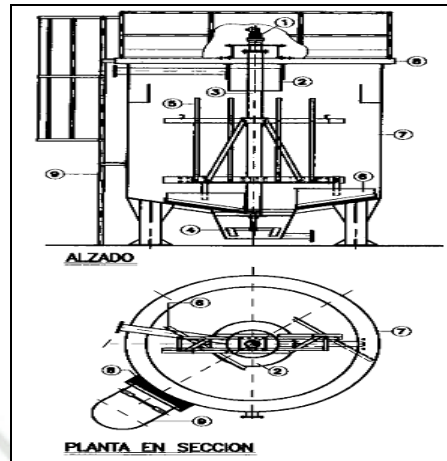


FIGURA 1.36 ESPESADOR POR FLOTACIÓN INSTALADO CUBA DE HORMIGÓN TIPO TGEFH
FUENTE: <http://www.xinhaigrind.com/diferencia-entre-espesadores-convencionales-y-de-alta-capacidad/>

- 1.- Grupo motorreductor.
- 2.- Eje central.
- 3.- Mecanismo de barrido superficial.
- 4.- Vertedero y pantalla deflectora
- 5.- Cilindro distribución.
- 6.- Tolva de flotantes.
- 7.- Cojinete guía eje central.
- 8.- Puente.

1.6.5 MATERIALES.

Se pueden fabricar en distintos tipos de material, se puede elegir entre los siguientes:

- **Eje:** en acero especial antidesgaste o inoxidable.
- **Barredores:** en acero carbono/neopreno o acero inoxidable/neopreno.
- **Campana central:** en acero carbono o inoxidable.
- **Brazos de barrederos:** en acero carbono.

CAPITULO II: INGENIERIA DEL PROYECTO

2.1.- DETERMINACION DE MEDIDAS GENERALES

De acuerdo a las características de diseño que tiene por objeto el presente proyecto, tenemos.

$$\text{Capacidad} = 30 \text{ toneladas/hora}$$

Si consideramos de acuerdo a las características de funcionamiento del espesador una capacidad de almacenamiento y procesamiento de 24 horas.

$$C = 30\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas}$$

$$C = 720\,000 \text{ Kg.}$$

Para nuestro caso se tiene un nivel de procesamiento de concentrado de cobre del 50% de agua y 50% de pulpa de concentrado de cobre.

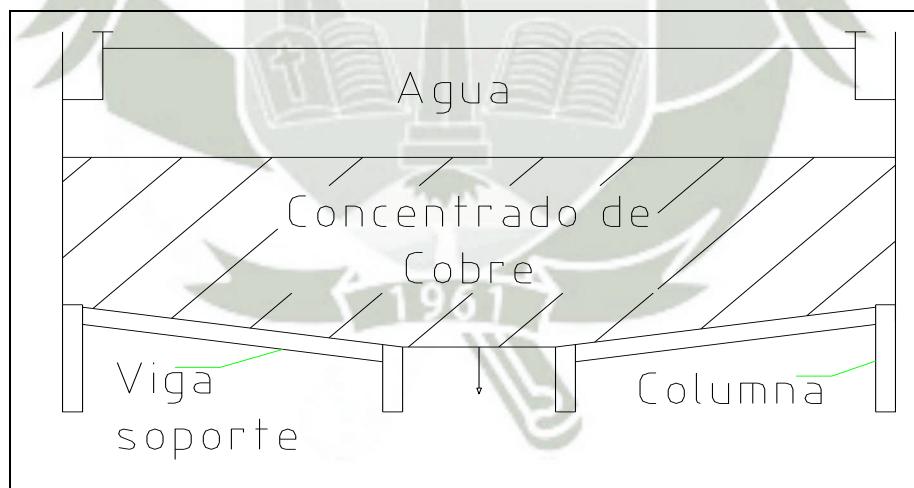


Figura 2.1 Bosquejo de Espesador de mineral

FUENTE: PROPIA

De acuerdo a los pesos específicos tendremos (Tabla 2.1):

Material	Peso Kg.	Peso Especifico	Volumen
Concentrado de Cobre	360 000	1 600Kg/m ³	225 m ³
Agua Industrial	360 000	1 000 Kg./m ³	360 m ³
	720 000	---	V _R = 585 m ³

Tabla 2.1 Calculo de Volumen Requerido del Espesador

FUENTE PROPIA

Para ello se tendrá un bosquejo preliminar de la forma o construcción del espesador.

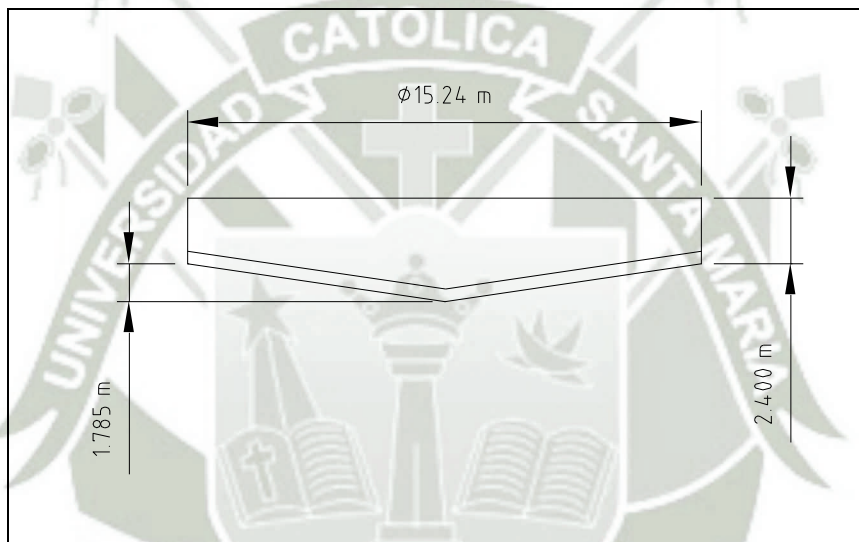


Figura 2.2 Esquema de Espesador 30 ton/hora

FUENTE: PROPIA

De acuerdo a la figura mostrada se tendrá el siguiente volumen de diseño (V_d):

$$V_d = 600.5 \text{ m}^3$$

Comprobando el volumen de diseño es mayor que el volumen requerido, por lo tanto se tomará para nuestro espesador:

$$\text{Diámetro } D = 15.24 \text{ m}$$

$$\text{Altura total } H = 4.185 \text{ m}$$

2.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño y cálculo de espesadores de concentrado de cobre, se requiere como información mínima requerida (condiciones de operación y de diseño) es decir; volumen, temperatura, peso específico del líquido y del concentrado de cobre, corrosión permisible, velocidad del viento, etc.

Así también se deberá establecer la magnitud y dirección de las cargas externas que pudieran ocasionar deformaciones en el espesador, con el fin de diseñar los elementos de soporte de éste.

El sobre espesor por corrosión que es de 1.5 mm (1/16”), se incluiría en el cuerpo y fondo, y solo se agrega al final del cálculo de cada uno de los elementos del espesador, debido a que la agresividad química no es lo mismo para el fluido en estado líquido o gaseoso y en algunos casos hasta para los lodos.

2.3 DISEÑO Y CALCULO DEL CUERPO

Según recomendaciones de la norma API 650 para tanques, el espesor de la pared del cuerpo requerido para resistir la carga hidrostática será mayor que el calculado por condiciones de diseño o por condiciones de prueba hidrostática, pero en ningún caso será menor a lo que se muestra en la tabla 2.2

Diámetro nominal en metros	Espesor mínimo en milímetros
≤ 15.24	4.76 (3/16 pulg.)
$15.24 < 36.576$	6.35 (1/4 pulg.)
$36.576 < 60.96$	7.93 (5/16 pulg.)
> 60.96	9.52 (3/8 pulg.)

Tabla 2.2 Espesor mínimo de pared (fuente API 650)

El espesor de la pared por condición de diseño, se calcula con base al nivel del líquido, tomando la densidad relativa del fluido y concentrado de cobre para nuestro caso.

El espesor por condiciones de prueba hidrostática se obtiene considerando el mismo nivel de diseño, pero ahora utilizando la densidad relativa del agua.

Cuando sea posible, el espesor de concentrado podrá ser llenado con agua para la prueba hidrostática, pero si esto no es posible y el cálculo del espesor por condiciones de prueba hidrostática es mayor que el calculado por condiciones de diseño, deberá usarse el obtenido por condiciones de prueba hidrostática.

El esfuerzo calculado de la carga hidrostática para cada anillo no deberá ser mayor que el permitido por el material y su espesor no será menor que el de los anillos subsecuentes.

El esfuerzo máximo permisible de diseño (S_d) y de prueba hidrostática (S_t), se muestran en la tabla 2.3 recomendado por el estándar API 650 en el diseño de tanques de almacenamiento.

Permissible Plate Materials and Allowable Stresses					
ESPECIFICACIÓN	GRADO	ESFUERZO EN PUNTO DE CEDENCIA	ESFUERZO A LA TENSION	ESFUERZO DE DISEÑO (Sd)	ESFUERZO DE PRUEBA (St)
A-283	C	2110	3870	1410	1580
A-285	C	2110	3870	1410	1580
A-131	A,B,CS	2390	4080	1600	1750
A-36	-----	2530	4080	1630	1750
A-131	EH36	2580	4990	1200	2140
A-442	55	2110	3870	1410	1580
A-442	60	2250	4220	1500	1690
A-573	58	2250	4080	1500	1690
A-573	65	2460	4570	1640	1850
A-573	70	2950	4920	1970	2110
A-516	55	2110	3870	1410	1580
A-516	60	2250	4220	1500	1690
A-516	65	2460	4570	1640	1850
A-516	70	2670	4920	1780	2000
A-662	B	2810	4570	1830	1960
A-662	C	3020	4920	1970	2110
A-537	1	3510	4920	1970	2110
A-537	2	1220	5620	2250	2410
A-633	C,D	3510	4920	1970	2110
A-678	A,B,CS	3510	4920	1970	2110
A-678	B	4220	5620	2250	2410
A-737	B	3510	4920	1970	2110

Tabla 2.3. Esfuerzos de material permisibles en Kg/cm²

Fuente API 650

En nuestro caso se usará planchas de acero A-285.

Haciendo uso de las recomendaciones dadas en la norma API 650 se calcula el espesor requerido de la pared del tanque, por condiciones de diseño y de prueba hidrostática, considerando una sección transversal ubicada a 304.8 mm. (1 pie) por debajo de la unión de cada anillo.

Este método solo es aplicable en tanques con un diámetro igual o menor a 60.960 m. (200 pies) y es aplicable a nuestro diseño.

$$td = \frac{0.0005D(H - 30.48)G}{Sd} + C$$

$$tt = \frac{0.0005D(H - 30.48)}{St} + C$$

DONDE:

td = espesor por condiciones de diseño (cm.).

tt = Espesor por prueba hidrostática (cm.).

D = Diámetro nominal del tanque (mm.)*.

*(El diámetro nominal del tanque se mide en la fibra media del cuerpo)

H = Altura de diseño del nivel del liquido (cm.).

(Altura desde la parte de baja del anillo considerado al perfil de coronamiento, o cualquier nivel indicado por el usuario, restringido por techos flotantes o cálculos por sismo.)

G = Densidad relativa del liquido o lodo a almacenar o del agua para calculo por prueba hidrostática.

C = Corrosión permisible (cm.). Para nuestro caso 1.5mm (1/16”).

Sd = Esfuerzo permisible por condiciones de diseño (Kg. /cm²).

St = Esfuerzo permisible por condiciones de prueba hidrostática (Kg. /cm²).

Para nuestro diseño se tiene:

D = 1524mm. (15.24 m)

H = 418.5 cm.

G = 1.6 se toma el caso mas critico (pulpa de material)

Sd = 1410 Kg. /cm²

C = 1.5mm = 0.15 cm = 1/16”

$$td = \frac{0.0005(1524)(418.5 - 30.48)1.6}{1410} + 0.15$$

$$td = 0.4855 \text{ cm}$$

$$td = 4.855 \text{ mm}$$

Por lo tanto usaremos:

$$td = 1/4" \cong 6.35mm$$

Para verificar el espesor por condición de prueba hidrostática:

$$tt = \frac{0.0005(1524)(418.5 - 30.48)}{1580} + 0.15$$

$$tt = 0.33cm$$

$$tt = 3.37mm$$

Comparando se tiene que el espesor de la plancha a usar será:

$$td = 1/4"$$

2.4.- DISEÑO DEL FONDO

El diseño del fondo de los espesadores de mineral en este caso concentrado de cobre, depende de las siguientes consideraciones:

Los cimientos o estructuras usados para soportar el espesador, el método que se utilizara para desalojar el producto almacenado, el grado de sedimentación de sólidos en suspensión, la corrosión del fondo y el tamaño del espesador. Los fondos de espesadores son generalmente fabricados de placas de acero con un espesor menor al usado en el cuerpo; además, la función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base.

Las placas con las que se habilite para el fondo deberán tener preferentemente un ancho de 1550 mm con una longitud comercial que el fabricante tenga en el mercado, la cual pueda manejar en su taller o en campo sin problemas.

Generalmente los fondos se forman con placas traslapadas, esto se hace con el fin de absorber las deformaciones sufridas por el fondo si las placas fueran soldadas al tope.

Para nuestro diseño se usarán placas que tengan un espesor mínimo nominal de 6.3 mm. (1/4pulg.) y un esfuerzo permisible 49.8 Kg. /m² (10.2lb/pie²) excluyendo cualquier corrosión permisible especificada por el usuario.

2.5 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE INSPECCION Y SOPORTE DEL MOTOR

Para nuestro diseño se debe prever una estructura que soporte al motor y las rastras que conjuntamente pesan 1.5 toneladas (se verá posteriormente este peso de acuerdo a selección de motor) y además deberá soportar el personal necesario para inspección o mantenimiento.

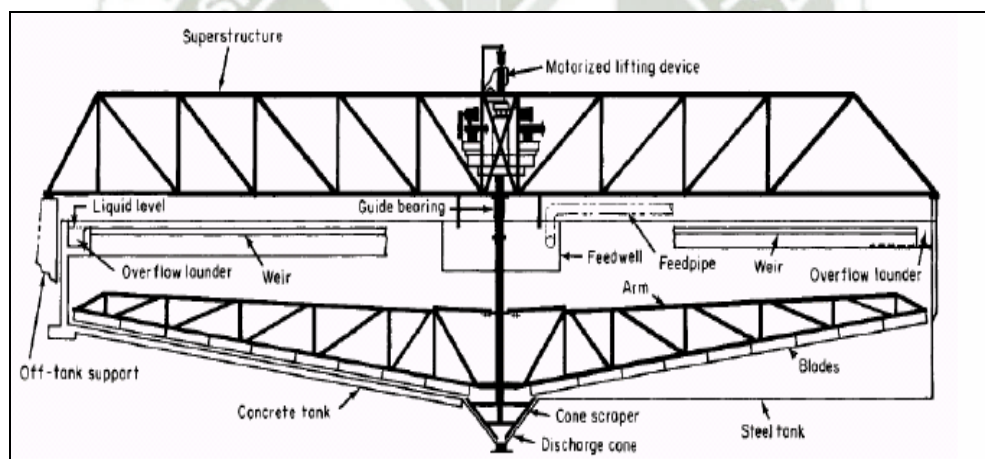


Fig. 2.3 Diagrama de Espesador

FUENTE: PROPIA

El ancho a considerar es de 1800 mm., para ello se considera los siguientes pesos:

2.5.1 PESO DE GRATING

Se tiene un peso de $50\text{Kg}/\text{m}^2$ para Grating estándar, entonces:

$$Pg = 50\text{Kg} / \text{m}^2 \times 1.8\text{m} \times 15.24\text{m}$$

$$Pg = 1\,371.6\text{Kg}$$

2.5.2 PESO DE BARANDA

Se considera Baranda estándar (tubo de diámetro 1 1/2" Std) lo cual tiene un peso promedio 15 Kg. /m entonces:

$$Pb = 15 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 15.24\text{m} \times 2$$

(Ambos lados)

$$Pb = 457.2\text{Kg}$$

2.5.3 PESO DE PERSONAL

De acuerdo al área considerada para el tránsito tenemos:

$$A = 1.80\text{m} \times 15.24\text{m}$$

$$A = 27.432\text{m}^2$$

Considerando un peso de $320\text{Kg}/\text{m}^2$ (4 personas de 80Kg aproximadamente por m^2)

$$Pp = 27.432\text{m}^2 \times 320 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$Pp = 8\,778.24\text{Kg}$$

2.5.4 PESO DE VIGAS DE PISO

Para ello se usará vigas de amarre entre armaduras, las cuales son “C 6x 8.2”, entonces se debe considerar 13 vigas de 1.80 m, luego para determinar el peso se tendrá:

$$\text{Longitud Total} = 13 \times 1.80 \text{ m} = 23.4 \text{ m}$$

$$\text{Peso Lineal} = 8.2 \frac{\text{Lb}}{\text{pie}} \times \frac{3.28 \text{ pie}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.2 \text{ Lb}} = 12.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

Entonces:

$$P_v = 12.22 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 23.4 \text{ m}$$

$$P_v = 286.07 \text{ Kg}$$

2.5.5 SOBRECARGA

De acuerdo a Reglamento Nacional de construcciones (NTP E20cargas) se deberá considerar 30Kg/m² de sobrecarga considerando como carga viva, entonces:

$$P_s = 27.432 \text{ m}^2 \times 30 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_s = 822.96 \text{ Kg}$$

2.5.6 DETERMINACION DE FUERZAS INTERNAS EN LA ARMADURA PRINCIPAL

Para ello se tendrá en cuenta la combinación recomendadas en el LRFD (LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN) tomando en cuenta las cargas en cada punto.

Las combinaciones consideradas son:

$$1.4D \dots \dots \dots (A4 - 1)$$

$$1.2D + 1.6L \dots \dots \dots (A4 - 2)$$

Donde:

D=Carga Muerta

L=Carga Viva

Analizando por cada nudo, se tiene que el nudo superior se aplicará la carga del motor, la cual se comparte en ambas estructuras laterales

$$P_m = \frac{1500}{2} \text{ Kg}$$

$$P_m = 750 \text{ Kg}$$

Aplicando el LRFD:

$$P_m = 1.4D$$

$$P_m = 1.4(750)$$

$$P_m = 1050 \text{ Kg}$$

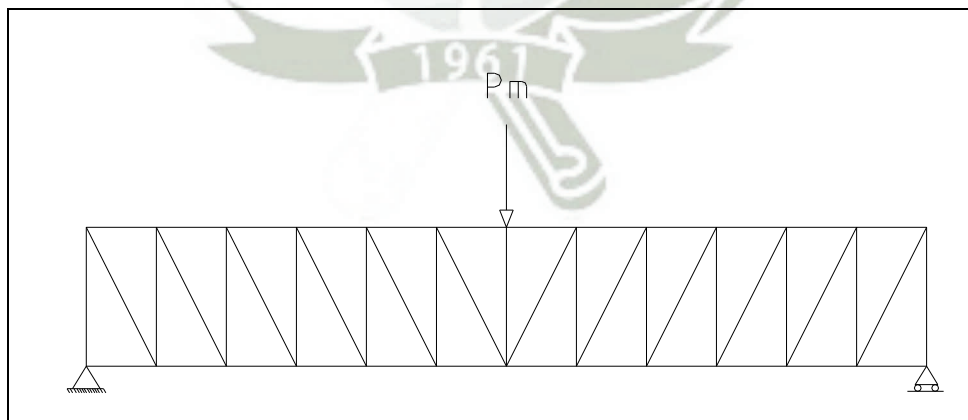


Figura 2.4

FUENTE: PROPIA

Para los nudos inferiores se debe considerar:

$$(A4-1) P = 1.4 D$$

$$(A4-1) P = 1.4(Pg + Pb + Pp + Pv) / 2$$

$$(A4-1) P = 1.4(1371.6 + 457.2 + 8778.24 + 286.07) / 2$$

$$P = 15\,250.35 \text{ Kg} / 2$$

$$P = 7\,625.177 \text{ Kg}$$

$$(A4-2) P = 1.2D + 1.6L$$

$$(A4-2) P = [1.2(Pg + Pb + Pp + Pv) + 1.6(Ps)] / 2$$

$$(A4-2) P = [1.2(1371.6 + 457.2 + 8778.24 + 286.07) + 1.6(822.96)] / 2$$

$$P = 14\,388.468 \text{ Kg} / 2$$

$$P = 7\,194.23 \text{ Kg}$$

Para nuestro caso tomamos la mayor carga obtenida mediante el LRFD:

$$P = 7\,625.177 \text{ Kg}$$

Este valor lo distribuimos en cada nudo inferior (ver Figura 2.5):

$$P_n = \frac{7625.177}{12} \text{ Kg}$$

$$P_n = 599.51\text{Kg} \cong 600\text{Kg}$$

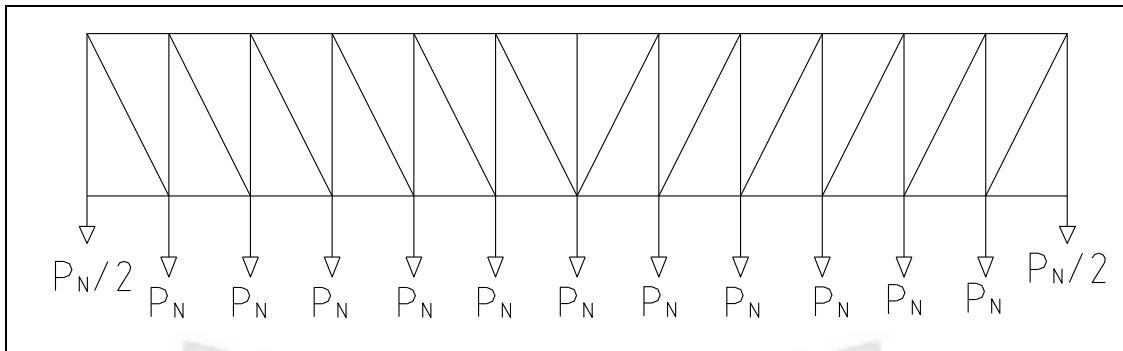


Figura 2.5 Diagrama de cargas

FUENTE: PROPIA

Para calcular las cargas que se presentan en la estructura principal se hará uso de software ALGOR, el cual explicamos a continuación.

a.- Dibujamos la estructura de acuerdo a los planos que se adjuntan al final del presente informe (Plano 10 y Figura 2.6).

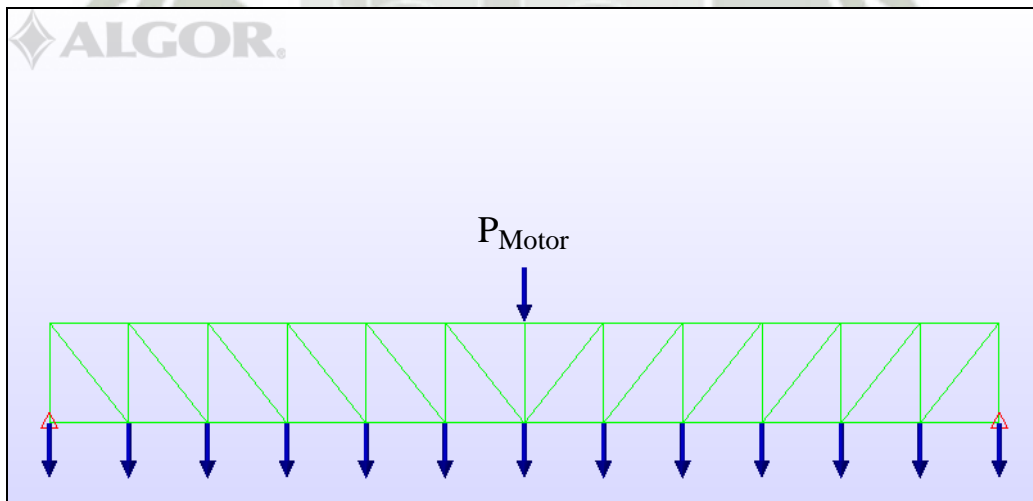


Figura 2.6

FUENTE: PROPIA

b.- La asignación del material para la estructura es de acero A36, cuyas propiedades se muestran en la siguiente figura (ver Figura 2.7).

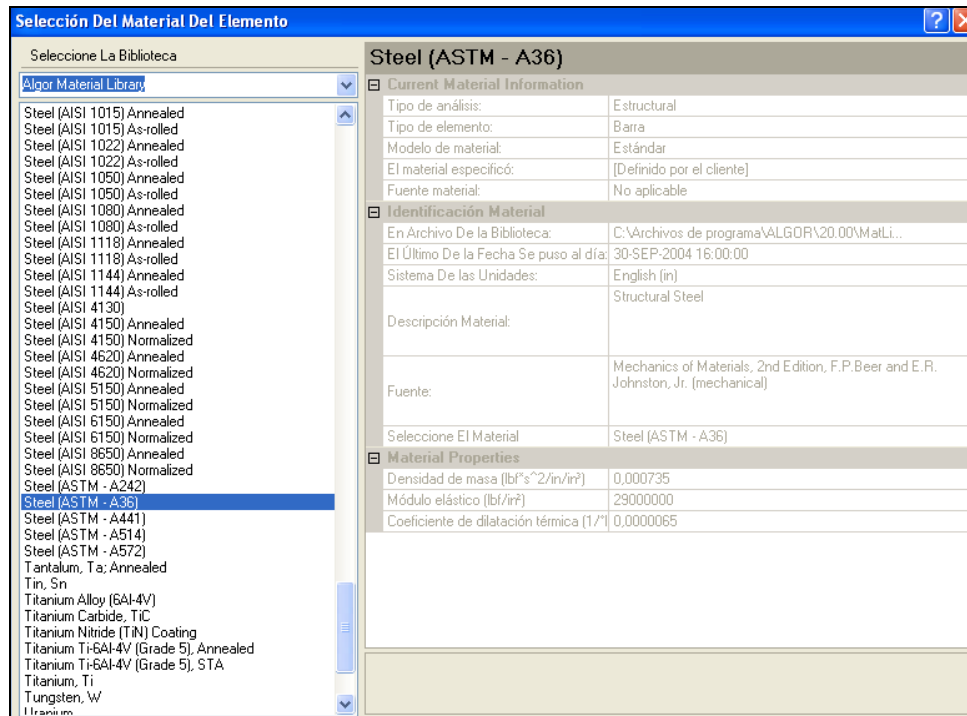


Figura 2.7

FUENTE: PROPIA

c.- Una vez dibujado ejecutamos el análisis, a partir del cual solicitamos fuerzas axiales en cada uno de los miembros (para facilitar nuestra observación los enumeramos para distinguir cada uno de los elementos como se observa en la figura 2.8)

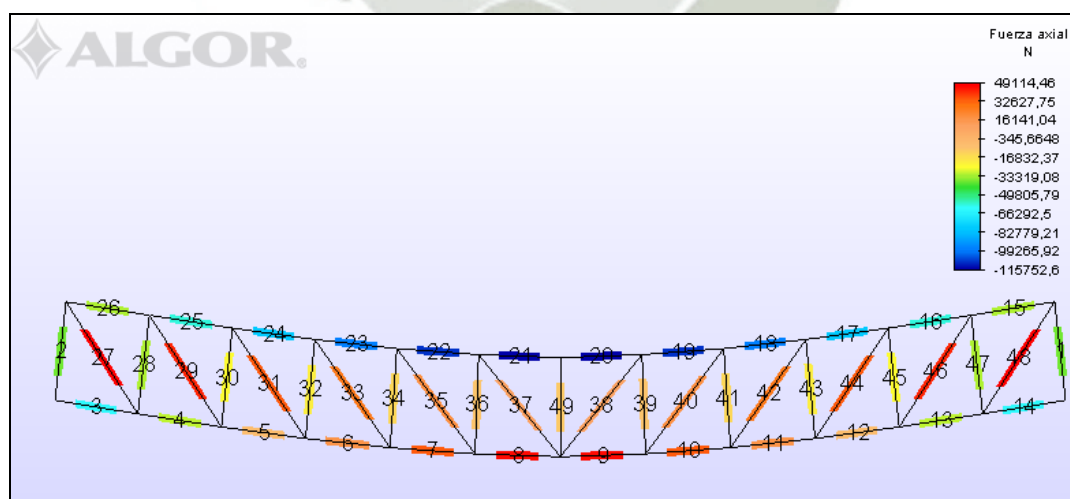


Figura 2.8

FUENTE: PROPIA

d.- Para observar los resultados, se deberá distinguir entre los elementos a tracción, del cual según la grafica el más cargado son los elementos 8 y 9 y cuyo valor es de 46 156,22 N (Figura 2.9).

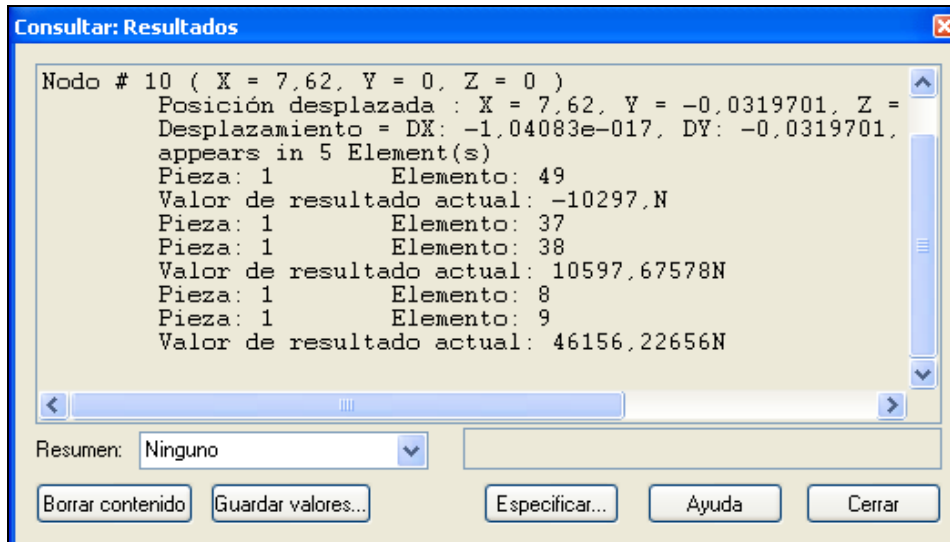


Figura 2.9

FUENTE: PROPIA

Para el caso de los elementos que trabajan a compresión se tendrá que los elementos más cargados son los elementos 20 y 21, cuyo valor de carga es de 115 752,62 N (Figura 2.10).

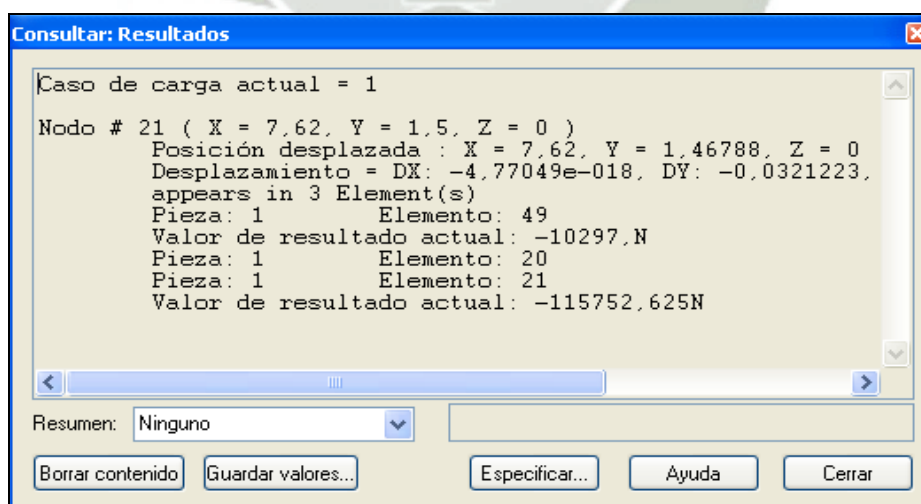


Figura 2.10

FUENTE: PROPIA

2.5.7 SELECCIÓN DE PERFIL

Para nuestro caso se tiene que el elemento más cargado son los elementos 20 y 21, entonces:

$$F = 115\,572.62N$$

$$F = 25\,981.76LbF$$

$$F \approx 26Kips$$

Se toma la longitud efectiva de los elementos 20 y 21 por ser los más cargados (Ver plano 10):

$$l = 1.27m$$

$$l = 4.166pies$$

$$l = 49.99pulg \cong 50pulg$$

Entonces de acuerdo al manual de STEEL CONSTRUCTION de la AISC se tiene que podremos usar el angular doble de $2\ 1/2 \times 2\ 1/2 \times 3/16$ para cuya longitud efectiva de 5 pies soportará 40 Kips (Ver Tabla 2.4).

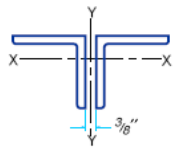
		$F_y = 36 \text{ ksi}$									
		$F_y = 50 \text{ ksi}$									
		COLUMNS Double angles Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$) Equal legs $\frac{3}{8}$ in. back to back of angles									
											
Size		$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$									
Thickness		$\frac{3}{8}$		$\frac{5}{16}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{3}{16}$		No. of Connectors ^a	
Wt./ft		11.8		10.0		8.2		6.14			
F_y		36	50	36	50	36	50	36	50		
Effective length KL (ft) with respect to indicated axis	X-X AXIS	0	106	147	90	125	73	101	54	70	b
		2	101	137	85	116	69	94	52	66	
		3	94	125	80	106	65	86	48	61	
		4	86	110	73	93	59	76	44	54	
		5	76	93	65	79	53	65	40	47	
		6	66	76	56	65	46	53	35	40	
		7	55	59	47	51	39	42	30	32	
		8	45	46	39	39	32	33	25	25	
		9	36	36	31	31	26	26	20	20	
		10	29	29	25	25	21	21	16	16	
		11	24	24	21	21	17	17	13	13	
		12	20	20	17	17	14	14	11	11	
	Y-Y AXIS	0	106	147	90	125	73	101	54	70	3
		2	101	138	84	114	67	89	46	57	
		3	99	133	82	110	65	86	45	55	
		4	95	126	79	105	63	82	44	53	
		5	90	118	75	98	60	77	42	50	
		6	85	109	71	90	56	71	40	47	
		7	79	98	66	82	52	64	37	44	
		8	73	88	61	73	48	58	35	40	
9	66	77	55	64	44	51	32	35			
10	60	67	50	55	40	44	29	31			
11	53	57	44	47	35	37	26	27			
12	47	48	39	40	31	32	23	23			
13	41	41	34	34	27	27	20	20			
14	35	35	29	29	23	23	17	17			
15	31	31	26	26	20	20	15	15			
16	27	27	22	22	18	18	13	13			
17	24	24	20	20	16	16	12	12			
18	21	21	18	18	14	14	11	11			
19	19	19	16	16	13	13	9	9			
20	17	17	14	14							

Tabla 2.4 (Perfil $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2} \times \frac{3}{16}$ del Manual Steel Construction)

FUENTE: PROPIA API 650

2.5.8 CALCULO DE VIGA INFERIOR

Para ello se tomará en cuenta todo el peso que se tiene en el espesor, los cuales son:

- Peso del Concentrado.

720 000Kg.

- Peso de la pared del Tanque.

Se tiene plancha de $\frac{1}{4}$ ", la longitud total es:

$$Ld = \text{Diámetro} \times \pi$$

$$Ld = 15.24m \times \pi$$

$$Ld = 47.8778m$$

Para determinar el peso de la pared del espesor se tiene:

$$Pp_1 = \text{Volumen} \times \text{Peso Específico}$$

$$Pp_1 = 47.8778m \times 2.40m \times 6.35m \times 7.85 \text{ Kg} / m^3$$

$$Pp_1 = 5727.82 \text{ Kg}$$

- Peso del piso del espesor se tendrá.

$$Pp_2 = \text{Volumen} \times \text{Peso Específico}$$

$$Pp_2 = 7.62m \times 1.785m \times 6.35m \times 7.85 \text{ Kg} / m^3$$

$$Pp_2 = 678.01 \text{ Kg}$$

- Peso de estructura de inspección

$$Pe = Pg + Pb + Pp + Pv + Ps + Pmotor + Ppropio$$

Donde:

Pg: Peso del Grating = 1 371.6 Kg

Pb: Peso de Barranda = 457.2 Kg

Pp: Peso del Personal = 8 778.24 Kg

Pv: Peso de vigas de piso = 286.07 Kg

Ps: Peso de Sobrecarga = 822.96 Kg

Pmotor: Peso del motor y Rastras = 1 500 Kg

Ppropio: Peso propio de la estructura:

$P_{propio} = \text{Longitud Total del ángulo } 2 \frac{1}{2}'' \times 2 \frac{1}{2}'' \times \frac{3}{16}'' \times \text{Peso Lineal}$

$$P_{propio} = 298.64m \times 9.15 \frac{Kg}{m}$$

$$P_{propio} = 2 733 Kg$$

Reemplazando estos valores para hallar el Peso de Estructura de inspección:

$$P_e = P_g + P_b + P_p + P_v + P_s + P_{motor} + P_{propio}$$

$$P_e = (1 371.6 + 457.2 + 8 778.24 + 286.07 + 822.96 + 1500 + 2 733)$$

$$P_e = 15 949.07 Kg$$

Resumiendo se tiene un peso total de:

$$P = P_{concentrado} + P_{p_1} + P_{p_2} + P_e$$

$$P = 720 000 + 5 727.82 + 678.01 + 15 949.07$$

$$P = 742 355 Kg$$

Observando la distribución de vigas según planos adjuntos (Ver plano 1), este peso se debe distribuir en 18 vigas inferiores.

$$P_{viga} = 41\,242\text{Kg}$$

El peso distribuido (W) será (Figura 2.11):

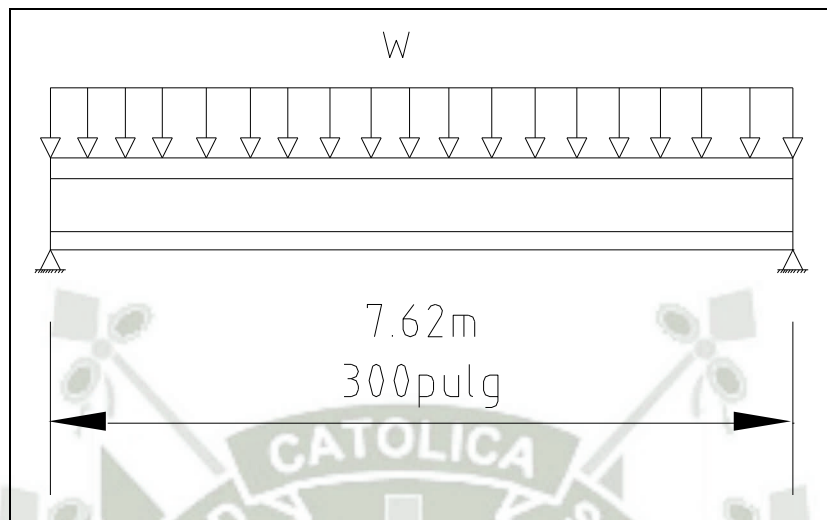


Figura 2.11

FUENTE: PROPIA

$$W = \frac{\text{Peso de la viga}}{\text{Longitud}}$$

$$W = \frac{41\,242}{7.62}$$

$$W = 5\,412.33 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}$$

$$W = 302.51 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}}$$

Luego momento máximo:

$$M_{\max} = \frac{WL^2}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{302.51 \times (300)^2}{8}$$

$$M_{\max} = 3\,403\,336.25 \text{ Lb} - \text{pulg}$$

Luego hallamos el Moduló Resistente

$$S = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{flexion}}}$$

Donde:

σ_{flexion} : Esfuerzo de flexión para un acero A36 = 24 000 Lb/pulg²

$$S = \frac{3\,403\,336.25 \text{ Lb} - \text{pulg}}{24\,000 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}^2}}$$

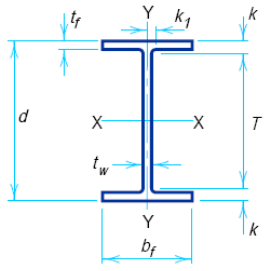
$$S = 141.8 \text{ pulg}^3$$

Del manual del STEEL CONSTRUCTION usaremos un perfil W14"x 90 (ver Tabla 2.5) donde:

$$S = 143 \text{ pulg}^3$$

$$I = 999 \text{ pulg}^4$$

W SHAPES Properties



Nom- inal Wt. per ft	Compact Section Criteria			X ₁	X ₂ × 10 ⁶	Elastic Properties						Plastic Modulus	
						Axis X-X			Axis Y-Y			Z _x	Z _y
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	F _y ''			I	S	r	I	S	r	Z _x	Z _y
lb		ksi	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ³			
132	7.1	17.7	—	4180	428	1530	209	6.28	548	74.5	3.76	234	113
120	7.8	19.3	—	3830	601	1380	190	6.24	495	67.5	3.74	212	102
109	8.5	21.7	—	3490	853	1240	173	6.22	447	61.2	3.73	192	92.7
99	9.3	23.5	—	3190	1220	1110	157	6.17	402	55.2	3.71	173	83.6
90	10.2	25.9	—	2900	1750	999	143	6.14	362	49.9	3.70	157	75.6
82	5.9	22.4	—	3600	846	882	123	6.05	148	29.3	2.48	139	44.8
74	6.4	25.3	—	3290	1190	796	112	6.04	134	26.6	2.48	126	40.6
68	7.0	27.5	—	3020	1650	723	103	6.01	121	24.2	2.46	115	36.9
61	7.7	30.4	—	2720	2460	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45	102	32.8
53	6.1	30.8	—	2830	2250	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92	87.1	22.0
48	6.7	33.5	57	2580	3220	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91	78.4	19.6
43	7.5	37.4	46	2320	4900	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89	69.6	17.3
38	6.6	39.6	41	2190	6850	385	54.6	5.87	26.7	7.88	1.55	61.5	12.1
34	7.4	43.1	35	1970	10600	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53	54.6	10.6
30	8.7	45.4	31	1750	17600	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49	47.3	8.99
26	6.0	48.1	28	1890	13900	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08	40.2	5.54
22	7.5	53.3	22	1610	27300	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04	33.2	4.39

Tabla 2.5 (Perfil W14"x90 del Manual Steel Construction)

FUENTE: PROPIA API 650

Hallando deflexión máxima

$$\Delta_{\max} = \frac{5WL^4}{384EI}$$

Donde:

E: Moduló de Elasticidad del Acero = 29x10³ KSI

$$\Delta_{\max} = \frac{5(302.51)(300)^4}{384(29\ 000\ 000)(999)}$$

$$\Delta_{\max} = 1.101 \text{ pulg}$$

Comparando con la deflexión permitida:

$$\Delta_p = \frac{L}{240} = \frac{300 \text{ pulg}}{240}$$

$$\Delta_p = 1.25 \text{ pulg}$$

Luego $\Delta_p > \Delta_{\max}$ OK!!

2.5.9 CALCULO DE COLUMNA

De acuerdo al peso de la viga se tiene.

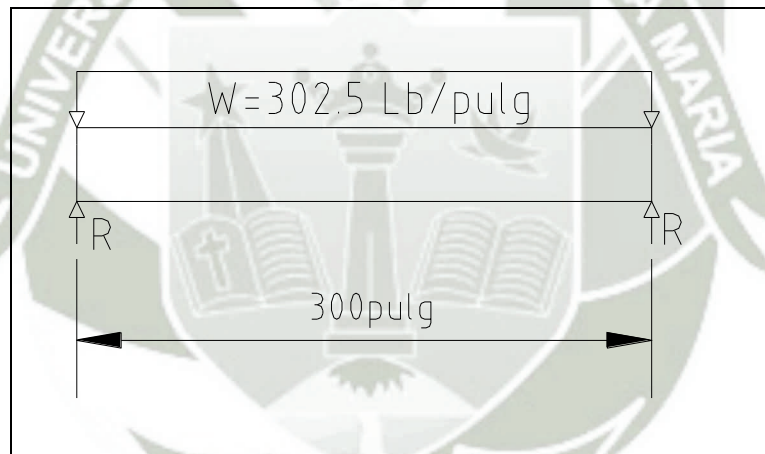


Figura 2.12

FUENTE: PROPIA

Entonces la reacción (Figura 2.12)

$$R = \frac{302.5 \frac{\text{Lb}}{\text{pulg}} \times 300 \text{ pulg}}{2}$$

$$R = 45\,376.5 \text{ Lb}$$

Para nuestro caso:

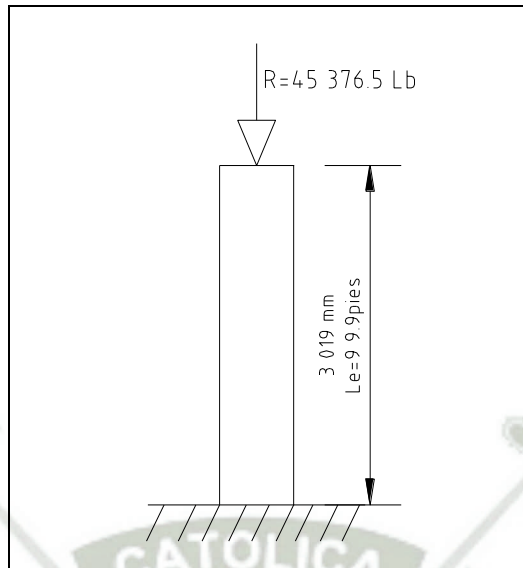


Figura 2.13

FUENTE: PROPIA

En la figura 2.13 se muestra la carga a la cual se va a someter la columna, de acuerdo al plano 06, se tiene que la longitud más desfavorable para las columnas es una altura de 3 019mm.

Entonces para la selección del perfil se tiene:

$Le = 10$ pies

Peso = 45 376.5 Lb = 45.376 KSI

De acuerdo al manual del STEEL CONSTRUCTION usaremos W8 x 31 que soporta según tabla una carga de ~ 232 Kips (232 000 Lb) para asegurar la estabilidad entre columnas (Ver Tabla 2.6).

COLUMNS
W shapes
Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$)

$F_y = 36$ ksi

$F_y = 50$ ksi

Designation		W8											
		67		58		48		40		35		31	
Effective length KL (ft) with respect to least radius of gyration r_y	F_y	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
	0		603	837	523	727	431	599	358	497	315	438	279
6		567	770	492	667	405	549	335	454	295	399	261	354
7		555	746	481	647	396	532	327	439	288	386	255	342
8		541	721	469	624	386	513	319	423	280	372	248	329
9		526	693	455	599	374	492	309	405	272	356	240	315
10		509	662	441	572	362	470	298	386	262	339	232	300
11		492	631	425	544	349	446	287	366	252	321	223	284
12		473	598	409	515	335	422	275	345	242	303	214	268
13		453	564	391	485	321	397	263	324	231	284	204	251
14		433	529	374	455	306	372	251	303	220	265	194	234
15		412	494	355	425	291	347	238	281	208	246	184	217
16		391	460	337	394	276	321	225	260	197	228	174	200
17		370	425	318	365	260	297	211	239	185	209	163	184
18		349	392	300	335	245	272	198	219	174	191	153	168
19		328	359	281	307	229	249	185	199	162	174	143	153
20		307	328	263	279	214	226	173	180	151	157	133	138
22		266	271	228	231	185	187	148	149	129	130	114	114
24		228	228	194	194	157	157	125	125	109	109	96	96
26		194	194	165	165	134	134	107	107	93	93	82	82
28		167	167	143	143	115	115	92	92	80	80	70	70
30		146	146	124	124	100	100	80	80	70	70	61	61
32		128	128	109	109	88	88	70	70	61	61	54	54
33		120	120	103	103	83	83	66	66	58	58	51	51
34		113	113	97	97	78	78	62	62				
35		107	107	91	91								

Tabla 2.6 (Perfil W8x31 del Manual Steel Construction)

FUENTE: PROPIA

2.6 SEDIMENTACION DEL COBRE

Por datos de laboratorio tenemos que la sedimentación del cobre será de 0.6cm x segundo lo que nos da:

$$0.6\text{cm} - 1s$$

$$x - 60s$$

$$\Rightarrow X = 36\text{cm} \text{ ó } 36\text{cm}/\text{min}$$

Luego tenemos que para 6 metros la velocidad de sedimentación será de:

$$T.Sedimentación = \frac{600cm}{36} = 16.67 \text{ min}$$

Este es el tiempo en que demora de sedimentar el concentrado de cobre.

Pero el promedio de sedimentación del cobre se hará con mucho más rapidez con ayuda del floculante esto será de:

$$\begin{aligned} 1cm &- 1s \\ x &- 60s \\ \Rightarrow X &= 60cm \end{aligned}$$

Esto con ayuda de floculante y coagulante así tendremos un tiempo de:

$$T.Sedimentación = \frac{600cm}{60} = 10 \text{ min}$$

Por lo tanto el motoreductor hará girar las rastras a una velocidad de una vuelta cada 8 minutos (se resta el 20% debido a que el concentrado se concentrará en el lado de compresión del cilindro como se vio en el capítulo 1 sobre sedimentación y curvas de sedimentación).

2.7 SELECCIÓN DEL MOTOREDUCTOR

El motoreductor por recomendaciones del fabricante de motores para este tipo de trabajos recomendó un motoreductor de 79000 Nm de torque nominal con un máximo rendimiento de 105000Nm y una relación de 1:356 y un RPM de 3800.

Las rastras serán soldadas al eje del motoreductor el mismo que es calculado y recomendado por el fabricante de motoreductores.

CAPITULO III DISEÑO DE ESPESADORES

3.1. COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DISEÑO DE ESPESADORES

La revisión de los principales métodos de diseño disponibles en la literatura, muestran que se pueden agrupar en tres categorías: los basados en balances macroscópicos, los basados en la ecuación de balance cinemática y los basados en las ecuaciones de balance dinámico. Sólo este último grupo provee de una completa información para propósitos de diseño.

3.1.1. MÉTODOS BASADOS EN BALANCES MACROSCÓPICOS

La primera ecuación que predice la capacidad de un espesador fue descubierto por Mishler en 1912 y corresponde a un simple balance de masa macroscópico en el equipo. El método de diseño consiste de mediciones en el laboratorio de la velocidad de sedimentación inicial de una suspensión, con la concentración de alimentación de un espesador y calcular luego el área del espesador. El método al hacer el supuesto que la concentración en la zona II es la misma que la alimentación, lo invalida como método de diseño.

Coe y Clevenger y otros autores asumen que la zona II de sedimentación obstaculizada se forma en un espesador con una dilución $\bar{\delta}_K$ siendo la mínima capacidad de manejo de sólidos.

El método de diseño consiste en mediciones en el laboratorio, de la velocidad de sedimentación inicial de una suspensión en un rango de concentraciones entre la alimentación y la velocidad de sedimentación obstaculizada máxima (concentración crítica), luego se calcula el mínimo valor de la capacidad de manejo de sólidos (F/S).

A las mismas conclusiones llegaron Taggart y Dalstrom y Fitch pero expresando en otras unidades el área unitaria básica AU_0 .

3.1.2. MÉTODOS BASADOS EN MODELOS CINEMÁTICOS

El establecimiento de la teoría de Sedimentación de Kynch [5] en 1952 abrió un nuevo campo a la investigación, la consideración del diseño del

espesador desde un punto de vista teórico y esta ruta debe tener a la mano un método rápido y seguro para el diseño de espesadores.

Numerosos investigadores se involucraron en este trabajo teniendo sus nombres asociados a los procedimientos de diseño de espesadores. Podemos mencionar entre ellos a W.P. Talmage, B. Fitch, J.H Wilhelm, Y. Nadie, H. Oltmann, N.J Hasset y N. Yoshioka.

Talmage y Fitch, asumieron en 1955 que la sedimentación batch de una suspensión puede ser representado por la teoría de Kynch y además la velocidad de sedimentación para una concentración ϕK puede expresarse como la pendiente en cada punto del gráfico (z, t) y a partir de estos datos podemos calcular el área unitaria básica AUo.

Fitch y Stevenson en 1976 propusieron el uso de una variante empírica al método de Talmage y Fitch, el método de Oltmann. Ambos realmente identificaron el punto de compresión crítico, para luego calcular el área unitaria básica AUo.

Yoshioka descubrió en 1957 un método de diseño gráfico de espesadores basados en una función de densidad de flujo total de sólidos, y a partir de un tratamiento analítico encontrar también el área unitaria básica AUo.

Wilhelm y Nadie en 1979 también usaron la función de densidad de flujo continua al estado estacionario para calcular el AUo.

3.1.3. MÉTODOS BASADOS EN MODELOS DINÁMICOS

El principal exponente de los métodos dinámicos es Adorjan. Sin embargo es poco usado en la industria minera, habiendo publicado en 1975 y 1976. Otros investigadores posteriormente emplearon los métodos dinámicos, entre otros Damasceno, Concha y Barrientos.

El principal problema asociado con los métodos dinámicos es la determinación experimental de los parámetros materiales de la pulpa. En el trabajo original, Adorjan propuso el uso de la celda de compresión para determinar la compresibilidad del sedimento. Desafortunadamente las celdas de compresión requieren de elevadas presiones que aquellas producidas por el peso medio de la pulpa en el espesador.

Es más conveniente la medición de otras variables y calcular el esfuerzo efectivo de los sólidos. Por ejemplo el gradiente de concentración puede ser calculado en un test batch o continuo por modelamiento, por absorción de rayos gamma, por absorción de rayos X, por absorción ultrasónica y mediciones de capacitancia y el gradiente de presión de exceso de los poros puede ser medido con un manómetro. Basados en esta información el esfuerzo efectivo de sólidos puede ser calculado, así como la permeabilidad del sedimento.

3.1.4.1 MODELACIÓN MATEMÁTICA:

La modelación matemática del flujo de un espesador se basa en la Teoría e Mezclas de la Mecánica de Medios Continuos (Bustos et al 1999), modelando el flujo de partículas y el flujo de agua como una mezcla con densidades características.

El flujo turbulento en un espesador es modelado mediante las ecuaciones de continuidad y momentum del componente sólido y líquido. La viscosidad turbulenta se describe mediante el modelo k- ϵ . Este modelo de turbulencia incorpora la producción, convección, difusión y disipación de energía cinética turbulenta, donde k representa la energía cinética y ϵ es la razón de disipación. El balance de energía turbulenta está dado por:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Velocidad de cambio} \\ \text{de la energía} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Flujo por} \\ \text{convección} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Flujo por} \\ \text{difusión} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Fuente o} \\ \text{sumidero} \end{array} \right]$$

Esta relación representa a un sistema de dos ecuaciones diferenciales, una para la energía cinética y otra para la disipación. A estas ecuaciones es necesario agregar condiciones iniciales y de contorno. La simulación fue llevada a cabo con el programa FLUENT utilizando el modelo k- ϵ para describir el flujo turbulento con mallas no estructuradas. Las simulaciones fueron realizadas en condición estacionaria. La trayectoria de una gota o partícula, según sea el caso, se predice por integración del balance de fuerzas que actúan sobre ella. Este balance de fuerzas es el siguiente:

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{Variación en la} \\ \text{Cantidad de movimiento} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{l} \text{Fuerza de} \\ \text{arrastre} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{Fuerza de} \\ \text{gravedad} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{Fuerza de} \\ \text{aceleración de fluido} \end{array}}$$

La fuerza de arrastre por unidad de masa puede ser expresada en función de la geometría de la partícula (que ha sido supuesta como esférica), de su número de Reynolds, de la densidad y del coeficiente de arrastre. Este último también se calcula para acelerar el fluido que rodea a la partícula se determina a partir de la relación de densidades y diferencia de aceleraciones.

Debido a que el flujo en el interior del espesador es turbulento es posible predecir las trayectorias de las gotas o partículas utilizando la velocidad media del fluido o incluir el valor instantáneo de la fluctuación de la velocidad del fluido. Para predecir la dispersión de las partículas debido a la turbulencia se emplean modelos estocásticos. Para cada uno de los casos analizados anteriormente y por cada diámetro de partícula considerado se calcularon 10 trayectorias.

3.1.4.2 SIMULACIÓN DE LA ALIMENTACIÓN A UN ESPESADOR

El feedwell de un espesador tiene múltiples objetivos. Entre ellos destacan: (1) recibir la alimentación y evitar que entre con mucha velocidad al espesador, (2) diluir la alimentación, (3) producir la mezcla flocculante y material sólido a sedimentar y permitir su flocculación.

DILUCIÓN DE LA ALIMENTACIÓN:

Desde hace mucho tiempo los operadores de espesadores se dieron cuenta que es conveniente diluir la alimentación antes que ésta entre al espesador. La teoría de espesamiento permite demostrar que, en la mayoría de los casos, la pulpa de alimentación a un espesador se diluye espontáneamente al entrar al equipo. La concentración que se obtiene se denomina concentración conjugada y se la puede predecir e la teoría.

De acuerdo a la teoría de sedimentación, la suspensión en sedimentación en un espesador continuo cumple la ley de Kynch, mientras que el sedimento muestra efectos de compresión. Por esta razón, la concentración de la

suspensión en sedimentación, inmediatamente bajo la zona de agua clara, se puede calcular conociendo la densidad de flujo de sólidos de la alimentación y la función continua de Kynch:

$$f_F = q\phi_L + f_{bk}(\phi_L)$$

donde f_F es la densidad de flujo de alimentación, que es conocida, q es el flujo volumétrico de descarga por unidad de área del espesador, también llamado velocidad volumétrica, que es constante a lo largo del espesador y también es conocida, ϕ_L es la concentración buscada y $f_{bk}(\phi_L)$ es la densidad de flujo batch de Kynch. Esta ecuación se resuelve por ϕ_L . En forma gráfica, la solución se muestra en la figura 3.1.

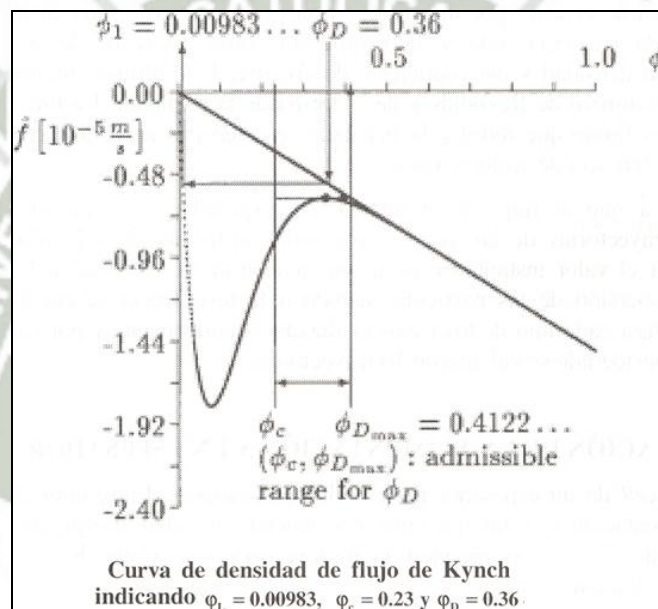


FIGURA 3.1

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

De la figura 3.1 se desprende que existe una concentración definida de sólidos ϕ_L a la cual se diluirá la alimentación a su entrada al espesador. Por lo tanto, es de interés para la empresa que la pulpa sea inyectada al espesador a una concentración lo más cercana a ϕ_L , a fin de acelerar el proceso de dilución y evitar tiempo muertos innecesarios. Sin embargo, alimentar a esos niveles implica un aumento sustancial en el volumen de agua empleada, con lo subsecuentes aumentos en los costos del

transporte, almacenamiento y tratamiento de las aguas residuales. Por esta razón la pulpa se alimenta a concentraciones mayores que se designa con φ_L . La solución a este problema consiste en re-utilizar el agua de rebalse de los espesadores en la dilución de la pulpa inyectada de manera de bajar el porcentaje de sólidos de φ_F a φ_L .

Existen muchas formas de diluir la alimentación y ellas son generalmente objeto de patentes. Dos ejemplos se dan en las figuras 3.2 a 3.3. Por su mayor complejidad tecnológica se analiza el alimentador E-duc de la empresa Eimco.

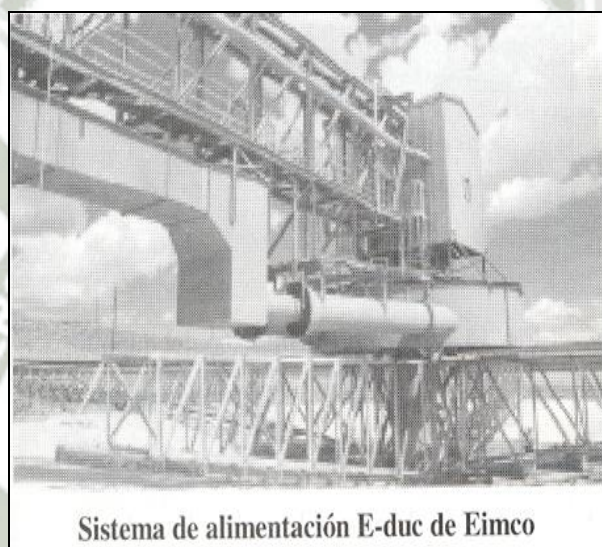


Figura 3.2

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm



Figura 3.3

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

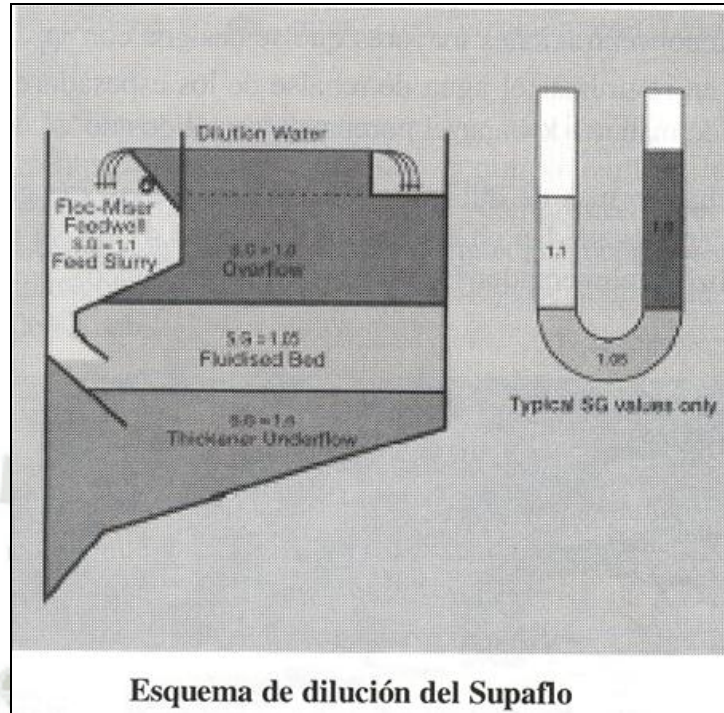


Figura 3.4

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

3.2.1 Alimentación mediante una Tobera

El sistema E-duc de Eimco diluye la alimentación por medio de una tobera ubicada lo más posible en el espesador, pero siempre bajo la superficie del agua como se muestra en la figura 3.5.

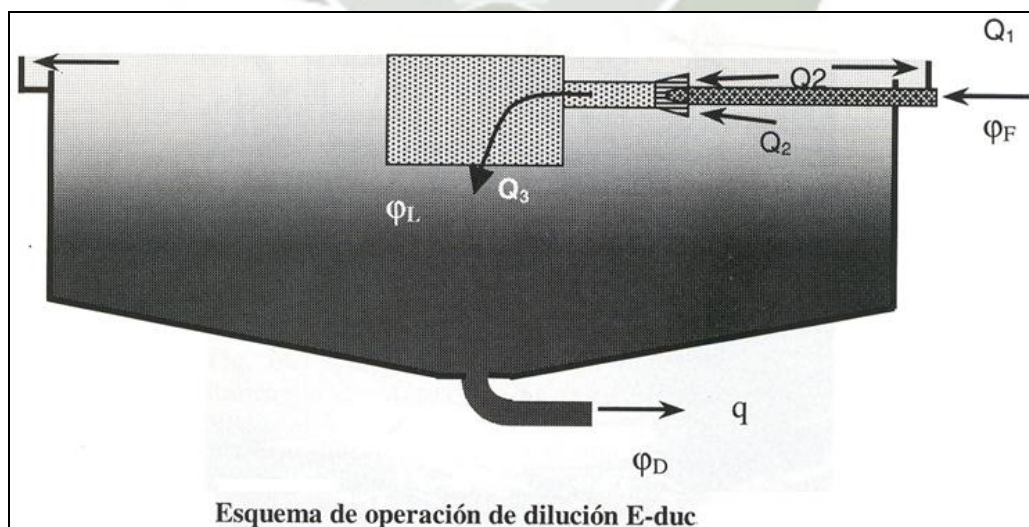


Figura 3.5

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

Consideremos un flujo de alimentación de 50% de sólidos en peso. Las características del problema son:

Flujo de entrada, m ³ /hr	2450	Diámetro tubería salida, mm	988
Concentración entrada ϕ	0.33	Diámetro tubería entrada, mm	760
Diámetro boquilla entrada, mm	520	Conicidad de boquilla	30°

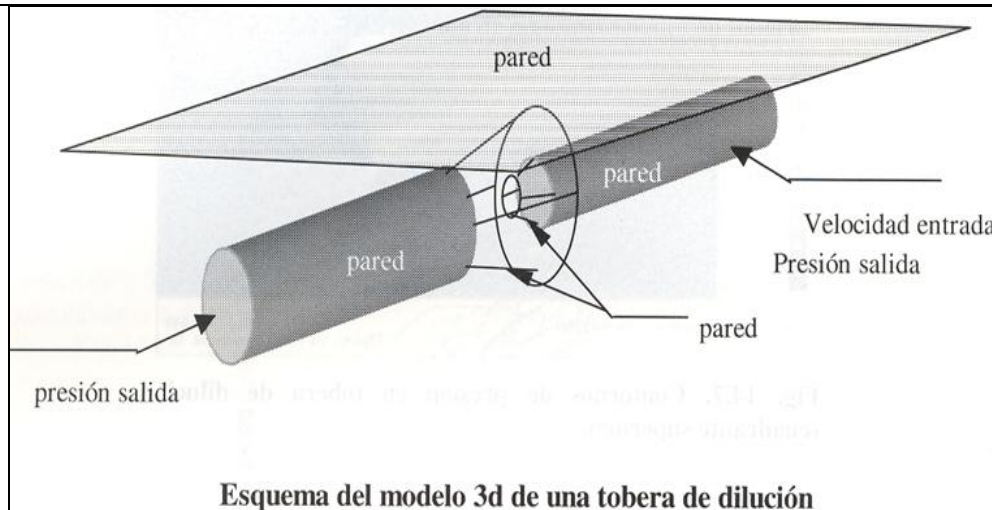


FIGURA 3.6

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

El problema fue resuelto con FLUENT utilizando un modelo monofásico en base a agua que indica el volumen de arrastre o dilución. Se consideró el efecto gravitatorio y la superficie libre fue modelada como pared lisa (slip condition) tal como se muestra en la figura 3.6.

Los resultados fueron los siguientes:

Flujo másico entrada	Flujo másico de dilución	Flujo másico diluido
682 Kg/s	747 Kg/s	1430 kg/s

Para el caso de un fluido bifásico, con una concentración de alimentación de $\phi_F = 0.33$, densidad del sólido de 2.7 y de 2450 m³/hr se tendría:

Concentración final ϕ_F	Concentración final fracción en peso x_L	Reducción en Concentración
0.071	0.17	48%

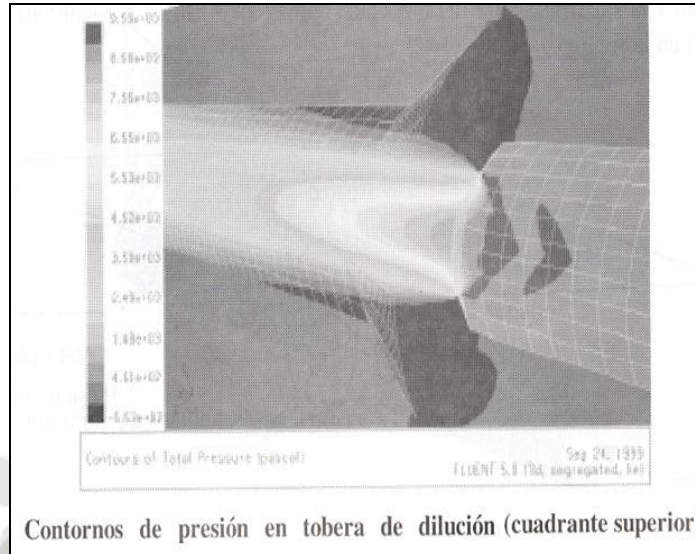


Figura 3.7

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

La altura de elevación requerida para lograr el mencionado comportamiento de la tobera se obtiene de la simulación efectuada, al igual que la distribución de velocidades (ver figuras 3.7 y 3.8), distribución de la fracción de pulpa (figura 3.9), distribución de la granulometría (figura 3.10) e intensidad de la turbulencia (figura 3.11)

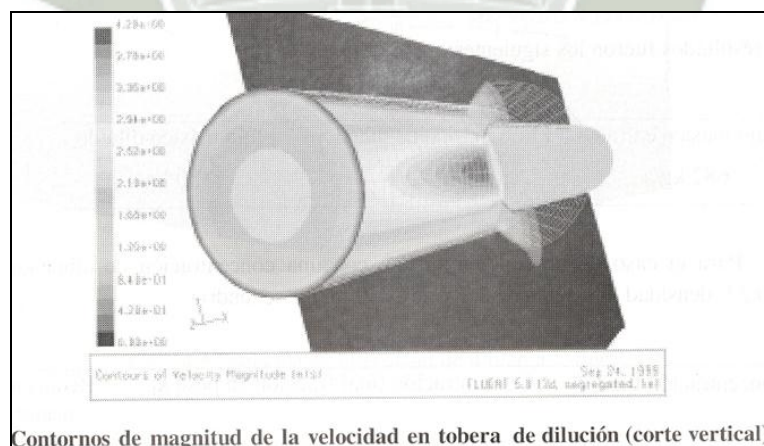


Figura 3.8

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

3.2.2. Alimentación feedwell

El feedwell corresponde a la cámara de pre-dilución y homogenización de la pulpa de manera de facilitar la dinámica de la sedimentación. Un buen feedwell debe garantizar una salida pareja y fluida de la pulpa en todas direcciones.

Se ha simulado dos modelos de feedwell corrientes; con un ducto de alimentación y con dos ductos de acuerdo a lo mostrado en la figura 3.12.

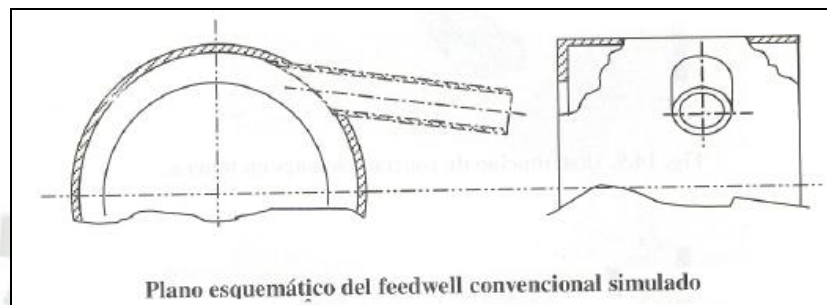


Figura 3.12

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

Las simulaciones bifásicas fueron desarrolladas para dos tipos de espesador, contemplando agua y otro fluido miscible con una densidad y viscosidad equivalentes a la de una pulpa corriente.

En las figuras 3.13 y 3.14 se presentan los patrones de flujo, en base a la granulometría de la pulpa inyectada, para ambos casos convencionales. Los resultados de la simulación bifásica de los feedwell se muestran en las figuras 3.15 y 3.16.

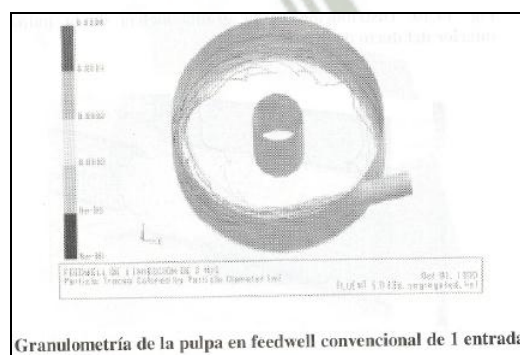


Figura 3.13

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

Estas simulaciones permiten caracterizar el flujo de la pulpa y la distribución de partículas en su interior. Además, es posible verificar si el diseño cumple o no con los requerimientos de homogenización de la pulpa, lo que se traducirá en un menor tiempo de sedimentación a la salida. Recordemos que al igual que en la tobera de pre-dilución, la pulpa debe ser diluida hasta el valor característico de ϕ_L .

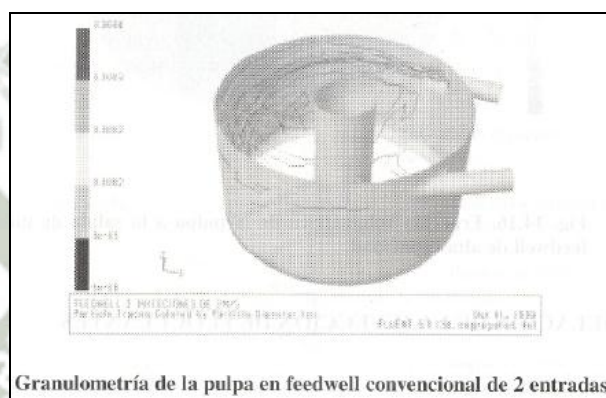


Figura 3.14

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

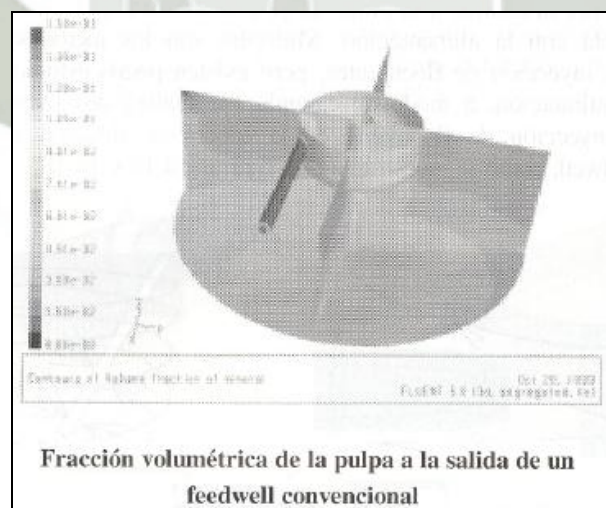


Figura 3.15

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

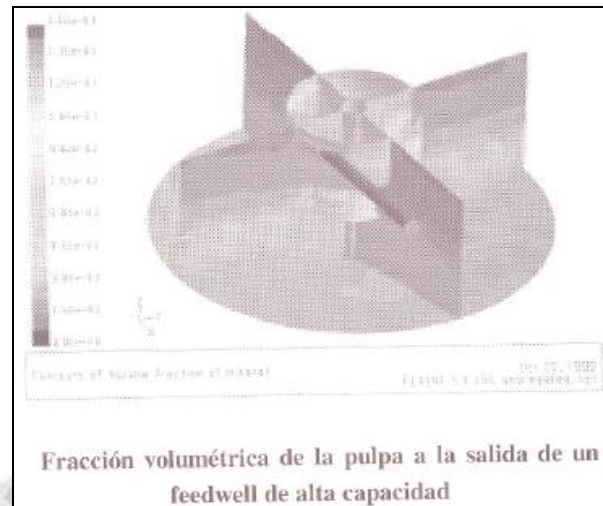


Figura 3.16

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

3.3 SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN DE FLOCULANTES

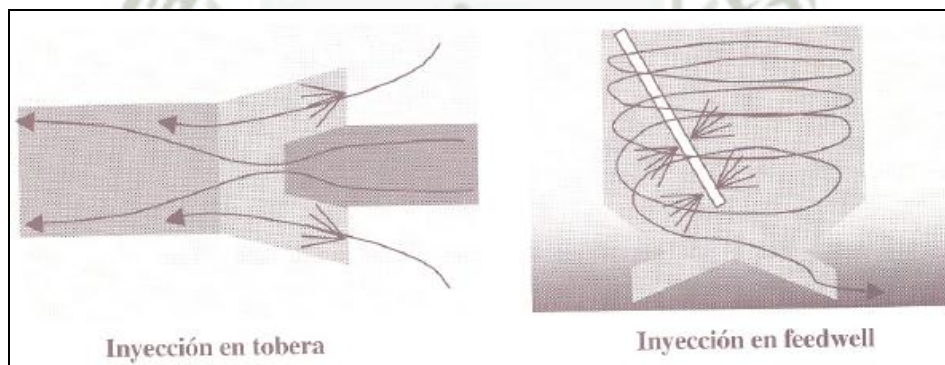


Figura 3.17

Figura 3.18

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

Uno de los costos significativos asociados al proceso de espesamiento lo constituye el floculante. Por esta razón es conveniente optimizar su utilización. En este sentido el punto de adición del floculante a la pulpa es de primordial importancia para garantizar una buena mezcla con la alimentación. Múltiples son los métodos ofrecidos en la industria para la inyección de floculantes, pero existen pocos estudios respecto de su eficiencia. A continuación, a modo de ejemplo, se analiza dos métodos. El primero corresponde a inyección de floculante en la tobera de dilución y el

segundo de inyección de feedwell, como se muestran en las figuras 3.17 y 3.18

3.3.1 Inyección en tobera de dilución

De las figuras anteriores es posible observar que la distribución de tamaños y concentración de partículas de mineral en la cañería de mezcla no es homogénea. Por otra parte, existen zonas de mayor y menor turbulencia en la tobera. La inyección en la tobera debe ser tal que no se pierda floculante al agua que rodea la tobera. Se debe buscar el aprovechamiento de las zonas de alto cizalle y turbulencia que se forman en el interior de la cañería de mezcla, dado que en estas zonas el floculante podrá alcanzar su mejor mezcla. Las inyecciones son simuladas por medio de un fluido de densidad 0.6 g/cm^3 ubicadas en lugares arbitrarios de la tobera de acuerdo a la figura 3.19.

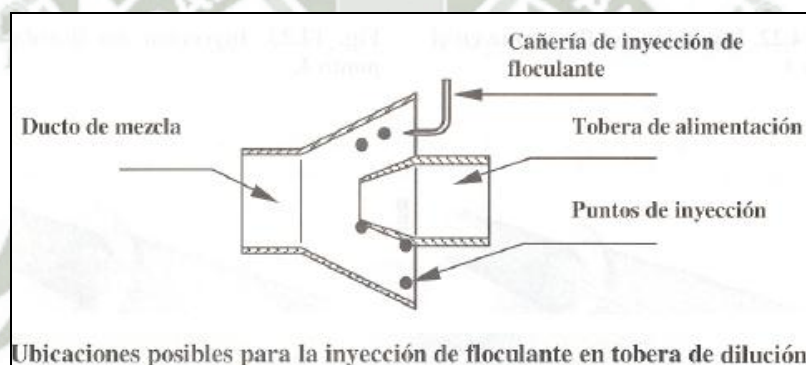


Figura 3.19

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

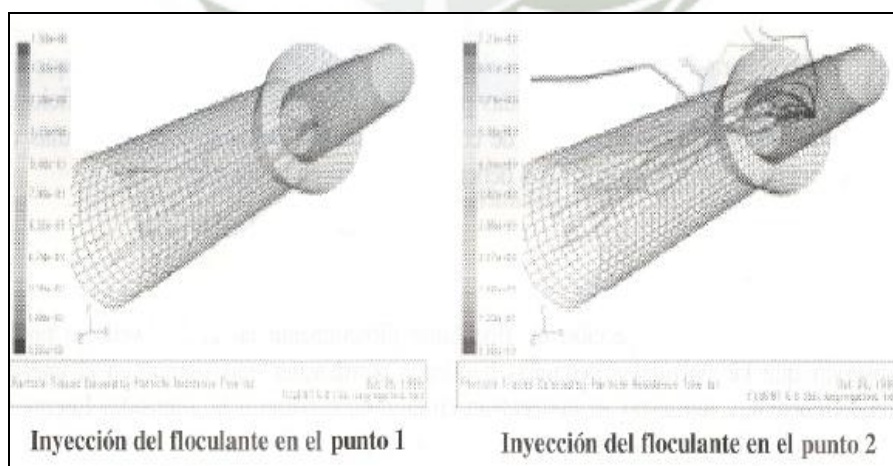


Figura 3.20

Figura 3.21

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

El recorrido de las partículas será afectado por las componentes variables de la velocidad o turbulencia. Se consideró un cálculo estocástico para 10 recorridos posibles. Los resultados se muestran en las figuras 3.20 a 3.25.

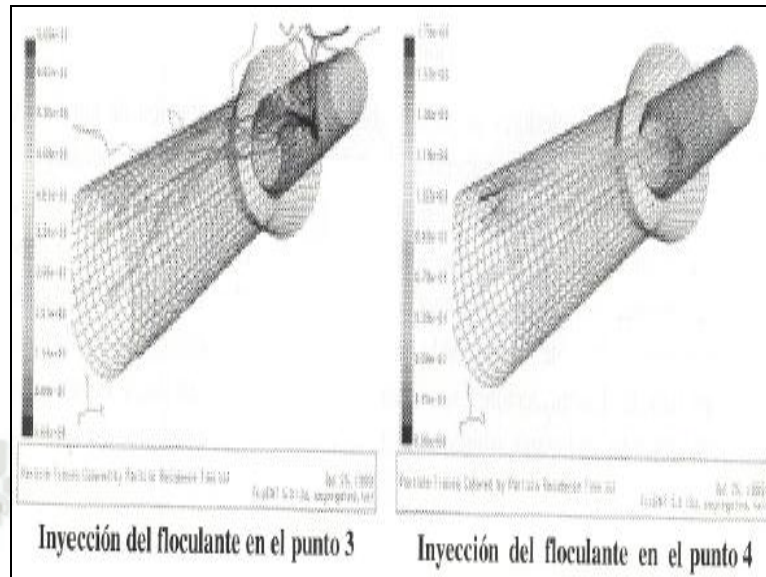


Figura 3.22

Figura 3.23

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

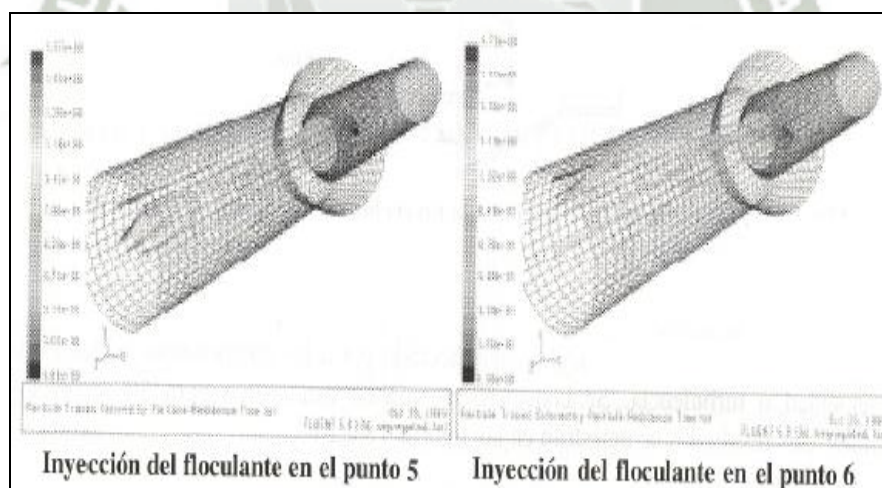


Figura 3.24

Figura 3.25

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

Al comparar los casos de inyección en la tobera de dilución se advierte que las alternativas de inyección 5 y 6 seguidas por la 2 y 3 resultan ser las más beneficiosas por cuanto permite un mayor grado de contacto entre el

floculante y las partículas de menor tamaño. Las inyecciones 1 y 4 deben ser evitadas en lo posible.

3.3.2 Inyección en feedwell

Respecto a la inyección de floculante directamente en el feedwell, se puede observar que las partículas pequeñas tienden a permanecer más tiempo en el interior sin sedimentar y que éstas se concentran en la zona cercana a la admisión. Luego, la inyección de floculante debe ser llevada a cabo en esa zona para garantizar la formación de flóculos a partir del fino y para evitar el arrastre del floculante por el chorro principal de partículas gruesas.

Al inyectar en el feedwell se busca aprovechar el alto nivel de turbulencia existente dentro de la cámara para la mezcla del floculante. La posición seleccionada en la modelación también es arbitraria y se muestra en la figura 3.26. El feedwell modelado es de una entrada.

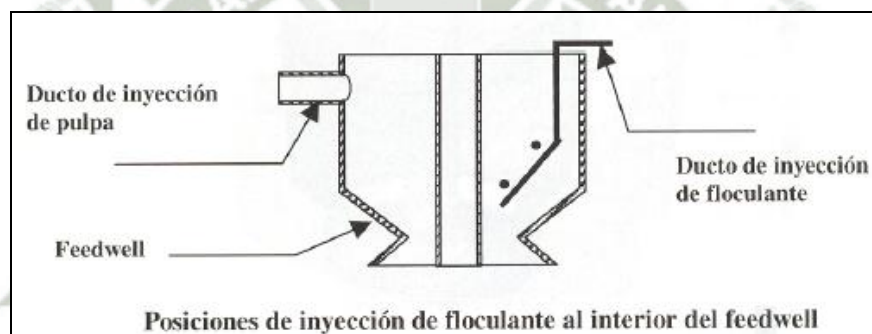


Figura 3.26

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

De las figuras 3.13, 3.14 y 3.27 se puede ver claramente que las partículas de menor tamaño (fino) ocupan rápidamente la zona superior del feedwell sin sedimentar.

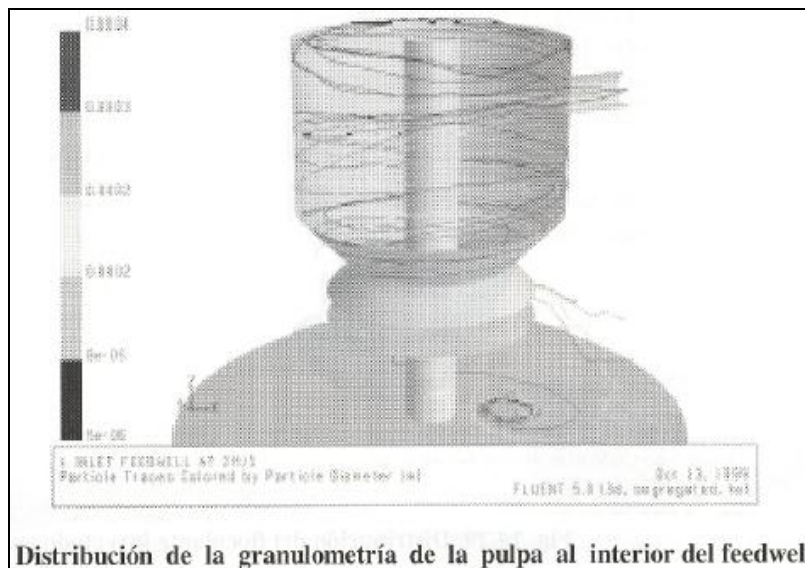


Figura 3.27

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

De lo anterior se desprende que el floculante inyectado al interior del feedwell debe subir inmediatamente y atacar las partículas de fino en suspensión. Por otra parte, la inyección del floculante debe estar ubicada de tal forma de no ser arrastrado por el chorro principal de pulpa. Un ejemplo es el mostrado en las figuras 3.23 y 3.24.



Figura 3.28

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

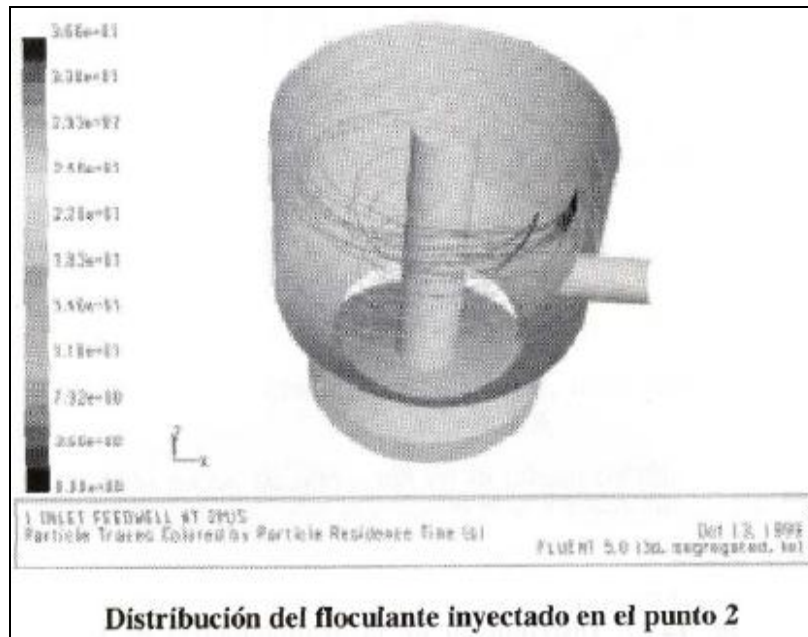


Figura 3.29

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

3.4 SIMULACIÓN DE LOS RASTRILLOS

Los rastrillos son unas estructuras de acero que se “arrastran” por el fondo del espesador y que tienen por objeto facilitar el escurrimiento del concentrado hacia el ducto de salida del espesador. Todas estas estructuras de acero son móviles y posibles de ser izadas fuera del lecho de concentrado cuando el torque para desplazarlas se torna excesivo.

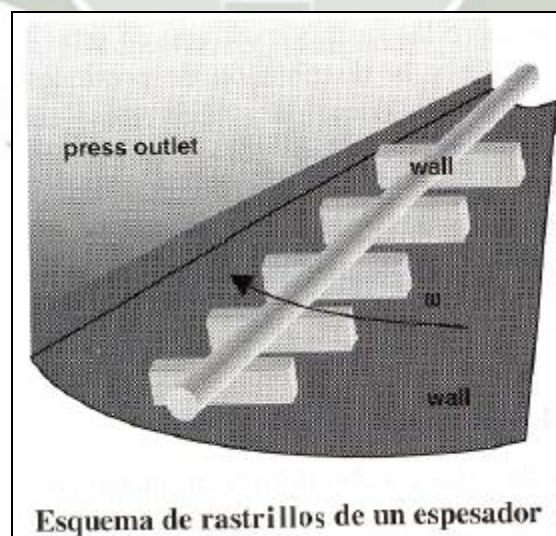


Figura 3.30

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

El diseño de estos implementos tiene un gran grado de inseguridad por cuanto se desconocen los perfiles de presión sobre la estructura para las diferentes condiciones de operación. Por otra parte, también es desconocido el grado de la interferencia de las rastras en el proceso de sedimentación al existir posibles flujos secundarios ascendentes en sus cercanías. Sólo se sabe que la presencia de rastras aumenta la posible concentración que se puede obtener en la descarga.

La simulación del efecto de los rastrillos en el fondo del espesador se llevó a cabo considerando un solo fluido de viscosidad variable en función de la altura. La velocidad de giro es de 0.5 rpm.

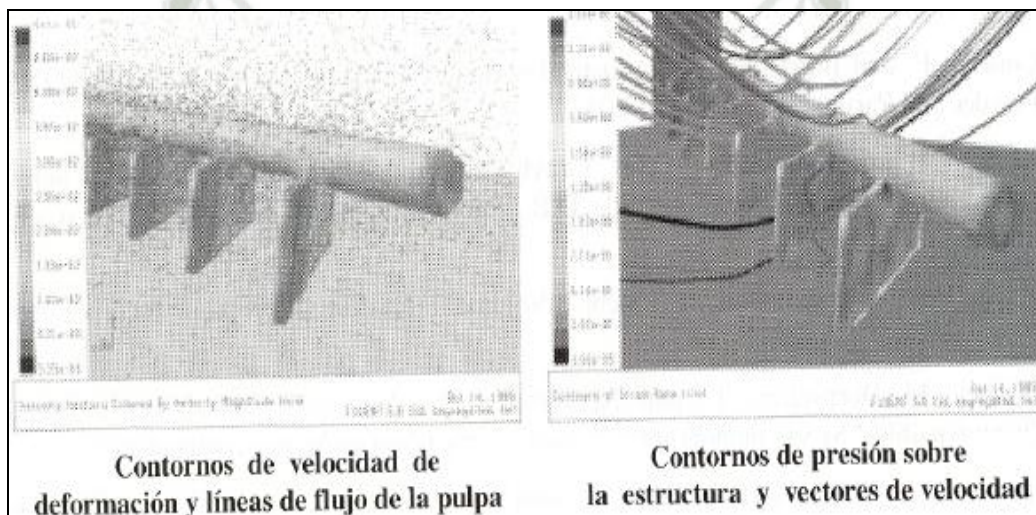


Figura 3.31

Figura 3.32

FUENTE: DISEÑO DE ESPESADORES B. Fitch, J.H Wilhelm

La simulación del efecto sobre los rastrillos en estas figuras permite visualizar las zonas de máximo cizalle y la distribución de presiones sobre la estructura. Se puede llevar a cabo simulaciones para diferentes condiciones de operación (variaciones en la densidad y viscosidad) para una geometría dada permitiendo así estimar los requerimientos de potencia del sistema. Por otra parte es posible estudiar el efecto de esta estructura en el lecho de mineral de manera de determinar las velocidades máximas de operación que no producen el levantamiento de mineral sedimentado.

CAPITULO IV PROCESO DE FABRICACION

Para la fabricación del espesador será necesario varios tipos de máquinas entre ellas una máquina roladora para la fabricación del cilindro de 15 metros de diámetro.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA ROLADORA.

La máquina a utilizar es de tipo “piramidal” y consta de tres rodillos A, B, C dispuestos según la figura 4.1

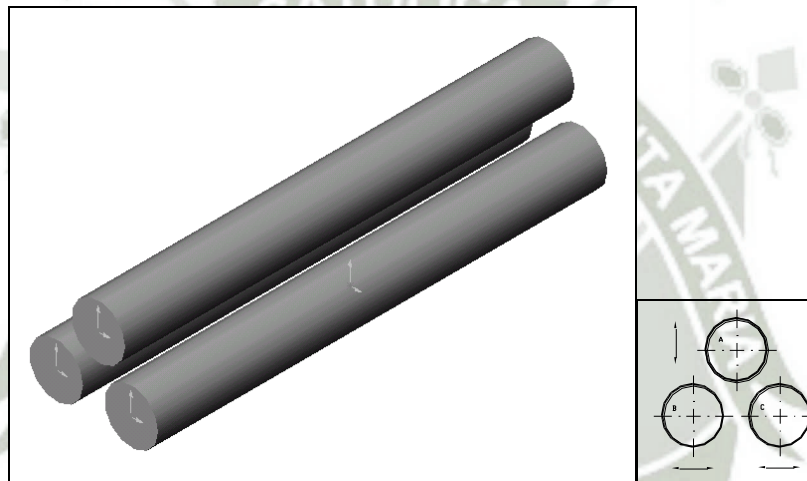


Fig. 4.1

FUENTE: PROPIA

Los rodillos son fabricados de acero SAE 1020 con tratamiento térmico. Los rodillos A y B son motrices o de arrastre accionados manualmente y posicionados en lados opuestos.

4.1.1 CLASIFICACIÓN.

En el proceso de curvado existen tipos o formas básicas de obtener cilindros o conos; una de ellas es el de sistema piramidal, el otro de doblado inicial y de sistema vertical.

4.1.1.1 TIPOS DE CURVADO.

A) SISTEMA PIRAMIDAL.

En este sistema la máquina consta de tres rodillos cuyos ejes son paralelos dispuestos como se muestra en la figura 4.2. Los rodillos inferiores B y C son los rodillos de arrastre, es decir reciben la potencia a través de un sistema de engranajes, provenientes de un motor eléctrico trifásico y son los que producen el avance de la plancha; ambos rodillos giran a la misma velocidad angular y por ende son del mismo diámetro.

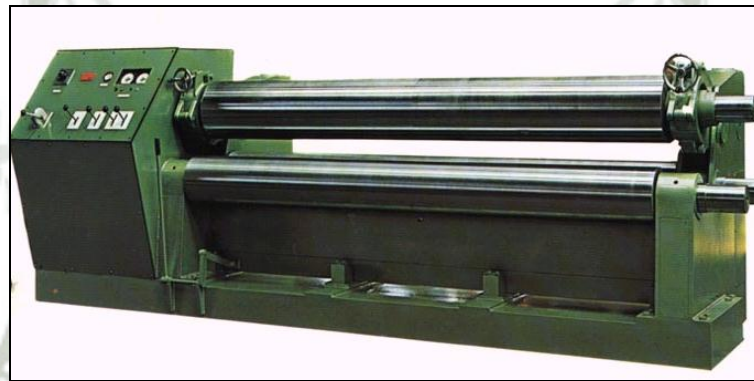


Fig. 4.2

FUENTE: PROPIA

El rodillo superior o llamado rodillo curvador es el que produce presión sobre la plancha aumentando o disminuyendo ésta, según se le acerque o se le aleje de la plancha, a través de un par de tornillos de potencia o reductores de tornillos sin fin. Como este rodillo no recibe potencia directamente del motor, gira únicamente debido a la fuerza de fricción resultante de la presión ejercida sobre la plancha, por lo tanto su torque de transmisión es bajo pero como es el que ejerce presión sobre la plancha. Resulta que su diámetro será mayor que el de los rodillos de arrastre B y C, éste giro puede o no ser igual al de los rodillos de arrastre y por lo tanto para trabajos sobre planchas en la que es importante conservar su apariencia este sistema no es recomendable ya que produce rayado sobre las planchas.

Veamos a continuación cual es el procedimiento para el curvado de cilindros y conos para este sistema:

Curvado de Cilindros en el Sistema Piramidal.

Se introduce la plancha según se muestra en la figura 4.3 y mediante una comba se le procede a curvar las puntas estando naturalmente la máquina sin movimiento, quedando la plancha como lo muestra la figura 4.4.

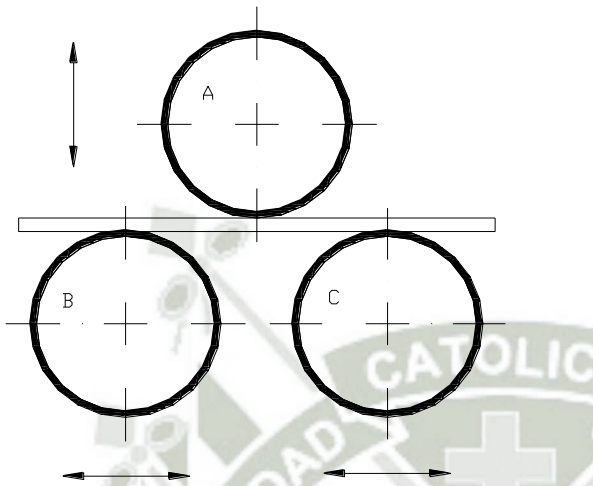


Fig. 4.3

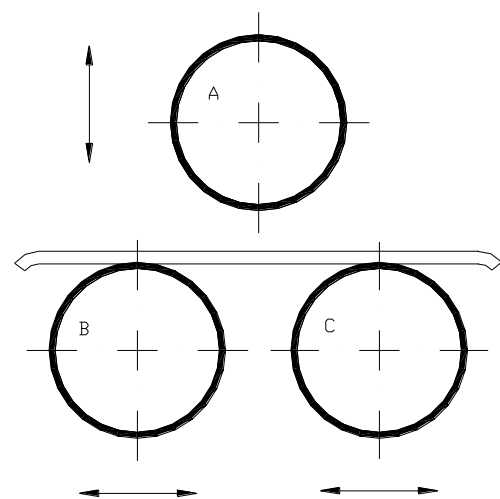


Fig. 4.4

FUENTE: PROPIA

Se procede a dar la vuelta a la plancha tal como se muestra en al figura 4.5 y se aproxima el rodillo curvador a una posición más o menos adecuada para producir un primer radio curvador y se pone en marcha la máquina hasta un punto tal que ésta no se escape de los rodillos (aproximadamente unas 3 o 4 pulgadas antes de los extremos).

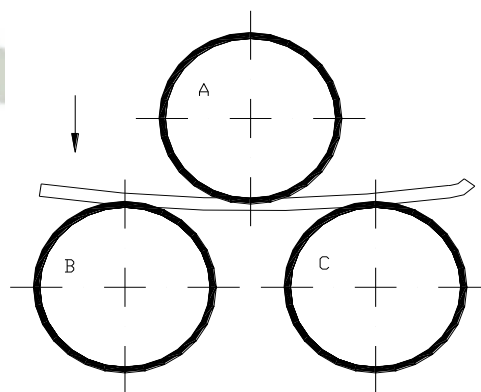


Fig.4.5

FUENTE: PROPIA

Enseguida, después de unas pasadas, se procede a dar ajuste al rodillo superior en cada pasada, verificando cada paso con una plantilla el radio de curvatura que debe de alcanzar la plancha ver figura 4.6. El avance del rodillo curvador se puede medir y si se trata de planchas delgadas se les puede curvar de una sola pasada.



Fig. 4.6

FUENTE: PROPIA

Una vez dada a la plancha el diámetro necesario ver figura 4.7 se procede a soldar por puntos los extremos de la plancha y luego se le da unas tres o cuatro pasadas para curvar las puntas que solamente se hicieron con una comba.

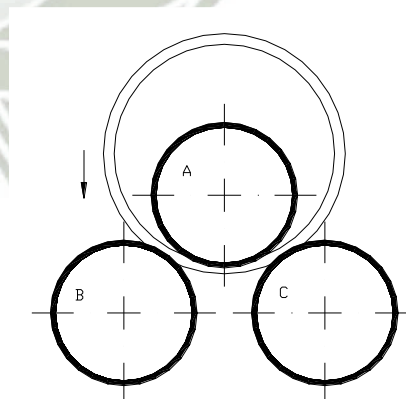
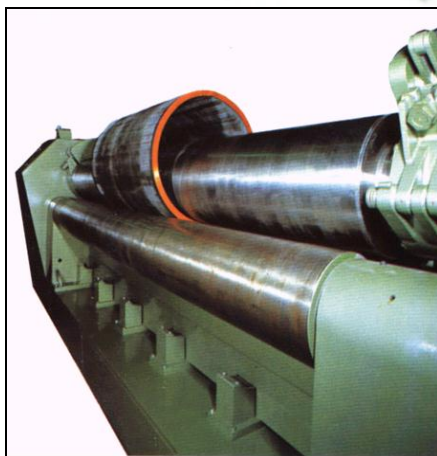


Fig.4.7

FUENTE: PROPIA

Luego se procede a sacar la plancha convertida en cilindro, volcando uno de los extremos de apoyo del rodillo curvador y colocando ganchos como se muestra en la figura 4.8 para ser izado por una grúa o un tecele.

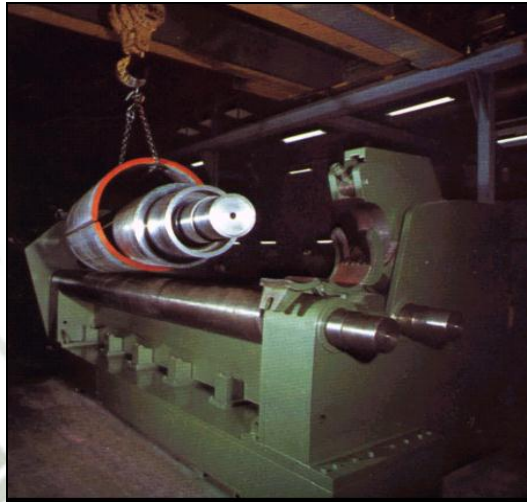


Fig. 4.8

FUENTE: PROPIA

Curvado de Conos en el Sistema Piramidal.

Se describe en este trabajo el método mayormente utilizado en los talleres, cual es el de la barra de retención, ya que proporciona conos de buena calidad y en el menor tiempo.

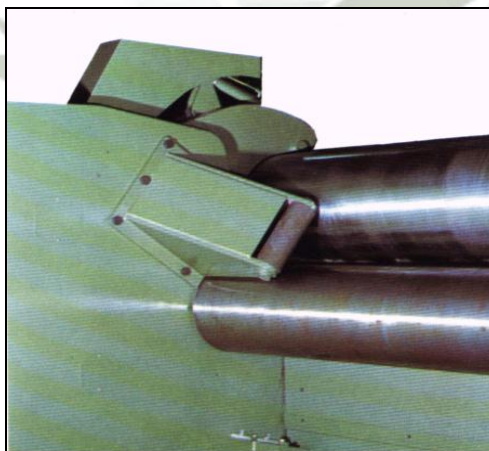
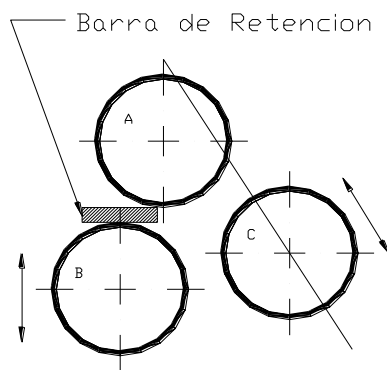


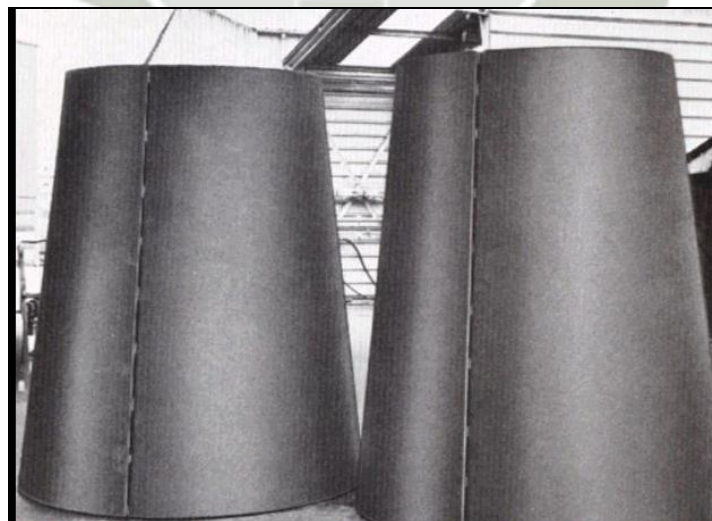
Fig. 4.9

FUENTE: PROPIA

Cortada la plancha como se muestra en la figura 4.10 se le introduce a la máquina con el lado BE paralelo a los rodillos, de tal manera que el borde BC de la plancha esté en contacto A, de una barra fija al extremo y situado en la parte superior de los rodillos de arrastre, como puede apreciarse en la figura 4.11. El borde BC al mantener contacto permanente con el punto A de la barra de retención antes mencionada, se retiene y permite una mayor alimentación del lado mayor ED, produciendo un cono cuya exactitud depende del criterio y experiencia del operador de la máquina.

**Fig. 4.11**

FUENTE: PROPIA

**Fig.4.12**

FUENTE: PROPIA

Sistema de Doblado Inicial.

En este sistema la máquina consta de tres rodillos cuyos ejes son paralelos, dispuestos como se muestra en la figura 4.13. Los rodillos A y B son de arrastre.

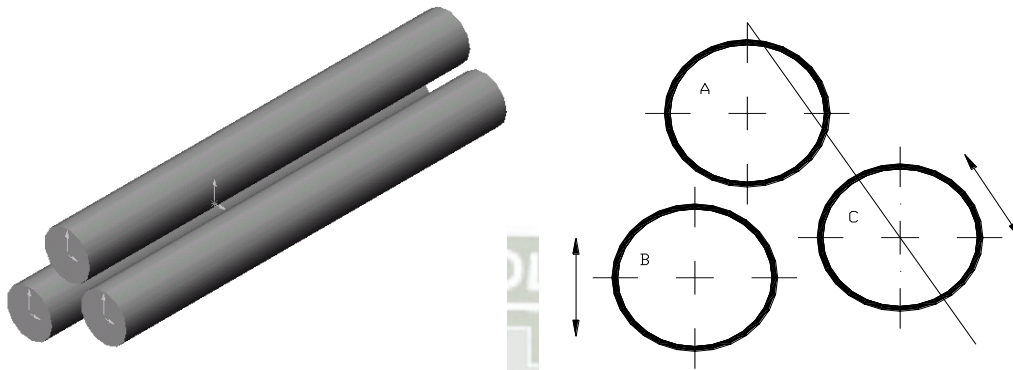


Fig.4.13

FUENTE: PROPIA

El rodillo C o rodillo curvador es el que al producir una presión sucesiva sobre la plancha logra producir el curvado de ésta. En este tipo de doblado la presión que existe entre la plancha y el rodillo curvador es mucho menor que en el sistema piramidal, por lo tanto el rayado de la plancha es mucho menor. El desplazamiento del rodillo curvador y del rodillo inferior de arrastre se efectúa a través de un par de tornillos de potencia accionados en forma simultánea para obtener un avance paralelo de cada rodillo.

Veamos a continuación cual es el procedimiento para el curvado de cilindros y conos en este sistema:

Curvado de Cilindros en el Doblado Inicial.

Se introduce la plancha por la parte superior de la máquina y se ajusta el rodillo inferior de arrastre de acuerdo al espesor de la plancha a curvar, cuidando de no presionar demasiado. Enseguida se desplaza el rodillo curvador hasta una posición tal que produzca un radio de curvatura

aproximado al radio de curvatura que se desea dar a la plancha. Se ponen en funcionamiento los rodillos de arrastre en marcha atrás tal como lo muestra la figura 4.14 y se procede a avanzar la plancha unas 4 a 5 pulgadas. Para el caso de planchas gruesas es necesario repetir esta operación para pequeños avances del rodillo curvado.

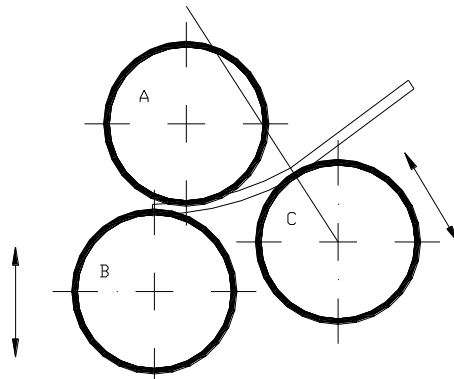


Fig.4.14

FUENTE: PROPIA

Se da vuelta a la plancha y se la introduce por la parte anterior de la maquina, se procede a efectuar lo dicho en el paso anterior, solo que en este caso el giro de los rodillos es hacia delante tal como se puede apreciar en la figura 4.15

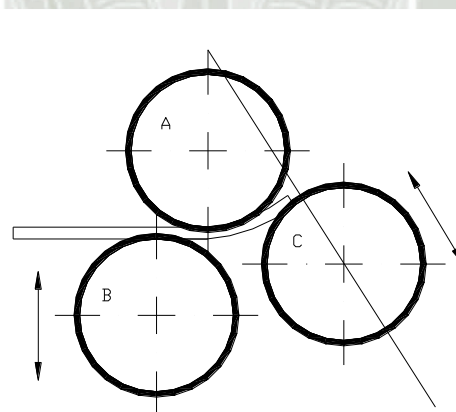


Fig.4.15

FUENTE: PROPIA

Se pone la plancha por el otro lado tal como se muestra en la figura 4.16 y se acciona los rodillos hacia delante; esta operación es la continuación del paso anterior y lo visto en la figura N 4.15 ya que lo que se hace es accionar

el rodillo curvador y colocarlo a una posición tal que proporcione a la plancha el radio de curvatura deseado. De esta manera si se puede ubicar el rodillo curvador en la posición tal que del radio de curvatura deseado, para el caso de planchas delgadas se puede efectuar de una sola pasada. De lo contrario el trabajo debe finalizarse repitiendo el proceso varias veces para distintas posiciones del rodillo curvador.

Se procede a extraer la plancha curvada siguiendo el proceso descrito en el curvado de planchas en el sistema piramidal.

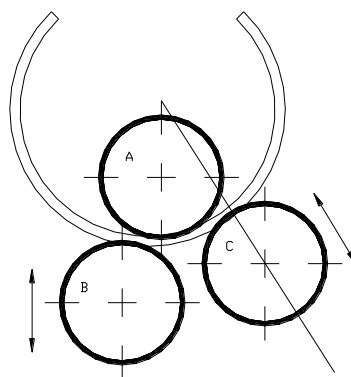


Fig.4.16

FUENTE: PROPIA

Curvado de Conos en el Doblado Inicial.

El método de curvado de conos es el mismo que el descrito en el doblado de conos del sistema piramidal.

Para tener una idea general de los dos sistemas; hemos creído conveniente incluir las ventajas y desventajas mas saltantes de los dos sistemas en forma paralela.

SISTEMA PIRAMIDAL

- Pueden curvarse planchas que inicialmente no están planas. Debido a que el espacio vertical libre entre el rodillo curvador y de arrastre, permite colocar palancas para enderezarlas.

- Es necesario un doblado previo de las puntas de plancha, hechos generalmente a comba.
- Producen mayor rayado en la superficie de la plancha, debido a la desigualdad de velocidad entre rodillo curvador y de arrastre, ya que la presión entre plancha y rodillo es grande.
- Se obtiene radios de curvatura que en el sistema de doblado inicial
- Poco rendimiento en la producción en serie debido a pérdida de tiempo en curvar los extremos y darle vueltas a la plancha para curvarla.
- Su sistema de transmisión y su construcción es más simple.

SISTEMA DE DOBLADO INICIAL

- Doblan planchas planas, debido a que el espacio vertical entre el rodillo superior e inferior de arrastre es pequeño; es posible curvar planchas ligeramente curvas, si se dispone de un cuarto rodillo (figura 4.17)
- No es necesario curvar los extremos de la plancha, he allí su nombre y su importancia en el rolado de planchas gruesas.
- Menor tendencia al rayado en la superficie de la plancha, debido a la forma como esta dispuesto el rodillo curvador, el cual produce una presión menor en la plancha y por ende menor deslizamiento del rodillo.
- Permite obtener radios de curvaturas menores por la forma como esta dispuesto el rodillo curvador.
- Buen rendimiento en la producción en serie.
- Sistema de transmisión construcción y montaje de elementos, mas complicados.

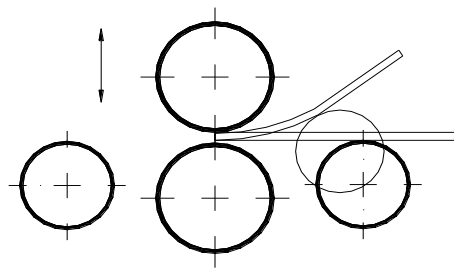


Fig.4.17

FUENTE: PROPIA

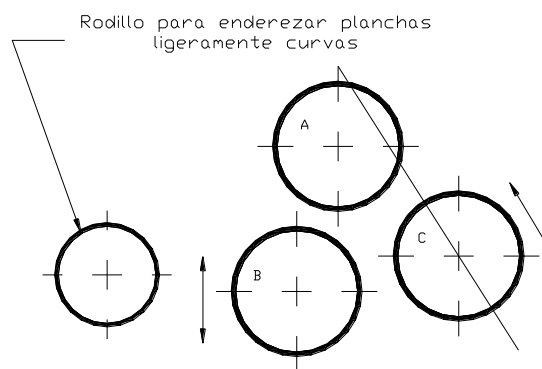


Fig.4.18

FUENTE: PROPIA

4.2 SOLDADURA

Dentro del campo de la soldadura industrial, la soldadura eléctrica manual al arco con electrodo revestido es la más utilizada. Para ello se emplean máquinas eléctricas de soldadura que básicamente consisten en transformadores que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad necesaria según las características del trabajo a efectuar.

Los trabajos con este tipo de soldadura conllevan una serie de riesgos entre los que destacan los relacionados con el uso de la corriente eléctrica, los contactos eléctricos directos e indirectos; además existen otros que también se relacionan en esta NTP, cuyo objetivo es dar a conocer las características técnicas básicas de la soldadura eléctrica, los riesgos y sus factores de

riesgo y los sistemas de prevención y protección. Además se dan normas de seguridad para la organización segura del puesto de trabajo, los equipos de protección individual y el mantenimiento e inspección del material.

4.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ARCO ELÉCTRICO

Para unir dos metales de igual o parecida naturaleza mediante soldadura eléctrica al arco es necesario calor y material de aporte (electrodos). El calor se obtiene mediante el mantenimiento de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar (masa) (fig. 4.19). En este arco eléctrico a cada valor de la intensidad de corriente, corresponde una determinada tensión en función de su longitud. La relación intensidad/tensión nos da la característica del arco. Para el encendido se necesita una tensión comprendida entre 40 y 110 V; esta tensión va descendiendo hasta valores de mantenimiento comprendidos entre 15 y 35 V, mientras que la intensidad de corriente aumenta notablemente, presentando todo el sistema una característica descendente, lo que unido a la limitación de la intensidad de corriente cuando el arco se ha cebado exige, para el perfecto control de ambas variables, la utilización de las máquinas eléctricas de soldadura.

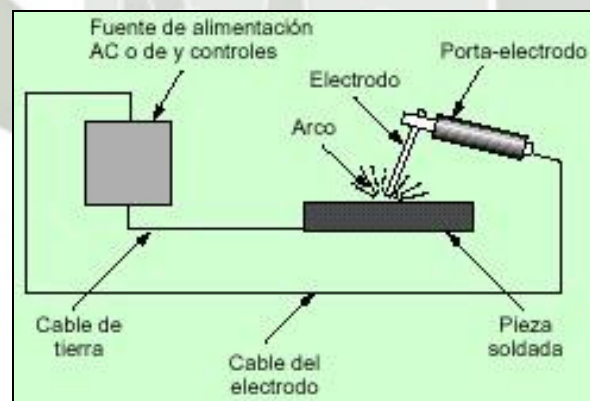


Fig. 4.19: Esquema del proceso de soldadura eléctrica al arco

FUENTE: PROPIA

4.2.2 EQUIPOS ELÉCTRICOS DE SOLDAR

Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la

intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

4.2.3 EQUIPO DE SOLDADURA

En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos).

Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el portaelectrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.

4.3 PINTURA

4.3.1 SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA ESTRUCTURAS MINERAS

En la actualidad, los metales especialmente: oro, cobre, estaño, plomo, plata, zinc, hierro y los no metálicos: fosfatos, yeso, bentonita, baritina, mármol, calizas y diatomitas constituyen los principales productos que se procesan en las minas de nuestro país.

Durante la producción, el mineral extraído se somete a un proceso metalúrgico llamado concentración para mejorar su ley.

Estos procesos físico químicos de la minería moderna generan ambientes muy agresivos debido al uso de sustancias corrosivas (ácido sulfúrico, el amoníaco, carbonato de amonio) las que a su vez producen otros

compuestos más favorables a fenómenos corrosivos (sales, sulfuros) que deterioran el acero o concreto presentes en la infraestructura minera.

4.3.2 SELECCION DE TIPO DE AMBIENTE A TRABAJAR DEL ESPESADOR

El espesador va a trabajar en un ambiente denominado "ambiente químico severo", que es una zona donde la presencia de derrames, salpicaduras y vapores químicos son constantes, este tipo de pintura se usa esencialmente en zonas de refinado, lixiviación, fundición, tuberías, estructuras, bombas, también se usarán pinturas del tipo "Inmersión Química" que se usa para interior de tanques sometidos a contacto directo con sustancias químicas y de abrasión, ésta se usa sobre todo en interior de tanques.

Con los datos ya seleccionados utilizaremos como producto para pintar todo nuestro proyecto pinturas Ameron y Jet para SISTEMAS DE RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVOS PARA ESTRUCTURAS MINERAS.

En pinturas Ameron para superficies metálicas utilizaremos por recomendación, para ambiente químico severo usaremos como sistema recomendado Amerlock 400GFK con una capa o espesor de 1/10mils, y para un ambiente de tipo Inmersión Química usaremos Amercoat 370 1/4mils.

4.3.3 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

Para construcciones nuevas con superficies metálicas ferrosas la preparación de superficie debe ser al menos cercana al metal blanco según norma SSPC-SP10.

Para superficies metálicas no ferrosas se usará como preparación de la superficie el acondicionador de superficie Oxiclean seguido de una limpieza con tela abrasiva Scotch Britte marrón 3M.

En las superficies de concreto se debe efectuar una preparación de superficie según lo especificado en la norma SSPC-SP13.

Para mantenimiento de superficies metálicas ferrosas si el deterioro es inferior al 30% del área total se puede efectuar una limpieza manual motriz según normas SSPC-SP3 o SSPC-SP15.

Si el deterioro es mayor se puede emplear limpieza con chorro de agua a ultra presión según norma SSPC-SP12. antes de toda preparación de superficie es importante el lavado con agua caliente a presión según norma SSPC-TR1.

4.3.4 APLICACIÓN

Metodo de aplicación: se debe usar equipo de aspersion de pinturas, de preferencia tipo Airless con boquilla nueva, el cual debe estar operativo antes de la ejecución de los trabajos. Tambien se puede usar brocha pero solo para la aplicación de capas de refuerzo en cordones de soldadura y filos cortantes.

Procedimiento: determinar el metraje a pintar para estimar la cantidad de pintura a preparar. Preparar la pintura verificando la presencia de todos los componentes, homogenizandolos y mezcladolos con agitadores tipo Jiffy. Agregar el diluyente recomendado en columnes que faciliten la aplicación. Aplicar la pintura en películas uniformes verificando los espesadores húmedos recomendados. La aplicación debe estar libre de discontinuidades, descolgamientos, sobre espesadores y otros defectos. Aplique por cada capa, un refuerzo en cordones de soldadura y filos. Verificar que los espesadores de película seca de cada capa se encuentren dentro de los valores recomendados, para esto utilice la norma SSPC-PA2, la aplicación de la siguiente capa se debe hacer respetando los tiempos de repintado.

CAPITULO V EVALUACION ECONOMICA

5.1 GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es poner en conocimiento el presupuesto destinado para la investigación y puesta en operación del equipo presentado.

En el estudio se incidirá principalmente en los materiales empleados en la puesta en operación del espesador; los costos de servicios de los mecánicos que trabajaron en él, así como también otros gastos que intervendrán durante el proceso de armado será conversado con la empresa que indicará el lugar donde se instalará el espesador y de acuerdo a ello se determinará el costo de mano de obra y cantidad de personal que se necesitará.

5.2 COSTOS DE FABRICACION

Los costos generales de fabricación serán adjuntados al final en ANEXOS, ahí se incluirán costos de mano de obra, costos de equipos de EPP, costos de materiales de fabricación, y equipos que se utilizarán en la fabricación.

5.2.1 LISTADO DE COMPONENTES ESTRUCTURALES

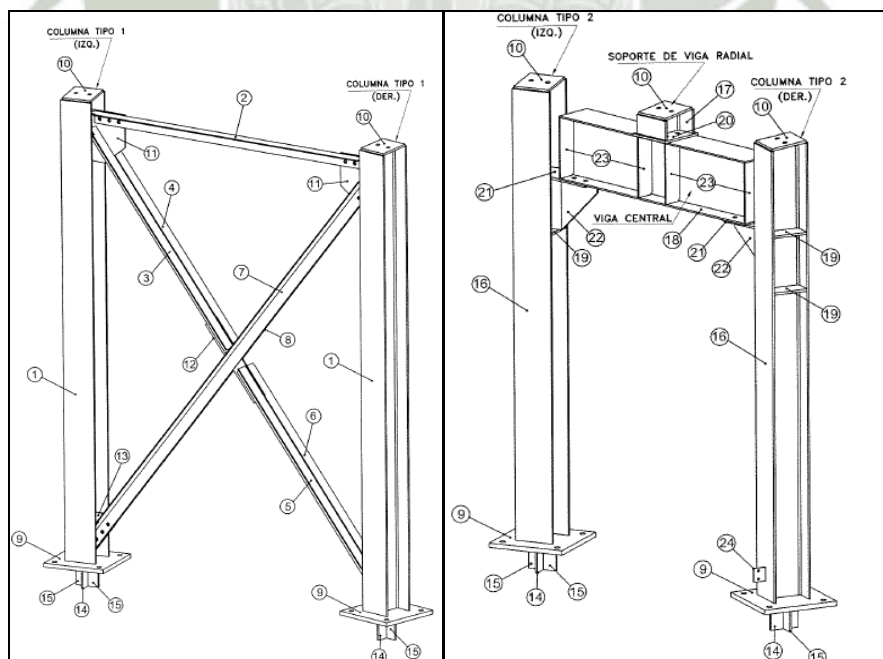


Fig. 5.1 Porticos 1 y 2

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	TAMAÑO	AREA(m2)	PESO(Kg)
1	18 PZS	PERFIL W8x31	2995	63.8	2510
2	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	2037	5.6	135
3	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	1624	4.5	108
4	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	1624	4.5	108
5	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	1639	4.5	108
6	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	1639	4.5	108
7	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	3402	9.3	225
8	09 PZS	PERFIL L3"x3"x1/4"	3402	9.3	225
9	30 PZS	PLANCHA PL 25	400x400	9.6	942
10	36 PZS	PLANCHA PL 12	190x190	2.6	124
11	18 PZS	PLANCHA PL 8	310x330	3.3	115
12	09 PZS	PLANCHA PL 8	100x560	1.1	33
13	18 PZS	PLANCHA PL 8	213x290	1.3	70
14	30 PZS	PLANCHA PL 9	150x150	1.4	48
15	60 PZS	PLANCHA PL 9	70x150	1.3	45
16	12 PZS	PERFIL W8x31	2508	42.5	1402
17	06 PZS	PERFIL W8x31	116	0.8	33
18	06 PZS	PERFIL FABRICADO I 350x200x8x6	1320	11.8	325
19	36 PZS	PLANCHA PL 12	181x98	1.3	61
20	06 PZS	PLANCHA PL 12	230x230	0.6	30
21	12 PZS	PLANCHA PL 12	389x210	1.7	92
22	12 PZS	PLANCHA PL 8	370x300	1.9	84
23	48 PZS	PLANCHA PL 6	97x334	3.1	75
24	06 PZS	PLANCHA PL 6	65x75	0.05	2
			TOTAL	190.3	7009

TABLA 5.1 LISTADO DE COMPONENTES

- **Costo de Motoreductor**

El costo del Motoreductor sera de 930000 S/. Soles incluido IGV comprado a la empresa BONFIGLIOLI TRANSMITAL en su sucursal en Lima.

Descripción	Costos
	Soles
Motoreductor	930000
Componentes Eléctricos(incluidos)	-
Total	930000

Fuente: BONFIGLIOLI TRANSMITAL

- **Costos de Pintura**

Descripción	Costos		
	P.U.	Cantidad	Total
Pintura	217	200	43400
Mano de Obra	800	10	8000
Total			51400

Fuente: BONFIGLIOLI TRANSMITAL

*La mano de obra será puesta por la empresa Ameron al igual que la pintura la cotización es por 5 trabajadores incluido un Ing. Supervisor que supervisará el pintado del espesador en una cantidad de 10 días. La cantidad de pintura la cálculo la empresa.

Fuente: AMERON

CAPITULO VI INSTALACION, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DEL ESPESADOR

6.1 REVISIONES DE PREMONTAJE

Antes de comenzar con el montaje del espesador hay que seguir los siguientes pasos:

- Reúna todos los ítems necesitados para ensamble.
- Revise las exigencias de gruaje y elevador.
- Reúna todos los planos relevantes.
- Estudie los cimientos correctamente contra los planos de trazado civil, deben estar parejos.
- Ubique las herramientas estándares de acero del montajista para el ensamble del equipo.
- Monte el andamiaje para instalar los elementos principales guía, para pintar los estanques y para reparaciones finales después del montaje.
- Instale todos los motores en los paneles de accionamiento, reductores, etc. según sea aplicable.

ADVERTENCIA: Se espera que durante el montaje del espesador las medidas estándares de seguridad para levantar equipo pesado serán seguidas.

6.2 INSTALACION DEL ESPESADOR

Hemos incluido los pasos siguientes como una línea guía de instalación típica solamente. Nos damos cuenta que la responsabilidad está en el montajista para determinar la secuencia del procedimiento de instalación. Como una filosofía general, recomendamos fuertemente que registre o documente el resultado de las revisiones que lleva a cabo.

1. Revise nuevamente los cimientos y pernos del cimiento.
2. Coloque las patas del soporte del espesador en posición; alínelos, nivélelos dentro de 2.5mm y apernelos, instale el puntal de la pata.

3. Coloque las vigas de apoyo, alínelas y aperne a las patas de apoyo del espesador. Revise la pendiente de las vigas.
4. Instale los espaciadores temporales en lo alto de las patas interiores o entre los extremos interiores de las vigas de apoyo, estas mantendrán el espacio y el círculo de inclinación.
5. Instale las planchas del piso asegurando que la combadura este correcta. En espesadores más pequeños puede ser mejor usar una viga de seguro.

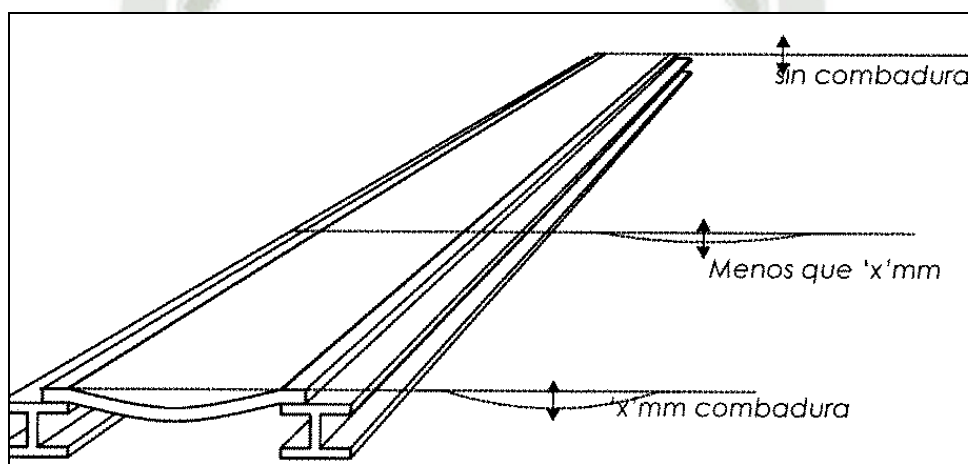


Figura 6.1 Principios de Combadura en Espesador

6. Suelde alternado las alas superiores de la viga en posición. Ajuste las planchas de manto usando marcos temporales hechos de fierro angular para sujetarlas en forma vertical. Asegúrese en posición y suelde alternado. Chequee que la plancha esté alineada con la parte superior y que este horizontal dentro de aprox. 2.5mm. continúe soldando la plancha alrededor, primero la placa debe estar en posición.
7. Revise el manto entero por alineación y nivel. Si están en orden, proceda con la soldadura completa de acuerdo al Plano y Especificaciones de Soldadura.
8. Ajuste y suelde la boquilla de la cañería de alimentación en la pared del estanque.

9. Ajuste las canaletas de sobre flujo hacia el interior de la pared del estanque y el anillo atiesador (Angulo o canal) a la parte exterior. Ajuste el soporte del puente.
10. Ajuste el cono del centro y suelde en este punto de tal manera que el acceso sea fácil a través del centro puede mantenerse hasta este punto.
11. Lije el estanque y aplique una capa de imprimante.
12. Levante el tubo de torque hacia el centro del estanque y asegúrelo en la posición.
13. Levante los brazos de la rastra hacia el estanque. Conecte el tubo de torque y alinéalo. Ajuste las diagonales y tensores.
14. Instale la placa de deflectora.
15. Levante el tanque alimentador inferior hacia el centro del estanque y colóquelo en la placa deflectora.
16. Coloque el tanque alimentador superior hacia el tanque alimentador inferior.
17. Levante el puente hacia la parte superior del estanque, alinee, taladre, hoyos ajustados y apernelos, instale grating y pasamanos.
18. Haga uno de lo siguiente:
 - Monte el acoplamiento y placa retención el eje de salida del reductor. Instale reductor.
19. Haga uno de lo siguiente:
 - Levante el vastidor de levante y ensamble guía hacia el puente, alinee y apernelo.
 - Levante el conjunto del bastidor de accionamiento (incluyendo el engranaje de anillo) hacia el puente, nivele y aperne.
20. Levante el tubo de torque y conéctela al cono/copla de accionamiento.
21. Levante el tanque alimentador y conéctelo al puente.
22. Asegúrese que el tubo de torque este vertical para la operación correcta del espesador. Si el tubo de torque no esta vertical, puede corregirse nivelando el sistema motriz.

ADVERTENCIA: Es esencial que la torsión este vertical para la operación correcta del espesador. Si el tubo de torque no esta vertical, puede corregirse nivelando el sistema motriz.

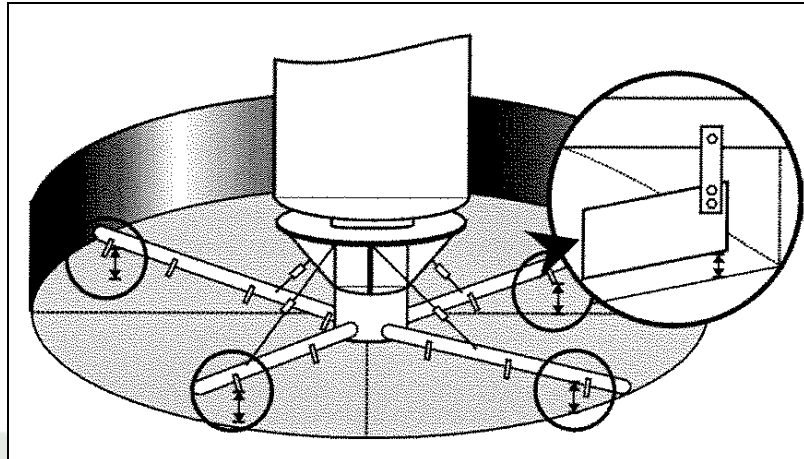


Figura 6.2 Diagrama Ilustrando la igual distancia entre raspadores

23. Cuidadosamente revise que los brazos opuestos de la estén nivelados en la puntas. Los más pronto posible rote las rastras y revise.

ADVERTENCIA: Es esencial que los brazos de la rastra opuesto estén nivelados en las puntas.

24. Asegúrese que la llave del cilindro/tornillo este completamente extendida (xero mecánico). Revise el espacio entre el piso y el estanque.
25. Instale los componentes del relleno del moto reductor.
26. Instale los paneles eléctricos y de control y cables.
27. Ajuste todas las hojas del raspador a los brazos de la rastra, instale los raspadores del cono de carga.
28. Levante la estructura de apoyo del desaerador, torre de la escalera y grating.
29. Ajuste la cañería de alimentación y apernela a la pared del estanque y tanque alimentador. Suelde completamente la boquilla de la cañería de alimentación al manto del estanque.

30. Coloque el desaerador nivélelo y conéctelo a la cañería de alimentación, si está instalado.
31. Complete la pintura de acuerdo con el procedimiento correcto y especificaciones.
32. Instale todo el grating y el pasamano.

6.3 PRINCIPIOS DEL ESTANQUE

La siguiente información es una lista de revisión de casos importantes que necesita para hacer que el estanque del espesador este listo para ser puesto en servicio.

- Revise que los pisos de acero suspendidos tengan combaduras.

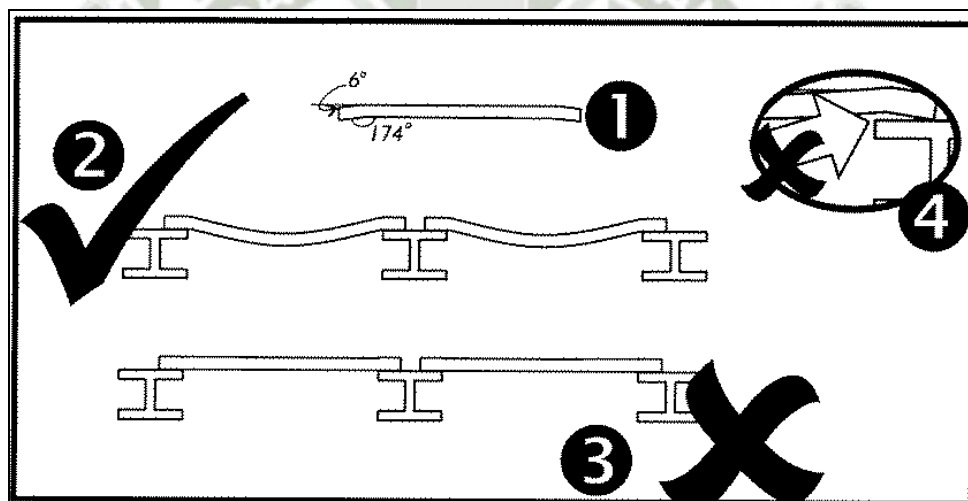


Figura 6.3 El principio general se ilustrara en el equipo.

1. Sección transversal simplificada de la plancha mostrando los valores típicos.
2. Ilustración simplificada de la combadura correcta.
3. Incorrecto- no hay combadura aquí.
4. El reborde de la placa debe ajustarse plano hacia la viga para soldar.

5. Asegure que la viga de anillo en lo alto del estanque este pareja. Perfore esta viga después de verificar las perforaciones del puente y de acuerdo al centro del estanque.
 - Instale todas las cañerías de alimentación y descarga, después del ensamble del manto. Oriente y nivélelos de acuerdo a los planos de disposición general.
 - Asegure que la soldadura en el estanque sea de una terminación de alta calidad, instale todos los motores suministros sueltos en los paneles, reductores según sea aplicable.
 - La soldadura de calidad provee una base buena para el trabajo de pintura. No deben haber desgarros, metales provisorios soldados, salpicaduras de soldaduras u otros que puedan afectar el espesor de pintura.
 - Revise si su estanque esta revestido con goma, si es así necesitara terminaciones especiales.

6.4 LISTA DE REVISION DE INSTALACION

ADVERTENCIA: Con el fin de evitar tener que desmontar el espesador, es esencial que lo ensamble correctamente siguiendo los pasos de la página previa. También es importante conducir por lo menos las revisiones recomendadas abajo. Una vez que la máquina esta instalada y puesta en servicio llega a ser muy difícil cambiar algo.

Siga esta lista de revisión antes de poner en servicio el espesador.

- Aplique a todos los pernos el torque según la especificación correcta.
- Alinee y nivele las rastras y sistema motriz.
- Lubrique totalmente de acuerdo al programa. Revise que esta usando la calidad y grados correctos.
- Lubrique los rodamientos del anillo.

- Lubrique los dientes del engranaje.
- Revise que la pintura sea correctamente aplicada de acuerdo a la especificación y grosor de la pintura.
- Instale la cañería de alimentación del espesador correctamente.
- Conecte el agua de sello.
- Instale la placa con el nombre.
- Monte el estanque, patas de apoyo del estanque, escalera de acceso, puente, rastras mecánicas, y cañería de torsión de acuerdo a los planos relevantes.
- Instale el tubo de torque verticalmente.
- Revise que la distancia entre los raspadores y el nivel de referencia del piso sean iguales en todos los cuadrantes.
- Asegure que los cimientos y grating sean satisfactorios.
- Apriete los pernos de seguridad.
- Asegure las protecciones del mecanismo accionamiento. Asegure que son adecuadas.
- Apriete los pernos de flange y use los tipos correctos de empaquetaduras y cañerías.

6.5 REVISIONES DE PRE-PUESTA EN SERVICIO

Estas revisiones son lo mínimo recomendado. Debería incorporarlos en sus procedimientos de puesta en servicio de la planta.

- Nivele el vertedero de sobre flujo.
- Revise y ajuste la separación de la plancha del deflector.

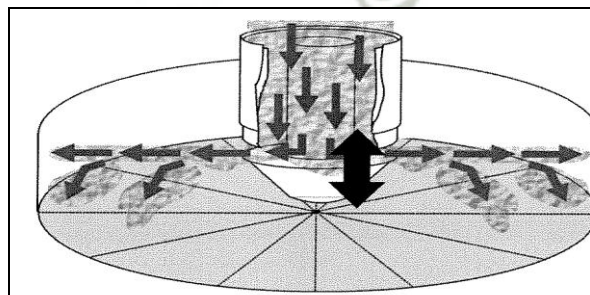


Figura 6.4 Diagrama mostrando como la placa del deflector se sobrecarga

- Limpie los accionamientos de la bomba de flujo inferior y revise que la dirección de la rotación esta correcta.
- Revise que la cañería del flujo inferior este completa.
- Conecte y lave o vaporice el venteo de levante de rastras.
- Revise los ajustes de la alarma.
- Conecte y limpie el accionamiento de rastras.
- Ajuste los limites de torsión consulte sobre el panel de control y conexión del cable.

6.6 FILOSOFIA DE CONTROL BASICO

Los espesadores típicamente funcionan a 30% de su torque normal, el valor puede variar de sitio a sitio y entre las operaciones de la planta. Por ejemplo, condiciones de alimentación, velocidad de bombeo de flujo inferior, afectarán el torque requerido.

- Aumentar el bombeo de flujo inferior a su capacidad máxima.
- Reducir la velocidad de alimentación al espesador.

ADVERTENCIA: Cuando elija aumentar la velocidad de la bomba de flujo inferior, es importante evitar ratonear (ilustrado abajo). Cuando la bomba esta succionando demasiado crea una ratonera y tira agua sucia en vez de lechada a través del flujo de descarga. Después de esto es muy difícil re-establecer un lecho de lodo. Hay un peligro de parar el espesador.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Todos los trabajos de fabricación deberán realizarse con el más cuidado posible teniendo presente principalmente las normas de seguridad ya sea para soldadura, rolado, y altura (si el trabajo a realizar se realiza a más de 2 metros del suelo deberá utilizarse un arnés de seguridad).

Los trabajos a realizar, deben ser debidamente supervisados y guiados por un supervisor capacitado para poder garantizar la correcta instalación y puesta en marcha del equipo.

2.- Se recomienda para mejorar el rendimiento del equipo, la utilización de floculantes que puedan producir una mayor velocidad de sedimentación del equipo.

3.- Como recomendación personal se muestra que hoy en día la minería en el país ha crecido y se han incorporado muchos equipos de última generación para la producción minera ya sea en la misma mina o en las plantas de concentrado, lo que implica que los alumnos que egresen de las universidades sepan más de la existencia de estos equipos, se debería complementar la carrera universitaria con cursos de minería y del funcionamiento de equipos de planta tales como chancadoras, molinos, celdas de flotación tipos, mantenimiento.

4.- Hoy en día toda empresa exige que ya sea como practicante o ya titulado tenga conocimientos de seguridad e higiene industrial, sería bueno conocer o tener una pequeña introducción en estos temas que son de mucha importancia, como la ejecución de procedimientos de trabajo ya que ésta tarea es de mucha importancia en las empresas mineras.

CAPITULO VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. "LA COMBUSTIÓN". A. L. MIRANDA BARRERAS, R. O. PUJOL. EDICIONES CEAC, 1996.
2. "MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO". PERRY AND CHILTON.
3. "STEEL CONSTRUCTION" Autor Steel Construction Institute (Great Britain)Impresora: John Wiley & Sons 2012-02-20
4. "GL&V".- DORR-OLIVER. BULLETIN CAB-3
5. "SOLUCIONES MEDIOAMBIENTALES PARA LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES NO METALICOS". JUAN CUIS BOUSO- AGOSTO 2005
6. "ESPESAMIENTO DE FANGOS". ESTEBAN LINARES FOODER Enero 2009
7. www.fi.uba.ar/materias/combustion
8. www.repsolypf.com
9. www.gruptefsa.com/sp/el.htm
10. <http://revistas.concytec.gob.pe>

ANEXOS



Welded Steel Tanks for Oil Storage

API STANDARD 650
TENTH EDITION, NOVEMBER 1998

ADDENDUM 1, JANUARY 2000
ADDENDUM 2, NOVEMBER 2001
ADDENDUM 3, SEPTEMBER 2003



**Helping You
Get The Job
Done Right.SM**

In SI units:

$$\frac{215t_b}{(HG)^{0.5}}$$

where

- t_b = thickness of the annular plate (see 3.5.3), in mm,
- H = maximum design liquid level (see 3.6.3.2), in m,
- G = design specific gravity of the liquid to be stored.

In US Customary units:

$$\frac{390t_b}{(HG)^{0.5}}$$

where

- t_b = thickness of the annular plate (see 3.5.3), (in.),
- H = maximum design liquid level (see 3.6.3.2), (ft),
- G = design specific gravity of the liquid to be stored.

3.5.3 The thickness of the annular bottom plates shall not be less than the thicknesses listed in Table 3-1 plus any specified corrosion allowance.

3.5.4 The ring of annular plates shall have a circular outside circumference but may have a regular polygonal shape inside the tank shell, with the number of sides equal to the number of annular plates. These pieces shall be welded in accordance with 3.1.5.6 and 3.1.5.7, item b.

3.5.5 In lieu of annular plates, the entire bottom may be butt-welded provided that the requirements for annular plate thickness, welding, materials, and inspection are met for the annular distance specified in 3.5.2.

3.6 SHELL DESIGN

3.6.1 General

3.6.1.1 The required shell thickness shall be the greater of the design shell thickness, including any corrosion allowance, or the hydrostatic test shell thickness, but the shell thickness shall not be less than the following:

Nominal Tank Diameter (See Note 1)		Nominal Plate Thickness (See Note 2)	
(m)	(ft)	(mm)	(in.)
< 15	< 50	5	3/16
15 to < 36	50 to < 120	6	1/4
36 to 60	120 to 200	8	5/16
> 60	> 200	10	3/8

Notes:

1. Unless otherwise specified by the purchaser, the nominal tank diameter shall be the centerline diameter of the bottom shell-course plates.
2. Nominal plate thickness refers to the tank shell as constructed. The thicknesses specified are based on erection requirements.
3. When specified by the purchaser, plate with a minimum nominal thickness of 6 millimeters may be substituted for 1/4-inch plate.

Table 3-1—Annular Bottom-Plate Thicknesses

Nominal Plate Thickness ^a of First Shell Course (mm)	SI Units			
	Hydrostatic Test Stress ^b in First Shell Course (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 230	≤ 250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 38$	8	11	14	17
$38 < t \leq 45$	9	13	16	19
Nominal Plate Thickness ^a of First Shell Course (in.)	US Customary			
	Hydrostatic Test Stress ^c in First Shell Course (lbf/in ²)			
	≤ 27,000	≤ 30,000	≤ 33,000	≤ 36,000
$t \leq 0.75$	1/4	1/4	9/32	11/32
$0.75 < t \leq 1.00$	1/4	9/32	3/8	7/16
$1.00 < t \leq 1.25$	1/4	11/32	15/32	9/16
$1.25 < t \leq 1.50$	5/16	7/16	9/16	11/16
$1.50 < t \leq 1.75$	11/32	1/2	5/8	3/4

^aNominal plate thickness refers to the tank shell as constructed.

^bHydrostatic test stresses are calculated from $[4.9D(H - 0.3)]/t$ (see 3.6.3.2).

^cHydrostatic test stresses are calculated from $[2.6 D(H - 1)]/t$ (see 3.6.3.2).

Note: The thicknesses specified in the table, as well as the width specified in 3.5.2, are based on the foundation providing uniform support under the full width of the annular plate. Unless the foundation is properly compacted, particularly at the inside of a concrete ringwall, settlement will produce additional stresses in the annular plate.

- **3.6.1.2** Unless otherwise agreed to by the purchaser, the shell plates shall have a minimum nominal width of 1800 mm (72 in.). Plates that are to be butt-welded shall be properly squared.
- **3.6.1.3** The design shell thickness shall be computed on the basis that the tank is filled to a level H (see 3.6.3.2) with a liquid that has a specific gravity specified by the purchaser.
- 3.6.1.4** The hydrostatic test shell thickness shall be computed on the basis that the tank is filled to a level H (see 3.6.3.2) with water.
- 3.6.1.5** The calculated stress for each shell course shall not be greater than the stress permitted for the particular material used for the course. No shell course shall be thinner than the course above it.
- **3.6.1.6** The tank shell shall be checked for stability against buckling from the design wind velocity, as specified by the purchaser, in accordance with 3.9.7. If required for stability, intermediate girders, increased shell-plate thicknesses, or both shall be used. If the design wind velocity is not specified, the

maximum allowable wind velocity shall be calculated, and the result shall be reported to the purchaser at the time of the bid.

3.6.1.7 The manufacturer shall furnish to the purchaser a drawing that lists the following for each course:

- The required shell thicknesses for both the design condition (including corrosion allowance) and the hydrostatic test condition.
- The nominal thickness used.
- The material specification.
- The allowable stresses.

3.6.1.8 Isolated radial loads on the tank shell, such as those caused by heavy loads on platforms and elevated walkways between tanks, shall be distributed by rolled structural sections, plate ribs, or built-up members.

3.6.2 Allowable Stress

3.6.2.1 The maximum allowable product design stress, S_d , shall be as shown in Table 3-2. The net plate thicknesses—the actual thicknesses less any corrosion allowance—shall be used in the calculation. The design stress basis, S_d , shall be either two-thirds the yield strength or two-fifths the tensile strength, whichever is less.

3.6.2.2 The maximum allowable hydrostatic test stress, S_t , shall be as shown in Table 3-2. The gross plate thicknesses, including any corrosion allowance, shall be used in the calculation. The hydrostatic test basis shall be either three-fourths the yield strength or three-sevenths the tensile strength, whichever is less.

3.6.2.3 Appendix A permits an alternative shell design with a fixed allowable stress of 145 MPa (21,000 lbf/in.²) and a joint efficiency factor of 0.85 or 0.70. This design may only be used for tanks with shell thicknesses less than or equal to 12.5 mm (1/2 in.).

3.6.2.4 Structural design stresses shall conform to the allowable working stresses given in 3.10.3.

3.6.3 Calculation of Thickness by the 1-Foot Method

3.6.3.1 The 1-foot method calculates the thicknesses required at design points 0.3 m (1 ft) above the bottom of each shell course. Appendix A permits only this design method. This method shall not be used for tanks larger than 60 m (200 ft) in diameter.

3.6.3.2 The required minimum thickness of shell plates shall be the greater of the values computed by the following formulas:

In SI units:

$$t_d = \frac{4.9D(H-0.3)G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{4.9D(H-0.3)}{S_t}$$

where

- t_d = design shell thickness, in mm,
- t_t = hydrostatic test shell thickness, in mm,
- D = nominal tank diameter, in m (see 3.6.1.1, Note 1),
- H = design liquid level, in m,
= height from the bottom of the course under consideration to the top of the shell including the top angle, if any; to the bottom of any overflow that limits the tank filling height; or to any other level specified by the purchaser, restricted by an internal floating roof, or controlled to allow for seismic wave action,
- G = design specific gravity of the liquid to be stored, as specified by the purchaser,
- CA = corrosion allowance, in mm, as specified by the purchaser (see 3.3.2),
- S_d = allowable stress for the design condition, in MPa (see 3.6.2.1),
- S_t = allowable stress for the hydrostatic test condition, in MPa (see 3.6.2.2).

In US Customary units:

$$t_d = \frac{2.6D(H-1)G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{2.6D(H-1)}{S_t}$$

where

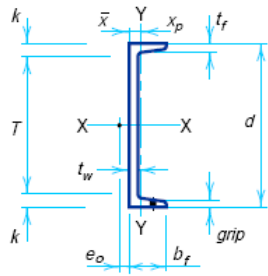
- t_d = design shell thickness (in.),
- t_t = hydrostatic test shell thickness (in.),
- D = nominal tank diameter, in ft (see 3.6.1.1, Note 1),
- H = design liquid level, (ft),
= height from the bottom of the course under consideration to the top of the shell including the top angle, if any; to the bottom of any overflow that limits the tank filling height; or to any other level specified by the purchaser, restricted by an internal floating roof, or controlled to allow for seismic wave action,
- G = design specific gravity of the liquid to be stored, as specified by the purchaser,
- CA = corrosion allowance, (in.), as specified by the purchaser (see 3.3.2),
- S_d = allowable stress for the design condition, (lbf/in.²) (see 3.6.2.1),
- S_t = allowable stress for the hydrostatic test condition, (lbf/in.²) (see 3.6.2.2).

Table 3-2—Permissible Plate Materials and Allowable Stresses

Plate Specification	Grade	Minimum Yield Strength MPa (psi)	Minimum Tensile Strength MPa (psi)	Product Design Stress S_d MPa (psi)	Hydrostatic Test Stress S_t MPa (psi)
ASTM Specifications					
A 283M (A 283)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
A 285M (A 285)	C (C)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
A 131M (A 131)	A, B, CS (A, B, CS)	235 (34,000)	400 (58,000)	157 (22,700)	171 (24,900)
A 36M (A 36)	—	250 (36,000)	400 (58,000)	160 (23,200)	171 (24,900)
A 131M (A 131)	EH 36 (EH 36)	360 (51,000)	490 ^a (71,000 ^a)	196 (28,400)	210 (30,400)
A 573M (A 573)	400 (58)	220 (32,000)	400 (58,000)	147 (21,300)	165 (24,000)
A 573M (A 573)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)
A 573M (A 573)	485 (70)	290 (42,000)	485 ^a (70,000 ^a)	193 (28,000)	208 (30,000)
A 516M (A 516)	380 (55)	205 (30,000)	380 (55,000)	137 (20,000)	154 (22,500)
A 516M (A 516)	415 (60)	220 (32,000)	415 (60,000)	147 (21,300)	165 (24,000)
A 516M (A 516)	450 (65)	240 (35,000)	450 (65,000)	160 (23,300)	180 (26,300)
A 516M (A 516)	485 (70)	260 (38,000)	485 (70,000)	173 (25,300)	195 (28,500)
A 662M (A 662)	B (B)	275 (40,000)	450 (65,000)	180 (26,000)	193 (27,900)
A 662M (A 662)	C (C)	295 (43,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
A 537M (A 537)	1 (1)	345 (50,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
A 537M (A 537)	2 (2)	415 (60,000)	550 ^a (80,000 ^a)	220 (32,000)	236 (34,300)
A 633M (A 633)	C, D (C, D)	345 (50,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
A 678M (A 678)	A (A)	345 (50,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
A 678M (A 678)	B (B)	415 (60,000)	550 ^a (80,000 ^a)	220 (32,000)	236 (34,300)
A 737M (A 737)	B (B)	345 (50,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
A 841M (A 841)	Class 1 (Class 1)	345 (50,000)	485 ^a (70,000 ^a)	194 (28,000)	208 (30,000)
CSA Specifications					
G40.21M	260W	260 (37,700)	410 (59,500)	164 (23,800)	176 (25,500)
G40.21M	300W	300 (43,500)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)
G40.21M	350WT	350 (50,800)	480 ^a (69,600 ^a)	192 (27,900)	206 (29,800)
G40.21M	350W	350 (50,800)	450 (65,300)	180 (26,100)	193 (28,000)
National Standards					
	235	235 (34,000)	365 (52,600)	137 (20,000)	154 (22,500)
	250	250 (36,000)	400 (58,300)	157 (22,700)	171 (25,000)
	275	275 (40,000)	430 (62,600)	167 (24,000)	184 (26,800)
ISO 630					
E 275	C, D	265 (38,400)	410 (59,500)	164 (23,800)	175 (25,500)
E 355	C, D	345 (50,000)	490 ^a (71,000 ^a)	196 (28,400)	210 (30,400)

^aBy agreement between the purchaser and the manufacturer, the tensile strength of these materials may be increased to 515 MPa (75,000 psi) minimum and 620 MPa (90,000 psi) maximum [and to 585 MPa (85,000 psi) minimum and 690 MPa (100,000 psi) maximum for ASTM A 537M, Class 2, and A 678M, Grade B]. When this is done, the allowable stresses shall be determined as stated in 3.6.2.1 and 3.6.2.2.

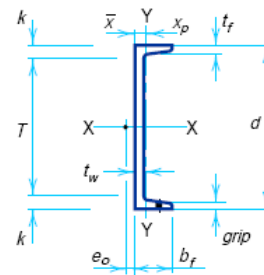
PERFIL C 6x8.2



**CHANNELS
AMERICAN STANDARD
Dimensions**

Designation	Area A in. ²	Depth d in.	Web		Flange			Distance		Grip in.	Max. Flge. Faste-ner in.		
			Thickness <i>t_w</i> in.	<i>t_w</i> / 2 in.	Width <i>b_f</i> in.	Thickness <i>t_f</i> in.	<i>T</i> in.	<i>k</i> in.					
			C15×50 ×40 ×33.9	14.7 11.8 9.96	15.00 15.00 15.00	0.716 0.520 0.400	1 ¹ / ₁₆ 1/2 3/8	3/8 1/4 3/16	3.716 3.520 3.400			3 ³ / ₄ 3 ¹ / ₂ 3 ³ / ₈	0.650 0.650 0.650
C12×30 ×25 ×20.7	8.82 7.35 6.09	12.00 12.00 12.00	0.510 0.387 0.282	1/2 3/8 5/16	1/4 3/16 1/8	3.170 3.047 2.942	3 ¹ / ₈ 3 3	0.501 0.501 0.501	1/2 1/2 1/2	9 ³ / ₄ 9 ³ / ₄ 9 ³ / ₄	1 ¹ / ₈ 1 ¹ / ₈ 1 ¹ / ₈	1/2 1/2 1/2	7/8 7/8 7/8
C10×30 ×25 ×20 ×15.3	8.82 7.35 5.88 4.49	10.00 10.00 10.00 10.00	0.673 0.526 0.379 0.240	1 ¹ / ₁₆ 1/2 3/8 1/4	5/16 1/4 3/16 1/8	3.033 2.886 2.739 2.600	3 2 ⁷ / ₈ 2 ³ / ₄ 2 ⁵ / ₈	0.436 0.436 0.436 0.436	7/16 7/16 7/16 7/16	8 8 8 8	1 1 1 1	7/16 7/16 7/16 7/16	3/4 3/4 3/4 3/4
C9×20 ×15 ×13.4	5.88 4.41 3.94	9.00 9.00 9.00	0.448 0.285 0.233	7/16 5/16 1/4	1/4 1/8 1/8	2.648 2.485 2.433	2 ⁵ / ₈ 2 ¹ / ₂ 2 ³ / ₈	0.413 0.413 0.413	7/16 7/16 7/16	7 ¹ / ₈ 7 ¹ / ₈ 7 ¹ / ₈	1 ⁵ / ₁₆ 1 ⁵ / ₁₆ 1 ⁵ / ₁₆	7/16 7/16 7/16	3/4 3/4 3/4
C8×18.75 ×13.75 ×11.5	5.51 4.04 3.38	8.00 8.00 8.00	0.487 0.303 0.220	1/2 5/16 1/4	1/4 1/8 1/8	2.527 2.343 2.260	2 ¹ / ₂ 2 ³ / ₈ 2 ¹ / ₄	0.390 0.390 0.390	3/8 3/8 3/8	6 ¹ / ₈ 6 ¹ / ₈ 6 ¹ / ₈	1 ⁵ / ₁₆ 1 ⁵ / ₁₆ 1 ⁵ / ₁₆	3/8 3/8 3/8	3/4 3/4 3/4
C7×12.25 ×9.8	3.60 2.87	7.00 7.00	0.314 0.210	5/16 3/16	3/16 1/8	2.194 2.090	2 ¹ / ₄ 2 ¹ / ₈	0.366 0.366	3/8 3/8	5 ¹ / ₄ 5 ¹ / ₄	7/8 7/8	3/8 3/8	5/8 5/8
C6×13 ×10.5 ×8.2	3.83 3.09 2.40	6.00 6.00 6.00	0.437 0.314 0.200	7/16 5/16 3/16	3/16 3/16 1/8	2.157 2.034 1.920	2 ¹ / ₈ 2 1 ⁷ / ₈	0.343 0.343 0.343	5/16 5/16 5/16	4 ³ / ₈ 4 ³ / ₈ 4 ³ / ₈	1 ³ / ₁₆ 1 ³ / ₁₆ 1 ³ / ₁₆	5/16 3/8 5/16	5/8 5/8 5/8
C5×9 ×6.7	2.64 1.97	5.00 5.00	0.325 0.190	5/16 3/16	3/16 1/8	1.885 1.750	1 ⁷ / ₈ 1 ³ / ₄	0.320 0.320	5/16 5/16	3 ¹ / ₂ 3 ¹ / ₂	3/4 3/4	5/16 —	5/8 —
C4×7.25 ×5.4	2.13 1.59	4.00 4.00	0.321 0.184	5/16 3/16	3/16 1/16	1.721 1.584	1 ³ / ₄ 1 ⁵ / ₈	0.296 0.296	5/16 5/16	2 ⁵ / ₈ 2 ⁵ / ₈	1 ¹ / ₁₆ 1 ¹ / ₁₆	5/16 —	5/8 —
C3×6 ×5 ×4.1	1.76 1.47 1.21	3.00 3.00 3.00	0.356 0.258 0.170	3/8 1/4 3/16	3/16 1/8 1/16	1.596 1.498 1.410	1 ⁵ / ₈ 1 ¹ / ₂ 1 ³ / ₈	0.273 0.273 0.273	1/4 1/4 1/4	1 ⁵ / ₈ 1 ⁵ / ₈ 1 ⁵ / ₈	1 ¹ / ₁₆ 1 ¹ / ₁₆ 1 ¹ / ₁₆	— — —	— — —

CHANNELS AMERICAN STANDARD Properties

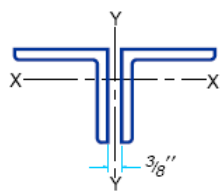


Nom- inal Wt. per ft	\bar{x}	Shear Center Loca- tion e_o	PNA Loca- tion x_p	Axis X-X				Axis Y-Y			
				I	Z	S	r	I	Z	S	r
lb	in.	in.	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in. ³	in.
50	0.798	0.583	0.488	404	68.2	53.8	5.24	11.0	8.17	3.78	0.867
40	0.777	0.767	0.390	349	57.2	46.5	5.44	9.23	6.87	3.37	0.886
33.9	0.787	0.896	0.330	315	50.4	42.0	5.62	8.13	6.23	3.11	0.904
30	0.674	0.618	0.366	162	33.6	27.0	4.29	5.14	4.33	2.06	0.763
25	0.674	0.746	0.305	144	29.2	24.1	4.43	4.47	3.84	1.88	0.780
20.7	0.698	0.870	0.252	129	25.4	21.5	4.61	3.88	3.49	1.73	0.799
30	0.649	0.369	0.439	103	26.6	20.7	3.42	3.94	3.78	1.65	0.669
25	0.617	0.494	0.366	91.2	23.0	18.2	3.52	3.36	3.19	1.48	0.676
20	0.606	0.637	0.292	78.9	19.3	15.8	3.66	2.81	2.71	1.32	0.692
15.3	0.634	0.796	0.223	67.4	15.8	13.5	3.87	2.28	2.35	1.16	0.713
20	0.583	0.515	0.325	60.9	16.8	13.5	3.22	2.42	2.47	1.17	0.642
15	0.586	0.682	0.243	51.0	13.5	11.3	3.40	1.93	2.05	1.01	0.661
13.4	0.601	0.743	0.217	47.9	12.5	10.6	3.48	1.76	1.95	0.962	0.669
18.75	0.565	0.431	0.343	44.0	13.8	11.0	2.82	1.98	2.17	1.01	0.599
13.75	0.553	0.604	0.251	36.1	10.9	9.03	2.99	1.53	1.73	0.854	0.615
11.5	0.571	0.697	0.209	32.6	9.55	8.14	3.11	1.32	1.58	0.781	0.625
12.25	0.525	0.538	0.255	24.2	8.40	6.93	2.60	1.17	1.43	0.703	0.571
9.8	0.540	0.647	0.203	21.3	7.12	6.08	2.72	0.968	1.26	0.625	0.581
13	0.514	0.380	0.317	17.4	7.26	5.80	2.13	1.05	1.36	0.642	0.525
10.5	0.499	0.486	0.255	15.2	6.15	5.06	2.22	0.866	1.15	0.564	0.529
8.2	0.511	0.599	0.198	13.1	5.13	4.38	2.34	0.693	0.993	0.492	0.537
9	0.478	0.427	0.262	8.90	4.36	3.56	1.83	0.632	0.918	0.450	0.489
6.7	0.484	0.552	0.217	7.49	3.51	3.00	1.95	0.479	0.763	0.378	0.493
7.25	0.459	0.386	0.264	4.59	2.81	2.29	1.47	0.433	0.697	0.343	0.450
5.4	0.457	0.502	0.241	3.85	2.26	1.93	1.56	0.319	0.569	0.283	0.449
6	0.455	0.322	0.291	2.07	1.72	1.38	1.08	0.305	0.544	0.268	0.416
5	0.438	0.392	0.242	1.85	1.50	1.24	1.12	0.247	0.466	0.233	0.410
4.1	0.436	0.461	0.284	1.66	1.30	1.10	1.17	0.197	0.401	0.202	0.404

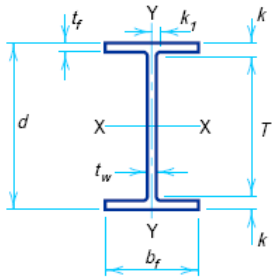
PERFIL 2 1/2 x 2 1/2 x 3/16

DOUBLE ANGLES Two equal leg angles Properties of sections							
Designation	Axis Y-Y			Q_s^*			
	Radii of Gyration			Angles in Contact		Angles Separated	
	Back to Back of Angles, in.			$F_y =$	$F_y =$	$F_y =$	$F_y =$
	0	3/8	3/4	36 ksi	50 ksi	36 ksi	50 ksi
L3 1/2 x 3 1/2 x 3/8	1.48	1.61	1.75	—	—	—	—
5/16	1.47	1.60	1.74	—	—	—	0.986
1/4	1.46	1.59	1.73	—	0.982	0.965	0.897
L3 x 3 x 1/2	1.29	1.43	1.59	—	—	—	—
3/8	1.27	1.41	1.56	—	—	—	—
5/16	1.26	1.40	1.55	—	—	—	—
1/4	1.26	1.39	1.53	—	—	—	0.961
3/16	1.25	1.38	1.52	0.995	0.921	0.911	0.834
L2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	1.07	1.21	1.36	—	—	—	—
5/16	1.06	1.20	1.35	—	—	—	—
1/4	1.05	1.19	1.34	—	—	—	—
3/16	1.04	1.18	1.32	—	—	0.982	0.919
L2 x 2 x 3/8	0.870	1.01	1.17	—	—	—	—
5/16	0.859	1.00	1.16	—	—	—	—
1/4	0.849	0.989	1.14	—	—	—	—
3/16	0.840	0.977	1.13	—	—	—	—
1/8	0.831	0.965	1.11	0.995	0.921	0.911	0.834



		$F_y = 36 \text{ ksi}$										
		$F_y = 50 \text{ ksi}$										
<p>COLUMNS Double angles Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$) Equal legs $\frac{3}{8}$ in. back to back of angles</p>												
												
Size		$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$										No. of Connectors ^a
Thickness		$\frac{3}{8}$		$\frac{5}{16}$		$\frac{1}{4}$		$\frac{3}{16}$				
Wt./ft		11.8		10.0		8.2		6.14				
F_y		36	50	36	50	36	50	36	50			
Effective length KL (ft) with respect to indicated axis	X-X AXIS	0	106	147	90	125	73	101	54	70	b	
		2	101	137	85	116	69	94	52	66		
		3	94	125	80	106	65	86	48	61		
		4	86	110	73	93	59	76	44	54		
		5	76	93	65	79	53	65	40	47		
		6	66	76	56	65	46	53	35	40		
		7	55	59	47	51	39	42	30	32		
		8	45	46	39	39	32	33	25	25		
		9	36	36	31	31	26	26	20	20		
		10	29	29	25	25	21	21	16	16		
		11	24	24	21	21	17	17	13	13		
		12	20	20	17	17	14	14	11	11		
		Y-Y AXIS	0	106	147	90	125	73	101	54	70	3
			2	101	138	84	114	67	89	46	57	
			3	99	133	82	110	65	86	45	55	
			4	95	126	79	105	63	82	44	53	
			5	90	118	75	98	60	77	42	50	
			6	85	109	71	90	56	71	40	47	
			7	79	98	66	82	52	64	37	44	
			8	73	88	61	73	48	58	35	40	
			9	66	77	55	64	44	51	32	35	
			10	60	67	50	55	40	44	29	31	
			11	53	57	44	47	35	37	26	27	
			12	47	48	39	40	31	32	23	23	
13	41	41	34	34	27	27	20	20				
14	35	35	29	29	23	23	17	17				
15	31	31	26	26	20	20	15	15				
16	27	27	22	22	18	18	13	13				
17	24	24	20	20	16	16	12	12				
18	21	21	18	18	14	14	11	11				
19	19	19	16	16	13	13	9	9				
20	17	17	14	14								

PERFIL W14x90

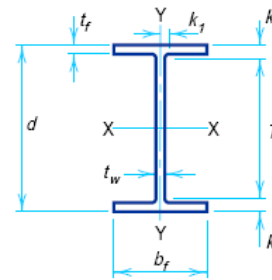


W SHAPES Dimensions

Designation	Area <i>A</i> in. ²	Depth <i>d</i> in.		Web			Flange			Distance			
				Thickness <i>t_w</i> in.	$\frac{t_w}{2}$ in.	Width <i>b_f</i> in.	Thickness <i>t_f</i> in.	<i>T</i> in.	<i>k</i> in.	<i>k₁</i> in.			
											<i>t_w</i>	$\frac{t_w}{2}$	<i>b_f</i>
W14x132 x120 x109 x99 x90	38.8	14.66	14 ⁵ / ₈	0.645	5/8	5/16	14.725	14 ³ / ₄	1.030	1	11 ¹ / ₄	11 ¹ / ₁₆	15 ¹ / ₁₆
	35.3	14.48	14 ¹ / ₂	0.590	9/16	5/16	14.670	14 ⁵ / ₈	0.940	15/16	11 ¹ / ₄	15/8	15 ¹ / ₁₆
	32.0	14.32	14 ³ / ₈	0.525	1/2	1/4	14.605	14 ⁵ / ₈	0.860	7/8	11 ¹ / ₄	19/16	7/8
	29.1	14.16	14 ¹ / ₈	0.485	1/2	1/4	14.565	14 ⁵ / ₈	0.780	3/4	11 ¹ / ₄	17/16	7/8
26.5	14.02	14	0.440	7/16	1/4	14.520	14 ¹ / ₂	0.710	11/16	11 ¹ / ₄	13/8	7/8	
W14x82 x74 x68 x61	24.1	14.31	14 ¹ / ₄	0.510	1/2	1/4	10.130	10 ¹ / ₈	0.855	7/8	11	15/8	1
	21.8	14.17	14 ¹ / ₈	0.450	7/16	1/4	10.070	10 ¹ / ₈	0.785	13/16	11	19/16	15/16
	20.0	14.04	14	0.415	7/16	1/4	10.035	10	0.720	3/4	11	1 ¹ / ₂	15/16
	17.9	13.89	13 ⁷ / ₈	0.375	3/8	3/16	9.995	10	0.645	5/8	11	17/16	15/16
W14x53 x48 x43	15.6	13.92	13 ⁷ / ₈	0.370	3/8	3/16	8.060	8	0.660	11/16	11	17/16	15/16
	14.1	13.79	13 ³ / ₄	0.340	5/16	3/16	8.030	8	0.595	5/8	11	13/8	7/8
	12.6	13.66	13 ⁵ / ₈	0.305	5/16	3/16	7.995	8	0.530	1/2	11	15/16	7/8
W14x38 x34 x30	11.2	14.10	14 ¹ / ₈	0.310	5/16	3/16	6.770	6 ³ / ₄	0.515	1/2	12	1 ¹ / ₁₆	5/8
	10.0	13.98	14	0.285	5/16	3/16	6.745	6 ³ / ₄	0.455	7/16	12	1	5/8
	8.85	13.84	13 ⁷ / ₈	0.270	1/4	1/8	6.730	6 ³ / ₄	0.385	3/8	12	15/16	5/8
W14x26 x22	7.69	13.91	13 ⁷ / ₈	0.255	1/4	1/8	5.025	5	0.420	7/16	12	15/16	9/16
	6.49	13.74	13 ³ / ₄	0.230	1/4	1/8	5.000	5	0.335	5/16	12	7/8	9/16

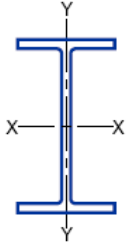


W SHAPES Properties

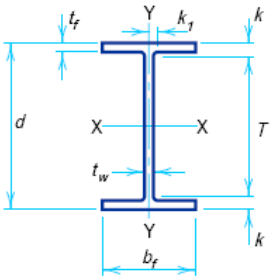


Nom- inal Wt. per ft	Compact Section Criteria			X_1	$X_2 \times 10^6$	Elastic Properties						Plastic Modulus	
						Axis X-X			Axis Y-Y			Z_x	Z_y
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	F_y'''			I	S	r	I	S	r		
	lb		ksi			ksi	(1/ksi) ²	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in.
132	7.1	17.7	—	4180	428	1530	209	6.28	548	74.5	3.76	234	113
120	7.8	19.3	—	3830	601	1380	190	6.24	495	67.5	3.74	212	102
109	8.5	21.7	—	3490	853	1240	173	6.22	447	61.2	3.73	192	92.7
99	9.3	23.5	—	3190	1220	1110	157	6.17	402	55.2	3.71	173	83.6
90	10.2	25.9	—	2900	1750	999	143	6.14	362	49.9	3.70	157	75.6
82	5.9	22.4	—	3600	846	882	123	6.05	148	29.3	2.48	139	44.8
74	6.4	25.3	—	3290	1190	796	112	6.04	134	26.6	2.48	126	40.6
68	7.0	27.5	—	3020	1650	723	103	6.01	121	24.2	2.46	115	36.9
61	7.7	30.4	—	2720	2460	640	92.2	5.98	107	21.5	2.45	102	32.8
53	6.1	30.8	—	2830	2250	541	77.8	5.89	57.7	14.3	1.92	87.1	22.0
48	6.7	33.5	57	2580	3220	485	70.3	5.85	51.4	12.8	1.91	78.4	19.6
43	7.5	37.4	46	2320	4900	428	62.7	5.82	45.2	11.3	1.89	69.6	17.3
38	6.6	39.6	41	2190	6850	385	54.6	5.87	26.7	7.88	1.55	61.5	12.1
34	7.4	43.1	35	1970	10600	340	48.6	5.83	23.3	6.91	1.53	54.6	10.6
30	8.7	45.4	31	1750	17600	291	42.0	5.73	19.6	5.82	1.49	47.3	8.99
26	6.0	48.1	28	1890	13900	245	35.3	5.65	8.91	3.54	1.08	40.2	5.54
22	7.5	53.3	22	1610	27300	199	29.0	5.54	7.00	2.80	1.04	33.2	4.39



		COLUMNS W shapes Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$)									
		$F_y = 36$ ksi		$F_y = 50$ ksi							
Designation		W14									
Wt./ft		132		120		109		99		90	
F_y		36	50	36	50	36	50	36	50†	36	50†
Effective length KL (ft) with respect to least radius of gyration r_y	0	1190	1650	1080	1500	979	1360	890	1240	811	1130
	6	1160	1610	1060	1460	960	1320	873	1200	795	1100
	7	1160	1590	1050	1450	953	1310	867	1190	789	1080
	8	1150	1570	1040	1430	946	1300	860	1180	783	1070
	9	1140	1550	1030	1410	937	1280	852	1160	775	1060
	10	1130	1530	1020	1390	927	1260	843	1150	767	1040
	11	1110	1510	1010	1370	917	1240	833	1130	758	1030
	12	1100	1480	999	1350	905	1220	823	1110	749	1010
	13	1080	1450	986	1320	893	1200	811	1090	738	989
	14	1070	1430	971	1290	880	1170	799	1060	727	969
	15	1050	1390	956	1270	866	1150	787	1040	716	947
	16	1030	1360	940	1240	852	1120	773	1020	704	925
	17	1020	1330	924	1210	837	1090	759	991	691	902
	18	997	1300	906	1180	821	1060	745	965	678	878
	19	978	1260	888	1140	804	1030	730	938	664	853
	20	958	1220	870	1110	787	1000	714	911	650	828
	22	916	1150	831	1040	752	943	682	854	620	776
	24	872	1070	791	972	715	879	648	796	589	723
	26	826	997	749	902	677	815	614	737	558	670
	28	780	920	706	832	639	751	578	679	525	616
30	733	844	663	762	600	688	542	621	493	564	
32	686	769	620	694	560	627	507	565	460	512	
34	639	697	577	628	522	567	471	511	428	463	
36	593	627	535	565	483	509	436	458	396	415	
38	547	563	494	507	446	457	402	411	365	372	

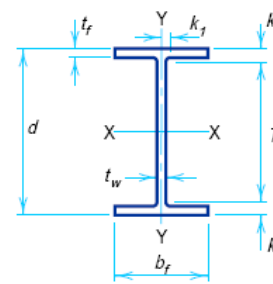
PERFIL W8 x 31



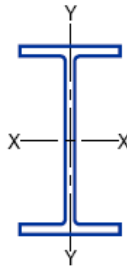
W SHAPES
Dimensions

Designation	Area A in. ²	Depth d in.		Web			Flange				Distance		
				Thickness t _w in.		t _w /2 in.	Width b _f in.	Thickness t _f in.	T in.	k in.	k ₁ in.		
W8×67 ×58 ×48 ×40 ×35 ×31	19.7	9.00	9	0.570	9/16	5/16	8.280	8 1/4	0.935	15/16	6 1/8	17/16	11/16
	17.1	8.75	8 3/4	0.510	1/2	1/4	8.220	8 1/4	0.810	13/16	6 1/8	15/16	11/16
	14.1	8.50	8 1/2	0.400	3/8	3/16	8.110	8 1/8	0.685	11/16	6 1/8	13/16	5/8
	11.7	8.25	8 1/4	0.360	3/8	3/16	8.070	8 1/8	0.560	9/16	6 1/8	11/16	5/8
	10.3	8.12	8 1/8	0.310	5/16	3/16	8.020	8	0.495	1/2	6 1/8	1	9/16
	9.13	8.00	8	0.285	5/16	3/16	7.995	8	0.435	7/16	6 1/8	15/16	9/16
W8×28 ×24	8.25	8.06	8	0.285	5/16	3/16	6.535	6 1/2	0.465	7/16	6 1/8	15/16	9/16
	7.08	7.93	7 7/8	0.245	1/4	1/8	6.495	6 1/2	0.400	3/8	6 1/8	7/8	9/16
W8×21 ×18	6.16	8.28	8 1/4	0.250	1/4	1/8	5.270	5 1/4	0.400	3/8	6 5/8	13/16	1/2
	5.26	8.14	8 1/8	0.230	1/4	1/8	5.250	5 1/4	0.330	5/16	6 5/8	3/4	7/16
W8×15 ×13 ×10	4.44	8.11	8 1/8	0.245	1/4	1/8	4.015	4	0.315	5/16	6 5/8	3/4	1/2
	3.84	7.99	8	0.230	1/4	1/8	4.000	4	0.255	1/4	6 5/8	11/16	7/16
	2.96	7.89	7 7/8	0.170	3/16	1/8	3.940	4	0.205	3/16	6 5/8	5/8	7/16
W6×25 ×20 ×15	7.34	6.38	6 3/8	0.320	5/16	3/16	6.080	6 1/8	0.455	7/16	4 3/4	13/16	7/16
	5.87	6.20	6 1/4	0.260	1/4	1/8	6.020	6	0.365	3/8	4 3/4	3/4	7/16
	4.43	5.99	6	0.230	1/4	1/8	5.990	6	0.260	1/4	4 3/4	5/8	3/8
W6×16 ×12 ×9	4.74	6.28	6 1/4	0.260	1/4	1/8	4.030	4	0.405	3/8	4 3/4	3/4	7/16
	3.55	6.03	6	0.230	1/4	1/8	4.000	4	0.280	1/4	4 3/4	5/8	3/8
	2.68	5.90	5 7/8	0.170	3/16	1/8	3.940	4	0.215	3/16	4 3/4	9/16	3/8
W5×19 ×16	5.54	5.15	5 1/8	0.270	1/4	1/8	5.030	5	0.430	7/16	3 1/2	13/16	7/16
	4.68	5.01	5	0.240	1/4	1/8	5.000	5	0.360	3/8	3 1/2	3/4	7/16
W4×13	3.83	4.16	4 1/8	0.280	1/4	1/8	4.060	4	0.345	3/8	2 3/4	1 1/16	7/16

W SHAPES Properties

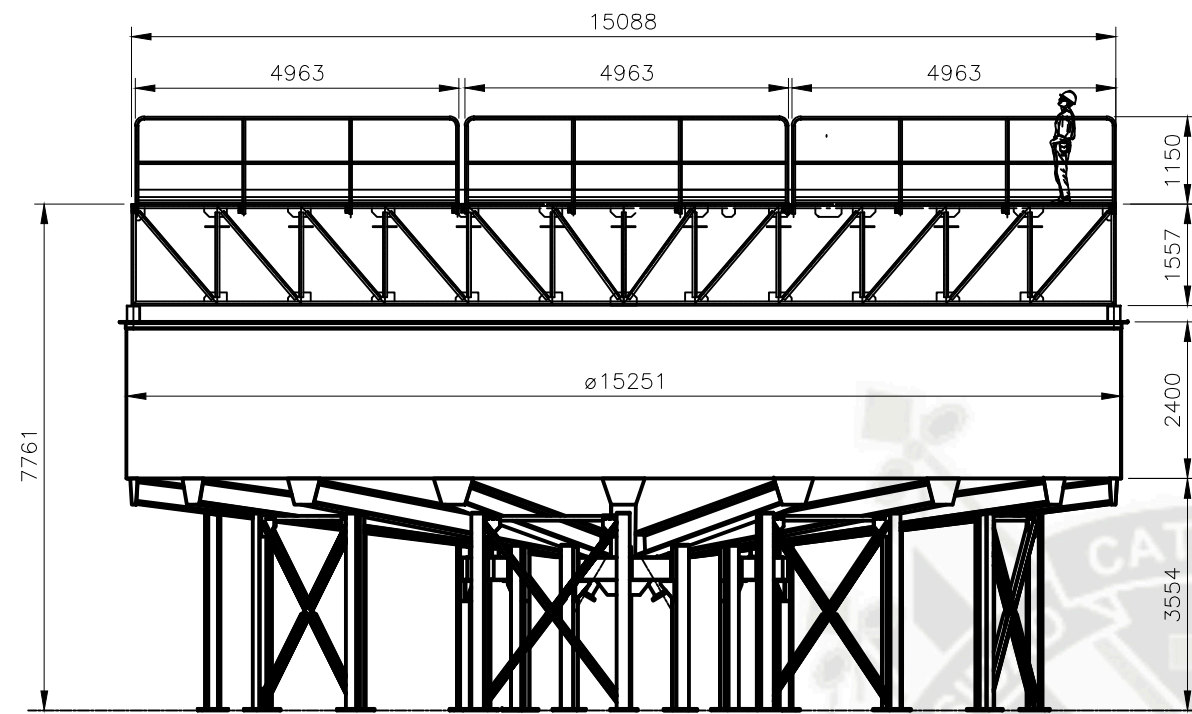


Nom- inal Wt. per ft	Compact Section Criteria			X_1	$X_2 \times 10^6$	Elastic Properties						Plastic Modulus	
						Axis X-X			Axis Y-Y			Z_x	Z_y
	$\frac{b_f}{2t_f}$	$\frac{h}{t_w}$	F_y'''			I	S	r	I	S	r		
lb		ksi	ksi	$(1/ksi)^2$	in. ⁴	in. ³	in.	in. ⁴	in. ³	in.	in. ³	in. ³	
67	4.4	11.1	—	6620	73.9	272	60.4	3.72	88.6	21.4	2.12	70.2	32.7
58	5.1	12.4	—	5820	122	228	52.0	3.65	75.1	18.3	2.10	59.8	27.9
48	5.9	15.8	—	4860	238	184	43.3	3.61	60.9	15.0	2.08	49.0	22.9
40	7.2	17.6	—	4080	474	146	35.5	3.53	49.1	12.2	2.04	39.8	18.5
35	8.1	20.4	—	3610	761	127	31.2	3.51	42.6	10.6	2.03	34.7	16.1
31	9.2	22.2	—	3230	1180	110	27.5	3.47	37.1	9.27	2.02	30.4	14.1
28	7.0	22.2	—	3480	931	98.0	24.3	3.45	21.7	6.63	1.62	27.2	10.1
24	8.1	25.8	—	3020	1610	82.8	20.9	3.42	18.3	5.63	1.61	23.2	8.57
21	6.6	27.5	—	2890	2090	75.3	18.2	3.49	9.77	3.71	1.26	20.4	5.69
18	8.0	29.9	—	2490	3890	61.9	15.2	3.43	7.97	3.04	1.23	17.0	4.66
15	6.4	28.1	—	2670	3440	48.0	11.8	3.29	3.41	1.70	0.876	13.6	2.67
13	7.8	29.9	—	2370	5780	39.6	9.91	3.21	2.73	1.37	0.843	11.4	2.15
10	9.6	40.5	39	1760	17900	30.8	7.81	3.22	2.09	1.06	0.841	8.87	1.66
25	6.7	15.5	—	4410	369	53.4	16.7	2.70	17.1	5.61	1.52	18.9	8.56
20	8.2	19.1	—	3550	846	41.4	13.4	2.66	13.3	4.41	1.50	14.9	6.72
15	11.5	21.6	—	2740	2470	29.1	9.72	2.56	9.32	3.11	1.46	10.8	4.75
16	5.0	19.1	—	4010	591	32.1	10.2	2.60	4.43	2.20	0.966	11.7	3.39
12	7.1	21.6	—	3100	1740	22.1	7.31	2.49	2.99	1.50	0.918	8.30	2.32
9	9.2	29.2	—	2360	4980	16.4	5.56	2.47	2.19	1.11	0.905	6.23	1.72
19	5.8	14.0	—	5140	192	26.2	10.2	2.17	9.13	3.63	1.28	11.6	5.53
16	6.9	15.8	—	4440	346	21.3	8.51	2.13	7.51	3.00	1.27	9.59	4.57
13	5.9	10.6	—	5560	154	11.3	5.46	1.72	3.86	1.90	1.00	6.28	2.92

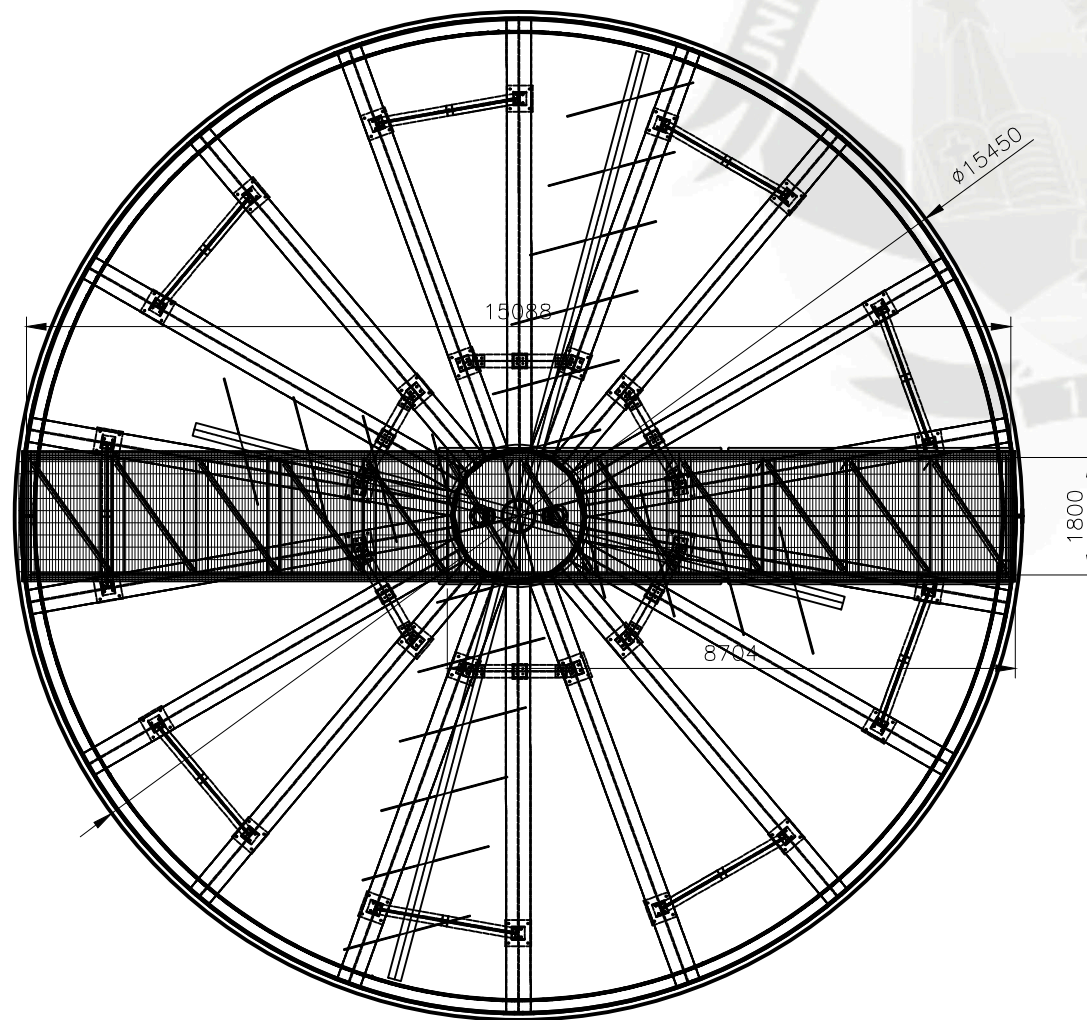
		COLUMNS W shapes Design axial strength in kips ($\phi = 0.85$)											
		W8											
Designation		67		58		48		40		35		31	
Wt./ft		67		58		48		40		35		31	
F_y		36	50	36	50	36	50	36	50	36	50	36	50
Effective length KL (ft) with respect to least radius of gyration r_y	0	603	837	523	727	431	599	358	497	315	438	279	388
	6	567	770	492	667	405	549	335	454	295	399	261	354
	7	555	746	481	647	396	532	327	439	288	386	255	342
	8	541	721	469	624	386	513	319	423	280	372	248	329
	9	526	693	455	599	374	492	309	405	272	356	240	315
	10	509	662	441	572	362	470	298	386	262	339	232	300
	11	492	631	425	544	349	446	287	366	252	321	223	284
	12	473	598	409	515	335	422	275	345	242	303	214	268
	13	453	564	391	485	321	397	263	324	231	284	204	251
	14	433	529	374	455	306	372	251	303	220	265	194	234
	15	412	494	355	425	291	347	238	281	208	246	184	217
	16	391	460	337	394	276	321	225	260	197	228	174	200
	17	370	425	318	365	260	297	211	239	185	209	163	184
	18	349	392	300	335	245	272	198	219	174	191	153	168
	19	328	359	281	307	229	249	185	199	162	174	143	153
	20	307	328	263	279	214	226	173	180	151	157	133	138
	22	266	271	228	231	185	187	148	149	129	130	114	114
	24	228	228	194	194	157	157	125	125	109	109	96	96
	26	194	194	165	165	134	134	107	107	93	93	82	82
	28	167	167	143	143	115	115	92	92	80	80	70	70
30	146	146	124	124	100	100	80	80	70	70	61	61	
32	128	128	109	109	88	88	70	70	61	61	54	54	
33	120	120	103	103	83	83	66	66	58	58	51	51	
34	113	113	97	97	78	78	62	62					
35	107	107	91	91									

PLANOS

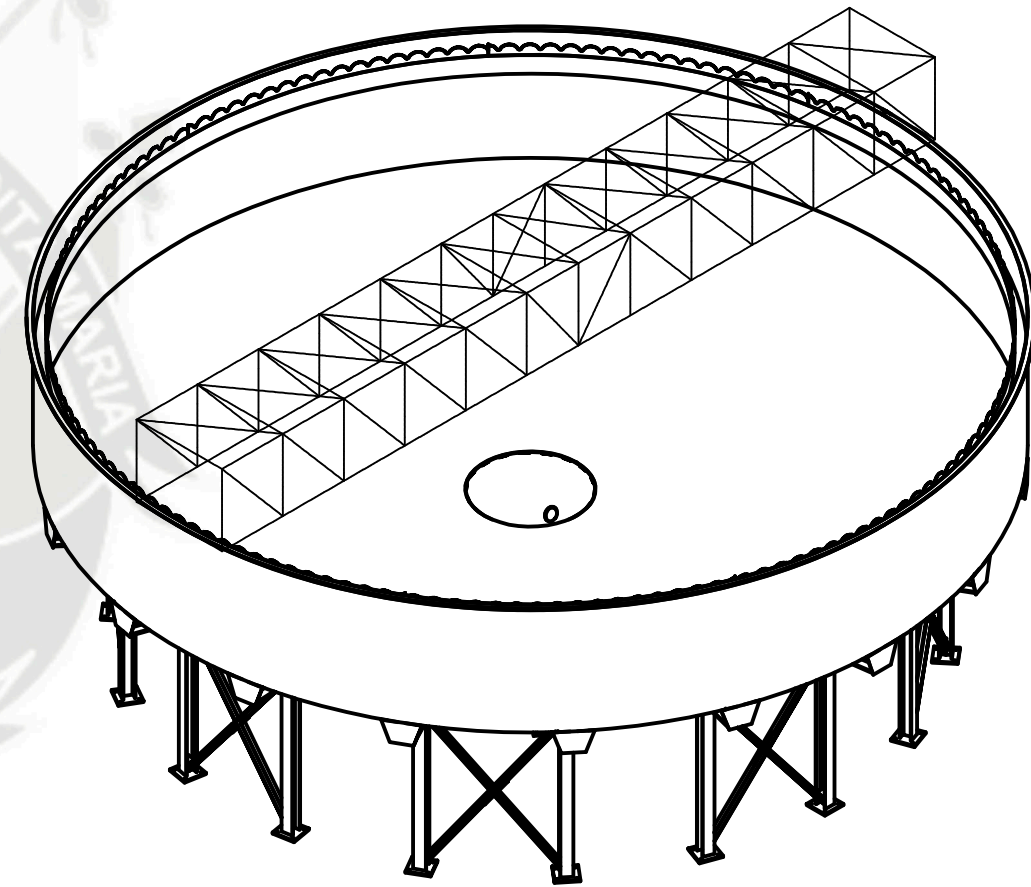




VISTA FRONTAL
ESC. 1/100

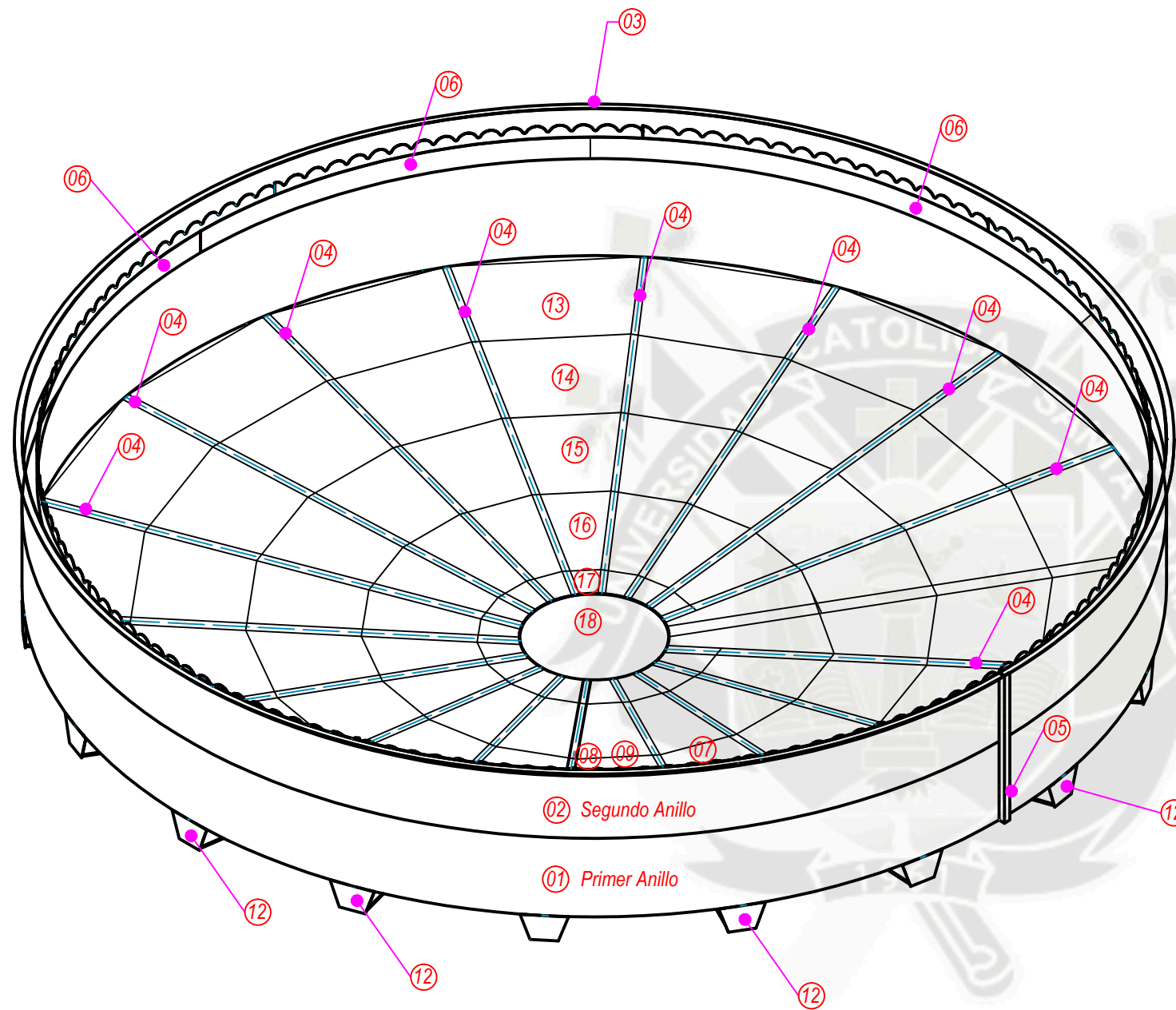


VISTA DE PLANTA
ESC. 1/100



ISOMETRICO
ESC. 1/100

Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.	
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
01		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPESADOR Ø15"	VISTAS e ISOMETRICO	





ISOMETRICO - HABILITADO DE TANQUE Ø 15m
CANT.: 01 Unidad

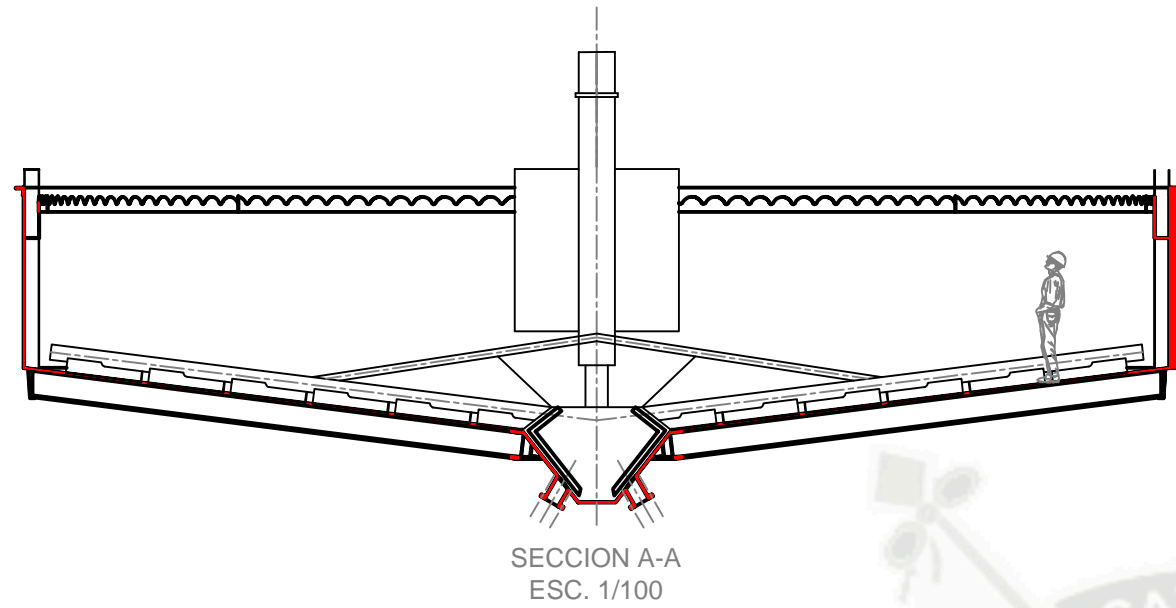
NOTA GENERALES

- 1.0 TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS ESTAN EN MILIMETROS.
- 2.0 LA ESTRUCTURA DE ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A36
- 3.0 CONEXIONES:
- 3.1 LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 3.2 TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325
- 3.3 EL TAMAÑO MINIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBE SER 1/4" (6mm) SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 4.0 ACCESORIOS Y TUBERIAS
- 4.1 TODAS LAS BRIDAS SON SLIP-ON B16.5 - ANSI 150 LB
- 4.2 TODAS LAS TUBERIAS SON SCH40 MAT. A-53

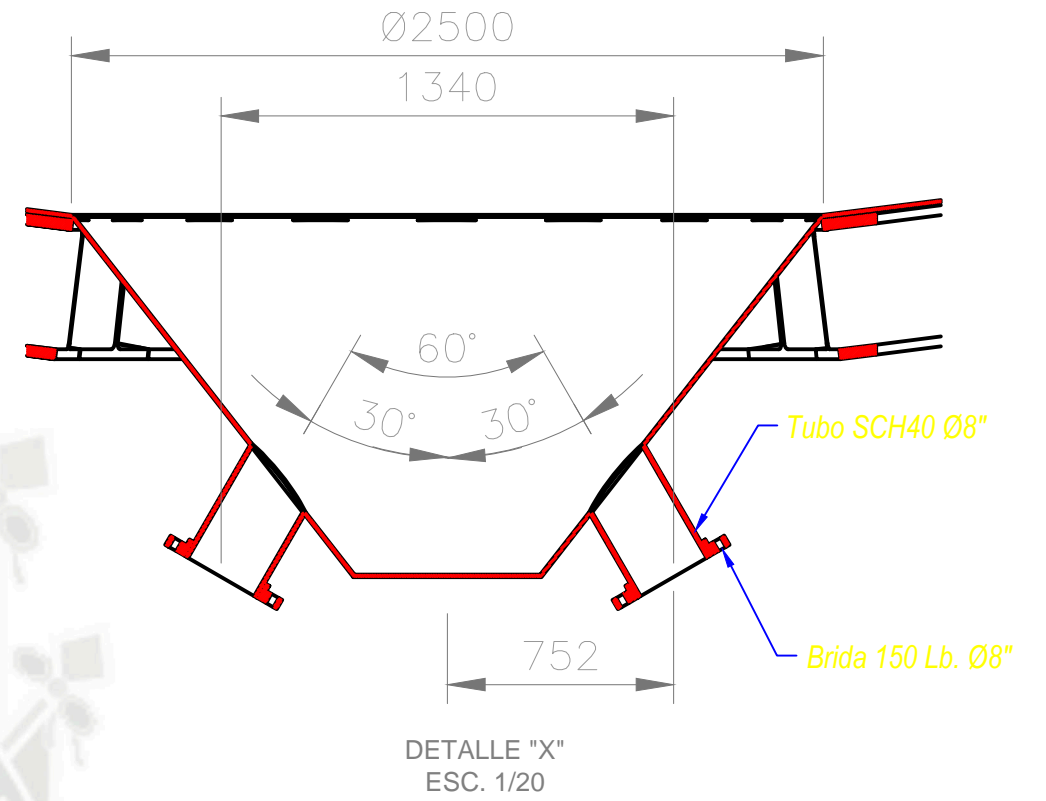
TANQUE

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	LONGITUD	OBSERVACION
01	08	Primer Anillo - Pl 6mm.	1550x5985	
02	08	Segundo Anillo - Pl 6mm.	945x5985	
03	08	Perfil L 4"x4"x3/8"	6000	
04	18	Perfil I 350x200	6671	
05	04	Perfil L 4"x4"x3/8"	2400	
06	14	Canaleta Tipo 1 - Pl. 4.5mm	2990 x 344	
07	01	Canaleta Tipo 2 - Pl. 4.5mm	2990 x 344	
08	01	Canaleta Tipo 3 - Pl. 4.5mm	1916 x 258	
09	01	Box Overflow - Pl. 4.5mm	200 x 190	
10	15	V-Notch Tipo 1 - Pl.6mm	200x3000	
11	01	V-Notch Tipo 2 - Pl.6mm	290 x 210	
12	18	Tapa de Viga Radial - Pl 6mm.	750 x 250	
13	18	Plancha fondo tipo 1 - Pl 6mm.	2615 x 1550	
14	18	Plancha fondo tipo 2 - Pl 6mm.	2107x1550	
15	18	Plancha fondo tipo 3 - Pl 6mm.	1562 x 1550	
16	18	Plancha fondo tipo 4 - Pl 6mm.	1017 x 1550	
17	01	Spool - Tipo A Ø2"	515 x 292	
18	01	Cono - Plancha 6mm.	--	
19	01	Spool Overflow Ø8"	180	
20	02	Spool Discharge Ø8"	415	
21	01	Spool Drain Ø6"	300	
22	02	Spool - Tipo B Ø 1 1/2"	200	
23	01	Spool - Tipo C Ø 3"	300	

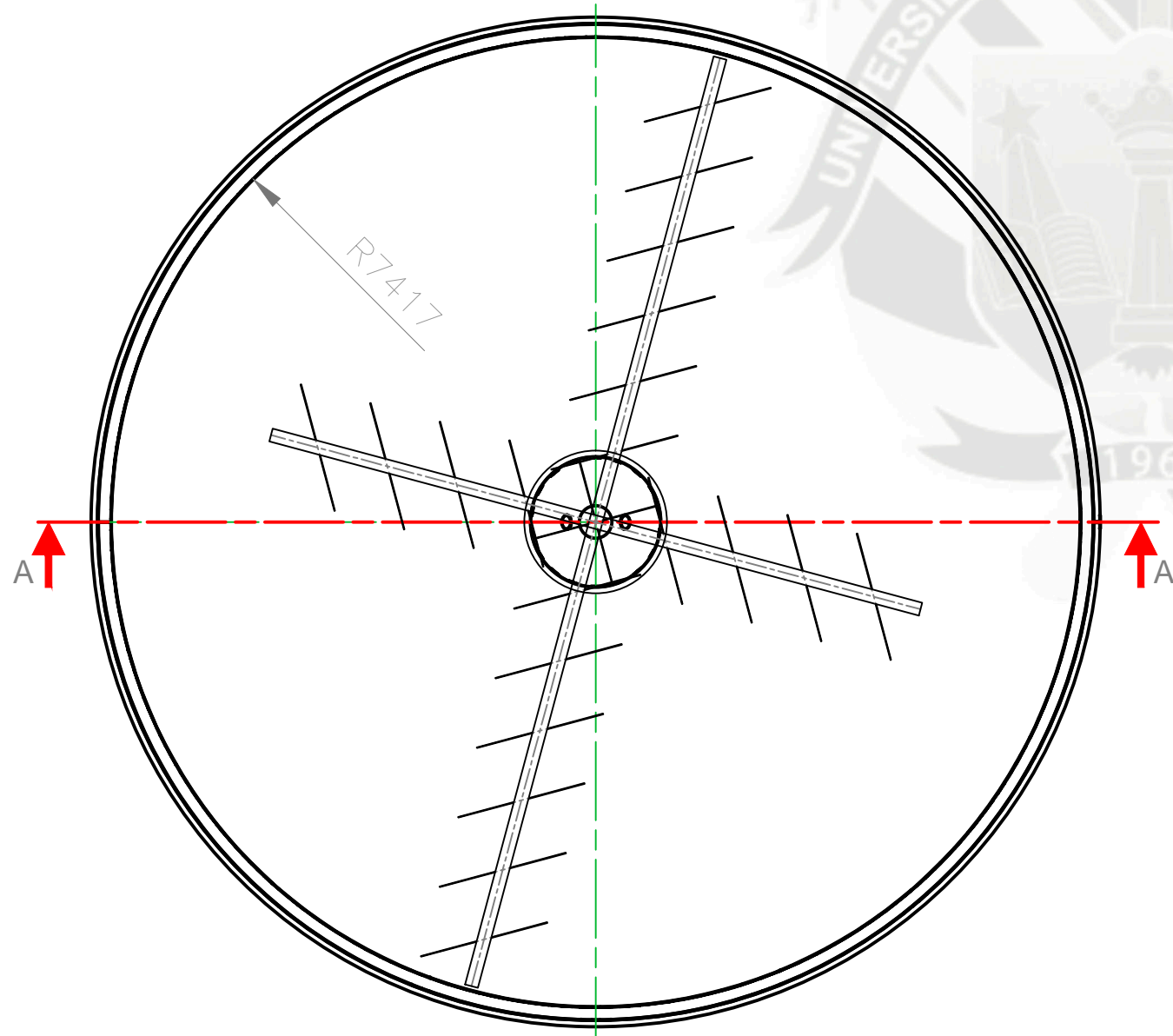
Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE Revisado : SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
# DE PLANO : 02	Titulo : ESPESADOR Ø15"	
PROYECCION : 	Plano : VISTAS e ISOMETRICO DEL CASCO	





SECCION A-A
ESC. 1/100



DETALLE "X"
ESC. 1/20



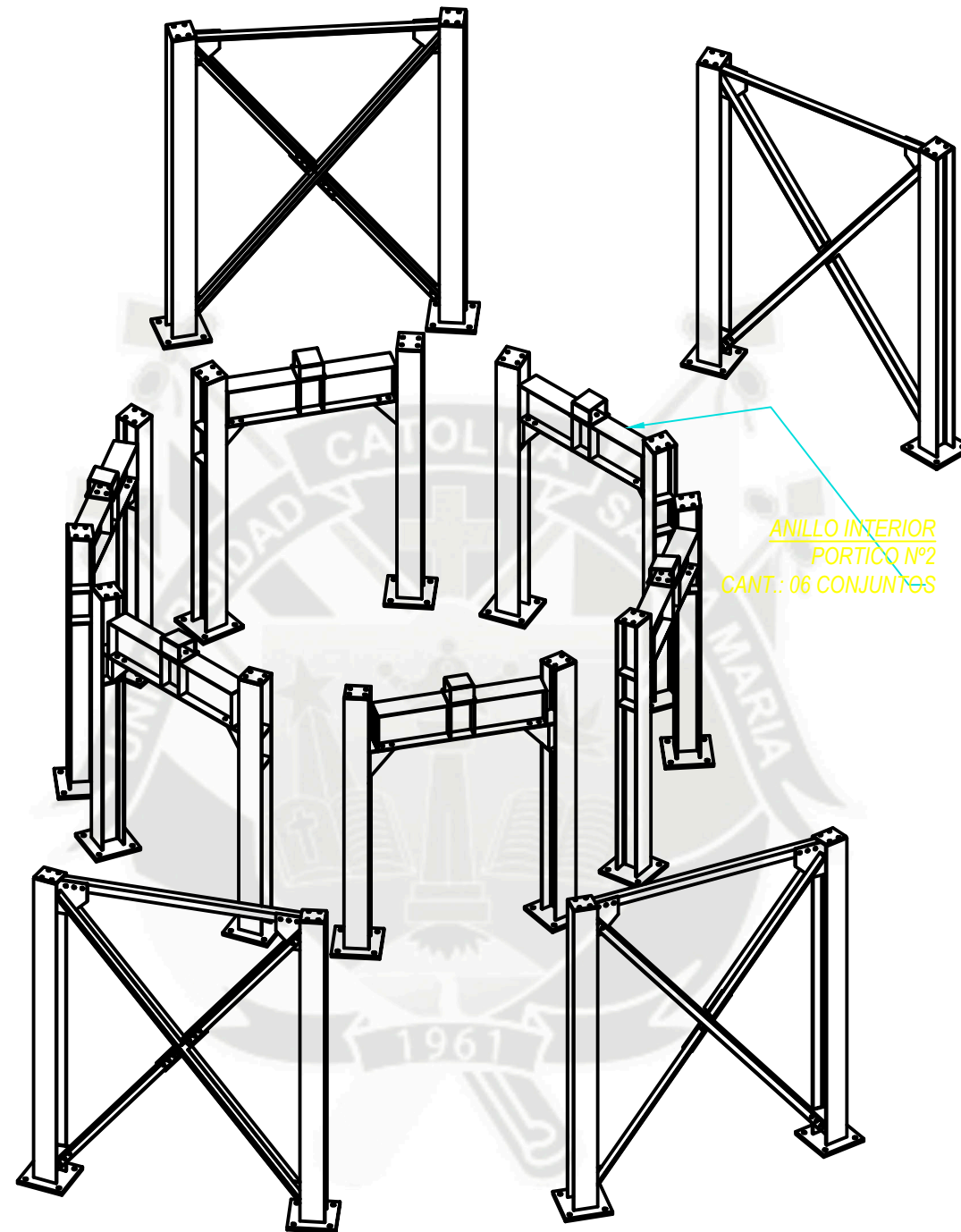
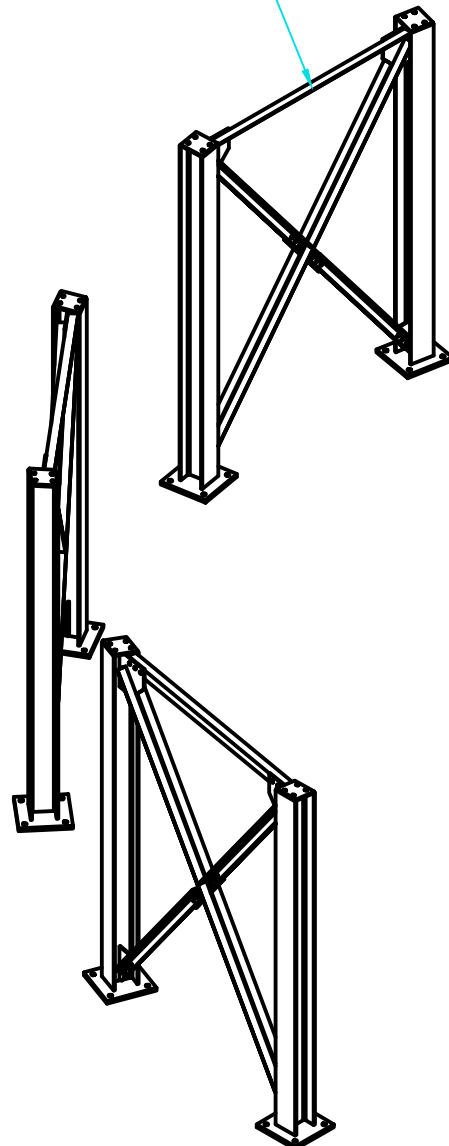
VISTA DE PLANTA
ESC. 1/100

Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE Revisado :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
# DE PLANO : 03	Título : ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)	
PROYECCION : 	Plano : DETALLE DE EVACUACION	

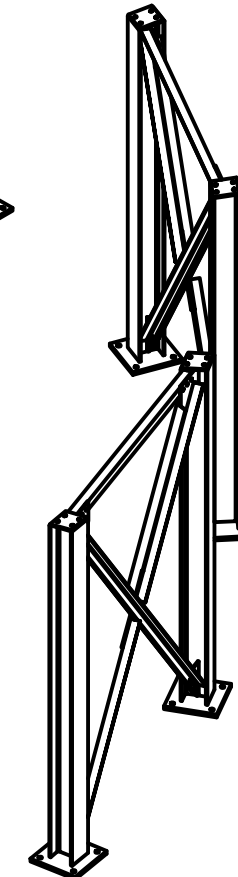
ESTRUCTURA SOPORTE - ESPESADOR

ITEM	CANT.	N° Parte	DESCRIPCION	LONGITUD	OBSERVACION
01	06	-	PORTICO N° 1	-	
02	09	-	PORTICO N° 2	-	

ANILLO EXTERIOR
PORTICO N° 1
CANT.: 09 CONJUNTOS




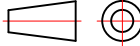
ANILLO INTERIOR
PORTICO N° 2
CANT.: 06 CONJUNTOS

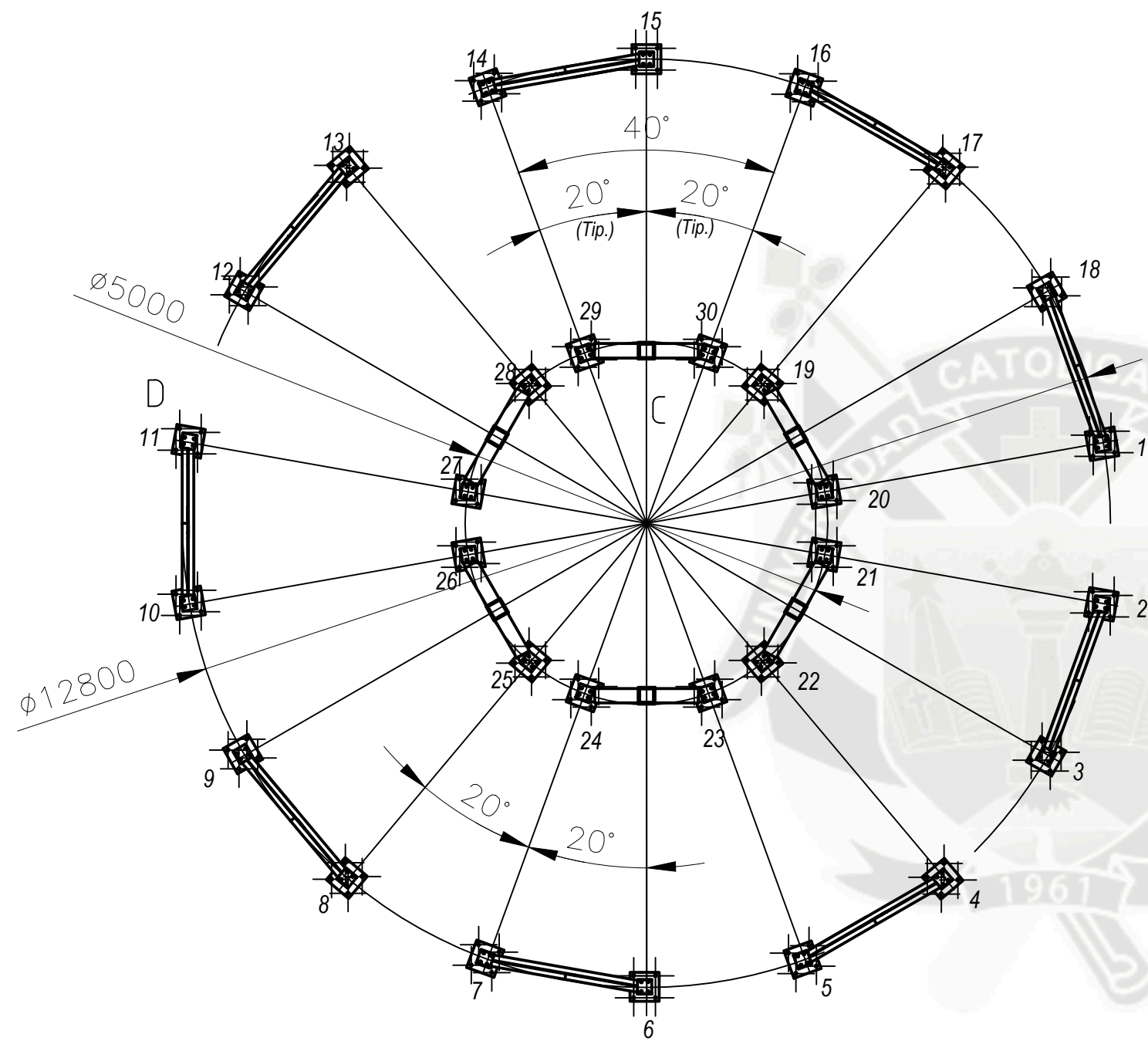


ISOMETRICO - ESTRUCTURA SOPORTE ESPESADOR Ø 15m
(ANILLO EXTERIOR - INTERIOR)

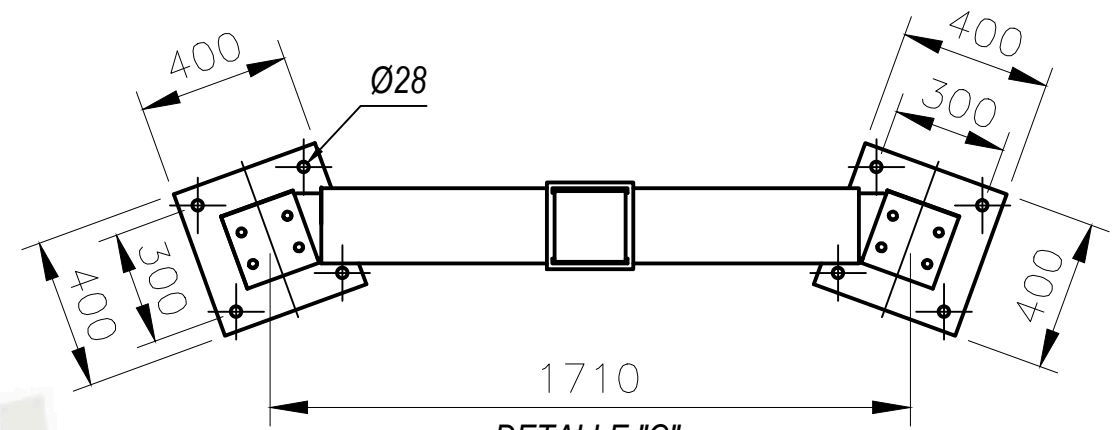
NOTA GENERALES

- 1.0 TODAS LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS ESTAN EN MILIMETROS.
- 2.0 LA ESTRUCTURA DE ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA NORMA ASTM A36
- 3.0 CONEXIONES:
- 3.1 LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
- 3.2 TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA A325
- 3.3 EL TAMAÑO MINIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBE SER 1/4" (6mm.) SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.

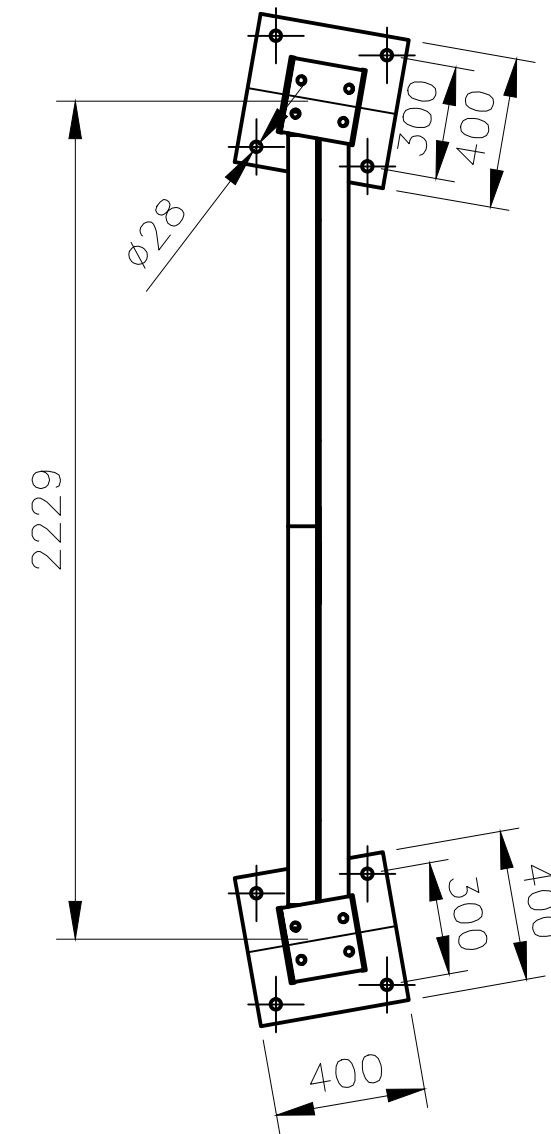
Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE Revisado : .	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
# DE PLANO : 04	Título : ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)	
PROYECCION : 	Plano : DISTRIBUCION DE SOPORTES	





VISTA DE PLANTA
(ANILLO EXTERIOR E INTERIOR)

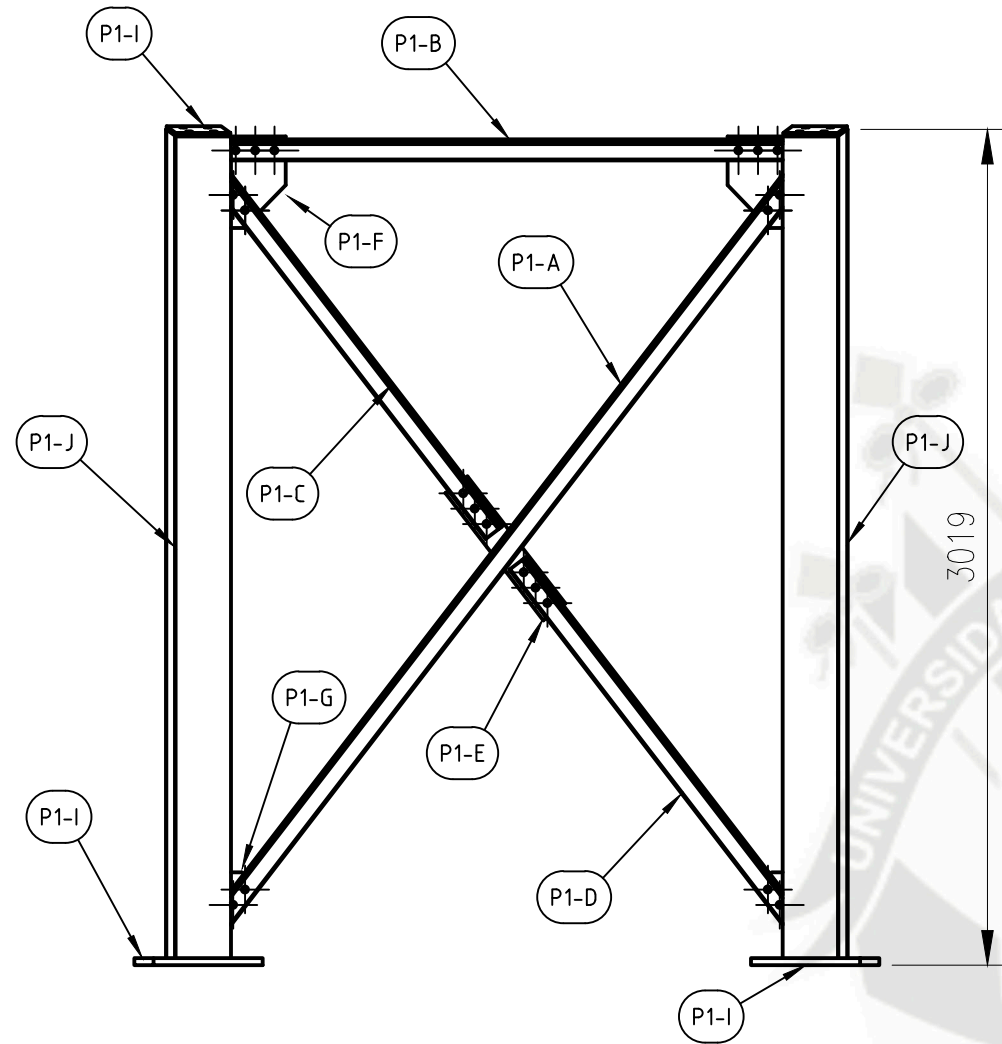


DETALLE "C"
ESC.: 1/20

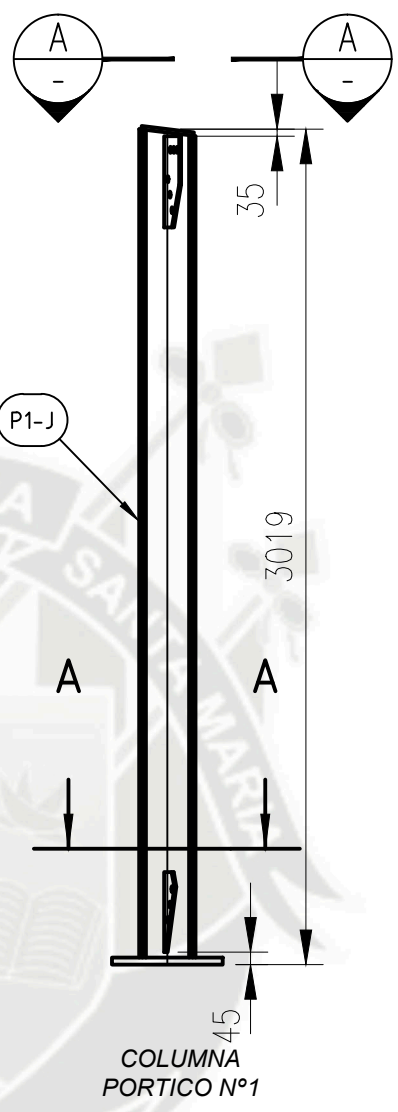


DETALLE "D"
ESC.: 1/20

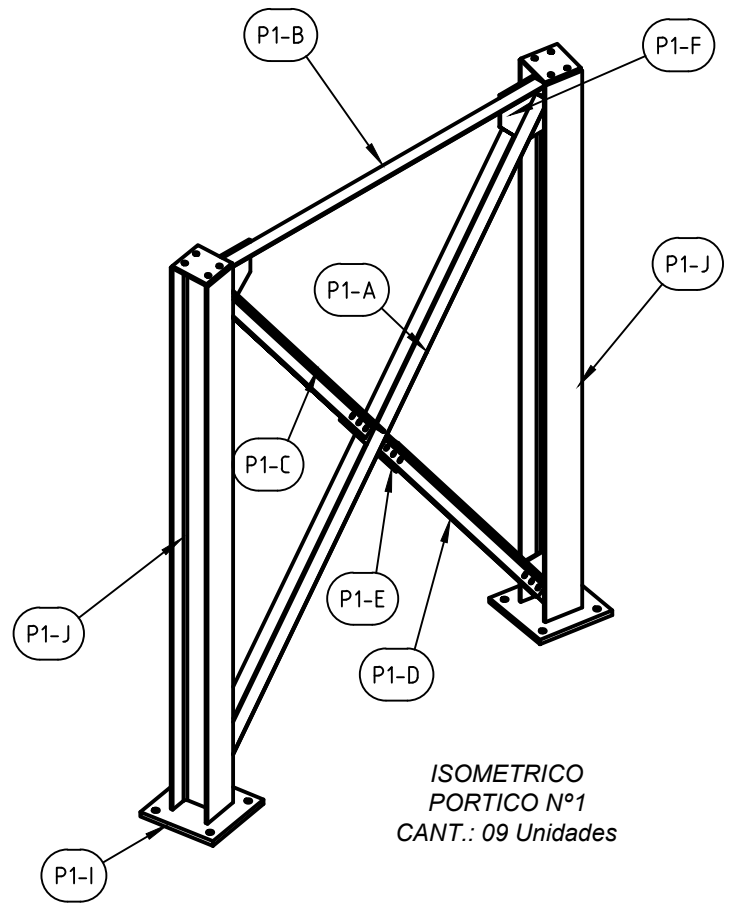
Escala : INDICADA	Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	Nombre : SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
# DE PLANO : 05	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	Revisado : .	
PROYECCION : 	Titulo : ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)	Plano : DETALLE DE SOPORTES	



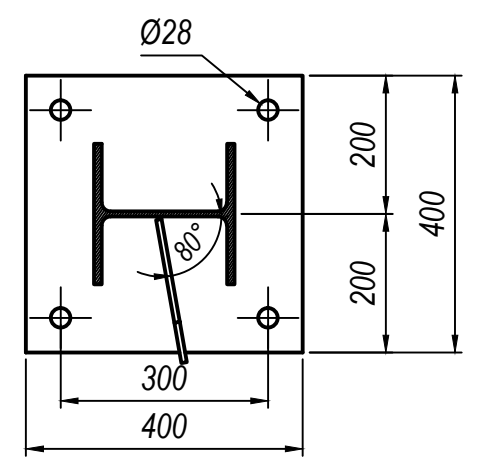
ELEVACION - PORTICO N°1
(ANILLO EXTERIOR)



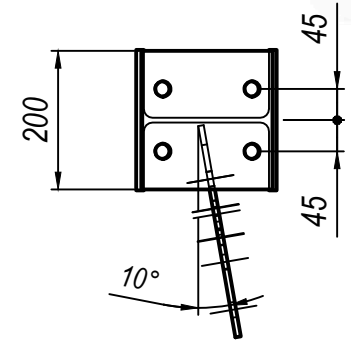
COLUMNA
PORTICO N°1



ISOMETRICO
PORTICO N°1
CANT.: 09 Unidades




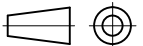
CORTE A-A
ESC.: 1/10

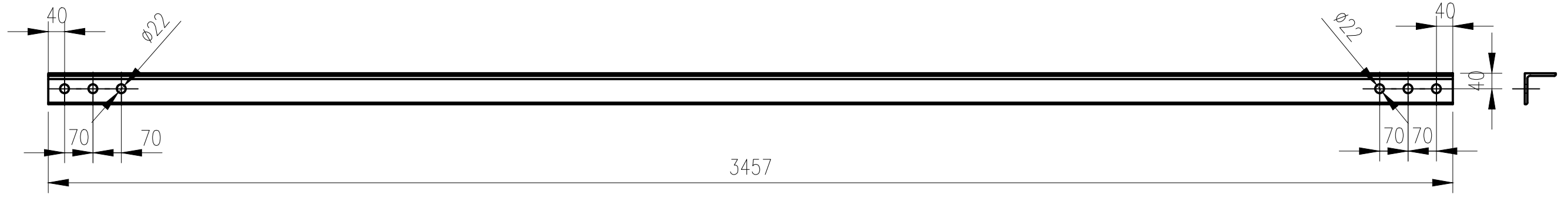


VISTA A-A
ESC.: 1/10

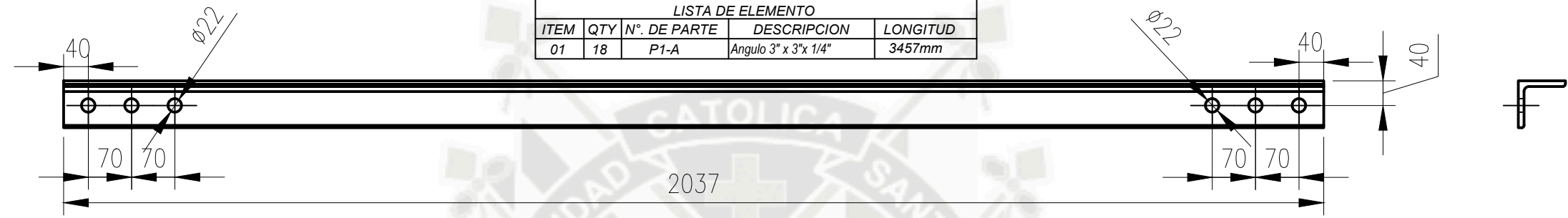
PORTICO N°1

ITEM	CANT.	N° Parte	DESCRIPCION	LONGITUD	OBSERVACION
01	18	P1-A	L 3"x3"x1/4"	3457	
02	09	P1-B	L 3"x3"x1/4"	2037	
03	18	P1-C	L 3"x3"x1/4"	1651	
04	18	P1-D	L 3"x3"x1/4"	1666	
05	09	P1-E	Platina 8mm.	580 x 100	
06	18	P1-F	Plancha 8mm.	330 x 310	
07	18	P1-G	Plancha 8mm.	290 x 210	
08	18	P1-H	Plancha 1"	400 x 400	
09	18	P1-I	Plancha 1/2"	200 x 190	
10	18	P1-J	Perfil W 8 x 31	2994	

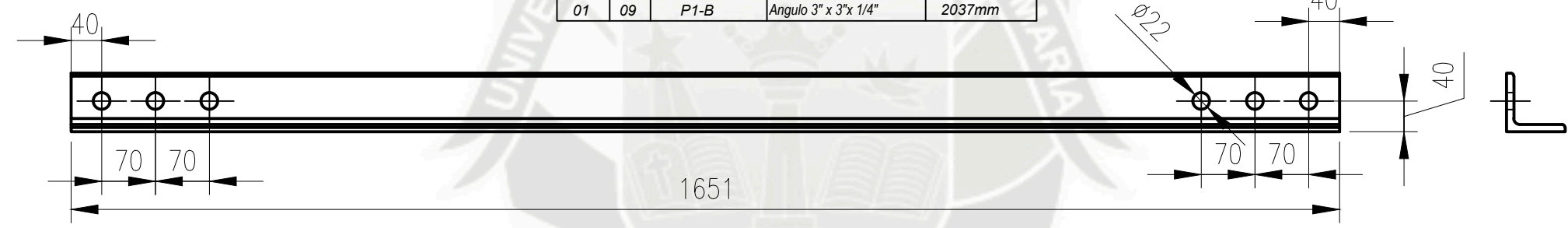
Escala : INDICADA	Nombre : SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
# DE PLANO : 06	Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION : 	Revisado : .	
Titulo : ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)		Plano : PORTICO N°1



LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-A	Angulo 3" x 3"x 1/4"	3457mm




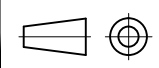
LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	09	P1-B	Angulo 3" x 3"x 1/4"	2037mm

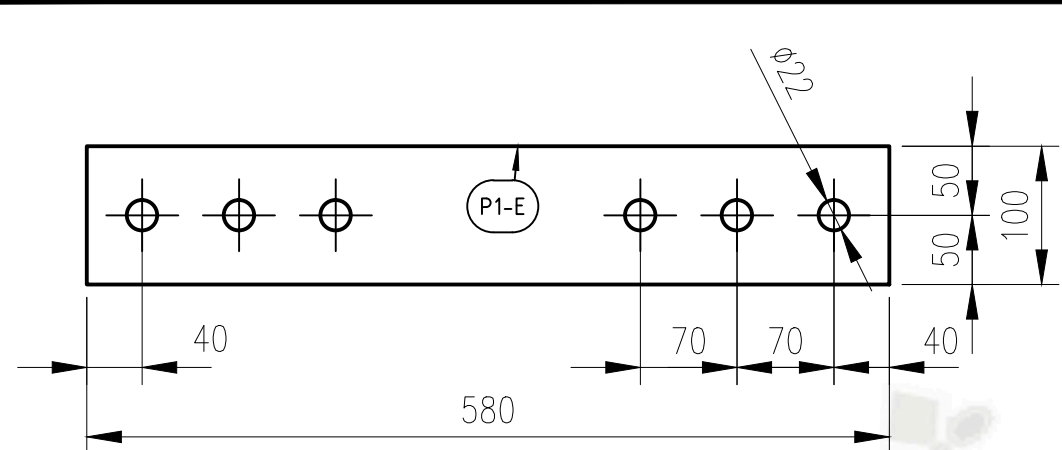


LISTA DE ELEMENTO					
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD	DESCRIPCION
01	18	P1-C	Angulo 3" x 3"x 1/4"	1651mm	

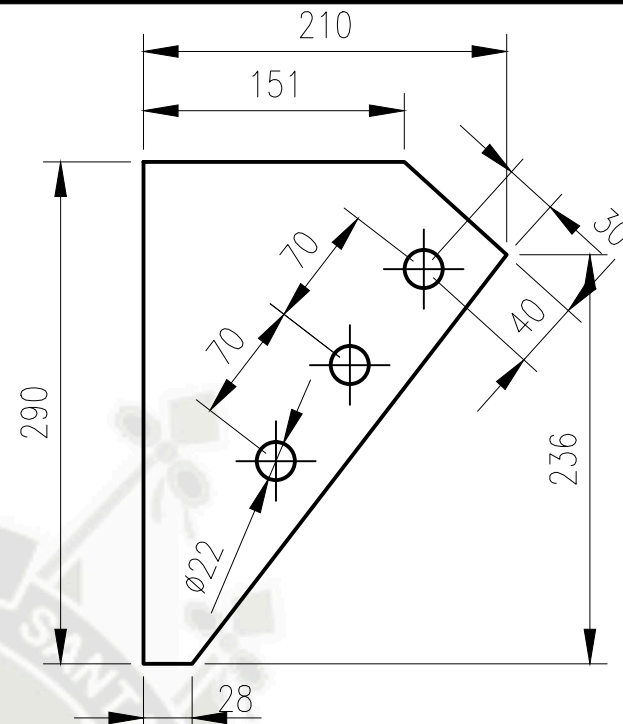


LISTA DE ELEMENTO					
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD	DESCRIPCION
01	18	P1-D	Angulo 3" x 3"x 1/4"	1666mm	

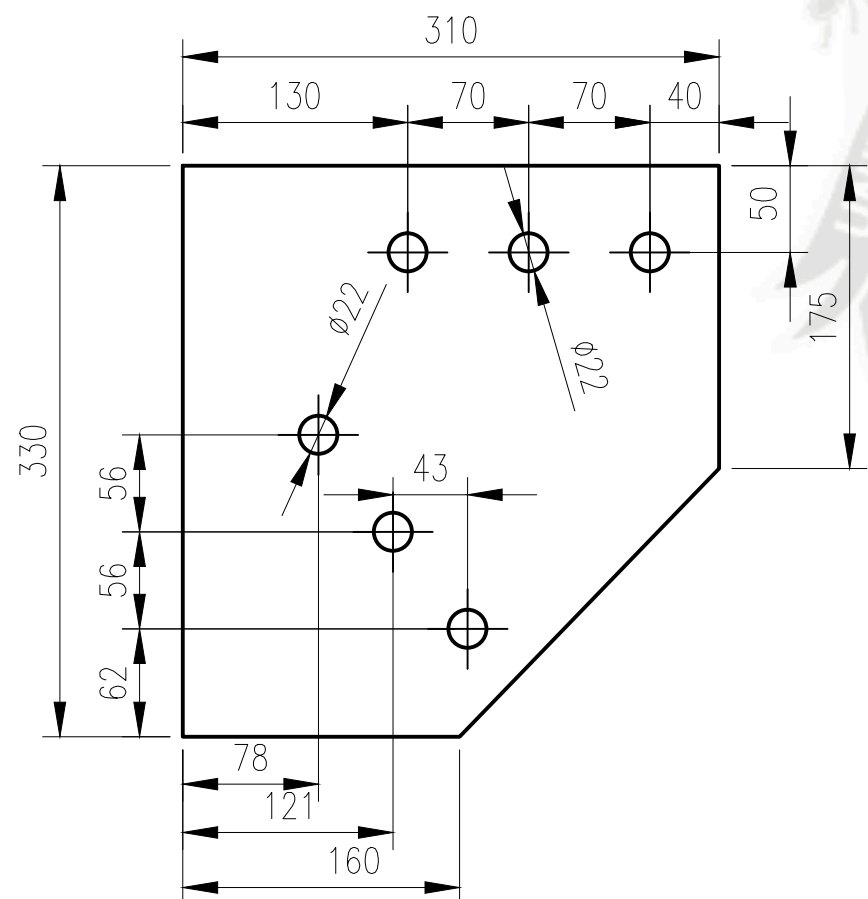
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
# DE PLANO :		Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
07		Revisado :	.	
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)		DESPIECE



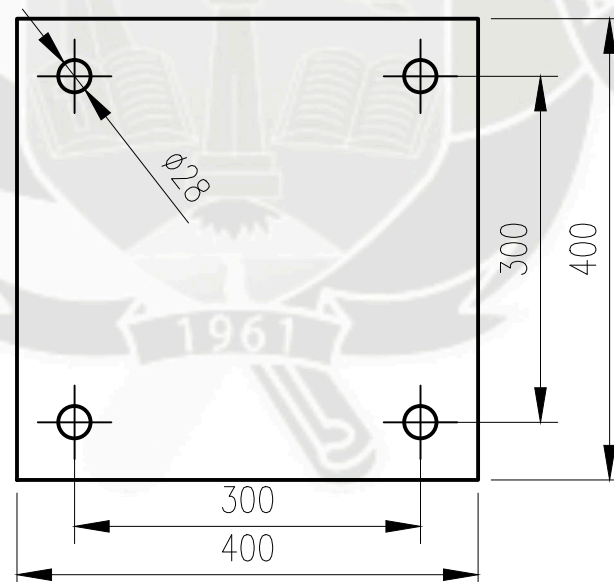
LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	09	P1-E	Platina 8mm.	580x100mm



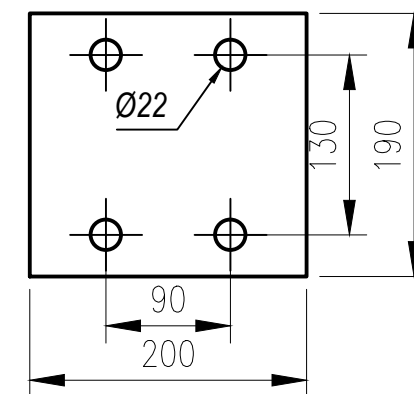
LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-G	Platina 8mm.	290x210mm




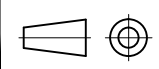
LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-F	Plancha 8mm.	330x310mm

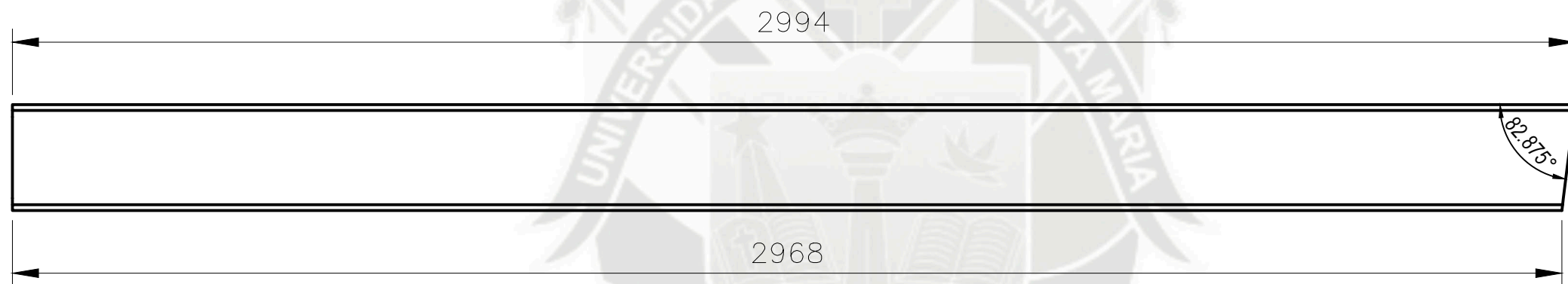
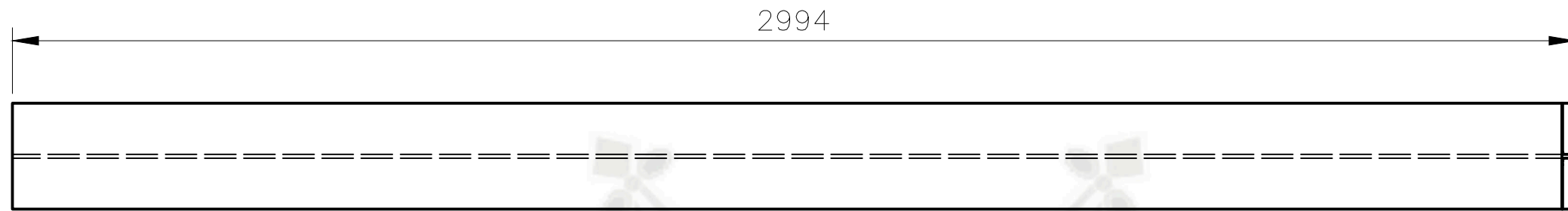


LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-H	Plancha 1"	400x400mm


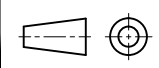


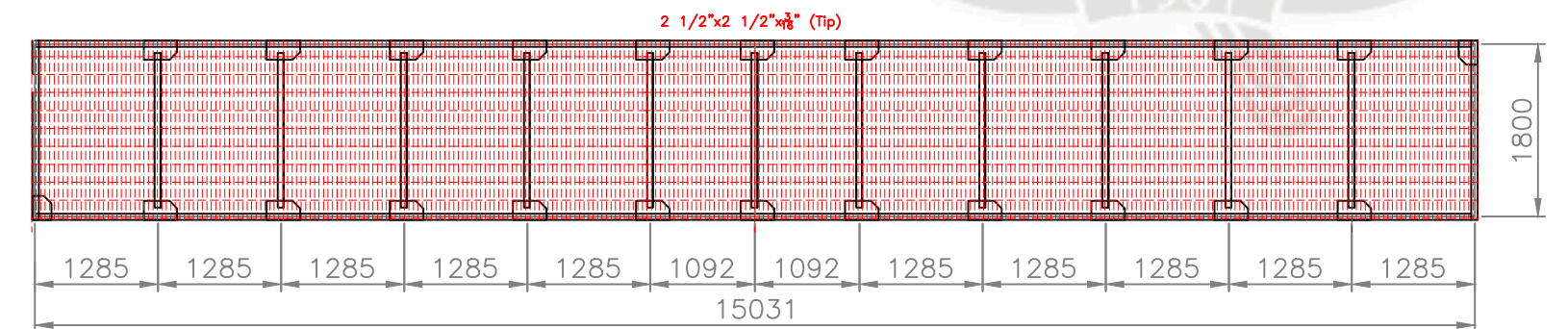
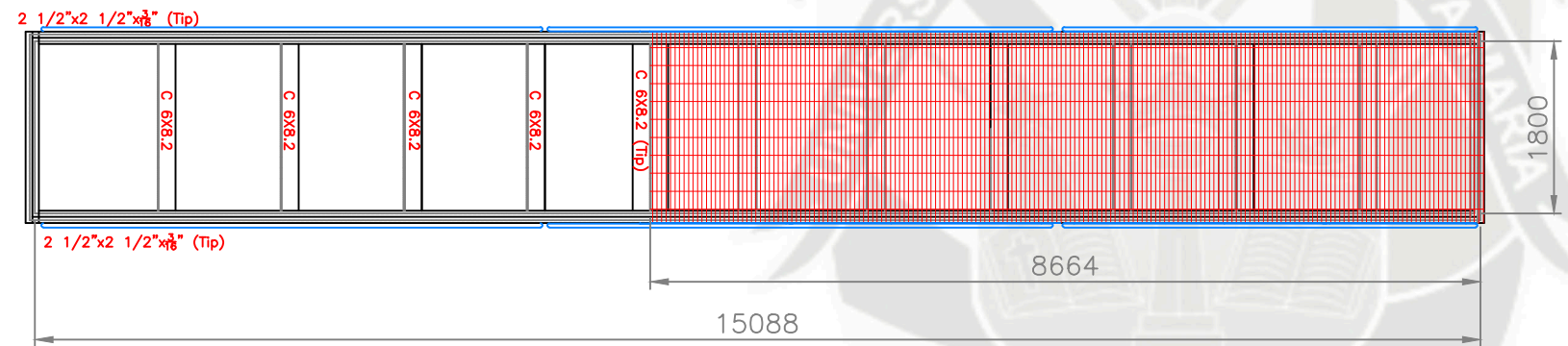
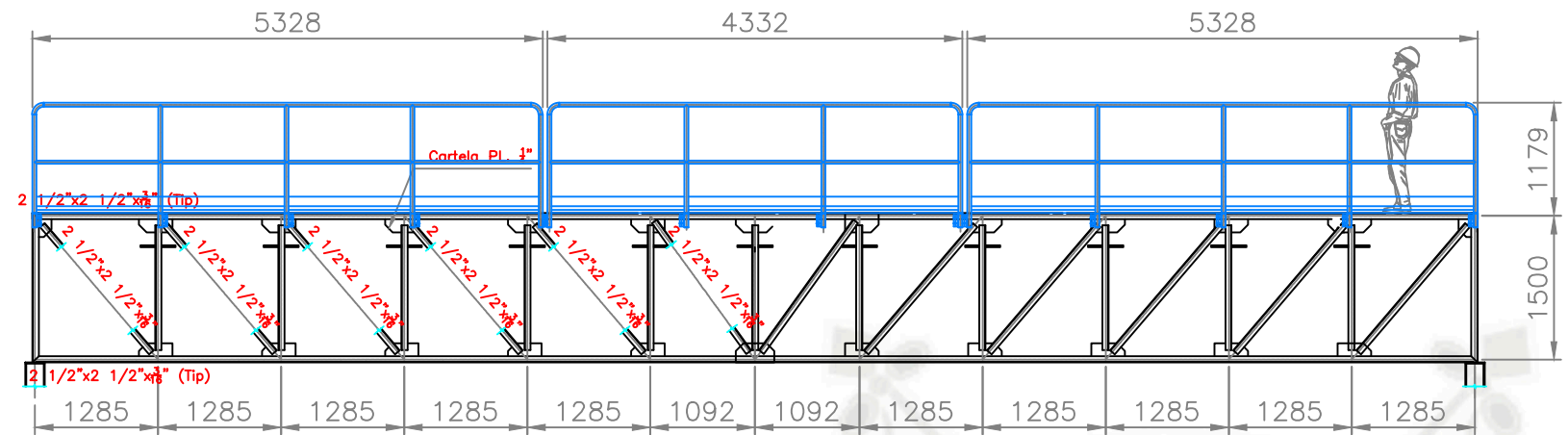
LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-I	Plancha 1/2"	200x190mm



Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
# DE PLANO :		Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
08		Revisado :	.	
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPEADOR Ø15 Mts. (Nominal)	DESPIECE	

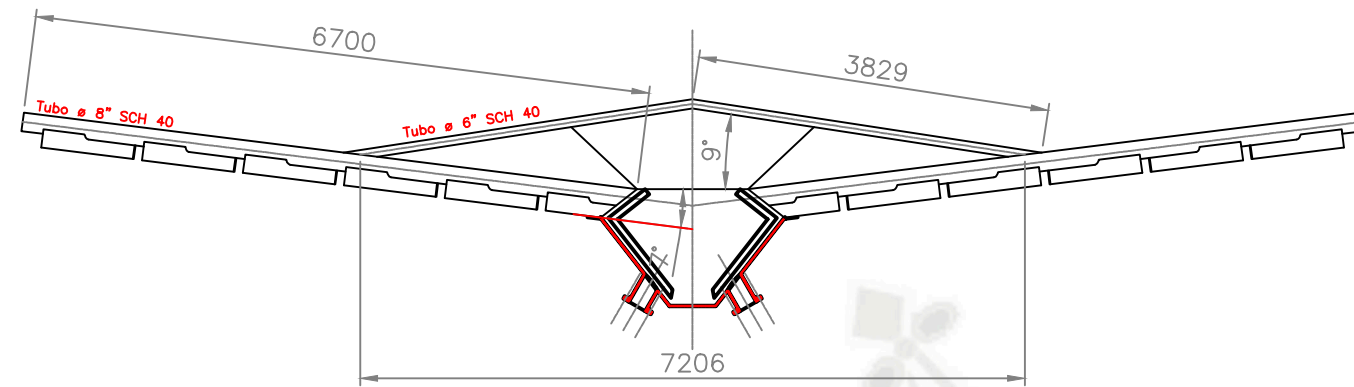


LISTA DE ELEMENTO				
ITEM	QTY	N°. DE PARTE	DESCRIPCION	LONGITUD
01	18	P1-J	Perfil 6x31	2994 mm

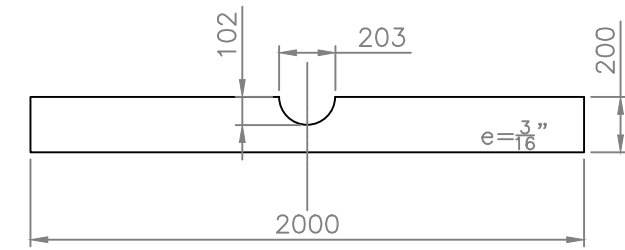
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
# DE PLANO :		Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
			Revisado :	.
PROYECCION :		Titulo :		Plano :
		ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)		DESPIECE



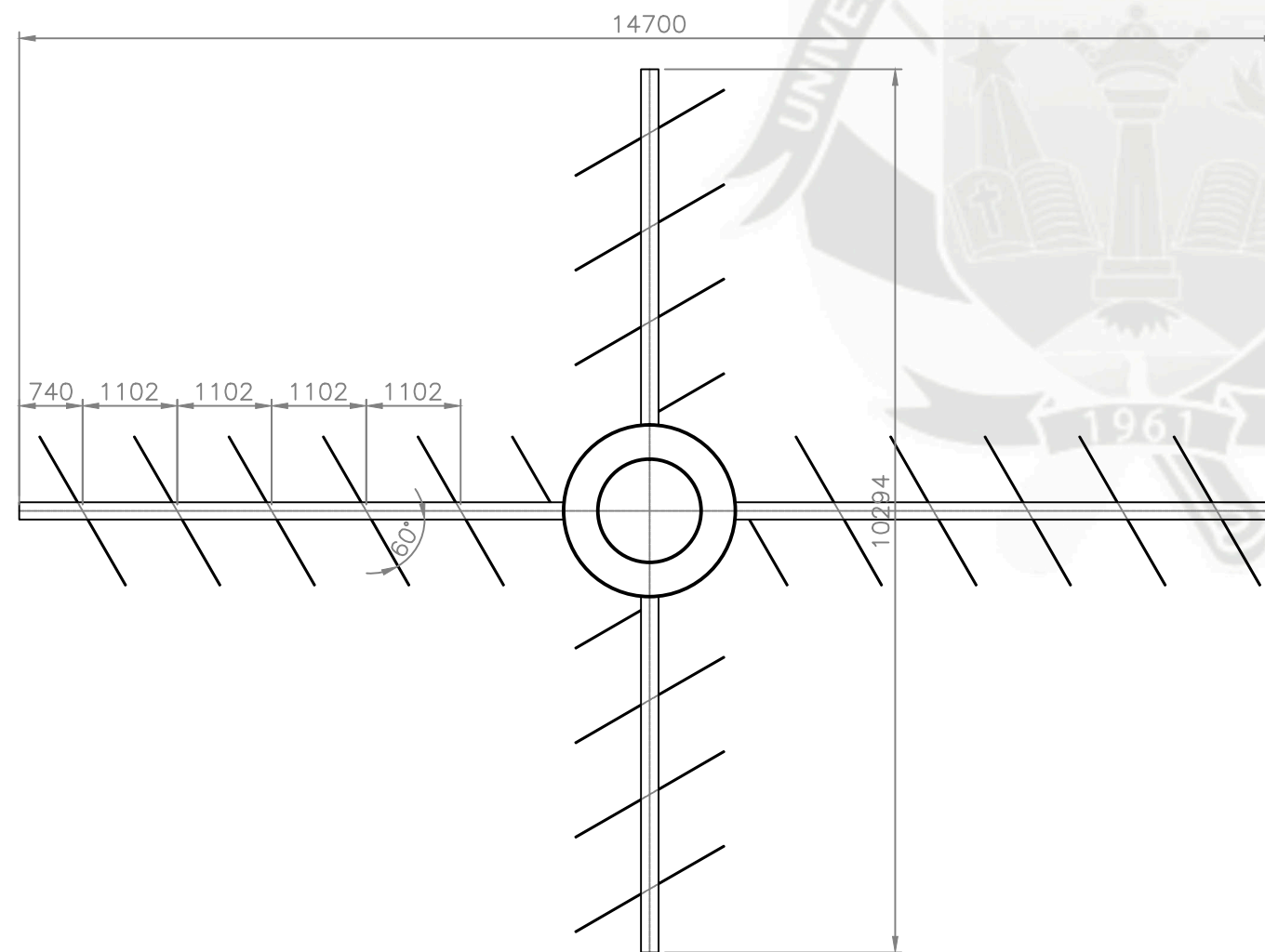
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones	
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 		
INDICADA		Diseñado :			SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE
# DE PLANO :		Dibujado :			SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE
10		Revisado :			SERGIO EDUARDO GONZALES CHOQUE
PROYECCION :		Titulo :	Plano :		
		ESPEADOR Ø15"	VISTAS e ISOMETRICO		





VISTA FRONTAL
ESC. 1/75

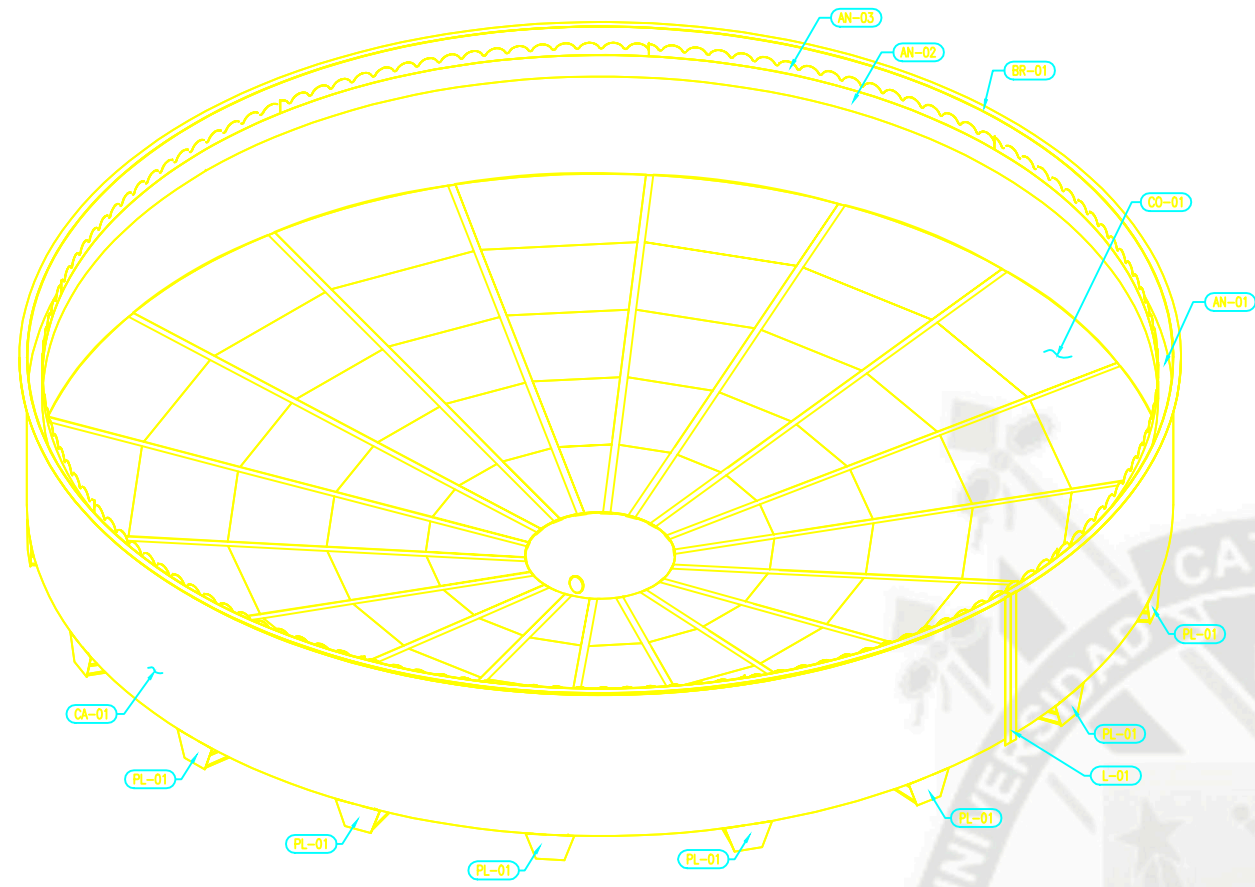


DETALLE DE PALETA
ESC. 1/25

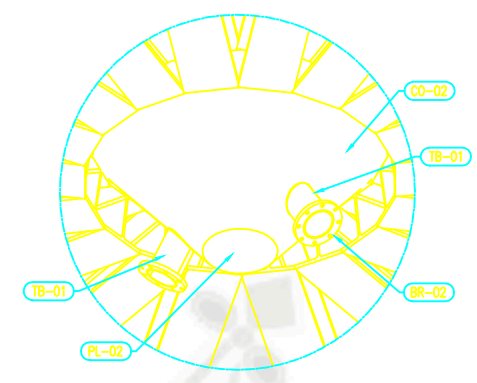


VISTA DE PLANTA
ESC. 1/75

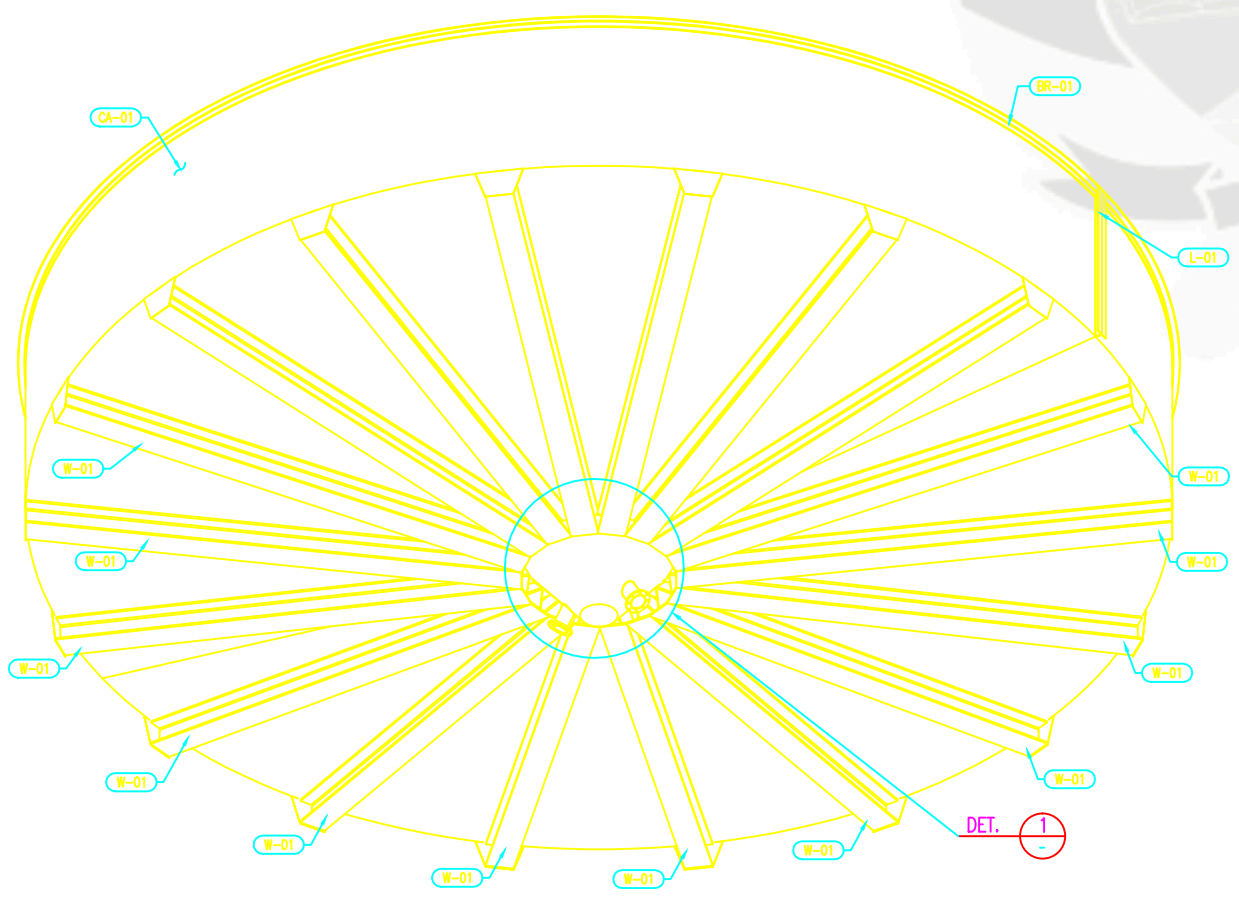
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
# DE PLANO :		Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
11		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPESADOR Ø15 Mts. (Nominal)	DETALLE DE RASTRA	



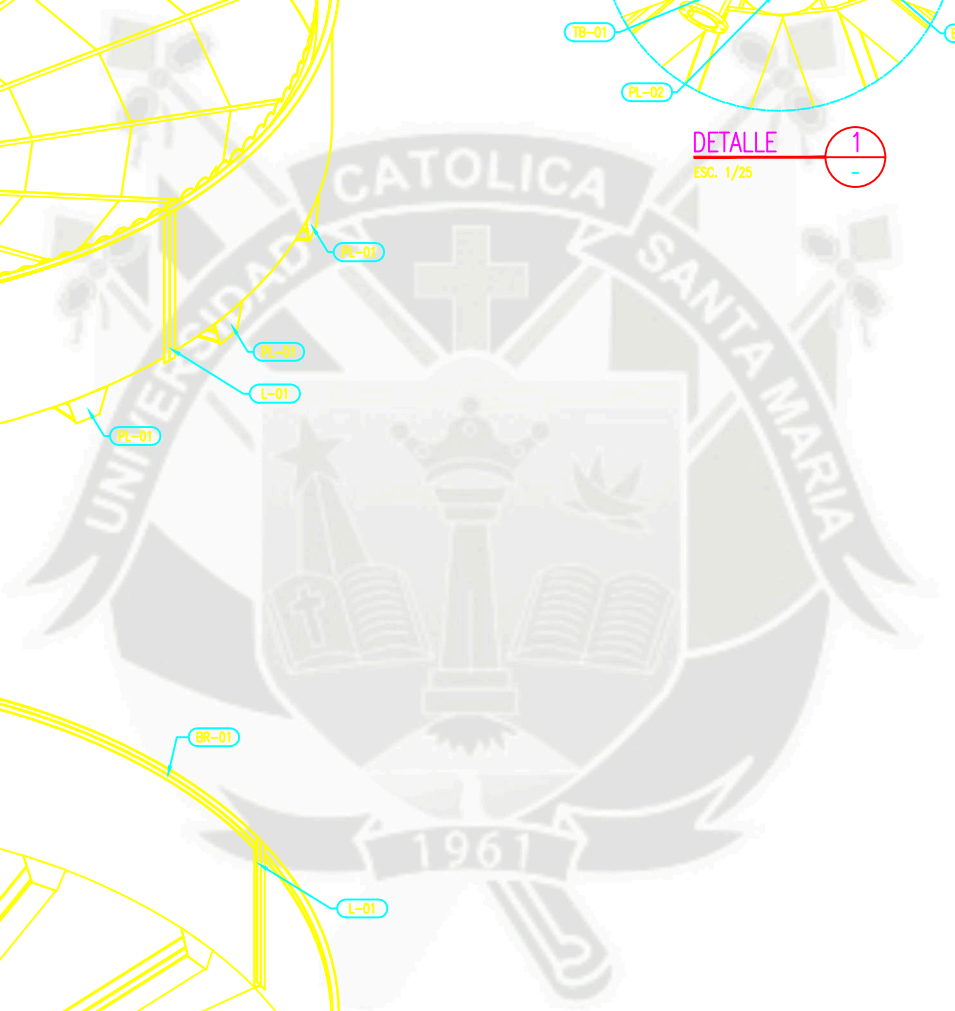
ISOMETRICO
ESC. 1/50



DETALLE 1
ESC. 1/25



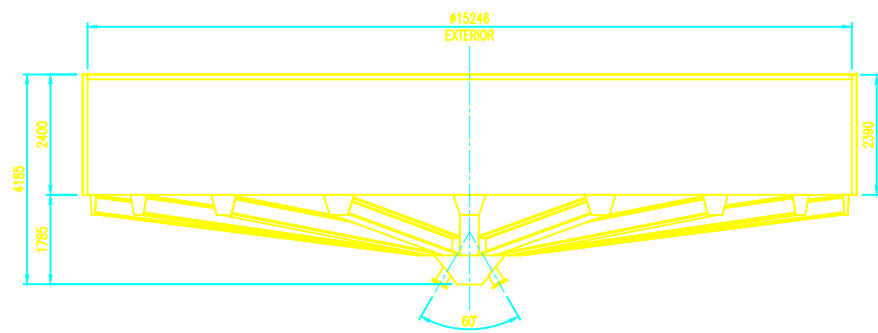
ISOMETRICO INFERIOR
ESC. 1/50



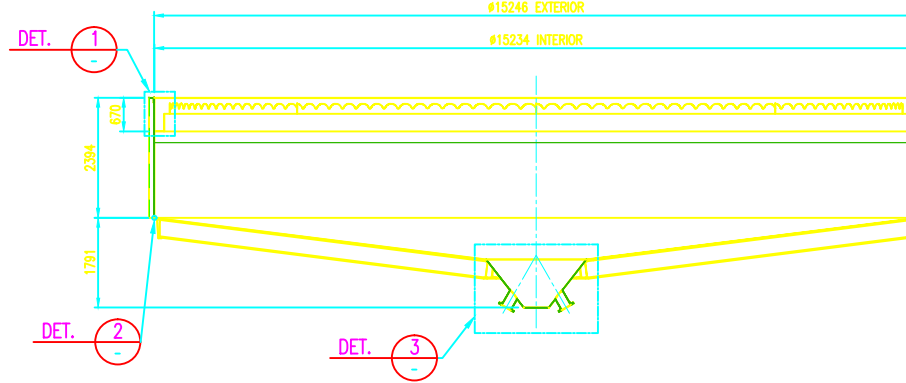
LISTA DE MATERIALES											
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /MM	CODE/TAG	LONG. mm C/E	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M2)			
						UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL		
ENSAMBLE GENERAL											
1	TANQUE	-	CA-01	-	1	5387.39	5387.39	-	-		
2	CONO	-	CO-01	-	1	7952.40	7952.40	-	-		
3	CONO	-	CO-02	-	1	224.12	224.12	-	-		
4	SPOOL DISCHARGE Ø8"	-	TB-01	-	2	11.10	22.20	-	-		
5	ANILLO A	-	AN-01	-	1	326.69	326.69	-	-		
6	ANILLO B	-	AN-02	-	1	568.84	568.84	-	-		
7	ANILLO C	-	AN-03	-	1	494.98	494.98	-	-		
8	BRIDA	-	BR-01	-	1	699.28	699.28	-	-		
9	W14x132 ASTM A35	-	W-01	6670	18	1320.68	23771.9	-	-		
10	PL. 6mm ASTM A36	-	PL-01	400x650	18	12.26	220.68	-	-		
11	PL. 6mm ASTM A36	-	PL-02	494x494	1	11.51	11.51	-	-		
12	L4"x4"x3/8" ASTM A36	-	L-01	2390	4	34.89	139.56	-	-		
PESO TOTAL								39819.53	-	-	

ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSION A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

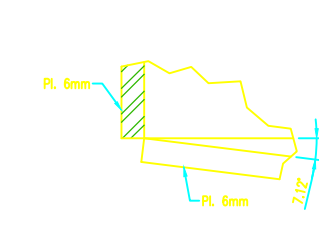
Escala : INDICADA	Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 12	Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION : 	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS	Revisado :	Plano : CASCO DE ESPESADOR



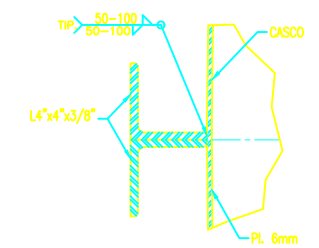
ELEVACION
ESC. 1/75



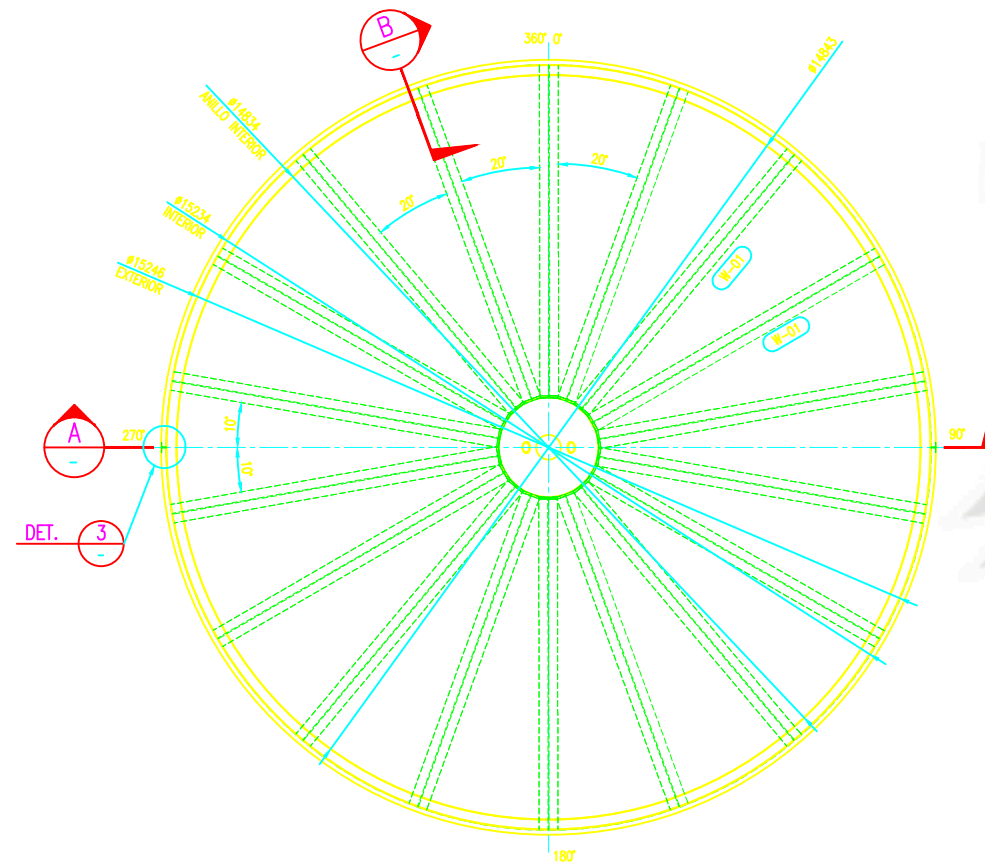
SECCION A



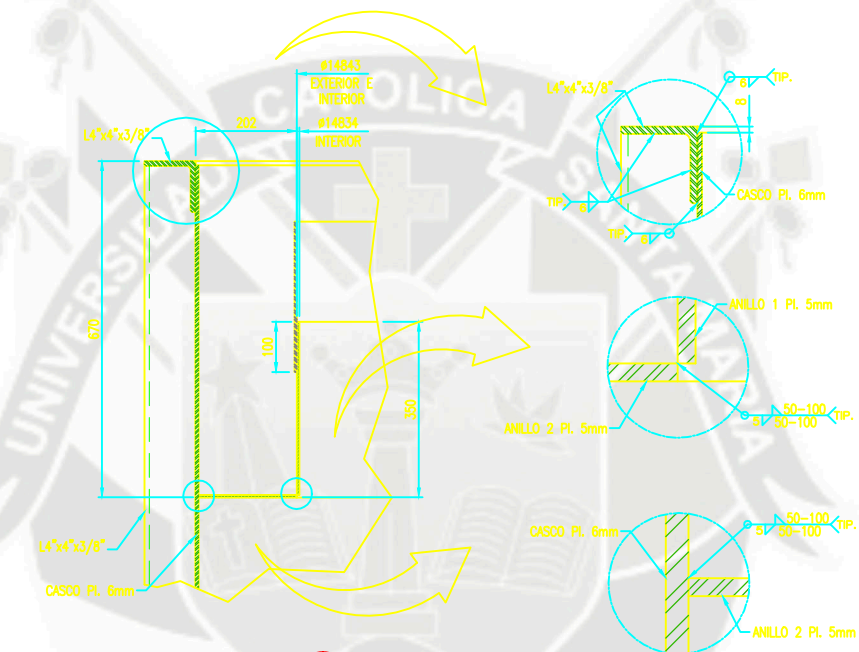
DETALLE 2
ESC. 1/7.5



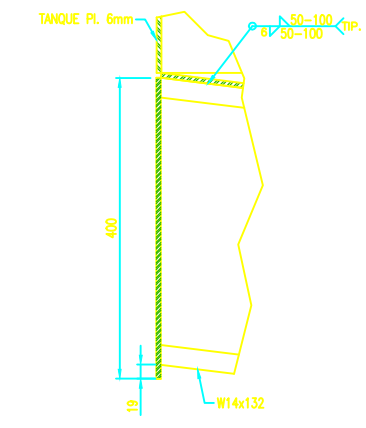
DETALLE 2
ESC. 1/7.5



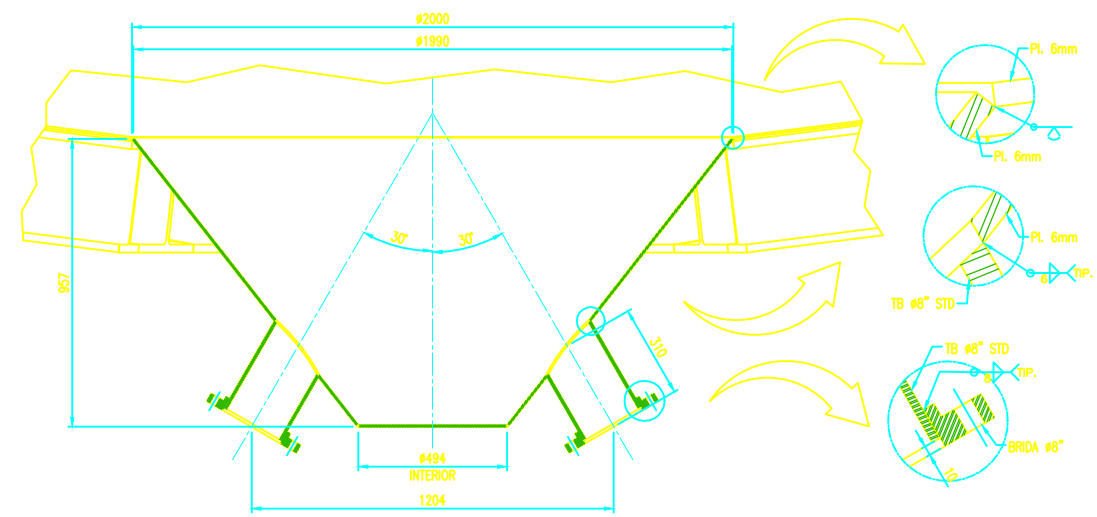
PLANTA
ESC. 1/75



DETALLE 1
ESC. 1/7.5



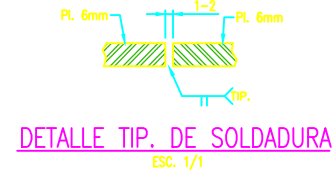
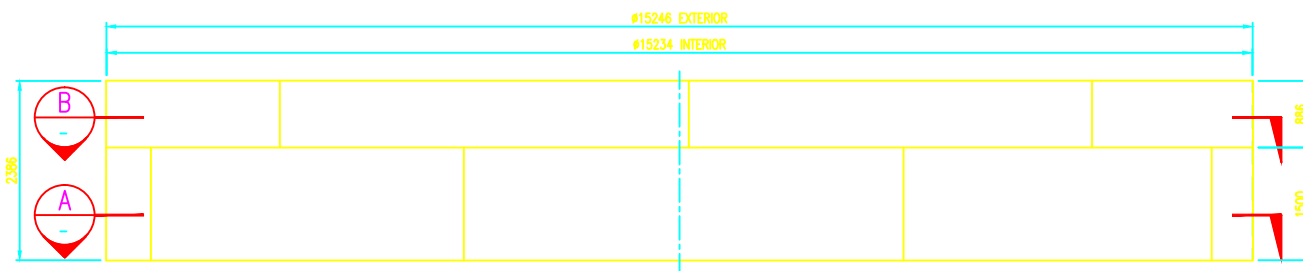
SECCION B



DETALLE 2
ESC. 1/7.5

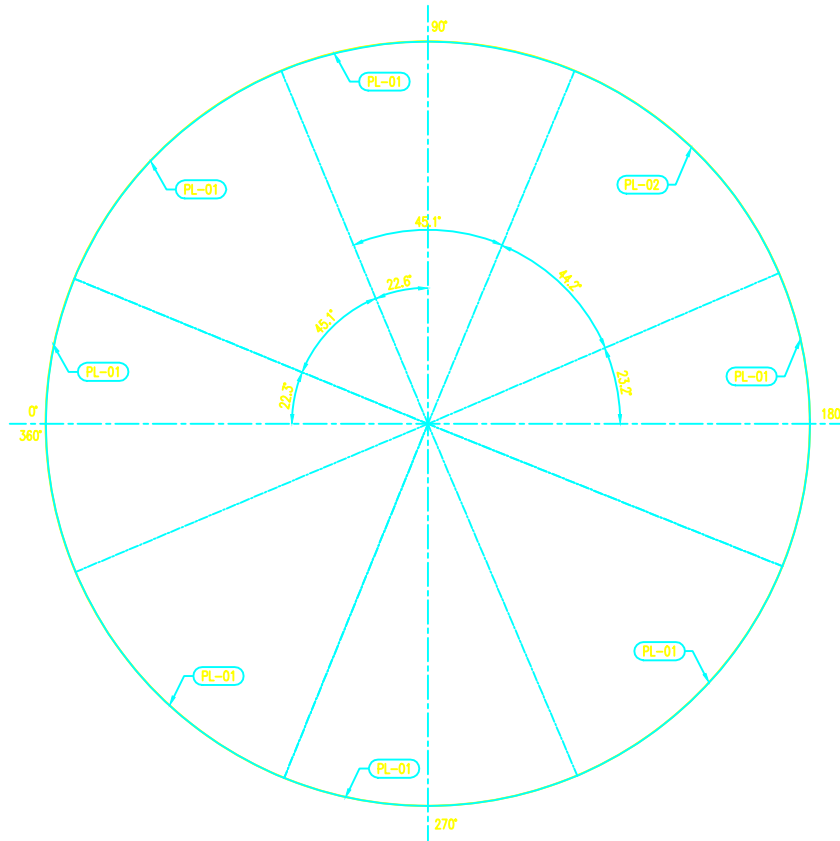
ESPECIFICACION TECNICA	
1.- ACERO	- PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.- SOLDADURA	- CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.- PERNOS	- TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.- PINTURA	- LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 13	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION : 	Revisado :	
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS	Plano : CASCO VISTAS GENERALES Y CORTES	

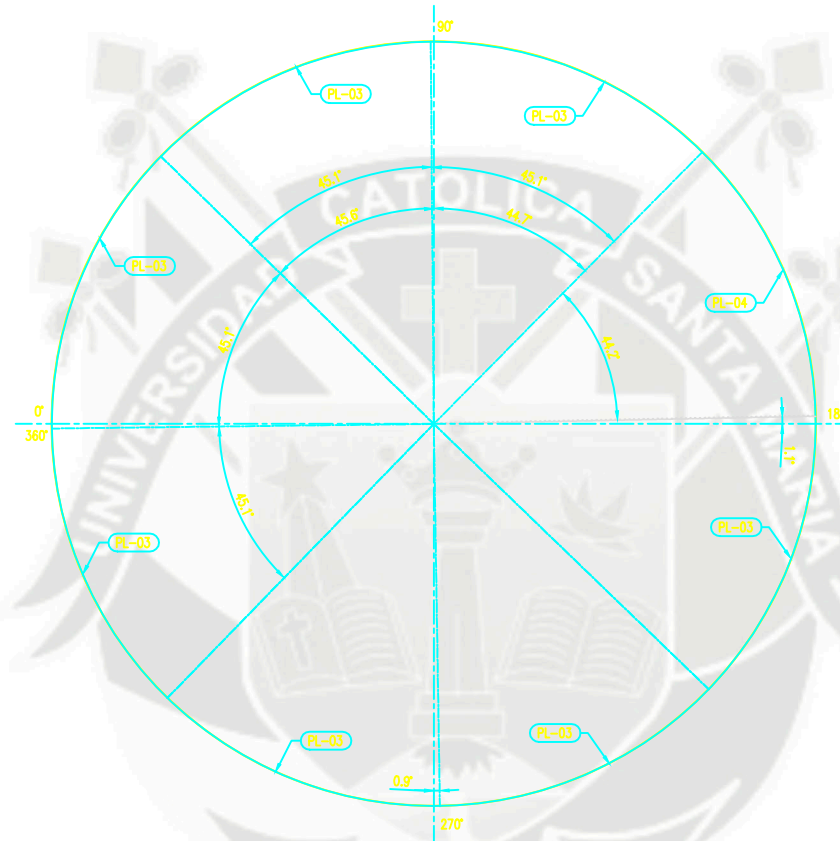


LISTA DE MATERIALES										
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /LMM	CODE/TAC	LONG. mm	C/E	CANT.	PESO (kg)		AREA (M2)	
							UNID.	TOTAL	UNID.	TOTAL
TANQUE										
1	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-01	1500x6000		7	424.44	2971.08	18.00	126.00
2	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-02	1500x5878		1	415.81	415.81	17.63	17.63
3	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-03	886x6000		7	250.70	1754.90	10.63	74.41
4	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-04	886x5878		1	245.60	245.60	9.90	9.90
PESO TOTAL								5387.39	-	227.94

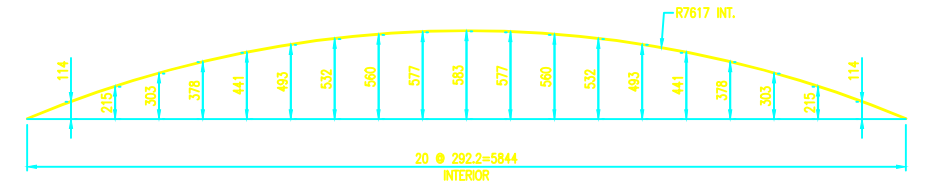
TANQUE CA-01
ESC. 1/50
CANTIDAD: 01 UND.



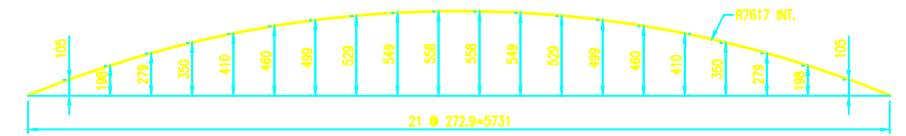
SECCION A



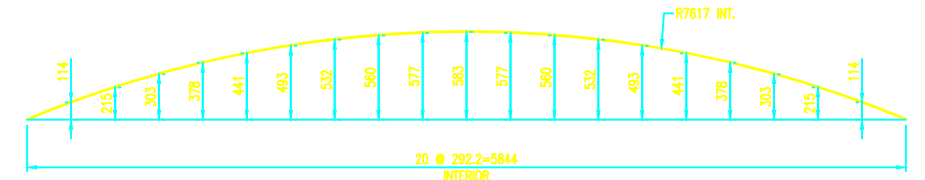
SECCION B



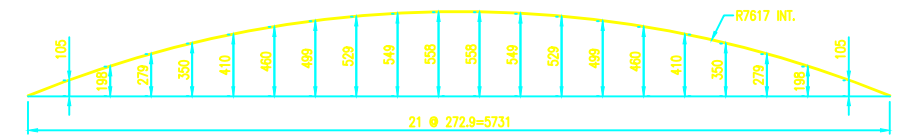
ELEMENTO PL-01
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 07 UNDS.
L.D. 1500x6000



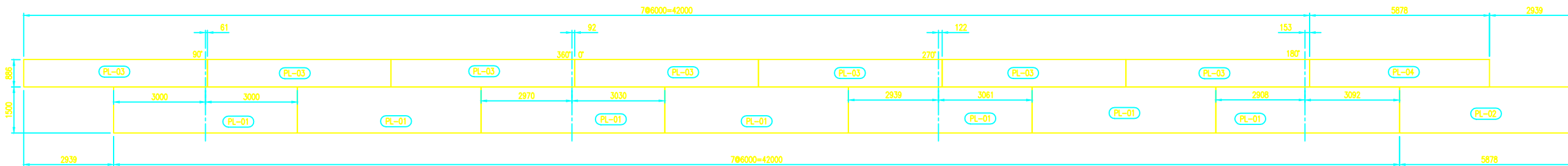
ELEMENTO PL-02
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.
L.D. 1500x5878



ELEMENTO PL-03
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 07 UNDS.
L.D. 886x6000

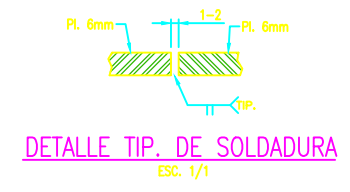
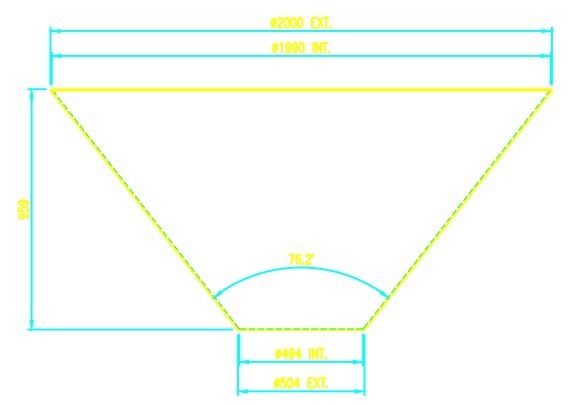
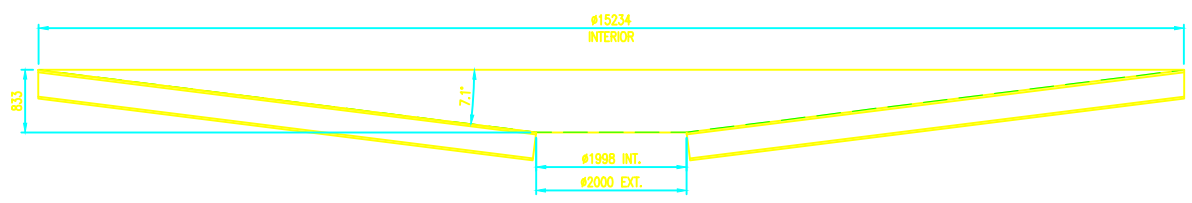


ELEMENTO PL-04
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.
L.D. 886x5878

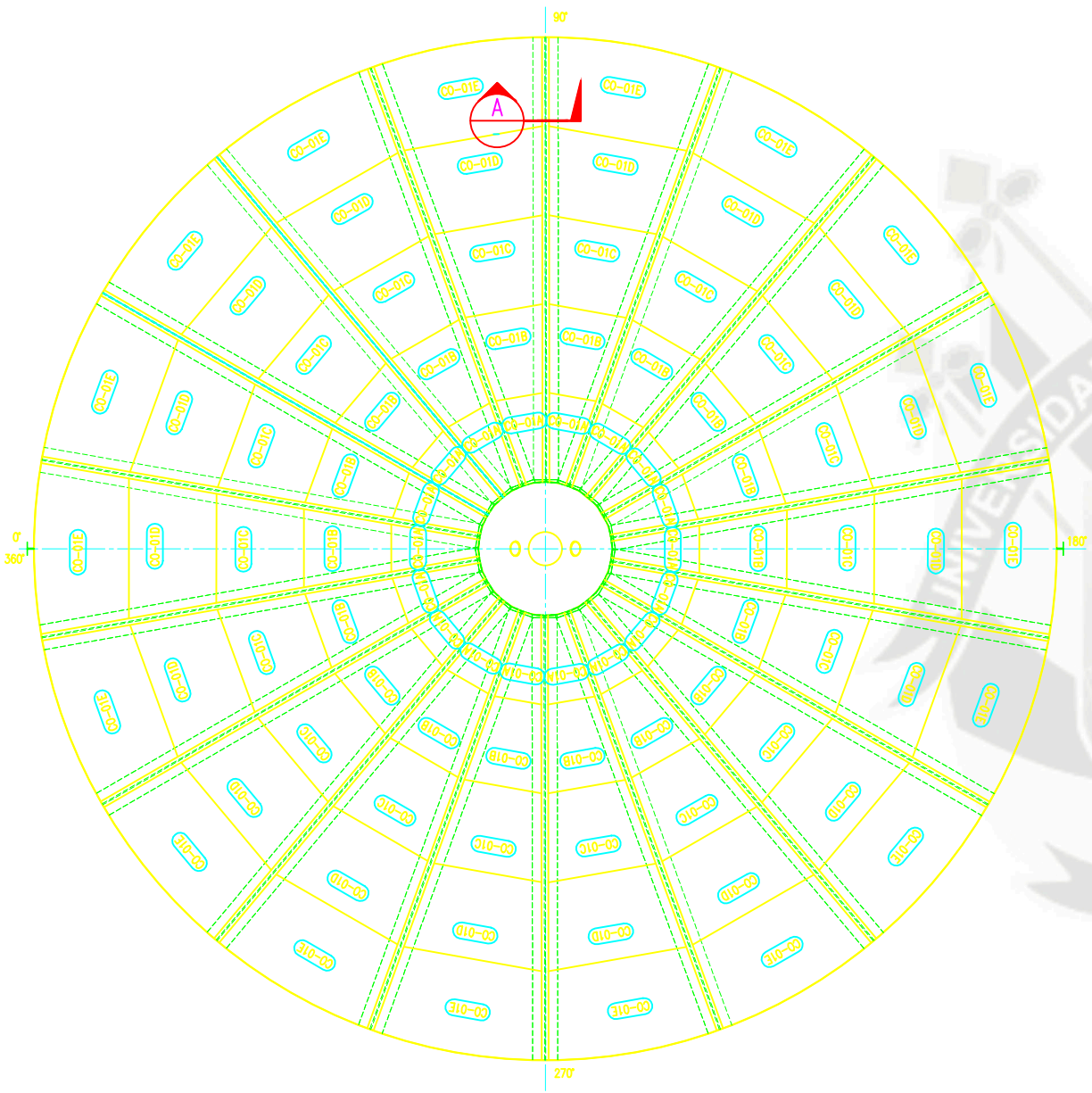


DISTRIBUCION DE PLANCHAS
ESC. 1/100

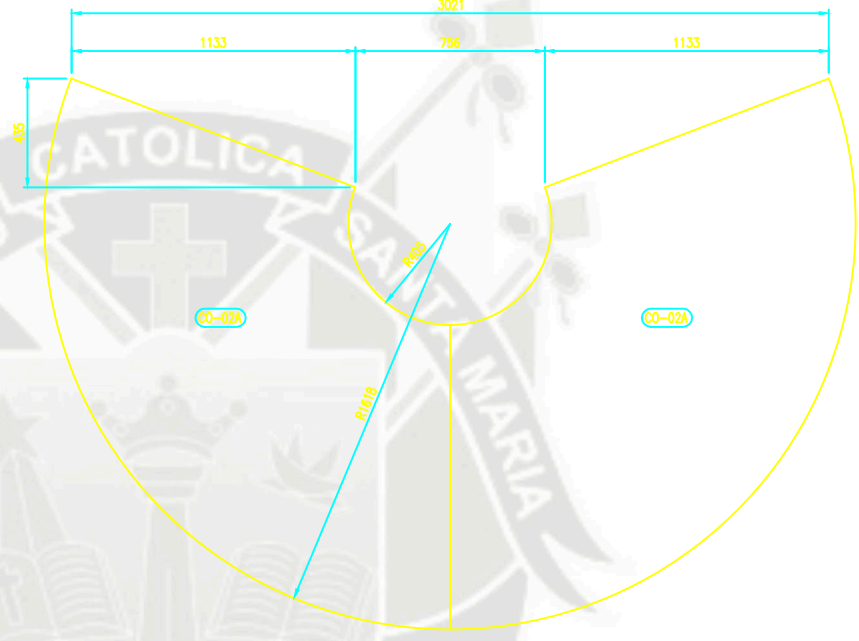
Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 14	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION : 	Revisado :	
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS.	Plano : VISTA Y HABILITADOS	



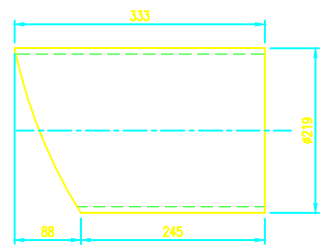
LISTA DE MATERIALES										
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /DIM	CODE/TAG	LONG. mm	C/E	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M2)	
							UNID.	TOTAL	UNID.	TOTAL
CONOS										
1	Pl. 6mm ASTM A36	-	CO-01	-	-	1	7952.40	7952.40	337.32	337.32
2	Pl. 6mm ASTM A36	-	CO-02	-	-	1	224.12	224.12	9.50	9.50
3	TB #8" SCH40 A53	-	TB-01	333	-	2	11.10	22.20	0.23	0.46
PESO TOTAL								8198.72	-	347.28



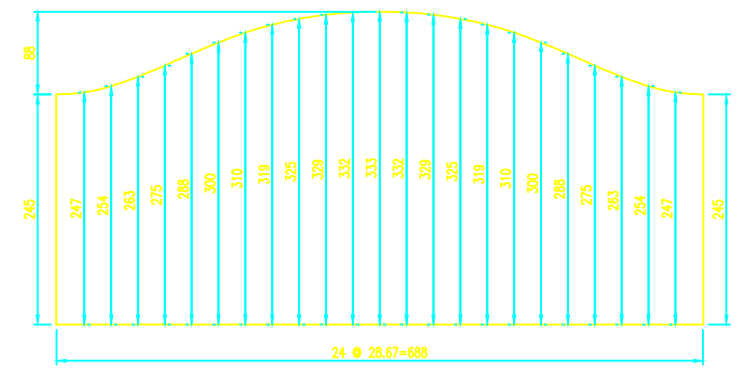
CONO CO-02
ESC. 1/15
CANTIDAD: 01 UND.



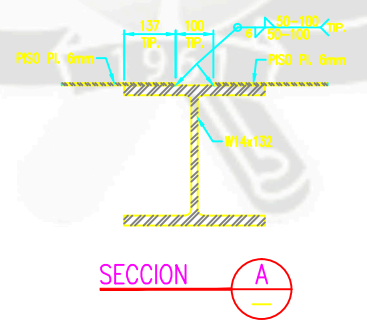
DESARROLLO CO-02
ESC. 1/15
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.



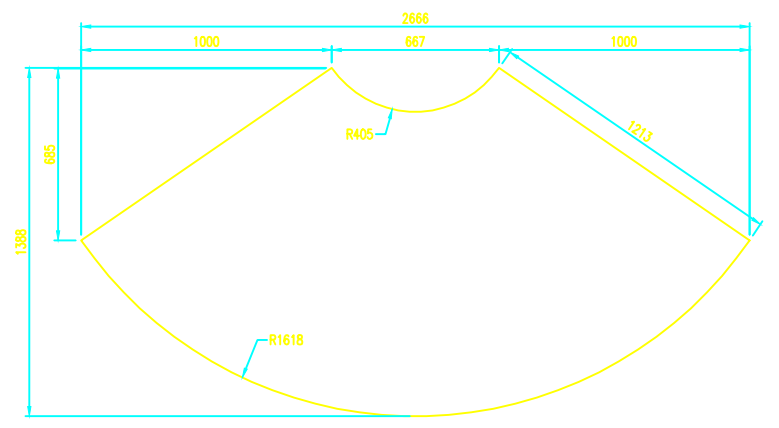
ELEMENTO TB-01
ESC. 1/5
MATERIAL: TB #8" SCH40 A53
CANTIDAD: 02 UNDS.



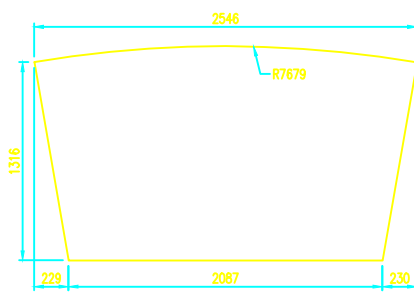
PLANTILLA PARA TB Ø8"
ESC. 1/5



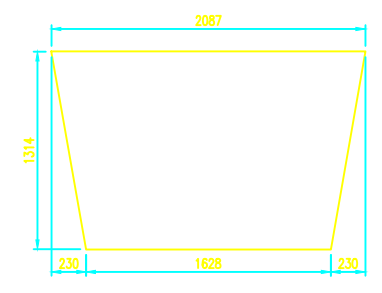
SECCION A-A



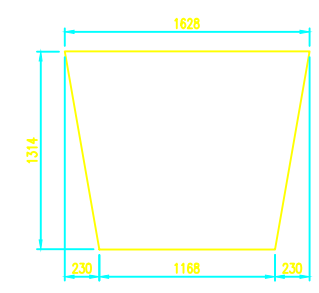
DESARROLLO CO-02A
ESC. 1/15
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



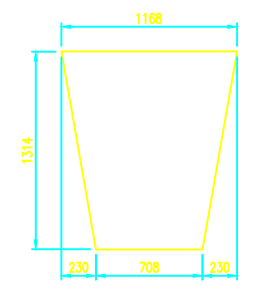
CONO CO-01A
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 18 UNDS.



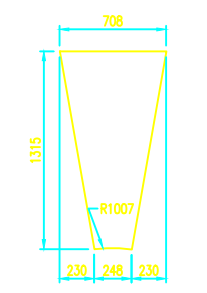
CONO CO-01B
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 18 UNDS.



CONO CO-01C
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 18 UNDS.

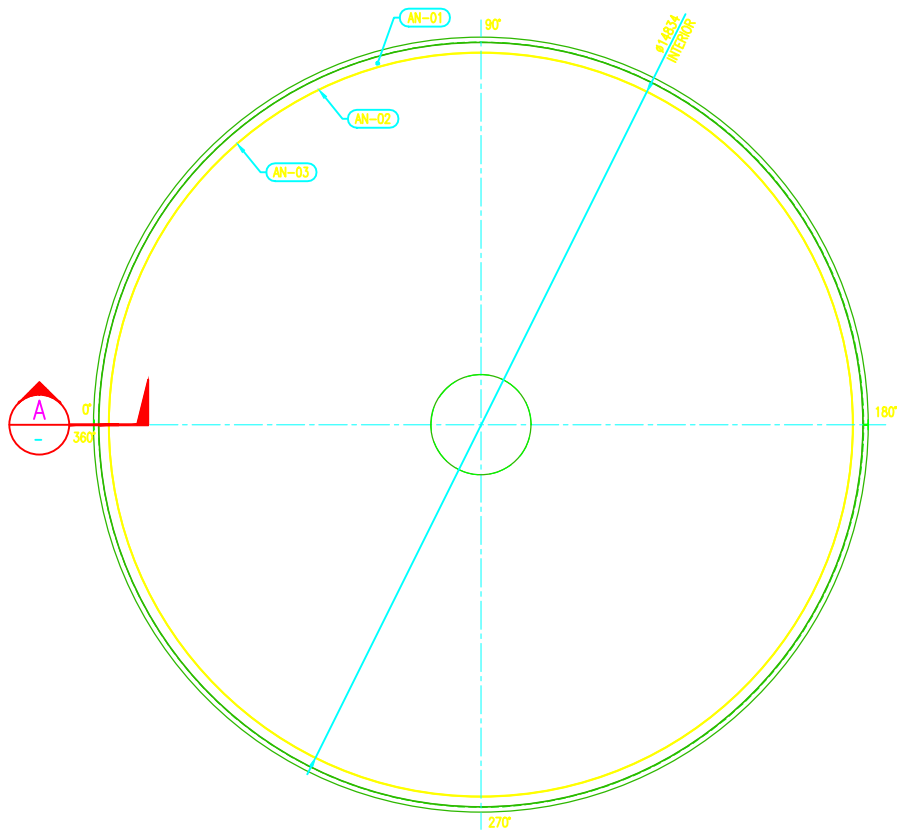


CONO CO-01D
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 18 UNDS.

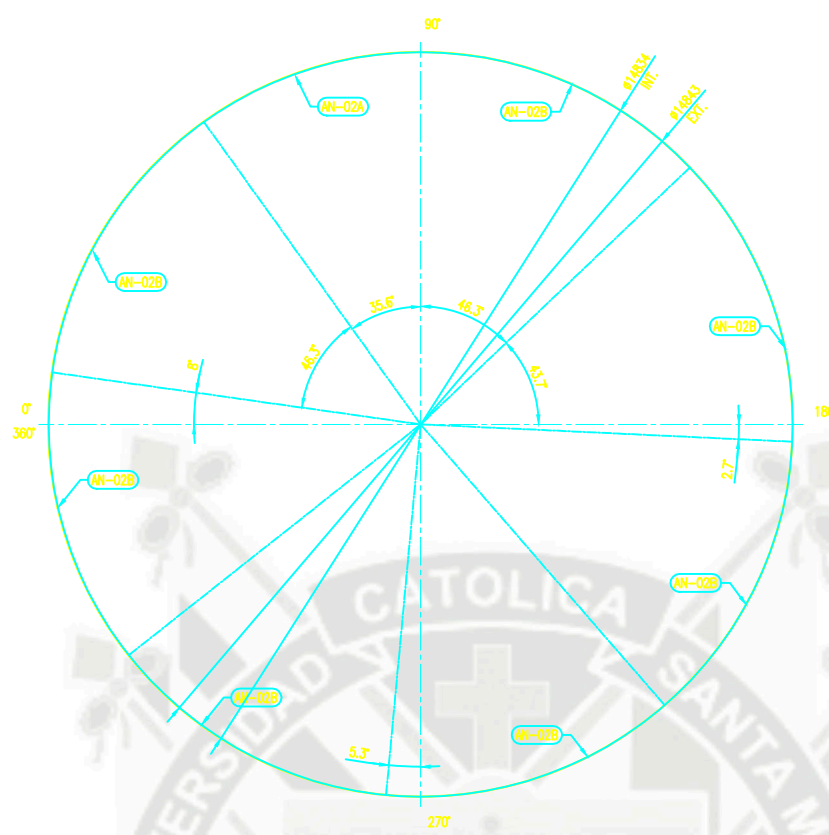


CONO CO-01E
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 18 UNDS.

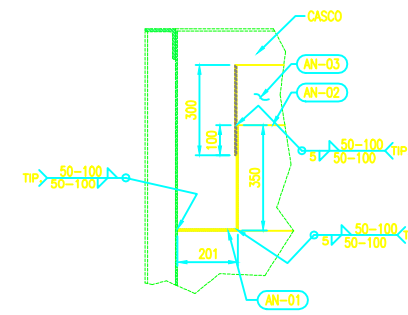
Escala : INDICADA	Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 15	Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION :	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
	Revisado :	
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS.	Plano : VISTA Y HABILITADOS	



VISTA DE PLANTA
ESC. 1/75

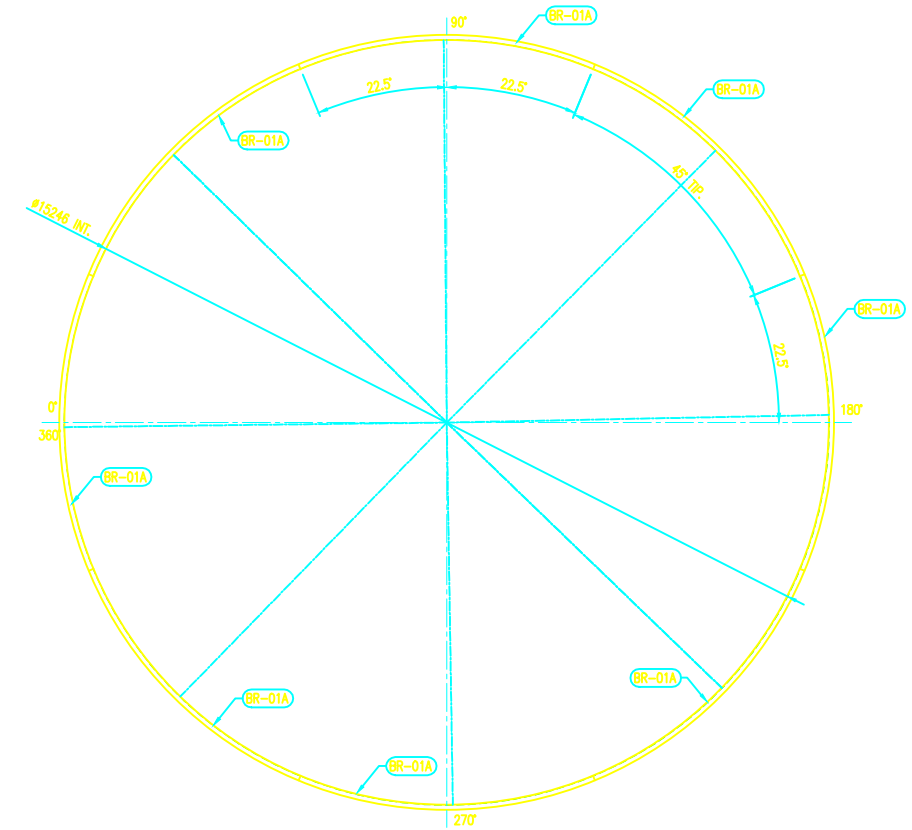


ELEMENTO AN-02
ESC. 1/75
MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.

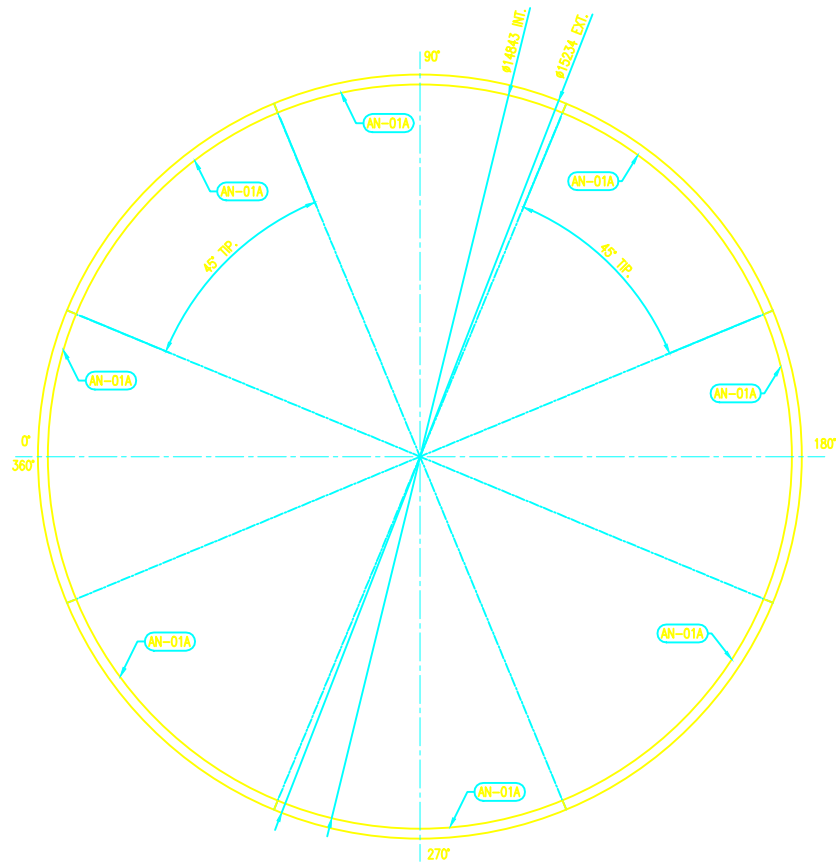


SECCION A

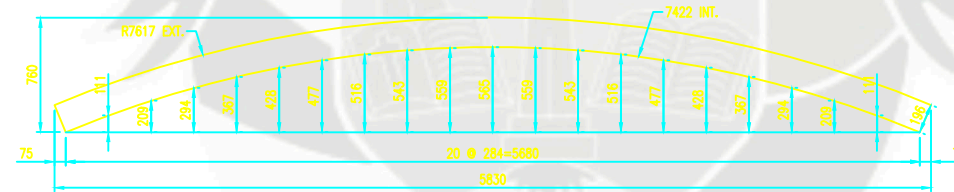
LISTA DE MATERIALES											
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /DIM	CODE/TAG	LONG. mm	C/E	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M2)		
							UNID.	TOTAL	UNID.	TOTAL	
BRIDAS Y ANILLOS											
1	PL. 4.5mm ASTM A36	-	AN-01	-	-	1	326.69	326.69	18.47	18.47	
2	PL. 4.5mm ASTM A36	-	AN-02	-	-	1	568.84	568.84	32.17	32.17	
3	PL. 4.5mm ASTM A36	-	AN-03	-	-	1	494.98	494.98	27.99	27.99	
4	L4"x4"x3/8" ASTM A36	-	BR-01	-	-	1	699.28	699.28	23.95	23.95	
PESO TOTAL								2089.79	-	102.58	



ELEMENTO BR-01
ESC. 1/75
MATERIAL: L4"x4"x3/8" ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.



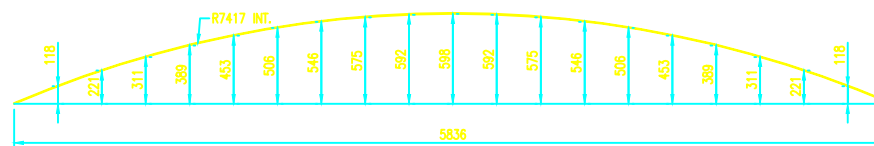
ELEMENTO AN-01
ESC. 1/75
MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.



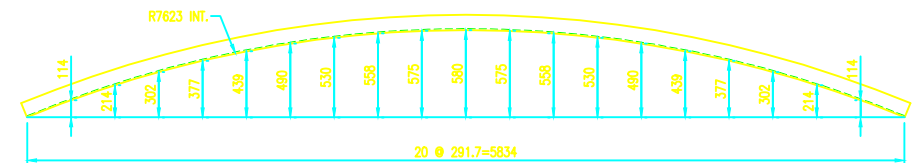
ELEMENTO AN-01A
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
CANTIDAD: 08 UNDS.



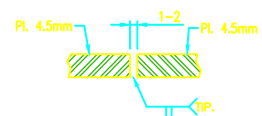
ELEMENTO AN-02A
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.
L.D. 345x4616



ELEMENTO AN-02B
ESC. 1/25
MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
CANTIDAD: 07 UNDS.
L.D. 345x6000

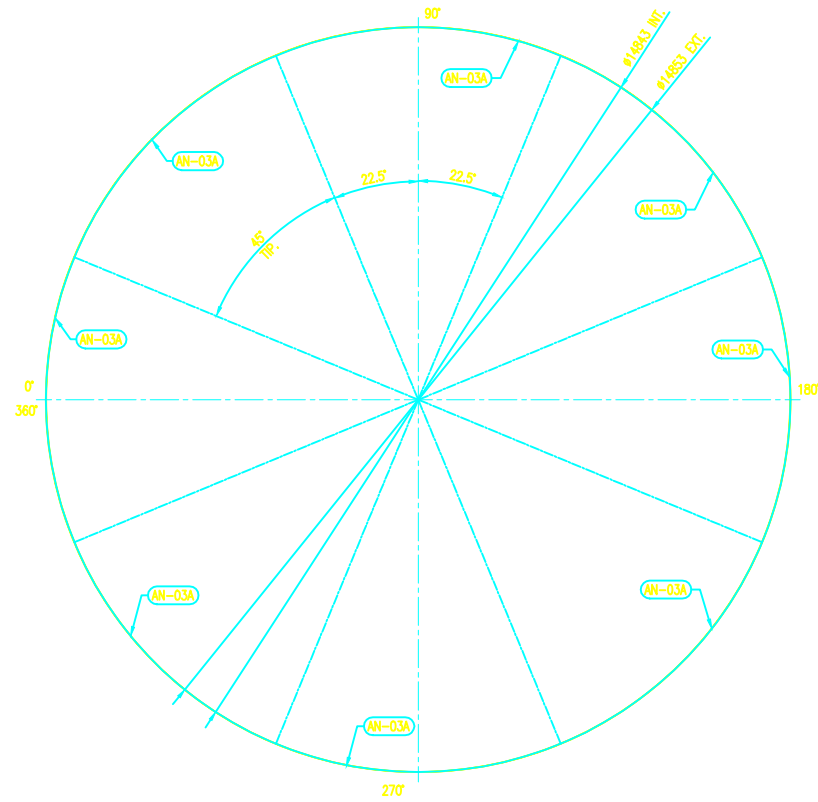


ELEMENTO BR-01A
ESC. 1/25
MATERIAL: L4"x4"x3/8" ASTM A36
CANTIDAD: 08 UNDS.
L.D. 5987mm

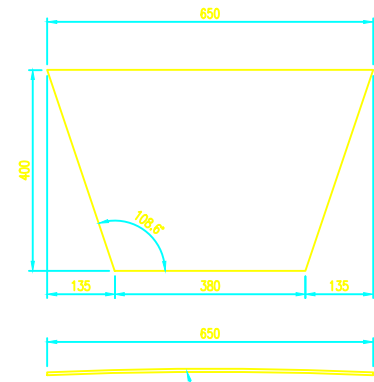


DETALLE TIP. DE SOLDADURA
ESC. 1/1

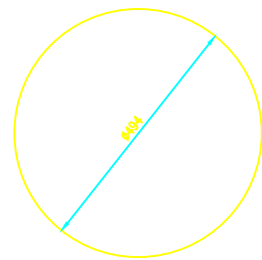
Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 16	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION : [Symbol]	Revisado :	
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS.	Plano : VISTA Y HABILITADOS	



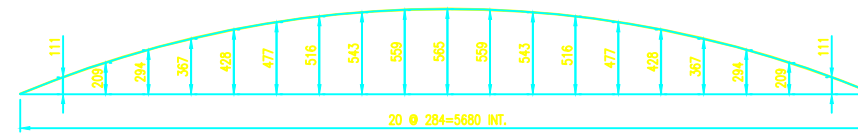
ELEMENTO AN-03
 ESC. 1/75
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 01 UND.



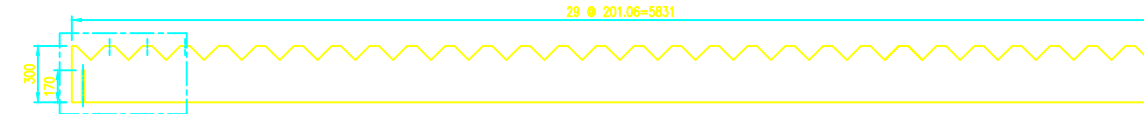
ELEMENTO PL-01
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



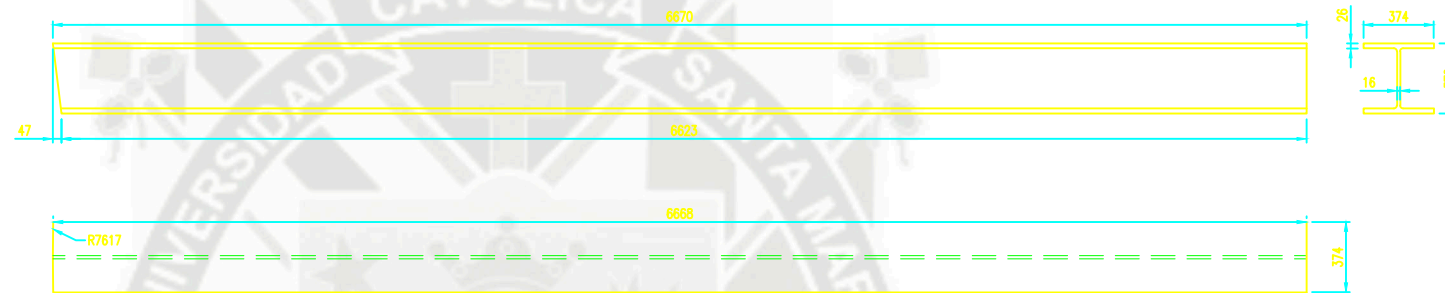
ELEMENTO PL-02
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 01 UND.



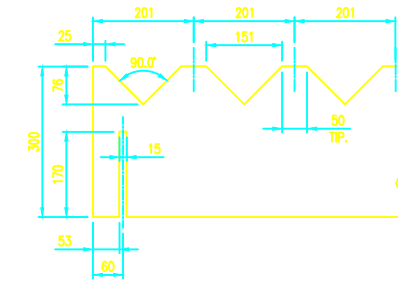
ELEMENTO AN-01A
 ESC. 1/25
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 08 UNDS.
 L.D. 5831x300mm



DESARROLLO AN-01A
 ESC. 1/25
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 08 UNDS.
 L.D. 5831x300mm



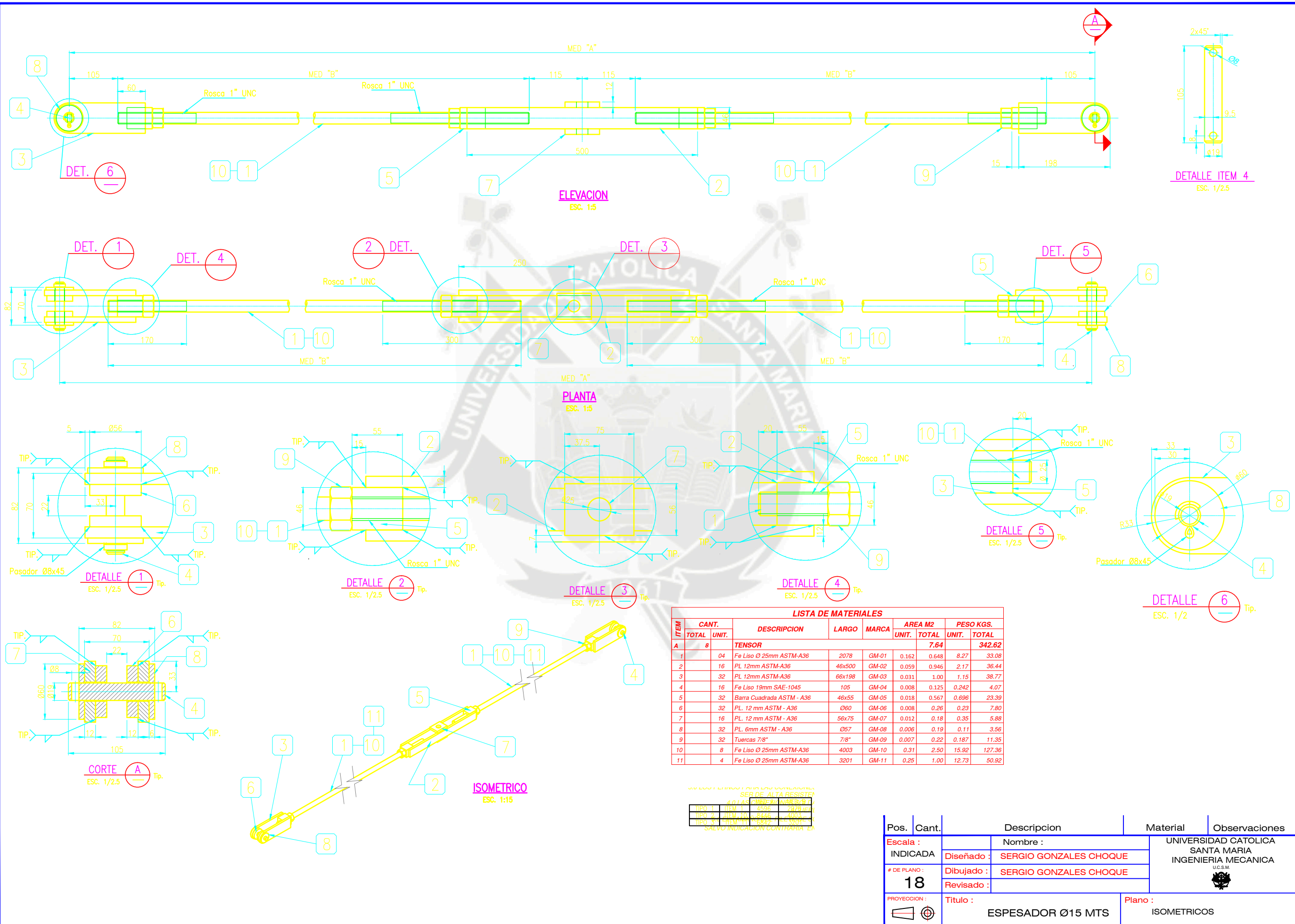
ELEMENTO W-01
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



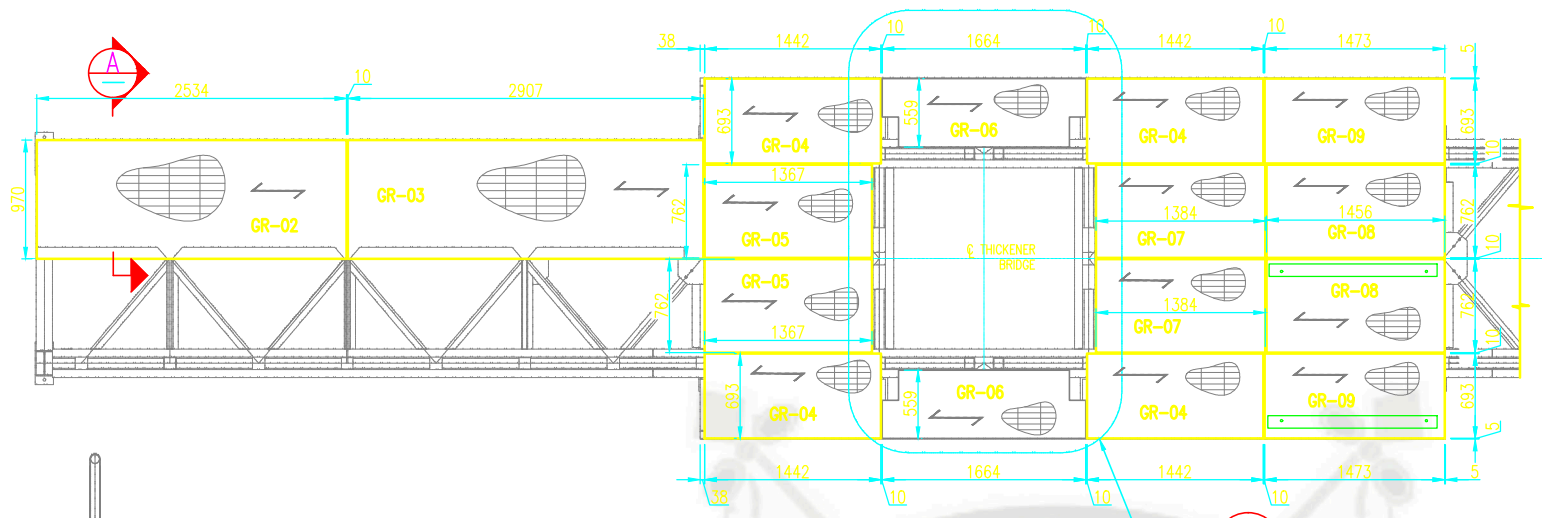
DETALLE TIP. DE SOLDADURA
 ESC. 1/1

DETALLE 1
 ESC. 1/7.5

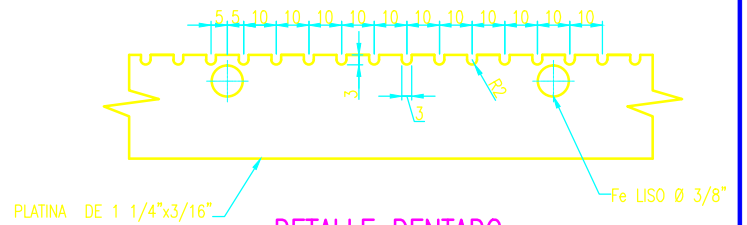
Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE Revisado :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 17	Título : ESPESADOR Ø15 MTS.	
PROYECCION : 	Plano : VISTA Y HABILITADOS	



Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
18		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :		Plano :
		ESPESADOR Ø15 MTS		ISOMETRICOS



LISTA DE MATERIALES							
ITEM	CANT.		DESCRIPCION	LARGO	MARCA	PESO KGS.	
	TOTAL	UNIT.				UNIT.	TOTAL
A	1		GRATING			39.60	974.93
1	01		GR-02	970 x 2534	EG-02	4.92	5.61
2	01		GR-03	970 x 2907	EG-03	5.64	5.64
3	04		GR-04	693 x 1442	EG-04	2.00	7.99
4	02		GR-05	762 x 1367	EG-05	2.08	4.17
5	02		GR-06	559 x 1664	EG-06	1.73	3.45
6	02		GR-07	762 x 1384	EG-07	2.11	4.22
7	02		GR-08	762 x 1456	EG-08	2.22	4.44
8	02		GR-09	693 x 1473	EG-09	2.04	4.08

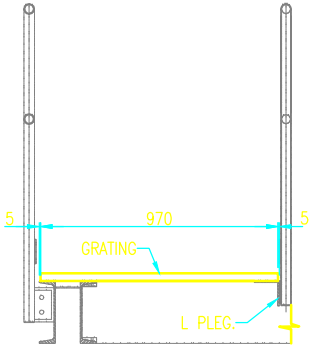


DISTRIBUCION DE GRATING
ESC. 1:40

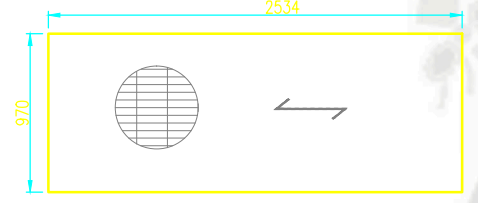
DET. 1

DETALLE DENTADO ANTIDESLIZANTE
TÍPICO

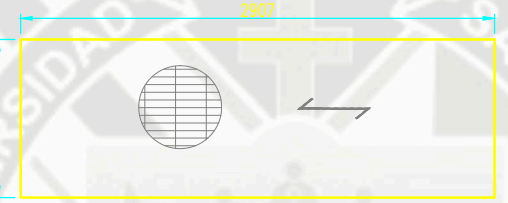
ESC. 1:2.5



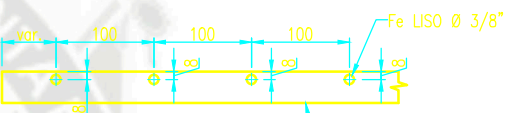
CORTE A
ESC. 1/20



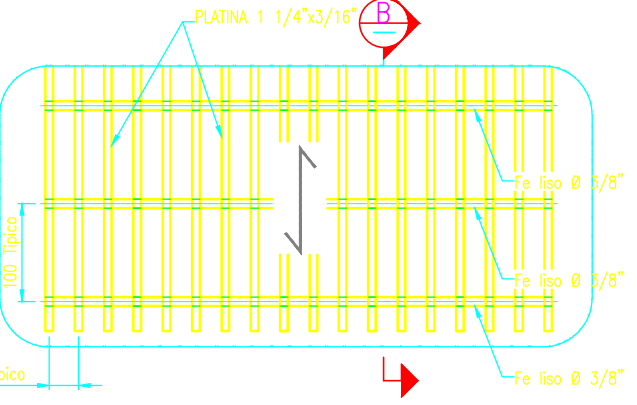
GR-02 HACER UNO
ESC. 1:30



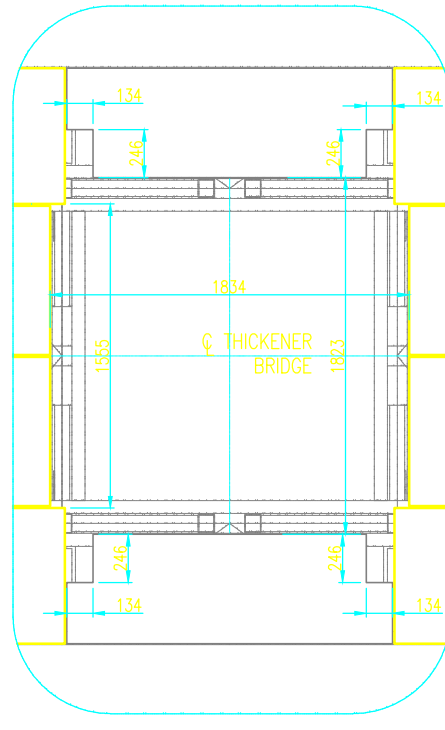
GR-03 HACER UNO
ESC. 1:30



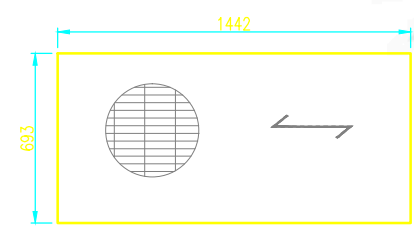
CORTE B
ESC. 1/5



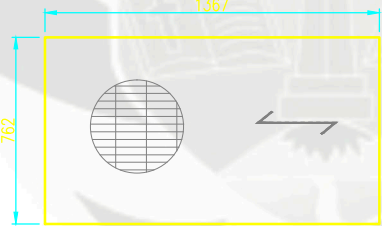
DETALLE GRATING TÍPICO
ESC. 1:5



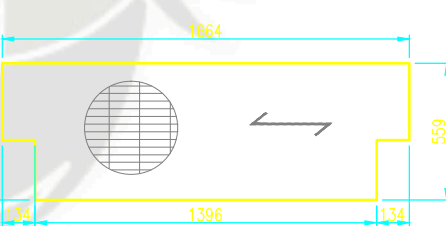
DETALLE 1
ESC. 1/25



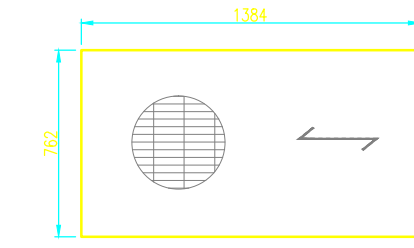
GR-04 HACER CUATRO
ESC. 1:20



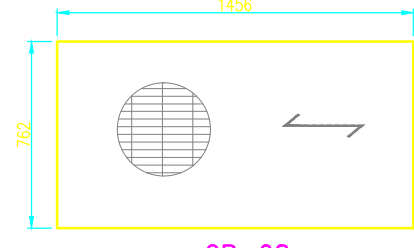
GR-05 HACER DOS
ESC. 1:20



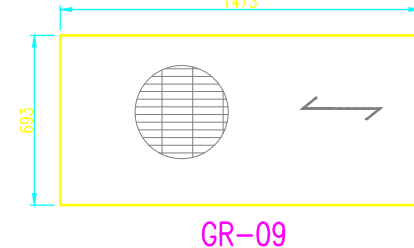
GR-06 HACER DOS
ESC. 1:20



GR-07 HACER DOS
ESC. 1:20



GR-08 HACER DOS
ESC. 1:20

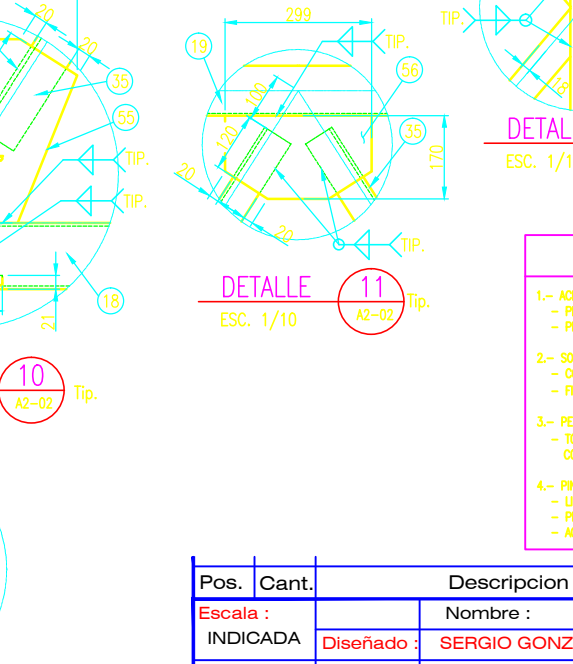
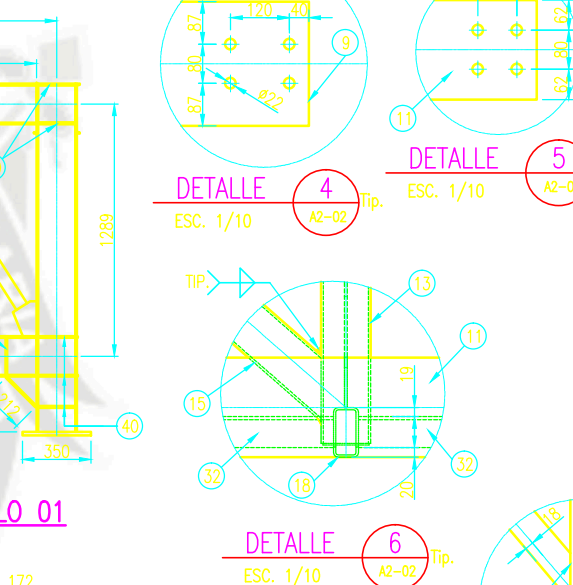
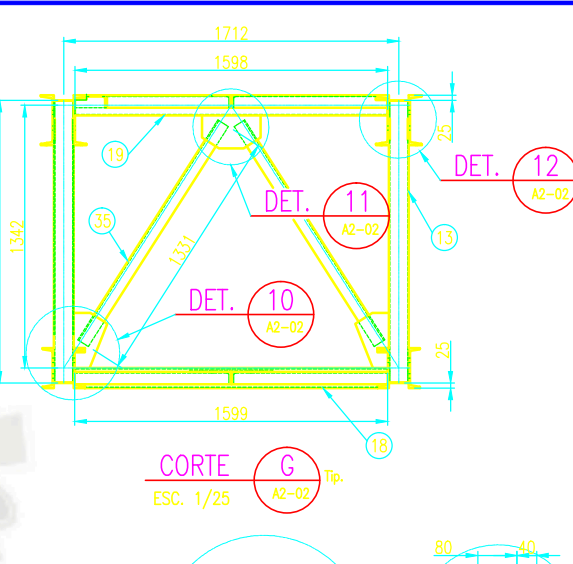
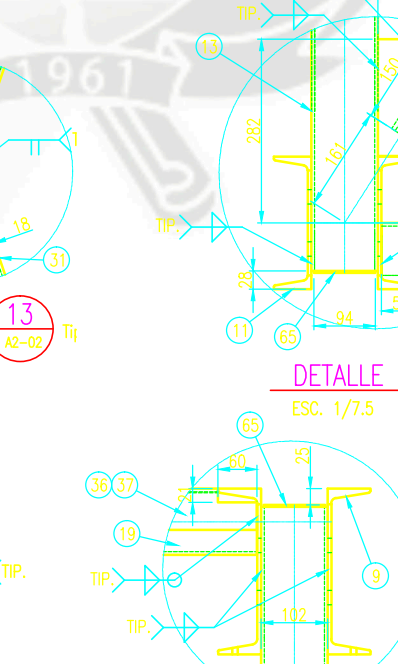
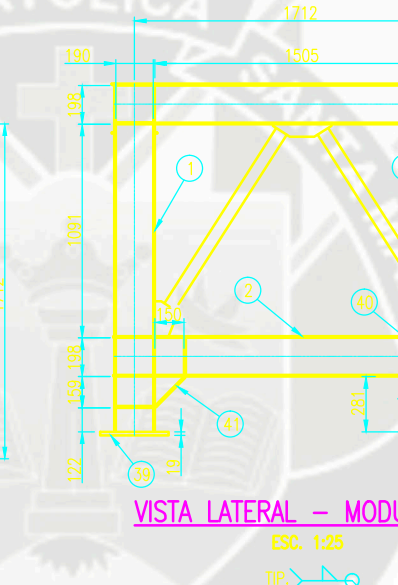
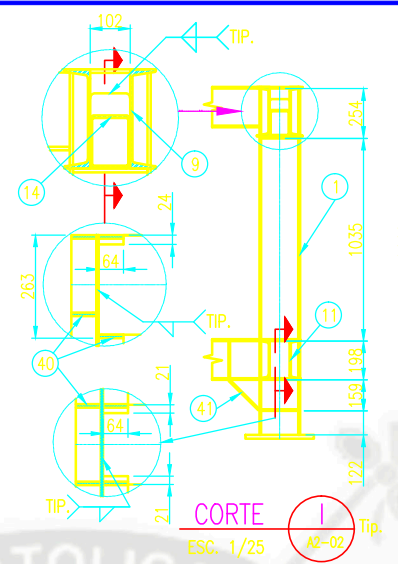
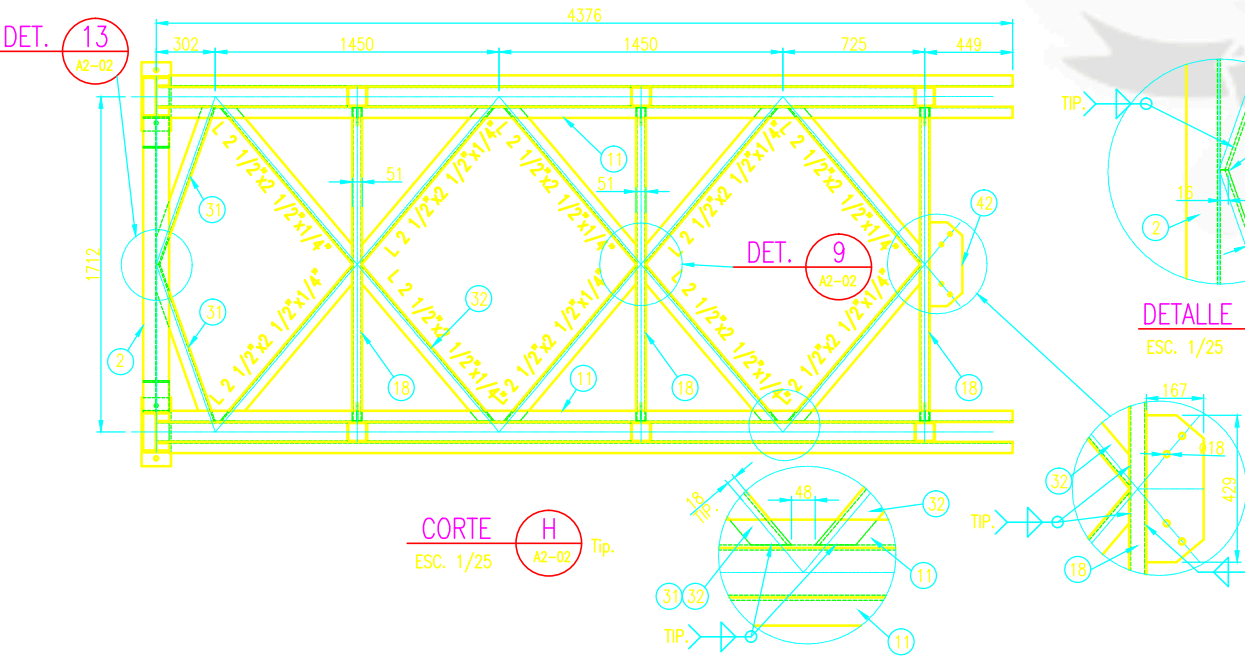
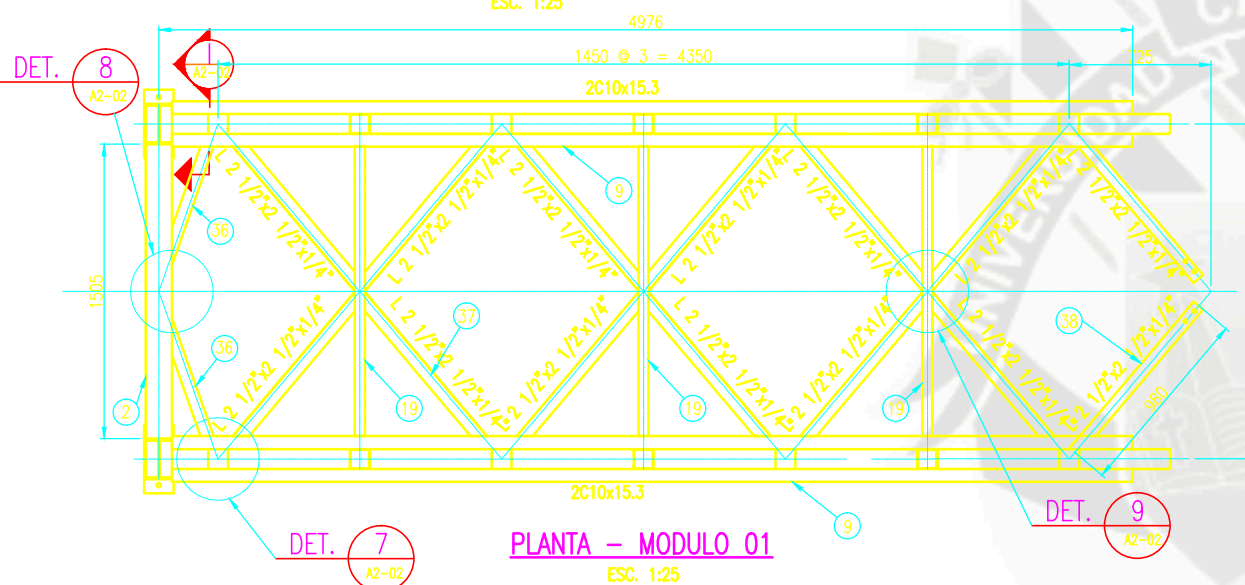
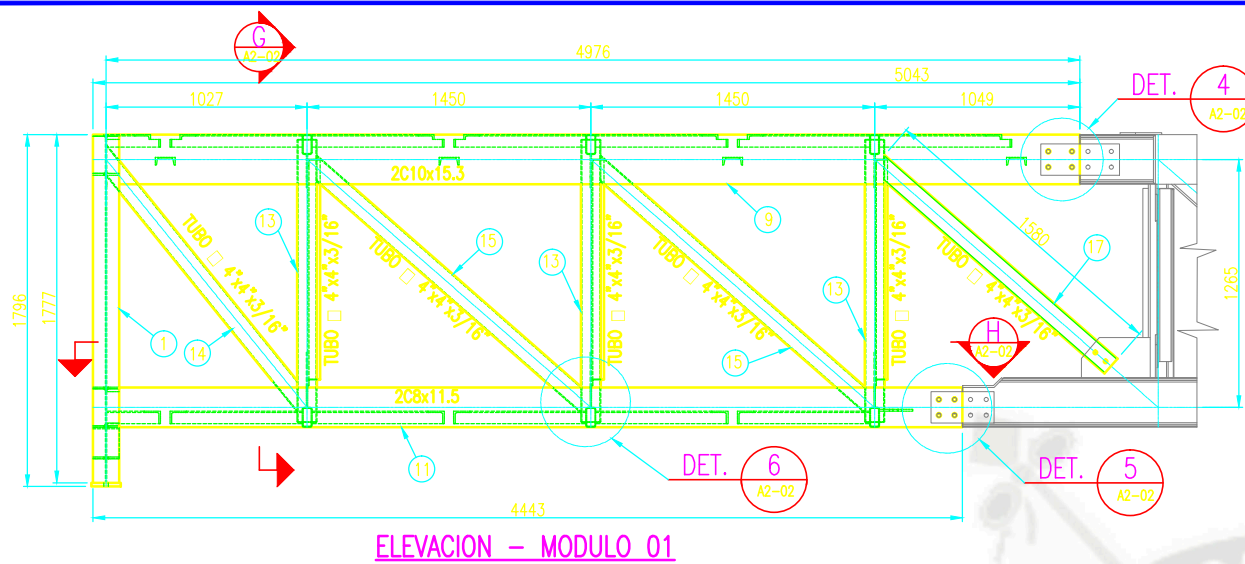


GR-09 HACER DOS
ESC. 1:20

ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MÍNIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR NEGRO A 5MILS

Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
19		Revisado :		
PROYECCION :		Título : ESPESADOR Ø15 MTS		Plano : ISOMETRICOS



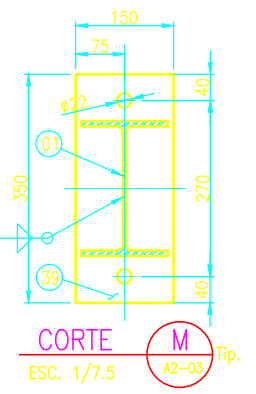
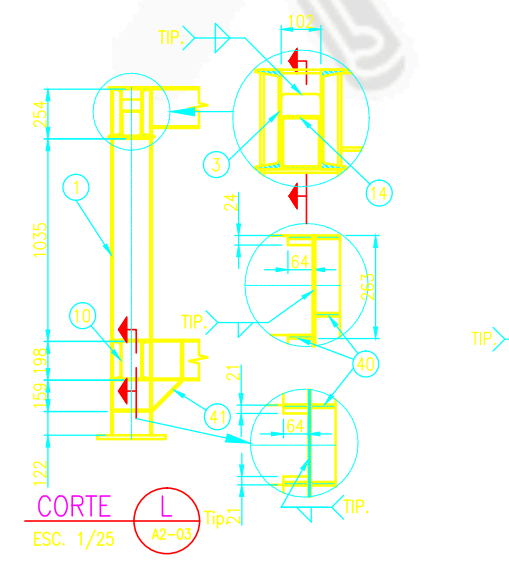
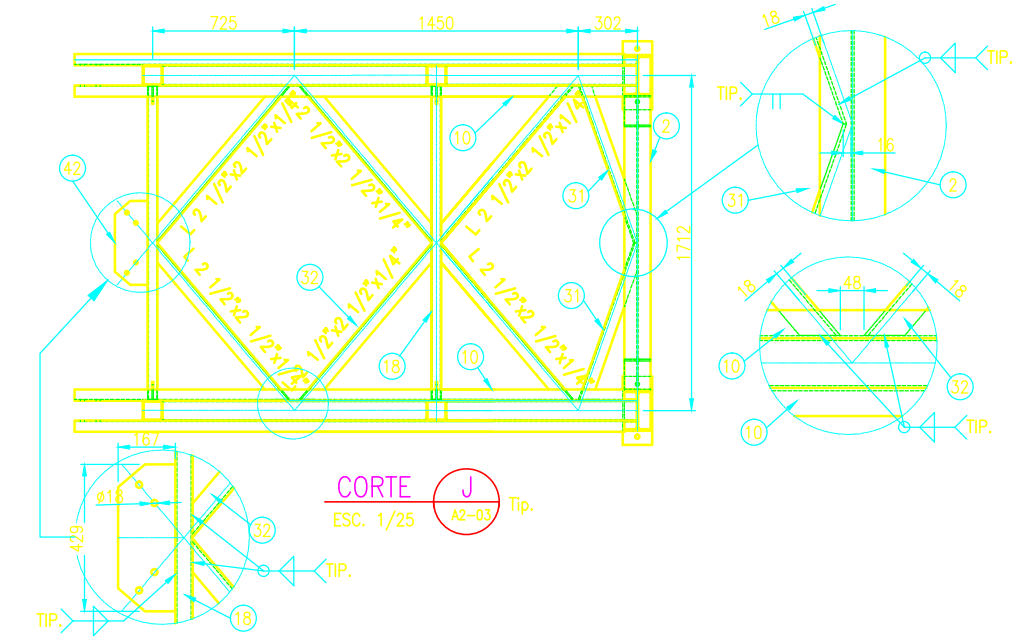
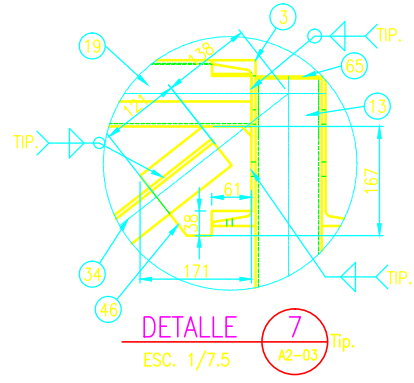
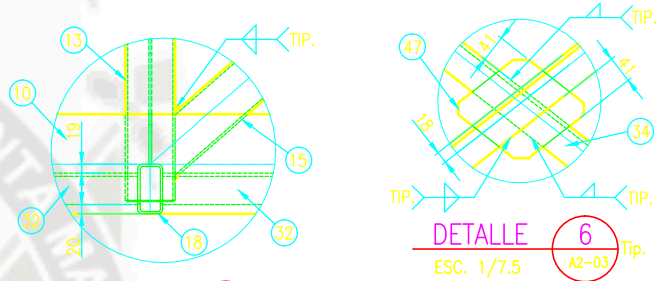
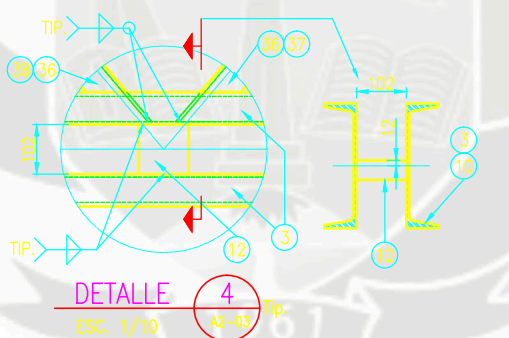
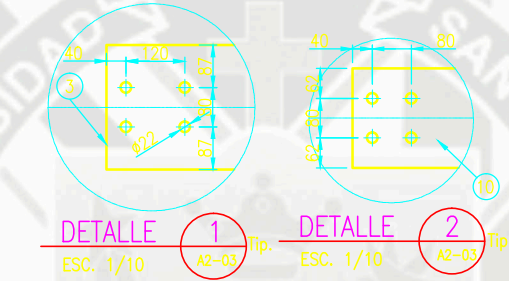
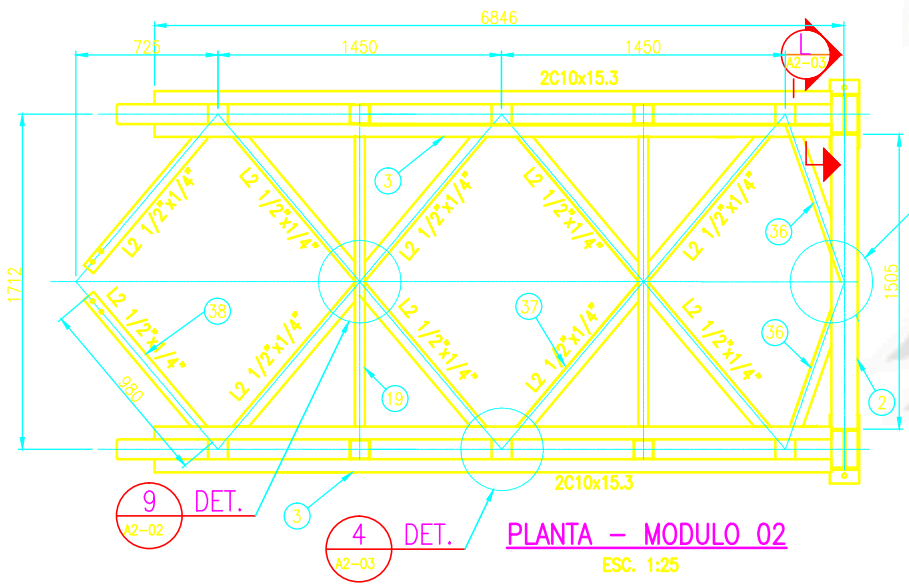
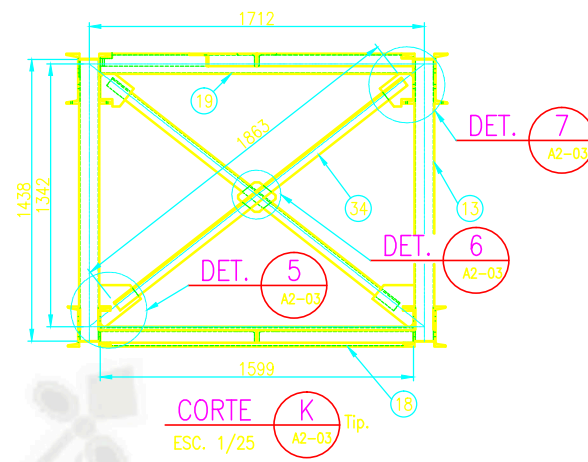
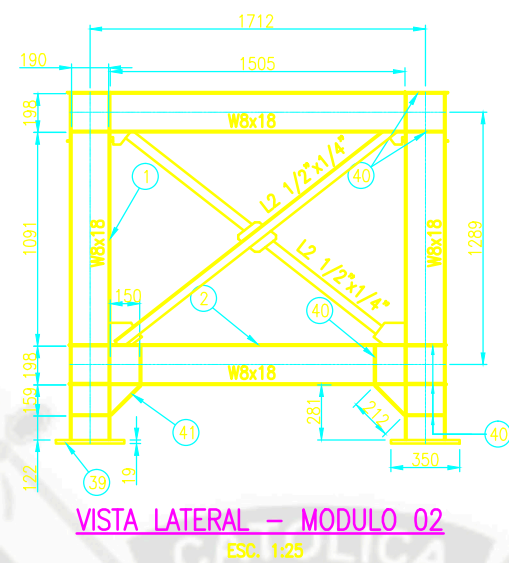
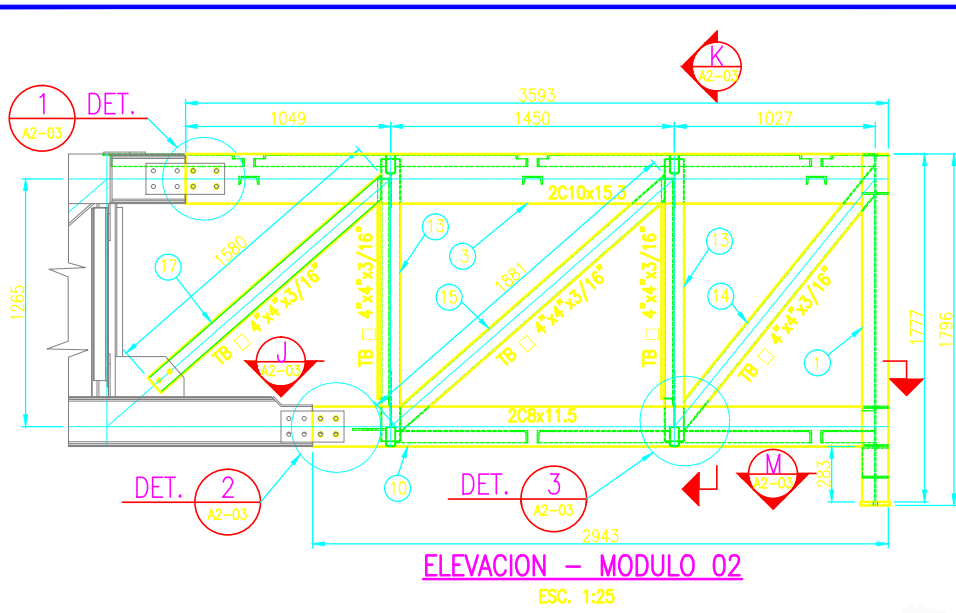


LISTA DE MATERIALES				
ITEM	TOTAL	UNID.	DESCRIPCION	MARCA
A				
PUENTE (MODULO 1)				
1	02		VIGA W 8x18	PU-01
2	02		VIGA W 8x18	PU-02
9	04		CANAL C 10x15.3	PU-09
11	04		CANAL C 8x11.5	PU-11
12	08		CANAL C 4x5.4	PU-12
13	06		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	PU-13
14	02		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	PU-14
15	04		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	PU-15
17	02		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	PU-17
18	03		TUBO W 4" x 2" x 3/16"	PU-18
19	03		TUBO W 4" x 2" x 3/16"	PU-19
31	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-31
32	10		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-32
35	06		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-35
36	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-36
37	12		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-37
38	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	PU-38
39	02		PL. 19 mm. ASTM - A36	PU-39
40	24		PL. 9 mm. ASTM - A36	PU-40
41	02		PL. 9 mm. ASTM - A36	PU-41
42	01		PL. 9 mm. ASTM - A36	PU-42
55	06		PL. 6 mm. ASTM - A36	PU-55
56	03		PL. 6 mm. ASTM - A36	PU-56
65	20		PL. 3 mm. ASTM - A36	PU-65

ESPECIFICACION TECNICA

- ACERO
 - PERFILES LAMINADOS ASTM A36
 - PLANCHAS ASTM A36
- SOLDADURA
 - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX.
 - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
- PERNOS
 - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
- PINTURA
 - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6
 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A SMLS
 - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A SMLS

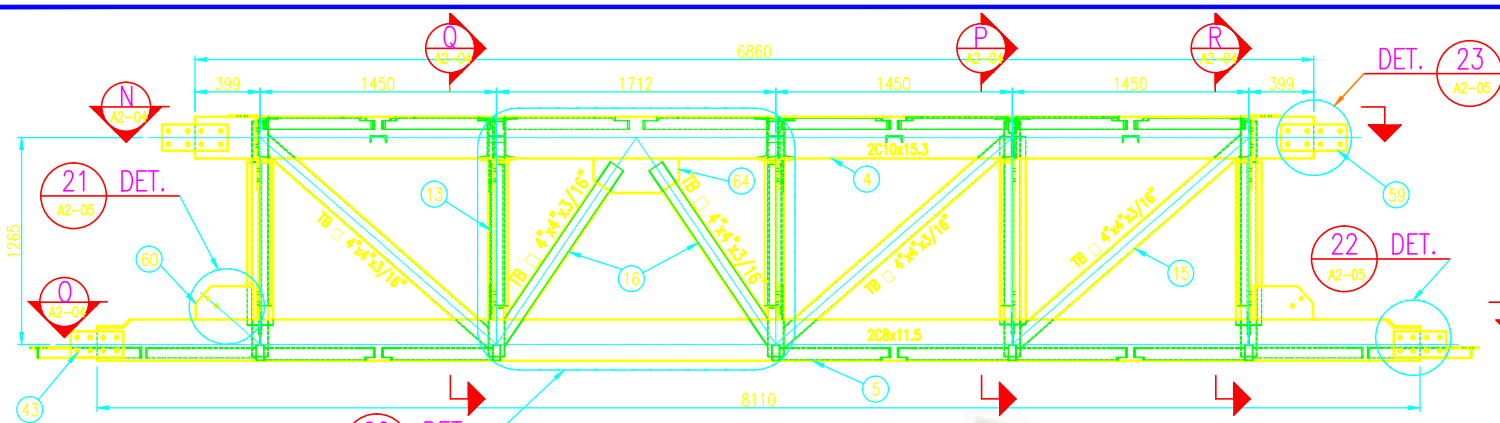
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escaleta :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
INDICADA	Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :	Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE		
20	Revisado :			
PROYECCION :	Titulo :	ESPEESADOR Ø15 MTS	Plano :	PLATAFORMA



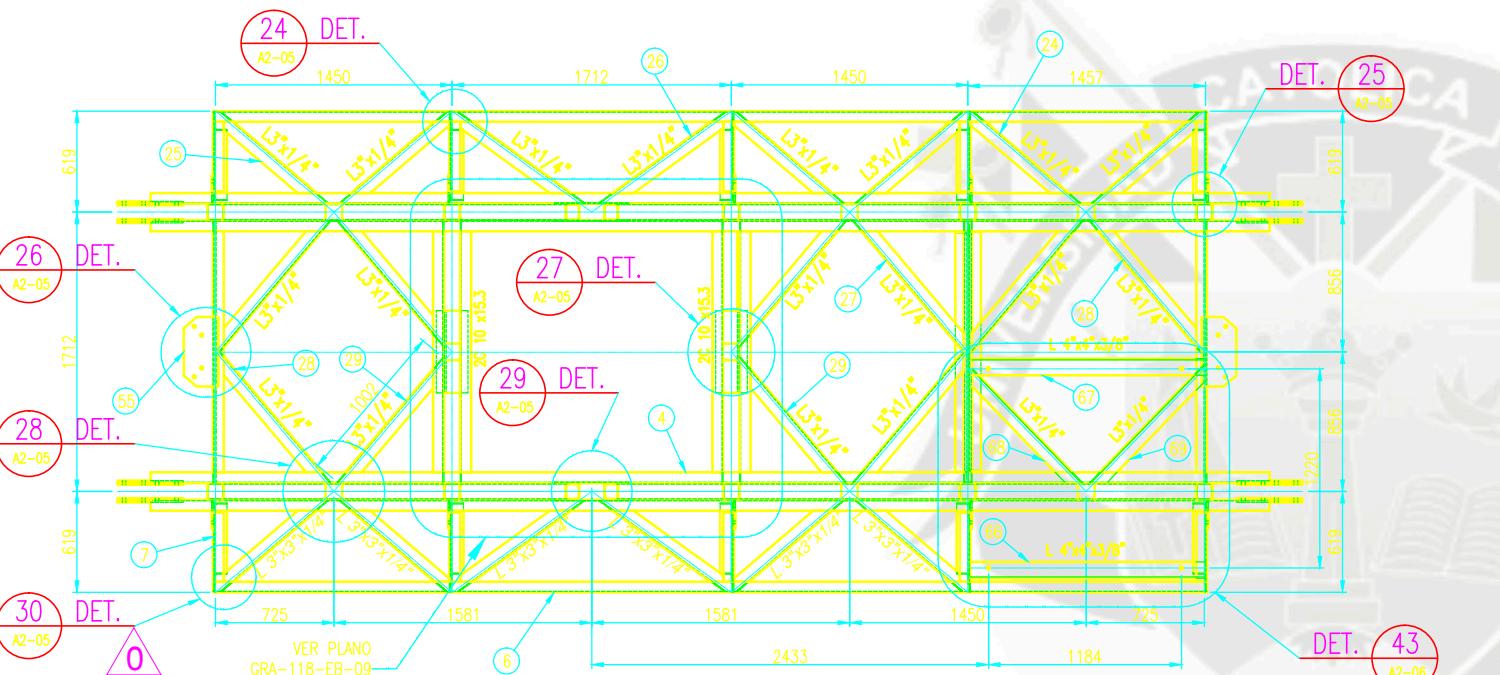
LISTA DE MATERIALES					
ITEM	CANT. TOTAL	UNID.	DESCRIPCION	LARGO	MARCA
PUENTE (MODULO 2)					
1	02		VIGA W 8x18	1777	PU-01
2	02		VIGA W 8x18	1505	PU-02
3	04		CANAL C 10x15.3	3523	PU-03
10	04		CANAL C 8x11.5	2873	PU-10
12	06		CANAL C 4x5.4	102	PU-12
13	04		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1438	PU-13
14	02		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1673	PU-14
15	02		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1880	PU-15
17	02		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1581	PU-17
16	02		TUBO W 4" x 2" x 3/16"	1599	PU-18
19	02		TUBO W 4" x 2" x 3/16"	1898	PU-19
31	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	853	PU-31
32	06		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	1045	PU-32
34	04		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	1863	PU-34
36	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	847	PU-36
37	08		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	1044	PU-37
38	02		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	980	PU-38
39	02		PL. 19 mm. ASTM - A36	150 x 350	PU-39
40	24		PL. 9 mm. ASTM - A36	84 x 189	PU-40
41	02		PL. 9 mm. ASTM - A36	133 x 212	PU-41
42	01		PL. 9 mm. ASTM - A36	167 x 429	PU-42
45	04		PL. 9 mm. ASTM - A36	212 x 214	PU-45
46	04		PL. 6 mm. ASTM - A36	167 x 171	PU-46
47	02		PL. 3 mm. ASTM - A36	133 x 163	PU-47
65	16		PL. 3 mm. ASTM - A36	94 x 94	PU-65

ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

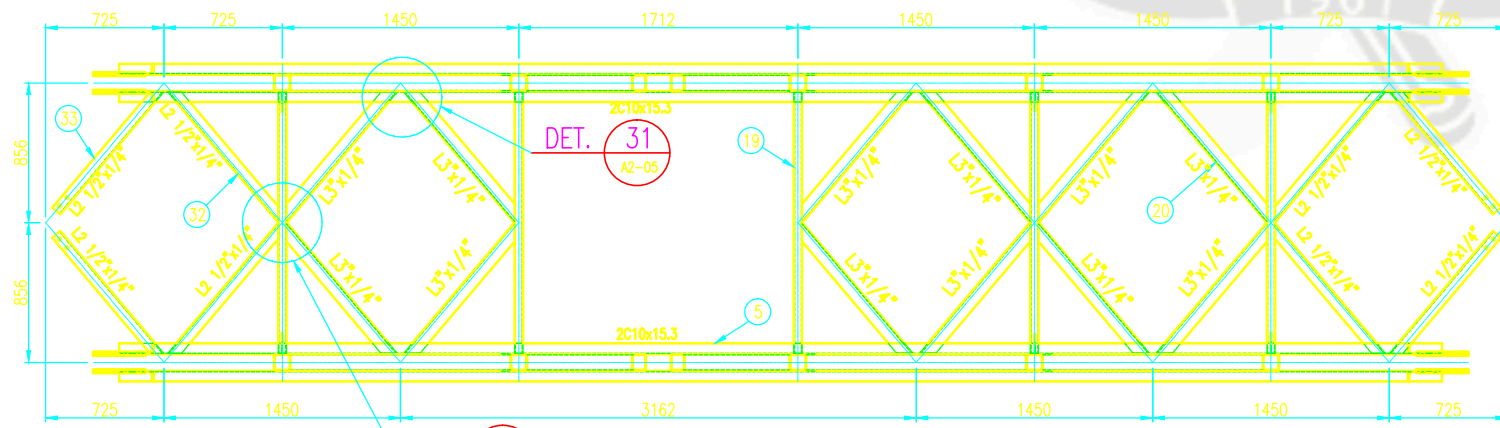
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.	
INDICADA		Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
# DE PLANO :		Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
21		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPEPADOR Ø15 MTS		ISOMETRICOS



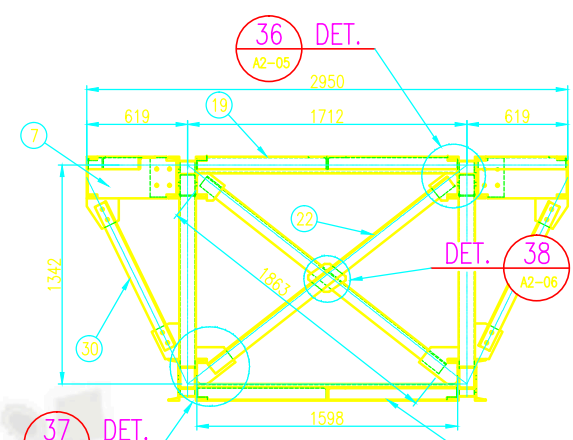
ELEVACION MODULO 03
ESC. 1/30



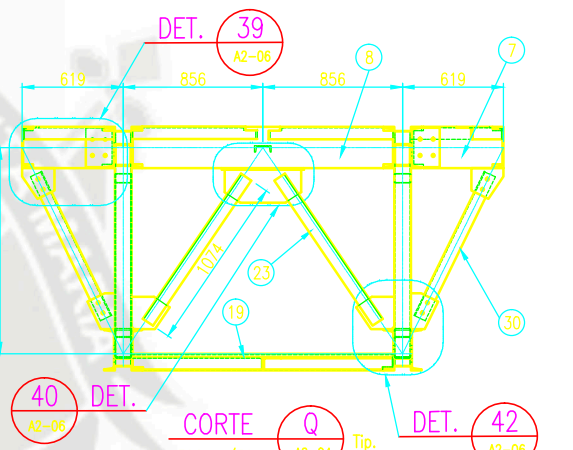
CORTE N
ESC. 1/30



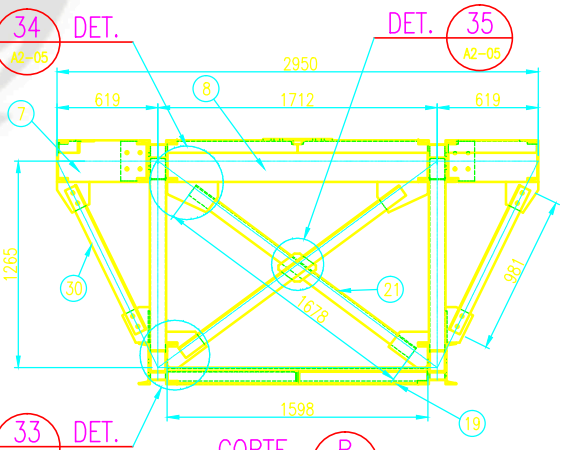
CORTE O
ESC. 1/30



CORTE P
ESC. 1/30



CORTE Q
ESC. 1/30

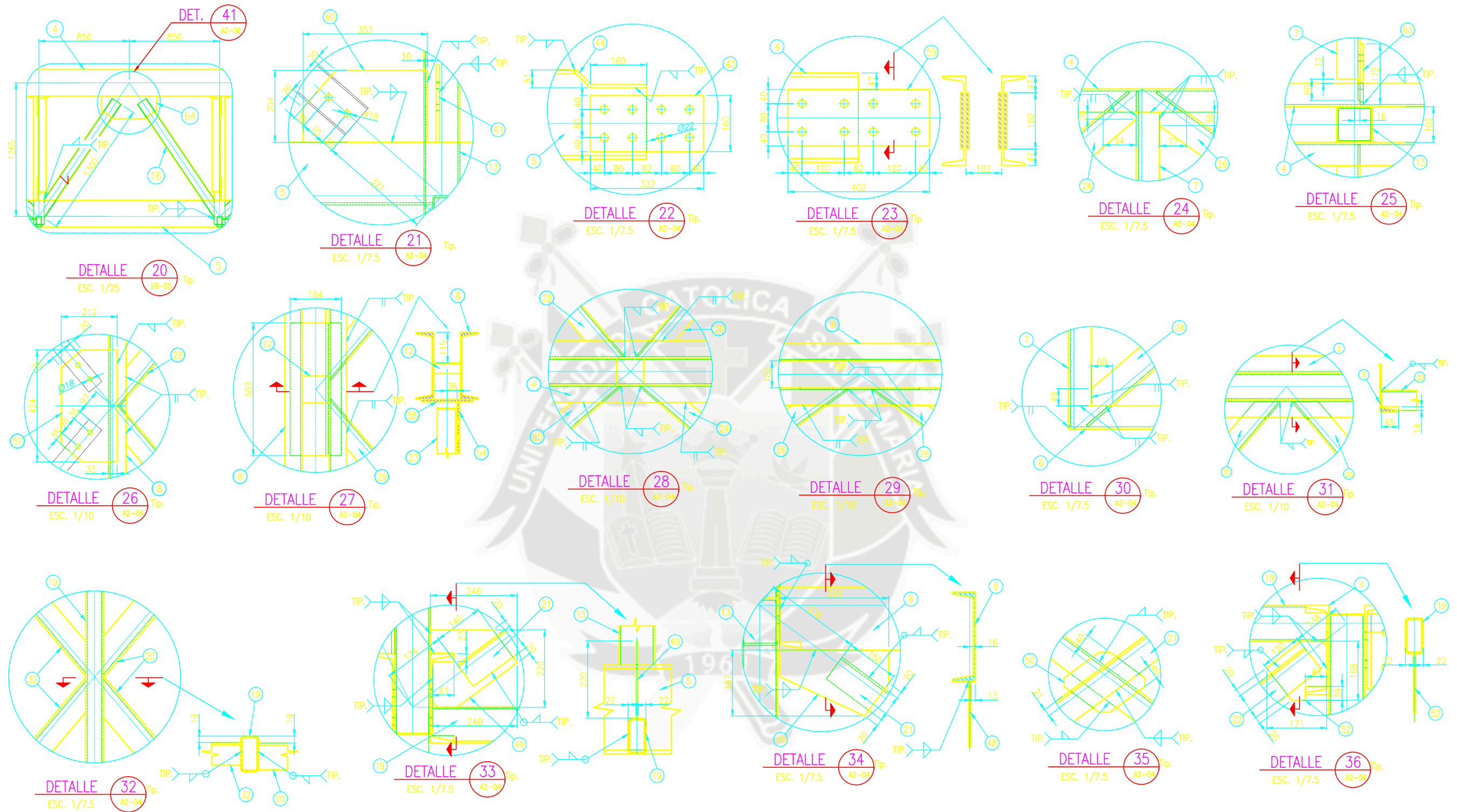




CORTE R
ESC. 1/30

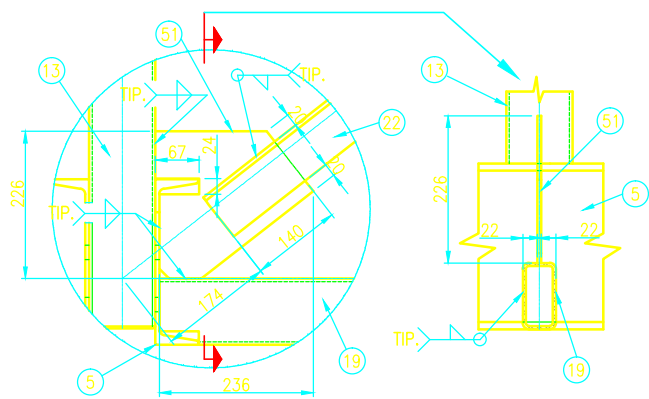
LISTA DE MATERIALES					
ITEM	CANT. TOTAL	UNID.	DESCRIPCION	LARGO	MARCA
PUENTE (MODULO 3)					
4	04		CANAL C 10x15.3	6860	PU-04
5	04		CANAL C 10x15.3	8110	PU-05
6	02		CANAL C 10x15.3	6094	PU-06
7	10		CANAL C 10x15.3	544	PU-07
8	06		CANAL C 10x15.3	1598	PU-08
12	16		CANAL C 4x5.4	102	PU-12
13	10		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1438	PU-13
15	06		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1878	PU-15
16	04		TUBO W 4" x 4" x 3/16"	1300	PU-16
19	06		TUBO W 4" x 2" x 3/16"	1598	PU-19
20	12		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1049	PU-20
21	04		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1678	PU-21
22	02		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1863	PU-22
23	04		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1074	PU-23
24	05		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	856	PU-24
25	05		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	856	PU-25
26	04		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	949	PU-26
27	03		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1050	PU-27
28	03		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1085	PU-28
29	03		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1002	PU-29
30	10		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	981	PU-30
32	04		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	1045	PU-32
33	04		ANGULO L 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	980	PU-33
43	16		PL. 9 mm. ASTM - A36	160 x 322	PU-43
44	04		PL. 9 mm. ASTM - A36	66 x 215	PU-44
48	04		PL. 8 mm. ASTM - A36	187 x 310	PU-48
49	04		PL. 6 mm. ASTM - A36	220 x 246	PU-49
50	03		PL. 6 mm. ASTM - A36	156 x 200	PU-50
51	02		PL. 6 mm. ASTM - A36	227 x 244	PU-51
52	02		PL. 6 mm. ASTM - A36	168 x 171	PU-52
53	04		PL. 6 mm. ASTM - A36	199 x 233	PU-53
54	02		PL. 9 mm. ASTM - A36	203 x 468	PU-54
57	02		PL. 9 mm. ASTM - A36	212 x 424	PU-57
58	02		PL. 9 mm. ASTM - A36	194 x 503	PU-58
59	16		PL. 9 mm. ASTM - A36	160 x 402	PU-59
60	04		PL. 9 mm. ASTM - A36	204 x 353	PU-60
61	10		PL. 9 mm. ASTM - A36	168 x 219	PU-61
62	10		PL. 9 mm. ASTM - A36	188 x 197	PU-62
63	10		PL. 9 mm. ASTM - A36	172 x 242	PU-63
64	04		PL. 6 mm. ASTM - A36	213 x 523	PU-64
65	20		PL. 3 mm. ASTM - A36	94 x 94	PU-65
66	01		ANGULO L 4" x 4" x 3/8"	1443	PU-66
67	01		ANGULO L 4" x 4" x 3/8"	1434	PU-67
68	01		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	964	PU-68
69	01		ANGULO L 3" x 3" x 1/4"	1025	PU-69

ESPECIFICACION TECNICA	
1.- ACERO	- PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.- SOLDADURA	- CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.- PERNOS	- TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.- PINTURA	- LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 5MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

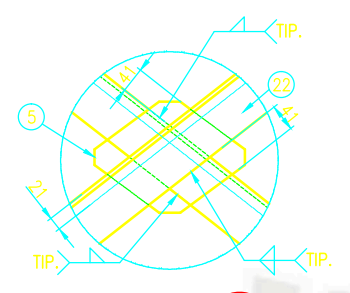
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.	
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
22		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPEESADOR Ø15 MTS	ISOMETRICOS	



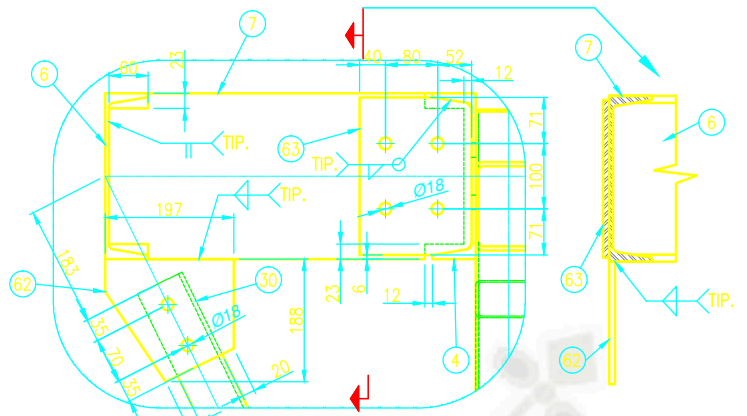
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 	
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
23		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :	Plano :	
		ESPEADOR Ø15 MTS	DETALLES	



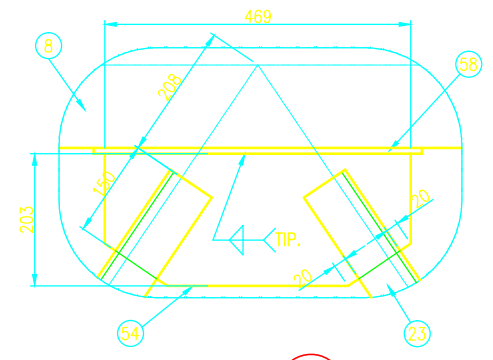
DETALLE 37
ESC. 1/7.5
A2-04 Tip.



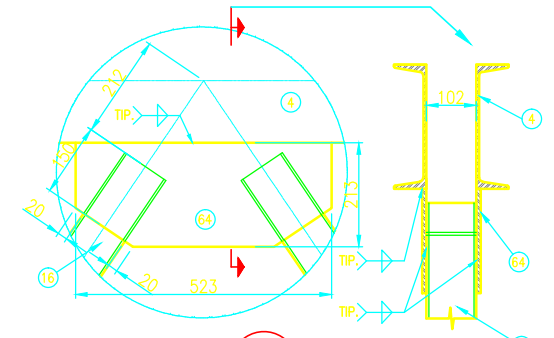
DETALLE 38
ESC. 1/7.5
A2-04 Tip.



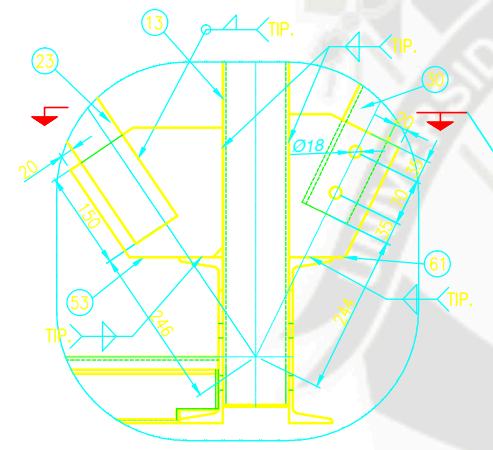
DETALLE 39
ESC. 1/7.5
A2-04 Tip.



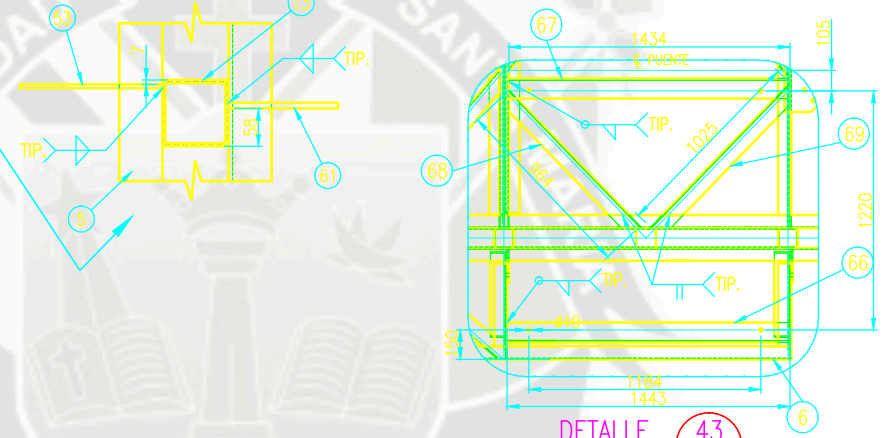
DETALLE 40
ESC. 1/7.5
A2-04 Tip.




DETALLE 41
ESC. 1/10
A2-05 Tip.

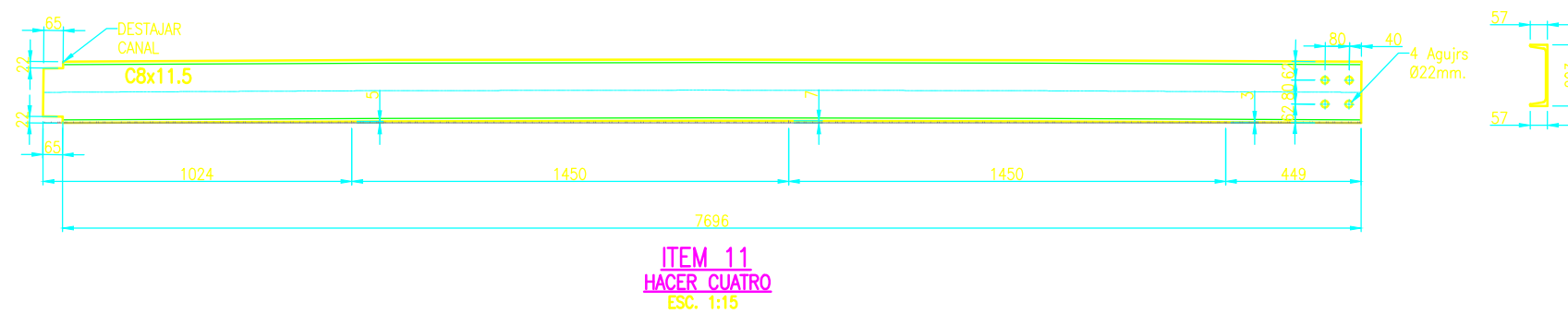
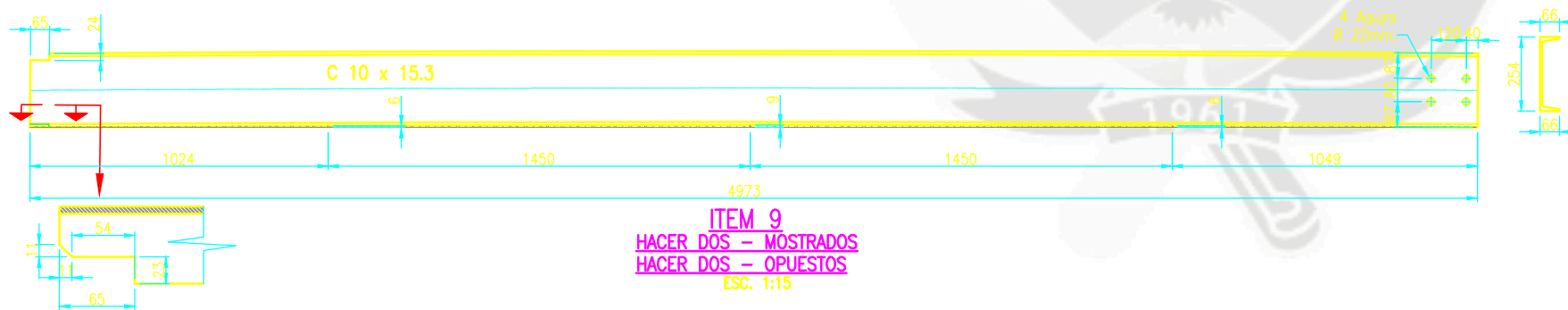
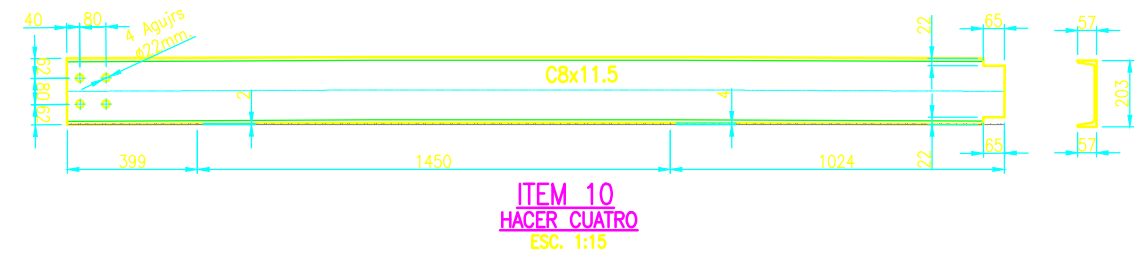
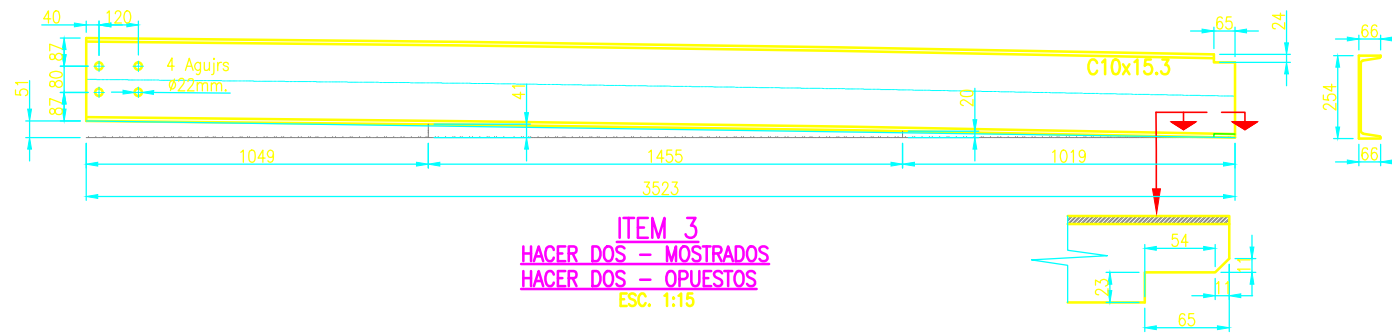




DETALLE 42
ESC. 1/7.5
A2-04 Tip.

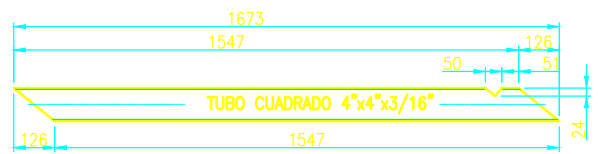


DETALLE 43
ESC. 1/25
A2-04 Tip.

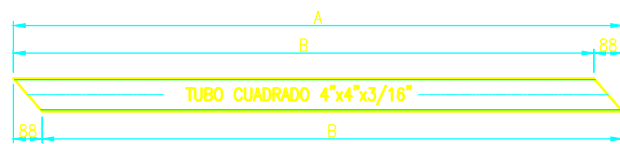
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 	
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO : 24		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
PROYECCION :		Revisado :	Plano :	
		Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS	DETALLES	



Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
25		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :		Plano :
		ESPESADOR Ø15 MTS		HABILITADOS

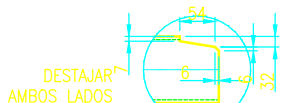


ITEM 14
HACER CUATRO
ESC. 1:15

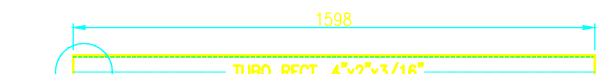


ITEM 15
HACER DOCE
ESC. 1:15

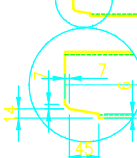
TIPO	MED "A"	MED "B"
a	1870	1782
b	1871	1783
c	1873	1785
d	1874	1786
e	1875	1787
f	1877	1789



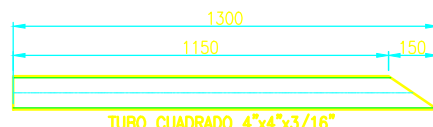
ITEM 19
HACER DIEZ
ESC. 1:15



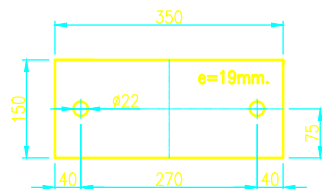
ITEM 18
HACER CINCO
ESC. 1:15



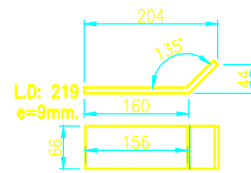
ITEM 17
HACER CUATRO
ESC. 1:15



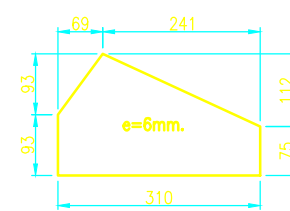
ITEM 16
HACER CUATRO
ESC. 1:15



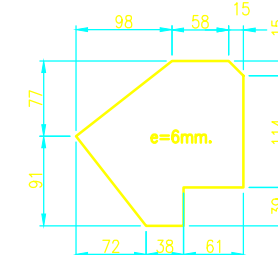
ITEM 39
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5



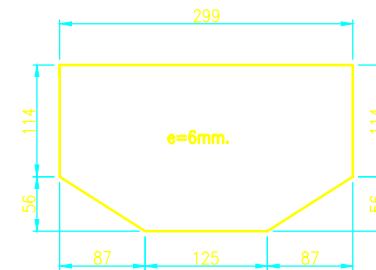
ITEM 44
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5



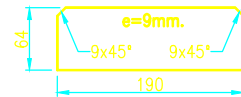
ITEM 48
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5



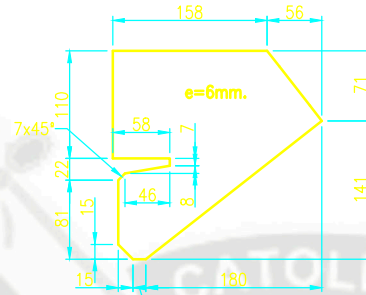
ITEM 52
HACER DOS
ESC. 1:5



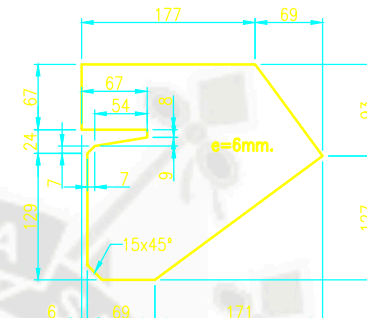
ITEM 56
HACER TRES
ESC. 1:5



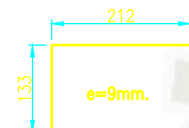
ITEM 40
HACER CUARENTA Y OCHO
ESC. 1:5



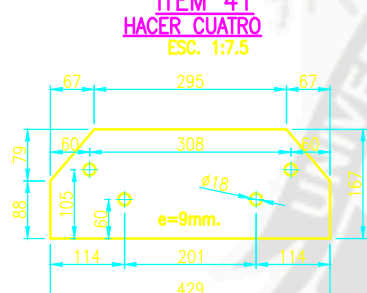
ITEM 45
HACER CUATRO
ESC. 1:5



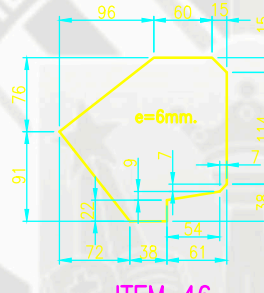
ITEM 49
HACER CUATRO
ESC. 1:5



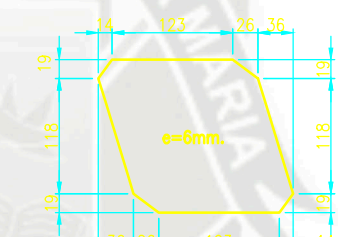
ITEM 41
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5



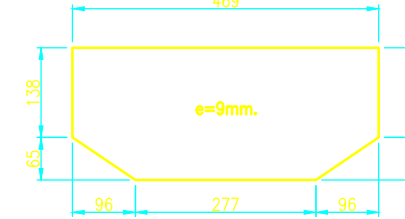
ITEM 42
HACER DOS
ESC. 1:7.5



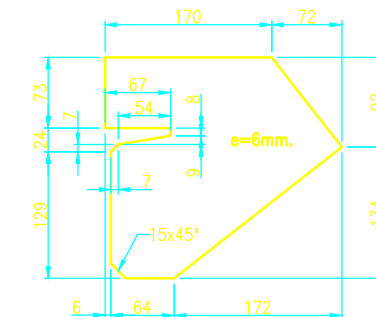
ITEM 46
HACER CUATRO
ESC. 1:5



ITEM 50
HACER TRES
ESC. 1:5

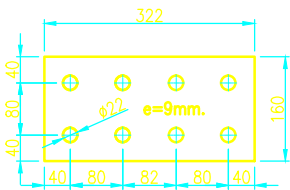


ITEM 54
HACER DOS
ESC. 1:7.5

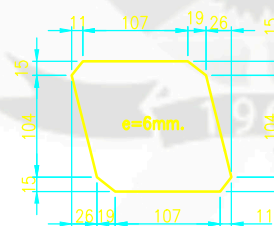


ITEM 53
HACER CUATRO
ESC. 1:5

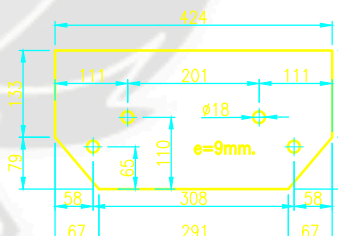
ITEM 51
HACER DOS
ESC. 1:5



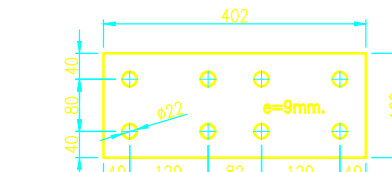
ITEM 43
HACER DIECISEIS
ESC. 1:7.5



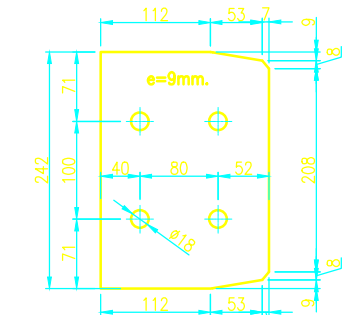
ITEM 47
HACER DOS
ESC. 1:5



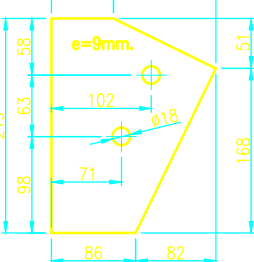
ITEM 57
HACER DOS
ESC. 1:7.5



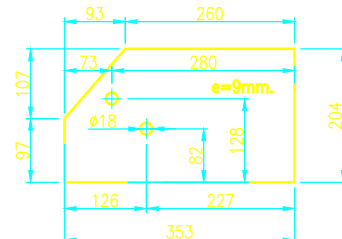
ITEM 59
HACER DIECISEIS
ESC. 1:7.5



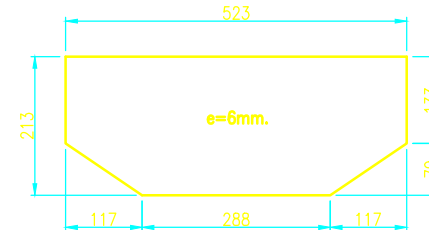
ITEM 63
HACER DIEZ
ESC. 1:5



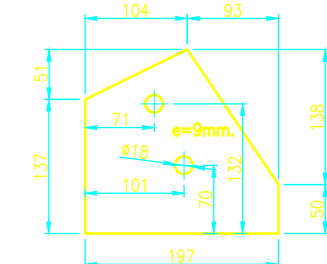
ITEM 61
HACER DIEZ
ESC. 1:5



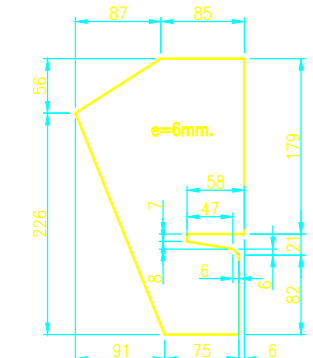
ITEM 60
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5





ITEM 64
HACER CUATRO
ESC. 1:7.5

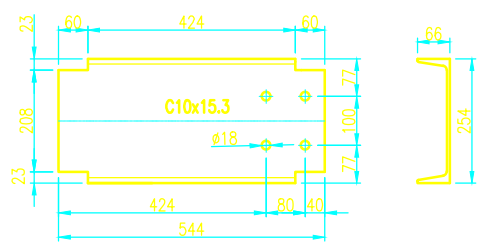


ITEM 62
HACER DIEZ
ESC. 1:5

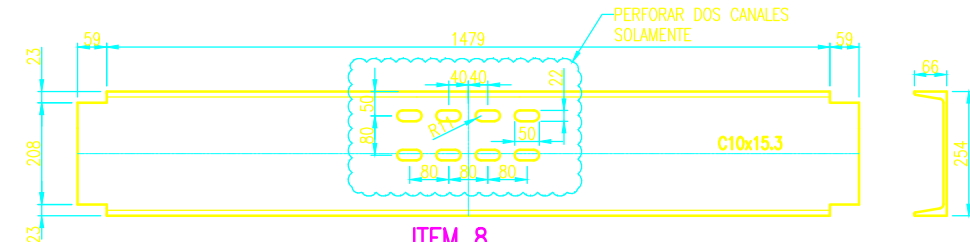


ITEM 55
HACER SEIS
ESC. 1:5

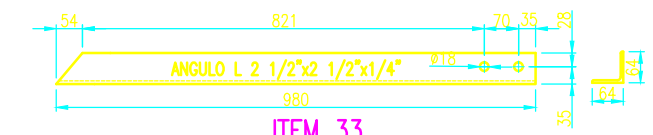
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 
INDICADA		Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
# DE PLANO :		Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE		
26		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :		Plano :
		ESPESADOR Ø15 MTS		HABILITADOS



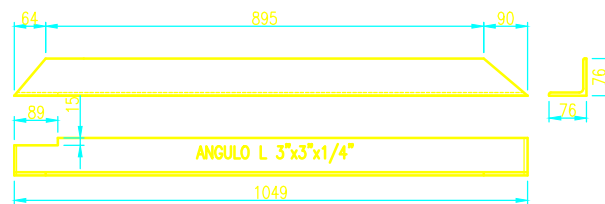
ITEM 7
HACER DIEZ
ESC. 1:10



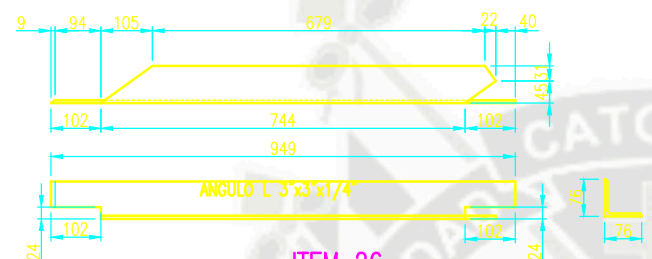
ITEM 8
HACER SEIS
ESC. 1:10



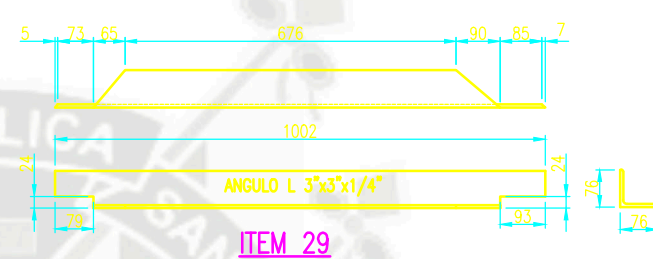
ITEM 33
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10



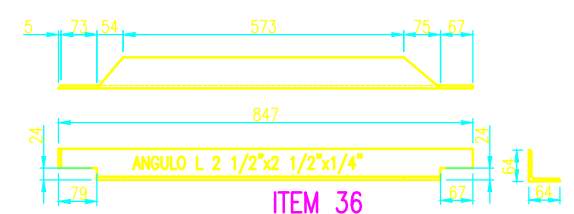
ITEM 20
HACER SEIS-MOSTRADOS
HACER SEIS-OPUESTOS
ESC. 1:10



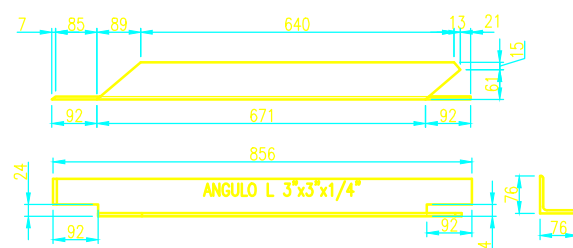
ITEM 26
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10



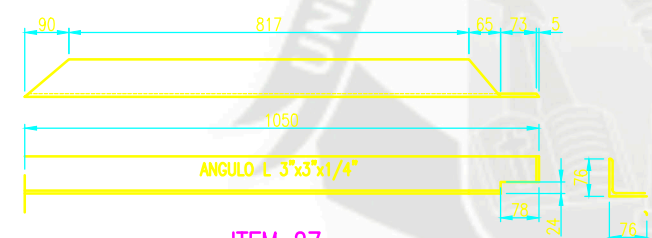
ITEM 29
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10



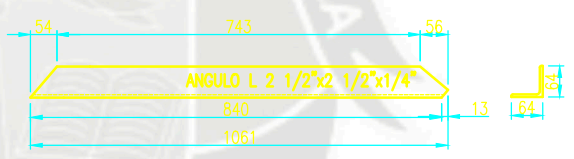
ITEM 36
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10



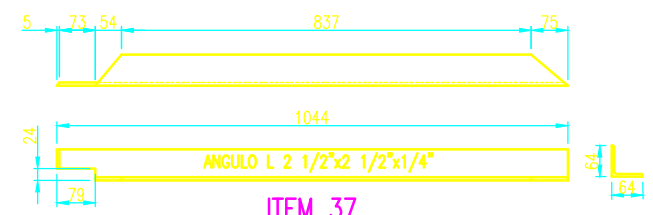
ITEM 24
HACER CINCO
ESC. 1:10



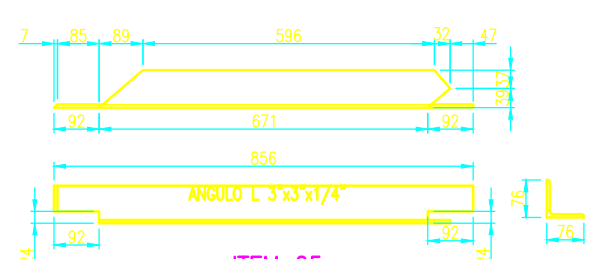
ITEM 27
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER UNO-OPUESTO
ESC. 1:10



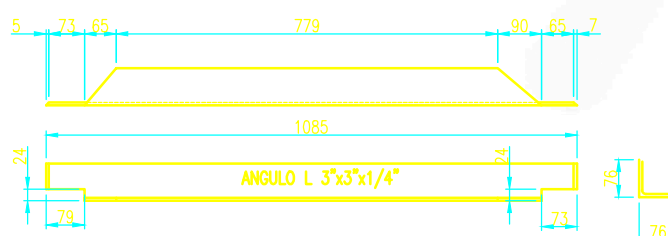
ITEM 31
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10



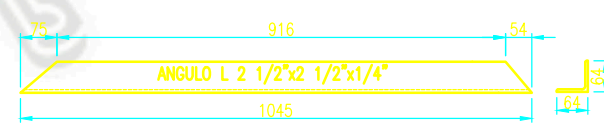
ITEM 37
HACER DIECIOCHO-MOSTRADOS
HACER DIECIOCHO-OPUESTOS
ESC. 1:10



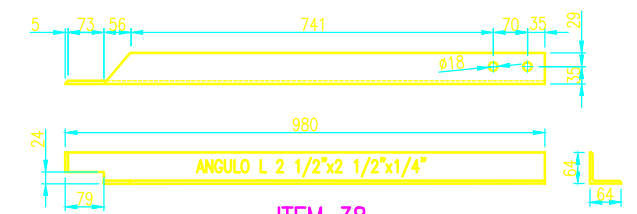
ITEM 25
HACER CINCO
ESC. 1:10



ITEM 28
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER UNO-OPUESTO
ESC. 1:10

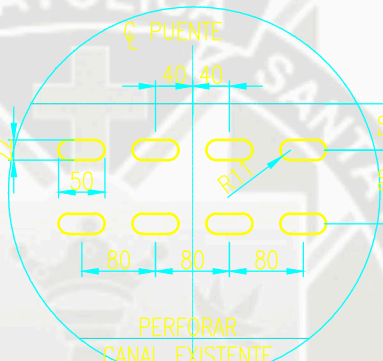
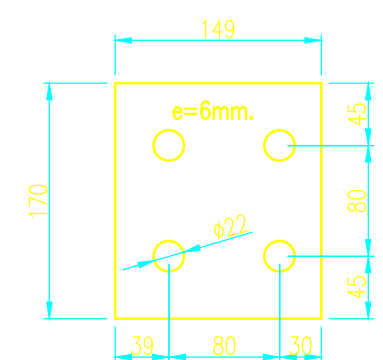
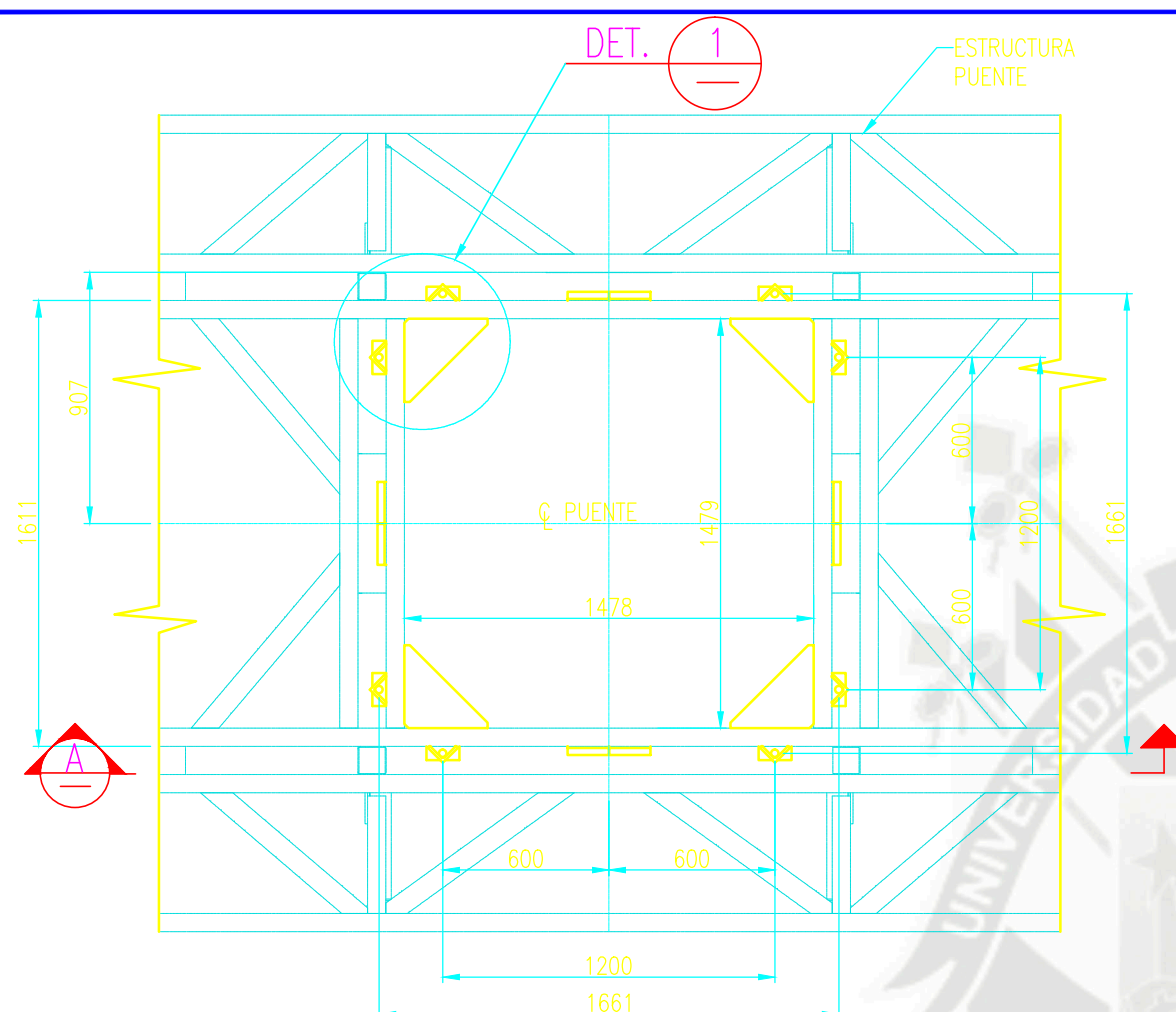


ITEM 32
HACER DIECIOCHO-MOSTRADOS
HACER DIECIOCHO-OPUESTOS
ESC. 1:10

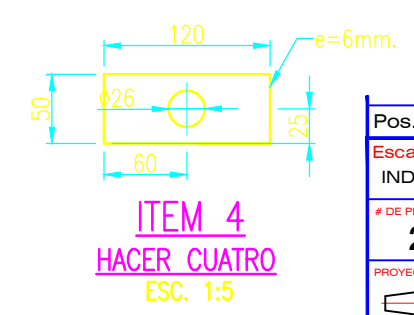
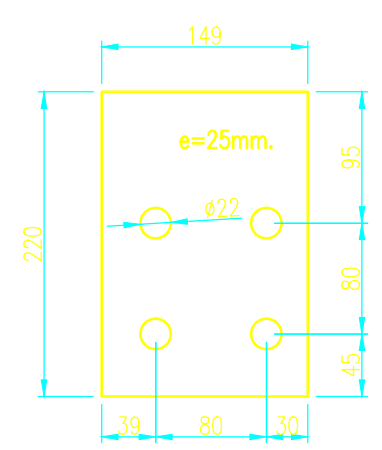
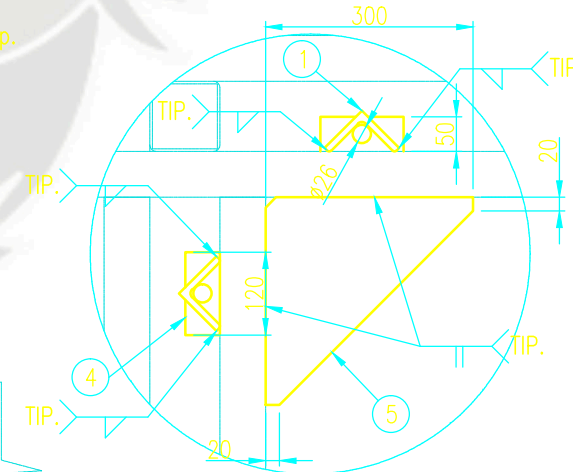
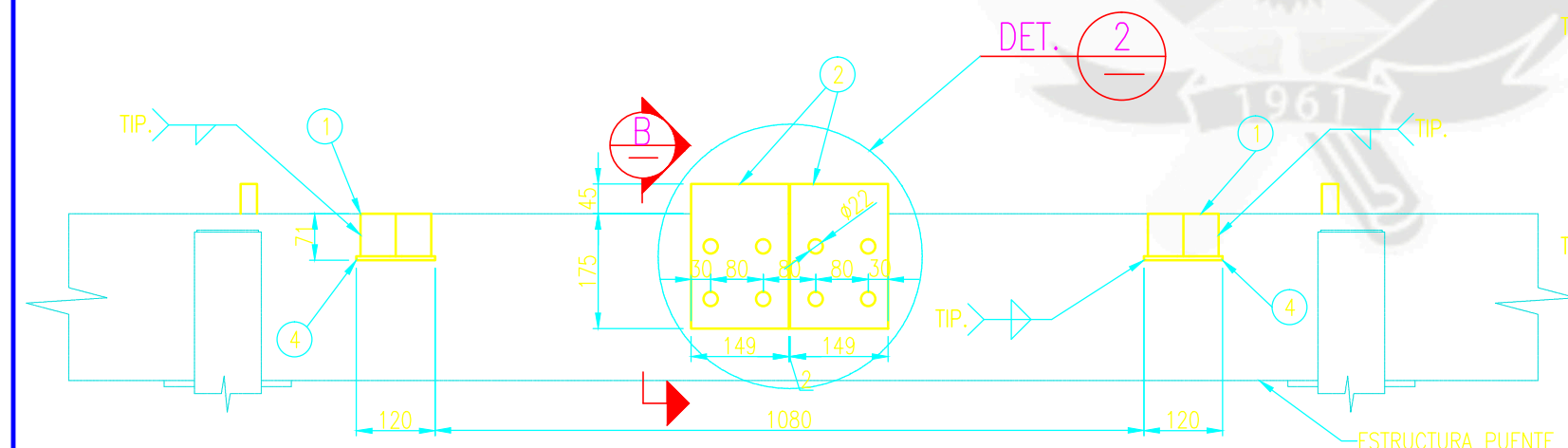
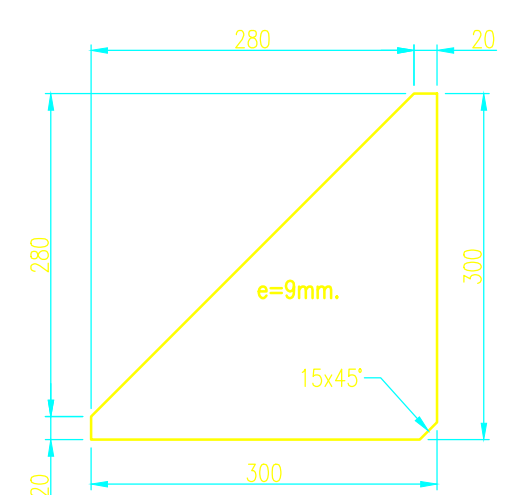
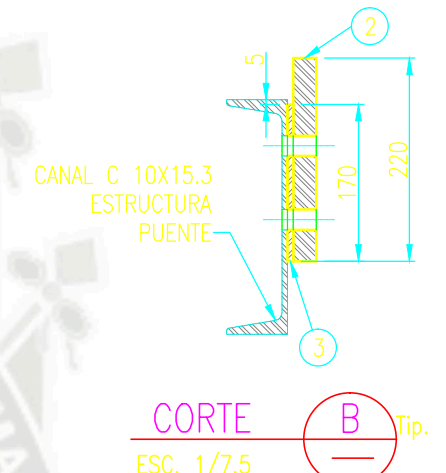


ITEM 38
HACER DOS-MOSTRADOS
HACER DOS-OPUESTOS
ESC. 1:10

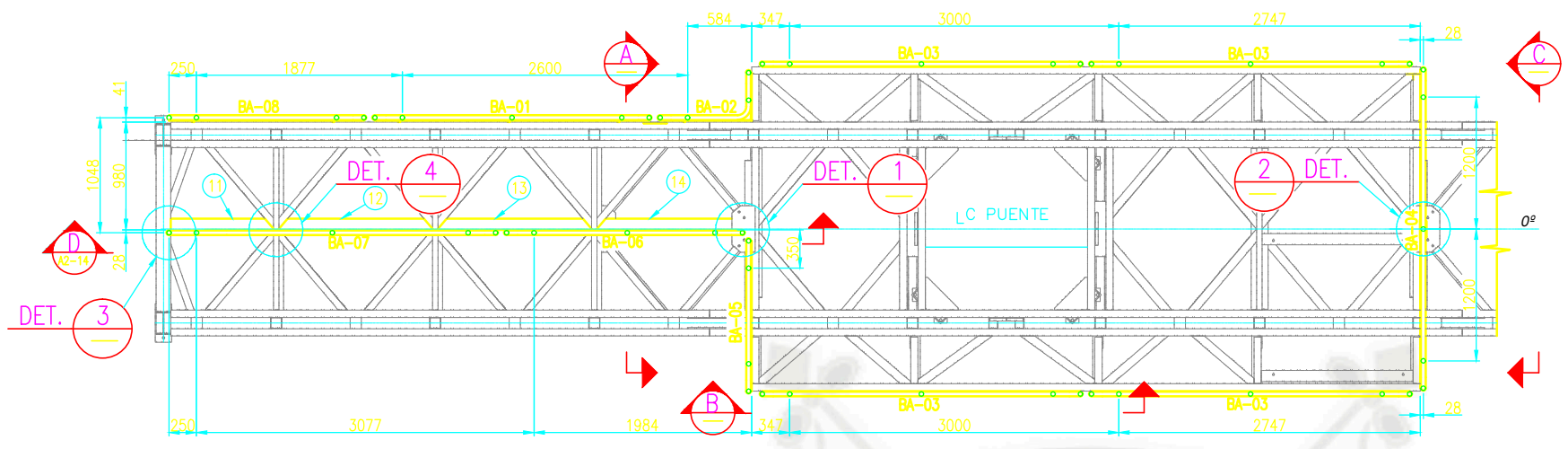
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		INDICADA	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA	
# DE PLANO :		27	UC.S.M.	
PROYECCION :		PRIMERA	Plano : HABILITADOS	
		ESPEADOR Ø15 MTS		



LISTA DE MATERIALES									
ITEM	CANT.		DESCRIPCION	LARGO	MARCA	AREA M2		PESO KGS.	
	TOTAL	UNIT.				UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
A	1		PUENTE (MARCO SOPORTE)			1.70			80.05
1	04		ANGULO L 4"x4"x3/8"	65	SF-01	0.02	0.09	0.70	2.94
2	08		PL 25mm. ASTM A-36	1505	SF-02	0.09	0.70	6.14	51.59
3	08		PL 6mm. ASTM A-36	6846	SF-03	0.05	0.42	1.12	9.43
4	04		PL 6mm. ASTM A-36	50x120	SF-04	0.01	0.05	0.26	1.09
5	04		PL 9mm. ASTM A-36	300x300	SF-05	0.11	0.44	3.57	15.00

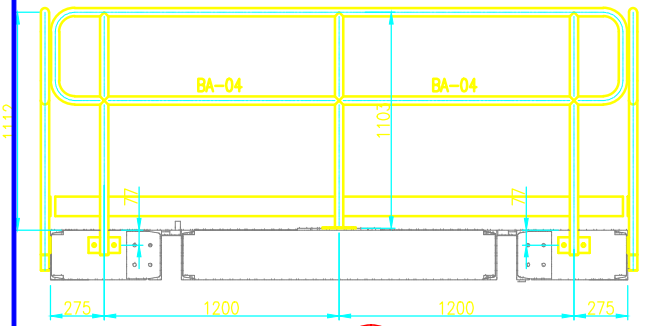


Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		INDICADA	Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO :		28	Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION :		PROYECCION	Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE	
Titulo :		ESPEZADOR Ø15 MTS	Revisado :	
Plano :			VISTAS GENERALES, DET. Y CORT.	

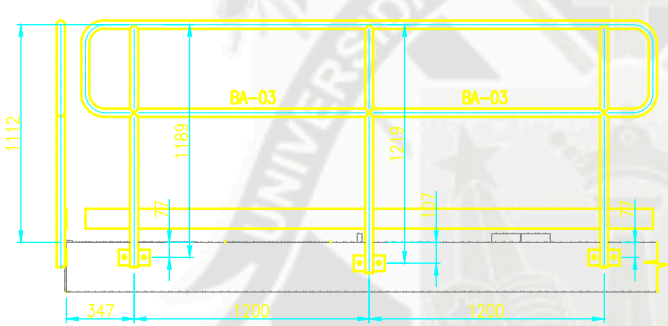


PLANTA BARANDAS
ESC. 1:40

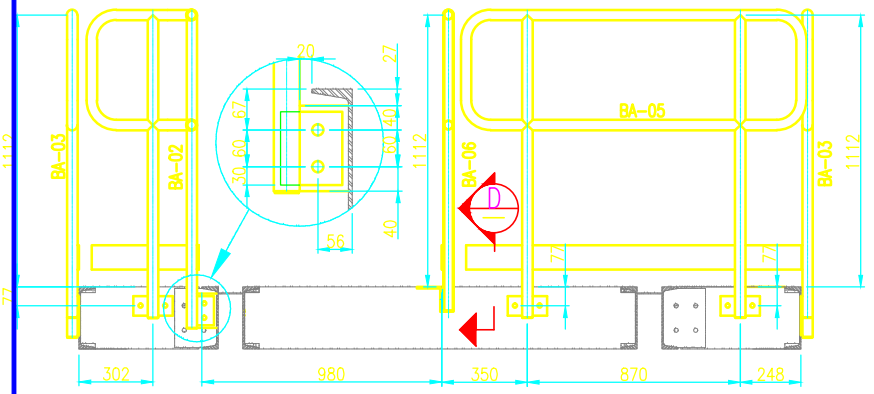
LISTA DE MATERIALES						
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	LARGO	MARCA	AREA M2	PESO KGS.
TOTAL	UNIT.				TOTAL	TOTAL
BARANDAS					23.68	674.85
1	01	BA-01 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-01	1.90	49.65
2	01	BA-02 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-02	1.09	27.78
3	04	BA-03 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-03	2.08	53.85
4	01	BA-04 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-04	2.05	52.87
5	01	BA-05 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-05	1.15	29.36
6	01	BA-06 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-06	1.72	43.74
7	01	BA-07 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-07	1.90	48.84
8	01	BA-08 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-08	1.13	28.91
9	01	BA-09 (TUBO Ø 1 1/4" SCH STD)		EH-09	1.72	44.37
10	01	ANGULO L PLEG. 100x100x6	1354	EH-10	0.54	12.89
11	01	ANGULO L PLEG. 100x100x6	931	EH-11	0.55	13.34
12	01	ANGULO L PLEG. 100x100x6	1391	EH-12	0.55	13.34
13	01	ANGULO L PLEG. 100x100x6	1391	EH-12	0.55	13.34
14	01	ANGULO L PLEG. 100x100x6	1225	EH-13	0.48	11.19
15	10	PL 9mm. ASTM-A36	80 x 140	EH-15	0.03	0.76



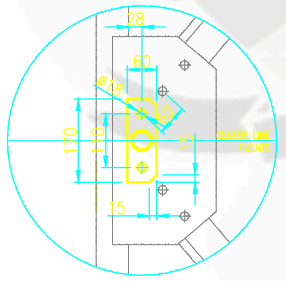
VISTA C
ESC. 1/25



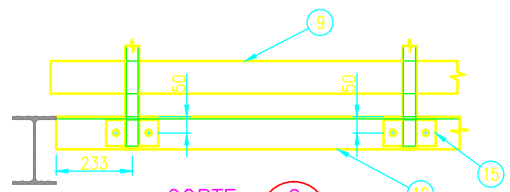
VISTA B
ESC. 1/25



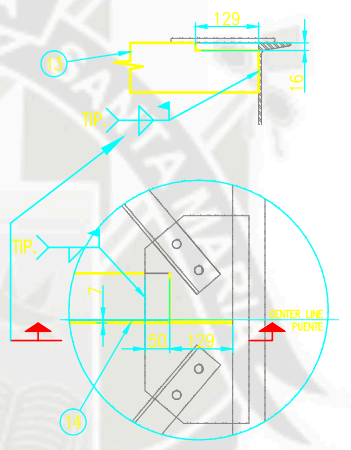
CORTE A
ESC. 1/20



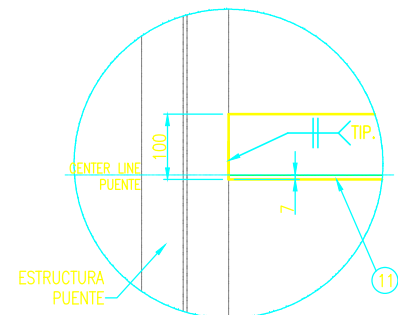
DETALLE 2
ESC. 1/10



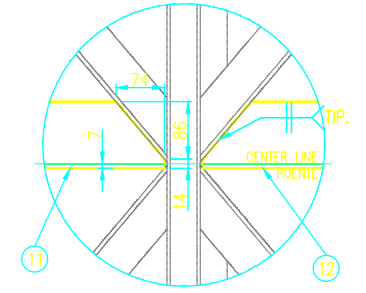
CORTE C
ESC. 1/15



DETALLE 1
ESC. 1/10



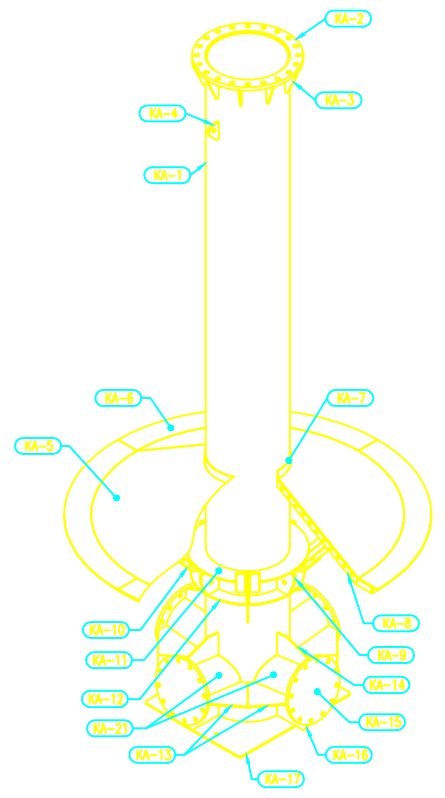
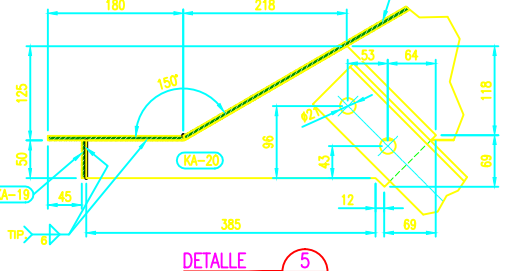
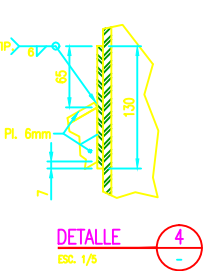
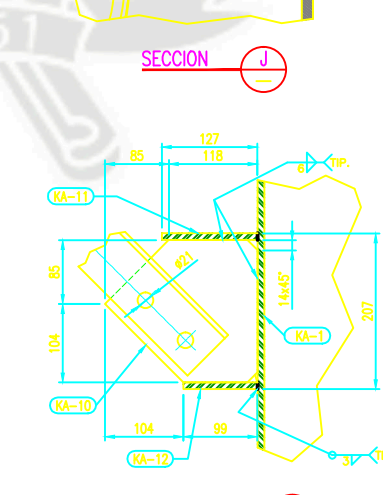
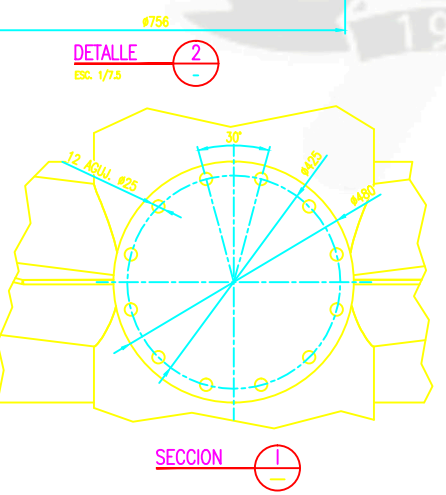
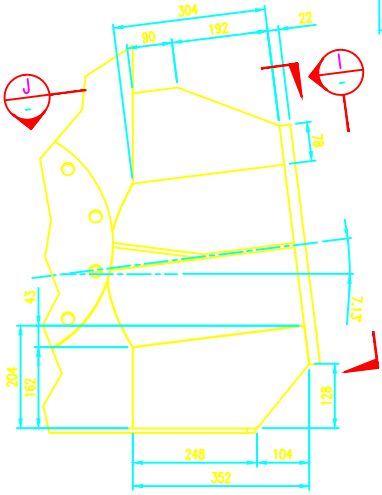
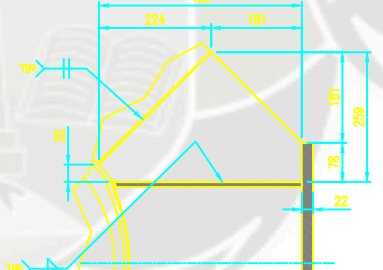
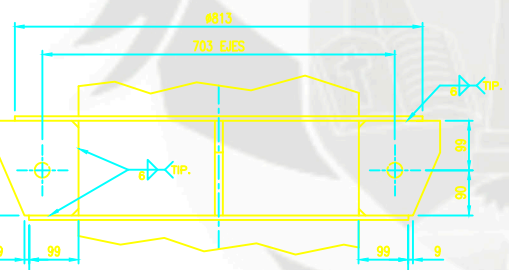
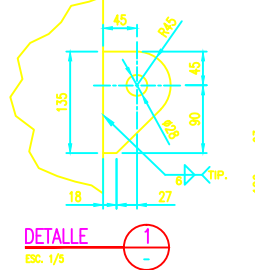
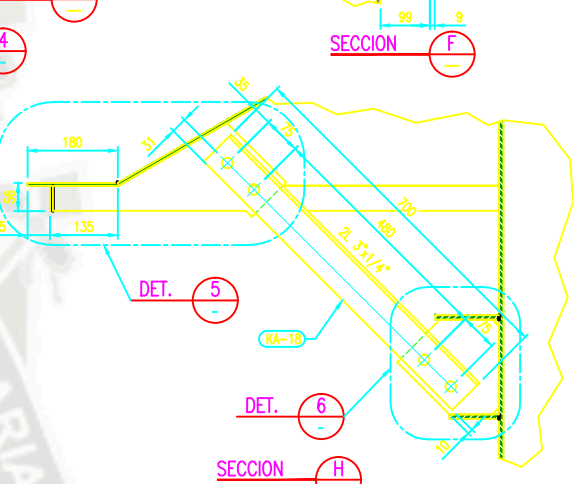
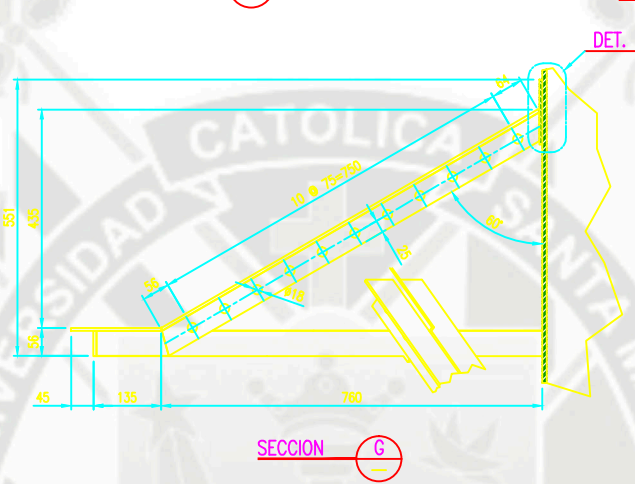
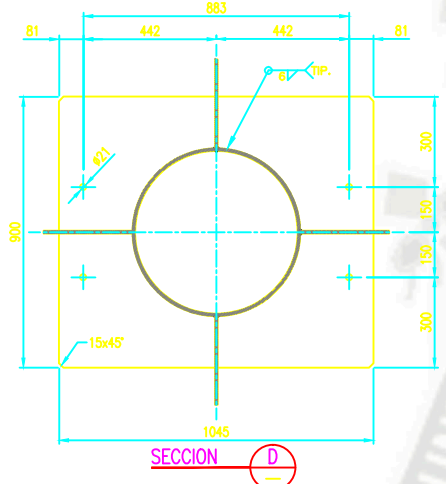
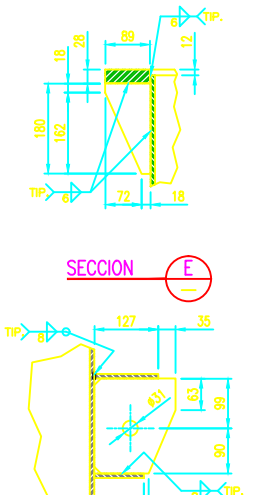
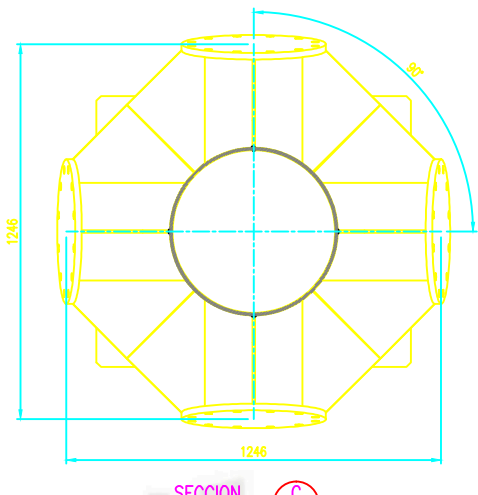
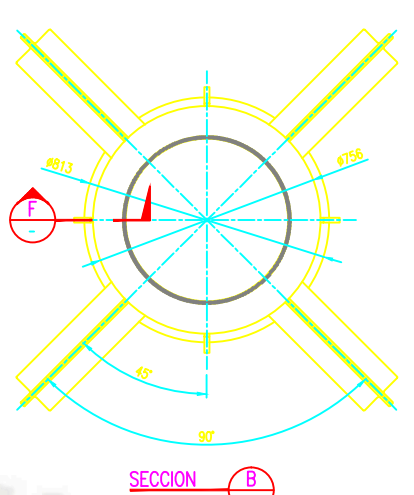
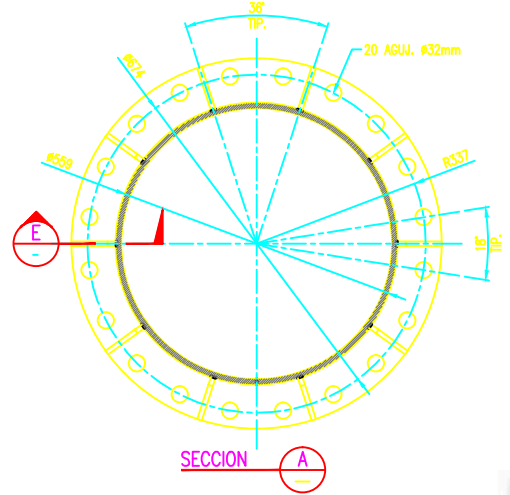
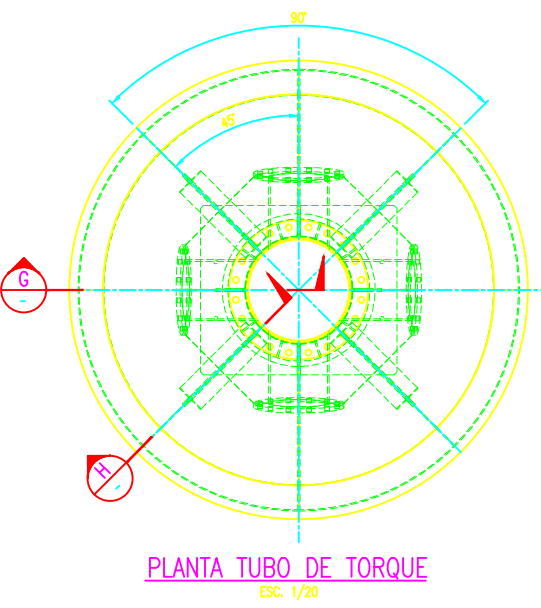
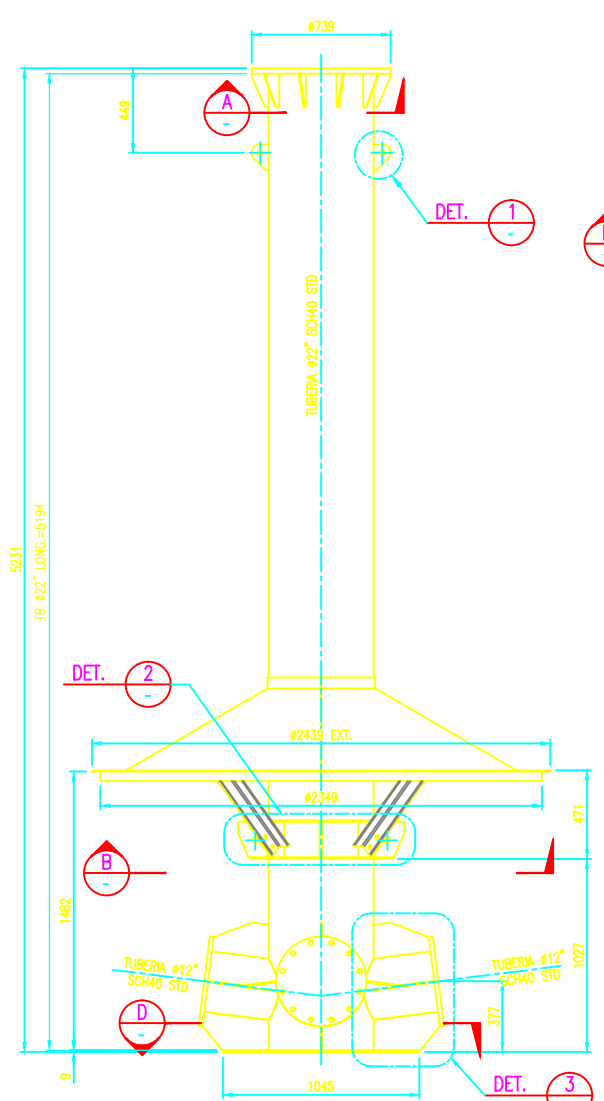
DETALLE 3
ESC. 1/7.5



DETALLE 4
ESC. 1/7.5

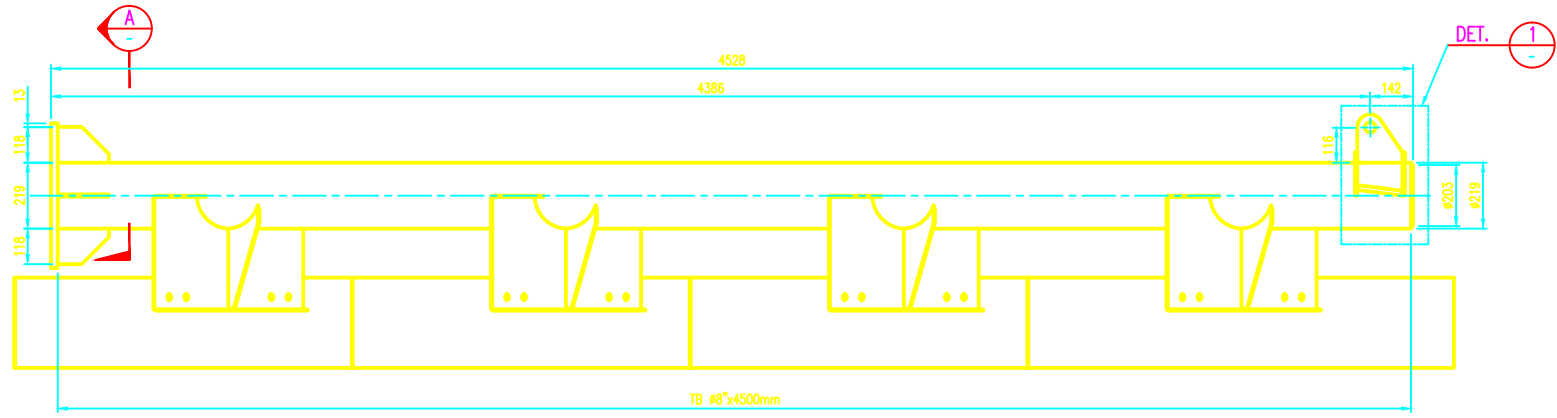
ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR AMARILLO SEGURIDAD A 5MILS

Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones
Escala :		INDICADA	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.	
# DE PLANO :		29	Plano : ISOMETRICOS	
PROYECCION :		Titulo : ESPEPADOR Ø15 MTS	Plano : ISOMETRICOS	

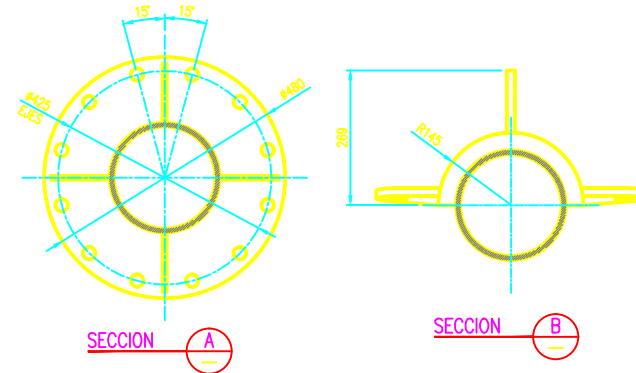


ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSION A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

Pos.	Cant.	Descripción	Material	Observaciones	
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.		
INDICADA		Diseñado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
# DE PLANO :		Dibujado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
30		Revisado :			
PROYECCION :		Título :	Plano :		
		ESPEZADOR Ø15 MTS	ISOMETRICOS		



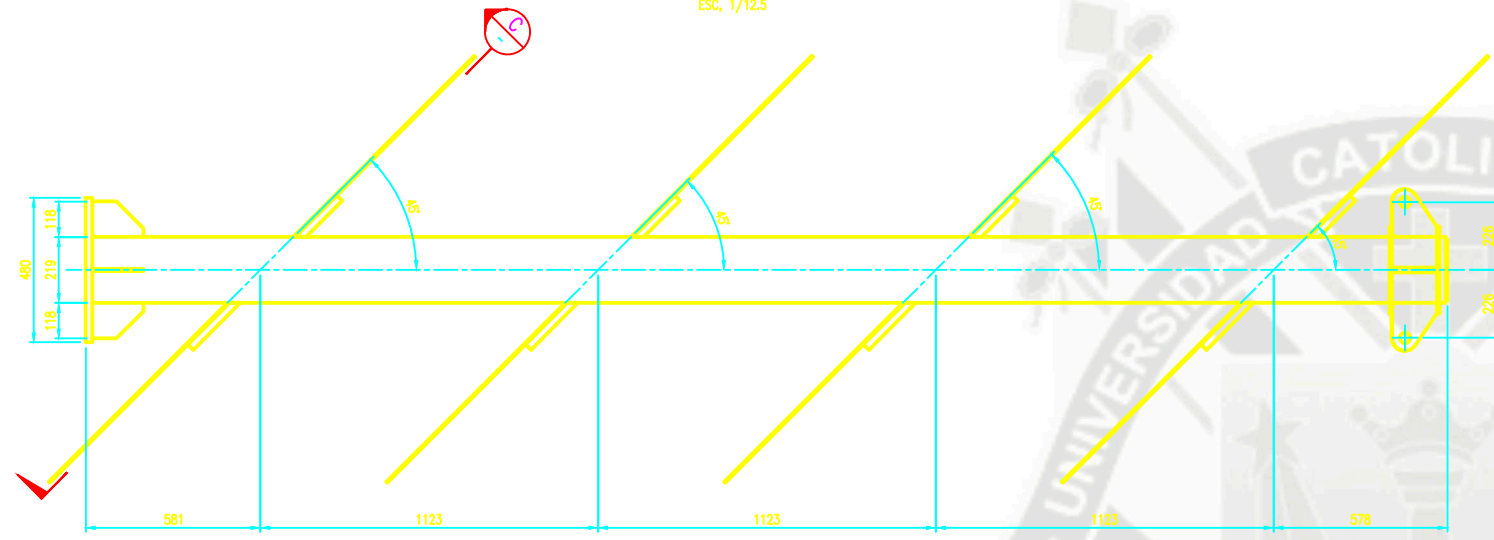
VISTA FRONTAL
ESC. 1/12.5



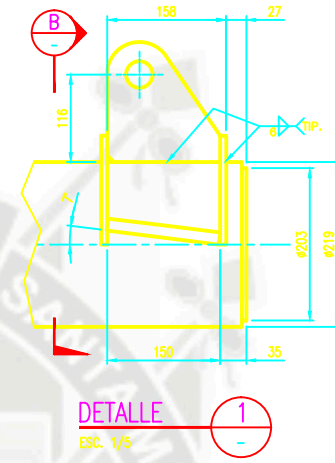
SECCION A

SECCION B

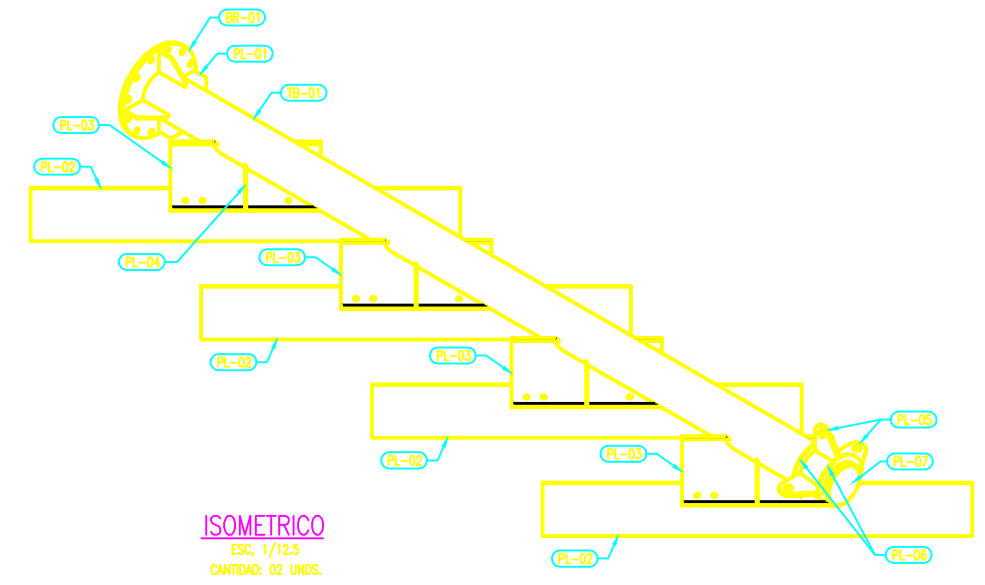
LISTA DE MATERIALES									
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /DIM	CODE/DIG	LONG. mm C/E	CANT.	PESO (kg)		AREA (M ²)	
						UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
RASTRA CORTA (CANTIDAD: 02 UNDS.)									
1	PLANCHA 8mm ASTM A36	-	PL-01	118x170	4	1.26	5.04	-	-
2	PLANCHA 5mm ASTM A36	-	PL-02	300x2000	4	23.58	94.32	-	-
3	PLANCHA 5mm ASTM A36	-	PL-03	412x700	4	11.33	45.32	-	-
4	PLANCHA 6mm ASTM A36	-	PL-04	140x345	4	2.28	9.12	-	-
5	PLANCHA 16mm ASTM A36	-	PL-05	150x159	3	3.00	9.00	-	-
6	PLANCHA 8mm ASTM A36	-	PL-06	289x145	2	2.63	5.26	-	-
7	PLANCHA 6mm ASTM A36	-	PL-07	203x203	1	1.94	1.94	-	-
8	PLANCHA 22mm ASTM A36	-	BR-01	480x480	1	39.84	39.84	-	-
9	TUBO #8" SCH40 ASTM A53	-	TB-01	4500	1	191.62	191.62	-	-
PESO TOTAL							401.46	-	-



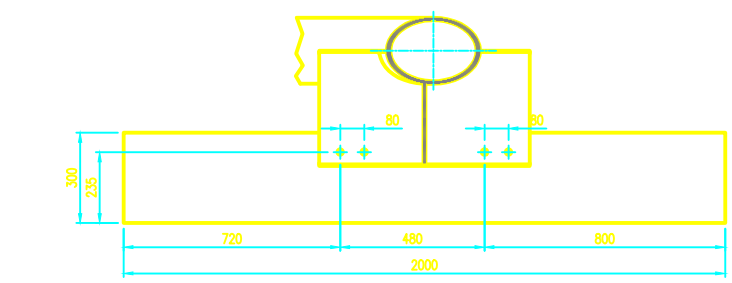
VISTA PLANTA
ESC. 1/12.5



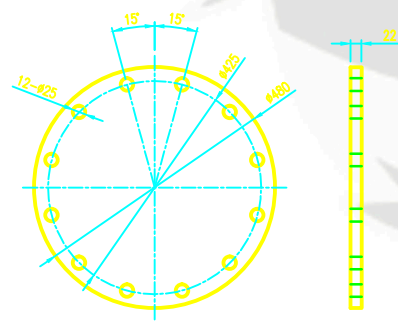
DETALLE 1
ESC. 1/5



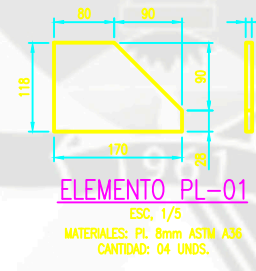
ISOMETRICO
ESC. 1/12.5
CANTIDAD: 02 UNDS.



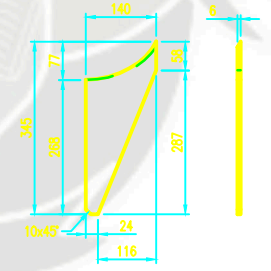
SECCION C



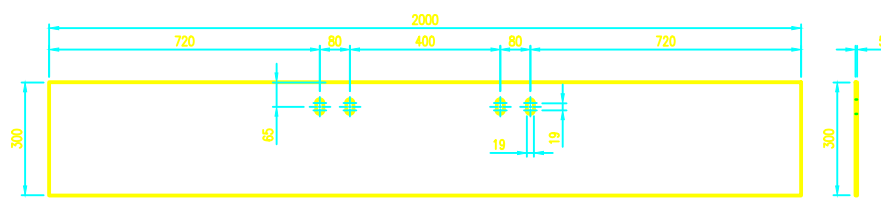
ELEMENTO BR-01
ESC. 1/7.5
MATERIALES: PL. 22mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.



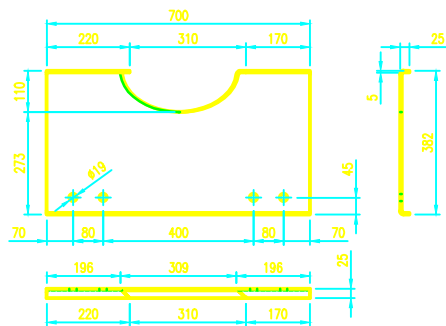
ELEMENTO PL-01
ESC. 1/5
MATERIALES: PL. 8mm ASTM A36
CANTIDAD: 04 UNDS.



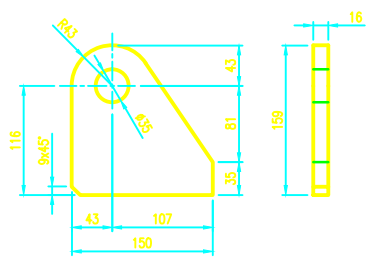
ELEMENTO PL-04
ESC. 1/5
MATERIALES: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 04 UNDS.



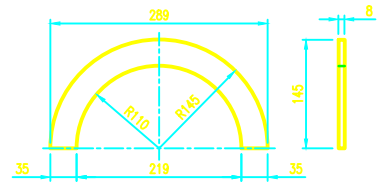
ELEMENTO PL-02
ESC. 1/10
MATERIALES: PL. 5mm ASTM A36
CANTIDAD: 04 UNDS.



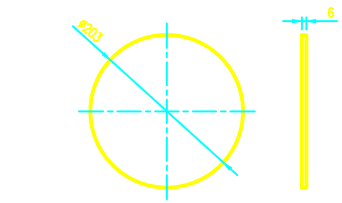
ELEMENTO PL-03
ESC. 1/10
MATERIALES: PL. 5mm ASTM A36
CANTIDAD: 04 UNDS.
L.D. 412x700



ELEMENTO PL-05
ESC. 1/5
MATERIALES: PL. 16mm ASTM A36
CANTIDAD: 03 UNDS.



ELEMENTO PL-06
ESC. 1/5
MATERIALES: PL. 8mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.

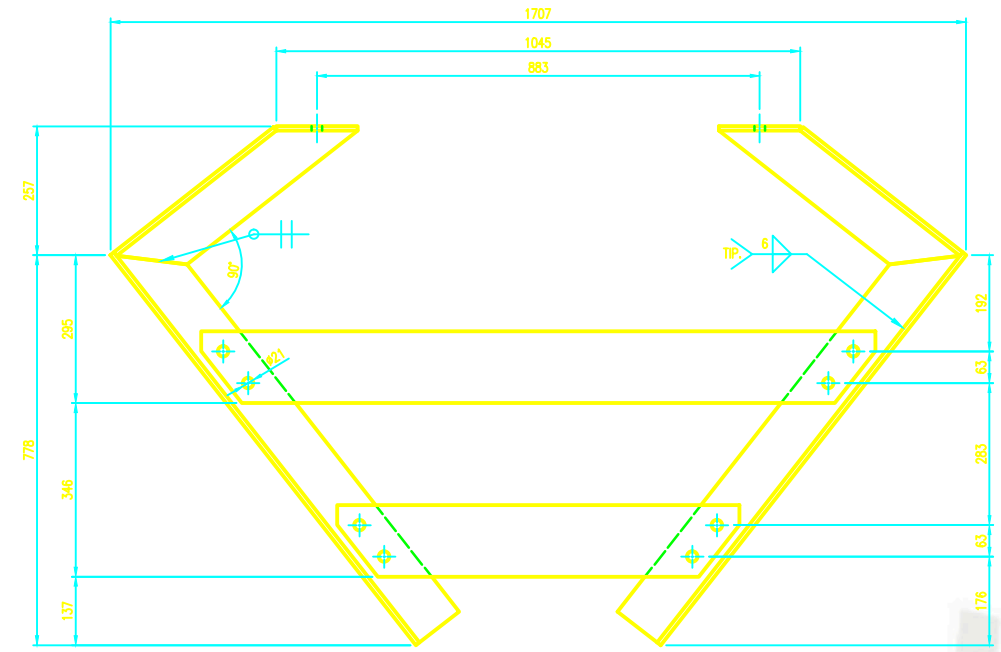


ELEMENTO PL-07
ESC. 1/5
MATERIALES: PL. 6mm ASTM A36
CANTIDAD: 01 UND.

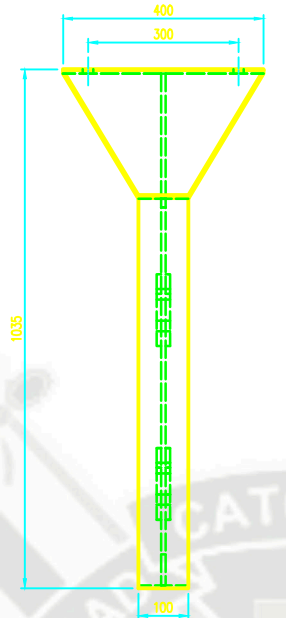
ESPECIFICACION TECNICA	
1.- ACERO	- PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.- SOLDADURA	- CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.- PERNOS	- TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.- PINTURA	- LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 3MILS

Escala :	INDICADA	Nombre :	SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO :	31	Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION :	Primera Angulo	Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
		Revisado :		
		Titulo :	ESPESADOR Ø15 MTS	Plano : RASTRA CORTA VISTAS GENERALES Y HABILITADOS

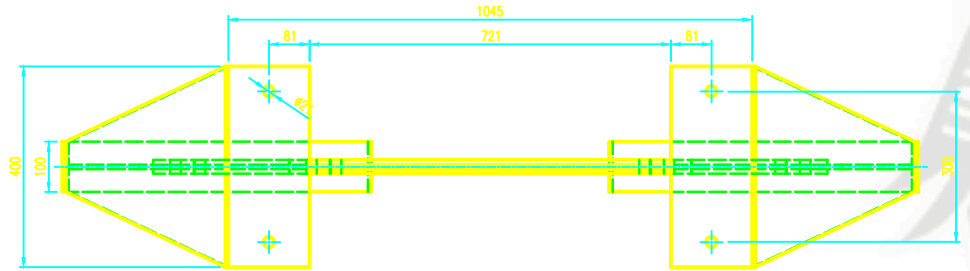
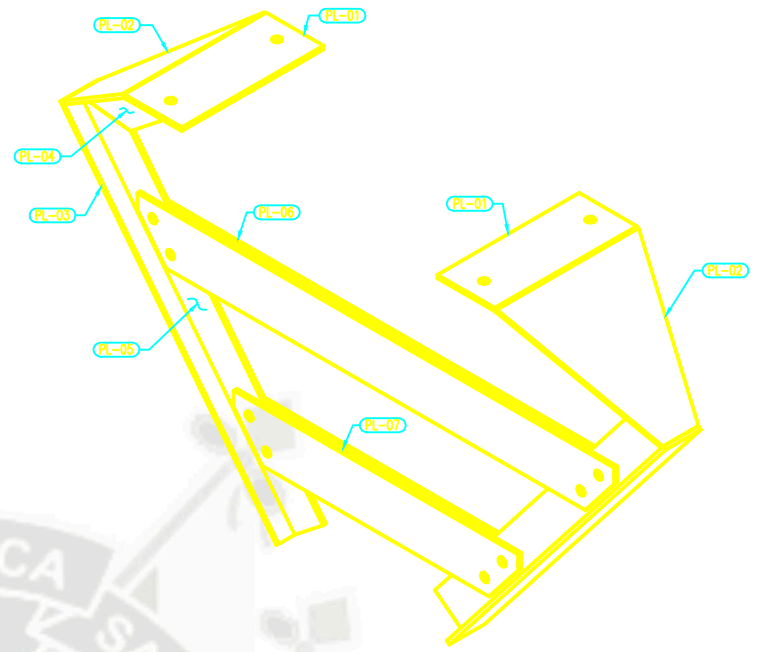
LISTA DE MATERIALES										
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /DINAM	CODE/TAG	LONG. mm	C/E	CANT.	PESO (Kg)		AREA (M2)	
							UNID.	TOTAL	UNID.	TOTAL
SCRAPER (CANTIDAD: 01 UND.)										
1	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-01	162x400		2	4.58	9.16	0.13	0.26
2	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-02	400x404		2	11.32	22.64	0.32	0.64
3	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-03	100x988		2	6.99	13.98	0.20	0.40
4	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-04	532x100		2	3.76	7.52	0.11	0.22
5	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-05	979x100		2	6.93	13.86	0.20	0.40
6	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-06	1345x143		2	13.61	27.22	0.38	0.76
7	PL. 9mm ASTM A36	-	PL-07	802x143		2	8.11	16.22	0.23	0.46
PESO TOTAL								110.60	-	3.14



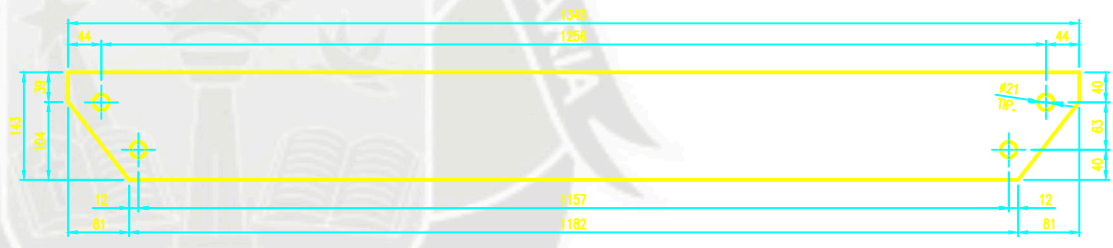
VISTA DE ELEVACION
ESC. 1/7.5



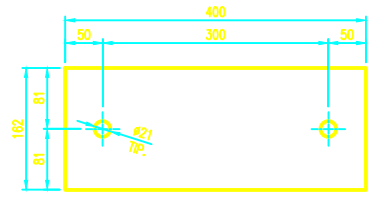
VISTA LATERAL
ESC. 1/7.5



VISTA DE PLANTA
ESC. 1/7.5



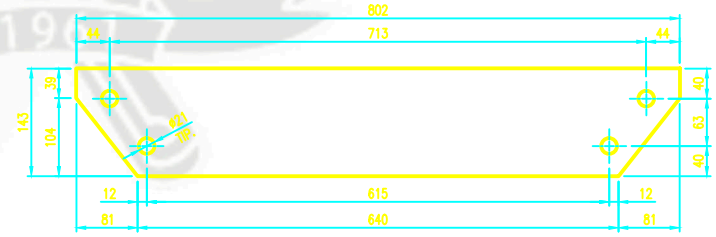
ELEMENTO PL-06
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



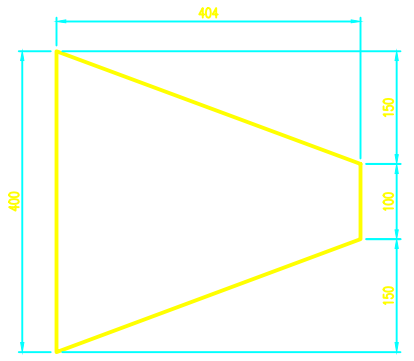
ELEMENTO PL-01
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



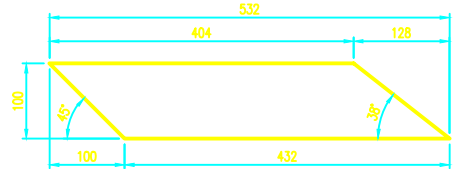
ELEMENTO PL-03
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



ELEMENTO PL-07
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



ELEMENTO PL-02
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



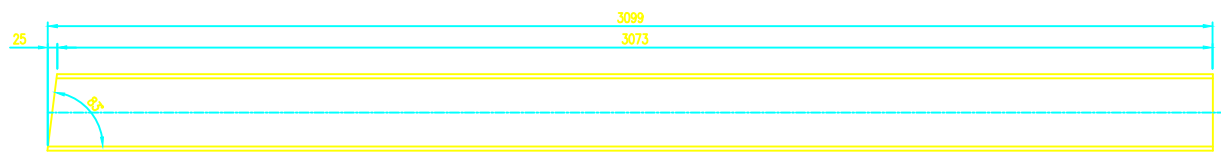
ELEMENTO PL-04
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.



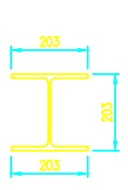
ELEMENTO PL-05
ESC. 1/5
MATERIAL: PL. 9mm ASTM A36
CANTIDAD: 02 UNDS.

ESPECIFICACION TECNICA	
1.-	ACERO - PERFILES LAMINADOS ASTM A36 - PLANCHAS ASTM A36
2.-	SOLDADURA - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX. - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
3.-	PERNOS - TODOS LOS AGUEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
4.-	PINTURA - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSION A 3MILS - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 5MILS

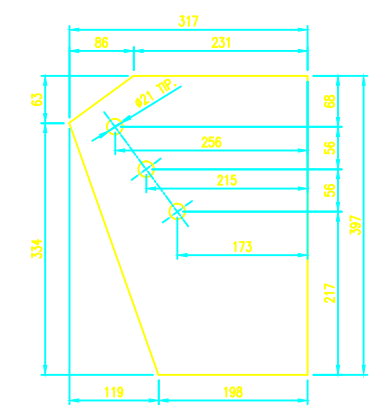
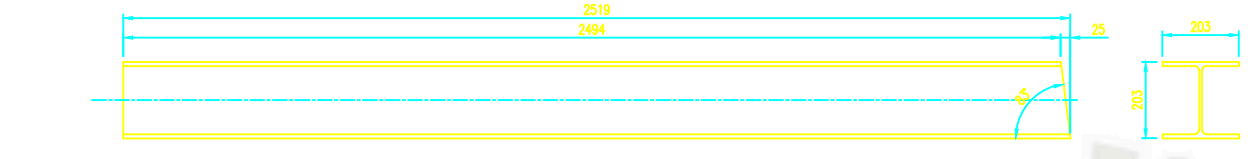
Escala : INDICADA # DE PLANO : 33 PROYECCION : 	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE Revisado :	Plano : SCRAPER VISTAS GENERALES E ISOMETRICO	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA
Titulo : ESPESADOR Ø15 MTS			



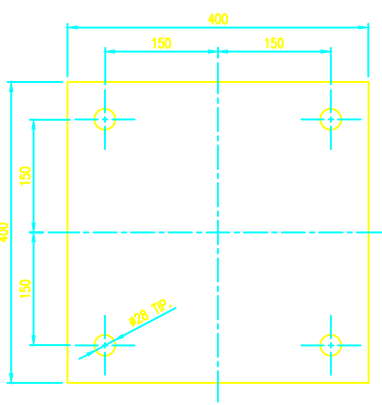
ELEMENTO W-01
 ESC. 1/10
 MATERIAL: W8x31 ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



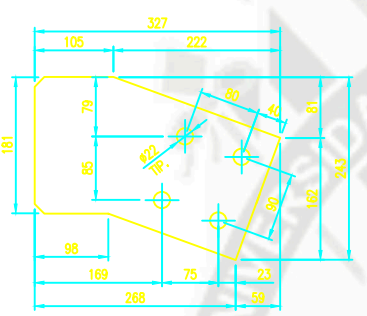
ELEMENTO W-02
 ESC. 1/10
 MATERIAL: W8x31 ASTM A36
 CANTIDAD: 12 UNDS.



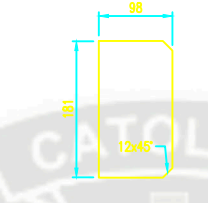
ELEMENTO PL-03
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



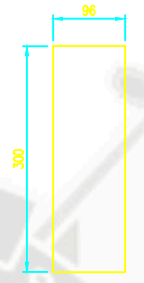
ELEMENTO PL-04
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 25mm ASTM A36
 CANTIDAD: 30 UNDS.



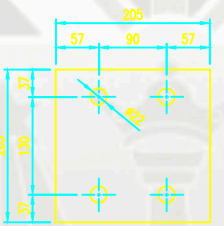
ELEMENTO PL-05
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 12 UNDS.



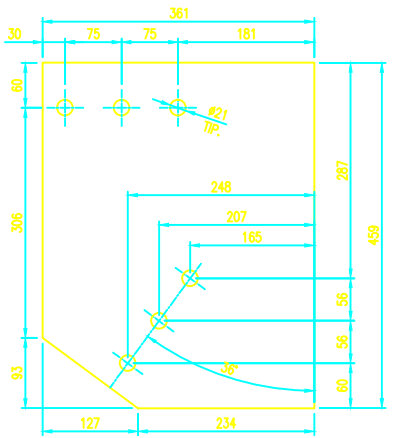
ELEMENTO PL-06
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 36 UNDS.



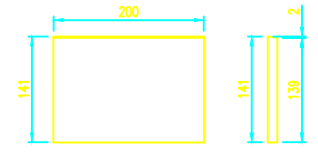
ELEMENTO PL-07A
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 12 UNDS.



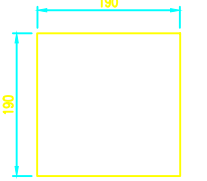
ELEMENTO PL-08
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 12 UNDS.



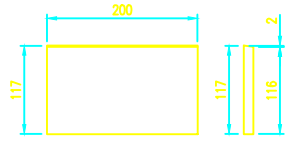
ELEMENTO PL-02
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



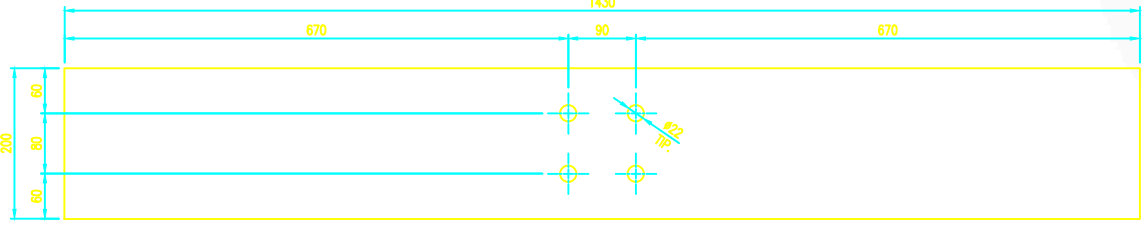
ELEMENTO PL-14
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



ELEMENTO PL-15
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



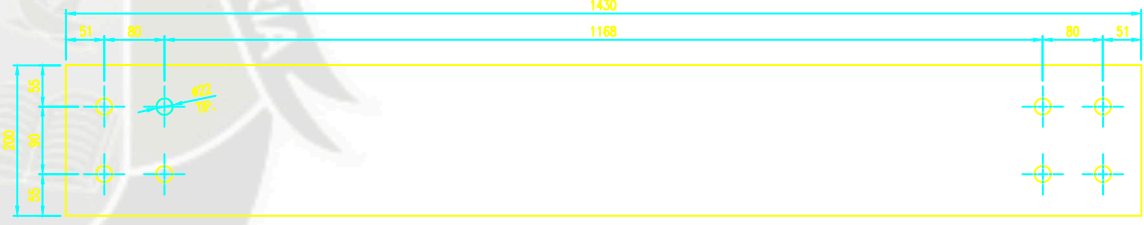
ELEMENTO PL-16
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



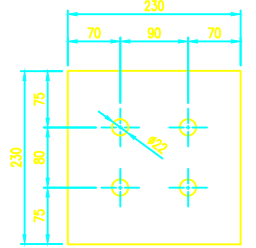
ELEMENTO PL-09
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



ELEMENTO PL-11
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 48 UNDS.



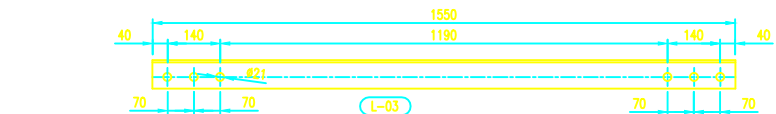
ELEMENTO PL-10
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



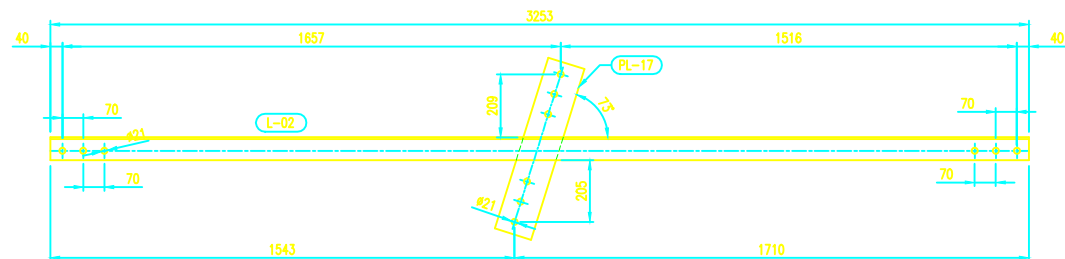
ELEMENTO PL-13
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 12mm ASTM A36
 CANTIDAD: 06 UNDS.



SP-01B
 ESC. 1/12.5
 MATERIAL: L3"x3"x1/4" ASTM A36
 CANTIDAD: 09 UNDS.



SP-01D
 ESC. 1/12.5
 MATERIAL: L3"x3"x1/4" ASTM A36
 CANTIDAD: 36 UNDS.



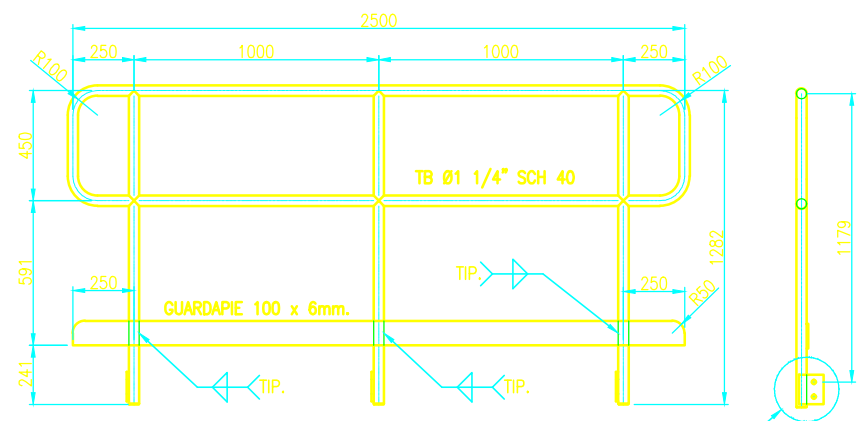
SP-01C
 ESC. 1/12.5
 MATERIAL: L3"x3"x1/4" ASTM A36
 CANTIDAD: 09 UNDS.



ELEMENTO PL-17
 ESC. 1/5
 MATERIAL: PL 8mm ASTM A36
 CANTIDAD: 09 UNDS.

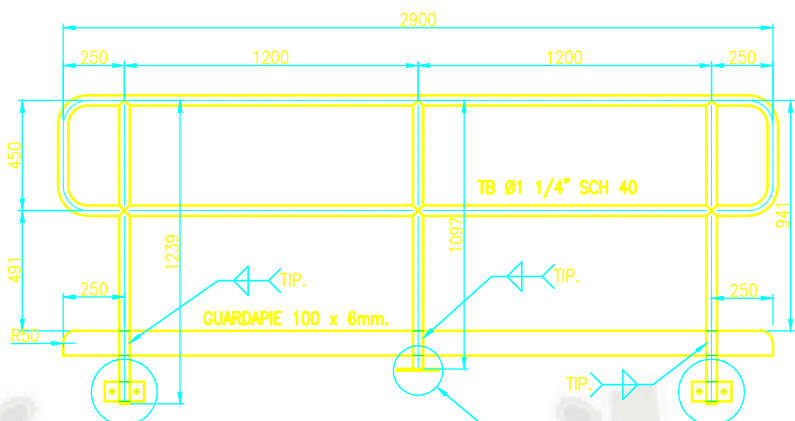
LISTA DE MATERIALES										
ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR/ DINAM	CODIG/ TAG	LONG. mm C/E	CANT.	PESO (kg)		AREA (M2)		
						UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL	
SP-01B (CANTIDAD: 09 UNDS.)										
1	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-01	1937	1	14.12	14.12	0.58	0.58	
PESO TOTAL							14.12	-	0.58	
SP-01C (CANTIDAD: 12 UNDS.)										
1	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-02	3253	2	23.71	47.42	0.97	1.94	
2	PLANCHA 8mm ASTM A36	-	PL-17	126x594	1	4.71	4.71	0.15	0.15	
PESO TOTAL							52.13	-	2.09	
SP-01D (CANTIDAD: 36 UNDS.)										
2	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-03	1550	1	11.30	11.30	0.46	0.46	
PESO TOTAL							11.30	-	0.46	

Escala :	INDICADA	Nombre :	SERGIO GONZALES CHOQUE	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO :	34	Diseñado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
PROYECCION :	Primera Angulo	Dibujado :	SERGIO GONZALES CHOQUE	
		Revisado :		
		Titulo :	ESPESADOR Ø15 MTS	Plano :
				HABILITADOS PORTICOS



BA-01
HACER UNO
ESC. 1:20

1 DET.

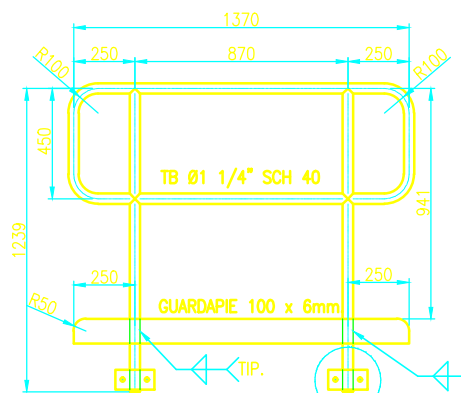


BA-04
HACER UNO
ESC. 1:20

DET. 2

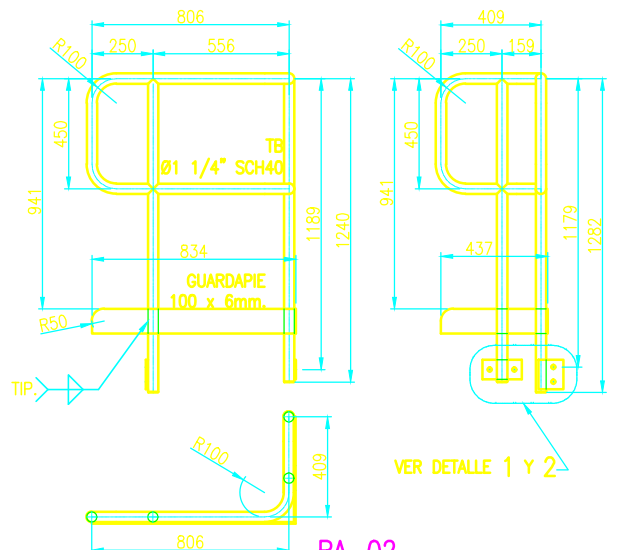
DET. 3

DET. 2



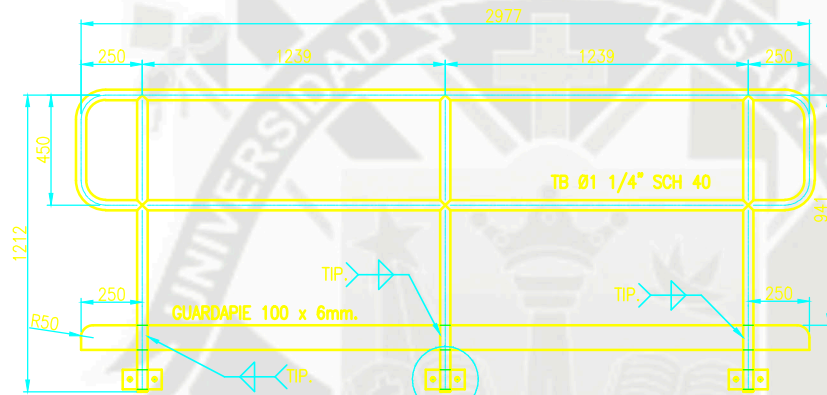
BA-05
HACER UNO
ESC. 1:20

DET. 2



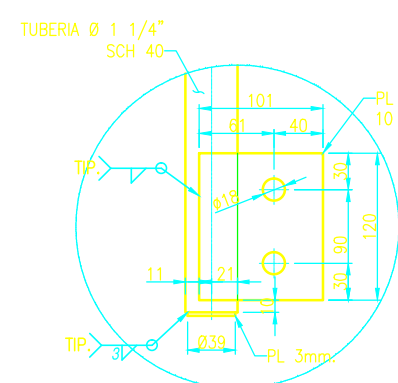
BA-02
HACER UNO
ESC. 1:20

VER DETALLE 1 Y 2

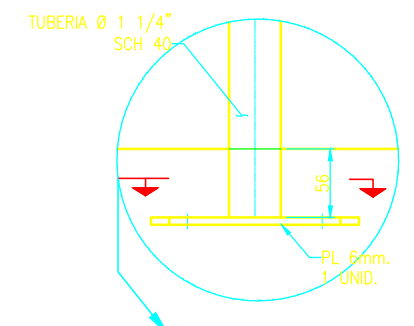


BA-07
HACER UNO
ESC. 1:20

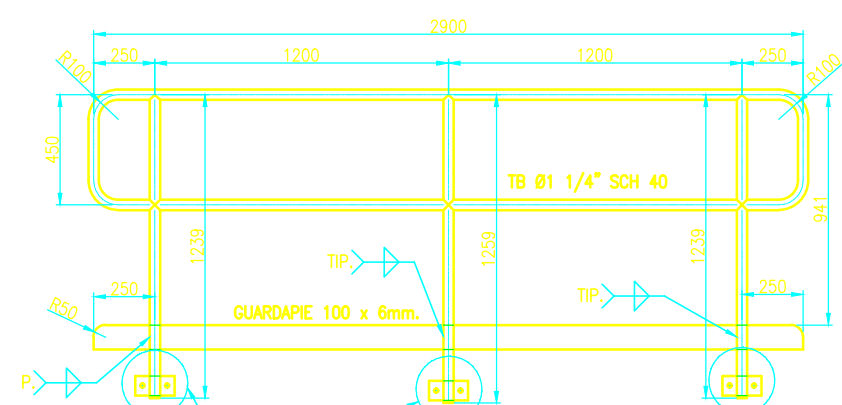
DET. 2



DETALLE 1
ESC. 1/4



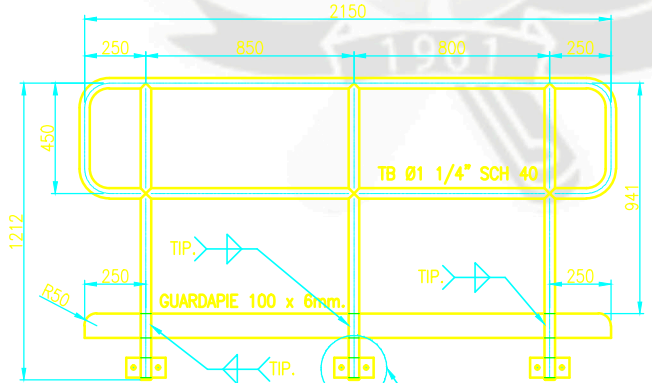
DETALLE 3
ESC. 1/4



BA-03
HACER CUATRO
ESC. 1:20

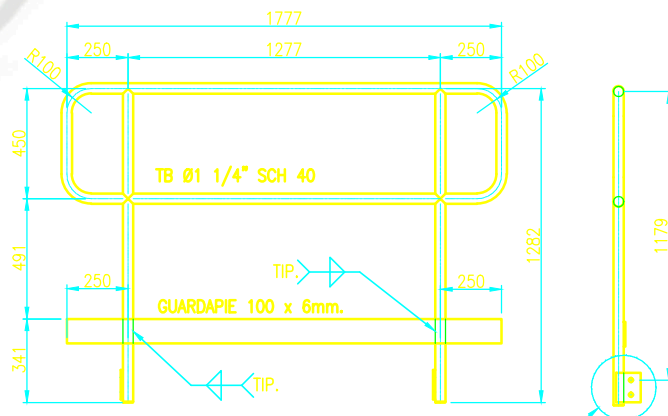
2 DET.

2 DET.



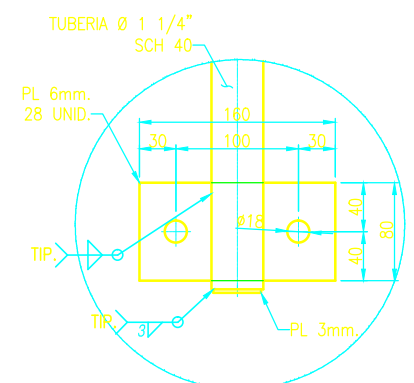
BA-06
HACER UNO
ESC. 1:20

DET. 2



BA-08
HACER UNO
ESC. 1:20

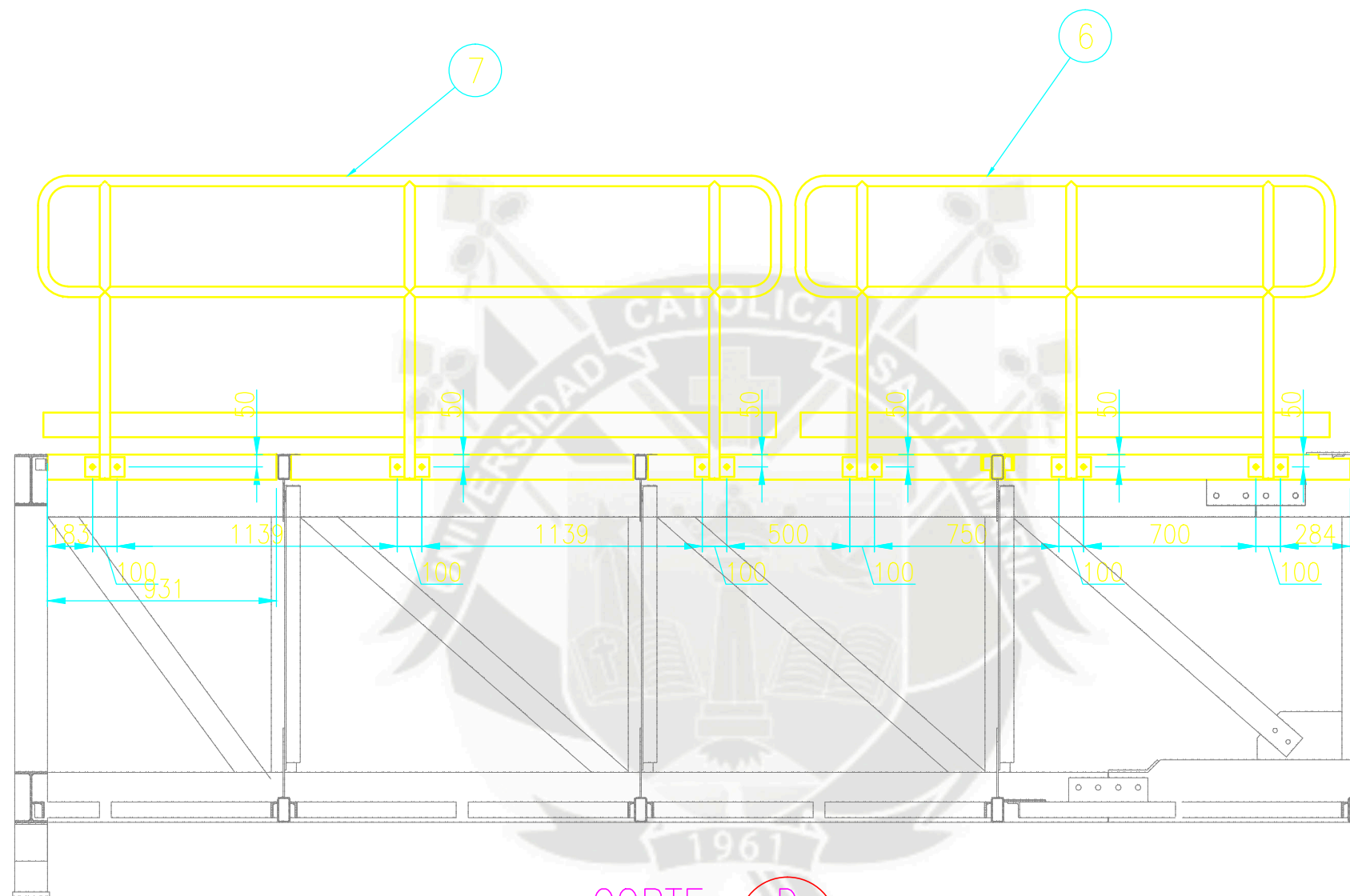
1 DET.





DETALLE 2
ESC. 1/4

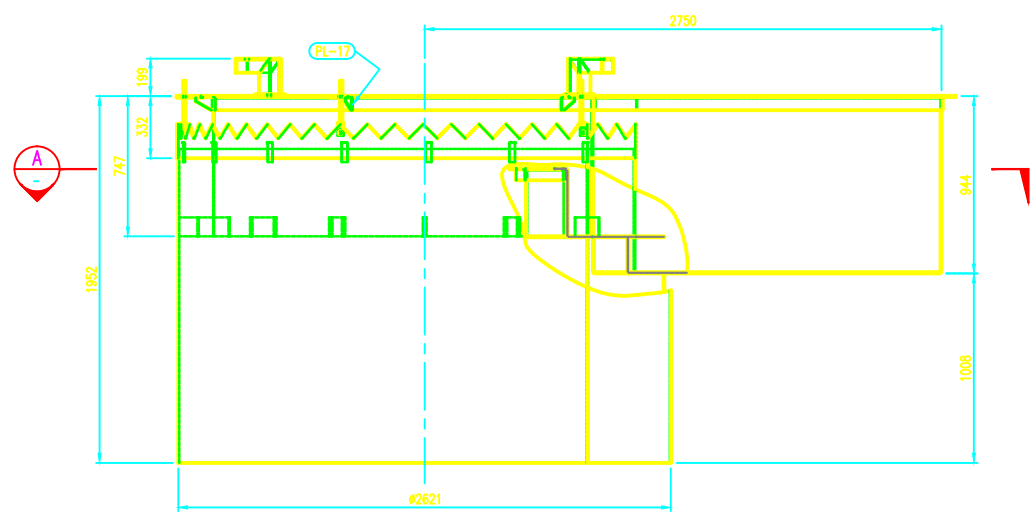
NOTA: VERIFICAR LADO DE GUARDAPIE ANTES DE SOLDAR

Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones	
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA UCSM		
INDICADA		Diseñado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
# DE PLANO :		Dibujado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
35		Revisado :			
PROYECCION :		Titulo :	Plano :		
		ESPESADOR Ø15 MTS	ISOMETRICOS		

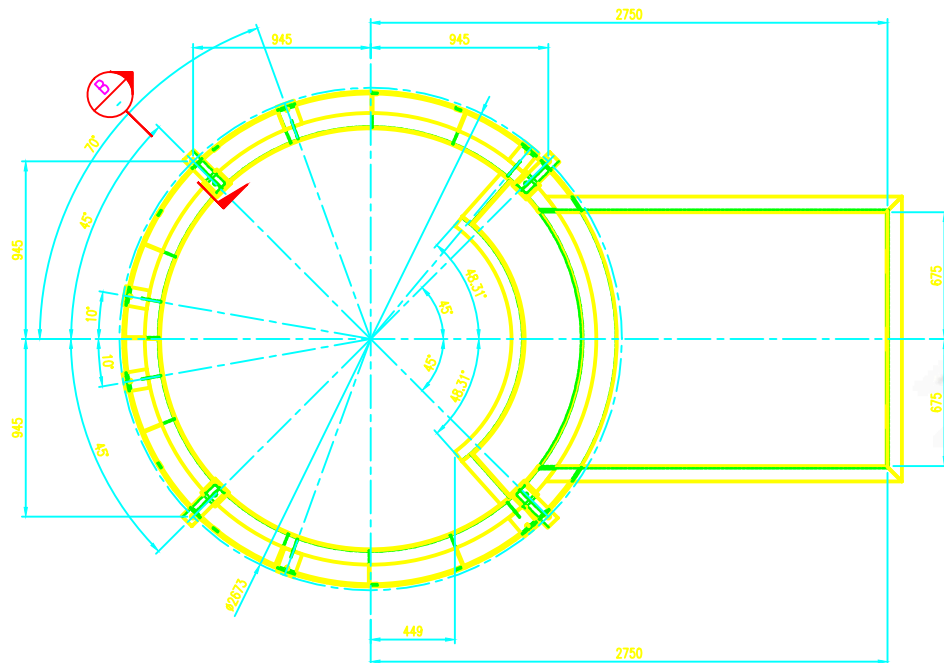


CORTE D Tip.
 ESC. 1/15 A2-11

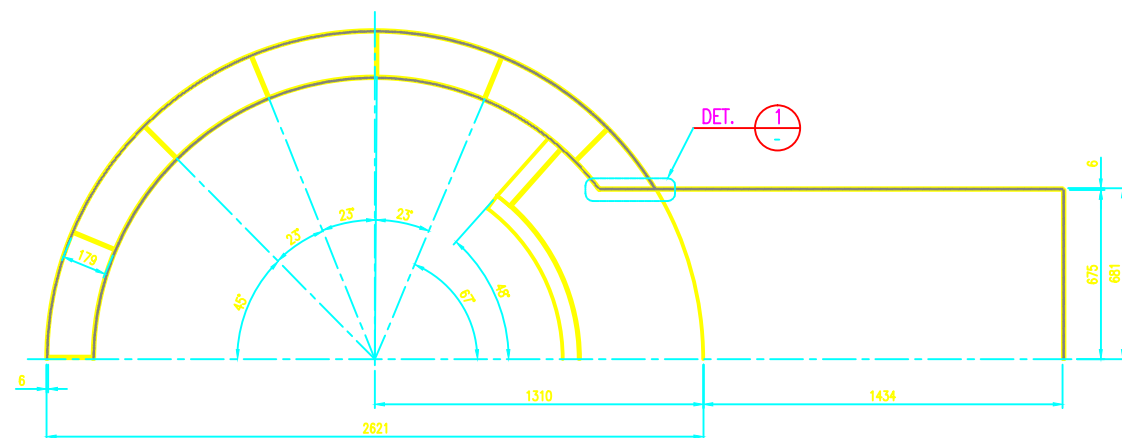
Pos.	Cant.	Descripcion	Material	Observaciones	
Escala :		Nombre :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M. 		
INDICADA		Diseñado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
# DE PLANO :		Dibujado :			SERGIO GONZALES CHOQUE
36		Revisado :			
PROYECCION :		Titulo :	Plano :		
		ESPESADOR Ø15 MTS	ISOMETRICOS		



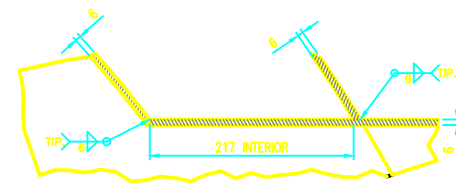
VISTA FRONTAL
ESC. 1/20



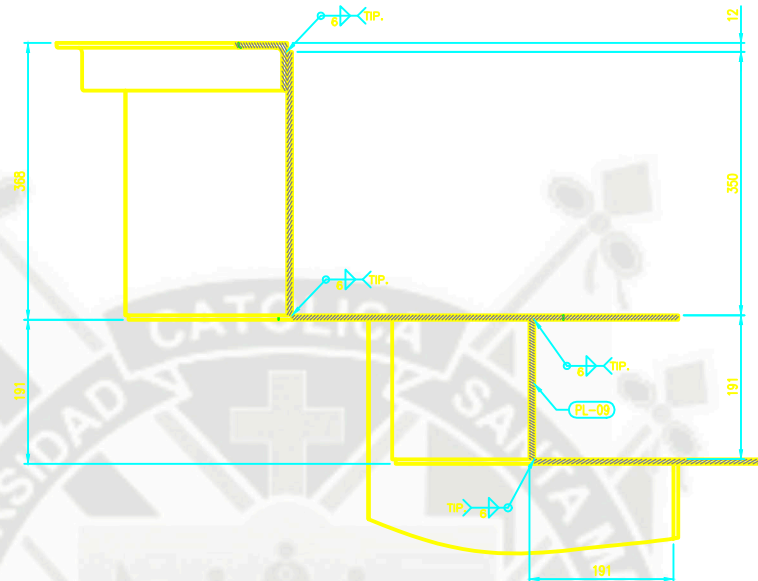
VISTA PLANTA
ESC. 1/20



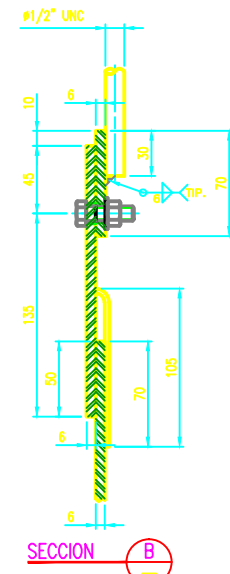
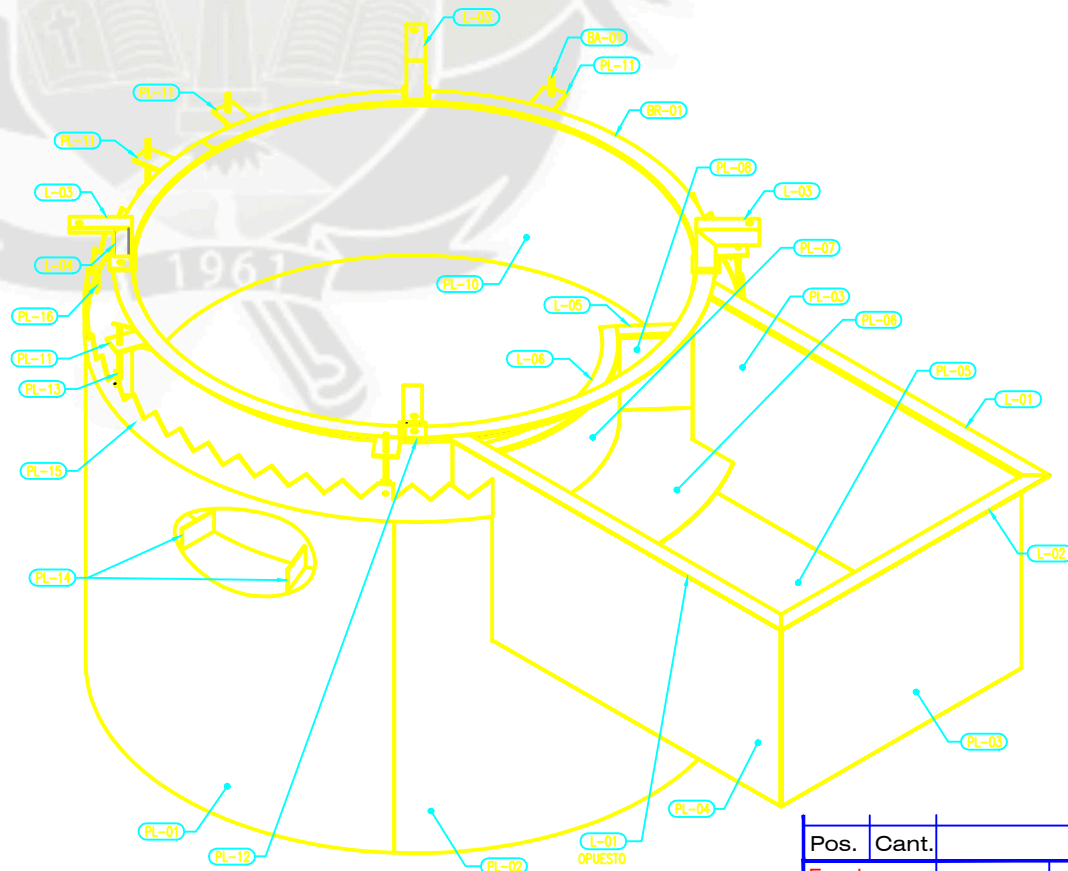
SECCION A-A



DETALLE 1
ESC. 1/5



DETALLE 2
ESC. 1/5



SECCION B-B

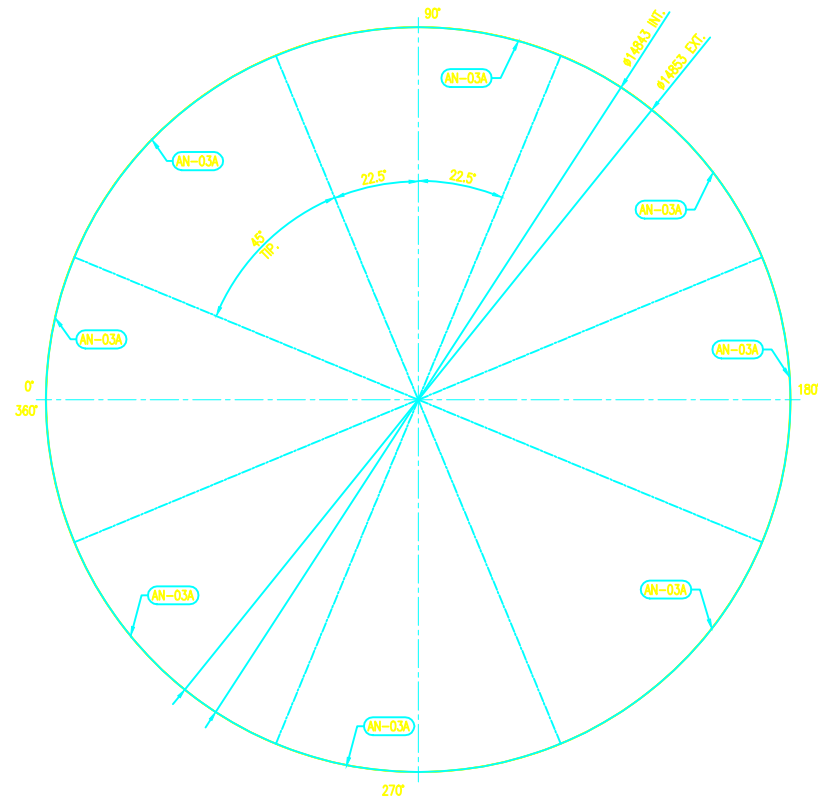
LISTA DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	ESPESOR /DMM	CODIG./TAG	LONG. mm C/E	CANT.	PESO (kg)		AREA (M2)	
						UNIT.	TOTAL	UNIT.	TOTAL
ENSAMBLE GENERAL									
1	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-01	-	1	472.56	472.56	-	-
2	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-02	-	1	129.39	129.39	-	-
3	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-03	-	1	58.88	58.88	-	-
4	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-04	-	2	80.59	161.18	-	-
5	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-05	-	1	107.64	107.64	-	-
6	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-06	-	1	36.05	36.05	-	-
7	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-07	-	1	22.72	22.72	-	-
8	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-08	-	1	4.95	4.95	-	-
9	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-09	-	1	12.63	12.63	-	-
11	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-10	-	1	193.24	193.24	-	-
12	Pl. 9mm ASTM A36	-	PL-11	-	6	0.91	5.46	-	-
13	Pl. 9mm ASTM A36	-	PL-12	-	4	0.77	3.08	-	-
14	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-13	-	6	0.10	0.60	-	-
15	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-14	-	13	0.85	11.05	-	-
16	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-15	-	2	23.11	46.22	-	-
17	Pl. 3mm ASTM A36	-	PL-16	-	7	0.08	0.56	-	-
18	Pl. 6mm ASTM A36	-	PL-17	-	6	0.24	1.44	-	-
19	Fe liso #1/2" ASTM A36	-	BA-01	-	6	0.25	1.50	-	-
20	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	BR-01	-	1	52.82	52.82	-	-
21	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-01	-	1	13.50	13.50	-	-
22	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-02	-	1	10.31	10.31	-	-
23	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-03	-	4	1.67	6.68	-	-
24	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-04	-	4	1.24	4.96	-	-
25	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-05	-	2	1.86	3.72	-	-
26	L3"x3"x1/4" ASTM A36	-	L-06	-	1	8.98	8.98	-	-
PESO TOTAL							1370.12	-	-

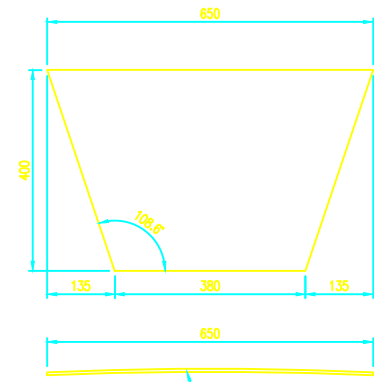
ESPECIFICACION TECNICA

- 1.- ACERO
 - PERFILES LAMINADOS ASTM A36
 - PLANCHAS ASTM A36
- 2.- SOLDADURA
 - CONFORME A LAS A.W.S. CON ELECTRODOS E 70 XX.
 - FILETE MINIMO ES DE 3/16" (EXCEPTO LO INDICADO).
- 3.- PERNOS
 - TODOS LOS AGUJEROS SON DE #13/16" PARA PERNOS DE 3/4" H.R. ASTM A325 CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA PLANA, EXCEPTO INDICACION CONTRARIA.
- 4.- PINTURA
 - LIMPIEZA SUPERFICIAL SEGUN NORMA SSPC-SP6
 - PRIMERO UNA CAPA DE PINTURA ANTICORROSIVO A 3MILS
 - ACABADO UNA CAPA DE PINTURA EPOXICA COLOR GRIS PERLA A 3MILS

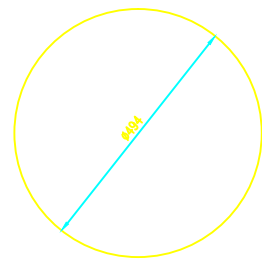
Pos.	Cant.	Descripción	Material	Observaciones
Escala :		Nombre :		
INDICADA		Diseñado :		UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO :		Dibujado :		
37		Revisado :		
PROYECCION :		Titulo :		Plano : FEEDWEL-VISTAS GENERALES E ISOMETRICO
		ESPEZADOR Ø15 MTS		



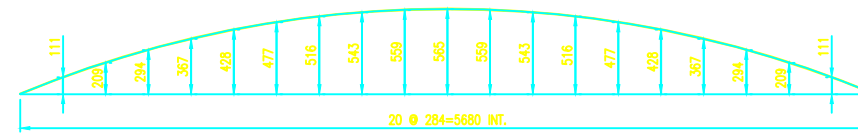
ELEMENTO AN-03
 ESC. 1/75
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 01 UND.



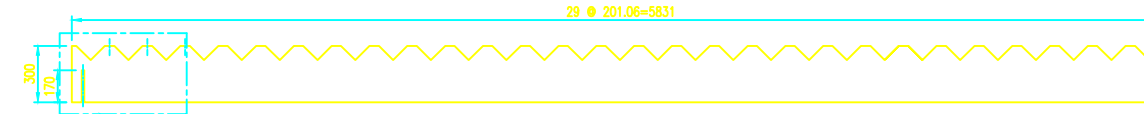
ELEMENTO PL-01
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



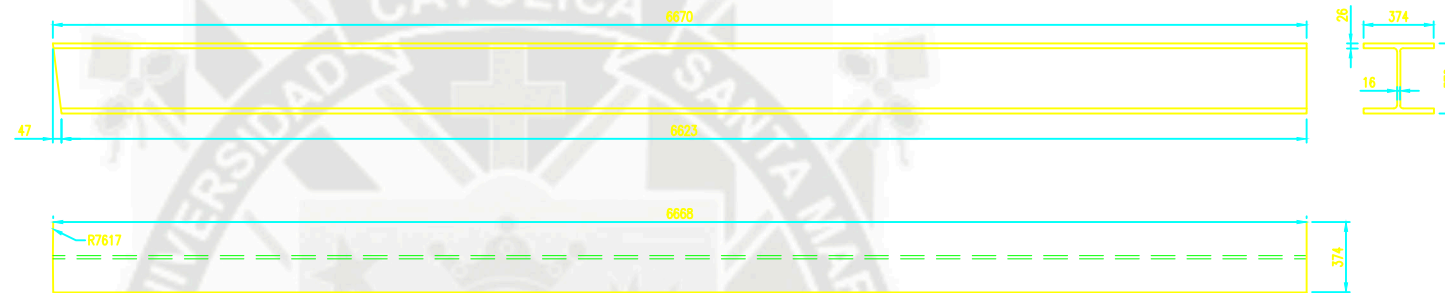
ELEMENTO PL-02
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 01 UND.



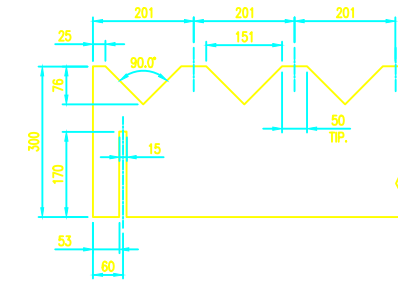
ELEMENTO AN-01A
 ESC. 1/25
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 08 UNDS.
 L.D. 5831x300mm



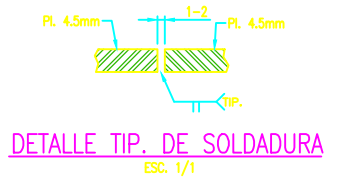
DESARROLLO AN-01A
 ESC. 1/25
 MATERIAL: PL. 4.5mm ASTM A36
 CANTIDAD: 08 UNDS.
 L.D. 5831x300mm



ELEMENTO W-01
 ESC. 1/7.5
 MATERIAL: PL. 6mm ASTM A36
 CANTIDAD: 18 UNDS.



DETALLE 1
 ESC. 1/7.5



DETALLE TIP. DE SOLDADURA
 ESC. 1/1

Escala : INDICADA	Nombre : Diseñado : SERGIO GONZALES CHOQUE Dibujado : SERGIO GONZALES CHOQUE Revisado :	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA INGENIERIA MECANICA U.C.S.M.
# DE PLANO : 17	Título : ESPESADOR Ø15 MTS.	
PROYECCION : 	Plano : VISTA Y HABILITADOS	