

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**METODOLOGÍA PARA LA FABRICACIÓN DE NAVES  
ESTRUCTURALES CON 37 MTS DE LUZ Y UN ÁREA  
DE 10 000 M<sup>2</sup>**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO**

**ROGER VÍCTOR FARJE CUCHILLO**

**PROMOCION 2001 - II**

**LIMA-PERU**

**2 012**

## **DEDICATORIA**

A mi madre, quien guía  
mis días desde el cielo.

A mi padre, hermanos y  
compañera de toda la  
vida por su apoyo  
incondicional.

A mis hijos Crystel y  
Víctor por ser el motor  
que me empuja a seguir  
creciendo.

# CONTENIDO

<b>PROLOGO .....</b>	<b>pag 1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>pag 3</b>
1.1 Antecedentes .....	pag 3
1.2 Objetivos .....	pag 3
1.3 Justificación .....	pag 4
1.4 Alcances .....	pag 4
1.5 Limitaciones .....	pag 4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>GENERALIDADES DE NAVES ESTRUCTURALES .....</b>	<b>pag 5</b>
2.1 Definición .....	pag 5
2.2 Reseña histórica .....	pag 6
2.3 Tipos de naves estructurales .....	pag 7
2.3.1 Por la forma del techo .....	pag 7
2.3.2 Por el tipo de estructura de la nave .....	pag 9
<b>CAPITULO III</b>	
<b>DESCRIPCION DE NAVES ESTRUCTURALES .....</b>	<b>pag 11</b>
3.1 Componentes estructurales .....	pag 11
3.1.1 Cimientos .....	pag 11
3.1.2 Columnas .....	pag 12
3.1.3 Vigas .....	pag 12
3.1.4 Vigas de amarre .....	pag 13
3.1.5 Vigas de compresión o vigas secundarias .....	pag 14
3.1.6 Viguetas o correas .....	pag 14

3.1.7 Templadores .....	pag 14
3.1.8 Estructura soporte de cerramiento .....	pag 15
3.2 Componentes de acabado .....	pag 15
3.2.1 Coberturas .....	pag 15
3.2.2 Cerramientos .....	pag 18
3.2.3 Drenaje .....	pag 19
3.2.4 Puertas .....	pag 20
3.2.5 Ventanas .....	pag 21
3.3 Otros .....	pag 21

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGIA DE FABRICACION .....pag 22**

4.1 Entradas (información requerida) .....	pag 23
4.1.1 Orden de trabajo .....	pag 23
4.1.2 Plan de proyecto .....	pag 23
4.1.3 Planos del proyecto .....	pag 24
4.2 Herramientas y técnicas (plan de fabricación) .....	pag 24
4.2.1 Normas empleadas en el proceso .....	pag 24
4.2.2 Recepción de materiales .....	pag 26
4.2.2.1 Grados de corrosión .....	pag 26
4.2.2.2 Tolerancias dimensional y geométricas ....	pag 27
4.2.3 Trazado .....	pag 30
4.2.4 Habilitado .....	pag 30
4.2.4.1 Corte con equipo oxigas .....	pag 30
4.2.4.2 Perforado o agujereado .....	pag 31
4.2.4.3 Corte con cizalla hidráulica .....	pag 32
4.2.4.4 Plegado .....	pag 32
4.2.5 Armado .....	pag 35

4.2.5.1 Placas soporte de la nave .....	pag 35
4.2.5.2 Elementos tubulares de sección	
Compuesta .....	pag 37
4.2.5.3 Elementos de sección simple .....	pag 39
4.2.5.4 Carpintería metálica .....	pag 41
4.2.6 Soldadura .....	pag 43
4.2.7 Enderezado .....	pag 48
4.2.8 Pre ensamble de las vigas .....	pag 52
4.2.9 Limpieza mecánica y manual .....	pag 53
4.2.10 Preparación superficial y pintura .....	pag 55
4.2.10.1 Preparación superficial .....	pag 56
4.2.10.2 Pintado .....	pag 56
4.3 Salidas .....	pag 61
4.3.1 Producto terminado .....	pag 61
4.3.2 Dossier de calidad .....	pag 61
4.3.3 Libro de lecciones aprendidas .....	pag 61
4.3.4 Indicadores obtenidos durante la fabricación .....	pag 61
4.4 Resumen del proceso de fabricación .....	pag 61

## **CAPITULO V**

<b>ANALISIS ECONOMICO .....</b>	<b>pag 63</b>
5.1 Presupuesto detallado .....	pag 64
5.2 Cronograma de fabricaciones .....	pag 66
5.3 Curva S de valor acumulado Vs tiempo (planificado) .....	pag 67
5.4 Avances y valorizaciones .....	pag 69
5.5 Análisis económico .....	pag 71
5.5.1 Variaciones .....	pag 71
5.5.1.1 Variación del cronograma (SV) .....	pag 71

5.5.1.2 Variación del costo (CV) .....	pag 71
5.5.2 Índices .....	pag 72
5.5.2.1 Índice de desempeño del cronograma (SPI) .....	pag 72
5.5.2.2 Índice de desempeño del costo (CPI) .....	pag 72
5.5.3 Proyecciones .....	pag 73
5.5.3.1 Según la proporción presupuestada .....	pag 73
5.5.3.2 Según el CPI actual .....	pag 74
5.5.3.3 Considerando ambos factores (SPI y CPI) .....	pag 74
5.6 Resumen del analisis .....	pag 75
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>pag 76</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>pag 78</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>pag 79</b>
<b>PLANOS</b>	
<b>APENDICE</b>	

## **PROLOGO**

El desarrollo del presente informe de suficiencia profesional es la muestra de cerca de 10 años de experiencia del autor en la fabricación de estructuras metálicas, laborando para la empresa Calienes Ingeniería S.A.C. y de la cual ha podido ser parte activa de los proyectos referentes a la fabricación de estructuras metálicas desarrollados en sus instalaciones, primero como supervisor y después como jefe de producción.

El informe se divide en 5 capítulos, que pasaremos a describir brevemente:

### **CAPITULO I – INTRODUCCION.**

En este capítulo detallamos lo importante y valioso de realizar este informe sobre la metodología de fabricación de naves estructurales, es por eso que lo dividimos en antecedente, objetivos, justificación, alcances y limitaciones para así poder comprender lo propuesto en los capítulos siguientes.

### **CAPITULO II – GENERALIDADES DE NAVES ESTRUCTURALES.**

En este capítulo se define que son, para que sirven, como evoluciono y los diferentes tipos de naves estructurales que se conocen comúnmente o los más usados en el ambiente industrial; para así tener una visión de lo que se quiere fabricar.

### **CAPITULO III – DESCRIPCION DE NAVES ESTRUCTURALES.**

En este capítulo se describe en forma detallada todos los elementos que componen una nave estructural, cimientos, columnas, vigas, etc., el trabajo y los

esfuerzos a que están sometidos dentro del conjunto que es la nave, y con lo cual nos va a servir de base para entender la importancia de cada uno y así poder elaborar los procedimientos de fabricación que se detallan en el siguiente capítulo.

#### **CAPITULO IV – METODOLOGIA DE FABRICACION.**

Es este el capítulo principal y del cual se basa el informe. Aquí se detalla cada una de las tareas necesarias para fabricar cada elemento de la nave estructural, las mejores prácticas, los controles, registros y las normas necesarias para poder fabricar cada uno de estos elementos con la garantía y la calidad exigidos hoy en día, el cual busca satisfacer plenamente las necesidades del cliente y también nuestras necesidades. Este capítulo pone por escrito cerca de 10 años de experiencia en la fabricación de estructuras metálicas que posee el autor y que en esos años ha podido experimentar los cambios en la forma de trabajar el acero estructural, donde el trabajo era poco eficiente sin controles constantes, procedimientos escritos, ni historias de los proyectos elaborados, hasta el cambio de filosofía exigido por todas las normas internacionales que ya se han vuelto comunes y de uso corriente en nuestro país.

#### **CAPITULO V – ANALISIS ECONOMICO**

En este capítulo se describe primero cual es la información que se requiere para poder realizar una evaluación económica, y después explicar cuáles son las variables que se necesitan calcular para poder realizar la evaluación en tiempo real de la situación económica del proyecto, si se está conduciendo el proyecto hacia el éxito o hacia el fracaso. La importancia de este capítulo es que cuantifica si los procedimientos seguidos están dando resultados positivos o negativos en el momento, y así poder mejorarlos o corregirlos.



# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1.- ANTECEDENTES.**

Como es sabido los procesos de fabricación en el país se desarrollaban de una manera desordenada y sin mucho control, lo cual provocaba que los tiempos sean amplios ya que estos tienen que tomar en cuenta los reprocesos que se desarrollaban a lo largo de la fabricación, de igual manera sucedía con los costos. Pero a raíz de la aparición en los años 90s de la norma ISO referente a la calidad y toda la filosofía que esta acarrea; los procesos fueron cambiando y el control se volvió mas exigente, permitiendo de esta manera reducir tiempos y costos, pero sobre todo poder realizar una evaluación y mejora de lo ya realizado es por eso que se elabora este informe que pone por escrito las mejores prácticas en el proceso de fabricación, en este caso específico de unas naves estructurales.

### **1.2.- OBJETIVOS.**

El presente informe basándose específicamente a la fabricación tiene como objetivo la de plantear un método a seguir para fabricar 3 naves estructurales con 37 mts de luz, las cuales suman un área de 10,000 m<sup>2</sup>, utilizando como guías los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) y la norma sobre gestión de la calidad ISO 9001-2008.

### **1.3.- JUSTIFICACIÓN.**

El presente informe se justifica, en que al desarrollar detalladamente los pasos a seguir en la fabricación de naves industriales, usamos una metodología basada en la gestión moderna, la cual tiene como principio la filosofía de procesos y mejora continua; así se logra optimizar los tiempos, reducir los costos y sobre todo cumplir plenamente con todos los requisitos exigidos por el cliente logrando satisfacer plenamente sus necesidades.

### **1.4.- ALCANCES.**

Los alcances del presente informe son los siguientes:

Desarrollar los pasos a seguir en la fabricación de naves estructurales, los cuales cumplirán con todos los requisitos y controles exigidos por el cliente y la propia organización, tanto en lo relativo a la gestión como a la calidad.

Demostrar que gracias a los registros obtenidos en cada proceso, se puede realizar una evaluación en tiempo real de la situación en la que se esta llevando la fabricación y así poder realizar los cambios en forma oportuna.

### **1.5.- LIMITACIONES.**

En el presente informe no está incluido el diseño estructural y civil, ingeniería básica y de detalle, obras civiles, arquitectura, sanitaria, eléctrica, y el montaje de las naves estructurales; solamente se esta planteando una metodología para la fabricación de estas.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES DE NAVES ESTRUCTURALES**

#### **2.1.- DEFINICION.**

Una nave estructural es un edificio de uso industrial que alberga la producción y/o almacena los bienes industriales, junto con los obreros, las máquinas que los generan, el transporte interno, la salida y entrada de mercancías, etcétera. También la podemos definir como la instalación física o edificación diseñada y construida para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura, ensamble, procesos industriales, almacenaje y distribución.

Los requerimientos y tipos de construcción que debe poseer la nave varían en función de las innumerables actividades económicas que se pueden desarrollar en su interior, lo que ha conducido al desarrollo de un gran número de soluciones constructivas. Por ejemplo, en las naves que albergan cadenas de producción la longitud suele ser la dimensión predominante de la construcción. En una nave estructural se necesitan grandes claros, afín de lograr grandes espacios sin existencia de apoyos intermedios, de tal suerte que la nave pueda operar sin obstáculos ni restricciones, trabajando así con mucha versatilidad.

## 2.2.- RESEÑA HISTORICA.

Los primeros edificios estructurales o industriales surgieron en torno a las ciudades en los siglos XVIII y XIX, debido a la Revolución industrial producida a partir de la invención de la máquina de vapor. Las chimeneas altas de las calderas de estas máquinas cambiaron el paisaje urbano y trajeron consigo una nueva forma de vida que con el tiempo transformó por completo la sociedad. Antes de la Revolución Industrial la economía estaba basada en el trabajo artesanal organizado en gremios. Luego de la misma comenzó la producción en edificios que alojaban las máquinas, la mano de obra y las materias primas, además de las fuentes de energía (carbón, agua). Estas primeras fábricas podían incluso servir de viviendas para los obreros que trabajaban en ellas. Con el avance de la industrialización, también se realizó en las naves la producción en serie (ver figura 2.1).

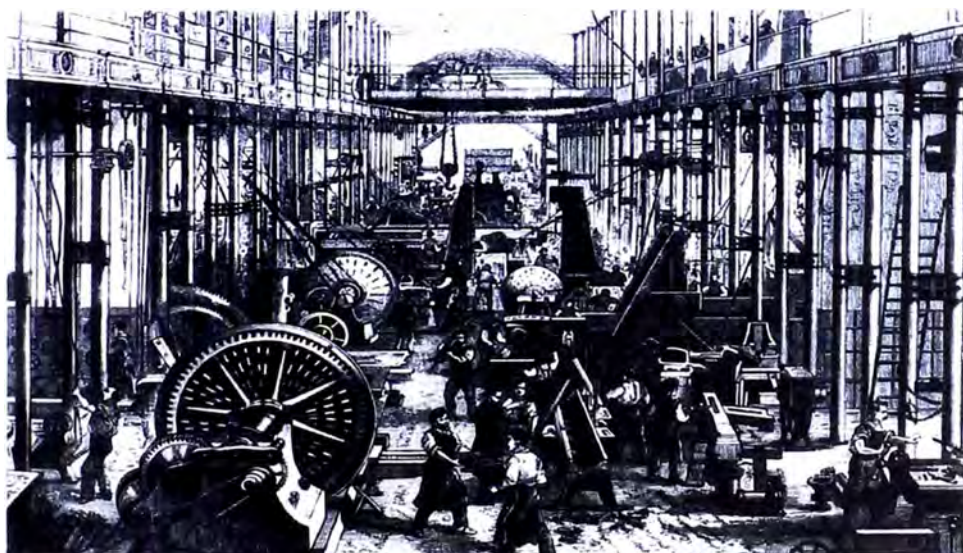


Figura 2.1 – Nave estructural de inicios del siglo XX

Por aquellos años las soluciones arquitectónicas tradicionales no podían satisfacer las crecientes necesidades de la incipiente industria: diafanidad, grandes espacios productivos, mayor iluminación, funcionalidad, etc. Es por eso que surge la arquitectura industrial aportando nuevos tipos estructurales utilizando los avances

en siderurgia y técnicas de unión. El acero como material estructural permitió crear un abanico de combinaciones. Para mejorar las estructuras de acero se debieron mejorar las técnicas de unión, principalmente, la soldadura y el remachado. Fue muy importante en este aspecto el desarrollo de los fundamentos de la elasticidad y la resistencia de materiales, que dotaron al campo de la construcción de herramientas que permitían calcular los esfuerzos en estructuras complejas (hiperestáticas) y comprender la forma en que los materiales resisten las cargas (distribución de tensiones en el seno del material).

También fue importante la invención del hormigón armado, cuya invención se dio por las mismas fechas tanto en Francia y Estados Unidos. Hasta inicios del siglo XX, el desarrollo del hormigón armado se basó en el sistema de patentes. El hormigón es un material resistente a la compresión pero que no soporta tracción. Es durable y resistente al fuego, siempre que los recubrimientos de las armaduras sean suficientes. Además, se distingue entre el hormigón 'in situ', que es aquél vertido directamente en obra, y el hormigón prefabricado, que es aquél que ha sido vertido, ha fraguado y ha endurecido en una central de hormigonado. Las estructuras de hormigón prefabricado son relativamente contemporáneas, y uno de sus usos más extendidos está en las naves industriales, especialmente las basadas en pórticos y cerchas. Hoy en día la fabricación de naves industriales se da con elementos prefabricados, tanto en hormigón como en metal, ya que estos disminuyen notablemente los costos y los tiempos.

### **2.3.- TIPOS DE NAVES ESTRUCTURALES.**

Las naves estructurales se pueden dividir en:

#### **2.3.1.- POR LA FORMA DEL TECHO.**

### **1 . NAVE CON TECHO A UNA AGUA.**

Está formada por un solo faldón que se apoya en dos muros o entramados paralelos, vertiendo el agua de lluvia a un lado, generalmente se utilizan en naves de pequeñas dimensiones.

### **2. NAVE CON TECHO A 2 AGUAS.**

Se compone de dos faldones que vierten las aguas en lados opuestos. (Ver figura 2.2).

### **3. NAVE CON TECHO DIENTES DE SIERRA.**

Formado por faldones de distinta pendiente; el más vertical va acristalado para que entre luz, y el otro con material de cubrimiento.

(Ver figura 2.3).



Figura 2.2 – Techo a 2 aguas.



Figura 2.3 – Techo dientes de sierra.

### **4. NAVE CON TECHO CURVO O DE ARCO.**

Al igual que los cables, los arcos pueden usarse para reducir los momentos flexionantes en estructuras de grandes claros. Esencialmente un arco es un cable invertido, por lo que recibe su

carga principal en compresión aunque, debido a su rigidez debe resistir cierta flexión y fuerza cortante dependiendo de cómo este cargado y conformado.

### **2.3.2.- POR EL TIPO DE ESTRUCTURA DE LA NAVE.**

#### **1. NAVE CON HORMIGON PRETENSADO.**

La estructura de estas naves es generalmente de hormigón pretensado, en un taller y luego trasladado a obra, su montaje es muy rápido y económico (ver figura 2.4).

#### **2. NAVE CON MARCOS RIGIDOS DE PERFILES CON SECCION FIJA O VARIABLE.**

La estructura está compuesta por perfiles de sección fija (de pequeñas luces y poca altura) o de sección variable (grandes luces y alturas). Generalmente las columnas y vigas son hechas de vigas prefabricada en taller y trasladadas a obra, haciendo de esta manera más rápida y económica su montaje. (Ver figura 2.5).

#### **3. NAVE CON ELEMENTOS TUBULARES.**

La estructura de estas naves son elementos tubulares, en el caso de naves pequeñas pueden ser elementos tubulares comerciales, pero en el caso de naves de grandes dimensiones estas suelen ser de elementos tubulares diseñadas y calculadas según sus dimensiones y esfuerzos a las que están sometidas, y son fabricadas en taller para su posterior envío a obra. Una de sus ventajas es que

la fabricación es sencilla y rápida, razón por la cual resulta económico en ciertas circunstancias.



Figura 2.4



Figura

2.5

#### 4. NAVE CON ARMADURAS.

Las armaduras consisten en barras en tensión usualmente dispuestas en forma triangular. Debido al arreglo geométrico de sus miembros, las cargas que causan la flexión en las armaduras se convierten en fuerzas de tensión o compresión en los miembros. La carga se transmite a través de los nudos por medio de una serie de largueros (ver figura 2.6).



Figura 2.6 – Nave con armaduras.



## **CAPITULO III**

### **DESCRIPCION DE NAVES ESTRUCTURALES**

Las naves estructurales están compuestas de diversos elementos estructurales y de acabados, los cuales al ser terminados brindan un ambiente propicio para el propósito por el cual fue creado y estas a su vez están compuestas de diferentes elementos que serán detallados a continuación:

#### **3.1.- COMPONENTES ESTRUCTURALES.**

##### **3.1.1.- CIMIENTOS.**

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. Debido a que la resistencia y rigidez del terreno suelen ser inferiores a las de la estructura, la cimentación posee un área en planta muy superior a la suma de las áreas de todos los pilares y muros portantes (estructura vertical) por tanto serán por lo general piezas de volumen considerable con respecto al volumen de las piezas de la estructura. La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura. Hay que prestar especial atención ya que la estabilidad de la construcción depende en gran medida del tipo de

terreno, se preferirá que los cimientos estén solicitados por cargas centradas, ya que las excéntricas pueden provocar empujes diferenciales.

En muchos casos, los cimientos no solo transmiten compresiones, sino que mediante esfuerzos de rozamiento y adherencia llegan a soportar cargas horizontales y de tracción, anclando el edificio al terreno.

### **3.1.2.- COLUMNAS.**

Las columnas son elementos verticales cuya función es transportar la carga del techo al piso, en cualquier tipo de edificio, naves, etc. Son elementos que soportan las cargas de la armadura o viga, las cargas que producen el viento, las cargas de impacto y los sismos y solamente se deberá revisar cuando trabajan a compresión su relación de esbeltez y el esfuerzo de pandeo. Las columnas se pueden fabricar:

- De concreto armado.
- De perfiles metálicos con sección fija o variable.
- De perfiles que forman una armadura.
- De elementos tubulares.

### **3.1.3.- VIGAS.**

Las vigas se pueden clasificar en:

#### **1. VIGAS LINEALES.**

Es un elemento constructivo que trabaja principalmente a flexión, en donde la longitud predomina sobre las otras dimensiones, El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, las cuales se calculan relacionando el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas

cercanas a los apoyos se producen esfuerzos cortantes o punzonamiento. También pueden producirse tensiones por torsión. Estructuralmente el comportamiento de una viga se estudia mediante un modelo de prisma mecánico; estas se pueden clasificar en:

- Vigas de celosía o armaduras.
- Vigas tubulares.
- Vigas con perfil de alma llena de sección fija o variable.

## **2. VIGAS TIPO ARCO.**

Es el elemento constructivo de directriz en forma curvada o poligonal, que salva el espacio abierto entre dos columnas o muros. Depositando toda la carga que soporta el arco en los apoyos, mediante una fuerza oblicua que se denomina empuje.

Estructuralmente, un arco funciona como un conjunto de elementos que transmiten las cargas, ya sean propias o provenientes de otros elementos, hasta los muros o columnas que lo soportan. De esta forma el arco es un sistema en equilibrio. Por su propia morfología están sometidas a esfuerzos de compresión, fundamentalmente, pero transmiten empujes horizontales en los puntos de apoyo, hacia el exterior, de forma que tiende a provocar la separación de éstos. Para contrarrestar estas acciones se suelen adosar otros arcos, para equilibrarlos, muros de suficiente masa en los extremos, o un sistema de arriostramiento mediante contrafuertes o arbotantes y algunas veces se utilizan tirantes metálicos.

### **3.1.4.- VIGAS DE AMARRE.**

Las vigas de amarre son aquellas vigas que se sitúan en los claros que hay entre pórtico y pórtico y sirven para amarrar estos pórticos, y así puedan soportar las cargas que actúan en la nave, como si fueran una sola estructura y evitar así el efecto "domino". Normalmente se sitúan en la parte superior de las columnas, y en caso las columnas sean muy altas se ubica una viga adicional aproximadamente al centro de la columnas, a la vez que esta sirve para disminuir el pandeo en las columnas altas.

### **3.1.5.- VIGAS DE COMPRESION O VIGAS SECUNDARIAS.**

En las naves estructurales de grandes luces es necesario emplear estas vigas de compresión o vigas secundarias, las cuales van a trabajar junto con las vigas de amarre, solo que estas estarán ubicadas a lo largo de las vigas principales uniéndolas unas con otras y así estabilizar la estructura de la nave.

### **3.1.6.- VIGUETAS O CORREAS.**

Las viguetas o correas se encargan de soportar el peso de la cobertura y las cargas que actúan sobre esta. Las viguetas son las encargadas de amarrar la cobertura del techo por medio de clavos o pernos especiales (tipo bastón); estas viguetas están sometidas constantemente a flexión, es por eso que normalmente se les coloca unos templadores que ayudan a compensar estos esfuerzos. Estas viguetas pueden ser:

- Tipo armaduras o celosías de pequeña altura.
- Tipo laminas plegadas, que pueden ser de sección tipo "C" o "Z".

### **3.1.7.- TEMPLADORES.**

Los templadores cumplen un papel de suma importancia en la estructura de una nave ya que estas son las responsables de darle rigidez y estabilidad a la nave en su conjunto, normalmente son varillas de fierro las

cuales están sometidas a esfuerzos de tracción y compresión y se encargan de unir todos los elementos entre sí disminuyendo de esta manera los efectos locales que pueda producir alguna carga adicional en la estructura.

Estas se pueden clasificar:

- Templadores de columnas.
- Templadores de vigas.
- Templadores de pórticos.
- Templadores de viguetas o largueros.

### **3.1.8.- ESTRUCTURA SOPORTE DEL CERRAMIENTO.**

La estructura soporte del cerramiento es el equivalente a las viguetas o largueros, pero ubicadas en la parte lateral de la nave y sirven para sujetar la cobertura lateral o cerramiento. En naves de grandes dimensiones suelen estar compuestos de elementos verticales (columnas) y horizontales. Estos elementos pueden ser:

- Tipo armaduras o celosías de pequeña altura (tricos).
- Tipo laminas plegadas, que suelen ser de sección tipo "U".
- Tipo tubular.

En las siguientes figuras 3.1 y 3.2 se ilustran la ubicación de estos elementos estructurales en una nave.

## **3.2.- COMPONENTES DE ACABADO**

### **3.2.1.- COBERTURA.**

En las naves estructurales la cobertura o techumbre es la que se encarga de proteger el interior de la nave de algún factor externo que pueda caer en el interior y dañar los objetos o personas que puedan encontrarse ahí. Estas coberturas están fijadas generalmente a la estructura por medio

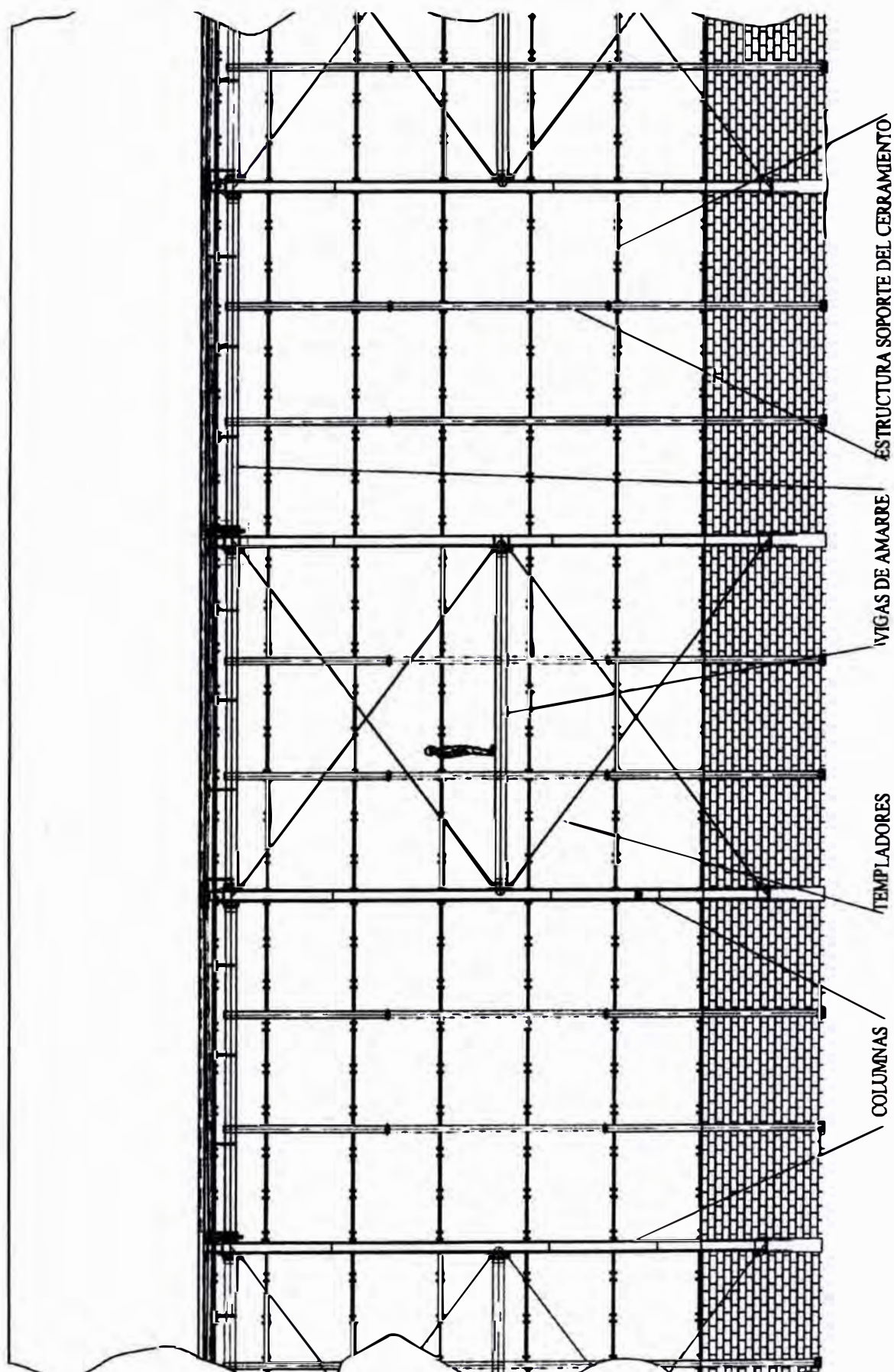


Figura 3.1 – Vista lateral de una nave, donde se señala sus componentes.

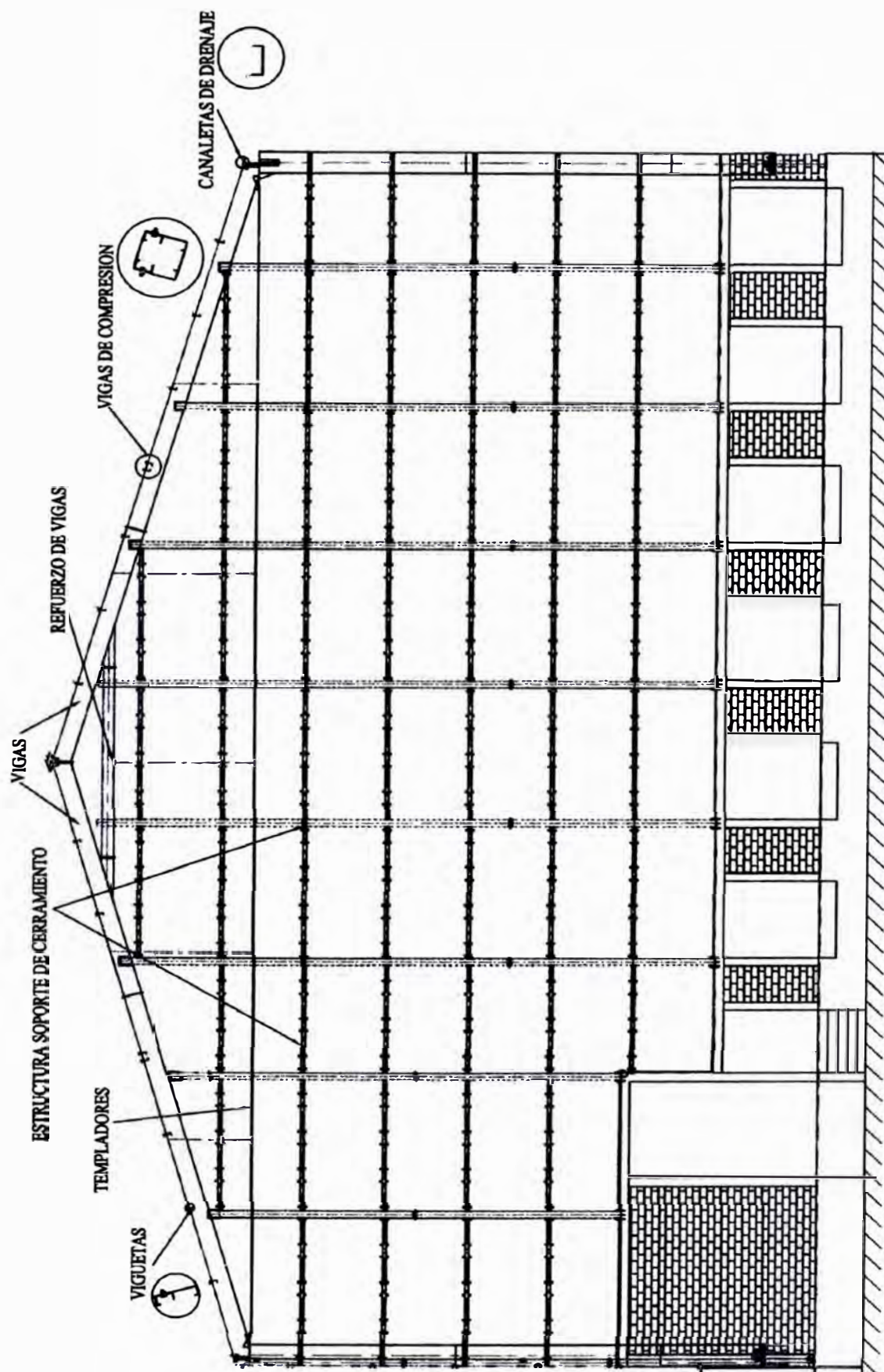


Figura 3.2 – Vista frontal de una nave, donde se señala sus componentes.

de tornillos tipo bastón. Las coberturas pueden ser, en el caso de las naves estructurales, de diferentes materiales, aunque los más comunes son:

- Fibro cemento (Eternit).
- Chapas de acero galvanizado (Calaminon).
- Aluminio (Precor).
- Paneles tipo "sándwich" (aislamiento interior), (ver figura 3.3).
- Placas traslucidas.

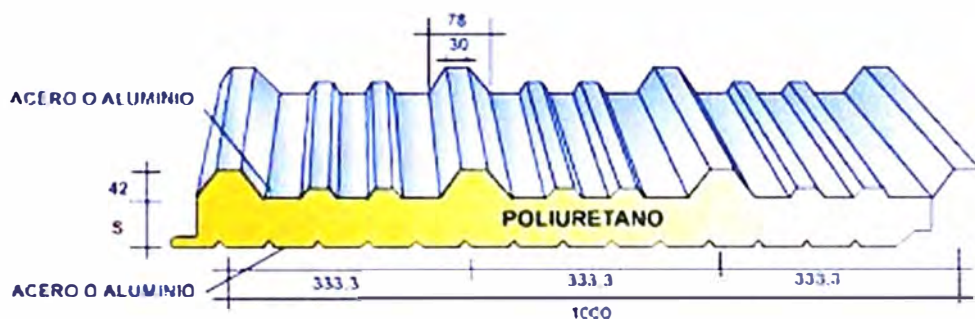


Figura 3.3 – Cobertura con aislamiento interior.

La cobertura está compuesta de diferentes partes: (Ver figura 3.4).

- Aireador o lumbrera.
- Cumbre.
- Faldón. Compuesta por la cobertura propiamente dicha.
- Aleros. Son los extremos de las coberturas.



Figura 3.4 – Foto donde se observa las partes de una cobertura.

### 3.2.2.- CERRAMIENTOS.



El cerramiento al igual que la cobertura tienen como función principal la de proteger a el interior de la nave de cualquier agente externo que pueda causar algún daño a los objetos o personas que puedan encontrarse dentro. Los cerramientos generalmente se fijan por medio de tornillos autoperforantes. Puede usarse diferentes tipos de materiales para los cerramientos pero los más comunes son:

- Chapas delgadas de acero galvanizado (Calaminon).
- Aluminio (Precor).
- Paneles tipo "sandwich".
- Paneles de "Drywall".
- Paneles de policarbonato.
- Ladrillo o material de albañilería. Solamente en el caso de las columnas de concreto armado.

El cerramiento está compuesto de:

- Coronación. Plancha plegada que cierra la luz superior del cerramiento.
- Esquina. Plancha plegada que cierra las esquinas.
- Pie de chapa. Plancha plegada que cierra la luz inferior del cerramiento.
- Paramento. Es el cuerpo del cerramiento.

### **3.2.3.- DRENAJE.**

En todas las naves estructurales siempre se hace necesario derivar la corriente pluvial hacia drenajes ya establecidos, es por eso que se hace necesaria la instalación de canaletas y tuberías que cumplan esta función. Estos canales y tuberías pueden ser de diversos materiales siendo los más comunes el PVC (en naves de fácil mantenimiento y abiertos) y el acero

galvanizado (en naves de difícil mantenimiento o muy altos, de grandes dimensiones y cerrados).

Las canaletas que reciben el agua pluvial de los faldones deben ser instaladas con cierta pendiente, la cual permitirá que el agua pluvial fluya por gravedad hacia las tuberías, las cuales derivaran las aguas hacia zonas ya establecidas (desagües, jardines, etc.).

### **3.2.4.- PUERTAS.**

Las puertas son usadas en las naves estructurales cerradas y estas son las que permiten el ingreso de personas, vehículos, materiales, maquinas, etc; a el interior de la nave, sea esta almacén, centros de producción, etc.

Las puertas se pueden clasificar:

#### **1. PUERTAS DE VAIVÉN.**

Estas puertas son aquellas que abren y cierran, manteniendo un extremo fijo y girando el otro extremo; normalmente son usadas para las oficinas, entradas de personal o en las zonas de escape. Existen variedad de tipos de puertas de vaivén pero las más usadas para naves estructurales son:

- De una hoja.
- De dos hojas.
- De escape con chapas anti pánico.

#### **2. PUERTAS CORREDIZAS.**

Estas puertas son aquellas que se deslizan por medio de garruchas o ruedas a través de rieles empotrados o soldados en la estructura de la nave; normalmente son usadas para el ingreso de material, materia prima, o vehículos pequeños.

### **3. PUERTAS ENROLLABLES.**

Estas puertas no son rígidas o forman un solo plano, sino que está compuesta de platinas unidas por medio de bisagras, las cuales pueden hacer que la puerta se enrolle, estas puertas llevan en la parte superior un sistema de poleas y catalinas que al funcionar enrolla la puerta en la parte superior de esta, haciendo de esta manera que este tipo de puertas no necesiten mucho espacio para su funcionamiento; pero a la vez, por tener un sistema complejo estas puertas suelen ser costosas, limitando su uso solo en casos que sus ventajas cumplan un papel beneficioso.

#### **3.2.5.- VENTANAS.**

Las ventanas cumplen un papel importante en el acabado de una nave ya que estas son las que permiten contar con un ambiente ventilado y claro, ya que estas permiten el ingreso de aire y luz al interior de la nave, haciendo de esta manera que mejore el confort en el interior de esta, mas importante aun si dentro de la nave se encuentran laborando personas.

### **3.3.- OTROS.**

En las naves estructurales o industriales también pueden existir otras instalaciones, en algunos casos muy importantes o en otros casos de uso secundario; y estas pueden ser:

- Puentes grúa.
- Luminarias.
- Instalación de red eléctrica e informática.
- Instalación de agua y desagüe, etc.

## **CAPITULO IV**

### **METODOLOGIA DE FABRICACION**

Para la realización de esta metodología se tomara en cuenta la fabricación de 3 naves estructurales de 37 m de luz, cada una; las cuales están juntas y cubren un área de 10 000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Estas naves están ubicadas en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Lurín y fue parte del proyecto de ampliación de la producción de detergente de la empresa Intradevco Industrial S.A. Específicamente estas naves son los almacenes de producto terminado.

Nuestra organización Calienes Ingeniería S.A.C. fue la encargada de realizar el proyecto de Diseño, Fabricación y Montaje del almacén Lurín 1. En este informe nos centraremos específicamente a la fabricación, la cual estuvo a cargo del área de producción.

Siguiendo la filosofía de procesos (PMBOK, ISO 9001), el proceso de fabricación deberá contar con:

- **Entrada.** Entregables de procesos anteriores.
- **Herramientas y técnicas.** Pasos necesarios para obtener un producto que cumpla con todos los requisitos.
- **Salidas.** Entregables del proceso de fabricación.

A continuación se detallara cada uno de estos pasos.

#### **4.1.- ENTRADAS (INFORMACION REQUERIDA).**

El proceso de fabricación de una nave estructural deberá recibir como entradas, todos los entregables concerniente al proyecto y que sea de utilidad para el proceso, para ello deberá coordinar con los demás grupos de trabajo la recepción de estas (físicas y virtuales) en el momento adecuado.

Los entregables requeridos en el proceso de fabricación son:

##### **4.1.1.- ORDEN DE TRABAJO.**

La orden de trabajo es la primera entrada que necesita el proceso, porque con esta orden es que se empieza a coordinar con los demás grupos de trabajo los entregables necesarios para realizar el proceso. Esta orden de trabajo es emitida por el Gerente del proyecto y dirigida al Jefe de producción.

La orden de trabajo es un resumen claro y preciso del proyecto, en el cual está escrito el título del proyecto general, el título y código de la fabricación, el resumen de los alcances del proceso, el plazo y fecha de entrega del producto terminado.

##### **4.1.2.- PLAN DE PROYECTO.**

En el cual está incluido:

- Requisitos técnicos y de acabado del cliente (normativa que se va a emplear).
- Estructura de descomposición del trabajo (EDT).
- Presupuesto detallado del proyecto.
- Cronograma planificado.
- Plan de calidad.
- Plan de recursos.
- Plan de comunicaciones.

#### **4.1.3.- PLANOS DEL PROYECTO.**

En el cual está incluido.

- Planos de arreglo general o montaje.

- Planos de fabricación.

- Planos de armado.

- Planos de despiece o de detalle.

En los planos del proyecto se puede observar y con esto poder planificar los trabajos a realizar, las características y las dimensiones de los elementos estructurales, su prioridad en el montaje, los empalmes entre componentes y ciertas características de cada componente que pueden ser críticos en el momento del montaje.

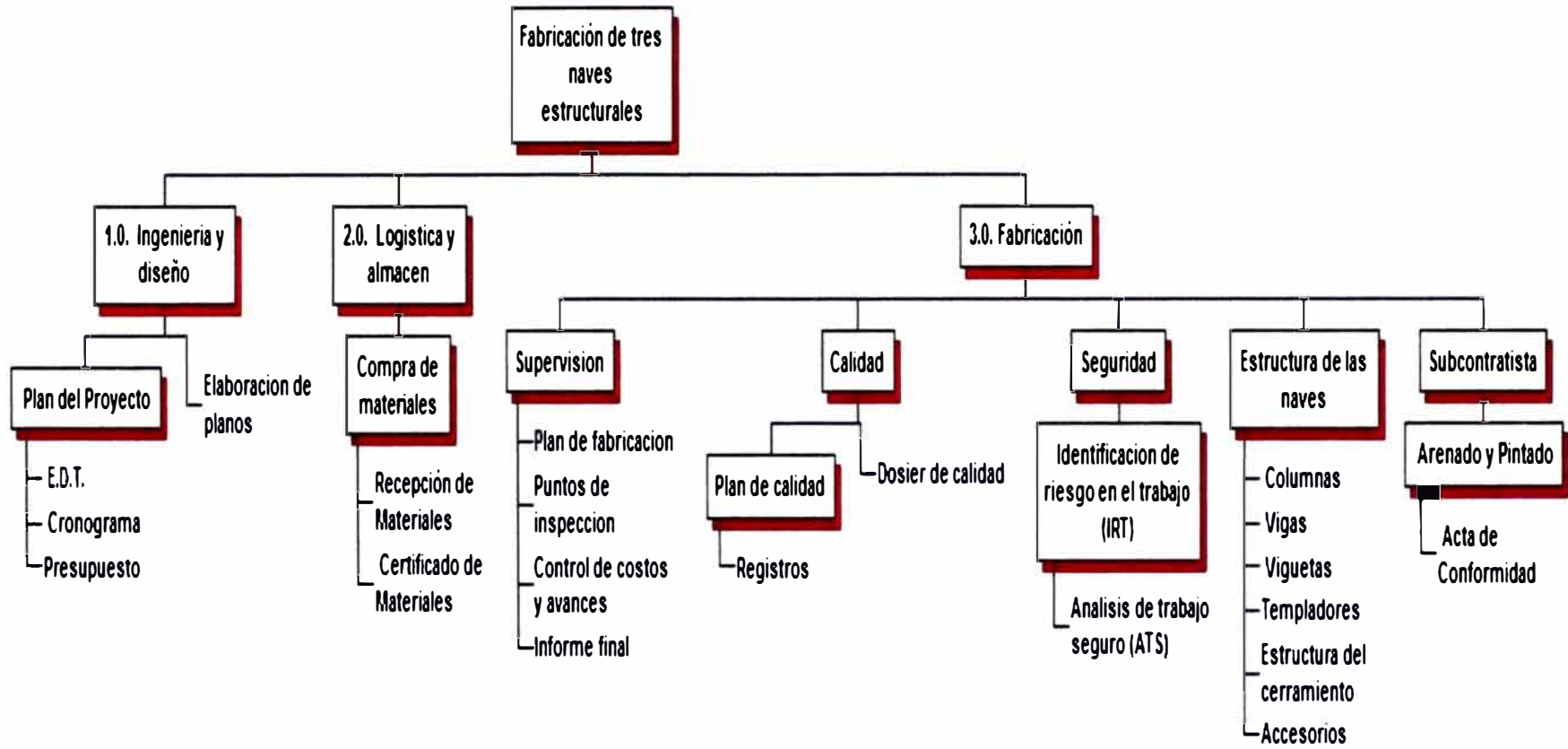
#### **4.2.- HERRAMIENTAS Y TECNICAS (PLAN DE FABRICACION).**

El proceso de fabricación consta de diversos entregables (EDT) (ver figura 4.1) y cada uno de ellos necesita para su culminación de tareas específicas las cuales están reguladas según diversas normas. En los siguientes sub capítulos detallamos las tareas y las normas empleadas en cada una.

##### **4.2.1.- NORMAS EMPLEADAS EN EL PROCESO.**

- American Society for Testing and Materials - ASTM A6/A6M.
- American Institute of Steel Construction – AISC.
- American Welding Society - AWS D1.1, D1.3.
- Steel structures painting council – SSPC.

Figura 4.1 – Estructura de descomposición del trabajo (EDT).



#### **4.2.2.- RECEPCION DE MATERIALES.**

En esta tarea está involucrada el área de almacén, el cual verifica la conformidad de los documentos entregados por el proveedor:

- Guías de remisión.
- Órdenes de compra.
- Certificados de calidad.

Es el área de producción el que da conformidad a la calidad del material entregado, verificando:

##### **4.2.2.1.- GRADOS DE CORROSION.**

Según la norma del “Stell structures painting council (SSPC) “ define los grados de corrosión o herrumbre en cuatro letras:

1. **Corrosión grado A.** Superficie de acero con la capa de laminación intacta en toda la superficie y prácticamente sin corrosión (ver figura 4.2).
2. **Corrosión grado B.** Superficie de acero con principio de corrosión y en la cual la capa de laminación comienza a despegarse (ver figura 4.3).
3. **Corrosión grado C.** Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión o la capa de laminación puede ser eliminada por raspado, pero en la cual no se han formado en gran escala cavidades visibles (ver figura 4.4).
4. **Corrosión grado D.** Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión y se han formado en gran escala cavidades visibles (ver figura 4.5).



**GRADO PERMITIDO.** En la fabricación de las naves estructurales se está permitido que el material presente un **grado de corrosión hasta de tipo B**. No se puede permitir grados de corrosión de mayor magnitud debido a que dentro de una nave estructural no solo hay maquinarias o material si no también muchas personas y es debido a esto que no se puede permitir que esta nave tenga algún tipo de falla en su estructura y particularmente que las zonas con principio de corrosión que pueda presentar en su superficie se pueda retirar totalmente por medio de procedimientos mecánicos (arenado, granallado, esmerilado, escobillado).



Figura 4.2 – Corrosión grado A



Figura 4.3 – Corrosión grado B.



Figura 4.4 – Corrosión grado C.



Figura 4.5 – Corrosión grado D.

#### **4.2.2.2.- TOLERANCIAS DIMENSIONAL Y GEOMETRICAS.**

Las tolerancias tanto dimensionales como geométricas están reguladas según la norma del **“American Society for Testing and**

**Materials (ASTM) “designación A6/A6M (ASTM A6/A6M)**

“Standart Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling”, la cual nos detalla las tolerancias permitidas, dimensionales (espesor, ancho, longitud, altura, diámetro), y geométricas (planitud, ortogonalidad, curvatura, rectitud).(Ver tablas en apéndice).

**MATERIAL EMPLEADO**

En el caso de la nave estructural en estudio se usaron:

Planchas laminadas en caliente de 2, 3, 4.5, 6, 9, 12, 20 y 25mm de espesor, en formatos de 1200mm x 6000mm para las planchas de 2mm y de 1500mm x 6000mm para los demás espesores.

- Tubos cuadrados de 50 x 50 x 2.5mm x 6000mm de longitud.
- Fierro corrugado de Ø 1” x 30 pies de longitud.
- Barras redondas lisas de Ø 1/2” y Ø 5/8” x 20 pies de longitud.
- Pernera electrozincada de Ø 1” grado 8 (placas soporte de la estructura) según norma SAE (Society of Automotive Engineers).

**CONCLUSION.** En la tarea de recepción de materiales es necesario **registrar** (ver figura 4.6) esta ya que nos va a ayudar con la trazabilidad de los materiales y conocer el origen de esta cuando se quiera corroborar por el personal de calidad. En este registro se pone énfasis a los datos proporcionados por el certificado de calidad, el cual es elaborado por el fabricante del material y cumple con las normas internacionales; específicamente el **ASTM A6/6M**.



### **4.2.3.- TRAZADO.**

El trazado es el primer paso en la transformación de la materia prima, a una parte de toda la estructura de la nave. El calderero o armador es el que realiza los trazos tal como se indican en los planos de fabricación y para este fin necesita de herramientas manuales tales como rayadores de punta carburada o acerada, tizas, winchas métricas, escuadras, reglas de aluminio, tiralíneas, las cuales deben de tener un certificado de calibración o en todo caso ser aprobadas por el cliente.

**SECUENCIA DE TRABAJO.** En el caso de nuestra nave estructural empezados el trazado con las placas soportes de las columnas y continuamos con: las columnas, vigas de amarre, vigas, templadores, vigas de compresión, viguetas, etc.; siguiendo el orden de cómo se va a realizar el montaje, ya que de este modo se puede empezar el montaje de la nave sin haber culminado aun la fabricación al 100% de las estructuras.

**CONCLUSION.** El trazado es una tarea de suma importancia, en la cual si hubiera un error, la siguiente tarea que es el habilitado se realizaría en forma errónea y se perdería material, siendo esto perjudicial para el proyecto, tanto en tiempo como en costos. Es por esto que es necesario que la supervisión revise y de su conformidad al término de esta tarea.

### **4.2.4.- HABILITADO.**

Después del trazado continuamos con el habilitado que en el caso de nuestra nave estructural se divide en:

#### **4.2.4.1.- CORTE CON EQUIPO OXIGAS.**

En nuestro caso el corte con equipo oxigas se realiza en las placas soporte de las columnas como en las placas base de estas.

Este tipo de corte de material aunque es más lento que los demás tipos de corte de material, se realiza en este caso especial a las planchas gruesas (25 y 20mm de espesor) debido a que supera el espesor permitido de corte de las guillotinas hidráulicas normalmente usadas en un taller metalmecánico.

Para mejorar el rendimiento en Kilos/ Hora del equipo oxigas se suele emplear carritos eléctricos, los cuales convierten esta tarea que es normalmente manual a una semiautomática. Al ser esta tarea semiautomática no solo mejora el rendimiento si no también el acabado, ya que no sufre los cambios en la velocidad y la vibración, típicos en el pulso de una persona (ver figura 4.7).

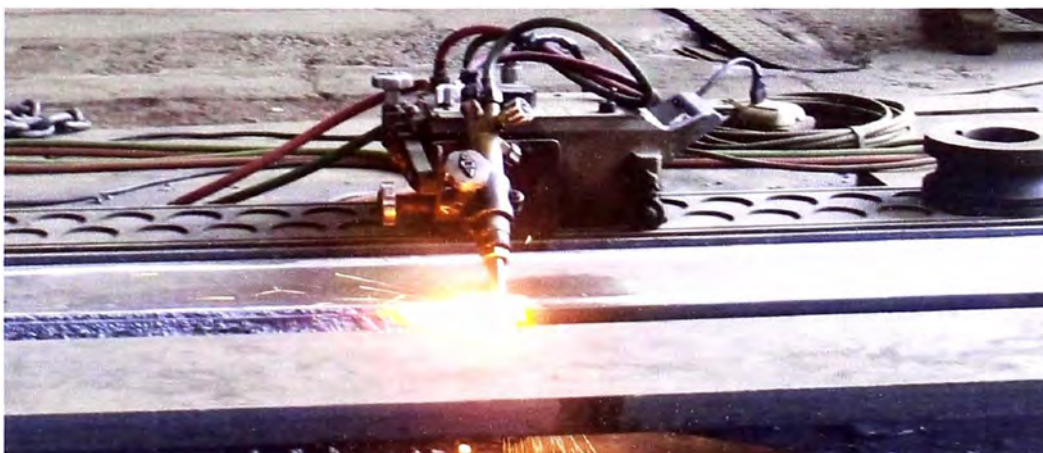


Figura 4.7 – Corte con equipo oxigas semiautomático.

#### **4.2.4.2.- PERFORADO O AGUJEREADO.**

El perforado o agujereado en los talleres metalmecánicos es normal hacerlos con punzonadoras tanto portátiles como estáticas, sean estos con accionamiento mecánicos o hidráulicos, y en nuestro caso de la nave estructural se usaron estas para las planchas de 2, 3, 4.5, 6, 9, y 12mm de espesor. En el caso de planchas de mayor espesor (20 y 25mm de espesor) los agujeros se realizan con taladros magnéticos con brocas cobaltadas tipo copa.

En los talleres metalmecánicos ya se está dejando de lado el uso del taladro convencional o de la broca cilíndrica, utilizándose estos solamente en casos especiales de trabajos de maestranza o en donde no implique perdidas en el tiempo de producción. Mayormente en cantidades pequeñas se suele todavía utilizar este equipo.

#### **4.2.4.3.- CORTE CON CIZALLA HIDRAULICA.**

El corte con cizalla se realiza sobre todo a las planchas delgadas o de mediano espesor que van desde 2 a 12mm que es lo que normalmente se puede encontrar en un taller metalmecánico.

Los componentes de nuestra nave estructural en las cuales sus planchas son habilitadas por corte con cizalla hidráulica son: las columnas, las vigas de amarre, las vigas, las vigas de compresión, las viguetas, parte de la estructura soporte del cerramiento, especialmente las columnas; las puertas, los portones, puertas corredizas, canaletas de drenaje pluvial y sus soportes, cumbreras del techo. En nuestra nave estructural por ser esta de dos aguas y tipo tubular, cerca del 90% del total del peso de su estructura se habilita por este método.

La ventaja de utilizar este método de corte es la velocidad con que se corta una plancha y el acabado de los extremos de corte, ya que utilizando este método eliminamos por completo la limpieza de los bordes de corte y así rápidamente puede pasar este material a la siguiente tarea, dependiendo de la función final que esta tenga en la estructura.

#### **4.2.4.4.- PLEGADO.**

El plegado de las planchas se realiza normalmente en una plegadora hidráulica de 6 mts de espaciamento entre sus gargantas, debido a que la estructura de la nave está formada por componentes de gran longitud, y es así como evitamos el uso de gran cantidad de empalmes de soldadura, lo cual conlleva a un aumento en el costo y tiempo de armado de la estructura.

El cuerpo tubular de las columnas, vigas de amarre, vigas, y columnas de la estructura soporte del cerramiento, así como también las vigas de compresión y viguetas; están compuestas en su totalidad de planchas cortadas en la cizalla hidráulica y plegadas en este equipo.

El trabajo realizado en una plegadora hidráulica es mucho más rápido que el de una dobladora manual y se puede realizar en longitudes de hasta 6 mts y espesores hasta de 12mm (esto depende de la capacidad del equipo).

**CONCLUSION.** La tarea de habilitado por su importancia en el proceso de fabricación debe ser supervisada y controlada, a la vez que se debe **registrar** (ver figura 4.8) los resultados de esta y así poder llevar un control riguroso de cada elemento, no se debe permitir el uso de algún elemento habilitado que no se le hubiera registrado y aprobado por la supervisión, para lograr este fin se debe tomar en cuenta las tolerancias indicadas en los planos de detalle, los cuales se basan en las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente y que normalmente toma como referencia las tolerancias indicadas en el manual del **American Institute of Steel Construction (AISC)**.





#### 4.2.5.- ARMADO.

**SECUENCIA DE TRABAJO.** En nuestra nave estructural el trabajo de armado comienza en concordancia con la secuencia de montaje, esto quiere decir que empezamos con las placas soporte de la estructura y terminamos con las puertas y ventanas.

Para realizar la tarea de armado y hacerla lo más eficiente posible usamos técnicas y herramientas adecuadas para este fin, como por ejemplo el uso de **dispositivos de armado (machinas)** (ver figura 4.9), soldadura semiautomática, plantillas para los agujeros; las cuales se complementan con un diseño que sigue también este fin. Es por eso de las columnas y vigas de forma tubular, y los empalmes empernados.



Figura 4.9 – Dispositivo de armado (columnas, vigas, vigas de amarre)

El armado sigue la siguiente secuencia:

##### 4.2.5.1.- PLACAS SOPORTE DE LA NAVE.

**DETALLES.** Las placas soporte son 40 planchas de 25 mm de espesor x 700 mm x 460mm.

**PROCEDIMIENTO.** Estas placas después de ser cortadas y agujereadas se les colocan unos pernos acerados de  $\varnothing 1"$  (grado 8 según la norma SAE) que se unen a la placa base de las columnas; y es por eso que a las placas se les suelda unas barras en la parte inferior como topes, que impide que el perno gire.

**CONCLUSION.** Este procedimiento se realiza por que la soldabilidad de los pernos acerados es muy baja y requiere de mucho control y procedimientos calificados mediante ensayos destructivos, lo cual encarece el producto y se convierte este tema en un tema crítico, lo cual buscar otra alternativa como la indicada es una buena solución a ese problema (ver figura 4.10).

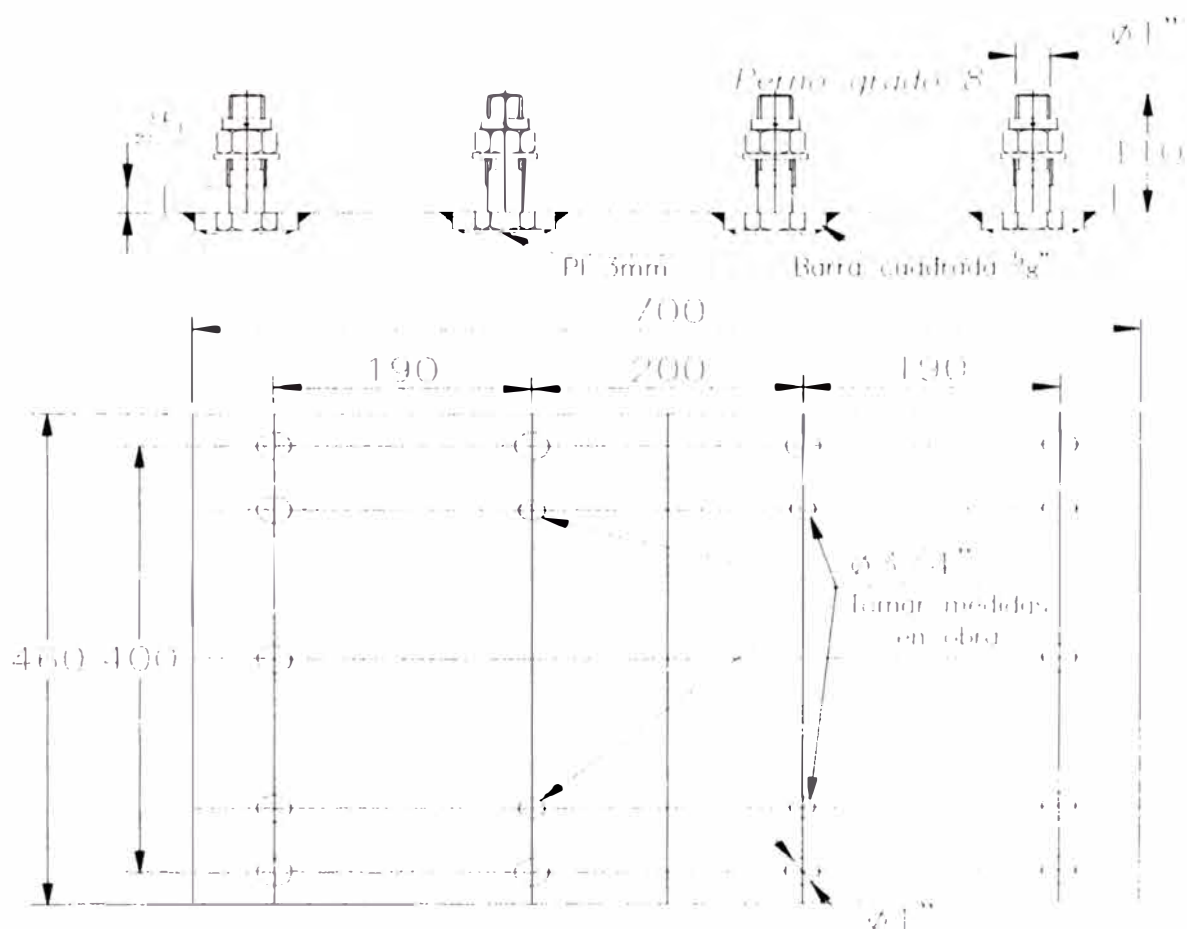


Fig. 4.10 – Vistas de la placa soporte de la nave estructural.

#### 4.2.5.2.- ELEMENTOS TUBULARES DE SECCION COMPUESTA.

##### 1. COLUMNAS.

**DETALLES.** En la nave estructural tenemos 40 columnas de 15 mts de longitud, por una sección de 670 mm x 320 mm, la cual está compuesta de planchas plegadas tipo "C" y en forma trapezoidal, esto para darle mayor rigidez a los lados de la columna, y en su interior se ubican crucetas de varillas de  $\varnothing 1/2"$  cada 0.5 mts las cuales mantienen la escuadra de la sección. Las columnas centrales llevan en la parte superior una placa de mayor dimensión que la que llevan las columnas laterales esto debido a que en las columnas centrales empalman 2 vigas principales. El espesor de la plancha varía desde 6 mm en la parte inferior, a 4.5 mm en la parte central y superior. (Ver figura 4.11).

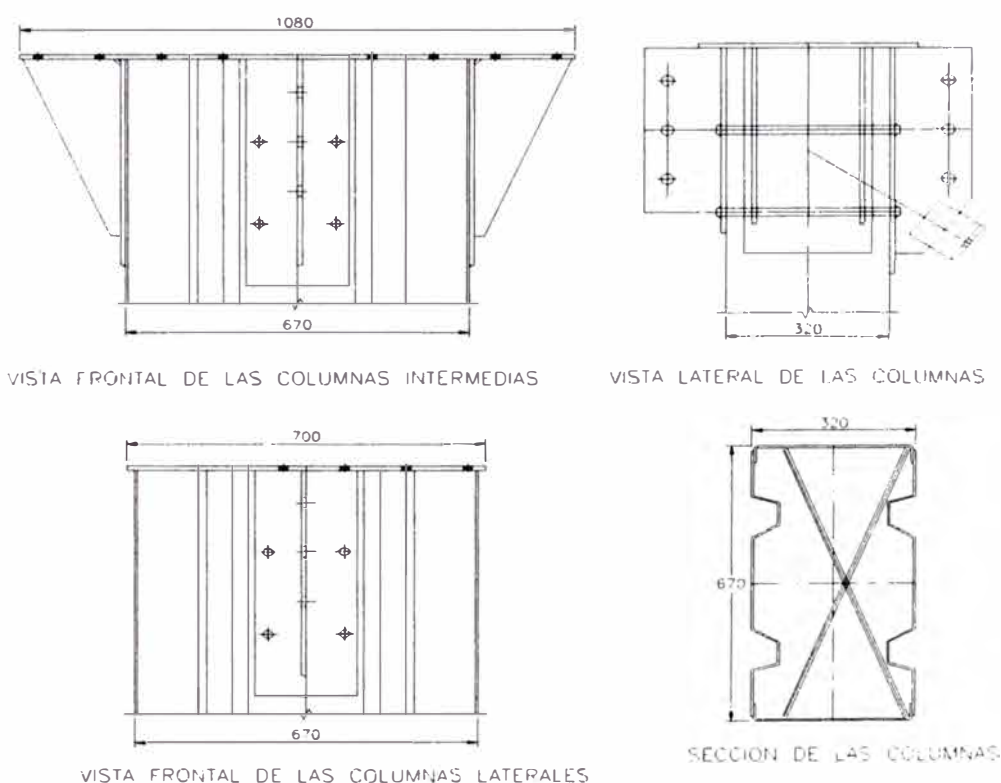
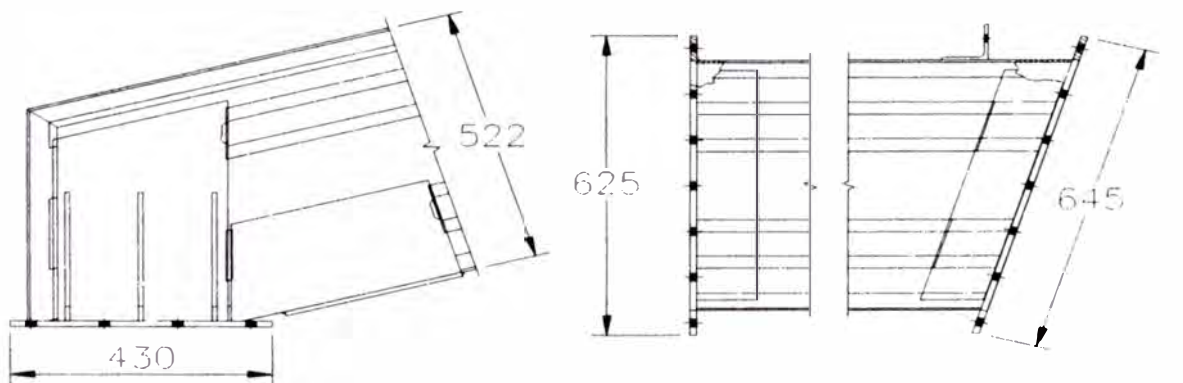


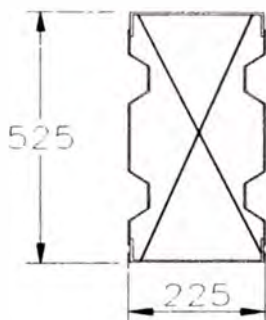
Figura 4.11 – Vistas superiores y sección transversal de las columnas.

## 2. VIGAS.

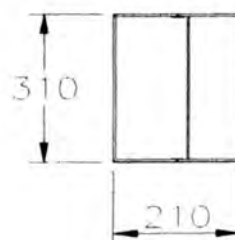
**DETALLES.** En la nave estructural tenemos 60 vigas de 20 mts de longitud por lado y 525 mm x 221 mm de sección las cuales forman 3 naves con 2 caídas cada una. La sección transversal de las vigas sigue el mismo modelo de las columnas. Las vigas como son de 20 mts cada lado está formada por 2 tramos (por problemas con el transporte), uno de 12 mts y uno de 8 mts aproximadamente las cuales se empalman por medio de bridas empernadas en el momento del montaje. A una distancia vertical de 1.5mts aproximadamente del punto más alto se ubica una viga de refuerzo la cual será montada en obra por medio de bridas empernadas. (Ver figura 4.12).



EMPALMES DE LAS VIGAS – INFERIOR INTERMEDIA Y SUPERIOR



SECCION DE LA VIGA



SECCION DE LA VIGA DE REFUERZO

Figura 4.12 – Vistas y secciones de las vigas y vigas de refuerzo.

### **3. VIGAS DE AMARRE.**

**DETALLES.** En la nave estructural tenemos 64 vigas de amarre de las cuales 28 se ubican entre las columnas laterales y 36 entre las columnas intermedias, estas son de 9.5 mts de longitud y de 310 mm x 210 mm de sección rectangular.

### **4. COLUMNA SOPORTE DEL CERRAMIENTO.**

**DETALLES.** Las columnas soporte del cerramiento está compuesta de columnas tubulares (doble C soldado) en tramos de 6mts de 200 mm x 200 mm de sección.

**PROCEDIMIENTO.** En estos 4 componentes de la nave estructural se empieza la tarea de armado empalmando las planchas habilitadas (planchas cortadas y plegadas según planos de detalle) en tramos de 6 metros. Este empalme se realiza siguiendo un procedimiento precalificado de soldadura, según la **norma AWS D1.1** para planchas a partir de 3mm, y hasta lograr la longitud indicada en los planos de detalle. En seguida se procede a armar la sección tubular, para ello se ha construido una estructura tipo mesa, la cual es nivelada y sobre esta se ha colocado un dispositivo de armado (machina), que nos va a ayudar a que el armado de estos componentes se realice en forma rápida y uniforme, evitando el revirado y el descuadramiento de las estructuras y tengan las medidas tal y como indica los planos y así no tener retrasos por productos no conformes.

#### **4.2.5.3.- ELEMENTOS DE SECCION SIMPLE.**

##### **1. VIGAS DE COMPRESION.**

**DETALLES.** En la nave estructural tenemos 81 vigas de compresión. Está formado de 2 viguetas plegadas tipo "C" que se miran entre si y se unen por medio de platinas soldadas a ambas. (Ver figura 4.13).

## 2. VIGUETAS.

**DETALLES.** En la nave estructural tenemos 378 viguetas plegadas tipo "C" las cuales sirven como apoyo de la cobertura.



Figura 4.13 – Vigas de compresión formado por 2 viguetas.

## 3. TEMPLADORES.

**DETALLES.** Los templadores en nuestra nave estructural se dividen en:

- Templadores de columnas. En columnas laterales.
- Templadores de vigas.
- Templadores de pórticos.
- Templadores de viguetas.

## 4. TUBOS DE AMARRE DEL CERRAMIENTO.

**DETALLES.** Son tubos cuadrados de 50 mm x 50 mm que tienen soldadas planchas de 40mm x 60mm con agujero

de Ø8mm y distanciadas 1200mm, y en las cuales se van a amarrar las planchas tipo sandwich (aislamiento interior) del cerramiento.

#### **5. DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES.**

**DETALLES.** Las canaletas de drenaje se fabricaron de planchas de 2 mm de espesor en tramos de 3 mts, con bridas en ambos extremos y conexiones verticales para tubos de Ø 2 1/2" en el punto de descarga.

**PROCEDIMIENTO.** El armado de estos componentes es mucho más simple que los anteriores ya que la machina es fácil y rápida de armar, y solamente necesitan ser empalmados hasta obtener la longitud indicada en los planos de detalle. Los templadores llevan soldadas en las puntas un esparrago roscado, para poder realizar el templado por medio de tuercas y contratuercas. Solamente en el caso de los templadores de vigas se emplea fierro corrugado de Ø 1", sin rosca en los extremos.

#### **4.2.5.4.-CARPINTERIA METALICA.**

**DETALLES.** Al referirnos a carpintería metálica estamos refiriéndonos a puertas y ventanas, las cuales se arman de distintas maneras, según sea su tipo y modelo. En nuestra nave estructural las puertas tanto de 1 y 2 hojas así como las corredizas, se fabricaron de planchas de 2mm de espesor plegadas, y marcos de sección tubular. La estructura de las ventanas se fabrico de perfiles angulares y "T".

**PROCEDIMIENTO.** En estos componentes de la nave estructural no se usaron dispositivos de armado (machinas) ya que la

cantidad y sus medidas no uniformes entre una y otra, no ameritaba realizar este trabajo, al contrario de los casos anteriores. En las puertas y ventanas se inicia el armado con el marco de la hoja, y después se coloca la plancha plegada. Se debe tener cuidado con el apuntalamiento ya que en estos casos estos elementos no serán soldados totalmente si no en forma discontinua.

**PUNTOS A REVISAR POR LA SUPERVISION.** Al término de la tarea de armado la supervisión debe dar su conformidad con respecto a:

- **Las dimensiones de Los elementos.** Tolerancias especificadas en los planos, o en el plan de calidad basada en la norma **ASTM A6/A6M** y en el **Steel Construction de la AISC.**
- **La preparación de las juntas para la soldadura.** Especificadas en los planos, basándose en la norma **AWS D1.1.**
- **La preparación de los elementos.** Para evitar una deformación excesiva de esta y/o un cambio en sus dimensiones, como resultado del aporte de calor y del enfriamiento de la soldadura, y evitar o disminuir el tiempo empleado en la tarea de enderezado.

**CONCLUSION.** Esta conformidad o no conformidad, se debe indicar en la misma pieza armada, liberando su pase a la siguiente tarea o retornando la pieza al armador. Es muy importante esta revisión y conformidad, ya que si alguna falla no fuera descubierta antes de pasar a la siguiente tarea que es la soldadura, esta liberación se haría mucho más perjudicial para el éxito del trabajo ya que este elemento tendría que ser



sometido a un **reproceso** que después de la soldadura resulta mucho más trabajoso y costoso, que si se realiza después del armado.

#### **4.2.6.- SOLDADURA.**

**NORMAS EMPLEADAS.** En las naves estructurales la tarea de soldadura se rige por la normas de la **American Welding Society (AWS)** específicamente por la **AWS D1.1** (usada para materiales de calidad estructural mayores de 3mm de espesor) o el **D1.3** (usada para materiales de calidad estructural menores de 4.5mm de espesor). En la norma AWS D1.1 capítulo 3 encontramos una serie de juntas precalificadas a tope y en fileta las cuales garantizan que el cordón de soldadura se encontrara conforme para cualquier ensayo destructivo o no destructivo.

En el caso del empalme de las viguetas (fabricada con plancha de 2mm) se realizara una soldadura a tope y en posición plana, según junta precalifica de la norma AWS D1.3 capítulo 3 (ver apéndice).

**PROCEDIMIENTO.** La soldadura en nuestra nave estructural se realizó bajo el proceso semiautomático GMAW, específicamente con el proceso MIG, esto quiere decir que usamos rollos de 15 Kg de alambre ER70S-6 (según norma AWS) y mezcla de gases (80% argón, 20% dióxido de carbono) como protección al arco fundido. Todos los cordones de soldadura se realizaron mediante una **Especificación de Procedimiento de Soldadura EPS (WPS) precalificado**, el cual es un documento donde se especifica todas las condiciones y pasos a seguir para que el cordón de soldadura cumpla con las condiciones de resistencia y deformación que aseguren un servicio óptimo (ver figura 4.14).



**HOMOLOGACION DE SOLDADORES.** Para poder realizar la soldadura se tiene que realizar la **homologación de los soldadores** y para eso se preparan probetas en posición 3G (a tope, vertical ascendente) en plancha de 6mm (para las planchas de las columnas y vigas), y de 12mm (para las placas soporte y de empalme). El soldador suelda su probeta y se le realizan las pruebas de dobles (de cara y raíz) (ver figura 4.15). Los resultados se registran en un documento “Certificado de Cualificación del Soldador (Welder Performance Qualification – WPQ)” que es evaluado por un inspector de soldadura certificado el cual da su conformidad o no conformidad a estos resultados siguiendo las especificaciones de la norma AWS D1.1 (ver figura 4.16). Después del cual recién se puede iniciar los trabajos de soldadura, por un soldador que hubiese aprobado esta prueba.



Figura 4.15 – Prueba de dobles a una probeta de soldadura.

LOGO DEL CONTRATISTA		CALIFICACION DE SOLDADOR, OPERADOR DE MAQUINA DE SOLDADURA O SOLDADOR DE PUNTOS (Welder, Welding Operator, or Tack Welder Qualification)	
<b>NOMBRE (Name)</b> <b>IDENTIFICACION (Identification)</b> <b>EMPRESA (Manufacturer)</b> <b>PROCESO DE SOLDADURA (Welding process):</b> GMAW <b>PROCED. SOLD. ESP. (WPS)</b> <b>MATERIAL BASE (Base material):</b> Acero al Carbono ASTM A36 Soldador (Welder) <input checked="" type="checkbox"/>		<b>DATOS DEL SOLDADOR</b> Operador de maquina de soldar (Welding Operator) <input type="checkbox"/>	
		<b>CERTIFICADO N° ESTAMPA N° (Stamp n°):</b> <b>TIPO (Type):</b> Manual <b>ESPESOR (Thickness):</b> 3.0 mm Soldador de puntos (Tack Welder) <input type="checkbox"/>	
<b>VARIABLES (Variables)</b> <b>VARIABLES PARA CADA PROC. ESMANUAL O SEMIAUTOMATICO (Manual or Semiautomatic Variable for Each Process)</b>		<b>VALORES REALES (Actual Values)</b> <b>RANGO CALIFICADO (Range Qualified)</b>	
Ranura (Groove) [ ]      Filete (Fillet) [ ] Electrodo Simple o Multiple (Electrode Single or Multiple) Respaldo (Backing) Cordón posterior (Back Gouging) ASME P-N° [X] Plancha (Plate) [ ]      Tuberia, diámetro (Pipe, diameter) Espesor del material base (Base Material Thickness) Metal de Aporte Número F (Filler metal F-Number) Especificación del Metal de Aporte (Filler metal Specification (SFA)) Metal de Aporte Clase AWS (Filler metal Class AWS) Inserto de consumible (Consumable insert) Espesor de soldadura depositado (Weld deposit thickness) Posición de soldadura (Welding position) Progresion Ascendente / Descendente (Progression Uphill/Downhill) Gas de protección; gas combustible (Backing gas; fuel gas) Modo de Transferencia GMAW (GMAW transfer mode) Tipo de corriente / Polaridad (Current type / polarity)		A Tope N/A Sin respaldo Con N/A 3mm 3mm N/A A 5 18 ER-70S 6 N/A 6 mm 1G N/A 80% Ar / 20% CO <sub>2</sub> Globular CC +	
<b>VARIABLES DE MAQUINA DE SOLDAR PARA EL PROCESO USADO (Machine Welding Variable for the Process Used)</b>		A Tope N/A Con Con N/A 3mm N/A A 5 18 Todos N/A Ilimitado F/ Filete: F N/A 80% Ar / 20% CO <sub>2</sub> Globular CC +	
Control visual Directo / Remoto (Direct / remote visual control) Control automatico de voltaje GTAW (Automatic voltage control GTAW) Arrastre automatico de junta (Automatic joint tracking) Posición de soldadura (Welding position)		Directo N/A N/A N/A	
		<b>RESULTADOS DE LA PRUEBA (Results Test)</b>	
<b>TIPO DE PRUEBA DE DOBLADO GUIADO</b>			
Identificación	Lateral (Side)	Transversal (Transverse R y F)	Longitudinal (Longitudinal R y F)
N/A	N/A	N/A	N/A
Examinación Visual (Visual examination) : ACEPTADO Prueba radiografica (Radiographic test) : ACEPTADO INF RADIOG. Soldadura de filete (Fillet Weld) – Prueba de fractura (Fracture test) Longitud y porcentaje de defectos (Length and percent of defects) Prueba macro de fusión (Macro test fusion) Catetos de la soldadura de filete (Fillet leg size) ..... mm x ..... mm Concavidad / convexidad (Concavity / convexity)			
<b>CERTIFICAMOS, Que los datos registrados y que las pruebas ejecutadas son correctos, cumplen con los requerimientos del Código AWS D1 1/D1.1M:2008 - STRUCTURAL WELDING CODE STEEL.</b>			
Lugar y fecha (Place and date) :		Inspeccionado por (Inspected for)	
		Aprobado por (Approved for)	
		FIRMA DEL INSPECTOR CERTIFICADO	

Figura 4.16 – Ejemplo de registro de calificación del soldador.

**INSPECCION Y REGISTRO.** Después de soldar se tiene que **registrar** la verificación de los resultados, tomando en cuenta los siguientes puntos:

- **DIMENSIONES.** Catetos y anchos de los cordones tal y cual se especifican en los planos (medidos con un gage). (Ver figura 4.17).
- **INSPECCIÓN VISUAL AL 100% DE LOS CORDONES.** Donde se verifica y registra la presencia de defectos visuales como; socavaciones grietas, poros, sobremontas, exceso de salpicaduras (ver figura 4.18).
- **PRUEBA DE TINTES PENETRANTES.** En las intersecciones tipo T de los cordones de soldadura, en las placas de apoyo, y en parte de los cordones donde la supervisión considere que pueda ocurrir algún defecto. Esta prueba se realiza siguiendo el procedimiento de la norma ASTM E 165 – 02 “Método de Ensayo Normalizado para el Examen por Líquidos Penetrantes” (ver apéndice). Esta prueba la realiza un inspector certificado, como mínimo nivel II del procedimiento SNT-TC-1A de la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas – ASNT. Los resultados se registran en un documento(ver figura 4.19).

**RECOMENDACIÓN.** En el momento mismo del soldeo se debe tomar especial precaución a la manera como se va a realizar la soldadura, ya que el aporte de calor en exceso puede deformar la pieza y así hacer mucho más complicada la siguiente tarea (enderezado), es por eso que se requiere de soldadores capacitados o con cierta experiencia en estos tipos

de trabajos para que puedan comprender el porqué del procedimiento a seguir. Esto se puede

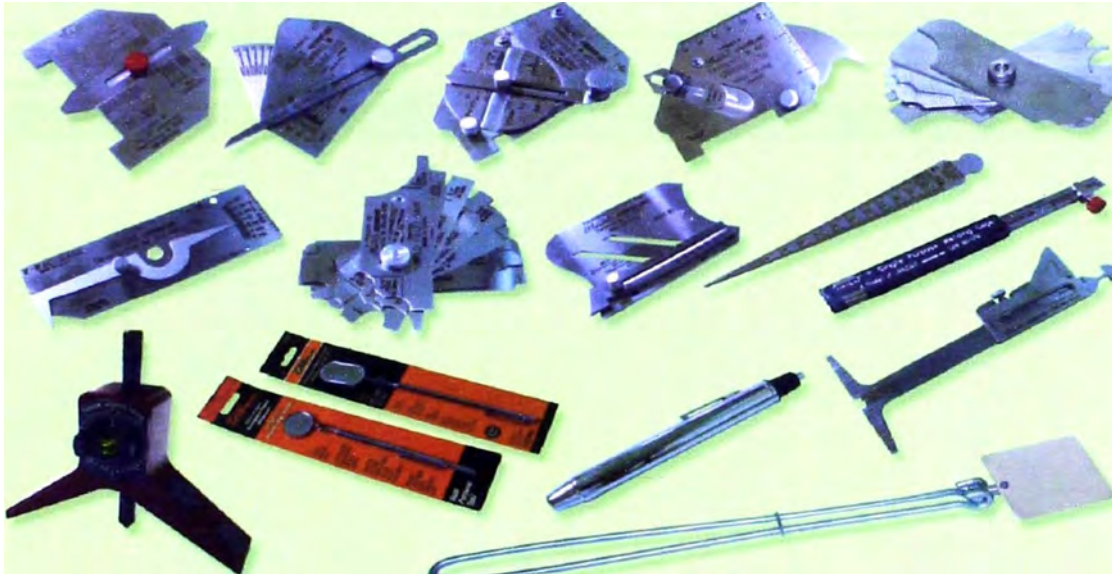


Figura 4.17 – Gages y herramientas manuales usados para inspeccionar visualmente la soldadura.

observar mejor en los elementos tubulares (columnas, vigas, etc.) donde la soldadura se debe realizar en tramos opuestos (**paso del peregrino**) y por dos soldadores, y se deben poner sobre 2 caballetes, las cuales permitirán que la deformación en un lado se compense al momento de soldar el lado opuesto.

#### **4.2.7.- ENDEREZADO.**

**PROCEDIMIENTO.** El enderezado se realiza por medio de un proceso térmico (calentando la pieza y luego enfriando) en los elementos de sección compuesta (columnas, vigas, etc) y en frío a los elementos de sección simple (viguetas, templadores, etc).



<b>LOGO DEL CONTRATISTA</b>	<b>TITULO DEL PROYECTO</b>				<b>LOGO DEL CLIENTE</b>	<b>DATOS DEL REGISTRO</b>	
	<b>CLIENTE</b>					HOJA	
	<b>REGISTRO DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES</b>					FECHA	
						REV	
<b>FABRICANTE (SUBCONTRATISTA):</b>							
DESCRIPCION DEL ELEMENTO		CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	ESTANDAR DE REFERENCIA	FECHA	REGISTRO
<b>LEYENDA DE DEFECTOS:</b>							
FI	FISURA	PA	POROSIDAD AISLADA				
PN	POROSIDAD ANIDADA	PL	POROSIDAD ALINEADA				
<b>TIT DE INSPECCION:</b>							
PENETRANTE:			LIMPIADOR:			REVELADOR:	
<b>TIEMPO DE REVELADO:</b>							
<b>APROBACION FINAL:</b>							
CONTRATISTA		CLIENTE					
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	SUPERVISOR QA/QC				

Figura 4.19 – Modelo de registro de inspección por líquidos penetrantes.



En las columnas se requiere que está este lo mas derecha posible (máximo 6mm) para evitar el pandeo y permitir que la conexión con la viga sea lo que el juego de pernos permita. En las vigas, vigas de compresión y viguetas se requiere que estos elementos no estén totalmente derechos sino que presenten una pequeña deformación (flecha positiva) definida por el área de diseño, y que permitirá soportar en forma optima la carga transversal a la que van a estar sometidas estos elementos.

**CONFORMIDAD.** La supervisión debe revisar y marcar las piezas que cumplan con esta tarea para así poder pasar al pre ensamble y no tener observaciones por deformación de los elementos presentados

**RECOMENDACIONES.** Para que nuestra tarea de enderezado se realice de tal forma que no perjudique los intereses del proyecto, es necesario que las 2 anteriores tareas (armado y soldadura) se realice por personal capacitado y siguiendo todos los procedimientos elaborados para este trabajo, el cual siguiendo los conceptos de aseguramiento de la calidad, se han elaborado en base a las experiencias pasadas, con el fin de reducir esta tarea lo máximo permitido

En esta tarea se requiere de personal capacitado, sobre todo cuando no se siguen las recomendaciones en el momento del armado y soldadura. Se puede llegar incluso a tener que desarmar la pieza soldada o desecharla, lo cual provocaría demoras y por ende perdidas (ver figura 4.20).



Figura 4.20 – Enderezado de una estructura metálica.

#### 4.2.8.- PRE ENSAMBLE DE LAS VIGAS.

**DESCRIPCION.** Después del enderezado se realiza el pre ensamble de las vigas tal y cual serán montadas en obra, para así poder comprobar que los elementos empalman entre sí (uniones empernadas) y que están conforme a los planos y no presentaran ninguna observación en el momento del montaje.

En el momento del pre ensamble se puede corregir alguna equivocación que se hubiera pasado por alto y que sería mucho más trabajoso y perjudicial realizarla en obra.

**RECOMENDACIONES.** En algunas ocasiones es necesario realizar el pre ensamble con las placas de unión apuntaladas, para que después de comprobar la exactitud de la posición de estas se proceda a soldar las placas (ver figura 4.21).



Figura 4.21 – Pre ensamble de vigas.

#### **4.2.9.- LIMPIEZA MECANICA Y MANUAL.**

**DESCRIPCION.** La limpieza mecánica y manual se realiza en cada uno de los elementos de la nave estructural. Se emplean herramientas mecánicas como esmeriles, lijadoras, turbinetas; para realizar la eliminación de filos, rebarbas, puntos de soldadura; y herramientas manuales como limas, cinceles, martillos, lijas para eliminar las salpicaduras de la soldadura, filos de agujeros.

**APROBACION FINAL EN TALLER.** Después de la limpieza se realiza la liberación de las estructuras en negro, para lo cual se llena un registro y la supervisión da la conformidad (ver figura 4.22).

Figura 4.22 – Modelo de registro de inspección del estructurado.

LOGO DEL CONTRATISTA	TITULO DEL PROYECTO		LOGO DEL CLIENTE	DATOS DEL REGISTRO															
	CLIENTE			Rev. (Edition)															
	REGISTRO DE INSPECCIÓN DEL ESTRUCTURADO			Fecha (Emission)															
		Pág. (Sheet)																	
<b>SECCIÓN I</b>																			
EQUIPO ID / ESTRUCTURA:			FABRICANTE (SUBCONTRATISTA):																
PLANO N°:	REVISIÓN:	TIPO DE ESTRUCTURA:	CÓDIGO:	FECHA:	REG. N°:														
<b>SECCIÓN II</b>																			
<b>PUNTO DE INSPECCIÓN</b>																			
Número de Medida	Medida Nominal	Medida Real	Diferencia	Ø Agujero Nominal	Ø Agujero Real	Resultado	Número de Medida	Medida Nominal	Medida Real	Diferencia	Ø Agujero Nominal	Ø Agujero Real	Resultado	ITEM	Descripción	Comentarios	Resultado		
1							9							1	Comisión, Ubicación de Elementos				
2							10							2	Inspección de Elementos Principales				
3							11							3	Cambar y Susep				
4							12							4	Ubicación de Clips				
5							13							5	Cortes				
6							14							6	Codificación				
7							15							7	Inspección Visual de la Soldadura				
8							16							8	Acabado				
														Leyenda:      C = CONFORME      NC = NO CONFORME					
														<b>SECCIÓN III. RESULTADO DE LA INSPECCIÓN FINAL</b>					
														CONFORME		<input type="checkbox"/>	RECHAZADO		<input type="checkbox"/>
														Comentarios					
<b>SECCIÓN IV</b>																			
<b>LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES</b>																			
ITEM	OBSERVACIONES	CORRECCION		INSPECTOR QC.	FIRMA	RESULT													
CONTRATISTA			CLIENTE																
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	SUPERVISOR QA/QC																

#### 4.2.10.- PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTURA.

Esta tarea a diferencia de las otras no se realiza en taller y se destina para trabajo de terceros. Esto quiere decir que no intervienen personal de planta, pero si la supervisión ya que esta es la encargada de dar conformidad y llevar los registros de los trabajos realizados en este local.

**HOMOLOGACION.** Para que el local donde se van a realizar los trabajos este apto es necesario que reciba una homologación por parte del fabricante de pintura, ya que este debe garantizar que su producto tenga la durabilidad y las propiedades físico – químicas que se indican en la ficha técnica. Es por esto que se verifica el buen estado del equipo de granallar y el de pintura, se homologa la cabina de granallado y el de pintura, se analiza la composición de la granalla, se realiza unas pruebas de sales y cloruros a la superficie granallada, se mide el perfil de rugosidad de la superficie granallada, y se homologa al pintor tanto para la aplicación de la pintura base como la pintura de acabado (ver figura 4.23).

Después de que el fabricante de pintura da su conformidad a todos estas pruebas, podemos iniciar con los trabajos de preparación superficial.

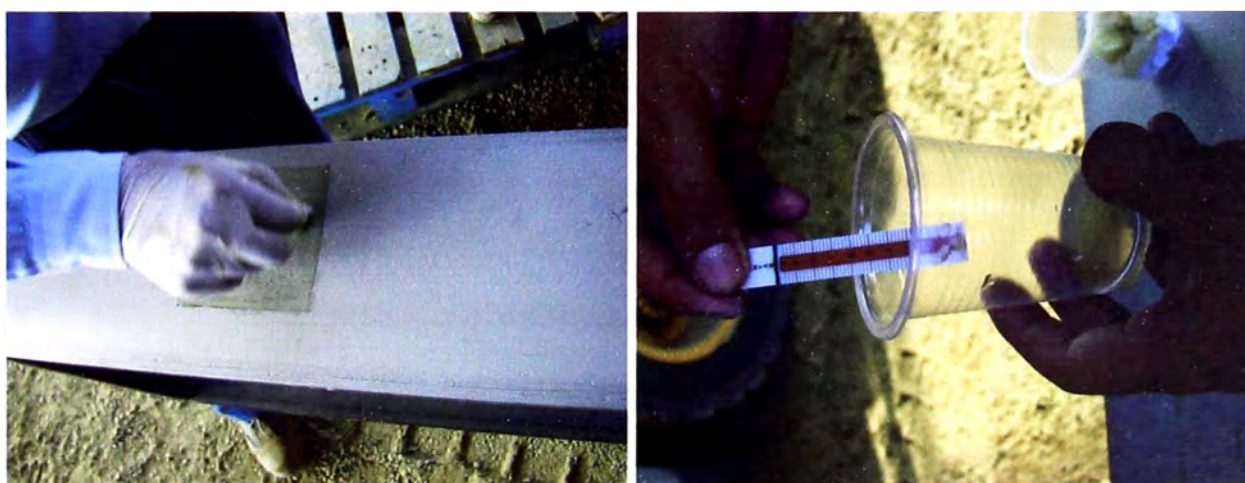


Figura 4.23 – Prueba de cloruros a superficie granallada.

#### **4.2.10.1.- PREPARACION SUPERFICIAL.**

**NORMA EMPLEADA.** La tarea de preparación superficial se realiza según la norma del "Stell structures painting council (SSPC).

**PROCEDIMIENTO.** Consiste en:

- Lavado de las piezas con un detergente industrial biodegradable. Esto se debe a que la superficie metálica debe estar libre de grasas, sales, rastros de pintura, combustibles.
- Granallado al metal blanco **SSPC-SP5** según la norma del SSPC, a todas las piezas metálicas, y con una rugosidad superficial de 1.5 a 2.5 mils como máximo.

**VERIFICACION Y REGISTRO.** Después del granallado se le hace una limpieza con aire a presión a las piezas metálicas, para eliminar el polvo que pueda quedar depositado, después el supervisor mide el perfil de rugosidad para verificar que se encuentra dentro del rango permitido, lo registra y da su conformidad para la aplicación de pintura (ver figura 4.24).

#### **4.2.10.2.- PINTADO.**

**NORMA EMPLEADA.** Esta tarea se realiza según las indicaciones de la ficha técnica del producto, elaborada por el fabricante.

**PROCEDIMIENTO.** La tarea de pintado se realiza siempre que existan las **condiciones ambientales** para su aplicación (detalladas en las fichas técnicas) y en las siguientes etapas:

LOGO DEL CONTRATISTA	TITULO DEL PROYECTO	LOGO DEL CLIENTE	DATOS DEL REGISTRO	
	CLIENTE		Rev.	
	REGISTRO DE MEDICION DE RUGOSIDAD		Fecha	
			Pág.	
EQUIPO ID / ESTRUCTURA:				
AREA:	ESPECIFICACION:	REG. N°:		
FABRICANTE (SUBCONTRATISTA):				
<b>RUGOSIDAD</b>				
TIPO DE GRANALLA	ANGULAR <input type="checkbox"/>	ESFERICA <input type="checkbox"/>	MIXTO <input type="checkbox"/>	
TIPO DE MAQUINA	MANUAL <input type="checkbox"/>	AUTOMATICO <input type="checkbox"/>	FECHA: / /	
PREPARACION SUPERFICIAL	PERFIL RUGO. NOMINAL			
<b>CINTA TESTIGO</b>			<b>DATOS GENERALES</b>	
			CODIGO DEL ELEMENTO	
			PERFIL RUGO. REAL	
COMENTARIOS: .....				
<b>RUGOSIDAD</b>				
TIPO DE GRANALLA	ANGULAR <input type="checkbox"/>	ESFERICA <input type="checkbox"/>	MIXTO <input type="checkbox"/>	
TIPO DE MAQUINA	MANUAL <input type="checkbox"/>	AUTOMATICO <input type="checkbox"/>	FECHA: / /	
PREPARACION SUPERFICIAL	PERFIL RUGO. NOMINAL			
<b>CINTA TESTIGO</b>			<b>DATOS GENERALES</b>	
			CODIGO DEL ELEMENTO	
			PERFIL RUGO. REAL	
COMENTARIOS: .....				
LEYENDA C = CONFORME NC = NO CONFORME				
CONTRATISTA			CLIENTE	
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	SUPERVISOR QA/QC	

Figura 4.24 – Modelo de registro de medición de rugosidad.

- **Pintura base.** Para esta etapa se emplea una pintura anticorrosiva epoxico de altos sólidos a 4 mils de espesor de película seca. Para aplicar esta pintura se recomienda el uso de equipo airless. La supervisión verifica el espesor de película seca, registra y libera las piezas para la aplicación de la pintura de acabado (ver figura 4.25).
- **Franjeado o stripe coat.** Esta es una aplicación de pintura de acabado con brocha en los filos, cordones de soldadura y zonas de difícil acceso; como reforzamiento a la pintura de acabado.
- **Pintura de acabado.** Para esta etapa se emplea una pintura epoxi poliamida amina de altos sólidos RAL (código de colores) 7046 (gris) a 6 mils de espesor de película seca. Para aplicar esta pintura se recomienda el uso de equipo airless. La supervisión verifica el espesor de película seca, registra y libera la pieza (ver figura 4.26).

El espesor de película seca total es de 10 mils como mínimo.

**CONCLUSIONES.** El granallado en estos últimos años está reemplazando al arenado ya que este ofrece muchas ventajas, es más limpio para el medio ambiente y para la pieza trabajada ya que no contiene contaminantes propios de la arena; una mayor productividad, ya que la arena al ser mucho más frágil solo se puede utilizar una vez, y la granalla se puede reutilizar muchas veces. El empleo de pintura epoxica en las estructuras garantiza una alta protección a ambientes agresivos. Después de registrarse la conformidad de la tarea se procede a coordinar con el área de almacén el envío de las estructuras a obra.



LOGO DEL CONTRATISTA	TITULO DEL PROYECTO		LOGO DEL CLIENTE	DATOS DEL REGISTRO	
	CLIENTE			Rev.	
	REGISTRO DE INSPECCION DE GRANALLADO Y PINTURA			Fecha	
PÁG.					

EQUIPO ID / ESTRUCTURA:	ESPECIFICACION:	REGISTRO N° :
AREA:		
FABRICANTE (SUBCONTRATISTA):		

GRANALLADO									
TIPO DE ABRASIVO UTILIZADO	_____	TAMAÑO	_____	H.R. %	_____				
PREPARACION SUPERFICIAL	_____	PERFIL RUGO. NOMINAL	_____	Δ TEMP.	_____				
TIPO DE MAQUINA	_____	PERFIL RUGO. REAL	_____	FECHA	____/____/____				

CODIGO	GRADO DE CORROSION	FECHA	OBSERVACIONES	RESULT. PARCIAL	RESULT FINAL

MARCA	LOTE	A: _____	B: _____	C: _____	
EQUIPO UTILIZADO	_____				
PRODUCTO	_____	COLOR	_____	ESPESOR NOMINAL	_____
H.R. %		Δ TEMP.SUP.	_____	FECHA	____/____/____

CODIGO	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO GENERAL	RESULTADO PARCIAL	RESULTADO FINAL

OBSERVACIONES

LEYENDA	C = CONFORME	NC = NO CONFORME
---------	--------------	------------------

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	SUPERVISOR QA/QC

Figura 4.25 – Modelo de registro de inspección de granallado y pintura.

LOGO DEL CONTRATISTA	TITULO DEL PROYECTO					LOGO DEL CLIENTE	DATOS DEL REGISTRO					
	CLIENTE						Rev.:					
	REGISTRO DE INSPECCION DE PINTURA - CAPA SUPERIOR						Fecha:					
					PÁG.: _____							
EQUIPO ID / ESTRUCTURA: _____												
AREA: _____			ESPECIFICACION: _____				REGISTRO N°: _____					
FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): _____												
<b>PINTURA: APLICACION CAPA SUPERIOR</b>												
MARCA _____	LOTE: _____				A: _____	B: _____						
EQUIPO UTILIZADO _____												
PRODUCTO _____	COLOR _____				ESPESOR ANTERIOR _____							
					ESPESOR A APLICAR _____							
					PARCIAL _____							
H.R. %: _____	$\Delta$ TEMP.SUP. _____				FECHA: _____ / _____ / _____							
CODIGO		SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO GENERAL	RESULTADO PARCIAL	RESULTADO FINAL			
<b>OBSERVACIONES.-</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>LEYENDA</b></td> <td style="width: 35%;">C = CONFORME</td> <td style="width: 35%;">NC = NO CONFORME</td> </tr> </table>										<b>LEYENDA</b>	C = CONFORME	NC = NO CONFORME
<b>LEYENDA</b>	C = CONFORME	NC = NO CONFORME										
CONTRATISTA							CLIENTE					
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION				SUPERVISOR QA/QC						

Figura 4.26 – Modelo de registro de inspección de pintura acabado.

#### **4.3.- SALIDAS.**

Las salidas del proceso de fabricación son:

##### **4.3.1.- PRODUCTO TERMINADO.**

El producto terminado son todos los elementos de la nave estructural liberados por la supervisión y que se encuentran listos para su envío a obra previa coordinación con el área de almacén.

##### **4.3.2.- DOSIER DE CALIDAD.**

Elaborado por el área de calidad con información entregada por la supervisión (registros, certificados, homologaciones, procedimientos y actas de levantamientos de no conformidad).

##### **4.3.3.- LIBRO DE LECCIONES APRENDIDAS.**

Como parte del aseguramiento de la calidad. Una copia de esta información es entregada al departamento de Ingeniería y diseño como conocimiento valioso para futuras fabricaciones similares y así poder optimizar y aumentar la eficiencia en futuros proyectos.

##### **4.3.4.- INDICADORES OBTENIDOS DURANTE LA FABRICACION.**

Esta información es de suma importancia para verificar si fue eficiente o no el proyecto. Una copia es entregada al departamento de Ingeniería y diseño, encargada de esta evaluación y de emitir los resultados.

#### **4.4.- RESUMEN DEL PROCESO DE FABRICACION.**

Ver figura 4.27.

**RESUMEN DEL PROCESO DE FABRICACION.**

Figura 4.27 – Resumen del proceso de fabricación.

COMPONENTES	TAREAS							PREPARACION SUPERFICIAL Y PINTADO
	TRAZADO	HABILITADO	ARMADO	SOLDADURA	ENDEREZADO	PRE ENSAMBLE	LIMPIEZA	
COLUMNAS	Dimensiones adecuadas, especial cuidado en la zona de empalmes, evitando las cruces de soldadura	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes	Especial cuidado en la escuadra, el revire y las luces para la soldadura.	Paso del peregrino para evitar deformacion excesiva.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no hundir las planchas plegadas	-	Los fillos y las salpicaduras.	Lavado con detergente industrial biodegradable, granallado con 1.5 a 2.5 mils de espesor de rugosidad, pintura base epoxica a 4 mils de espesor de pelicula seca, franjeado con brocha a los fillos y cordones de soldadura, pintura de acabado epoxico a 6 mils de espesor de pelicula seca.
VIGAS DE AMARRE	Dimensiones adecuadas, especial cuidado en la zona de empalmes, evitando las cruces de soldadura	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes	Especial cuidado en la escuadra, el revire y las luces para la soldadura.	Paso del peregrino para evitar deformacion excesiva.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no hundir las planchas plegadas	-	Los fillos y las salpicaduras.	
VIGAS	Igual al anterior, ademas de los trazos en angulo de la cima de la nave y los agujeros de las placas.	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes y perforaciones bien hechas	Especial cuidado en la escuadra, el revire y las luces para la soldadura.	Paso del peregrino para evitar deformacion excesiva.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no hundir las planchas plegadas, dejar una pequena flecha.	Verificar los angulos y los agujeros en los empalmes para evitar retrazos en el montaje.	Los fillos y las salpicaduras.	
VIGAS DE COMPRESION	Especial cuidado en el trazo de los agujeros	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes y perforaciones bien hechas	Especial cuidado en la escuadra y el revire.	No es critico.	Calentar y enfriar, dejar una flecha positiva.	-	Los fillos y las salpicaduras.	
VIGUETAS	Especial cuidado en el trazo de los agujeros	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes y perforaciones bien hechas	Tener cuidado en el alineamiento.	No es critico.	Calentar y enfriar, dejar una flecha positiva.	-	Los fillos y las salpicaduras.	
TEMPLADORES	La longitud de la rosca, coordinar con el montajista.	Torneado de cono en una punta de los esparragos.	Tener cuidado en el alineamiento.	Verificar la sobremonta, si es demasiado no ingresa por el agujero del clip	Con martilleo se alinea la deformacion.	-	Los fillos y las salpicaduras.	
COLUMNAS DE CERRAMIENTO	Dimensiones adecuadas, especial cuidado en la zona de empalmes, evitando las cruces de soldadura	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes	Especial cuidado en la escuadra, el revire y las luces para la soldadura.	Paso del peregrino para evitar deformacion excesiva.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no hundir las planchas plegadas	-	Los fillos y las salpicaduras.	
TUBOS DE AMARRE DE CERRAMIENTO	Especial cuidado en el trazo de los agujeros	Platinas perforadas y sin rebarras.	Especial cuidado en la separacion de las platinas perforadas	Paso del peregrino para evitar deformacion excesiva.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no hundir el cuerpo del tubo	-	Los fillos y las salpicaduras.	
CANALETAS DE DRENAJE	Especial cuidado en el trazo de los agujeros de las bridas.	Planchas en tramos largos para disminuir empalmes	Tener cuidado en el alineamiento.	No es critico.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no abollar las planchas plegadas	-	Los fillos y las salpicaduras.	
PUERTAS	Especial cuidado con el sentido de la abertura de las puertas.	Según tipo y dimensiones de puertas.	Verificar la escuadra, el revire, las luces para la soldadura y el sentido de abertura.	No debe ser excesiva, en este caso se aplica masilla para cerrar luces.	Calentar y enfriar,tener cuidado en no abollar las planchas plegadas	-	Los fillos, las salpicaduras y cubrir las chapas para que no se abollen.	

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS ECONOMICO**

El análisis económico en nuestra nave estructural es de mucha importancia ya que nos ayuda a evaluar el éxito o fracaso del proyecto. Interviene en el proceso de fabricación como una entrada, dentro del presupuesto detallado, cronograma, curva S planificado, cuadro de indicadores de proyectos anteriores; los cuales sirven como líneas base del proyecto. Durante el proceso como una herramienta para evaluar y controlar el avance y los costos reales, y así poder observar si son positivos o negativos los resultados, para que de esta manera el gerente de producción pueda tomar acción sobre estos y corregirlos o mejorarlos y poder cumplir con las metas trazadas. Después como salida en el libro de lecciones aprendidas y en el actualizado del cuadro de índices o indicadores.

El análisis económico del proceso de fabricación de las naves estructurales, necesita de la siguiente información:

- Presupuesto detallado.
- Cronograma de fabricaciones.
- Curva S de valor acumulado vs tiempo.
- Valorizaciones según el avance en Kilos.

Cada uno de estos puntos y en este orden pasaremos a detallar a continuación, para así poder realizar el análisis económico del proyecto, esto quiere decir calcular las variaciones, índices y proyecciones.

## 5.1.- PRESUPUESTO DETALLADO.

**PRESUPUESTO N°**

PROYECTO: FABRICACION DE 3 NAVES ESTRUCTURALES

CLIENTE :

RESPONSABLE :

FECHA :

ITEM	DESCRIPCION	Cant.	Unid.	Peso Unit. Kg	Peso Total Kg	Precio Unitario \$/Kg \$/m2	PRECIO \$/ (dolares)
<b>1.00</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>						
	Largo total	90.0	m				
	Ancho o luz total	111.0	m				
	Altura mayor	22.4	m				
	<b>Peso total de la estructura.</b>	<b>254,559.4</b>	<b>Kg</b>				
<b>2.00</b>	<b>DISEÑO , INGENIERIA</b>	8.0	% Fa				<b>60,181.00</b>
<b>3.00</b>	<b>CALIDAD Y SEGURIDAD.</b>	8.0	% Fa				<b>60,181.00</b>
<b>4.00</b>	<b>FABRICACIÓN</b>					<b>2.96</b>	<b>752,262.45</b>
4.10	Materiales			254559.4	254559.4	0.90	229103.46
4.20	Consumibles					0.45	114551.73
4.30	Mano de Obra					0.65	165463.61
4.40	Equipos y herramientas					0.08	20364.75
4.50	Corte y plegado	216714.6	Kg			0.20	43342.92
4.60	Granallado y pintura	10657.9	m2			16.00	170526.40
4.70	Transporte					0.04	8909.58
<b>SUB TOTAL</b>						<b>3.43</b>	<b>872,624.44</b>
<b>5.00</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>	9.0	%				<b>78,536.20</b>
<b>6.00</b>	<b>UTILIDAD</b>	12.0	%				<b>104,714.93</b>

**TOTAL: \$1,055,875.6****\$/Kg 4.15**

Figura 5.1 – Presupuesto detallado de fabricación.

Como podemos observar en la figura 5.1 el presupuesto lo hemos dividido en 6 ítem (basados en el EDT), siendo el primero netamente informativo en el cual anotamos las medidas generales de las 3 naves pero sobre todo lo que es muy importante para el cálculo de los demás ítem, el peso total de la estructura. En segundo y tercer ítem se refiere a el costo por la gestión del proyecto, esto quiere decir Ingeniería (plan del proyecto), diseño (planos), calidad y aseguramiento de la calidad (supervisión, revisión y control) y seguridad (encargada de evitar incidentes referente al ambiente de trabajo y a los trabajadores), estas 4 actividades tienen un papel fundamental para el éxito del proyecto y esta dividido en 2 áreas; Ingeniería y diseño como parte de la gerencia del proyecto; calidad y seguridad como parte del área de producción. El ítem 4 se refiere a todo lo que interviene directamente en la transformación de la materia prima en producto terminado y es en este ítem donde interviene directamente el peso total de la estructura, el rendimiento proyectado de las tareas, y el área total de las fabricaciones (calcula de pintura). El ítem 5 toma en cuenta los gastos generales, punto a tomar en todos los presupuestos ya que en este interviene los costos ocurridos en el área administrativa por producto de la misma elaboración del proyecto (costos administrativos). El ítem 6 se refiere a la utilidad y es el punto que a lo largo del proyecto el gerente del proyecto quiere que aumente y así obtener el éxito del proyecto, para lo cual tendrá que poner en práctica todas sus habilidades y conocimientos. La utilidad resulta ser el punto de discusión en toda negociación ya que se tiene que llegar a un término que sea atractivo al cliente y al contratista, no muy pequeño que perjudique al contratista ni muy elevado y que aumente en exceso el costo del proyecto.

El presupuesto nos ayuda en el análisis económico del proceso de fabricación ya que de este vamos a obtener nuestros límites de costos, y nos va a servir para planificar nuestro avance en la producción.

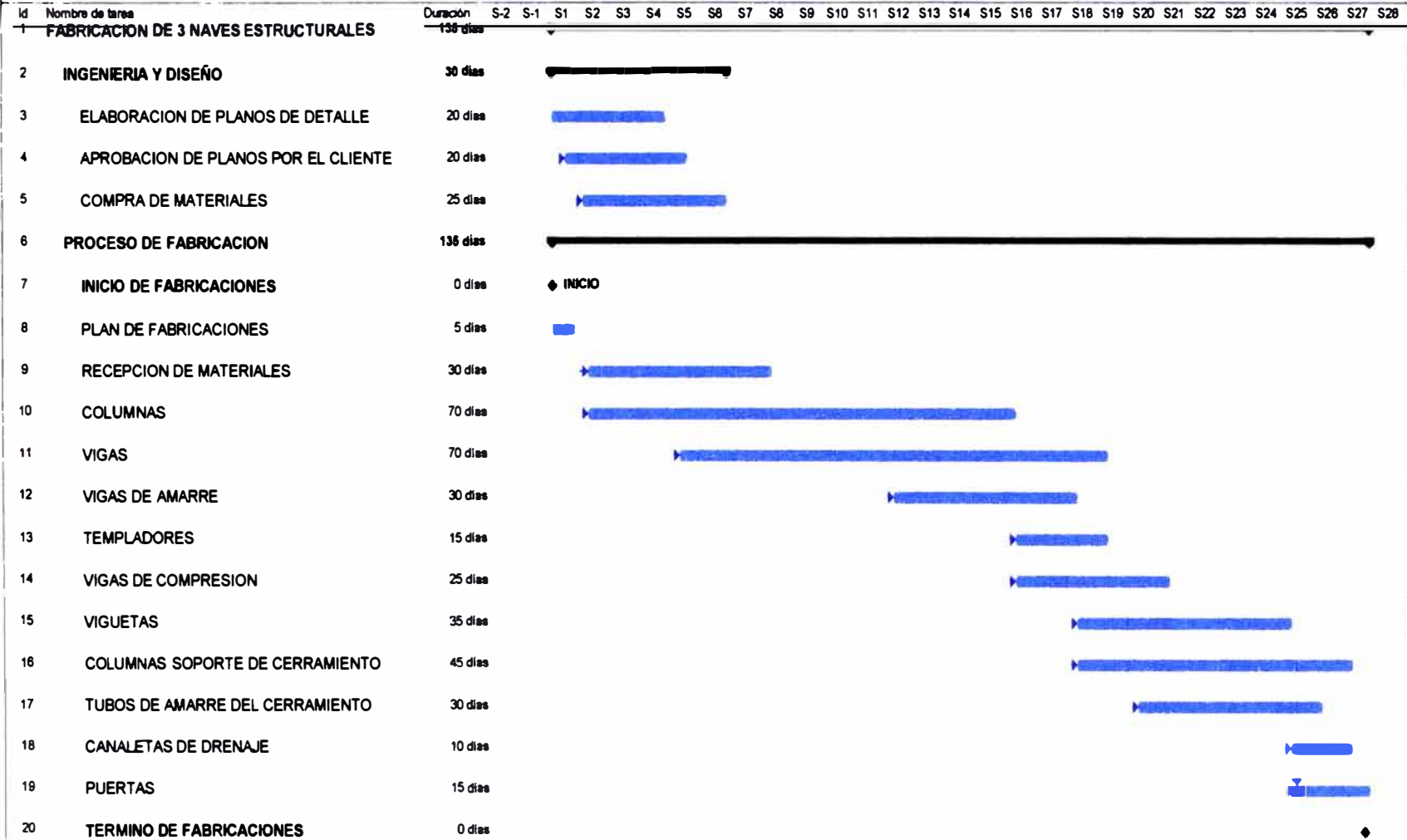
LOGO

### CRONOGRAMA FABRICACION DE 3 NAVES ESTRUCTURALES

Fecha:d/m/a

PROYECTO : FABRICACION DE 3 NAVES ESTRUCTURALES.  
CLIENTE :  
LUGAR :

Figura 5.2 – Cronograma de fabricaciones.



5.2.- CRONOGRAMA DE FABRICACIONES.



La figura 5.2 nos muestra el cronograma de la fabricación de las 3 naves estructurales en donde se puede observar que el proceso de fabricación tendrá una duración de 27 semanas. El cronograma se divide en 2 partes. Primero lo que le corresponde al área de ingeniería y diseño, el envío de toda la información (datos de entrada) a el área de producción; el pedido general de los materiales a almacén; y la elaboración y envío de los planos de arreglo general y de taller para la fabricación. Segundo lo que le corresponde específicamente al área de producción, empezando por la elaboración del plan de fabricación, en el cual se incluye todos los procedimientos a seguir durante la fabricación y después de eso el tiempo que nos tomara la fabricación de cada componente de la nave estructural (columnas, vigas, etc.).

Este cronograma nos ayuda en el análisis económico porque nos sirve de guía para el proceso mismo y de él podemos extraer el rendimiento que debemos alcanzar como mínimo para poder cumplir con los plazos planificados. En base a este cronograma también podemos elaborar nuestra curva S de valor acumulado Vs tiempo. Valor acumulado se puede referir a varios parámetros que nos serán muy útiles como por ejemplo el avance tanto en kilos como en dólares, los costos totales que se debe mantener o disminuir a través del tiempo.

### **5.3.- CURVA S DE VALOR ACUMULADO VS TIEMPO (PLANIFICADO).**

La curva S de valores acumulados vs tiempo planificado es una grafica que nos sirve para saber si estamos conduciendo el proyecto tal y cual lo indicado, si tenemos algún retraso o si estamos adelantados (zona superior de la grafica), si estamos gastando más de lo presupuestado o si estamos ahorrando (zona inferior de la grafica), esto quiere decir que nos ayuda a llevar un control del proyecto tanto en la parte productiva (kilos acumulados) como en la parte del análisis económico

### VALORES ACUMULADO VS TIEMPO (PLANIFICADO)

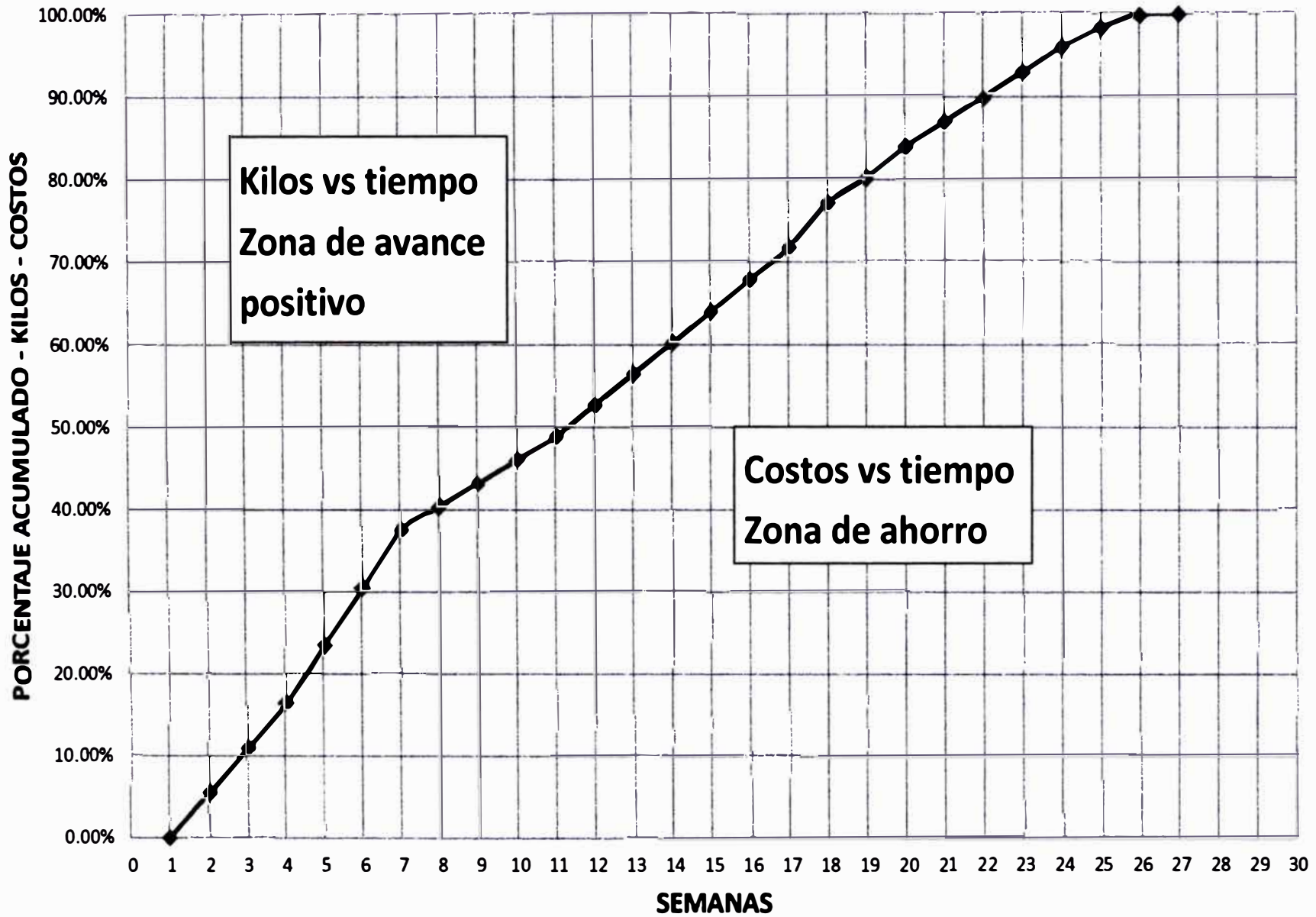


Figura 5.3 – Curva S de valores acumulados vs tiempo.

(costos acumulados, valorizaciones acumuladas) y como está relacionada con el tiempo podemos saber semana a semana si la proyección es positiva o negativa y así poder corregir a tiempo cualquier inconveniente que este perjudicando el proyecto o a la vez saber si se está conduciendo con eficiencia el proyecto (ver figura 5.3).

#### **5.4.- AVANCES Y VALORIZACION.**

En la figura 5.4 podemos observar el cuadro de avances y valorización, el cual es actualizado semanalmente y nos permite cuantificar en kilos y en dinero el rendimiento del proyecto, y no solo semanal si no también el acumulado hasta ese momento.

En este cuadro podemos observar a todos los componentes de la nave estructural en relación a todas las tareas descritas en el capítulo 4, agregándole a cada tarea un porcentaje ponderado basado en el porcentaje de su participación en el presupuesto (recepción de material, granallado y pintura) y en el grado de dificultad de cada tarea (trazado, habilitado, armado, soldadura y enderezado).

Según resulte los valores obtenido en este cuadro, lo podemos proyectar en nuestra curva S y así poder saber si se esta conduciendo el proyecto tal cual y aun mejor a lo planificado o de lo contrario saber si nuestras cifras son negativas y así poder solucionar los problemas que puedan existir. De igual manera podemos proyectar los resultados en el cronograma y así poder saber si se está avanzando conforme a este según la secuencia planificada y en el tiempo establecido y saber si estamos adelantados o atrasados en la fabricación de cada componente de la nave estructural. Con información obtenida por este cuadro también podemos elaborar una curva S real y compararla con la planificada, y de esta manera tener una historia de cómo se está conduciendo el proyecto, saber en qué semanas las cifras fueron negativas y de cómo evoluciono las medidas tomadas para corregirlas.

### AVANCE SEMANAL DE FABRICACION DE 3 NAVES ESTRUCTURALES

Figura 5.4 – Avance semanal y valorización.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	Peso Unit.	Peso Total (Kg)	RM	PTR	HB	ARA	SD	ENS	A/P	AVANCE ACUMULADO	KG ACUMULADO	AVANCE ANTERIOR		PORCENTAJE SEMANA	Kg SEMANA
					25%	5%	5%	20%	25%	10%	10%			Porcentaje	Kg acumulado		
	<b>PROCESO DE FABRICACION</b>																
1	COLUMNAS	40	1567.14	62685.45								0%	0.0			0%	0.0
2	VIGAS	60	1202.54	72152.41								0%	0.0			0%	0.0
3	VIGAS DE AMARRE	56	337.83	18918.54								0%	0.0			0%	0.0
4	TEMPLADORES			7458.10								0%	0.0			0%	0.0
5	VIGAS DE COMPRESION	81	144.74	11723.89								0%	0.0			0%	0.0
6	VIGUETAS	378	72.37	27355.75								0%	0.0			0%	0.0
7	COLUMNAS SOPORTE DELCERRAMIENTO			38817.57								0%	0.0			0%	0.0
8	TUBOS DE AMARRE DEL CERRAMIENTO			11684.68								0%	0.0			0%	0.0
9	CANALETAS DE DRENAJE			2263.00								0%	0.0			0%	0.0
10	PUERTAS			1500.00								0%	0.0			0%	0.0
	<b>TOTAL</b>			<b>254559.40</b>								<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>	<b>0%</b>	<b>0.0</b>

#### VALORIZACION

DOLARES / KILOGRAMO	4.15
VALORIZACION SEMANA	\$0.00
VALORIZACION ACUMULADO	\$0.00

## **5.5.- ANALISIS ECONOMICO.**

Después de tener la información detallada en los anteriores puntos iniciamos el cálculo de las variaciones, índices y proyecciones que nos van a servir para tener una visión de cómo se está conduciendo el proyecto.

### **5.5.1.- VARIACIONES.**

Tomando como guía los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK), en el cual nos indica que es necesario monitorear 2 tipos de variaciones (las abreviaturas que se indican a continuación son las mismas que figuran en el PMBOK):

#### **5.5.1.1.- VARIACION DEL CRONOGRAMA (SV).**

Es la medida del desempeño del cronograma y es igual al valor ganado (EV = avance real acumulado en kilogramos X la relación dólares/kilogramo) menos el valor planificado (PV = gasto planificado acumulado que debe tener el presupuesto en ese instante según la curva S planificada).

$$SV = EV - PV$$

Este valor nos indica si estamos adelantados (resultado positivo) o si estamos atrasados (resultado negativo) con respecto al cronograma y será cero al término del proyecto.

#### **5.5.1.2.- VARIACION DEL COSTO (CV).**

Es la medida del desempeño del costo en el proyecto y es igual al valor ganado (EV = avance real acumulado en kilogramos X la relación dólares/kilogramo) menos los costos reales (AC, información entregada por el área contable).

$$CV = EV - AC$$

Este valor que se obtiene nos va indicar la relación entre el desempeño real y los costos gastados del cual hay que tener cuidado en que este valor no sea negativo ya que puede ser muy difícil recuperarlo.

### **5.5.2.- INDICES.**

Tomando como guía los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK), en el cual nos indica que es necesario tener en cuenta 2 indicadores de eficiencia basados en las dos variaciones del punto anterior (las abreviaturas que se indican a continuación son las mismas que figuran en el PMBOK):

#### **5.5.2.1.- INDICE DE DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA (SPI).**

Es una medida del valor ganado (EV = avance real acumulado en kilogramos X la relación dólares/kilogramo) con el valor planificado (PV = gasto planificado acumulado que debe tener el presupuesto en ese instante según la curva S planificada).

$$SPI = EV / PV$$

Un valor de SPI inferior a 1 nos va a indicar que la cantidad de trabajo efectuada es menor a la planificada y un valor superior a 1 nos va a indicar que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Este índice nos va a indicar si el proyecto terminara antes o después de la fecha de finalización programada.

#### **5.5.2.2.- INDICE DE DESEMPEÑO DEL COSTO (CPI).**

Es una medida del valor ganado (EV = avance real acumulado en kilogramos X la relación dólares/kilogramo) con los costos reales (AC, información entregada por el área contable).

$$CPI = EV / AC$$

Este valor mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor menor a 1 nos indica un sobre costo con respecto al trabajo completado y un valor superior a 1 nos indica un costo inferior con respecto al trabajo completado (ahorro).

### **5.5.3.- PROYECCIONES.**

Tomando como guía los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK), (las abreviaturas que se indican a continuación son las mismas que figuran en el PMBOK).

Conforme avanza el proyecto y en función de los 2 puntos anteriores (variaciones e índices), el equipo del proyecto puede desarrollar una proyección de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC = presupuesto total al término del proyecto). Si resulta evidente que el BCA ya no es viable, se debe proyectar una EAC, lo cual implica hacer estimaciones o predicciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto. Los EAC se basan normalmente en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, mas una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante. Es responsabilidad del equipo de proyecto predecir las situaciones que pueden presentarse al realizar la ETC, en función de su experiencia a la fecha. A continuación solo se describen tres de las más comunes EAC calculadas, basadas en el trabajo correspondiente a la ETC, según diferentes escenarios de riesgo.

#### **5.5.3.1.- SEGÚN LA PROPORCION PRESUPUESTADA.**

Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que el trabajo según la ETC

se llevara a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorara debe aceptarse únicamente cuando está sustentado por un análisis de riesgo del proyecto.

$$EAC = AC + BAC - EV.$$

#### **5.5.3.2.- SEGÚN EL CPI ACTUAL.**

Este método supone que se espera que lo que el proyecto a experimentado a la fecha continúe en el futuro. Se supone que el trabajo correspondiente a la ETC se realizara según el mismo índice de desempeño del costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido a la fecha.

$$EAC = BAC / CPI.$$

#### **5.5.3.3.- CONSIDERANDO AMBOS FACTORES (SPI y CPI).**

En esta proyección, el trabajo correspondiente a la ETC se realizara según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice de desempeño del costo como el índice de desempeño del cronograma. Supone un desempeño de costos negativo a la fecha y la necesidad de que el proyecto se comprometa firmemente a respetar el cronograma. Este método es tanto más útil cuando el cronograma del proyecto es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC. Las variaciones de este método miden el CPI y el SPI según diferentes valores (por ejemplo 80/20, 50/50 o alguna otra proporción), de acuerdo con el juicio del director del proyecto.

$$EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \times SPI)].$$

Cada uno de estos métodos puede ser adecuado para cualquier proyecto dado y proporcionara al equipo de dirección del proyecto una señal



de "advertencia temprana" si las proyecciones para la EAC no están dentro de las tolerancias aceptables.

### 5.6.- RESUMEN DEL ANALISIS.

<b><u>RESUMEN DE ANALISIS ECONOMICO</u></b>			
<b>DOCUMENTOS NECESARIOS</b>			
PRESUPUESTO DETALLADO			
CRONOGRAMA			
CURVA S PLANIFICADA			
AVANCES Y VALORIZACIONES ACUMULADAS			
<b>VARIACIONES</b>	<b>ECUACION</b>	<b>NEGATIVO</b>	<b>POSITIVO</b>
SV	$SV = EV - PV$	TRABAJO ATRASADO	TRABAJO ADELANTADO
CV	$CV = EV - AC$	SOBRECOSTO	AHORRO
<b>INDICES</b>	<b>ECUACION</b>	<b>MENOR 1</b>	<b>MAYOR 1</b>
SPI	$SPI = EV/PV$	TRABAJO ATRASADO	TRABAJO ADELANTADO
CPI	$CPI = EV/AC$	SOBRECOSTO	AHORRO
<b>PROYECCIONES</b>	<b>ECUACION</b>		
PRESUPUESTO	$EAC = AC+BAC- EV$		
CPI ACTUAL	$EAC = BAC / CPI$		
SPI Y CPI	$EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \times SPI)]$		

## CONCLUSIONES

1. La metodología descrita en este informe sirve como base para profesionales en cuya labor tengan que controlar y evaluar los procedimientos de fabricación de estructuras metálicas.
2. El empleo de normas internacionales nos ayuda a entregar un producto de la más alta calidad, que satisfaga plenamente la necesidad del cliente.
3. Los procedimientos de fabricación basados en experiencias anteriores y utilizando herramientas y técnicas modernas de alta productividad, nos aseguran cumplir eficientemente las metas trazadas.
4. Elaborar procedimientos de alta calidad, conlleva costos adicionales (supervisión, control de documentación y registros), pero que se compensa con la garantía de una satisfacción plena del cliente, disminuyendo la relación costo / beneficio (aumenta el costo pero también aumenta el beneficio y a mayor escala).
5. Los beneficios por un proyecto eficiente, no solo significa mayor prestigio para la organización, sino también para sus trabajadores.
6. La seguridad también es un costo adicional, pero esto conlleva al bienestar del trabajador y por ende a que este se sienta comprometido con la organización y de esta manera su trabajo sea más responsable y eficiente.
7. Elaborar puntos de control nos permite corregir errores cuando estas recién se han producido y no perjudica a gran escala la eficiencia del proyecto.

8. El análisis y evaluación del valor ganado y de los costos reales, es una herramienta que define el rumbo del proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Los procedimientos deben ser lo más claro posibles para que el personal técnico encargado de su ejecución no cometa errores por falta de comprensión.
2. Al final del capítulo 4 (página 62-fig.4.27) podemos encontrar un cuadro resumen del proceso de fabricación en donde se menciona todos los puntos importantes por cada tarea y en cada elemento de la nave, que la supervisión debe controlar y verificar antes de su liberación para que el producto cumpla con los requisitos exigidos por el cliente.
3. La supervisión debe desarrollar con profesionalismo el control en los puntos establecidos, porque un error no corregido en su momento puede perjudicar gravemente la eficiencia del proyecto.
4. Mantener actualizado el libro de lecciones aprendidas, ya que en base a experiencias anteriores podemos no solo asegurar sino mejorar los rendimientos y no cometer errores pasados.
5. Es necesario evaluar los avances y costos en un margen de tiempo que nos permita tomar decisiones en el momento oportuno, no muy espaciado porque podría ser demasiado tarde para corregir un error en el transcurso del proyecto.
6. Archivar toda la documentación que interviene en el proyecto (certificados homologaciones), ya que nos puede ser de mucha utilidad en cualquier otro proyecto de estructuras metálicas.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. American Institute of Steel Construction (AISC); Manual Steel Construction – 13° edición.
2. American Society for Testing and Materials (ASTM); Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling – A6 / A6M – 04A.
3. American Welding Society (AWS); Structural Welding Code – Steel – AWS D1.1 / D1.1M:2004.
4. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK); 4° edición – 2008.
5. Norma Internacional ISO 9001; 4° edición 2008-11-15.
6. Zapata Baglietto, Luis; Diseño Estructural en Acero.
7. **DESCARGAS Y PAGINAS WEB CONSULTADAS.**
  1. American Welding Society (AWS); Código de Soldadura Estructural – Lamina de Acero – AWS D1.3 - 98.  
<http://es.scribd.com/doc/72172899/Codigo-Ansi-Aws-d1-3-Del-98-1>
  2. Coberturas metálicas - [www.calaminon.com/02/index1.html](http://www.calaminon.com/02/index1.html)
  3. Estructuras metálicas - <http://estructurasmetalicas.trabajosenvertical.com/>
  4. Instituto politécnico nacional de México; Análisis y diseño estructural de una nave industrial para una planta de reciclaje de desechos sólidos, bajo

efectos de sismo y viento con el criterio del reglamento de construcciones del D.F y sus N.T.C.

<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/4197/1/ANALISISYDISENO.pdf>

5. Nave industrial y características

[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/ramirez\\_c\\_jc/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_c_jc/capitulo2.pdf)

6. Normas de preparación de superficies; Granallado

<http://www.cym.com.ar/castellano/informes/granallado-normas-preparacion-de-superficie.pdf>

7. Pérez Rodríguez, Marta; Diseño y Cálculo de la Estructura Metálica y de la Cimentación de Una Nave Industrial - [http://e-](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/7572/1/PFC_Marta_Perez_Rodriguez.pdf)

[archivo.uc3m.es/bitstream/10016/7572/1/PFC\\_Marta\\_Perez\\_Rodriguez.pdf](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/7572/1/PFC_Marta_Perez_Rodriguez.pdf)

8. Productos de Concreto S.A; Naves Industriales

[www.holcimnews.cr/catalogo/docs/Catalogo\\_Naves.pdf](http://www.holcimnews.cr/catalogo/docs/Catalogo_Naves.pdf)

9. Romo Proaño, Marcalo; Escuela Politécnico del ejercito – Ecuador; Diseño de naves industriales con laminas delgadas de acero

<http://publiespe.espe.edu.ec/librosvirtuales/naves-industriales/naves-industriales/naves-industriales01.pdf>

10. Techos Industriales

[www.buenastareas.com/ensayos/Techos-Industriales/1474475.html](http://www.buenastareas.com/ensayos/Techos-Industriales/1474475.html)

11. Tipos de Cubierta

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3350/7/35737-7.pdf>

12. Universidad Politécnica de Madrid; Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; Cimentaciones - Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación

[http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/dibujo-de-construccion/contenidos/Dibujo\\_en\\_Construccion/cimentaciones\\_pilotaje\\_120307.pdf](http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/dibujo-de-construccion/contenidos/Dibujo_en_Construccion/cimentaciones_pilotaje_120307.pdf)

13. Wikipedia; Nave industrial

[http://es.wikipedia.org/wiki/Nave\\_industrial](http://es.wikipedia.org/wiki/Nave_industrial)

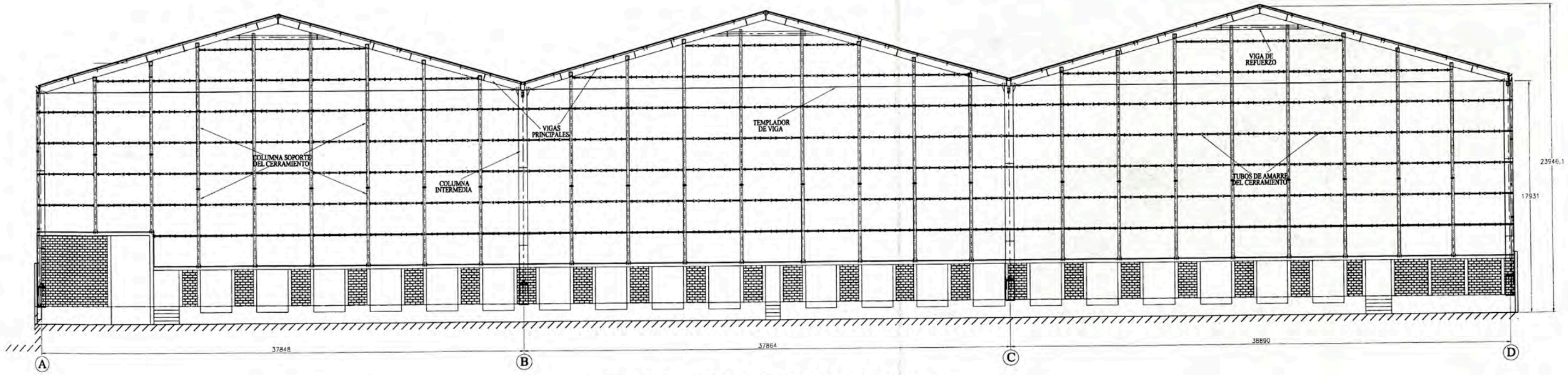
14. XIAL S.L.; Cerramientos de naves industriales

[www.xial-sl.com/empresa.html](http://www.xial-sl.com/empresa.html)

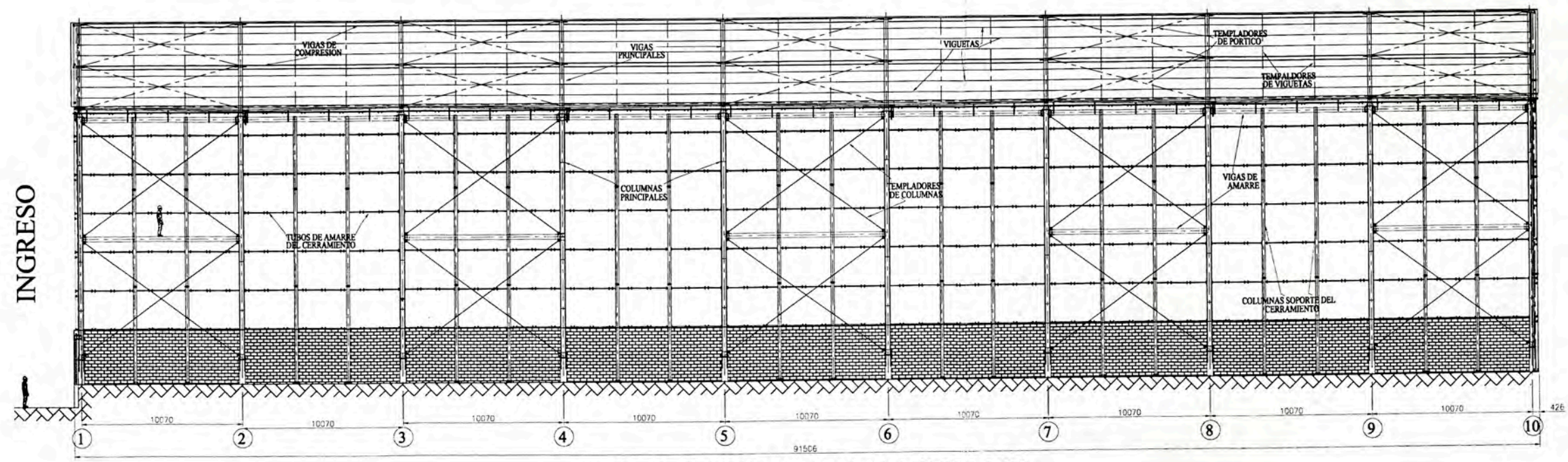
**PLANOS**



PLANOS DEL 01 AL 04



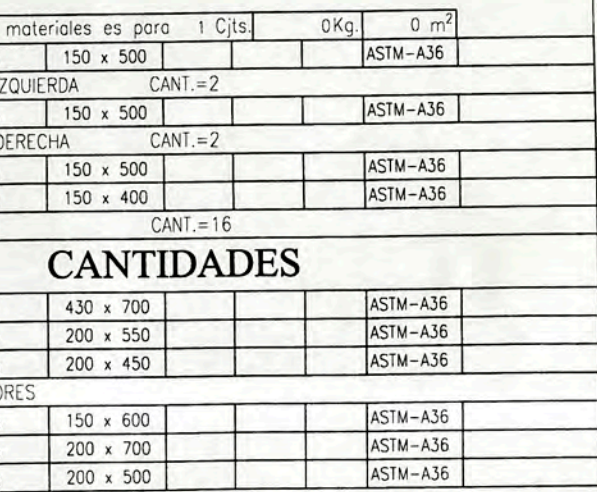
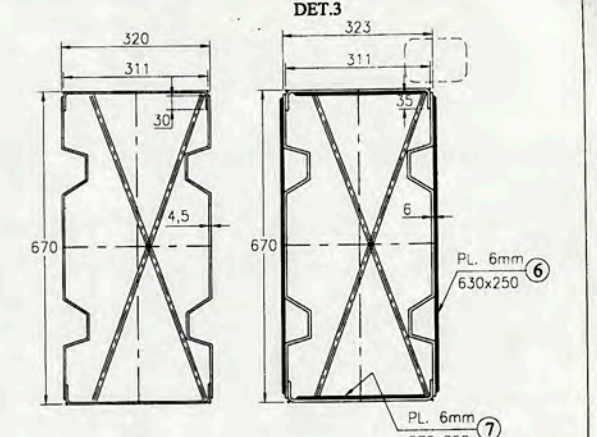
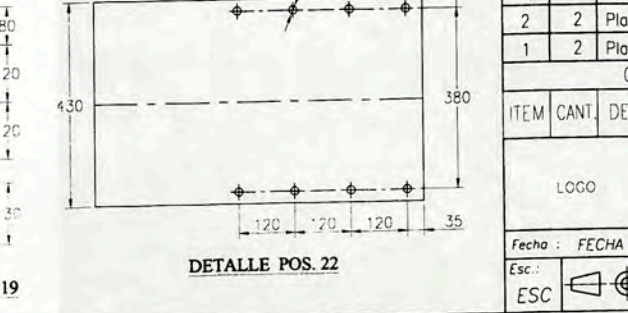
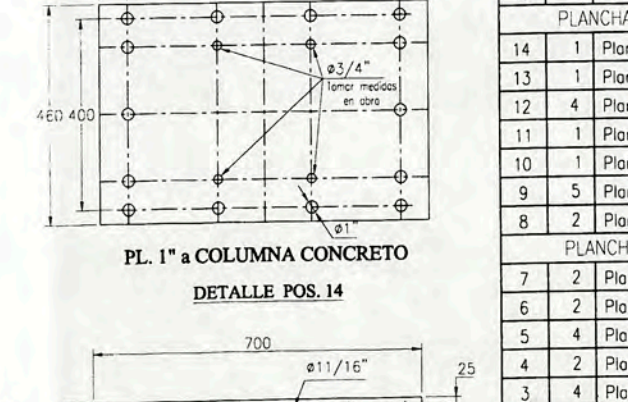
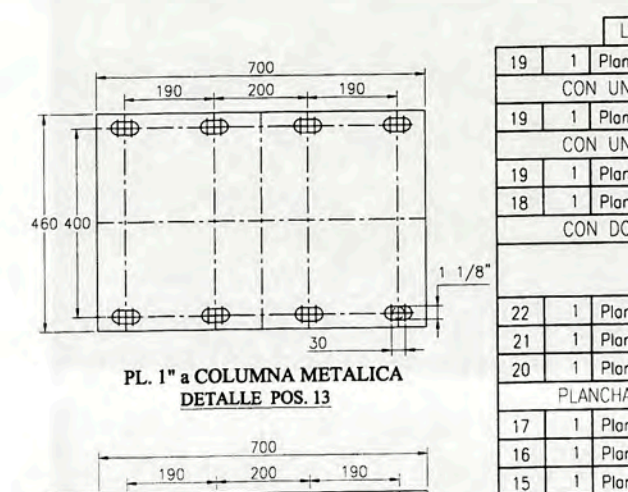
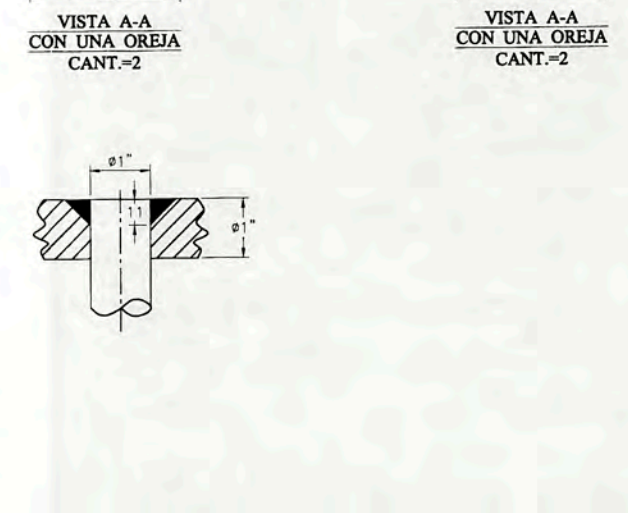
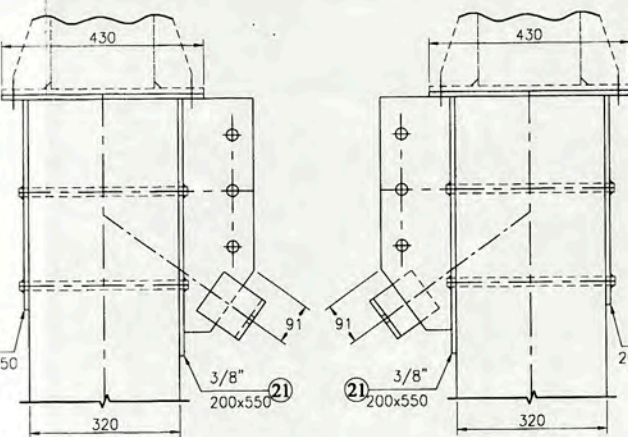
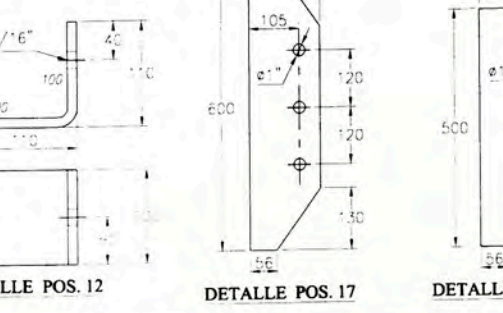
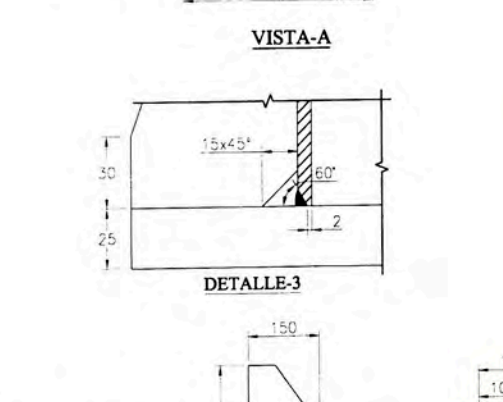
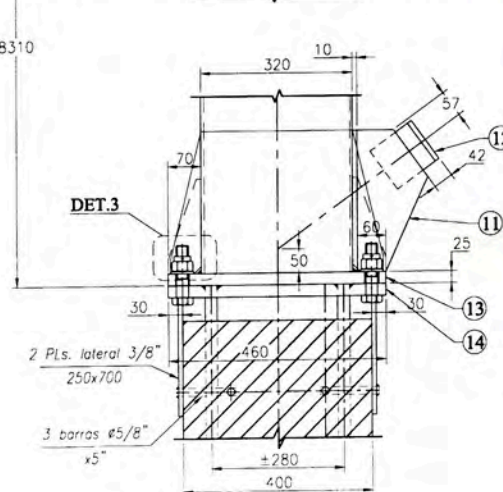
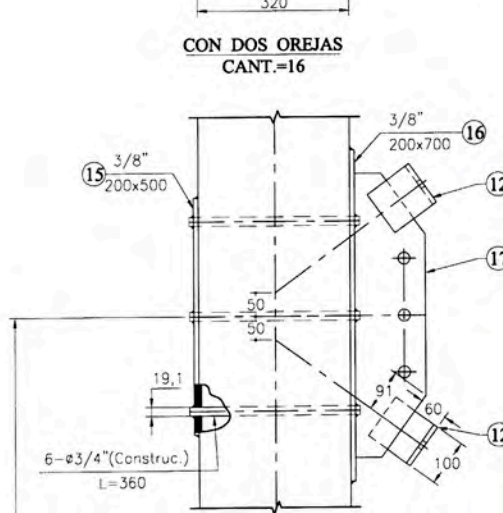
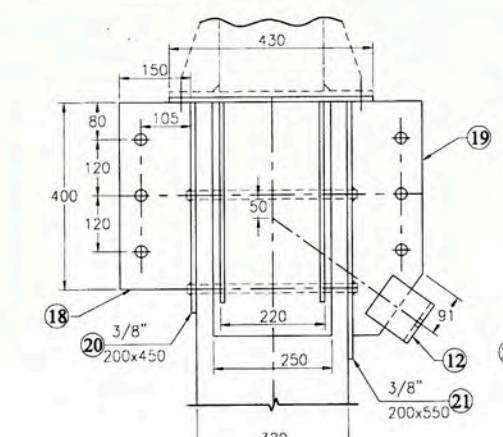
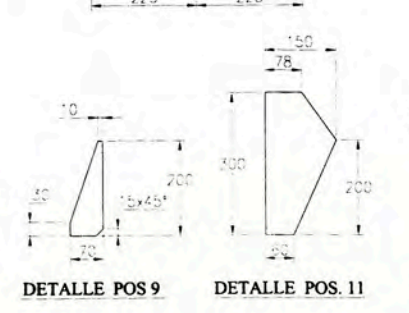
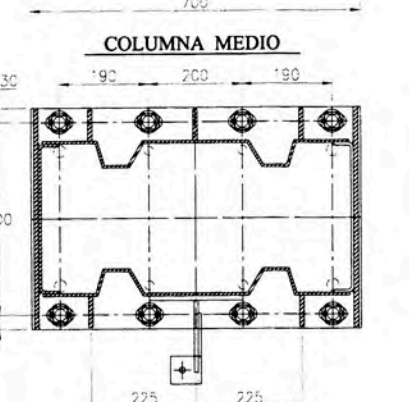
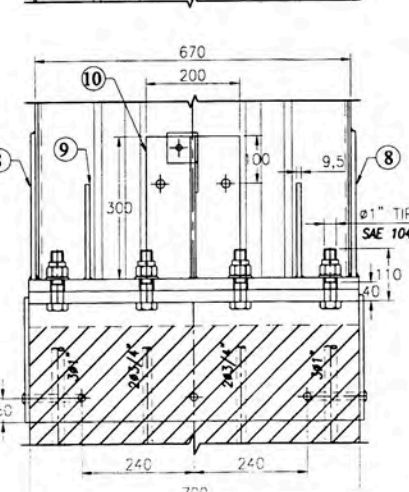
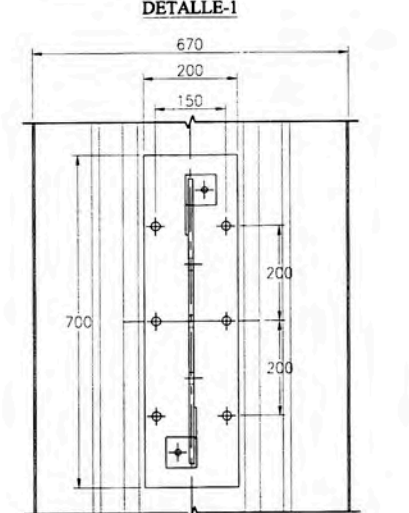
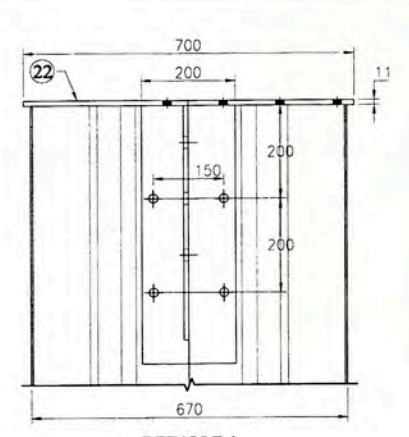
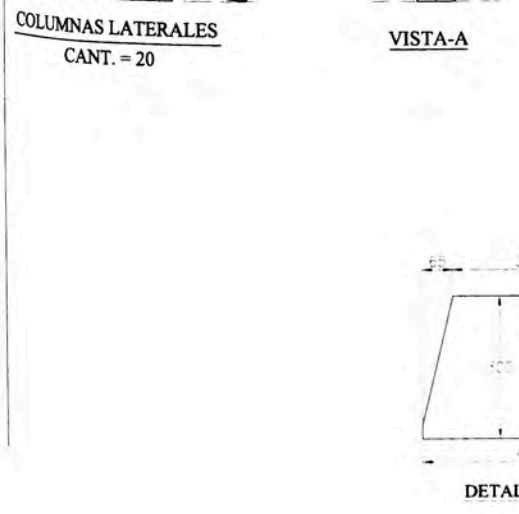
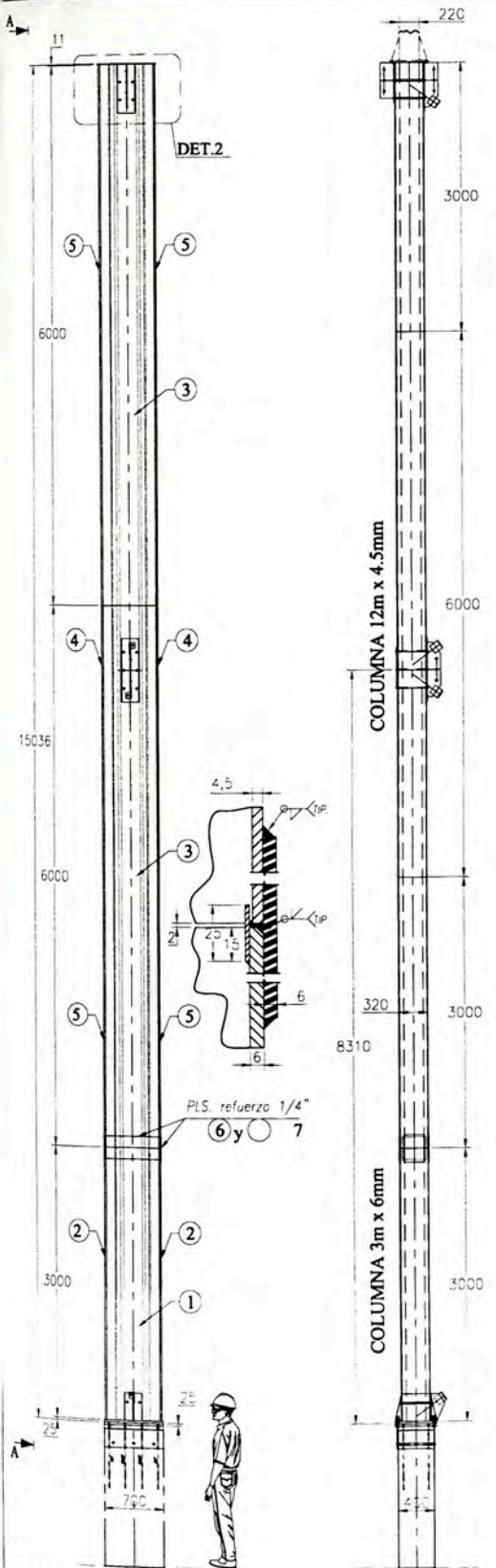
**PARED FRONTAL Y POSTERIOR**



**VISTA DE PAREDES LATERALES**

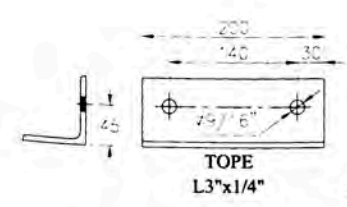
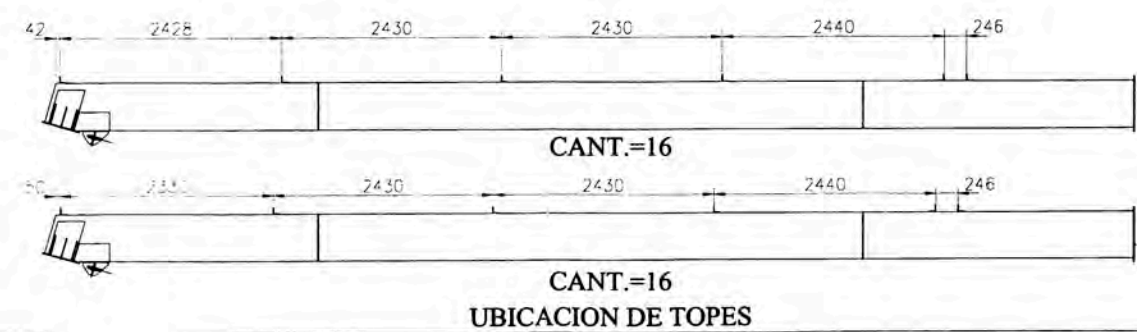
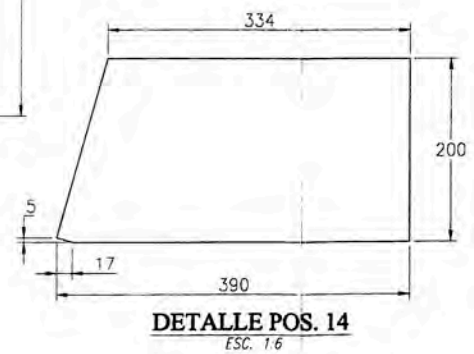
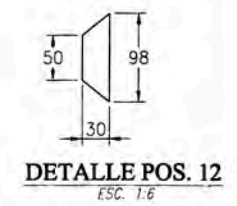
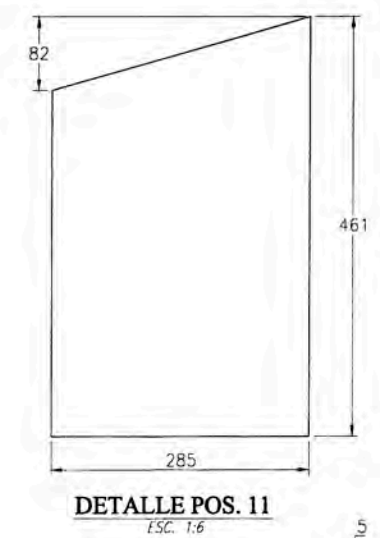
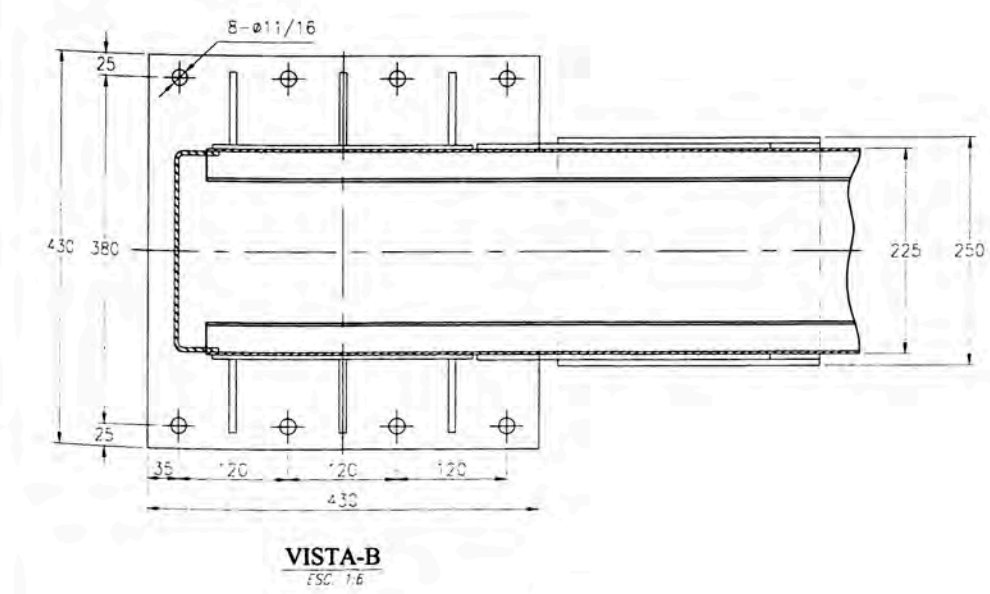
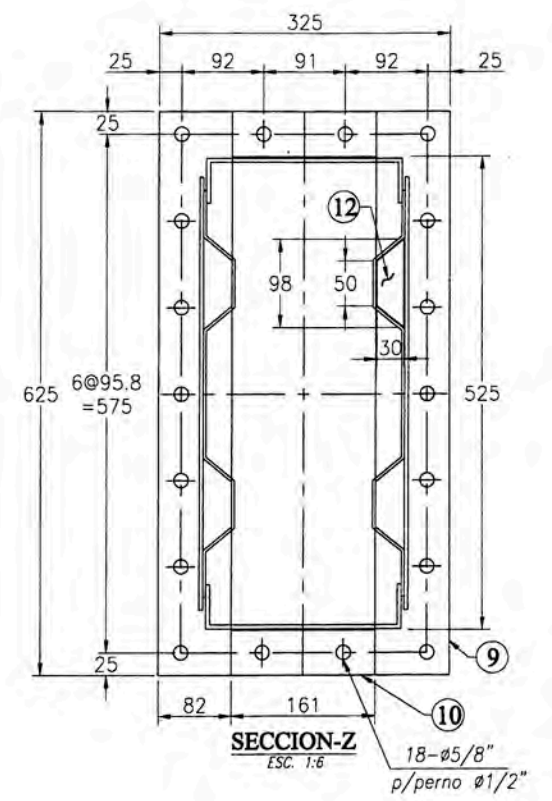
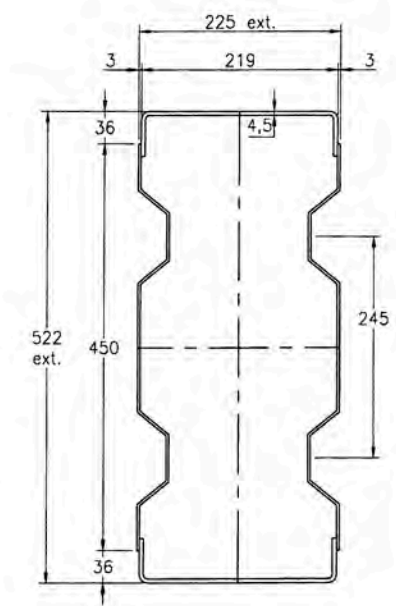
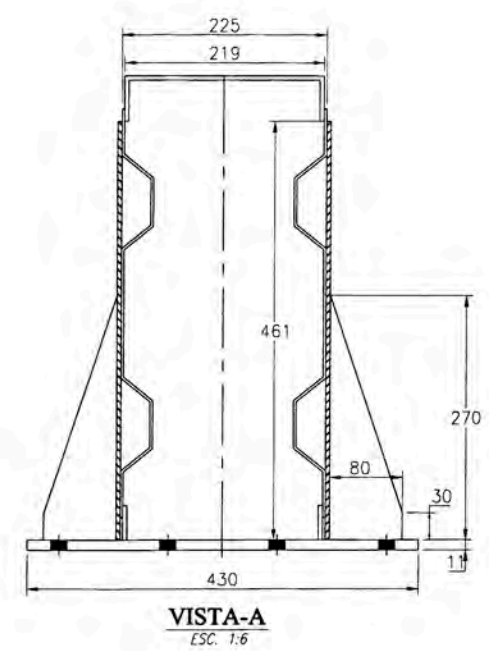
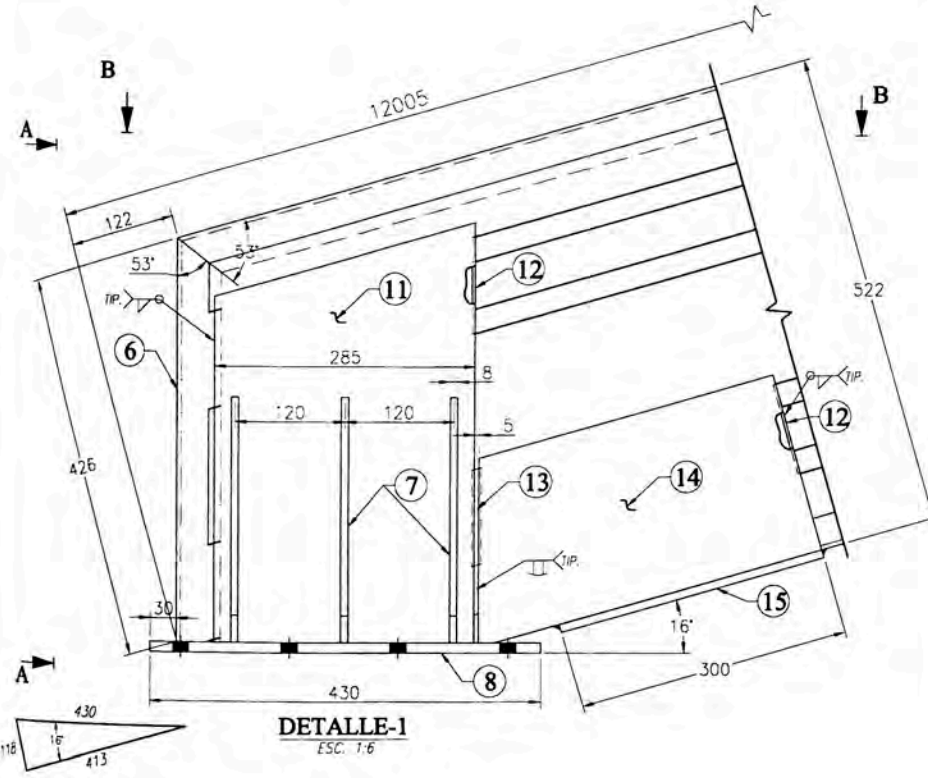
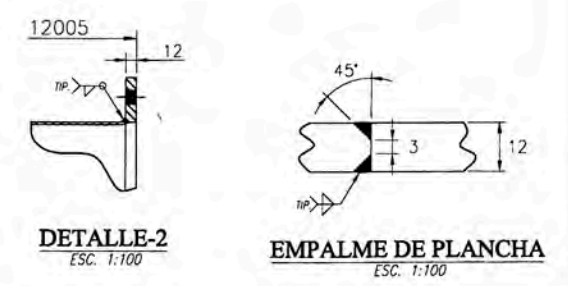
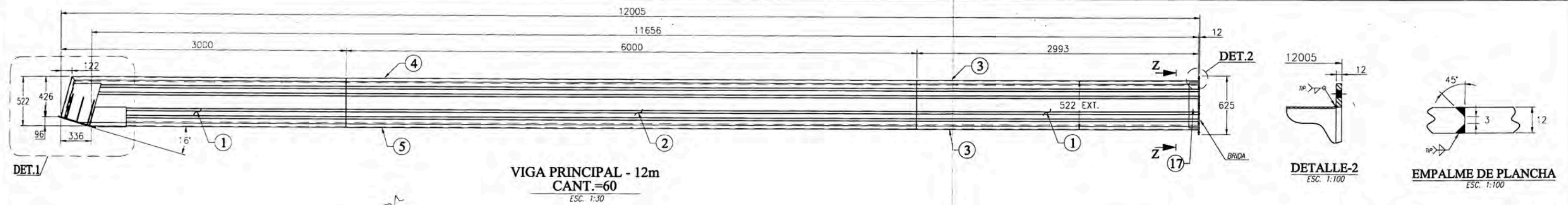
LOGO	NOMBRE_CONTRATISTA	Aprobado por : APROBADO
	Ciente:	Revisado por : REVISADO
Fecha : FECHA	NOMBRE_EMPRESA	Dibujado por : DIBUJADO
Esc.: ESC	3_NAVES_ALMACEN ARREGLO_GENERAL	Plano N° : Rev.





La lista de materiales es para 1 Cjts. 0Kg. 0 m<sup>2</sup>

19	1	Plancha 9.5mm	150 x 500			ASTM-A36
CON UNA OREJA IZQUIERDA CANT.=2						
19	1	Plancha 9.5mm	150 x 500			ASTM-A36
CON UNA OREJA DERECHA CANT.=2						
19	1	Plancha 9.5mm	150 x 500			ASTM-A36
18	1	Plancha 9.5mm	150 x 400			ASTM-A36
CON DOS OREJAS CANT.=16						
<b>CANTIDADES</b>						
22	1	Plancha 11mm	430 x 700			ASTM-A36
21	1	Plancha 9.5mm	200 x 550			ASTM-A36
20	1	Plancha 9.5mm	200 x 450			ASTM-A36
PLANCHAS SUPERIORES						
17	1	Plancha 9.5mm	150 x 600			ASTM-A36
16	1	Plancha 9.5mm	200 x 700			ASTM-A36
15	1	Plancha 9.5mm	200 x 500			ASTM-A36
PLANCHAS INTERMEDIAS						
14	1	Plancha 25.4mm	460 x 700			ASTM-A36
13	1	Plancha 25.4mm	460 x 700			ASTM-A36
12	4	Plancha 9.5mm	100 x 200			ASTM-A36
11	1	Plancha 9.5mm	150 x 300			ASTM-A36
10	1	Plancha 9.5mm	200 x 300			ASTM-A36
9	5	Plancha 9.5mm	70 x 200			ASTM-A36
8	2	Plancha 9.5mm	300 x 450			ASTM-A36
PLANCHAS INFERIORES						
7	2	Plancha 6mm	250 x 270			ASTM-A36
6	2	Plancha 6mm	250 x 630			ASTM-A36
5	4	Plancha 4.5mm	375 x 3000			ASTM-A36
4	2	Plancha 4.5mm	375 x 6000			ASTM-A36
3	4	Plancha 4.5mm	750 x 6000			ASTM-A36
2	2	Plancha 6mm	375 x 3000			ASTM-A36
1	2	Plancha 6mm	750 x 3000			ASTM-A36
COLUMNA						
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	LONGITUD	UNIT	TOTAL	MATERIAL
				PESO (Kg.)	m <sup>2</sup> (PINT.)	OBSERVACION
LOGO		NCMBRE DEL CONTRATISTA				Aprobado por:
		Cliente:				REVISADO
Fecha:	FECHA					DIBUJADO
Esc:	ESC					Plano N°:
		3 NAV'S ALMACEN				Rev.
		COLUMNAS LATERALES				



17	2	PLANCHA 4.5mm	100 x 480			ASTM-A36	
16	6	ANGULO 3"x1/4"	200			ASTM-A36	
15	1	PLANCHA 9mm	250 x 300			ASTM-A36	
14	2	PLANCHA 6mm	200 x 390			ASTM-A36	
13	2	PLANCHA 2mm	15 x 108			ASTM-A36	
12	8	PLANCHA 3mm	30 x 98			ASTM-A36	
11	2	PLANCHA 4.5mm	285 x 461			ASTM-A36	
10	2	PLANCHA 11 mm	50 x 225			ASTM-A36	
9	2	PLANCHA 11 mm	82 x 625			ASTM-A36	
8	1	PLANCHA 11 mm	430 x 430			ASTM-A36	
7	6	PLANCHA 8 mm	80 x 270			ASTM-A36	
6	1	PLANCHA 4.5mm	300 x 443			ASTM-A36	
5	1	PLANCHA 4.5mm	300 x 5781			ASTM-A36	
4	1	PLANCHA 4.5mm	300 x 5870			ASTM-A36	
3	2	PLANCHA 4.5mm	300 x 6000			ASTM-A36	
2	2	PLANCHA 3mm	500 x 6000			ASTM-A36	
1	4	PLANCHA 3mm	500 x 3000			ASTM-A36	
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	LONGITUD	UNIT	TOTAL		
				PESO (Kg.)	m <sup>2</sup>	(PINT.)	MATERIAL OBSERVACION
LOGO		NOMBRE CONTRATISTA		Aprobado por : APROBADO			
Fecha : FECHA		NOMBRE EMPRESA		Revisado por : REVISADO			
Esc.: ESC		VIGA_12MTS		Dibujado por : DIBUJADO			
		DETALLES		Plano N° : Rev.			

# APENDICE

## **CONTENIDO**

- Registros de control de calidad.
- Tablas ASTM A6.
- Juntas precalificadas AWS D1.1.
- Junta precalificada AWS D1.3.
- Homologación de soldadores AWS D1.1.
- Procedimiento Prueba de tintes penetrantes.
- Reporte de contaminantes y Hoja técnica de pinturas.

## **REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD**





### 3 NAVES - ALMACEN LURIN

INTRADEVCO INDUSTRIAL S. A.

REGISTRO DE INSPECCION EN LA RECEPCION DE MATERIALES Y PRODUCTOS



FC-FAB-001

Rev.: 1

Fecha:

Pág.: 1 de 1

EQUIPO ID / ESTRUCTURA: ESTRUCTURA

REGISTRO (RECORD) N°: .....

FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): CALIENES INGENIERIA

FECHA (DATE): 23/04/2012

#### INSPECCION

ITEM	FECHA DE RECEPCION	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CANT.	PROVEEDOR	IDENTIFICACION (COLADA PARA ACEROS)	CERTIFICADO DE CALIDAD N°	CERTIFICADO CALIDAD	GUIA DE REMISION	O.S.	ORDEN DE COMPRA	RESULT PARCIAL	CORRECCION	RESULTADO FINAL
01	16/09/2011	PLANCHA LAC ASTM-A36 DE 3 X1500 X 6000 mm	50	TUBISA	1160916	110321H0895		72856		2027	C		C
02	15/05/2012	PLANCHA LAC ASTM-A36 DE 6 X1500 X 6000 mm	10	TUBISA	1240059	120131H0347		85455			C		C
03	13/06/2012	PLATINA ASTM-A36 DE 1/4" X 1 1/2" X 6000 mm	11	TRADISA	239304	1048051		62727			C		C
04	03/01/2012	PLATINA ASTM-A36 DE 1/2" X 1 1/2" X 6000 mm	10	TRADISA	27961	1202242486-5		475230		2137	C		C
05	12/06/2012	ANGULO ASTM - A36 DE 3 X 20 X20 X 6000 mm	7	TRADISA		3146690				2294	C		C
06	17/04/2012	ANGULO ASTM - A36 DE 1/4" X 1 1/2" X 1 1/2" X 6000 mm	30	ABINSUR	1162	SA04140					C		C
07	03/01/2012	PLATINA ASTM-A36 DE 3/4"X3/16"X 6000 mm	40	TRADISA	234976	1033146		475230		2137	C		C
08	13/06/2012	BARRA REDONDA LISA ASTM-A36 DE Ø3/8"X6000mm	180	TRADISA		3147185		62727		2292	C		C
09	19/04/2012	TUBO ACERO NEGRO SCH-40 X6000mm DE 5"	1	IORELLA	H20120235	TS2710L40		135211		2243	C		C
10													
11													
12													
13													

LEYENDA C = Conforme NC = No Conforme

#### 3.- OBSERVACIONES

SOLO LOS MATERIALES Y SUMINISTROS QUE TENGAN COMO RESULTADO PARCIAL O FINAL LA DESIGNACION "C" CONFORME, SERAN LIBERADOS PARA INICIAR SU PROCESAMIENTO  
LOS ELEMENTOS QUE TENGAN RESULTADO PARCIAL "NC" NO CONFORME, PASARAN A LA TABLA SIGUIENTE PARA EL TRATAMIENTO CORRESPONDIENTE. HASTA RESULTAR CONFORMES

ITEM	NO CONFORMIDAD (NO CONFORMITY)	REGISTRO NC (REGISTER NC) N°	CORRECCION (CORRECTION)	RESULTADO FINAL (RESULT FINAL)	FECHA DE INSPECCION (DATE CORRECTION)	RESPONSABLE (RESPONSABILITY)

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	



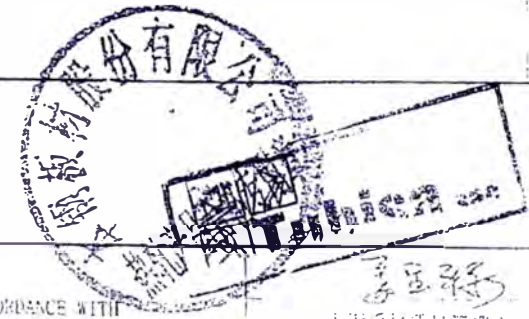
BX STEEL  
本钢板板

10017-A 0014

客户名称 CUSTOMER	宝钢(香港)有限公司			产品名称 PRODUCT	HRP		
商业发票号码 INVOICE NO	E012012450	证书编号 CERTIFICATE NO	12013100347	客户编号 CUSTOMER NO	H K0005S	订单编号 ORDER NO	EH12010003002
技术条件 SPEC	BX 311-2009			交货状态 DELIVERY STATE		交运日期 SHIPPING DATE	2012/02/28
钢种 Grade	A36			交运日期 SHIPPING DATE	2012/02/28	证书日期 ISSUE DATE	2012/02/28
检验 ISP	本钢板材质量管理中心 BX Steel Quality Management Center			T/C	I/1	客户采购案号 CUST ORDER NO	R1201BC004

项目 ITEM No	钢卷编号 COIL No	炉号 HEAT NO	等级 CLASS	尺寸及规格 MATERIAL DESCRIPTION				化学成分 CHEMICAL COMPOSITION %								拉伸试验			*B1 弯曲 180° d=3a	备注									
				厚度 THICK	*宽度 WIDTH	*长度 LENGTH	数量 QTY	重量 WEIGHT t	C	Si	Mn	P	S	Als	B	*A1 Rp0.2	*A2 RM	*A3 A50mm											
									-2 X10	-2 X10	-2 X10	-3 X10	-3 X10	-2 X10	-4 X10	N/MM2	%												
SPECIFICATION													21	35	120	35	35	1	8	250	400	21.0							
													MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	6	MIN	MIN	550	MIN						
03	A120115893J3	1250050	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.680	16	14	32	14	6	2	20	358	469	29.0	OK												
03	A120119011J1	1240059	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.290	15	14	33	12	2	2	19	316	471	24.5	OK												
03	A120119041J2	1240059	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.710	15	14	33	12	2	2	19	316	471	24.5	OK												
03	A120119041J3	1240059	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.700	15	14	33	12	2	2	19	316	471	24.5	OK												
03	A120119042J1	1240059	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.700	15	14	33	12	2	2	19	316	471	24.5	OK												
03	A120119042J3	1240059	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.680	15	14	33	12	2	2	19	316	471	24.5	OK												
03	A120119441J1	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.690	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119441J2	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.680	15	14	33	10	4	2	15	312	434	25.0	OK												
03	A120119441J3	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.670	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119442J1	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.700	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119442J2	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.670	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119442J3	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.680	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119443J1	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.690	15	14	33	10	4	2	15	322	435	27.5	OK												
03	A120119443J2	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.690	15	14	33	10	4	2	15	322	435	27.5	OK												
03	A120119444J2	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.690	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119444J3	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.270	15	14	33	10	4	2	15	312	434	26.0	OK												
03	A120119445J1	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.270	15	14	33	10	4	2	15	322	435	27.5	OK												
03	A120119445J2	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.250	15	14	33	10	4	2	15	322	435	27.5	OK												
03	A120119445J3	1240061	1	6.000mm*1500mm*6000mm	1	7.280	15	14	33	10	4	2	15	322	435	27.5	OK												
TOTAL:					19	143.990																							

\*A1 屈服强度 YIELD STRENGTH  
\*A2 抗拉强度 TENSILE STRENGTH  
\*A3 伸长率 ELONGATION  
\*B1 弯曲 BENDING  
\*B2 等级符合标准 CLASS 1-FITGIBILITY  
\*B3 表面缺陷(SURFACE) AND DIMENSION CHECK OK



说明: 本表所列产品, 均按标准进行制造及试验, 并符合规范之要求。

WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HEREIN HAS BEEN MANUFACTURED AND TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE STANDARD TECHNIQUE

本钢板材质量管理中心  
BENGANG STEEL PLATES CO., LTD. QMC

客户名称 CUSTOMER	DIFERCO SA	产品名称 PRODUCT	热轧钢卷
技术条件 SPEC.	RY 311 2009	装车作业单号 TRUCK NO.	RH11050385
钢种 GRADE	A36	客户编号 CUSTOMER NO.	SWT00008
检验 INSPE.	本钢北营检测中心	交货日期 SHIPPING DATE	2011/05/09
		客户采购案号 CUST ORDER NO.	
		证明书编号 CERTIFICATE NO.	11030910061
		订单编号 ORDER NO.	DE11011096001
		证明书日期 ISSUE DATE	2011/05/10
		交货状态 DELIVERY STATE	T/C 1/1



项行号 ITEM NO.	钢卷编号 COIL NO.	炉号 HEAT NO.	等级 CLASS	尺寸及规格 MATERIAL DESCRIPTION		化学成分 CHEMICAL COMPOSITION %								拉伸试验 TENSILE TEST			备注 REMARK		
				厚度 THICK	*宽度*长度 WIDTH *LENGTH	数量 QTY	重量 WEIGHT	C	Si	Mn	P	S	Als	B	*A1	*A2		*A3	
				MAX	MAX			X10 <sup>-2</sup>	X10 <sup>-2</sup>	X10 <sup>-2</sup>	X10 <sup>-1</sup>	X10 <sup>-3</sup>	X10 <sup>-2</sup>	X10 <sup>-1</sup>	X10 <sup>-1</sup>	N/30K2	%	*B1 弯曲 180° d=3R	
SPECIFICATION				21	35	120	35	35	1	8	250	400	21.0						
				MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	6	MIN	MIN	550	MIN					
01	RH105037158	1323045		3.000mm*1500mm*C	1	21.760	16	15	36	12	7	2	19	175	485	28	OK		
				TOTAL:	1	24.760													

\*A1 屈服强度 YIELD STRENGTH  
 \*A2 抗拉强度 TENSILE STRENGTH  
 \*A3 伸长率 ELONGATION  
 \*B1 弯曲 BENDING  
 \*B2 弯折 BENDING  
 \*D3 弯折 BENDING  
 等级 1=合格品 CLASS 1=ELIGIBILITY

VISUAL INSPECTION(SURFACE) AND DIMENSION CHECK : OK

兹证明本表所列产品，均按标准进行制造及试验，并且符合规范之要求。  
 WE HEREBY CERTIFY THAT MATERIAL DESCRIBED HEREIN HAS BEEN MANUFACTURED AND TESTED WITH SATISFACTORY RESULTS IN ACCORDANCE WITH THE STANDARD REQUIRE.

本钢北营检测中心



### 3 NAVES - ALMACEN LURIN

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.

REGISTRO DE TRAZABILIDAD



FC-FAB-002

REVISIÓN

FECHA

04/05/2012

HOJA

#### 1. DATOS GENERALES:

FABRICANTE (SUBCONTRATISTA):	CALIENES INGENIERIA SAC		REGISTRO:
EQUIPO ID / ESTRUCTURA:	ESTRUCTURAS	PLANO DE REFERENCIA:	
CÓDIGO DEL ELEMENTO:		FECHA:	23/04/2012

#### 2. TRAZABILIDAD DE LOS ELEMENTOS:

ITEM	POSICIÓN	DESCRIPCIÓN	CANT	MATERIAL	N° DE COLADA	N° REG-MAT
01	1	PLANCHA DE 3mm, DIMENSION DE 1500 X 2000 mm	01	ASTM-A36	1160916	
2	2	PLANCHA DE 3mm, DIMENSION DE 232 X 2000 mm	01	ASTM-A36	1160916	
3	3	PLANCHA DE 3mm, DIMENSION DE 688 X 2000 mm	01	ASTM-A36	1160916	
4	4	PLATINA DE 6mm, DIMENSION DE 38 X 595 mm	04	ASTM-A36	239304	
5	5	PLATINA DE 6mm, DIMENSION DE 38 X 480 mm	04	ASTM-A36	239304	
6	6	PLATINA DE 6mm, DIMENSION DE 38 X 110 mm	04	ASTM-A36	239304	
7	7	PLATINA DE 1/2" X 1 1/2", DIMENSION DE 472 mm	02	ASTM-A36	27961	
8	8	ANGULO DE 3/4" X 3/4" X 1/8", DIMENSION DE 472	06	ASTM-A36	CERT 3146690	
9	9	ANGULO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4", DIMENSION DE 1986	02	ASTM-A36	1162	
10	10	ANGULO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4", DIMENSION DE 454	02	ASTM-A36	1162	
11	11	ANGULO DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4", DIMENSION DE 273	02	ASTM-A36	1162	
12	12	PLANCHA DE 3mm, DIMENSION DE 202 X 1498 mm	01	ASTM-A36	1160916	
13	13	PLANCHA DE 6 mm, DIMENSION DE 580 X 580 mm	01	ASTM-A36	1240059	
14	14	PLANCHA DE 6 mm, DIMENSION DE 254 X 254 mm	01	ASTM-A36	1240059	
15	15	PLATINA DE 3/4" X 3/16" X 1870 mm	16	ASTM-A36	234976	
16	16	BARRA DE Ø 3/8" X 455 mm	18	ASTM-A36	CERT 3147185	
17	17	TUBO DE Ø 5" SCH 40 X 114 mm	01	ASTM-A36	H20120235	
18	18	PLANCHA PERFORADA DE 2mm, DIMENSION DE 556 X 2000 mm	01	ASTM-A36		

#### 3. OBSERVACIONES:

#### 4. APROBACIÓN FINAL:

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	

**REGISTRO DE INSPECCION DE HABILITADO DE ELEMENTOS**

Rev	
Fecha (Emission)	
Pág.	

EQUIPO ID / ESTRUCTURA: ESTRUCTURAS  
 FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): CALIENES INGENIERIA SAC

REGISTRO N°: .....  
 FECHA: 23/04/2012

**2.- INSPECCION (INSPECTION)**

ITEM	CODIGO DEL ELEMENTO	SERIE	DESCRIPCION Y/O DETALLE DIMENSIONAL	PLANO N°	CANT	IDENTIFICACION	DESTAJE	PERFORACION	ESPESOR	ANCHO			LONGITUD			ACABADO	RESULT PARCIAL	CORRECCION	RESULT FINAL
										NOMINAL	REAL	DIF	NOMINAL	REAL	DIF				
1	1		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 3mm		1	1	NO	SI	3 mm							-	-	-	C
2	2		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 3mm		1	2	NO	NO	3 mm							-	-	-	C
3	3		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 3mm		1	3	NO	SI	3 mm							-	-	-	C
4	4		CORTE DE PLATINA ASTM - A36 DE 6 X 38mm		4	4	NO	SI	6 mm							-	-	-	C
5	5		CORTE DE PLATINA ASTM - A36 DE 6 X 38mm		4	5	NO	NO	6 mm							-	-	-	C
6	6		CORTE DE PLATINA ASTM - A36 DE 6 X 38mm		4	6	NO	NO	6 mm							-	-	-	C
7	7		CORTE DE PLATINA ASTM - A36 DE 1 1/2" X 1/2"		2	7	NO	SI	1/2"							-	-	-	C
8	8		CORTE DE ANGULO ASTM - A36 DE 3/4" X 3/4" X 1/8"		8	8	NO	NO	1/8"							-	-	-	C
9	9		CORTE DE ANGULO ASTM - A36 DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4"		2	9	NO	NO	1/4"							-	-	-	C
10	10		CORTE DE ANGULO ASTM - A36 DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4"		2	10	NO	NO	1/4"							-	-	-	C
11	11		CORTE DE ANGULO ASTM - A36 DE 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4"		2	11	NO	NO	1/4"							-	-	-	C
12	12		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 3mm		1	12	NO	NO	3 mm							-	-	-	C
13	13		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 6mm		1	13	NO	NO	6 mm							-	-	-	C
14	14		CORTE DE PLANCHA ASTM - A36 DE 6mm		1	14	NO	SI	6 mm							-	-	-	C
15	15		CORTE DE PLATINA ASTM - A36 DE 3/4" X 3/16"		16	15	NO	NO	3/16"							-	-	-	C
16	16		CORTE DE BARRA LISA ASTM - A36 DE Ø 3/8"		18	16	NO	NO	3/16"							-	-	-	C
17	17		CORTE DE TUBO Ø5" SCH 40		1	17	NO	NO	SCH40							-	-	-	C
18	18		CORTE DE PLANCHA PERFORADA ASTM - A36 DE 2 mm		1	18	NO	SI	2 mm							-	-	-	C

LEYENDA: C = CONFORME NC = NO CONFORME

**3.- RESULTADOS**

SOLO LOS ELEMENTOS QUE TENGAN EL RESULTADO PARCIAL O FINAL LA DESIGNACION "C" CONFORME, SERAN LIBERADOS PARA INIAR SU PROCESAMIENTO.  
 LOS ELEMENTOS QUE TENGA RESULTADO PARCIAL "NC" NO CONFORME, PASARAN A LA TABLA SIGUIENTE PARA EL TRATAMIENTO CORRESPONDIENTE, HASTA RESULTAR CONFORME.

ITEM	NO CONFORMIDAD	NC REGIST N°	CORRECCION	FECHA	RESPONSABLE	RESULT. FINAL

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CALIDAD	



3 NAVES - ALMACEN LURIN

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.



FC-FAB-004

Rev 1

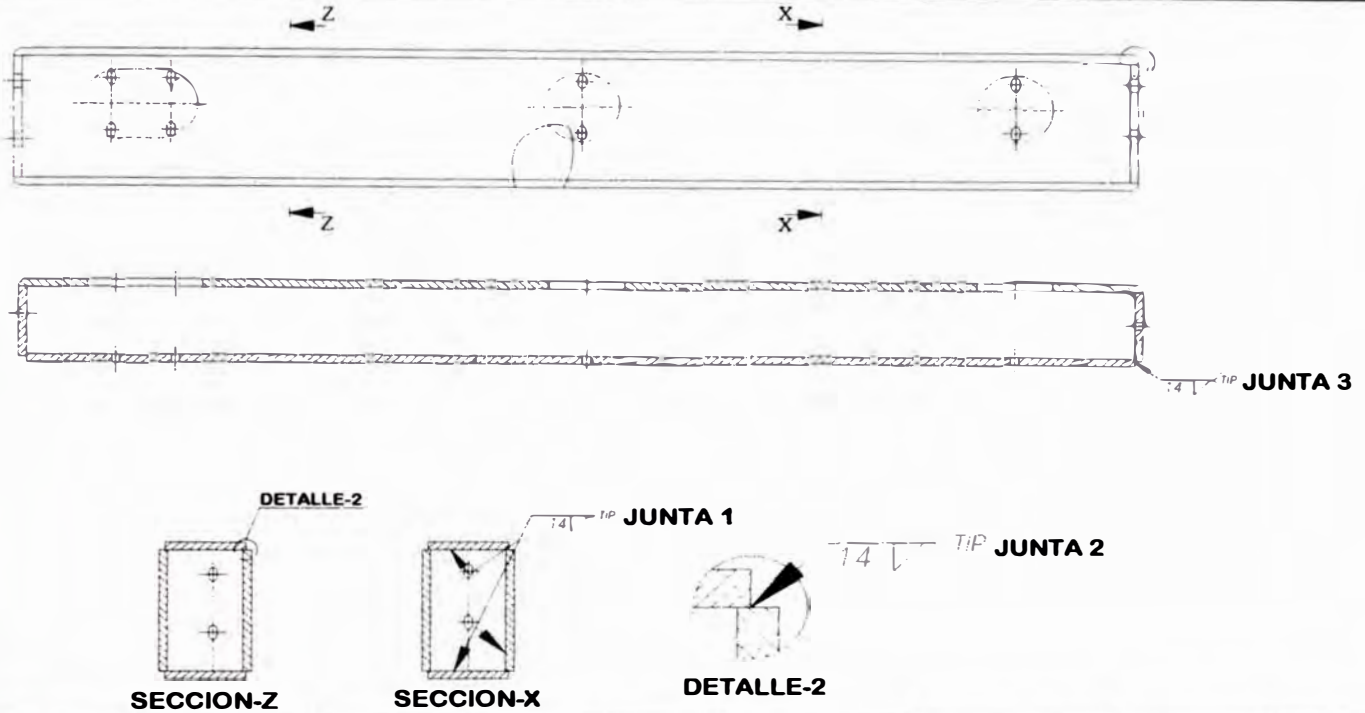
Fecha

Pág.

REGISTRO DE INSPECCION VISUAL Y DIMENSIONAL DE SOLDADURA

PLANO N°: \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_ EQUIPO ID / ESTRUCTURA **OUTLET SIDE SUPPORT, L.H.** REG. N° \_\_\_\_\_  
 FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): **CALIENES INGENIERIA SAC**

1.- ESQUEMA DE JUNTAS Y PUNTOS DE INSPECCION



FECHA	IDENTIF DE JUNTA	TIPO DE JUNTA	PROCESO DE SOLDEO	WPS	CODIGO DEL SOLDADOR	CATETO DE SOLDADURA mm		GARGANTA DE SOLDADURA mm		DEFECTOS	RESULTADO
						NOMINAL	REAL	NOMINAL	REAL		
09/06/2012	JUNTA 1	FILETE	FCAW	CI-021-2012	SBH	14	15	-	-	-	C
11/06/2012	JUNTA 2	FILETE	FCAW	CI-021-2012	GSO	14	14	-	-	-	C
11/06/2012	JUNTA 3	FILETE	FCAW	CI-021-2012	GSO	14	14	-	-	-	C

2.- LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

FECHA	DEFECTO	CORRECCION	CODIGO SOLDADOR	RESULTADO

NOTAS

LEYENDA: C = CONFORME      NC = NO CONFORME      SO = SOCAVACION      FF = FALTA FUSION  
 PG = POROSIDAD AGRUPADA      PA = POROSIDAD AISLADA      CI = CORDON IRREGULAR      OTR = OTROS  
 FC = FALTA CATETO      FG = FALTA GARGANTA

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD ING. DENIS LARA GARCIA	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD ING. GROVER OMAR REYES MENESES	JEFE DE PRODUCCION	



CALIENES INGENIERIA S.A.C.  
 FABRICANTES DE MAQUINARIA INDUSTRIAL  
 JR. SAN ALEJANDRO 242-URB. STA LUISA-LIMA 31 KM 20.5 PAN. NORTE  
 TELEFAX.: 536-9775 / 536-9776 NEXT.: 813\*9385 / 813\*2370

## ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

### TIPO DE PROCEDIMIENTO

**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA :**

Procedimiento Precalificado  Calificado Mediante Ensayo

SEGÚN NORMA : AWS D1.1-2010

**REGISTRO DE PROCEDIMIENTO DE CALIFICACION**

NOMBRE DE LA EMPRESA : CALIENES INGENIERIA SAC

REVISION: 1 FECHA: 04/01/2012

PROYECTO : 3 NAVES - ALMACEN LURIN

AUTORIZADO POR : JESUS TRUJILLO

EPS Nº : CI-002-2012

PROCESO DE SOLDADURA : GMAW

SOPORTE RCP Nº : -----

TIPO :  MANUAL  SEMIAUTOMATICA

RCP Nº : -----

### DISEÑO DE JUNTA

Tipo de Junta: A TOPE

Simple  Doble soldadura

Respaldo: SI  NO

Material de Respaldo: ---

Apertura de Raíz : 1/8" Dimension de Talón: ---

Angulo del Bisel: --- Radio (J-U): ---

Intervencion de Raíz SI  NO

Metodo:

### DETALLES DE LA UNION Y SECUENCIA DE SOLDADURA



### METALES BASE

	MB1	MB2
Grupo :	<u>I</u>	<u>I</u>
Especificacion del Acero :	<u>ASTM-A36</u>	<u>ASTM-A36</u>
Tipo de Grado :	<u>--</u>	<u>--</u>
Espesor :	<u>3.2mm</u>	<u>3.2mm</u>
Dimensiones : Bisel <input type="checkbox"/> Filete <input type="checkbox"/>		
Diametro (tuberia) :	<u>---</u>	

### CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Modo de Transferencia (GMAW) :

CORTO CIRCUITO  
 GLOBULAR  
 SPRAY

Corriente: AC  CCEP   
 PULSANTE  CCEN

Otro : -----

Electrodo de Tungsteno (GTAW)

Tamaño : ----- Tipo : -----

### METALES DE APORTE

Especificación AWS : A5.18  
 Clasificación AWS : ER-70S-6  
 Diámetro : 1mm  
 Marca : INDURA

### TECNICA

Cordon Rectilineo u Oscilante : OSCILANTE

Pase simple o Múltiple : UNICO

Numero de Electrodo : 1

Distancia de Boquilla a Pieza : 10mm

Limpieza entre Pasadas : SI Metodo: ESMERIL

### PROTECCION

Fundente : ----- Gas : Ar + CO2  
 Electrodo / Composicion: 80%Ar+20%CO2  
 Fundente (clase) ----- Flujo: 13 lt/min  
 Tamaño de tobera : 10.0 mm

### PRECALENTAMIENTO

Temperatura de Pre calentamiento : N/A

Temperatura de Interfase : N/A

### TRATAMIENTO TERMICO POSTERIOR A LA SOLDADURA

Temperatura : N/A

Tiempo : N/A

### POSICION

Posicion : 1G Filete : -----

Progresión Vertical : Ascendente   
 Descendente

PASADAS O CAPAS DE SOLDADURA	PROCESO	METALES DE APORTE		CORRIENTE			VELOCIDAD DE AVANCE m/min
		CLASE	DIAMETRO (mm)	TIPO Y POLARIDAD	AMP	VOLT	
<u>1</u>	<u>GMAW</u>	<u>ER-70S-6</u>	<u>1</u>	<u>CCEP</u>	<u>130-160</u>	<u>23-25</u>	<u>025-0.3</u>

LUGAR Y FECHA

04/01/2012

INSPECCIONADO POR

JESUS TRUJILLO SANTACRUZ

APROVADO POR



3 NAVES - ALMACEN LURIN



FC-FAB-010

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.  
REGISTRO DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES

HOJA

FECHA

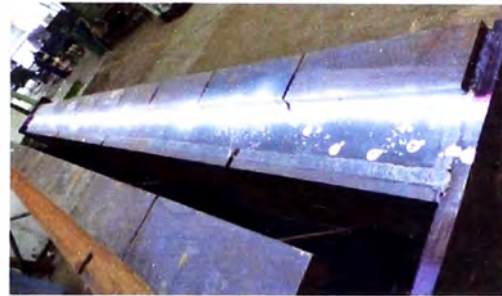
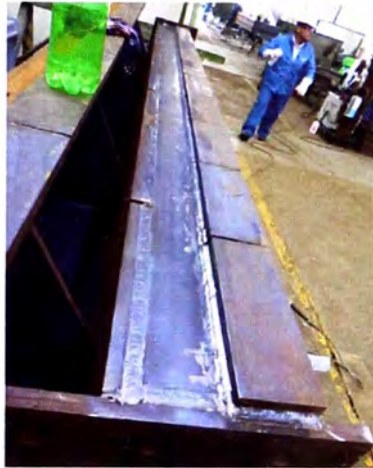
REV

**DATOS GENERALES :**

FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): CALIENES INGENIERIA SAC

DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	ESTANDAR DE REFERENCIA	FECHA	REGISTRO
OUTLET BEAM R.H.					18/06/2012	

**ESQUEMA :**



ITEM	CODIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	CODIGO DEL SOLDADOR	TIPO DE JUNTA		EVALUACION N° 1		DEFECTO	FECHA DE INSPECCION	EVALUACION N° 2		RESULTADO	FECHA DE INSPECCION
				A TOPE	FLETE	REPARAR	ACEPTADO			REPARAR	ACEPTADO		
1		4	DJMA	-	X	-	OK	NO	18/06/2012	-	-	OK	18/06/2012
/													

**LEYENDA DE DEFECTOS :**

FI : FISURA

PN : POROSIDAD ANIDADA

PA : POROSIDAD AISLADA

PL : POROSIDAD ALINEADA

**KIT DE INSPECCION :**

PENETRANTE:

LIMPIADOR:

REVELADOR:

**TIEMPO DE REVELADO :**

**APROBACION FINAL :**

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD ING. DENIS LARA GARCIA	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD ING. GROVER OMAR REYES MENESES	JEFE DE PRODUCCION	



REGISTRO DE INSPECCIÓN DEL ESTRUCTURADO

SECCION 1

EQUIPO ID / ESTRUCTURA: ESTRUCTURA

FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): CALIENES INGENIERIA S A C.

PLANO N°: REVISIÓN: TIPO DE ESTRUCTURA: OUTLET SIDE SUPPORT - L.H CÓDIGO: FECHA: 10/07/2012 REG.N°:

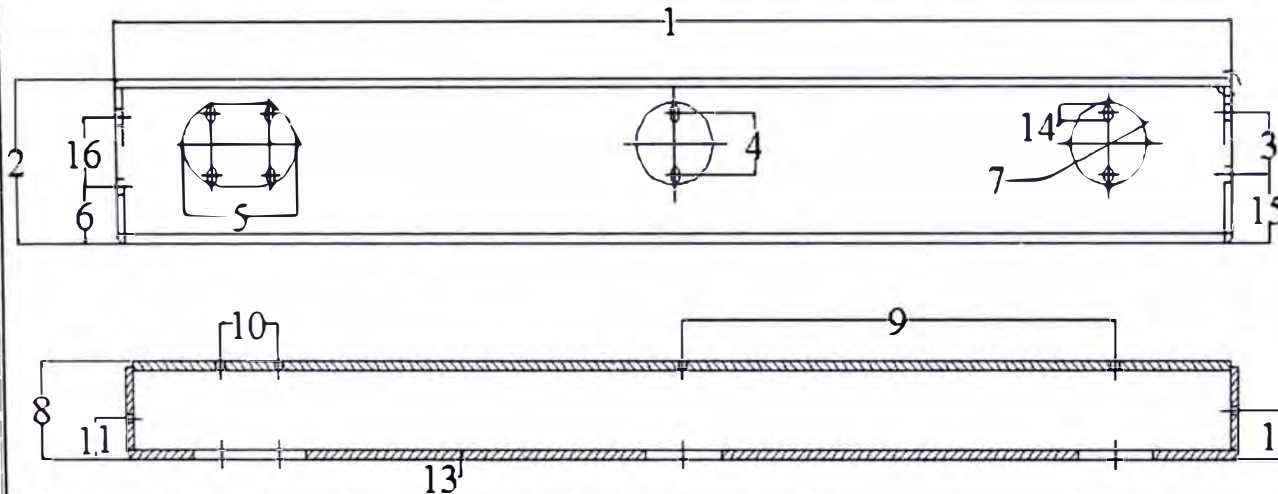
SECCION 2

PUNTOS DE INSPECCION

Número de Medida	Medida Nominal	Medida Real	Diferencia	Ø Agujero Nominal	Ø Agujero Real	Resultado	Número de Medida	Medida Nominal	Medida Real	Diferencia	Ø Agujero Nominal	Ø Agujero Real	Resultado	ITEM	Descripción	Comentario	Resultado
1	2945	2946	1				11	100	101	1				1	Conexión, Ubicación de Elementos		
2	400	400.5	0.5				12	120	121	1				2	Inspección de Elementos Principales		
3	150	150.5	0.5				13	22	22.5	0.5				3	Camber y Sweep		
4	150	151	1				14	40	40.5	0.5				4	Ubicación de Clips		
5	300	301	1				15	165	165.5	0.5				5	Cortes		
6	135	136	1				16	170	170.5	0.5				6	Codificación		
7			0.5	200	200.5		17							7	Inspección Visual de la Soldadura		
8	240	240.5	0.5				18							8	Acabado		
9	1125	1126	1				19										
10	155	154.5	0.5				20										

SECCION 3 (SECTION 3)

DETALLES DIMENSIONALES/COMENTARIOS (DIMENSIONAL DETAIL/COMMENTS)



Leyenda: C = CONFORME NC = NO CONFORME

Seccion 5.- RESULTADO DE LA INSPECCION FINAL

CONFORME

RECHAZADO

Comentarios

**OUTLET SIDE SUPPORT - L.H.**

SECCION 4

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

ITEM	OBSERVACIONES	CORRECCION	INSPECTOR QC.	FIRMA	RESULT.

CONTRATISTA

CLIENTE

INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD  
 ING. DENIS LARA GARCIA

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD  
 ING. OMAR REYES MENESES

JEFE DE PRODUCCION



3 NAVES - ALMACEN LURIN

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.



FC-FAB-007

Rev. 1

Fecha

Pág. 1 de 1

REGISTRO DE INSPECCION DE GRANALLADO Y PINTURA

EQUIPO ID / ESTRUCTURA: COLUMNAS  
 AREA: ESPECIFICACION:  
 FABRICANTE (SUBCONTRATISTA): CALIENES INGENIERIA S.A.C. REGISTRO N°:

**1 GRANALLADO**

TIPO DE ABRASIVO UTILIZADO MIXTO TAMAÑO G-50 H.R. % 76  
 PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP5 PERFIL RUGO. NOMINAL <1.5-2.5> Δ TEMP. SUP/DWP 8°C  
 TIPO DE MAQUINA MANUAL PERFIL RUGO. REAL 2.6 mills FECHA 25/06/12

CODIGO	GRADO DE CORROSION	FECHA	OBSERVACIONES	RESULT PARCIAL	RESULT FINAL
COLUMNA 1	B	25/06/2012	/	C	C
COLUMNA 2	B	25/06/2012		C	C
COLUMNA 3	B	25/06/2012		C	C
COLUMNA 4	B	25/06/2012		C	C

**2 PINTURA APLICACION 1RA CAPA**

MARCA JET LOTE A: 40558.0112 B: 38457.0112 C: 35543.0212  
 EQUIPO UTILIZADO AIRLES GRACO 60.1  
 PRODUCTO JET 62 ZP ESPESOR NOMINAL 4mils  
 H.R. % :76 Δ TEMP. SUP/DWP:8°C FECHA 25/06/2012

CODIGO	SPOT 1	SPOT 2	SPOT 3	SPOT 4	SPOT 5	PROMEDIO GENERAL	RESULTADO PARCIAL	RESULTADO FINAL
COLUMNA 1	4.78	3.89	4.56	5.50	4.78	4.70	C	C
COLUMNA 2	3.78	4.87	3.89	3.56	4.23	4.07	C	C
COLUMNA 3	3.56	3.56	3.78	3.67	3.78	3.67	C	C
COLUMNA 4	4.25	3.65	4.58	5.42	4.89	4.56	C	C

OBSERVACIONES: TBS=22°C ; TBH=17°C ; HR=76 ; TSUP=25°C . TROCIO=17°C

LEYENDA C = CONFORME NC = NO CONFORME

CONTRATISTA			CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE PRODUCCION	



3 NAVES - ALMACEN LURIN

INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.

REGISTRO DE MEDICION DE RUGOSIDAD



FC-FAB-006

Rev. 1

Fecha 16/02/11

Pág. 1 de 1

EQUIPO ID / ESTRUCTURA:

ESPECIFICACION: CALIENES INGENIERIA SAC

REG. N°:

RUGOSIDAD

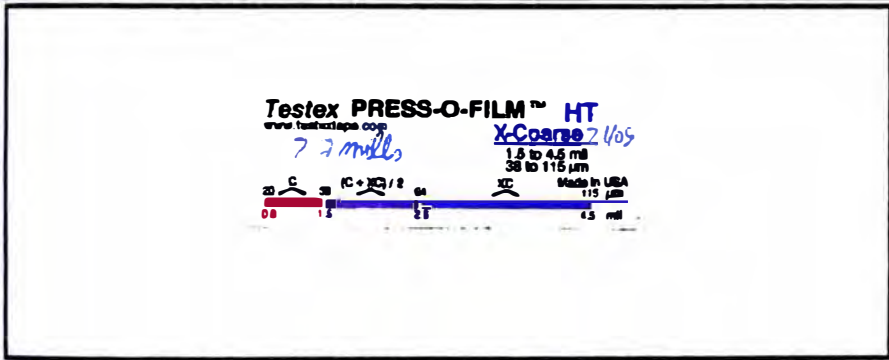
TIPO DE GRANALLA ANGULAR  ESFERICA  MIXTO

TIPO DE MAQUINA MANUAL  AUTOMATICO  FECHA: 18 / 05 / 12

PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP5/SSPC-SP6 PERFIL RUGO. NOMINAL < 1.5 - 2.5

CINTA TESTIGO

DATOS GENERALES



CODIGO DEL ELEMENTO

PERFIL RUGO. REAL

7.7 milis

COMENTARIOS: GRADO DE CORROSION TIPO B  
SSPC-SP5: retirar  
SSPC-SP6: retirar

RUGOSIDAD

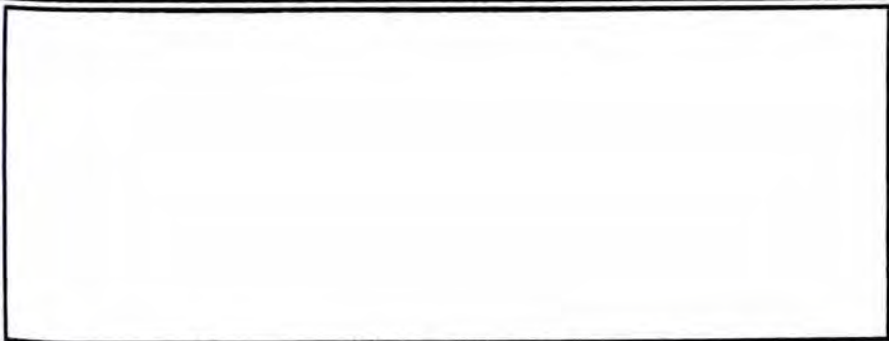
TIPO DE GRANALLA ANGULAR  ESFERICA  MIXTO

TIPO DE MAQUINA MANUAL  AUTOMATICO  FECHA: / /

PREPARACION SUPERFICIAL \_\_\_\_\_ PERFIL RUGO. NOMINAL \_\_\_\_\_

CINTA TESTIGO

DATOS GENERALES



CODIGO DEL ELEMENTO

PERFIL RUGO. REAL

COMENTARIOS:

LEYENDA C = CONFORME NC = NO CONFORME

SUBCONTRATISTA		CONTRATISTA CONSORCIO ATOCONGO	CLIENTE
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD	JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	SUPERVISOR QA/QC	
Continuación	© MAR REYES MENDES	11	28 05 2012



## **TABLAS ASTM A6**

 **A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.1 Permitted Variations in Thickness for Rectangular Carbon, High-Strength Low Alloy, and Alloy Steel Plates, 300 mm and Under in Thickness When Ordered to Thickness**

NOTE 1—Permitted variation under specified thickness, 0.3 mm.

NOTE 2—Thickness to be measured at 10 to 20 mm from the longitudinal edge.

NOTE 3—For specified thicknesses not listed in this table, the permitted variations in thickness shall be as given for the next higher value of specified thickness that is listed in this table.

NOTE 4—For thickness measured at any location other than that specified in Note 4, the permitted variations over specified thickness shall be 1 ¼ times the amounts in this table, rounded to the nearest 0.1 mm.

NOTE 5— Where “...” appears in this table, there is no requirement.

Specified Thickness, mm	Permitted Variations Over Specified Thickness for Widths Given in Millimetres, mm										
	1200 and Under	Over 1200 to 1500, excl	1500 to 1800, excl	1800 to 2100, excl	2100 to 2400, excl	2400 to 2700, excl	2700 to 3000, excl	3000 to 3300, excl	3300 to 3600, excl	3600 to 4200, excl	4200 and Over
5.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0		
5.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0		
6.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	
7.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
8.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
9.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
10.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
11.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	1.5
12.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.3	1.5
14.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.3	1.5
16.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.3	1.5
18.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.4	1.6
20.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.2	1.4	1.6	2.0
22.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.5	1.8	2.0
25.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.8	2.2
28.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4	1.8	1.8	2.0	2.2
30.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.8	1.8	2.1	2.4
32.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.5	1.6	2.0	2.0	2.3	2.6
35.0	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.6	1.7	2.3	2.3	2.5	2.8
38.0	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.8	2.3	2.3	2.7	3.0
40.0	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.8	2.0	2.5	2.5	2.8	3.3
45.0	1.6	1.6	1.7	1.8	1.8	2.0	2.3	2.8	2.8	3.0	3.5
50.0	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.3	2.5	3.0	3.0	3.3	3.8
55.0	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	2.5	2.8	3.3	3.3	3.5	3.8
60.0	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.8	3.0	3.4	3.4	3.8	4.0
70.0	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	3.0	3.3	3.5	3.6	4.0	4.0
80.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.3	3.5	3.5	3.6	4.0	4.0
90.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.6	4.0	4.4
100.0	3.3	3.3	3.3	3.3	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
110.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	4.4	4.4
120.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.8	4.8
130.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.2	5.2
140.0	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	5.6	5.6
150.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.6	5.6
160.0	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.6	5.6
180.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	6.3	6.3
200.0	5.8	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0
250.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	8.8
300.0	7.5	7.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0

 **A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.2 Permitted Variations in Mass for Rectangular Sheared Plates and Universal Mill Plates 2983 kg/m<sup>2</sup> and Under When Ordered to Mass**

NOTE 1—Permitted variations in excess mass for lots of circular and sketch plates shall be 1¼ times the amounts in this table.

NOTE 2—Permitted variations in excess mass for single plates shall be 1½ times the amounts in this table.

NOTE 3—Permitted variations in excess mass for single circular and sketch plates shall be 1½ times the amounts in this table.

NOTE 4—The adopted standard density for rolled steel is 7850 kg/m<sup>3</sup>.

NOTE 5—Where “...” appears in this table, there is no requirement.

Specified Mass, kg/m <sup>2</sup>	Permitted Variations in Average Mass of Lots <sup>A</sup> for Widths Given in Millimetres, Expressed in Percentage of the Specified Masses per Square Metre																					
	1200 and Under		Over 1200 to 1500, excl		1500 to 1800, excl		1800 to 2100, excl		2100 to 2400, excl		2400 to 2700, excl		2700 to 3000, excl		3000 to 3300, excl		3300 to 3600, excl		3600 to 4200, excl		4200 and Over	
	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under
To 51.02, excl	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.5	3.0	9.0	3.0	...	...	...	...	...	...	...	...
51.02 to 62.80, excl	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	6.5	3.0	7.0	3.0	8.0	3.0	9.0	3.0	...	...	...	...
62.80 to 74.58, excl	4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.5	3.0	8.0	3.0	11	3.0	...	...
74.58 to 86.35, excl	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	7.0	3.0	9.0	3.0	10	3.0
86.35 to 102.0, excl	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0	8.0	3.0	9.0	3.0
102.0 to 125.6, excl	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	5.5	3.0	7.0	3.0	8.0	3.0
125.6 to 149.2, excl	3.0	2.5	3.5	2.5	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0	5.0	3.0	6.5	3.0	7.0	3.0
149.2 to 196.2, excl	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	3.5	2.5	4.0	3.0	4.5	3.0	6.0	3.0	6.5	3.0
196.2 to 392.5, excl	2.5	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	3.5	3.0	4.0	3.0	5.5	3.0	6.0	3.0
392.5 to 588.8, excl	2.5	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.5	2.0	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3.0	4.5	3.0
588.8 to 785.0, excl	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0	2.0	3.5	2.0
785.0 to 1178, excl	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0	3.5	1.0
1178 to 1962, excl	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0
1962 to 2355, excl	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0
2355 to 2983, incl	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0	2.5	1.0

<sup>A</sup>The term “lot” means all the plates of each tabular width and mass group represented in each shipment.

 **A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.3 Permitted Variations in Width and Length for Sheared Plates 40 mm and Under in Thickness; Length Only of Universal Mill Plates 65 mm and Under in Thickness**

Specified Dimensions, mm		Permitted Variations Over Specified Width and Length <sup>A</sup> for Thicknesses Given in Millimetres and Equivalent Masses Given in Kilograms per Square Metre, mm							
		To 10.5, excl		10.5 to 16, excl		16 to 25, excl		25 to 50, incl <sup>B</sup>	
		To 78 50, excl		78.50 to 125 6, excl		125.6 to 196 2, excl		196.2 to 392.5, excl	
Length	Width	Width	Length	Width	Length	Width	Length	Width	Length
		To 3000, excl	To 1500, excl	10	13	11	16	13	19
1500 to 2100, excl	11		16	13	18	16	22	19	25
2100 to 2700, excl	13		19	16	22	19	25	25	29
2700 and over	16		22	19	25	22	29	29	32
3000 to 6000, excl	To 1500, excl	10	19	13	22	16	25	19	29
	1500 to 2100, excl	13	19	16	22	19	25	22	32
	2100 to 2700, excl	14	22	18	24	21	29	25	35
	2700 and over	16	25	19	29	22	32	29	35
6000 to 9000, excl	To 1500, excl	10	25	13	29	16	32	19	38
	1500 to 2100, excl	13	25	16	29	19	32	22	38
	2100 to 2700, excl	14	25	18	32	22	35	25	38
	2700 and over	18	29	22	32	25	35	32	44
9000 to 12 000, excl	To 1500, excl	11	29	13	32	16	35	19	41
	1500 to 2100, excl	13	32	16	35	19	38	22	41
	2100 to 2700, excl	14	32	19	35	22	38	25	48
	2700 and over	19	35	22	38	25	41	32	48
12 000 to 15 000, excl	To 1500, excl	11	32	13	38	16	41	19	48
	1500 to 2100, excl	13	35	16	38	19	41	22	48
	2100 to 2700, excl	16	35	19	38	22	41	25	48
	2700 and over	19	38	22	41	25	44	32	48
15 000 to 18 000, excl	To 1500, excl	13	44	16	48	19	48	22	57
	1500 to 2100, excl	16	44	19	48	22	48	25	57
	2100 to 2700, excl	16	44	19	48	22	48	29	57
	2700 and over	22	44	25	51	29	57	32	64
18 000 and over	To 1500, excl	14	51	19	54	22	57	25	70
	1500 to 2100, excl	19	51	22	54	25	57	29	70
	2100 to 2700, excl	19	51	22	54	25	57	32	70
	2700 and over	25	51	29	60	32	64	35	76

<sup>A</sup>Permitted variations under specified width and length, 6 mm.

<sup>B</sup>Permitted variations in length apply also to Universal Mill plates up to 300 mm in width for thicknesses over 50 to 65 mm, incl, except for alloy steel up to 50 mm thick.

**TABLE A1.4 Permitted Variations in Width for Mill Edge Carbon and High Strength Low-Alloy Plates Produced on Strip Mills (Applies to Plates Produced from Coil and to Plates Produced from an As-Rolled Structural Product)**

Specified Width, mm	Permitted Variation Over Specified Width, mm <sup>A</sup>
To 360, excl	11
360 to 430, excl	13
430 to 480, excl	14
480 to 530, excl	16
530 to 610, excl	17
610 to 660, excl	21
660 to 710, excl	24
710 to 890, excl	29
890 to 1270, excl	32
1270 to 1520, excl	38
1520 to 1650, excl	41
1650 to 1780, excl	44
1780 to 2030, excl	47
2030 and over	51

<sup>A</sup>No permitted variation under specified width.

**TABLE A1.5 Permitted Variations in Rolled Width for Universal Mill Plates 380 mm and Under in Thickness**

Specified Width, mm	Permitted Variations Over Specified Width <sup>A</sup> for Thickness Given in Millimetres or Equivalent Masses Given in Kilograms per Square Metre, mm					
	To 10, excl	10 to 16, excl	16 to 25, incl	25 to 50, incl	Over 50 to 250, incl	Over 250 to 400, incl
	To 78.50, excl	78.50 to 125.6, excl	125.6 to 196.2, excl	196.2 to 392.5, incl	Over 392.5 to 1962, incl	Over 1962 to 3140, incl
Over 200 to 500, excl	3	3	5	6	10	13
500 to 900, excl	5	6	8	10	11	14
900 and over	8	10	11	13	14	16

<sup>A</sup>Permitted variation under specified width, 3 mm.

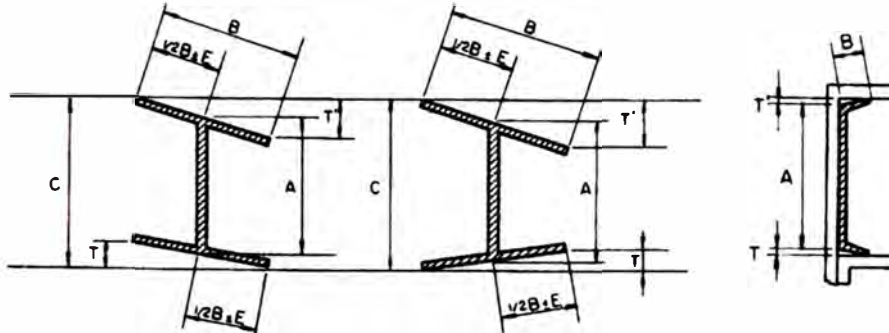


**ASME A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.16 Permitted Variations in Cross Section for W, HP, S, M, C, and MC Shapes**

NOTE 1—*A* is measured at center lines of web for S, M, W, and HP shapes; at back of web for C and MC shapes. Measurement is overall for C shapes under 75 mm. *B* is measured parallel to flange. *C* is measured parallel to web.

NOTE 2—Where “...” appears in this table, there is no requirement.



Permitted Variations in Sectional Dimensions Given, mm

Shape	Section Nominal Size, mm	A, Depth				$T + T^A$ Flanges Out-of-Square <sup>B</sup>	E, Web off Center <sup>C</sup>	C, Maximum Depth at any Cross Section over Theoretical Depth	Permitted Variations Over or Under Theoretical Web Thickness for Thicknesses Given in Millimetres, mm	
		Theoretical		Theoretical					5 and Under	Over 5
		Over	Under	Over	Under					
W and HP	up to 310, incl	4	3	6	5	6	5	6	...	...
	over 310	4	3	6	5	8	5	6	...	...
S and M	75 to 180, incl	2	2	3	3	0.03	5	...	...	...
	over 180 to 360, incl.	3	2	4	4	0.03	5	...	...	...
	over 360 to 610, incl	5	3	5	5	0.03	5	...	...	...
C and MC	40 and under	1	1	1	1	0.03	...	...	0.2	0.4
	over 40 to 75, excl	2	2	2	2	0.03	...	...	0.4	0.5
	75 to 180, incl	3	2	3	3	0.03	...	...	...	...
	over 180 to 360, incl	3	3	3	4	0.03	...	...	...	...
	over 360	5	4	3	5	0.03	...	...	...	...

<sup>A</sup> $T + T^A$  applies when flanges of channels are toed in or out. For channels 16 mm and under in depth, the permitted out-of-square is 0.05 mm/mm of depth. The permitted variation shall be rounded to the nearest millimetre after calculation.

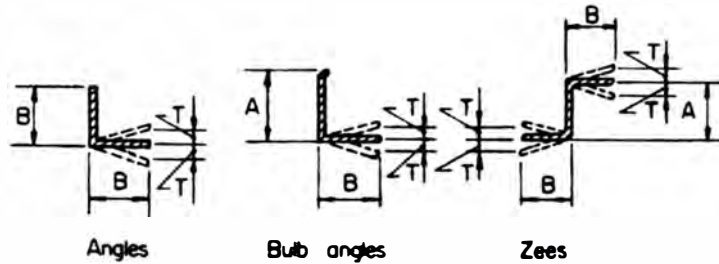
<sup>B</sup>Permitted variation is per millimetre of flange width for S, M, C, and MC shapes.

<sup>C</sup>Permitted variation of 8 mm max for sections over 634 kg/m.

**ASME A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.17 Permitted Variations in Cross Section for Angles (L Shapes), Bulb Angles, and Zees**

NOTE 1—Where “...” appears in this table, there is no requirement.



		Permitted Variations in Sectional Dimensions Given, mm								
Section	Nominal Size, mm	A, Depth		B, Flange Width, or Length of Leg		T, Out-of-Square per Millimetre of B	Permitted Variations Over or Under Theoretical Thickness for Thicknesses Given in Millimetres, mm			
		Over Theoretical	Under Theoretical	Over Theoretical	Under Theoretical		5 and Under	Over 5 to 10	Over 10	
Angles <sup>A</sup> (L shapes)	25 and under	...	...	1	1	0.026 <sup>B</sup>	0.2	0.2	...	
	over 25 to 50, incl	...	...	1	1	0.026 <sup>B</sup>	0.2	0.2	0.3	
	over 50 to 75, excl	...	...	2	2	0.026 <sup>B</sup>	0.3	0.4	0.4	
	75 to 100, incl	...	...	3	2	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
	over 100 to 150 incl	...	...	3	3	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
Bulb angles	over 150	...	...	5	3	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
	(depth) 75 to 100, incl	3	2	4	2	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
	over 100 to 150, incl	3	2	4	3	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
Zeas	over 150	3	2	5	3	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
	75 to 100, incl	3	2	4	2	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	
	over 100 to 150, incl	3	2	4	3	0.026 <sup>B</sup>	...	...	...	

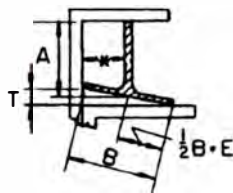
<sup>A</sup>For unequal leg angles, longer leg determines classification.

<sup>B</sup>0.026 mm/mm = 1 1/2 %. The permitted variation shall be rounded to the nearest millimetre after calculation.

**TABLE A1.18 Permitted Variations in Sectional Dimensions for Rolled Tees**

NOTE 1—\*Back of square and center line of stem are to be parallel when measuring “out-of-square.”

NOTE 2—Where “...” appears in this table, there is no requirement.



Permitted Variations in Sectional Dimensions Given, mm											
Nominal Size <sup>A</sup>	A, Depth <sup>B</sup>		B, Width <sup>B</sup>		T, Out-of-Square per Millimetre of B	E, Web Off-Center, max	Stem Out-of-Square <sup>C</sup>	Thickness of Flange		Thickness of Stem	
	Over	Under	Over	Under				Over	Under	Over	Under
30 and under	1	1	1	1	...	...	1	0.2	0.2	0.1	0.5
Over 30 to 50, incl	2	2	2	2	...	...	2	0.3	0.3	0.2	0.5
Over 50 to 75, excl	2	2	2	2	...	...	2	0.4	0.4	0.4	0.5
75 to 125, incl	2	2	3	3	0.03	2	...	...	...	...	...
Over 125 to 180, incl	2	2	3	3	0.03	3	...	...	...	...	...

<sup>A</sup>The longer member of an unequal tee determines the size for Permitted variations.

<sup>B</sup>Measurements for both depth and width are overall.

<sup>C</sup>Stem out-of-square is the permitted variation from its true position of the center line of stem, measured at the point.

 **A 6/A 6M – 04a**

**TABLE A1.19 Permitted Variations in Length for S, M, C, MC, L, T, Z, and Bulb Angle Shapes**

NOTE 1—Where “...” appears in this table, there is no requirement.

Nominal Size, <sup>4</sup> mm	Permitted Variations From Specified Length for Lengths Given in Metres, mm													
	1.5 to 3, excl		3 to 6, excl		6 to 9, incl		Over 9 to 12, incl		Over 12 to 15, incl		Over 15 to 20, incl		Over 20 m	
	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under	Over	Under
Under 75	16	0	25	0	38	0	51	0	64	0	64	0	...	...
75 and over	25	0	38	0	45	0	57	0	70	0	70	0	...	...

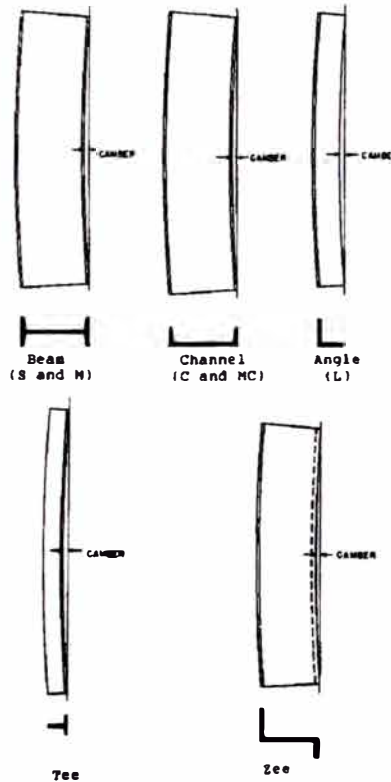
<sup>4</sup>Greatest cross-sectional dimension.

**TABLE A1.20 Permitted Variations in End Out-of-Square for S, M, C, MC, L, T, Z, and Bulb Angle Shapes**

Shapes	Permitted Variation
S, M, C, and MC	0.017 mm per millimetre of depth
L <sup>4</sup>	0.026 mm per millimetre of leg length or 1½ °
Bulb angles	0.026 mm per millimetre of depth or 1½ °
Rolled tees <sup>4</sup>	0.017 mm per millimetre of flange or stem
Zees	0.026 mm per millimetre of sum of both flange lengths

<sup>4</sup>Permitted variations in ends out-of-square are determined on the longer members of the shape.

TABLE A1.21 Permitted Variations in Straightness for S, M, C, MC, L, T, Z, and Bulb Angle Shapes



Positions for Measuring Camber of Shapes

Variable	Nominal Size, <sup>A</sup> mm	Permitted Variation, mm
Camber	under 75	4 × number of metres of total length
	75 and over	2 × number of metres of total length
Sweep	all	Due to the extreme variations in flexibility of these shapes, permitted variations for sweep are subject to negotiations between the manufacturer and the purchaser for the individual sections involved.

<sup>A</sup>Greatest cross-sectional dimension.

TABLE A1.22 Permitted Variations in Length for W and HP Shapes

W Shapes	Permitted Variations From Specified Length for Lengths Given in Metres, mm <sup>A, B</sup>			
	9 and Under		Over 9	
	Over	Under	Over	Under
Beams 610 mm and under in nominal depth	10	10	10 plus 1 for each additional 1 m or fraction thereof	10
Beams over 610 mm in nominal depth and all columns	13	13	13 plus 1 for each additional 1 m or fraction thereof	13

<sup>A</sup>For HP and W shapes specified in the order for use as bearing piles, the permitted variations in length are plus 125 and minus 0 mm. These permitted variations in length also apply to sheet piles.

<sup>B</sup>The permitted variations in end out-of-square for W and HP shapes shall be 0.016 mm per millimetre of depth, or per millimetre of flange width if the flange width is larger than the depth. The permitted variations shall be rounded to the nearest millimetre after calculation.

**TABLE A1.23 Permitted Variations for Length and End Out-of-Square, Milled Shapes**

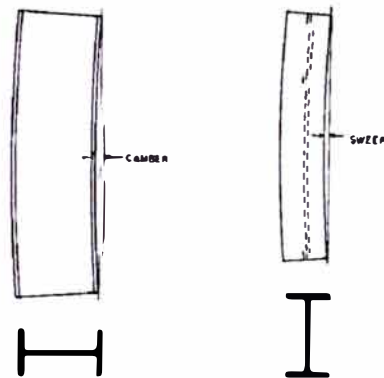
		Permitted Variations in Length and End Out-of-Square, mm <sup>a</sup>					
		Milled Both Ends <sup>c</sup>			Milled One End <sup>c</sup>		
Nominal Depth, mm	Length, m	Length		End Out-of-Square	Length		End Out-of-Square- (for Milled End)
		Over	Under		Over	Under	
150 to 920	2 to 21	1	1	1	6	6	1

<sup>a</sup>The permitted variations in length and end out-of-square are additive.

<sup>b</sup>Length is measured along center line of web. Measurements are made with the steel and tape at the same temperature.

<sup>c</sup>End out-of-square is measured by (a) squaring from the center line of the web and (b) squaring from the center line of the flange. The measured variation from true squareness in either plane shall not exceed the total tabular amount.

**TABLE A1.24 Permitted Variations in Straightness for W and HP Shapes**



Positions for Measuring Camber and Sweep of W and HP Shapes

	Permitted Variation in Straightness, mm
Camber and sweep	$1 \times \text{number of metres of total length}^a$
When certain sections <sup>b</sup> with a flange width approximately equal to depth are specified in the order for use as columns:	
Lengths of 14 m and under	$1 \times \text{number of metres of total length, but not over 10}$
Lengths over 14 m	$10 + [1 \times (\text{number of metres of total length} - 14 \text{ m})]$

<sup>a</sup>Sections with a flange width less than 150 mm, permitted variation for sweep, mm =  $2 \times \text{number of metres of total length}$ .

<sup>b</sup>Applies only to:

- 200-mm deep sections—46.1 kg/m and heavier,
- 250-mm deep sections—73 kg/m and heavier,
- 310-mm deep sections—97 kg/m and heavier, and
- 360-mm deep sections—116 kg/m and heavier

For other sections specified in the order for use as columns, the permitted variation is subject to negotiation with the manufacturer.

## **JUNTAS PRECALIFICADAS AWS D1.1**

**Table 3.1**  
**Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength (see 3.3)**

G r o u p	Steel Specification Requirements					Filler Metal Requirements				
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification		
		ksi	MPa	ksi	MPa					
I	ASTM A 36	(≤3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX	
	ASTM A 53	Grade B	35	240	60 min	415 min				
	ASTM A 106	Grade B	35	240	60 min	415 min				
	ASTM A 131	Grades A, B, CS, D, DS, E	34	235	58–71	400–490	SAW	A5.5 <sup>3</sup>	E70XX-X	
	ASTM A 139	Grade B	35	241	60 min	414 min				
	ASTM A 381	Grade Y35	35	240	60 min	415 min				
	ASTM A 500	Grade A	33	228	45 min	310 min	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX	
		Grade B	42	290	58 min	400 min				
		<u>Grade C</u>	<u>46</u>	<u>317</u>	<u>62 min</u>	<u>427 min</u>				
		ASTM A 501		36	250	58 min	400 min	SAW	A5.23 <sup>3</sup>	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
		ASTM A 516	Grade 55	30	205	55–75	380–515			
			Grade 60	32	220	60–80	415–550			
		ASTM A 524	Grade I	35	240	60–85	415–586	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)
			Grade II	30	205	55–80	380–550			
		ASTM A 573	Grade 65	35	240	65–77	450–530			
			Grade 58	32	220	58–71	400–490	GMAW	A5.28 <sup>3</sup>	ER70S-XXX, E70C-XXX
		ASTM A 709	Grade 36 (≤3/4 in. [20 mm])	36	250	58–80	400–550			
		<u>ASTM A 1008 SS</u>	<u>Grade 30</u>	<u>30</u>	<u>205</u>	<u>45 min</u>	<u>330 min</u>			
			<u>Grade 33 Type 1</u>	<u>33</u>	<u>230</u>	<u>48 min</u>	<u>330 min</u>	FCAW	A5.20	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])
			<u>Grade 40 Type 1</u>	<u>40</u>	<u>275</u>	<u>52 min</u>	<u>360 min</u>			
		<u>ASTM A 1011 SS</u>	<u>Grade 30</u>	<u>30</u>	<u>205</u>	<u>49 min</u>	<u>340 min</u>			
			<u>Grade 33</u>	<u>33</u>	<u>230</u>	<u>52 min</u>	<u>360 min</u>	FCAW	A5.20	E6XT-X, E6XT-XM, E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])
			<u>Grade 36 Type 1</u>	<u>36</u>	<u>250</u>	<u>53 min</u>	<u>365 min</u>			
		<u>Grade 40</u>	<u>40</u>	<u>275</u>	<u>55 min</u>	<u>380 min</u>				
		<u>Grade 45</u>	<u>45</u>	<u>310</u>	<u>60 min</u>	<u>410 min</u>	FCAW	A5.29 <sup>3</sup>	E6XTX-X, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM	
	API 5L	Grade B	35	240	60	415				
		Grade X42	42	290	60	415				
	ABS	Grades A, B, D, CS, DS			58–71	400–490	FCAW	A5.29 <sup>3</sup>	E6XTX-X, E6XTX-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM	
		Grade E <sup>2</sup>			58–71	400–490				

(continued)

Table 3.1 (Continued)

Group	Steel Specification Requirements					Filler Metal Requirements			
	Steel Specification	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Process	AWS Electrode Specification	Electrode Classification	
		ksi	MPa	ksi	MPa				
II	ASTM A 36	(>3/4 in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550			
	ASTM A 131	Grades AH32, DH32, EH32	45	315	68-85	470-585			
		Grades AH36, DH36, EH36	51	350	71-90	490-620			
	ASTM A 441		40-50	275-345	60-70	415-485			
	ASTM A 516	Grade 65	35	240	65-85	450-585	SMAW	A5.1	E7015, E7016, E7018, E7028
		Grade 70	38	260	70-90	485-620			
	ASTM A 529	Grade 50	50	345	70-100	485-690		A5.5 <sup>3</sup>	E7015-X, E7016-X, E7018-X
		Grade 55	55	380	70-100	485-690			
	ASTM A 537	Class 1	45-50	310-345	65-90	450-620	SAW	A5.17	F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 572	Grade 42	42	290	60 min	415 min			
		Grade 50	50	345	65 min	450 min			
		Grade 55	55	380	70 min	485 min		A5.23 <sup>3</sup>	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
	ASTM A 588 <sup>2</sup>	(4 in. [100 mm] and under)	50	345	70 min	485 min			
	ASTM A 595	Grade A	55	380	65 min	450 min			
		Grades B and C	60	415	70 min	480 min	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC, E70C-XM (Electrodes with the -GS suffix shall be excluded)
	ASTM A 606 <sup>2</sup>		45-50	310-340	65 min	450 min			
	ASTM A 618	Grades Ib, II, III	46-50	315-345	65 min	450 min			
	ASTM A 633	Grade A	42	290	63-83	430-570			
		Grades C, D (2-1/2 in. [65 mm] and under)	50	345	70-90	485-620		A5.28 <sup>3</sup>	ER70S-XXX, E70C-XXX
	ASTM A 709	Grade 36 (>3/4 in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550			
		Grade 50	50	345	65 min	450 min	FCAW	A5.20	E7XT-X, E7XT-XM (Electrodes with the -2, -2M, -3, -10, -13, -14, and -GS suffix shall be excluded and electrodes with the -11 suffix shall be excluded for thicknesses greater than 1/2 in. [12 mm])
		Grade 50W	50	345	70 min	485 min			
	ASTM A 710	Grade A, Class 2 > 2 in. [50 mm]	55	380	65 min	450 min			
	ASTM A 808	(2-1/2 in. [65 mm] and under)	42	290	60 min	415 min			
	ASTM A 913	Grade 50	50	345	65 min	450 min			
	ASTM A 992		50-65	345-450	65 min	450 min			
	ASTM A 1008 HSLAS	Grade 45 Class 1	45	310	60 min	410 min			
		Grade 45 Class 2	45	310	55 min	380 min			
		Grade 50 Class 1	50	340	65 min	450 min		A5.29 <sup>3</sup>	E7XTX-X, E7XTX-XM
		Grade 50 Class 2	50	340	60 min	410 min			
	Grade 55 Class 1	55	380	70 min	480 min				
	Grade 55 Class 2	55	380	65 min	450 min				
ASTM A 1008 HSLAS-F	Grade 50	50	340	60 min	410 min				

(continued)



**Table 3.2**  
**Prequalified Minimum Preheat and Interpass Temperature (see 3.5)**

C a t e g o r y	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature		
			in.	mm	°F	°C	
A	ASTM A 36	SMAW with other than low-hydrogen electrodes	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	
	ASTM A 53						Grade B
	ASTM A 106						Grade B
	ASTM A 131						Grades A, B, CS, D, DS, E
	ASTM A 139						Grade B
	ASTM A 381						Grade Y35
	ASTM A 500						Grade A
							Grade B
							<u>Grade C</u>
	ASTM A 501						
	ASTM A 516						
	ASTM A 524						Grades I & II
	ASTM A 573						Grade 65
	ASTM A 709						Grade 36
	<u>ASTM A 1008 SS</u>						<u>Grade 30</u>
							<u>Grade 33 Type 1</u>
							<u>Grade 40 Type 1</u>
	<u>ASTM A 1011 SS</u>						<u>Grade 30</u>
							<u>Grade 33</u>
	<u>Grade 36 Type 1</u>						
	<u>Grade 40</u>						
	<u>Grade 45</u>						
	<u>Grade 50</u>						
	<u>Grade 55</u>						
API 5L	Grade B						
	Grade X42						
ABS	Grades A, B, D, CS, DS						
	Grade E						

(continued)

**Table 3.2 (Continued)**

C a t e g o r y	Steel Specification		Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature		
				in.	mm	°F	°C	
B	ASTM A 36		<u>ASTM A 1008 HSLAS</u>	<u>Grade 45 Class 1</u>				
	ASTM A 53	Grade B		<u>Grade 45 Class 2</u>				
	ASTM A 106	Grade B		<u>Grade 50 Class 1</u>				
	ASTM A 131	Grades A, B, CS, D, DS, E AH 32 & 36 DH 32 & 36 EH 32 & 36		<u>Grade 50 Class 2</u> <u>Grade 55 Class 1</u> <u>Grade 55 Class 2</u>				
			<u>ASTM A 1008 HSLAS-F</u>	<u>Grade 50</u>				
			<u>ASTM A 1011 HSLAS</u>	<u>Grade 45 Class 1</u> <u>Grade 45 Class 2</u>				
	ASTM A 139	Grade B		<u>Grade 50 Class 1</u>				
	ASTM A 381	Grade Y35		<u>Grade 50 Class 2</u>				
	ASTM A 441			<u>Grade 55 Class 1</u> <u>Grade 55 Class 2</u>				
	ASTM A 500	Grade A Grade B		<u>Grade 50</u>				
	ASTM A 501		<u>ASTM A 1011 HSLAS-F</u>	<u>Grade 45 Class 1</u> <u>Grade 45 Class 2</u>	1/8 to 3/4 incl.	3 to 20 incl.	32 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>
	ASTM A 516	Grades 55 & 60 65 & 70	<u>ASTM A 1018 HSLAS</u>	<u>Grade 50 Class 1</u> <u>Grade 50 Class 2</u>	Over 3/4 thru 1-1/2 incl.	Over 20 thru 38 incl.	50	10
	ASTM A 524	Grades I & II		<u>Grade 55 Class 1</u> <u>Grade 55 Class 2</u>	Over 1-1/2 thru 2-1/2 incl.	Over 38 thru 65 incl.	150	65
	ASTM A 529	Grades 50 & 55		<u>Grade 30</u> <u>Grade 33</u> <u>Grade 36</u> <u>Grade 40</u>	Over 2-1/2	Over 65	225	110
	ASTM A 537	Classes 1 & 2		<u>Grade B</u> <u>Grade X42</u>				
	ASTM A 572	Grades 42, 50, 55		<u>Grade 42, 50</u>				
	ASTM A 573	Grade 65	<u>ASTM A 1018 HSLAS-F</u>	<u>Grade 30</u> <u>Grade 33</u> <u>Grade 36</u> <u>Grade 40</u>				
	ASTM A 588		<u>ASTM A 1018 SS</u>	<u>Grade 42, 50</u>				
	ASTM A 595	Grades A, B, C		<u>Grade 42, 50</u>				
	ASTM A 606			<u>Grade 42, 50</u>				
	ASTM A 618	Grades Ib, II, III		<u>Grade 42, 50</u>				
	ASTM A 633	Grades A, B Grades C, D	API 5L	<u>Grade B</u> <u>Grade X42</u>				
	ASTM A 709	Grades 36, 50, 50W	API Spec. 2H	<u>Grades 42, 50</u>				
ASTM A 710	Grade A, Class 2 (> 1/2 in. [50 mm])	API 2MT1 API 2W API 2Y	<u>Grades 42, 50, 50T</u> <u>Grades 42, 50, 50T</u>					
ASTM A 808		ABS	<u>Grades AH 32 &amp; 36</u> <u>DH 32 &amp; 36</u> <u>EH 32 &amp; 36</u>					
ASTM A 913 <sup>2</sup>	Grade 50		<u>Grades A, B, D,</u> <u>CS, DS</u> <u>Grade E</u>					
ASTM A 992		ABS						

(continued)

**Table 3.3 (see 3.7.3)  
Filler Metal Requirements for Exposed Bare Applications of Weathering Steels**

Process	AWS Filler Metal Specification	Approved Electrodes <sup>1</sup>
SMAW	A5.5	All electrodes that deposit weld metal meeting a B2L, C1, C1L, C2, C2L, C3 or WX analysis per A5.5.
SAW	A5.23	All electrode-flux combinations that deposit weld metal with a Ni1, Ni2, Ni3, Ni4 or WX analysis per A5.23.
FCAW	A5.29	All electrodes that deposit weld metal with a B2L, K2, Ni1, Ni2, Ni3, Ni4, or WX analysis per A5.29.
GMAW	A5.28	All electrodes that meet filler metal composition requirements of B2L, G <sup>1</sup> , Ni1, Ni2, Ni3, analysis per A5.28.

**General Notes:**

- Filler metals shall meet requirements of Table 3.1 in addition to the compositional requirements listed above. The use of the same type of filler metal having next higher tensile strength as listed in AWS filler metal specification may be used.
- Composite (metal cored) electrodes are designated as follows:  
SAW: Insert letter "C" between the letters "E" and "X," e.g., E7AX-ECXXX-Ni1.  
GMAW: Replace the letter "S" with the letter "C," and omit the letter "R," e.g., E80C-Ni1.
- This table shall apply to ASTM A 588 and A 709 Grade 50W.

**Note:**

1. Deposited weld metal shall have a chemical composition the same as that for any one of the weld metals in this table.

**Table 3.4  
Minimum Prequalified PJP Weld Size (E)  
(see 3.12.2.1)**

Base Metal Thickness (T) <sup>1</sup>	Minimum Weld Size <sup>2</sup>	
	in. [mm]	in. mm
1/8 [3] to 3/16 [5] incl.	1/16	2
Over 3/16 [5] to 1/4 [6] incl.	1/8	3
Over 1/4 [6] to 1/2 [12] incl.	3/16	5
Over 1/2 [12] to 3/4 [20] incl.	1/4	6
Over 3/4 [20] to 1-1/2 [38] incl.	5/16	8
Over 1-1/2 [38] to 2-1/4 [57] incl.	3/8	10
Over 2-1/4 [57] to 6 [150] incl.	1/2	12
Over 6 [150]	5/8	16

**Notes:**

1. For non-low hydrogen processes without preheat calculated in conformance with 3.5.2, T equals the thickness of the thicker part joined; single pass welds shall be used. For low-hydrogen processes and non-low hydrogen processes established to prevent cracking in conformance with 3.5.2, T equals thickness of the thinner part; single pass requirement does not apply.
2. Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined.

**Table 3.5  
Joint Detail Applications for Prequalified CJP T-, Y-, and K-Tubular Connections  
(see 3.13.4 and Figure 3.7)**

Detail	Applicable Range of Local Dihedral Angle, 'P'
A	180° to 135°
B	150° to 50°
C	75° to 30°
D	40° to 15°
	} Not prequalified for groove angles under 30°

**General Notes:**

- The applicable joint detail (A, B, C, or D) for a particular part of the connection shall be determined by the local dihedral angle, 'P', which changes continuously in progressing around the branch member.
- The angle and dimensional ranges given in Detail A, B, C, or D include maximum allowable tolerances.
- See Annex B for definition of local dihedral angle.

**Table 3.6**  
**Prequalified Joint Dimensions and Groove Angles for CJP Groove Welds in Tubular T-, Y-, and K-Connections Made by SMAW, GMAW-S, and FCAW (see 3.13.4)**

	Detail A $\Psi = 180^\circ - 135^\circ$		Detail B $\Psi = 150^\circ - 50^\circ$		Detail C $\Psi = 75^\circ - 30^\circ$ <sup>2</sup>	Detail D $\Psi = 40^\circ - 15^\circ$ <sup>2</sup>
End preparation ( $\omega$ )	max		90° <sup>1</sup>		(Note 1)	
	min		10° or 45° for $\Psi > 105^\circ$		10°	
Fit-up or root opening (R)	FCAW-S SMAW <sup>4</sup>	GMAW-S FCAW-G <sup>5</sup>	FCAW-S SMAW <sup>4</sup>	GMAW-S FCAW-G <sup>5</sup>	(Note 3) W max. $\phi$	
	max	3/16 in. [5 mm]	1/4 in. [6 mm]	1/4 in. [6 mm] for $\phi > 45^\circ$  5/16 in. [8 mm] for $\phi \leq 45^\circ$	FCAW-S SMAW (1)	$\left\{ \begin{array}{l} 1/8 \text{ in. [3 mm]} \\ 3/16 \text{ in. [5 mm]} \end{array} \right. \begin{array}{l} 25^\circ-40^\circ \\ 15^\circ-25^\circ \end{array}$
min	1/16 in. [2 mm] No min for $\phi > 90^\circ$	1/16 in. [2 mm] No min for $\phi > 120^\circ$	1/16 in. [2 mm]	1/16 in. [2 mm]	GMAW-S FCAW-G (2)	$\left\{ \begin{array}{l} 1/8 \text{ in. [3 mm]} \\ 1/4 \text{ in. [6 mm]} \\ 3/8 \text{ in. [10 mm]} \\ 1/2 \text{ in. [12 mm]} \end{array} \right. \begin{array}{l} 30^\circ-40^\circ \\ 25^\circ-30^\circ \\ 20^\circ-25^\circ \\ 15^\circ-20^\circ \end{array}$
Joint included angle $\phi$	max		60° for $\Psi \leq 105^\circ$		40°; if more use Detail B	
	min		37-1/2°; if less use Detail C		1/2 $\Psi$	
Completed weld	$t_w$	$\geq t_b$	$\geq t_b$ for $\Psi > 90^\circ$  $\geq t_b / \sin \Psi$ for $\Psi < 90^\circ$		$\geq t_b / \sin \Psi$ but need not exceed 1.75 $t_b$	$\geq 2t_b$
	L	$\geq t_b / \sin \Psi$ but need not exceed 1.75 $t_b$			Weld may be built up to meet this	

## General Notes:

- For GMAW-S see 4.12.4.3. These details are not intended for GMAW (spray transfer).
- See Figure 3.8 for minimum standard profile (limited thickness).
- See Figure 3.9 for alternate toe-fillet profile.
- See Figure 3.10 for improved profile (see 2.20.6.6 and 2.20.6.7).

## Notes:

1. Otherwise as needed to obtain required  $\phi$ .
2. Not prequalified for groove angles ( $\phi$ ) under 30°.
3. Initial passes of back-up weld discounted until width of groove (W) is sufficient to assure sound welding; the necessary width of weld groove (W) provided by back-up weld.
4. These root details apply to SMAW and FCAW-S.
5. These root details apply to GMAW-S and FCAW-G.

**Table 3.7**  
**Prequalified WPS Requirements<sup>6</sup> (see 3.7)**

Variable	Position	Weld Type	SMAW	SAW <sup>4</sup>			GMAW/ FCAW <sup>7</sup>
				Single	Parallel	Multiple	
Maximum Electrode Diameter	Flat	Fillet <sup>1</sup>	5/16 in. [8.0 mm]	1/4 in. [6.4 mm]			1/8 in. [3.2 mm]
		Groove <sup>1</sup>	1/4 in. [6.4 mm]				
		Root pass	3/16 in. [4.8 mm]				
	Horizontal	Fillet	1/4 in. [6.4 mm]	1/4 in. [6.4 mm]			1/8 in. [3.2 mm]
		Groove	3/16 in. [4.8 mm]	Requires WPS Qualification Test			
	Vertical	All	3/16 in. [4.8 mm] <sup>2</sup>				3/32 in. [2.4 mm]
Overhead	All	3/16 in. [4.8 mm] <sup>2</sup>	5/64 in. [2.0 mm]				
Maximum Current	All	Fillet	Within the range of recommended operation by the filler metal manufacturer	1000 A	1200 A	Unlimited	Within the range of recommended operation by the filler metal manufacturer
	All	Groove weld root pass with opening		600 A	700 A		
		Groove weld root pass without opening			900 A		
		Groove weld fill passes			1200 A		
		Groove weld cap pass			Unlimited		
Maximum Root Pass Thickness <sup>4</sup>	Flat	All	3/8 in. [10 mm]	Unlimited			3/8 in. [10 mm]
Horizontal	5/16 in. [8 mm]		5/16 in. [8 mm]				
Vertical	1/2 in. [12 mm]		1/2 in. [12 mm]				
Overhead	5/16 in. [8 mm]		5/16 in. [8 mm]				
Maximum Fill Pass Thickness	All	All	3/16 in. [5 mm]	1/4 in. [6 mm]	Unlimited		1/4 in. [6 mm]
Maximum Single Pass Fillet Weld Size <sup>3</sup>	Flat	Fillet	3/8 in. [10 mm]	Unlimited			1/2 in. [12 mm]
	Horizontal		5/16 in. [8 mm]	5/16 in. [8 mm]	5/16 in. [8 mm]	1/2 in. [12 mm]	3/8 in. [10 mm]
	Vertical		1/2 in. [12 mm]				1/2 in. [12 mm]
	Overhead		5/16 in. [8 mm]				5/16 in. [8 mm]
Maximum Single Pass Layer Width	All (for GMAW/ FCAW) F & H (for SAW)	Root opening > 1/2 in. [12 mm], or		Split layers	Laterally displaced electrodes or split layer	Split layers	Split layers
		Any layer of width w		Split layers if w > 5/8 in. [16 mm]	Split layers with tandem electrodes if w > 5/8 in. [16 mm]	If w > 1 in. [25 mm], split layers	(Note 5)

- Notes:
1. Except root passes.
  2. 5/32 in. [4.0 mm] for EXX14 and low-hydrogen electrodes.
  3. See 3.7.3 for requirements for welding unpainted and exposed ASTM A 588.
  4. See 3.7.2 for width-to-depth limitations.
  5. In the F, H, or OH positions for nontubulars, split layers when the layer width w > 5/8 in. [16 mm]. In the vertical position for nontubulars or the 5G or 6G for tubulars, split layers when the width w > 1 in. [25 mm].
  6. Shaded area indicates nonapplicability.
  7. GMAW-S shall not be prequalified.

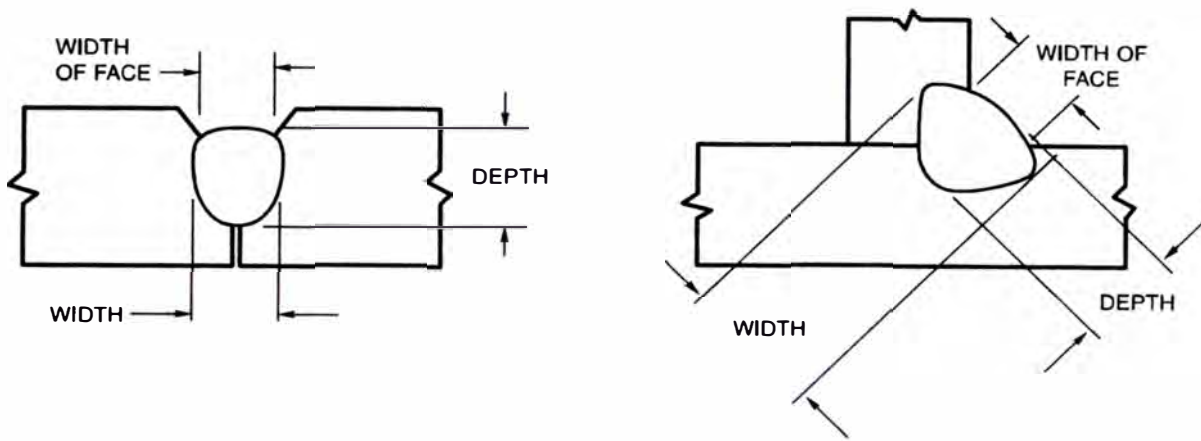
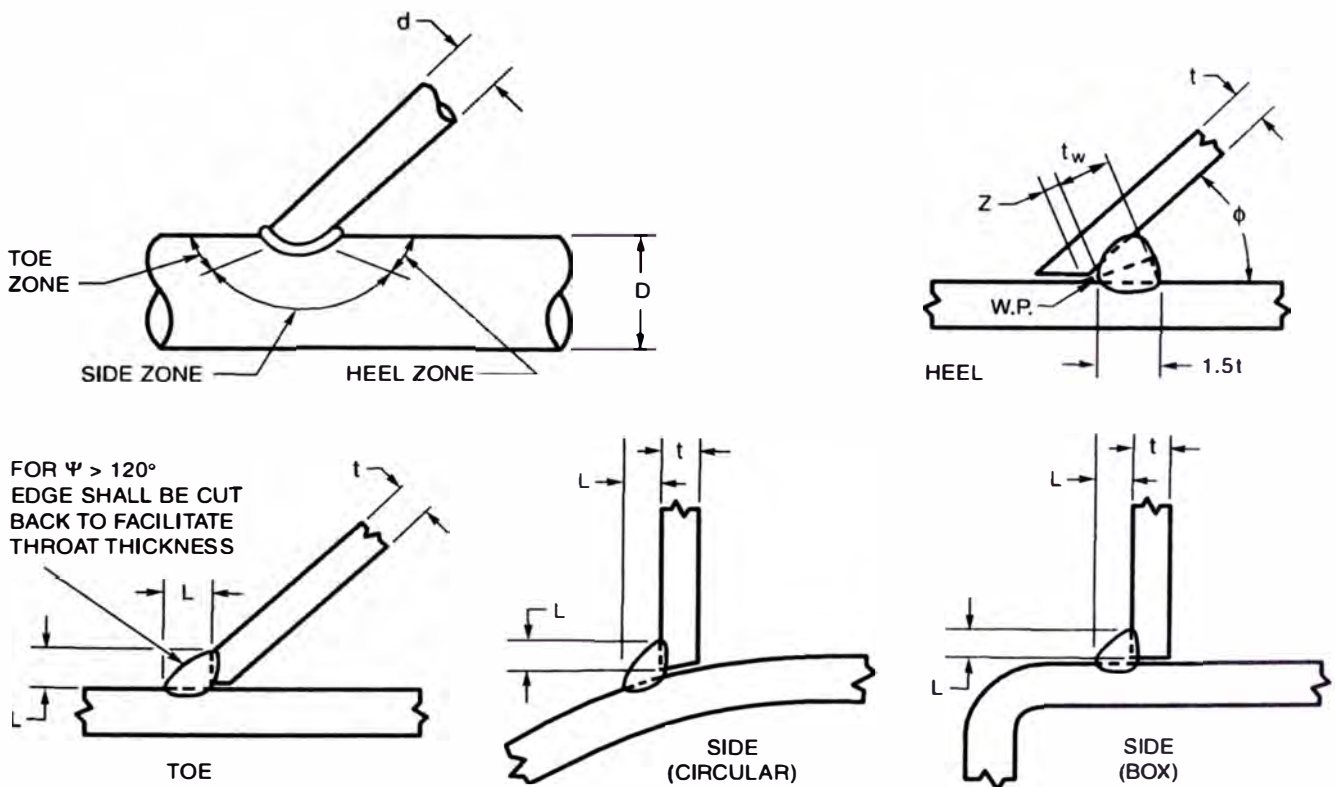


Figure 3.1—Weld Bead in which Depth and Width Exceed the Width of the Weld Face (see 3.7.2)



MIN L FOR

	$E = 0.7t$	$E = t$	$E = 1.07t$
HEEL < 60°	1.5t	1.5t	LARGER OF 1.5t OR 1.4t + Z
SIDE ≤ 100°	t	1.4t	1.5t
SIDE 100–110°	1.1t	1.6t	1.75t
SIDE 110–120°	1.2t	1.8t	2.0t
TOE > 120°	t BEVEL	1.4t BEVEL	FULL BEVEL 60–90° GROOVE

General Notes:

- $t$  = thickness of thinner part.
- $L$  = minimum size (see 2.24.1.3 which may require increased weld size for combinations other than 36 ksi [250 MPa] base metal and 70 ksi [485 MPa] electrodes).
- Root opening 0 to 3/16 in. [5 mm] (see 5.22).
- Not prequalified for  $\phi < 30^\circ$ . For  $\phi < 60^\circ$ , the  $Z$  loss dimensions in Table 2.8 apply. See Table 4.9 for welder qualification position requirements.
- See 2.23.1.2 for limitations on  $\beta = d/D$ .

Figure 3.2—Fillet Welded Prequalified Tubular Joints Made by SMAW, GMAW, and FCAW (see 3.9.2)

---

**Legend for Figures 3.3 and 3.4**


---

**Symbols for joint types**

- B — butt joint
  - C — corner joint
  - T — T-joint
  - BC — butt or corner joint
  - TC — T- or corner joint
  - BTC — butt, T-, or corner joint
- 

**Symbols for base metal thickness and penetration**

- P — PJP
  - L — limited thickness—CJP
  - U — unlimited thickness—CJP
- 

**Symbol for weld types**

- 1 — square-groove
  - 2 — single-V-groove
  - 3 — double-V-groove
  - 4 — single-bevel-groove
  - 5 — double-bevel-groove
  - 6 — single-U-groove
  - 7 — double-U-groove
  - 8 — single-J-groove
  - 9 — double-J-groove
  - 10 — flare-bevel-groove
- 

**Symbols for welding processes if not SMAW**

- S — SAW
  - G — GMAW
  - F — FCAW
- 

**Welding processes**

- SMAW — shielded metal arc welding
  - GMAW — gas metal arc welding
  - FCAW — flux cored metal arc welding
  - SAW — submerged arc welding
- 

**Welding positions**

- F — flat
  - H — horizontal
  - V — vertical
  - OH — overhead
- 

**Dimensions**

- R = Root Opening
  - $\alpha, \beta$  = Groove Angles
  - f = Root Face
  - r = J- or U-groove Radius
  - S, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> = PJP Groove Weld  
Depth of Groove
  - E, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> = PJP Groove Weld  
Sizes corresponding to S, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, respectively
- 

**Joint Designation**

The lower case letters, e.g., a, b, c, etc., are used to differentiate between joints that would otherwise have the same joint designation.

---

**Notes for Figures 3.3 and 3.4****Notes:**

1. Not prequalified for GMAW-S nor GTAW (refer to Annex A).
2. Joint shall be welded from one side only.
3. Cyclic load application limits these joints to the horizontal welding position (see 2.17.2).
4. Backgouge root to sound metal before welding second side.
5. SMAW detailed joints may be used for prequalified GMAW (except GMAW-S) and FCAW.
6. Minimum weld size (E) as shown in Table 3.4. S as specified on drawings.
7. If fillet welds are used in statically loaded structures to reinforce groove welds in corner and T-joints, these shall be equal to T<sub>1</sub>/4, but need not exceed 3/8 in. [10 mm]. Groove welds in corner and T-joints of cyclically loaded structures shall be reinforced with fillet welds equal to T<sub>1</sub>/4, but need not exceed 3/8 in. [10 mm].
8. Double-groove welds may have grooves of unequal depth, but the depth of the shallower groove shall be no less than one-fourth of the thickness of the thinner part joined.
9. Double-groove welds may have grooves of unequal depth, provided these conform to the limitations of Note 6. Also the weld size (E) applies individually to each groove.
10. The orientation of the two members in the joints may vary from 135° to 180° for butt joints, or 45° to 135° for corner joints, or 45° to 90° for T-joints.
11. For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.
12. Weld size (E) shall be based on joints welded flush.

See Notes on Page 72

Square-groove weld (1)  
Butt joint (B)

ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Weld Size (E)	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	B-P1a	3	—	R = 0 to 2	+2, -0	±2	All	T <sub>1</sub> - 1	2, 5
	B-P1c	6 max	—	R = $\frac{T_1}{2}$ min	+2, -0	±2	All	$\frac{T_1}{2}$	2, 5

Square-groove weld (1)  
Butt joint (B)

$E_1 + E_2$  MUST NOT EXCEED  $\frac{3T_1}{4}$

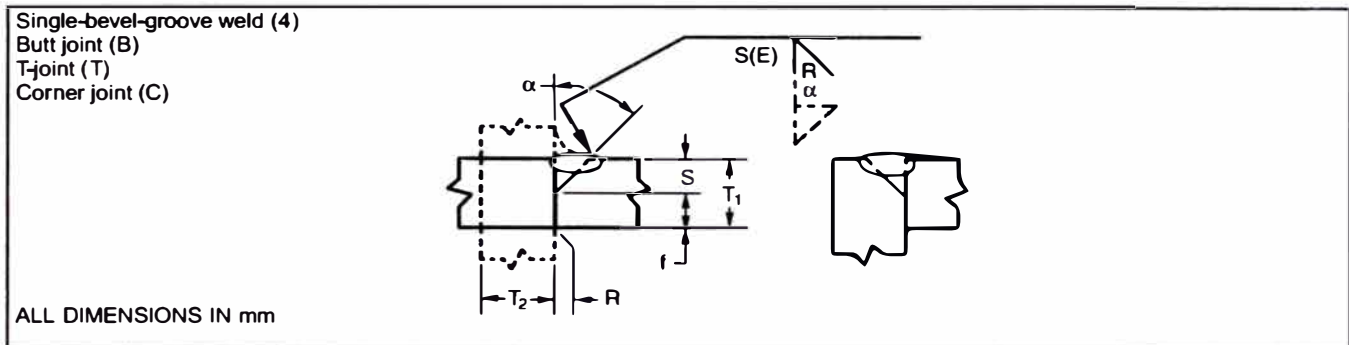
ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Total Weld Size (E <sub>1</sub> + E <sub>2</sub> )	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	B-P1b	6 max	—	R = $\frac{T_1}{2}$	+2, -0	±2	All	$\frac{3T_1}{4}$	5

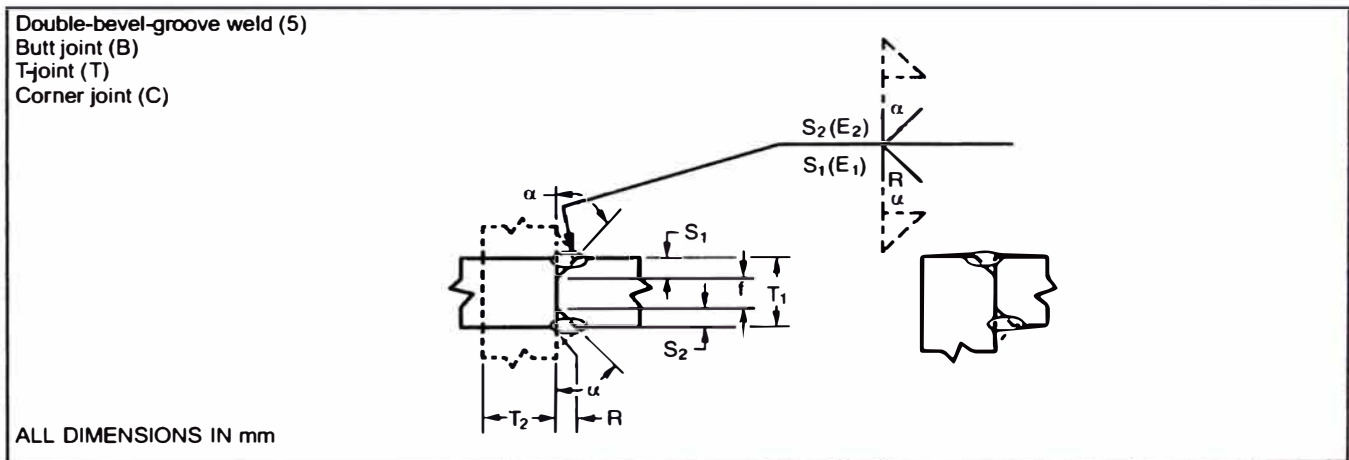
Figure 3.3 (Continued) (Millimeters)



See Notes on Page 72



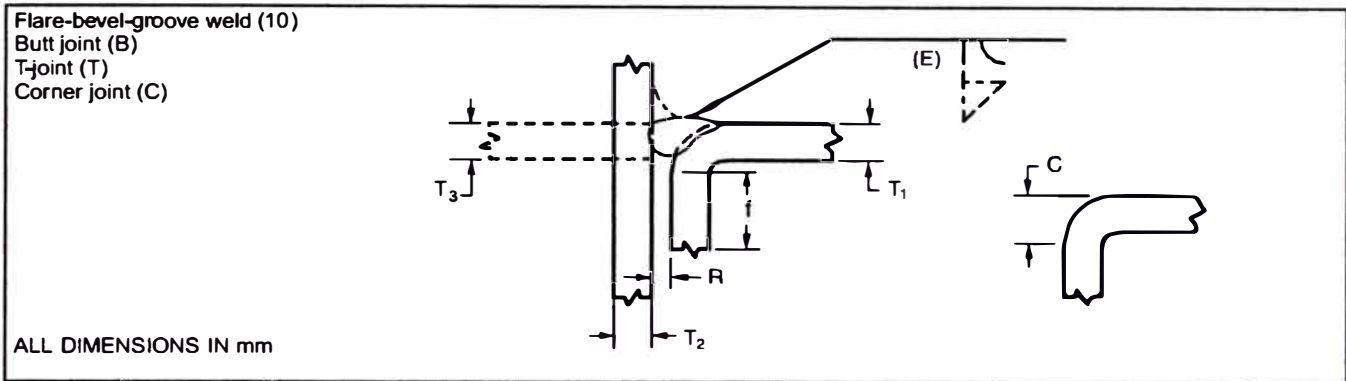
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Weld Size (E)	Notes
		$T_1$	$T_2$	Root Opening Root Face Groove Angle	Tolerances				
					As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	BTC-P4	U	U	$R = 0$ $f = 3 \text{ min}$ $\alpha = 45^\circ$	$+2, -0$ $+U - 0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+3, -2$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	All	S-3	2, 5, 6, 7, 10, 11
GMAW FCAW	BTC-P4-GF	6 min	U	$R = 0$ $f = 3 \text{ min}$ $\alpha = 45^\circ$	$+2, -0$ $+U - 0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+3, -2$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	F, H V, OH	S S-3	1, 2, 6, 7, 10, 11
SAW	TC-P4-S	11 min	U	$R = 0$ $f = 6 \text{ min}$ $\alpha = 60^\circ$	$\pm 0$ $+U, -0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+2, -0$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	F	S	2, 6, 7, 10, 11



Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Total Weld Size ( $E_1 + E_2$ )	Notes
		$T_1$	$T_2$	Root Opening Root Face Groove Angle	Tolerances				
					As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	BTC-P5	8 min	U	$R = 0$ $f = 3 \text{ min}$ $\alpha = 45^\circ$	$+2, -0$ $+U - 0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+3, -2$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	All	$S_1 + S_2$ -6	5, 6, 7, 9, 10, 11
GMAW FCAW	BTC-P5-GF	12 min	U	$R = 0$ $f = 3 \text{ min}$ $\alpha = 45^\circ$	$+2, -0$ $+U - 0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+3, -2$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	F, H V, OH	$S_1 + S_2$ -6	1, 6, 7, 9, 10, 11
SAW	TC-P5-S	20 min	U	$R = 0$ $f = 6 \text{ min}$ $\alpha = 60^\circ$	$\pm 0$ $+U, -0$ $+10^\circ, -0^\circ$	$+2, -0$ $\pm 2$ $+10^\circ, -5^\circ$	F	$S_1 + S_2$	6, 7, 9, 10, 11

Figure 3.3 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72



Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)			Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Weld Size (E)	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Root Opening Root Face Bend Radius*	Tolerances				
						As Detailed (see 3.12.3)	As Fit-Up (see 3.12.3)			
SMAW	BTC-P10	5 min	U	T <sub>1</sub> min	R = 0 f = 5 min C = $\frac{3T_1}{2}$ min	+2, -0 +U, -0 <u>+U, -0</u>	+3, -2 +U, -2 <u>+U, -0</u>	All	$\frac{5T_1}{8}$	5, 7, 10, 12
GMAW FCAW	BTC-P10-GF	5 min	U	T <sub>1</sub> min	R = 0 f = 5 min C = $\frac{3T_1}{2}$ min	+2, -0 +U, -0 <u>+U, -0</u>	+3, -2 +U, -2 <u>+U, -0</u>	All	$\frac{5T_1}{8}$	1, 7, 10, 12
SAW	T-P10-S	12 min	12 min	N/A	R = 0 f = 12 min C = $\frac{3T_1}{2}$ min	±0 +U, -0 <u>+U, -0</u>	+2, -0 +U, -2 <u>+U, -0</u>	F	$\frac{5T_1}{8}$	7, 10, 12

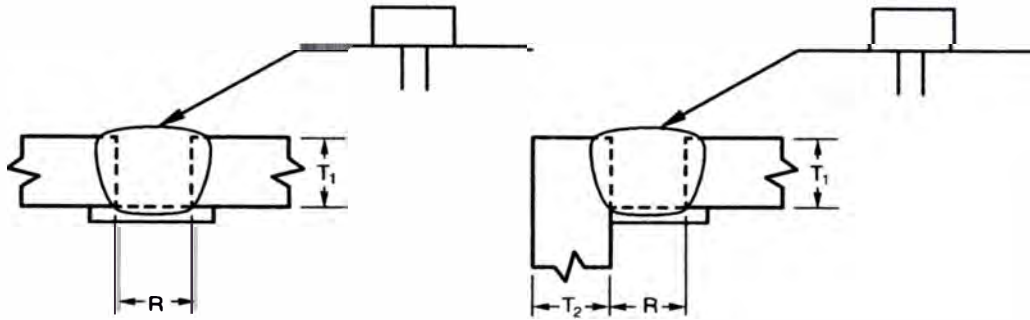
\*For cold formed (A500) rectangular tubes, C dimension is not limited. See the following:

**Effective Weld Size of Flare-Bevel-Groove Welded Joints.** Tests have been performed on cold formed ASTM A 500 material exhibiting a "C" dimension as small as T<sub>1</sub> with a nominal radius of 2t. As the radius increases, the "C" dimension also increases. The corner curvature may not be a quadrant of a circle tangent to the sides. The corner dimension, "C," may be less than the radius of the corner.

Figure 3.3 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

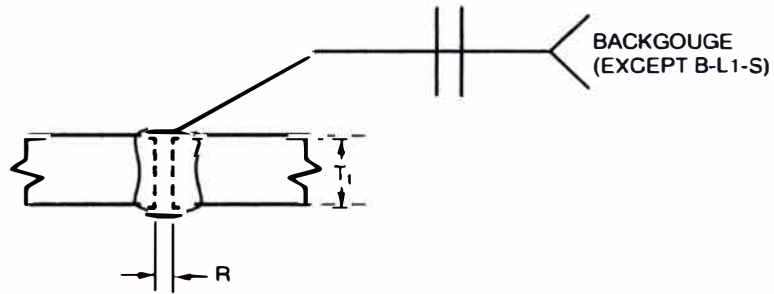
Square-groove weld (1)  
Butt joint (B)  
Corner joint (C)



ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)			
SMAW	B-L1a	6 max	—	R = T <sub>1</sub>	+2, -0	+6, -2	All	—	5, 10
	C-L1a	6 max	U	R = T <sub>1</sub>	+2, -0	+6, -2	All	—	5, 10
FCAW GMAW	B-L1a-GF	10 max	—	R = T <sub>1</sub>	+2, -0	+6, -2	All	Not required	1, 10

Square-groove weld (1)  
Butt joint (B)



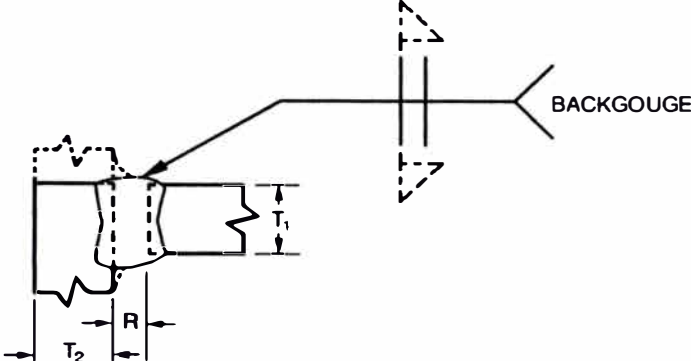
ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)			
SMAW	B-L1b	6 max	—	$R = \frac{T_1}{2}$	+2, -0	+2, -3	All	—	4, 5, 10
GMAW FCAW	B-L1b-GF	10 max	—	R = 0 to 3	+2, -0	+2, -3	All	Not required	1, 4, 10
SAW	B-L1-S	10 max	—	R = 0	±0	+2, -0	F	—	10
SAW	B-L1a-S	16 max	—	R = 0	±0	+2, -0	F	—	4, 10

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

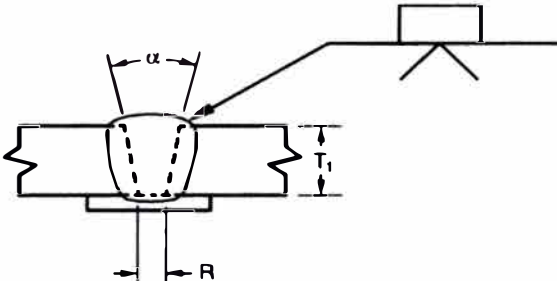
Square-groove weld (1)  
T-joint (T)  
Corner joint (C)



ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)			
SMAW	TC-L1b	6 max	U	$R = \frac{T_1}{2}$	+2, -0	+2, -3	All	—	4, 5, 7
GMAW FCAW	TC-L1-GF	10 max	U	R = 0 to 3	+2, -0	+2, -3	All	Not required	1, 4, 7
SAW	TC-L1-S	10 max	U	R = 0	±0	+2, -0	F	—	4, 7

Single-V-groove weld (2)  
Butt joint (B)



ALL DIMENSIONS IN mm

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Groove Angle			
						Tolerances		
						As Detailed (see 3.13.1)		As Fit-Up (see 3.13.1)
						R = +2, -0		+6, -2
						$\alpha = +10^\circ, -0^\circ$		+10°, -5°
SMAW	B-U2a	U	—	R = 6	$\alpha = 45^\circ$	All	—	5, 10
GMAW FCAW	B-U2a-GF	U	—	R = 10	$\alpha = 30^\circ$	F, V, OH	—	5, 10
				R = 12	$\alpha = 20^\circ$	F, V, OH	—	5, 10
				R = 5	$\alpha = 30^\circ$	F, V, OH	Required	1, 10
SAW	B-L2a-S	50 max	—	R = 10	$\alpha = 30^\circ$	F, V, OH	Not req.	1, 10
				R = 6	$\alpha = 45^\circ$	F, V, OH	Not req.	1, 10
SAW	B-L2a-S	50 max	—	R = 6	$\alpha = 30^\circ$	F	—	10
SAW	B-U2-S	U	—	R = 16	$\alpha = 20^\circ$	F	—	10

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

Welding Process		Joint Designation		Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Tolerances		Notes
								As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)	
Single-V-groove weld (2) Corner joint (C)								R = +2, -0	+6, -2	
								a = +10°, -0°	+10°, -5°	

Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Groove Angle			
SMAW	C-U2a	U	U	R = 6	α = 45°	All	—	5, 10
				R = 10	α = 30°	F, V, OH	—	5, 10
				R = 12	α = 20°	F, V, OH	—	5, 10
GMAW FCAW	C-U2a-GF	U	U	R = 5	α = 30°	F, V, OH	Required	1
				R = 10	α = 30°	F, V, OH	Not req.	1, 10
				R = 6	α = 45°	F, V, OH	Not req.	1, 10
SAW	C-L2a-S	50 max	U	R = 6	α = 30°	F	—	10
SAW	C-U2-S	U	U	R = 16	α = 20°	F	—	10

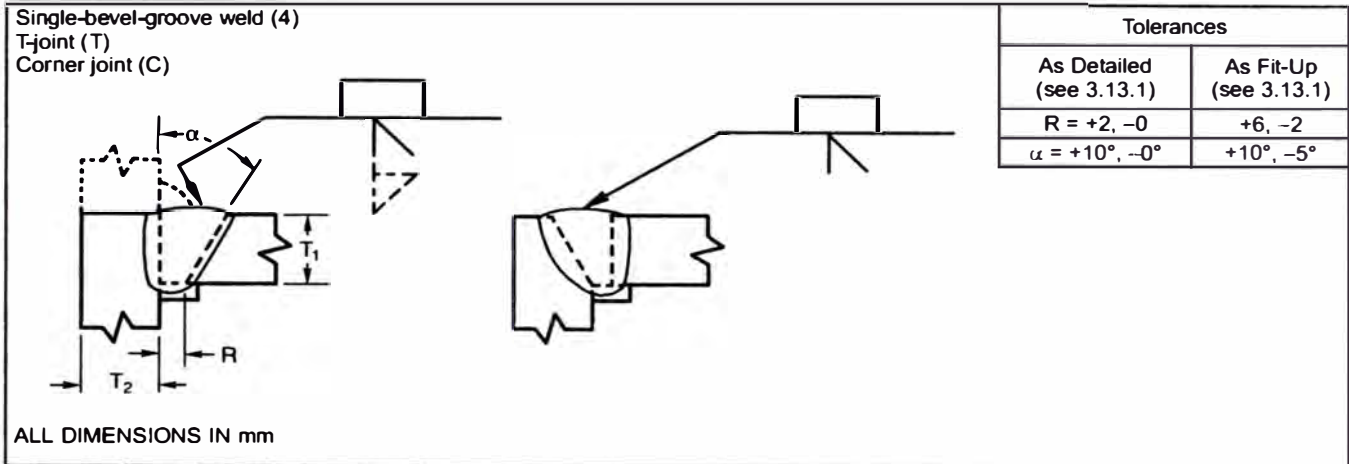
Welding Process		Joint Designation		Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
						Root Opening	Tolerances			
Single-V-groove weld (2) Buttjoint (B)										

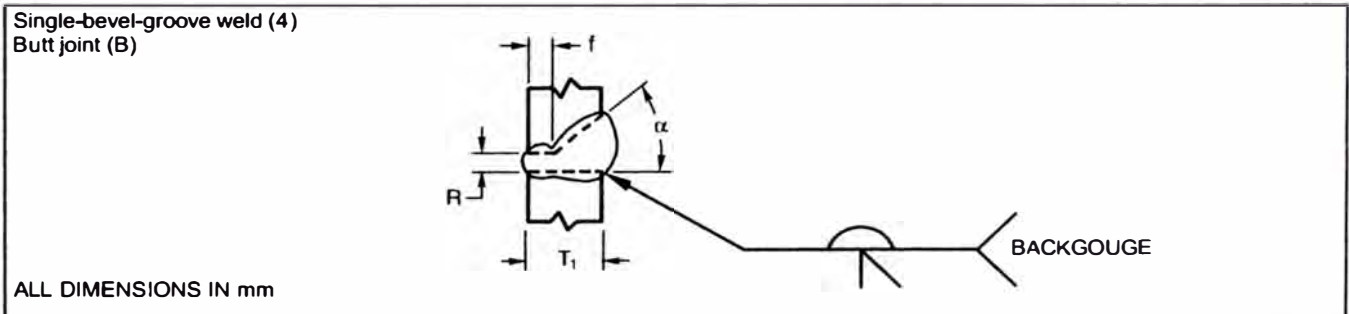
Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Root Opening	Tolerances		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>		As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)			
SMAW	B-U2	U	—	R = 0 to 3 f = 0 to 3 α = 60°	+2, -0 +2, -0 +10°, -0°	+2, -3 Not limited +10°, -5°	All	—	4, 5, 10
GMAW FCAW	B-U2-GF	U	—	R = 0 to 3 f = 0 to 3 α = 60°	+2, -0 +2, -0 +10°, -0°	+2, -3 Not limited +10°, -5°	All	Not required	1, 4, 10
SAW	B-L2c-S	Over 12 to 25	—	R = 0 f = 6 max α = 60°	R = ±0 f = +0, -f α = +10°, -0°	+2, -0 ±2 +10°, -5°	F	—	4, 10
		Over 25 to 38	—	R = 0 f = 12 max α = 60°					
		Over 38 to 50	—	R = 0 f = 16 max α = 60°					

Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)

See Notes on Page 72

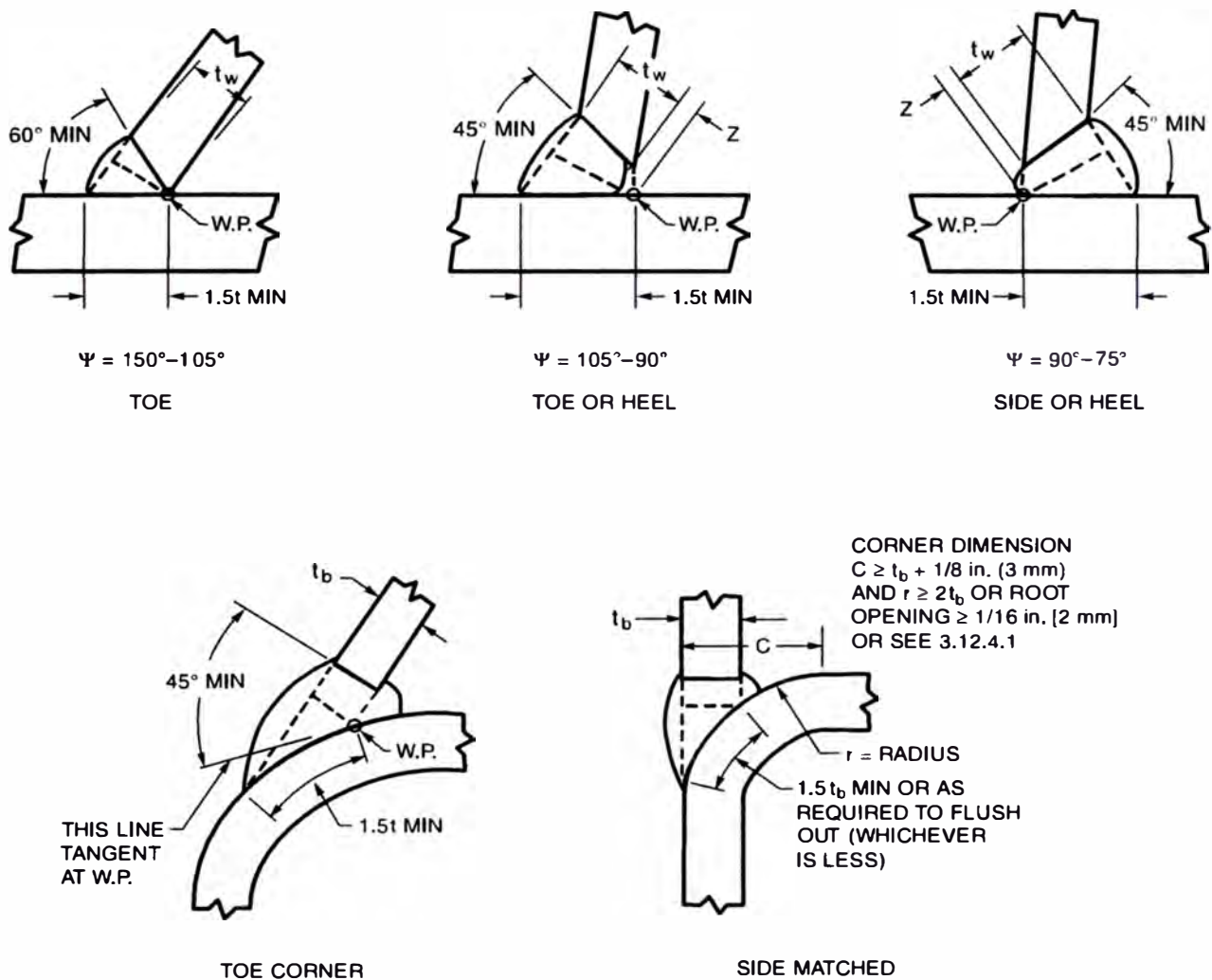


Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation		Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Groove Angle			
SMAW	TC-U4a	U	U	R = 6	$\alpha = 45^\circ$	All	—	5, 7, 10, 11
				R = 10	$\alpha = 30^\circ$	F, V, OH	—	5, 7, 10, 11
GMAW FCAW	TC-U4a-GF	U	U	R = 5	$\alpha = 30^\circ$	All	Required	1, 7, 10, 11
				R = 10	$\alpha = 30^\circ$	F	Not req.	1, 7, 10, 11
				R = 6	$\alpha = 45^\circ$	All	Not req.	1, 7, 10, 11
SAW	TC-U4a-S	U	U	R = 10	$\alpha = 30^\circ$	F	—	7, 10, 11
				R = 6	$\alpha = 45^\circ$			



Welding Process	Joint Designation	Base Metal Thickness (U = unlimited)		Groove Preparation			Allowed Welding Positions	Gas Shielding for FCAW	Notes
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	Root Opening	Tolerances				
					As Detailed (see 3.13.1)	As Fit-Up (see 3.13.1)			
SMAW	B-U4b	U	—	R = 0 to 3 f = 0 to 3	+2, -0 +2, -0	+2, -3	All	—	3, 4, 5, 10
GMAW FCAW	B-U4b-GF	U	—	$\alpha = 45^\circ$	+10°, -0°	Not limited 10°, -5°	All	Not required	1, 3, 4, 10
SAW	B-U4b-S	U	U	R = 0 f = 6 max $\alpha = 60^\circ$	$\pm 0$ +0, -3 +10°, -0°	+6, -0 $\pm 2$ 10°, -5°	F	—	3, 4, 10

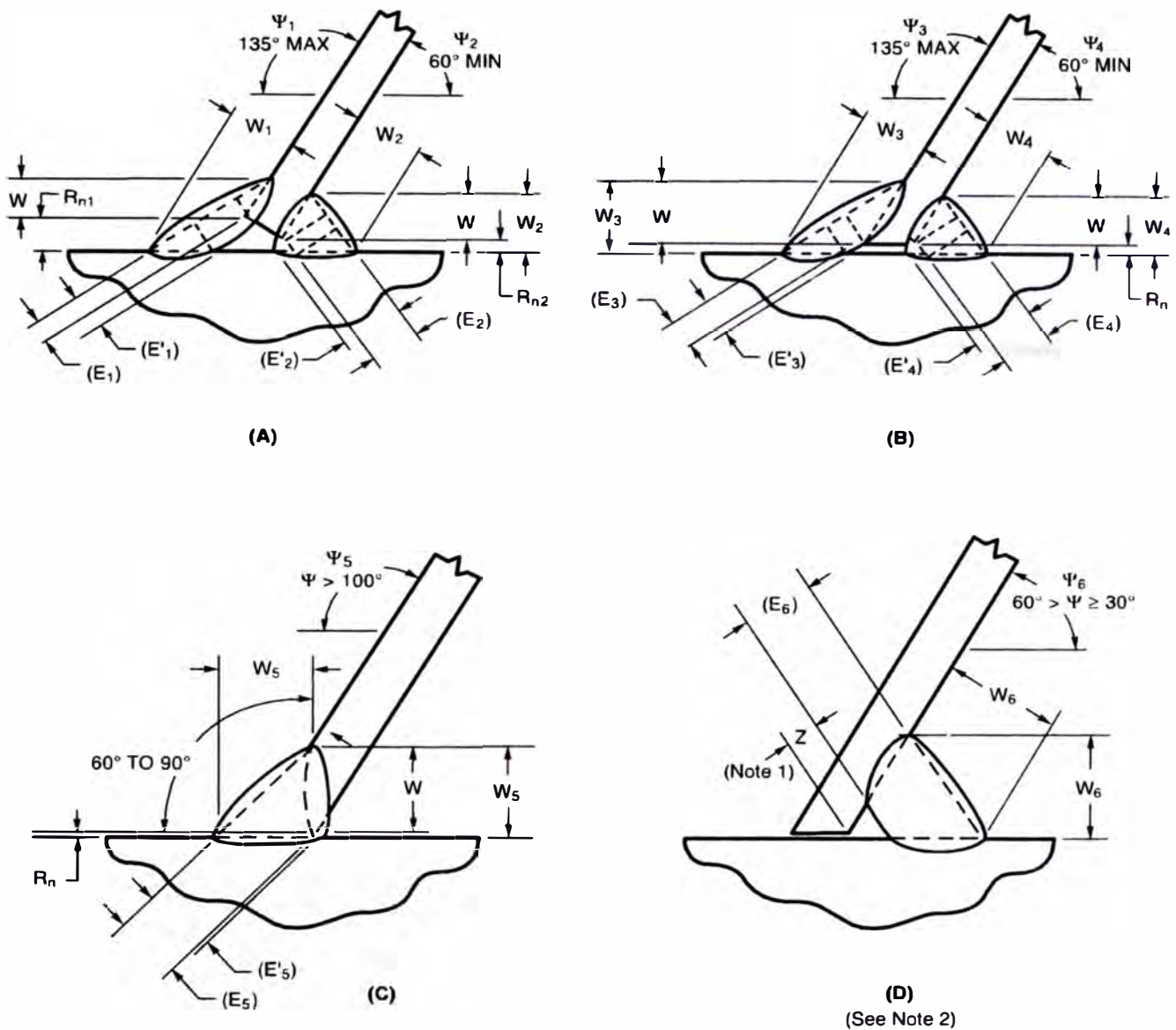
Figure 3.4 (Continued) (Millimeters)



## General Notes:

- $t$  = thickness of thinner section.
- Bevel to feather edge except in transition and heel zones.
- Root opening: 0 to 3/16 in. [5 mm].
- Not prequalified for under 30°.
- Weld size (effective throat)  $t_w \geq t$ ; Z Loss Dimensions shown in Table 2.8.
- Calculations per 2.24.1.3 shall be done for leg length less than 1.5t, as shown.
- For Box Section, joint preparation for corner transitions shall provide a smooth transition from one detail to another. Welding shall be carried continuously around corners, with corners fully built up and all weld starts and stops within flat faces.
- See Annex B for definition of local dihedral angle,  $\Psi$ .
- W.P. = work point.

**Figure 3.5 (Continued)—Prequalified Joint Details for PJP T-, Y-, and K-Tubular Connections (see 3.12.4)**



## General Notes:

- $(E_n)$ ,  $(E'_n)$  = Effective throats dependent on magnitude of root opening ( $R_n$ ) (see 5.22.1). (n) represents 1 through 5.
- $t$  = thickness of thinner part
- Not prequalified for GMAW-S or GTAW. Refer to Annex A for GMAW-S.

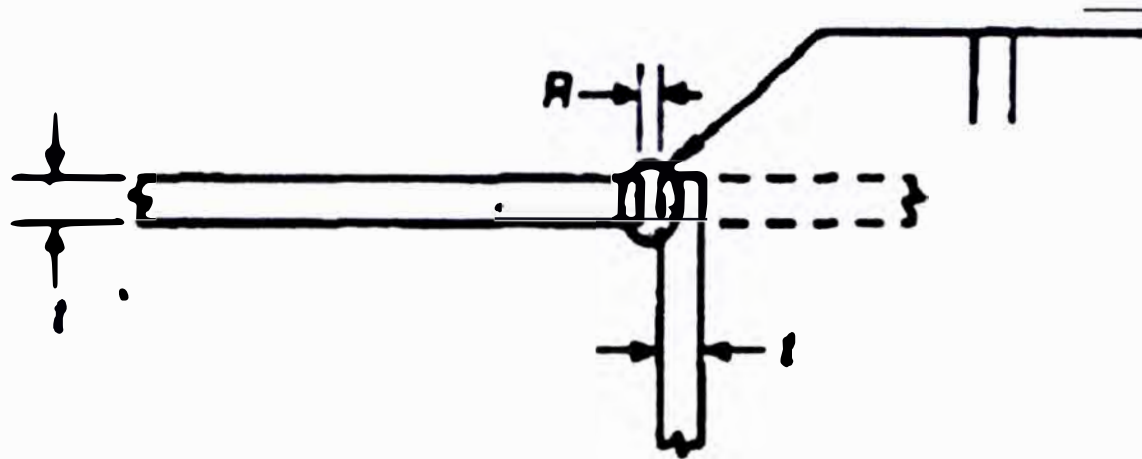
## Notes:

1. Detail (D). Apply Z loss dimension of Table 2.2 to determine effective throat.
2. Detail (D) shall not be prequalified for under  $30^\circ$ . For welder qualifications, see Table 4.9.

**Figure 3.11—Prequalified Skewed T-Joint Details (Nontubular) (see 3.9.3)**



**JUNTA PRECALIFICADA D1.3.**



WELDING PROCESSES	THICKNESS, $t$ (NOTE 1)	$R$ = ROOT OPENING	POSITIONS
ALL	18 Ga. (MIN), 12 Ga. (MAX)	0 (MIN)	ALL
	11 Ga. (MIN), 7 Ga. (MAX)	$t$ (MAX)	

**Note:**

1. For equivalent thicknesses for supporting structural members in sheet metal gage forms, use 3/16 in. for 7 Ga., 1/8 in. for 11 Ga.

**Figure 3.1B—Square Groove Weld in Butt or Corner Joint without Backing (see 3.2)**

## **HOMOLOGACION DE SOLDADORES AWS D1.1.**

**Table 4.9**  
**Welder Qualification—Production Welding Positions Qualified by Plate, Pipe, and Box Tube Tests (see 4.18.1.1)**

Qualification Test		Production Plate Welding Qualified			Production Pipe Welding Qualified					Production Box Tube Welding Qualified					
Weld Type	Positions <sup>1</sup>	Groove CJP	Groove PJP	Fillet	Butt-Groove		T-, Y-, K-Groove		Fillet	Butt-Groove		T-, Y-, K-Groove		Fillet	
					CJP	PJP	CJP	PJP		CJP	PJP				
P L A T E	Groove <sup>2</sup>	1G	F	F	F, H	F	F		F	F, H	F	F		F	F, H
		2G	F, H	F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H
		3G 4G 3G + 4G	F, H, V F, OH All	F, H, V F, OH All	F, H, V F, H, OH All (Note 8)	F, H, V F, OH All (Note 3)	F, H, V F, OH All (Note 3)		F, H, V F, OH All (Notes 3,5)	F, H, V F, H, OH All (Note 8)	F, H, V F, OH All (Note 4)	F, H, V F, OH All		F, H, V F, OH All (Note 5)	F, H, V F, H, OH All (Note 8)
Fillet	1F			F					F					F	
	2F			F, H					F, H					F, H	
	3F 4F 3F + 4F			F, H, V F, H, OH All (Note 8)					F, H, V F, H, OH All (Note 8)					F, H, V F, H, OH All (Note 8)	
Plug	Qualifies Plug and Slot Welding for Only the Positions Tested														
T U B U L A R	Groove <sup>2</sup> (Pipe or Box)	1G Rotated	F	F	F, H	F	F		F	F, H	F	F		F	F, H
		2G	F, H	F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H	F, H	F, H		F, H	F, H
		5G 6G 2G + 5G (Note 9)	F, V, OH All All	F, V, OH All All	F, V, OH All All (Note 8)	F, V, OH All All (Note 6)	F, V, OH All All (Note 6)		F, V, OH All All (Notes 5,6)	F, V, OH All All (Note 8)	F, V, OH All All	F, V, OH All All		F, V, OH All All (Note 5)	F, V, OH All All (Note 8)
	6GR (Fig. 4.27)	All	All	All (Note 8)	All (Notes 4,6)	All (Note 6)	All (Notes 5,6)	All (Notes 5,6)	All (Note 8)	All (Note 4)	All		All (Note 5)	All (Note 8)	
6GR (Fig. 4.27 & 4.28)	All	All	All (Note 8)	All (Notes 4,6)	All (Note 6)	All (Notes 5,6)	All (Notes 5,6)	All (Note 8)	All (Note 4)	All	All (Notes 5,7)	All (Note 5)	All (Note 8)		
Pipe Fillet	1F Rotated 2F 2F Rotated 4F 5F			F F, H F, H F, H, OH All (Note 8)					F F, H F, H F, H, OH All (Note 8)					F F, H F, H F, H, OH All (Note 8)	

CJP—Complete Joint Penetration; PJP—Partial Joint Penetration

General Note: Not applicable for welding operator qualification (see Table 4.11).

Notes (notes shown at the bottom of a column box apply to all entries):

- See Figures 4.3, 4.4, 4.5, and 4.6.
- Groove weld qualification shall also qualify plug and slot welds for the test positions indicated.
- Only qualified for pipe over 24 in. (600 mm) in diameter with backing, backgouging, or both.
- Not qualified for joints welded from one side without backing, or welded from two sides without backgouging.
- Not qualified for welds having groove angles less than 30° (see 4.12.4.2).
- Qualification using box tubing (Figure 4.27) also qualifies welding pipe over 24 in. (600 mm) in diameter.
- Pipe or box tubing is required for the 6GR qualification (Figure 4.27). If box tubing is used per Figure 4.27, the macroetch test may be performed on the corners of the test specimen (similar to Figure 4.28).
- See 4.25 and 4.28 for dihedral angle restrictions for plate joints and tubular T-, Y-, K-connections.
- Qualification for welding production joints without backing or backgouging shall require using the Figure 4.24 joint detail. For welding production joints with backing or backgouging, either the Figure 4.24 or Figure 4.25 joint detail may be used for qualification.

**Table 4.10**

**Welder and Welding Operator Qualification—Number and Type of Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (Dimensions in Inches) (see 4.18.2.1)**

(1) Test on Plate		Number of Specimens <sup>1</sup>					Qualified Dimensions	
Production Groove or Plug Welds		Face Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Root Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Side Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.13)	Macro-etch	Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness Qualified, in.		
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Thickness of Test Plate (T) in.					Min	Max	
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8	1	1	(Note 3)	—	1/8	3/4 max <sup>4</sup>	
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	3/8 < T < 1	—	—	2	—	1/8	2T max <sup>4</sup>	
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	1 or over	—	—	2	—	1/8	Unlimited <sup>4</sup>	
Plug (Fig. 4.37)	3/8	—	—	—	2	1/8	Unlimited	

Production Fillet Welds (T-joint and Skewed)		Number of Specimens <sup>1</sup>					Qualified Dimensions		Dihedral Angles Qualified <sup>8</sup>	
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Test Plate Thickness, T, in.	Fillet Weld Break	Macro-etch	Side Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Plate Thickness Qualified, in.		Min	Max
							Min	Max		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8	—	—	(Note 3)	1	1	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	3/8 < T < 1	—	—	2	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	≥ 1	—	—	2	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited
Fillet Option 1 (Fig. 4.36)	1/2	1	1	—	—	—	1/8	Unlimited	60°	135°
Fillet Option 2 (Fig. 4.32)	3/8	—	—	—	2	—	1/8	Unlimited	60°	135°
Fillet Option 3 (Fig. 4.20) [Any diam. pipe]	> 1/8	—	1	—	—	—	1/8	Unlimited	30°	Unlimited

(2) Tests on Pipe or Tubing <sup>6</sup>			Number of Specimens <sup>1</sup>						Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>4</sup> Qualified, in.	
Production CJP Groove Butt Joints			1G and 2G Positions Only			5G, 6G and 6GR Positions Only			Min	Max	Min	Max
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, in.	Nominal Test Thickness, in.	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>				
Groove	≤ 4	Unlimited	1	1	(Note 3)	2	2	(Note 3)	3/4	4	1/8	3/4
Groove	> 4	≤ 3/8	1	1	(Note 3)	2	2	(Note 3)	(Note 5)	Unlimited	1/8	3/4
Groove	> 4	> 3/8	—	—	2	—	—	4	(Note 5)	Unlimited	3/16	Unlimited

(continued)

**Table 4.10 (Continued)**

(2) Test on Pipe or Tubing <sup>6</sup> (cont'd)			Qualified Dimensions							
Production T-, Y-, or K-Connection CJP Groove Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>		Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Wall or Plate Thickness <sup>3</sup> Qualified, in.		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, in.	Nominal Test Thickness, in.	Side Bend <sup>2</sup>	Macro-etch	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Pipe Groove	≥ 6 O.D.	≥ 1/2	4	—	4	Unlimited	3/16	Unlimited	30°	Unlimited
Box Groove	Unlimited	≥ 1/2	4	4	Unlimited (Box only)	Unlimited (Box only)	3/16	Unlimited	30°	Unlimited

Production T-, Y-, or K-Connection Fillet Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, D	Nominal Test Thickness, in.	Fillet Weld Break	Macro-etch	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Pipe or Tube Size Qualified, in.		Nominal Wall or Plate Thickness Qualified		Dihedral Angles Qualified <sup>7</sup>	
							Min	Max	Min	Max	Min	Max
5G position (Groove)	Unlimited	≥ 1/8	—	—	2 (Note 3)	2 (Note 3)	(Note 5)	Unlimited	1/8 (Note 4)	Unlimited (Note 4)	30°	Unlimited
Option 1 — Fillet (Fig. 4.36) <sup>7</sup>	—	≥ 1/2	1	1	—	—	24	Unlimited	1/8	Unlimited	60°	Unlimited
Option 2 — Fillet (Fig. 4.32) <sup>7</sup>	—	3/8	—	—	2	—	24	Unlimited	1/8	Unlimited	60°	Unlimited
Option 3 — Fillet (Fig. 4.20)	Unlimited	≥ 1/8	—	1	—	—	D	Unlimited	1/8	Unlimited	30°	Unlimited

**(3) Tests on Electroslag and Electrogas Welding**

Production Plate Groove Welds		Number of Specimens <sup>1</sup>		Nominal Plate Thickness Qualified, in.	
Type of Test Weld	Nominal Plate Thickness Tested, T, in.	Side Bend <sup>2</sup> (see Fig. 4.13)		Min	Max
Groove (Fig. 4.35)	< 1-1/2	2		1/8	T
	1-1/2	2		1/8	Unlimited

**Notes:**

- All welds shall be visually inspected (see 4.30.1). One test pipe, plate or tubing shall be required for each position tested, unless otherwise noted.
- Radiographic examination of the test plate, pipe or tubing may be made in lieu of the bend tests (see 4.19.1.1).
- For 3/8 in. plate or wall thickness, a side-bend test may be substituted for each of the required face- and root-bend tests.
- Also qualifies for welding any fillet or PJP weld size on any thickness of plate, pipe or tubing.
- The minimum pipe size qualified shall be 1/2 the test diameter or 4 in., whichever is greater.
- See Table 4.9 for appropriate groove details.
- Two plates required, each subject to the test specimen requirements described. One plate shall be welded in the 3F position and the other in the 4F position.
- For dihedral angles < 30°, see 4.26.1.

**Table 4.10 (Continued)**  
**Welder and Welding Operator Qualification—Number and Type of Specimens and Range of Thickness and Diameter Qualified (Dimensions in Millimeters) (see 4.18.2.1)**

(1) Test on Plate			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
Production Groove or Plug Welds			Face Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Root Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.12)	Side Bend <sup>2</sup> (Fig. 4.13)	Macro-etch	Nominal Plate, Pipe or Tube Thickness Qualified, mm					
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Thickness of Test Plate, T, mm	Min					Max					
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10	1	1	(Note 3)	—	3	20 max <sup>4</sup>					
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	10 < T < 25	—	—	2	—	3	2T max <sup>4</sup>					
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	25 or over	—	—	2	—	3	Unlimited <sup>4</sup>					
Plug (Fig. 4.37)	10	—	—	—	2	3	Unlimited					
Production Fillet Welds (T-joint and Skewed)			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions		Dihedral Angles Qualified <sup>8</sup>			
Type of Test Weld (Applicable Figures)	Nominal Test Plate Thickness, T, mm	Fillet Weld Break	Macro-etch	Side Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Nominal Plate Thickness Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>8</sup>			
							Min	Max	Min	Max		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10	—	—	(Note 3)	1	1	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Groove (Fig. 4.30 or 4.31)	10 < T < 25	—	—	2	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Groove (Fig. 4.21, 4.22, or 4.29)	≥ 25	—	—	2	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
Fillet Option 1 (Fig. 4.36)	12	1	1	—	—	—	3	Unlimited	60°	135°		
Fillet Option 2 (Fig. 4.32)	10	—	—	—	2	—	3	Unlimited	60°	135°		
Fillet Option 3 (Fig. 4.20) [Any diam. pipe]	> 3	—	1	—	—	—	3	Unlimited	30°	Unlimited		
(2) Tests on Pipe or Tubing <sup>5</sup>			Number of Specimens <sup>1</sup>						Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Plate, Pipe or Tube Wall Thickness <sup>4</sup> Qualified, mm	
Production CJP Groove Butt Joints			1G and 2G Positions Only			5G, 6G and 6GR Positions Only			Min	Max	Min	Max
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, mm	Nominal Test Thickness, mm	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Root Bend <sup>2</sup>	Side Bend <sup>2</sup>	Min	Max	Min	Max
Groove	≤ 100	Unlimited	1	1	(Note 3)	2	2	(Note 3)	20	100	3	20
Groove	> 100	≤ 10	1	1	(Note 3)	2	2	(Note 3)	(Note 5)	Unlimited	3	20
Groove	> 100	> 10	—	—	2	—	—	4	(Note 5)	Unlimited	5	Unlimited

(continued)

Table 4.10 (Continued)

(2) Test on Pipe or Tubing<sup>6</sup> (cont'd)

Production T-, Y-, or K-Connection CJP Groove Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>		Qualified Dimensions					
					Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Wall or Plate Thickness <sup>4</sup> Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>8</sup>	
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, mm	Nominal Test Thickness, mm	Side Bend <sup>2</sup>	Macro- etch	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Pipe Groove	≥ 150 O.D.	≥ 12	4	—	100	Unlimited	5	Unlimited	30°	Unlimited
Box Groove	Unlimited	≥ 12	4	4	Unlimited (Box only)	Unlimited (Box only)	5	Unlimited	30°	Unlimited

Production T-, Y-, or K-Connection Fillet Welds			Number of Specimens <sup>1</sup>				Qualified Dimensions					
							Nominal Pipe or Tube Size Qualified, mm		Nominal Wall or Plate Thickness Qualified, mm		Dihedral Angles Qualified <sup>8</sup>	
Type of Test Weld	Nominal Size of Test Pipe, D	Nominal Test Thickness, mm	Fillet Weld Break	Macro- etch	Root Bend <sup>2</sup>	Face Bend <sup>2</sup>	Min	Max	Min	Max	Min	Max
5G position (Groove)	Unlimited	≥ 3	—	—	2 (Note 3)	2 (Note 3)	(Note 5)	Unlimited	3 (Note 4)	Unlimited (Note 4)	30°	Unlimited
Option 1— Fillet (Fig. 4.36) <sup>7</sup>	—	≥ 12	1	1	—	—	600	Unlimited	3	Unlimited	60°	Unlimited
Option 2— Fillet (Fig. 4.32) <sup>7</sup>	—	10	—	—	2	—	600	Unlimited	3	Unlimited	60°	Unlimited
Option 3— Fillet (Fig. 4.20)	Unlimited	≥ 3	—	1	—	—	D	Unlimited	3	Unlimited	30°	Unlimited

## (3) Tests on Electroslag and Electrogas Welding

Production Plate Groove Welds		Number of Specimens <sup>1</sup>		Nominal Plate Thickness Qualified, mm	
Type of Test Weld	Nominal Plate Thickness Tested, T, mm	Side Bend <sup>2</sup> (see Fig. 4.13)		Min	Max
Groove (Fig. 4.35)	< 38	2		3	T
	38	2		3	Unlimited

## Notes:

- All welds shall be visually inspected (see 4.30.1). One test pipe, plate or tubing shall be required for each position tested, unless otherwise noted.
- Radiographic examination of the test plate, pipe or tubing may be made in lieu of the bend tests (see 4.19.1.1).
- For 10 mm plate or wall thickness, a side-bend test may be substituted for each of the required face- and root-bend tests.
- Also qualifies for welding any fillet or PJP weld size on any thickness of plate, pipe or tubing.
- The minimum pipe size qualified shall be 1/2 the test diameter or 100 mm, whichever is greater.
- See Table 4.9 for appropriate groove details.
- Two plates required, each subject to the test specimen requirements described. One plate shall be welded in the 3F position and the other in the 4F position.
- For dihedral angles < 30°, see 4.26.1.



**Table 4.11**  
**Welding Personnel Performance Essential Variable Changes**  
**Requiring Requalification (see 4.22)**

Essential Variable Changes to WPQR Requiring Requalification	Welding Personnel		
	Welders <sup>2</sup>	Welding Operators <sup>2,3</sup>	Tack Welders
(1) To a process not qualified (GMAW-S is considered a separate process)	X	X	X
(2) To an SMAW electrode with an F-number (see Table 4.12) higher than the WPQR electrode F-number	X		X
(3) To a position not qualified	X	X	X
(4) To a diameter or thickness not qualified	X	X	
(5) To a vertical welding progression not qualified (uphill or downhill)	X		
(6) The omission of backing (if used in the WPQR test)	X	X	
(7) To multiple electrodes (if a single electrode was used in the WPQR test) but not vice versa		X <sup>1</sup>	

## General Notes:

- An "x" indicates applicability for the welding for the welding personnel; a shaded area indicates nonapplicability.
- WPQR = Welding Performance Qualification Record.
- See Table 4.9 for positions qualified by welder WPQR.
- See Table 4.10 for ranges of diameters or thicknesses qualified.

## Notes:

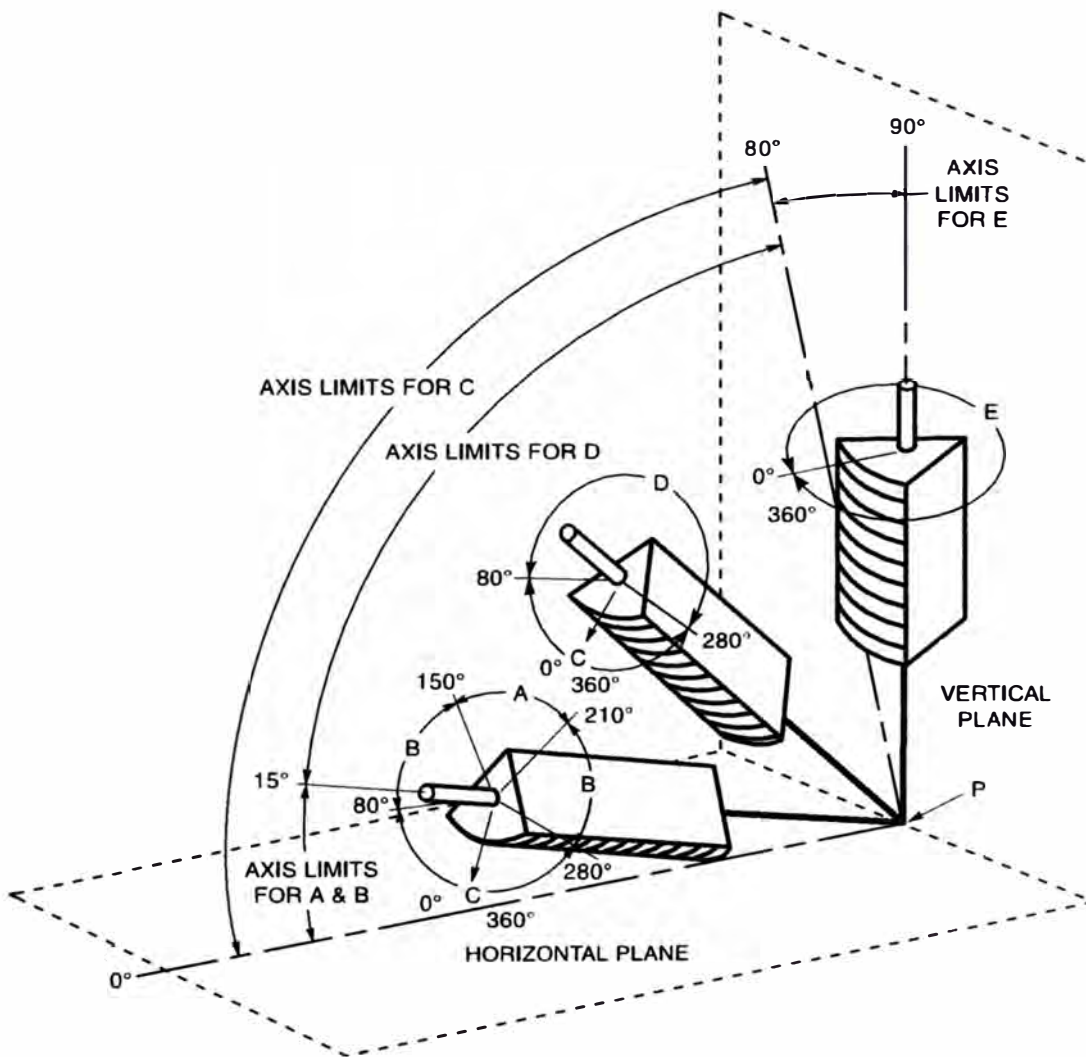
1. Not for ESW or EGW.
2. Welders qualified for SAW, GMAW, FCAW or GTAW shall be considered as qualified welding operators in the same process(es) and subject to the welder essential variable limitations.
3. A groove weld qualifies a slot weld for the WPQR position and the thickness ranges as shown in Table 4.10.

**Table 4.12**  
**Electrode Classification Groups**  
**(see Table 4.11)**

Group Designation	AWS Electrode Classification
F4	EXX15, EXX16, EXX18, EXX48, EXX15-X, EXX16-X, EXX18-X
F3	EXX10, EXX11, EXX10-X, EXX11-X
F2	EXX12, EXX13, EXX14, EXX13-X
F1	EXX20, EXX24, EXX27, EXX28, EXX20-X, EXX27-X

General Note: The letters "XX" used in the classification designation in this table stand for the various strength levels (60 [415], 70 [485], 80 [550], 90 [620], 100 [690], 110 [760], and 120 [830]) of electrodes.

Tabulation of Positions of Groove Welds			
Position	Diagram Reference	Inclination of Axis	Rotation of Face
Flat	A	0° to 15°	150° to 210°
Horizontal	B	0° to 15°	80° to 150° 210° to 280°
Overhead	C	0° to 80°	0° to 80° 280° to 360°
Vertical	D	15° to 80° 80° to 90°	80° to 280° 0° to 360°

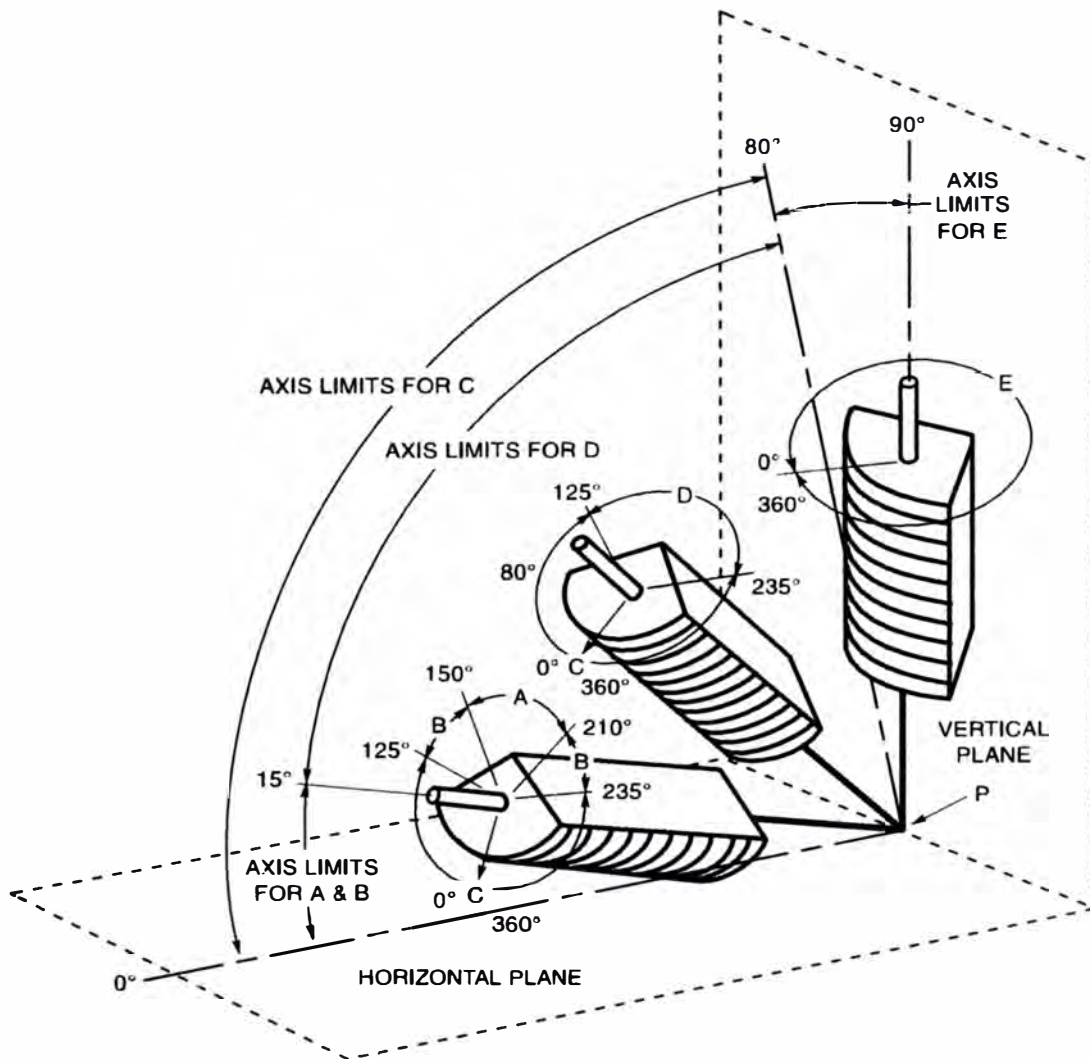


**General Notes:**

- The horizontal reference plane shall always be taken to lie below the weld under consideration.
- The inclination of axis shall be measured from the horizontal reference plane toward the vertical reference plane.
- The angle of rotation of the face shall be determined by a line perpendicular to the theoretical face of the weld which passes through the axis of the weld. The reference position (0°) of rotation of the face invariably points in the direction opposite to that in which the axis angle increases. When looking at point P, the angle of rotation of the face of the weld shall be measured in a clockwise direction from the reference position (0°).

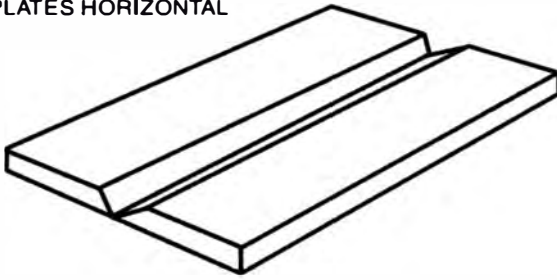
**Figure 4.1—Positions of Groove Welds (see 4.2.4)**

Tabulation of Positions of Fillet Welds			
Position	Diagram Reference	Inclination of Axis	Rotation of Face
Flat	A	0° to 15°	150° to 210°
Horizontal	B	0° to 15°	125° to 150° 210° to 235°
Overhead	C	0° to 80°	0° to 125° 235° to 360°
Vertical	D	15° to 80°	125° to 235°
Vertical	E	80° to 90°	0° to 360°

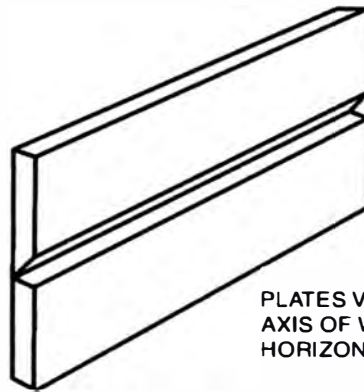


**Figure 4.2—Positions of Fillet Welds (see 4.2.4)**

PLATES HORIZONTAL

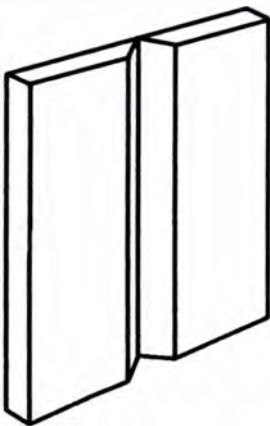


(A) FLAT WELDING TEST POSITION 1G



PLATES VERTICAL;  
AXIS OF WELD  
HORIZONTAL

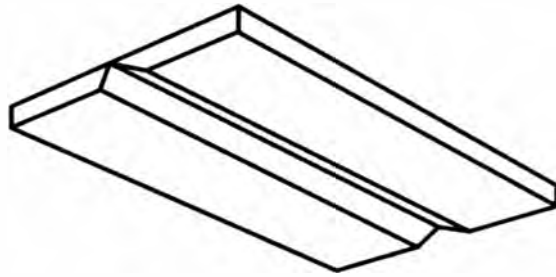
(B) HORIZONTAL WELDING TEST POSITION 2G



PLATES VERTICAL;  
AXIS OF WELD  
VERTICAL

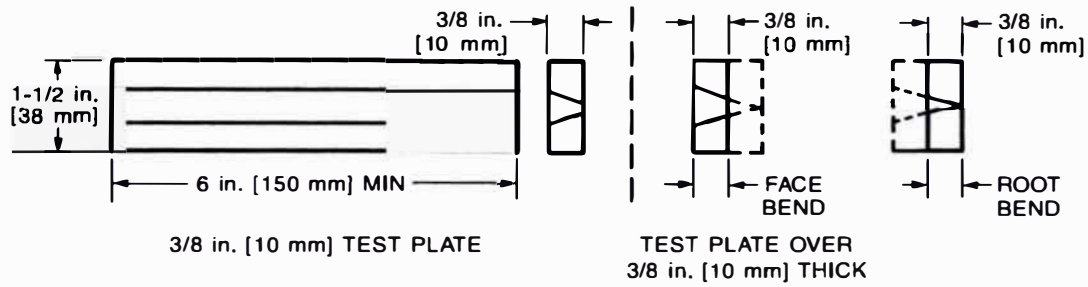
(C) VERTICAL WELDING TEST POSITION 3G

PLATES HORIZONTAL

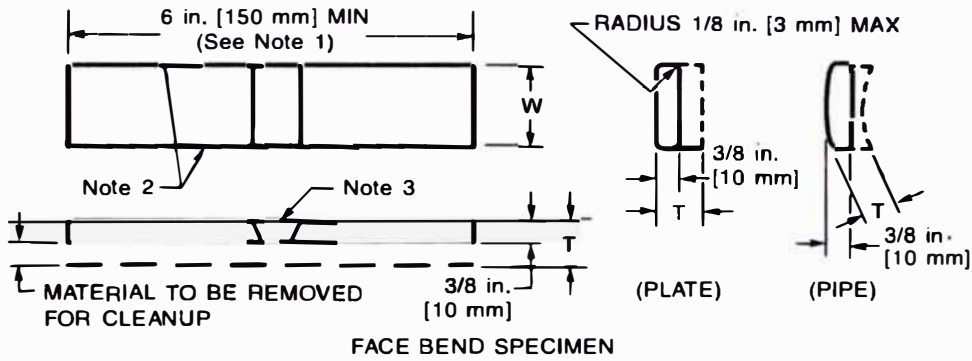


(D) OVERHEAD WELDING TEST POSITION 4G

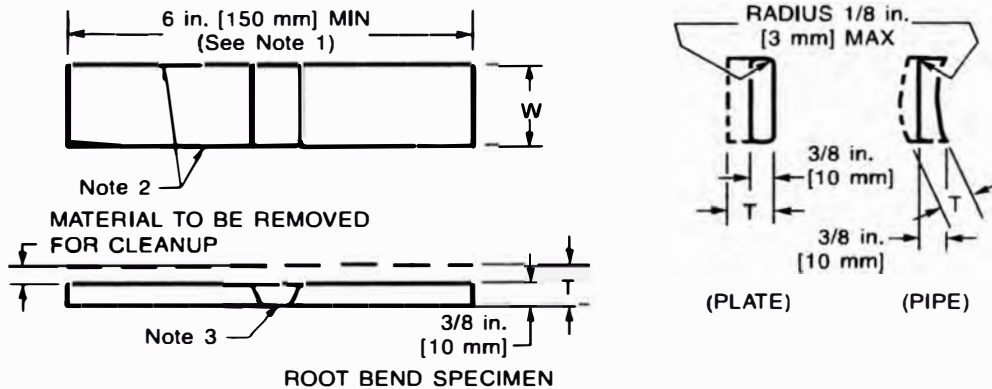
**Figure 4.3—Positions of Test Plates for Groove Welds (see 4.2.4)**



(1) LONGITUDINAL BEND SPECIMEN



FACE BEND SPECIMEN



ROOT BEND SPECIMEN

(2) TRANSVERSE BEND SPECIMEN

Dimensions	
Test Weldment	Test Specimen Width, W in. [mm]
Plate	1-1/2 [40]
Test pipe or tube ≤ 4 in. [100 mm] in diameter	1 [25]
Test pipe or tube > 4 in. [100 mm] in diameter	1-1/2 [40]

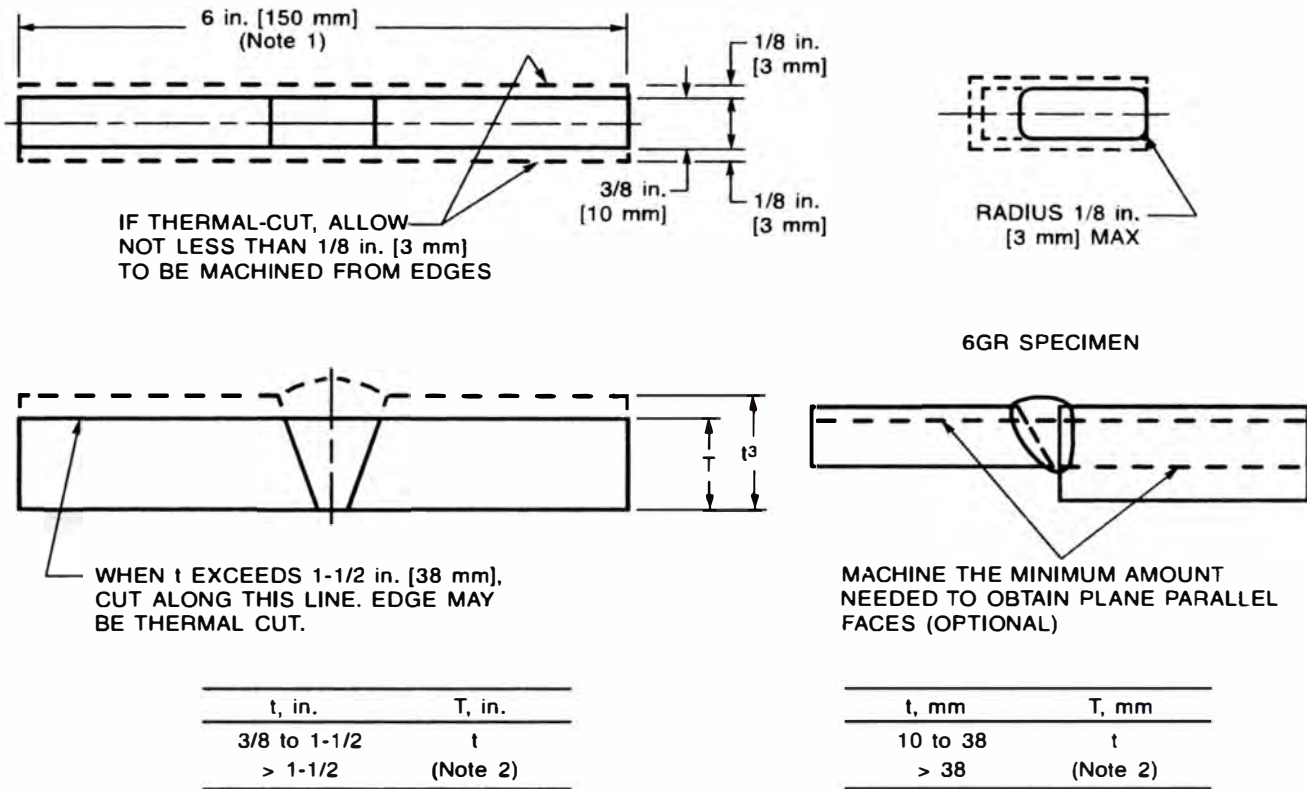
General Notes:

- T = plate or pipe thickness.
- When the thickness of the test plate is less than 3/8 in. [10 mm], the nominal thickness shall be used for face and root bends.

Notes:

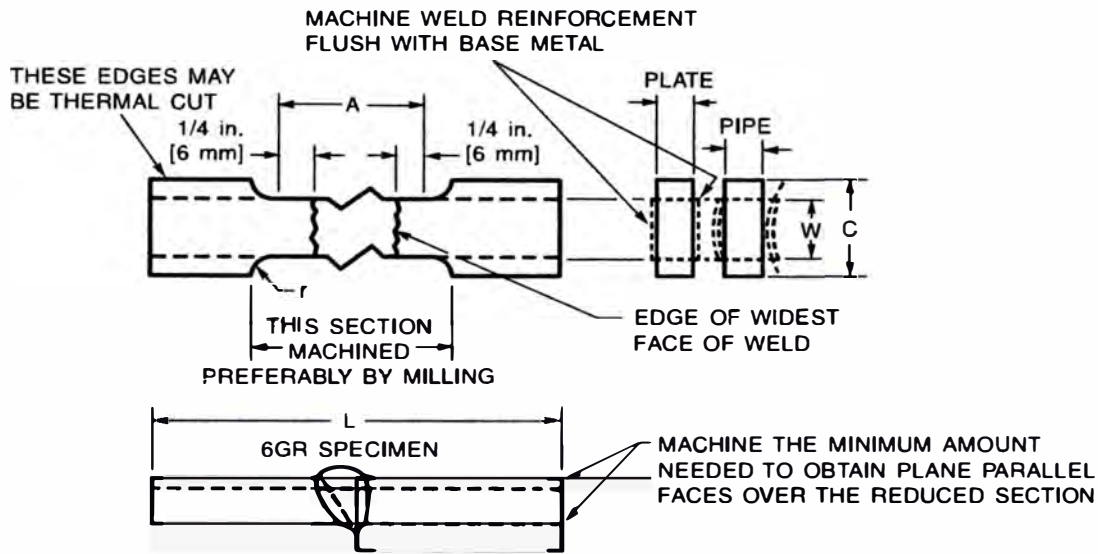
1. A longer specimen length may be necessary when using a wraparound type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 90 ksi [620 MPa] or more.
2. These edges may be thermal-cut and may or may not be machined.
3. The weld reinforcement and backing, if any, shall be removed flush with the surface of the specimen (see 5.24.4.1 and 5.24.4.2). If a recessed backing is used, this surface may be machined to a depth not exceeding the depth of the recess to remove the backing; in such a case, the thickness of the finished specimen shall be that specified above. Cut surfaces shall be smooth and parallel.

Figure 4.12—Face and Root Bend Specimens (see 4.8.3.1)



- Notes:
1. A longer specimen length may be necessary when using a wraparound-type bending fixture or when testing steel with a yield strength of 90 ksi [620 MPa] or more.
  2. For plates over 1-1/2 in. [38 mm] thick, the specimen shall be cut into approximately equal strips with T between 3/4 in. [20 mm] and 1-1/2 in. [38 mm] and test each strip.
  3. t = plate or pipe thickness.

**Figure 4.13—Side Bend Specimens (see 4.8.3.1)**



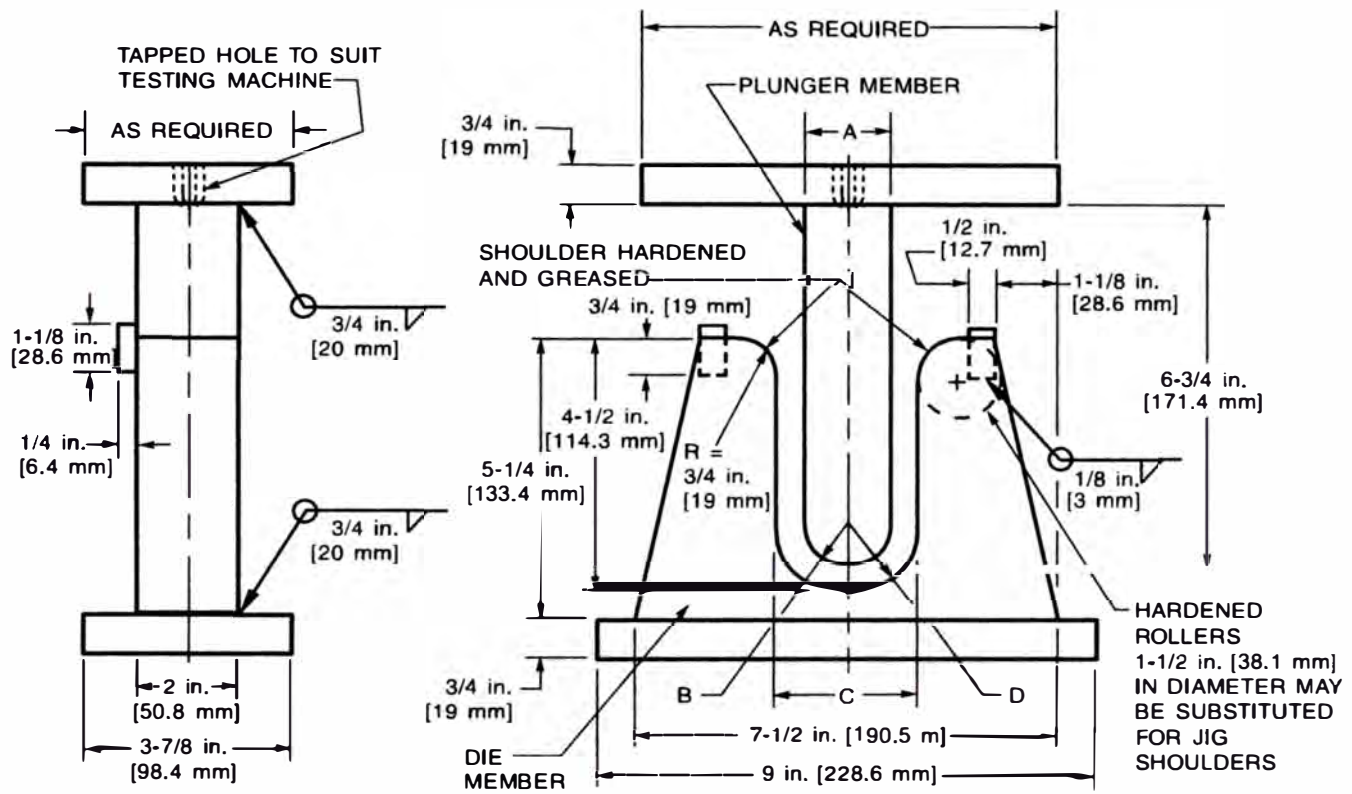
Dimensions in inches [mm]

	Test Plate Nominal Thickness, $T_p$			Test Pipe	
	$T_p \leq 1$ in. [25 mm]	1 in. [25 mm] < $T_p < 1\text{-}1/2$ in. [38 mm]	$T_p \geq 1\text{-}1/2$ in. [38 mm]	2 in. [50 mm] & 3 in. [75 mm] Diameter	6 in [150 mm] & 8 in. [200 mm] Diameter or Larger Job Size Pipe
A—Length of reduced section	Widest face of weld + 1/2 in. [12 mm], 2-1/4 in. [60 mm] min			Widest face of weld + 1/2 in. [12 mm], 2-1/4 in. [60 mm] min	
L—Overall length, min <sup>1</sup>	As required by testing equipment			As required by testing equipment	
W—Width of reduced section <sup>2,3</sup>	3/4 in. [20 mm] min	3/4 in. [20 mm] min	3/4 in. [20 mm] min	1/2 ± 0.01 (12 ± 0.025)	3/4 in. [20 mm] min
C—Width of grip section <sup>3,4</sup>	W + 1/2 in. [12 mm] min	W + 1/2 in. [12 mm] min	W + 1/2 in. [12 mm] min	W + 1/2 in. [12 mm] min	W + 1/2 in. [12 mm] min
t—Specimen thickness <sup>5,6</sup>	$T_p$	$T_p$	$T_p/n$ (Note 6)	Maximum possible with plane parallel faces within length A	
r—Radius of fillet, min	1/2 in. [12 mm]	1/2 in. [12 mm]	1/2 in. [12 mm]	1 in. [25 mm]	1 in. [25 mm]

General Note: Due to limited capacity of some tensile testing machines, alternate specimen dimensions for Annex M steels may be used when approved by the Engineer.

- Notes:
1. It is desirable, if possible, to make the length of the grip section large enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two-thirds or more of the length of the grips.
  2. The ends of the reduced section shall not differ in width by more than 0.004 in. [0.102 mm]. Also, there may be a gradual decrease in width from the ends to the center, but the width of either end shall not be more than 0.015 in. [0.381 mm] larger than the width at the center.
  3. Narrower widths (W and C) may be used when necessary. In such cases, the width of the reduced section should be as large as the width of the material being tested allows. If the width of the material is less than W, the sides may be parallel throughout the length of the specimen.
  4. For standard plate-type specimens, the ends of the specimen shall be symmetrical with the center line of the reduced section within 1/4 in. [6 mm].
  5. The dimension t is the thickness of the specimen as provided for in the applicable material specifications. The minimum nominal thickness of 1-1/2 in. [38 mm] wide specimens shall be 3/16 in. [5 mm] except as allowed by the product specification.
  6. For plates over 1-1/2 in. [38 mm] thick, specimens may be cut into approximately equal strips. Each strip shall be at least 3/4 in. [20 mm] thick. The test results of each strip shall meet the minimum requirements.

Figure 4.14—Reduced-Section Tension Specimens (see 4.8.3.4)

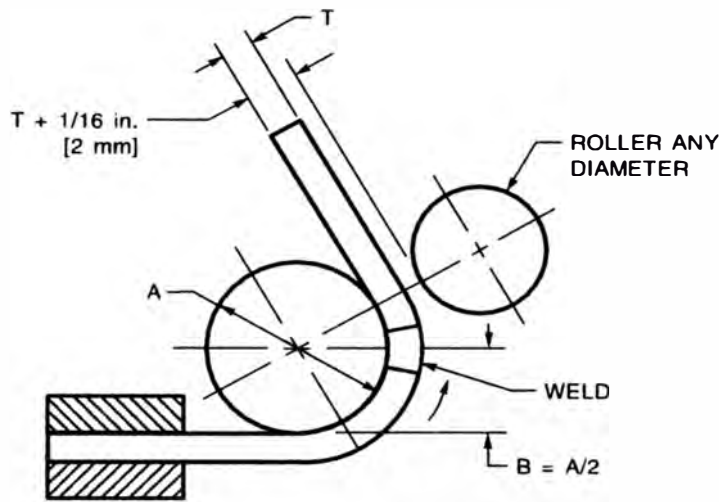


Specified or Actual Base Metal Yield Strength	A in. [mm]	B in. [mm]	C in. [mm]	D in. [mm]
50 ksi [345 MPa] & under	1-1/2 [38.1]	3/4 [19.0]	2-3/8 [60.3]	1-3/16 [30.2]
over 50 ksi [345 MPa] to 90 ksi [620 MPa]	2 [50.8]	1 [25.4]	2-7/8 [73.0]	1-7/16 [36.6]
90 ksi [620 MPa] & over	2-1/2 [63.5]	1-1/4 [31.8]	3-3/8 [85.7]	1-11/16 [42.9]

General Note: Plunger and interior die surfaces shall be machine-finished.

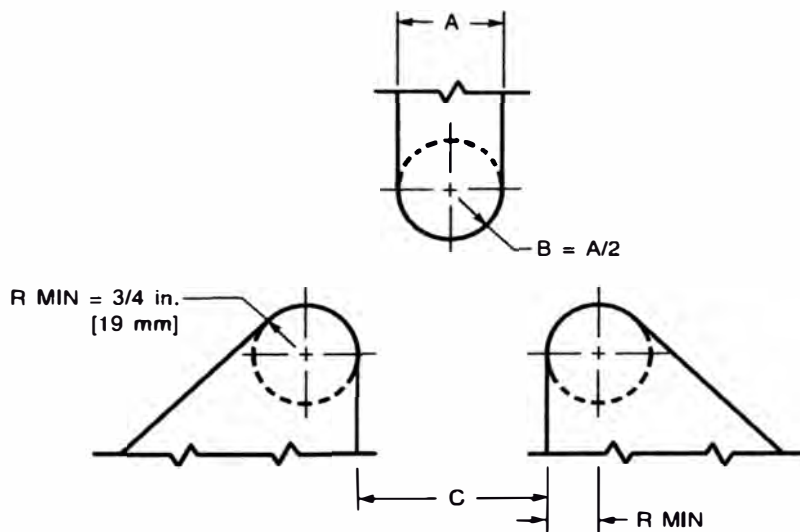
**Figure 4.15—Guided Bend Test Jig (see 4.8.3)**





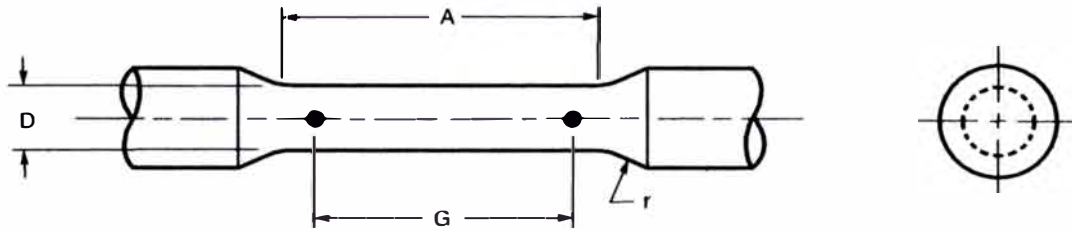
Specified or Actual Base Metal Yield Strength, ksi [MPa]	A in.	B in.	A mm	B mm
50 [345] & under	1-1/2	3/4	38.1	19.0
over 50 [345] to 90 [620]	2	1	50.8	25.4
90 [620] over	2-1/2	1-1/4	63.5	31.8

Figure 4.16—Alternative Wraparound Guided Bend Test Jig (see 4.8.3)



Specified or Actual Base Metal Yield Strength, ksi [MPa]	A in.	B in.	C in.	A mm	B mm	C mm
50 [345] & under	1-1/2	3/4	2-3/8	38.1	19.0	60.3
over 50 [345] to 90 [620]	2	1	2-7/8	50.8	25.4	73.0
90 [620] & over	2-1/2	1-1/4	3-3/8	63.5	31.8	85.7

Figure 4.17—Alternative Roller-Equipped Guided Bend Test Jig for Bottom Ejection of Test Specimen (see 4.8.3)



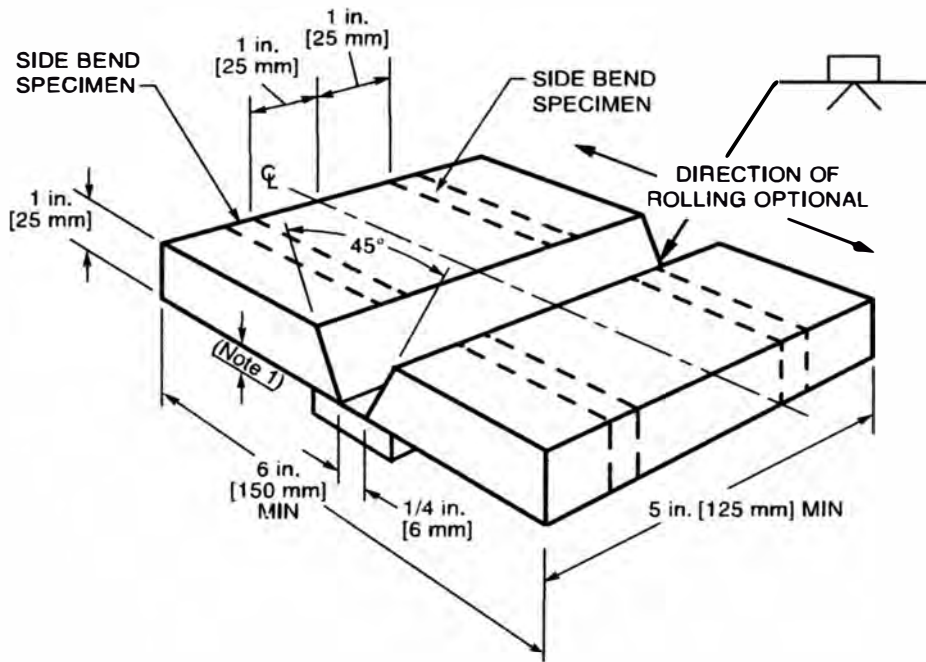
Dimensions in inches			
	Standard Specimen	Small-Size Specimens Proportional to Standard	
Nominal Diameter	0.500 in. Round	0.350 in. Round	0.250 in. Round
G—Gage length	2.000 ± 0.005	1.400 ± 0.005	1.000 ± 0.005
D—Diameter (Note 1)	0.500 ± 0.010	0.350 ± 0.007	0.250 ± 0.005
r—Radius of fillet, min	3/8	1/4	3/16
A—Length of reduced section (Note 2), min	2-1/4	1-3/4	1-1/4

Dimensions (metric version per ASTM E 8M)			
	Standard Specimen	Small-Size Specimens Proportional to Standard	
Nominal Diameter	12.5 mm Round	9 mm Round	6 mm Round
G—Gage length	62.5 ± 0.1	45.0 ± 0.1	30.0 ± 0.1
D—Diameter (Note 1), mm	12.5 ± 0.2	9.0 ± 0.1	6.0 ± 0.1
r—Radius of fillet, mm, min	10	8	6
A—Length of reduced section, mm (Note 2), min	75	54	36

**General Notes:**

- The reduced section may have a gradual taper from the ends toward the center, with the ends not more than one percent larger in diameter than the center (controlling dimension).
- If desired, the length of the reduced section may be increased to accommodate an extensometer of any convenient gage length. Reference marks for the measurement of elongation should be spaced at the indicated gage length.
- The gage length and fillets shall be as shown, but the ends may be of any form to fit the holders of the testing machine in such a way that the load shall be axial. If the ends are to be held in wedge grips, it is desirable, if possible, to make the length of the grip section great enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two-thirds or more of the length of the grips.

**Figure 4.18—All-Weld-Metal Tension Specimen (see 4.8.3.6)**

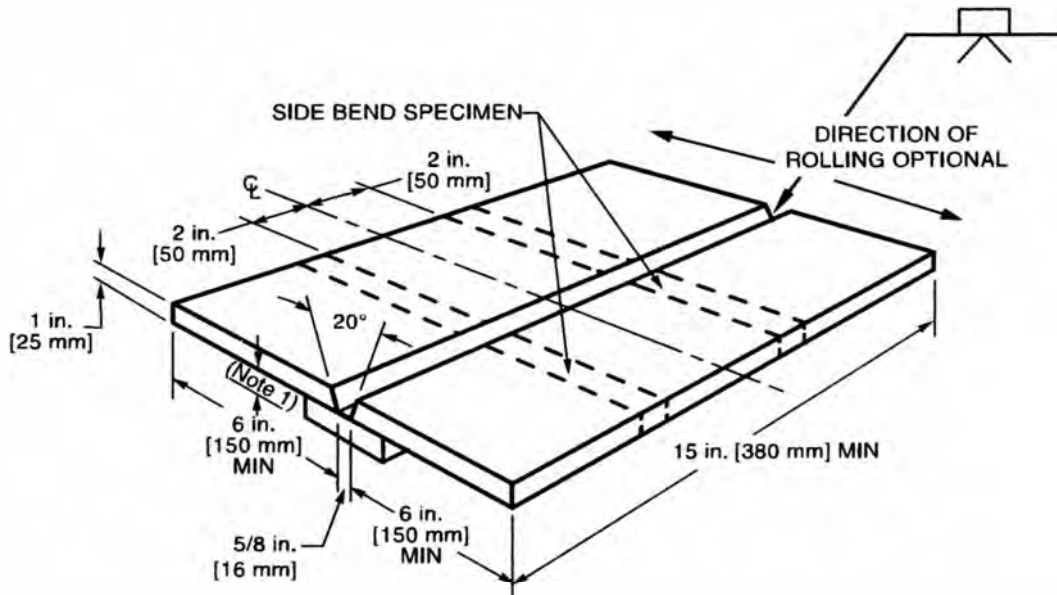


General Note: When RT is used, no tack welds shall be in test area.

Note:

1. The backing thickness shall be 1/4 in. [6 mm] min to 3/8 in. [10 mm] max; backing width shall be 3 in. [75 mm] min when not removed for RT, otherwise 1 in. [25 mm] min.

**Figure 4.21—Test Plate for Unlimited Thickness—Welder Qualification (see 4.23.1)**



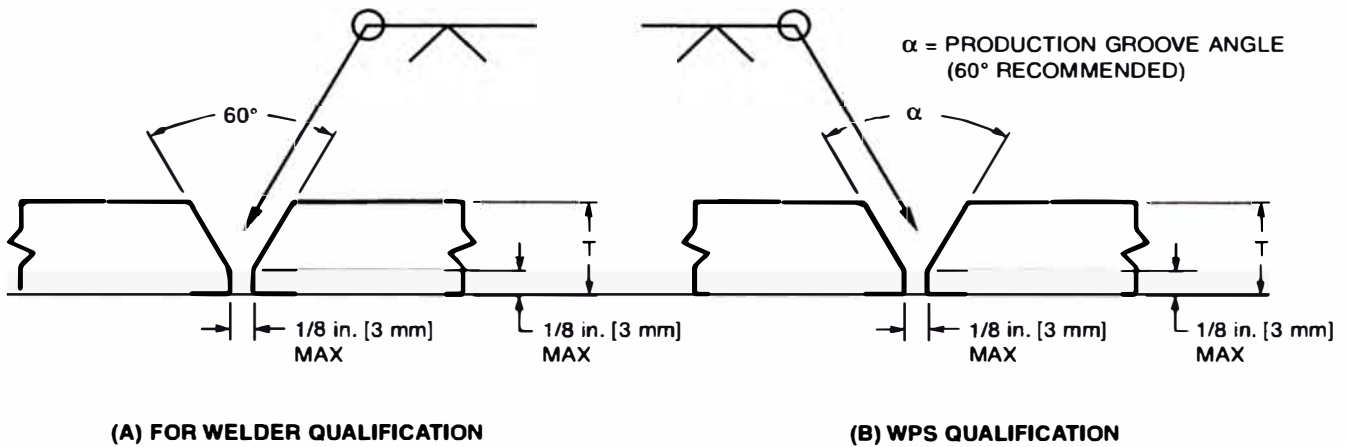
General Notes:

- When RT is used, no tack welds shall be in test area.
- The joint configuration of a qualified WPS may be used in lieu of the groove configuration shown here.

Note:

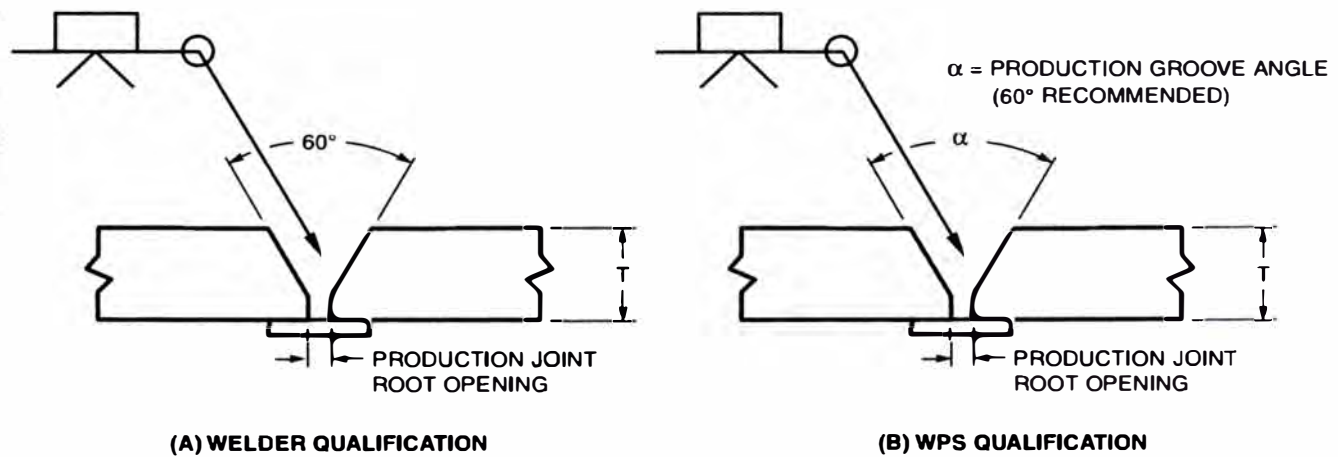
1. The backing thickness shall be 3/8 in. [10 mm] min to 1/2 in. [12 mm] max; backing width shall be 3 in. [75 mm] min when not removed for RT, otherwise 1-1/2 in. [40 mm] min.

**Figure 4.22—Test Plate for Unlimited Thickness—Welding Operator Qualification (see 4.23.2)**



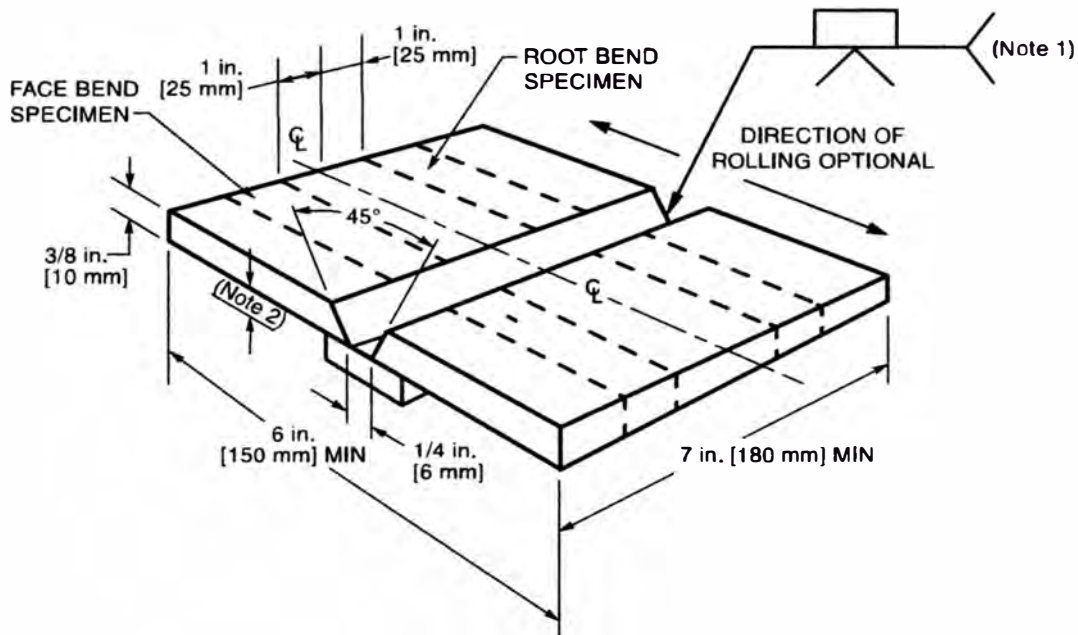
General Note: T = qualification pipe or box tube wall thickness.

**Figure 4.24—Tubular Butt Joint—Welder or WPS Qualification—without Backing (see 4.12.1, 4.12.2, and 4.26)**



General Note: T = qualification pipe or box tube wall thickness.

**Figure 4.25—Tubular Butt Joint—Welder or WPS Qualification—with Backing (see 4.12.1, 4.12.3, and 4.26)**



- Notes:
1. When RT is used, no tack welds shall be in test area.
  2. The backing thickness shall be 1/4 in. [6 mm] min to 3/8 in. [10 mm] max; backing width shall be 3 in. [75 mm] min when not removed for RT, otherwise 1 in. [25 mm] min.

**Figure 4.30—Test Plate for Limited Thickness—All Positions—  
Welder Qualification (see 4.23.1)**



## **PROCEDIMIENTO PRUEBA DE TINTES PENETRANTES**



Hugo Urteaga Lescano  
CWI 11122001  
QC1 ENP. 12/1/2014

# **JCONSULTANTS WELDING INSPECTION.**

## **PROCEDIMIENTO DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES DE UNIONES SOLDADAS.**

### **1-ALCANCE.**

Este procedimiento cubre el examen por el método de Líquidos Penetrantes de las uniones soldadas tope EN FILETE HORIZONTAL, DE VIGAS H DE UN ACERO ESTRUCTURAL DEL TIPO: ASTM A36 CONFORMADO EN CALIENTE, POR EL PROCESO GMAW.

### **2-DOCUMENTOS DE REFERENCIA:**

#### **2.1-Norma ASTM.**

E165-02 Métodos de Ensayo Normalizados para el Examen por Líquidos Penetrantes. E1417-99 Práctica Normalizada para el Examen por Líquidos Penetrantes. E433-71 (Re-aprobada 1997).

#### **2.2 ASNT**

Práctica Recomendada SNT-TC 1A Calificación y Certificación de Personal de END.

#### **2.3 ASME**

### **3-REQUERIMIENTOS DE CALIFICACION DE PERSONAL**

Se realiza según la norma :ASNT-TC.1A Calificación y Certificación del Personal de END.

### **4-EQUIPOS Y MATERIAL DE CALIFICACION PARA LA INSPECCION**

- Muestra a inspeccionar.**
- Solvente limpiador.**
- Líquidos penetrante.**
- Agua.**
- Revelador en suspensión y o seco**

**Hugo Urteaga Lescano**  
Inspector NDT (PT - VT)  
Nivel II SNT - TC - 1A - 2011  
Nº Cert. QC 11101



-Lámpara portátil.

-Regla y o wincha.

## **5-PROCEDIMIENTO DE INSPECCION.**

### **5.1 Selección del Método.**

**Método 1: Tipo I Proceso A, penetrantes fluorescente lavable con agua. Este proceso debe aplicarse antes del método 2.**

**Método 2: Tipo I Proceso AyC, penetrante visible lavable con agua y removible con solvente, respectivamente. Previa limpieza**

### **5.2 Método y forma de Limpieza y Secado.**

**-La temperatura de los materiales penetrantes y de la superficie de la pieza inspeccionada debe estar entre 10 y 38 °C (fluorescente); 10 y 52°C (visibles).**

**-Pre limpieza:**

**Se hace de acuerdo al Apéndice A A1 de la ASTM E165-02, empleando solventes orgánico.**

**Limpieza:**

**La superficie a inspeccionar y áreas adyacentes al menos 25 mm, a cada lado ,deben estar secas y limpias de escorias, óxidos, aceites etc.**

**Se limpiará con un solvente removedor del mismo fabricante para asegurar limpieza completa. Y luego se seca a temperatura ambiente. No debe exceder los 52°C y el tiempo de secado no debe ser menor a 5mim.**

### **5.3 Aplicación del Líquido Penetrante, tiempo de Penetración (dwee time).**

**La aplicación del penetrante se efectuará por espray, cubriendo completamente toda el área de interés. El tiempo de penetración se aplica de acuerdo a la tabla 2 de la ASTM e 165-02.**

### **5.4 Forma de Remoción del Exceso**

**Se remueve directamente con agua ,con la aplicación de un equipo manual(Espray) no debe ser mayor a 0.345 KPa (50psi). Evitar el sobre lavado,**

en caso contrario también se puede remover el exceso con un trapo humedecido con agua. Luego se seca exponiéndolo al aire a temperatura ambiente entre 7 y 10 minutos aproximadamente.

#### **5.5 Revelado.**

Se emplea un revelador en suspensión no acuosa, este se aplica por aspersion a una distancia aproximada de 300 mm ,procurando forme una capa fina y uniforme, preferentemente aplicar 2 capas delgadas sucesivas.

Se necesita ventilación adecuada y el tiempo a permanecer antes de ser inspeccionado es de 10min.

#### **5.6 Inspección ,condiciones de observación.**

Para la inspección se necesita luz blanca natural o artificial de 1000 lux.

#### **6-EVALUACION.**

-Indicaciones relevante, es toda aquella indicación q. tenga un tamaño igual o mayor a 2 mm.

-Indicación lineal, es aquella indicación relevante que tiene una longitud mayor a tres veces sus ancho

- Indicación redondeada, es aquella indicación relevante de forma circular , en la que su longitud es igual o menor a tres veces su ancho.

#### **7-FORMA DE MARCADO DE LAS UNIONES INSPECCIONADAS.**

Se registrarán todas las indicaciones relevantes iguales o mayores a 2 mm-

Elaborado por: Hugo Urteaga L

Inspector NDT (PT-VT) Nivel I

LIMA,8 DEMARZO DEL 2012

Calle 14 -R-09 Urb:Prolima -Los Olivos - Lima Telf:657-9956 Nextel 815\*4782 Email hugosam@hotmail.es.

**REPORTE DE CONTAMINANTES Y HOJA TECNICA DE  
PINTURAS**



# REPORTE: ANALISIS DE CONTAMINANTES SALES

CPP-DT-F00  
Rev. 00

Obra	3 NAVES - ALMACEN LURIN	Usuario Final	INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.
Cliente	CALIENES INGENIERIA S.A.C.	Representante	Ing. Yesenia Gutiérrez / Danny Vásquez
Contratista	GRANALLADOS AZOLER S.A	Representante	Sr. Pedro Mejía
Asesor Técnico	Ing. Saúl Díaz Vera	Vendedor	Ing. José Delfin
Fecha	12.07.2012	Lugar	Panamericana Sur Km 17.5

DATOS DEL ENSAYO	1
ZONA O ELEMENTO DE LA MUESTRA	Estructuras.
TIPO DE SUSTRATO	Acero al Carbono
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	Limpieza al metal blanco – SSPC SP5
PERFIL DE RUGOSIDAD	2.8 Mils (método cinta replica - ASTM D4417)

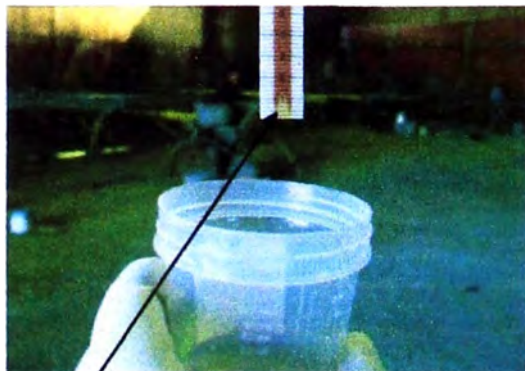
METODO UTILIZADO	Método Swabbing & Quantab - recuperación y análisis de sales solubles en la superficie"
NORMA DE REFERENCIA (Método Utilizado)	SSPC - GUIA 15
EQUIPO UTILIZADO	Quantab
TEMPERATURA AMBIENTE	22 °C

N° MEDICIONES EN MUESTRA	1
NORMA DE REFERENCIA (Valor máximo permisible)	SSPC-SP12: Limpieza y preparación de la superficie de metales por chorro de agua a presión previo al repintado
VALOR PROMEDIO OBTENIDO	Menor de 30 ppm de Cloruros

OBSERVACIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los valores de cloruros obtenidos son menores al valor máximo admisible según Guía 15 - SSPC.</li> <li>- Continuar con las recomendaciones técnicas de CPPQ.</li> </ul>
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ing. Saúl Díaz Vera			
Asesor Técnico CPPQ SA	QA / QC Cliente	Contratista	Usuario

## ARCHIVO FOTOGRAFICO



Los Cloruros son menores de 30 ppm



El Perfil de rugosidad 2.8 Mils



# JET 62 ZP ANTICORROSIVO

## Anticorrosivo epóxico de altos sólidos y espesor

### DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Protección inhibitoria y barrera a la vez en una capa.
- Contiene pigmento anticorrosivo que le confiere mayor protección contra la corrosión.
- Gran resistencia química y al medio ambiente.
- Película dura y de buena resistencia a la abrasión.
- Cumple con las especificaciones de Anticorrosivo Epóxico aprobadas por SEACE (CONSUCODE).
- No contiene pigmentos a base de plomo ni cromo.
- Protección de cascos, superestructura y bodegas de embarcaciones de todo tipo.
- Protección de acero estructural y tuberías para ambientes industriales y marinos.

### DATOS FÍSICOS

<b>Acabado</b>	Semi Mate	<b>Disolvente</b>	UNIPOXI, JETPOXY100
<b>Color</b>	Verde, Rojo Óxido, Gris	<b>Tiempo de vida útil</b>	4 horas a 21°C
<b>Componentes</b>	Dos	<b>Resistencia a la temperatura</b>	93°C en seco
<b>Relación de la mezcla (en volumen)</b>	1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	<b>Resistencia al Impacto</b>	30 lb x pulg, directo
<b>Curado</b>	Evaporación de solventes y reacción química	<b>% Elongación</b>	3%
<b>Sólidos en volumen</b>	63% ± 3%	<b>Dureza al Láplz</b>	6H
<b>Viscosidad</b>		<b>Dureza Péndulo Persoz</b>	180 ciclos
<b>ASTM D562</b>	80 - 90 KU	<b>Abrasión Taber a</b>	
<b>Espesor película seca</b>	4 - 8 mils (100 - 200 micrones)	<b>1000 ciclos, rueda CS-17,</b>	
<b>Número de capas</b>	Uno	<b>1 Kg de peso</b>	70 mg de pérdida
<b>Rendimiento teórico</b>	23.5 m <sup>2</sup> / gal a 4 mils de espesor seco		

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.  
Para mayores detalles de servicio consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Acero nuevo**  
Arenado comercial según norma SSPC-SP6 o algún imprimante recomendado.
- **Acero con pintura antigua**  
Limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP2 o SSPC-SP3.

La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.

### MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless**  
Similar a Graco Bulldog 30:1, boquilla 0.019" a 0.023" con filtro malla 60.
- **Equipo convencional a presión**  
Similar a Devlbiiss JGA-502, boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.
- **Brocha y rodillo**  
Resistentes a disolventes epóxicos.

### TIEMPOS SECADO a 21 °C (ASTM D1640)

Al tacto	1 - 2 horas
Al tacto duro	7 - 9 horas
Repintado mínimo	12 horas
Repintado máximo	
Consigo mismo	Ilimitado
Epóxico	Ilimitado
Poliuretano	1 mes
Inmersión	6 meses

### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
De la superficie	4 °C	50 °C
Del ambiente	4 °C	50 °C
Humedad Relativa		85%

La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes.
2. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador. Deje reposar por 15 minutos.
5. Filtre la mezcla usando una malla 30.
6. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del disolvente UNIPOXI, JETPOXY 100 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
7. Aplique la pintura en pasadas uniformes, traslapando al 50% de cada pasada.
8. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
9. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.
10. Para limpieza del equipo de aplicación use disolvente UNIPOXI, JETPOXY 100.

### IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- No requiere.

### ACABADOS RECOMENDADOS

- Puede ser repintado con Durapox Esmalte 950 o cualquier esmalte epóxico de la marca JET.

### DATOS DE ALMACENAMIENTO

- Peso por galón
  - "Parte A" 5.2 ± 0.2 Kg
  - "Parte B" 5.1 ± 0.2 Kg
- Punto de inflamación
  - "Parte A" 16 °C
  - "Parte B" 16 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.



# JET MASTIC 800

## Epoxi poliamida amina de altos sólidos

### DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Imprimante y pintura de acabado en un solo producto, con amplia variedad de colores.
- Excelente humectación y buena adhesión.
- Tolera restos de óxido bien adherido.
- Compatible con pinturas antiguas bien adheridas.
- Se aplica sobre superficies metálicas y de concreto.
- Recubrimiento de buen rendimiento y alto espesor de película seca.
- Resiste salpicaduras de álcalis y ácidos, a los solventes, al agua dulce o salada.
- Para mantenimiento y protección de estructuras de acero, tanques, tuberías, puentes y de industrias en general.
- Para proteger estructuras de concreto o superficies tartajeadas.

### DATOS FÍSICOS

<b>Acabado</b>	Semi Mate	<b>Disolvente</b>	UNIPOXI o JETPOXY 100
<b>Color</b>	Según cartilla (*) (* )Colores amarillos, naranja y rojos pueden requerir fondo	<b>Resistencia a la Temperatura</b>	93°C en seco 140°C intermitente
<b>Componentes</b>	Dos	<b>Tiempo de vida útil</b>	2.5 horas a 25°C
<b>Relación de mezcla (en volumen)</b>	1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	<b>Brillo</b>	Min 20 a 60°, excepto color aluminio
<b>Curado</b>	Evaporación de solventes y reacción química	<b>Resistencia a Impacto</b>	40 lb x pulg., directo
<b>Sólidos en volumen</b>	83% ± 3%	<b>%Elongación</b>	6%
<b>Viscosidad</b>	18000cp – 35000cp	<b>ASTM D522</b>	
<b>ASTM D2196</b>		<b>Dureza al Láplz</b>	
<b>Espesor película seca</b>	5 – 8 mils (125 – 200 micrones)	<b>ASTM D3363</b>	2H
<b>Número de capas</b>	Uno o dos	<b>Dureza Péndulo</b>	
<b>Rendimiento teórico</b>	24.7 m <sup>2</sup> /gal a 5 mils de espesor seco	<b>Perosz</b>	
		<b>ASTM D4366B</b>	180 ciclos
		<b>Abresión Taber a 1000 ciclos, rueda CS-17, 1 Kg de peso</b>	60 mg de pérdida

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.

Para mayores detalles de servicio consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Acero nuevo**  
Arenado comercial según norma SSPC-SP6 o algún imprimante recomendado.
- **Acero con pintura antigua**  
Limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP2 o SSPC-SP3.
- **Concreto**  
Limpieza según norma ASTM D4259 ("arenado") o ASTM D4260 (ataque ácido).

La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.

Para inmersión realizar como mínimo un "arenado" cercano al metal blanco según norma SSPC-SP10.

### MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless**  
Similar a Graco Bulldog 30:1, boquilla 0.019" a 0.023" con filtro malla 60.
- **Equipo convencional a presión**  
Similar a Devilbiss JGA-502, boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.



- **Brocha y rodillo**  
Resistentes a disolventes epóxicos.

#### TIEMPOS SECADO a 21 °C (ASTM D1640)

Al tacto	3 - 5 horas
Al tacto duro	18 - 22 horas
Repintado mínimo	16 horas
Repintado máximo	
Jethane 500	30 días
Jet Mastic 800	90 días

#### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
De la superficie	4 °C	50 °C
Del ambiente	4 °C	50 °C
Humedad Relativa		85%
La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.		

#### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes.
2. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Filtre la mezcla usando una malla 30.
6. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del disolvente UNIPOXI o JETPOXY 100 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
7. Aplique la pintura en pasadas uniformes, traslapando al 50% de cada pasada.
8. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
9. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.
10. Para limpieza del equipo de aplicación use disolvente UNIPOXI, JETPOXY100.

#### IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- Jet Zinc I-860, Jet Zinc I-760, Jet Zinc IR600 o cualquier imprimante epóxico de la marca JET.

#### ACABADOS RECOMENDADOS

- Puede ser repintado con otra capa de Jet Mastic 800. Sin embargo para mejorar su resistencia a la luz solar se recomienda un acabado poliuretano como Jethane 500 o similar en la marca JET.

#### DATOS DE ALMACENAMIENTO

- Peso por galón
  - "Parte A" 5.3 ± 0.4 Kg
  - "Parte B" 5.2 ± 0.2 Kg
- Punto de inflamación
  - "Parte A" 42 °C
  - "Parte B" 27 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

#### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.