



155
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA
PARA LA CASA DE MAQUINAS DE UNA CENTRAL
TERMoeLECTRICA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A:

HUGO VALLE HERRERA



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-051/94

Señor
HUGO VALLE HERRERA
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"FABRICACION Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA PARA LA CASA DE MAQUINAS DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA"

- I. ANTECEDENTES
- II. FABRICACION
- III. MONTAJE
- IV. CONTROL DE CALIDAD
- V. PROGRAMA
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 3 de mayo de 1994.
EL DIRECTOR.

ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLÍS

JMCS/RCR*nl1

A MIS PADRES:

**FIDIAS VALLE VEGA
VELIA HERRERA RAMIREZ**

A MIS HERMANOS:

**JAVIER VALLE HERRERA
FIDIAS VALLE HERRERA**

AL INGENIERO LUIS ZARATE ROCHA

A ICA-FLUOR DANIEL TUXPAN Y D.F.

GRACIAS

A MIS AMIGOS

A MIS PROFESORES Y COMPAÑEROS

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

INDICE

CAPITULO	PAGINA
CAPITULO PRIMERO ANTECEDENTES	1
CAPITULO SEGUNDO FABRICACION	11
CAPITULO TERCERO MONTAJE	28
CAPITULO CUARTO CONTROL DE CALIDAD	41
CAPITULO QUINTO PROGRAMA	68
CAPITULO SEXTO CONCLUSIONES	80

**CAPITULO PRIMERO
ANTECEDENTES**

CAPITULO PRIMERO

ANTECEDENTES

I.-PROYECTO CENTRAL TERMoeLECTRICA ADOLFO LOPEZ MATEOS:

1.-Localización:

La Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos se localiza al Norte del Estado de Veracruz, 20 Km al Norte de la ciudad de Tuxpan.

Su situación geográfica es: 97°19.5' W, 21°8.5'N, a 348 Km de la Ciudad de México.

2.-Datos Meteorológicos y Condiciones Climatológicas del Sitio:

- Altitud de la Planta sobre el Nivel del Mar: 3.00 m
- Presión Barométrica 760 mm Hg
- Temperatura Máxima Anual: 40° C
- Temperatura Promedio Anual: 24.3° C
- Humedad Relativa: 90 a 94 %
- Precipitación Pluvial Máxima Anual: 1868 mm
- Precipitación Pluvial Promedio Anual: 1346 mm

- Precipitación Pluvial Mínima Anual: 780 mm

3.-Descripción General:

La Central Termoeléctrica está integrada por 6 unidades diseñadas para consumo de combustóleo y gas natural, con una capacidad de 350 MW cada una, para dotar al complejo de una capacidad total de 2100 MW.

Las unidades 1 y 2 operan comercialmente desde 1989, La unidad 3 desde marzo de 1994 y la unidad 4 lo hace desde Julio del mismo año.

Las unidades 5 y 6 se construyen actualmente.

Los trabajos de la unidad 5 están planeados a ejecutarse en 35 meses, y para la unidad 6, en 39.

II.-CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5:

1.-Ubicación:

La Estructura Metálica de la Casa de Máquinas de la Unidad 5 de la Central Termoeléctrica, es el Objeto sobre el que trata el presente trabajo, en todos los aspectos que implica su Construcción.

Se señala su localización en la figura que muestra la distribución del Complejo, dentro del bloque de fuerza (Figura 1). Adyacente a su Estructura, se encuentra el Edificio Eléctrico y de Control de la misma unidad.

2.-Descripción

A) La Estructura Metálica de la Casa de Máquinas está compuesta por Marcos principales rígidos unidos por Trabes de liga, Contando con una serie de columnas interiores cuya función es la de recibir las acciones provenientes de dos niveles dentro del edificio, además de una trabe carril y elementos estructurales (Vigas y

Contravientos) encargados de rigidizar la estructura y tomar las solicitaciones provenientes de las acciones sobre las fachadas y la cubierta. Las bases de las columnas son atornilladas a anclajes integrantes del armado de un dado de Concreto reforzado; mismo que forma parte del cuerpo de Cimentación, consistente en Zapatas corridas. Todo el Acero Estructural corresponde a la Especificación A.S.T.M. A-36.

B) El tipo de Construcción es Mixto, existiendo Conexiones Soldadas y Atornilladas de acuerdo al Diseño Propuesto.

Las Dimensiones de Algunos Elementos Estructurales conducen a una Construcción Compuesta de los mismos, como en el caso de las Columnas y las Alfardas; otros como los contravientos, se componen de un solo Perfil Estructural.

Se muestra la Estructura Metálica y sus dimensiones en los siguientes planos y dibujos seleccionados:

3.- Planos y Dibujos:

- 1) Marco sobre los ejes 6" y 9" (Arquitectónico)
- 2) Columnas eje A11 Nivel -0.700 a +12.500
- 3) Columnas eje A11 Nivel +12.500 a +24.275
- 4) Columnas eje A11 Nivel +24.275 a +31.700
- 5) Alfarda ejes 10" - 11" - 14"
- 6) Cubierta (Conjunto)

4.-Objetivo del Presente trabajo:

Dar Reglas y Procedimientos adecuados para la ejecución correcta de los trabajos de Fabricación, Montaje y Control de Calidad de la Estructura Metálica de la Casa de Máquinas de la Unidad 5, Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos; Tuxpan, Ver.

conforme a los Códigos, Normas y Especificaciones de Proyecto, de manera que la Construcción cumpla con las Características de Calidad-Economía Establecidas y se apegue al diseño de Ingeniería Planteado para la Estructura.

5.-Condiciones Generales para las Actividades de Construcción:

A) INGENIERIA DE DETALLE:

Deben prepararse planos de Fabricación y Montaje mostrando las marcas que se utilizarán para cada Elemento de la Estructura. Estos planos deberán llevar sello de aprobación antes de llevar a cabo cualquier actividad.

B) SUMINISTRO:

El Suministro de Placas, Barras, Perfiles, Tornillería, Materiales para Soldadura, Recubrimientos, etc. deberá ser conforme a las especificaciones de proyecto.

C) FABRICACION:

Se ejecutarán los Trabajos consistentes en el Habilitado, Ensamble y Soldadura de las secciones estructurales, de Acuerdo a los Planos y Especificaciones de diseño.
Exámenes no destructivos y su documentación
Verificación dimensional.

D) TRANSPORTE:

Transporte del taller de Fabricación al sitio de Montaje, incluye: Carga y descarga, manejo, custodia y almacenaje.

Antes de proceder a descargar cualquier embarque de estructura, ésta deberá ser aprobada por la Organización de Control de Calidad.

Cada embarque deberá ser programado de acuerdo a la secuencia de Montaje en Sitio, con el Objeto de evitar su almacenaje por largo tiempo en la Obra.

Cada embarque deberá ser enviado con toda la documentación requerida, tales como Certificados de Calidad, Liberaciones etc.

Cada embarque se protegerá de la mejor manera posible para evitar dañar la estructura durante su transporte y manejo.

E) MONTAJE:

Planos aprobados de Construcción.

Preparación de los preensambles (Limpieza de Tornillos, Preajuste, Calibración de Torquímetro, Control de Materiales de Soldadura, Calificación de Procedimientos de Soldadura).

Apriete de Tornillos de acuerdo a la Especificación correspondiente (Tensión Controlada)

Aplicación de Soldadura de Acuerdo a procedimientos Calificados y ejecutada por personal capacitado.

Exámenes no destructivos de Soldadura, Control y Verificación de Izaje, Colocación, Nivelación y Plomeo de los miembros estructurales, Ajustes a los mismos así como verificación del par de apriete de tornillos.

Reparación de Soldadura o estructura en su caso bajo la supervisión y aprobación de Control de Calidad.

F) RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURA:

Materiales, Mano de Obra, Equipo y Maquinaria necesarios para recubrir las estructuras, entendiéndose por esto, la limpieza de las superficies, suministro de los recubrimientos, Aplicación de Primario, Acabado y Resanes en Campo.

G) LA EJECUCION DE TODAS LAS ACTIVIDADES DEBE REGIRSE POR EL PROGRAMA DE OBRA PARA LA ESTRUCTURA.

6.- Alcances Técnicos:

Antes de Iniciar cualquier actividad, el personal relacionado deberá contar con los siguientes procedimientos:

- Fabricación
- Aplicación de Soldadura
- Control de Materiales de Soldadura
- Montaje
- Pintura
- Inspección no Destructiva de Soldadura
- Calificación de Personal
- Liberación y Certificación de las Actividades de Construcción.

7.-Requerimientos de Información:

- A) Planos de Fabricación y Montaje antes de proceder a éstas actividades.
- B) Informes Semanales de los Avances en Fabricación y diarios de las Actividades de Montaje.
- C) Liberaciones ya sean totales o parciales de trabajos realizados, por parte de la Organización de Control de Calidad.
- D) Todos los Certificados de Control de Calidad de los Materiales utilizados.
- E) Toda la información requerida por los procedimientos señalados en el punto 6.

8.-Control de Calidad:

- A) Los materiales suministrados se liberarán para su uso sólo que cumplan con las especificaciones indicadas.
- B) Certificados del análisis de propiedades físicas y químicas del acero empleado.
- C) Certificados de Calidad de todos los materiales empleados
- D) Reportes de todas las Inspecciones requeridas realizadas e informes de los resultados.

9.-Condiciones de aceptación de los trabajos:

- A) Cualquier trabajo que presente errores de Suministro, Fabricación, Montaje, Pintura o Detalle, será rechazado por Control de Calidad de Acuerdo a las Tolerancias y Características de Calidad señaladas en los Códigos Correspondientes.

Asimismo, Control de Calidad ordenará las correcciones necesarias notificándolo a la Superintendencia General de Construcción.

B) Las Estructuras no serán Liberadas hasta que se efectúe su Montaje total, previa conformidad de Control de Calidad.

C) Las Entregas deberán realizarse de acuerdo al Programa de Construcción establecido.

10.-Construcciones y Servicios Temporales:

A) Deben proporcionarse al personal de campo todos los servicios que se requieran tales como Agua Potable, Sanitarios, Hielo y Transporte además de un adecuado Servicio médico.

B) Debe establecerse un área de almacenaje temporal de la estructura previo a su erección.

C) Las Instalaciones eléctricas deberán cumplir con las normas de seguridad correspondientes. Todas las extensiones y cables deben ser de cable tipo uso rudo y los contactos y clavijas, del tipo Industrial.

D) Debe establecerse un área para oficinas y Almacenes de Campo los cuales deberán permanecer presentables y de acuerdo a lo indicado en los procedimientos de Fabricación y Montaje.

11.- Fechas de Inicio y Terminación de Construcción de la Estructura Metálica:

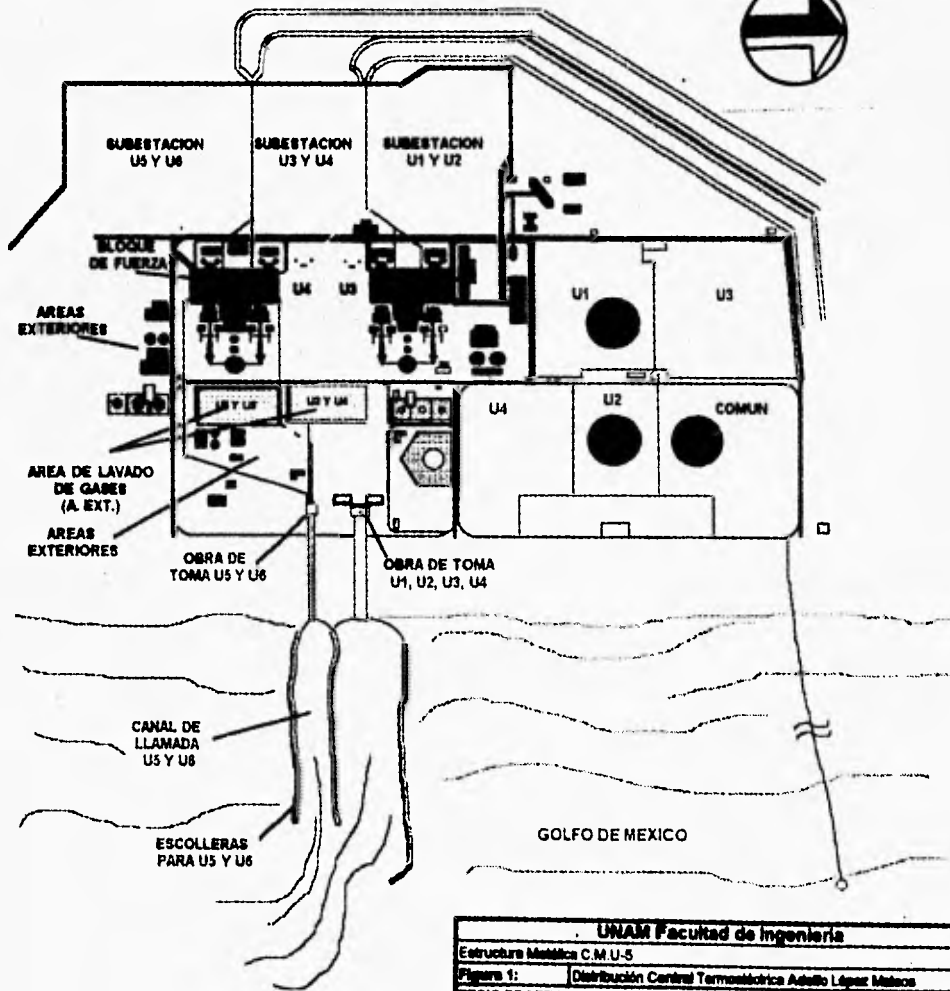
A) INICIO: 1 de Noviembre de 1993

B) TERMINACION: 8 de Marzo de 1995

FIGURAS Y PLANOS

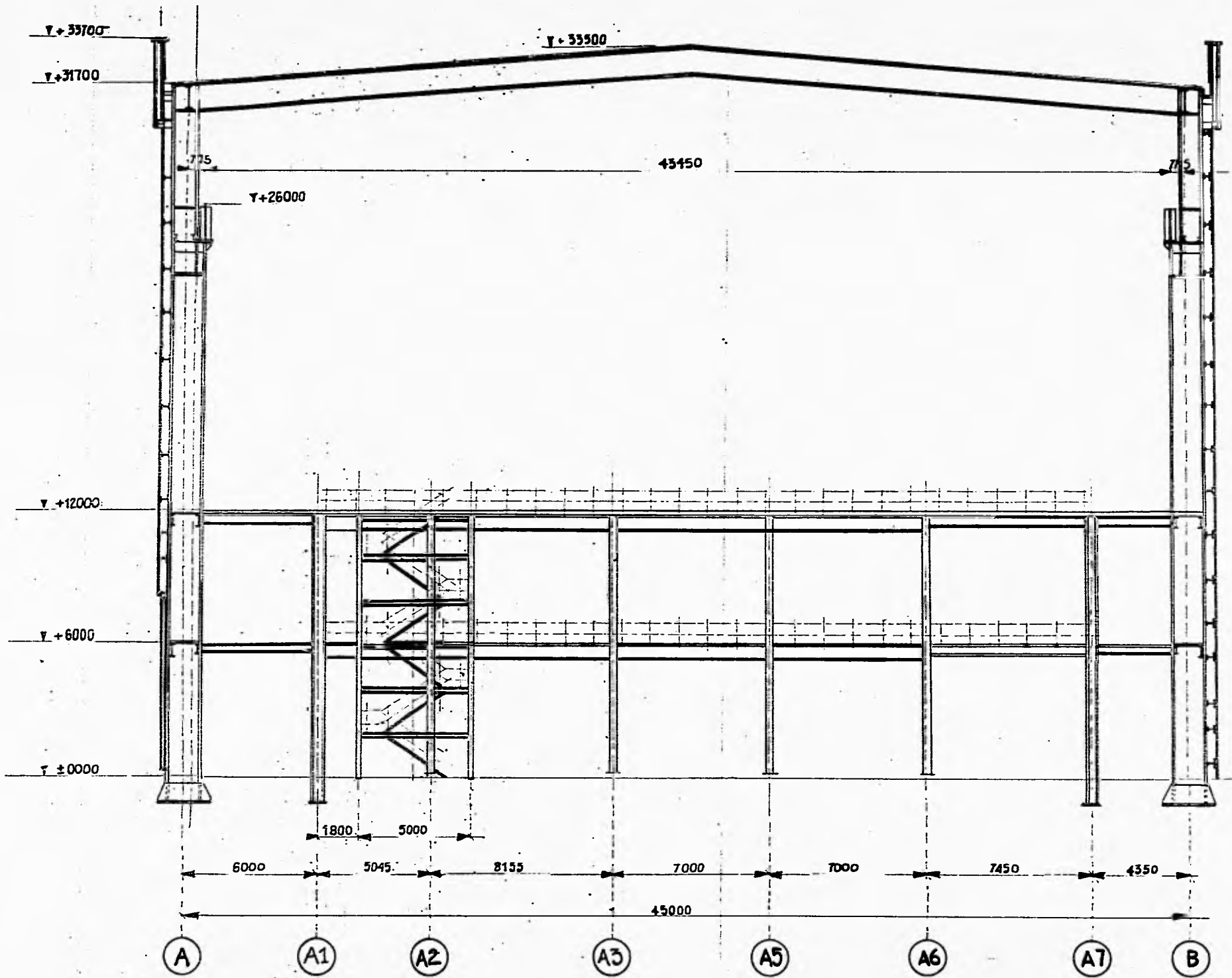
PROYECTO CENTRAL TERMoeLECTRICA ADOLFO LOPEZ MATEOS
 UNIDADES 1, 2, 3, 4, 5 Y 6
 TUXPAN, VERACRUZ

ARREGLO



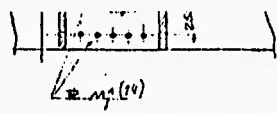
UNAM Facultad de Ingeniería	
Estructura Metálica C.M.U-S	
Figura 1:	Distribución Central Termoelectrica Adolfo López Mateos
TESIS PROFESIONAL: Hugo Valle Herrera	

FALLA DE ORIGEN

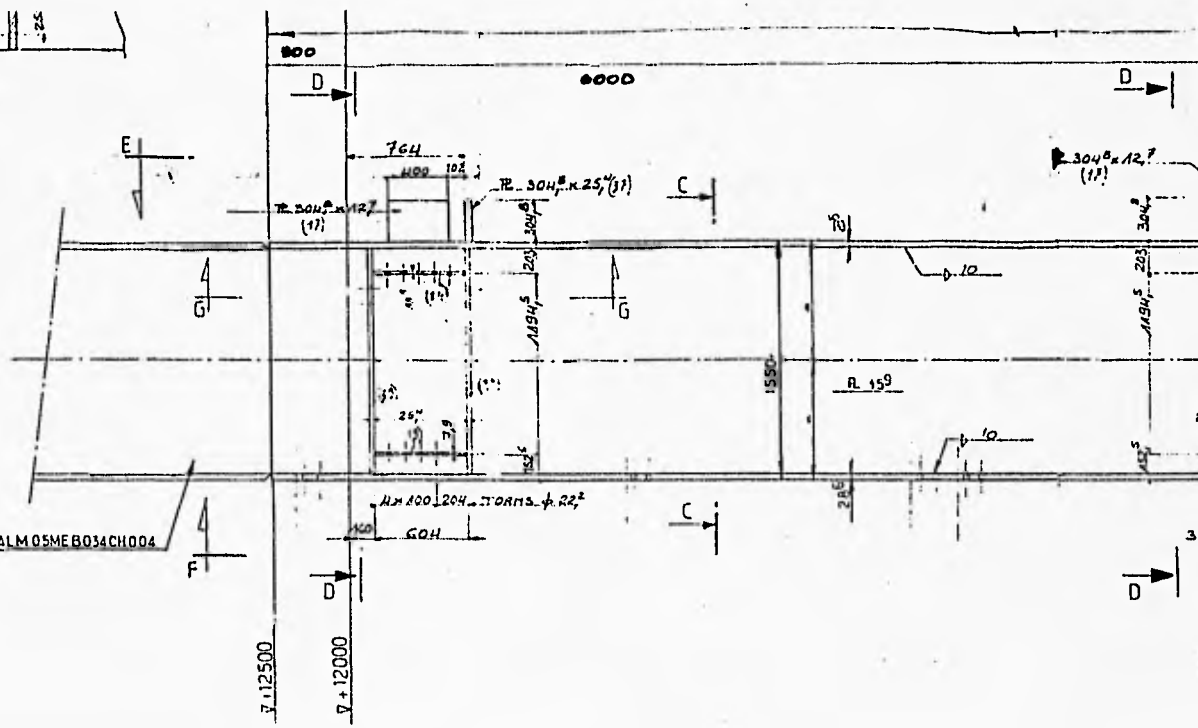


FALLA DE ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
Estructura Metálica C.M. U-S	
PLANO 1:	MARCO SOBRE EJES 6° Y 9° ARQUITECTONICO
TESIS PROFESIONAL: HUGO VALLE HERRERA	



VER DIBUJO ALM05MEB034CH004



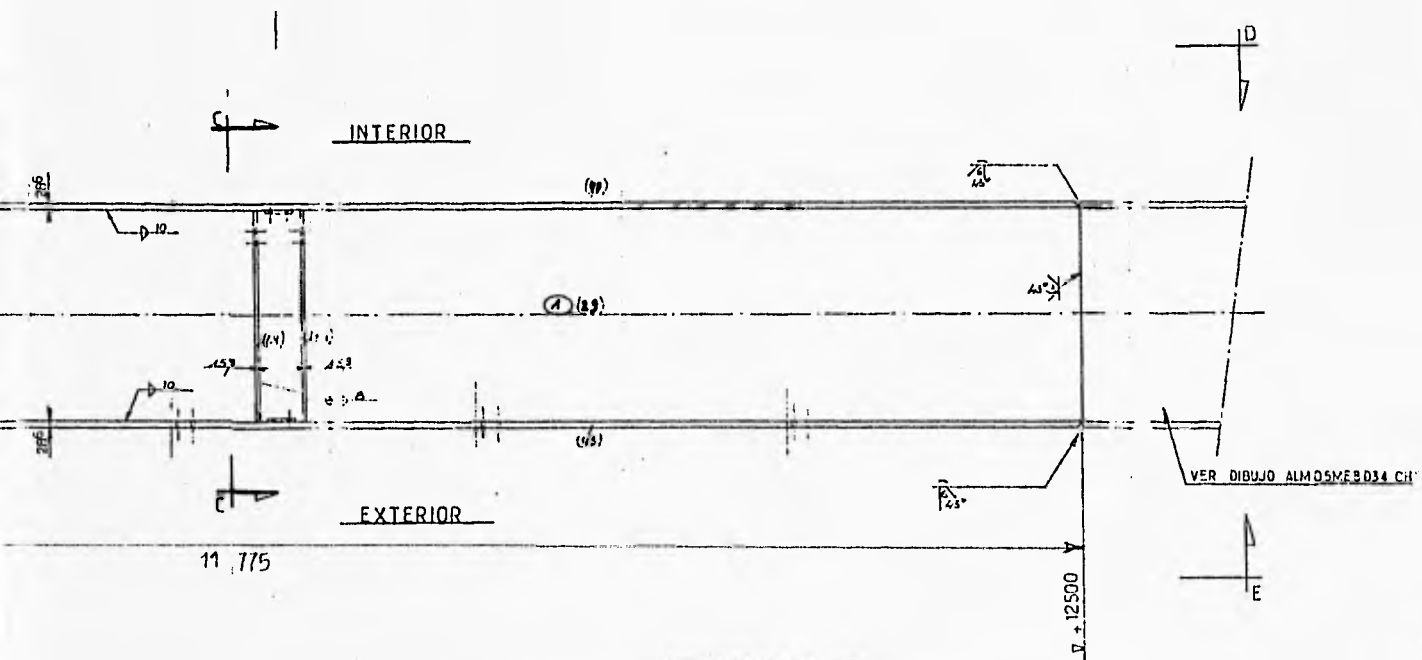
7 + 12500
7 + 12000

COLUMNAS EJE A11 DE -0.700 A +12.500

NOTAS:

- DIMENSIONES EN MILIMETROS
- NIVELES EN METROS
- ACERO ESTRUCTURAL ESPECIFICACION ASTM A-36
- ESPECIFICACIONES AISC Y AWS
- TORNILLOS PARA CONEXIONES POR APLASTAMIENTO:
DE ALTA RESISTENCIA TIPO ASTM A-325
- TORQUEADO: METODO DE TENSION CONTROLADA
- OTROS TORNILLOS: TIPO ASTM A-307
- SOLDADURA SERIE E-70
- EL NIVEL +0.000 CORRESPONDE AL NIVEL TOPOGRAFICO +3.500

REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
6	1	COLUMNA TRAMO BAJO
5	4	PL 203,2X 4,8
4	2	PL 203,2 X 6,4
3	2	PL 203,2 X 7,9
2	2	PL 203,2X 12,7
1	2	PL 203,2 X 25,4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
Estructura Metálica C.M. U-5	
PLANO 3	COLUMNAS EJE A11 NIVEL +12.500 A +24.275. VISTA LATERAL
TESIS PROFESIONAL: HUGO VALLE HERRERA	

COLUMNAS EJE A11 DE +12.500 A +24.275

NOTAS:

-DIMENSIONES EN MILIMETROS

-NIVELES EN METROS

-ACERO ESTRUCTURAL ESPECIFICACION ASTM A-36

-ESPECIFICACIONES AISC Y AWS

-TORNILLOS PARA CONEXIONES POR APLASTAMIENTO:
DE ALTA RESISTENCIA TIPO ASTM A-325

-TORQUEADO: METODO DE TENSION CONTROLADA

-OTROS TORNILLOS: TIPO ASTM A-307

-SOLDADURA SERIE E-70

-EL NIVEL +0.000 CORRESPONDE AL NIVEL TOPOGRAFICO +3.500

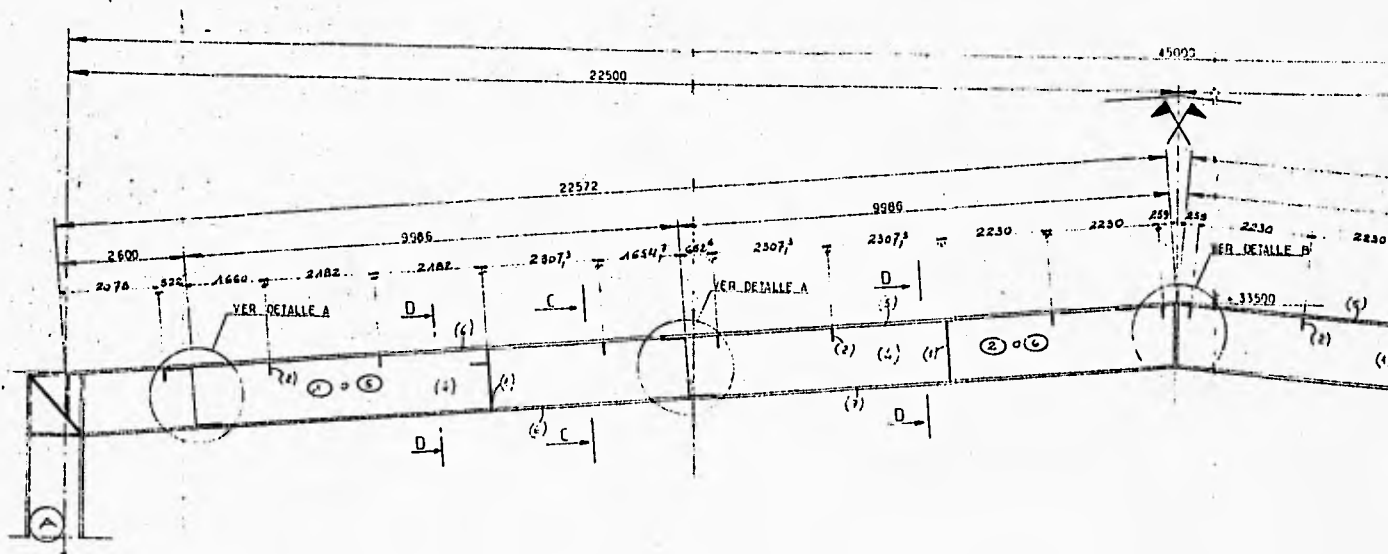
REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
1	1	COLUMNA TRAMO INTERMEDIO

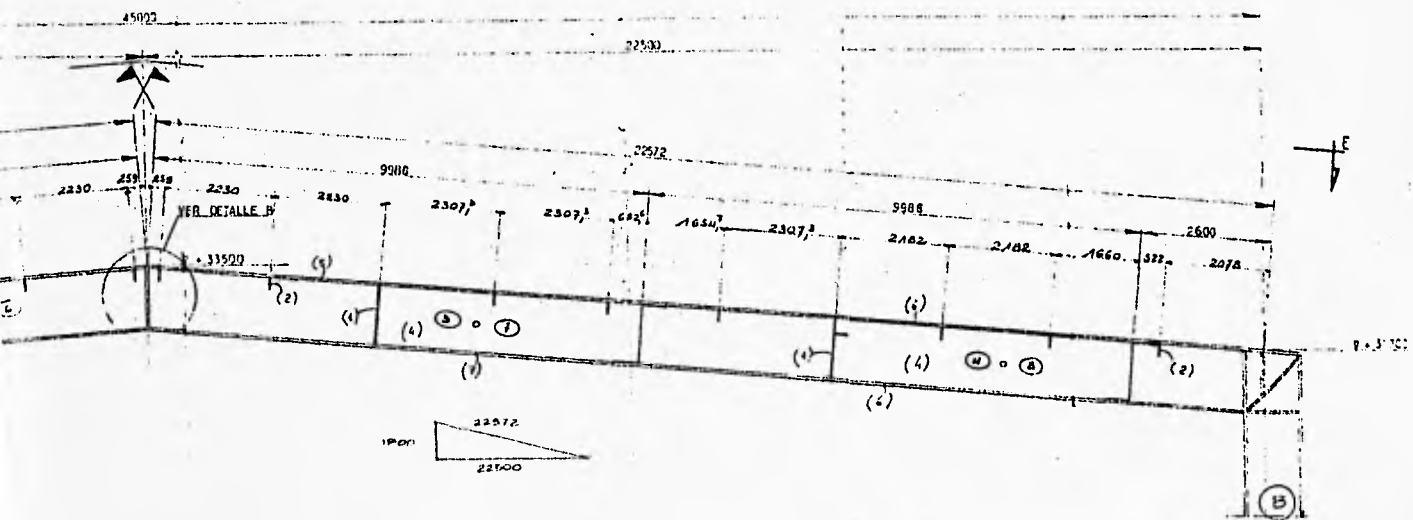
COLUMNAS EJE A11 DE +24.275 A +31.700

NOTAS:

- DIMENSIONES EN MILIMETROS
- NIVELES EN METROS
- ACERO ESTRUCTURAL ESPECIFICACION ASTM A-36
- ESPECIFICACIONES AISC Y AWS
- TORNILLOS PARA CONEXIONES POR APLASTAMIENTO:
DE ALTA RESISTENCIA TIPO ASTM A-325
- TORQUEADO: METODO DE TENSION CONTROLADA
- OTROS TORNILLOS: TIPO ASTM A-307
- SOLDADURA SERIE E-70
- EL NIVEL +0.000 CORRESPONDE AL NIVEL TOPOGRAFICO +3.500

REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
1	2	COLUMNA TRAMO ALTO





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
Estructura Metálica C.M. U-5	
PLANO 6	ALFARDA EJES 10°-11°-14°
TESIS PROFESIONAL: HUGO VALLE HERRERA	

FALLA DE ORIGEN

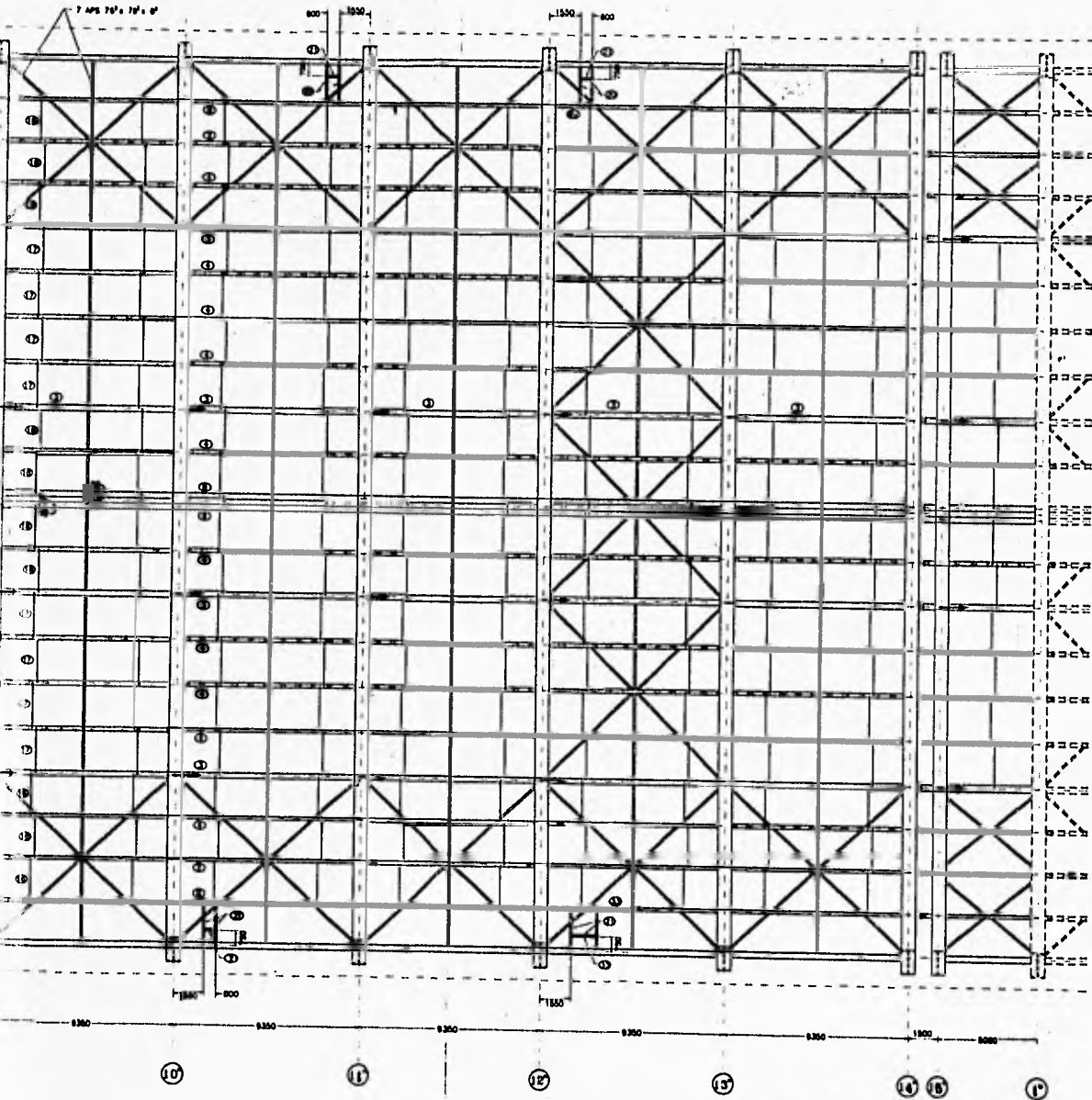
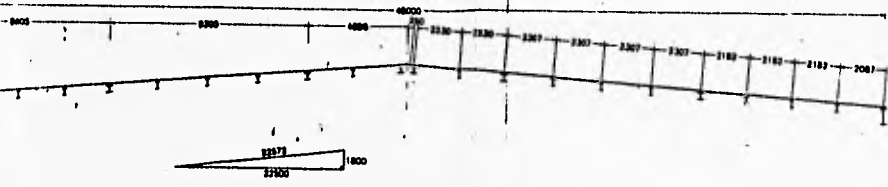
ALFARDA EJE 10"-11"-14"

NOTAS:

- DIMENSIONES EN MILIMETROS
- NIVELES EN METROS
- ACERO ESTRUCTURAL ESPECIFICACION ASTM A-36
- ESPECIFICACIONES AISC Y AWS
- TORNILLOS PARA CONEXIONES POR APLASTAMIENTO:
DE ALTA RESISTENCIA TIPO ASTM A-325
- TORQUEADO: METODO DE TENSION CONTROLADA
- OTROS TORNILLOS: TIPO ASTM A-307
- SOLDADURA SERIE E-70
- EL NIVEL + 0.000 CORRESPONDE AL NIVEL TOPOGRAFICO + 3.500

REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
8	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
7	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
6	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
5	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
4	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
3	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
2	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO
1	2	TRAMO DINTEL DE PORTICO

CORTE A-A



FALLA DE ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
Escuela: Mecánica de U	CUERPO ACADÉMICO
CARRERA: INGENIERÍA EN MECÁNICA	
TEMA PROFESIONAL: MURO VALLA HERNERA	

CUBIERTA (CONJUNTO)

NOTAS:

- DIMENSIONES EN MILIMETROS
- NIVELES EN METROS
- ACERO ESTRUCTURAL ESPECIFICACION ASTM A-36
- ESPECIFICACIONES AISC Y AWS
- TORNILLOS PARA CONEXIONES POR APLASTAMIENTO:
DE ALTA RESISTENCIA TIPO ASTM A-325
- TORQUEADO: METODO DE TENSION CONTROLADA
- OTROS TORNILLOS: TIPO ASTM A-307
- SOLDADURA SERIE E-70
- EL NIVEL + 0.000 CORRESPONDE AL NIVEL TOPOGRAFICO +3.500

REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
33	1	IPR 303X203X13,1X7,5
32	1	IPR 200X100X5,2X4,3
31	2	IPR 200X100X5,2X4,3
30	16	APS 76,2X76,2X6,3
29	16	APS 76,2X76,2X6,3
28	16	APS 76,2X76,2X6,3
27	48	APS 76,2X76,2X6,3
26	6	CONEXION
25	12	CONEXION
24	2	PL 9,5
23	4	PL 9,5

REFERENCIA:	CANTIDAD	DESCRIPCION:
22	12	PL 9,5
21	3	IPR 200X100X5,2X4,3
20	6	IPR 200X100X5,2X4,3
19	12	DIAM 12,7
18	48	DIAM 12,7
17	36	DIAM 12,7
16	72	APS 76,2X76,2X6,3
15	12	APS 76,2X76,2X6,3
14	12	APS 76,2X76,2X6,3
13	12	APS 76,2X76,2X6,3
12	16	APS 76,2X76,2X6,3
11	32	APS 76,2X76,2X6,3
10	48	APS 76,2X76,2X6,3
9	48	APS 76,2X76,2X6,3
8X	1	IPR 303X203X13,1X7,5
8	2	IPR 303X203X13,1X7,5
7	432	PL 9,5
6	8	IPR 303X203X13,1X7,5
5	4	IPR 303X203X13,1X7,5
4	56	IPR 303X203X13,1X7,5
3	24	IPR 303X203X13,1X7,5
2	16	IPR 303X203X13,1X7,5
1	8	IPR 303X203X13,1X7,5

CAPITULO SEGUNDO

FABRICACION

CAPITULO SEGUNDO

FABRICACION

I.-INTRODUCCION:

Los trabajos consistentes en el Habilitado, Ensamble, Soldadura y Acabado de las Secciones Estructurales de Acuerdo a Las Especificaciones y Planos de diseño, así como el Control de Calidad de los Elementos producidos, integran el proceso de Fabricación.

Con el objeto de normar este proceso de producción, se ha elaborado el siguiente procedimiento. En el Capítulo 4 se hará referencia al Control de calidad en Fabricación.

II.- PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE ESTRUCTURA METALICA PARA LA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5, C.T.A.L.M. TUXPAN, VER.

1.- Propósito:

El propósito de este procedimiento es dar reglas para producir en el Taller de Fabricación, los Elementos Estructurales o partes de éstos, de manere adecuada y conforme a las Dimensiones, Acabados y Características de calidad indicados en los Planos de Diseño y Especificaciones correspondientes a la Casa de Máquinas U-5.

2.- Alcance:

Este procedimiento se aplicará en el Suministro y Fabricación de Estructura Metálica de acuerdo a las prácticas definidas en el "Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges", del A.I.S.C. y bajo las normas del A.W.S. Code.

3.- Definiciones:

- A) A.I.S.C.: American Institute of Steel Construction.
- B) A.S.T.M.: American Society of Testing and Materials.
- C) A.W.S.: American Welding Society.
- D) A.I.S.I.: American institute of Steel and Iron.
- E) A.N.S.I.: American National Standards Institute.
- F) **INSPECCION DE RECEPCION:** Verificar el Estado Físico del Acero Estructural, comparando remisión factura contra requisición de compra, solicitando los certificados de calidad y comparándolos con los estándares correspondientes.
- G) **TRAZO:** Colocar sobre la zona de trabajo las líneas requeridas de acuerdo a un plano.
- H) **CORTE:** Es el procedimiento de separación de las piezas trazadas, por medio de oxicorte o medios mecánicos.
- I) **REBABEAR:** Quitar los resaltes formados por materia sobrante en los bordes de las piezas cortadas. Efectuado por cortes mecánicos o mediante corte a la flama.
- J) **IDENTIFICAR:** Colocar marcas con un número de golpe o pintura a los elementos que integran la estructura para su reconocimiento, de acuerdo a los planos de diseño.
- K) **SOLDAR:** Es la unión de piezas previamente armadas por medio de fusión conforme a un procedimiento previo autorizado e indicado en los planos.
- L) **BARRENAR:** Efectuar una perforación en una pieza por medios mecánicos (Taladro radial, magnético o punzonadora).
- M) **ROSCAR:** Labrar los resaltes helicoidales de un perno por medio de una tarraja manual.
- N) **BISELAR:** Efectuar cortes oblicuos con equipo de oxicorte y/o medios mecánicos.
- O) **ARMAR:** Concertar o montar las partes de acuerdo a un plano de diseño.
- P) **ENDEREZADO DE VIGAS:** Eliminar posibles deformaciones utilizando prensa o calor controlado. Se realizará Inspección visual del área afectada.
- Q) **LIMPIEZA MECANICA:** Quitar con Arc-Air o Esmeriladora puntos de soldadura que fueron usados como auxiliares en el armado.

R) **TRASLADO DE MARCAS:** Es la actividad que se realiza tanto en recepción como durante el proceso con objeto de poder rastrear la materia prima contra sus documentos o registros.

4.-Prerequisitos:

A) Materiales:

A.1) Todo el acero para perfiles, placas y barras, debe cumplir con la Especificación A.S.T.M. A-36. Sin excepción, todo el material que se utilice para fabricación, debe ser nuevo y el proveedor debe proporcionar junto con la documentación de compra, el número de colada, el tipo de material suministrado y el certificado de calidad que avale la conformidad del acero estructural con la especificación antes mencionada, en el que se muestren los resultados de las pruebas aplicadas a las muestras de las coladas de las que proceda el material, mismos que deben cumplir con las propiedades mecánicas y químicas señaladas en la norma.

Todo esto debe ser cuidadosamente revisado durante la Inspección de recepción. (Materiales, Cap. 4, Control de Calidad).

A.2) Las placas, perfiles y barras a emplear en la fabricación de los elementos, deben cumplir con las tolerancias indicadas en la especificación A.S.T.M. A-6. En caso de no satisfacerlas, se requerirá la aprobación del Supervisor de Control de Calidad para poder corregirlo, utilizando Tratamiento Térmico.

-El enderezado por temperatura es efectivo para eliminar curvas o deformaciones relativamente fuertes en un miembro que debería ser recto. La Temperatura máxima a utilizar en el proceso son 1200 ° F. El calor aplicado debe medirse constantemente por crayones indicadores de temperatura u otros medios confiables durante el calentamiento.

Deben seleccionarse zonas a calentar, las cuales presentarán una expansión restringida por las zonas frías adyacentes. Esta acción producirá un engrosamiento uniforme de las fibras del miembro y por lo tanto, un cambio en el perfil de éste.

A.3) Como otras Operaciones de Fabricación, la aplicación de este proceso provoca esfuerzos residuales en el miembro como resultado de la deformación plástica de sus fibras, pero en general, los esfuerzos residuales producto de tratamiento térmico, no afectan el esfuerzo último del acero estructural, siempre y cuando se lleve a cabo respetando la temperatura límite antes mencionada.

A.4) La Especificación A.S.T.M. A-6, estipula tolerancias para secciones estructurales dentro de las cuales la variación dimensional no tiene relevancia en la

función estructural de la sección y además siendo adecuadas para una correcta ejecución en campo.

A.5) También pueden emplearse medios mecánicos tales como el uso de prensas para el enderezado de miembros que presenten deformaciones ligeramente mayores que las tolerancias descritas en la norma.

B) El Acero Estructural debe ser identificado por el proveedor conforme a la Especificación A.S.T.M. A-6 antes de entregarlo al taller de Fabricación.

C) Pernos, Tuercas y Rondanas:

C.1) Los Pernos suministrados deben acompañarse de un documento que indique su tipo y su diámetro, además de un certificado de calidad que avale su conformidad con las especificaciones A.S.T.M. para Pernos de Alta Resistencia A-307, A-325 o A-490 para Pernos Estructurales tratados térmicamente, requeridas en las especificaciones de diseño.

C.2) Dimensiones y Geometría de los Pernos: Las dimensiones de los Pernos deben estar en conformidad con los requerimientos de la norma A.N.S.I. B18.2.1. El largo de los Pernos debe ser tal, que su extremo esté al parejo o salga de la tuerca cuando la junta a la que sea destinado esté armada.

C.3) Tuercas: Las Tuercas deben cumplir con los requerimientos señalados en la norma A.S.T.M. A-563 para Tuercas de Acero al Carbón. El grado y la superficie de las Tuercas para cada tipo de Perno deberá ser como sigue:

Perno A-325	Especificación, Acabado y Grado de Tuerca:
1 y 2, no revestido	A 563 C, C3, D, DH y D3
Perno A-490	Especificación, Acabado y Grado de Tuerca:
1 y 2, plano	A 563 DH y DH3
3 plano	A 563 DH3

C.4) Dimensiones y Geometría de las Tuercas: Las dimensiones de las Tuercas deben estar en conformidad con los requerimientos de la norma A.N.S.I. B18.2.2.

C.5) Rondanas:

Deben estar de acuerdo con la norma A.S.T.M. F436 para Rondanas de acero.

D) Materiales para soldadura: La soldadura que debe utilizarse para el Acero A.S.T.M. A-36 deben ser Electrodo de la serie E-70 de acuerdo con la especificación A.S.T.M. A-233.

E) Liberación del material verificado por Control de Calidad.

F) Planos de Fabricación: Deben desarrollarse Planos de Fabricación para cada una de las piezas de construcción de los Elementos Estructurales. Los Planos deberán acotarse con precisión y deberán proporcionar información completa para cada una de las partes que compongan el elemento incluyendo localización, tipo y tamaño de las soldaduras y pernos, distinguiendo perfectamente las soldaduras a ejecutar en taller o en campo.

-Estos Planos deben contar con los despieces necesarios que permitan verificar las características del material empleado.

Se muestra el Plano de Fabricación para las vigas MCA-8 tipo, pertenecientes a la fachada del eje A entre 8" y 14" (FIGURA 1).

G) Distribución del Taller: Es conveniente dividir el Taller de fabricación en zonas bien definidas para cada una de las operaciones (Corte, Soldadura etc.) y a su vez de acuerdo con el peso del Acero Estructural necesario para fabricar el elemento, dividiendo operaciones para estructura ligera, semipesada y pesada, tal como se muestra en la disposición de conjunto de Taller (FIGURA 2).

-Realizar lo anterior, permitirá una mejor división del trabajo y un buen flujo de actividades durante las operaciones, reduciendo los riesgos de retraso por cuestiones organizativas.

H) Toda la mano de Obra que Intervenga en el Proceso, debe estar debidamente calificada y entrenada. (Procedimientos de Calificación de Personal, Cap. 4, Control de calidad).

5.-Responsabilidades:

A) El Superintendente General de Construcción o su Designado, es responsable de la Implantación del presente procedimiento.

B) Es responsabilidad del Superintendente de Obra Mecánica, verificar que el personal a su cargo realice las actividades consideradas en este procedimiento, para obtener la calidad requerida.

C) Es responsabilidad del personal de Control de Calidad, verificar que la mano de obra esté debidamente calificada para desarrollar la actividad correspondiente.

6.-Procedimiento:

A) Almacenamiento: Todo el Acero Estructural debe almacenarse sobre polines de madera o concreto, para evitar el contacto directo con el terreno, a fin de que quede protegido contra tierra, lodo, agua, aceite etc. lo que pudiera afectar la integridad del material.

A.1) Las áreas de Almacenamiento deben mantenerse limpias, evitando la acumulación de basura, estopa y materiales inflamables.

A.2) El Acero Estructural debe almacenarse de manera que permita la circulación del aire apilándolo por categorías para facilitar una rápida localización.

A.3) Los Elementos Pequeños, tales como material de tornillería, deben almacenarse en contenedores especiales, separándose en tipos, tamaños, categorías y clases de material.

A.4) En el Procedimiento de Control de Materiales de Soldadura, se hace referencia al Almacenamiento de Materiales de Soldadura (Cap. 4, Control de Calidad).

A.5) Debe proporcionarse un Sistema contra Incendio al Almacén, el cual debe mantenerse siempre en óptimas condiciones.

A.6) En caso de Incendio en el Almacén, Control de Calidad hará una evaluación del material y determinará si es aceptable o no para fabricación.

B) El trabajo de fabricación de los Elementos Estructurales, debe hacerse de acuerdo con las dimensiones y requerimientos que indican los planos de diseño y las especificaciones, siempre con tendencia a producir los elementos estructurales de manera que se reduzcan y simplifiquen los trabajos de mano de obra en el campo.

-Para este propósito deben fabricarse en el taller la mayor parte de conexiones y empalmes de los elementos estructurales, sólo restringiéndose por dimensiones máximas, razones de transporte y capacidad del equipo de montaje.

C) Trazo: Una vez Seleccionadas las piezas de Acero del almacén de taller con el objeto de fabricar un elemento, se procede a marcar sobre el metal a utilizar y a escala real, la forma exacta de las piezas, así como todos los agujeros y cortes que deban practicarse en ellas.

-Los Trazadores deben ser técnicos hábiles en la Interpretación de diseños, buenos dibujantes y experimentados en el oficio.

Pueden presentarse dos casos, la pieza que debe fabricarse es única o por el contrario, se trata de hacer una serie de elementos idénticos. En el primer caso, el trazador dibuja sobre el propio metal, que constituirá la pieza y a escala real, el contorno del elemento así como las líneas de perforación donde se indicarán los centros de los pernos con precisión. En el segundo, pueden trazarse las dimensiones del elemento además de las líneas de los pernos y los centros de los agujeros sobre una placa de acero de poco espesor, ésta, una vez cortada y perforada, puede utilizarse como plantilla o modelo para reproducir todos los elementos semejantes.

D) Corte: El Corte del acero podrá hacerse con Cizalla o Soplete, pero de acuerdo con lo siguiente:

D.1) Todas las superficies del Corte deben ser esmeriladas, para evitar rebabas, protuberancias o grietas.

D.2) Corte con Cizalla: Siempre debe cuidarse que la cuchilla superior, esté inclinada con un ángulo adecuado para poder realizar un corte gradual a través de la placa, contra la cuchilla inferior de la mesa.

El principio es el de que, la hoja móvil, inclinada en relación a la hoja fija, baje hacia ésta.

-El ángulo entre la hoja móvil y la hoja fija se llama ángulo de cizallado y debe ser de 5 a 10 °. Con esta disposición de las hojas, la superficie bajo el corte se reduce en gran medida y en consecuencia la fuerza requerida para cizallar el material, también disminuye considerablemente.

D.2.1) Entre las hojas deberá existir una holgura adecuada, dado que:

Durante el Cizallado, el miembro cortante superior se mueve hacia abajo, aplicándose al acero una presión continua, causando una deformación en las superficies alta y baja del metal.

-Al aumentar la presión, las fibras internas del acero se ven sometidas a una deformación plástica, que precede al cizallado.

Después de alcanzar un cierto nivel de deformación plástica, los miembros cortantes comienzan a penetrar. El acero aún no cortado, se endurece en los rebordes. Los esfuerzos del material se vuelven más altos en los filos de las hojas y el material comienza a agrietarse.

-Si la holgura es correcta, comienza a correrse una fractura en el acero endurecido, desde el punto de contacto de los miembros de corte. Cuando estas fracturas se unen, los miembros del corte penetran en la totalidad del espesor de la placa.

-Si la holgura es demasiado grande o muy pequeña, las grietas no se unen, deberá realizarse trabajo adicional para cortar metal y se tendrá un corte disperejo. La holgura depende de la clase de dureza y el espesor del material. Para el acero A-36 varía de 8 a 10% del espesor de la placa a cortar.

D.2.2) No deben cortarse con cizalla las superficies que vayan a recibir soldadura en uniones de traveses a columnas, (ya sea en la columna, en la trabe o en la placa de conexión), en los empates de columnas, en el empate de las alfardas, en las uniones entre columnas y alfardas, en las uniones de la trabe carril y de ésta con las columnas, y en las bases de las mismas.

Los puntos mencionados anteriormente, están sujetos a esfuerzos considerablemente fuertes en el conjunto de la estructura y se requiere que las superficies que interactúan entre estos miembros tengan un excelente contacto entre ellas.

El Corte con Soplete, puede lograr mejores superficies de Corte y tolerancias dimensionales más exactas que el Cizallado, por lo que es más recomendable utilizarlo en las uniones de los elementos antes mencionados.

D.3) Corte con Soplete:

El Soplete de Corte debe utilizarse con guía Mecánica que asegure un Corte en línea recta o según la trayectoria diseñada.

D.3.1) Los Aceros con un porcentaje de Carbono hasta de .25%, pueden ser sometidos a la temperatura de la maniobra de Corte con Soplete, sin sufrir modificaciones significativas en sus propiedades físicas. El Acero A-36, al tener un mayor porcentaje de Carbono, requiere ser precalentado para prevenir un endurecimiento en la superficie de Corte y en las zonas adyacentes, lo que puede producir grietas.

Esto puede efectuarse calentando la zona a una temperatura de 300° a 400° F Mediante la aplicación de flama.

El precalentamiento, mejora la velocidad del Corte, incrementando la productividad y reduce el Consumo de Acetileno; También, al disminuir la diferencia de temperaturas entre el metal base y la superficie de Corte, aminora los esfuerzos residuales causados por la Operación de Corte.

D.3.2) Maniobra de Corte: Después del Precalentamiento, el Corte comienza por Calentar un área pequeña de la Superficie del Acero en la línea de Corte a su temperatura de oxidación, de 1400° a 1600° F mediante la aplicación de la flama de Oxígeno-Acetileno a presión.

Una vez alcanzada esta temperatura, el Chorro de Oxígeno a alta presión se dirige al punto mencionado, provocando la Combustión del acero e iniciando el Corte.

D.3.3) La reacción entre el Oxígeno y el Acero, genera una gran cantidad de Calor, suficiente para fundir los óxidos formados y el propio Acero continuando la Combustión a medida que se mueve el Soplete a un velocidad constante e lo largo de la trayectoria de Corte.
Los óxidos de hierro son lanzados fuera por el chorro de oxígeno, de manera que las superficies del metal quedarán expuestas a medida que avance el corte.

D.3.4) Factores que influyen en la Calidad del Corte:.

Para que la Calidad del Corte sea la adecuada, es preciso seleccionar y regular la presión del Acetileno y del Oxígeno, la posición del Soplete, la Velocidad del Corte y el tipo de boquilla. Lo mismo puede decirse respecto al grueso de la pieza de trabajo, la forma de la trayectoria del Corte y del acabado y exactitud requeridos al costo más bajo posible para los gases y el tiempo.

D.3.5) Durante el Corte, el chorro de Oxígeno y el de Acetileno fluyen a través de conductos separados en el Soplete y las presiones de cada chorro pueden ser reguladas independientemente por el operador. Ajustando las válvulas de Control, también puede obtenerse la mezcla de Oxígeno-Acetileno deseada. Pueden cambiarse las características de Corte cambiando la boquilla y reajustando la presión de los gases.

A medida que se incrementa el espesor de la placa a cortar, más calor se necesita para mantener el acero a su temperatura de oxidación, lo cual se logra incrementando el flujo de la flama de Oxiacetileno y disminuyendo la velocidad del corte. El flujo de Oxígeno también debe incrementarse si el espesor del corte aumenta. Se muestran las condiciones recomendables para el Corte con Soplete de Oxiacetileno de acuerdo al espesor de la placa (TABLA 1).

D.4) Corte y Biselado: Una de las aplicaciones principales del corte a la flama, consiste en cortar y preparar las placas para Soldadura. Se puede cortar y biselar al mismo tiempo una placa, utilizando dos sopletes, uno de ellos vertical y el otro inclinado el ángulo de biselado, que se mueven juntos a lo largo de la línea de corte (FIGURA 3).

La escoria acumulada debe eliminarse al final de la operación esmerilando o cepillando la superficie.

Cuando se trata de este tipo de Cortes, es necesario utilizar un aditamento que garantice una buena transmisión de calor a lo largo de la línea de Corte, dado que al inclinar el soplete, se reduce la transferencia de Calor. Se requiere por lo tanto, de un elemento que apoye a la flama de Oxiacetileno. Una segunda flama puede preceder al soplete de corte. Se muestran las recomendaciones para Biselado con Soplete utilizando como flama de apoyo a la de Oxiacetileno, flama de gas natural (TABLA 2).

D.5) El Arrastre es buen indicador de la Calidad en el Corte. Para lograr un Corte de Gran exactitud, el arrastre se debe aproximar a cero. Para una placa de 3 in de espesor, un arrastre de 15% es indicativo que el Corte fue realizado con Calidad y

Economía. Esto se logra realizando la Operación a la velocidad correcta y suministrando a los gases la presión adecuada (FIGURA 4).

E) Tolerancias:

Deben guardarse las tolerancias dimensionales establecidas en el "Code of Standard Practice", del A.I.S.C.

Para elementos cuyas superficies de Corte estén en Contacto con las de otros elementos en las uniones de los miembros, cualquier variación abajo de 1/32 in es permisible.

Miembros cuyas superficies de Corte no están sujetas a la acción antes descrita, pueden tener una variación en longitud no mayor de 1/16 in, esto para miembros hasta de 30 ft de largo.

En miembros mayores se permite una variación no mayor de 1/8 in.

F) Barrenación:

No se permite el uso del Soplete para hacer agujeros, ni de Botador para agrandarlos. Si el espesor de la placa a barrenar no excede el diámetro nominal del perno más 1/8 in, los agujeros pueden efectuarse mediante punzonado. Si el espesor de la placa es mayor que el diámetro nominal del perno más 1/8 in, los agujeros deberán taladrarse. El diámetro de la broca a utilizar debe ser al menos 1/16 in menor que el diámetro nominal del perno.

G) Las dimensiones de los agujeros para los pernos deben ser las estándar. (TABLA 3). El agujero puede ser ligeramente cónico por el efecto del punzonado o del taladrado, lo cual se considera aceptable.

G.1) Los tornillos que se empleen en las juntas atornilladas, deben tener el agarre suficiente, tomando en cuenta los grosores de las partes conectadas.

G.2) A todos los tornillos deben colocárseles rondanes, del lado de la tuerca.

G.3) Todos los tornillos A-307, A-325 y A-490, deben apretarse al par indicado en la especificación A.I.S.I. (Conexiones Atornilladas, Cap. 3, Montaje).

H) Soldadura:

El trabajo de Soldadura debe efectuarse por Soldadores Calificados, De Acuerdo a la especificación A.W.S. D1.1. (Calificación de Soldadores y Operadores, Calificación de Procedimientos de Soldadura; Cap. 4, Control de Calidad).

H.1) Procedimiento de Aplicación de Soldadura:

H.2) Objetivo: Establecer los lineamientos a seguir para la aplicación de Soldadura.

H.3) Alcance: Este procedimiento se aplicará a todas las actividades de Soldadura reglamentadas por la norma A.W.S. D1.1 y debe ser aplicado en la Soldadura de Partes Estructurales de la Casa de Máquinas U-5 de la C.T.A.L.M.

H.4) Referencias:

Especificación A.W.S. D1.1

Especificación A.N.S.I./A.W.S. A5.1

Especificación A.N.S.I./A.W.S. A5

H.5) Prerequisitos:

H.5.1) Todo el Personal tanto de Producción como de Control de Calidad relacionado con esta actividad, deberá estar adoctrinado en este procedimiento.

H.5.2) Todo el Personal que realice Soldadura, debe ser previamente Calificado de acuerdo al procedimiento de calificación de Operadores y Soldadores (Capítulo 4, Control de Calidad).

H.6) Responsabilidades:

H.6.1) El Superintendente General de Construcción o su designado, es responsable de la implementación de este procedimiento.

H.7) Procedimiento:

H.7.1) Todos los equipos de Soldadura deben asignarse a personal capaz de seguir los procedimientos establecidos y lograr los resultados prescritos en los Códigos de Referencia.

H.7.2) No deberá efectuarse Soldadura en superficies húmedas que impidan buenos resultados. En estos casos, deberán calentarse las superficies a Soldar con multiflama antes de aplicar soldadura. La Temperatura de Precalentamiento será la que indique el procedimiento de Soldadura Calificado en las normas A.W.S.

H.7.3) los Tamaños y Longitudes de soldadura, no deberán ser menores que aquellas especificadas por los planos de diseño y fabricación. La localización de

Soldadura no deberá cambiar sin aprobación de Ingeniería de Diseño. El Biselado será el que indiquen los planos de diseño.

H.7.4) Preparación del metal base:

La superficie sobre la cual se depositará el material de soldadura, deberá ser lisa, uniforme y libre de finos, desgarres, grietas y otras discontinuidades las cuales afectarían a la calidad y resistencia de la soldadura. Así, estas superficies y las adyacentes a la soldadura, también deberán estar libres de escamas gruesas, escoria, herrumbre, humedad, grasa y otros materiales extraños que pudieran impedir una soldadura apropiada o producir gases tóxicos. La limpieza de preparación de la junta debe incluir una zona de 1 in de ancho a ambos lados de la junta a soldar, como mínimo.

Para la limpieza se pueden utilizar solventes, esmeriladoras, cepillos de alambre etc.

H.7.5) Si durante las Operaciones de Fabricación se usa soldadura en aditamentos provisionales, para el armado de las piezas, al concluir dichos trabajos, Los aditamentos serán eliminados con Arc-Air o Disco de esmeril de silicio, Carburo u Oxido de aluminio y dejando al ras del Metal Base.

H.7.6) Requisitos del metal de relleno:

H.7.6.1) Los ElectrodoS en S.M.A.W. deben estar de Acuerdo a la especificación A.S.T.M. A-233 para ElectrodoS E-70 y Clasificados de acuerdo a la Norma A.W.S. A5.

Se muestra la penetración que normalmente se obtiene de los mismos (TABLA 4).

H.7.6.2) Para S.A.W. debe utilizarse una combinación Electrodo-Fundente de acuerdo a la Norma A.W.S. 17-80. Se muestran los ElectrodoS y los fundentes utilizados en este proceso con sus propiedades mecánicas (TABLA 5).

H.7.6.3) Todos los electrodoS que han sido removidos de su empaque original, deberán ser protegidos o almacenados para que sus características o propiedades de soldadura no sean afectadas. (Control de Materiales de Soldadura, Cap. 4, Control de Calidad).

H.8) Soldadura de Arco de Metal Protegido: (S.M.A.W.)

H.8.1) El proceso de S.M.A.W. puede llevarse a cabo en áreas cerradas o bien al aire libre siempre que las condiciones ambientales no pongan en riesgo la Calidad de la Operación. Juntas en cualquier posición pueden llevarse a cabo, pero siempre que sea practicable, el trabajo deberá fijarse para soldadura en posición plana.

H.8.2) La Clasificación y Tamaño del electrodo, Longitud del Arco, Voltaje y Amperaje, serán determinados por el espesor del material, tipo de renura, posición de soldadura y otras circunstancias atendiendo a la operación. El Proceso requiere de un suministro adecuado de Energía eléctrica. Mediante Cables apropiados, una terminal del suministro deberá sujetarse al electrodo y la otra terminal a una pinza de tierra.

Cuando el suministro sea corriente Alterna, debe utilizarse un transformador capaz de reducir el Alto Voltaje a un Voltaje suficiente para ser utilizado con seguridad; cuando se use corriente directa, una unidad transformadora -rectificadora. Se presentan los rangos de corriente utilizados en S.M.A.W. (TABLA 6).

H.8.3) Los electrodos para S.M.A.W. deberán ser del tipo E-70, de bajo hidrógeno y de acuerdo a los requisitos A.W.S. A.5.1, Especificación de Electrodos de Acero suave recubiertos para Soldadura de Arco y Especificación A.W.S. A5.5, especificación para electrodos de baja aleación recubiertos para soldadura de Arco.

El tamaño del electrodo seleccionado, influye directamente en la Calidad de la soldadura y en los costos de la misma. Debe ser compatible con el diseño de la junta y con la posición de la Soldadura para asegurar la fusión, el correcto perfil del cordón y optimizar las discontinuidades.

Además, debe tratarse de maximizar el electrodo en cualquier aplicación con objeto de incrementar la rapidez de depósito para obtener una mayor productividad.

La TABLA 7 muestra las condiciones de operación para electrodos en S.M.A.W. en Soldaduras de filete y ranura de acuerdo al tamaño de la soldadura y posición de la misma.

La TABLA 8 muestra las características de los electrodos y propiedades mecánicas del metal soldado.

H.8.4) En S.M.A.W., la longitud de Arco puede ser controlada por el Operador y es directamente proporcional al voltaje de arco. Una longitud de Arco apropiada es importante para obtener una soldadura firme. La punta del electrodo debe estar suficientemente cerca de la zona de trabajo para asegurar que las gotas derretidas provenientes de su extremo caigan directa y exactamente en el depósito de soldadura. La recomendación práctica es que la longitud de arco no exceda el diámetro de la cubierta del electrodo.

H.8.5) Durante la aplicación, el electrodo debe orientarse tal como lo indica la norma A.W.S. A3.0. La accesibilidad al eje de Soldadura también debe ser la adecuada para prevenir fallas por falta de visibilidad o por interferencia de algún elemento. Dos reglas son fundamentales: No deben realizarse movimientos bruscos con el electrodo y el arco no debe cortarse si el electrodo se está manipulando de un lado a otro del depósito de soldadura.

H.9) Soldadura de Arco Sumergido: (S.A.W.)

H.9.1) La Soldadura de Arco Sumergido se adapta tanto a Procesos automáticos como semiautomáticos. En el proceso semiautomático, el operador manualmente controla la velocidad de recorrido guiando la pistola que alimenta el fundente y el electrodo a la junta. En Soldadura automática, el equipo guía por completo el electrodo y el fundente a lo largo de la junta además de controlar la velocidad de depósito.

Debe vigilarse que el fundente no se contamine, pues esto puede causar discontinuidades. El metal base debe estar totalmente libre de humedad, herrumbre, aceites y otros contaminantes. La escoria debe removerse de la cama de soldadura después de cada paso para evitar quede atrapada entre capas. La aplicación de S.A.W. está restringida a Soldadura plana y en posición horizontal para evitar derrame de fundente.

H.9.2) La Soldadura de Arco sumergido se puede ejecutar con uno o varios electrodos sencillos, uno o más electrodos paralelos o combinaciones de electrodos paralelos y sencillos. Puede alimentarse una junta con dos electrodos de pequeño diámetro, lo que permite una mayor velocidad de recorrido y mejores características en los cordones, o bien puede ejecutarse una junta con electrodos especiados de manera tal que la capa depositada por el primero enfríe antes del paso del siguiente electrodo consiguiéndose una soldadura de paso último con un solo paso a lo largo de la junta.

H.9.4) En S.A.W. un electrodo de diámetro específico, puede utilizarse dentro de un amplio rango de corriente eléctrica. Las fuentes pueden ser Transformadores o Generadores-rectificadores para corriente directa y transformadores para corriente alterna. Los rangos utilizados en este proceso se muestran en la TABLA 9.

H.9.5) Las soldaduras de raíz, filete o ranura pueden ser respaldadas con cobre, cinta de vidrio, polvo de acero o materiales similares para prevenir escurrimiento de material. También pueden ser selladas por pasos inferiores de raíz depositados con electrodos de bajo hidrógeno de S.M.A.W.

H.9.6) Electrodo sencillo signifique un electrodo conectado exclusivamente a una fuente de potencia, la cual puede consistir en una o más unidades de potencia.

H.9.7) Electrodos paralelos signifique dos electrodos conectados eléctricamente en paralelo exclusivamente a la misma fuente de potencia. Ambos electrodos son usualmente alimentados por medio de un alimentador de electrodo sencillo. La corriente de soldadura, será la total para los dos electrodos.

H.9.8) La soldadura de arco sumergido con electrodos múltiples se define como la combinación de dos o más sistemas de electrodo paralelo o sencillo. Cada componente del sistema tiene su propia fuente de potencia independiente y su propio alimentador de electrodo.

H.9.9) Las Soldaduras de Arco Sumergido con electrodos múltiples, excepto soldaduras de filete, serán hechas en posición plana. Las soldaduras de filete pueden hacerse en posición horizontal o plana, excepto las soldaduras de filete de electrodo múltiple de paso sencillo que se harán en posición horizontal y no excederán 1/2 in.

FIGURAS Y ANEXOS

TABLA 1

CONDICIONES RECOMENDADAS PARA CORTE A MAQUINA CON SOPLETE DE OXIACETILENO EN ACERO AL CARBON:

ESPESOR DE LA PLACA (in)	DIAMETRO DEL ORIFICIO DE CORTE (in)	PRESION DEL OXIGENO (psi)	VELOCIDAD DE CORTE (a) (in/min)	CONSUMO DE GASES ft 3 (b)			
				POR HORA		POR PIE LINEAL	
				OXIGENO	ACETILENO	OXIGENO	ACETILENO
1/8	.0250-.0400	15-23	22-32	40-55	7-9	0.34-0.36	0.05-0.06
1/4	.0310-.0595	16-35	20-28	45-93	8-11	0.34-0.66	0.07-0.08
3/8	.0310-.0595	17-40	19-26	82-115	9-12	0.86-0.89	0.08-0.09
1/2	.0310-.0595	20-55	17-24	105-125	10-13	1.04-1.24	0.11-0.12
3/4	.0380-.0595	24-50	15-22	117-159	12-15	1.45-1.56	0.14-0.16
1	.0465-.0595	28-55	14-19	130-174	13-16	1.83-1.86	0.17-0.19
1 1/2	.0670-.0810	25-55	12-15	185-240	14-18	3.2	0.23-0.24
2	.0670-.0810	22-60	10-14	185-260	16-20	3.70-3.72	0.29-0.32
3	.0810-.0860	33-50	8-11	240-332	18-23	6.00-6.04	0.42-0.45
4	.0810-.0860	42-60	6.5-9	293-384	21-26	8.53-9.02	0.58-0.65
5	.0810-.0860	53-65	5.5-7.5	347-411	23-29	10.97-12.62	0.7-0.84
6	.0980-.0995	45-65	4.5-6.5	400-490	26-32	15.10-17.78	0.98-1.16
8	.0980-.0995	60-90	3.7-4.9	505-625	31-39	25.52-27.30	1.59-1.68
10	.0995-.1100	75-90	2.9-4.0	610-750	37-45	37.50-42.10	2.25-2.55
12	.1100-.1200	69-105	2.4-3.5	720-880	42-52	49.70-60.00	2.97-3.50

Notas:

- (a) velocidades mínimas de corte y consumos máximos de gas son para operadores con poca experiencia o cortes cortos.
las velocidades máximas de corte y menores consumos de gas son para operadores con experiencia o cortes largos.
- (b) La presión del acetileno en la flama de precalentamiento es más bien función del diseño de la boquilla que del espesor de corte para determinar la presión del acetileno en la flama de corte, consultar las tablas del fabricante del soplete.

TABLA 2

**PARAMETROS RECOMENDABLES PARA BISELADO CON SOPLETE DE
OXIGENO-ACETILENO, USANDO FLAMA DE APOYO DE GAS NATURAL**

DIMENSIONES DEL BISEL (in)			DIAMETRO DEL ORIFICIO DE CORTE (OXIGENO) (in)	PRESION (psi)		VELOCIDAD DE CORTE (in/min)
A	B	C		OXIGENO	GAS NATURAL	
ANGULO DE BISELADO (x) 45 GRADOS						
1/4	1/4	3/8	0.037	45	10	13
3/8	1/8	1/2	0.037	45	10	13
1/2	1/2	1 1/16	0.054	60	10	12 1/2
3/4	3/4	1 1/16	0.054	60	10	11
1	1	1 7/16	0.054	60	10	11
1 1/4	1 1/4	1 3/4	0.055	60	10	11
1 1/2	1 1/2	2 1/8	0.055	65	10	10
2	2	2 13/16	0.073	70	110	9
2 1/2	2 1/2	3 1/2	0.073	70	10	6 1/2
3	3	4 1/4	0.073	80	10	6
ANGULO DE BISELADO (x) 30 GRADOS						
5/32	1/4	5/16	0.054	60	10	15
7/32	3/8	7/16	0.054	60	10	14
1/4	7/16	1/2	0.054	60	10	14
9/32	1/2	9/16	0.054	60	10	14
3/8	21/32	3/4	0.054	60	10	14
7/16	3/4	7/8	0.054	60	10	14
1/2	27/32	1	0.054	60	10	13
9/16	31/32	1 1/8	0.054	60	10	13
3/4	1 1/4	1 1/2	0.054	60	10	12
7/8	1 1/2	1 3/4	0.054	60	10	11
1	1 3/4	2	0.054	60	10	10 1/2
1 5/32	2	2 5/16	0.055	65	10	10
1 1/4	2 5/32	2 1/2	0.055	65	10	9
1 7/16	2 1/2	2 7/8	0.055	70	10	9
1 1/2	2 19/32	3	0.055	70	10	7
1 3/4	3 1/32	3 1/2	0.073	75	10	7
2	3 15/32	4	0.073	75	10	6 1/2

TABLA 3	
DIAMETROS NOMINALES DE LOS AGUJEROS	
DIAM. DEL PERNO (in)	DIAMETROS DE LOS AGUJEROS (in)
1/2	9/16
5/8	11/16
3/4	13/16
7/8	15/16
1	1 1/16
> = 1 1/8	d + 5/16

TABLA 4	
PENETRACION OBTENIDA ELECTRODOS E70XX	
TIPO DE ELECTRODO	PENETRACION
E7014	PARCIAL
E7016	PARCIAL
E7018	COMPLETA
E7024	COMPLETA
E7028	COMPLETA

TABLA 5**ELECTRODOS AWS PARA SAW EN ACERO A-36**

CLASIFICACION	COMPOSICION (%)					
	C	Mn	Si	S	P	Cu
EL8	0.10	0.25-0.60	0.07	0.035	0.035	0.35
EL8K	0.10	0.25-0.60	0.10-0.25	0.035	0.035	0.35
EL12	0.05-0.15	0.25-0.60	0.07	0.035	0.035	0.35

FUNDENTES: PROPIEDADES MECANICAS

CLASIFICACION DE FUNDENTE	TENSION ULTIMA	ESF. FLUENCIA	ELONGACION
	KSI	KSI	%
F6XX-EXXX	60-80	48	22
F7XX-EXXX	70-95	58	22

Nota: Las letras X indican respectivamente, las condiciones de tratamiento térmico, dureza del metal soldado y clasificación del electrodo

Esfuerzo de fluencia a .2% Desplazamiento, elongación en calibrador de 2 in.

TABLA 6**RANGOS DE CORRIENTE, FUENTES
UTILIZADAS EN SMAW**

Corriente de salida (A), a una carga (V)	
DE OPERACION	MAXIMA
Generadores (Corriente directa)	
300 a 32	375 a 35
400 a 36	500 a 40
500 a 40	625 a 44
600 a 44	750 a 44
Transformadores rectificadores (Corriente directa)	
400 a 36	500 a 40
500 a 40	625 a 44
600 a 44	750 a 44
800 a 44	1000 a 44
Transformadores (Corriente alterna)	
400 a 36	500 a 40
500 a 40	625 a 44
600 a 44	750 a 44

TABLA 7**CONDICIONES DE OPERACION RECOMENDABLES PARA ELECTRODOS E70XX
EN SMAW, SOLDADURAS DE FILETE Y RANURA EN DISTINTAS POSICIONES.**

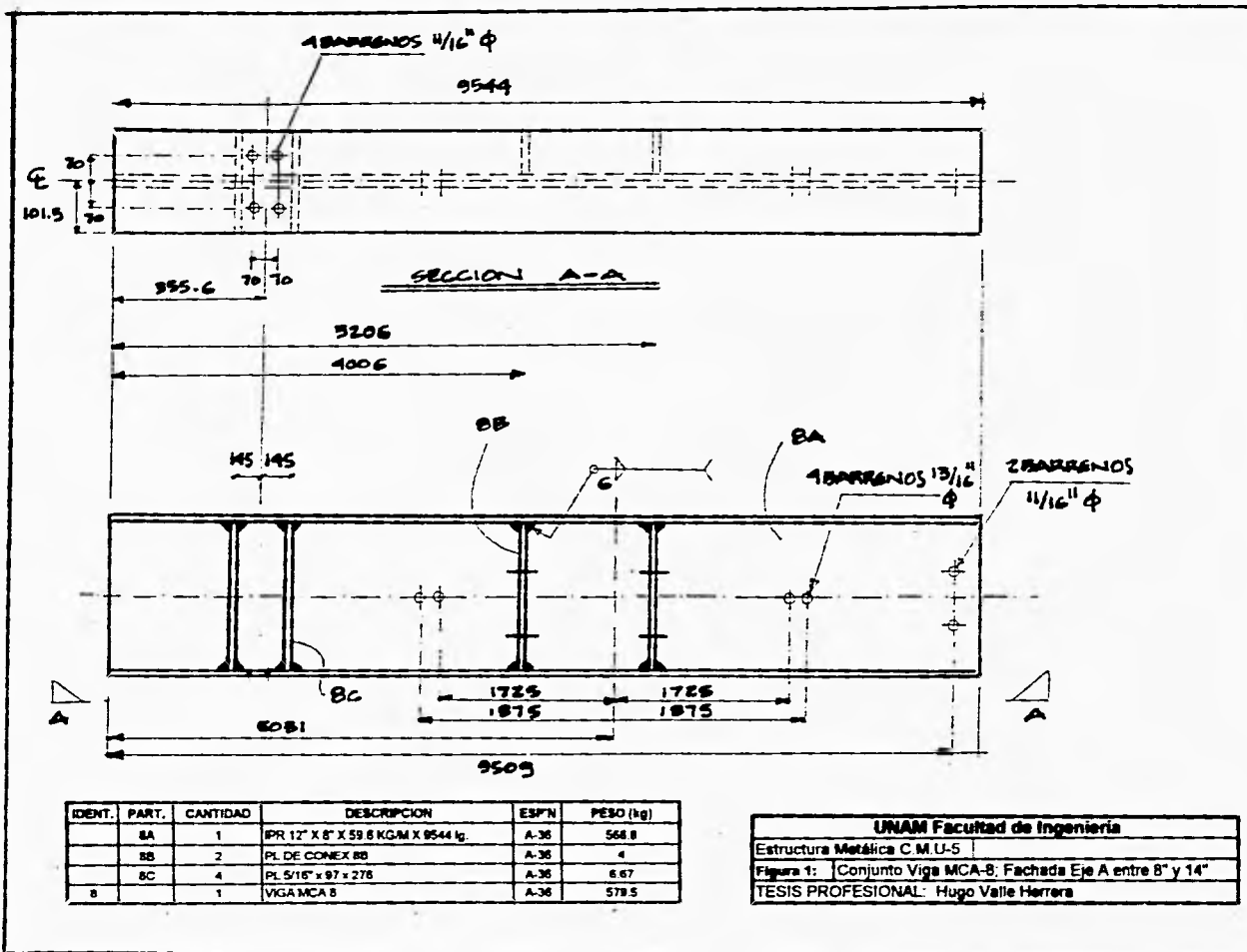
TAMAÑO DE ELECTRODO (in)	CORRIENTE (A)	TAMAÑO DE SOLDADURA (in)	VELOCIDAD DE RECORRIDO (in/min), PARA POSICION:				
			PLANA	HORIZONTAL	INCLINADA 30°	VERTICAL	S. CABEZA
E7014							
5/32	180-200	5/32	10-11	10-11	12-13		
3/16	230-250	3/16	11-12	11-12	12-13		
7/32	280-310	1/4	10-11	10-11	11-12		
1/4	340-370	5/16	8-9	8-9	9-10		
E7018							
1/8	120-140	1/8	8-10	8-10		4-6	7-9
3/16	200-225	3/16	8-10	8-10		4-6	7-9
	220-240	5/32	13-14	12-13			
	220-240	3/16	10-13	8-12			
7/32	250-275	3/16	12-13	10-11			
1/4	320-350	1/4	8-9	8-9			
	320-350	5/16	6-7	6-7			
E7024							
1/8	160-170	5/32	15-16	14-15			
5/32	215-225	3/16	15-16	14-15			
3/16	265-275	1/4	12-13	11-12			
7/32	330-360	1/4	14-15	13-14			
1/4	370-400	5/16	11-12	10-11			

TABLA 8

ELECTRODOS E70XX, CARACTERISTICAS					PROPIEDADES DEL ACERO SOLDADO		
TIPO DE ELECTRODO	TAMAÑO DEL ELECTRODO (in)	CORRIENTE (A)	DEPOSITO (OZ/H)	EFICIENCIA DEPOSITO (%)	E. A LA TENSION KSI	E. FLUENCIA KSI	ELONGACION IN 2 IN%
E7014	3/16	260	87	68	74	68	23
	1/4	340	119	69	73	67	25
E7016	3/16	225	63	70	87	75	29
E7018	3/16	240	83	69	80	67	29
E7024	3/16	270	134	68	90	80	22
	1/4	360	186	69	89	77	22
	5/16	475	250	73	83	74	22
E7028	3/16	300	125	68	90	81	25
	1/4	390	192	70	88	80	25

TABLA 9**RANGOS DE CORRIENTE USADOS EN S.A.W.**

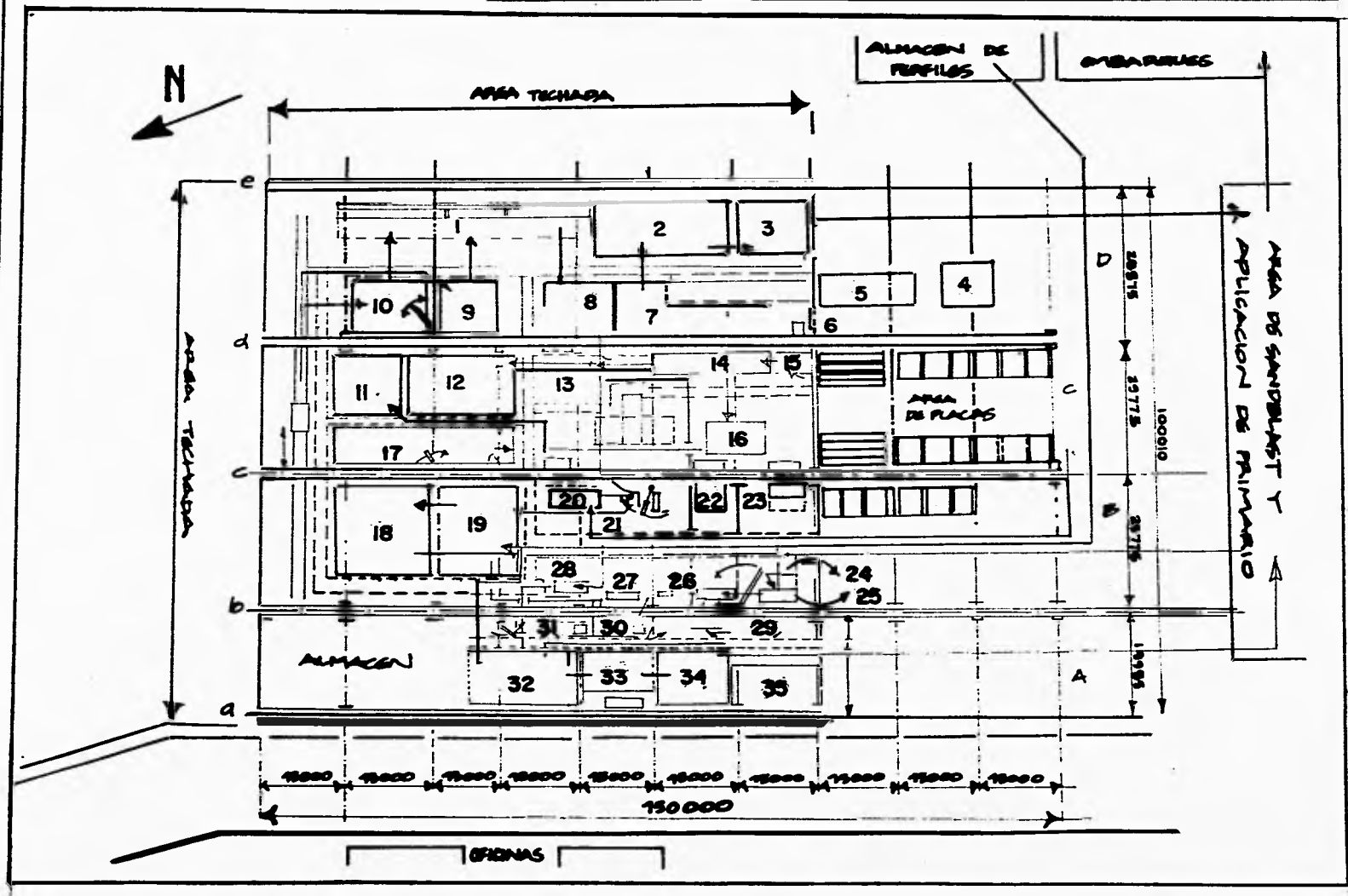
CARACTERISTICAS VOLT-AMPERE	AMPERAJE NOMINAL A	VOLTAJE NOMINAL V	CICLO DE TRABAJO
MOTOR-GENERADOR			
CORRIENTE CONSTANTE	300	32	60
	400	36	60
	500	40	60
	600	44	60
VOLTAJE CONSTANTE	300	25	100
	500	40	100
	750	40	100
	900	40	100
TRANSFORMADORES RECTIFICADORES			
CORRIENTE CONSTANTE	400	36	60
	500	40	60
	600	44	60
	800	44	60
VOLTAJE CONSTANTE	300	30	100
	500	37	100
	750	50	100
	1000	55	100
TRANSFORMADORES			
CORRIENTE CONSTANTE	400	36	60
	500	40	60
	600	44	60
	750	44	75
	1000	44	75
	1500	44	75

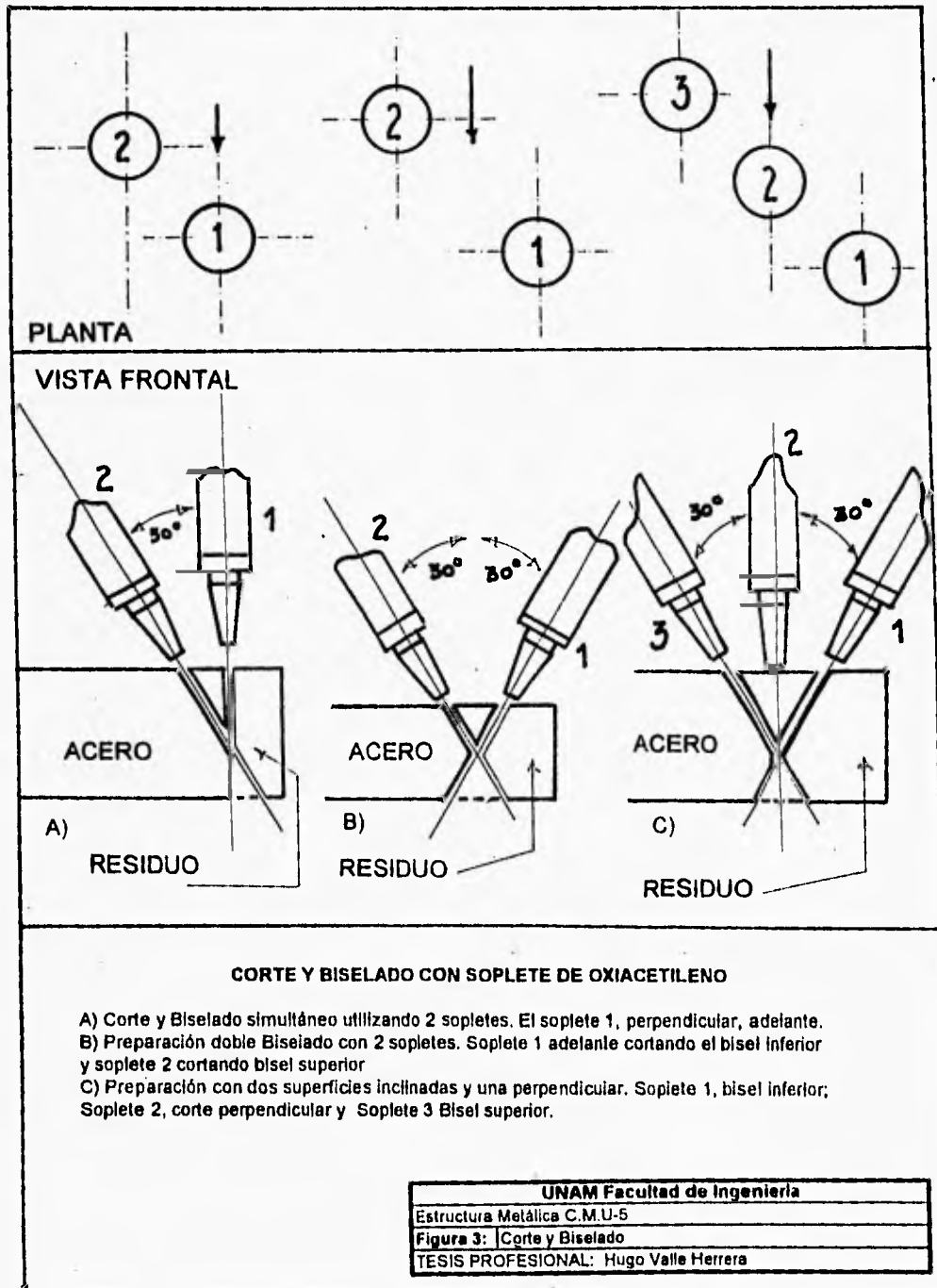


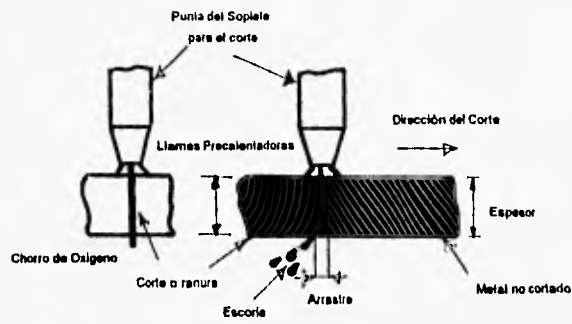
U.N.A.M.
Facultad de Ingeniería
Figura 2 | Taller de Fabricación
EST. METALICA C.M. U-5
TESIS PROFESIONAL
Hugo Valle Herrera









1.- SOLDADURA AUTOMÁTICA COLUMNAS PRINCIPALES, ALFARDA Y TRABE CARRIL	18.- AREA DE ARMADO DE VIGAS TRIANGULARES
2.- AREA DE EMPATE Y ACABADO DE COLUMNAS PRINCIPALES	20.- TALADRIOS
3.- AREA DE ACABADO DE ALFARDAS Y TRABE CARRIL	21.- CONTROL
4.- TANQUE DIESEL	22.- HORNO
5.- HORNO	23.- PREENSA
6.- TABLERO HORNO	24.- POLIPASTO
7.- AREA DE SOLDADURA DE PLACAS DE VESTIDO	25.- CZAYA
8.- AREA DE VESTIDO DE COLUMNAS PRINCIPALES ALFARDAS Y TRABE CARRIL	26.- MESA TRAZO
9.- ARMADO DE ALFARDA Y TRABE CARRIL	27.- PREENSA
10.- ARMADO DE COLUMNAS PRINCIPALES	28.- MESA DE CORTE
11.- AREA DE INSPECCION DE SOLDADURA DE PATINES Y ALMAS	29.- PUNZONADORAS
12.- AREA DE EMPATE DE PLACAS PARA COLUMNAS, ALFARDAS Y TRABE CARRIL	30.- ACABADO DE CORTE Y BARRENACION
13.- AREA DE EMPATE DE PLACAS	31.- TALADRIOS
14.- PORTICO	32.- ARMADO DE ELEMENTOS LIGEROS Y SEMPESADOS
15.- MESA DE CORTE	33.- AREA DE SOLDADURA DE ELEMENTOS LIGEROS Y SEMPESADOS
16.- MESA DE ACABADOS DE PATINES Y ALMAS	34.- AREA DE SOLDADURA Y ACABADO DE ELEMENTOS LIGEROS Y SEMPESADOS
17.- AREA DE ARMADO Y SOLDADURA	35.- AREA DE MANTENIMIENTO
18.- AREA DE SOLDADURA Y ACABADO DE VIGAS TRIANGULARES	

NOTA EN LA NAVE 'D' SE REQUIERE UNA GRUA HIDRAULICA DE 20 TON PARA QUE LAS ACTIVIDADES DE FABRICACION DE COLUMNAS, ALFARDAS Y TRABE CARRIL, TENGAN CONTINUIDAD















ASPECTO VISUAL DEL CORTE	CARACTERÍSTICAS GENERALES
 <p>Corte de buena calidad</p>	 <p>Las aristas son agudas y el corte liso. Únicamente escamas ligeras y fácilmente eliminables. Las líneas de avance son casi verticales, y tienen una apariencia lisa.</p>
 <p>Boquilla de corte demasiado elevada</p>	 <p>Fusión excesiva en la arista superior. Exceso de corte en la parte superior de la cara de corte. Arista inferior afilada hacia el ancho de corte.</p>
 <p>Boquilla de corte demasiado baja</p>	 <p>Pequeño reborde ligeramente redondeado en la arista superior. Efecto muy leve de corte excesivo y ángulo interior agudo.</p>
 <p>Flama de precalentamiento demasiado grande</p>	 <p>Arista superior redondeada, con caída del metal hacia el corte. Cara de corte irregular, inclinándose hacia la parte baja. Cantidad excesiva de escoria bien adherida a la parte baja del corte. (Ancho de corte \neq a la separación formada)</p>

UNAM Facultad de Ingeniería

Estructura Metálica C.M.U-5

Figura 4: Arrastre como indicador de calidad del corte por OFC

TESIS PROFESIONAL: Hugo Valle Herrera

 <p>Flama de precalentamiento demasiado pequeña</p>		<p>La velocidad de corte resulta demasiado lenta. Surcos excesivos en la arista inferior del corte</p>
 <p>Excesiva velocidad de corte</p>		<p>La arista superior del corte no es agudo, y queda ligeramente hundido. Las líneas de avance quedan muy marcadas y desiguales, con una inclinación pronunciada hacia atrás. Ancho de corte irregular, con una arista inferior ligeramente redondeada puede no lograrse una separación completa.</p>
 <p>Velocidad de corte demasiado lenta</p>		<p>La arista superior hundida y redondeada. La escoria tiende a pegarse a la parte baja del corte, obstruyendo el chorro de corte y dando lugar a líneas de avance profundas y surcos irregulares en la parte baja de la cara de corte. Escama pesada en la cara de corte, y escamas muy bien adheridas a la arista inferior.</p>
 <p>Presión del oxígeno de corte demasiado elevada</p>		<p>El reborde superior se quema, resultando irregular el ancho del corte. Un reborde regular a lo largo de la arista superior redondeada. Corte más amplio en la parte superior y exceso de corte en la cara</p>

UNAM Facultad de Ingeniería

Estructura Metálica C.M.U-5

Figura 4: Arrastre como indicador de calidad del corte por OFC

TESIS PROFESIONAL: Hugo Valle Herrera

CAPITULO TERCERO

MONTAJE

CAPITULO TERCERO

MONTAJE

I.-PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA CASA DE MAQUINAS U-5, CENTRAL TERMoeLECTRICA ADOLFO LOPEZ MATEOS; TUXPAN, VER.

1.-Propósito

A) El propósito de este procedimiento, es reglamentar y establecer una secuencia lógica y ordenada para el Montaje y Pintura de la Casa de Máquinas Unidad 5.

2.-Alcance

A) Todas las actividades relacionadas con el montaje, pintura e inspección de las estructura en cuestión, bajo las normas de los códigos:

3.- Referencias

- A) Especificación C.F.E. Apéndice C-1 Obras Civiles.
- B) Especificación A.N.S.I. Torqueado de Juntas Estructurales.
- C) Especificación C.F.E. D 8500-01.
- D) Especificación C.F.E. D 8500-02.
- E) Code of Standard Practice for Structural Steel Bridges and Buildings, AISC.
- F) Especificación A.W.S. D1.1.
- G) Especificación A.S.T.M. A-36
- H) Capítulo 4, Control de Calidad.

4.-Definiciones

A) INSPECCION DE RECEPCION: Verificar el estado físico de los materiales y estructuras a su arribo a la planta, solicitando certificado de calidad y aprobación de Control de Calidad comparándolo con los estándares aplicables, documentándose el formato Anexo C.

B) TRAZO Colocar sobre la zona de trabajo las líneas requeridas de acuerdo al plano de diseño.

C) IDENTIFICAR: Colocar marcas con un número de golpe o pintura a los elementos que forman la estructura para su reconocimiento de acuerdo a planos de diseño.

D) INSPECCION VISUAL: Verificar por medio del sentido de la vista o mediante dispositivos auxiliares tales como lentes de aumento las condiciones de la parte, pieza o componente respecto a su calidad propia o al trabajo que sobre ella se ha ejecutado.

E) INSPECCION DIMENSIONAL: Verificar dimensiones de partes, piezas o ensambles para asegurarse que éstos cumplan con lo establecido en los dibujos y especificaciones.

F) ARMAR: Concertar o montar las partes de acuerdo al plano de diseño.

G) LIMPIEZA FINAL: Retirar andamios auxiliares utilizados en el montaje, recolectar sobrantes de soldadura, placa, madera, pintura, y demás residuos para depositarlos en lugares previamente establecidos.

H) LIMPIEZA MECANICA: Quitar con Arc-Air y/o pulidor, puntos de soldadura que fueron usados en elementos auxiliares para armado o montaje y rellenar con puntos de soldadura los socavados para después pulirlos.

I) TRASLADO DE MARCAS: Es la actividad que se utiliza tanto en recepción como durante el proceso con el objeto de poder rastrear la materia prima contra sus documentos o registros.

J) RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO: Es un material que se aplica sobre una superficie con la finalidad de protegerla de la acción de la corrosión, aislándola del medio ambiente en que se encuentra y cuyo espesor es mayor de 2 mm.

K) SISTEMA DE RECUBRIMIENTO: Significa una o varias capas de recubrimiento aplicadas sobre una superficie preparada, en consecuencia especificada y con un espesor de película seca requerido para cada capa de recubrimiento.

L) **CAPA DE ACABADO:** Es la capa de recubrimiento con propiedades de resistencia al medio ambiente, cumpliendo además con funciones estéticas.

M) **ADHESION:** Es la tendencia de un recubrimiento a permanecer unido a una superficie.

N) **APLICACION:** Es el procedimiento mediante el cual se deposita un recubrimiento sobre las superficies.

O) **INSTALACION DE CARTABONES:** Colocar placas dimensionadas en los lugares requeridos por el proyecto.

5.-Anexos

A) Verificación del montaje de estructura

B) Especificación AISI para torqueado de pernos.

C) Registro de recepción de Estructura Metálica U-5.

D) Reporte de torque en unión atornillada.

6.-Prerequisitos

A) Todo el personal de control de calidad que trabaje dentro del alcance de este procedimiento, deberá estar debidamente entrenado y calificado.

B) Dibujos o planos aprobados para construcción.

C) Calificación de soldadores conforme al Procedimiento de Calificación de Operadores y Soldadores (Cap. 4, Control de Calidad).

D) Todo el personal de inspección que ejecute examinación visual, debe tener examen de la vista, el cual debe ser renovado anualmente.

7.0.-Responsabilidades

A) El Superintendente General de Construcción o su designado, es responsable de la implantación de este procedimiento.

B) El Superintendente general de Construcción y su designado encargado del montaje son responsables de que el personal a su cargo se apegue a las consideraciones de este procedimiento a fin de obtener la calidad requerida.

8.-Procedimiento de Montaje

A) **Accesos:** El área de construcción de la casa de máquinas deberá contar siempre con caminos adecuados para llevar a ella con seguridad todos los equipos y materiales necesarios para realizar el montaje. Además, antes de iniciar cualquier operación, se debe estar seguro de que el terreno donde trabajará el equipo sea firme, con una nivelación adecuada y una buena salida de agua pluvial. Se debe evitar también el paso de cables aéreos de cualquier tipo, todo esto con objeto de contar con un área de trabajo segura durante el montaje.

B) **Almacén:** Un almacén adecuado cerca del área de trabajo ayudará a trabajar a una mayor velocidad.

C) **Bases, Cimentaciones y Niveles:** La localización exacta, resistencia adecuada y correcta construcción de las bases y cimentaciones deben ser verificadas por Control de Calidad antes de iniciar el montaje. Asimismo, Control de Calidad debe verificar la localización exacta de las líneas de construcción y de los bancos de nivel.

D) Secuencia

Una vez liberados los dados de cimentación y los pernos de anclaje por la Organización de Control de Calidad, se procede a erigir las columnas y posteriormente cada uno de los elementos y partes que la integran de acuerdo a lo señalado en este inciso.

El equipo de montaje, considerando el tamaño y peso de la estructura y sus miembros componentes, se indica en el capítulo 5, Programa. Los miembros se entregarán a la obra total o parcialmente ensamblados y generalmente desde el almacén del taller del Sitio se colocarán en camiones por medio de grúas de 20 toneladas y de los camiones a su sitio se elevarán mediante grúas sobre orugas de 140 toneladas de capacidad. Además será necesario contar con accesorios para el manejo de los miembros, tales como malacates, cable de acero, poleas, ganchos etc.; para las conexiones atornilladas, llaves de tuercas, compresores y torquímetros. Para las conexiones soldadas, generador eléctrico y equipo para soldar. Los montadores engancharán cable a los miembros, los conectará provisionalmente con pernos y plomeará la estructura para la cuadrilla de torquedores y soldadores, que vendrá después.

D.1) El montaje se iniciará en el eje 15" para terminar en el eje 8".

D.2) Montaje de columnas eje 14" para terminar en el eje 8".

D.3) Montaje de Alfarda de estas columnas.

D.4) Montaje de traveses de liga nivel de techo entre ejes 14" y 13" de los ejes A y B.

D.5) Montaje de estructura de techo entre los ejes 14" y 13".

D.6) Montaje de traveses de liga inferiores y armaduras entre 14" y 13" de los ejes A y B.

D.7) Se continuará montando columnas, alfardas, traveses de liga superiores, traveses de liga inferiores, armaduras y contraventeos de ejes A y B hasta terminar en el eje 8" (Ver Cap. 5, Programa).

D.8) El montaje de la trabe carril se podrá iniciar al momento de tener montados los dos primeros marcos con su estructura, habiendo sido colocado el compuesto grout en las bases.

Al finalizar el montaje de las traveses carril, se entregará levantamiento topográfico de la nivelación y alineamiento antes del plantaje de la grúa.

D.9) El montaje de las cubiertas nivel +6.00 m y nivel +12.00 m, se iniciará cuando se tengan montados los tres primeros marcos con su estructura de techo y donde la Obra Civil no interfiera.

-Estas cubiertas deberán montarse simultáneamente, montando cubierta nivel +6.00 y enseguida la cubierta niv +12.00 m.

los elementos temporales soldados a la estructura, no deberán ser retirados con equipo de oxiacetileno, sino por medios mecánicos. Deberá efectuarse limpieza mecánica.

E) Uniones y conexiones de campo:

E.1) Deben realizarse tal como se ha indicado en los planos de diseño. A medida que se embarquen las partes elaboradas en taller al sitio, fabricación suministrará lo siguiente:

a) Pernos de especificación, tamaño correcto y en cantidad suficiente (dos por ciento más de lo necesario) para las conexiones de las piezas del elemento enviado si éstas requieren conexiones atornilladas.

b) Si requiere soldadura en campo, fabricación debe suministrar respaldos adecuados para la soldadura de las uniones del elemento enviado al sitio de montaje.

E.2) Montaje deberá contar en el almacén con lo siguiente:

- a) Electroodos adecuados y suficientes para las soldaduras a ejecutar en campo.
- b) Pernos para uniones atornilladas elemento a elemento.
- c) Pasadores a usar en las operaciones.

E.3) Todas las piezas que van a atornillarse, deben sujetarse rígidamente con pasadores mientras dura la operación de su montaje. El mandrilado que se haga durante la maniobra, no debe deformar ni agrandar los agujeros. Las conexiones atornilladas se deberán apretar el par que indique el Anexo B, Correspondiente a la especificación AISI. Una vez dado el par de apriete, se documentará en el Anexo D.

E.4) El torquímetro deberá estar calibrado y su verificación en campo se hará como sigue:

- a) Se calibrará un torquímetro en el analizador de torques de referencia.
- b) La periodicidad de recalibración del torquímetro será de tres meses o antes si se tiene duda o se cree hay sufrido algún daño.
- c) El torquímetro patrón deberá ser utilizado en campo sólo para verificar los torquímetros de uso.
- d) Los torquímetros de uso deberán ser verificados mediante lecturas comparativas contra el torquímetro patrón.
- e) La periodicidad de la verificación de los torquímetros de uso será semanal, la cual deberá ser registrada en una bitácora.

E.5) Soldadura en campo: Los materiales, acabados, procedimiento de soldadura, supervisión e Inspección, cumplirán con los requerimientos A.W.S. (Ver Procedimiento de aplicación de Soldadura, Cap. 2, Fabricación; Calificación de procedimientos de Soldadura, Cap. 4, Control de Calidad).

Las Inspecciones serán no destructivas, Inspección visual, Inspección radiográfica y líquidos penetrantes.

-Los soldadores y operadores deberán estar calificados de acuerdo al procedimiento descrito en el Capítulo 4, Control de Calidad).

F) Puntos que se considerarán para efectuar el montaje de la estructura y que deberán ser documentados en el anexo A:

- a) Inspección visual de dados y anclas.
- b) Inspección dimensional de dados y anclas.
- c) Localización de bancos de nivel.
- d) Transportación y verificación de niveles dados.
- e) Instalación de las placas de nivelación a dados de cimentación.
- f) Verificación general de niveles a placas de nivelación.
- g) Verificación de verticalidad de columnas.
- h) Verificación de dimensionamiento entre columnas.
- i) Inspección visual de Conexiones.

G) Soportes Temporales: Apoyos temporales como riostras, puntales, obra falsa u otros elementos pueden utilizarse durante el proceso de montaje para asegurar la estructura o parte de ésta que se encuentre en construcción contra las cargas que actúen sobre ella antes de su terminación, tales como el viento y las mismas producidas por las operaciones de montaje.

G.1) Montaje decidirá cuándo es necesario colocar estos soportes, por cuánto tiempo y el tipo de apuntalamiento que utilizará.

G.2) Deberá contarse también con andamios, barandillas, pasos, personal y reglamentación de seguridad; todo esto para que los obreros estén adecuadamente protegidos.

H) Dimensiones totales:

Deben esperarse algunas variaciones en las dimensiones de la estructura terminada con respecto a las de diseño. Estas variaciones se considerarán dentro de los límites permisibles siempre que su efecto acumulativo no exceda los efectos acumulados de las tolerancias de fabricación más las de montaje.

H.1) La estructura deberá montarse de acuerdo a las tolerancias establecidas en el AISC Code of Standard Practice for Structural Steel Buildings and Bridges. Antes de efectuar

Uniones definitivas en campo, deberá verificarse que la estructura esté plomeada, nivelada y alineada de acuerdo a estas tolerancias.

I) Puntos y líneas de Trabajo:

I.1) Las tolerancias de montaje se definen en relación a los puntos de trabajo en el miembro y a las líneas de trabajo de la manera siguiente:

a) Para miembros no horizontales: El punto de trabajo del miembro será el centro del mismo a cada extremo de la pieza de embarque.

b) Para miembros horizontales el punto de trabajo será la línea central del patín superior o de la superficie superior a cada extremo.

c) La línea de trabajo del miembro, es la línea recta que conecta los puntos de trabajo del miembro.

J) Tolerancias de posición y alineamiento :

Las tolerancias de posición y alineamiento son las siguientes:

J.1) Columnas:

Las partes de columnas individuales se considerarán a plomo si la desviación de la línea de trabajo respecto a la línea vertical no excede 1:500 de acuerdo a lo siguiente:

a) Los puntos de trabajo de las partes de columnas interiores, no deberán desplazarse más de 1" de la línea de construcción establecida para estas columnas.

b) Los puntos de trabajo de las partes de columnas exteriores, no deberán desplazarse de la línea de construcción establecida más de 1".

c) Los puntos de trabajo de las partes de columnas exteriores en los niveles 12.00+ , 24.00+ y 37.00+ no deberán quedar fuera de una franja horizontal paralela a la línea de construcción de 1 1/2" de ancho.

d) Los puntos de trabajo de las partes de columnas exteriores no deben desplazarse de la línea de columna, en dirección paralela a la línea de construcción, más de 2".

J.2) Otros miembros:

a) La alineación de miembros consistentes en una pieza recta individual y en los cuales no se vayan a practicar empalmes de campo, se considerará aceptable si la variación en su alineamiento es debida a la variación en el alineamiento de la columna a la que esté

conectado. La variaciones de ésta última deben estar dentro de los límites mencionados en los párrafos anteriores.

b) La elevación de miembros conectados a columnas se considerará aceptable si la distancia del punto de trabajo del miembro a la línea del borde al que se unirá en la columna no es mayor de 3/16" o menor de 5/16" de la distancia especificada en los planos.

c) La elevación de miembros consistentes en una sola pieza de embarque, que no estén conectados directamente a columnas, se considerará aceptable si la variación en su elevación real es causada únicamente por variaciones en la elevación de los miembros que lo soporten las cuales deben cumplir con las tolerancias de fabricación y montaje establecidas para los mismos.

d) Piezas de embarque individuales que formen parte de miembros ensamblados en campo que contengan uniones entre sus puntos de soporte, se considerarán plomeadas niveladas y alineadas si la desviación angular de la línea de trabajo de cada una en relación al alineamiento que marque el plano no excede de 1/500.

e) Miembros en cantiliver se considerarán plomeados, nivelados y alineados si la desviación angular de la línea de trabajo no excede de 1/500 con respecto a una línea recta que siga la dirección indicada en el plano, y que va desde el punto de trabajo al extremo soportado del miembro.

K) Aceptación de Posición y Alineamiento:

Control de Calidad es responsable de verificar que la colocación del miembro estructural es adecuada y cumple con los requerimientos establecidos de verticalidad nivelación y alineamiento mencionados.

K.1) Montaje debe ser informado continuamente tanto de la liberación de los miembros como de los puntos a corregir. Es importante lograr una coordinación óptima entre montaje y control de calidad durante la obra, de manera que la continuidad en la secuencia de montaje no se vea afectada

L) Correcciones:

Para cumplir con las tolerancias de montaje, pueden efectuarse ajustes moderados mediante rebabeado, soldadura, corte y arrastre del elemento hacia la línea de plano utilizando pasadores. Cualquier corrección que involucre cambios en la configuración de los miembros estructurales, deberá notificarse a Ingeniería de diseño y a Fabricación, para determinar al responsable del desajuste y a la vez concertar la mejor manera de corregirlo.

M) Procedimiento para la reparación de soldadura:

M.1) La soldadura se removerá por medios mecánicos (Esmeril) y se elaborará un croquis de la zona afectada.

M.2) Una vez removido el defecto de la junta soldada se procederá a su reparación, efectuándola un soldador calificado aplicando el mismo procedimiento de soldadura utilizado en el depósito inicial, en base a la norma A.W.S. D.1.1. Se utilizarán electrodos E-7018. Lo anterior será verificado por el inspector de control de calidad y será documentado respecto al procedimiento de inspección visual de soldadura (Capítulo 4).

M.3) Los daños físicos que se originen en el metal base como por ejemplo:

a) Golpes: Se sacarán con un gato o calor controlado, posteriormente se aplicarán líquidos penetrantes a verificar que no existen grietas.

b) Los barrenos que no coincidan uno con otro serán tapados con soldadura E-7018.

c) Las piezas que de taller vengan con laminaciones, se repararán eliminando éstas con Arc-Air, se aplicarán líquidos penetrantes para verificar que han sido completamente removidas y se documentará de acuerdo al procedimiento de inspección de soldadura por líquidos penetrantes (Capítulo 4) y posteriormente se rellenará con soldadura E-7018.

9.-Recubrimiento de Estructura

A) Los elementos estructurales deben pintarse antes de ser montados. Posterior al Montaje de cada uno se hará una revisión con objeto de determinar si el recubrimiento sufrió algún daño y efectuar resane del mismo.

B) Especificaciones aplicadas:

a)C.F.E. 8500-01: Guía para la selección y aplicación de recubrimientos anticorrosivos.

b)C.F.E. 8500-02: Recubrimientos anticorrosivos

c)C.F.E. 8500-03: Recubrimientos anticorrosivos y pinturas para centrales termoeléctricas y geotérmicas.

D) Materiales:

a) Todos los materiales empleados en la protección anticorrosiva en este caso, los recubrimientos primarios y acabados deberán contar con el certificado de control de calidad del fabricante que suministra la pintura.

b) Los recubrimientos deberán ser almacenados de tal forma que no queden expuestos a la lluvia o a los rayos del sol, ni estar en contacto directo con el piso y en estibas mayores a 4 cubetas.

c) El almacén o bodega de la pintura deberá contar con equipos contra incendio adecuados y en número suficiente. Además deberá tener la ventilación necesaria para que la temperatura se mantenga en un rango adecuado, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

d) El abrasivo a utilizar deberá ser clasificado entre Malla-Mex 18 y Mex 80 de acuerdo al patrón de anclaje requerido, no deberá estar contaminado y deberá mantenerse siempre seco.

e) Equipo: El equipo a emplear deberá estar completo y debe reunir todos los requisitos de seguridad para la buena ejecución de los trabajos.

E) Aplicación:

a) Antes de iniciar la aplicación del recubrimiento primario, se deberá efectuar la limpieza y preparación de la superficie mediante alguno de los métodos seleccionados en la especificación C.F.E. 8500-01.

b) La aplicación se realizará de acuerdo con el procedimiento según el método seleccionado en la especificación C.F.E. 8500-01:

-Limpieza PAB Sand Blast a Metal Blanco.

-Primario: C.F.E. P10, Inorgánico de Zinc Post-curado (1 capa, 3mm).

-Acabado C.F.E. A-3, epóxico de altos sólidos (1 capa, 3 mm).

d) Para las condiciones en las que se requiera dar mantenimiento al sistema aplicado de pintura, el proceso de aplicación será el mismo, después de limpiar la superficie con herramienta manual o mecánica para dejarle libre de humedad, grasa, aceite óxido o polvo.

G) Recubrimiento en Pernos y Tuercas:

G.1) Pernos y Tuercas deben protegerse adecuadamente con un sistema anticorrosivo conforme a la especificación C.F.E.-D-8500

G.2) Aplicación:

a) Limpieza de las piezas de tornillería con solvente especificación C.F.E.-LSO.

b) Lavado con agua a presión.

c) Aplicar sellador pre-primario 167-K-0000 con spray convencional o brocha en capas de 1.5 mm.

d) Una vez verificado el par de apriete en la conexión, pernos y tuercas deberán pintarse con pintura especificación A-3 Color rojo.

ANEXOS

ANEXO A

VERIFICACION DEL MONTAJE DE ESTRUCTURA

ACTIVIDAD	ACEPTABLE	RECHAZADO	DOCTO.APLIC.
1.- INSPECCION DE DADDS Y ANCLAS	_____	_____	_____
2.- VERIFICACION DE NIVELES DADOS	_____	_____	_____
3.- VERIFICACION GENERAL DE NIVELES A PLACAS DE NIVELACION	_____	_____	_____
4.- VERIFICACION DE VERTICALIDAD DE COLUMNAS	_____	_____	_____
5.- VERIFICACION DE DIMENSIONAMIENTO ENTRE COLUMNAS	_____	_____	_____
6.- INSPECCION VISUAL DE CONEXIONES	_____	_____	_____
7.- LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA	_____	_____	_____

IDENTIFICACION DE PIEZA

AREA:

ENTRE EJES

JEFE DE FRENTE CONSTRUCCION

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO B

ESPECIFICACIONES A.I.S.I. TORQUEADO

APRIETE (TORQUE) EN lb-ft Y kg-m QUE SE REQUIERE EN DIFERENTES CALIDADES CALIDADES DE TORNILLO AL EMPLEARSE EN LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

DIAMETRO DEL TORNILLO																				
in	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3
mm	10	11	13	14	16	19	22	25	28	32	35	38	41	44	48	51	57	64	70	76

		PAR DE APRIETE																						
TIPO DE PERNO	ESTANDAR	lb-ft	19	30	45	66	93	150	202	300	474	659	884	1057	1448	1884	2336	2721	117	4380	7319	9455		
		kg-m	2.6	4.1	6.2	9.1	12.9	20.7	27.9	41.5	65.5	91.1	122.2	146.5	200.2	260.5	322.9	276.2	430.9	605.5	1011.9	1307.2		
	A-325	lb-ft			100		200	355	525	790	1060	1495	1960	2600	Los valores mostrados son los apropiados para fijar permanentemente									
		kg-m			13.8		27.6	49.1	72.6	109.2	146.1	206.7	271.0	359.5										
	A-490	lb-ft	55	90	138	198	270	444	709	1071	1692	2360	3159	3780	5173	6736	Importante: Aplicar los requerimientos que aparecen en las notas							
		kg-m	7.6	12.4	19.1	27.4	37.3	61.4	98.0	148.1	234	326.3	436.7	522.6	715.2	931.3								

NOTAS:

- 1) Se ha tomado en cuenta que los tornillos estén limpios, secos, sin ninguna oxidación y protegidos con una ligera película de aceite o cera
- 2) Los valores mostrados en el cuadro anterior deberán multiplicarse por 0.9 cuando los tornillos hayan sido cadmizados.
- 3) Los valores mostrados deberán multiplicarse por 0.9 cuando se lubriquen los tornillos con aceite especial que soporte grandes esfuerzos como grafito, aceite coloidal etc..
- 4) Es muy importante que la superficie de contacto tanto de la tuerca como del tornillo a las piezas por sujetar sea limpiada escrupulosamente
- 5) Los valores mostrados dan una presión de sujeción entre 60 y 70 % del esfuerzo de ruptura a la tensión del tornillo, tomando en consideración el límite elástico.
- 6) El apriete o torque adecuado se puede determinar apretando uno de los tornillos hasta lograr su ruptura. El apriete adecuado será el 50 o 60 % de ese valor.

ANEXO C

REGISTRO DE RECEPCION DE ESTRUCTURA METALICA U-5		
PROVEEDOR	_____	EMBARQUE No. _____
FECHA DE LLEGADA A SITIO	_____	CONFORME _____
		DAÑADO _____
REFERENCIA DEL MATERIAL	_____	
1.-DEFECTO ESTRUCTURAL		
_____ _____ _____ _____		
2.-DEFECTO DE SOLDADURA		
_____ _____ _____ _____		
3.-DEFECTOS EN RECUBRIMIENTO		
_____ _____ _____ _____		
JEFE DE FRENTES CONSTRUCCION	INSPECTOR DE C.C.	JEFE DE C.C.

CAPITULO CUARTO
CONTROL DE CALIDAD

CAPITULO CUARTO:

CONTROL DE CALIDAD

I.- INTRODUCCION:

La Calidad de la Estructura Metálica de la Casa de Máquinas, incluyendo la de cada una de sus partes, puede catalogarse de acuerdo a su adaptación a las Normas y Especificaciones de calidad que se requieren en cada uno de los Procesos de Construcción.

El Cumplimiento de estas Especificaciones y Normas, obligarán a que la Estructura una vez concluida, obedezca a las condiciones de diseño y por lo tanto cumpla con el servicio para el cual, el diseño fue planteado.

La función de Certificación de la Calidad, tiene a su cargo la responsabilidad de mantener los productos de cada uno de los procesos constructivos, de forma que sean consistentes con los requerimientos indicados en las Especificaciones.

Asimismo, el Control de Calidad implica una regulación observación y manipulación de las Actividades de manera que se tenga la seguridad de que la Estructura es consistente con las Normas de Calidad-Economía establecidas.

II.- CONTROL DE CALIDAD EN FABRICACION:

1.- Recepción de Materiales:

A) El Acero Estructural recibido para Fabricación deberá cumplir con la Composición Química y Propiedades Mecánicas del Acero Estructural Especificación A.S.T.M. A-36.

El personal de Control de Calidad en el taller de Fabricación será el responsable de verificar durante la Inspección de Recepción que el embarque de Acero esté respaldado

por documentos que avalen su calidad y certifiquen su cumplimiento con las siguientes propiedades:

Propiedades Mecánicas:

Esfuerzo a la Tensión:	450MPa, 58-80 ksi
Esfuerzo de Fluencia:	220-250 MPa, 32-36 ksi
Elongación en 2 in (%):	20

Composición Química (%):

Carbono (a) (b):	0.29
Manganeso (b):	0.80-1.20
Fósforo:	0.04
Azufre:	0.05
Sílice:	0.15-0.30
Cobre:	0.20

B) Control de Calidad deberá inspeccionar además, que los materiales a emplear en juntas, tales como Pernos, Tuercas, Rondanas, Electrodo y Fundente, vayan acompañados por documentos que certifiquen su calidad y conformidad con sus especificaciones respectivas (Ver Pernos, Tuercas y Rondanas, Cap. 2, Fabricación).

C) Control de Calidad deberá verificar que el Acero a utilizar en Fabricación sea recto dentro de las tolerancias permitidas por la A.S.T.M Especificación A-6 para perfiles simples, de patrón ancho y por lo siguiente:

Los Miembros en Compresión pueden tener una variación lateral máxima de 1/1000 de la longitud axial entre los puntos que han de quedar lateralmente soportados.

Las Secciones transversales de Perfiles a utilizar en Fabricación, deben cumplir con las variaciones permisibles señaladas en la misma Especificación.

2.- Corte:

Deberá vigilarse que los cantos de los elementos mencionados en el Capítulo 2, que vayan a estar sujetos a esfuerzos considerables de tensión o compresión, sean cortados con Soplete guiado mecánicamente.

Se inspeccionarán las superficies de corte para asegurarse de que hayan sido esmeriladas.

3.- Tratamiento Térmico:

Todo Proceso de Tratamiento térmico deberá ser vigilado y controlado, registrándose constantemente la temperatura por crayones indicadores o termómetros, ajustándose a las temperaturas adecuadas al proceso de que se trate.

4.- Dimensiones:

Control de Calidad debe verificar que las dimensiones longitudinales del elemento fabricado cumplan con las tolerancias A.I.S.C. para elementos fabricados, con instrumentos de medición precisos y correctamente calibrados. (Corte, Cap. 2, Fabricación)

Los miembros terminados, deberán estar bien alineados y libres de torceduras, dobleces y juntas abiertas. Serán Causa de Rechazo, las melladuras y dobleces.

III.- CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURA

1.- Calidad de la junta soldada:

La Soldadura debe cumplir con condiciones que constituyen factores importantes de la Calidad de la junta.

Desde el punto de vista físico, tenemos las siguientes:

- Forma y dimensiones correctas de la junta que correspondan exactamente a las indicadas en el diseño.
- Homogeneidad del metal depositado, es decir, ausencia de vacíos debidos a la presencia de gases ocluidos o escoria no removida.
- Fusión completa del metal depositado con el metal base.

Desde el punto de vista metalúrgico:

- Obtener un metal depositado de características análogas a las del metal base.
- Evitar que se modifiquen profundamente las estructuras del metal base que situado en la inmediata proximidad de la junta, ha sufrido una intensa acción térmica.
- Evitar fisuras y agrietamientos por endurecimiento, tratando térmicamente el material.

2.- Procedimiento de Control de Materiales de Soldadura:

Una de las precauciones a tomarse para ejecutar buenas soldaduras es utilizar electrodos correspondientes a las especificaciones de diseño, verificados durante la inspección de recepción y que además hayan sido conservados adecuadamente hasta el momento de utilizarlos.

A) Objetivo:

El objetivo es dar reglas para el control adecuado de los materiales de Soldadura en el Almacén de Fabricación.

B) Alcance:

Se aplicará en la recepción, almacenamiento y manejo de los materiales de soldadura.

C) Referencias:

C.1) Código A.S.M.E. Sec. II Parte C

C.2) Manual del Proveedor

C.3) Especificación A.W.S. D1.1

C.4) Especificación A.N.S.I. B-31.1

D) Prerequisitos:

D.1) Todo el Personal de Control de Calidad relacionado con los procesos de Soldadura, deberá estar adoctrinado en este procedimiento.

E) Responsabilidades:

E.1) El superintendente General de Construcción de obra Mecánica es el responsable de la implementación de este procedimiento.

E.2) El Jefe de Almacén es responsable de implementar este procedimiento en coordinación con el jefe de Control de Calidad.

E.3) La Superintendencia de Control de Calidad, y el personal a su cargo serán responsables de verificar por muestreo, por lo menos dos veces a la semana, que se cumpla con lo señalado en este procedimiento.

F) Procedimiento:

F.1) Recepción:

a) Control de Calidad debe verificar que el Material de Soldadura recibido, concuerde con el que se solicitó al proveedor. Durante la recepción, se verificará el estado de empaque del Material, rechazando aquel que esté destruido o lo exponga a la intemperie.

b) Se verificará que las cajas de Electrodos contengan sus etiquetas de identificación con el nombre del fabricante, La especificación correspondiente A.S.T.M., Clasificación A.W.S., Peso neto, Tamaño de los Electrodos y Número de lote.

c) Un 10% del lote de cajas o contenedores de Electrodo recibidos deberán abrirse para verificar que los Electrodo no estén astillados, agrietados o presenten oxidación en el núcleo.

d) Las Varillas de Aporte deberán estar identificadas debidamente con su muesca para facilitar el manejo de las mismas.

F.2) Todos los Electrodo que tengan recubrimiento de bajo hidrógeno, conforme a A.W.S. A5.5, serán comprados en cajas herméticamente selladas mismas que secadas por lo menos 1 hora a temperaturas entre 700° F y 800° F. Antes de utilizar los electrodo.

Inmediatamente después de abierto el envase sellado o removidos los Electrodo del horno de secado, éstos serán almacenados manteniendo su temperatura por lo menos en 250° F durante 8 horas, antes de ser usados..

F.3) Se verificará que cada lote de Electrodo recibidos en el almacén, tenga su certificado del fabricante, donde indique que el material cumple con los requisitos A.W.S. D1.1 para periodo de exposición atmosférica. Dadas las condiciones de humedad del sitio, los electrodo no deberán permanecer a la intemperie más de tres horas.

F.4) Los Electrodo expuestos a la atmósfera por un periodo menor de tres horas, pueden ser regresados a un horno debiendo mantener su temperatura como mínimo en 250° F, durante 4 horas antes de ser reutilizados.

F.5) Los Electrodo no serán subsecuentemente resecados más de una vez. Los Electrodo que se han humedecido, no serán usados.

F.6) Almacenamiento:

a) El material de soldadura debe almacenarse en un compartimiento cerrado, con control de acceso.

b) Los Electrodo deberán colocarse en racks, agrupándolos de acuerdo con su clasificación A.W.S., especificación y diámetro.

d) El acceso al compartimiento de almacenamiento deberá ser controlado por el Jefe del almacén y sólo podrán autorizar el retiro de material de soldadura, el Superintendente General de Construcción del área mecánica o sus designados autorizados.

e) Los Electrodo de bajo hidrógeno, deberán almacenarse en contenedores de metal. Si el contenedor resulta perforado durante el transporte o almacenamiento, el material debe ser reacondicionado antes de utilizarse, siguiendo las instrucciones que se dan en este mismo procedimiento.

f) Condiciones recomendables de almacenamiento, humedad y temperatura de secado para distintos tipos de electrodo se muestran en la Tabla 1.

F.7) Entrega y manejo de los electrodo de Soldadura:

a) El material de soldadura sólo podrá salir del almacén mediante un documento firmado por el Ingeniero que lo solicita, indicando el área donde se aplicará dicho material y el soldador que lo utilizará.

b) Durante el despacho de electrodos al soldador, se tendrá cuidado de no contaminar el revestimiento, ya sea con grasa, pintura, aceite, etc. lo que afectaría la calidad de material.

c) No debe entregarse a los soldadores material de soldadura en las siguientes condiciones:

-Daños en el recubrimiento o separación del mismo.

-Electrodos contaminados con aceite u otra sustancia.

-Alambre sólido o tubular con una superficie oxidada y contaminada.

-Electrodos provenientes de contenedores abiertos o dañados y que aun no han sido recocidos.

-Electrodos sin identificación de su especificación (A.W.S.).

d) La práctica a seguir en la entrega de materiales a soldadores, considerando que al final de cada turno hay devoluciones, será la de sacar primero lo que entre primero.

e) Cada soldador deberá portar horno portátil para la soldadura y mantenerlo siempre cerrado y conectado.

f) Cada soldador debe portar un recipiente para colocar las colillas de los electrodos usados, mismas que deberá entregar al almacén al final de turno, para fines de control.

g) El Soldador debe entregar al final del turno, el material de soldadura no utilizado dentro de su horno portátil, el cual será controlado por el almacén siendo colocado en el horno de reacondicionamiento..

h) Si el Almacenista encuentra electrodos dañados durante las devoluciones, deberá inutilizarlos.

3.- Inspección de Soldadura:

A) Los procedimientos de inspección de Soldadura deberán cumplir con los requerimientos A.W.S. D1.1, teniendo como objeto detectar discontinuidades que pudieran conducir a Juntas Estructurales defectuosas.

Métodos de inspección del tipo no destructivo serán utilizados en las Soldaduras de la Casa de Máquinas U-5 y serán:

-Inspección Visual, Inspección Radiográfica, e Inspección por Líquidos Penetrantes para Soldadura durante Fabricación, Montaje y Reparación.

B) Las Soldaduras pueden tener discontinuidades características del Proceso con el que fueron ejecutadas, ya sea en Soldadura de Arco Sumergido o Soldadura de Arco de Metal Protegido.

Pueden citarse las siguientes:

a) Socavación: Ranura hundida en el metal base, adyacente a la intersección de la Soldadura con el metal base, o a la raíz, la cual ha quedado sin rellenar con material de Soldadura. Puede ser causada por un alto amperaje al momento de soldar o por exceso de esmerilado en la limpieza.

b) Inclusiones de Escoria: Materiales Sólidos no metálicos atrapados entre el metal soldado o entre éste y el metal base. Esto puede ser resultado de no fijar correctamente las dos partes durante el proceso, movimientos bruscos del electrodo y de remoción incompleta de la escoria entre pasos de soldadura.

c) Porosidad: Cavidades producidas por inclusiones de gas que pueden presentarse dispersas y de pequeño tamaño o aparecer concentradas generalmente hacia el centro del cordón de soldadura. Pueden ser causadas por humedad en el metal base antes de iniciar la soldadura o limpieza incorrecta de la zona de soldadura.

d) Sobreposición: Exceso de material de aporte en el refuerzo de una unión, deformando el perfil del cordón.

e) Vacíos por Contractura: Cavidades ocasionadas por contracturas durante la solidificación.

f) inclusiones de Oxidos: Partículas de óxido provenientes de la superficie del metal que no se derriten y quedan atrapadas en la soldadura.

g) Falta de Fusión (LOF): Falta de unión entre el metal base y el metal de aportación. Resultado de manipulación incorrecta del electrodo (Excesiva velocidad en el viaje del electrodo, tamaño excesivo de electrodo) y condiciones inadecuadas en el momento del proceso (Corriente eléctrica insuficiente, preparación pobre de la junta, ángulo demasiado agudo en la junta, soplo magnético de arco excesivo).

h) Falta de Penetración (LOP): Condición en la cual el material de aporte no fluye hasta la raíz, debido a una mala preparación de la unión o técnica incorrecta al soldar. Resultado de manipulación incorrecta del electrodo, condiciones inadecuadas en el momento del proceso o contaminación de la superficie de soldado.

i) Cráteres: Depresiones en el acabado final de los cordones o depósitos de Soldadura.

j) Penetración excesiva: Exceso de Penetración en el metal de aporte o en el cordón de raíz.

k) Golpe de Arco: Discontinuidades consistentes en metal fundido o cambios en el perfil de la superficie de la soldadura. Causadas por Cebado del arco que se realiza con el electrodo al iniciar el proceso de soldadura o producido por el roce de un cable de energía eléctrica o falsa tierra, con el material base.

C) Discontinuidades de tipo Metalúrgico:

a) Fracturas: Discontinuidades producidas por roturas en el metal base o en el metal de aporte como resultados de tensiones producidas durante el proceso de Soldadura.

b) Fisuras: Pequeñas roturas sobre las superficies de una fractura.

c) Segregación: Deposición o concentración no uniforme de material soldado. Esto se distingue a medida que solidifica la soldadura.

d) Desgarramientos laminares: Discontinuidades paralelas al plano de laminado, causadas por contracciones debidas a temperatura.

D) Las discontinuidades más comunes en los procesos al arco sumergido y metal de arco protegido son los siguientes:

a) S.M.A.W.:

- Inclusiones de Escoria
- Porosidad
- LOF/LOP
- Socavación

b) S.A.W.

- LOF/LOP
- Inclusiones de Escoria
- Porosidad

E) Procedimiento de Inspección Visual de Soldadura:

La Inspección Visual de Soldadura, es considerada muy importante desde el punto de vista de un Control de Calidad Práctico. La Inspección Visual se utiliza ampliamente para detectar discontinuidades, siendo sencilla de efectuar, rápida y económica. Puede ser efectuada antes, durante y después del proceso.

E.1) Objetivo: Definir las condiciones de examinación visual de soldaduras y su estándar de aceptación.

E.2) Alcance: Se aplicará para determinar las condiciones superficiales de soldaduras de acuerdo al código A.W.S. D1.1, y a las especificaciones de diseño de la obra de la Estructura Metálica de la Casa de Máquinas U-5.

E.3) Prerequisitos:

a) Todo el personal de Control de Calidad, relacionado con esta actividad, deberá estar relacionado con este procedimiento.

b) El personal de control de calidad relacionado con este procedimiento, deberá ser aprobado en un examen médico de agudeza visual y estar certificado como Inspector en la Especialidad.

E.4) Responsabilidades:

a) El Superintendente General de Construcción de la Obra Mecánica o su designado, es el responsable de la Implementación del presente procedimiento.

b) El Superintendente General de Control de Calidad es responsable de vigilar que el personal a su cargo, realice las Inspecciones de acuerdo a este procedimiento.

c) Será responsabilidad del Inspector de Control de Calidad, realizar la Inspección de los trabajos bajo este procedimiento.

E.5) Anexos: Anexo 1, Reporte de Inspección visual de Soldadura.

E.6) Procedimiento:

a) La Examinación deberá efectuarse antes, después y durante la soldadura y tratamiento térmico cuando éste sea aplicable. Deberá hacerse bajo adecuadas condiciones de iluminación del área a ser examinada.

b) El examen visual podrá ser efectuado por cualquiera de los siguientes métodos:

c) Examen directo: Este tipo de examen se realizara en forma directa y con facilidades de observación, de tal manera que no exista algún obstáculo que impida la visión a una distancia no mayor de 15" ni un ambiente contaminado de humo o polvo.

d) Examen indirecto: Este examen es realizado con auxilio de accesorios e instrumentos para facilitar una mejor visibilidad en el área a verificar. Algunos Instrumentos auxiliares son los siguientes:

- Espejos ajustables
- Lupas
- Lámpara de mano
- Calibradores de Soldadura

e) Verificar que tanto el Procedimiento de Soldadura como el Soldador, se encuentren Calificados.

f) La Preparación de las Juntas de Soldadura debe estar de acuerdo con los planos de construcción, código AWS Sec. 4 y además libre de grasa, óxido, aceite, escoria y cualquier otra materia extraña que pudiera causar discontinuidades superficiales.

g) Las partes a unir no deberán presentar desalinamiento en ninguna dirección, respetando las tolerancias especificadas en el Código A.W.S. (Sección 6, Inspección).

-Las partes a soldar con soldadura de filete, deben colocarse tan próximas como sea posible y en ningún caso se separarán más de 5 mm. Si la separación es de 1.6 mm o mayor, se le añadirá ésta al tamaño de la soldadura.

-La separación entre superficies de contacto de juntas traslapadas no debe exceder de 1.6 mm.

-Los extremos de las piezas que van a colocarse a tope, deben alinearse cuidadosamente, Las faltas de alineamiento mayores a 3 mm deben corregirse y al hacerlo, la pieza no deberá girar un ángulo mayor de 2°.

-Si es posible, las piezas se colocarán en posición de hacer soldadura horizontal y por arriba.

h) Durante la alineación de placas a soldar, se debe evitar hasta donde sea posible, el uso de aditamentos temporales soldados. En estos casos, el aditamento deberá removerse con equipo de devaste (pulidor).
No se permite el retiro de respaldos por rotura de los mismos.

i) Verificar que el material de aportación sea el indicado en el Procedimiento de aplicación de Soldadura y esté en condiciones térmicas correctas (Ver Control de materiales de Soldadura).

j) Todas las soldaduras a tope deben tener una penetración completa y una corona de refuerzo uniforme.

k) Cada paso o capa de soldadura, debe estar libre de escoria, inclusiones, grietas, porosidades, falta de fusión, socavaciones o quemaduras.

l) Durante el Proceso, el área de trabajo deberá mantenerse protegida de vientos fuertes, lluvia o polvo.

m) Después del soldado, debe verificarse que las dimensiones de la soldadura sean las exactas además de tener un contorno uniforme.

n) La soldadura terminada ha de tener una superficie suficientemente lisa para permitir una interpretación correcta de las pruebas no destructivas aplicables.

o) El Esmerilado que se realice para satisfacer el acabado de las soldaduras, debe hacerse de tal manera que no se formen ranuras.

p) Este procedimiento de examinación visual, se efectuará antes de realizar cualquier otra prueba no destructiva, en caso contrario, se anulará el resultado de dicha prueba.

q) Aquellas soldaduras que necesiten reparación serán identificadas adecuadamente y reparadas de acuerdo a lo señalado en el procedimiento de reparación de soldadura. (Cap. 3, Montaje).

F) Procedimiento de Inspección Radiográfica en Soldadura:

F.1) Objetivo:

Establecer el método operativo y los criterios de aceptación o rechazo, para la realización y evaluación de los exámenes radiográficos de la soldadura.

F.2) Alcance:

Quedan dentro del alcance de este procedimiento, las actividades de examen radiográfico de la soldadura realizada en la Casa de Máquinas U-5

F.3) Referencias:

- a) Código ASME, Sección 5, Pruebas no destructivas.
- b) Práctica recomendada SNT-TC-1A (American Society of Non-destructive Testing).

F.4) Definiciones:

- a) **INDICACIONES ALARGADAS:** Son aquellas que radiográficamente muestren una longitud mayor a tres veces su anchura.
- b) **INDICACIONES REDONDEADAS:** Son aquellas que radiográficamente muestran una longitud igual o menor a tres veces su anchura, pudiendo ser de forma elíptica, circular o irregular.

F.5) Anexos:

- a) Anexo 2: Formato de reporte de examen radiográfico.

F.6) Prerequisitos:

a) Todo el personal de Control de Calidad relacionado con Soldadura, debe estar adoctrinado en este procedimiento.

b) Personal que debe Ejecutar e Inspeccionar:

- Nivel 1: Operador
- Nivel 2: Inspector y Evaluador
- Nivel 3: Certificador

F.7) Responsabilidades:

a) El Superintendente General de Construcción de la Obra mecánica, es el responsable de la implementación de este procedimiento.

b) El Superintendente General de Control de Calidad y el personal a su cargo, verificarán que el personal que realice los exámenes radiográficos, se apegue al presente procedimiento.

F.8) Procedimiento:

a) Equipo y Materiales:

-Fuentes de Radiación: Las radiografías pueden ser tomadas con equipos de rayos X, o con fuente de radiación Gamma.

-Pantallas Reforzadoras y Chasis:

Se podrán utilizar pantallas de plomo, en ningún caso se utilizarán Pantallas fluorescentes. Los Chasis portapelículas deben ser de tipo flexible, ya sea plástico o lona, para permitir una buena adaptación a la configuración de la soldadura a radiografiar, cuidando que la distancia entre el objeto y la película sea mínima. El espesor de las pantallas de Plomo será .005 in anterior y .010 pulgadas posterior.

b) Preparación de la Superficie:

Todas las superficies a radiografiar deberán estar libres de chisporroteo y defectos superficiales que puedan enmascarar discontinuidades o confundir al examinador. La superficie de vista de todas las juntas soldadas a tope puede estar emparejada con el metal base o tener una corona razonablemente uniforme.

c) Calidad de las Radiografías:

Las radiografías deben estar libres de defectos de tipo mecánico, químico u otro en un grado tal, que no cubran o se confundan con la imagen de alguna discontinuidad.

Tales defectos incluyen:

- Velado
- Defectos de procesado
- Raspaduras, marcas de dedos, quebraduras, marcas de estática etc.

d) Calificación de Procedimiento:

Si se cumple con los requerimientos de calidad de densidad e imagen del penetrómetro en la producción de las radiografías, esto se debe considerar como evidencia de calificación del procedimiento.

e) Variables esenciales:

El procedimiento debe recalificarse si ocurre lo siguiente:

- Cualquier cambio en el tipo de película empleada en la calificación del procedimiento.
- Un cambio en el tipo de fuente de radiaciones calificado.
- Un cambio en el tipo de pantallas intensificadoras.
- Un cambio en los gruesos mínimos y máximos del material radiografiado, fuera del rango calificado.
- Un cambio en el tipo de penetrámetros.
- Un cambio en el número de películas utilizadas por toma.

f) Densidad radiográfica:

La densidad radiográfica, medida sobre la imagen del penetrámetro y en cualquier punto del área de interés, debe ser de un mínimo de 1.8 para radiografías simples tomadas con equipos de rayos X y de 2.0 mínimo para radiografías simples tomadas con fuentes de rayos Gamma, medida con densitómetro electrónico, el cual debe estar calibrado con una escala de densidad patrón suministrada con el equipo. La densidad máxima debe ser de 4.0 para ambos casos.

g) Radiación secundaria:

-Como una comprobación de la radiación secundaria posterior, se debe colocar una letra B de plomo en la parte posterior de cada chasis. Las dimensiones mínimas de la letra, serán 1/2 in de altura y 1/16 in de espesor.

-Si aparece la imagen de la letra B en la radiografía, la protección contra radiación secundaria es insuficiente y se debe considerar inaceptable.

La radiografía se volverá a tomar con el blindaje por la parte posterior con una placa adicional de plomo capaz de absorber la radiación excesiva.

h) Selección de Película:

-Se deberá utilizar película tipo 1 o tipo 2 según práctica recomendada SE-94.

i) Clasificación, Identificación y Conservación de Películas Radiográficas.

-Las radiografías deben llevar los siguientes datos:

Sistema línea, componente, soldadura y soldador
Fecha de la toma radiográfica.

-Los paquetes de radiografías serán numeradas en orden cronológico y llevarán su identificación.

j) Conservación:

-El cuarto donde se archivarán las radiografías, deberá estar protegido de la intemperie.

-El cuarto deberá mantenerse a una temperatura menor de 24° C. y una humedad relativa entre 15 y 50%.

-La identificación de las soldaduras por radiografiar y ya examinadas debe efectuarse sobre un plano y sobre la superficie del componente, mediante un sistema previamente acordado con el radiólogo.

k) Factores Geométricos:

-La distancia perpendicular desde la fuente de radiación a la película, no debe ser mayor de 7 veces el grueso máximo a radiografiar y la radiación no debe incidir en un ángulo mayor a 26.5°.

-Las radiografías se harán utilizando solamente una fuente de radiación centrada con la longitud del área a examinar.

-Limitaciones de la penumbra geométrica:

Espesor del material (in)	Penumbra Geométrica máxima (in)
< 2	.020
2-3	.030
3-4	.040
4 <	.070

l) Penetrómetros:

-Todas las radiografías deben realizarse de manera que muestren la imagen del penetrómetro correspondiente al grueso de material que se examina, incluyendo su número de identificación.

-Las dimensiones y otras características de los penetrómetros deben ser las establecidas en la sección V del código ASME.

-Colocación de los penetrómetros:

Cuando la longitud de la soldadura radiografiada sea menor de 10 in, se colocará un sólo penetrómetro por placa radiográfica.

-Posición: El penetrómetro se debe colocar al lado de la junta, adyacente al cordón de soldadura.

-Galgas bajo los penetrómetros:

Cuando el exceso de grosor o la placa de respaldo de una soldadura no hayan sido eliminados, se pueden colocar galgas del mismo tipo del material base, debajo del penetrómetro, para compensar la diferencia.

m) Técnica radiográfica:

-Si fuera requerido, se podrán tomar las radiografías con la técnica de película doble sin pantalla intermedia.

n) Interpretación:

-La interpretación se debe efectuar examinando una película simple.

-Las radiografías deben mostrar claramente el orificio esencial de cada penetrómetro.

-Las radiografías deben ser observadas para su interpretación y evaluación mediante un negoscopio de intensidad luminosa variable.

o) Criterios de Aceptación:

los criterios de aceptación de los exámenes radiográficos serán los siguientes:

-ASME sección IX, Criterio de aceptación radiográfica para calificación de habilidad de Soldadores y operadores de Soldadura.

-A.W.S. D1.1: Código de soldadura estructural, sección 6 parte B, Inspección radiográfica en soldadura.

G) Procedimiento para Inspección por Líquidos Penetrantes:

G.1) Objetivo:

Definir el método operativo y los criterios de aceptación para el examen por líquidos penetrantes de soldaduras y sus reparaciones.

G.2) Alcance:

Este procedimiento se aplicará en la soldadura durante la Fabricación y Montaje de la Estructura Metálica de la Casa de Máquinas U-5.

G.3) Referencias:

- a) Código ASME Sección 5.
- b) Práctica SNT-TC-1A

G.4) Definiciones:

- a) Indicaciones Relevantes: Son aquellas que resultan de discontinuidades mecánicas y cuya dimensión es mayor de 1/16 in.
- b) Indicaciones lineales: Son aquellas en las cuales la longitud es más de tres veces su anchura.
- c) Indicaciones redondeadas: Estas indicaciones pueden ser circulares o elípticas, su longitud es menor de tres veces su anchura.

G.5) Anexos:

a) **Anexo 3: Reporte de pruebas de líquidos penetrantes.**

G.6) Prerequisitos:

a) **Todo el personal de Control de Calidad relacionado con soldadura, debe estar adocinado en este procedimiento.**

b) **El Operador será Calificado Nivel 1.**

c) **El Inspector encargado de la evaluación será Calificado nivel II o nivel III.**

G.7) Responsabilidades:

a) **El Superintendente General de Construcción de la Obra Mecánica o su designado, será el responsable de la aplicación de este procedimiento.**

b) **La Superintendencia de Control de Calidad y el personal a su cargo en estas actividades serán responsables de la correcta verificación de las inspecciones realizadas.**

G.8) Procedimiento:

a) Líquidos:

-Para la aplicación del presente procedimiento, se utilizarán líquidos penetrantes color rojo, eliminables con disolvente.

-Los líquidos a utilizar, (Penetrantes, Removedor y Revelador), serán de proveedores y marcas calificadas.

-Debe verificarse que los líquidos cumplan con el contenido residual de azufre o halógenos, establecido en la artículo 6 de la sección V del Código ASME.

b) Estado Superficial:

-La superficie a examinar, así como las áreas adyacentes en una extensión no menor de 1 in, deberán estar secas y libres de cualquier tipo de suciedad, grasa, escoria, salpicaduras de soldadura, aceite, polvo y en general cualquier tipo de materia extraña que pudiera dificultar la buena realización del examen.

c) Limpieza Previa:

-La superficie a examinar deberá ser limpiada previamente por medios mecánicos, de manera que se obtenga un estado superficial como el descrito en el punto anterior.

-Para la limpieza de las superficies, podrá utilizarse acetona, alcohol isopropílico o removedor. La aplicación de agentes limpiadores se realizará mediante el uso de paños humedecidos, cepillos suaves o pulverización mediante spray.

-Una vez realizada la limpieza previa, se dejará secar la zona, por evaporación normal durante un tiempo no inferior a cinco minutos. No estará permitida la limpieza previa mediante chorro de arena o cualquier otro tipo de proyección sólida que pudiera cerrar discontinuidades en caso de existir.

d) Aplicación del Penetrante:

-El Penetrante se aplicará por pulverización, spray o en su defecto, mediante brocha, procurando dejar una capa uniforme de penetrante sobre la superficie a examinar. Esta superficie consistirá en el cordón o depósito de soldadura, más una extensión no menor a 1 in desde su borde.

-Cuando el examen se realice sobre zonas saneadas por la eliminación de defectos detectados por otras técnicas, la extensión del examen se limitará a la zona saneada, cubriendo una superficie de 1/2 in como mínimo, alrededor de la ésta.

-El tiempo de penetración será de acuerdo al código ASME Sección 5 artículo 6.

-La temperatura de la superficie a examinar, se medirá con un termómetro de contacto o un crayón térmico y deberá fluctuar entre 16° C y 51.5° C.

-Cuando la temperatura no se encuentre dentro de los límites y no pueda realizarse su calentamiento o enfriamiento, se procederá a calificar el procedimiento de acuerdo con lo indicado en el párrafo T-660 del artículo 6 de la sección 5 del código ASME.

e) Eliminación del exceso de penetrante:

-Una vez transcurrido el tiempo de penetración, se procederá a eliminar el exceso de penetrante mediante el uso de paños o papel absorbente, humedecido con removedor o thinner.

-Durante la eliminación del penetrante deberá ponerse especial cuidado en no dejar impurezas que pudieran dar lugar a falsas indicaciones.

-No se permite la aplicación directa del removedor sobre la superficie de la pieza, después de la aplicación del penetrante y antes de la del revelador. Una vez terminada la eliminación, se dejará secar la superficie por un tiempo mínimo de 5 minutos.

f) Aplicación del revelador:

-El revelador se aplicará una vez realizada la eliminación del exceso de penetrante y transcurrido el tiempo de secado.

-Preferentemente el revelador se aplicará mediante spray, pero en ocasiones, cuando tal método no sea aconsejable (Por seguridad o dificultad de aplicación del mismo), podrá aplicarse mediante brocha, extendiendo una capa ligera sobre la zona a examinar procurando que la misma quede uniformemente bañada.

-Se pulverizará a una distancia de la superficie, entre 15 y 20 cm, procurando depositar una capa fina y regularmente distribuida en la superficie.

g) Examen:

-La interpretación final se realizará después de haber permitido al penetrante un tiempo de exudación de 7 a 30 minutos. El revelador forma una fina capa de color blanquecino.

-Las discontinuidades superficiales se detectan por la exudación del penetrante, que normalmente da una indicación de color rojo intenso sobre el revelador.

h) Criterios de aceptación en exámenes efectuados:

-Los criterios de aceptación serán de acuerdo a los estándares de los códigos de referencia.

-ASME-ANSI B-31.1 Capítulo VI "Examinación, Inspección y Pruebas" Párrafo 136.4.4.

-ASME Sección VIII DIV. 1 Apéndice 8, "Métodos de examinación por líquidos penetrantes". Párrafos 8-3 y 8-4.

i) Una vez terminado el proceso de examen y la evaluación de las indicaciones, se efectuará limpieza del área examinada utilizando alcohol isopropílico, acetona y removedor.

j) Durante todo el proceso con líquidos penetrantes, se cuidará que no existan cerca fuego o chispas, para evitar riesgos al personal examinador.

k) Las actividades realizadas, serán registradas en el Anexo III, por el inspector certificado que realizó la prueba, misma que deberá ser avalada por el Inspector de Control de Calidad asignado al área.

El resultado de la prueba será entregado al Ingeniero de Construcción responsable del área.

IV.- PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA LIBERACION Y CERTIFICACION DE CALIDAD EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5.

1.-Objetivo:

Establecer los requerimientos necesarios para la liberación y certificación por Control de Calidad de las actividades de construcción de la estructura Metálica de la Casa de Máquinas U-5.

2.- Alcance:

A) Quedan Comprendidos dentro del alcance de este procedimiento, todos los elementos montados en la C.T.A.L.M. U-5.

3.-Definiciones:

A) Liberación Total: Es la que se realiza cuando se ha cumplido con el 100% , requisitos de diseño, especificaciones y procedimientos, debiendo estar soportada por certificados de calidad de materiales utilizados, registros de Inspección, Calificación de personal y Reportes Topográficos.

B) Liberación Parcial: Es cuando por necesidades de montaje o construcción, se tenga que proseguir o iniciar otra secuencia de trabajo, por lo que podrá liberarse por secciones, ejes, niveles, líneas o secciones de éstas.

C) Liberación Condicional: Es la que podrá realizarse a liberaciones totales o parciales, siempre y cuando no quede indeterminada la calidad de los componentes o exista una justificación técnica para la liberación o que quede pendiente la ejecución o cierre documental de las actividades.

D) Certificación: Es el respaldo documental de la construcción de un Elemento, el cual estará soportado por un certificado de calidad de materiales utilizados, calificación de personal, registros de inspección en cumplimiento con todos los procedimientos, especificaciones, códigos y planos de diseño.

4.- Responsabilidades:

A) El Superintendente General de Control de Calidad, es responsable de la implantación del presente procedimiento.

B) El Superintendente General de Control de Calidad o su designado, tiene la responsabilidad de verificar que se cuente con la documentación necesaria para la certificación de los componentes.

C) Es responsabilidad del Inspector de Control de calidad, asegurarse de contar con los documentos necesarios para la realización de las liberaciones.

5.- Procedimiento:

A) El Objeto de las liberaciones, independientemente de la aceptación final, es la de dar la facilidad de poder proseguir con la siguiente etapa, previniendo que las partes liberadas no vayan a ser trabajadas posteriormente y afecten la integridad de las demás.

B) Las Liberaciones podrán ser de tres tipos:

- Liberación Total
- Liberación Parcial
- Liberación Condicional

C) Para obtener la Certificación de liberación por Control de Calidad de las Actividades de Construcción, éstas deberán haber cumplido satisfactoriamente todos los puntos de Inspección que correspondan y que estén marcados en los procedimientos constructivos y planos de diseño.

D) Control de calidad deberá tener los registros como evidencia de la verificación de las actividades aplicables y que a continuación se mencionan:

D.1) Se identificará en un reporte que elaborará el Inspector de Control de Calidad, la ubicación y el elemento a liberar por la Organización de control de Calidad.

D.2) Se deberán tener completos los registros de Inspección de los trabajos físicos ejecutados, para ello el Inspector de Control de Calidad, relacionará los reportes de cada procedimiento, dándole seguimiento de cumplimiento.

D.3) Se contará con los reportes topográficos de los elementos por liberar, debiendo cumplir con las tolerancias aplicables en los procedimientos, planos de diseño, códigos y normas.

D.4) Los reportes de Inconformidad deberán estar debidamente cerrados.

E) La Certificación de Calidad es la acción documental realizada cuando un elemento, componente o sistema, ha cumplido con todos los requisitos de acuerdo con los procedimientos, normas, especificaciones y códigos.

E.1) Se deberá contar con los Certificados de Calidad de los materiales que apliquen, empleados en los componentes mismos que deberán estar de acuerdo a los requisitos de diseño.

E.2) Todas las actividades realizadas de trabajos especiales, deberán contar con el respaldo documental de la calificación del personal involucrado en dichas actividades, mismos que quedan amparados por certificados de calificación de personal.

F) Deberán existir reportes de Inspección de todas las actividades contempladas dentro de los procedimientos específicos debidamente firmados por los Inspectores de Control de Calidad.

G) Documentación: Los Certificados de Calidad serán expedidos únicamente cuando las actividades de Fabricación de un elemento, han sido liberadas y aceptadas en los registros de Inspección.

H) Tanto las Liberaciones de Calidad, como los Certificados de Calidad, deberán ser firmados por el Superintendente General de Control de Calidad.

V.- CALIFICACION DE PERSONAL:

1.-Procedimiento de Calificación de Soldadores y Operadores:

A) Objetivo:

Establecer los lineamientos necesarios para la Calificación de Soldadores y Operadores, con el Objeto de asegurar que la soldadura se produzca con la calidad exigida y que el personal propuesto esté capacitado.

B) Alcance:

Quedan comprendidos dentro del alcance de este procedimiento, todos los procedimientos de Soldadura a ser calificados en sitio y la Calificación del personal que los lleva a cabo. Las pruebas mecánicas se ejecutarán en Laboratorio.

C) Referencias:

C.1) Código AWS D1.1

D) Definiciones:

D.1) Calificar un Procedimiento de Soldadura:

Es la operación de Someter a un procedimiento de Soldadura, a pruebas destructivas, con el objeto de demostrar que las variables empleadas en el mismo, producen una unión metálica satisfactoria, de acuerdo con los criterios de aceptación del código AWS D1.1.

D.2) Calificar a un Soldador u Operador:

Es la Operación de Someter a un Soldador u Operador, a pruebas de habilidad, con el objeto de demostrar que dicha persona es capaz de producir uniones metálicas satisfactorias en el proceso y posición en que es calificado.

D.3) Procedimiento Precalificado:

Es el procedimiento concordante con las variables establecidas en el código AWS D1.1 como precalificadas, el cual debe documentarse en los Anexos 4 y 5, antes de aplicarse.

D.4) Soldador: Es el individuo calificado para unir metales satisfactoriamente, empleando un proceso de soldadura de aplicación manual o semiautomática.

D.5) Procedimiento de Soldadura:

Es el conjunto de variables, establecido con el propósito de obtener la unión metálica, empleando uno o varios procesos de soldadura.

E) Prerequisitos:

E.1) Copia de los códigos de referencia, para consulta.

E.2) Para Calificar a un Soldador, el Ingeniero del área deberá registrar un reporte de notificación, donde indique la fecha, hora, tipo de prueba y nombre del soldador a examinar.

E.3) Todo el Personal de Control de Calidad relacionado con Soldadura, debe estar adoctrinado en este procedimiento.

F) Anexos:

F.1) Anexo 4: Especificación de Procedimiento de Soldadura

F.2) Anexo 5: Registro de prueba de Calificación de Procedimiento de Soldadura, Soldadores y Operadores.

G) Responsabilidades:

G.1) El Superintendente General de Control de Calidad, con su personal, es responsable de verificar el cumplimiento de este procedimiento.

G.2) El Personal de Control de Calidad, es responsable de verificar la concordancia de las pruebas de Calificación de Procedimientos, Soldadores y Operadores, con lo establecido en este procedimiento.

H) Procedimiento:

H.1) Debe establecerse una especificación de procedimiento de soldadura, según sea aplicable en el formato Anexo IV, antes de efectuar los trabajos de calificación.

H.2) Para iniciar la calificación del procedimiento de soldadura, debe contarse con la presencia del Inspector de control de calidad de soldadura.

H.3) Las dimensiones de la probeta deben cumplir con las dimensiones del código AWS.

H.4) Las probetas deben ser mantenidas en una posición fija durante toda la prueba.

H.5) El paso de raíz no debe presentar defectos visibles, tales como grietas, falta de penetración, cráteres o inclusión de escoria.

H.6) Una vez terminada de soldar, la probeta debe ser inspeccionada visualmente por el Inspector de Control de Calidad, si es satisfactoria, debe ser marcada, para la identificación de la posición, procedimiento y el soldador correspondientes.

H.7) La aceptación de las pruebas debe estar de acuerdo con los estándares de los códigos aplicables.

H.8) El soldador que efectuó la prueba, queda automáticamente calificado de acuerdo al código AWS D1.1.

H.9) Todos los soldadores y Operadores sin excepción, deben calificarse en su habilidad, utilizando los procedimientos calificados.

H.10) Bajo ninguna circunstancia, los soldadores realizarán soldadura de producción sin haber sido calificados previamente, en el procedimiento de soldadura aplicable a los materiales que se van a unir.

H.11) Renovación de la Calificación: Estará de acuerdo al párrafo 5.30 parte 5, Calificación, del código AWS D1.1. Todo soldador que presente un 10% de rechazo en su producción, durante el periodo de vigencia de su calificación, deberá ser descalificado.

El porcentaje de rechazo se controlará en las primeras 5 juntas de producción mediante inspección radiográfica y posteriormente mediante seguimiento de soldadura.

2.-Procedimiento de Calificación de Sandblasteros y Pintores:

A) Propósito:

Dar reglas generales para la calificación adecuada de personal que intervenga en procesos de limpieza y recubrimiento de Superficies de miembros estructurales.

B) Alcance:

Este procedimiento se aplicará en la Calificación de todo el personal que intervenga en los procesos de Recubrimiento de Estructura Metálica de la casa de Máquinas U-5.

C) Definiciones:

C.1) Calificar a un Pintor: Es la Operación de someter a un Pintor a Pruebas de habilidad, con el objeto de demostrar que es capaz de producir recubrimientos de alta adherencia sobre superficies metálicas, con el espesor especificado.

C.2) Procedimiento de Limpieza: es un método de acondicionamiento de una Superficie Metálica. Para la Estructura de la Casa de máquinas corresponde a Sand Blast a metal Blanco.

C.3) Procedimiento de aplicación de Recubrimiento: Es un método de protección aplicado sobre superficies metálicas previamente limpiadas, para dar un espesor final de recubrimiento seco igual al especificado. (Cap. 3, Montaje, Aplicación del Sistema de Recubrimiento).

D) Anexos:

D.1) Anexo 6: Resultado de Prueba de Calificación

E) Procedimiento:

E.1) Todos los Limpiadores y Pintores sin excepción, deben ser calificados en su habilidad.

E.2) Bajo ninguna circunstancia, los Limpiadores y Pintores harán limpieza y aplicarán pintura en las superficies metálicas, sin haber sido previamente calificados.

E.3) El Operador sandblastero a calificar, deberá demostrar habilidad y conocimiento para utilizar adecuadamente el equipo de suministro de aire, el de abrasivo, el de medición requerido y el equipo de seguridad adecuado.

E.4) Se aceptará la preparación de la superficie cuando ésta corresponda al patrón de referencia, en caso contrario se rechazará.

E.5) Para la Calificación de pintores, se tomará como referencia una superficie previamente preparada, según el tipo de recubrimiento a aplicar.

E.6) El Pintor demostrará habilidad en la preparación, utilización del equipo de aplicación y de seguridad requerida.

E.7) Una vez finalizada la prueba, se documentarán los resultados obtenidos en el Anexo 6.

E.8) Los Limpiadores y Pintores que efectuaron las pruebas, si éstas resultaron aceptables respecto a las condiciones de aplicación requeridas, quedan automáticamente calificados en su habilidad.

E.9) Vigencia de la calificación: Se considera que la calificación de los limpiadores y Pintores ha perdido vigencia y por lo tanto requieren ser recalificados, cuando han transcurrido tres meses en inactividad, o dedicados a otras actividades de construcción.

3.- Inspección de recubrimientos:

A) La Inspección que deberá efectuarse en todos los trabajos de aplicación de recubrimientos en cuanto a Calidad, comprende lo siguiente:

a) Preparación de la Superficie

b) Espesor de Película Seca

c) Adherencia

B) Instrumentos de Inspección:

a) Nordson: Para verificar el Espesor de Película Húmeda

b) Microtest: Para determinar el Espesor de Película Seca

c) Higrómetro: Para medir Temperatura ambiente y Humedad relativa

d) Lámparas comparadoras: Lupa con iluminación de 7X como mínimo con Patrones de Profundidad de Anclaje o Similar

e) Peine de Ranuras: Para detectar pruebas de adherencia

f) Detector de Poros: Para localizar discontinuidades en la capa seca de los recubrimientos

C) Anexos: Los resultados obtenidos serán documentados en el Anexo 7 y serán verificados por el Jefe de Control de Calidad.

ANEXOS

TABLA 1**CONDICIONES RECOMENDABLES DE ALMACENAMIENTO, HUMEDAD Y TEMPERATURA DE SECADO PARA DISTINTOS TIPOS DE ELECTRODOS.**

TIPO DE ELECTRODO	HUMEDAD RECOMENDABLE DE RECUBRIMIENTO (%)	HUMEDAD RELATIVA (%) (ALMACENAMIENTO A TEMPERATURAS DE 80 °F +, - 20 °F)	TEMPERATURA DEL HORNO DE ALMACENAMIENTO (°F)	TEMPERATURA DE SECADO (1 HORA), 1° F)
E7014, E7024	MENOS DE 0.5	50 MAX.	100-120	275 +, -25
E7015, E7016	MENOS DE 0.5	50 MAX.	130-330	650 +, -50
E7018, E7028, E704	MENOS DE 0.4	50 MAX.	130-330	750 +, -50

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION

ANEXO 1

REPORTE DE INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA

LOCALIZACION: _____ REPORTE No. _____
 ELEVACION: _____ CODIGO: _____
 P.N.D. APLICABLE: _____ P.N.D. DE REPARACION: _____
 FECHA: _____

SIMBOLOGIA APLICABLE:

A = ACEPTABLE
 R = RECHAZABLE
 NR = NO REQUIERE
 FL = FALTA LIMPIEZA
 GA = GOLPE DE ARCO

PE = PENETRACION EXCESIVA
 FP = FALTA DE PENETRACION
 CR = CONCAVIDAD EN LA RAIZ
 CA = CORONA ALTA
 CB = CORONA BAJA

S = SOCAVADO
 P = POROSIDAD
 G = GRIETA
 FF = FALTA DE FUSION

PUNTOS DE INSPECCION ANTES Y DURANTE EL PROCESO:													DESPUES DEL PROCESO, EVALUACION			
No. DE JUNTA	MATE- RIAL BASE	PROCED. SOLDA- DURA	HORNO PORTATIL	No. DE SOLDA- DOR	MATERIAL DE APORTE	PROCESO DE SOLDA- DURA	PREPARA- CION DE JUNTA	ALINEA- CION	IDENT. PIEZA	PRECA- LENTA- MIENTO	TEMPER- ENTRE PASADAS	PASO DE RAIZ	LIMPIEZA FINAL	INSPECCION VISUAL FINAL	TIPO DE DEFECTOS	CONTROL DE CALIDAD

OBSERVACIONES/CROQUIS:

 JEFE DE FRENTE CONSTRUCCION

 INSP. CONTROL DE CALIDAD

 JEFE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 2

INSPECCION RADIOGRAFICA EN SOLDADURA							
REPORTE DE INSPECCION RADIOGRAFICA No. _____ SOLDADURA No.: _____ LOCALIZACION DE SOLDADURA: _____ FECHA: _____							
CODIGO _____		ESTANDAR: _____		SECCION: _____		PARTE _____	
FUENTE _____		ACTIVIDAD: _____		TENSION: _____		CORRIENTE (A) _____	
PELICULA _____		TAMAÑO: _____		PANTALLAS: DELANT., POST. _____			
TAMAÑO DEL PUNTO FOCAL _____				DIST. FUENTE DE PELICULA _____		TIEMPO EXPOSICION: _____	
PENETRAMETRO _____				LAINA DE COMPENSACION _____		POSICION _____	
TECNICA _____				INTERPRETACION: _____			
IDENTIFIC.	DENSIDAD	CLAVE SOLDADURA	DIMENSIONES	CALIFICACION		DEFECTO	
				DENTRO DE NORMA	FUERA DE NORMA	TIPO	LOCALIZACION
NOMENCLATURA EN INDICACIONES:							
CB: CORONA BAJA		LE: LINEA DE ESCORIA		Q: QUEMADURA			
CR: CONCAVIDAD EN LA RAIZ		P: POROSIDAD		RLS: ROTURA LONGITUDINAL			
DLE: DOBLE LINEA DE ESCORIA		PA: POROSIDAD AGLÓMERADA		RTS: ROTURA TRANSVERSAL			
DS: DESALINEAMIENTO DE SOLDADURA		PC: POROSIDAD CILINDRICA		RMB: ROTURA EN METAL BASE			
FF: FUSION INCOMPLETA		PT: PORO TUNEL (CORDON HUECO)		S: SOCAVADO EN METAL BASE			
IE: INCLUSION DE ESCORIA		PE: PENETRACION EXCESIVA		SI: SOCAVADO INTERIOR			
SS: SOCAVADO ENTRE CORDONES		RE: ROTURA ESTRELLA					
EVALUADOR DE C.C.		Vo. Bo: JEFE DE C.C		CONSTRUCCION		CIA. RADIOGRAFICA	

ANEXO 3

INSPECCION DE SOLDADURA POR LIQUIDOS PENETRANTES					
SOLICITADO POR ING. JEFE DE FRENTE: _____ REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES No. _____ SOLDADURA No. _____ FECHA: _____ COMPONENTE: _____ PZA. No. _____					
CODIGO:	ESTANDAR:	SECCION:	PARTE:		
TECNICA:		METODO:			
LIMPIEZA:	PRODUCTO	APLICACION	TEMPERAT.	TIEMPO	
	PENETRANTE				
	REMOVEDOR				
	REVELADOR				
DIBUJO APROXIMADO DE LAS INDICACIONES Y SU LOCALIZACION:					
ACEPTADO: _____		OBSERVACIONES: _____			
RECHAZADO: _____		_____			
_____		_____			
_____		_____			
NOMENCLATURA DE INDICACIONES:					
P: POROSIDAD		_____			
PA: POROSIDAD AGLOMERADA		OPERADOR (NIVEL 1)			
PC: POROSIDAD CILINDRICA		_____			
PP: PORO PASANTE		EVALUADOR (NIVEL 2)			
FF: FALTA DE FUSION		_____			
RLS: ROTURA LONGITUDINAL EN SOLDADURA		INSP. CONTROL DE CALIDAD			
RTS: ROTURA TRANSVERSAL EN SOLDADURA		_____			
RMB: ROTURA EN METAL BASE		JEFE DE FRENTE CONSTRUCCION			
S: SOCAVADO EN METAL BASE		_____			

ANEXO 5

REGISTRO DE PRUEBA DE CALIFICACION DE SOLDADORES Y OPERADORES (A.W.S.)	
NOMBRE DEL SOLDADOR / OPERADOR	No.
PROCESO: _____	MANUAL: _____ SEMIAUTOMATICA: _____
	AUTOMATICA: _____
POSICION: _____	PROGRESION: _____
PROCEDIMIENTO CALIFICADO No: _____	
ESPOSOR DE LAS PLACAS: _____	
LONGITUD DE SOLDADURA: _____	
RANGO DE ESPOSOR CALIFICADO: _____	
METAL DE RELLENO :	
ESPECIFICACION No. _____	CLASIFICACION: _____ No. _____
DESCRIPCION: _____	
RESPALDO: _____	
DIAMETRO Y MARCA DEL METAL DE RELLENO: _____	
TIPO Y MARCA DE FUNDENTE (EN SAW). _____	
INSPECCION VISUAL:	
APARIENCIA: _____	SOCAVADO: _____ POROSIDAD: _____
RESULTADOS PRUEBA DOBLEZ GUIADO:	
TIPO: _____	RESULTADO: _____ FECHA: _____
TIPO: _____	RESULTADO: _____
PRUEBAS CONDUCCIDAS POR: _____	
No. PRUEBA DE LABORATORIO: _____	
RESULTADOS PRUEBA DE FILETE:	
APARIENCIA: _____	TAMAÑO DE FILETE: _____
PRUEBA DE FRACTURA, PENETRACION: _____	MACROGRABADO: _____
PRUEBAS CONDUCCIDAS POR: _____	FECHA: _____
No. PRUEBA DE LABORATORIO: _____	
RESULTADOS PRUEBA RADIOGRAFICA:	
IDENTIFICACION DE PELICULA: _____	
RESULTADOS: _____	
OBSERVACIONES: _____	
LAS SOLDADURAS FUERON PREPARADAS Y PROBADAS DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS A.W.S.:	
RESPONSABLE CONTROL DE CALIDAD: _____	FECHA: _____

ANEXO 6			
REGISTRO DE PRUEBA Y CALIFICACION DE SANDBLASTEROS Y PINTORES			
NOMBRE _____	REG No. _____		
AREA _____	FECHA _____		
PREPARACION DE SUPERFICIE <input style="width: 50px;" type="text"/>			
GRADOS DE LIMPIEZA A CALIFICAR _____			
GRADOS DE LIMPIEZA OBTENIDOS _____			
PERFIL DE ANCLAJE ESPECIFICADO _____ mm	OBTENIDO _____		
METODO DE PREPARACION DE SUPERFICIE _____			
UTILIZO ADECUADAMENTE EL EQUIPO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
RESULTADO	APROBADO <input type="checkbox"/>	NO APROBADO <input type="checkbox"/>	
APLICACION DE RECUBRIMIENTO <input style="width: 50px;" type="text"/>			
TIPO DE RECUBRIMIENTO PARA EL CUAL SE CALIFICA _____			
ESPESOR SECO ESPECIFICADO _____ mm	OBTENIDO _____		
ESPESOR DEL SISTEMA COMPLETO _____ mm	OBTENIDO _____		
UTILIZO CORRECTAMENTE EL EQUIPO DE APLICACION	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
UTILIZO CORRECTAMENTE EL EQUIPO DE SEGURIDAD	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
UTILIZO CORRECTAMENTE EL MEZCLADOR DE COMPONENTES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
RESULTADO	APROBADO <input type="checkbox"/>	NO APROBADO <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES: _____ _____			
INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD _____		JEFE DE CONTROL DE CALIDAD _____	

CAPITULO QUINTO

PROGRAMA

CAPITULO QUINTO

PROGRAMA

I.- PROGRAMAS DE CONSTRUCCION DE LA ESTRUCTURA METALICA DE LA CASA DE MAQUINAS U-5; C.T.A.L.M. TUXPAN, VER.

Se presentan los siguientes programas Para la Construcción de la Estructura Metálica:

A) PROGRAMA DE OBRA: Incluye Ingeniería, Suministro, Fabricación, Pintura, Transporte, Montaje y Liberación de Estructura.

B) PROGRAMA DE PERSONAL

C) PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO

A) PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994												1995		
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	
10	INGENIERIA																	
20	SUMINISTRO	■	■	■	■	■	■	■										
30	COLS. 15A Y 15B CON VIGAS DE ENLACE																	
40	FABRICACION			■	■	■												
50	PINTURA			■	■	■												
60	TRANSPORTE				■	■												
70	CIMENTACION					■	■											
80	MONTAJE						■	■										
90	ARMADO DE ALFARDAS E15 Y E14						■	■										
100	COLS. 14A, 14B Y 14 A7																	
110	FABRICACION			■	■	■												
120	PINTURA			■	■	■												
130	TRANSPORTE					■	■											
140	CIMENTACION						■	■										
150	MONTAJE							■	■									
160	COLS. 13A, 13B, 13A7, 13A1 Y VIGAS DE ENLACE																	
170	FABRICACION			■	■	■												
180	PINTURA			■	■	■												
190	TRANSPORTE					■	■											
200	CIMENTACION						■	■										
210	MONTAJE							■	■									
220	COLS. 12A, 12B, 12A7, 12A1 Y TRABES TRIANG.																	
230	FABRICACION			■	■	■												
240	PINTURA			■	■	■												
250	TRANSPORTE					■	■											
260	CIMENTACION							■	■									
270	MONTAJE								■	■								
280	MONTAJE DE ALFARDAS E14 Y E15									■	■							
290	ARMADO DE ALFARDAS E13 Y E12										■	■						

70

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994										1995				
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	
300	COLS. 11A, 11B, 11A7 Y 11A1																	
310	FABRICACION			■	■	■												
320	PINTURA			■	■	■												
330	TRANSPORTE						■											
340	CIMENTACION						■											
350	MONTAJE							■	■									
360	COLS. 10A, 10B, 10A7 Y 10A1																	
370	FABRICACION			■	■	■												
380	PINTURA			■	■	■												
390	TRANSPORTE							■										
400	CIMENTACION							■										
410	MONTAJE								■	■								
420	MONTAJE DE ALFARDAS 12 Y 13								■	■								
430	ARMADO ALFARDAS 11 Y 12								■	■								
440	COLS. 9A, 9B, 9A7 Y 9A1																	
450	FABRICACION			■	■	■												
460	PINTURA			■	■	■												
470	TRANSPORTE								■									
480	CIMENTACION								■									
490	MONTAJE									■	■							
500	COLS. 8A, 8B, 8A7 Y 8A1																	
510	FABRICACION					■	■	■										
520	PINTURA					■	■	■										
530	TRANSPORTE									■								
540	CIMENTACION									■								
550	MONTAJE										■	■						
560	MONTAJE DE ALFARDAS 10 Y 11										■	■						
570	ARMADO DE ALFARDAS 9 Y B										■	■						
580	MONTAJE DE ALFARDAS 9 Y B										■	■						

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994												1995	
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
590	FACHADA Y CUBIERTA 15-14																
600	FABRICACION				■	■											
610	PINTURA				■	■	■										
620	TRANSPORTE							■									
630	MONTAJE							■									
640	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 14-13																
650	FABRICACION				■	■											
660	PINTURA				■	■	■										
670	TRANSPORTE								■								
680	MONTAJE								■								
690	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 13-12																
700	FABRICACION					■	■										
710	PINTURA					■	■	■									
720	TRANSPORTE									■							
730	MONTAJE									■							
740	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 12-11																
750	FABRICACION					■	■										
760	PINTURA					■	■	■									
770	TRANSPORTE										■						
780	MONTAJE										■						
790	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 11-10																
800	FABRICACION					■	■										
810	PINTURA					■	■	■									
820	TRANSPORTE									■							
830	MONTAJE									■							
840	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 10-9																
850	FABRICACION					■	■										
860	PINTURA					■	■	■									
870	TRANSPORTE									■							

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994										1995			
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB
880	MONTAJE																
890	FACHADA, CUBIERTA Y T. CARRIL 9 - 8																
900	FABRICACION																
910	PINTURA																
920	TRANSPORTE																
930	MONTAJE																
940	LIBERACION ENTRE MARCOS 15-14																
950	LIBERACION ENTRE MARCOS 14-13																
960	LIBERACION ENTRE MARCOS 13-12																
970	LIBERACION ENTRE MARCOS 12-11																
980	LIBERACION ENTRE MARCOS 11-10																
990	LIBERACION ENTRE MARCOS 10-09																
1000	LIBERACION ENTRE MARCOS 09-08																
1010	NIVEL + 6.00 PISOS																
1020	A-A1 8-14 Y A7-B 8-14																
1030	FABRICACION																
1040	TRANSPORTE																
1050	PINTURA																
1060	CIMENTACION																
1070	MONTAJE																
1080	INSTALACION DE REJILLA																
1090	A1-A7 12-14																
1100	FABRICACION																
1110	PINTURA																
1120	TRANSPORTE																
1130	CIMENTACION																
1140	MONTAJE																
1150	INSTALACION DE REJILLA																
1160	A1-A7 91-12																

73

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994												1995		
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	
1170	FABRICACION																	
1180	PINTURA																	
1190	TRANSPORTE																	
2000	CIMENTACION																	
2010	MONTAJE																	
2020	INSTALACION DE REJILLA																	
2030	A1-A7 9-91																	
2040	FABRICACION																	
2050	PINTURA																	
2060	TRANSPORTE																	
2070	CIMENTACION																	
2080	MONTAJE																	
2090	INSTALACION DE REJILLA																	
2100	NIVEL + 12.00 PISOS																	
2110	A-A1 8-14 Y A7-B 8-14																	
2120	FABRICACION																	
2130	PINTURA																	
2140	TRANSPORTE																	
2150	MONTAJE																	
2160	A1-A7 11-14																	
2170	FABRICACION																	
2180	PINTURA																	
2190	TRANSPORTE																	
2200	MONTAJE																	
2210	A1-A7 91-11																	
2220	FABRICACION																	
2230	PINTURA																	
2240	TRANSPORTE																	
2250	MONTAJE																	

74

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994												1995		
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	
2260	A1-A7 9-91																	
2270	FABRICACION																	
2280	PINTURA																	
2290	TRANSPORTE																	
2300	MONTAJE																	
2310	LIBERACION PISOS 11-14																	
2320	LIBERACION PISOS 91-11																	
2330	LIBERACION PISOS 9-91																	
2340	SOPORTE TUBERIA + 9.500																	
2350	FABRICACION																	
2360	PINTURA																	
2370	TRANSPORTE																	
2380	MONTAJE																	
2390	LIBERACION																	
2400	SOPORTE TUBERIA + 3.500 + 4.500																	
2410	FABRICACION																	
2420	PINTURA																	
2430	TRANSPORTE																	
2440	MONTAJE																	
2450	LIBERACION																	
2460	PASARELAS + 1.500 + 3.400 + 3.900																	
2470	FABRICACION																	
2480	PINTURA																	
2490	TRANSPORTE																	
2500	MONTAJE																	
2510	LIBERACION																	
2520	PLANTA NIVEL + 12.00 GUIA CALENT. AP																	
2530	FABRICACION																	
2540	PINTURA																	

75

PROGRAMA DE OBRA ESTRUCTURA METALICA CASA DE MAQUINAS UNIDAD 5

ACTIVIDAD ID	DESCRIPCION	1993		1994												1995			
		NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	
2850	PINTURA																		
2860	TRANSPORTE																		
2870	MONTAJE																		
2880	LIBERACION																		
2890	ESCALERAS A2-9																		
2900	FABRICACION																		
2910	PINTURA																		
2920	TRANSPORTE																		
2930	MONTAJE																		
2940	LIBERACION																		
2950	ESCALERAS A2-6																		
2960	FABRICACION																		
2970	PINTURA																		
2980	TRANSPORTE																		
2990	MONTAJE																		
3000	LIBERACION																		
3010	ESCALERAS A2-2 1																		
3020	FABRICACION																		
3030	PINTURA																		
3040	TRANSPORTE																		
3050	MONTAJE																		
3060	LIBERACION																		
3070	ESCALERA A GRUA VIAJERA																		
3080	FABRICACION																		
3090	PINTURA																		
3100	TRANSPORTE																		
3110	MONTAJE																		
3120	LIBERACION																		

77

B) PROGRAMA DE PERSONAL

La Mano de Obra a utilizar desde la fecha de inicio del montaje hasta el final del mismo será la siguiente, pudiendo aumentar en número, si es esto requerido en alguna etapa de construcción:

PERSONAL	CANTIDAD
Ingeniero Superintendente de Obra	1
Ingeniero Jefe de Frente	2
Control de Calidad	6
Almacenista	1
Sobrestante	5
Operador	8
Montador	15
Soldador	10
Pallero	10
Topógrafo	4
Pintor	8
Eléctrico	3
Chofer	2
Ayudante de Operario	50
TOTAL	125

C) PROGRAMA DE MAQUINARIA Y EQUIPO

La Maquinaria a utilizar desde la fecha de inicio del montaje hasta el final del mismo será la siguiente, pudiendo aumentar en número, si es esto requerido en alguna etapa de construcción:

<u>EQUIPO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Grúa Sobre Orugas Con Pluma Est. Capacidad 140 Ton.	2
Grúa Hidráulica Capacidad 18 Ton.	2
Camión Winche Capacidad 5 Ton.	2
Compresor 375 P.C.M.	2
Camioneta Redilas Capacidad 3.5 Ton.	2
Camioneta Pick Up Capacidad 1 Ton.	1
Máquina de Soldar 400 Amp.	15
Torquímetros	8

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Con los procedimientos expuestos en este trabajo, se ajusta la construcción de la Estructura Metálica de la Casa de Máquinas U-5, a las exigencias vigentes de calidad tanto en materiales como en los métodos de construcción, mismas que en los últimos años han incrementado su relevancia.

El resultado, ha sido el establecimiento de requisitos de inspección más demandantes, con objeto de asegurar la calidad de la Estructura Metálica como un producto final realizado a través de una serie de procesos.

Estos requisitos, indicados en normas y especificaciones, marcan un límite de calidad que el constructor debe conseguir a fin de que la estructura cumpla con las funciones para las cuales el diseño de ingeniería fue propuesto.

Esto implica un impacto en los costos de construcción, desde fabricación hasta inspección, por lo que para éstos también se marca un límite mínimo de economía al apegarse los procedimientos a las especificaciones de calidad mencionadas a lo largo de los distintos capítulos.

Concluimos que mediante el seguimiento de los puntos señalados en cada uno de los procedimientos, la estructura cumplirá con las normas calidad-economía establecidas inherentes a la estructura. La secuencia y procedimientos de suministro, fabricación, montaje y liberación de estructura además del programa de obra evitarán interferir con las actividades de otras áreas de construcción y aumentar las probabilidades de conseguir un resultado económico favorable que influya positivamente en el resultado económico general de la obra para el constructor.

Respecto a la inspección y control de calidad podemos concluir que su correcta aplicación a lo largo de todos los procesos, evitará impactos económicos y retrasos significativos causados por no-conformancias y posibles correcciones o reparaciones.