

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DISEÑO, FABRICACIÓN Y MONTAJE DE  
ESTRUCTURAS METALICAS PARA TECHO  
DE ALMACENES DE COMBUSTIBLES  
UBICADOS EN ZONAS DE SELVA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**MISAE LAURO DIAZ INCHICAQUI**

**PROMOCION 1991-1**

**LIMA-PERU**

**2009**

**DEDICATORIA**

*A mi madre Alejandrina, a mi esposa Ludeña y  
a mi hijo Alex, por el apoyo y el cariño que  
siempre me brindan.*

## INDICE

PROLOGO.....	01
<b>CAPITULO I INTRODUCCION.....</b>	<b>03</b>
1.1 Antecedentes.....	03
1.2 Objetivo.....	05
1.3 Alcances.....	05
1.4 Limitaciones.....	05
<b>CAPITULO II DESCRIPCION GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN.....</b>	<b>07</b>
2.1 Organización.....	07
2.1.1 Área de Diseño .....	08
2.1.2 Área de fabricación.....	08
2.1.3 Area de montaje.....	09
2.2 Procesos de fabricación.....	10
2.3 Procesos de montaje.....	11
<b>CAPITULO III CONDICIONES DE DISEÑO .....</b>	<b>13</b>
3.1 Generalidades.....	13
3.1.1 Ubicación.....	16
3.1.2 Vías de acceso.....	17
3.1.3 Clima.....	19
3.1.4 Terreno.....	20
3.1.5 Infraestructura.....	22
3.2 Estructura metálica.....	23
3.2.1 Cercha.....	23

3.2.1.1	Columnas.....	24
3.2.1.2	Viguetas.....	24
3.2.3	Cobertura.....	25
3.2.4	Geomembrana.....	25
3.2.5	Pisos y cimentaciones.....	27
<b>CAPITULO IV DISEÑO.....</b>		<b>31</b>
4.1	Condiciones generales de Diseño.....	31
4.1.1	Clima.....	31
4.1.2	Cargas actuantes.....	31
4.1.2.1	Cargas de gravedad.....	31
4.1.2.2	Cargas de viento.....	32
4.2	Estructura de almacén.....	32
4.2.1	Viguetas.....	34
4.2.2	Cerchas.....	34
4.2.3	Cobertura.....	35
4.2.4	Soportes de cobertura.....	35
4.3	Estructura de una cercha.....	36
4.3.1	Vigas.....	36
4.3.2	Cumbreras.....	37
4.3.3	Columnas.....	37
4.3.4	Uniones.....	37



4.4	Metodología de diseño.....	38
4.4.1	Tipo de cargas sobre la estructura.....	41
4.4.2	Método de cálculo.....	42
4.5	Cálculo de cargas de gravedad.....	44
4.6	Cálculo de cargas de viento.....	45
4.7	Calculo de las reacciones en los apoyos de las columnas.....	45
4.7.1	Fuerza de gravedad.....	45
4.7.2	Fuerzas del viento.....	46
4.8	Calculo de las fuerzas en las barras de la armadura.....	47
4.8.1	Métodos disponibles.....	47
4.8.2	Método seleccionado.....	48
4.9	Selección de los perfiles de las barras de la armadura.....	49
4.9.1	Materiales.....	49
4.9.2	Perfiles.....	49
4.9.3	Calculo de barras sometidas a tracción.....	50
4.9.4	Calculo de barras sometidas a compresión.....	50
4.9.5	Calculo de las columnas de soporte.....	51
4.10	Cálculos.....	51
4.11	Resultados.....	55
<b>CAPITULO V FABRICACIÓN.....</b>		<b>69</b>
5.1	Generalidades.....	69
5.1.1	Materiales de fabricación.....	69
5.1.2	Soldadura.....	70

5.1.3	Arenado: preparación de la superficie según normas SPC-SP6.....	73
5.1.4	Aplicación de pintura.....	75
5.2	Cronograma de actividades.....	76
5.3	Metrado de materiales y equipos.....	77
5.4	Metrado de materiales de estructura metálica.....	77
5.5	Metrado de consumibles.....	92
5.6	Requisito de la mano de obra.....	93
5.7	Requisito de maquinas, herramientas y elementos de protección.....	94
5.8	Tiempo de ejecución de la fabricación.....	101
5.9	Proceso de fabricación.....	101
5.9.1	Inspección.....	102
5.9.2	Trazado, encuadrado y habilitado.....	102
5.9.3	Construcción, armado y verificado.....	102
5.9.4	Pruebas, verificación y acabados.....	103
5.10	Resultados de la fabricación.....	104
5.11	Sistema de protección.....	104

## **CAPITULO VI DESARROLLO DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS**

	<b>METALICAS.....</b>	<b>106</b>
6.1	Generalidades.....	106
6.1.1	Organigrama de la Obra.....	106
6.1.2	Diagrama de flujo.....	107
6.1.3	Cronograma de actividades.....	108
6.2	Operación de montaje.....	108
6.3	Requerimientos para el montaje.....	109

6.3.1	Materiales.....	109
6.4	Mano de obra.....	109
6.5	Personal montajista.....	110
6.6	Maquinas, herramientas y equipos adicionales.....	110
6.7	Programa de actividades.....	112
6.8	Tiempo de ejecución de montaje.....	112
6.9	Secuencia de montaje .....	113
6.9.1	Objetivo.....	113
6.9.2	Alcance.....	113
6.9.3	Definiciones.....	113
6.9.4	Documentación aplicable.....	114
6.9.5	Responsabilidades.....	114
6.9.6	Desarrollo.....	115
<b>CAPITULO VII COSTOS.....</b>		<b>122</b>
7.1	Generalidades.....	122
7.1.1	Costos directos.....	122
7.1.2	Costos indirectos.....	122
7.1.3	Gastos.....	122
7.2	Costos de fabricación de estructuras.....	123
7.2.1	Mano de obra de fabricación.....	123
7.2.2	Equipos y maquinarias.....	124
7.2.3	Equipos de protección personal y seguridad.....	125
7.2.4	Combustibles varios.....	126
7.2.5	Materiales.....	127
7.3	Costo de montaje de estructuras.....	130

7.3.1	Mano de obra.....	130
7.3.2	Equipos y Herramientas.....	131
7.3.3	Equipos de protección personal.....	132
7.3.4	Combustible.....	134
7.3.5	Materiales.....	134
7.4	Resumen de costo de montaje.....	134
7.4.1	Resumen total de fabricación y montaje.....	135
7.5	Costo total del proyecto.....	135
CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES.....		137
ANEXOS.....		140
BIBLIOGRAFIA.....		168

## PROLOGO

El presente informe titulado "Diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para techo de almacenes de combustibles ubicados en zonas". Se desarrolla en siete capítulos:

**En el Capítulo 1**, se presenta la introducción al tema, los antecedentes, el objetivo del estudio y sus limitaciones.

**En el Capítulo 2**, se hace una breve descripción de la empresa que construye el depósito, describiéndose sus diversas áreas de trabajo.

**En el Capítulo 3**, se presenta una descripción de las condiciones de la zona donde se construyen los depósitos y se describen sus características constructivas.

**En el Capítulo 4**, se desarrolla el diseño de la estructura metálica, estableciéndose las consideraciones de diseño, la metodología y los parámetros de diseño. Se consideran la cobertura, las viguetas y el marco. Como ilustración del método se presenta el cálculo de un marco, debido a que por ser iguales, los otros tienen el mismo procedimiento de diseño.

**En el Capítulo 5**, se describe en el proceso de fabricación, señalándose en forma detallada el programa de actividades y tiempo de ejecución programado, así como los procesos y resultados del proceso de fabricación.

**En el Capítulo 6**, se describe el desarrollo de montaje de estructuras metálicas, detallándose las operaciones de montaje, el personal y los equipos y herramientas, los tiempos y la secuencia de las operaciones de montaje.

**En el Capítulo 7**, se determinan los costos de diseño, fabricación y montaje de las estructuras metálicas, así como el costo total del proyecto.

Se finaliza con las Conclusiones del presente trabajo.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El proyecto de construcción de estructuras metálicas de almacenes de combustibles lo ejecuta la Empresa D&L Servicios de Ingeniería SAC para la empresa Graña y Montero que realiza las obras de los campamentos de la Empresa PETROBRAS, la que se dedica a la exploración petrolera en la selva peruana, buscando petróleo y gas natural en el lote 58, ubicado la Región Cuzco. En esta zona se ubica el campamento La Peruanita que sirve de base a las operaciones de exploración de PETROBRAS por lo que es el centro de operaciones de un gran parque de maquinaria pesada que requiere grandes cantidades de combustibles líquidos.

El campamento La Peruanita se encuentra en el asentamiento rural **CHINTORINI ECHERATE, LA CONVENCION** del departamento de **CUZCO**; una zona muy alejada, a 30 km al sur de la Planta de separación de líquidos de las Malvinas, a orillas del río Urubamba, donde se ubica el aeropuerto más cercano. Esta distancia es difícil de recorrer porque no existen carreteras ni trochas carrozables. El transporte de las Malvinas a La Peruanita es vía fluvial, y se realiza en barcos a través del río Urubamba.

Por este motivo PETROBRAS requiere de aeropuerto en la zona de operaciones, para tener acceso directo vía aérea al campamento La Peruanita de este modo eliminar el costoso y difícil transporte desde las Malvinas. Ante esto, esta empresa realiza los estudios correspondientes y determina que el punto estratégico de la zona de exploración más apropiada para ubicar el aeropuerto es el campamento La Peruanita.

En el proyecto de aeropuerto se consideran depósitos de combustibles para las avionetas y helicópteros que deberán operar con base en ese lugar y se toma la decisión de almacenar también los combustibles como gasolina y petróleos, necesarios para el parque de maquinaria pesada en los almacenes del Aeropuerto; de este modo se tiene un solo almacén de combustibles. Se calcula que los volúmenes que se deben almacenar son:

Gasolina 84	5 bladers	120 m <sup>3</sup> .
Gasolina 95	12 bladers	288 m <sup>3</sup> .
Petróleo Diesel	18 bladers	432 m <sup>3</sup> .

Para almacenar este volumen de combustible se requiere un área de 6442,86 m<sup>2</sup>. Por razones prácticas no se construye un solo almacén, si no esta área se subdivide distribuyéndose de la siguiente manera:

Tabla 1.1 Dimensiones de almacenes de combustibles

Tipo	Combustible	Dimensiones		
		Largo m	Ancho m	Area m <sup>2</sup>
Pit - JP 1	Gasolina	86.10	39.00	3357.90
Pit - Diesel1	Diesel	68.00	39.00	2652.00
Pit - Gasolina	Gasolina	26.40	16.40	432.96
Area total				6442.86



## **1.2 OBJETIVO**

Los objetivos del proyecto son:

- 1) Diseñar, fabricar las de estructuras metálicas en Lima, y transportarlos para hacer el montaje en el campamento la Peruanita de PETROBRAS.
- 2) Proteger en época de lluvia todos los almacenes de combustible.
- 3) Construir con calidad cumpliendo las especificaciones técnicas fijadas en el plano de la Empresa GYM.
- 4) Cumplir con la política de calidad de GYM, como empresa contratante y D&L como empresa contratista.

## **1.3 ALCANCES**

En este Informe de Ingeniería se presenta el diseño de la estructura metálica de un pórtico típico de 39 m de luz, siendo este el más grande del área de almacén de combustibles, el JP 1, de 83.10 m de longitud y 39.00 m de ancho con un área interior libre de 3,357 m<sup>2</sup> así como el proceso de construcción, montaje y los costos de las tres estructuras metálicas de los almacenes de combustibles construidos en el campamento La Peruanita de PETROBRAS.

## **1.4 LIMITACIONES**

El tema está enfocado en el diseño y construcción de las estructuras metálicas de los almacenes.

En el caso del diseño, se presenta solo el diseño de la parte más importante de las estructuras, que es el pórtico típico de mayor luz de la estructura más grande por estar sometido éste a mayores esfuerzos, y por sus dimensiones también resulta el de mayor complejidad de diseño. Los pórticos de los otros

almacenes son de menores dimensiones y se calculan de manera similar. Las vigas y viguetas tienen métodos de diseño conocidos por lo que en el presente trabajo, para centrar el tema en el pórtico, se las considera como ya diseñadas por lo que sus cargas son datos para el de diseño del pórtico.

Además, se detallan los procedimientos de construcción y montaje, pero se incide en los procedimientos de soldadura por ser también una etapa importante en el proceso de fabricación.



Fig. 1.1 Ubicación del Proyecto de gas de Camisea

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN**

#### **2.1 ORGANIZACIÓN**

D&L Servicios de Ingeniería SAC con RUC 20512739742 y domicilio fiscal en La Urbanización Ingeniería Jr. Góngora 131 San Martín de Porres es una empresa metal mecánica, que se dedica al rubro de la fabricación e instalación de estructuras metálicas, pórticos, naves y obras estructurales en general. Realiza proyectos, cálculos estructurales, diseños, fabricación y montaje.

Opera a nivel nacional, con presencia en Arequipa, Chiclayo, Trujillo, Huancayo, Lima, Cuzco, etc. En la actualidad su principal mercado son los centros comerciales como mega plazas y multicines.

Su taller se encuentra ubicado en MZ E Lote 1 Urb. Casa Huerta. Puente Piedra donde tiene la infraestructura necesaria y personal calificado y homologados en soldadura.

La empresa tiene una Gerencia General de la que dependen cinco gerencias: Financiera, Mantenimiento, Logística, Proyectos y Operaciones; cuyo organigrama se muestra en la Fig. 2.1.

Las gerencias directamente involucradas en el proyecto son las de Proyectos y de Operaciones, cuyas principales áreas son:

### 2.1.1 Área de diseño

En el área de diseño se cuenta con 02 ingenieros Mecánicos. Para realizar el diseño y cálculo de las estructuras, en unos casos se utiliza el software de ingeniería disponible en el mercado y en otros casos se elaboran algoritmos de cálculo particulares.

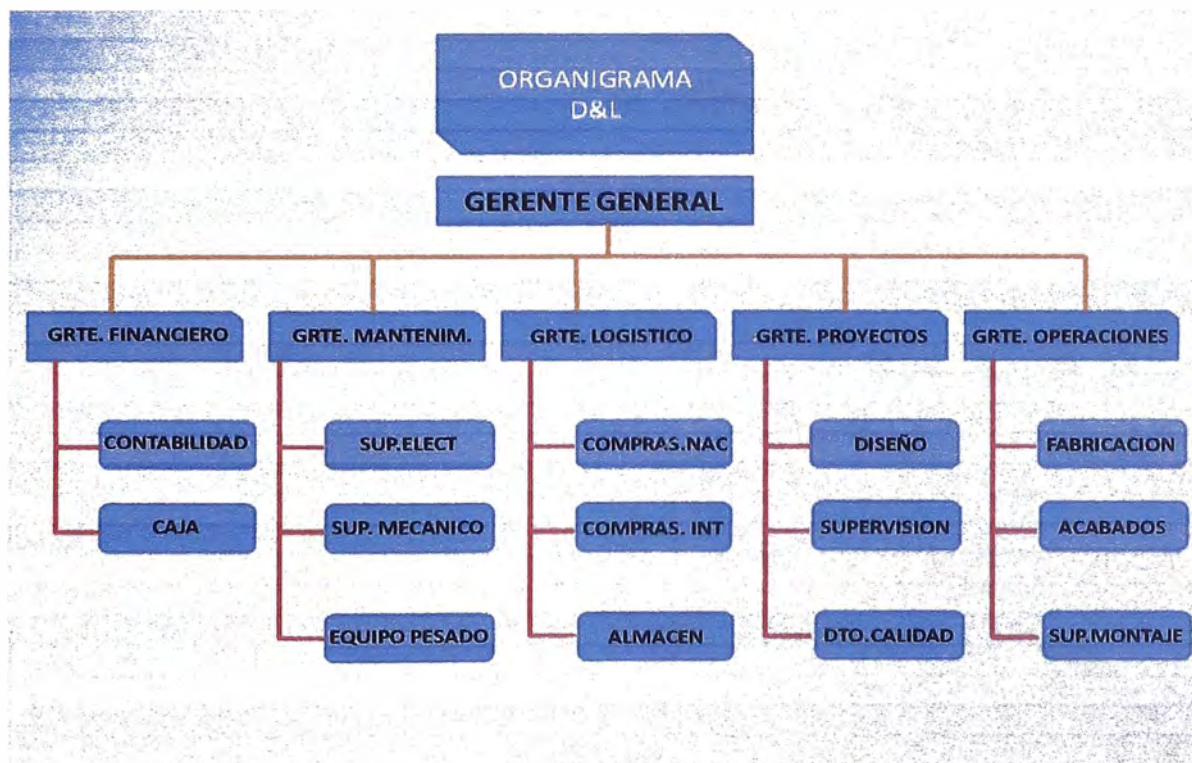


Fig.- 2.1 Organigrama de la empresa

### 2.1.2 Área de fabricación

El área se divide en las secciones siguientes:

Trazado

Corte de elementos estructurales.

Armado de estructura

Soldeo.

Limpieza de escoria

Arenado

Pintado.

Almacén.

Durante la etapa de diseño el factor transporte se presentaba como uno de los principales obstáculos, por eso se decidió construir elementos de no más de 5 metros para facilitar el transporte, teniendo en cuenta que sólo se llega por vía terrestre hasta las Malvinas localidad ubicada en Cuzco, luego se transportaría vía fluvial, por el Rio Urubamba en barco y botes para llegar al lote 58 La Peruanita. El campamento La Peruanita se encuentra en el asentamiento rural CHINTORINI ECHERATE, LA CONVENCION. CUZCO.

### **2.1.3 Área de montaje**

Para el área de montaje contamos con personal calificado, soldadores, con homologación actualizada montajistas y ayudantes

En esta oportunidad, el personal técnico debería cumplir ciertos requisitos adicionales tales como 11 vacunas y examen médico general aprobatorio que se llevo a cabo por encargo de la Empresa GYM PETROBRAS. Los certificados Médicos fueron expedidos por la Clínica DEVELOPMENT MEDICAL GROUP. SAC que está ubicado en la Av. DEL PARQUE SUR 185 Urbanización Corpac- San Isidro.

Las vacunas fueron las siguientes: Hepatitis A, Hepatitis B, Triple Viral, Tétano/Difteria, Varicela, Neumococo, Influenza, Rabia, Fiebre amarilla, Fiebre tifoidea, y Polio.

## 2.2 PROCESOS DE FABRICACIÓN

Las fabricaciones se realizan en el taller de la Empresa D&L ubicada en Lima donde se cuenta con toda la infraestructura y maquinaria necesaria.

Para ilustrar los procesos de fabricación que se realizan en el taller se describe como proceso típico, el utilizado en las vigas VP1.A detalladas en los planos que se adjuntan al presente informe, el cual se resume a continuación:

- En este caso debido a que parte del transporte es fluvial, en embarcaciones menores, para la facilitar el transporte la estructura se divide en secciones de longitud máxima de 6 m, y para facilitar el montaje se prevé que las uniones de estas secciones sean empemadas, para lo cual se sueldan bridas adecuadas en sus extremos.
- Las vigas VP1A la conforman dos cerchas paralelas unidas conformando una viga de cuatro elementos como se detalla en el plano correspondiente.
- Se utilizan elementos estructurales tubulares A-36 cuyas elementos tienen medidas menores de 6.4 m de longitud es así como están compuestos por tres elementos que irán unidos con pernos de  $\varnothing 5/8$  y  $\varnothing 1/2$  de Grado 5. Para estas uniones se han construido bridas superiores e inferiores con planchas de 3/16 pulgadas con 04 agujeros para pernos.
- Las columnas son de sección rectangular de plancha de  $1/4"$ x250x250 mm, soldadas con refuerzos de cartelas a una placa base de plancha de a  $1"$ x550mmx600 mm con 04 agujeros para espárragos de la cimentación, de  $3/4"$ .



estas columnas en la parte superior llevan incorporadas un pequeño tramo de la armadura que se empalman con la viga VP1 correspondiente, y una saliente externa para poder armar los aleros.

- Para aumentar la rigidez y estabilidad del techo del almacén, las columnas de soporte de vigas VP1 se unen con cable horizontal un de acero de Ø1/2 pulgada soportado por cables verticales de Ø1/4 de pulgada.

En la fabricación es muy importante respetar las medidas y ángulos de inclinación, de las vigas, los ángulos de abertura de cumbreras que tienen forma de una V invertida, así como la posición de las bridas de unión. En caso contrario se pueden producir realineamientos que dificulten el montaje en obra.

### 2.3 PROCESOS DE MONTAJE

El principal problema para el montaje es la mano de obra que representa aproximadamente casi el 80% del trabajo, que lo realiza un montajistas y sus ayudantes, pero las personas seleccionadas tenían que pasar por examen médico que fue donde se tiene bajas una vez aprobado el examen médico se les aplico 11 vacunas diferentes.

El transporte del personal fue vía aérea de Lima a las Malvinas, para luego por barco a través del río Urubamba hasta llegar al campamento la Peruanita.

En el trabajo de montaje se presentaron algunos problemas ocasionados por:

- *El clima.* Se llegó a trabajar a una temperatura de 32 °C alternándose con días de lluvias intensas, lo que obligó a realizar cambios del horario de trabajo.
- *Retraso en la llegada de los materiales,* causados por interrupción de las carreteras o crecidas en el río Urubamba.

- Identificación de los elementos estructurales. Se presentaron algunas pequeñas incongruencias. Se resuelve con ayuda de los planos.
- Falta de comunicaciones que afecto a los trabajadores, porque no había señal de teléfonos móviles. Ante esto, la Empresa GYM habilitó una cabina telefónica, por horas, lo que resultó insuficiente para los trabajadores de las diversas Empresas contratistas que operan en la zona.
- Reducido cupo, 20 asientos, y retrasos de vuelo por mal clima de las avionetas de transporte de personal para la ruta Lima- Malvinas.



## CAPITULO III

### DESCRIPCIÓN DE LA CONDICION DE DISEÑO

#### 3.1 GENERALIDADES

Histórico: Los nuevos tiempos que vivimos en cuanto inversiones se refiere en el rubro de exploraciones de gas en nuestro país, y más aun en la selva del Cuzco la lleva a cabo la Empresa Petrobras, por ello cabe mencionar a Camisea como una de las mas importante reservas en América Latina; está compuesto por dos yacimientos San Martin y Cashiriari, ubicados ambos en el lote 88 y tiene un volumen de gas "*in situ*" De 8.7 trillones de pies cúbicos (TCP) con estimado de recuperación final de 6.8 TCP de gas natural (factor de recuperación:78%) y 411 Millones de barriles de liquido de gas natural, asociados (propano ,butano y condensados). El potencial del bloque 88 fue calculado en 11 TPC de gas natural (el volumen de gas *in situ* probado + probable), con un estimado de recuperación final considerando los volúmenes probados + probables fue de 8.24 TPC de gas y 482 millones de barriles de liquido de gas natural, lo que significa una reserva que alcanza para los próximos treinta años mas exportaciones.

El gas natural, que proviene de las operaciones de Camisea, es conducido hacia la planta de separación de líquidos conocida como Malvinas, a orillas del Rio URUBAMBA. En dicha planta los líquidos del gas natural se separan del gas el cual se acondiciona para ser transportado por un gasoducto hasta la costa llegando a

Lima en el cual ya se utiliza por diversas Empresas (o.i, cerámicas san Lorenzo, etc.).

Luego de que el hidrocarburo pasa por el proceso de separación de líquidos en la planta de Malvinas, se obtiene dos elementos: el gas natural y los líquidos de gas natural; el transporte se realiza mediante dos ductos, uno de gas natural y otro de líquido de gas. La tubería de gas natural tiene una longitud de 732 Km, y la de líquidos de gas natural de 559 Km, ambas atraviesan los departamentos del Cuzco, Ayacucho, Huancavelica, Ica y Lima pasando así, por zonas de selva, luego cruza los andes superando alturas de más de 4,500 metros para finalmente descender por los terrenos desiertos de la costa. El punto de inicio de las dos tuberías se encuentra en la planta de procesamiento de gas en Malvinas, el ducto de líquidos va hasta la planta de procesamiento de líquidos de gas natural cerca al puerto de Pisco (200 Km al sur de Lima) y el de gas natural hasta el City Gate en Lurin. Acá el gas natural es filtrado, se le reduce la presión y se le odoriza para su rápido y fácil detección, ya que el gas natural no tiene olor propio.

Presente: Actualmente la Empresa PETROBRAS hace trabajos en el campamento la Peruanita debido a una fuerte inversión por el sector privado que busca en la Selva del Cuzco más zonas de extracción de gas. Esta empresa ha contratado a GYM para acondicionar zonas de campamento y almacenamiento de combustible para la maquinaria de Petrobras.

Hasta el momento, el proyecto Camisea viene generando ingresos por concepto de canon y regalías que superan los US\$ 38.6 millones (ver gráfico), esto es sin

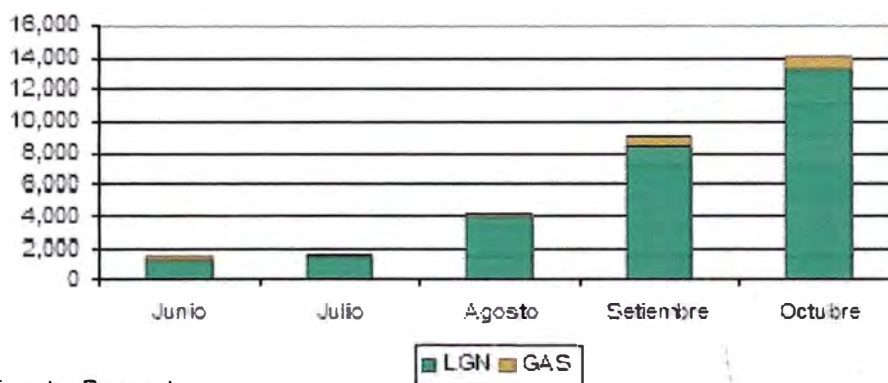
considerar aún la explotación del lote 58, el cual se espera que tenga buenas reservas.

Según Resolución Ministerial Nro. 371 2004 EF 15, el canon y las regalías se distribuyen, en un 75% para las provincias de Cuzco (Acomayo, Anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convención, Paruro, Paucartambo, Qispicanchi, Urubamba y Cuzco), el 25% restante es para la región Cuzco.

En el proyecto Camisea, la inversión privada juega un rol fundamental, sin ella su desarrollo no hubiera sido posible, es importante que este proyecto siga avanzando, lo cual se lograra sólo con inversión y mucho esfuerzo, lo que sin lugar a dudas, seguirá trayendo progreso y beneficios para el país, principalmente en aquellas zonas directamente involucradas con el desarrollo del proyecto, en este caso nosotros las empresas especializadas en el rubro de las construcciones de estructuras metálicas.

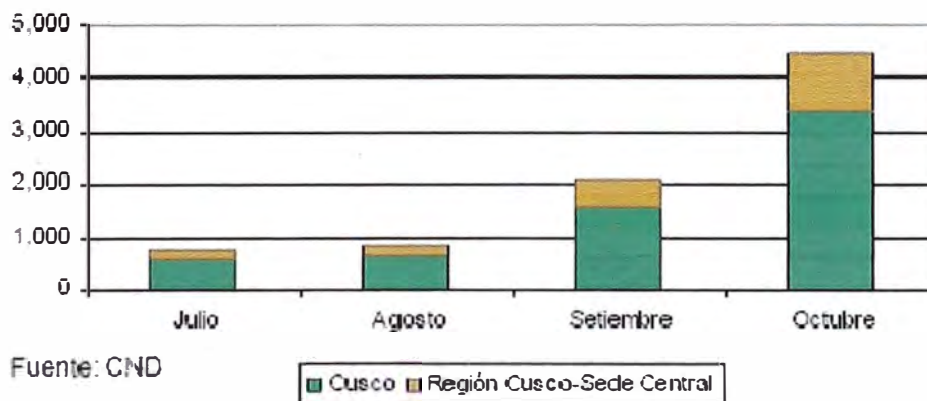
Futuro: Este proyecto en realidad es el comienzo de una parte de un largo proyecto, pues nuestro país tiene reservas nuevas de gas que se están descubriendo por tal motivo se esta pensando en un futuro mediano convertir al campamento la Peruanita en un gran aeropuerto, para que los técnicos puedan ingresar directamente a los nuevos yacimientos sin pasar previamente por Malvinas. Actualmente la Empresa D&L se encuentra cotizando nuevos techos para el campamento la peruanita.

**Regalías cobradas por el Lote 88  
Miles de US\$**



Fuente: Perupetro

**Canon Gasífero Camisea  
Miles de US\$**



Fuente: CND

Fig. 3.1 Regalías y canon por gas en Región Cuzco

### 3.1.1 Ubicación

El campamento La Peruanita Lote 58 se encuentra en el Asentamiento rural CHINTORINI ECHERATE, LA CONVENCION. CUZCO.



Fig. 3.2 Ubicación del Proyecto

### 3.1.2 Vías de acceso

Las estructuras metálicas se transportarán vía terrestre desde Lima hasta Satipo Puerto de Masamari para luego usar los deslizadores vida fluvial hasta el Lote 58 Campamento La Peruanita.

El personal viaja vía aérea del Aeropuerto Jorge Chávez Lima, Hasta las Malvinas Cuzco, luego vía fluvial al Campamento La Peruanita,





Fig. 3.3 Transporte de materiales y personal

### 3.1.3 Clima

Los territorios del Cusco se hallan bajo la influencia macro-climática de grandes masas de aire provenientes de la selva sur oriental, del Altiplano, e incluso de la lejana región de la Patagonia. Los vientos de la selva sur son inmensas masas de aire cargadas de humedad, impulsadas por los vientos alisios del oriente.

Los vientos que llegan la zona sur oriental del Altiplano peruano-boliviano y la Patagonia son fríos y secos, y por lo general suponen eventos de mayor escala. Los vientos locales que se generan en los valles y llanuras del Cusco distribuyen el calor y humedad a lo largo del día.

De manera general se distinguen dos estaciones climáticas: la estación de lluvias, de noviembre a marzo y la estación de secano, de abril a octubre.

#### *Tipos de clima*

Climas cálidos (húmedos y secos)

*Húmedos:* Corresponden a las zonas de selva baja, al norte en el bajo Urubamba, y al este del departamento en la entrada de los valles Pillcopata y Araza.

- Precipitaciones: Más de 2,000 mm al año.
- Temperaturas: Máxima: Alrededor de 30 °C



Fig 3.4 Uso de EPP en el montaje.

### 3.1.4 Terreno

El Campamento La Peruanita está al lado del río Urubamba, el terreno es plano. Sin embargo aquí cabe una reflexión sobre la deforestación que se da para esta actividad.

La **deforestación** y “el cambio de uso del suelo amazónico debido al crecimiento de actividades económicas, la construcción de infraestructura y el establecimiento de asentamientos humanos ha generado una acelerada transformación del ecosistema amazónico”.

La **deforestación** es uno de los procesos que más afecta las emisiones de CO<sub>2</sub>, principal causa del efecto invernadero, ya que los árboles actúan como



depósitos de Carbono que reciclan de la biosfera por medio del proceso de fotosíntesis, por el cual liberan oxígeno y absorben CO<sub>2</sub>.

Con la muerte de los árboles, el depósito se rompe y vuelve a la biosfera por el proceso de quema y además al quedar menos superficie cubierta por árboles es menor el CO<sub>2</sub> que se absorbe ocasionando un aumento del calentamiento del Planeta, pero nuestro país cuenta con organismos gubernamentales que están de alguna manera u otra controlando la deforestación para que no sea demasiado, a continuación mostramos un cuadro en el que aparece la deforestación en el departamento del Cuzco.

Tabla 3.1 Deforestación de región Cuzco

Departamento	Área original de Bosque Amazónico	Superficie Deforestada 2000	
	ha	ha	%
Amazonas	3464300	1860866	53.72
San Martín	4904800	1926418	39.28
Loreto	36279500	1586419	4.37
Junin	2338600	905241	38.71
Ucayali	10137500	877713	8.66
Huanuco	2296500	722686	31.47
Cajamarca	505000	462318	91.55
Cusco	3406200	567961	16.67
Pasco	1811300	323825	17.88
Madre de Dios	8460000	151626	1.79
Ayacucho	324600	76335	23.52
Puno	1345200	69209	5.14
La Libertad	117100	20800	17.76
Piura	47700	8400	17.61
Apurimac	72800	*	*
Huancavelica	42800	*	*
Lambayeque	6600	*	*
<b>Total</b>	<b>75560500</b>	<b>9559817</b>	<b>12.65</b>

Fuente:  
INRENA

### 3.1.5 Infraestructura

La empresa GyM Petrobras cuentan con una infraestructura necesaria para los trabajos:

El trabajo inicial de preparado del terreno con maquinaria pesada tales como: tractores, aplanadoras, grúas, grupo electrógeno, etc. Además por ser empresas internacionales están comprometidos con la sostenibilidad del medio ambiente.

El siguiente párrafo es la que figura en su página web: [www.petrobras.com](http://www.petrobras.com)  
*“Valoramos el desarrollo sostenible, y la sociedad es nuestra aliada en nuestro compromiso con el futuro del planeta.*

*En todas nuestras acciones, desde la gestión de nuestros negocios hasta la búsqueda de nuevas fuentes de energía, tenemos como objeto ser referencia en responsabilidad social y ambiental. En nuestro cotidiano comprobamos que sí se puede unir la rentabilidad al respeto a las personas y al medio ambiente.*

*Por ello, nuestras actividades se basan en los principios del Pacto Mundial de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Tenemos el compromiso de poner en marcha nuestras acciones de manera integrada, ética y transparente, valorando la diversidad humana y cultural, incentivando los deportes y promoviendo la ciudadanía y el respeto por los Derechos Humanos”.*

Nuestro compromiso se traduce en los siguientes reconocimientos:

- ... Estamos incluidos en el Índice Dow Jones Mundial de Sostenibilidad (DJSI)

- Formamos parte del Consejo del Pacto Mundial;
- Estamos asociados al World Business Council for Sustainable Development (WBCSD);
- Somos aliados estratégicos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) con acciones de cooperación en comunidades de bajos ingresos en América Latina y Caribe.

## **3.2 ESTRUCTURA METÁLICA**

El propósito de diseñar estructura metálica es lograr estructuras económicas, segura y que cumpla con ciertos requisitos funcionales y estéticos, para lograrlo el ingeniero debe conocer suficientemente la mecánica y el análisis estructural, las propiedades de los materiales y la función y comportamiento de los elementos constitutivos de la estructura. Una vez realizada las condiciones del suelo, se inicia el diseño estructural tomando en consideración varios sistemas estructurales, diversos tipos y distribución de miembros y sus conexiones, describiéndolos en detalle a través de notas y esquemas, permitiendo con ello la fabricación y construcción de los esqueletos estructurales, una armadura.

### **3.2.1 Cercha**

Es la parte principal de una cubierta, llamada muchas veces como tijeral, sobre ellas descansan las correas y transmiten los esfuerzos de estas a los soportes o pares. La cercha es conjunto de tijeral y columna de soporte.

La Armadura o viga de celosía puede ser definida como una viga de dimensiones algo considerables cuya alma no es maciza, sino que por el contrario, está compuesta por piezas que forman un sistema de triangulación.

Los miembros que forman la celosía, teóricamente hablando, se encuentran sometidos solamente a esfuerzos directos de compresión y extensión.

La selección entre una viga de acero perfilado o una viga de celosía, queda determinado generalmente por el claro de luz. En el diseño, se eligió las vigas de celosía de forma inclinada porque se desea disponer de una gran luz 39 metros y considerable altura 9m.

#### 3.2.1.1 Columnas:

Las columnas fueron fabricadas de planchas de 5/16", y sus dimensiones son 320mx290m, van con cartelas de platina de 3"x3/8" 04 unidades y una placa base de plancha de 1"x550x600. La columna tiene una altura de 3268 mm y tiene en su parte superior varillas y bridas soldadas listas para recepcionar las vigas principales por medio de pernos.

#### 3.2.1.2 Viguetas

Son elementos de amarre de las vigas principales básicamente han sido construidos de tubos de 4" con sus respectivas platinas en sus extremos para la unión respectiva.

#### 3.2.3 Cobertura

La cubierta de Flexilona sobre una estructura metálica es una alternativa práctica para obtener grandes aéreas cubiertas para almacenaje y otros usos industriales en el menor tiempo posible.

Pueden desmontarse y trasladarse gracias a su diseño modular. La cubierta de flexilona es un material resistente, preparado para cualquier tipo de clima y por lo tanto de gran duración. Dispone de accesos que permiten un eficiente estibamiento y el ingreso de todo tipo de vehículos.

De día cuenta con iluminación natural gracias a bandas translúcidas TANQUES PARA ALMACENAR COMBUSTIBLES. La avanzada tecnología de fabricación así como la resistencia del material, permite fabricar tanques flexibles para almacenar combustibles y otros líquidos de uso industrial.

El laminado que conforma el tanque esta formulado para resistir por largo tiempo el ataque de agentes químicos corrosivos, aceites, grasas, petróleo, diesel, gasolina, alcohol y muchos otros tipos de químicos. Son fabricadas con caucho EPDM (etileno, dieno, terpolimero), material inerte de alta estabilidad, con gran resistencia a la radiación ultravioleta, a la intemperie. Y a los ataque de los microbios y algas.

#### **3.2.4 Geomembrana**

Esta geomembrana sigue un proceso de fabricación de calandro y vulcanización bajo un estricto sistema de calidad. Firestone Specialty Products, la Empresa Cidelsa, posee más de 27 plantas en USA lo cual nos permite un tiempo de respuesta acelerado para la atención de sus clientes.

Poseen una gran adaptabilidad a todo terreno. Su capacidad de elongación hasta un 500% permite que se adapte a las irregularidades del suelo preparado, así como a los diferenciales resultantes de movimientos de erosión o de actividad sísmica.

Su flexibilidad queda demostrada por su gran adaptación a temperaturas extremas. La Geomembrana de EPDM permanece muy flexible incluso a temperaturas muy bajas (hasta  $-45^{\circ}\text{C}$ ), muy inferiores incluso a las registradas en los andes de nuestro territorio. Asimismo, es una geomembrana ideal para nuestros climas tropicales, pues resiste temperaturas hasta  $82^{\circ}\text{C}$ .

Las geomembranas de EPDM son fáciles de instalar, y están disponibles en anchos de hasta 15 metros, y longitud máxima de panel de hasta 61 metros. Las juntas de paneles se hacen con banda autoadhesiva, sistema sencillo y muy confiable que ha sido instalado en millones de metros lineales en todo el mundo.

### **Características y Ventajas**

- *Gran flexibilidad:* La geomembrana de caucho EPDM permanece muy flexible incluso a temperaturas muy bajas (hasta  $45^{\circ}\text{C}$ ) haciendo posible su instalación en gran variedad de climas y terrenos.
- *Gran alargamiento:* La geomembrana de caucho EPDM se puede alargar más de 500%, lo que permite a la membrana estirarse y acoplarse al suelo.
- *Gran resistencia a la intemperie:* La geomembrana de caucho EPDM ofrece una incomparable resistencia a la radiación ultravioleta y al ozono. No contiene plastificadores que se desprenden y causan la falla prematura de la membrana debido al agrietamiento y las resquebrajaduras.

- *Instalación rápida y fácil:* La geomembrana de caucho EPDM se puede producir en grandes paneles de hasta 15m de ancho y 61m de largo con la ventaja de tener menos juntas en obra y menor tiempo de instalación.

*Mantenimiento mínimo:* La geomembrana de caucho EPDM después de la instalación requiere muy poco o ningún mantenimiento regular. La geomembrana expuesta al medio ambiente puede superar los 30 años de vida útil.

*Ecológica:* La Geomembrana de caucho EPDM es un material inerte con un impacto ambiental muy bajo durante su fabricación y aplicación.

### **3.2.5 Pisos y Cimentaciones**

**Rapid Cover:** El Rapid Cover es una buena alternativa para impermeabilizar rápidamente un área, ya sea en forma temporal o permanentemente. Este laminado está manufacturado a base de una trama intermedia de fibras de polietileno de alta densidad recubierto por ambos lados con una capa de polietileno de baja densidad; como resultante tenemos un liner liviano, flexible y de fácil aplicación.

La ventaja que ofrece la armadura interna del tejido de polietileno de alta densidad (HDPE) es su gran resistencia mecánica. La capa que cubre esta armadura en polietileno de baja densidad le provee impermeabilidad, flexibilidad además de estabilidad a los rayos UV.

Cidelsa tiene la condición única de poder diseñar, transformar e instalar los liners más adecuados para la demanda específica de cada proyecto. Sus

departamentos de Ingeniería, Producción e Instalaciones tienen un récord de más de 12 millones de metros cuadrados de geosintéticos manufacturados e instalados, habiendo participado en el Área Andina en diversos proyectos viales, mineros, agrícolas, saneamiento, acuicultura, etc. enfrentando las condiciones geográficas y ambientales más severas, siguiendo procedimientos y controles de acuerdo a normas internacionales.

**Características:**

- Superior resistencia a la tensión.
- Resistencia a la punción.
- Peso liviano.
- Material para largo o corto término
- Diversos colores.
- Se fabrica en paneles de hasta 4,000 m<sup>2</sup>.

Se necesita poca maquinaria y mano de obra especializada para la instalación. Por su flexibilidad ocupa poco espacio. Grandes rendimientos en la instalación. Fácil de transportar y almacenar. Disponible en varios espesores.

Se entrega en rollos o plegados (acordeón)

**Aplicaciones:**

- Cierre temporal en rellenos sanitarios.
- Como cubierta de áreas contaminadas.
- \*Diferentes usos en impermeabilización.
- Liners y cubiertas para lagunas.



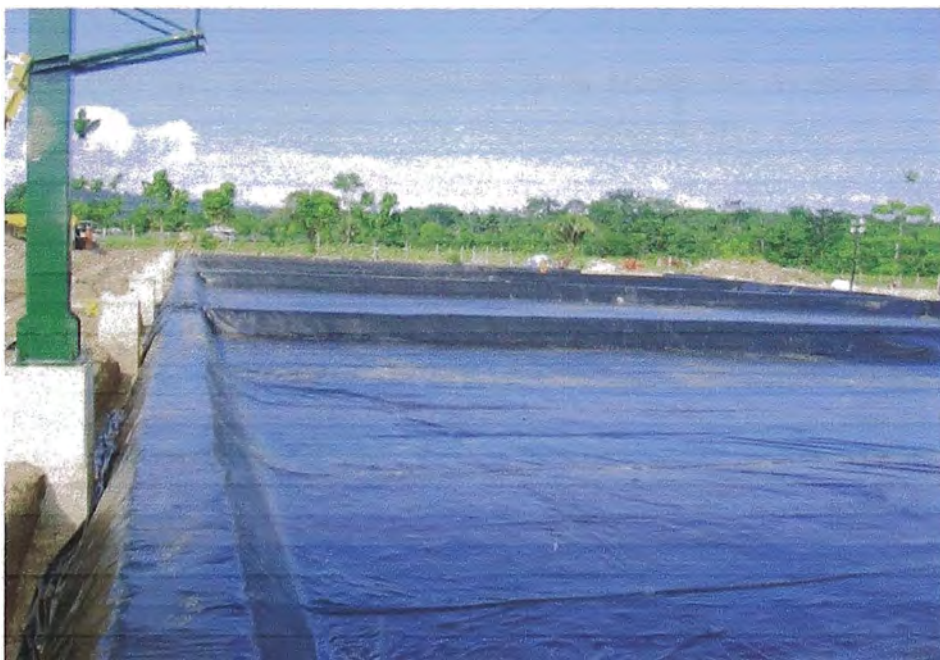
Liners para uso en agricultura.

Como barrera de vapor.

Control de lodos petroleros (Pit liners)

Impermeabilización de cisternas y tanques.

Acuicultura.



**Fig 3.6** El Rapid Cover es para impermeabilizar rápidamente un área

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO**

#### **4.1 CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO**

##### **4.1.1 Clima**

El clima es húmedo y lluvioso, la precipitación promedio anual es de 2000 mm y la temperatura alcanza 30°.

##### **4.1.2 Cargas actuantes**

Sobre la estructura actúan las siguientes cargas:

###### **4.1.2.1 Cargas de gravedad**

Son las cargas que resultan de la acción de la gravedad sobre la estructura.

###### ***a) El peso propio***

Lo conforman el peso de la estructura, considerándose como tales los pesos totales de sus componentes, es decir los pesos de los miembros, de la soldadura y los accesorios, tales como bridas, pemos, templadores y otros.

- Las viguetas, de soporte de la cobertura de techo.
- Las Cerchas, que soportan las viguetas y están formadas por los tijerales y las columnas de soporte.

#### *b) Peso de la cobertura*

La cobertura es el recubrimiento de protección contra la lluvia y el viento que cubre totalmente la estructura. Esta es de material termoplástico a prueba de intemperie y debido a su baja densidad, 250 gr/m<sup>2</sup> su peso en términos relativos es poco significativo.

#### *c) Peso de la lluvia*

Como la instalación se ubica en una zona de selva, según el mapa de precipitación promedio anual del INEI-IGN. ORSTOM, fig. 4.12 la precipitación promedio anual es 2000 mm.

#### 4.1.2.2 Cargas de viento

Son causadas por el efecto del viento sobre la superficie tales como paredes laterales del almacén. Se ha considerado una velocidad de viento máxima de 75 km/h.

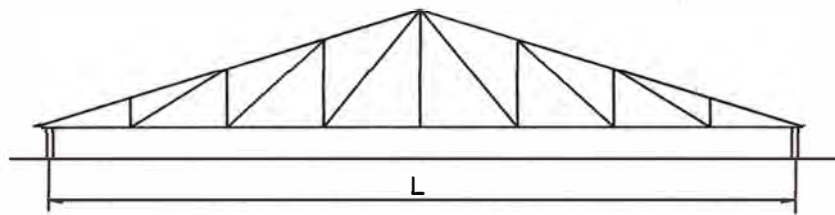
## **4.2 ESTRUCTURA DE ALMACÉN**

El almacén tiene como propósito brindar un ambiente protegido de las condiciones climáticas de la zona donde los principales problemas lo representan la lluvia y el viento por lo que se necesita una cobertura que sea ligera y a prueba de agua. Otro requerimiento importante es la longitud de luz de 39 m.

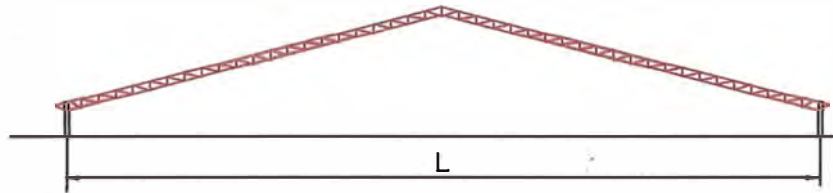
Para seleccionar la estructura de soporte se compara utilizar armaduras del tipo tijeral, y cerchas con caídas a dos aguas. Como tijeral se selecciona una armadura Howe, y como cercha una plana a dos aguas que tienen una misma longitud de luz genérica L como se muestra en la Fig.4.1 en la que se observa la relación entre la

altura y la luz del tijeral es de 0,1658 mientras que en la cercha es de 0,1356 lo que significa que el tijeral es un 3 % más alto que la cercha.

La cercha es una viga delgada formada por muchas barras cortas mientras que el tijeral es una estructura de mayor tamaño formada pocas barras largas. De estas características se deduce que para una misma carga las barras del tijeral están sometidas a condiciones más severas que las de la cercha.



a.- Armadura Howe



b.- Cercha inclinada con caída a dos aguas

Fig. 4.1 Armaduras y cerchas

Como la carga se distribuye en pocas barras los esfuerzos son mayores, y debido a que son mucho más largas, las barras sometidas a compresión requieren de secciones de mayor momento de inercia.

Se puede concluir que el tijeral requerido es una estructura más grande y de mayor peso que la cercha.

El tijeral es más fácil de fabricar, pero esta fabricación se realiza en talleres donde se cuenta con todas las facilidades. Para el transporte la cercha se puede subdividir

en cuatro o cinco partes, mientras que el tijeral se debe transportar desarmado. El montaje en obra, donde las condiciones son más difíciles, resulta más rápido y sencillo hacerlo con la cercha que con el tijeral.

Por estas razones se selecciona la cercha a dos aguas. La estructura se completa con las viguetas que se apoyan sobre las cerchas y sirven de soporte a la cobertura. Fig.4.2.

#### **4.2.1 Viguetas**

Son estructuras que se ubican entre las cerchas y se apoyan sobre las vigas. Son de tres tipos según su ubicación sobre el alero, la cumbrera o en posiciones intermedias. Sus ubicaciones se muestran en Fig. 4.2 y sus características se dan en la tabla 4.1 sus detalles se muestran en el plano EM-2.

	Peso kg
Vigueta 1	63.34
Vigueta 5	68.21
Vigueta 6	64.05

#### **4.2.2 Cerchas**

Son los componentes principales de la estructura y está conformada por el tijeral y las columnas de soporte la que por su importancia y complejidad es materia de análisis y diseño del presente informe.

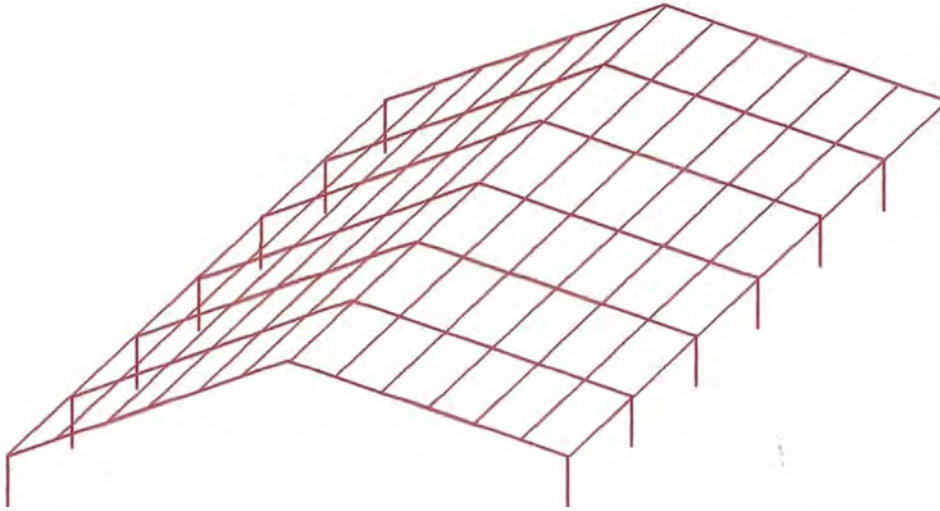


Fig. 4.2 Estructura de almacén

#### 4.2.3 Cobertura

Debido a que el almacén se ubica en una zona de selva cuyo clima se caracteriza por tener intensas lluvias, la cobertura debe ser ligera e impermeable por lo que se utiliza xx que es impermeable y tiene un peso unitario de  $0,25 \text{ kg/m}^2$ . Excepto los puntos de ingreso y salida la cobertura cubre totalmente la estructura.

#### 4.2.4 Soportes de cobertura

Debido a que la cobertura es de material flexible, para evitar que se formen bolsones donde se acumule el agua de la lluvia entre las viguetas se colocan cables de soporte. Estos cables contribuyen solo a mantener la planitud del techo y no cumplen ninguna función estructural.



### 4.3 ESTRUCTURA DE UNA CERCHA

La cercha es una estructura continua formada por las columnas de soporte y las vigas con sus elementos unidos por soldadura. Pero para facilitar el transporte la cercha se divide en cinco cuerpos, dos columnas, dos vigas y una cumbrera que se unen entre si mediante bridas empernadas.

La ubicación de los puntos de separación de los cuerpos se determina de modo que se facilite el montaje y transporte como se muestra en la Fig. 4.3 y se detalla en los planos.

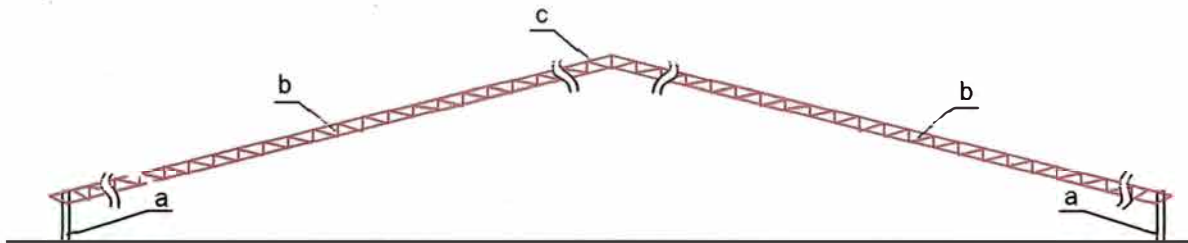


Fig. 4.3 Estructura de cercha. a- Columna. b- Viga. c- Cumbrera

#### 4.3.1 Vigas

Las vigas son los componentes que sirven de soporte a las viguetas, Fig. 4.4 sobre las que apoya la cobertura de techo. Por facilidad de construcción se adopta una estructura triangular simple con miembros soldados.

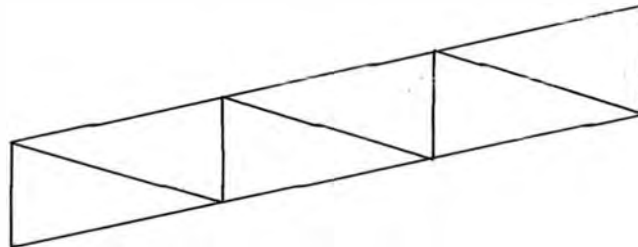


Fig. 4.4 Estructura de cercha. a- Columna. b- Viga. c- Cumbrera

#### 4.3.2 Cumbreras

Es el vértice superior de la cercha que se une a las vigas. Sobre la cumbrera se apoya la vigueta cumbrera.

#### 4.3.3 Columnas

Las columnas son de 3.5 m de longitud por lo que resulta adecuado construirlas de una sola pieza en forma tubular. A la columna se sueldan, por un lado un pequeño tramo de viga y en el lado opuesto el alero. Para facilitar el posicionamiento y soldadura de estos elementos a la columna, para esta se adopta una sección cuadrada.

#### 4.3.4 Uniones

Como la cercha se ha dividido en partes que deben ser montadas en obra, las uniones entre estas partes son empernadas para lo cual en los extremos de ellas se sueldan bridas.

Las columnas de soporte se unen empernadas a las cimentaciones correspondientes.

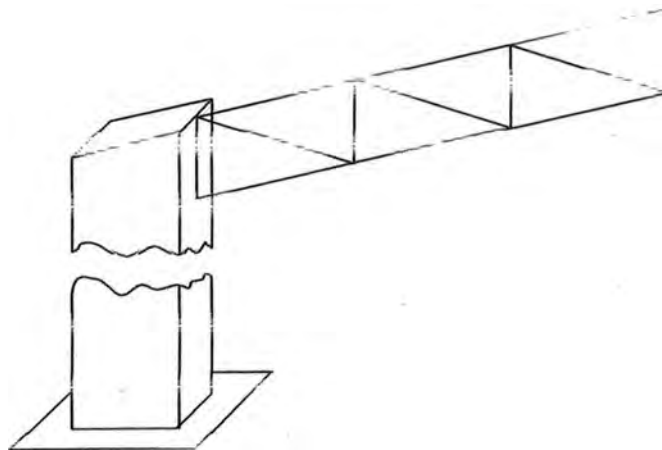


Fig. 4.5 Uniones



#### 4.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

La cercha es una viga continua cuyos extremos, las bases de las columnas se unen empernadas a las cimentaciones y que está sometida a cargas producidas por su propio peso, por la lluvia y el viento.

La metodología seguida es la siguiente:

1) Se tienen como datos de diseño:

Las dimensiones de la estructura.

El peso de las viguetas.

Las condiciones climáticas y de sismos.

2) Se determinan las cargas sobre la estructura

*a) Cargas muertas*

Formadas por las cargas debidas al peso de los materiales permanentes de la estructura, las que se denominan también peso propio de la estructura, que se considera formado por:

- El peso de las viguetas que en este caso son un dato previamente determinado en otros cálculos. Tabla 4.1.
- El peso de la cobertura que se calcula según sus características y dimensiones.
- El peso de la cercha, que como no se conoce se asume un valor aproximado.

*b) Cargas vivas*

Estas son las relacionadas con la ocupación del edificio. Como éste es una cobertura, las únicas cargas vivas están relacionadas con el mantenimiento de la estructura, es decir el personal que eventualmente suba al techo por razones de mantenimiento.

*c) Cargas relacionadas con el medio ambiente.*

Son las cargas de viento, de lluvia y cargas por sismo que se determinan según las condiciones particulares del lugar.

**3) Se determina el tipo de estructura.**

Se evalúan las opciones de utilizar tijerales o cerchas. Se selecciona la alternativa de utilizar cerchas.

**4) Cálculo de las reacciones en los apoyos.**

La cercha es una viga continua cuyos extremos, las bases de las columnas se unen empalmadas a las cimentaciones y que está sometida a cargas producidas por su propio peso, por la lluvia y el viento.

Para resolverlo se aplica el principio de la superposición, subdividiéndolo en dos sistemas de cargas:

Sistema de cargas determinado, que comprende las cargas de gravedad, el peso propio y la lluvia, que actúan en la dirección vertical y se resuelve con las tres ecuaciones de la estática y se calculan las reacciones en los apoyos debida a las fuerzas de gravedad

Sistema de cargas indeterminado, que comprende las cargas de viento. Estas actúan lateralmente sobre la estructura causando una componente horizontal en las reacciones de los apoyos, las que por ser desconocidas dan lugar a un sistema de fuerzas hiperestático o indeterminado.

Para resolverlo se aplica el método simplificado de estructuras hiperestáticas en el que se hacen las siguientes suposiciones:

- Se supone que las componentes horizontales de las reacciones en los apoyos son iguales. Como consecuencia de esta suposición, estas componentes se pueden calcular porque la suma de ellas es igual a la suma de las componentes horizontales del viento, que son conocidas. Al dejar de ser incógnitas las componentes de estas reacciones el sistema se vuelve determinado.
- Se supone que la longitud de las columnas no es la longitud geométrica sino la longitud efectiva entre dos puntos de la columna donde el momento es cero.
- Con estas suposiciones el sistema se resuelve con las tres ecuaciones de la estática y se calculan las componentes verticales de las reacciones en los apoyos debidas a la fuerza del viento.

#### 5) Cálculo de las fuerzas en las barras.

Como el sistema es completamente determinado se pueden calcular las fuerzas en todas las barras de la estructura, lo que se hace con el método de las secciones. Se calculan las fuerzas debidas a la gravedad y a la acción del viento en cada barra y se suman para determinar la fuerza neta que actúa en cada una de ellas.

Como la estructura tiene numerosas barras, se elaboran tres cuadros: el de fuerzas debidas al viento, el de las fuerzas debidas a la gravedad y el de la fuerza neta en cada barra.

6) Con la fuerza en cada elemento se selecciona el perfil de la barra y se determina su peso. Con el peso de las barras se calcula el peso de la estructura, y se compara con el valor asumido en el punto 2 anterior. De ser necesario se itera hasta que estos valores sean iguales.

7) Con la estructura determinada, se calculan las fuerzas sobre las columnas y se selecciona su perfil correspondiente.

8) Se realiza el diseño mecánico de detalle.

#### 4.4.1 Tipo de cargas sobre la estructura

Por su ubicación la estructura está sometida a la lluvia, el viento y al efecto de los sismos que producen cargas que según el Reglamento Nacional de Construcciones se expresan como:

*Cargas muertas, CM*, que es el peso propio de la estructura que se considera está formado por:

- El peso de las viguetas que en este caso son un dato previamente determinado en otros cálculos.
- El peso de la cobertura que se calcula según sus características y dimensiones.
- El peso de la cercha, que como no se conoce se asume un valor aproximado.

*Cargas vivas, CV*, que consideran a cargas derivadas de la ocupación o uso del edificio. Como es un local para almacenamiento de combustibles de un solo piso todos los desplazamientos se realizan sobre el terreno, sin afectar la estructura del edificio. La única carga sobre el techo del edificio la representa el personal que suba al techo para hacer mantenimiento al techo, Se asume un número máximo de seis personas por cercha.

Cargas relacionadas con el medio ambiente CS.

Que incluyen. La carga de viento, la carga de lluvia y las cargas por sismo

La carga total  $U$  sobre la estructura, según el RNC, se puede determinar con una de las siguientes expresiones

$$U = 1,5 CM + 1,8 CV \quad (4.1)$$

$$U = 1,25 (CM + CV + CS) \quad (4.2)$$

$$U = 0,9 CM + 1.25 CV \quad (4.3)$$

Para determinar cuál de ellas se debe utilizar para establecer la carga de diseño se evalúan las cargas

*Las cargas muertas CM* son las principales cargas que actúan sobre la estructura mientras que las cargas vivas CV son muy poco significativas.

*Las cargas CS* debidas al ambiente son importantes. La carga del viento se calcula con una velocidad de diseño 75 km/h. La lluvia, que cae sobre el techo no se congela y como este es inclinado y la cobertura flexible se apoya sobre tensores, el agua discurre con rapidez, sin que se formen grandes empozamientos de agua.

Como el edificio que se está diseñando es una estructura metálica que solo es una cobertura que no está sometida a cargas exteriores y que se ubica en una la Zona 2 de Mediano riesgo de sismos del Perú, Fig. 4.3 se considera conveniente considerar las cargas de viento y lluvia.

Si en las expresiones 5.1; 5.2 y 5.3 CV se iguala a cero, el mayor valor de U está dado por la expresión 5.2 por lo que esta se utiliza para determinar la carga total U.

#### **4.4.2 Método de cálculo**

La estructura está formada por varias cerchas alineadas y separadas 8 m entre sí, sobre las que se ubican las viguetas, y sobre estas se apoya la cobertura. Como todas cerchas tienen las mismas dimensiones, para el diseño selecciona una intermedia que está bajo la acción de las fuerzas de una sección de techo de 8 m de ancho que se distribuye simétricamente sobre la cercha como se muestra en la Fig. 4.4.

Como la cercha es una viga continua unida a los cimientos de soporte mediante pernos, que está sometida a la carga lateral del viento, en estos puntos de unión se producen momentos que hacen que la estructura sea hiperestática.

Este método se basa dos consideraciones:

El principio de la superposición en el que se calculan por separado las fuerzas que producen en las barras debidas las cargas de gravedad y las cargas viento. Luego se determina la fuerza total sobre ellas sumando ambas fuerzas.

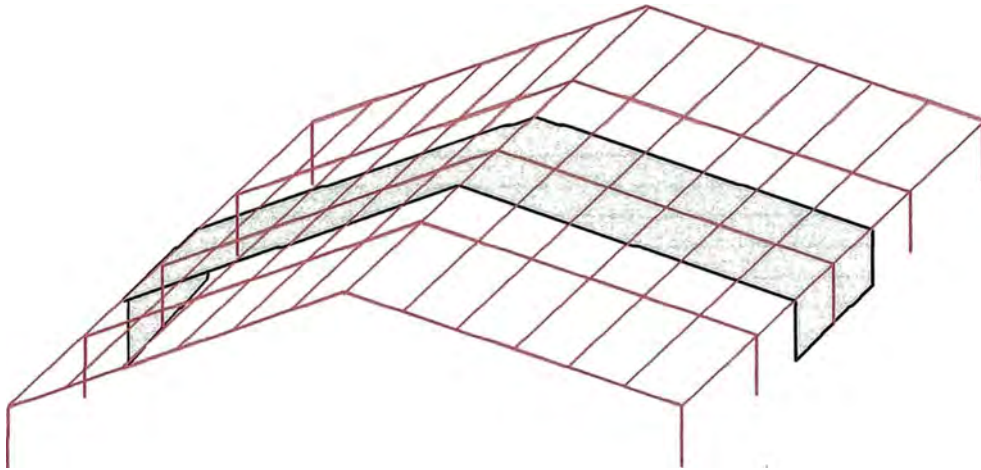


Fig. 4.6 Sección de techo que soporta una cercha.

Esta separación se realiza porque las fuerzas de gravedad actúan verticalmente sin producir momentos, formando un sistema estático determinado mientras que las fuerzas del viento producen momentos de empotramiento en las bases formando un sistema hiperestático indeterminado.

#### 4.5 CÁLCULO DE CARGAS DE GRAVEDAD

Las cargas de gravedad son los pesos de las viguetas  $W_v$ , de la lluvia  $W_L$ , de la cobertura  $W_C$  y el peso propio  $W_P$ . La carga total es

$$W = W_v + W_L + W_C + W_P \quad (4.4)$$

##### Carga de las viguetas

Se dan en la tabla 4.1

##### Carga de lluvia

Para diseño se considera que toda la lluvia se produce en los seis meses de lluvias, y según observaciones realizadas en la zona de trabajo, duran de 3 a 4 horas

diarias con una precipitación promedio diaria de 3,7 mm. Con la hipótesis crítica que toda esta agua se empoce en irregularidades del techo, se tiene una carga unitaria de  $35,84 \text{ N/m}^2$  por lo que la carga en cada nudo de la viga de la cercha es de 1026 N, excepto en los extremos en los que la carga es la mitad.

### Carga de cobertura

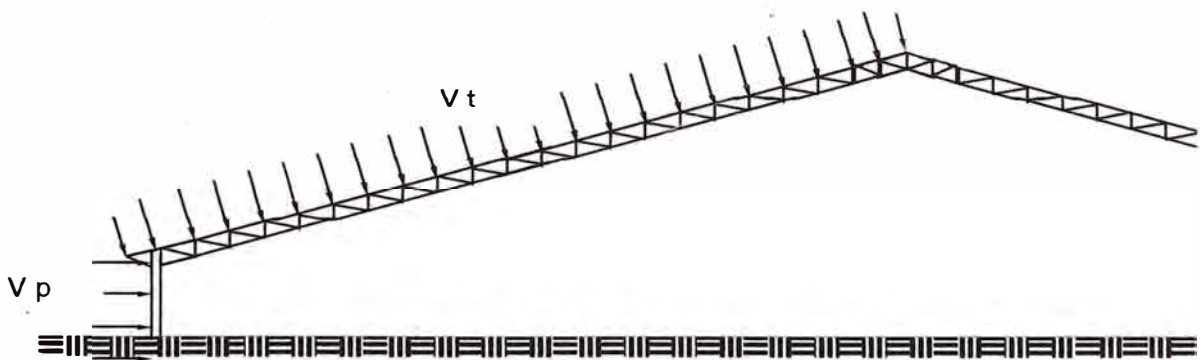
Es poco significativa debido que es una cobertura flexible de material plastificado.

### Carga de peso propio

La cercha esta en diseño, por lo que no se conoce su peso. Inicialmente se asume un peso igual al doble de la vigueta más pesada

## 4.6 CÁLCULO DE CARGAS DE VIENTO

El viento actúa como se muestra en la Fig. 4.7



Cargas de viento (lado de barlovento) :  $V_p$  Carga de viento sobre pared  
 $V_t$  Carga de viento sobre techo inclinado

Velocidad del viento :  $V$

Fig. 4.7 Carga viento sobre una cercha.



La carga de viento  $P$  para una velocidad de viento de  $V$  km/h se calcula con la expresión.

$$P = 0.0064V^2 \quad (4.5)$$

## 4.7 CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN LOS APOYOS DE LAS COLUMNAS

### 4.7.1 Fuerzas de gravedad

Como se trata de un sistema estáticamente determinado las reacciones en los apoyos se calculan con las tres ecuaciones de la estática.

### 4.7.2 Fuerzas del viento

Hipótesis de simplificación Este sistema indeterminado se resuelve considerando las siguientes hipótesis.

La columna de la cercha se puede considerar como una columna con su extremo superior articulado y para su extremo unido a la base se pueden considerar dos situaciones extremas. Si esta unión fuera rígida la columna se deformaría con un punto de momento cero ubicado en la mitad de la longitud de la columna. Si la unión fuera articulada el punto de momento cero se producirían en la base. Como la unión real es empernada, es decir entre rígida y articulada se considera que el punto de momento cero se ubican en un punto intermedio entre la base y mitad de la columna.

En el método se asume que este punto se ubica a un tercio de la longitud de la columna por lo que la longitud efectiva se toma igual a los dos tercio de la longitud de la columna.

Se calcula la fuerza del viento que actúa en la dirección normal sobre el techo y la pared lateral. Para calcular las reacciones en lo apoyo A y B se considera la cercha como cuerpo libre y se aplican las ecuaciones de la estática:

$$\Sigma F_x = 0 \quad (4.6)$$

$$V_{Tx} + V_{Px} + A_x + B_x = 0 \quad (4.7)$$

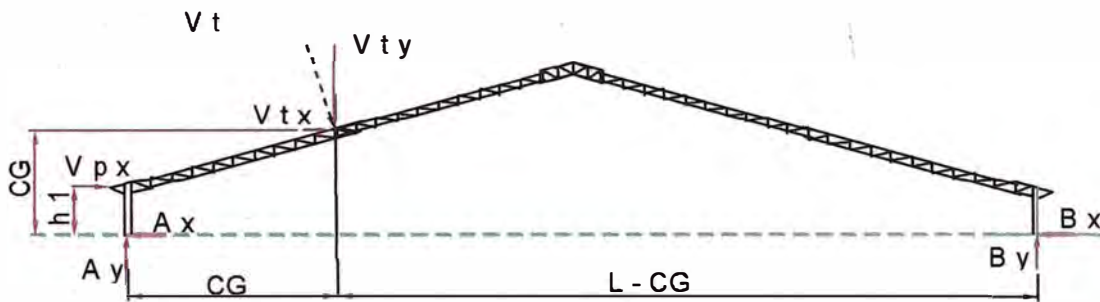


Fig. 4.8 Reacciones en los apoyos.

Se asume que las componentes horizontales de las reacciones en las bases son iguales:

$$A_x = B_x \quad (4.8)$$

Entonces,

$$A_x = B_x = 0,5 (V_{Tx} + V_{Px}) \quad (4.9)$$

Las componentes  $R_{Ay} = R_{By}$  se determinan con:

$$\Sigma F_y = 0 \quad (4.10)$$

$$FV_{Ty} + A_y + B_y = 0 \quad (4.11)$$

$$\Sigma M = 0 \quad (4.12)$$

## 4.8 CÁLCULO DE LAS FUERZAS EN LAS BARRAS DE LA ARMADURA

### 4.8.1 Métodos disponibles

Para el cálculo de las fuerzas en las barras de un pórtico de celosía existen métodos gráficos y métodos analíticos. Los métodos gráficos son sencillos de aplicar pero tienen la limitación de que no son adecuados para variaciones de carga o modificaciones de la estructura que no sean proporcionales. Los métodos analíticos son adecuados por su versatilidad de aplicación particularmente si están programados como un software de aplicación. En este caso las limitaciones pueden ser el acceso al software o que el modelo de estructura que se desea calcular no está considerado o que realizar el modelo sea complicado.

### 4.8.2 Método seleccionado

Por las razones anteriores se selecciona un método analítico. De los diferentes métodos disponibles se utiliza el método de las secciones porque se requiere que la sección corte tres elementos de la armadura, y que uno de ellos sea la barra en la que se calcula fuerza. Fig. 4.9.

Sólo se utiliza una ecuación, la de  $\Sigma M = 0$  para calcular la fuerza en una barra lo que simplifica el proceso de cálculo. En la Fig 4.9 se muestra el proceso de cálculo. Tomando momentos en  $CM_i$  se calcula la fuerza en la barra inferior  $F_i$ . Conocida  $F_i$ , tomando momentos en  $CM_v$  se calcula  $F_v$  y tomando momentos de  $CM_d$  se calcula  $F_d$ . Con esta fuerza conocida se toman momentos de  $CM_s$  y se calcula la fuerza  $F_s$  en la barra superior.

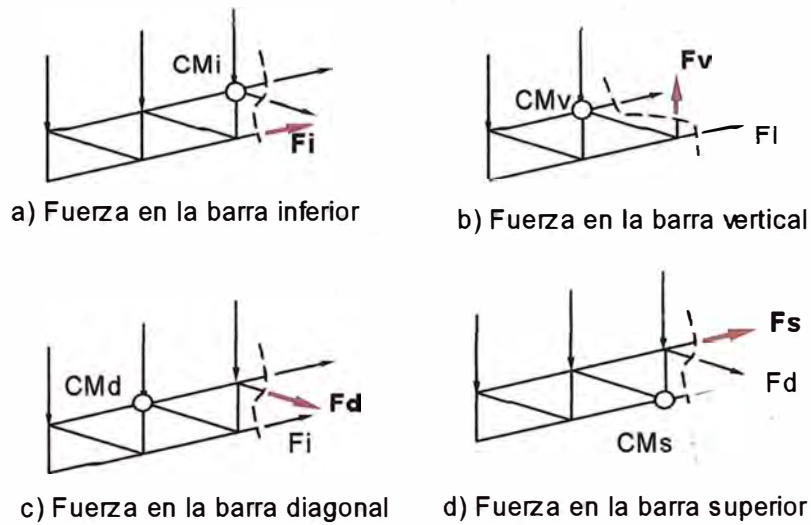


Fig. 4.9 Cortes de la viga para el cálculo de fuerzas.

Como la cercha es simétrica, esta se divide en dos partes iguales y se calculan las barras del tijeral del lado de barlovento, Fig. 4.10.

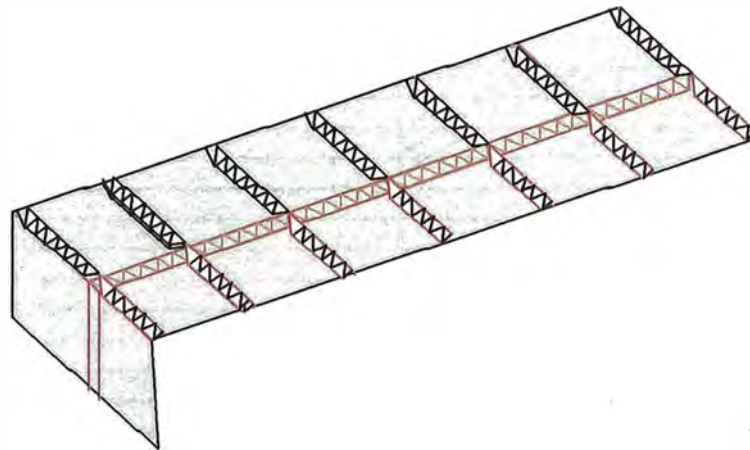


Fig. 4.10 Parte de la cercha del lado de barlovento

#### 4.9 SELECCIÓN DE LOS PERFILES DE LAS BARRAS DE LA ARMADURA

Determinadas las fuerzas sobre las barras se seleccionan los perfiles, presentándose dos casos, la de las barras sometidas a fuerzas de tracción y las

sometidas a fuerzas de compresión. En ambos casos se utilizan los procedimientos conocidos para esos casos.

#### **4.9.1 Materiales**

Se utiliza acero A36 con una resistencia de trabajo de 1200 kg/cm<sup>2</sup>

#### **4.9.2 Perfiles**

Se utilizan tubos de acero sin soldadura, con características constructivas establecidas por la Norma DIN 2448

#### **4.9.3 Cálculo de barras sometidas a tracción**

Para seleccionar los perfiles de estas barras se determina el área de la sección recta que tenga una resistencia mayor a la fuerza de tensión a la que está sometida la barra. Esta área  $A_n$  de una barra con una resistencia a la tracción de  $F_t$  sometida a una fuerza de tracción  $F_n$  se calcula con la expresión:

$$A_n \geq \frac{F_n}{0.75F_t} \quad (4.13)$$

El perfil se obtiene de la tabla 4.2 en el que se presentan las dimensiones y áreas de los tubos sin soldadura, según la Norma DIN 2448.

Tabla 4.1. Propiedades de tubos de acero sin soldadura – DIN 2448

Tubos de acero sin soldadura Norma DIN 2448				
Dimensiones nominales	i	T <sub>ad</sub> kg/cm <sup>2</sup>	S cm <sup>2</sup>	W <sub>x</sub>
Φ 3" x 3 mm	2,58	1200	6,88	12,1
Φ 1" x 2 mm	0,82	1200	1,45	0,8
Φ 3" x 2,5 mm	2,58	1200	6,88	12,1
Φ 3" x 3 mm	2,58	1200	6,88	12,1

#### 4.9.4 Cálculo de barras sometidas a compresión

Para seleccionar el perfil de una barra sometida a una fuerza de compresión  $F_C$  se requiere que el perfil pueda soportar una fuerza  $P_F$  mayor. La fuerza  $P_F$  que un perfil de sección recta  $A_R$  y un momento resistente  $W_x$  de un material con una resistencia de trabajo  $T_{AD}$  puede soportar es:

$$P_F = \frac{T_{AD} A_R}{W_x} \quad (4.14)$$

El perfil es adecuado si se cumple que:

$$P_F \geq F_C \quad (4.15)$$

Los valores de  $A_R$  y  $W_x$  se obtienen de la tabla de propiedades de tubos de acero sin soldadura que concuerda con la Norma DIN 2248.

#### 4.9.5 Cálculo de las columnas de soporte

Las columnas de soporte son elementos sometidos a compresión, la selección del perfil se realiza con el mismo procedimiento que el señalado en 4.9.4, con la salvedad que se selecciona un perfil de sección cuadrada de lado exterior  $L$  y espesor  $e$  donde el área y el momento resistente se calculan con:

$$A_x = L^2 - (L - e)^2 \quad (4.16)$$

$$W_x = \frac{L^4 - (L - e)^4}{6L} \quad (4.17)$$

#### 4.10 CÁLCULOS

##### Fuerzas en las barras inferiores

Considerando el cuerpo libre de la figura, se tiene que la suma de momentos es:

$$\Sigma M1(n,i) = FT(i) \sum_{i=1}^{i=n-1} L(i) \quad (4.18)$$

$$M2(n) = FpL2(n) \quad (4.19)$$

$$M3(n) = AxL3(n) \quad (4.20)$$

$$M4(n) = AyL4(n) \quad (4.21)$$

$$M5(n) = Fi(n)L5(n) \quad (4.22)$$

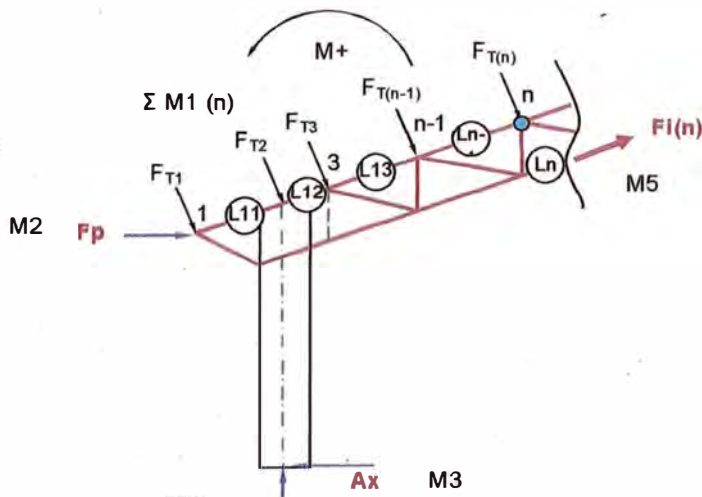


Fig. 4.11 Cuerpo libre para cálculo de fuerzas en barras inferiores

$$\Sigma M1(n,i) + M2(n) - M3(n) - M4(n) + M5(n) = 0 \quad (4.23)$$

$$F_i(n) = - \frac{\Sigma M1(n,i) + M2(n) - M3(n) - M4(n)}{L5(n)} \quad (4.24)$$

#### Fuerzas en las barras verticales

$$M1(n-1) + M5 + F_v(n)L6(n) = 0 \quad (4.25)$$

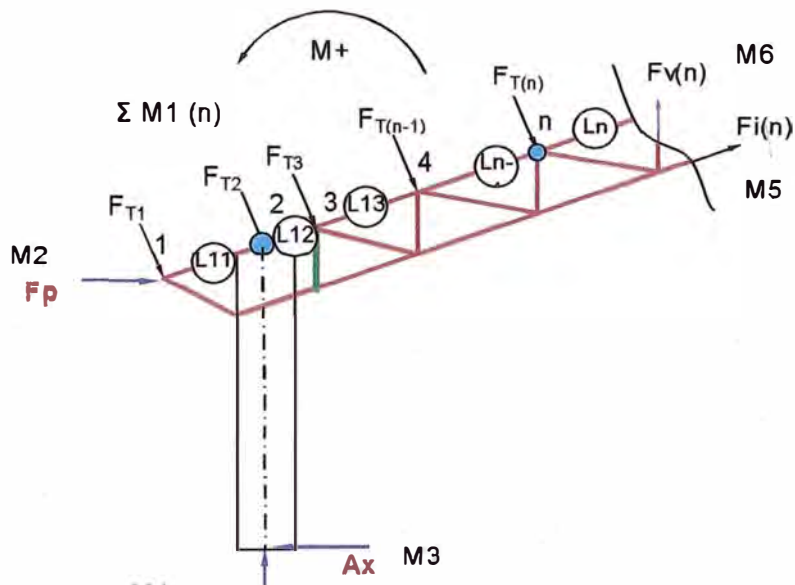


Fig. 4.11 Cuerpo libre para cálculo de fuerzas en barras verticales

$$F_v(n) = - \frac{M1(n-1) + M5(n)}{L6(n)} \quad (4.26)$$

#### Fuerzas en las barras diagonales

$$\Sigma M1(n-1, i) + M6(n) - M7(n) = 0 \quad (4.27)$$

$$M7(n) = F_d(n)L7(n) \quad (4.28)$$



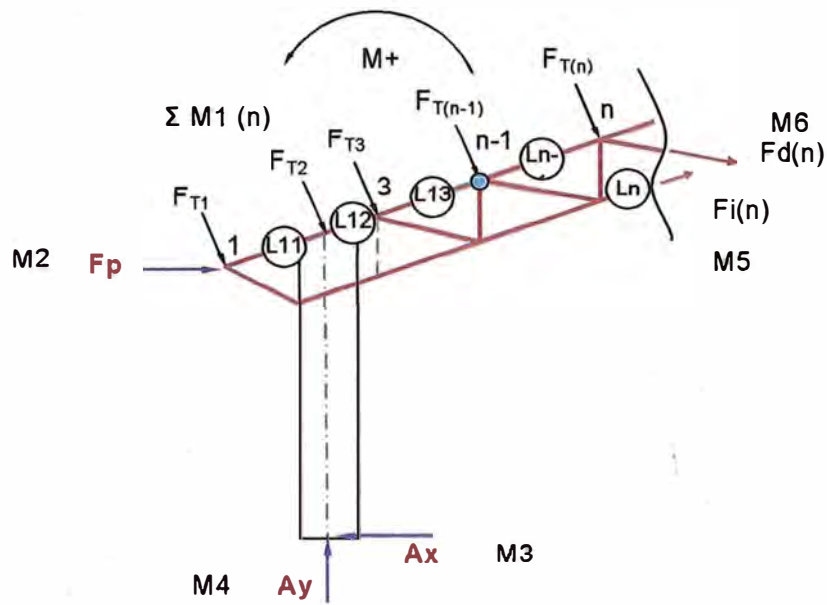


Fig. 4.11 Cuerpo libre para cálculo de fuerzas en barras diagonales

$$F_d(n) = - \frac{\sum M_1(n-1, i) + M_6(n) - M_3(n) - M_4(n)}{L_6(n)} \quad (4.29)$$

#### Fuerzas en las barras superiores

$$\sum M_1(n-1, i) - M_6(n) - M_7(n) = 0 \quad (4.30)$$

$$M_7(n) = F_s(n) L_7(n) \quad (4.31)$$

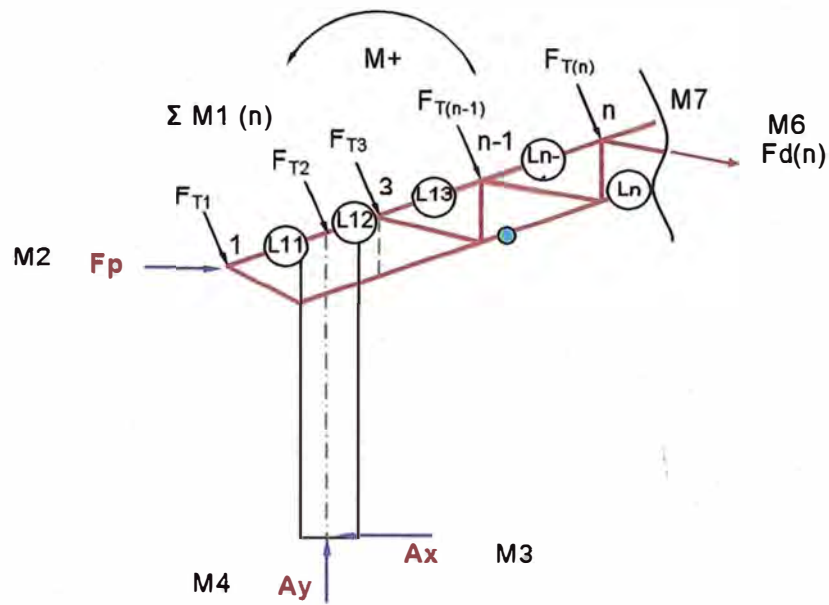


Fig. 4.11 Cuerpo libre para cálculo de fuerzas en barras superiores

$$F_s(n) = -\frac{\sum M1(n-1,i) + M6(n)}{L7(n)}$$

#### 4.11 RESULTADOS

Calculo de las reacciones en los apoyos

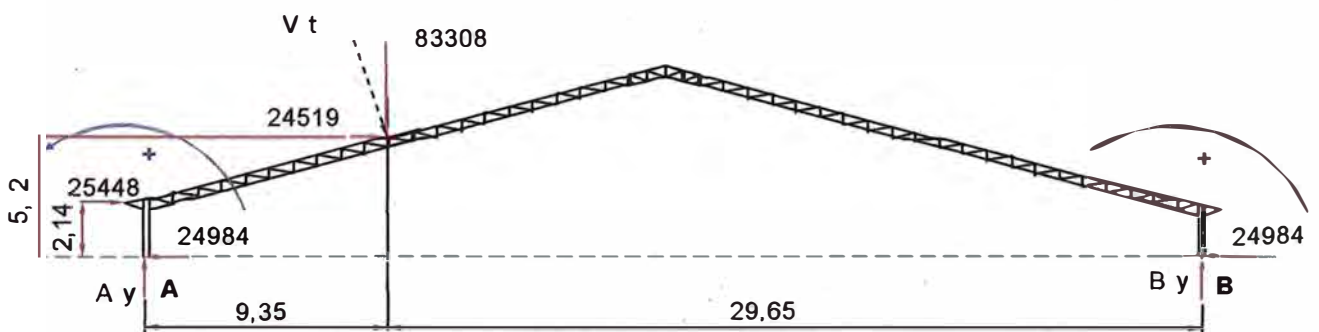


Fig.4.12 Reacciones horizontales debidas a la fuerza del viento

Los resultados de las fuerzas en las barras debidas al viento se presentan en la tabla 4.2. Las fuerzas debidas a las cargas de gravedad se determinan de manera análoga, por lo que en la tabla 4.3 se presentan los resultados de la fuerza total en cada barra.

TABLA 4.2 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
kN	0.80	2.09	1.35	0.82	1.64	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
m	0.83	1.34	0.06	0.79	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
kNm		0.66	2.80	0.09	0.64	1.50	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
			1.73	2.93	1.15	1.39	2.99	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
				1.79	4.57	2.38	2.14	4.49	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82
					2.41	6.48	3.61	2.89	5.98	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42
						3.14	8.39	4.84	3.64	7.48	8.03	8.03	8.03	8.03
							3.87	10.29	6.07	4.38	8.97	9.63	9.63	9.63
								4.60	12.20	7.30	5.13	10.47	11.24	11.24
									5.33	14.10	8.53	5.88	11.97	12.84
										6.06	16.01	9.76	6.63	13.46
											6.79	17.92	11.00	7.37
												7.52	19.82	12.23
													8.25	21.73
														8.98
s M1 de fuerzas en e techo	0.00	0.66	4.53	4.80	8.78	15	23	32	43	55	70	85	102.60	121.55

TABLA 4.3 Calculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
F(m)	kN	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	
		0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	
	m	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	
	kNm	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21
		4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82
		6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42	6.42
		8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03	8.03
		9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63
		11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24	11.24
		12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84	12.84
		13.46	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45	14.45
		7.37	14.96	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05	16.05
		12.23	8.12	16.45	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66	17.66
		21.73	13.46	8.87	17.95	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26	19.26
		8.98	23.63	14.69	9.62	19.44	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87	20.87
			9.71	25.54	15.92	10.37	20.94	22.47	22.47	22.47	22.47	22.47	22.47	22.47
				10.44	17.15	11.11	22.44	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08
			11.17	29.35	18.38	11.86	23.93	25.68	25.68	25.68	25.68	25.68		
				11.90	31.26	19.61	12.61	25.43	27.29	27.29	27.29	27.29		
					12.63	33.16	20.85	13.36	26.92	28.89	28.89	28.89		
						13.36	35.07	22.08	14.10	28.42	30.50	30.50		
							14.09	36.98	23.31	14.85	29.91	29.91		
								14.82	38.88	24.54	15.60	15.60		
									15.55	40.79	25.77	25.77		
										16.28	42.69	42.69		
Momentos M1 de													17.01	
Σ		121.55	142	164	188	213	240	269	299	331	364	399	419	

TABLA 4.4 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fp	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
L	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
Ly2(n)	m	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Σ Ly2(n)	m	0.2	0.4	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Momento M2 de la fuerza en la pared														
M2 V(n)	kNm	0.0	2.1	6.5	5.6	7.6	9.9	12.2	14.5	16.8	19.2	21.5	23.8	26.1
<b>Reacción horizontal en los apoyos</b>														
Ax	kN	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26
	kN	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26
L	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
Σ Ly1(n)	m	0.28	0.4	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Momentos M3 de la reacción Ax														
M3	kNm	-32.8	-35.2	-39.0	-39.1	-41.4	-43.9	-46.5	-49.1	-51.7	-54.3	-56.8	-59.4	-62.0
<b>Reacción vertical en los apoyos</b>														
Av	kN	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
	kN	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1
L (n)	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
Cos 16.96		0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Σ Ly1(n)	m	0.80	1.29	0.06	0.75	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.9
Momentos M4 de la reacción Av														
M4	kNm		-22.4	-58.6	-60	-81	-106	-131	-155	-180	-205	-229.3	-254	-279

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

<b>Fuerza horizontal</b>		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Fp	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
L	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Ly2(n)	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Σ Ly2(n)	m	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6	4.9	5.1	5.4	5.6	5.9	6.1
Momento	M2 de la												
M2 y(n)	kNm	28.4	30.7	33.0	35.3	37.6	39.9	42.2	44.5	46.8	49.1	51.4	53.7

<b>Reacción</b>		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ax	kN	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	kN	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26	-10.26
L	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Σ Ly1(n)	m	6.5	6.8	7.0	7.3	7.6	7.8	8.1	8.3	8.6	8.8	9.1	9.3
Momentos	M3 de la												
M3	kNm	-64.6	-67.2	-69.7	-72.3	-74.9	-77.5	-80.1	-82.6	-85.2	-87.8	-90.4	-92.9

<b>Reacción vertical</b>		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Av	kN	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	kN	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1
L (n)	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
Cos 16.96		0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	m	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Σ Ly1(n)	m	11.7	12.5	13.4	14.3	15.2	16.1	16.9	17.8	18.7	19.6	20.4	21.3
Momentos 4 de la	M4												
M4	kNm	-303	-328	-352	-377	-402	-426	-451	-476	-500	-525	-550	-574

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

Sumatoria de momentos totales para Fi													-1	
$\Sigma MT(n)$	kN	0.00	-55	-88	-89	-106	-125	-142	-158	-172	-184	-195	-204	-212
$Li(n)$	m	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
<b>1 Fuerzas en barras inferiores</b>														
$FVi(n)$	kN	95	151	153	184	216	246	272	297	318	336	352	365	

**FUERZAS EN LAS BARRAS VERTICALES**Momentos de fuerzas en el techo  $Ft(n-1)$ 

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$MT(n-1)$	kNm	0		0.66	4.53	4.80	8.78	14.89	22.60	31.92	42.85	55.38	69.52	85.26
$Fi(n)$	kN	95	151	151	184	216	246	272	297	318	336	352	365	376
$Li(n+1)$	m	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$MFi(n)^0$	kNm	55	88	88	106	125	142	158	172	184	195	204	212	218
<b>Fuerza en las barras verticales</b>				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$\Sigma MV$	kNm			88	111	130	151	173	195	216	238	260	281	303
$Lv(n)$	m			0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
$FV(n)$	kN			-153	-192	-225	-262	-300	-337	-375	-413	-450	-488	-525

**FUERZAS EN LAS BARRAS DIAGONALES**Momentos de fuerzas en el techo  $Ft(n-1)$ 

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$Mt(n-1)$	kNm	0		0.663	88	5	9	15	23	32	43	55	70	85
$MFi(n)$	kNm			88	106	125	142	158	172	184	195	204	212	218
$FT(N+1)$	kN			0.820	1.640	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760
$LT$	m			0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
$MTi$	kNm			0.0525	1.2874	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051
<b>Fuerzas en barras diagonales</b>				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
$\Sigma MD$	kNm			88	196	132	153	175	196	218	240	261	283	305
$Lv(n)$	m			0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
$FD(n)$	kN			-153	-340	-228	-265	-302	-340	-378	-415	-453	-490	-528



TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

Sumatoria de momentos totales para Fi

$\Sigma MT(n)$	kN	-218	-222	-225	-226	-226	-224	-220	-215	-208	-199	-189	-194
$Li(n)$	m	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
<b>1 Fuerzas en</b>													
<b>FVi(n)</b>	kN	<b>376</b>	<b>383</b>	<b>388</b>	<b>390</b>	<b>389</b>	<b>385</b>	<b>379</b>	<b>370</b>	<b>358</b>	<b>344</b>	<b>326</b>	<b>335</b>

**FUERZAS EN LAS**

Momentos de

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$MT(n-1)$	kNm	102.60	121.55	142.11	164.27	188.04	213.41	240.39	268.97	299.16	330.95	364.35	399.35
<b>Fi(n)</b>	kN	<b>383</b>	<b>388</b>	<b>390</b>	<b>389</b>	<b>385</b>	<b>379</b>	<b>370</b>	<b>358</b>	<b>344</b>	<b>326</b>	<b>335</b>	<b>0</b>
$Li(n+1)$	m	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580	0.580
$MFi(n)0$	kNm	222	225	226	226	224	220	215	208	199	189	194	0
<b>Fuerza en las</b>		<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
$\Sigma MV$	kNm	325	347	368	390	412	433	455	477	498	520	559	399
$Lv(n)$	m	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
$FV(n)$	kN	-563	-601	-638	-676	-713	-751	-789	-826	-864	-901	-968	-692

**FUERZAS EN LAS**

Momentos de

		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$Mt(n-1)$	kNm	103	122	142	164	188	213	240	269	299	331	364	399
$MFi(n)$	kNm	222	225	226	226	224	220	215	208	199	189	194	0
$FT(N+1)$	kN	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	1.760	0.580	0.580
$LT$	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
$MTi$	kNm	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	1.6051	0.5290	0.5290
<b>Fuerzas en</b>		<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1</b>
$\Sigma MD$	kNm	326	348	370	392	413	435	457	478	500	522	559	400
$Lv(n)$	m	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
$FD(n)$	kN	-566	-603	-641	-679	-716	-754	-791	-829	-867	-904	-969	-693

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

<b>Fuerza horizontal en la pared</b>														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Fp</b>	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
L (n)	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
sen16.28		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Lv1(n)	m	0.2	0.4	0.02	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$\Sigma Ly1(n)$	m	-0.3	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5
<b>Momentos de la fuerza en la pared</b>														
M2	kNm	-5.1	-3.0	0.4	0.6	2.5	4.9	7.2	9.5	11.8	14.1	16.4	18.7	21.0
<b>Reacción horizontal en los apoyos</b>														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Ax</b>	kN	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26
	kN	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
L	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
	m	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	m	0.2	0.4	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$\Sigma Ly3(n)$	m	2.2	2.6	2.6	2.8	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.8	5.1
<b>Momentos de la reacción Ax</b>														
M3	kNm	20.3	22.7	26.5	26.6	28.9	31.4	34.0	36.6	39.2	41.8	44.3	46.9	49.5
<b>Momentos de la diagonal</b>														
Fd	kN	-71.29	-56.52	-1.44	-27.68	-29.80	-27.02	-24.23	-21.45	-18.67	-15.89	-13.11	-10.32	-7.54
L(n)	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
M5	kNm	-35.65	-28.26	-0.72	-13.84	-14.90	-13.51	-12.12	-10.73	-9.33	-7.94	-6.55	-5.16	-3.77

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

<b>Fuerza horizontal</b>													
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Fp</b>	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	kN	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17	9.17
L(n)	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
	sen16°=28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Lv1(n)	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$\Sigma Ly1(n)$	m	2.8	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.3	4.6	4.8	5.1	5.3	5.6
<b>Momentos de la</b>													
M2	kNm	23.3	25.6	27.9	30.2	32.5	34.8	37.1	39.4	41.7	44.0	46.3	48.6

<b>Reacción</b>													
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Ax</b>	kN	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26
		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	kN	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26	10.26
L	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
		0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$\Sigma Ly3(n)$	m	5.3	5.6	5.8	6.1	6.3	6.6	6.8	7.1	7.3	7.6	7.8	8.1
<b>Momentos de la</b>													
M3	kNm	52.1	54.6	57.2	59.8	62.4	65.0	67.5	70.1	72.7	75.3	77.9	80.4

Fd	kN	-4.76	-1.98	-1.98	0.80	3.58	6.37	9.15	11.93	14.71	17.49	20.28	-6.41
L(n)	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Momentos de la</b>													
M5	kNm	-2.38	-0.99	-0.99	0.40	1.79	3.18	4.57	5.97	7.36	8.75	10.14	-3.21

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento. Continuación

<b>Reacción vertical en los apoyos</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Av</b>	kN	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	kN	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1
L1(n)	m	0.829	1.339	0.064	0.785	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
		0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
	m	0.80	1.29	0.06	0.75	0.88	0.88	0.88	0.88	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
$\Sigma L y1(n)$	0	0.8	2.1	2.1	2.9	3.8	4.7	5.5	6.4	7.3	8.2	9.0	9.9	10.8
<b>Momentos de la reacción Ay</b>														
M4	kNm		-22.4	-58.6	-60.3	-81.5	-106.1	-130.8	-155.4	-180.0	-204.7	-229.3	-253.9	-278.6
<b>SUMATORIA DE MOMENTOS</b>														
$\Sigma Mi$	kNm	-41	-30	-28	-42	-56	-68	-79	-88	-96	-101	-106	-108	-109
		0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577
4 Barras SUPERIORES														
FV(n)	kN	71	53	48	73	97	119	137	153	166	176	183	188	189

TABLA 4.5 Cálculo de fuerzas en las barras por cargas debidas al viento. Continuación

Reacción vertical en los apoyos		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Av	kN	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1	28.1
	kN	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
L1(n)	kN	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1	-28.1
	m	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912	0.912
	m	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
$\Sigma Ly1(n)$	m	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	0	11.7	12.5	13.4	14.3	15.2	16.1	16.9	17.8	18.7	19.6	20.4	21.3
Momentos de la M4	kNm	-303.2	-327.8	-352.5	-377.1	-401.7	-426.4	-451.0	-475.6	-500.3	-524.9	-549.5	-574.2
SUMATORIA DE													
$\Sigma Mi$	kNm	-109	-106	-104	-99	-92	-83	-73	-61	-48	-32	-16	-29
	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	
4 Barras FVi(n)	kN	188	185	180	171	159	144	126	106	82	56	27	51

Tabla 4.5 Resultados del cálculo de fuerzas en las barra por cargas debidas al viento.



BARRA		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 INFERIORES	kN	151	153	184	216	246	272	297	318	336	352	365	376
2 DIAGONALES	kN	-153	-340	-228	-265	-302	-340	-378	-415	-453	-490	-528	-566
3 VERTICALES	kN	-153	-192	-225	-262	-300	-337	-375	-413	-450	-488	-525	-563
4 SUPERIORES	kN	48	73	97	119	137	153	166	176	183	188	189	188

BARRA		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 INFERIORES	kN	383	388	390	389	385	379	370	358	344	326
2 DIAGONALES	kN	-603	-641	-679	-716	-754	-791	-829	-867	-904	-969
3 VERTICALES	kN	-601	-638	-676	-713	-751	-789	-826	-864	-901	-968
4 SUPERIORES	kN	185	180	171	159	144	126	106	82	56	27

Tabla 4.6 Dimensiones de tubos de acero sin soldadura

Tubos de acero sin soldadura Norma DIN 2448				
Dimensiones nominales	i	T <sub>ad</sub> kg/cm <sup>2</sup>	S cm <sup>2</sup>	W <sub>x</sub>
Φ 3" x 3 mm	2,58	1200	6,88	12,1
Φ 1" x 2 mm	0,82	1200	1,45	0,8
Φ 3" x 2,5 mm	2,58	1200	6,88	12,1
Φ 3" x 3 mm	2,58	1200	6,88	12,1

Tabla 4.7 Máxima carga que pueden resistir los elementos tubulares del  
tijeral

Barra	L cm	COMPRESION		TRACCIÓN	
		p <sub>c</sub>		p <sub>t</sub>	
		kg	N	kg	N
Φ 3" x 3 mm	912	682.3	6693.501	8256	80991.36
Φ 1" x 2 mm	60	2259.7	22168.05	1740	17069.4
Φ 3" x 2,5 mm	920	682.3	6693.501	8256	80991.36
Φ 3" x 3 mm	912	682.3	6693.501	8256	80991.36

Se observa que las cargas que pueden resistir los elementos de la estructura que se muestra en la tabla 4.7 son mayores que las fuerzas totales que actúan sobre las barras, según la tabla 4.5. Por lo tanto, los perfiles seleccionados en la tabla 4.6 pueden soportar las cargas solicitadas con un amplio margen de seguridad.

Por este motivo se seleccionan estos perfiles y se disponen tal como se muestra en el plano de estructuras metálicas EM 2

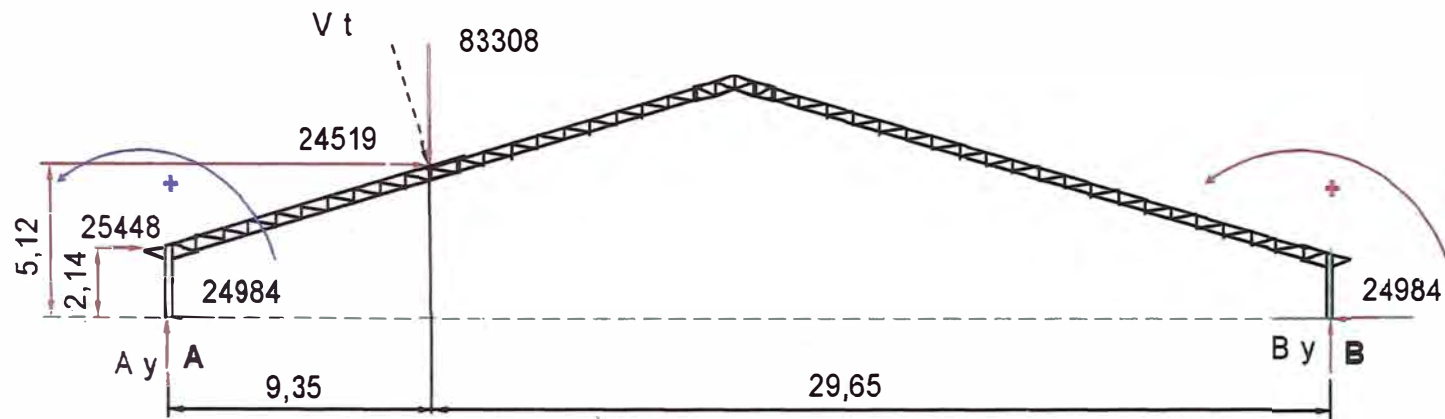


Figura 4.13 Cercha



## **CAPITULO V**

### **FABRICACIÓN**

#### **5.1 GENERALIDADES.**

##### **5.1.1 Materiales de fabricación**

Los materiales para la fabricación de las estructuras metálicas que se están utilizando son materiales de acuerdo a las Normas vigentes del acero tal como el **ASTM A36**, las propiedades mínimas de este acero se especifican a continuación:

**Esfuerzo de fluencia (Kg/mm<sup>2</sup>) :25.**

**Resistencia de tensión (Kg/mm<sup>2</sup>) :41\_56.**

**Alargamiento de rotura : 23%.**

Los elementos tubulares cumplen con la **Norma ASTM 500 Tubo de acero**, que coincide con la **norma DIN2448** Tubos de hacer sin soldadura. Los perfiles estructurales se fabrican partiendo bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dando la geometría de cada perfil.

Para el caso de los perfiles tubulares el cerrado se hace mediante soldadura por inducción con alta frecuencia (electro fusión ERW).

**Esfuerzos Redondos, Cuadrados y rectangulares****ASTM A 500** Grado C**Fluencia  $F_y$**  : 3.522 Kg/cm<sup>2</sup>**Tensión** : 4.368 Kg/cm<sup>2</sup>**Elongación** : 21%

Estos perfiles estructurales están hechos con lámina de acero micro aleada de alta resistencia.

Estos perfiles son propicios para estructuras metálicas y cumplen con las normas ASTM-A-500 grado C.

Se suministran en longitudes de 6mts y 12 mts. y a pedido, en otras longitudes.

**Usos:** Tienen una gran variedad de usos, desde obras civiles, trabajos con energía y telecomunicaciones, arquitectura, transporte, hasta la fabricación de maquinaria. Se utilizan también en estructuras cubiertas, **cerchas**, galpones, mezanines, construcción de carrocerías para buses, entre muchos otros usos. Incluimos tabla en anexo.

Todo material que se emplee en la fabricación de las estructuras debe estar limpio y seco si es posible enderezar algunas piezas, este último se realizará con procedimientos adecuados aprobados por la supervisión.

**5.1.2 Soldadura**

El material de soldadura deberá cumplir con los requerimientos de las Normas **ANSI/AWS 2.4** de la AMERICAN WELDING SOCIETY,

dependiendo si la soldadura se efectuó por el método del arco eléctrico manual o de proceso semi automático MIG MAG.

En muchos diseños mecánicos se requiere la soldadura de piezas y partes, esta información debe estar reflejada en los planos mecánicos y para ello se recurre a la simbología, la cual está perfectamente definida en las normas industriales. En esta pequeña exposición se hará referencia a la norma **American AWS A 2.4**, la cual contempla los símbolos o ideogramas para definir a la soldadura, además de dictar las pautas para su representación en los planos mecánicos y de construcción.

Toda la información que puede contener el símbolo de la soldadura queda esquematizada en la figura siguiente.

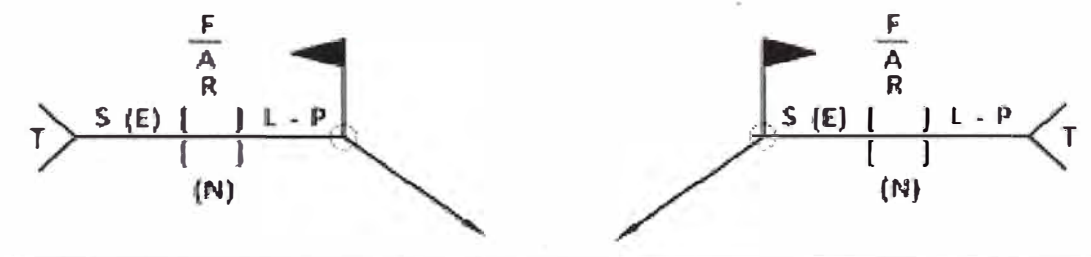


Fig. 5.1 símbolos de soldadura

S = Profundidad del bisel o garganta.

(E) = Profundidad de la soldadura.

[ ] = Espacio para el símbolo del tipo de unión.

F = Símbolo del acabado (maquinado, martillado, etc).

\_\_\_ = Símbolo para el contorno de la soldadura.

A = Ángulo del bisel o de la V.

R = Separación entre las piezas a soldar, separación en la raíz.

(N) = Número de puntos de soldadura.

L = Longitud del cordón de soldadura.

P = Separación o paso entre cordones.

T = Proceso de soldadura, electrodo, tolerancias, etc. (Opcional).

**El sistema MIG** es un proceso de soldadura por arco eléctrico, en el cual un alambre es automática y continuamente alimentado hacia la zona de soldadura a una velocidad constante y controlada. El área de soldadura y arco están debidamente protegidas por una atmosfera gaseosa suministrada externamente, que evita la contaminación. El voltaje el amperaje y el tipo de gas de protección, determinan la manera en la cual se transfiere el metal desde el alambre electrodo al baño de soldadura.

Para la fabricación se uso la marca **Indura 70S\_6 Certificado por Canadian Welding Bureau of shipping, Lloyds Register**. El alambre 70S\_6 es un electrodo de acero al carbono que ofrece excelente soldabilidad con una alta cantidad de elementos desoxidantes para soldaduras donde no pueden seguirse estrictas practicas de limpieza.

Este electrodo es usado principalmente con gas CO<sub>2</sub> y otras mezclas comerciales como el *indurmig*.

Esta soldadura ofrece un depósito prácticamente sin escoria reduciendo al mínimo las operaciones de limpieza.

#### APLICACIONES TIPICAS:

- Recipientes a presión.
- Soldadura de cañerías.
- Fabricación de muebles, carrocerías, extinguidores, etc.
- Estructuras.
- Recuperación de ejes.

Cuadro 5.1 Características de metal depositado

SEGUN NORMA AWS: A5,18/A5.18M\_05

Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte	Requerimientos	Energía Absorbida Cv_v	Requerimientos
Resistencia a la tracción: 530 Mpa Limite de Fluencia : 415 Mpa Alargamiento en 50 mm: 31%	480 Mpa  400 Mpa 22%	103 J a -30° C	27J a -30° C

Cuadro 5.2 Amperajes recomendados

Diámetro Mm	Voltaje Volt	Amperaje		flujo CO <sub>2</sub> lts./min.
		Mínimo	Máximo	
0,8	14 a 26	60	160	7 a 12
0,9	15 a 27	90	230	8 a 12
1,2	17 a 30	130	340	12 a 14

### 5.1.3 Arenado: preparación de superficie según normas SPC-SP6

La limpieza de los elementos metálicos se llevo a cabo por el arenado. Bajo las Normas SSPC\_SP6.

Esta unión de normas cubre el uso de limpieza por chorro abrasivo hasta dar un grado definido de limpieza de superficies de acero antes de la aplicación de un recubrimiento protector ó un sistema de recubrimiento interior. Esta norma está determinada para el uso de especificadores, aplicadores, inspectores u otros cuya responsabilidad podría ser definir un grado estándar de limpieza de superficie.

El objeto de esta norma es la limpieza por chorro al grado comercial. La limpieza por chorro al metal blanco, cercano al blanco y suave es tratada en

estándares separados. Esta norma fue preparada por la unión de Grupo de Trabajo A en Preparación de Superficie por Limpieza con chorro abrasivo. Este grupo de trabajo está conformado por miembros del Comité SSPC de Preparación de Superficie y el Comité T-6-G NACE en Preparación de Superficie.

Esta norma cubre los requerimientos para limpieza por chorro del metal comercial de superficies de acero mediante el uso de abrasivos.

## **PROCEDIMIENTOS**

- 1) Depósitos visibles de aceite, grasa ú otro contaminante serán removidos de acuerdo a SSPC-SP1 ú otro método convenido por los responsables de establecer los requerimientos y los responsables de hacer el trabajo.
- 2) Polvo y residuos serán removidos de las superficies preparadas mediante brochado, aplicando aire comprimido limpio y seco, bomba de limpieza, u otro método acordado por aquellos responsables de establecer los requerimientos y los responsables de efectuar el trabajo. Filtros de humedad, filtros de aceite, trampas u otros equipamientos pueden ser necesarios para conseguir aire limpio y seco.
- 3) Después de la limpieza por chorreo, las imperfecciones de la superficie que permanecen (ejemplo: rebabas, filos, salpicaduras de soldadura, escoria quemada, costras, astillas, etc.) serán removidas hasta alcanzar lo requerido en los documentos de procura (Especificación del Proyecto). Algunos daños al perfil de rugosidad de la superficie que resultaran de la remoción de las imperfecciones de cita, serán corregidos hasta alcanzar los requerimientos de la sección 2.4.

*Nota:* Información adicional sobre imperfecciones de la superficie se dan en la Sección A.5 del Apéndice A.

- 4) La herrumbre visible que se forma en la superficie del acero será removida chorreando de nuevo las áreas herrumbradas hasta alcanzar los requerimientos de esta norma antes de aplicar el recubrimiento.

#### **5.1.4 Aplicación de pintura**

La pintura que se aplicó es de la Empresa **CHEMIFABRIK PERU S.A.C.** que es una alternativa sumamente competitiva y de comprobada calidad para el abastecimiento de pinturas especializadas y productos químicos para la construcción y mantenimiento industrial. Se aplicó pintura base 4 mill y pintura acabado 4 mill, en total la película 8 mill, comprobada el espesor de la película aplicada con el instrumento electrónico **ELCOMETER**. La empresa cuenta con un moderno Laboratorio de Investigación y Desarrollo, y de Control de Calidad, con lo cual se mantiene a la vanguardia del lanzamiento de productos de última generación, y del aseguramiento de calidad de los mismos.

Adicionalmente sus productos cuentan con certificaciones y homologaciones de laboratorios oficiales independientes, de acuerdo a las normas internacionales de calidad **ASTM y SSPC**.

Un completo equipo de Ingenieros Químicos y profesionales del rubro brindan una asesoría técnica permanente a través **SITO-SERVICIO DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS**, con lo cual se garantiza la correcta aplicación de sus productos y el aseguramiento del rendimiento y durabilidad

de los mismos, los requerimientos de diversos sectores industriales entre los que podemos resaltar:

Industria Minera, Industria de Generación Eléctrica, Industria Naval, Industria Química, Industria Petroquímica, Industria Agro exportadora, Industria Alimenticia y de Bebidas, **Industria Metal-Mecánica**, Industria de Construcción Civil, Autoservicios y Tiendas de Mejoramiento del Hogar, mayores datos técnicos de incluye en los anexos al final de este documento. Nuestro vendedor es el sr Ronald Garcés.

De acuerdo al organigrama que se indica se formaron dos grupos para la fabricación de toda la estructura, con el personal indicado que a la vez un 65% formaron posteriormente parte para el montaje.

## **5.2 CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES.**

El departamento de obras dispone de un cronograma de actividades en donde se indica la secuencia a seguir y el tiempo que va a durar este proceso de fabricación, el cual se espera cumplir.



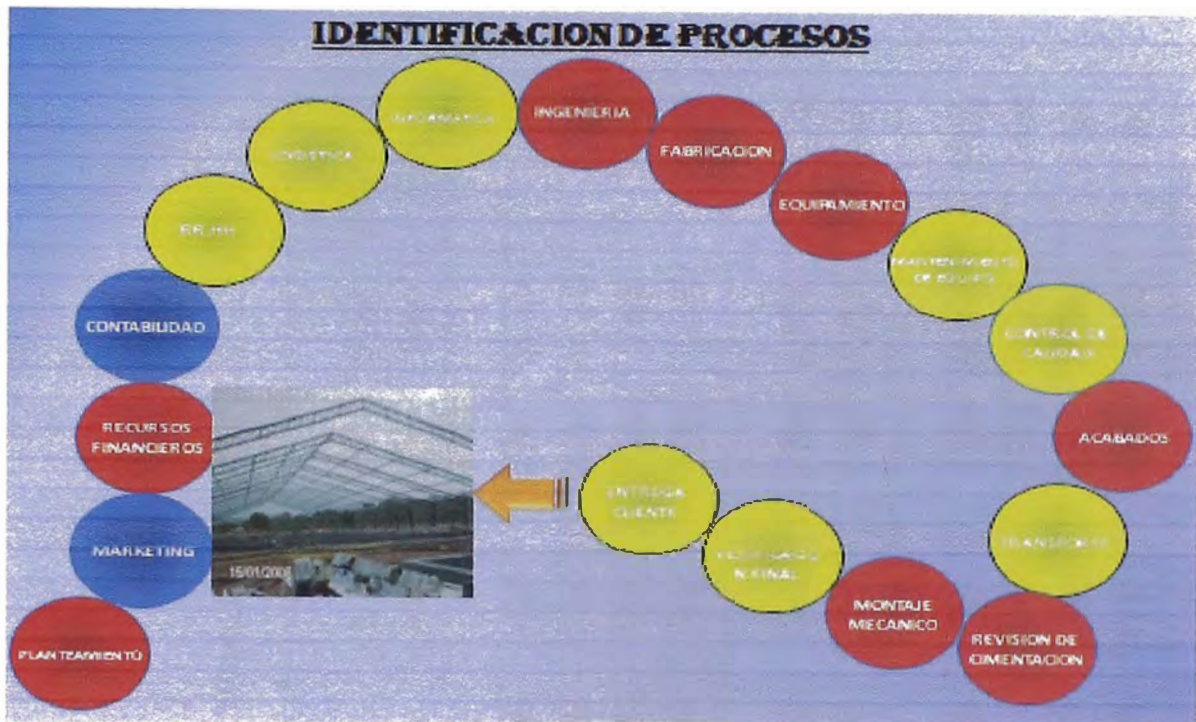


FIG. 5.2 Identificación de procesos

### 5.3 METRADO DE MATERIALES Y EQUIPOS.

El metrado de materiales es de importancia para determinar la mano de obra, el tiempo de ejecución de la obra y el costo total. Entre los materiales a metrar tenemos los perfiles redondos, las planchas, cobertura de flexilona, el metrado considera también la depreciación de maquinas y herramientas, los alquileres de equipos, los servicios de la mano de obra.

### 5.4 METRADO DE MATERIALES DE ESTRUCTURA METÁLICA.

Los materiales que se utilizan en la fabricación de las estructuras metálicas se enumeran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.3 Metrado : MODULO JP

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	Peso (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
1	<b>VIGUETA 01</b>	22	Pza.					
1.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	88.0	Unidad	1.540	0.080	25.600	39.424	2.048
1.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	66.0	Unidad	0.742	0.060	19.200	14.246	1.152
1.3	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	PL	4.910	0.040	1.000	4.910	0.040
1.4	Plancha de 3/8"	1/2	PL	4.760	0.040	1.000	4.760	0.040
2	<b>VIGUETA 02</b>	80.0	Pza.					
2.1	Tubo de Ø4"x2mmx6400.	94.0	Unidad	8.320	0.400	7.550	62.816	3.020
2.2	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/4	PL	0.720	0.010	1.000	0.720	0.010
3	<b>VIGUETA 04</b>	8.0	Pza.					
3.1	Tubo de Ø4"x2mmx6400.	10.0	Unidad	8.320	0.400	7.550	62.816	3.020
3.2	Tubo de Ø3/4"x2mmx6400.	10.0	Unidad	1.250	0.060	8.000	10.000	0.480
3.3	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	10.0	Unidad	0.947	0.040	8.000	7.576	0.320
3.4	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/6	PL	0.330	0.060	1.000	0.330	0.060

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	Peso (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
4	<b>VIGUETA 05</b>	4.0	Pza.					
4.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	15.0	Unidad	1.540	0.080	24.000	36.960	1.920
4.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	25.0	Unidad	0.742	0.010	40.000	29.680	0.400
4.3	Plancha de 1/4"X1200X2400		pl	1.600	0.010	1.000	1.600	0.010
5	<b>VIGUETA 06</b>	16.0						
5.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	56.0	Unidad	1.540	0.080	22.400	34.496	1.792
5.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	96.0	Unidad	0.742	0.010	38.500	28.567	0.385
5.3	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	1.000	0.010	1.000	1.000	0.010
6	<b>VP_ 1<sup>a</sup></b>	22.0	Pza.					
6.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	72.0	Unidad	6.44	0.24	21	135.240	5.040
6.2	Tubo de Ø3"x2mmx6400.	72.0	Unidad	5.22	0.24	21	109.620	5.040
6.3	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	200.0	Unidad	0.742	0.060	58.000	43.036	3.480
6.4	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	28.0	Unidad	1.540	0.080	8.000	12.320	0.640
6.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	6.000	0.010	1.000	6.000	0.010

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	Peso (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
7	<b>VP_ 1B</b>	22.0	Pza.					
7.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	62.0	Unidad	6.44	0.24	18	115.920	4.320
7.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	96.0	Unidad	3.85	0.2	24	92.40	4.80
7.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	13.0	Unidad	1.540	0.080	3.500	5.390	0.280
7.4	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	130.0	Unidad	0.742	0.060	40.000	29.680	2.400
7.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	8.800	0.010	1.000	8.800	0.010
8	<b>VP_ 2 cumbrera</b>	11.0	Pza.					
8.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	14.0	Unidad	6.44	0.24	8	51.520	1.920
8.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	14.0	Unidad	3.85	0.2	8	30.80	1.60
8.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	6.0	Unidad	1.540	0.080	3.500	5.390	0.280
8.4	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	34.0	Unidad	0.742	0.060	20.000	14.840	1.200
8.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	5.780	0.010	1.000	5.780	0.010



ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	Peso (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
9	<b>COLUMNAS C1</b>	22.0	Pza.					
9.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	14.0	Unidad	6.44	0.24	6	38.640	1.440
9.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	11.0	Unidad	3.85	0.2	3	11.55	0.60
9.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	7.0	Unidad	1.540	0.080	2.000	3.080	0.160
9.4	Plancha de 5/16"x320x290x3260	13	pl	246.00	3.970	1.000	246.000	3.970
9.5	Plancha de 1/4"x2"	1/2	pl	18.140	0.020	1.000	18.140	0.020
9.6	Plancha de 5/16"xØ186	1/2	pl	2.15	0.069	2.000	4.300	0.138
9.7	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	28.0	Unidad	0.947	0.040	8.000	7.576	0.320
9.8	Plancha de 1"x550x600	1/2	pl	65.79	0.66	1.000	65.790	0.660

Cuadro 5.4 Metrado de: Modulo Diesel

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (Kg/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
1	<b>VIGUETA 02</b>	80.0	Pza.					
1.1	Tubo de Ø4"x2mmx6400.	95.0	Unidad	8.320	0.400	7.550	62.816	3.020
1.2	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/5	pl	0.720	0.010	1.000	0.720	0.010
2	<b>VIGUETA 04</b>	8.0	Pza.					
2.1	Tubo de Ø4"x2mmx6400.	10.0	Unidad	8.320	0.400	7.550	62.816	3.020
2.2	Tubo de Ø3/4"x2mmx6400.	11.0	Unidad	1.250	0.060	8.000	10.000	0.480
2.3	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	11.0	Unidad	0.947	0.040	8.000	7.576	0.320
2.4	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/5	pl	0.330	0.010	1.000	0.330	0.010
3	<b>VIGUETA 06</b>	16.0	Pza.					
3.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	56.0	Unidad	1.540	0.080	22.400	34.496	1.792
3.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	97.0	Unidad	0.742	0.060	38.500	28.567	2.310
3.4	Plancha de 1/4"	1/5	pl	1.000	0.010	1.000	1.000	0.010
4	<b>VP_ 1A</b>	18.0	Pza.					
4.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	59.0	Unidad	6.44	0.24	21	135.240	5.040
4.2	Tubo de Ø3"x2mmx6400.	59.0	Unidad	5.22	0.24	21	109.620	5.040
4.3	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	4.0	Unidad	0.742	0.060	58.000	43.036	3.480
4.4	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	4.0	Unidad	1.540	0.080	8.000	12.320	0.640

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (Kg/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
4.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/5	pl	6.000	0.010	1.000	6.000	0.010
5	<b>VP_ 1B</b>	18.0	Pza.					
5.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	51.0	Unidad	6.44	0.24	18	115.920	4.320
5.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	68.0	Unidad	3.85	0.2	24	92.40	4.80
5.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	10.0	Unidad	1.540	0.080	3.500	5.390	0.280
5.4	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	112.0	Unidad	0.742	0.060	40.000	29.680	2.400
5.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/5	pl	8.800	0.010	1.000	8.800	0.010
6	<b>VP_ 2 cumbrera</b>	9.0	Pza.					
6.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	12.0	Unidad	6.44	0.24	8	51.520	1.920
6.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	12.0	Unidad	3.85	0.2	8	30.80	1.60
6.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	5.0	Unidad	1.540	0.080	3.500	5.390	0.280
6.4	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	28.0	Unidad	0.742	0.060	20.000	14.840	1.200
6.5	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/5	pl	5.680	0.010	1.000	5.680	0.010
7	<b>COLUMNAS C1</b>	18.0	Pza.					
7.1	Tubo de Ø3"x3mmx6400.	17.0	Unidad	6.44	0.24	6	38.640	1.440
7.2	Tubo de Ø2"x2.5mmx6400.	9.0	Unidad	3.85	0.2	3	11.55	0.60
7.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	6.0	Unidad	1.540	0.080	2.000	3.080	0.160

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNIDAD	P (Kg/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
7.4	Plancha de 5/16"X1200x2400	14	PL	246.000	3.970	1.000	246.000	3.970
7.5	Plancha de 1/4"x2"	1/6	PL	18.140	0.020	1.000	18.140	0.020
7.6	Plancha de 5/16"xØ186	1/2	PL	2.15	0.069	2.000	4.300	0.138
7.7	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	24	Unidad	0.947	0.040	8.000	7.576	0.320
7.8	Plancha de 1"x550x600	1/2	PL	65.79	0.66	1.000	65.790	0.660



Cuadro 5.5 Metrado de: Modulo Gasolina

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
1	<b>VIGUETA A</b>	6	Pza.					
1.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	17.0	Unidad	1.540	0.080	18.000	27.720	1.440
1.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	14.0	Unidad	0.742	0.060	15.000	11.130	0.900
1.3	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	4.910	0.010	1.000	4.910	0.010
1.4	Plancha de 3/16"	1/2	pl	3.640	0.010	1.000	3.640	0.010
2	<b>VIGUETA B</b>	15.0	Pza.					
2.1	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	42.0	Unidad	1.540	0.080	18.000	27.720	1.440
2.2	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	35.0	Unidad	0.742	0.060	15.000	11.130	0.900
2.3	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	4.910	0.010	1.000	4.910	0.010
2.4	Plancha de 3/16"	1/2	pl	3.640	0.010	1.000	3.640	0.010
3	<b>COLUMNAS C2</b>	8.0	Pza.					

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
3.1	Tubo de Ø1 1/4"x2mmx6400.	15.0	Unidad	1.82	0.09	12.00	21.840	1.080
3.2	Tubo de Ø1/2"x2mmx6400.	10.0	Unidad	0.61	0.04	8.00	4.880	0.320
3.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	10.0	Unidad	1.540	0.080	8.00	12.320	0.640
3.4	Plancha de 1/4"x250x230x3000	3	pl	57.860	0.960	1.00	57.860	0.960
4	Platina de 1/4"x2"	1/2	pl	0.310	0.012	8.00	2.480	0.096
4.1	Plancha de 5/16"xØ186	1/2	pl	2.15	0.069	4.00	8.600	0.276
4.2	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	15.0	Unidad	0.947	0.040	11.50	10.891	0.460
4.3	Plancha de 1"x550x600	1/2	pl	65.79	0.66	1.00	65.790	0.660
4.5	Platina de 1/4"x2 1/2"	6.0	Unidad	3.12	0.127	1.80	5.616	0.229
5	<b>VPA</b>	8						
5.1	Tubo de Ø1 1/4"x2mmx6400.	77.0	Unidad	1.82	0.09	62.20	113.204	5.598

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P (KG/m)	A (m <sup>2</sup> /m)	LONGITUD (m)	PESO (kg)	PARCIAL (m <sup>2</sup> )
5.2	Tubo de Ø1/2"x2mmx6400.	65.0	Unidad	0.61	0.04	52.00	31.720	2.080
5.3	Tubo de Ø1"x2mmx6400.	8.0	Unidad	1.540	0.080	6.00	9.240	0.480
5.4	Tubo de Ø3/8"x2mmx6400.	65.0	Unidad	0.742	0.060	52.000	38.584	3.120
5.5	Platina de 1/4"x2"	16.0	Unidad	0.310	0.012	12.00	3.720	0.144
5.6	Plancha de 5/16"xØ186	1/2	pl	2.15	0.069	6.00	12.900	0.414
5.7	Fe liso de Ø1/2"x2mmx6000	38.0	Unidad	0.947	0.040	30.00	28.410	1.200
5.8	Plancha de 1/4"X1200X2400	1/2	pl	8.800	0.010	1.000	8.800	0.010

Cuadro 5.6 Resumen Metrado de los Tres Módulos

DESCRIPCION	Metrados		PESO APROXIMADO (Por pza.)	PARCIAL	TOTAL (kg)
	Cant.	Und.			
<b>MODULO JP-1</b>					
Vigueta 01	22.00	pza.	63.34	1,393.39	
Vigueta 02	80.00	pza.	63.53	5,082.40	
Vigueta 04	8.00	pza.	80.72	645.76	
Vigueta 05	4.00	pza.	68.21	272.84	
Vigueta 06	16.00	pza.	64.05	1,024.80	
VP - 1 A	22.00	pza.	306.27	6,737.94	
VP - 1 B	22.00	pza.	252.79	5,561.38	
VP - 2 Cumbre	11.00	pza.	108.89	1,197.79	
Columnas C1	22.00	pza.	395.07	8,691.54	<b>30,607.84</b>
<b>MODULO DIESEL</b>					
Vigueta 02	80.00	pza.	63.53	5,082.40	
Vigueta 04	8.00	pza.	80.72	645.76	
Vigueta 06	16.00	pza.	64.05	1,024.80	
VP - 1 A	18.00	pza.	306.27	5,512.86	
VP - 1 B	18.00	pza.	252.79	4,550.22	
VP - 2 Cumbre	9.00	pza.	108.29	974.61	
Columnas C1	18.00	pza.	395.07	7,111.26	<b>24,901.91</b>
<b>MODULO GASOLINA</b>					
Vigueta A	6.00	pza.	47.41	284.46	
Vigueta B	15.00	pza.	47.41	711.15	
Columnas C2	8.00	pza.	190.30	1,522.40	
VP - A	8.00	pza.	246.53	1,972.24	<b>4,490.25</b>
<b>411.00</b>		<b>pzas.</b>		<b>TOTAL (KG)</b>	<b>60,000.00</b>

## 5.5 METRADO DE CONSUMIBLES

Cuadro 5.7 Consumibles

**PROYECTO:CAMPAMENTO LA PERUANITA - PITS DE COMBUSTIBLES****LOTE 58**

DESCRIPCION	CANTIDAD	unidad	P. UNI(US\$)	PRECIO PARCIAL (US\$)
Oxigeno	200	m3	3.20	640.00
Acetileno	150	m3	4.00	600.00
Soldadura E6011-1/8	80	kg	5.10	408.00
Soldadura E7018-1/8	160	kg	5.30	848.00
Soldadura E7018-5/32	200	kg	5.30	1,060.00
Soldadura MIG.				
Gas	180	m3	5.40	972.00
Carrete	5	und.	60.00	300.00
Discos de corte de 4	20	und.	2.70	54.00
Discos de corte de 15	16	und.	5.80	92.80
Discos de desbaste de 4	30	und.	3.00	90.00
Escobillas de fierro	20	und.	2.80	56.00
Lijas de fierro	30	und.	0.80	24.00
Thiner estándar	25	galones	7.50	187.50
Base anticorrosiva	60	galones	30.00	1,800.00
Pintura esmalte	60	galones	35.00	2,100.00
Trapo industrial	40	kg	2.10	84.00
			<b>TOTAL US\$</b>	<b>9,316.30</b>

## 5.6 REQUISITOS DE LA MANO DE OBRA.

El personal requerido deberá ser calificado y con experiencia deberá afrontar las tareas encomendadas con el grupo que pertenece. Se exige buenos rendimientos en fabricación y calidad en los trabajos. El personal técnico en general se evaluará mediante prueba de campo por la actividad que está postulando. Se estima que la fabricación de las estructuras metálicas concluirá en el periodo de 30 días de acuerdo a lo planteado, se formaran grupos de trabajo.

Cuadro 5.8 Relación de personal D&L

<b>A</b>	<b>EMPLEADOS</b>	<b>Cantidad</b>
	Administrador	01
	Ingeniero mecánico	01
	Ing. control calidad	01
	Técnico electricista	01
<b>B</b>	<b>EMPLEADOS</b>	<b>Cantidad</b>
	Maestro de obra	03
	Calderero	04
	Soldadores	06
	Ayudantes	14

## 5.7 REQUISITO DE MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Es conformado por todo los elementos de trabajo del personal técnico y obreros que a su vez se utilizara para la fabricación y montaje de las estructuras a fabricar.

Cuadro 5.9 de equipos y herramientas.

<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA CUZCO-D&amp;L</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Taladro C. base magnética -PARA METAL-CON BROCA CORONA-220V	u	1
2	Tecles de 3 TN	u	2
3	Tecles de 2 TN	u	1
4	Ratchet de 3/4 TN.	u	2
5	Maquinas de soldar TRIFASICA -CON CABLES, MENEKES Y EXTENSIONES COMPLETOS	u	1
6	Maquinas de soldar TRIFASICA -CON CABLES, MENEKES Y EXTENSIONES COMPLETOS	u	1
7	Maquinas de soldar MONOFASICA CON CABLES, MENEKES Y EXTENSIONES COMPLETOS	u	1
8	Compresora Neumática 125PSI-2HP	u	1
9	Torqui metro de 10-80 kg x metro	u	2
10	Poleas de color Naranja	u	10

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA CUZCO-D&L			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
11	Llaves Francesas de 10"	u	3
12	Llaves Francesas de 12"	u	3
13	Amoladora chica de 4-1/2"-	u	3
14	Amoladora de 7" -con extensión de 10 m	u	1
15	Amoladora de 7" -con extensión de 10 m	u	1
16	Eslingas de 2x1.5-2TN	u	1
17	Eslingas de 2x2-2TN	u	1
18	Manguera para Oxicorte, 06 conectores y 12 abrazaderas.	m	60
19	Chispero para oxicorte	u	6
20	Equipo de oxicorte 2 juegos de manómetro de gas y oxígeno	u	2
21	Cinta vulcanizante de 10 m 3M	u	2
22	Conectores Menekes Monofásicos	jgo	3
23	Cinta aislante, teflón 6 DE C/U	u	12
24	Alicate de electricista MARCA UYUSTOOLS- OTRO AMARILLO MARCA GERMANY	u	2
25	Alicate pinza	u	2
26	juego de destornilladores marca Camaza 6pcs- 06 unidades	jgo	1
27	Milímetro de Electricista digital UYUSTOOL	u	1



EQUIPOS Y HERRAMIENTAS PARA CUZCO-D&L			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
28	Rectificador de perfiles	u	1
29	Rectificador de perfiles	u	3
30	CUCHILLAS DE CORTE AZUL CELESTE Y AMARILLO	u	3
31	Llaves para amoladoras	u	4
32	Limpia boquillas	u	1
33	Carbones para amoladora Makita	u	2
34	Abrazaderas de alta presión	u	12
35	Accesorios para pistola aguja	u	3
36	Empaquetadura para pistola	u	12
37	Llaves hexagonales de 3/4, 1/2.	u	5
38	Alicates planos	u	2
39	CUCHILLAS DE CORTE DE ELECTRICISTA	u	5
40	Llaves para Amoladoras	u	3
41	Tecla de 3TN Color Anaranjado	u	1
42	Taladro C. base magnética -Makita serie HP 2050 F	u	1
43	Rach de 3/4"	u	1

Cuadro 5.10 Equipos y Herramientas

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
1	Manómetro de Oxígeno marca WHITE MARTINS	u	1
2	Manómetro de gas marca Harris	u	1
3	Caja de PVC para guardar herramientas de Electricidad	u	1
4	Balones de oxígeno n° 4237-n°9051 de 10m	u	2
5	Balones de Gas	u	2
6	Manómetro para Oxígeno Harris	u	1
7	Manómetro para Gas Harris	u	1
8	Caña de Oxicorte marca Harris	u	1
9	Caña de Oxicorte 885	u	1
10	Escuadras de tope de 10"	u	3
11	Meneques monofásicos de 16A	u	4
12	Caja metálica de herramientas color gris 75x80x75	u	1
13	Soga de Ø1/2" para maniobras	m	120
14	Soga de Ø5/8" para maniobras	m	240
15	Un rollo de Cable acerado de Ø3/8"	m	200
16	Grapas y guardacabos para los cables de acero	u	100
17	Extensión trifásica vulcanizado de 30m con menekes 2 hemb azul/rojo-1macho rojo	m	30

EQUIPOS , HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
18	Un pulpo trifásico con tres menekes rojos 2 hembras y un macho	m	3
19	Un pulpo monofásico con tres menekes 3 hembras y un macho	m	3
20	Cable trifásico con tierra	m	100
21	Cable monofásico	m	50
22	Extensión monofásica con menekes hembra y macho color rojo-h-azul	m	15
23	Extensión monofásica con menekes hembra y macho color azul	m	10
24	Extensión monofásica con menekes hembra y macho color 2 rojos -1 azul	m	50
25	Extensión monofásica con menekes hembra y macho color azul	m	100
26	Cable Vulcanizado trifásico para alimentación de tablero -con menekes h/m	m	200
27	Estrobos de cable Ø1/2" x5.00m	u	6
28	Grilletes Ø5/8" Grado 80	u	6
29	Grilletes Ø3/4" Grado 80	u	6
30	Un rollo de driza 5/32"	m	90
31	Plomada de metal	u	4

EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
32	Extintor PQS	u	3
33	Combas de 4libras-uyustools	u	4
34	Winchas de 3m (6unidades)-5m(6 unidades)	u	12
35	Escuadras de tope y de 24" 3 de c/u	u	3
36	Manguera de 3/8" transparente.	m	30
37	Nivel de mano aluminio Stanley	u	3
38	Brochas de 2".	u	4
39	Rodillos de 3"	u	5
40	Lijas nº 60-Lijas nº 80. 5 de c/u	u	10
41	Tenazas porta electrodo rojo-negro made in italy 600 amp.	u	2
42	Pistola para pintado -CON BOQUILLAS	u	4
43	Manguera de alta presión para pintado.	m	60
44	Tablero Eléctrico	u	1
45	Llaves mixtas Nº 13 DROP FORGED	u	5
46	Llaves corona y boca de 1/2"- 5/8"-3/4"-1".6 de c/u.	u	24

Cuadro 5.11 de EPP

ELEMENTOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD			
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT
1	Uniformes de trabajo	u	30
2	Cascos de seguridad	u	50
3	Cinta de Señalización color Rojo y Amarillo	Kg	5
4	Ameses de 3 argollas con doble línea de vida y LV doble cable de acero c/a 2-1/4"	u	24
5	Botas de trabajo	u	30
6	Escarpines	u	10
7	Careta de seguridad para soldador	u	6
8	Careta de de protección para esmeril	u	10
9	Barbiquejos	u	36
10	CASCO BLANCO 3M	u	1
11	Cinta de 30m TRUPER	u	1
12	Lentes para oxicorte	u	2
13	Guantes de soldador	pares	3
14	Guantes de Montaje	pares	48
15	Lentes claros-oscuros 48 c/u	u	96
16	Mandiles para soldador	u	3
17	Escarpines y Mangas para soldador	pares	3
18	Caretas para soldar	u	3
19	Lunas para soldar Negras	u	10
20	Lunas para soldar Blancas	u	50



<b>ELEMENTOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>
21	Lunas para soldar Negras	u	10
22	Lunas para soldar Blancas	u	50
23	Tapones de Oído	u	50
24	Respiradores N95 C/VALVULA	u	10
25	Cascos t/ Jockey-con barbiquejos	u	5
26	Cascos t/ Jockey - con barbiquejo.	u	31
27	Abrigos termocellados color amarillo	u	45

### **5.8 TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA FABRICACIÓN**

El proceso de fabricación se llevara a cabo en 24 días, empezando el 25 de Noviembre del 2008 y finalizando el 27 de Diciembre del 2008, se trabajo en forma paralela los tres módulos , tanto el corte, armado, soldado, arenado y finalmente el pintado. Incluimos un Diagrama de Gantt en MS-Projet en donde se puede apreciar las tiempos para cada modulo.

### **5.9 PROCESO DE FABRICACIÓN**

Todos los trabajos se inician con el orden de trabajo, los procesos de fabricación estructural el cual tiene una secuencia a seguir en cada trabajo en forma correlativa.

Requerimientos:

1. Orden de trabajo.
2. Planos de detalle.
3. Materiales equipos y maquinarias para fabricación.
4. Normas técnicas y acabados de fabricación.
5. Control de calidad y pruebas.

### 5.9.1 Inspección

- Inspeccionar si en el almacén existen todos los elementos de seguridad EPP.
- Se inspecciona todas las maquinarias, herramientas y accesorios respectivos su estado en que se encuentra, los porta-electrodos, los cables, el estado de los equipos, los arneses tienen que estar en perfectas condiciones no se acepta cola de arneses con salpicaduras de soldadura. Para esta obra se emplea arneses con cola de cables de acero.

### 5.9.2 Trazado, encuadrado y habilitado

- El piso de fabricación debe estar nivelado y limpio.
- Verificación de las medidas habilitadas. Se verifica en presencia del supervisor para que registre en su hoja de seguimiento.
- Rectificado de medidas limpieza y biselado de piezas, se rectifica cuando esta fuera de tolerancias, luego se procede a la limpieza del material de escorias óxidos y se bisela según indicaciones del plano o normas técnicas.

### 5.9.3 Construcción, armado y verificado.

- Alineamiento del material antes de usarse.
- Apuntalado, nivelado, acordelado y encuadrado de elementos a unir según plano. Para la unión de tuberías se tuvo en cuenta **la Norma AWS D1.1/D1.1 M: 2002** de la **Structural Welding** código Steel 2002. Los ejes de los elementos se intersecan Ver anexos.

- Para unir planchas y perfiles de regular espesor, la unión a tope se apuntala en la garganta a una distancia aconsejable, así apuntalado se verifica el alineamiento y encuadrado. El encuadrado se hace con electrodo E6011, que es una soldadura de baja resistencia a la rotura.
- El armado de las componentes de la estructura tales como la columnas, vigas tijerales, etc .La fabricación en serie de todas estas quedan apuntaladas y fijadas a la mesa de trabajo.
- Una vez apuntalada se verifica con el supervisor y se realiza las correcciones del caso sin las hubiese. En general toda nuestra estructura se suelda con E7018 DE 1/8 o 5/32 de diámetro .Las vigas VP1 se fabricaran en tres tramos con bridas, teniendo en cuenta su fácil transporte y montaje.

#### **5.9.4 Pruebas, verificación y acabados.**

- Pruebas de soldadura de todas las estructuras. Se verifica el diámetro del cordón, porosidades, cristalización, socavaciones, soldadura empleada, acumulación de soldadura. Para el caso de vigas y columnas se emplea la prueba de líquidos penetrantes. Si hay defectos se subsanara. Pero teniendo en cuenta que estos trabajos ocasionan trabajos de no calidad.
- Verificación de medidas, alineamiento y encuadrado, etc.
- Limpieza acabado y protección de elementos aprobados. Se realiza limpieza por arenado semi-blanco o arenado comercial.
- Verificación de acabados. Se verifica el espesor de la capa de la pintura en mill.



- Marcado de elementos terminados y pintados para poder identificarlos en el montaje.

## **5.10 RESULTADOS DE FABRICACIÓN**

Los resultados de fabricación serán presentados a la gerencia en un informe detallado, considerando tiempo de trabajo, deficiencias encontradas o elementos de protección que no se tomó en cuenta o si hubo o no incidentes o accidentes durante el proceso de fabricación.

## **5.12 SISTEMA DE PROTECCIÓN.**

La recomendación técnica impartida para proteger la superficie está compuesta por un sistema de pintado que abarca:

- La preparación de la superficie a pintar
- El número de capas por pintar.
- El orden de aplicación de cada una de las capas.
- El espesor necesario que garantice la suficiente protección.
- El tiempo de secado entre cada capa.

Sus componentes básicos son:

- Imprimante, es la primera capa que se aplica a la superficie.
- Capa intermedia.
- Capa final o acabado con las siguientes características.
- Aumenta la resistencia química de la protección, brinda resistencia a la abrasión y al desgaste y además proporciona color y brillo.
- Para nuestro caso se usó la pintura BOON de la Empresa CHEMIFABRIK.

### Aplicación de la pintura:

Para la aplicación de la pintura se debe cumplir o tener en presente las siguientes recomendaciones:

- Realizado el arenado al metal semi-blanco o comercial SSPC SP6, antes de aplicar la primera mano de pintura debe limpiarse la superficie con trapo limpio y seco o aire comprimido.
- Evitar que transcurra más de cuatro horas después del arenado de la superficie y sin que se aplique la primera mano de pintura.
- La pintura se aplico con pintura convencional.
- Se deben de evitar la formación de palomas, que son pequeñas áreas sin pintura o de huecos de agua, que son áreas aun más pequeñas sin pintura y que al reventar forman pequeñas burbujas, generalmente originadas por el solvente propio de la pintura.

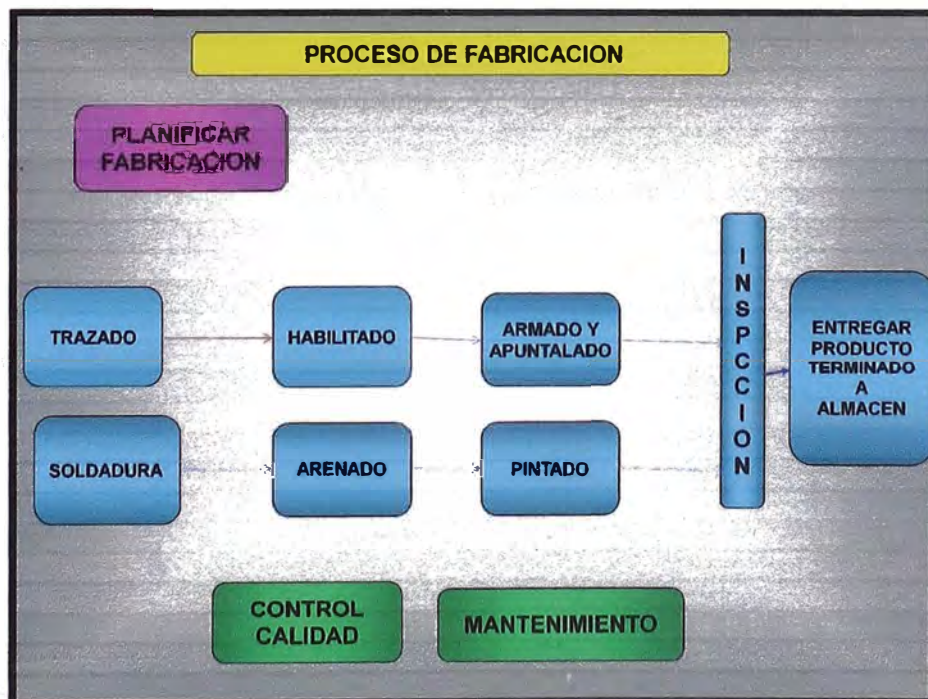


Fig 5.3 Procesos de fabricación.

## **CAPITULO VI**

### **DESARROLLO DEL MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS**

#### **6.1 GENERALIDADES**

En el montaje de estructuras metálicas se considera de mucha importancia la cimentación y las bases de las columnas, elementos que soportan los esfuerzos producidos en la estructura.

##### **6.1.1 Organigrama de la obra**

Se indica los niveles de mando y jerarquía para que el personal que va ejecutar el montaje en el lote 58 La Peruanita. Cuzco.

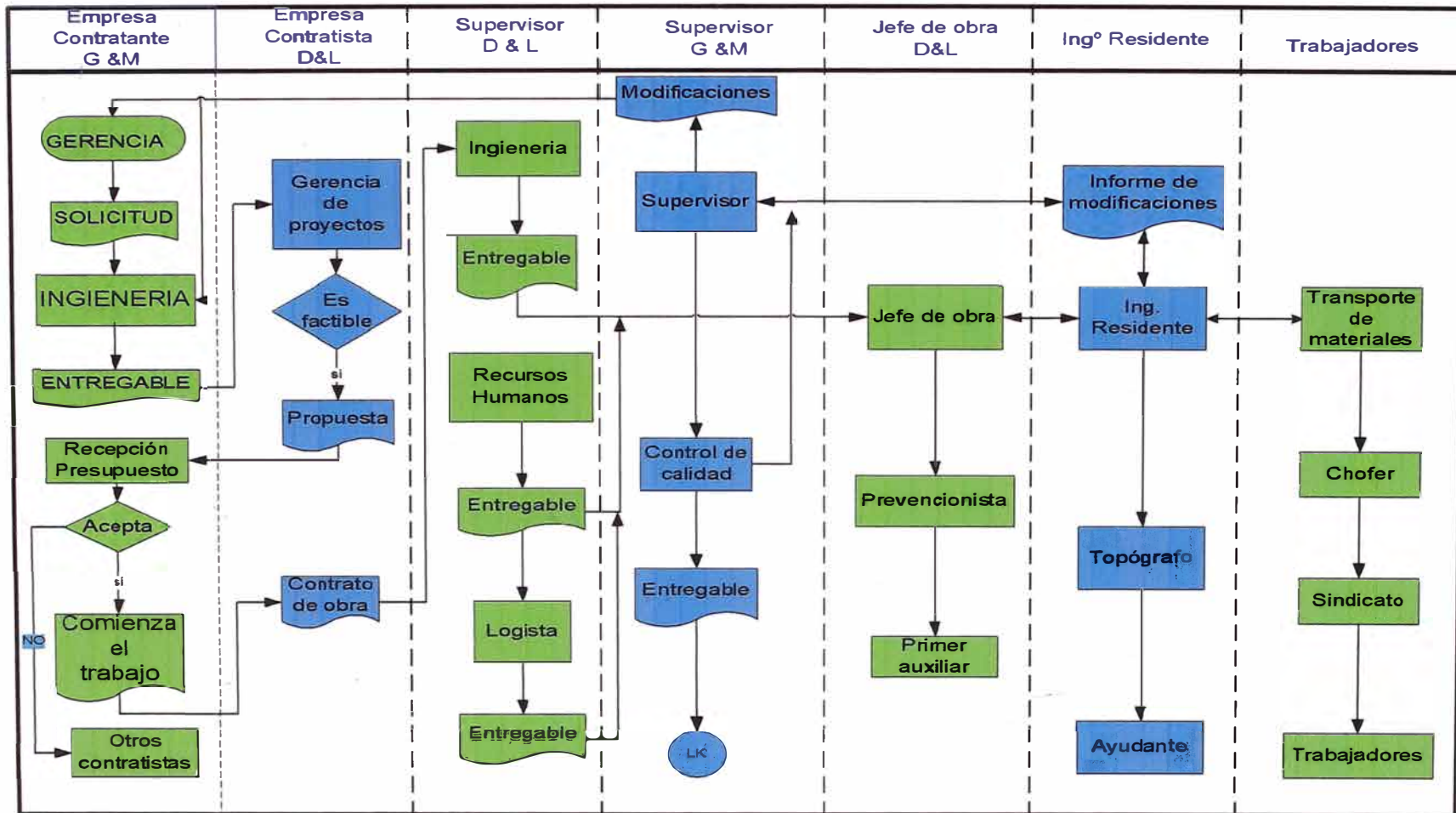


Fig. 6.1 Organigrama de Montaje en Obra

### 6.1.2 Diagrama de flujo

La secuencia para el montaje para las estructuras metálicas será el siguiente:

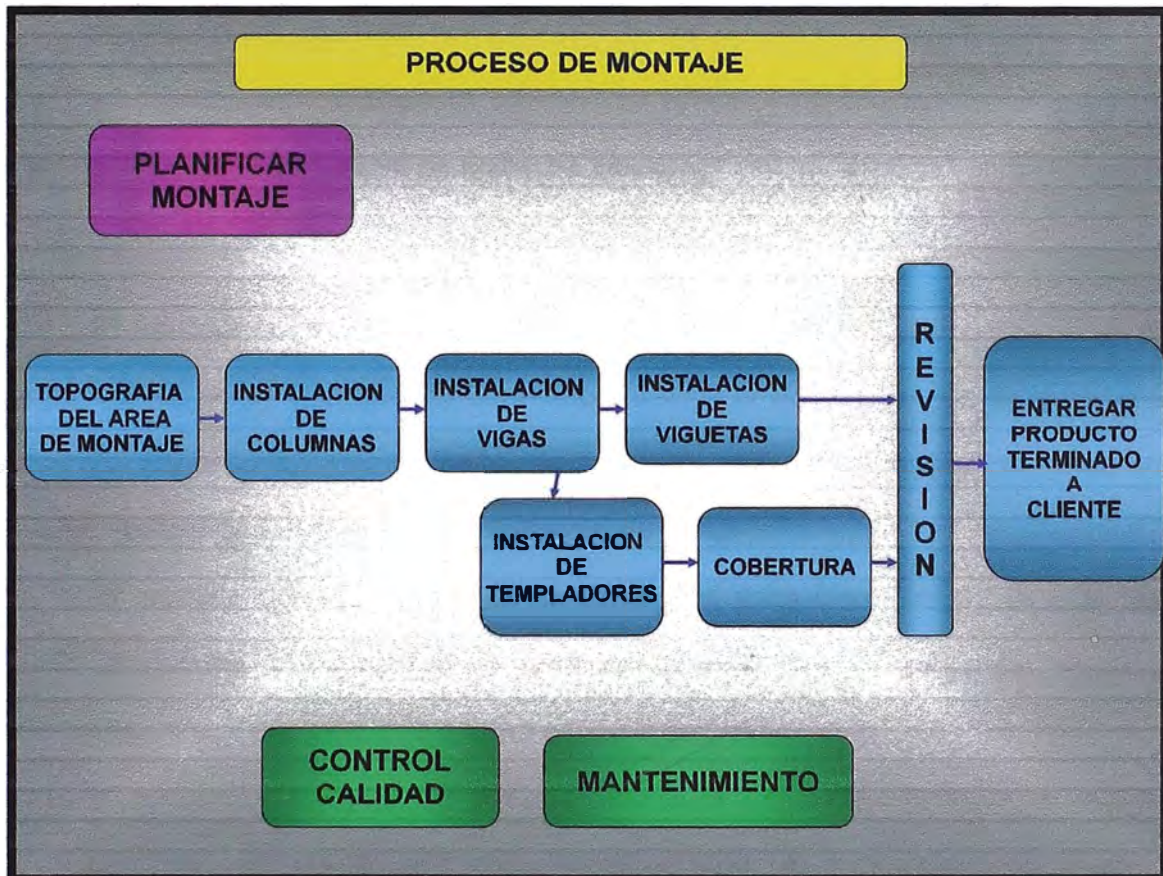


Fig 6.2 de proceso de montaje

### 6.1.3 Cronograma de actividades.

El departamento de obras dispone de un cronograma de actividades en donde se indica la secuencia a seguir y el tiempo que va a tomar este proceso de montaje. El montaje está programado para un mes en el lote 58 La Peruanita, Cuzco. Todo trabajador tiene que cumplir con los requisitos de buena salud y tener todas las vacunas exigidas por GYM.



## 6.2 OPERACIÓN DE MONTAJE

Las operaciones de montaje se dividen en grupos de trabajo tales como :

- Montaje de columnas
- Instalación de vigas
- Instalación de viguetas
- Instalación de arriostres
- Instalación de cubierta de techo de flexilona.

El montaje se realiza con el personal que estuvo en la fabricación y con el apoyo técnico de un maestro de obra montajista y la supervisión de un ingeniero mecánico. En el campamento La Peruanita existe una grúa con una pluma de un alcance vertical de 20 metros y 3 toneladas de carga.

El montaje de las estructuras se hace fácil y en poco tiempo cuando las piezas fabricadas coinciden en el armado, cuando hay el apoyo de equipos especiales para el montaje y se cuenta con un personal experto.

Se busca optimizar el trabajo haciendo que las estructuras no queden forzadas por defecto de fabricación, alineamiento, plomada, encuadrado y que las juntas de dilatación se mantengan dentro de las tolerancias permisibles para el montaje.

## 6.3 REQUERIMIENTO PARA EL MONTAJE

### 6.3.1 Materiales

Los materiales para el montaje son todos los elementos fabricados y adquiridos para el montaje. Sin embargo en el ensamblaje se requiere

elementos consumibles, soldadura, pintura de retoque, oxígeno, acetileno, discos de desbaste, discos de corte etc.

#### **6.4 MANO DE OBRA**

Es importante destacar que todo el personal tendrá la suficiente experiencia en el trabajo de montaje, soldadura, ayudantes y todos estén vacunados cumplimientos los requerimientos de salud del personal.

El traslado del personal al campamento La Peruanita Cuzco se lleva a cabo mediante un avión hasta las Malvinas, luego se trasladan vía fluvial por el Río Urubamba hasta el Lote 58 campamento La Peruanita.

#### **6.5 PERSONAL MONTAJISTA.**

- 01 Residente de obra
- 01 Maestro Montajista
- 14 Operarios Montajistas (inc. 02 operarios soldador y 01 operario pintor)
- 10 Ayudantes de montaje.

#### **6.6 MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS ADICIONALES**

##### **Equipos y herramientas**

- Cuerpos de andamios marca ULMA completos para el cumplimiento de estándares de seguridad personal, en la cantidad según necesidades propias de la Obra.
- 05 Kg. Cinta de Señalización color rojo y amarillo
- 20 Arnéses con doble línea de vida (que serán de cable de acero)
- 01 Taladro para metal (Contingencia)



- 500 ml Soga de 3 /4" (para maniobra) y línea de vida de cable de acero de ½
- 02 Alicates de Electricista
- 200 ml Cable Vulcanizado Monofásico
- Estrobos de cable Ø ½" x 5.00 m
- Grilletes Ø 5/8"
- Grilletes Ø 3/4
- Vigas prediseñadas para montaje.
- 01 Plomada de metal
- 03 Tecles de 03 Ton.
- 04 Tecles de 01 Ton.
- 02 Ratchet 500 kg.
- 01 Máquinas de Soldar (Contingencia)
- 01 compresoras neumáticas (Contingencia)
- 01 Tablero Eléctrico
- 02 Esmeriles de 7"
- 02 Esmeriles de 4"
- Llaves corona y boca en medida respectiva de pernos a utilizar
- 02 Torquímetros (50 kg-m y 30 kg-m)
- 03 Extintores PQS 12 kg.
- 10 Poleas de metal color naranja
- 03 Un Llave Francesa de 10"
- 03 Un Llave Francesa de 12"
- 01 Baúl de herramientas.
- 02 Rectificadores

- EPP de acuerdo a la tarea específica

## 6.7 PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Se formaron 02 grupos para poder cumplir con el programa de ejecución de obra, tal como se indica.

Cuadro 6.1 Personal en montaje.

GRUPO N 1	GRUPO N 2	GRUPO N 3
Soldador	Soldador	Montajista
Montajista	Montajista	Ayudante
Ayudante soldador	Ayudante soldador	
Ayudantes	Ayudantes	

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
Montaje de columna	Montaje de columna	Montaje de flexilona
Montaje de vigueta	Montaje de vigueta	
Montaje de templadores	Montaje de templadores	
Retoques	Retoques	

PIT JP1	PIT GASOLINA-PIT DIESEL	COBERTURA
---------	----------------------------	-----------

## 6.8 TIEMPO DE EJECUCION DE MONTAJE

El tiempo de ejecución del montaje es de 30 días, hábiles pero teniendo en cuenta que la zona donde se hará el montaje hay mucha lluvia, calor, motivo por el cual se asume que se excederá 04 días más de lo programado, además el viaje de

nuestros trabajadores es por grupos porque la capacidad del avión es solo de 20 trabajadores por vuelo, dependiendo del clima.

## 6.9 SECUENCIA DE MONTAJE

### 6.9.1 Objeto

El objeto de este procedimiento es describir la secuencia de tareas que se deben cumplir para ejecutar los trabajos de construcción en el Montaje de las Estructuras de techo y columnas metálicas para el Almacenamiento de Bladers en la Zona de Pit's de Combustible (8,038.00m<sup>2</sup> de área techada y 9.00m de altura en su punto más elevado), la misma que ha sido **fabricada a base tubos de acero estructural (ASTM – A500) y planchas de acero estructural (ASTM – A36)**, tomando en cuenta las medidas de seguridad pertinentes a manera de evitar accidentes leves o graves.

### 6.9.2 Alcance

Este procedimiento será aplicable al montaje de Estructuras Metálicas, y será cumplido y avalado por el Gerente de Proyecto, Jefe de Proyecto, Residente de Obra, Supervisor de Seguridad y al personal técnico involucrado en la ejecución de los trabajos.

### 6.9.3 Definiciones

- *Columna Metálica:* Elemento estructural conformado por la unión soldada de planchas metálicas de 5/16" de espesor definiendo una sección rectangular, además llevarán una placa de 1" de espesor

como base de anclaje a la cimentación existente. En este caso servirán para el apoyo de las estructuras metálicas del techo.

- *Vigas Metálicas Principales:* Elementos estructurales reticulados conformados a base de tubos de Ø 2",3" y 4", con espesores de 2, 2.5 y 3 mm. según sea el caso del diseño definiendo secciones triangulares y rectangulares que se apoyarán en las columnas metálicas.
- *Viguetas Metálicas:* Elementos estructurales reticulados (en secciones triangulares con tubo de Ø 1" y 2mm de espesor) y no reticulados (elementos longitudinales a base de 01 tubo de Ø 4" y 3mm) que servirán como arriostres de las vigas metálicas principales.

#### **6.9.4 Documentación aplicable**

Son de aplicación para la ejecución de los trabajos, el uso de especificaciones técnicas del proyecto, normas aplicables y planos aprobados para construcción en su última revisión.

##### **Planos**

- Plano de Cimentación Rev. 0
- Plano de Estructuras (fabricación y montaje) Rev. 0

#### **6.9.5 Responsabilidades**

##### **Jefe de Proyecto**

- Mantendrá una coordinación permanente con GyM para la correcta y oportuna ejecución de las actividades correspondientes, así como de facilitar los recursos tanto materiales como humanos para que se cumplan con los trabajos del presente procedimiento.

**Residente de Obra**

- Dirigirá y supervisará las actividades en campo, de acuerdo al procedimiento establecido.
- Responsable de cumplir y hacer cumplir las normas de salud, seguridad y calidad establecidas.
- Responsable de tener permisos aplicables a este procedimiento en forma oportuna.

**Maestro Montajista**

- Inspeccionará que las actividades propias del montaje se cumplan de acuerdo al procedimiento establecido.
- Coordinará las actividades en campo conjuntamente con el Ing. Residente de Obra.
- Verificará que los trabajos se realicen respetando los procedimientos establecidos y controlando la calidad, salud y seguridad.
- Instruir al personal mediante el desarrollo diario del ATS y cumplir el procedimiento propuesto.

**6.9.6 Desarrollo**

- El Ingeniero Residente de Obra se hará cargo de gestionar los correspondientes permisos de trabajo, permiso general de trabajo seguro, permiso de trabajo en altura, permiso de trabajos en caliente, etc., es decir los permisos de trabajos que sean convenientes solicitar a GyM o PETROBRAS para la ejecución autorizada de los trabajos.

- Para este ítem, la coordinación entre D&L y GyM ha de ser constante y precisa.
- Antes de iniciar la actividad diaria el Ing. Residente de Obra, así como el Maestro Montajista desarrollarán junto con el personal involucrado los SARO, realizarán la charla diaria de seguridad (5 min.), supervisarán el área de trabajo, equipos, EPP según formato de check list.

### **Trabajos Previos**

- Revisión de planos.
- Verificación de Terreno, trazo y replanteo si así fuera el caso.
- Habilitado y traslado de todos los materiales, equipos y herramientas requeridos para la ejecución de los trabajos. Este traslado puede realizarse mediante una plataforma rodante prediseñada, contemplando las condiciones del terreno. De contar con una unidad de transporte tipo HIAB, puede realizarse los traslados con dicha máquina, tomando las consideraciones necesarias en transporte de materiales.
- Habilitación de zona de acceso que comunique el área de montaje y el área de pre-ensamble.
- Demarcación del área de trabajo tanto de montaje como de pre-ensamble y del lugar donde se almacenan las estructuras, señalizando la zona con cinta roja en el nivel, con carteles de peligro, con cachacos, para el inicio de la actividad.

- Habilitación de punto de energía para corriente de 220 Voltios (por parte de GyM), la que se utilizará para conexión de herramientas eléctricas de mano.
- Armado de cuerpo de andamios (tipo ULMA).
- Verificación de todas las herramientas, para luego proceder al encintado con el color del mes.

### **Montaje de Estructura**

- Apoyo de topógrafo para definición de ejes y medidas, alineamiento de marco de estructura para cobertura en base, caso contrario, se respetará la ubicación de los anclajes en las cimentaciones de concreto.
- Se identificará y colocará las columnas y vigas en su posición de montaje, se realizará el pre-ensamble de las vigas principales (pórticos).
- Colocación y anclaje de las columnas metálicas en los pedestales ya construidos, se utilizarán 02 cuerpos de andamios debidamente arriostrados a los cimientos de concreto (ya construidos) para dichas columnas y utilización de tecles de 01 toneladas apoyados en la estructura del andamio (se adjunta ficha técnica de andamio ULMA). De contar con una unidad tipo HIAB (06 ton.) debe realizarse el izaje de la columna a partir de su extremo superior, verificando estrobos y eslingas a utilizar (peso aproximado de 01 columna, 400.00 kg, estando las eslingas destinadas en capacidad para dicho peso). La maniobra y guía del elemento debe realizarse con sogas a manera de vientos (02 de preferencia) hasta llegar a su posición de anclaje.

- La nivelación de la placa base con respecto a los anclajes se realizará mediante tuercas de  $\varnothing 1"$ , las cuales llevarán un torque de ajuste de 16 kg-m como fijación para los anclajes. Una vez fijado el elemento en su base, se culminará de ajustar las tuercas a un torque de 25 kg-m y se dejarán vientos amarrados a la columna y asegurados a cimentaciones colindantes.
- Para el montaje de pórticos, se colocarán las piezas en posición para su armado, se ensamblarán con los pernos de acuerdo a la posición de las bridas fijadas en los elementos y los planos de montaje.
- Los pernos de  $\varnothing 1/2"$  llevarán un ajuste de 10 kg-m, los de  $\varnothing 5/8"$  un ajuste de 14 kg-m. Los pórticos se colocarán previamente en posición tal que coincida la base con los ejes de las columnas.
- Armado de 01 torre de andamio tipo ULMA cuya elevación máxima en la parte central del pórtico tendrá una altura no menor de 10.00 metros, estarán debidamente arriostrados a las cimentaciones de concreto ya existentes con sogas para su estabilidad. Se colocará un tecele de 03 toneladas sobre un elemento viga de soporte anclado en la torre de andamio armado, (el pórtico armado en su totalidad no sobrepasa los 1,400.00 kg).
- Se armarán 02 torres de andamios (una a cada extremo del pórtico en posición de las columnas ya colocadas, con una altura no menor de 4 metros, 02 cuerpos de andamios), a partir de aquí se asegurarán los extremos del pórtico con estrobos, grilletes y el apoyo de 02 tecles de 01 tonelada (uno en cada extremo del pórtico) y se iniciará el izaje a partir de la torre de andamio armadas en la posición central del pórtico (la maniobra siempre apoyada de guías a partir de



vientos, hasta alcanzar las alturas requeridas para el bridado de los extremos del pórtico a las columnas existentes), se izará la primera mitad del pórtico (incluyendo la cumbrera), se bridará el extremo a la columna respectiva y la cumbrera se apoyará sobre la torre de andamio, aquí se asegurará el elemento. Seguidamente, se izará la otra mitad del pórtico, se bridará un extremo a la columna respectiva y el extremo superior se bridará a la cumbrera que se encuentra asegurada a la torre de andamio. Una vez realizadas las operaciones de bridado, se soltarán las estructuras aseguradas al andamio y se arriostrará el pórtico izado con vientos a las cimentaciones de concreto.

- En el caso de contar con una unidad tipo HIAB (06 ton.), esta podrá tomar la posición de las 02 torres de andamio armadas en el centro del pórtico, e iniciar la labor de izaje del pórtico apoyado de guías con vientos.
- Se colocarán los cables templadores de pórtico con sus colgadores respectivos y momentáneamente el pórtico quedará arriostrado con sogas.
- El proceso de armado de pórticos debe repetirse para cada eje de la estructura.
- El montaje de las viguetas se realizará con armado de 02 torres de andamios (una a cada extremo del anclaje de la vigueta) alcanzando alturas progresivas según el punto más elevado en el centro del pórtico y los extremos de anclaje en las columnas. El izaje se realizará a partir de poleas ancladas en lo superior de la plataforma del andamio, y una vez alcanzada su posición se colocarán y

ajustarán los pernos según planos de montaje y ajustados conforme a lo indicado en el presente documento. Se podrá también, tender líneas de vida (serán de cable de acero de  $\varnothing 1/2"$ ) en recorrido de la longitud del pórtico principal, pudiendo ubicarse el personal en los niveles de anclaje (caminar sobre la estructura) de las viguetas con la viga principal de pórtico.

- El montaje de las viguetas también puede realizarse de contar con una unidad tipo HIAB (06 ton.), asegurando el elemento a la pluma del HIAB e izándolo hasta alcanzar la posición para el anclaje de los extremos de la vigueta en las vigas del pórtico, siempre asegurando la maniobra con guías de vientos.

#### **Trabajos posteriores al Montaje**

- Desmontaje de andamios para movilización hacia otro eje de montaje para la estructura. Demostrar el terreno en buenas condiciones se desplazará hasta 02 cuerpos de andamios armados.
- Limpieza de área.
- Retiro de equipo y herramientas del área de trabajo.



Fig. 6.3 Montaje de Estructura

## **CAPITULO VII**

### **COSTOS**

#### **7.1 GENERALIDADES**

Los costos operativos directos por la construcción, fabricación y montaje comprenden, los costos directos siendo necesario mencionar los elementos que conforman las operaciones a seguir.

##### **7.1.1 Costos directos**

Es aquella inversión que se puede identificarse directamente con construcción.

- Adquisición de materiales, consumibles.
- Sueldo de trabajadores.
- Alquiler de equipos y herramientas a terceras personas.

##### **7.1.2 Costo indirecto**

Es aquel que no está atribuido a la construcción directamente.

Ejemplo Pago de alquiler de oficina, teléfono, luz, etc.

Pago de seguros e impuestos.

### 7.1.2 Gastos

Son los recursos consumidos en la obtención de los ingresos y que generan beneficios futuros. Ejemplo gastos de ejecución de la obra, caja chica e imprevistos.

## 7.2 COSTOS DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS.

Los componentes directos son los siguientes

### 7.2.1 Mano de obra de fabricación

Está conformado por los trabajadores de taller de la fabricación de las estructuras metálicas.

Cuadro 7.1 de mano de obra en fabricación

FABRICACIÓN	Nº TRAB	SUELDO	DÍAS	COSTO (S/.)	COSTO (US\$)
Administrador	1	50	12	600.00	187.50
armadores	6	90	30	16,200.00	5062.50
Ing. Mecánico	1	200	30	6,000.00	1875.00
Maestro de Obra	1	120	30	3,600.00	1125.00
Calderero	1	100	20	2,000.00	625.00
Oxigenista	3	100	25	7,500.00	2343.75
Soldadores	4	120	30	14,400.00	4500.00
ayudantes	4	50	30	6,000.00	1875.00
PINTORES	4	80	15	4,800.00	1500.00
Ayudantes	4	50	15	3,000.00	937.50
	<b>29</b>			<b>COSTO TOTAL S/.</b>	<b>64,100.00</b>
					<b>20,031.25</b>



### 7.2.2 Equipos y maquinas

Los equipos y maquinas que emplea D&L para la fabricación es el siguiente:

Cuadro 7.2 Equipos y Máquinas

DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPO	SOLES/DIA	COSTO (S/.)	COSTO (US\$)
Maquina de soldar	4	20	60	4,800.00	1,500.00
Esmeril de mano	3	15	25	1,125.00	351.56
Equipo de oxicorte	2	10	40	800.00	250.00
Taladro de banco	1	5	80	400.00	125.00
Compresora	1	15	120	1,800.00	562.50
Tronzadora	3	10	70	2,100.00	656.25
Maquina soldarMIG	1	25	150	3,750.00	1,171.88
	15	COSTO TOTAL S/.		14,775.00	4,617.19

### 7.2.3 Equipos de protección personal y seguridad

Los equipos de protección personal que emplea D&L para la fabricación es el siguiente:

Cuadro 7.3 EPP

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	Costo(S/.)	Costo (US\$)
Cascos	30	u	37	1,110.00	346.88
Guantes de soldador	30	pares	35	1,050.00	328.13
caretas de soldar	5	u	50	250.00	78.13
caretas de esmerilar	5	u	30	150.00	46.88
Zapatos reforzados	30	pares	50	1,500.00	468.75
Uniformes	30	u	40	1,200.00	375.00
Lentes	30	u	10	300.00	93.75
lentes de oxicorte	5	u	20	100.00	31.25
Tapones de oido	30	u	4	120.00	37.50
guantes	30	pares	8	240.00	75.00
		<b>COSTO TOTAL S/.</b>		<b>6,020.00</b>	<b>1,881.25</b>

#### 7.2.4 Consumibles, varios

Se pone en consideración todos los costos de los consumibles que utilizo D&L para la fabricación de las estructuras metálicas y se muestran:

Cuadro 7.4 de consumibles

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	Costo(S/.)	Costo (US\$)
Oxigeno	180	m3	15	2,700.00	843.75
Acetileno	80	m3	20	1,600.00	500.00
Soldadura E6011.1/8	60	kg	15	900.00	281.25
Soldadura E7018.1/8	60	kg	25	1,500.00	468.75
Soldadura E7018.5/32	60	pares	30	1,800.00	562.50
Botella gas protec	5	m3	50	250.00	78.13
Carrete 0.8mmMig	5	u	250	1,250.00	390.63
Discos de corte 4"	12	u	7	84.00	26.25
Discos de corte 14"	20	u	20	400.00	125.00
Discos de desbaste 4"	12	u	9	108.00	33.75
Discos de desbaste 7"	12	u	17	204.00	63.75
Pintura antirrosiva	117	gl	78	9,126.00	2,851.88
Pintura Acabado	104	gl	90	9,360.00	2,925.00
Thiner	50	gl	35	1,750.00	546.88
Trapo industrial	20	kg	5	100.00	31.25
Arenado	2300	m2	12	27,600.00	8,625.00
		COSTO TOTAL S/.		58,732.00	18,353.75



### 7.2.5 Materiales

Se pone en consideración todos los costos de los materiales que utilizo D&L para la fabricación de las estructuras metálicas y se muestran:

Cuadro 7.5 de Metrado

DESCRIPCION	Metrados		PESO APROX (Por pza.)	PARCIAL	TOTAL (kg)	P.U. \$US x kg	TOTAL \$US
	Cant.	Und.					
<b>MODULO JP-1</b>							
Vigueta 01	22.00	pza.	63.34	1,393.39		1.50	2,090.09
Vigueta 02	80.00	pza.	63.53	5,082.40		1.50	7,623.60
Vigueta 04	8.00	pza.	80.72	645.76		1.50	968.64
Vigueta 05	4.00	pza.	68.21	272.84		1.50	409.26
Vigueta 06	16.00	pza.	64.05	1,024.80		1.50	1,537.20
VP - 1 A	22.00	pza.	306.27	6,737.94		1.50	10,106.91
VP - 1 B	22.00	pza.	252.79	5,561.38		1.50	8,342.07
VP - 2 Cumbrera	11.00	pza.	108.89	1,197.79		1.50	1,796.69
Columnas C1	22.00	pza.	395.07	8,691.54	<b>30,607.84</b>	1.50	13,037.31
<b>MODULO DIESEL</b>							
Vigueta 02	80.00	pza.	63.53	5,082.40		1.50	7,623.60
Vigueta 04	8.00	pza.	80.72	645.76		1.50	968.64
Vigueta 06	16.00	pza.	64.05	1,024.80		1.50	1,537.20

DESCRIPCION	Metrados		PESO APROX (Por pza.)	PARCIAL	TOTAL (kg)	P.U. \$US x kg	TOTAL \$US
	Cant.	Und.					
VP - 1 A	18.00	pza.	306.27	5,512.86		1.50	8,269.29
VP - 1 B	18.00	pza.	252.79	4,550.22		1.50	6,825.33
VP - 2 Cumbre	9.00	pza.	108.29	974.61		1.50	1,461.92
Columnas C1	18.00	pza.	395.07	7,111.26	<b>24,901.91</b>	1.50	10,666.89
<b>MODULO GASOLINA</b>							
Vigueta A	6.00	pza.	47.41	284.46		1.50	426.69
Vigueta B	15.00	pza.	47.41	711.15		1.50	1,066.73
Columnas C2	8.00	pza.	190.30	1,522.40		1.50	2,283.60
VP - A	8.00	pza.	246.53	1,972.24	<b>4,490.25</b>	1.50	2,958.36
	<b>411.00</b>	<b>pzas.</b>		<b>TOTAL (KG)</b>	<b>60,000.00</b>		<b>\$90,000.0</b>

Cuadro 7.6 Resumen de Costos de Fabricación

RESUMEN DE COSTOS DE FABRICACION	Costo (US\$)
Costo de mano de obra	20,031.25
Costo de equipos y maquinaria	4,617.19
Costo de EPP y seguridad	1,881.25
Costo de materiales consumibles	18,353.75
Costo de materiales de estructuras	90,000.00
<b>costo total en US\$</b>	<b>134,883.44</b>

### 7.3 COSTOS DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS.

Para el montaje intervienen varios factores que a continuación mencionamos:

#### 7.3.1 Mano de obra

Está conformado por un 70% de trabajadores que participaron en la fabricación de las estructuras y que logró pasar el examen médico.

Cuadro 7.7 Mano de Obra de Montaje

Montaje	Nº trab	Sueldo	días	Costo(S/.)	Costo (US\$)
Administrador	1	50	12	600.00	187.50
Montajistas	6	100	30	18,000.00	5,625.00
Ing. Mecánico	1	200	30	6,000.00	1,875.00
Maestro de Obra	1	120	30	3,600.00	1125.00
Calderero	1	100	20	2,000.00	625.00
Oxigenista	1	100	25	2,500.00	781.25
Soldadores	4	120	30	14,400.00	4,500.00
Ayudantes	9	50	30	13,500.00	4,218.75
PINTORES	2	80	15	2,400.00	750.00
	26	<b>COSTO TOTAL S/.</b>		63,000.00	19,687.50

### 7.3.2 Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas principales empleadas son:

Cuadro 7.8 Equipos y Herramientas

DESCRIPCION	CANTIDAD	Tiempo	soles/día	Costo(S/.)	Costo (US\$)
Máquina de soldar	2	30	60	3,600.00	1,125.00
Esmeril de mano	3	30	20	1,800.00	562.50
Equipo de oxicorte	1	30	40	1,200.00	375.00
Taladro de base magnética	1	30	45	1,350.00	421.88
Andamios Ulma	12	30	15	5,400.00	1,687.50
Torquímetros	3	30	70	6,300.00	1,968.75
Tecles	4	30	10	1,200.00	375.00
Rectificadores	3	30	10	900.00	281.25
Taladro con percutor	1	30	150	4,500.00	1,406.25
	30	COSTO TOTAL S/.		26,250.00	8,203.13

### 7.3.3 Equipos de protección personal

Los principales son:

Cuadro 7.9 de EPP en el montaje

ELEMENTOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD				
DESCRIPCION	UND	CANT	P.U US\$	P.PARCIAL US\$
Uniformes de trabajo	u	30	25	750.00
Cascos de seguridad	u	50	10	500.00
Cinta de Señalización color Rojo y Amarillo	Kg	5	4	20.00
Arneses 3 argollas LV cable de acero c/a 2-1/4"	u	24	150	3,600.00
Botas de trabajo	u	30	20	600.00
Escarpines	u	10	2.5	25.00
Careta de seguridad para soldador	u	6	10	60.00
Careta de de protección para esmeril	u	10	10	100.00
Barbiquejos	u	36	1	36.00
CASCO BLANCO 3M	u	1	25	25.00
Cinta de 30m TRUPER	u	1	5	5.00
Lentes para oxicorte	u	2	12	24.00
Guantes de soldador	pares	3	20	60.00
Guantes de Montaje	pares	48	2.5	120.00
Lentes claros-oscuros 48 c/u	u	96	2	192.00
Mandiles para soldador	u	3	10	30.00
Escarpines y Mangas para soldador	pares	3	3	9.00
Caretas para soldar	u	3	12	36.00

<b>ELEMENTOS DE PROTECCION Y SEGURIDAD</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>P.U US\$</b>	<b>P.PARCIAL US\$</b>
Lunas para soldar Negras	u	10	1	10.00
Lunas para soldar Blancas	u	50	0.5	25.00
Tapones de Oído	u	50	0.5	25.00
Respiradores N95 C/VALVULA	u	10	30	300.00
Cascos t/ Jockey-con barbiquejos	u	5	25	125.00
Cascos t/ Jockey - con barbiquejo.	u	31	25	775.00
Abrigos termocellados color amarillo	u	45	18	810.00
<b>Costo Total</b>			<b>US\$</b>	<b>8,262.00</b>

### 7.3.4 Consumibles

Los principales consumibles usados en el montaje de las estructuras son las siguientes:

Cuadro 7.10 Consumibles en el Montaje.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>Costo(S./.)</b>	<b>Costo (US\$)</b>
Oxigeno	6	m3	15	90.00	<b>28.13</b>
Acetileno	6	m3	20	120.00	<b>37.50</b>
Soldadura E6011.1/8	20	kg	15	300.00	<b>93.75</b>
Soldadura E7018.1/8	20	kg	25	500.00	<b>156.25</b>
Soldadura E7018.5/32	20	pares	30	600.00	<b>187.50</b>
Discos de corte 4"	6	u	7	42.00	<b>13.13</b>



DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	Costo(S/.)	Costo (US\$)
Discos de corte 14"	6	u	20	120.00	37.50
Discos de desbaste 4"	6	u	9	54.00	16.88
Pintura anticorrosiva	2	gl	78	156.00	48.75
Pintura Acabado	2	gl	90	180.00	56.25
Thiner	3	gl	35	105.00	32.81
Trapo industrial	5	kg	5	25.00	7.81
			<b>COSTO TOTAL S/.</b>	<b>2,292.00</b>	<b>716.25</b>

### 7.3.5 Materiales

Los principales materiales usados en el montaje de las estructuras son las siguientes: Cables de acero de ½ pulgada, pernos de ½ y de 5/8 de pulgada y la flexilona para la cobertura y los bladers todo este material fue comprado por GYM.

## 7.4 RESUMEN DE COSTOS DE MONTAJE

Cuadro 7.11 de resumen de costos.

RESUMEN DE COSTOS DE MONTAJE	Costo (US\$)
Costo de mano de obra	19,687.50
Costo de equipos y maquinaria	8,203.13

<b>RESUMEN DE COSTOS DE MONTAJE</b>	<b>Costo (US\$)</b>
Costo de EPP y seguridad	8,262.00
Costo de consumibles	716.25
Costo de materiales y otros	1,000.00
<b>costo total en US\$</b>	<b>37,868.88</b>

#### 7.4.1 Resumen total de fabricación y montaje

Cuadro 7.12 Resumen total en Fabricación y Montaje.

<b>ITEM</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>Costo US\$</b>
<b>01</b>	Costo de fabricación	134,883.44
<b>02</b>	Costo de Montaje	37,868.88
	<b>SUB TOTAL:</b>	<b>172,752.32</b>
	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS (5%)</b>	<b>8,637.62</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>	<b>17,275.23</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>198,665.17</b>

#### 7.5 **COSTO TOTAL DEL PROYECTO.**

El costo total de la obra es:

US\$ 198,665.17 DOLARES AMERICANOS + IGV





Fig 7.1 Extendiendo lona flexible.



Fig 7.2 Techo del almacén con flexilona



Fig 7.3 Acabado del almacén

## CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

- 1) Es muy importante considerar en el proceso de fabricación un taller adecuado, que brinde todas las facilidades a los trabajadores en cuanto a superficies planas niveladas para hacer trazos correctos, también contar con las herramientas y maquinarias en perfecto estado de funcionamiento. Tener áreas para hacer seguimiento a los procesos de fabricación con lo cual lograre un control adecuado del avance del personal, y poder detectar probables fallas y corregirlas a tiempo.
- 2) Durante el proceso de fabricación las cuales se llevaron a cabo en Lima Puente Piedra no hubo problemas de consideración, se fabricó un promedio de 2,000 Kg / día.
- 3) El transporte de las estructuras a obra Lote 58 La Peruanita\_Cuzco. Fabricadas en nuestro taller fueron asumidas por la Empresa GYM Como estipula en el contrato.
- 4) En cuanto al montaje hubo problemas en cuanto al clima totalmente desfavorable, se paralizó dos días seguidos por las lluvias excesivas pero se pudo recuperar trabajando más horas el resto de los días.

En futuras cotizaciones se debe considerar un margen adicional para salvar estas contingencias.

- 5) Hubo problemas en el transporte de los materiales puesto que ellos estaban supeditados al cambio climatológico.
- 6) Tanto la estructura como la cobertura en flexilona Econoflex 2000 para los pits de combustible quedaron bien , sin embargo si hubo problemas en 02 bladers de combustible tales como filtros, pero estos fueron cambiados .Cabe mencionar que estos bladers están protegidos por una base de geomenbrana especial HPDE.
- 7) Las comunicaciones es un factor importante que no se valoró mucho pero que fue un factor que afecto a los trabajadores, recuérdese que no funciona los celulares, La Empresa GYM habilito una cabina telefónica pero solo por horas y no se abastecía para todo los trabajadores de las diferentes Empresas de otros rubros. Otro problema fue el cupo escaso en los avionetas contratadas por Petrobras Lima Malvinas, sólo viajaban 20 trabajadores, y sólo teníamos 07 para nuestra Empresa D&L. Sin contar con los retrasos de vuelo por mal clima. Por ello es necesario considerar estos factores para realizar una mejor propuesta en las cotizaciones, para cubrir estas deficiencias y preparar a nuestros trabajadores para que se puedan desenvolver normalmente en sus labores manteniendo la debida motivación en zonas de selva. Sin embargo creemos haber ganado cierta experiencia al respecto y darnos cuenta lo extenso que es nuestro territorio Nacional.



- 8) La selección adecuada de soldadura es importante en la optimización porque economiza el proceso de fabricación y el tiempo invertido en ella es menor (esto se logra cuando se utiliza el sistema Mig en la fabricación de la estructura).
  
- 9) Actualmente trabajar con Normas, códigos y especificaciones es muy importante porque son publicaciones con el debido sustento técnico realizado en base a estudios científicos y experimentación, complementado con la experiencia de muchos científicos e ingenieros especialistas. Y el conocimiento de estas Normas Internacionales posibilita que proyectos realizados en el Perú puedan participar y ser aplicados en diferentes países.
  
- 10) El almacén a sido diseñado por el método de las secciones, cualquier estructura es un todo continuo pero para fines de análisis se puede dividir en distintos miembros como sería las vigas, columnas, etc. la determinación de las cargas en cada miembro se lleva a cabo calculando las reacciones internas producidas por esas cargas o sea las fuerzas axiales, cortantes y sus respectivos momentos. Nuestra estructura cumple con la función de encerrar un espacio en el cual se almacenara combustible, y mantiene un costo dentro de los límites económicos.

# ANEXOS

## ANEXOS

1. Diagrama Gantt.
2. Norma de arenado Comercial SSP 6

### **UNION DE NORMAS DE PREPARACION DE SUPERFICIE**

#### **SSPC-SP6/NACE N° 3**

#### **LIMPIEZA POR CHORRO GRADO COMERCIAL**

#### **INTRODUCCION.**

*Esta unión de normas cubre el uso de limpieza por chorro abrasivo hasta dar un grado definido de limpieza de superficies de acero antes de la aplicación de un recubrimiento protector ó un sistema de recubrimiento interior.*

*Esta norma está determinada para el uso de especificadores, aplicadores, inspectores ú otros cuya responsabilidad podría ser definir un grado standard de limpieza de superficie.*

*El objeto de esta norma es la limpieza por chorro al grado comercial. La limpieza por chorro al metal blanco, cercano al blanco y suave es tratada en estándares separados. Esta norma fue preparada por la unión de Grupo de Trabajo A en Preparación de Superficie por Limpieza con chorro abrasivo. Este grupo de trabajo está conformado por miembros del Comité SSPC de Preparación de Superficie y el Comité T-6-G NACE en Preparación de Superficie.*

#### **1: GENERALIDADES**

*1.1. Esta norma cubre los requerimientos para limpieza por chorro del metal comercial de superficies de acero mediante el uso de abrasivos.*

*1.2. Los requerimientos que deben hacerse están descritos en las secciones 1 a 9, como sigue:*

*Sección 1. Generalidades*

*Sección 2. Definición*

*Sección 3. Documentos Referenciales*

*Sección 4. Procedimientos antes de la Limpieza por Chorro*



*Sección 5. Métodos y Operación de la Limpieza por Chorro*

*Sección 6. Abrasión para la Limpieza por Chorro*

*Sección 7. Procedimientos siguientes a la Limpieza por Chorro e*

*Inmediatamente antes del recubrimiento ó limpieza.*

*Sección 8. Inspección*

*Sección 9. Requerimiento de seguridad y condiciones ambientales.*

*1.3. La Sección 10, Comentarios y Apéndice A, Notas Aclaratorias no son requerimientos obligatorios de esta norma.*

## **2. DEFINICION**

*2.1. Una Superficie limpiada con chorro al grado comercial, cuando es vista sin amplificar, estará libre de todo aceite, grasa, polvo, suciedad, escama de laminación, herrumbre, recubrimientos, óxidos, productos de corrosión ú otra materia extraña, a excepción del área sombreada, como se nota en la Sección 2.2.*

*2.2. Sombreados en áreas aleatorias estarán limitados a no más del 33 por ciento de cada unidad de área como se define en la sección 2.6. y puede consistir en ligeras sombras, bandas ó decoloraciones menores causados por manchas de herrumbre, escama de laminación ó recubrimientos antiguos.*

*2.3. Variaciones aceptables en apariencia que no afecten la limpieza de la Superficie como se definió en la sección 2.1. incluyen variaciones causadas por tipos de acero, condiciones originales de la superficie, espesor del acero, metal soldado, marcas de fabricación o maquinación, tratamiento térmico, zonas afectadas por el calor, tipo de abrasivo y diferencias en el patrón de chorreado.*

*2.4. Cuando un recubrimiento es especificado, la superficie estará rugosa hasta un grado satisfactorio para el sistema de recubrimiento especificado.*

*2.5. Inmediatamente antes de la aplicación del recubrimiento, la superficie cumplirá con el grado de limpieza aquí definido.*

*2.6. La unidad de área para la determinación del sombreado será de aproximadamente 9 pulg<sup>2</sup> (6,400 mm<sup>2</sup>) (por ejemplo, un cuadrado de 3 pulgadas x 3 pulgadas (80 mm. X 80 mm.)).*

*2.7. Las normas visuales ó los comparadores pueden ser especificados para complementar la definición escrita. En alguna disputa, las normas escritas tendrán preferencia sobre las normas visuales y comparadores. Nota: Información adicional sobre normas visuales y comparadores está dada en la Sección A.4. del Apéndice A.*

## **3. DOCUMENTOS REFERENCIALES.**

*3.1. Los siguientes documentos son referidos a esta norma:*

*Steel Structures Painting Council (SSPC) Standards:*

*SSPC-AB1 Abrasivos de escoria y minerales*

*SSPC-SP1 Limpieza con solventes*

*SSPC-PA Guide 3 Guía de Seguridad en Aplicación de Recubrimientos.*

*3.2 En la fecha de invitación a ofertar, se utilizará la última información, revisión o enmienda de los documentos de la referencia en uso, a menos que se haya especificado otra cosa. Si aquí existe un conflicto entre los documentos de la referencia citados y esta norma, ésta prevalecerá a menos que esté indicado en otra parte de los documentos de procura (Especificación del Proyecto).*

#### **4. PROCEDIMIENTOS ANTES DE LA LIMPIEZA CON CHORRO.**

*4.1 Antes de la limpieza por chorro, los depósitos visibles de aceite o grasa serán removidos en concordancia con SSPC-SP1 ú otro método aceptable.*

*4.2 Antes de la limpieza con chorro, las imperfecciones de la superficie, aletas y bordes afilados, salpicaduras de soldadura, escoria quemada, serán removidos de la superficie hasta la magnitud requerida por los documentos de procura (Especificación del Proyecto). Nota: Información adicional de imperfecciones de la superficie están dadas en la sección A.5 del Apéndice A.*

*4.3 Si una norma visual ó comparador está especificado para complementar la norma escrita, la condición del acero antes de la limpieza por chorro será determinada antes de empezar el chorreado.*

*Nota: Información adicional sobre normas visuales y comparadores está dada en la sección A.4 del Apéndice A.*

#### **5. METODOS Y OPERACIÓN DE LA LIMPIEZA A CHORRO.**

*5.1. Para el chorreado con boquilla, se utilizará aire comprimido seco y limpio. Filtros de humedad, filtros de aceite, trampas ú otros equipamientos pueden ser necesarios para lograr este requerimiento.*

*5.2. Alguno de los siguientes métodos de preparación de superficie puede ser usado para lograr una superficie limpia al grado comercial.*

*5.2.1. Chorreado con abrasivo seco, usando aire comprimido, boquilla de chorreado y abrasivos.*

*5.2.2. Chorreado con abrasivo seco, usando un circuito cerrado, recirculando el sistema abrasivo con aire comprimido, boquilla de chorreado y abrasivos, con ó sin bomba para recuperación de polvo y abrasivo.*

*5.2.3. Chorreado con abrasivo seco, usando un circuito cerrado, recirculando el sistema abrasivo con ruedas, centrífugas y abrasivos.*

*5.3. Otros métodos de preparación de superficie (como el chorreado abrasivo húmedo) pueden ser usados para lograr una superficie limpiada con chorro comercial, por mutuo acuerdo entre los responsables de efectuar el trabajo y quienes establecieron los requerimientos. Nota: La información sobre el uso de inhibidores para prevenir la formación de herrumbre después de la limpieza por chorreado húmedo está dada en la sección A.9 del Apéndice A.*

## **6. ABRASIVOS PARA LIMPIEZA POR CHORREO.**

*6.1 La selección del tamaño y tipo de abrasivo estará basada en el tipo, grado y condición de superficie del acero a ser limpiado, el tipo de sistema de limpieza por chorreo utilizado, el acabado superficial a ser producido (limpieza y rugosidad) y si el abrasivo que será ó no reciclado.*

*6.2 La limpieza y tamaño de los abrasivos reciclados serán mantenidos hasta asegurar el cumplimiento de esta norma.*

*6.3 El abrasivo estará seco y libre de aceite, grasa y otros contaminantes estará determinado por los métodos de ensayo encontrados en SSPC-AB1. Observe que ni siquiera SSPC—AB1 direcciona las abrasivos minerales y escoria, los ensayos son aplicados a la mayoría de abrasivos.*

*6.4 Algunas limitaciones o restricciones en el uso de abrasivos específicos, cantidad de contaminantes o grado de incrustación se incluirá en los documentos de procura (Especificación del Proyecto) cubriendo el trabajo, porque la incrustación del abrasivo, y el contenido de contaminantes no pueden ser aceptables para algunos requerimientos de servicio.*

*Nota.- Información adicional en la selección de abrasivos está dada en la sección A.2 del Apéndice A.*

## **7. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR CON LA LIMPIEZA A CHORRO E INMEDIATAMENTE ANTES DE APLICAR EL RECUBRIMIENTOS.**

*7.1 Depósitos visibles de aceite, grasa ú otro contaminante serán removidos de acuerdo a SSPC-SP1 ú otro método convenido por los responsables de establecer los requerimientos y los responsables de hacer el trabajo.*

*7.2 Polvo y residuos serán removidos de las superficies preparadas mediante brochado, aplicando aire comprimido limpio y seco, bomba de limpieza, ú otro método acordado por aquellos responsables de establecer los requerimientos y los responsables de efectuar el trabajo. Filtros de humedad, filtros de aceite, trampas ú otros equipamientos pueden ser necesarios para conseguir aire limpio y seco.*

*7.3 Después de la limpieza por chorreo, las imperfecciones de la superficie que permanecen (ejemplo: rebabas, filos, salpicaduras de soldadura, escoria quemada, costras, astillas, etc.) serán removidas hasta alcanzar lo requerido en los documentos de procura (Especificación del Proyecto). Algunos daños al perfil de rugosidad de la superficie que resultaran de la remoción de las imperfecciones de cita, serán corregidos hasta alcanzar los requerimientos de la sección 2.4.*

*Nota: Información adicional sobre imperfecciones de la superficie se dan en la Sección A.5 del Apéndice A.*

*7.4 La herrumbre visible que se forma en la superficie del acero será removida chorreando de nuevo las áreas herrumbradas hasta alcanzar los requerimientos de esta norma antes de aplicar el recubrimiento*

*Nota: Información sobre el retomo de la herrumbre y condensación en la superficie se da en las Secciones A.6, A.7 y A.8 del Apéndice A.*

## **8. INSPECCION**

*8.1 El trabajo y materiales suministrados bajo esta norma está sujeto a inspección por un representante de los responsables para establecer los requerimientos. Los materiales y áreas de trabajo serán accesibles al inspector. Los procedimientos y tiempos de inspección serán acordados por aquellos responsables para establecer los requerimientos y aquellos que ejecuten el trabajo.*

*8.2 Las condiciones no cumplidas en esta norma serán corregidas. En caso de una disputa, un arbitraje ó acuerdo se seguirán los procedimientos establecidos en los documentos de procura (Especificación del Proyecto). Si no se establece un acuerdo, entonces se utilizará un procedimiento mutuamente convenido entre el comprador y el vendedor.*

*8.3 Los documentos de procura (Especificación del Proyecto) establecerán la responsabilidad para la inspección y para algún testimonio requerido, certificando el cumplimiento de esta norma.*

## **9. SEGURIDAD Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.**

*9.1. Debido a que la limpieza con chorro abrasivo es una operación peligrosa, todo trabajo será conducido en cumplimiento con el seguro aplicable ya escrito y reglas de seguridad y regulaciones de salud ambiental y ocupacional locales, estatales y federales.*

*Nota: SSPC-SA Guide 3. "Guía para Asegurar la Aplicación del Recubrimiento" indica la seguridad concerniente para trabajos de aplicación con esta norma.*

## **10. COMENTARIOS**

10.1. Información y datos adicionales relativos a esta norma están contenidos en el Apéndice A. Información y datos detallados son presentados en un documento separado, SSPC-SP COM, "Comentarios de Preparación de Superficie". Las recomendaciones contenidas en el Apéndice y SSPC-SP COM son verídicas hasta que representen una buena práctica, pero no son considerados como requerimiento de esta norma. Las secciones de SSPCSP COM que tratan las consideraciones referidas a la limpieza con chorro comercial son las siguientes:

<u>Consideraciones</u>	<u>Sección Comentario</u>
Selección del Abrasivo	5.
Grado de Limpieza	11.10
Espesor de Película	10.
Limpieza con Chorro Abrasivo Húmedo	9.
Pinturas de Mantenimiento	3.2.
Reaparición de la Herrumbre	8.
Perfil de Rugosidad	6.
Normas Visuales y Comparadores	7.
Salpicaduras de Soldadura	4.1.

## **APENDICE A. NOTAS ACLARATORIAS.**

### **A.1. FUNCION.**

La limpieza por chorro comercial (SSPC-SP6 / NACE N° 3) provee un mayor grado de limpieza que la limpieza por chorro ligero (SSPC-SP7 / NACE N° 4) pero menor que la limpieza por chorro al metal cercano al blanco (SSPC-SP10/ NACE N° 2). Podría ser usado cuando un alto pero no perfecto grado de limpieza por chorro es requerido. Las funciones primarias de la limpieza por chorro antes de aplicar el recubrimiento son: a) Remover el material de la superficie que pueda causar una falla temprana del sistema de recubrimiento y b) Obtener el apropiado grado de rugosidad. La jerarquía de las normas de chorreado es como sigue: limpieza por chorro al metal blanco, cercano al blanco, comercial y ligero.

### **A.2. SELECCIÓN DEL ABRASIVO.**

Los tipos de abrasivo metálicos y no metálicos son discutidos en "Comentarios de Preparación de Superficie (SSPC-SP COM). Es importante reconocer que los abrasivos para chorreado pueden llegar a ser incrustados o dejar residuos en la superficie del acero durante la preparación. Normalmente, cuando una incrustación ó residuo no hace daño, deberá ser tomado con cuidado para asegurar que el abrasivo está libre de detritos, contaminantes solubles en agua, en solvente, en ácidos. El acero preparado es para ser utilizado en inmersión. Los criterios para selección y evaluación de abrasivos no metálicos están dados en SSPC-AB1 "Abrasivos Minerales y de Escoria".

### **A.3. PERFIL DE RUGOSIDAD.**

Perfil de rugosidad es la rugosidad de la superficie, que resulta de la limpieza con chorro abrasivo. La profundidad (6 altura) del perfil de rugosidad depende del



*tamaño, tipo y dureza del abrasivo, velocidad de partícula y ángulo de impacto, dureza de la superficie, cantidad de reciclado, y el apropiado mantenimiento de mezclas de operación de granalla y/o balines.*

*La mínima/máxima altura del perfil de rugosidad es usualmente dependiente del espesor de película a ser aplicado. Abrasivos de tamaño de partícula larga (particularmente abrasivos metálicos) pueden producir un perfil que puede ser muy profundo para ser adecuadamente cubierto por una simple capa delgada. En concordancia, es recomendable que el uso de abrasivos de mayor tamaño sea evitado en estos casos. Desde luego, abrasivos de gran tamaño pueden ser necesarios para la remoción de recubrimientos gruesos, escama de laminación pesada, o herrumbre. Si el control del perfil (mínimo / máximo) está considerado como significativo para la performance del recubrimiento, esto deberá ser direccionado en los documentos de procura (Especificación del Proyecto).*

*Alturas típicas de máximo perfil logradas con abrasivos comerciales promedio son mostradas en la Tabla 8 del "Comentario de Preparación de Superficies" (SSPC-SP COM). El perfil de rugosidad puede ser medido en concordancia con NACE Standard RP0287, "Medición de Campo del Perfil de Rugosidad de Superficies de Acero Limpiadas con Chorro Abrasivo usando Papel de Réplica" ó ASTM-D4417 "Método de Ensayo para Medición de Campo de Perfil de Rugosidad de Acero Limpiado con Chorro".*

#### **A.4. COMPARADORES Y STANDARD VISUALES.**

*Note que el uso de normas visuales ó comparadores en conjunto con esta norma sólo es requerido cuando está especificado en los documentos de procura (Especificación del Proyecto) cubriendo el trabajo. Desde luego, es fuertemente recomendable que los documentos de procura requieran el uso de normas visuales ó comparadores.*

*SSPC-VIS1-89 provee fotografías a color para varios grados de preparación de superficie, en función de las condiciones iniciales del acero. Los comparadores visuales NACE son tarjetas de acero encapsuladas mostrando diferentes condiciones del acabado a chorro:*

*NACE VISUAL COMPARATOR para superficies de acero nuevo limpiadas a chorro con Abrasivos de arena (complementa con NACE Standard TM0170).*

*NACE VISUAL COMPARATOR para superficies de acero nuevo limpiadas a chorro con centrifugadora de granalla de acero (complementa con NACE Standard TM0175).*

*NACE VISUAL COMPARATOR para superficies de acero nuevo limpiadas a chorro con centrifugadora de balines de acero (complementa con NACE Standard TM0175).*

*NACE VISUAL COMPARATOR para superficie de acero nuevo limpiadas a chorro con abrasivos de escoria (complementa con NACE Standard TM0170).*

*El comparador visual NACE para acabados superficiales de soldaduras antes del recubrimiento es una réplica plástica de soldaduras que complementa NACE Standard RP0178. Otros estándares visuales son descritos en la sección 7 de SSPC-SP COM*

### **A.5. IMPERFECCIONES SUPERFICIALES.**

*Imperfecciones superficiales pueden causar fallas prematuras cuando el servicio es severo. Los recubrimientos tienden a salirse de los filos y proyecciones, dejando sin recubrimiento (ó poco) para proteger el acero. Otras causas que son difíciles de cubrir y proteger apropiadamente incluyen crevices (resquicios del metal), porosidad del soldado, laminaciones, etc.*

*El alto costo de remediar las imperfecciones de la superficie requiere sopesar los beneficios de volver a afilar, remover las salpicaduras de soldaduras, etc. versus una potencial falla del recubrimiento.*

*Contaminantes pobremente adheridos, como son residuos de escoria de soldadura y algunas laminaciones menores pueden ser removidas durante la operación de limpieza por chorro. Otros defectos superficiales (laminaciones de acero, porosidades de soldadura ó agujeros profundos de corrosión), pueden no ser evidentes hasta que la preparación de superficie haya sido terminada.*

*Por tal razón, el apropiado planeamiento para cada trabajo de reparación superficial es esencial debido al tiempo en reparaciones que pueden ocurrir antes, durante ó después de la operación de limpieza con chorro. La Sección 4 del SSPCSP COM y NACE STANDARD RP0178 "Detalle de Fabricación, Requerimientos de Acabados Superficiales, y Consideraciones Apropiadas para Tanques y Contenedores a ser recubiertos para servicios en Inmersión' contienen información adicional para imperfecciones de la superficie*

### **A.6. CONTAMINACION QUIMICA.**

*El acero contaminado con sales solubles (por ejemplo, cloruros y sulfatos) desarrolla un rápido retomo de la herrumbre a humedad alta e intermedia. Estas sales solubles pueden presentarse en el acero antes de la limpieza a chorro como resultado de la contaminación atmosférica. En suma, los contaminantes pueden ser depositados en la superficie del acero durante la limpieza a chorro en cuanto el abrasivo esté contaminado. Como resultado, el retomo de la herrumbre (rust-backs) puede ser minimizado removiendo estas sales de la superficie del acero (preferible antes de la limpieza a chorro) y eliminando las fuentes de contaminación durante y después de la limpieza a chorro. La identificación de los contaminantes y su concentración pueden ser obtenidas de ensayos de laboratorio y campo. Un número de ensayos para sales solubles han sido examinados por SSPC, ASTM the National Shipbuilding Research Program y la International Organization for Standardization.*

### **A.7. RETORNO DE LA HERRUMBRE (RUST-BACK)**

*La reaparición de la herrumbre ocurre cuando el acero recién limpiado es expuesto a la humedad, contaminación ó atmósfera corrosiva. Los intervalos de tiempo entre la limpieza a chorro y el re-herrumbrado variará en gran forma de un medio ambiente a otro. Bajo condiciones ambientales suaves, si la contaminación química no está presente (ver Sección A.6.) es mejor arenar con chorro y pintar la superficie durante el mismo día. Condiciones atmosféricas severas pueden requerir una más*



*rápida aplicación del recubrimiento para evitar una contaminación desagradable. La contaminación química deberá ser removida antes del recubrimiento. (Ver Sección A.6).*

#### **A.8. PUNTO DE ROCIO.**

*La humedad condensa en las superficies que están más frías que el punto de rocío del aire circundante. Por lo que, es recomendable que la temperatura de la superficie del acero esté al menos a 5° F (3°C) por debajo del punto de rocío durante las operaciones de limpieza por chorro en seco. Esto es advertible para inspección visual para humedad y chequeo periódico de la temperatura superficial y el punto de rocío durante las operaciones de limpieza por chorro y para evitar la aplicación de recubrimientos sobre una superficie ligeramente húmeda.*

#### **A.9. LIMPIEZA POR CHORRO ABRASIVO.**

*El acero que es limpiado con chorro abrasivo húmedo puede herrumbrarse rápidamente. Agua limpia deberá ser utilizada para lavarlo (Estudios han demostrado que es preferible utilizar agua con una resistividad de 15,000 ohm — cm). Puede ser necesario agregar inhibidores al agua ó aplicar directamente a la superficie, inmediatamente después de la limpieza con chorro para prevenir temporalmente la formación de herrumbre. El recubrimiento deberá ser aplicado antes que alguna herrumbre sea visible.*

*Precaución: Algunos tratamientos inhibidores pueden interferir con la performance de algunos sistemas de recubrimiento.*

#### **A.10. ESPESOR DE PELICULA.**

*Es esencial que el suficiente recubrimiento sea aplicado después de la limpieza por chorro abrasivo para cubrir adecuadamente los picos del perfil de rugosidad. El espesor de película seca sobre los picos podría igualar el espesor conocido a ser necesitado para la protección requerida. Si el espesor de película seca sobre los picos es inadecuado, ocurrirán fallas ó herrumbres prematuras. Para asegurar que el espesor del recubrimiento sea medido apropiadamente, referirse a SSPC-PA2 "Mediciones de Espesor de Recubrimiento Seco con Medidores Magnéticos".*

#### **A.11. MANTENIMIENTO Y REPARACION DE RECUBRIMIENTOS.**

*Cuando esta norma es utilizada para recubrimientos de mantenimiento, podrían ser dadas instrucciones específicas en la extensión de la superficie a ser limpiada por chorro ó limpiada por chorro localizada a este grado de limpieza. SSPC-PA Guide 4 "Guía para Repintado de Mantenimiento", provee una descripción de prácticas aceptables para retención de antiguo recubrimiento sin dañar, removiendo pinturas defectuosas, afilando los bordes del recubrimiento sin dañar y limpiando localizadamente.*

### **3. Datos técnicos de La pintura CHEMIFABRIC.**

**TIPO GENERICO.**

- *Esmalte epóxico de dos componentes curado con poliamida.*

**PROPIEDADES GENERALES.**

- *Recubrimiento epóxico utilizado como top- coat de fácil aplicación y buen acabado.*
- *Excelente protección anticorrosiva en ambientes agresivos como película de acabado de sistemas de pintura.*
- *Excelente adherencia sobre sustratos metálicos, concreto, madera, vidrio.*
- *Rápido secado que permite repintado y manipuleo en menor tiempo.*
- *Buena resistencia química a un amplio rango de productos químicos ácidos, alcalinos y solventes no concentrados.*

**USOS RECOMENDADOS.**

- *Recomendado para la protección exterior de tanques para almacenamiento de productos de las industrias químicas y petroquímicas, para uso en inmersión en agua dulce, sobre superficies de concreto. Para uso en plantas químicas, plantas de papel, plantas de tratamiento de agua, tuberías, bombas, embarcaciones, etc.*
- *Recomendado para la protección de estructuras expuestas en ambientes industriales y marinos altamente corrosivos y húmedos, donde se requiere de un producto de buena resistencia y brillo satinado.*
- *Utilizado para la impermeabilización de superficies de concreto, piscinas, reservorios, etc. Aplicable de forma directa sin necesidad de imprimación.*

**PROPIEDADES FISICAS.**

- **Acabado** : Satinado.
- **Color** : Según carta.
- **Componentes** : 2
- **Relación Mezcla**
  - Parte A** : 4
  - Parte B** : 1
- **Sólidos / volumen** : 48 % +/- 2 %.
- **Espesor de película**
  - seca por capa** : 2 a 3 mils.
- **Rendimiento teórico:** 72m<sup>2</sup> a 1.0 mil.

**Obs.** El rendimiento práctico está en función de las condiciones de aplicación, tipo de estructuras y estado de la superficie.

- **Diluyente** : Bonn Dilu D 820.
- **Diluyente limpieza** : Bonn Dilu D 815.
- **% de dilución** : Hasta 10 % según se requiera.
- **Tiempo de vida útil de la mezcla** : 6 horas a 25°C.

**TEMPERATURA DE SERVICIO**

<b>Condición</b>	<b>Húmedo</b>	<b>Seco</b>
<i>Continua</i>	39°C	90°C
<i>Intermitente</i>	50°C	110°C

**TIEMPOS DE SECADO A 25°C.**

<b>Al tacto</b>	40 minutos.
<b>Duro</b>	4 horas
<b>Repintado mínimo</b>	4 horas.
<b>Repintado máximo</b>	3 meses

**PREPARACION DE SUPERFICIE.**

**La duración de un sistema de pintado está en función directa al grado de preparación de la superficie.**

**➤ General.**

*La superficie a pintar debe estar completamente libre de grasa, polvo, óxido suelto, humedad o cualquier contaminante que pudiera interferir con la adherencia de la pintura. En superficies de concreto nuevo, no pintar antes de los 28 días de curado (a 21° C y 50 % HR).*

**➤ Acero nuevo.**

*Con primer. Eliminar el polvo y cualquier contaminante visible de la superficie del anticorrosivo, respetando el tiempo de repintado según hoja técnica.*

**➤ Con pintura antigua bien adherida.**

*Eliminar toda suciedad y contaminante de la superficie de acuerdo a norma SSPC-SP2 y SP3.*

**➤ Concreto.**

*Preparación con chorro abrasivo según norma ASTM D-4259 o preparación por ataque químico según norma ASTM D-4260.*

*No pintar sobre concreto tratado con soluciones endurecedoras o acelerantes, a menos que pruebas en pequeñas áreas indiquen que hay adhesión satisfactoria.*

**METODOS DE APLICACION.**

*Los equipos de aplicación aquí mencionados son referenciales y pueden utilizarse otros equivalentes.*

➤ **Equipo airless.**

Equipo Graco 208-663, con bomba Bulldog o King y relación de presión 30:1, tamaño de boquilla entre 0.015" a 0.019", presión de salida de 1500 a 2500 psi.

➤ **Equipo convencional de alta presión.**

Similar a DeVillbis P-MBC o JGA, casquillo D boquilla 64 con regulador de presión y abanico, filtros de aceite-humedad.

➤ **Brocha y Rodillo.**

Recomendado para áreas pequeñas y retoques.

Usar un rodillo de pelo corto y alma resistente a los solventes epóxicos.

➤ **Condiciones de Aplicación.**

<b>Temperatura</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
<b>Superficie</b>	5 °C	45°C
<b>Ambiente</b>	5 °C	45°C
<b>Humedad Relativa</b>	-----	85 %

**La temperatura de la superficie debe estar como mínimo 3 °C por encima de la temperatura de rocío durante la aplicación y secado de la pintura.**

**Página 2**

**PROCEDIMIENTO DE APLICACION.**

Verificar que se disponga de todos los componentes de la pintura y equipos de aplicación en buen estado.

Agitar por separado los 2 componentes de la pintura: resina (parte A), endurecedor (parte B) antes de mezclarlos.

En un envase limpio vierta la resina y luego el endurecedor, agitar hasta obtener una mezcla homogénea. Dar un tiempo de inducción de 20-30 minutos antes de diluir.

Diluir la mezcla con diluyente epóxico Bonn Dilu D 820 hasta un 10 % máximo.

Filtrar la pintura mezclada con malla N° 60.

Aplicar la pintura midiendo el espesor de película húmedo de acuerdo al espesor seco requerido.

➤ **Pinturas de base.**

Bonn Zipox, Bonn Zipox 55 HS, Bonn Mastic Primer NA HS, Bonn Mastic 83 HS.  
Bonn Mastic HS.

### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.

Guardar el recipiente original herméticamente sellado y almacenarlo en lugar fresco, seco y ventilado.

Temperatura	5 °C a 40 °C
Tiempo	12 meses

#### 4. Norma de soldadura.

### INTERPRETANDO LA SIMBOLOGÍA PARA LA SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A 2.4

En muchos diseños mecánicos se requiere la soldadura de piezas y partes, esta información debe estar reflejada en los planos mecánicos y para ello se recurre a la simbología, la cual está perfectamente definida en las normas industriales.

En esta pequeña exposición se hará referencia a la norma American AWS A 2.4, la cual contempla los símbolos o ideogramas para definir a la soldadura, además de dictar las pautas para su representación en los planos mecánicos y de construcción.

La estructura base del símbolo para definir el tipo de unión soldada, es la señalización, la cual está conformada por una línea horizontal unida a una flecha inclinada. La línea horizontal se le conoce como línea de referencia y la flecha apunta o indica la junta soldada.



A nivel de la línea de referencia se coloca la información sobre la soldadura junto con el símbolo de la unión soldada.

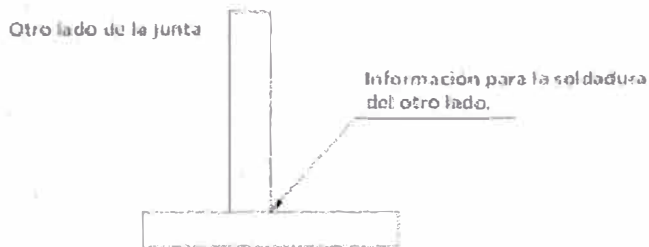
La línea que contiene a la flecha puede ser quebrada o múltiple si por razones de dibujo es necesario.



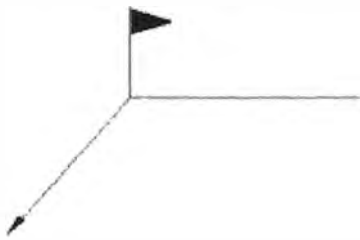
La información que se escribe debajo de la línea de referencia corresponde a la soldadura que se realizará en la junta del lado que indica la flecha.



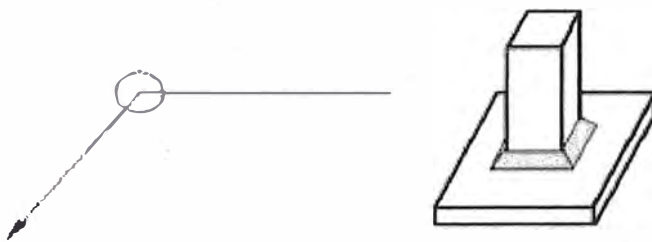
***Si la información se plasma sobre la línea de referencia, la soldadura se realizará en el lado opuesto al indicado por la flecha.***



***Si la soldadura ha de realizarse en la obra o en el campo, al símbolo se le coloca un banderín relleno en el punto en donde se une la flecha con la línea de referencia.***

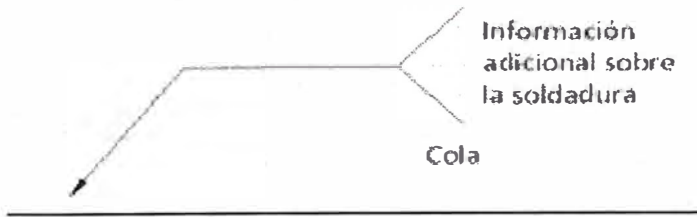


***Cuando la soldadura es continua alrededor de toda la unión, al símbolo se le coloca un pequeño círculo cuyo centro está en la unión de la línea de referencia y la flecha.***

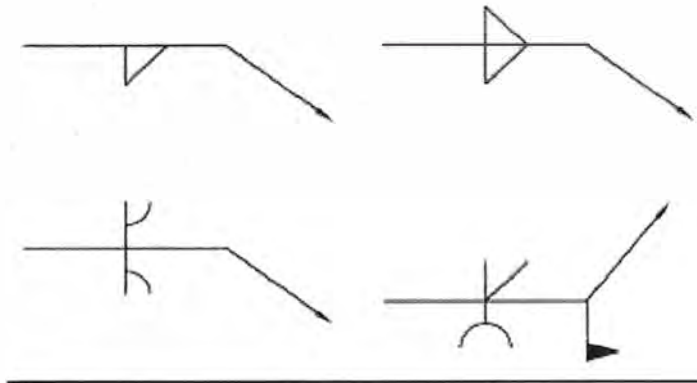


***Si es necesario colocar información adicional como el tipo de procedimiento, de proceso requerido, electrodo, tolerancias o cualquier otra información que ayude a entender la ejecución de la soldadura, la misma se coloca en la cola del símbolo.***

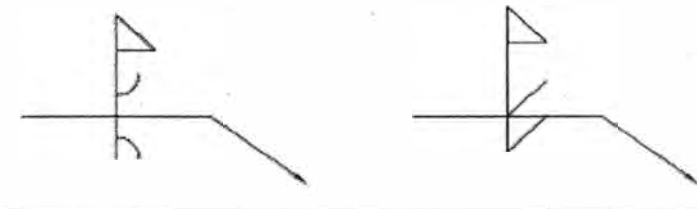




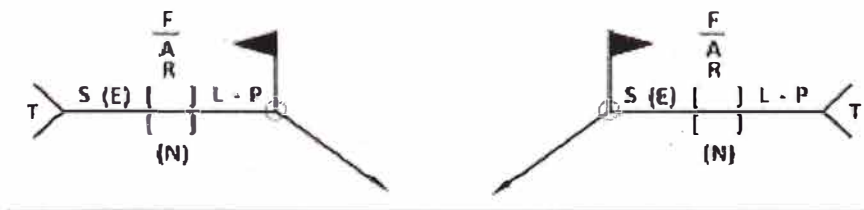
Para definir el tipo de junta o unión soldada (soldadura a tope, en V, etc.) la norma contempla los símbolos adecuados para su representación. La tabla siguiente muestra los símbolos más comunes. Si la soldadura es simétrica, se coloca el mismo símbolo que representa a la unión soldada tanto arriba como debajo de la línea de referencia, si es asimétrica, se coloca un símbolo distinto a cada lado de la línea de referencia.



Los símbolos pueden superponerse si la junta soldada requiere más de un tipo de soldadura.



Toda la información que puede contener el símbolo de la soldadura queda esquematizada en la figura siguiente.



- S = Profundidad del bisel o garganta.
- (E) = Profundidad de la soldadura.
- [ ] = Espacio para el símbolo del tipo de unión.
- F = Símbolo del acabado (maquinado, martillado, etc).
- \_\_\_ = Símbolo para el contorno de la soldadura.



*A = Ángulo del bisel o de la V.*

*R = Separación entre las piezas a soldar, separación en la raíz.*

*(N) = Número de puntos de soldadura.*

*L = Longitud del cordón de soldadura.*

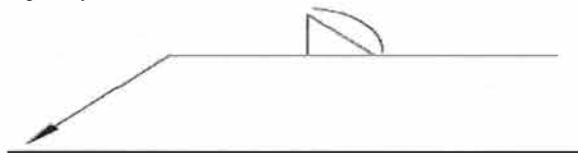
*P = Separación o paso entre cordones.*

*T = Proceso de soldadura, electrodo, tolerancias, etc. (Opcional).*

*Para indicar el contorno de la soldadura, los símbolos normalizados según la AWS son:*



*Ejemplo:*



*Para especificar el acabado o remate de la soldadura se emplea una letra, que en la norma original son:*

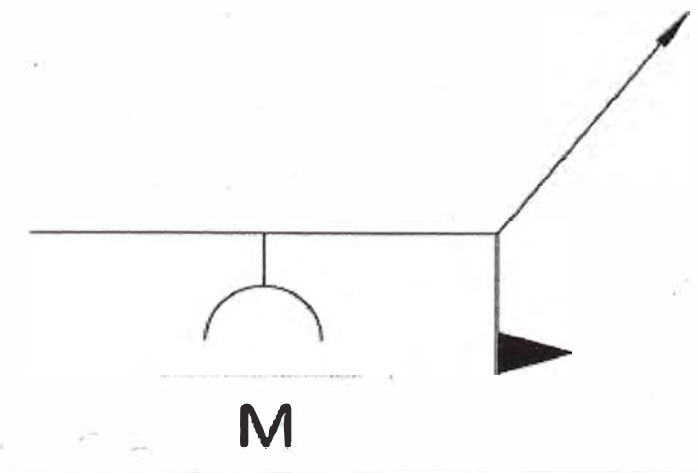
*C = Burilado, cincelado.*

*G = Pulido, esmerilado.*

*H = Martillado.*

*M = Maquinado.*

*R = Laminado.*



## INDAGANDO SOBRE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS TORNILLOS DE ACERO.

Para el ingeniero de mantenimiento y diseño, al igual que para los técnicos de mantenimiento mecánico y eléctrico, es de suma importancia conocer las características mecánicas del acero de fabricación de los tornillos para determinar los pares de ajustes necesarios en las uniones apremadas o sus capacidades de carga para alguna aplicación en particular.

Es una pifia común el desconocimiento parcial o total de esta información por parte de nuestros técnicos de mantenimiento, creándose por esta causa una serie de acontecimientos y fallas que repercuten directamente sobre el proceso de producción e incluso llegando a establecer las condiciones para un accidente laboral.

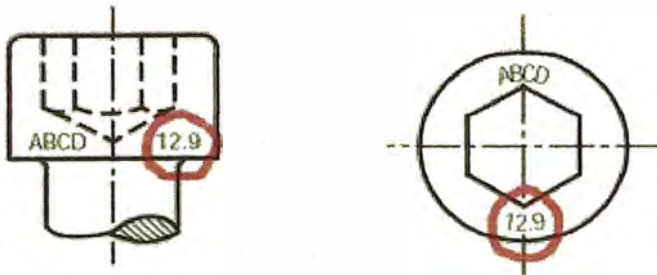
Las características mecánicas de los aceros de los tornillos la podemos encontrar en el mismo tornillo. Lo que se requiere es el conocimiento básico sobre la interpretación de los símbolos y números empleados por los fabricantes para mostrar la información según la norma de fabricación del perno o de la tuerca.

En Venezuela coexisten principalmente dos sistemas, el imperial americano y el métrico europeo, este último ha migrado con éxito al sistema internacional o ISO. En ambos sistemas, los fabricantes de tornillería están obligados por las normas de fabricación suministrar los valores de resistencia mecánica del material, estampando en los tornillos y tuercas estos valores, los cuales pueden estar expresados por números como lo exigen las normas DIN/ISO o por símbolos como lo imponen las normas ISO y norteamericanas.

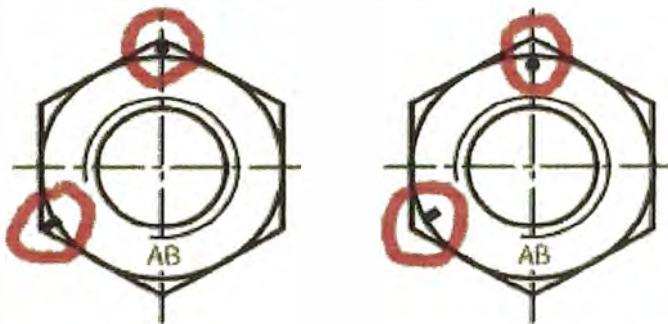
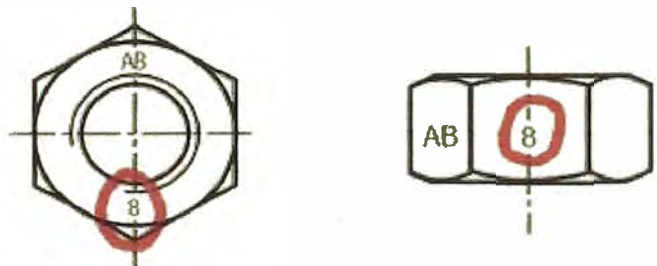
Los símbolos para la identificación del material se encuentran normalmente sobre la cabeza de los tornillos hexagonales o más raramente en una de las caras del hexágono (ISO).



Para los tornillos tipo "allen" la información se coloca en el borde superior o a un costado en la parte inferior de la cabeza cilíndrica.



En el caso de las tuercas, esta información puede estar en una de las caras o en una de las superficies de apoyo de la tuerca en la arandela.



En las tuercas métricas y con demarcación por medio de números, sólo se contempla el valor de la resistencia a la tracción del material, la cual debe de coincidir con la del tornillo.

Cuando la identificación del material que está estampada sobre el tornillo viene expresada por números, no es necesario disponer de tablas para determinar los valores de resistencia mecánica del acero del tornillo o de la tuerca, este es el caso de las normas DIN y de la ISO, aunque esta última contempla también un código encriptado.

La información numérica marcada en los tornillos de acuerdo a las normas DIN/ISO está formada por dos números separados por un punto. Por ejemplo 5.6. Estos números son la llamada "calidad" del material.

El primer número multiplicado por 100 nos está indicando LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN ( $R$ ) del acero del tornillo expresado en Newton sobre milímetro cuadrado. El segundo número indica la relación entre el valor del PUNTO DE FLUENCIA PROPORCIONAL ( $R_p$ ) y el valor de RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, ( $R_p/R$ ).

Para el caso anterior de 5.6 tenemos:

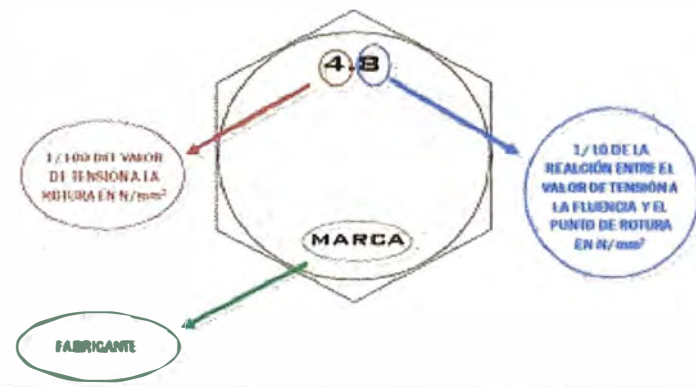
El 5 multiplicado por 100 nos da 500 N/mm<sup>2</sup> de RESISTENCIA A LA TRACCIÓN, valor de " $R$ " del acero.

El segundo número es .6, nos indica que el valor del PUNTO DE FLUENCIA PROPORCIONAL ( $R_p$ ) es el 60% del valor de la resistencia a la tracción del acero del tornillo, que para el ejemplo es 300 N/mm<sup>2</sup>, valor que corresponde al 60% de 500 N/mm<sup>2</sup>, ( $500 \times 0,6 = 300$ ).

Otra manera de determinar el punto de fluencia es multiplicado el primer número por el segundo ( $5 \times 6$ ) nos da la décima parte del punto de fluencia del material, de manera que al multiplicar por 10 el resultado tenemos el valor DEL PUNTO DE FLUENCIA ( $R_p$ ), que para el ejemplo es 300 N/mm<sup>2</sup>, ( $5 \times 6 \times 10 = 300$ ).

CONTROL DEL ACIETE

#### IDENTIFICACIÓN MATERIAL



Si tenemos un tornillo con calidad 8.8, los valores de resistencia mecánica son:

Resistencia a la tracción ( $R$ ) es igual al producto:  $8 \times 100 = 800$  N/mm<sup>2</sup>.

Punto de fluencia proporcional ( $R_p$ ) es igual al 80% de la resistencia a la tracción;  $800 \times 0.8 = 640$  N/mm<sup>2</sup> de fluencia.

Cuando la calidad del tornillo está expresada con los símbolos según la ISO y tomando en cuenta que estos símbolos están formados por un punto y una o dos rayitas, para su interpretación es preferible recurrir al empleo de una tabla para obtener los valores de resistencia mecánica del acero de fabricación, a menos que nos memoricemos algunos tips. Los diferentes valores de resistencia y fluencia están expresados por la posición de las rayas con respecto al punto de la manera siguiente: si visualizamos un reloj de aguja en la cabeza del tornillo y el punto representa las 12, la raya nos da la "hora", de manera que esa "hora" es el primer número que nos indica la resistencia a la tracción, por ejemplo, si la raya apunta a las tres (3), el primer número es 3, lo cual nos muestra el valor de tracción de 300 N/mm<sup>2</sup>, si es una sola rayita, el segundo número es .6, que nos indica la fluencia del material en función del valor de tracción como ya se expuso. Si aparecen dos rayitas, el segundo número es .8, para el caso de la calidad 10.9, la raya simple nos indica que el segundo número es .9, pero si son dos las rayitas, nos indica que el acero es martensítico.

En la tabla siguiente están los símbolos empleados por la ISO y su equivalente en el sistema numérico DIN/ISO, de este dato podemos determinar los valores de resistencia tal como se expuso mas arriba.

Los símbolos empleados en el sistema imperial americano, dan el "grado" del material. Los valores de fluencia y tracción están expresados por rayas en disposición radial para el caso de la norma SAE. Para las tuercas, la norma coloca un par de rayas o una pequeña raya y un punto en la zona de fricción o apoyo, el punto es la referencia y la posición de la raya determina el grado del material. La norma ASTM emplea caracteres alfanuméricos o rayas. En todos estos casos se



requiere siempre de la tabla para poder conocer los valores de resistencia del acero con que fue fabricado el tornillo o la tuerca.

Vale señalar que los tornillos allen imperiales a diferencia de los métricos, se fabrican de un solo material y no poseen ninguna marca para identificar el acero.

Debe recordarse, que la tuerca a utilizar debe corresponder a la misma calidad o al mismo grado o en su defecto inferior y nunca con valores superiores al del tornillo. La tabla siguiente es un extracto de los valores de tensión de rotura (R) y fluencia para algunos grados SAE de tomillería.

SISTEMA IMPERIAL AMERICANO SAE				
GRADO SAE	ACERO	DIAMETRO TORNILLO	FLUENCIA (N/mm <sup>2</sup> )	ROTURA (N/mm <sup>2</sup> )
2	Bajo carbono	1/4 a 1-1/2	227,6	413,8
2	Bajo carbono	1/4 a 3/4	379,3	510,3
		3/4 a 1-1/2	227,6	413,8
3	Acero al carbono trabajado en frío	1/4 a 1-1/2	586,2	758,6
		> 1-1/2	551,7	689,7
4	Acero al carbono	1/4 a 1-1/2	689,7	793,1
5	Acero al carbono templado y revenido	1/4 a 1-1/2	634,5	827,6
		> 1-1/2	558,6	724,1
5.1	Acero al carbono templado y revenido	< 3/8	724,1	917,2
5.2	Acero al carbono templado y revenido	1/4 a 1	634,5	827,6
7	Acero aleado templado y revenido - laminado	1/4 a 1-1/2	793,1	917,2
8	Acero al carbono templado y revenido	1/4 a 1-1/2	896,6	1054,5
8.2	Acero al carbono templado y revenido	1/4 a 1-1/2	896,6	1054,5
ALLEN	Acero aleado templado y revenido - laminado		965	1240

Una vez determinada las características mecánicas del acero del tornillo estamos en capacidad de establecer las fuerzas de apriete o calcular los pares de ajuste en función de la aplicación, o, la capacidad de carga para los tornillos cuando están sometidos a fuerzas cortantes, consiguiéndose con esto una garantía sobre la confiabilidad de nuestra unión apemada, garantía con la que no se cuenta cuando la tomillería es instalada sin considerar su calidad o grado y además es ajustada sin ningún criterio.

La intención de esta entrega no es la de exponer al detalle todas las posibles normas de identificación del material para los tornillos y tuercas, pero deja clara la interpretación básica para los casos más frecuentes que se presentan en el país. El mundo de las roscas, tornillos y tuercas es muy extenso y hasta complejo aunque a primera vista no lo pareciera; como muestra a lo dicho basta con estar al tanto de que no existe un acuerdo general o internacional sobre el ajuste o torquedo de los tornillos, existiendo una fuerte discusión al respecto, sin embargo se emplea casi de forma universal el método más cuestionado de ajuste, el método con torquímetro.

Publicado por J. Fernando Capriles H. en 9:28 AM 1 comentarios

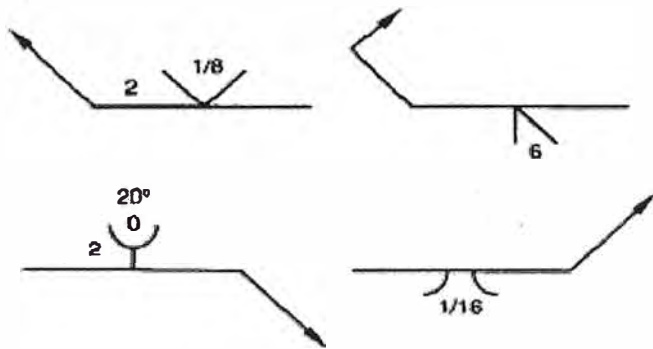
Etiquetas: Notas Técnicas

sábado 19 de abril de 2008

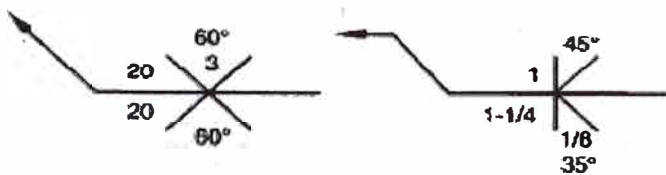
INTERPRETANDO LA SIMBOLOGÍA PARA LA SOLDADURA SEGÚN LA NORMA AWS A 2.4 —SOLDADURA EN CANAL—  
SOLDADURA EN "V".

Apartando la soldadura a tope, una de las gargantas más empleada es la que corresponde a la soldadura en "V", la cual obtiene su nombre por la forma geométrica de preparación del o de los bordes de de unión de las piezas a soldar.

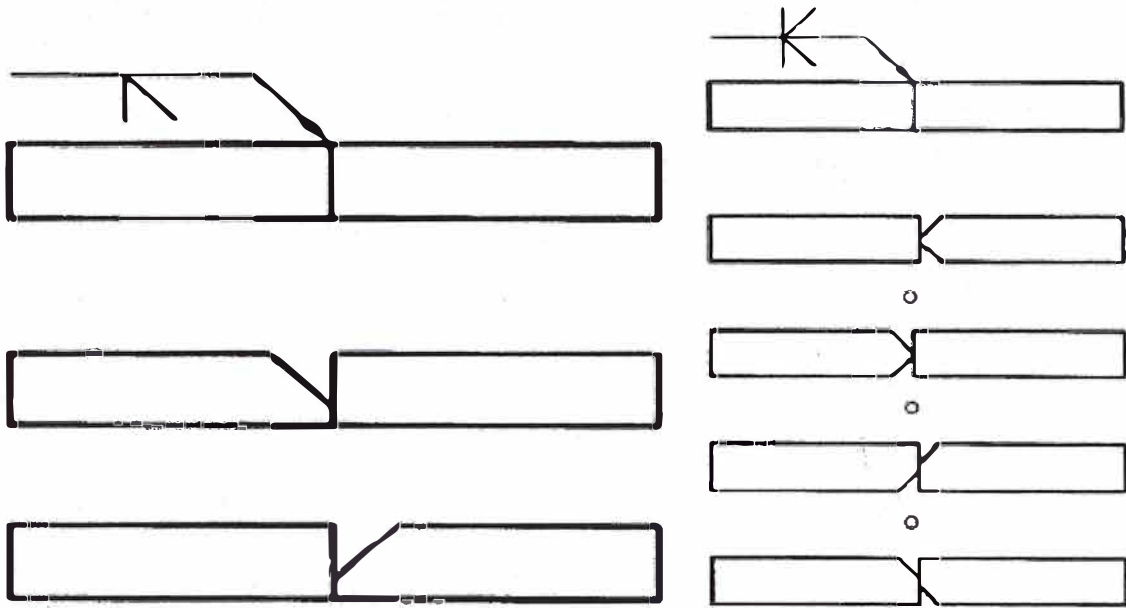
Las soldaduras en "V" pueden ser de garganta simple o de doble garganta. Para el caso de la garganta simple, en el símbolo para definir el tipo de soldadura, se colocará la figura o símbolo que define el tipo de garganta y/o de soldadura requerida arriba o abajo de la línea de referencia, dependiendo si la soldadura se hará en el lado indicado por la flecha o por el otro lado, se aplican las reglas de representación ya mencionadas en la soldadura a filete.



Para la soldadura de doble garganta (aquella en donde los dos bordes de la pieza se prepara), la cual puede ser simétrica si se trata del mismo tipo de garganta o asimétrica cuando a cada lado de la pieza la garganta es de geometría diferente, el símbolo que define a la garganta se colocará arriba y debajo de la línea de referencia que indica el tipo de soldadura a utilizar para la unión soldada. Las figuras dan una idea de la simbología empleada.



De acuerdo a la norma, se puede diferenciar dos perfiles de canal en "V", el canal en Bisel el cual puede verse como una media "V" y el canal en "V". La figura siguiente muestra el canal en bisel simple y sus posibles combinaciones.

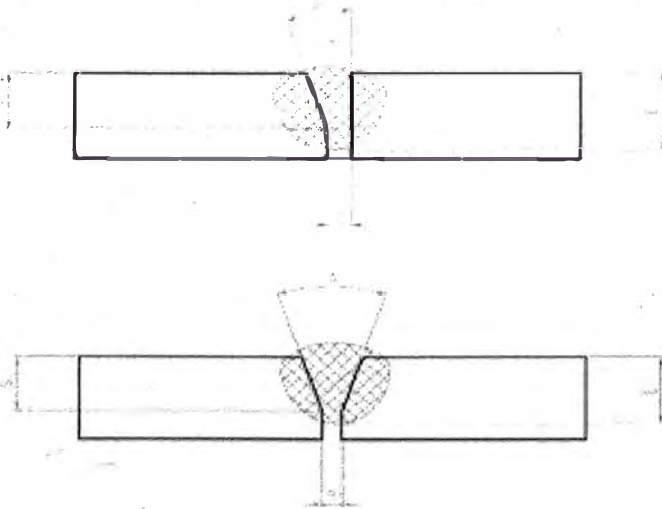


*Puede observarse, que el símbolo no indica en realidad la disposición de los biseles para formar la unión, bien sea en bisel simple o a bisel doble.*

*La soldadura en "V" propiamente dicha, denominada a veces "soldadura en doble bisel" puede observarse en la imagen que sigue.*



*La información completa requerida por el símbolo de la soldadura para definir la soldadura en bisel o en "V" queda expuesta en las figuras siguientes:*



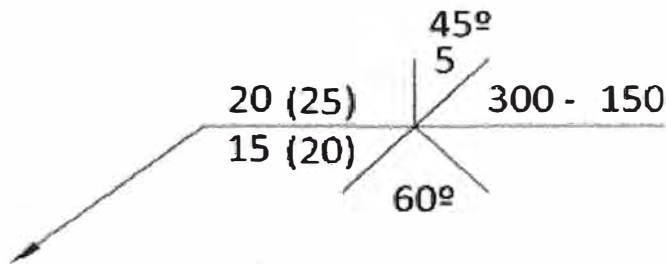
Recordando que "S" es la profundidad de la garganta, "(E)" la penetración de la



soldadura, "R" la separación de las piezas en el pié o raíz y "A" el ángulo del bisel o el de la "V".

Por ejemplo, el símbolo siguiente muestra la información completa para una soldadura asimétrica en doble bisel combinada con una en bisel.

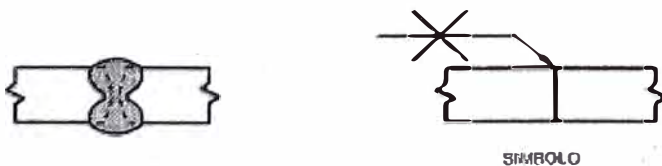
La información mostrada es la siguiente:



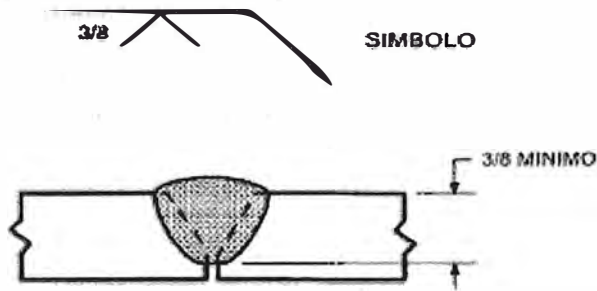
Por el lado indicado por la flecha, es una soldadura en "V" o de doble bisel, con profundidad de bisel de 15 mm, profundidad de penetración o de soldadura de 20 mm, ángulo entre caras de 60°, separación de raíz de 5 mm. Por el otro lado de la unión soldada tendríamos una junta en bisel simple con profundidad de garganta de 20 mm, profundidad de soldadura de 25 mm y ángulo del bisel de 45°. Adicionalmente, el símbolo nos está indicando que se trata de una soldadura continua para la de doble bisel y discontinua, con longitud de cordón de 300 mm con separación entre cordón y cordón de 150 mm por el otro lado al indicado por la flecha.

Para acotar la longitud del cordón y/o el paso para los cordones discontinuos, se aplican las mismas normas ya mencionadas en la soldadura en filete.

Cuando la soldadura es de penetración completa y son de garganta en bisel y/o simétricas, la profundidad de la garganta "S" y la profundidad de la soldadura "(E)" pueden omitirse en el símbolo.



De igual manera, cuando la profundidad de penetración es igual o ligeramente mayor que la profundidad de la garganta "S", no es necesario colocar el valor de penetración "(E)" en el símbolo de la soldadura, colocándose solamente el valor de "S".



*Si la soldadura requiere de un contorno especial después de depositado el material de aporte, se aplican los mismos símbolos y normas que ya se expusieron en la primera entrega y en la soldadura a filete.*

*En la próxima entrega se mencionara la soldadura en "U", la cual es la empleada por excelencia en planchas y tubos de gran espesor, recordando siempre, que los detalles del símbolo tienen la misma interpretación que el resto de las uniones soldadas ya expuesto.*

##### 5. Tabla de tubos redondos Norma ASTM A 500.

## Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 500; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

### 1. Scope

1.1 This specification covers cold-formed welded and seamless carbon steel round, square, rectangular, or special shape structural tubing for welded, riveted, or bolted construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 This tubing is produced in both welded and seamless size: with a maximum periphery of 64 in. (1626 mm) and a maximum wall of 0.625 in. (15.88 mm). Grade D requires heat treatment.

**Note 1**—Products manufactured to this specification may not be suitable for those applications such as dynamically loaded elements in welded structures, etc., where low-temperature notch-toughness properties may be important.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are mathematical conversions of the values in inch-pound units to values in SI units.

1.4 The text of this specification contains notes and footnotes that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products<sup>2</sup>

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment<sup>3</sup>

A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products<sup>2</sup>

A 941 Terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys<sup>4</sup>

#### 2.2 Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage<sup>5</sup>

MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage<sup>6</sup>

#### 2.3 Federal Standards:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment<sup>4</sup>

Fed. Std. No. 183 Continuous Identification Marking of Iron and Steel Products<sup>4</sup>

#### 2.4 ALA-G Standard:

B-1 Bar Code Symbology Standard<sup>6</sup>

### 3. Terminology

3.1 **Definitions**—For definitions of terms used in this specification, refer to Terminology A 941.

### 4. Ordering Information

4.1 Orders for material under this specification shall contain information concerning as many of the following items as are required to describe the desired material adequately:

4.1.1 Quantity (feet or number of lengths),

4.1.2 Name of material (cold-formed tubing),

4.1.3 Method of manufacture (seamless or welded),

4.1.4 Grade (A, B, C, or D),

4.1.5 Size (outside diameter and nominal wall thickness for round tubing and the outside dimensions and nominal wall thickness for square and rectangular tubing),

4.1.6 Length (random, multiple, specific; see 11.3),

4.1.7 End condition (see 16.3),

4.1.8 Burr removal (see 16.3),

4.1.9 Certification (see Section 18),

4.1.10 ASTM specification designation and year of issue,

4.1.11 End use,

4.1.12 Special requirements, and

4.1.13 Bar coding (see 19.3).

### 5. Process

5.1 The steel shall be made by one or more of the following processes: open-hearth, basic-oxygen, or electric-furnace.

5.2 When steels of different grades are sequentially strand cast, the steel producer shall identify the resultant transition

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.09 on Carbon Steel Tubular Products.

Current edition approved Mar. 10, 2001. Published May 2001. Originally published as A 500 – 64. Last previous edition A 500 – 99.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

<sup>5</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, Bldg. 4 Section D, 700 Robinson Ave., Philadelphia, PA 19111-5094, Attn: NPQDSS.

<sup>6</sup> Available from Automotive Industry Action Group, 26200 Laker Road, Suite 200, Southfield, MI 48034.

## Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 500; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

### 1. Scope

1.1 This specification covers cold-formed welded and seamless carbon steel round, square, rectangular, or special shape structural tubing for welded, riveted, or bolted construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 This tubing is produced in both welded and seamless sizes with a maximum periphery of 64 in. (1626 mm) and a maximum wall of 0.025 in. (15.88 mm). Grade D requires heat treatment.

Note 1—Products manufactured to this specification may not be suitable for those applications such as dynamically loaded elements in welded structures, etc., where low-temperature notch-toughness properties may be important.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The values given in parentheses are mathematical conversions of the values in inch-pound units to values in SI units.

1.4 The text of this specification contains notes and footnotes that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 ASTM Standards:

A 370 Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products<sup>2</sup>

A 700 Practices for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment<sup>3</sup>

A 751 Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products<sup>2</sup>

A 941 Terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys<sup>4</sup>

#### 2.2 Military Standards:

MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage<sup>5</sup>

MIL-STD-163 Steel Mill Products, Preparation for Shipment and Storage<sup>5</sup>

#### 2.3 Federal Standards:

Fed. Std. No. 123 Marking for Shipment<sup>5</sup>

Fed. Std. No. 183 Continuous Identification Marking of Iron and Steel Products<sup>5</sup>

#### 2.4 AIAA Standards:

B-1 Bar Code Symbology Standard<sup>6</sup>

### 3. Terminology

3.1 **Definitions**—For definitions of terms used in this specification, refer to Terminology A 941.

### 4. Ordering Information

4.1 Orders for material under this specification shall contain information concerning as many of the following items as are required to describe the desired material adequately:

4.1.1 Quantity (weight or number of lengths),

4.1.2 Name of material (cold-formed tubing),

4.1.3 Method of manufacture (seamless or welded),

4.1.4 Grade (A, B, C, or D),

4.1.5 Size (outside diameter and nominal wall thickness for round tubing and the outside dimensions and nominal wall thickness for square and rectangular tubing),

4.1.6 Length (random, multiple, specific; see 11.3),

4.1.7 End condition (see 16.3),

4.1.8 Burr removal (see 16.3),

4.1.9 Certification (see Section 18),

4.1.10 ASTM specification designation and year of issue,

4.1.11 End use,

4.1.12 Special requirements, and

4.1.13 Bar coding (see 19.3).

### 5. Process

5.1 The steel shall be made by one or more of the following processes: open-hearth, basic-oxygen, or electric-furnace.

5.2 When steels of different grades are sequentially strand cast, the steel producer shall identify the resultant transition

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys and is the direct responsibility of Subcommittee A01.09 on Carbon Steel Tubular Products.

Current edition approved May 16, 2001. Published May 2001. Originally published as A 500 – 68. Last previous edition A 500 – 99.

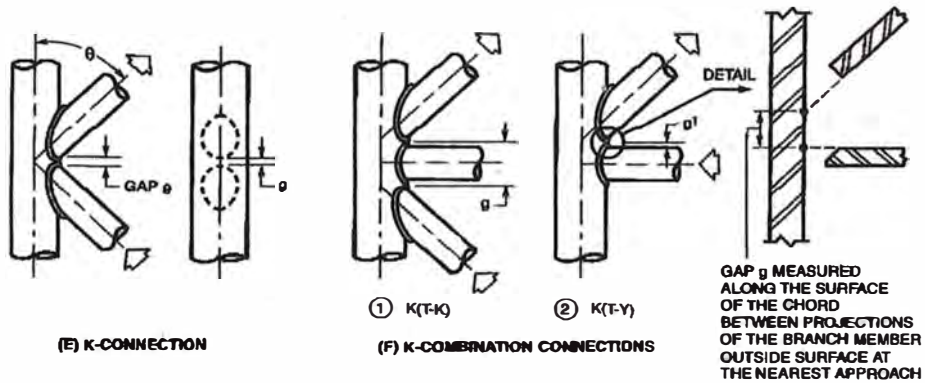
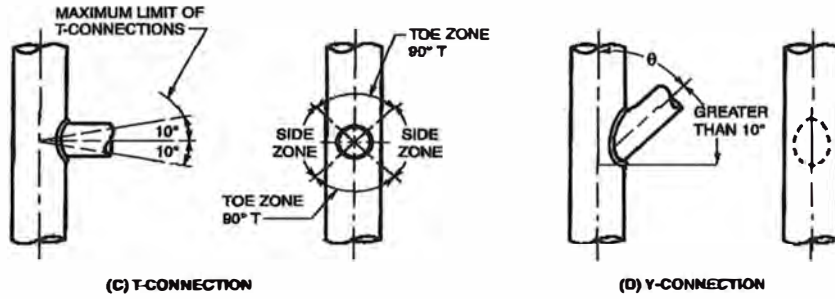
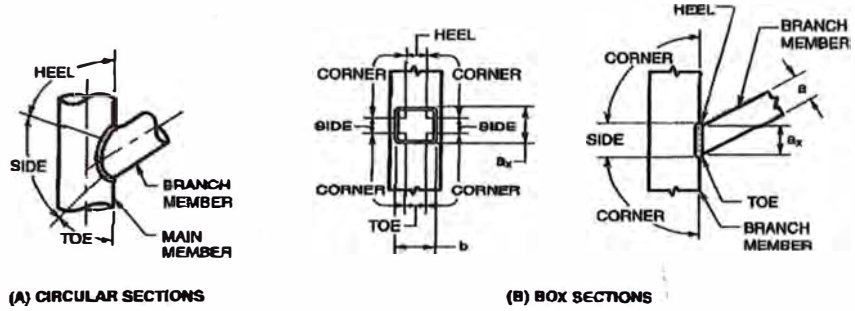
<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.03.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.05.

<sup>4</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 01.01.

<sup>5</sup> Available from Standardization Documents Order Desk, Issdg. 4 Section D, 700 Robbins Ave., Philadelphia, PA 19111-2099, Attn: NPODS.

<sup>6</sup> Available from Automotive Industry Action Group, 36280 Laker Road, Suite 200, Southfield, MI 48034.



Notes:

Relevant gap is between braces whose loads are essentially balanced. Type (2) may also be referred to as an N-connection.

Figure 2.14—Parts of a Tubular Connection (see 2.21)





PROCESO	CANTIDAD (EXTENSIÓN)	ESPESES	PESO	ÁREA	PERIFERIA	MODULO PLÁSTICO DE SECCIÓN (cm)
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	
NACIONAL	1.00	2.54	2.00	1.15	5.47	3.03
NACIONAL	1.00	2.54	2.50	1.41	2.50	3.19
NACIONAL	1.25	3.18	2.00	1.97	3.67	2.08
NACIONAL	1.25	3.18	2.50	1.80	3.10	3.50
NACIONAL	1.50	3.74	4.00	1.55	3.91	2.44
NACIONAL	1.50	3.74	2.50	1.91	2.43	2.52
NACIONAL	1.50	3.74	3.00	2.25	2.87	3.14
NACIONAL	1.50	3.74	3.50	2.50	3.29	3.72
NACIONAL	1.50	3.81	2.00	1.76	2.27	3.71
NACIONAL	1.50	3.81	2.50	2.19	2.80	4.45
NACIONAL	1.50	3.91	3.00	2.60	3.31	5.13
NACIONAL	1.50	3.93	3.50	2.99	3.80	5.75
NACIONAL	1.00	4.22	2.00	1.98	2.28	5.13
NACIONAL	1.00	4.27	2.50	2.45	3.12	6.19
NACIONAL	1.50	4.59	3.00	2.90	3.70	7.16
NACIONAL	1.50	4.22	3.50	3.24	4.26	8.08
NACIONAL	1.50	4.63	4.00	3.71	4.91	9.13
NACIONAL	1.00	4.81	2.50	2.42	3.54	9.44
NACIONAL	1.50	4.83	3.00	2.85	4.23	10.77
NACIONAL	1.50	4.83	3.50	3.24	4.62	12.10
NACIONAL	2.00	5.04	2.00	2.41	1.63	9.14
NACIONAL	2.00	5.08	2.50	2.98	3.79	11.99
NACIONAL	2.00	5.08	3.00	3.54	4.51	12.92
NACIONAL	2.00	5.08	3.50	4.01	5.20	14.62
NACIONAL	2.50	5.99	2.00	2.66	3.61	15.50
NACIONAL	2.50	6.00	2.50	3.14	4.11	16.61
NACIONAL	2.50	6.00	3.00	3.61	4.62	17.63
NACIONAL	2.50	6.00	3.50	4.07	5.11	18.63
NACIONAL	2.50	6.30	2.50	3.73	4.75	21.77
NACIONAL	2.50	6.30	3.00	4.11	5.20	22.77
NACIONAL	2.50	6.30	3.50	4.58	5.69	23.77
NACIONAL	2.50	6.30	4.00	5.05	6.18	24.77
NACIONAL	3.00	7.62	2.00	3.66	4.66	32.11
NACIONAL	3.00	7.62	2.25	4.13	5.15	33.77
NACIONAL	3.00	7.62	2.50	4.54	5.69	35.33

PROCESO	DIAMETRO EXTENSIÓN	ESPESES	PESO	ÁREA	PERIFERIA	MÓDULO PLÁSTICO DE SECCIÓN (cm)
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	
NACIONAL	3.00	7.62	3.00	5.47	6.00	46.29
NACIONAL	3.00	7.62	3.50	6.23	6.99	52.91
NACIONAL	3.00	8.65	3.00	4.23	5.46	51.57
NACIONAL	3.50	8.91	2.25	4.81	6.17	52.52
NACIONAL	3.50	8.93	2.50	5.31	6.79	63.37
NACIONAL	3.50	8.91	3.00	6.30	8.10	68.21
NACIONAL	3.50	8.93	3.50	7.12	9.10	80.25
NACIONAL	3.50	12.43	2.00	3.54	4.69	113.27
NACIONAL	3.50	13.43	2.50	4.19	5.79	127.75
NACIONAL	3.50	13.43	3.00	4.95	6.78	144.67
NACIONAL	3.50	13.43	3.50	5.71	7.99	162.55
NACIONAL	4.00	11.81	3.00	4.23	10.40	162.55
NACIONAL	4.00	11.81	3.50	4.98	12.10	162.55
NACIONAL	4.00	11.81	4.00	5.71	14.10	162.55
NACIONAL	4.00	11.81	4.50	6.46	16.10	162.55
NACIONAL	4.50	13.97	2.50	4.83	14.56	208.30
NACIONAL	4.50	13.97	3.00	5.58	16.56	217.82
NACIONAL	4.50	13.97	3.50	6.33	18.56	217.82
NACIONAL	4.50	13.97	4.00	7.08	20.56	217.82
NACIONAL	4.50	13.97	4.50	7.83	22.56	217.82
NACIONAL	5.00	15.74	3.00	5.71	17.56	275.15
NACIONAL	5.00	15.74	3.50	6.46	19.56	275.15
NACIONAL	5.00	15.74	4.00	7.21	21.56	275.15
NACIONAL	5.00	15.74	4.50	7.96	23.56	275.15
NACIONAL	5.00	15.74	5.00	8.71	25.56	275.15
NACIONAL	5.50	17.51	2.50	4.83	16.56	327.56
NACIONAL	5.50	17.51	3.00	5.58	18.56	327.56
NACIONAL	5.50	17.51	3.50	6.33	20.56	327.56
NACIONAL	5.50	17.51	4.00	7.08	22.56	327.56
NACIONAL	5.50	17.51	4.50	7.83	24.56	327.56
NACIONAL	5.50	17.51	5.00	8.58	26.56	327.56
NACIONAL	6.00	19.28	3.00	6.46	21.56	404.40
NACIONAL	6.00	19.28	3.50	7.21	23.56	404.40
NACIONAL	6.00	19.28	4.00	7.96	25.56	404.40
NACIONAL	6.00	19.28	4.50	8.71	27.56	404.40
NACIONAL	6.00	19.28	5.00	9.46	29.56	404.40

6. Cobertura

**Flexilona: Econoflex 2000 color gris exterior /blanco interior**  
**Peso: 820 gr/m<sup>2</sup>.**  
**Resist. a la ruptura long: 273 kgf/cm, Transv: 246 kgf/cm**  
**100% impermeable, Tratamiento Anti hongos, Protección UV, antinflama, autoextinguible**

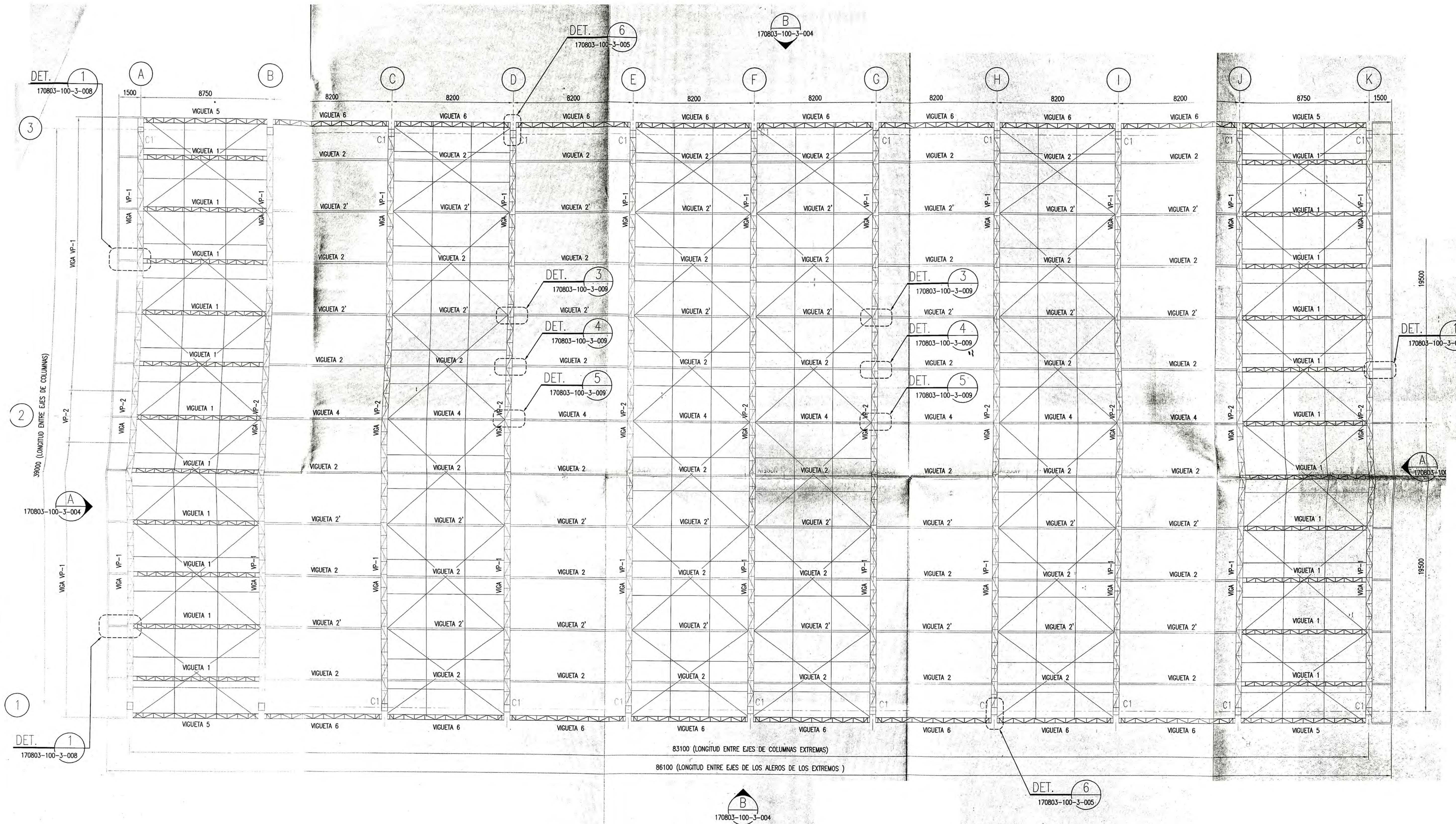
**Cerramientos:**  
**Material idem a la cobertura. Peso: 750 gr/m<sup>2</sup>**  
**Malla de polietileno SM80/1212, monofilamento, color azul**

**Ing. Jimy Sanchez Zegarra**  
**Costos y Presupuestos**  
**Comercial Cidelsa Chile Ltda**  
**Comercial Industrial Delta S.A. (CIDELSA)**  
**Tel: (51-1) 617-8787**  
**7. Andamios ULMA.**

**BIBLIOGRAFIA**

1. Diseño de Estructuras Del acero. Autor: John. E. Lothers. Editorial continental.
2. Mecánica de Materiales Autor: Beer Russel Johnston Editorial: Mc Graw-Hill.
3. Manual de sistemas y materiales de soldadura INDURA.
4. El proyectista de estructuras de metálicas Autor: R. Nonnast, Editorial Paraninfo.
5. Calderería técnica trazados. Autor: Nicolas Larburu. Editorial, Paraninfo.

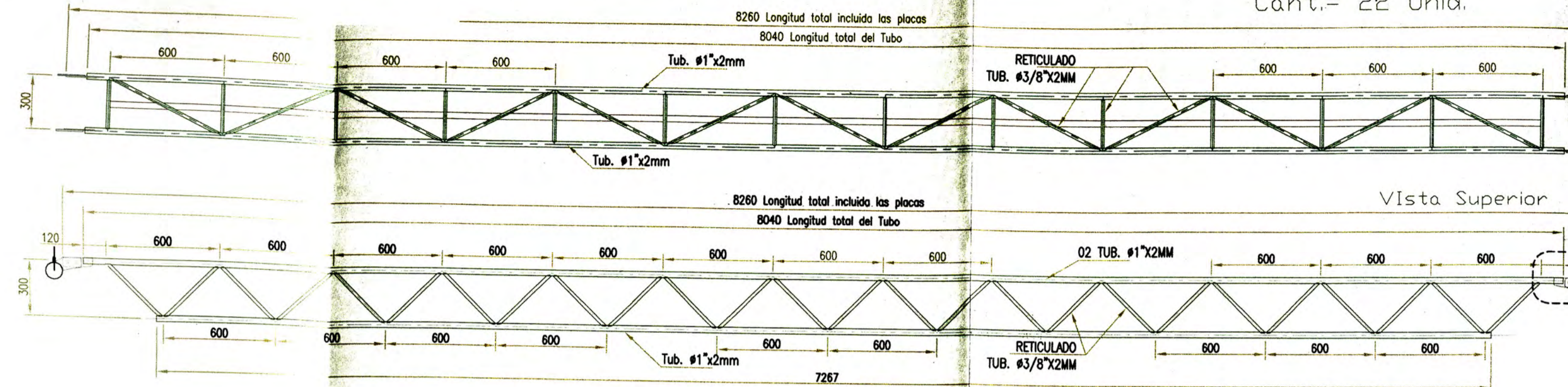




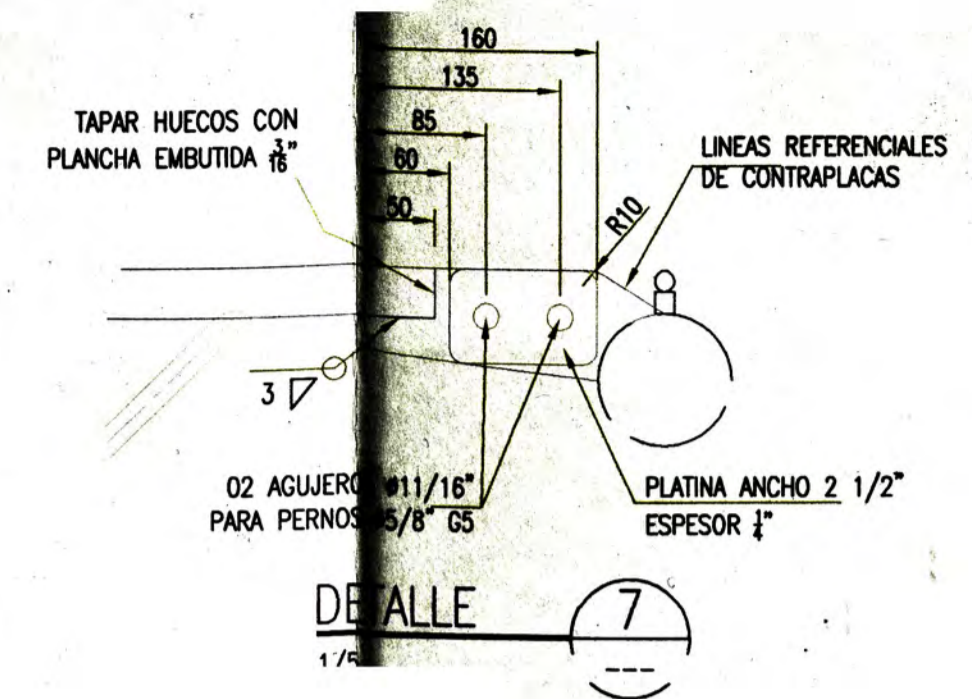
PROPIETARIO	PETROBRAS - LOTE 58		
PROYECTO	CAMPAMENTO LA PERUANITA		
PLANO	ESTRUCTURA METALICA PIT JP1 - PLANTA		LAMINA
PROFESIONAL	MISAEI LAURO DIAZ I.		
PROF.	DIBUJO	ESCALA 1/125	FECHA DICIEMBRE 2008
			<b>EM-01</b>



Vigueta 1  
Cant.= 22 Unid.

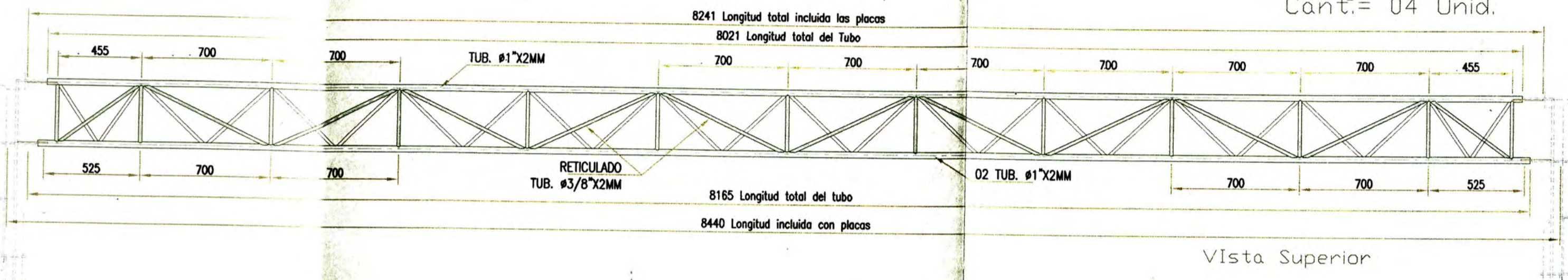


DET. 7

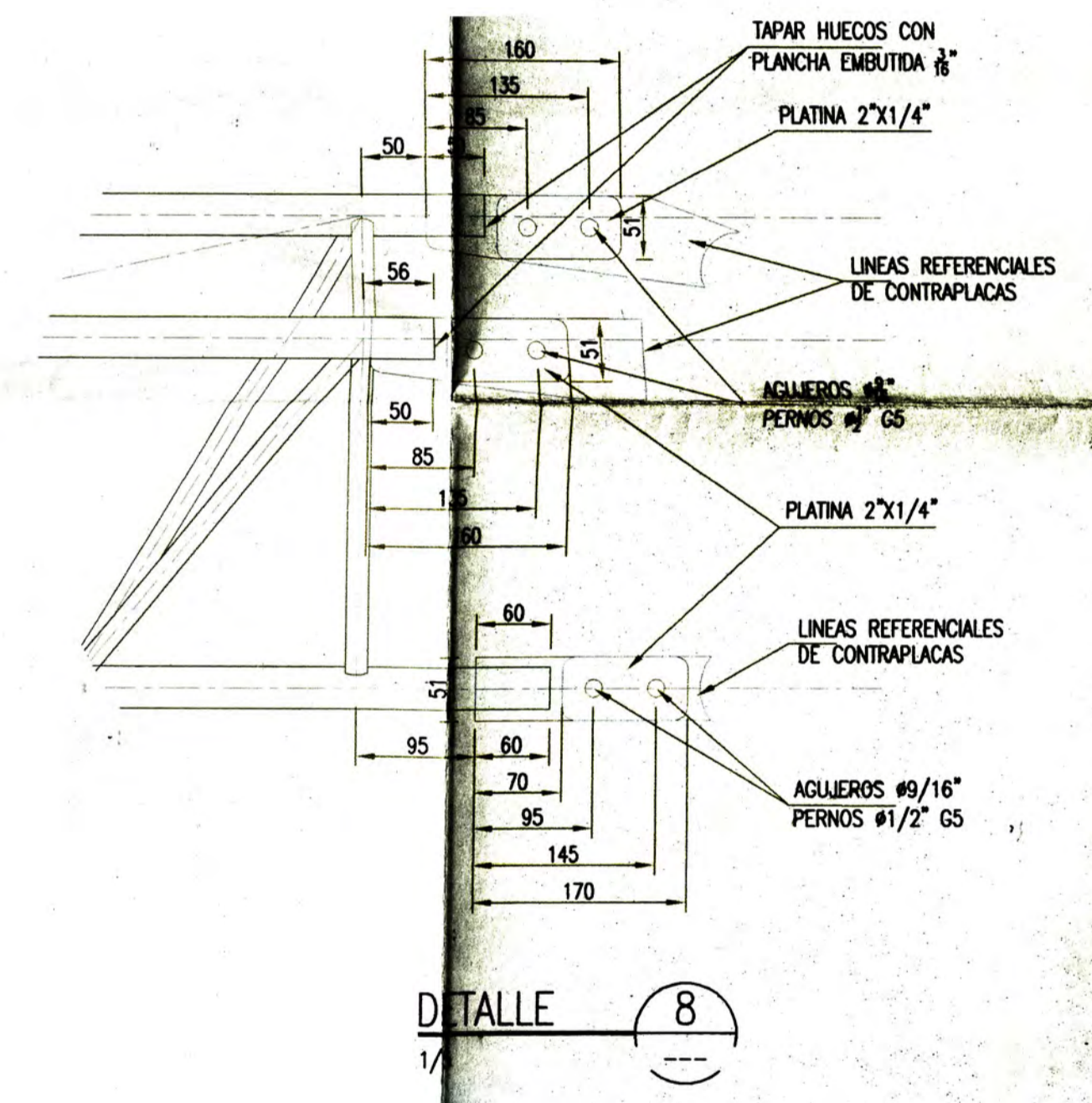


NOTA: FABRICAR LAS CONTRAPLACAS IGUAL A SUS RESPECTIVAS PLACAS Y CONDICIONAR EXTREMOS EN OBRA

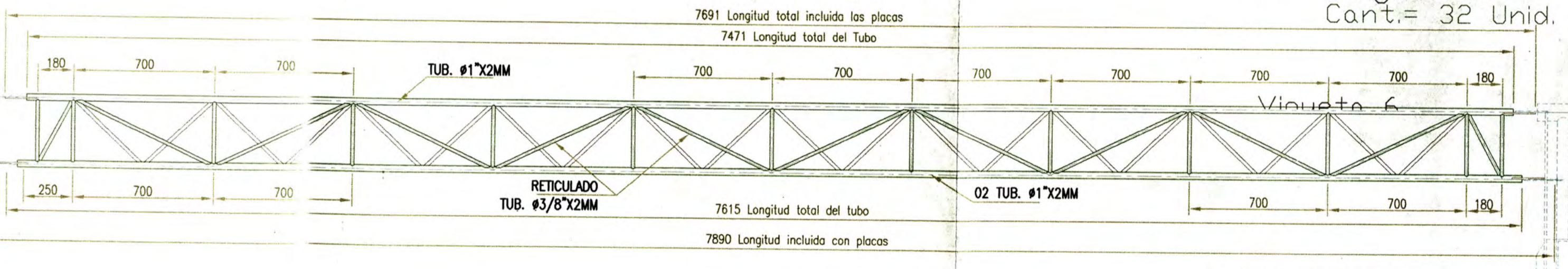
Vigueta 5  
Cant.= 04 Unid.



DET. 8



Vigueta 6  
Cant.= 32 Unid.



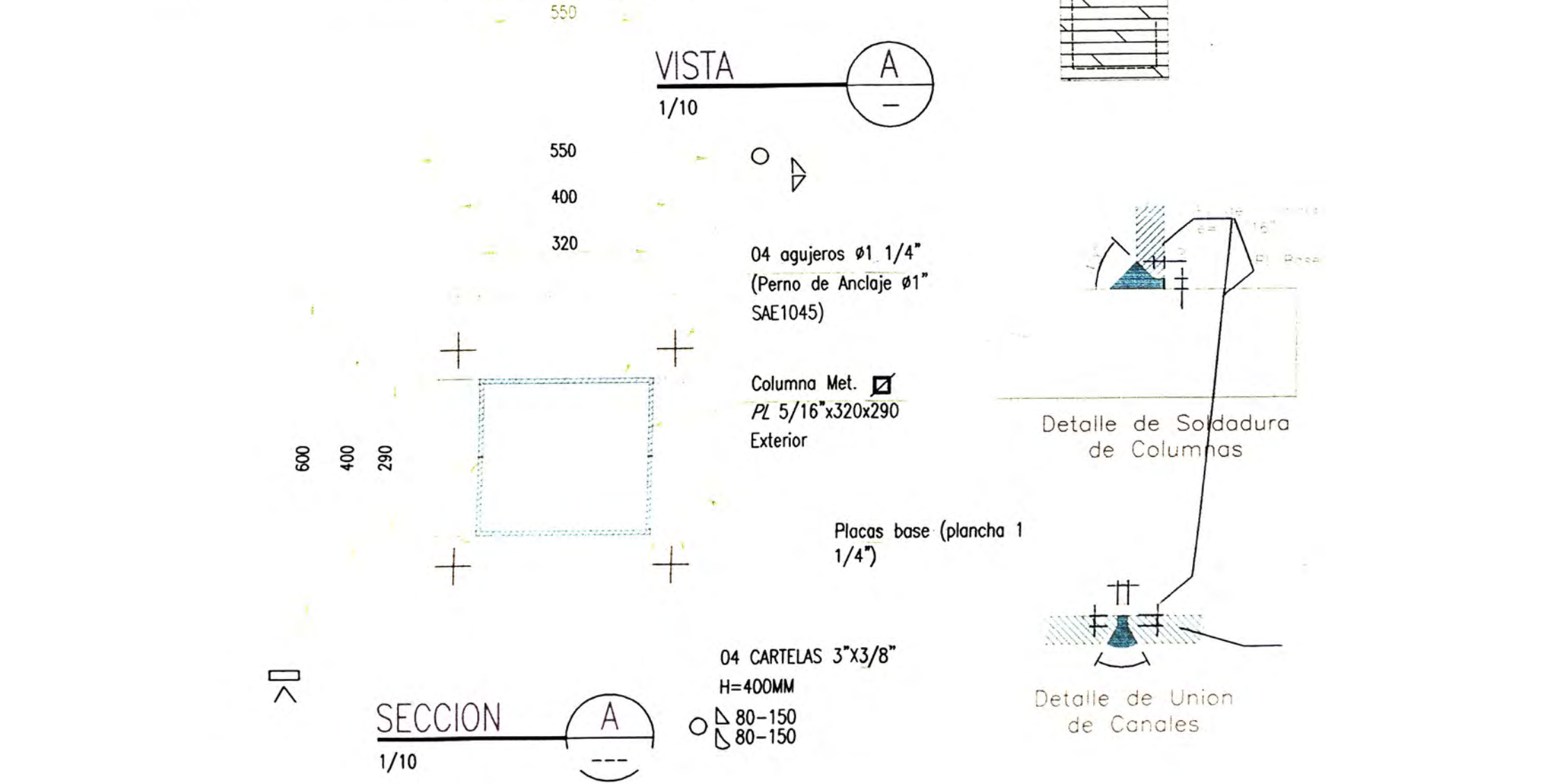
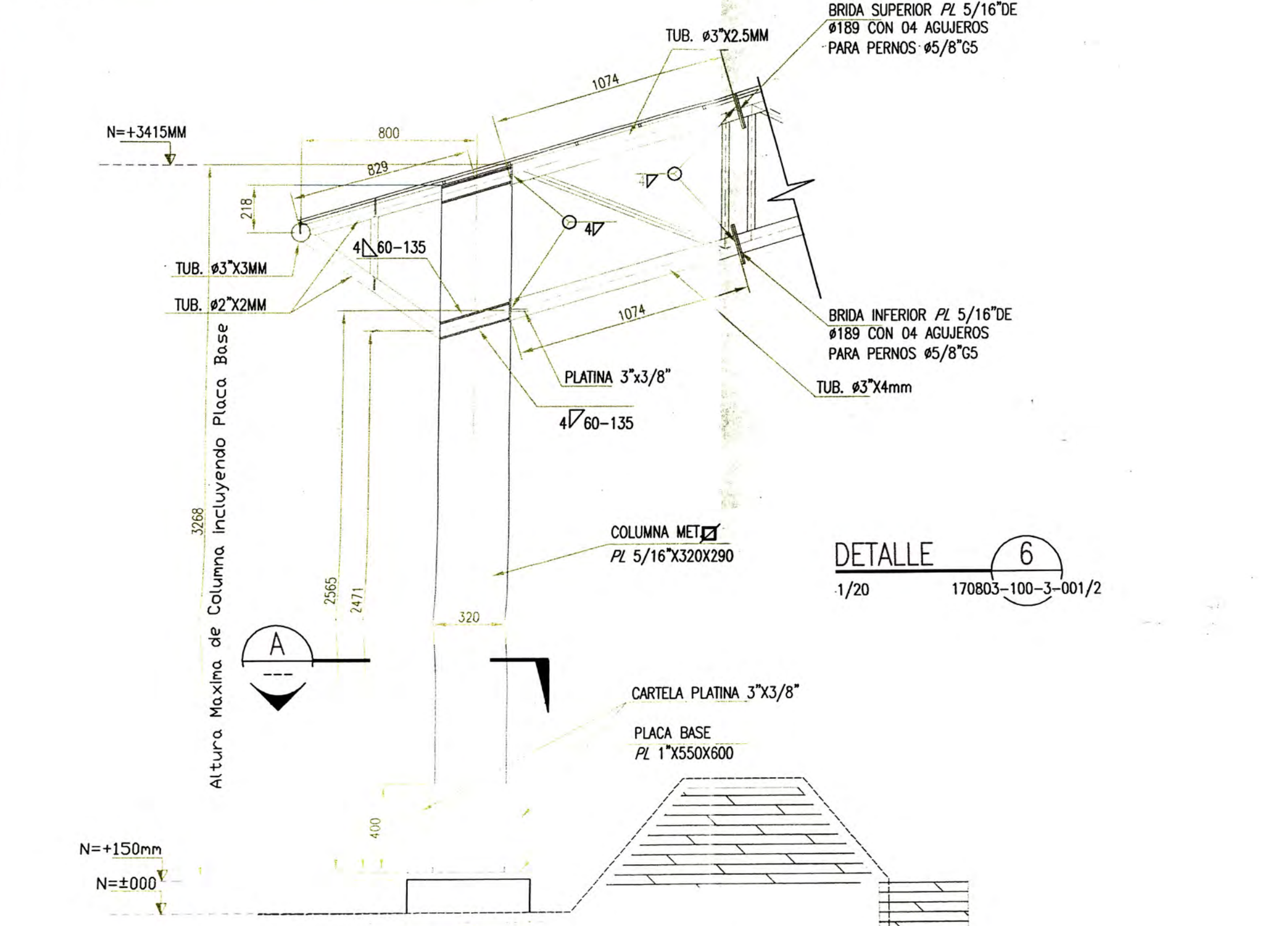
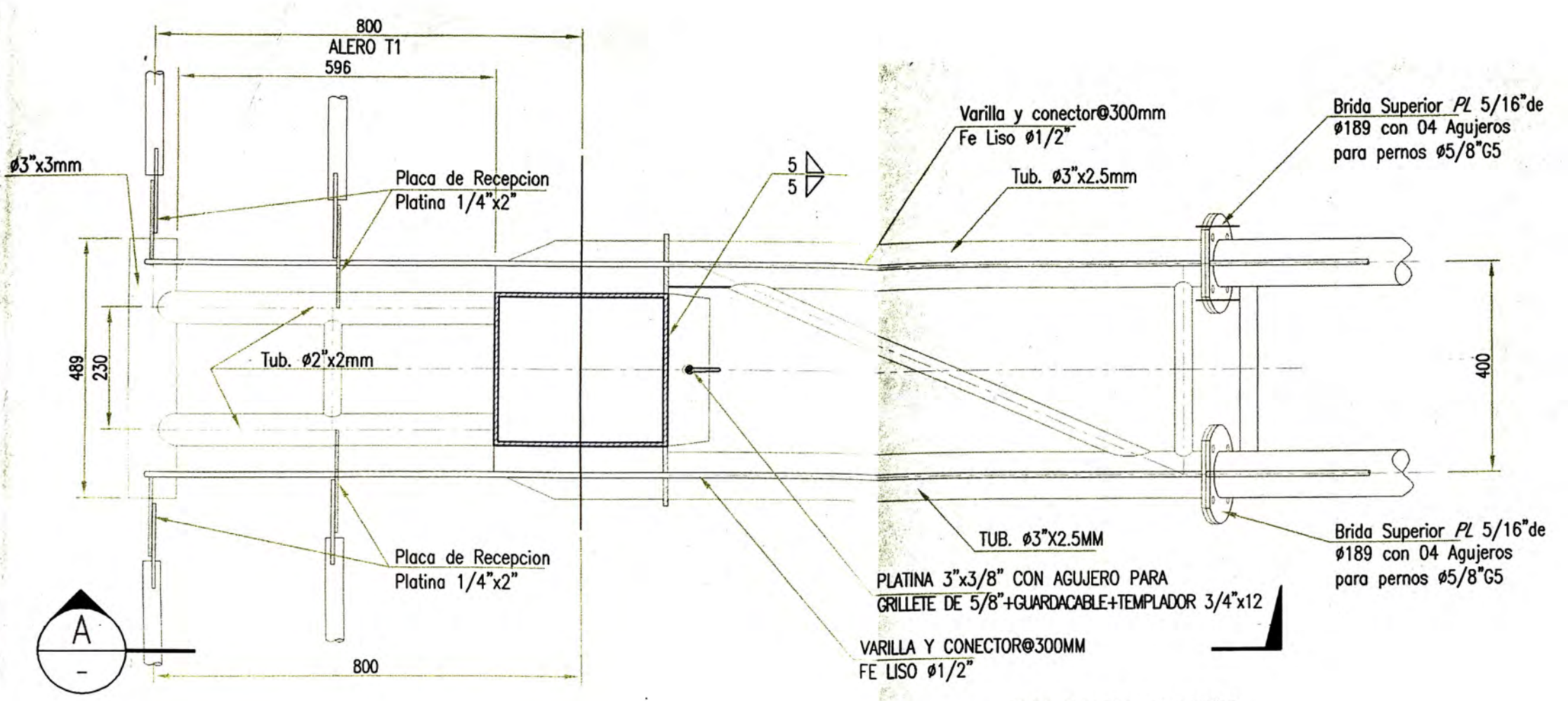
DET. 8

Vista Frontal

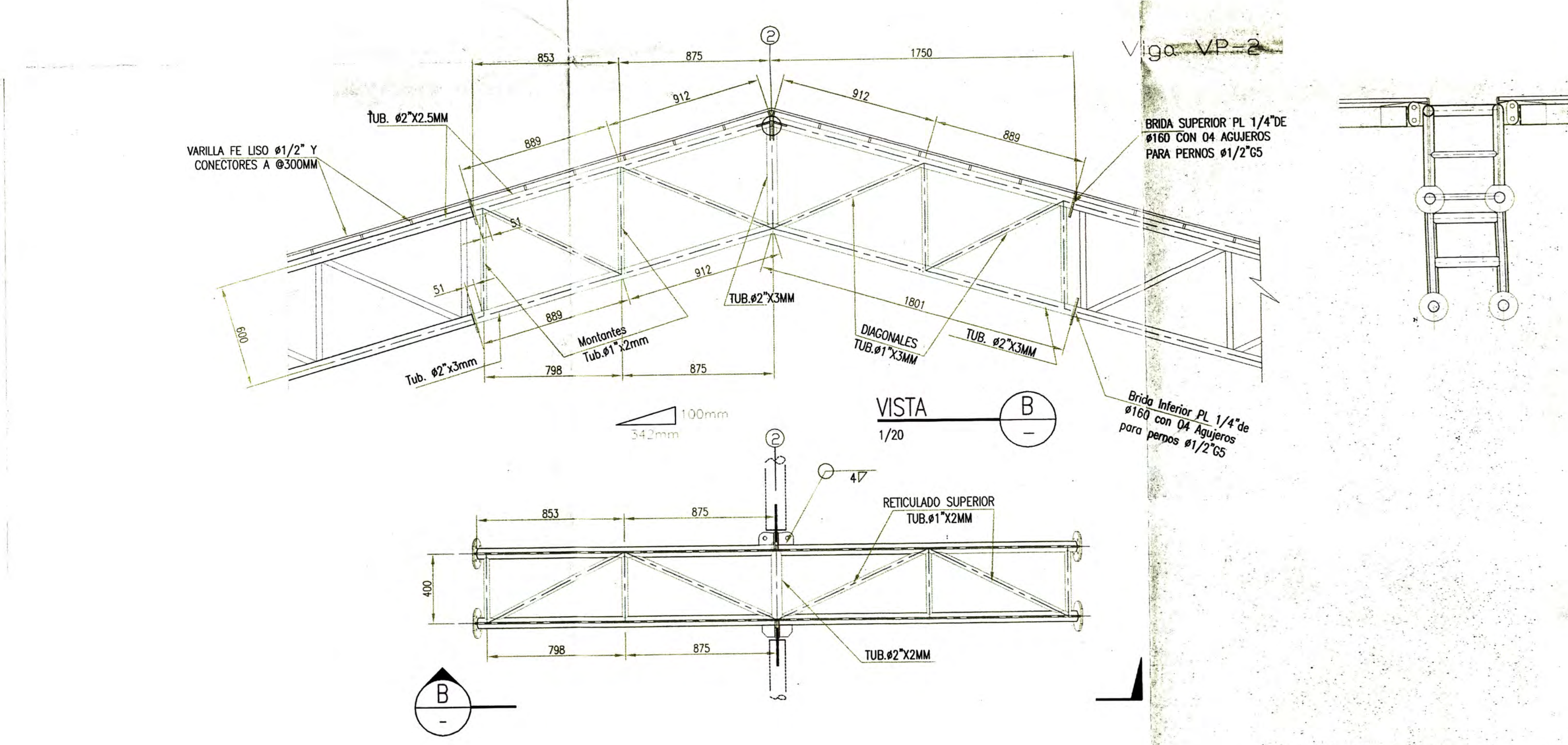
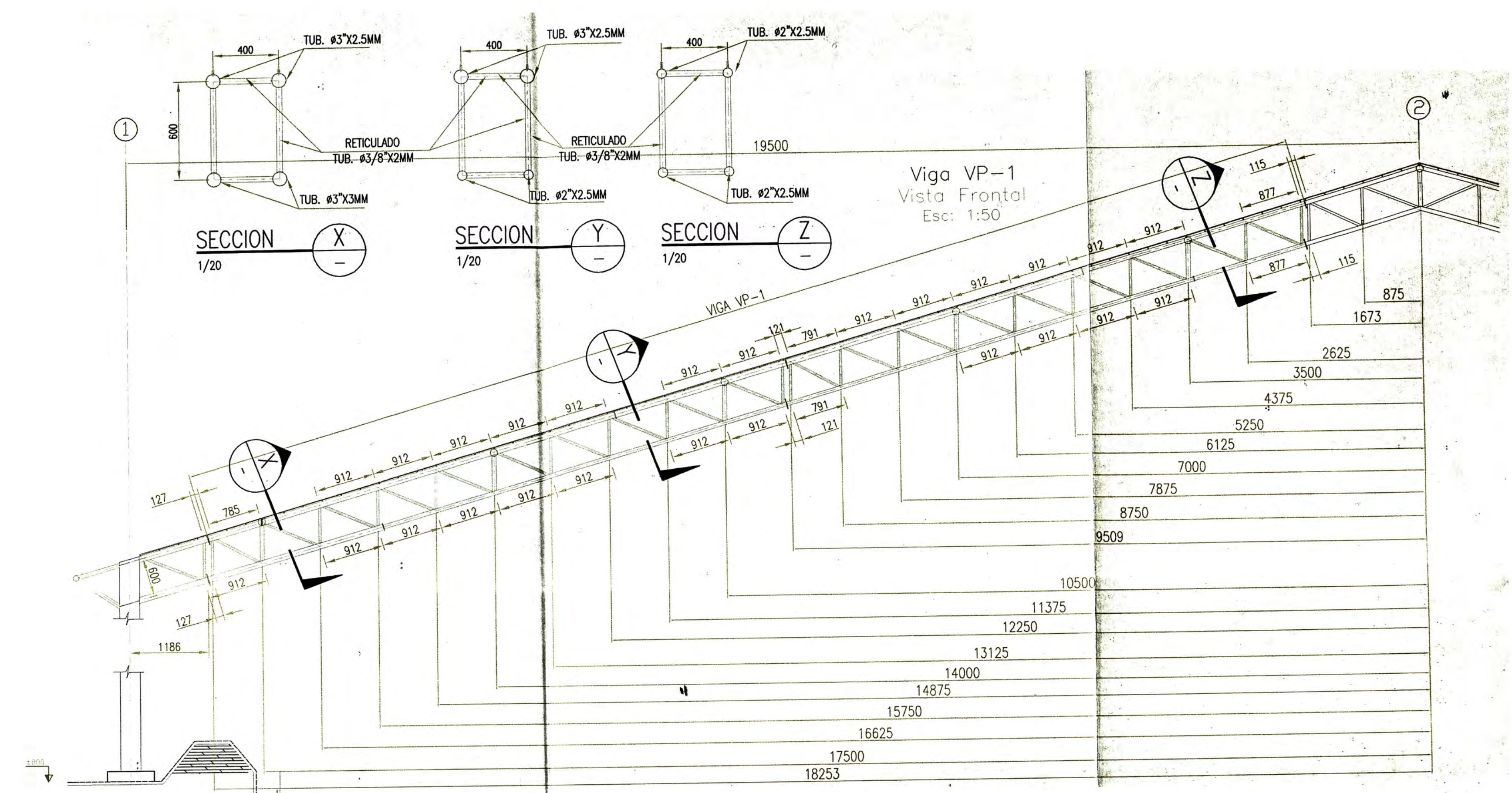
Vista Frontal

PROPIETARIO	PETROBRAS - LOTE 58		
PROYECTO	CAMPAMENTO LA PERUANITA		
PLANO	ESTRUCTURA METALICA PIT JP1 y DIESEL VIGUETAS 1,5, 6 y DETALLES	LAMINA	EM-02
PROFESIONAL	MISAEAL LAURO DIAZ I.	FECHA	
PROF.	DIBUJO	ESCALA	FECHA





DETALLE 6  
1/20 170803-100-3-001/2



PROPIETARIO	PETROBRAS - LOTE 58		
PROYECTO	CAMPAMENTO LA PERUANITA		
PLANO	ESTRUCTURA METALICA PIT JP1 y DIESEL COLUMNAS, VIGAS Y DETALLES		LAMINA
PROFESIONAL	MISAEEL LAURO DIAZ I.		
PROF.	DIBUJO	ESCALA 1/125	FECHA DICIEMBRE 2008

EM-03