



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLAN



MONTAJE Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
DE UNA OBRA DE ESTRUCTURA METALICA.

MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIATURA EN INGENIERIA CIVIL
P R E S E N T A :
JOSE SANCHEZ ZAVALA

ASESOR: ING. MIGUEL ZURITA ESQUIVEL



JUNIO 2004



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Doy gracias a Dios por haberme dado la fortaleza para poder culminar mis estudios y por permitirme desarrollarme profesionalmente.

A MIS PADRES

Quiero dedicarles este trabajo y aprovechar para agradecerles por haberme brindado la oportunidad de vivir y así poder realizar y seguir realizando cada uno de mis objetivos y metas.

Quizas no sea importante llegar primero, pero lo importante es llegar.

Gracias por haberme brindado la oportunidad para culminar mis estudios profesionales y por guiarme por el camino del bien así como haberme proporcionado los principios para poder formar una familia y seguir adelante con todos los proyectos.

A MI ESPOSA

Elizabeth te dedico este trabajo con todo mi cariño por haberme brindado tu apoyo incondicional y quiero agradecerte el haberme tenido la confianza en todo momento y el haber coincidido en compartirlo todo, y quiero agradecerte infinitamente el haberme dado una pequeña que conjuntamente son mi razón de vivir y serán la fuerza para seguir adelante como hasta ahora, aunque soy muy explosivo recordalo siempre TE AMARE.

A MI HIJA

Aunque aun eres muy pequeña en este momento algún día sabrás que por tu Mama y por ti no dejare de intentar progresar para el bien de nuestra familia.

Sabes cuando te encontrabas dentro de tu madre supe que ibas a ser mi orgullo y en ese momento comprendi tanto a tus abuelos y es por tal motivo que con este trabajo espero que ellos se sientan como yo cuando te conoci.

Eres la fuerza para seguir adelante, cuando te sientas sola hija, nadamas recuerda que en tus papas tienes a tus mas sinceros amigos, te amo hija y recuerda por difícil que sea hay que intentarlo porque sino no, no sabrás si en verdad lo fue.

A MIS HERMANOS

Rey aunque nunca hemos tenido los mismos ideales quiero agradecerte por haberme dado el ejemplo para demostrarme que podia lograr este gran logro y asi rebasar uno de los muchos peldaños, gracias hermano.

Estela sabes que gracias a tu apoyo incondicional he culminado esta objetivo, gracias por ser un ejemplo y habernos dado junto con Fermin a tres pequeñas niñas y que de dos de ellas soy su padrino.

Rocio muchas gracias por todos tus ejemplos como persona, esposa y madre y por ser Tu y Raul nuestros padrinos y ejemplo en la vida matrimonial, gracias por habernos dado a dos pequeños niños que son la luz de la casa de los Abuelos.

Veronica quiero agradecerte porque aunque no lo creas fuiste mi impulso para llegar hasta este gran logro y gracias por tus dos pequeños niños que deben de ser tu fuerza para que nunca te detengas y recuerda nunca es tarde para empezar, lo que si es importante es que tan firme vayas cimentando tu futuro, intentalo tu puedes lograr lo que quieras.

A MIS AMIGOS

Quiero agradecerles a todos mis amigos de la infancia, de la facultad y actuales por haberme ayudado de alguna u otra forma para lograr este objetivo.

A MIS SINODALES

Les doy gracias por el tiempo brindado para revisar este trabajo, esperando que sirva de algo a futuras generaciones.

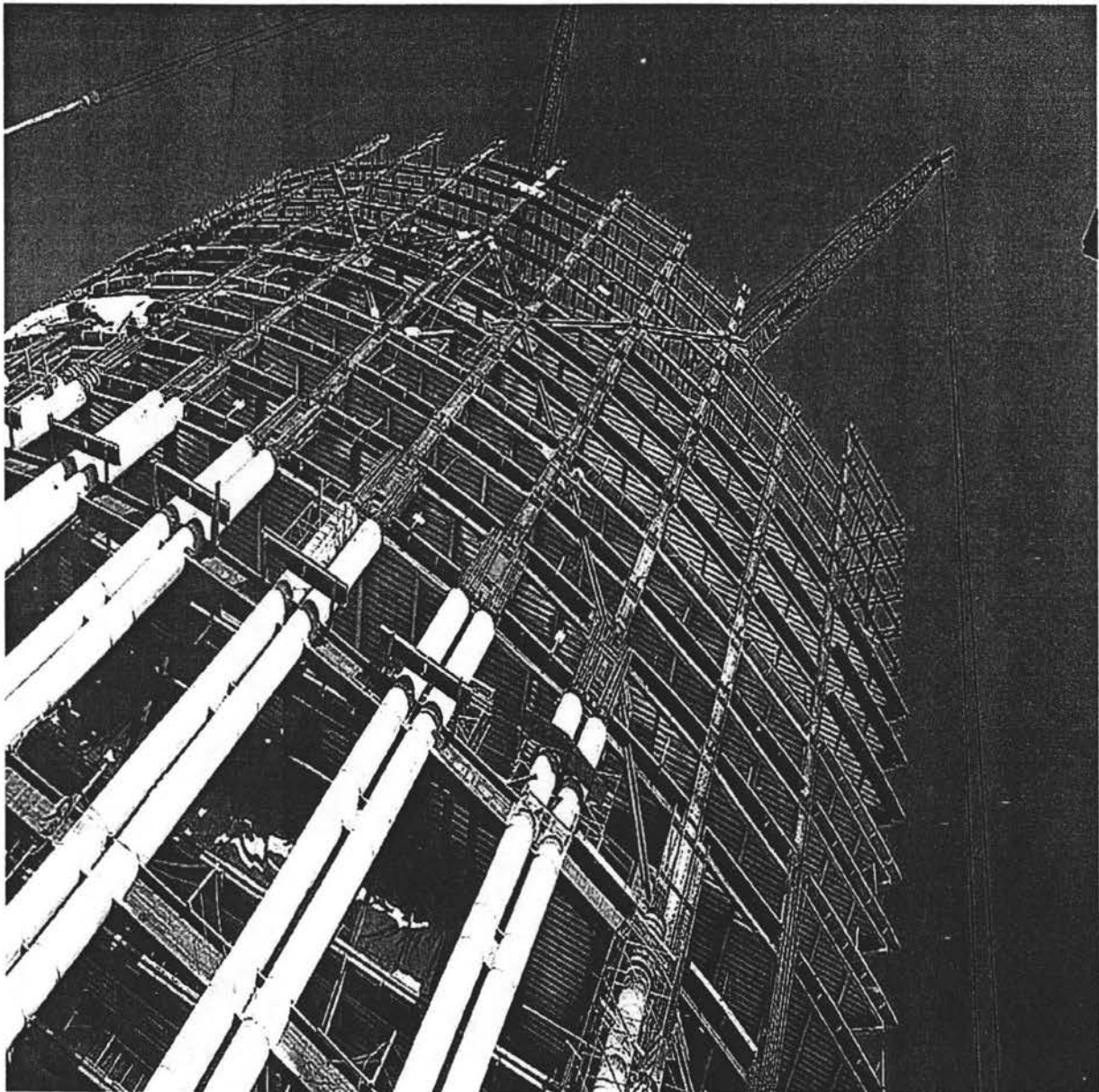
A MI ASESOR

Gracias por el tiempo brindado para la elaboración de este trabajo.

A LA UNIVERSIDAD

Gracias por todo y darme las bases para poderme desarrollar en mi vida profesional y a todos mis maestros por sus enseñanzas.

**MONTAJE Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA
OBRA DE ESTRUCTURA METÁLICA.**



JOSÉ SÁNCHEZ ZAVALA

ÍNDICE

MONTAJE Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE UNA OBRA DE ESTRUCTURA METÁLICA.

<u>INTRODUCCIÓN.</u>	6
<u>I.- GENERALIDADES.</u>	8
1. PROYECTO.	8
1.1. Ubicación de obra.	8
1.2. Planos preliminares.	9
1.3. Tipos de maquinaria a utilizar para la realización de los trabajos.	11
1.4. Entrega y autorización de planos.	15
2. PLANEACIÓN DE MONTAJE.	15
2.1. Estudio de la zona geográfica.	15
2.2. Planos de desplante de estructura.	17
2.3. Planos de montaje.	18
2.4. Planos de tornillería.	18
2.5. Organización de montaje.	28
3. COLOCACIÓN DE ANCLAJES Y ELEMENTOS EMPOTRADOS.	35
3.1. Trazo y nivelación de ejes de proyecto.	35
3.2. Colocación de anclajes.	36
<u>II.- MONTAJE.</u>	38
1. ALINEAMIENTO Y SUPERVISIÓN DE ANCLAJES.	38
1.1. Alineamiento.	38
1.2. Nivelación de anclajes.	39
1.3. Almacenamiento de materiales.	40

2. DESPLANTE DE COLUMNAS.	42
2.1. Alineamiento y nivelación de columnas.	42
2.2. Conexiones temporales.	44
3. ELEMENTOS ATORNILLADOS.	46
3.1. Identificación de elementos atornillados.	46
3.2. Procedimientos de apriete.	49
3.3. Tornillos comerciales.	53
4. ELEMENTOS SOLDADOS.	58
4.1. Tipos de soldaduras.	58
4.2. Control de soldaduras.	63
4.3. Identificación de elementos soldados.	70
4.4. Procedimientos de soldadura.	73
5. MONTAJE DE ESTRUCTURA.	74
5.1. Tolerancias.	74
5.2. Posición y alineación.	75
5.3. Previsión de espacios.	81
<u>III. – SUPERVISIÓN DE OBRA.</u>	83
1. INSPECCIÓN DE ELEMENTOS ATORNILLADOS.	83
1.1. Realización de pruebas.	84
1.2. Tipos de pruebas realizadas.	87
2. INSPECCIÓN DE ELEMENTOS SOLDADOS.	89
2.1. Realización de pruebas de acuerdo a las especificaciones del AWS.	89
2.2. Tipos de pruebas realizadas.	97
2.3. Verificación de espesores de filete y soldaduras de penetración de acuerdo a proyecto.	101
3. INSPECCIÓN DE OBRA.	101
3.1. Verticalidad.	102
3.2. Nivelación de estructura.	102

<u>IV. – COLOCACIÓN DE LÁMINA LOSACERO.</u>	105
1. PLANOS DE LAMINACIÓN.	105
1.1. Planos de laminación.	105
1.2. Transporte y almacenaje en obra.	108
2. PROCEDIMIENTOS DE COLOCACIÓN DE LÁMINA.	110
2.1. Especificaciones.	110
2.2. Trazo y corte de lámina.	114
2.3. Fijación de lámina.	115
3. COLOCACIÓN DE PERNOS.	117
3.1. Descripción de pernos.	117
3.2. Planos de localización de pernos.	119
3.3. Colocación de pernos.	120
<u>V. – PINTURA.</u>	122
1. APLICACIÓN DE PINTURA.	122
1.1. Información técnica de productos.	123
1.2. Procedimientos de aplicación.	128
1.3. Especificación de pintura conforme a proyecto.	132
2. ASEGURAMIENTO DE APLICACIÓN DE PINTURA.	134
2.1. Pruebas de aplicación en obra.	135
2.2. Pruebas de espesor a primario y acabado.	136
2.3. Pruebas de adherencia a primario y acabado.	136
<u>VI. – MONTAJE DE LA OBRA CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL.</u>	139
1. PLANOS DE MONTAJE Y TORNILLERÍA.	144
2. PLANOS DE LAMINACIÓN.	188
3. PLANOS DE COLOCACIÓN DE PERNOS.	188
4. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LA OBRA.	194

CONCLUSIONES.	219
BIBLIOGRAFÍA	225
ANEXO 1	227
ANEXO 2	229
ANEXO 3	232

“ INTRODUCCIÓN “

Toda construcción debe contar con una estructura que tenga características adecuadas para asegurar su estabilidad bajo cargas verticales y que le proporcione resistencia y rigidez suficientes para resistir los efectos combinados de las cargas verticales y de las horizontales que actúen en cualquier dirección.

Las estructuras metálicas avisan, al tomar grandes deformaciones antes de producirse el fallo definitivo. El material es homogéneo y la posibilidad de fallos humanos mucho más reducida que en estructuras construidas con otros materiales. Ocupan poco espacio. Las columnas estorban muy poco a la distribución y las plantas se utilizan al máximo. Los peraltes de las vigas son reducidos y sus anchos aún menores.

Las estructuras metálicas no sufren alteraciones por la presencia de fenómenos geológicos tales como erosión, salvo las deformaciones térmicas, hayan de ser tenidos en cuenta. Conservan indefinidamente sus excelentes propiedades.

Las estructuras metálicas admiten reformas. La vida cambia, los criterios varían, así como las necesidades y los usos; las estructuras metálicas pueden adaptarse con facilidad a las nuevas circunstancias. Su refuerzo es, en general sencillo y rápido. Una vez vencidas todas las dificultades y dudas, cuando se decide la construcción, el propietario quiere y necesita que la ejecución sea lo más rápida posible.

Continuamente están siendo desarrollados aceros de mayor resistencia, técnicas y equipo de fabricación y montaje, así como diseños más imaginativos y sofisticados en acero estructural. El manual de acero AISC considera que los controles de calidad para asegurar la integridad de los miembros de una estructura, son ingredientes necesarios para los objetivos de la industria. Las técnicas más modernas de control de calidad interno están en constante investigación para mejoras en la fabricación y montaje de estructura metálica.

La construcción con acero, en nuestro país, específicamente en la Ciudad de México, se ha incrementado notablemente pero sin lograr sustituir al concreto aún cuando el control de calidad es muy superior en el caso de las estructuras de acero.

La rapidez de fabricación y montaje la determinará la obra. Si es preciso demoler una estructura metálica, todavía, en sus últimos momentos, produce un último beneficio, el de su valor residual.

TEMA I

“ GENERALIDADES “

1. PROYECTO.

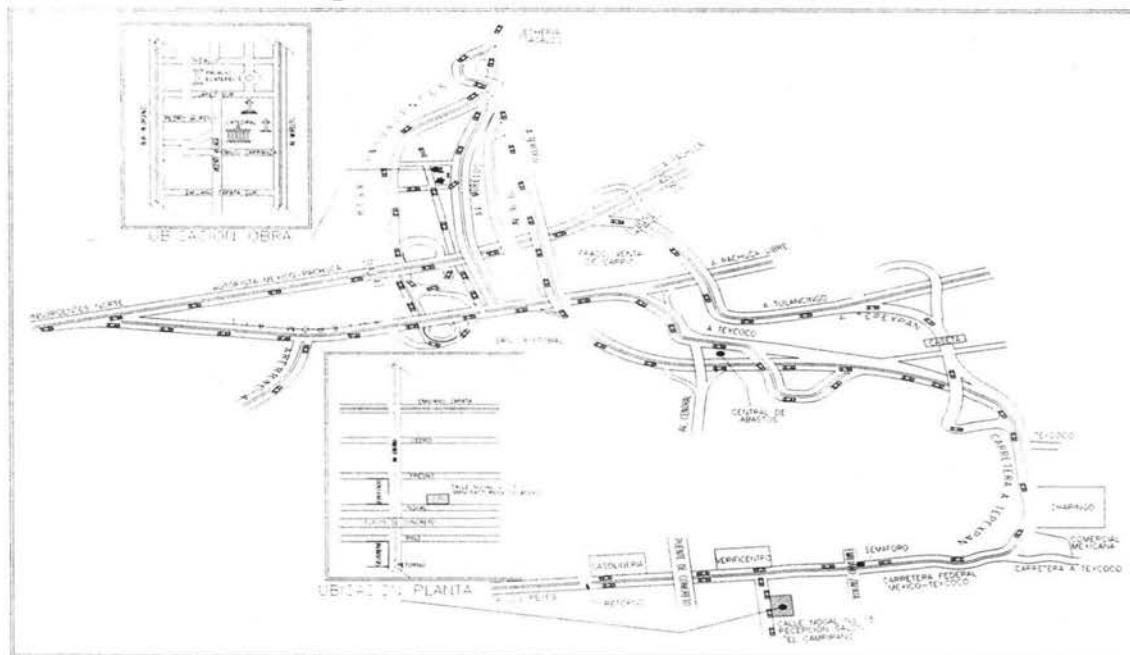
1.1. Ubicación de obra.

Es conveniente conocer la ubicación de una construcción ya que ésta deberá de ser visitada para tener idea general de costos de comida y alojamiento para todo el personal que trabajará en la construcción de la obra ver figura 1.

Se deberá de tener en cuenta el peso estimado de la obra de acuerdo a presupuesto, esto es con el fin de saber la cantidad de elementos que se deberán de almacenar en obra, si hay suficiente espacio para el acomodo del material, si los accesos a la obra permiten la entrada de las grúas, plataformas de embarques y demás maquinaria para realizar los trabajos de montaje de la estructura.

Es necesario saber si hay transporte para llegar hasta la obra para todo el personal y la seguridad para la herramienta, si la toma de corriente está instalada para las máquinas de soldar y pistolas de torque en el caso de que la obra fuera completamente atornillada.

Fig. 1. Plano de localización de obra.



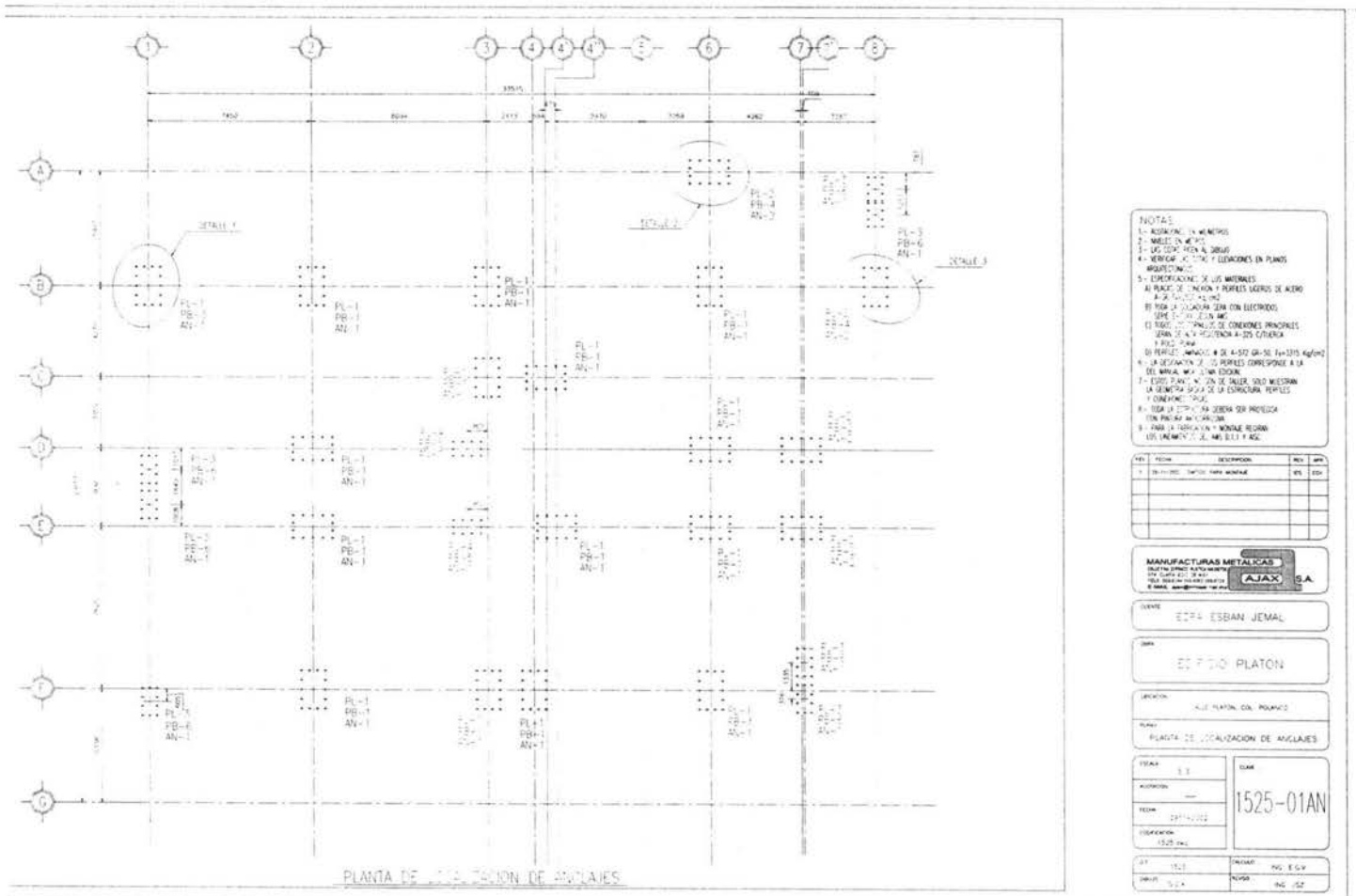
1.2 Planos preliminares.

Los planos preliminares son solo bosquejos para saber la configuración general de la obra donde se indicarán dimensiones y tipo de perfiles.

En estos planos, todavía no autorizados por el cliente, nos apoyaremos para realizar un análisis de costos del montaje. Todos aquellos planos que sean preliminares deberán de contener un sello o alguna nota donde indique que son emitidos únicamente para información, de lo contrario estos planos se podrán tomar como definitivos siempre y cuando contengan las firmas correspondientes.

Estos planos (ver figura 2) deberán contener una tabla de especificaciones donde se indiquen los tipos de acero a utilizar en perfiles principales y placas, los tipos de tornillos, los tipos de electrodos de soldadura a utilizar y el tipo de preparación antes de la aplicación de pintura, especificaciones de primario y acabado.

Fig. 2 Plano preliminar de proyecto.



- NOTAS**
- 1.- ASOCIACION DE MATERIAS
 - 2.- MUELLES EN METROS
 - 3.- LOS CERROS PARA EL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR QUE LAS UNIDADES EN PLANOS CORRESPONDAN
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
 - A) PLACA DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - B) PERFILES PRINCIPALES
 - C) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - D) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - E) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - F) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - G) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - H) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - I) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - J) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - K) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - L) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - M) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - N) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - O) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - P) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - Q) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - R) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - S) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - T) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - U) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - V) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - W) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - X) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - Y) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - Z) PERFILES DE UNIONES Y PERFILES LIGEROS DE ACERO
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL AISC (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION)
 - 7.- LOS PERFILES DE UNION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO DEBE SER DE LA SECCION 4-25 (CUBIERTA Y OMBREANO)
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBE SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTI-RUSTO
 - 9.- PARA LA ESTRUCTURA Y MONTEO REVISOR LOS UNIDADES DE UNIDADES DE UNIDADES

NO.	FECHA	DESCRIPCION	NO. DE	FECHA
1	20/10/2012	IMPRESION PARA IMPRIMIR	001	20/10/2012

MANUFACTURAS METALICAS
 INGENIERIA Y FABRICACION DE ACERO
 C/ ALFONSO XANES, 10 - 46100 BURJASSOT (VALENCIA)
 T. 96 351 11 11 - F. 96 351 11 12
 E. info@manmetalicas.com

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

SEÑAL: ECPA ESBAN JEMAL

anterior. Especificaciones de proyecto información contenida en el plano

Especificaciones de proyecto.

NOTAS

- 1.- ACOTACIONES EN MILÍMETROS
- 2.- NIVELES EN METROS
- 3.- LAS COTAS FIGEN AL DIBUJO
- 4.- VERIFICAR, LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTÓNICOS
- 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXIÓN Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. F-1554
 - D) PERFILES LIGEROS W DE A-572 GR-50. $F_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
- 6.- LA DESIGNACIÓN DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL DE LA ULTIMA EDICIÓN.
- 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TÍPICAS.
- 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIVA.
- 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGIRAN LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISC.

1.3 Tipos de maquinaria a utilizar para la realización de los trabajos.

Para identificar el tipo de maquinaria se deberá de tener una lista general de la herramienta que se utiliza en este tipo de trabajos.

De acuerdo con los planos preliminares sabremos el volumen de la obra y las especificaciones de proyecto por lo que con esta información se pueden iniciar los primeros análisis.

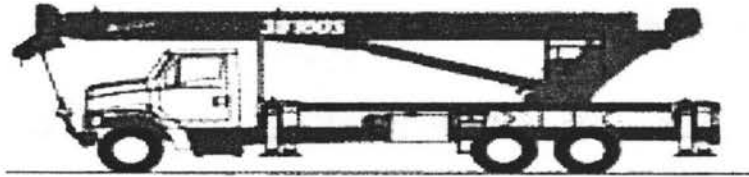
Lista general de maquinaria y herramienta menor.

- Grúa torre o grúa montada sobre camión.
- Máquinas de soldar con equipo.
- Equipo de corte completo.
- Horno de soldadura.
- Electrodo.
- Caseta de almacén.
- Pistolas de tensión controlada y hexagonal.
- Tirfors.
- Canastillas.
- Equipo de topografía completo.
- Radios de comunicación.
- Estrobos.
- Esmeriladoras.
- Perneadora.
- Herramienta menor y equipo.
- Llaves.
- Pericos.
- Punzones.
- Jabones o gises para pintar acero.
- Lazos para ventear columnas.
- Equipo de seguridad en obra.
 - o Arnes con línea de vida.
 - o Cascos.
 - o Guantes de carnaza.
 - o Botas industriales.
 - o Chalecos.
 - o Lentes.

A continuación se especificará a detalle la maquinaria o herramienta más significativa en el montaje de estructura metálica.

1.- Grúa montada sobre camión.

Foto 1 Grúa montada sobre camión (Manitex).



Esta maquinaria es fundamental para el montaje de una estructura y de ello nos interesará saber la capacidad máxima de la grúa para determinar si con ésta se puede realizar de montaje sin ningún problema, o hay que instalar una grúa torre, esto dependerá de los pesos estimados de acuerdo a planos preliminares y determinando su peso en algún manual de acuerdo a su longitud para obtener su peso teórico.

2.- Máquina de soldar.

La máquina de soldar es fundamental para el montaje si la obra requiere soldadura en obra. La más recomendable para realizar este tipo de trabajos será aquella que nos permita utilizar una gran variedad de electrodos.

Modelo	ALPHATIG 252
Alimentación	220/440 Volts. 100/50 Amps.
Salida nominal	Clase 1 250 Amps. @ 30 Volts.
Salida continua	160 Amps. @ 27 Volts.
Gama de corriente	5 a 310 Amps.

3.- Horno de soldadura.

Será recomendable tener en obra un horno para almacenamiento de la soldadura, donde éste tenga una temperatura entre los 25 o 30 grados centígrados constantes para que se mantenga en buenas condiciones los electrodos.

4.- Electrodo.

El electrodo a utilizar deberá estar especificado en los planos de montaje donde se indicará el tipo.

Toda la soldadura será con electrodos serie E-70XX según el manual de soldadura AWS (American Welding Society).

Donde la E significa electrodo revestido.

El 70 significa la resistencia a la tensión mínima 70,000 lb/pulg².

XX la posición en la que se requiera trabajar (horizontal o vertical).

5.- Pistolas de tensión controlada y hexagonales.

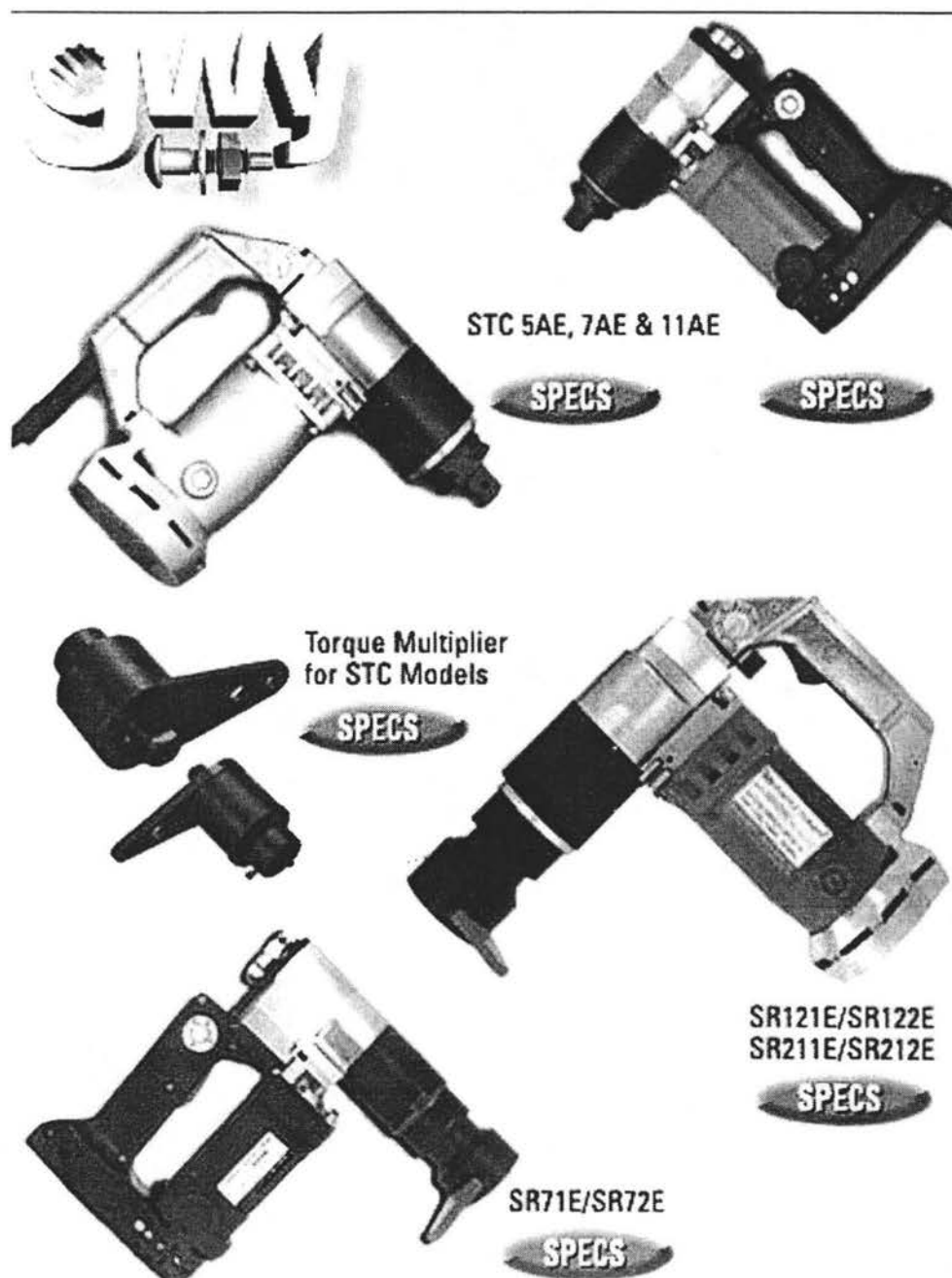
De acuerdo al proyecto será necesario tener disponibles los dos tipos de pistolas, tanto de tensión controlada para tornillos tipo remache y para tornillo hexagonal.

¹Algunas de las características de ellas son:

¹ American Welding Society Thirteenth Edition 1993.

Controla los trabajos con su función en ambas direcciones.
No- impacto y su velocidad es constante.
Instalación sencilla.
Elimina los tirones de impacto al utilizarla.

Foto 2 Pistolas para tornillos de tensión controlada y pistolas para tornillos hexagonales.



1.4 Entrega y autorización de planos.

Estos planos deberán de estar firmados y autorizados por el cliente y cada uno de ellos deberá de contener las especificaciones correspondientes, cotas, niveles, cortes generales de la obra, revisión y aprobación especificando la fecha.

La persona que los recibe, ya sea contratista o montador de la empresa de manufactura de acero, deberá de firmar de recibido como garantía que los trabajos a realizar se harán de acuerdo con los últimos planos.

2 PLANEACIÓN DE MONTAJE.

2.1 Estudio de la zona geográfica.

Para la realización de este estudio es necesario tener bien ubicado el lugar en donde se realizará la obra. Por lo que con la visita mencionada anteriormente se tendrá ya una visión de la misma.

Las características más importantes a realizar en este tipo de estudios deberán de ser las siguientes:

- Tipo de suelo.
- Velocidad del viento.
- Condiciones del clima en la temporada de construcción.
- Condiciones de humedad.
- Accesos al lugar.
- Construcciones cercanas a la obra.
- Poblaciones más cercanas.

1.- Tipo de suelo.

Este estudio se realiza para conocer las condiciones de almacenamiento para que los materiales sin montar no sufran hundimientos, y para que la grúa que va a montar esté bien asegurada o si requiere de alguna condición especial.

2.- Velocidad del viento.

Este estudio se realiza porque algunas obras tienen elementos muy grandes que durante el montaje requieren de asegurarse mientras no estén ligados a otros elementos que los hagan estables, una forma de

mantenerlos es contraventeando o tensando con tirfors, y con el estudio podremos saber que tantos elementos de apoyo requerimos para el montaje.

3.- Condiciones del clima en la temporada de la construcción.

Es recomendable realizar este estudio debido a que de acuerdo al tipo de terreno, si llueve y las condiciones de seguridad para la grúa y equipo de montaje no son las óptimas, será necesario establecer una fecha apropiada de acuerdo a estudios en años y fechas anteriores similares a las del proyecto.

4.- Condiciones de humedad.

Este estudio se realiza para saber la cantidad de humedad que hay en el ambiente porque en el caso de que se apliquen en el proyecto soldaduras especiales, como penetraciones, las condiciones de humedad pueden cristalizar las mismas y haber fallas y para detectar éstas será necesario realizar pruebas de laboratorio a las mismas.

5.- Accesos al lugar.

Este estudio permite establecer una estrategia previa a los embarques de las piezas grandes o demasiado pesadas que sean estorbosas e influyan en las maniobras de los camiones, para realizar todo lo necesario para un mejor y rápido desembarque de los materiales en la obra.

6.- Construcciones cercanas a la obra.

Cabe señalar que este estudio debió ser realizado con anterioridad. Desde un anteproyecto se debieron de tomar todas las consideraciones pertinentes para no afectar las demás construcciones ni afectar a los vecinos.

Pero es obligación del montador realizar una inspección en el lugar por si el requiere de ventear o efectuar alguna maniobra y determinar si las construcciones le afectarán para realizar dichas labores, el necesitará de buscar otra solución antes o durante la ejecución de la misma.

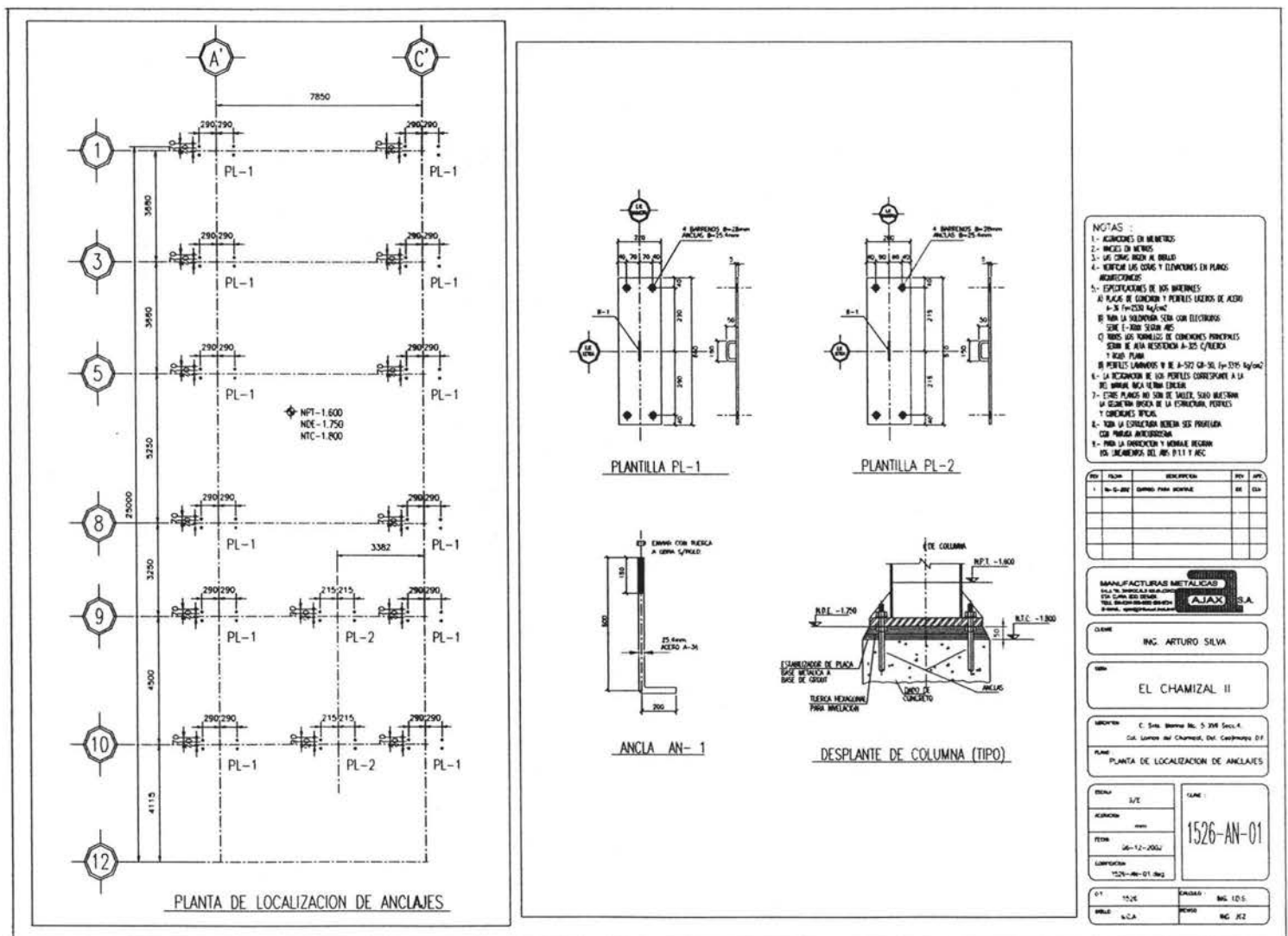
7.- Poblaciones más cercanas .

Se realiza esta inspección por si la obra requiere de gente determinar si existe alguna población cercana para que los gastos no se eleven debido a lo lejano de las poblaciones y por si requiere de algún material o herramienta se sepa donde buscarla y no detener el montaje por elementos menores.

2.2 Planos de desplante de estructura.

Los planos de desplante de estructura son los planos de localización de anclajes donde se le indicará a la empresa encargada de realizar la obra civil en que niveles requerimos que nos dejen los N.T.C. Nivel Tope de Concreto de los dados de cimentación y a que N.D.E. Nivel Desplante de Estructura, toda esta información deberá de obtenerse de los planos arquitectónicos donde ya están plasmados los datos de levantamientos de terreno y pruebas realizadas para el cálculo de la cimentación. En la figura 3 se muestra un plano.

Fig. 3 Plano de localización de anclajes.



2.3 Planos de montaje.

Los planos de montaje son planos donde se muestra la geometría general del proyecto de estructura con marcas de montaje y orientación de las piezas para ensamblaje en obra, y deberán de contener lo siguiente.

- 1.- Planta de localización de columnas con niveles.
- 2.- Planta de localización de trabes indicando los niveles a los que se refiere.
Si son varios niveles deberán de estar todos ellos con sus niveles correspondientes.
- 3.- Cortes y elevaciones de la obra.
- 4.- Detalles de soldadura o colocación de algún elemento que no se puede indicar o ver en los planos.
Los huecos de escaleras o ductos deberán de estar perfectamente acotados así como los volados o elementos que no se encuentren sobre ejes estructurales.

Toda esta información esta mostrada en las Figuras 4, 5, 6, 7, 8, y 9.

2.4 Planos de tornillería.

Los planos de tornillería son planos que tienen información de los tipos de tornillos que deben de llevar cada uno de las uniones de la estructura y siempre deberán de estar indicados de acuerdo con la siguiente especificación: cantidad, diámetro y largo del tornillo esto es para que el montador ubique el tipo que lleva cada uno de las uniones, es importante que se especifique si es que la obra tiene algún tornillo o soldadura especial para que el montador lo vea y lo considere.

Un ejemplo de los planos de tornillería estan indicados en las Figuras 10, 11 y 12.

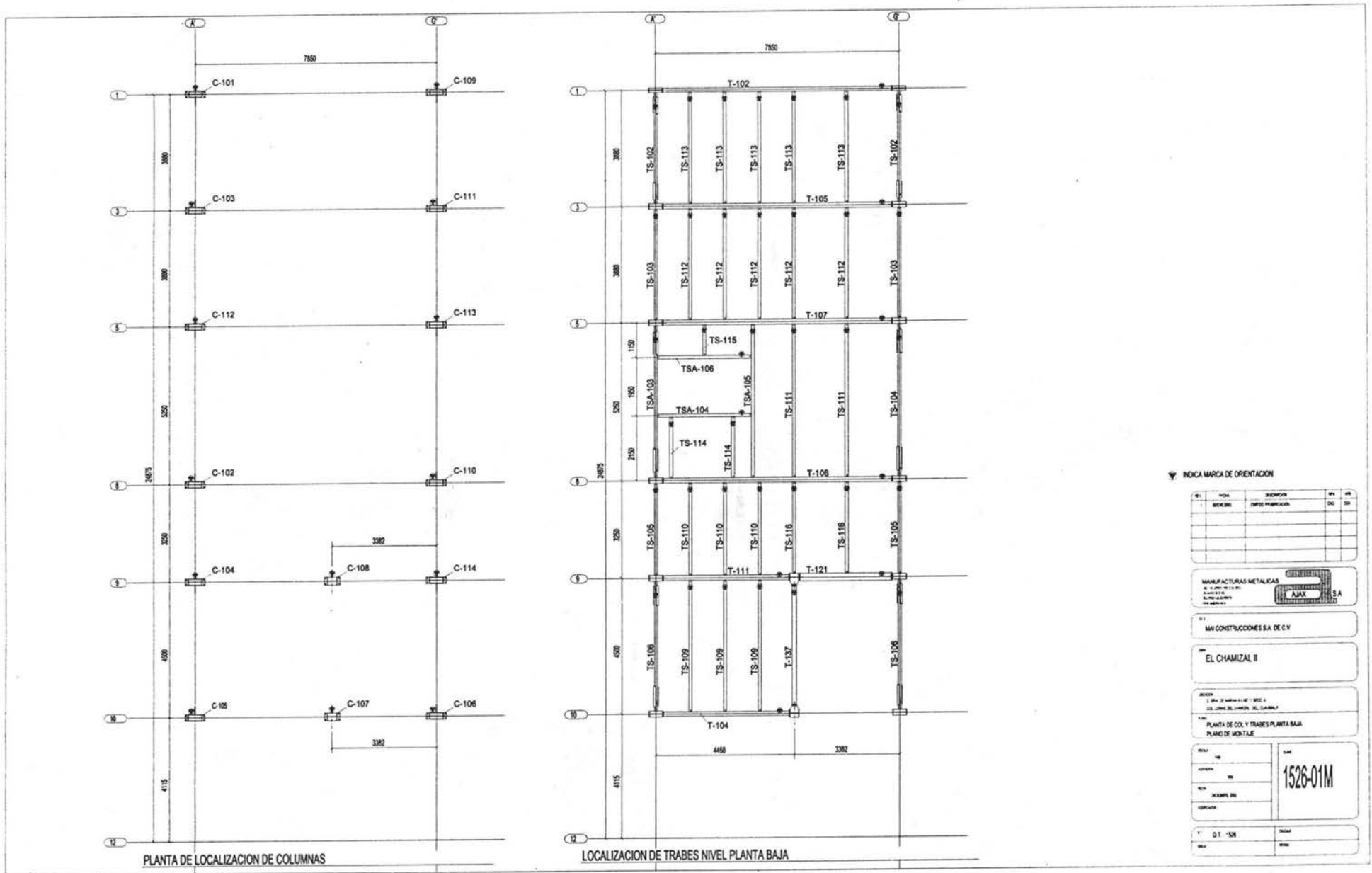
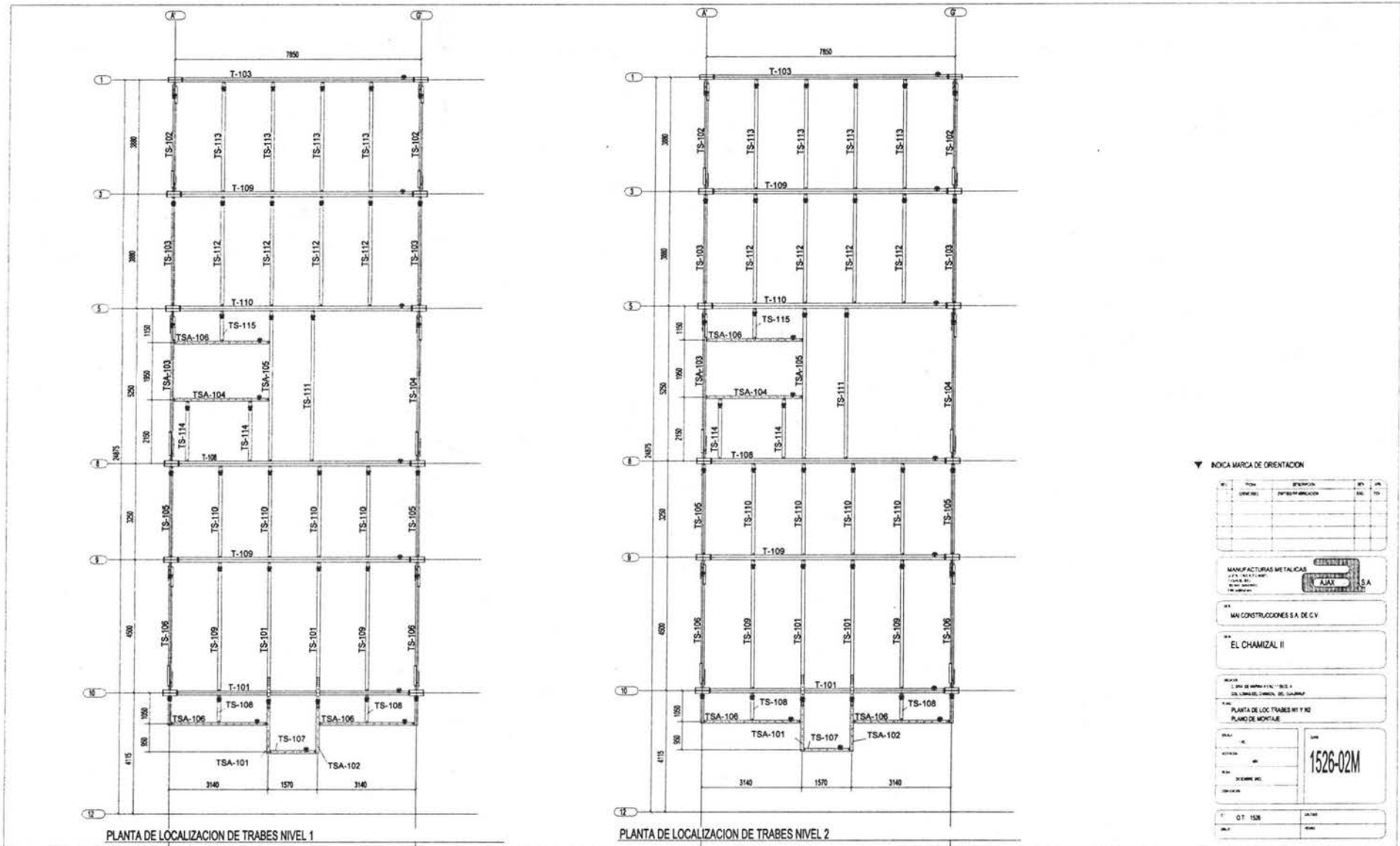
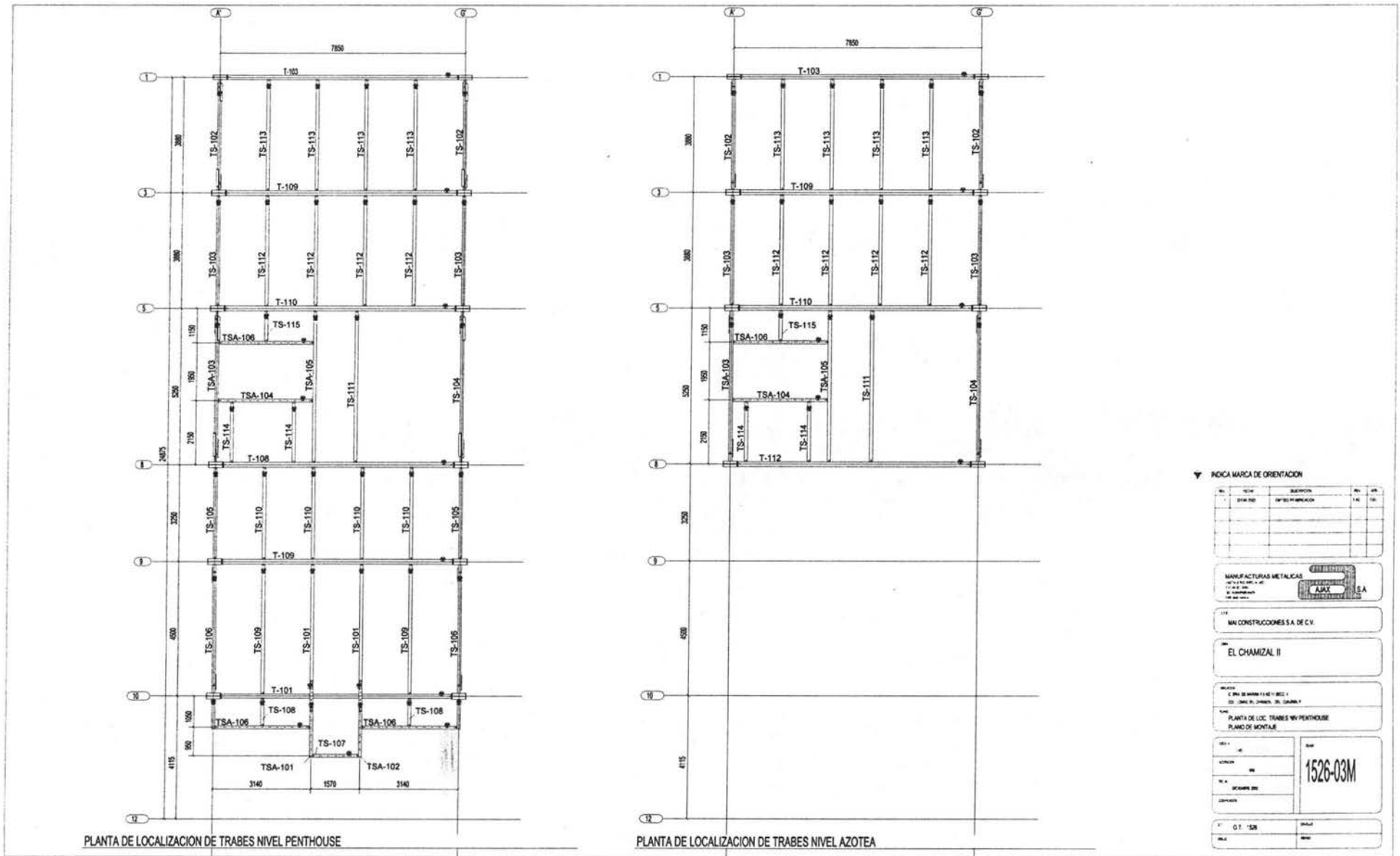


Fig. 4 Plano de montaje (planta de columnas y trabes planta baja).





INDICIA MARCA DE ORIENTACION

NO.	DESCRIPCION	NO.	UN.
254-252	ESPEJERAMBLICACION	142	120

MANUFACTURAS METALICAS
 11 A E 100
 11 A E 100
 11 A E 100
 11 A E 100

MA CONSTRUCCIONES S A DE CV

EL CHAMIZAL II

PROYECTO
 C 001 DE MONTAJE Y ACI 1000
 02 0000 PL. CHAMIZAL II, GUAYMA

PLANTA DE LOC. TRABES NIV. PENTHOUSE
 PLANO DE MONTAJE

NO. 1526-03M

D.T. 1526

Fig. 6 Plano de montaje (planta de traves nivel penthouse y azotea).

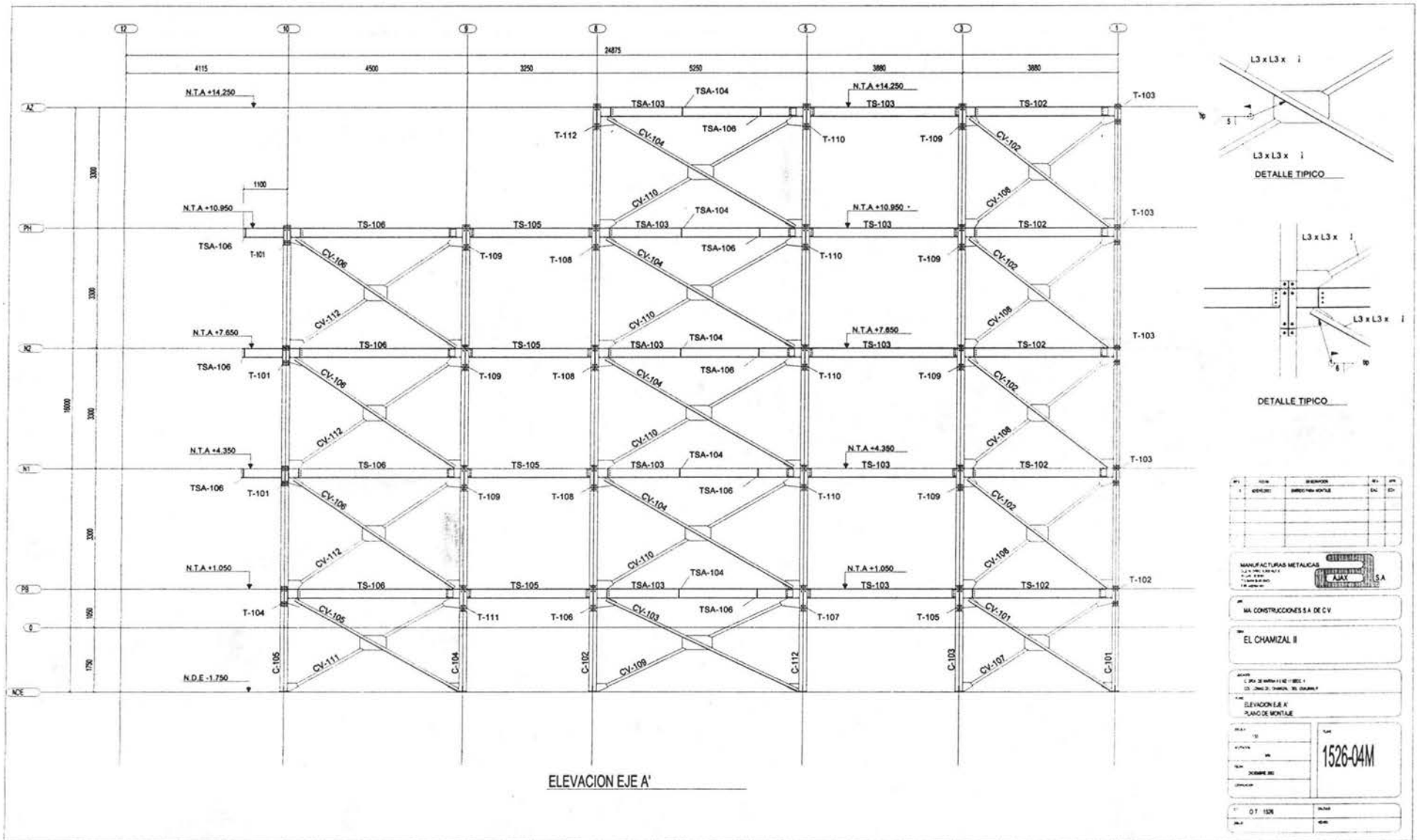


Fig. 7 Plano de montaje (elevación eje A').

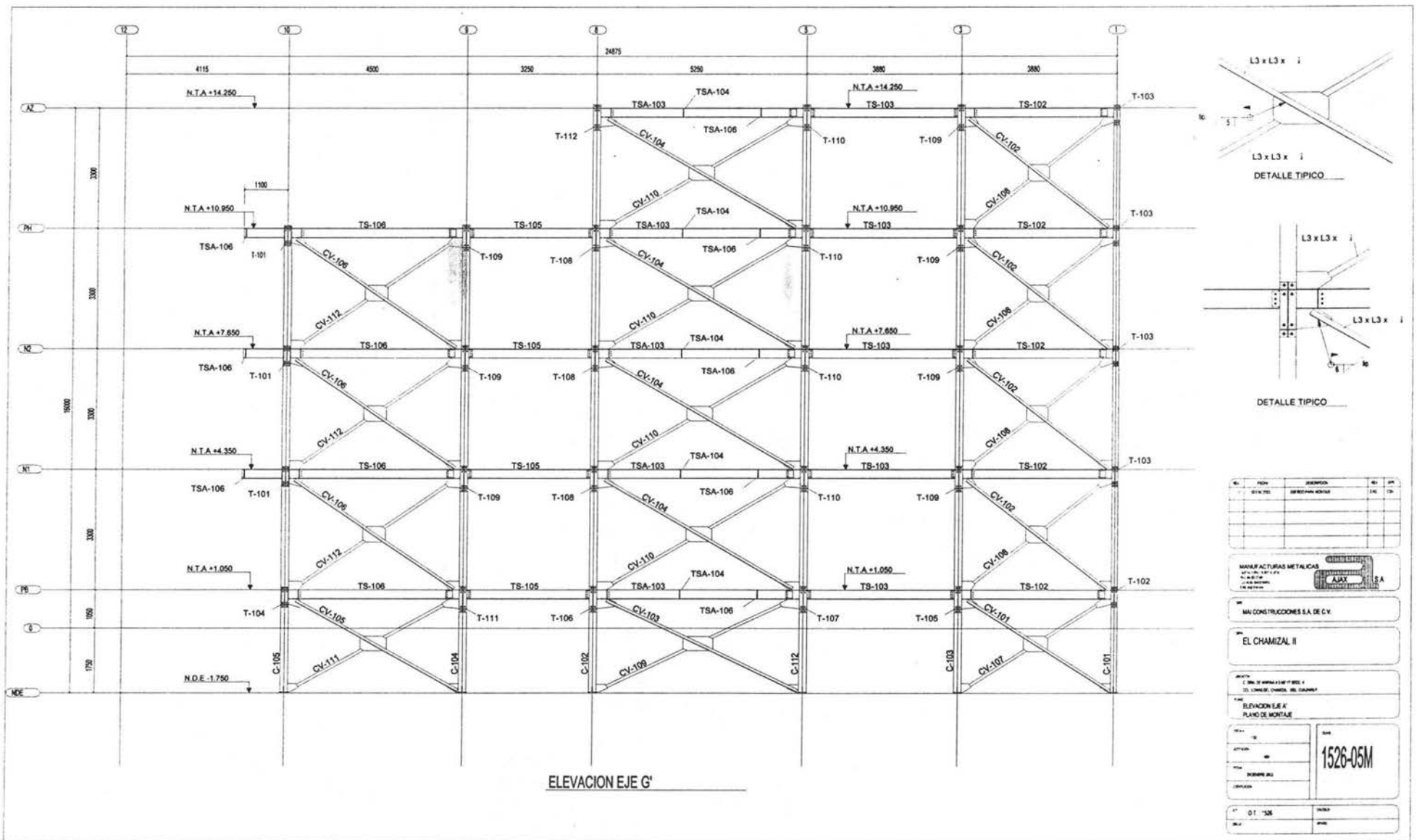
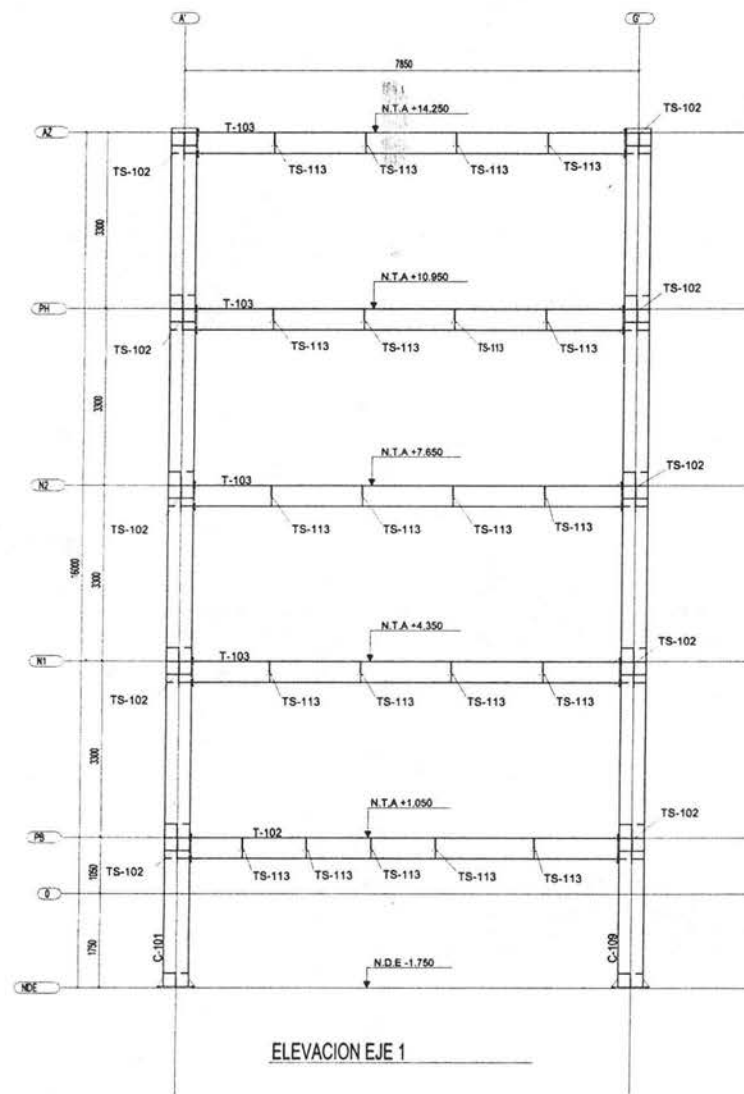


Fig. 8 Plano de montaje (elevación eje G').



NO.	FECHA	DESCRIPCION	NO. DE	NO. DE
1	2	3	4	5
MANUFACTURAS METALICAS 				
MAV CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.				
EL CHAMIZAL II				
<small>AV. DE LA UNIV. 1136 Y 1137 BARRIO CO. JONACAY, CHAMIZAL, QZ. GUATEMALA</small>				
ELEVACION EJE 1 PLANO DE MONTAJE				
<small>PROYECTADO POR</small> <small>REVISADO POR</small> <small>APROBADO POR</small>	<small>NO. DE PROYECTO</small> 1526-06M			
<small>FECHA</small> <small>OT. 15/8</small>	<small>OT. 15/8</small>			

Fig. 9 Plano de montaje (elevación eje 1).

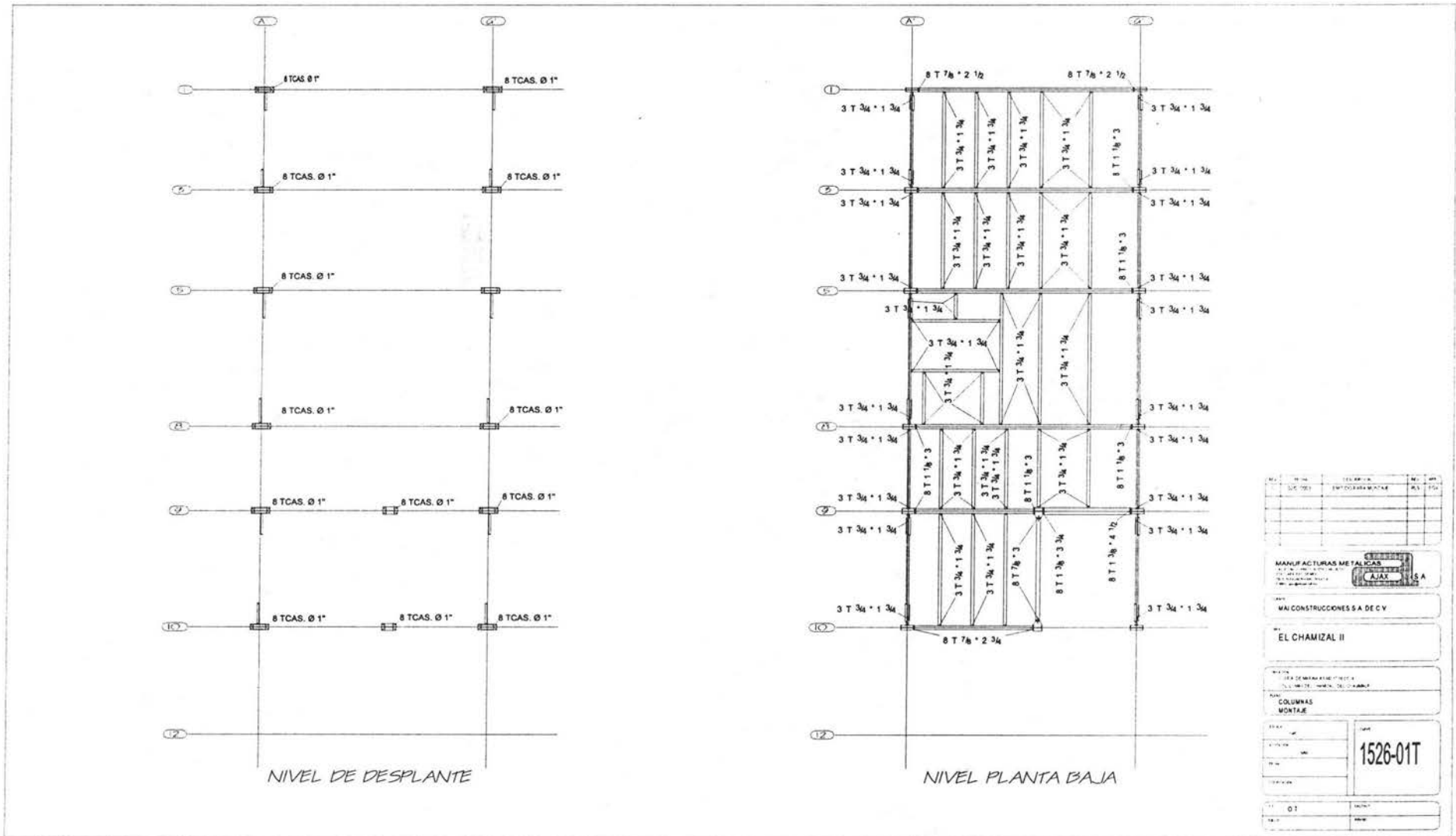


Fig. 10 Plano de tornillería (columnas).

NO. DE DISEÑO	FECHA DE DISEÑO	NO. DE PLAN
1526-01T	15/03/2011	01
MANUFACTURAS METALICAS CAJAS S.A.		
MAI CONSTRUCCIONES S.A. DE CV		
EL CHAMIZAL II		
AREA DE CONSTRUCCIONES METALICAS		
PLAN: COLUMNAS MONTAJE		
ESCALA:	1:1	
PROYECTADO:		
REVISADO:		
APROBADO:		
NO. DE PLAN	01	
FECHA		

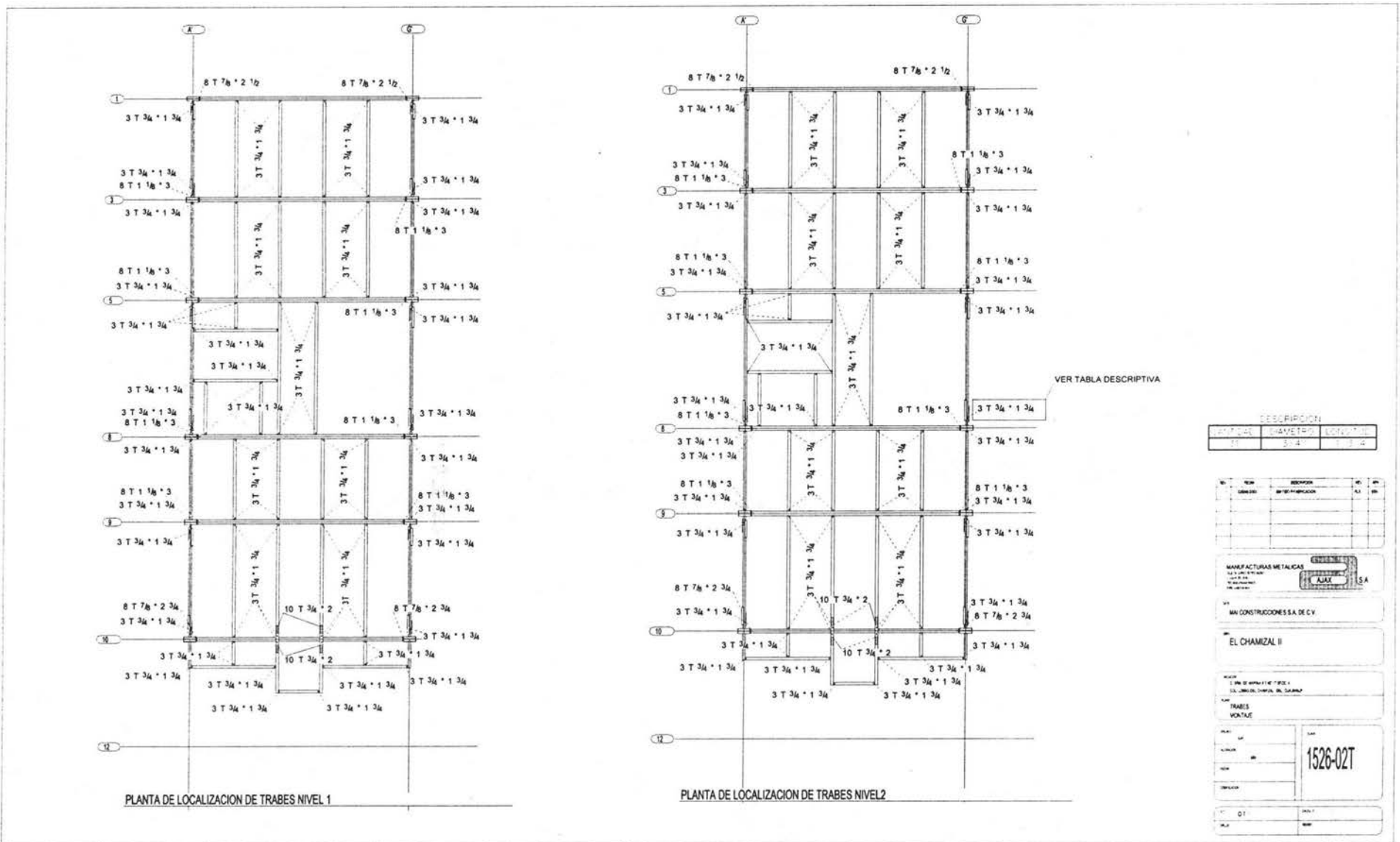


Fig. 11 Plano de tornillería (trabes nivel 1 y 2).

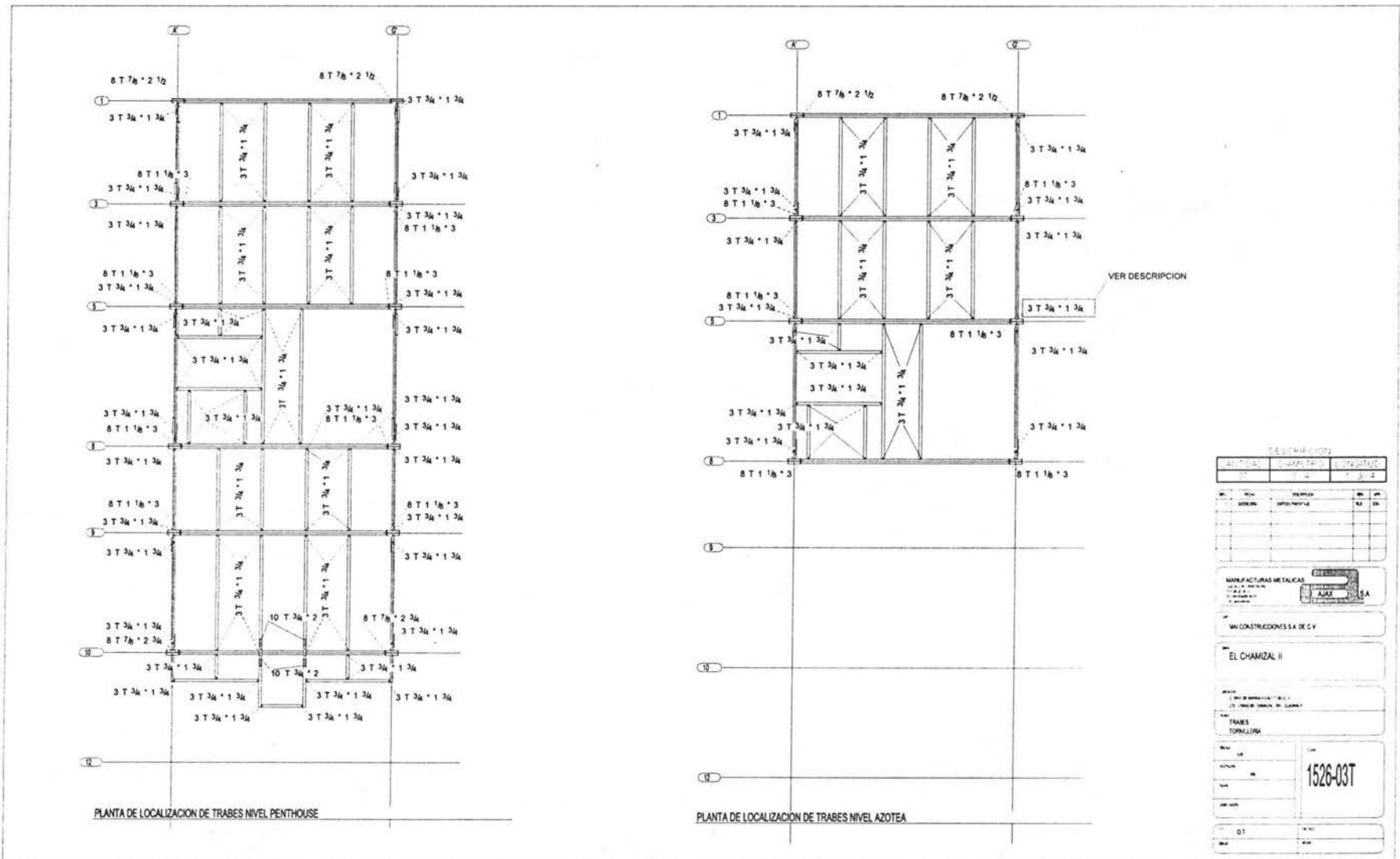


Fig. 12 Plano de tornillería (traves penthouse y azotea).

2.5 Organización de montaje.

Al tener los planos de localización de anclajes nos podemos dar cuenta de la magnitud de la obra.

Lo primero que se debe de realizar para organizar el montaje al llegar a obra es revisar ejes estructurales, anclajes y niveles para con esto poder definir la cantidad de brigadas que se requieren en cada uno de los frentes o si con una sola brigada se debe de ir avanzando como es el caso de la obra que se ejemplificó en planos.

Se requiere ver las marcas que primero se van a ir montando para que desde planta se envíen los embarques que se necesitan y de la plataforma bajar y montar enseguida para no tener mucho material almacenado, porque puede ser que la obra esté en una zona complicada o de accesos muy reducidos o no haya espacio para almacenar material, por lo tanto se tiene que realizar un listado con la organización que se requiere para la obra.

Por lo tanto se supondrá que los ejes A' y G' de los planos anteriores están cercados por construcciones y la única entrada a la obra está por el eje 12 , entonces con base en esto y teniendo lo planos se puede organizar que en planta se envíe el material de acuerdo a como se tenga que avanzar en obra.

Se debe de considerar que todas las columnas que se levanten deberán de estar venteadas o unidas con travesaños para ligar el marco y no correr riesgos de que la obra con el viento pierda su estabilidad por lo tanto y debido a esto se tiene que ir montando de adentro hacia fuera.

En este punto se establece donde se va a colocar el almacén de herramienta y materiales, baños, horno de soldadura y máquinas de soldar así como la grúa, hay que ver si debe de estar dentro de la obra y si esto no implica algún gasto adicional.

Al terminar de montar cada una de las crujiás se debe de apretar tornillería o aplicar soldaduras correspondientes, para continuar con el montaje de lámina y colados de las losas.

Un listado de organización deberá de contener marca de embarque, peso, longitud, ubicación y cantidad de piezas. Esto es para poder organizar al personal de montaje.

Listado de piezas por prioridad de montaje.

O.T. : 1526

OBRA: EDIFICIO EL CHAMIZAL

CLIENTE: MAI CONSTRUCCIONES S.A DE C.V.

Marca	Cantidad	Longitud	Peso kg.	Prioridad
C-101	1	16,075	1,080	1
C-102	1	16,090	1,521	4
C-103	1	16,090	1,508	2
C-104	1	12,790	1,210	5
C-105	1	12,775	1,239	6
C-106	1	12,775	1,242	6
C-107	1	2,885	296	6
C-108	1	2,905	316	5
C-109	1	16,075	1,080	1
C-110	1	16,090	1,521	4
C-111	1	16,090	1,508	2
C-112	1	16,090	1,520	3
C-113	1	16,090	1,520	3
C-114	1	12,790	1,229	5
CV-101	2	4,285	31	1
CV-102	8	4,577	33	1
CV-103	2	5,373	39	3
CV-104	8	5,569	41	3
CV-105	2	4,760	35	5
CV-106	6	5,013	37	5
CV-107	2	4,285	56	1
CV-108	8	4,577	57	1
CV-109	2	5,373	67	3
CV-110	8	5,569	66	3
CV-111	2	4,760	61	5
CV-112	6	5,013	61	5
T-101	3	7,389	1,130	6
T-102	1	7,396	334	1
T-103	4	7,396	1,320	1
T-104	1	4,083	201	6
T-105	1	7,389	567	2
T-106	1	7,389	583	4

T-107	1	7,389	575	3
T-108	3	7,389	1,722	4
T-109	7	7,389	3,918	2
T-110	4	7,389	2,253	6
T-111	1	4,083	341	5
T-112	1	7,389	555	6
T-121	1	2,980	303	5
T-137	1	3,944	182	6
TS-101	6	4,328	466	6
TS-102	10	3,218	577	2
TS-103	10	3,670	658	3
TS-104	5	4,550	82	6
TS-105	8	3,040	55	5
TS-106	8	3,800	68	6
TS-107	3	1,449	26	6
TS-108	6	910	16	6
TS-109	9	4,328	78	6
TS-110	15	3,065	55	5
TS-111	6	5,065	91	4
TS-112	21	3,695	66	3
TS-113	21	3,708	67	6
TS-114	10	1,997	36	4
TS-115	5	997	18	6
TS-116	2	3,021	54	5
TSA-101	3	1,970	40	6
TSA-102	3	1,970	40	6
TSA-103	5	4,550	87	4
TSA-104	5	3,019	59	4
TSA-105	5	5,065	96	4
TSA-106	11	3,019	57	4

Ya generado el listado con prioridades de montaje con base a un estudio realizado para determinar los avances necesarios para la obra, se iniciará el montaje partiendo de la prioridad 1 a la 6.

1.- La prioridad 1 contempla el montaje del eje 1 ligando sus trabes principales a las columnas para así con esto poder formar el marco estructural, para el montaje de éste se necesitará una cuadrilla de montaje, una de nivelación y alineación de estructura, una de soldadura, una de apriete de tornillería y colocación de lámina losacero y una más de colocación de pernos tipo nelson.

2.- La prioridad 2 contempla el montaje del segundo eje y ligar con traveses ya sean principales o secundarios al marco 1 y posteriormente montar los traveses para formar el marco del eje 2 y así poder empezar a colocar los vigas secundarias y contraventeos punteados y poder empezar a nivelar la estructura y apretar tornillería para posteriormente colocar la lámina.

3.- La prioridad 3 contempla el montaje del tercer eje y realizar el mismo procedimiento que el del montaje del eje anterior.

4.- La prioridad 4 contempla el montaje del cuarto eje y realizar el mismo procedimiento que el del montaje del eje anterior.

5.- La prioridad 5 contempla el montaje del quinto eje y realizar el mismo procedimiento que el del montaje del eje anterior.

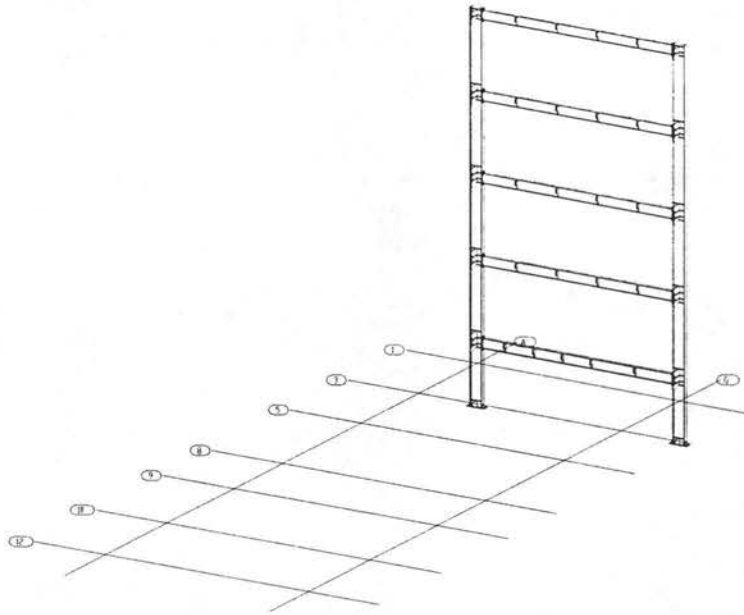
6.- La prioridad 6 contempla el montaje del sexto eje y realizar el mismo procedimiento que el del montaje del eje anterior.

7.- Aunque no esté especificado esta prioridad deberá de tenerse en cuenta porque se tendrá que venir supervisando cada una de las prioridades anteriores con el fin de no dejar nada sin montar o atornillar para no tener que recorrer herramienta y desplazarse con todo el equipo, separar o marcar en planos lo que se debe de regresar al final del montaje, que es lo que lleva soldadura para no tener que estar desoldando y así poder alinear la estructura con menor complicación.

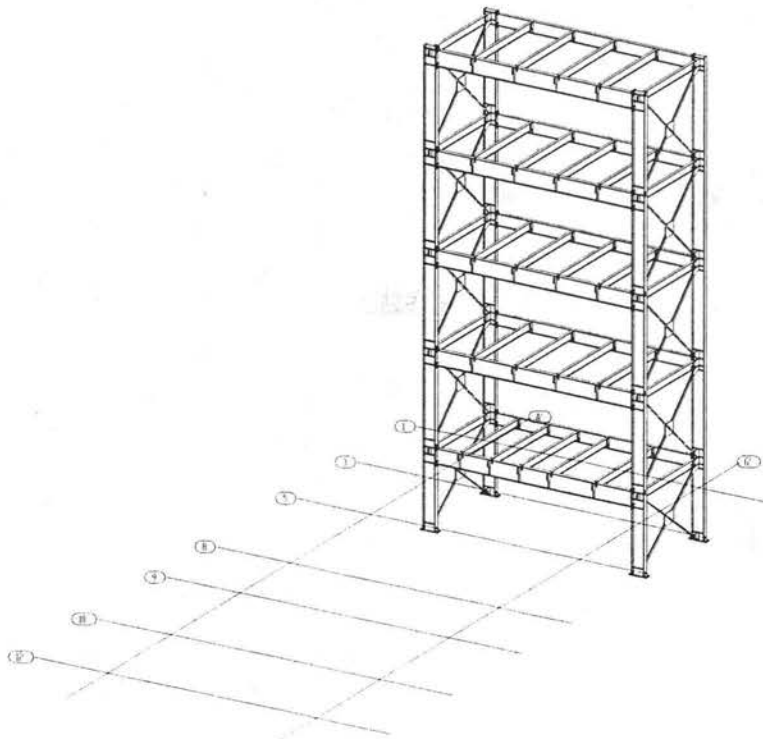
Con esto tenemos ya una visión más clara de los trabajos que se van a realizar desde proyecto y así poder organizar a las cuadrillas de montaje, y contemplar gastos extraordinarios anteriores y posteriores al montaje de la obra.

Ilustraciones de cada una de las prioridades del proyecto

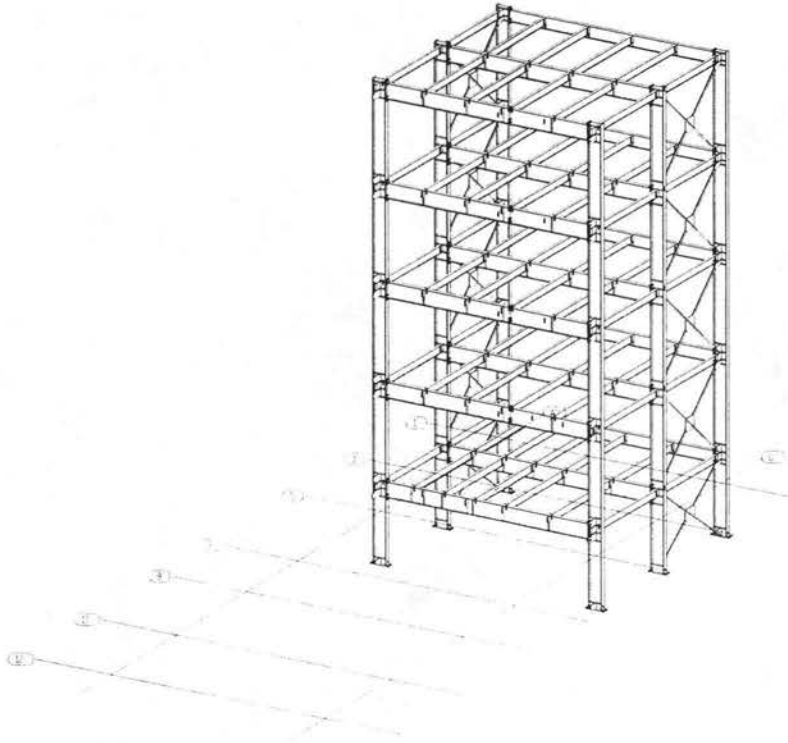
Prioridad 1



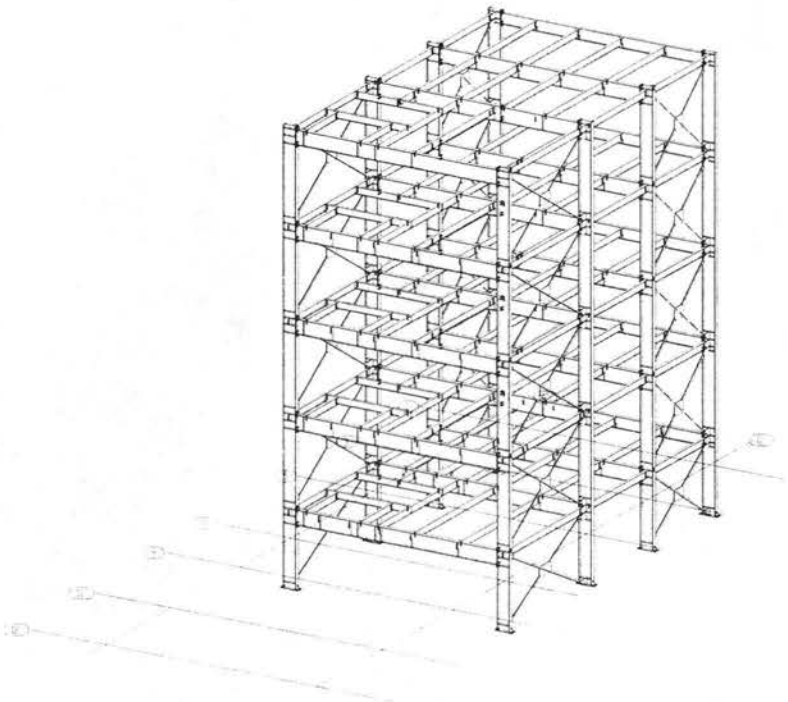
Prioridad 2



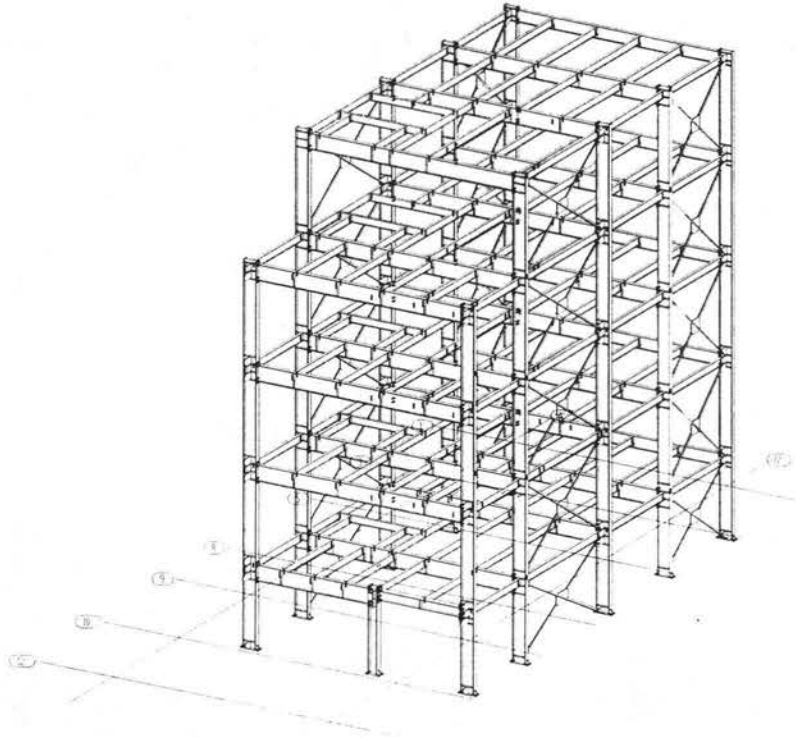
Prioridad 3



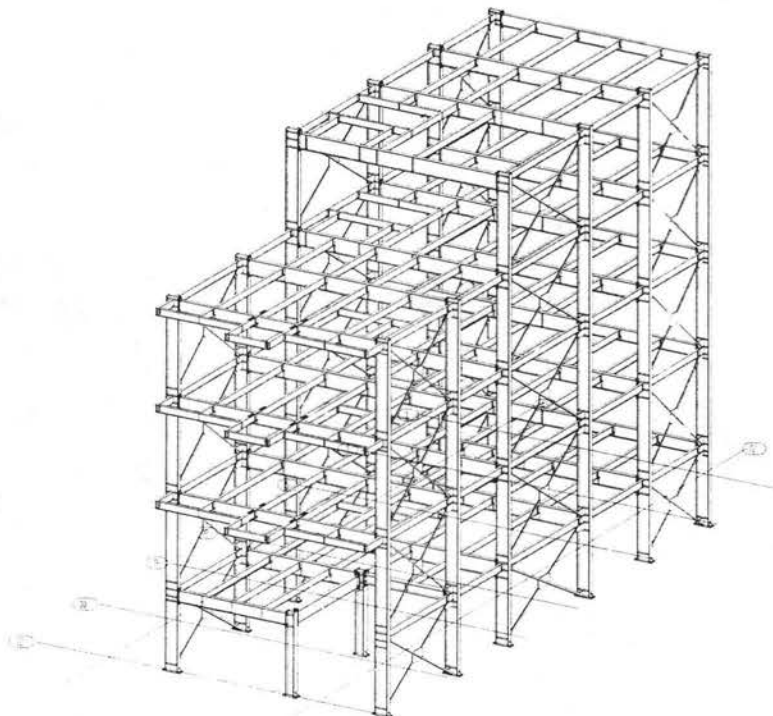
Prioridad 4



Prioridad 5



Prioridad 6



3 COLOCACIÓN DE ANCLAJES Y ELEMENTOS EMPOTRADOS.

3.1 Trazo y nivelación de ejes de proyecto.

Todo trazo deberá de estar contemplado desde el proyecto porque con base a esto tendrán niveles y ejes los proyectistas, calculistas y constructores para llevar a cabo la obra.

El trazo y nivelación de ejes de proyecto se refiere a realizar en campo, con una brigada de topografía, la ubicación de los ejes en el terreno y así localizarlos, para esto es necesario realizar una verificación con la información de proyecto.

Será necesario colocar un reventón para sobre él trazar los ejes, esto es recomendable haberlo realizado con anterioridad al inicio de la obra como ya se comentó, pero se puede realizar una revisión por parte del encargado del montaje.

El equipo de montaje se encargará de corroborar los datos proporcionados por el cliente pero sin descuidar que algún error pueda afectar para la realización del montaje de la estructura.

En la figura 13 se puede ver el trazo de los ejes y niveles de desplante de obra.

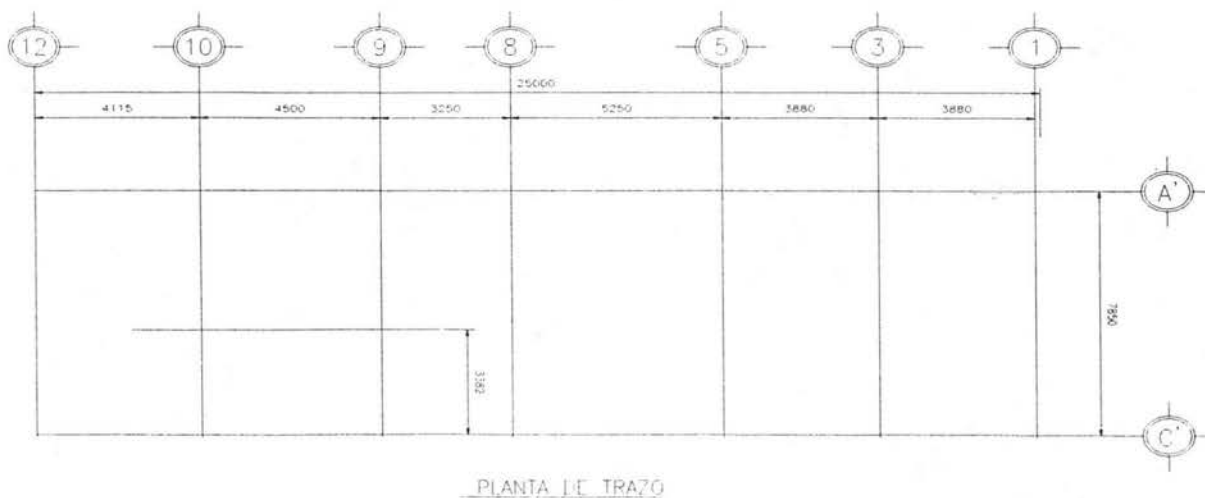


Fig. 13 Plano de trazo y niveles de desplante.

3.2 Colocación de anclajes.

La planta ya debió de haber suministrado los anclajes y plantillas a la obra y es de suma importancia que en la colocación de anclajes no se tengan variaciones mayores que las que establecen los reglamentos y normas, como el detallado de estructura metálica se realiza al milímetro si hay alguna variación ningún elemento quedará, lo que provocará un gasto extra en arreglos de soldadura y elementos en campo y se cobran por tanto o por elemento modificado.

Por lo anterior, si se realiza un trabajo profesional no hay porque tener problemas posteriores, es por esto que a pesar de que la empresa encargada del proyecto en cuanto a obra civil deberá de dejar los anclajes donde se les indicó en el plano correspondiente, una brigada del equipo de montaje o de topografía debe de estar al pendiente de ellos tiempo antes del colado de dados de cimentación, sin que esto haga responsable a la brigada de fallas en la colocación de ellos, posteriormente se deberán de verificar todos los dados ya terminados de colar.

El procedimiento a seguir para la colocación de los anclajes es el siguiente.

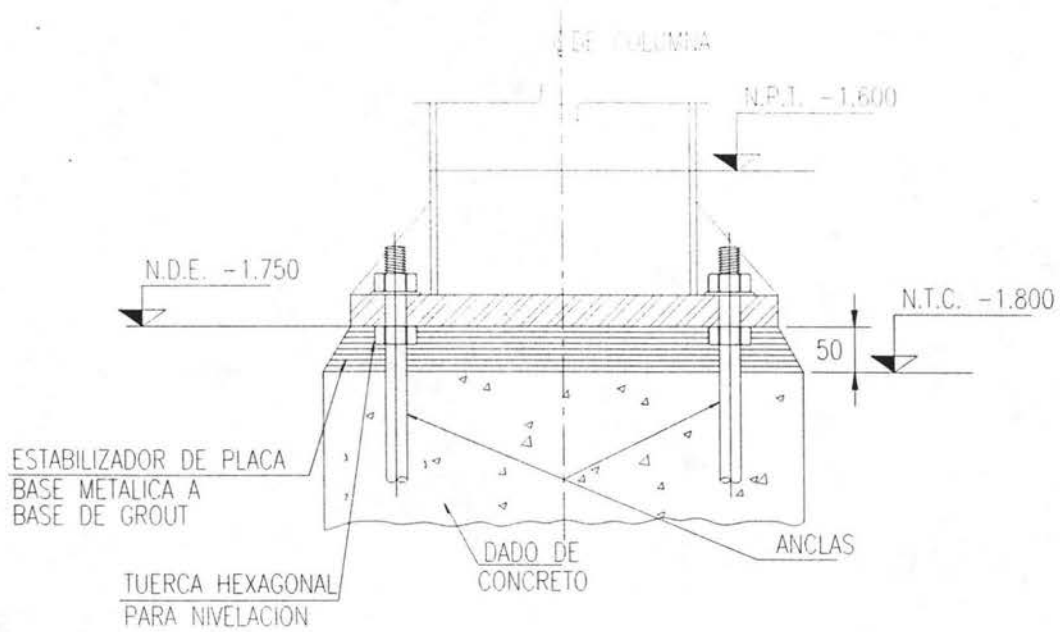
1.- Posterior al armado de la zapata y dado de cimentación se deberán de colocar todos los anclajes requeridos.

2.- Se deberán de amarrar provisional al armado o cimbra para que con el colado no sufran variaciones.

3.- Se les suministra una plantilla que es exactamente idéntica a la placa base de las columnas y ésta se deberá de colocar con el conjunto de anclajes por dado y alinearlos y ubicarlos con respecto a la placa.

4.- La altura con respecto al dado de cimentación se deberá de revisar, porque esta altura está calculada para no rebasar el nivel de piso, se calcula sumando el espesor del grout o estabilizador de placa base más espesor de placa base y más altura de tuerca, esta información esta indicada en los planos.

En la figura 14 se muestra una elevación de cómo y cuánto se deberá de dejar después del concreto salido el anclaje.



DESPLANTE DE COLUMNA (TIPO)

Fig. 14 Desplante de columnas tipo.

TEMA II

“ MONTAJE “

1. ALINEAMIENTO Y SUPERVISIÓN DE ANCLAJES.

1.1.Alineamiento.

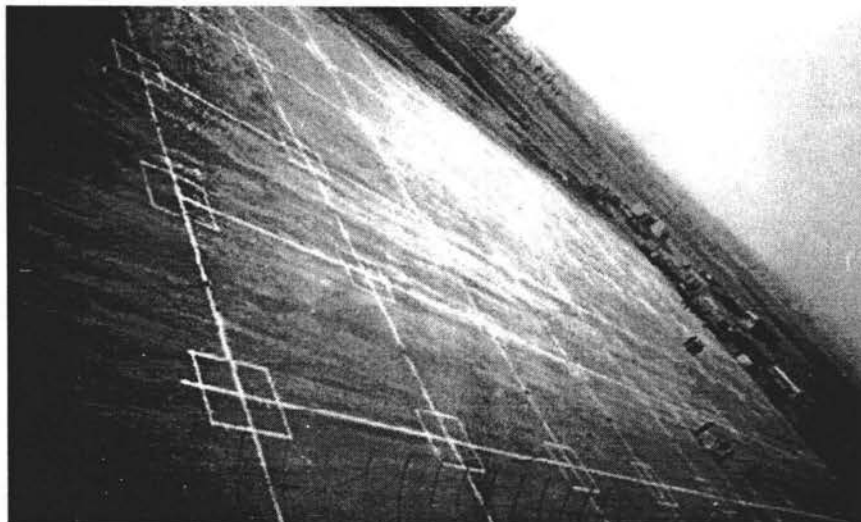
El propietario es el responsable de la exacta ubicación de los trazos, bancos de nivel en el sitio de construcción y deberá suministrar al montador un plano que contenga toda la información.

El montador y un equipo de topografía realizarán un levantamiento preciso de cada uno de los trazos de cimentación y dados donde deberán de estar ubicados los anclajes de la estructura.

Es de suma importancia verificar todos y cada uno de los trazos, debido a que todos los elementos empotrados para anclaje deberán ser colocados por el propietario de acuerdo con los planos aprobados.

Se puede cumplir con estas exigencias ejerciendo un cuidado razonable y por lo regular será suficiente para poder montar y poner a plomo las estructuras dentro de sus tolerancias. Si por condiciones especiales se requieren tolerancias más estrechas, los documentos contractuales deben informar esta exigencia al contratista responsable de la colocación de trazos y niveles de dados y anclajes.

Foto 3 Muestra el alineamiento y trazo de ejes estructurales .



1.2. Nivelación de anclajes.

De acuerdo al manual IMCA las tolerancias respecto a las dimensiones mostradas en los dibujos de montaje no serán mayores que:

- A.- 3 mm en distancias de centro a centro de dos pernos cualquiera de un grupo de pernos de anclaje. Se define como grupo de pernos de anclaje al conjunto de pernos que reciben una sola pieza fabricada.
- B.- 6 mm de centro a centro de dos grupos de pernos de anclaje adyacentes.
- C.- Un error acumulativo máximo de 1:5000 de la longitud de un eje de columnas, pero sin exceder de un total de 25mm. Se define como un eje de columnas la recta que más se aproxima a los centros de grupos de pernos de anclaje como quedaron colocados.
- D.- 6 mm de desviación desde el centro de cualquier grupo de pernos de anclaje al eje de columnas que pasa por ese grupo, definiéndose eje de columnas como el ya mencionado.
- E.- En el caso de grupos de pernos de anclaje situados fuera del eje de columnas, las tolerancias establecidas en los incisos B, C y D anteriores se aplicarán a las dimensiones paralelas y perpendiculares mostradas en los planos de localización de anclajes.

A menos que los planos indiquen otra cosa, los pernos de anclaje estarán colocados perpendicularmente a la superficie de apoyo.

Otras partes empotradas o de conexión entre el acero estructural y elementos de otras instalaciones serán localizadas y colocadas por el propietario de acuerdo con las necesidades de la obra o como se muestre en los dibujos de montaje. La exactitud de colocación de estas partes debe cumplir con las tolerancias de montaje establecidas.

Todo el trabajo efectuado por el propietario será terminado oportunamente para no interferir con el montaje del acero estructural.

Foto 4 Limpieza de anclajes para su revisión y nivelación.



Foto 5 Nivelación de anclajes.



1.3. Almacenamiento de materiales.

El montador deberá tener cuidado en manejar y almacenar adecuadamente el acero estructural durante el montaje, para evitar que éste se ensucie innecesariamente. El montador no es responsable de

limpiar el acero estructural de la suciedad que se haya acumulado durante el montaje como resultado de su exposición a la intemperie.

El montador tendrá cuidado al descargar, manejar y montar los elementos aparentes para evitar dañarlos. También tendrá cuidado de causar el menor daño posible a la pintura de taller. En caso de que sea necesario el uso de dispositivos auxiliares de montaje, tomará las precauciones necesarias al quitarlos para no dañar las superficies. Los puntos de soldadura deberán esmerilarse y los huecos rellenarse con soldadura u otro material adecuado y alisarse.

El montador desarrollará su trabajo en forma de lograr buenos ajustes y una apariencia limpia de la estructura.

Foto 6 y 7 Almacenamiento en obra de piezas.

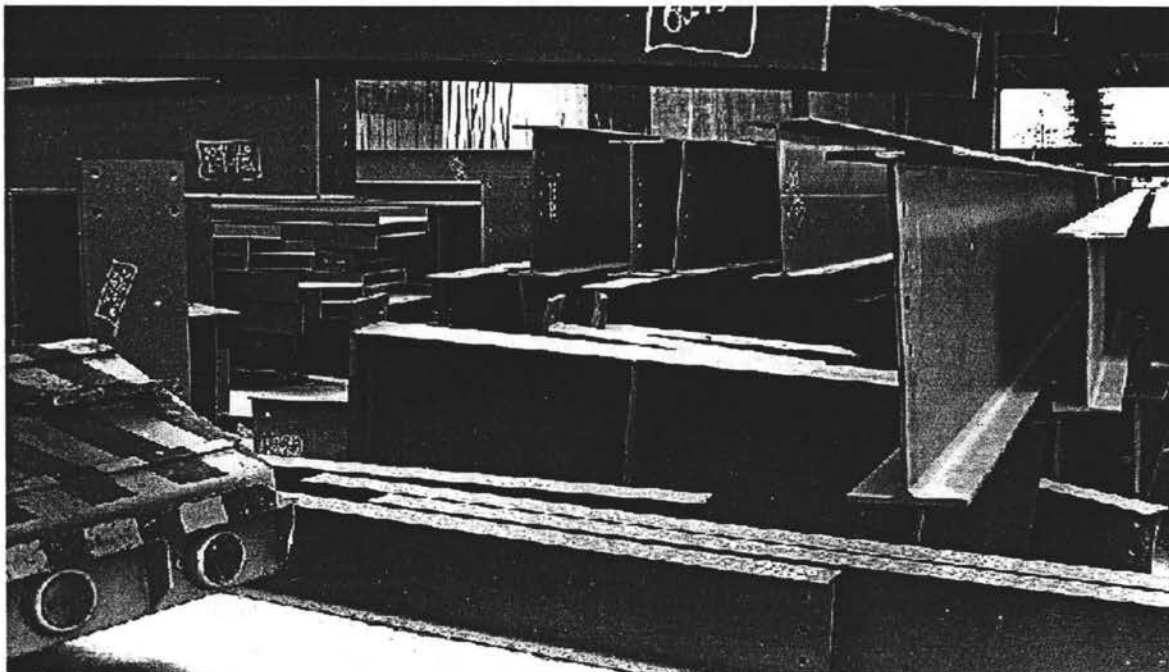
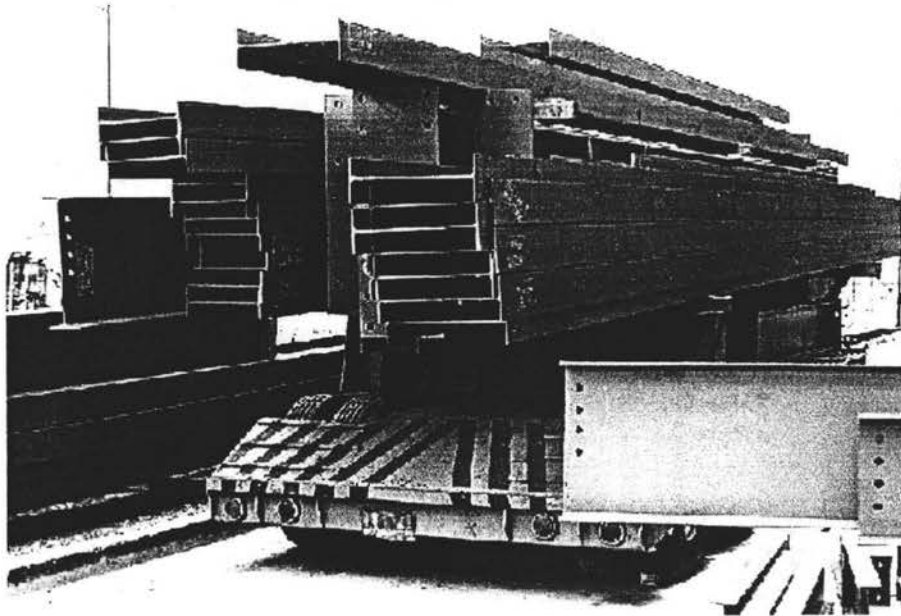


Foto 8 Llegada de plataforma a obra.



2. DESPLANTE DE COLUMNAS.

2.1. Alineamiento y nivelación de columnas.

Se aceptarán holguras que no excedan de 2 mm. entre partes que deban estar teóricamente en contacto, independientemente del tipo de empalme empleado (remachado, atornillado o soldado con penetración parcial). Si la abertura excede 2 mm, pero es menor de 6 mm, y si un estudio muestra que no existe un área de contacto suficiente, la holgura se rellenará con cuñas planas de acero. Es suficiente que las cuñas planas sean de acero A-36, cualquiera que sea el tipo de acero de la columna.

Se considera que cada tramo entre empalmes de una columna está a plomo si la desviación de la vertical de su línea de trabajo no excede de 1:500, con las siguientes limitaciones:

- a.- Los puntos de trabajo de los tramos de columnas adyacentes a cubos de elevador no tendrán más de 25mm., a mayores alturas puede incrementarse la desviación en

1mm. por cada piso adicional, sin pasar de un máximo de 50mm.

- b.- Los puntos de trabajo de los tramos de columnas exteriores podrán estar desplazados de su eje teórico no más de 25mm hacia afuera ni 50mm hacia adentro del edificio en los primeros 20 pisos; el desplazamiento puede aumentarse 2mm. por cada piso adicional, sin que exceda de 50mm hacia afuera ni 75mm hacia adentro del edificio.
- c.- Los puntos de trabajo de cualquier tramo de columna exterior, a cualquier nivel de empalme en edificios de pisos múltiples, o en el extremo superior de columnas en el caso de edificios de un solo piso, no deberán quedar fuera de una envolvente horizontal de 40mm de ancho para edificios hasta de 100m de largo. El ancho de la envolvente puede aumentarse 13mm. por cada 30m adicionales de longitud, pero no excederá de 75 mm.
- d.- Los puntos de trabajo de los tramos de columnas exteriores podrán estar desplazados de su eje teórico, no más de 50mm. en los primeros 20 pisos; a mayores alturas el desplazamiento puede aumentarse 2mm por cada piso adicional pero sin exceder de 75mm.

Miembros conectados a columnas.

La alineación horizontal de los miembros conectados a columnas será aceptable si los errores en su alineación están dentro de tolerancias. El nivel de los miembros conectados a columnas será aceptable si la distancia del punto de trabajo del miembro al nivel de empalme superior de la columna, tiene variación no mayor de + 5 mm – 8 mm de la distancia marcada en los planos.

Foto 9 Nivelación de la columna en proceso de montaje.



2.2. Conexiones temporales.

El montador determinará la necesidad de usar y deberá suministrar e instalar soportes provisionales, tales como tirantes, arriostramientos, obra falsa, apuntalamientos y demás elementos requeridos para el montaje. Estos soportes asegurarán la estructura de acero durante el montaje para que resista cargas de magnitud similar a las de diseño, resultantes de viento, sismo y del propio montaje, pero no las cargas producidas por huracanes, explosiones, choques, ni cargas resultantes de trabajos ejecutados en obra.

Estructuras de acero autoportadas.

Una estructura de acero autoportada es la que tiene la estabilidad requerida y que es capaz de resistir cargas verticales, fuerzas de viento y sismo supuestas en el diseño, sin interacción con elementos ajenos a la propia estructura. El montador colocará soportes provisionales

para asegurar los elementos de la estructura de acero hasta que sea estable sin apoyos externos.

Estructuras de acero autosoportadas externamente.

Una estructura de acero autosoportada externamente es aquella que requiere interacción con otros elementos no clasificados como acero estructural para tener la estabilidad requerida y resistencia a fuerzas de viento y sismo. Estas estructuras serán claramente identificadas en los documentos contractuales, los que además establecerán la secuencia y programa de colocación de tales elementos. Es responsabilidad del propietario la instalación y oportuna terminación de todos los elementos no clasificados como acero estructural requeridos para la estabilidad de la estructura de acero.

Condiciones especiales de montaje.

En caso de que el diseño de la estructura considere el uso de puntales, gatos o cargas que tengan que ajustarse al avanzar el montaje, para fijar o mantener contraflechas o pretensados, estos requerimientos deberán quedar estipulados en los documentos contractuales.

Remoción de los soportes provisionales.

Los tirantes, arriostamientos, obra falsa, apuntalamientos y demás elementos requeridos para el montaje, que son suministrados e instalados por el montador, son de su propiedad y no forman parte de la estructura.

En el caso de estructuras autosoportadas, los soportes provisionales ya no se requieren después de que los elementos que hacen autosoportante la estructura se coloquen y conecten definitivamente dentro de las tolerancias requeridas.

En el caso de estructuras soportadas externamente, el montador puede retirar los soportes provisionales cuando estén completos los elementos externos necesarios para la estabilidad de la estructura. No podrán retirarse los soportes provisionales sin el consentimiento del montador. A la terminación del montaje de la estructura, cualquier soporte provisional que hubiera sido necesario dejar instalado, deberá ser retirado por el propietario y devuelto en buenas condiciones al montador.

3. ELEMENTOS ATORNILLADOS.

3.1. Identificación de elementos atornillados.

a) Agujeros estándar.

A no ser que el ingeniero autorice otro tipo de agujero, las conexiones con tornillos de alta resistencia se harán con agujeros estándar.

b) Agujeros sobredimensionados y agujeros alargados.

Con la aprobación del ingeniero, podrán usarse agujeros sobredimensionados, alargados cortos y alargados largos, sujeto a los siguientes requerimientos.

- 1.- Se pueden usar agujeros sobredimensionados en todas las capas de conexiones, cuando la resistencia al deslizamiento es mayor que la carga aplicada.
- 2.- Se pueden usar agujeros alargados cortos, sin tomar en cuenta la dirección de aplicación de la carga, en todas las capas de la conexión, siempre que su resistencia al deslizamiento sea mayor que la carga aplicada.
- 3.- Pueden usarse agujeros alargados largos en una de las capas de la conexión, sin tomar en cuenta la dirección de la carga aplicada, siempre que su resistencia al deslizamiento sea mayor que la fuerza aplicada.
- 4.- Las calzas insertadas completamente entre las superficies de contacto de una unión no se consideran como agujero alargado largo.

c) Arandelas.

Deberán emplearse arandelas en conexiones atornilladas en los siguientes casos:

- 1.- Cuando la superficie exterior de una parte atornillada tiene pendiente mayor de 1:20 con respecto al plano perpendicular al eje del tornillo, deberá usarse una arandela en forma de cuña para compensar la falta de paralelismo de la superficie inclinada.
- 2.- No se requieren arandelas endurecidas para conexiones que usan tornillos A325 y A490, excepto

para conexiones críticas al deslizamiento y conexiones sujetas a tensión directa y para conexiones por aplastamiento.

- 3.- Se deberá usar una arandela endurecida debajo del elemento que gira para apretar, cuando se usa el método de llave calibrada para apretar los tornillos.
- 4.- Independientemente del método empleado para apretar los tornillos, se deberán usar arandelas endurecidas debajo de la cabeza y de la tuerca de tornillos A490 apretados a las tensiones Tabla 1 , cuando el esfuerzo de fluencia del material sea menor de 2810 kg/cm^2 .
- 5.- Cuando se instalan tornillos A325, de cualquier diámetro, o A490 de diámetro igual o menor de 25 mm, en agujeros sobredimensionados o en agujeros alargados cortos en la capa exterior de una conexión, se deberán usar arandelas endurecidas que cumplan con ASTM F436.
- 6.- Cuando se instalan tornillos A490 de más de 25 mm de diámetro en agujeros sobredimensionados o en agujeros alargados cortos en la capa exterior de una conexión, se deberán usar arandelas endurecidas debajo de la cabeza y de la tuerca, que cumplan con ASTM F436, pero de 8 mm de espesor en vez del espesor normal. No será admisible el uso de arandelas múltiples de menor espesor para obtener el espesor requerido de 8 mm, pero podrá utilizarse una arandela endurecida normal sobre otra arandela de acero estructural con espesor no menor a 8 mm.
- 7.- Cuando se instalan tornillos A325, de cualquier diámetro, o A490 de diámetro igual o menor a 25 mm, en agujeros alargados largos en la capa exterior de una conexión, se usará una arandela de placa o barra continua de acero estructural, con espesor no menor a 8 mm y con agujeros estándar. Estos elementos tendrán tamaño suficiente para cubrir completamente la ranura una vez instalados. Si se trata de tornillos A490 con diámetro mayor de 25 mm, deberá usarse una arandela endurecida que cumpla con ASTM F436, pero de 8 mm de espesor en vez del espesor normal.

No será admisible el uso de arandelas múltiples de menor espesor para obtener el requerido.

Estas especificaciones se aplican sólo cuando todo el material dentro del agarre de los tornillos es de acero, porque el comportamiento satisfactorio de uniones críticas al deslizamiento depende de una constante tensión en los tornillos, lo que sólo es posible si el material conectado es de acero.

Desde que comenzaron a usarse conexiones atornilladas, los agujeros normales son 1.6 mm mayores que los tornillos. Estudios recientes han mostrados que cuando es necesario mayor juego para cumplir con ciertas tolerancias dimensionales durante el montaje, pueden permitirse agujeros algo más grandes para tornillos de 16 mm o mayores, sin afectar el comportamiento de las conexiones diseñadas por esfuerzos cortantes, cuando se utilizan tornillos de alta resistencia.

Debido a que un aumento en el tamaño del agujero generalmente reduce la sección neta de la parte conectada, el uso de agujeros sobredimensionados deberá ser aprobado por el ingeniero calculista.

Para las siguientes conexiones se emplearán remaches, tornillos de alta resistencia o soldadura.

- Empates de columnas en todas las estructuras de pisos múltiples de 60 m o más de altura.
- Empates de columnas en estructuras de pisos múltiples, de 30 a 60 m de altura, cuando la menor dimensión horizontal es menor de 40 % de la altura.
- Empates de columnas en estructuras de vario pisos, menores de 30 m de altura, cuando la menor dimensión horizontal es menor de 25 % de la altura.
- Conexiones de todas las vigas a columnas y de cualquier otra viga de la cual depende el arriostamiento de columnas, en estructuras de más de 40 m de altura.
- En estructuras que soportan grúas de más de 5 toneladas de capacidad, los empates en las armaduras de techos y conexiones de armaduras a columnas, empates de columnas, arriostamientos de columnas, riostras entre columnas y armaduras o trabes y ménsulas para grúas.
- Conexiones para soportes de maquinaria en operación, o de otras cargas vivas que producen impacto.

- Cualquier otra conexión así estipulada en los planos de diseño.

En todos lo demás casos, las conexiones de campo pueden hacerse con tornillos A307.

3.2.Procedimientos de apriete.

Para los casos en que deben tensionarse completamente los tornillos de alta resistencia, las especificaciones admiten varios métodos para instalar y apretar tornillos.

Manejo y almacenamiento de sujetadores.

En el sitio de la obra deberán protegerse los tornillos o sujetadores de la suciedad y la humedad. Solamente deberá retirarse del almacén la cantidad de tornillos que se estima podrá instalarse durante la jornada de trabajo, y el excedente deberá regresarse al almacén al terminar el turno. No deberá removerse el lubricante que traen de fábrica los tornillos. Los tornillos que serán usados en conexiones críticas al deslizamiento y que tengan que limpiarse de óxido o suciedad, deberán lubricarse nuevamente antes de instalarse.

Calibrador de tensión.

Cuando se instalen sujetadores en conexiones críticas al deslizamiento o en conexiones sujetas a tensión directa, deberá haber en la obra un dispositivo para medición directa de tensión en tornillos. Este dispositivo se usará :

- 1.- Para confirmar que el sistema de apretado desarrolla la tensión requerida en el tornillo de acuerdo a la Tabla 1 y si hace o no falta lubricación adicional.
- 2.- Para calibrar la llave de torsión.
- 3.- Para que la cuadrilla que instalará y apretará los tornillos comprenda el método que se empleará.

El dispositivo de medición de tensión deberá someterse cuando menos cada año a calibración por un laboratorio competente.

Tabla 1. Tensión requerida en conexiones sujetas a tensión directa.

Tamaño Nominal del tornillo		Tensión mínima en kilogramos	
milímetros	pulgadas	Tornillo A 325	Tornillo A 490
12.7	1/2	5400	6800
15.9	5/8	8600	10900
19.1	3/4	12700	15900
22.2	7/8	17700	22200
25.4	1	23100	29000
28.6	1 1/8	25400	36300
31.8	1 1/4	32200	46300
34.9	1 3/8	38600	54900
38.1	1 1/2	46700	67100

Tensión mínima es igual al 70 % de la resistencia del tornillo. Según especificaciones ASTM

Apretado por vuelta de tuerca.

Cuando se emplea el método de vuelta de tuerca no se requieren arandelas endurecidas.

Se probará, al inicio del trabajo, una muestra representativa formada por no menos de tres tornillos y tuercas de cada diámetro, del largo y tipo de los que se usarán en la estructura, en un dispositivo que mida la tensión en los tornillos. Esta prueba deberá demostrar que el método usado para alcanzar el apretado inicial y, a partir de esta condición, que la vuelta adicional que se dará, producirá una tensión cuando menos cinco por ciento mayor que el valor estipulado en la tabla 1.

Se instalarán todos los tornillos de la conexión y se hará el apretado inicial. Se define como apretado inicial al que existe cuando todas las capas de la unión llegan a estar firmemente en contacto. Puede lograrse mediante unos cuantos golpes con la llave de impacto o con todo el esfuerzo de un hombre que use una llave de tuercas común. El apretado inicial deberá avanzar sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres; después se volverá a apretar sistemáticamente en forma similar las veces que sea necesario hasta que todos los tornillos han alcanzado el apretado inicial y han entrado

firmemente en contacto todas las capas de la conexión. Tras esta primera operación todos los tornillos de la conexión se seguirán apretando mediante el giro adicional que se especifica en la Tabla 2. Durante esta operación de apretado sólo deberá girar la parte del tornillo a la que se aplica la fuerza de la llave. El apretado final se hará desde la parte más rígida de la unión hacia los bordes libres.

Tabla 2. Rotación de la tuerca a partir del apretado inicial.

Largo del tornillo (medida debajo de la cabeza al extremo).	Disposición de las caras exteriores de la unión.		
	Ambas caras perpendiculares al eje del tornillo.	Una cara perpendicular al eje del tornillo y la otra inclinada no más de 1 : 20	Ambas caras inclinadas no más de 1 : 20 respecto a la perpendicular al eje del tornillo.
Hasta 4 diámetros.	1/3 de vuelta	1/2 vuelta	2/3 vuelta
Más de 4 diámetros sin exceder 8 diámetros.	1/2 vuelta	2/3 vuelta	5/6 vuelta
Más de 8 diámetros sin exceder 12 diámetros.	2/3 vuelta	5/6 vuelta	1 vuelta

* La rotación de la tuerca es con respecto al tornillo, independientemente de que se haga girar la tuerca o el tornillo. Cuando el giro es de 1/2 vuelta o menos. La tolerancia es 30 grados en más o menos, cuando el giro es de 2/3 de vuelta o más. La tolerancia es de 45 grados en más o en menos.

* Se aplica solamente a conexiones en que todas las capas son de acero.

* No se han investigado los métodos de apretado por vuelta de tuerca para largos de tornillos que exceden de 12 diámetros. Por consiguiente deberá determinarse el giro requerido en un dispositivo que mida tensión y que simule la condición de que todas las capas están sólidamente en contacto.

Apretado con llave calibrada (torquímetro).

Sólo se podrá utilizar el método de la llave calibrada cuando ésta se calibra diariamente y se usa una arandela endurecida debajo del elemento al que se le da vueltas para apretar. Estas especificaciones no reconocen validez de tablas o fórmulas que supuestamente relacionan el par de torsión con la tensión en el tornillo.

Cuando se utilicen llaves calibradas para apretar los tornillos, se ajustarán para producir tensión cuando menos 5 % mayor que los valores mínimos de la Tabla 1. Los torsímetros deberán calibrarse cuando menos una vez al día para cada diámetro, largo y tipo de tornillo de los que serán instalados en la estructura. La calibración de las llaves se hará mediante un dispositivo capaz de medir la tensión en el tornillo, utilizando tres tornillos de cada diámetro, largo y tipo, de los que se están instalando, y con una arandela endurecida debajo del elemento que se hace girar para apretar. Será necesario volver a calibrar las llaves si se notan diferencias apreciables en las condiciones de las superficies de las roscas, tuercas o arandelas. Deberá verificarse, durante las operaciones de apretado, que el ajuste seleccionado para la llave calibrada no produce una rotación de la tuerca o de la cabeza del tornillo. Volverá a usarse la llave para apretar nuevamente los tornillos que pudieran haberse aflojado como consecuencia del apretado de los tornillos adyacentes, hasta lograr que todos los tornillos queden apretados con el par calibrado.

Instalación de tornillos de diseño especial.

Cuando se empleen tornillos diseñados para indicar indirectamente la tensión en el tornillo o para que automáticamente den la tensión requerida en la Tabla 1, deberá probarse en obra una muestra representativa de no menos de tres tornillos de cada diámetro, largo y tipo, en un dispositivo capaz de medir la tensión en el tornillo. El conjunto del tornillo deberá incluir arandelas planas endurecidas, si la conexión las lleva. La prueba deberá demostrar que cada tornillo desarrolla una tensión cuando menos cinco por ciento mayor que la requerida en la Tabla 1.

Cuando el diseño de los tornillos especiales involucra un sistema irreversible, que se aplaste o se arranque un elemento, deberán instalarse todos los tornillos de la conexión y efectuarse su apretado inicial. Después deberán apretarse todos los tornillos de la unión,

procediendo desde la parte más rígida de la unión y avanzando hacia los bordes libres, de manera que se reduzca al mínimo el aflojamiento de los tornillos apretados, antes de proceder al apretado final que produce el aplastamiento o la rotura del elemento indicador.

Apretado mediante indicador directo de tensión.

Se permite el uso de dispositivos que indican la tensión en forma directa, siempre que pueda demostrarse que el dispositivo es adecuado, probando una muestra representativa de no menos de tres dispositivos para cada diámetro y tipo de tornillos, en un aparato de calibración capaz de medir la tensión en el tornillo. La prueba de calibración deberá comprobar que el dispositivo indica cuando menos cinco por ciento más que la tensión requerida en la Tabla 1. Se pondrá especial atención en la instalación correcta de rondanas planas endurecidas, cuando los dispositivos de medición directa de tensión se usan en tornillos instalados en agujeros sobredimensionados o alargados, y cuando el dispositivo indicador de tensión se use debajo del elemento que se gira para apretar.

Cuando el indicador directo de tensión involucra un mecanismo irreversible, tal como un elemento que cede o se fractura, se deberán colocar todos los tornillos de la conexión y efectuarse el apretado inicial. Después se apretarán todos los tornillos, sin llegar al apretado final, precediendo desde la parte más rígida de la unión y progresando hacia los bordes libres a manera de reducir al mínimo el aflojamiento de los tornillos previamente apretados, antes de que ceda o se fracture el elemento indicador de cada dispositivo individual.

3.3. Tornillos comerciales.

Las dimensiones principales de los tornillos A325 y A490 se muestran en la Tabla 3.

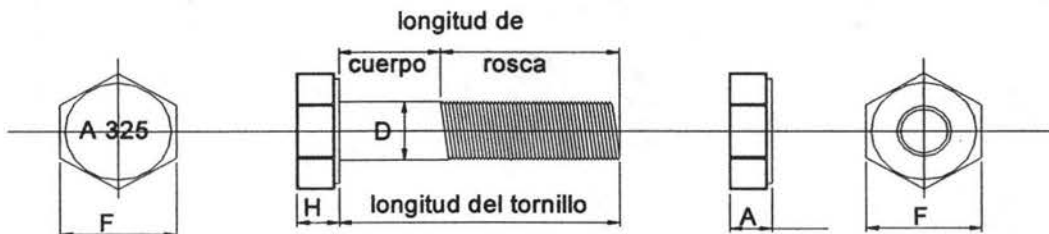
Tabla 3. Dimensiones de tornillos y tuercas estructurales hexagonales.

Tamaño nominal D		Dimensiones del tornillo mm			Dimensiones de la tuerca mm.	
mm	pulg	Distancia entre lados paralelos, F	Altura H	Long. De rosca	Distancia entre lados paralelos, F	Altura A
13	1/2	22.2	7.9	25	22.2	12.3
16	5/8	27	9.9	32	27	15.5
19	3/4	31.8	11.9	35	31.8	18.7
22	7/8	36.5	13.9	38	36.5	21.8
25	1	41.3	15.5	44	41.3	25
28	1 1/8	46	17.5	51	46	28.2
32	1 1/4	50.8	19.8	51	50.8	31
35	1 3/8	55.6	21.4	57	55.6	34.1
38	1 1/2	60.3	23.8	57	60.3	37.3

Los tornillos estructurales tienen la cabeza y la tuerca del mismo tamaño, para permitir al montador usar un solo tamaño de llave para ambos lados. Los tornillos estructurales tienen la rosca más corta. El hacer más largo el cuerpo del tornillo permite excluir las roscas de todos los planos de corte, excepto en el caso de partes exteriores de poco espesor debajo de la tuerca. Dependiendo de los incrementos entre longitudes estándar, la rosca puede quedar dentro del agarre hasta 10 mm para tornillos de 13 mm, 16 mm, 19 mm, 22 mm, 32 mm y 38 mm de diámetro, y hasta 13 mm, para tornillos de 25 mm, 28 mm, y 35 mm de diámetro. Es admisible que algunos hilos de la terminación de la rosca queden dentro del plano de corte. Es más importante asegurarse de disponer de suficiente longitud de rosca, para que la tuerca pueda apretarse sin atascarse en la terminación de la rosca. Cuando el espesor de la capa exterior de la junta es menor de lo que los hilos de la rosca pueden quedar dentro del agarre, es necesario pasar a la siguiente longitud estándar de tornillo y usar arandelas planas para lograr apretar la tuerca.

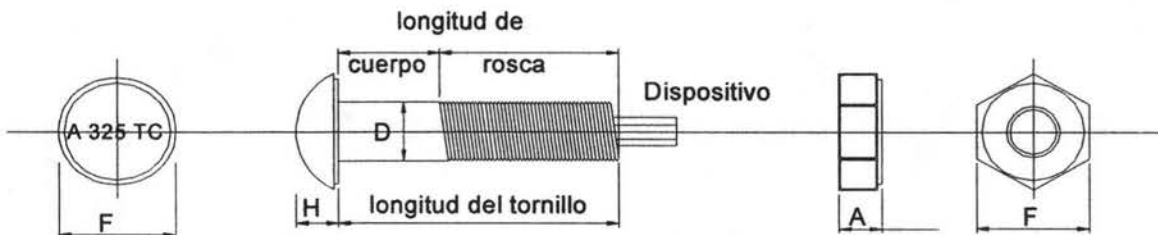
Figura 15. Tornillos hexagonales y tornillos de tensión controlada.

Tornillo y tuerca de alta resistencia.



La tuerca puede estar biselada en sus dos caras

Tornillo de tensión controlada y tuerca de alta resistencia.



La tuerca puede estar biselada en sus dos caras

Para determinar la longitud necesaria de los tornillos, en la Tabla 4 se muestra el largo que debe agregarse al agarre (espesor total de los materiales conectados, sin incluir arandelas). Por cada arandela plana endurecida que se use, deben agregarse 4 mm y por cada arandela biselada, 8 mm. Los valores tabulados incluyen un margen para las tolerancias de fabricación y para que, al instalarse, quede el extremo del tornillo cuando menos al ras de la cara de la tuerca estructural pesada. La longitud de tornillo determinada con ayuda de la Tabla 4 se debe redondear al largo comercial inmediato superior.

Las especificaciones ASTM A325 y A490 incluyen tres tipos (según su clasificación metalúrgica) de tornillos estructurales de alta resistencia.

Tipo 1. Acero al carbono para tornillos A325 y acero de aleación para tornillos A490.

Tipo 2. Acero martensítico al bajo carbono para tornillos A325 y A490.

Tipo 3. Tornillos resistentes a la corrosión atmosférica.

Tabla 4. Incrementos al espesor de materiales conectados (agarre), para determinar la longitud de tornillos.

Tamaño nominal del tornillo.		Incremento de agarre para determinar la longitud del tornillo.	
mm.	pulg.	mm.	pulg.
13	1/2	17	11/16
16	5/8	22	7/8
19	3/4	25	1
22	7/8	28	1 1/8
25	1	32	1 1/4
28	1 1/8	38	1 1/2
32	1 1/4	41	1 5/8
35	1 3/8	44	1 3/4
38	1 1/2	47	1 7/8

Tabla 5. Pesos, diámetros y longitudes comerciales de tornillos de alta resistencia A325 y A490.

Longitud debajo de la cabeza		Diámetro del tornillo																	
		mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.	mm.	pulg.
25	1	7.48		13.30		21.30													
32	1 1/4	8.07		14.10		22.50		33.70		47.20									
38	1 1/2	8.71		15.00		23.70		35.40		49.40		67.40		89.40					
44	1 3/4	9.30		16.00		25.10		37.40		51.70		69.90		93.00		118.00		151.00	
51	2	9.93		17.00		26.50		39.10		54.00		72.60		96.20		122.00		156.00	
57	2 1/4	10.60		18.10		27.90		41.00		56.20		75.70		99.80		127.00		161.00	
64	2 1/2	11.20		18.90		29.30		42.90		59.00		78.90		104.00		132.00		166.00	
70	2 3/4	11.80		19.90		30.80		44.80		61.20		82.40		108.00		136.00		172.00	
76	3	12.40		20.90		32.20		46.70		64.00		85.30		112.00		141.00		177.00	
83	3 1/4	13.10		21.90		33.60		48.50		66.20		88.50		116.00		146.00		183.00	
89	3 1/2	13.70		22.90		35.00		50.30		68.50		91.60		119.00		151.00		189.00	
95	3 3/4	14.30		23.80		36.40		52.60		71.20		94.80		123.00		155.00		194.00	
102	4	15.00		24.80		37.80		54.40		73.30		98.00		127.00		160.00		200.00	
108	4 1/4	15.60		25.80		39.20		56.20		76.20		101.00		131.00		165.00		205.00	
114	4 1/2	16.20		26.80		40.60		58.10		78.50		104.00		135.00		170.00		211.00	
121	4 3/4	16.80		27.80		42.00		60.30		81.20		108.00		139.00		174.00		217.00	
127	5	17.50		28.70		43.50		62.10		83.50		111.00		143.00		179.00		222.00	
133	5 1/4	18.10		29.70		44.90		64.00		86.20		114.00		147.00		184.00		228.00	
140	5 1/2	18.70		30.70		46.30		66.20		88.70		117.00		151.00		189.00		234.00	
146	5 3/4	19.30		31.70		47.60		68.00		91.20		120.00		155.00		193.00		239.00	
152	6	20.00		32.60		49.00		69.90		93.90		123.00		158.00		198.00		245.00	
159	6 1/4			33.60		50.30		71.70		96.20		127.00		162.00		203.00		250.00	
165	6 1/2			34.60		51.70		73.90		98.90		130.00		166.00		208.00		256.00	
171	6 3/4			35.60		53.50		75.70		101.00		133.00		170.00		212.00		262.00	
178	7			36.60		54.90		77.60		104.00		136.00		174.00		217.00		267.00	
184	7 1/4			37.60		56.20		79.40		106.00		139.00		178.00		222.00		273.00	
191	7 1/2			38.50		57.60		81.20		109.00		142.00		182.00		227.00		279.00	
197	7 3/4			39.50		59.00		83.00		112.00		146.00		186.00		231.00		284.00	
203	8			40.50		60.30		84.80		114.00		149.00		190.00		236.00		290.00	
210	8 1/4							87.10		117.00		152.00		194.00		241.00		295.00	
216	8 1/2							88.90		119.00		155.00		197.00		246.00		301.00	
222	8 3/4												201.00		250.00		307.00		
229	9												205.00		255.00		313.00		

4. ELEMENTOS SOLDADOS.

4.1. Tipos de soldaduras.

Con el tiempo se han desarrollado muchos procesos de soldeo, que pese a su variedad, pueden subdividirse en dos grupos principales.

- a. El soldeo con fase líquida, donde la materia prima, en estado líquido fluye.
- b. El soldeo a presión donde las zonas límites del material, en estado pastoso, se logran unir por efecto de aplicación de presión o golpes.

Ambos tipos de soldeo están supeditados a fuentes calóricas que a altas temperaturas, calientan rápidamente a la pieza que se quiere soldar.

- a. Energía eléctrica.
- b. Llama oxi-acetífica.
- c. Plasma (4 estado de la materia gases ionizados a altas temperaturas, que son conductores de la electricidad).

El tipo de soldadura aplicable en la construcción metálica es el de arco eléctrico con electrodo metálico, en sus diferentes formas de aplicación, ya sea manual, semiautomática o automática.

Se usará el electrodo, o la combinación de electrodo y fundente, adecuados al material base que se esté soldando, teniendo especial cuidado en aceros con altos contenidos de carbón u otros elementos aleados, y de acuerdo con la posición en que se deposite la soldadura. La resistencia del material depositado con el electrodo será compatible con la del metal base.

Para que una soldadura sea compatible con el metal base, tanto el esfuerzo de fluencia mínimo como el esfuerzo mínimo de ruptura con tensión del metal de aportación depositado, sin mezclar con el metal base, deben ser iguales o ligeramente mayores que los correspondientes del metal base. Las soldaduras manuales obtenidas con electrodos E60XX o E70XX, que producen material de aportación con esfuerzos mínimos especificados de

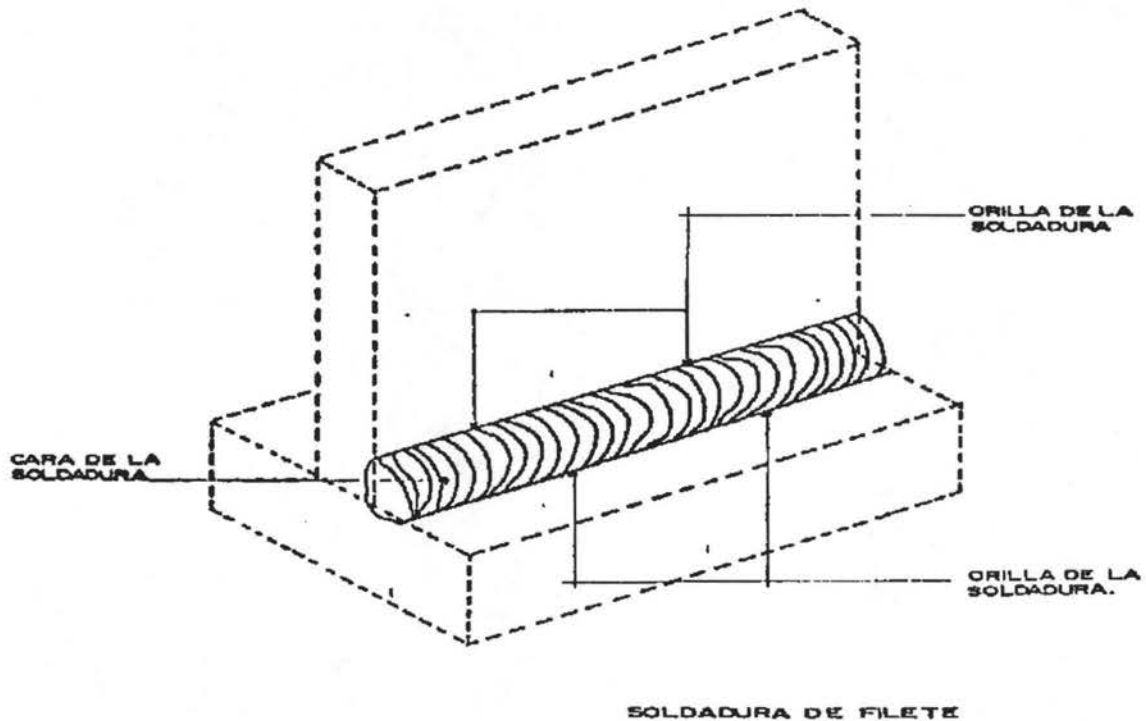
fluencia de 3500 y 4000 kg/cm^2 , y de ruptura en tensión de 4200 y 4900 kg/cm^2 , son compatibles con el acero A36, cuyos esfuerzos mínimos especificados de fluencia y ruptura en tensión son 2500 y 4100 kg/cm^2 .

Se consideran cuatro tipos diferentes de soldaduras.

a. Soldadura de filete.

Se obtiene depositando un cordón de metal de aportación en el ángulo formado por los bordes de dos piezas. Su sección transversal es aproximadamente triangular.

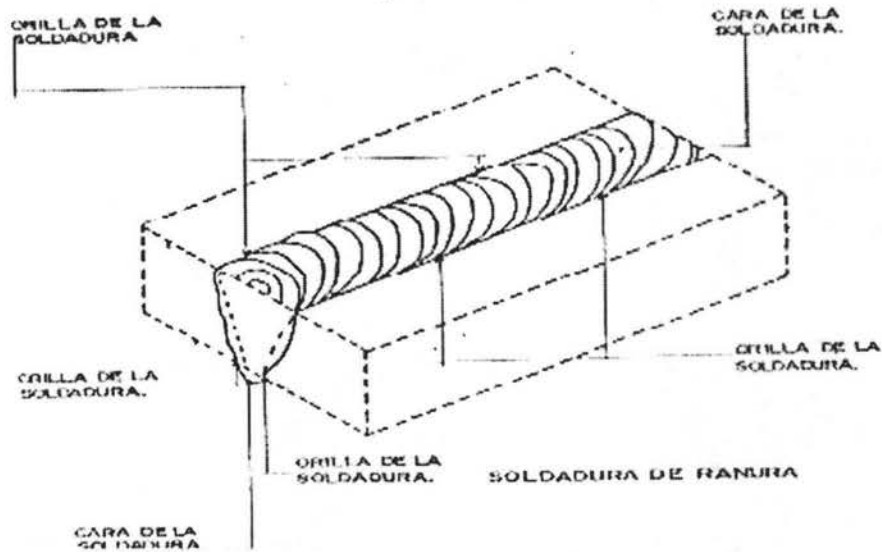
Figura 16. Soldadura de filete.



b. Soldadura de penetración.

Se obtiene depositando metal de aportación entre los bordes de dos placas que pueden estar alineadas en un mismo plano. Pueden ser de penetración completa o incompleta, según que la fusión de la soldadura y el metal base abarque todo o parte del espesor de las placas, o de la más delgada de ellas.

Figura 17. Soldadura de penetración y ranura.



c. y d. Soldaduras de tapón y de ranura.

Se hacen en placas traslapadas, relleno por completo, con metal de aportación, un agujero circular o alargado, hecho en una de ellas, cuyo fondo está constituido por la otra.

Dimensiones efectivas de las soldaduras.

El área efectiva de una soldadura de penetración o de filete es el producto de su longitud efectiva por el tamaño efectivo de su garganta.

El área efectiva de soldadura de tapón o de ranura es el área de la sección transversal nominal del tapón o la ranura, medida en el plano de la superficie de falla.

La longitud efectiva de una soldadura a tope entre dos piezas es igual al ancho de la pieza más angosta, aun en el caso de soldaduras inclinadas respecto al eje de la pieza.

Tabla 6. Tamaño efectivo de la garganta de soldaduras de penetración parcial.

Proceso de Soldadura	Posición	Ángulo en la raiz de la ranura.	Tamaño efectivo de la garganta
Soldadura manual con electrodo recubierto o automático de arco	Todas	Entre 45 y 60 grados	Profundidad del bisel menos 1.5 mm.
		Mayor o igual a 60 grados	Profundidad del bisel
Soldadura protegida con gases o con electrodo con corazón de fundente	Todas	Mayor o igual a 60 grados	Profundidad del bisel
	Horizontal o plana	Entre 45 y 60 grados	Profundidad del bisel
	Vertical o sobre cabeza	Mayor o igual a 60 grados Entre 45 y 60 grados	Profundidad del bisel menos 1.5 mm.

Tamaños mínimos de soldadura.

El tamaño efectivo mínimo de la garganta de una soldadura de penetración parcial será el que se indica en la tabla 7. El tamaño de la soldadura queda determinado por la más gruesa de las partes unidas, pero no es necesario que exceda del grueso de la parte más delgada.

Tabla 7 . Tamaño efectivo mínimo de la garganta de soldaduras de penetración parcial.

Espesor de la más gruesa de las partes unidas	Tamaño efectivo mínimo de la garganta
Hasta 6.3 mm incluye	3.2 mm
Más de 6.3 mm hasta 12.7mm	4.8 mm
Más de 12.7 mm hasta 19.1 mm	6.3 mm
Más de 19.1 mm hasta 38.1 mm	7.9 mm
Más de 38.1 mm hasta 57 mm	9.5 mm
Más de 57 mm hasta 152 mm	12.7 mm
Más de 152 mm	15.9 mm

Los tamaños mínimos admisibles de soldaduras de filete son los que se muestran en la tabla 8 : El tamaño de la soldadura queda determinado por la más gruesa de las partes unidas, pero no es necesario que excedan del grueso de la parte más delgada.

Tabla 8. Tamaño mínimo de soldaduras de filete.

Espesor de la más gruesa de las partes unidas	Tamaño mínimo del filete
Hasta 6.3 mm incluye	3.2 mm
Más de 6.3 mm hasta 12.7mm	4.8 mm
Más de 12.7 mm hasta 19.1 mm	6.3 mm
Más de 19.1 mm	7.9 mm

4.2. Control de soldaduras.

Las especificaciones de el American Institute of Steel Construction (AISC), en que se basan las especificaciones del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA), y el Código de Soldadura Estructural de la American Welding Society (AWS), exigen del requisito de pruebas y calificación a la mayor parte de las uniones soldadas en columnas de estructuras de acero. Estas uniones exentas se denominan precalificadas. La precalificación de la AWS de una unión soldada se basa en la experiencia de que puede lograrse que el metal depositado en una soldadura sea sano y con propiedades mecánicas adecuadas.

La precalificación sólo indica que es factible depositar metal sano de soldadura, fusionando con el metal base. No puede asegurarse, mediante la sola selección de la forma de unión precalificada, que sea adecuada determinada unión para una aplicación en particular.

Estas uniones precalificadas se limitan a las hechas con soldadura manual de arco protegido, de arco sumergido y de arco gas-metal. Se permiten pequeñas desviaciones de las dimensiones, ángulos de las preparaciones y variación en la profundidad de las uniones de ranura, siempre que se mantengan éstas dentro de las tolerancias señaladas. Pueden emplearse otras formas de unión y procedimientos de soldadura siempre que sean sometidas a pruebas y calificadas.

2

1.- Símbolos de tipo de unión.

- B - Unión a tope.
- C - Unión en esquina.
- T - Unión en T.
- BC - Unión a tope o en esquina.
- TC - Unión en T o en esquina.
- BTC - Unión a tope, en T o en esquina.

2.- Símbolos para el espesor de metal base y penetración.

- L - Espesor limitado, unión de penetración completa.

² American Institute de Steel construcción Inc. Seventh Edition.
American Welding Society. Thirteenth Editón 1993.

P - Unión de penetración parcial.

3.- Símbolos para los tipos de soldadura.

1. Ranura cuadrada.
2. Ranura V simple.
3. Ranura V doble.
4. Ranura de chaflán simple.
5. Ranura de chaflán doble.
6. Ranura U simple.
7. Ranura U doble.
8. Ranura J simple.
9. Ranura J doble.

4.- Símbolos de procesos de soldadura.

Si la soldadura no es manual de arco protegido (SMAW), entonces.

- S - Soldadura de arco sumergido (SAW).
G - Soldadura de arco gas-metal (GMAW).
F - Soldadura de arco con núcleo fundente (FCAW).

5.- Símbolos de posiciones para soldar.

- F - Plana.
H - Horizontal.
V - Vertical.
OH - Sobre cabeza.

6.- Las letras minúsculas, a,b,c, etc., se usan para diferenciar las uniones que, sin ellas, tendrían la misma designación.

A continuación se muestran los símbolos conocidos y en todo el campo de las soldaduras de acuerdo a los manuales mas conocidos internacionalmente por lo que son los utilizados en la industria de la construcción en acero.

Figura 18. Símbolos de soldadura .

SÍMBOLOS BÁSICOS DE SOLDADURA									
DORSO	FILETE	TAPÓN O CAJA AGUJERO ALARGADO	EN RANURA A TOPE						
			RECTANGULAR	V	BISEL	U	J	ABOCINADA EN V	ABOCINADA EN BISEL
									

Figura 19. Símbolos suplementarios de soldadura .

SÍMBOLOS SUPLEMENTARIOS DE SOLDADURAS					
RESPALDO	SEPARADOR	SOLDAR TODO ALREDEDOR	SOLDADURA DE CAMPO	PERFIL	
				AL RAS	CONVEXA
					

El tamaño, el símbolo de la soldadura, la longitud y el paso deben leerse en este orden de izquierda a derecha a lo largo de la línea de referencia. Ni la orientación de la línea de referencia, ni la ubicación de la flecha alteran esta regla.

El lado perpendicular de los símbolos de soldadura deben de quedar del lado izquierdo.

Las soldaduras del lado de la flecha y del otro lado tendrán el mismo tamaño si no se indica otra cosa. Las dimensiones de las soldaduras de

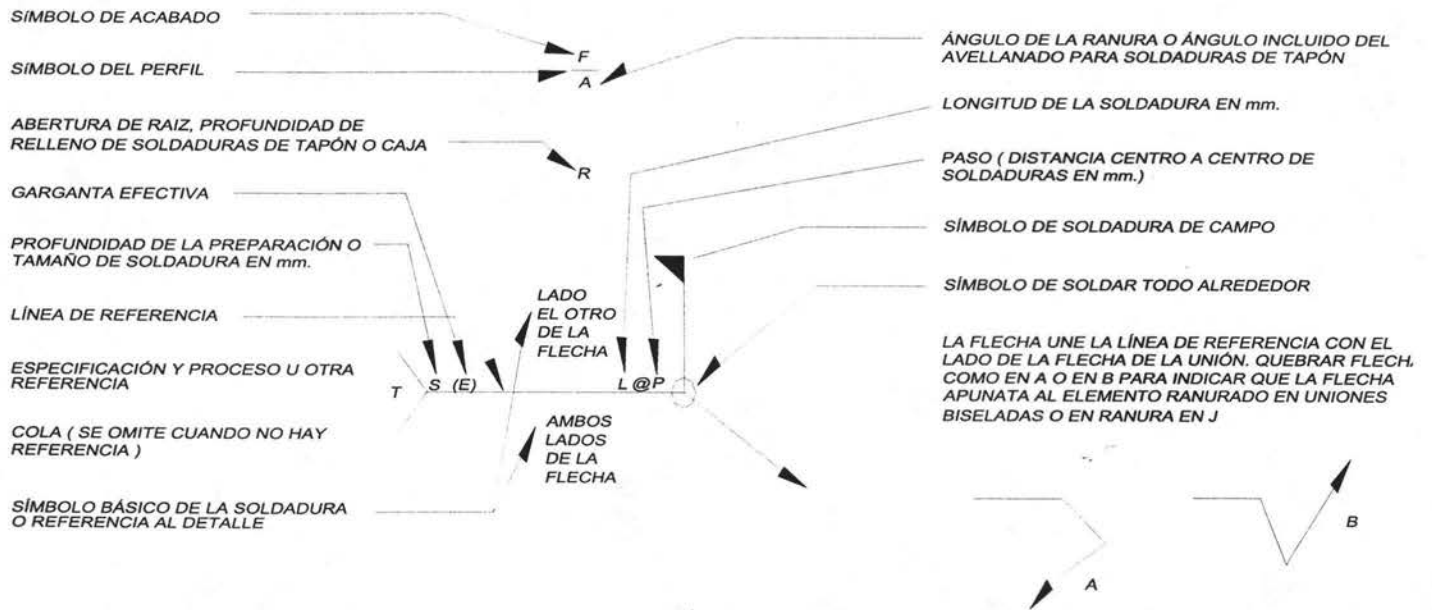
filete deberán mostrarse tanto en el símbolo del lado de la flecha como del otro lado.

La bandera del símbolo de soldar en campo debe ponerse arriba y a escuadra con la línea de referencia, en el quiebre de la flecha.

Los símbolos instructivos se aplican entre cambios bruscos en la dirección de la soldadura, si no tienen el símbolo de "todo alrededor" o la longitud indique otra cosa.

Estos símbolos no prevén explícitamente el caso frecuente en estructuras en que un elemento (como un atiesador) se encuentra del otro lado del alma o de una placa de conexión.

Figura 20. Ubicación normalizada de los elementos de los símbolos instructivos para soldar.



En las siguientes figuras se muestran el tipo de soldadura, los procesos, espesores de metal base, la preparación que debe llevar la ranura, y la posición en la que se puede aplicar la soldadura.

Figura 21. Soldadura de ranura rectangular.

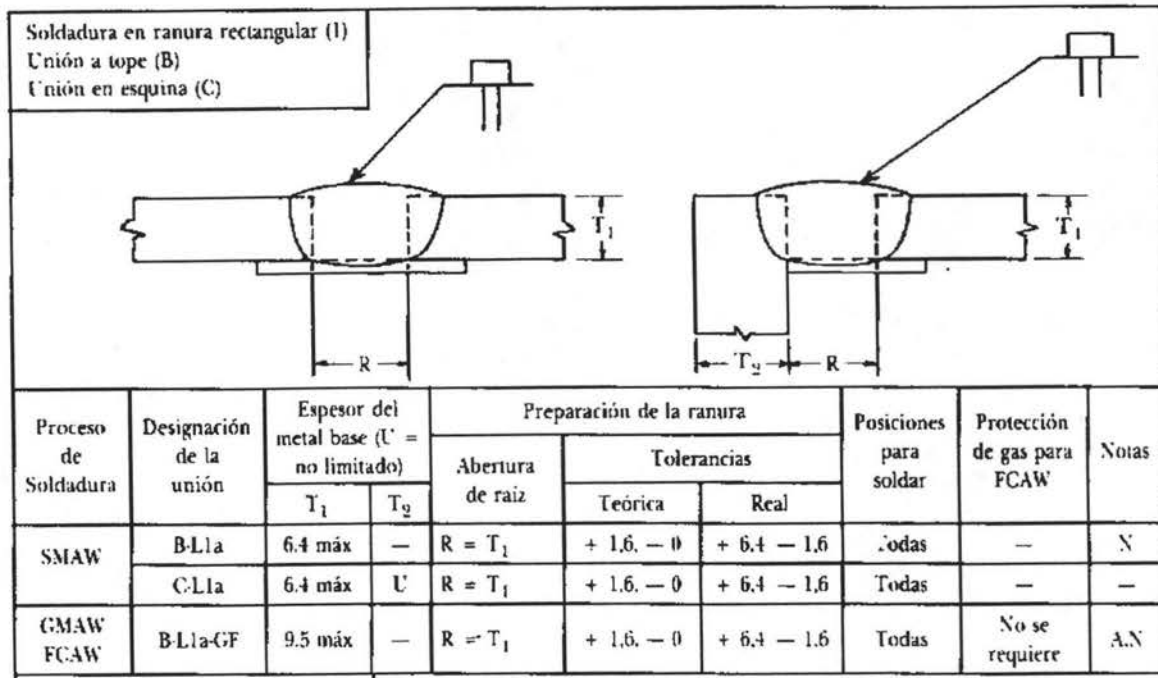


Figura 22. Soldadura de ranura rectangular.

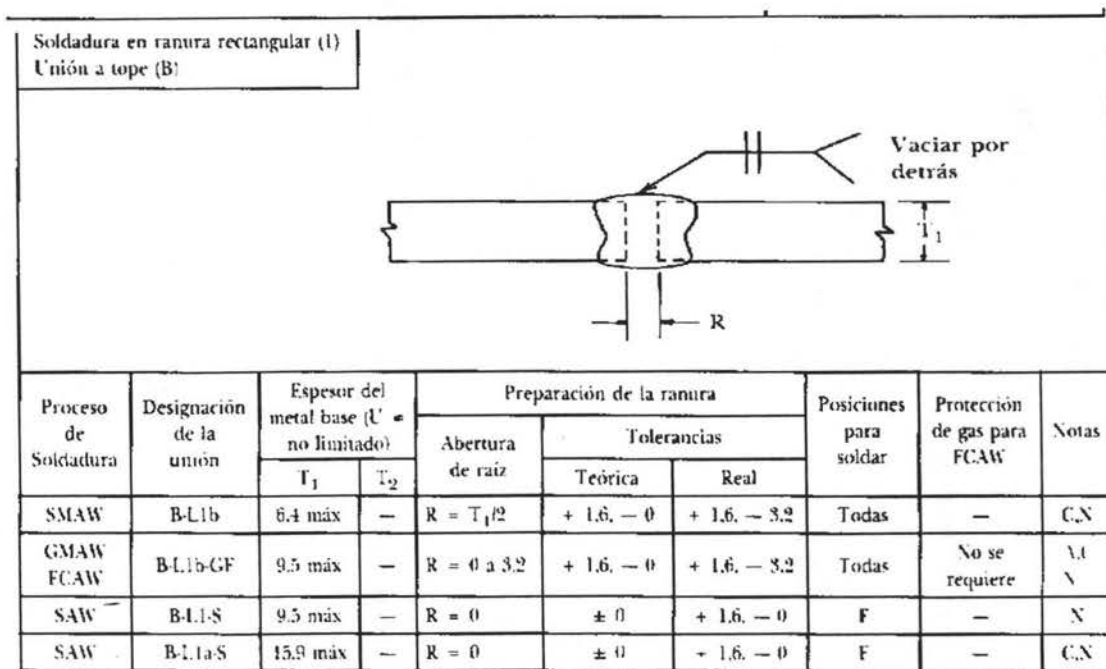


Figura 23. Soldadura de ranura rectangular.

Soldadura en ranura (I) rectangular Unión en T (T) Unión en esquina (C)									
Proceso de Soldadura	Designación de la unión	Espesor del metal base (U = no limitado)		Preparación de la ranura			Posiciones para soldar	Protección de gas para FCAW	Notas
		T ₁	T ₂	Abertura de raíz	Tolerancias				
					Teórica	Real			
SMAW	TC-L1b	6.4 máx	U	$R = T_1/2$	+ 1.6, - 0	+ 1.6, - 3.2	Todas	—	C,J
GMAW FCAW	TC-L1-GF	9.5 máx	U	$R = 0$ a 3.2	+ 1.6, - 0	+ 1.6, - 3.2	Todas	No se requiere	A,C,J
SAW	TC-L1-S	9.5 máx	U	$R = 0$	± 0	+ 1.6, - 0	F	—	J,C

Figura 24. Soldadura de ranura rectangular.

Soldadura en ranura V simple (2) Unión a tope (B)							Tolerancias	
							Teórica	Real
							$R = + 1.6, - 0$	+ 6.4, - 1.6
							$\alpha = + 10^\circ, - 0^\circ$	+ 10°, - 5°
Proceso de Soldadura	Designación de la unión	Espesor del metal base (U = no limitado)		Preparación de la ranura		Posiciones para soldar	Protección de gas para FCAW	Notas
		T ₁	T ₂	Abertura de raíz	Ángulo de la ranura			
SMAW	B-U'2a	U	—	R = 6.4	$\alpha = 45^\circ$	Todas	—	N
				R = 9.5	$\alpha = 30^\circ$	F.V.OH	—	N
				R = 12.7	$\alpha = 20^\circ$	F.V.OH	—	N
GMAW FCAW	B-U'2a-GF	U	—	R = 4.8	$\alpha = 30^\circ$	F.V.OH	Requiere	A,N
				R = 9.5	$\alpha = 30^\circ$	F.V.OH	No se requiere	A,N
				R = 6.4	$\alpha = 45^\circ$	F.V.OH	No se requiere	A,N
SAW	B-L'2a-S	50.8 máx	—	R = 6.4	$\alpha = 30^\circ$	F	—	N
SAW	B-U'2-S	U	—	R = 15.9	$\alpha = 20^\circ$	F	—	N

Figura 25. Soldadura de ranura de chaflán.

Soldadura en ranura de chaflán simple (4) Unión a tope (B)		Espesor del metal base (U = no limitado)		Preparación de la ranura			Posiciones para soldar	Protección de gas para FCAW	Notas
Proceso de Soldadura	Designación de la unión	T ₁	T ₂	Abertura de raíz, Frente de raíz, Ángulo de la ranura	Tolerancias				
					Teórica	Real			
SMAW	B-U'4b	U	—	R = 0 a 3,2	+ 1,6, - 0	+ 1,6, - 3,2	Todas	—	Br,C,N
GMAW FCAW	B-U'4b-GF	U	—	f = 0 a 3,2 $\alpha = 45^\circ$	+ 1,6, - 0 + 10°, - 0°	No limitado + 10°, - 5°	Todas	No se requiere	A,Br,C, N

Figura 26. Soldadura de ranura de chaflán.

Soldadura en ranura de chaflán simple (4) Unión en T (T) Unión en esquina (C)		Espesor del metal base (U = no limitado)		Preparación de la ranura			Posiciones para soldar	Protección de gas para FCAW	Notas
Proceso de Soldadura	Designación de la unión	T ₁	T ₂	Abertura de raíz, Frente de raíz, Ángulo de la ranura	Tolerancias				
					Teórica	Real			
SMAW	TC-U'4b	U	U	R = 0 a 3,2	+ 1,6, - 0	+ 1,6, - 3,2	Todas	—	C,J,R,V
GMAW FCAW	TC-U'4b-GF	U	U	f = 0 a 3,2 $\alpha = 45^\circ$	+ 1,6, - 0 + 10°, - 0°	No limitado + 10°, - 5°	Todas	No se requiere	A,C,J, R,V
SAW	TC-U'4b-S	U	U	R = 0 f = 3,2 máx $\alpha = 60^\circ$	± 0 + 0, - 3,2 + 10°, - 0°	+ 6,4, - 0 $\pm 1,6$ + 10°, - 5°	F	—	C,J,R, V

4.3. Identificación de elementos soldados.

Para la identificación de las soldaduras es necesario tomar como base los símbolos básicos y suplementarios de las soldaduras. Y con base en la figura 20 mostrar cada uno de los signos para su comprensión.

Ejemplos típicos de algunas soldaduras de obra.

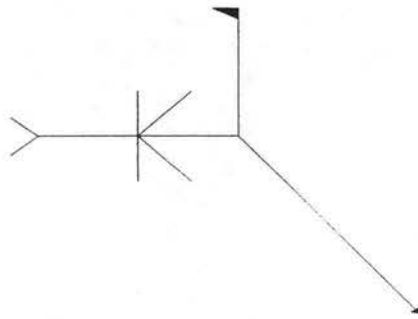


Figura 27. Soldadura de doble penetración.

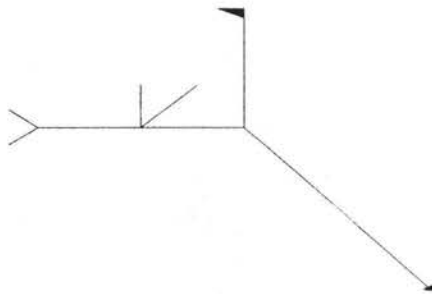


Figura 28. Soldadura de penetración.

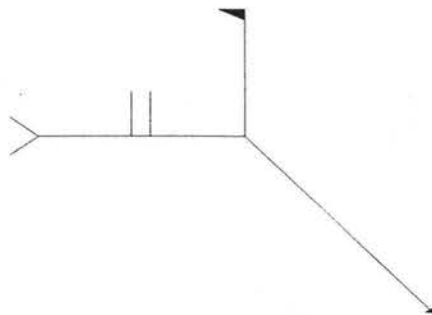


Figura 29. Soldadura de ranura.

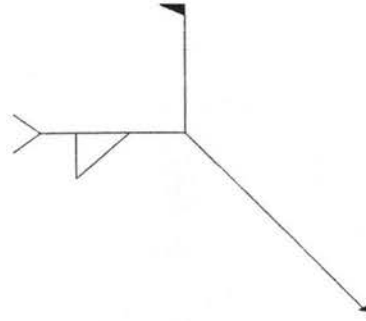


Figura 30. Soldadura de filete.

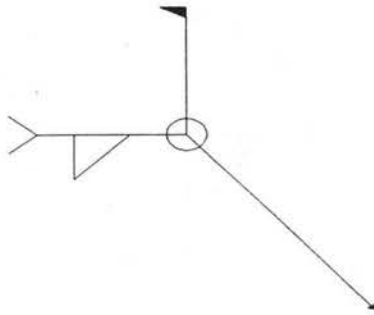


Figura 31. Soldadura de filete todo alrededor.

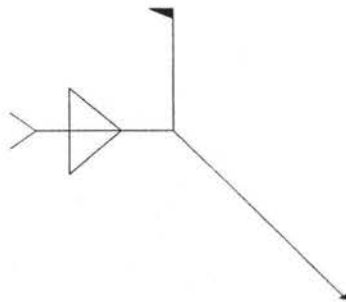


Figura 32. Soldadura de doble filete.

Estos son algunos ejemplos de los cuales se encontrarán en los planos de montaje cuando la obra requiera soldadura de campo, pero se podrán tener todas las combinaciones que sean necesarias en base a las situaciones y detalles de la obra.

A continuación se muestra un plano donde en obra fue necesario soldar algunos elementos principales y secundarios. Es necesario indicar el tipo de electrodo a utilizar y si la soldadura requiere alguna prueba para su inspección y quién realizará la supervisión.

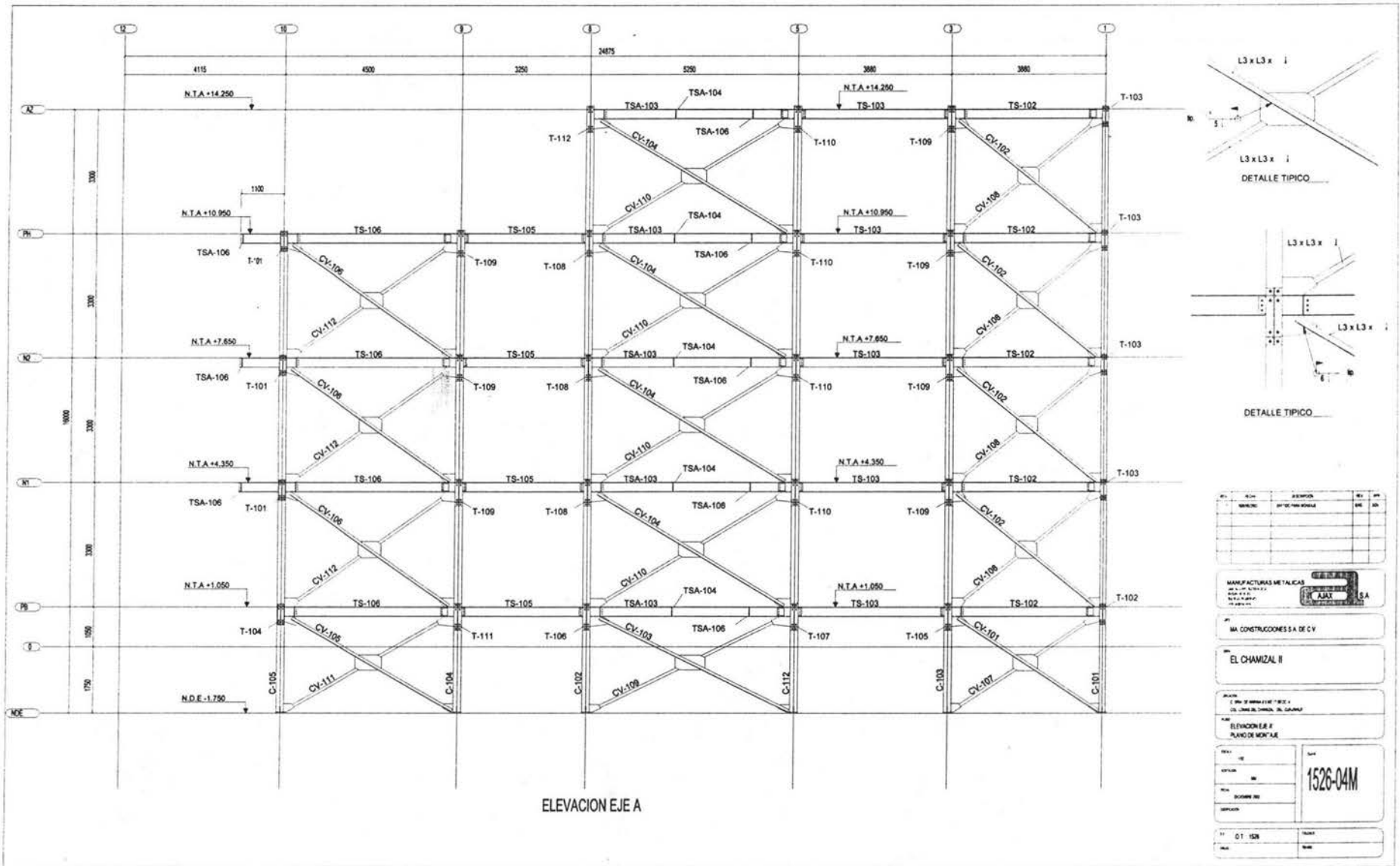


Figura 33. Indicación de soldadura de campo para contravientos.

4.4. Procedimientos de soldadura.

El soldador se cala lentes protectores y toma la antorcha o soplete en su mano, cuando la llama entra en combustión, produciendo un ruido característico, el soldador procede a manipular las válvulas de acetileno y oxígeno hasta conseguir una llama neutra, ya que para soldar acero la llama debe arder sin exceso de oxígeno ni de gas, la obtención de una llama neutra no resulta difícil puesto que visualmente se observa un cono fuertemente iluminado, y sobre una aureola algo menos blanca.

Un exceso de oxígeno conduce a un quemado del acero o del material que se esté soldando de manera que el cordón de soldadura resulta poco denso y muy quebradizo. Por el contrario una falta de oxígeno torna inservible el cordón de soldadura, puesto que el acero líquido absorbe el carbono de la llama y el exceso de carbono torna frágil el cordón.

El operador acerca el cono de la llama sobre las chapas que se van a soldar, suponiendo que se están uniendo dos chapas. Cuando ambos cantos se comienzan a fundir, el soldador acerca el metal de aporte (varilla que se agrega) con la mano izquierda, con las gotas que se desprenden de éste se va llenando el intersticio que queda entre ambas chapas, uniéndolas. Lentamente el soldador avanza con el soplete en la dirección en que se está efectuando el cordón, el caldo se solidifica, formando un cordón de apariencia escamosa.

El soldador puede cambiar el ángulo del soplete respecto a la superficie que soldó, esto unido a una manipulación pertinente del metal de aporte, permite soldar adecuadamente las dos chapas, sin que se produzca, apenas un pegado superficial, que solo produciría un cordón de soldadura aparente, pero no una real unión entre las chapas.

El soldeo requiere de mucha práctica y buen pulso. Un buen soldador puede hacer también uniones tanto verticales como “sobre cabeza”. Puesto que al soldar sobre cabeza podría gotear el material derretido sobre el operador, el soldador debe aplicar una triquiñuela: sujetar el metal líquido con el metal de aporte, que lo enfría, de manera similar a como se sujeta con el dedo una gota de agua formada en una ventana empañada.

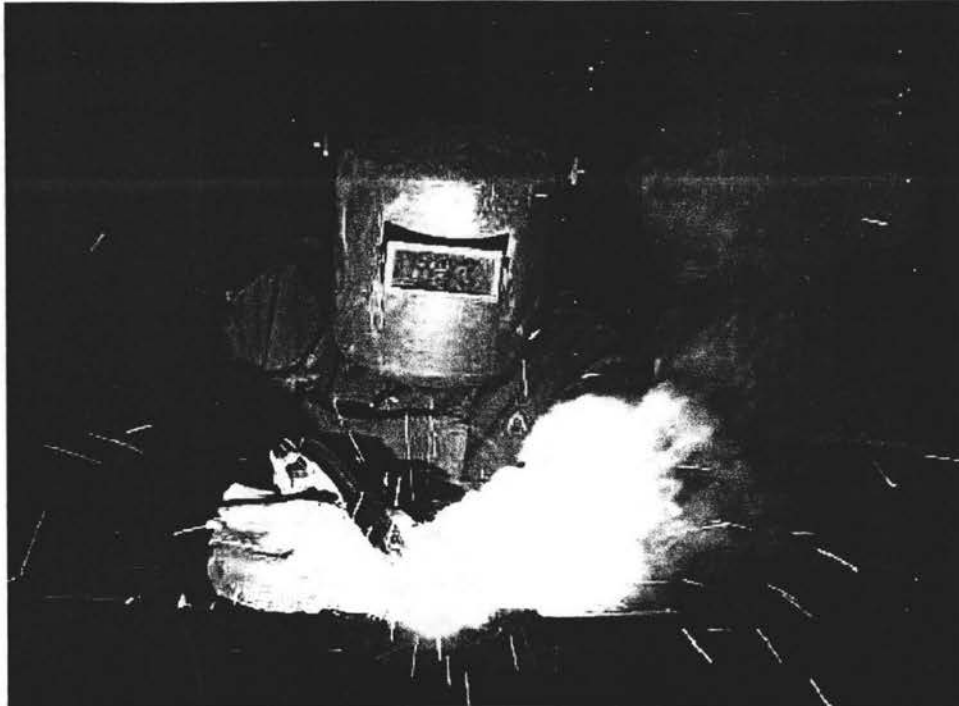


Foto 10 Muestra a un soldador aplicando una soldadura de penetración.

5. MONTAJE DE ESTRUCTURA.

5.1. Tolerancias.

Son de esperarse algunas variaciones en las dimensiones totales finales de las estructuras. Se considera que son aceptables cuando no exceden el efecto acumulado de las tolerancias de laminación, fabricación y montaje.

Las tolerancias de montaje se definen en relación con los puntos y líneas de trabajo de los miembros, como se describe:

a.-Para miembros no horizontales, los puntos de trabajo son los centros geométricos en cada extremo de la pieza.

b.-Para miembros horizontales, los puntos de trabajo son el centro de la superficie o patín superior en cada extremo.

c.-En caso de que sea conveniente usar otros puntos de trabajo, puede hacerse siempre que se basen en estas definiciones.

d.-La línea de trabajo de una pieza es la línea recta que une sus puntos de trabajo.

La experiencia demuestra que en la práctica se pueden lograr estas tolerancias económicamente.

El criterio para establecer las tolerancias se basa en la premisa de que la exactitud final de la localización de cualquier punto particular de la estructura depende de la combinación de las tolerancias de laminación, fabricación y montaje, y no solamente de las tolerancias de montaje.

En años recientes se ha incrementado el uso de componentes prefabricados que se incorporan como unidades completas a la estructura de acero. Esta tendencia ha llevado en ocasiones a que se establezcan especificaciones exageradamente estrictas en cuanto a tolerancia que en ocasiones no son congruentes con los efectos combinados de cargas, variaciones de temperatura y las tolerancias de laminación, fabricación y montaje.

5.2. Posición y alineación.

Antes de que se coloque o instale cualquier otro material, es responsabilidad del propietario revisar que la estructura de acero esté dentro de tolerancias de plomo, nivel y alineación. El montador recibirá aviso oportuno de aceptación del propietario, o bien una lista de correcciones por hacer para obtener la aceptación. Dicho aviso deberá darse inmediatamente después de la terminación de cualquier parte de la estructura y antes de que se inicien otros trabajos que sean conectados o soportados a la estructura de acero.

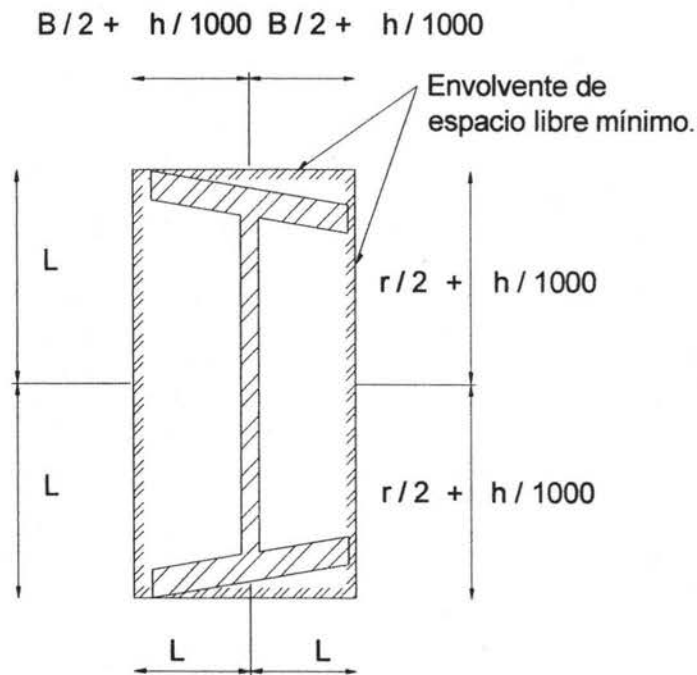
El trabajo del montador incluye la corrección de pequeños desajustes mediante trabajos moderados de escariado, ciselado o corte, y el hacer llegar a su lugar miembros mediante el uso de punzones. Los errores que no puedan corregirse por los medios mencionados o que requieran cambios importantes en la forma de los miembros, deberán ser informados inmediatamente por el montador al propietario y al fabricante para que el responsable del error lo corrija, o apruebe el método más eficiente y económico para su corrección.

Las tolerancias en plomo, nivel y alineación de los elementos aparentes, si los documentos contractuales no estipulan otra cosa, serán la mitad de las permitidas para el acero estructural. Estas tolerancias requieren que los planos del propietario indiquen conexiones ajustables entre los elementos aparentes y el acero estructural, o con la obra de

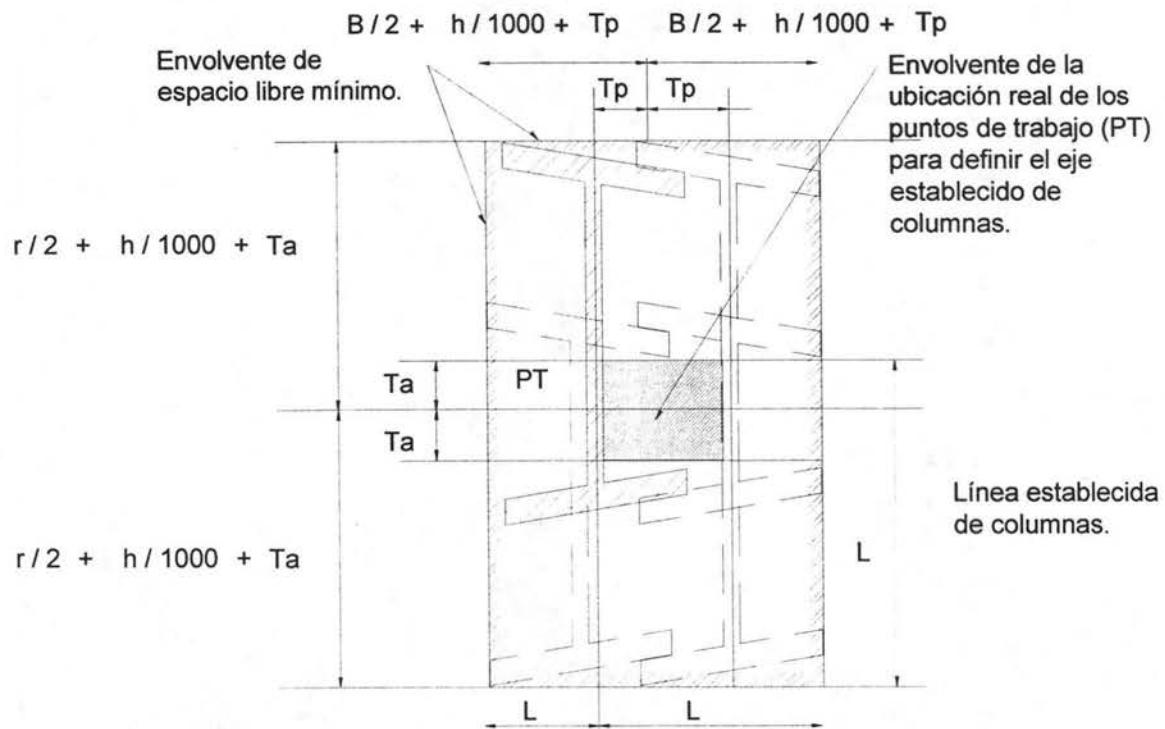
albañilería, para que el montador tenga manera de realizar los ajustes necesarios.

Las limitaciones que se establecen en las figuras 27 y 28, permiten mantener las fachadas, ya sean prefabricadas o construidas en el lugar, en un plano completamente vertical hasta una altura de 20 pisos, utilizando conexiones para la fachada con juego de 75mm Arriba de 20 pisos, puede conservarse la fachada con error de no más de 1.6mm. por piso con desviación total máxima de 25mm Del plano vertical, con el ajuste de 75mm en las conexiones.

Figura 34. Espacio libre requerido para alojar las tolerancias acumuladas de columnas.



Para revestimientos o aditamentos que puedan seguir el alineamiento de la columna.



Para revestimientos a aditamentos que deben mantenerse en una posición fija.

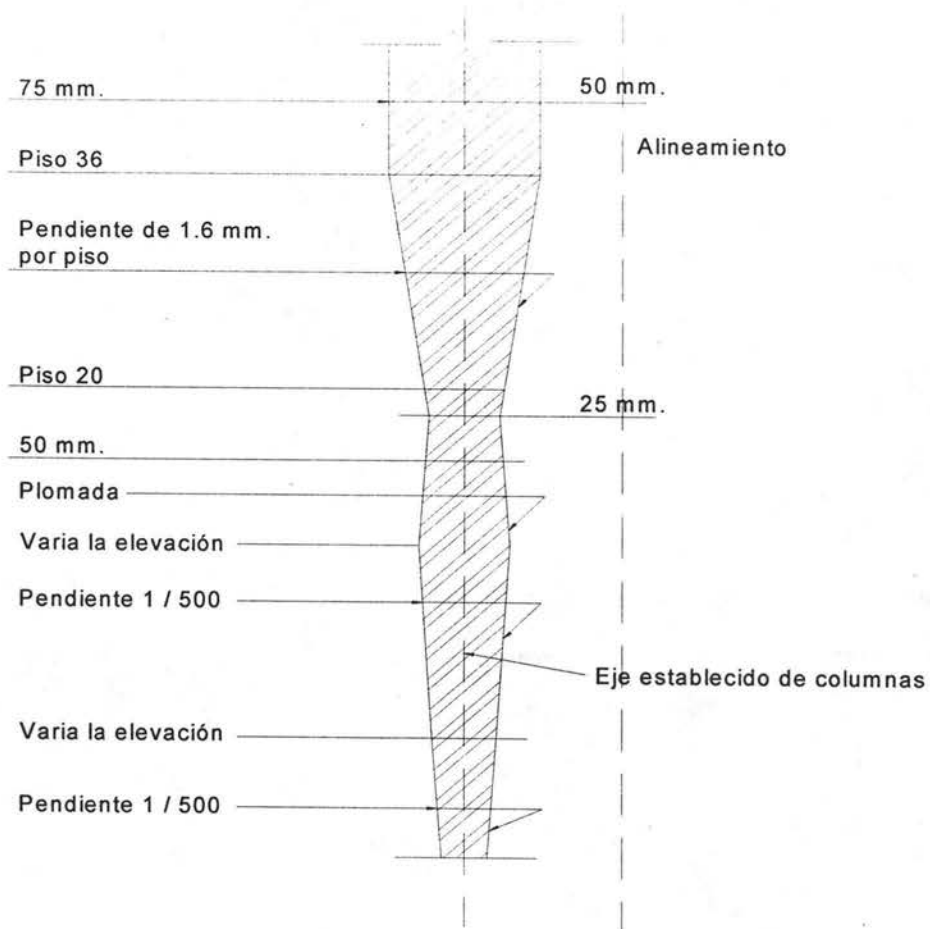
L = Distancia real C – C de columnas = distancia teórica + - tolerancia en la sección transversal de la columna + - tolerancia en la longitud de la viga.

T_a = Tolerancia de desplome hacia afuera del alineamiento (Ver Figura 28 para distintos niveles).

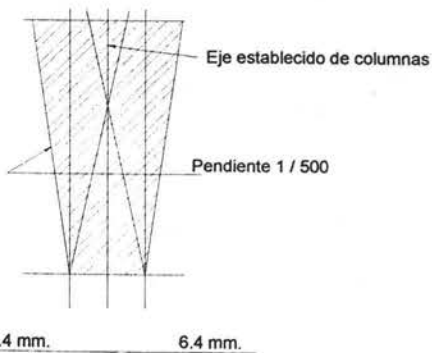
T_t = Tolerancia de desplome hacia adentro del alineamiento (Ver Figura 28 para distintos niveles).

T_p = Tolerancia de desplome paralelo al alineamiento (= T_a).

Figura 35. Tolerancias de desplome de columnas exteriores normales al alineamiento.

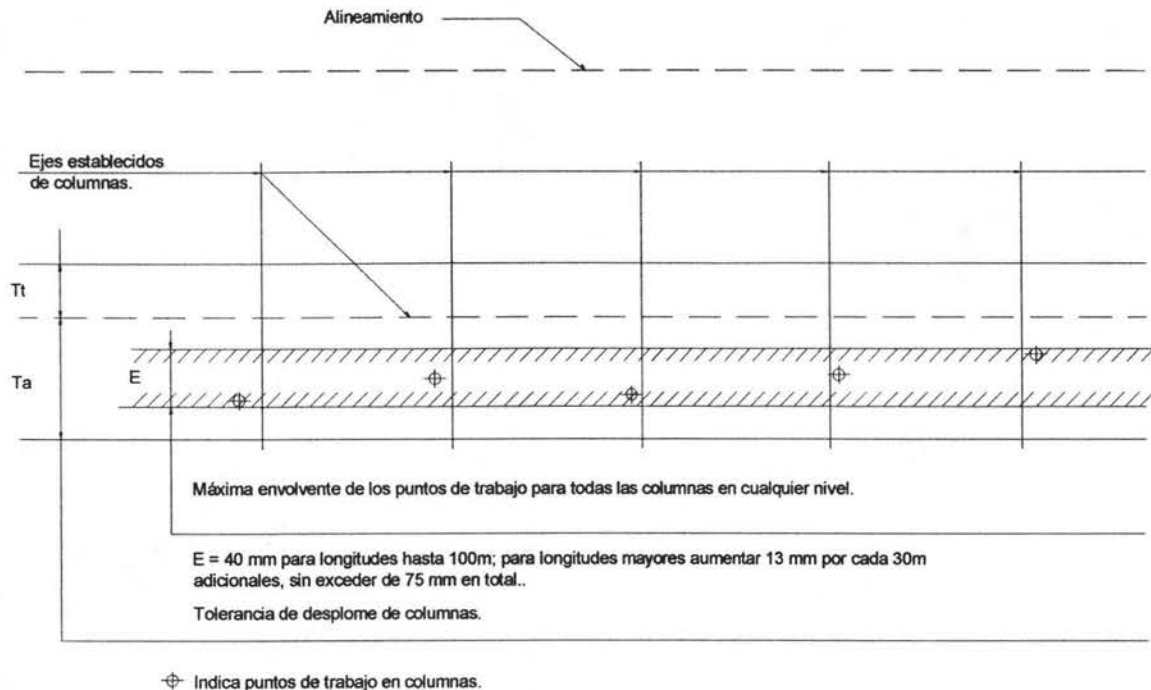


Envolvente dentro de la cual deben caer todos los puntos de trabajo.



Tolerancia en la localización del punto de trabajo en la base.

Figura 36. Tolerancias en planta para cualquier nivel de empalme de columnas exteriores.



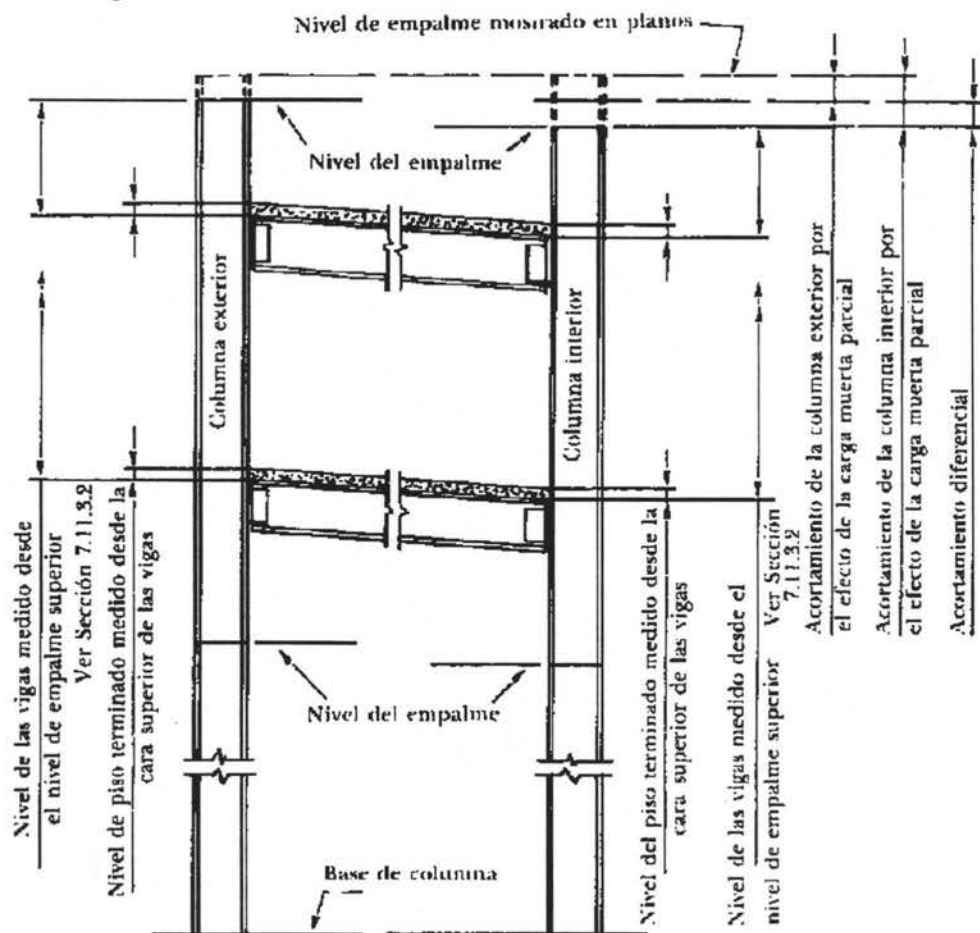
Se limita la posición de los puntos de trabajo de columnas exteriores, en cualquier nivel de empalme, a una franja horizontal angosta envolvente, paralela al alineamiento (ver Figura 29). Esta envolvente se limita a un ancho de 40 mm. , para edificios de hasta 100 m de longitud. La ubicación horizontal de esta franja no queda directamente arriba o debajo de la envolvente correspondiente al nivel adyacente de empalme, pero debe quedar dentro de la limitación de 1:500 de tolerancia permitida en el desplome de las columnas limitantes (ver Figura 28).

Si se intenta construir fachadas completamente verticales en edificios de más de 20 pisos, entonces sus conexiones deberán permitir ajustes de más de 50 mm a menos 75 mm, o sea 125 mm en total.

Debido a las diferencias en cargas muertas entre las columnas interiores y las exteriores, durante la construcción se presentan diferencias de nivel, debidas a acortamientos diferenciales (ver Figura 30). El acortamiento es indeterminado debido a que varía de día a día a medida que progresa la construcción, y no llega a su acortamiento máximo sino hasta que el edificio

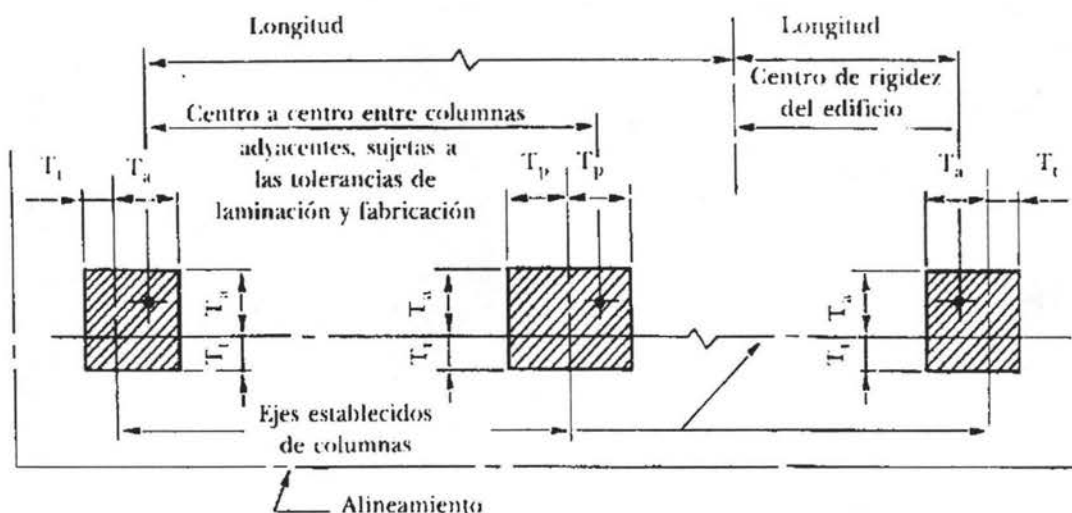
entra en servicio. Cuando se coloca el concreto de las losas de piso, estando las columnas soportando diferentes porcentajes de sus cargas de diseño, el piso debe ser acabado con las pendientes determinadas por medidas tomadas desde el patín superior de las vigas en sus conexiones a columnas. Se vuelve muy importante el efecto de los acortamientos diferenciales, de las flechas y de las contraflechas, cuando hay poco espesor del concreto sobre las vigas, cuando hay instalaciones eléctricas dentro del piso que deben quedar al ras del piso terminado. Las columnas se fabrican con tolerancia de longitud de ± 1 mm, sin estar sujetas a cargas. Estos acortamientos son insignificantes en cada piso y en edificios de poca altura, pero se vuelven importantes en edificios de gran altura.

Figura 37. Efecto del acortamiento diferencial de columnas.



En una determinada fecha durante el montaje de la estructura de acero y colocación de otros materiales (piso de concreto, fachada, etc.), las columnas interiores soportarán un mayor porcentaje de su carga final que las columnas exteriores. Por eso, para iguales esfuerzos de diseño, los esfuerzos reales en esta fecha serán más grandes en las columnas interiores que en las exteriores. Cuando la totalidad de la carga muerta sea aplicada, los esfuerzos y acortamientos en todas las columnas serán aproximadamente iguales.

Figura 38. Tolerancia en planta para la ubicación de columnas.



Al poner a plomo el primer tramo de las columnas extremas del edificio, por cada 10°C de diferencia entre las temperaturas de montaje y de servicio, deberá aplicarse un ajuste por temperatura de $1/9000$ de su distancia al centro de rigidez del edificio.

Si los cimientos y las placas de base de las columnas tienen los niveles correctos y antes del montaje se comprueba que la longitud de cada columna es la del diseño, y se establecen las elevaciones de los pisos por referencias al patín superior de las vigas, será mínimo el efecto del acortamiento de las columnas debido a la carga muerta.

Una estructura larga sin revestimiento, se dilata o contrae 11mm . por cada 100m . de longitud por cada 10 grados centígrados de cambio de temperatura.

Como puede considerarse que el cambio de longitud es a partir del centro de rigidez, las columnas extremas ancladas a los cimientos, únicamente estarán a plomo cuando el acero se encuentra a temperatura normal.

5.3. Previsión de espacios.

A pesar de todos los esfuerzos por lograr eliminar inexactitudes en dimensiones, siempre existirán. El diseño de elementos prefabricados tales como muros divisorios, ventanales, marcos de puertas de piso a techo y otros elementos similares, debe prever las holguras y ajustes necesarios para absorber estas variaciones. El diseño de fachadas prefabricadas soportadas por

la estructura de acero debe prever ajustes en sus dimensiones verticales, debido a que el acortamiento de las columnas por acumulación de cargas muertas puede ocasionar que los elementos de fachadas, que no tienen carga, queden más altos que sus respectivas conexiones.

TEMA III

“ SUPERVISIÓN DE OBRA “

1. INSPECCIÓN DE ELEMENTOS ATORNILLADOS.

El IMCA Instituto Mexicano de la Construcción en Acero permite cuatro métodos de inspección de apretado de tornillos.

- 1.- Apretado por vuelta de tuerca.
- 2.- Apretado con llave calibrada (torquímetro).
- 3.- Instalación de tornillos de diseño especial.
- 4.- Apretado mediante indicador directo de tensión.

Para todos los casos lo recomendable es que el supervisor encargado de inspeccionar la obra verifique antes y durante el proceso de colocación de cada uno de los elementos.

Durante el desarrollo de los trabajos de atornillado, el supervisor deberá comprobar que se cumple con las especificaciones de proyecto.

- Tipo de tornillo A-325, A-490 o A-307
- Dimensiones nominales de los agujeros y longitud del tornillo, para que la cuerda no quede en el plano de cortante.
- Instalación y apretado.

El supervisor deberá de presenciar los procedimientos de calibración, cuando los documentos contractuales exijan el uso de estos procedimientos, y deberá supervisar la instalación de los tornillos para verificar que todas las capas de las uniones hayan sido apretadas firmemente y que se sigue correctamente el procedimiento elegido para apretar los tornillos.

Cuando se encuentren en la obra conexiones identificadas como críticas al deslizamiento el supervisor deberá de verificar que el apretado de los tornillos alcance las tensiones requeridas en las especificaciones.

Los tornillos de conexiones no identificadas como críticas al deslizamiento ni sujetas a tensión directa, no requieren revisarse, más que para determinar que todas las capas de los elementos conectados han entrado firmemente en contacto.

La experiencia de muchos proyectos ha mostrado que se habrían podido evitar problemas y ahorrar el costo considerable de reponer tornillos ya instalados, si primero se hubieran realizado las pruebas a los tornillos, antes de instalarlos por el procedimiento de vuelta de tuerca. Esto hubiera permitido detectar con tiempo los tornillos o las tuercas que no cumplían con las especificaciones.

1.1.Realización de pruebas.

Para el caso 1 y 2 de apretados de tornillos la supervisión se realizará como se describe a continuación.

Cuando se han instalado tornillos de alta resistencia y las especificaciones indiquen supervisión de estos tonillos se podrá seguir el siguiente método de arbitraje para los tornillos que han sido instalados por vuelta de tuerca o llave calibrada.

1.- El supervisor usará una llave manual dinamométrica (torsímetro), capaz de indicar par de torsión mediante una aguja o que pueda ajustarse para indicar que se ha alcanzado el par de supervisión del trabajo.

2.- Estas especificaciones no reconocen validez de tablas o fórmulas que supuestamente relacionan par de torsión con tensión. No se considera válida la inspección efectuada con valores de torsión estándar.

3.- Una muestra representativa, constituida por cinco tornillos del diámetro , largo y tipo de los que se usan en las conexiones, se apretará en un dispositivo indicador de tensión, usando cualquier método conveniente, hasta alcanzar, primero, aproximadamente el 15 por ciento de la tensión requerida en el sujetador. Después, utilizando el mismo método de apretar se continuará apretando hasta alcanzar la tensión mínima. Este apretado final no deberá producir una rotación de tuerca mayor de 1.5 veces la requerida.

A continuación se aplicará la llave dinamométrica al tornillo apretado, y se determinará la lectura o el ajuste necesario para hacer girar la tuerca, o la cabeza del tornillo, 5 grados adicionales (aproximadamente 2.6 cm. a un radio de 30 cm.). Después de desechar las lecturas mínima y máxima, se promediarán las tres restantes para determinar la calibración de la llave de inspección.

4.- Los tornillos apretados en las conexiones de la estructura, representados por la muestra probada de acuerdo con lo anterior, serán revisados con la llave de inspección calibrada de la siguiente manera: al 10 por ciento de los tornillos de una conexión, pero no menos de 2 elegidos al azar, se aplicará la llave calibrada para tratar de apretar los tornillos. Si el par calibrado no hace girar ninguno de los tornillos, se considerará la conexión apretada correctamente. Si alguno girara, entonces se revisarán todos los tornillos de la conexión y se volverán a apretar y a revisar los que hayan girado. A elección del montador, podrá volver a apretar todos los tornillos de la conexión y solicitar una nueva inspección de la conexión.

Para el caso 3 que es colocación de tornillos de diseño especial serán los tornillos de tensión controlada.

En la actualidad hay tornillos con características mas confiables y que no requieren de una estricta supervisión durante el montaje, sino al contrario es necesario realizarles algunas pruebas previas al montaje a una muestra representativa del total de tornillos utilizados en la obra, sin olvidar que cada uno de estos tornillos cuenta con certificados de calidad los cuales son proporcionados por el proveedor de los mismos.

Hay un dispositivo que mide la tensión en cada uno de los tornillos de las muestras representativas de los lotes de tornillos.

1.- Se seleccionan los tornillos representativos de cada uno de los diámetros, longitudes y material de los que serán utilizados en la obra.

2.- Se deberá tener a la mano los certificados de calidad de cada una de las partidas de tornillos.

3.- Se tendrán registrados los lotes en los que llegaron cada uno de los tornillos.

4.- Se deberán de tener a la mano las especificaciones teóricas de tensión requerida de para cada tipo de tornillo.

5.- Se coloca el tornillo en el dispositivo **Skidmore-Wilhelm** modelo ML, No. de serie 13281.

6.- En el caso de este tipo de tornillos estos tienen un dispositivo incluido y el cual al colocarlo con equipo especial que sujeta la tuerca y el dispositivo es trozado por la pistola y el tornillo queda a la tensión requerida.

7.- Se deberá de tronar el dispositivo y tomar la lectura en el dispositivo de medición de tensión.

8.- Es necesario comparar la tensión teórica con la obtenida y ésta deberá de estar un 10 o 15 por ciento arriba de la teórica, esto es de acuerdo a la especificación del proveedor.

Para el caso 4 que es colocación de tornillos mediante indicador directo de tensión.

En la actualidad hay pistolas eléctricas que nos dan la lectura de tensión, hay que verificar por medio de pruebas previas al montaje a una muestra representativa del total de tornillos utilizados en la obra, sin olvidar que cada uno de estos tornillos cuenta con certificados de calidad los cuales son proporcionados por el proveedor de los mismos.

Hay un dispositivo que mide la tensión en cada uno de los tornillos de las muestras representativas de los lotes de tornillos.

1.- Se seleccionan los tornillos representativos de cada uno de los diámetros, longitudes y material de los que serán utilizados en la obra.

2.- Se deberán tener a la mano los certificados de calidad de cada una de las partidas de tornillos.

3.- Se tendrán en cuenta los lotes en los que llegaron cada uno de los tornillos.

4.- Se deberán de tener a la mano las especificaciones teóricas de tensión requerida de para cada tipo de tornillo.

5.- Se coloca el tornillo en el dispositivo **Skidmore-Wilhelm** modelo ML, No. de serie 13281.

6.- Es necesario comparar la tensión teórica con la obtenida y ésta deberá de estar un 10 o 15 por ciento arriba de la teórica esto es de acuerdo a la especificación del proveedor de los tornillos.

1.2. Tipos de pruebas realizadas.

Las pruebas realizadas son:

- 1.- Llave calibrada torsímetro.
- 2.- Tornillos de diseño especial.
- 3.- Apretado mediante indicador directo de tensión.

Los resultados de cada una de ellas se muestran a continuación:

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.						
ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS						
ESPECIFICACION DEL TORNILLO:		TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA			REPORTE No	
		ALTA RESISTENCIA A-325 C/JUNA ROLDANA PLANA			FECHA: Marzo 30, 2001	
DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION:		SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281				
TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA:		CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL.			O.T.: 1521	
No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	99200	33,900	32,200	ACEPTABLE
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	99200	32,800	32,200	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	99200	34,000	32,200	ACEPTABLE

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO:	TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH		REPORTE No	
	ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA		FECHA:	Marzo 30, 2001
DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION:	SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281			
TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA:	CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL.		O.T.:	1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	13,500	12,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	14,000	12,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	14,100	12,700	ACEPTABLE

FOTO 11 Muestra la realización de prueba a tornillos en obra.



Al verificar los resultados obtenidos se observa que los datos teóricos se encuentran en entre un 5% y un 10% por debajo a los obtenidos en las pruebas, esto nos asegura que la información proporcionada por el fabricante de los tornillos se encuentra dentro de especificación.

Cuando los datos sean menores a los teóricos se tendrá que proceder a eliminar completamente la partida y el fabricante entregará nuevamente la misma por defecto de fabricación, por lo tanto con los certificados entregados por el proveedor se asegura su procedencia y se le practicarán todas las pruebas requeridas conforme a proyecto a los tornillos.

2. INSPECCIÓN DE ELEMENTOS SOLDADOS.

La efectividad de la fabricación de miembros estructurales involucra operaciones distintas y bien definidas. Debido a que cada una de estas operaciones frecuentemente se efectúa en diferentes puntos del taller, la inspección algunas veces está dirigida solamente al producto final. El resultado de este procedimiento puede limitar seriamente la inspección.

A fin de brindar el máximo beneficio al propietario, al fabricante y a la calidad total de trabajo, la inspección debe ser coordinada con cada operación individual y organizada para detectar oportunamente las deficiencias, de modo que las correcciones necesarias puedan efectuarse de forma tal que sólo ocasionen una mínima demora en la ejecución del trabajo.

2.1. Realización de pruebas de acuerdo a las especificaciones del AWS.

Inspección ocular para detectar diversos defectos de las soldaduras.

1.- Defectos dimensionales.

La producción de soldadura satisfactoria depende, entre otros factores, de mantener dimensiones y formas especificadas.

Los requerimientos de esta naturaleza están determinados en planos y especificaciones.

Apartarse de estos requerimientos en cualquier aspecto deberá considerarse como defecto dimensional, el cual debe ser corregido antes de la aceptación final de la soldadura.

2.- Deformaciones de la estructura por contracción térmica.

El proceso de soldadura implica la aplicación de calor y fusión de metal en una sección localizada. Esfuerzos de gran magnitud son inducidos debido a la expansión y contracción térmica, los cuales persisten en la soldadura después de que se ha enfriado. Tales esfuerzos tienden a causar la distorsión de las partes soldadas.

3.- Preparación incorrecta de la unión.

El procedimiento de soldadura establecido requiere dimensiones adecuadas de la unión para cada uno de los espesores de las placas que serán soldadas.

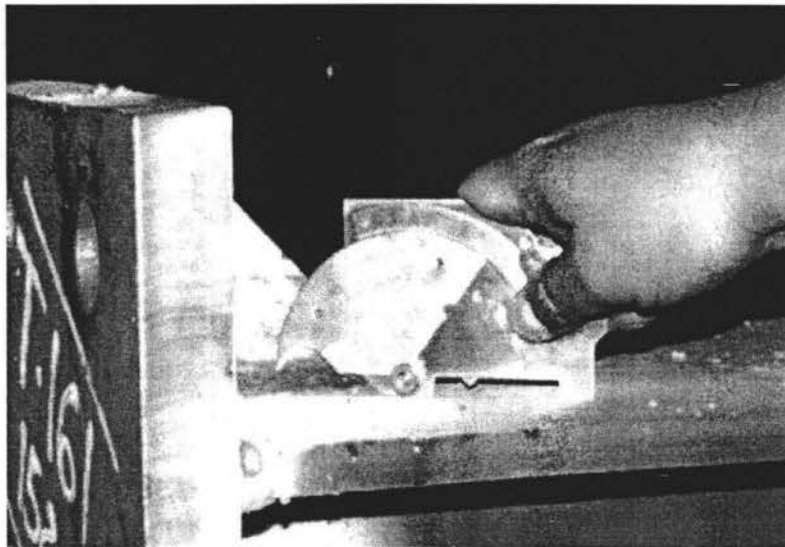
4.- Dimensiones incorrectas de la soldadura.

La medida de una soldadura de filete es expresada como la longitud del lado más corto del triángulo inscrito en su sección transversal.

La medida de una soldadura a tope es la profundidad de la ranura en la que se deposita la soldadura, excepto cuando la fusión materialmente excede la profundidad de la ranura y en este caso la medida de la soldadura es la profundidad de la ranura más la profundidad de la fusión.

Las deficiencias de soldadura de filete debidas al depósito insuficiente o excesivo son detectadas en la mayoría de los casos mediante un calibrador de soldadura apropiado.

FOTO 12 Muestra un calibrador de soldadura.



Defectos por discontinuidades en el cuerpo o estructura de la soldadura.

1.- Porosidad.

El término es usado para denominar los huecos globulares libres de cualquier sólido, los cuales son encontrados frecuentemente en las soldaduras. Es una forma de inclusión gaseosa resultante de la reacción química que tiene lugar durante la soldadura.

Los gases que forman los huecos se derivan del gas liberado durante el enfriamiento del metal de soldadura a causa de que reduce la solubilidad cuando la temperatura decae, y por los gases formados por la reacción química en la soldadura.

2.- Porosidad uniformemente esparcida o dispersa.

En esta distribución las cavidades están dispersas más o menos uniformemente en todo el volumen de la soldadura. El tamaño de las cavidades es mixto, puede variar desde microscópicas, la mayoría, a un tamaño de 3/16" o más, como el caso de la soldadura de arco sumergido.

3.- Porosidad en grupos.

Frecuentemente ocurre en grupos separados por una longitud considerable de soldadura libre de porosidad. Tales grupos son frecuentemente asociados a las condiciones al soldar.

4.- Porosidad lineal.

Esta porosidad ocurre en el cordón de raíz y es a menudo considerada como un caso especial de penetración incompleta. Es generalmente definida como una condición en la cual 3 ó más cavidades de un diámetro medio de 1/16" están distribuidos paralelamente al eje de la soldadura y la distancia promedio entre ellas no es mayor de 3/4" ni menor de 1/16".

5.- Inclusiones no metálicas.

Este término es usado para denominar los óxidos y otros sólidos que algunas veces son encontrados en las soldaduras en forma de inclusiones alargadas o amorfas.

Durante el depósito de la soldadura y la subsecuente solidificación, muchas reacciones químicas ocurren entre el metal, el arco y el recubrimiento del electrodo o con la escoria producida.

6.- Escoria en la raíz de la soldadura.

Al depositar el cordón de raíz, el electródo puede ser tan grueso que el arco se origina en la pared lateral de la ranura en lugar de incidir en la raíz de la unión, y en esta forma la escoria puede fluir hacia la abertura de la raíz o ser atrapada en el metal del primer cordón.

7.- Roturas.

Las roturas en las uniones soldadas son debido a la presencia de esfuerzos localizados, los cuales, en algún punto, exceden a la resistencia máxima del material.

Hay cambios inevitables de volumen durante la operación de soldadura, los cuales pueden causar distorsión, esfuerzos residuales y roturas, estos cambios son debido a la expansión y contracción térmica del acero.

8.- Fusión incompleta.

Se presenta la fusión incompleta cuando falla la penetración del arco, ya que entonces no se produce la fusión entre cordones de soldadura o entre ésta y el metal base. Este defecto puede presentarse en cualquier lugar de la ranura de la soldadura y/o entre cordón y cordón.

9.- Penetración incompleta.

Este término de penetración incompleta se aplica para denominar el defecto consistente en que el metal depositado y el metal base no se fusionan íntegramente en la raíz de la soldadura.

10.- Roturas en la raíz.

Durante el enfriamiento, la soldadura y la zona adyacente calentada empiezan a contraerse, encogiéndose en todas direcciones. Debido a que el material frío que rodea la zona caliente restringe el movimiento, la soldadura se ve sujeta a tensión al enfriarse.

Mientras permanezca caliente, el área de soldadura es débil y el flujo plástico ocurre a un esfuerzo relativamente bajo.

11.- Roturas debajo del cordón.

Ocurre invariablemente a través de los granos de la zona afectada por el calor, especialmente en los aceros aleados. Son atribuidos al efecto del hidrógeno disuelto que luego queda liberado. Pueden ser evitados en los aceros aliados mediante precalentamiento o por el uso de electrodos de bajo hidrógeno.

12.- Socavado.

Este término es usado para describir cualquiera de las tres condiciones que definen el socavado.

- a) La reducción en el espesor del metal base en la línea donde el último cordón se fundió en la superficie.
- b) Es el derretimiento ocurrido más allá de la cara de una ranura para soldar, en el borde o bordes de una pasada o cordón, que ha formado así una muesca penetrante en la cara de la ranura en el área, en la cual, el siguiente cordón o pasada debe fundirse.
- c) Una ranura producida por derretimiento del metal base adyacente a la orilla de una soldadura y dejada sin rellenar con metal de aporte.

Inspección radiográfica.

La inspección radiográfica es un método cuyo propósito es detectar la presencia y naturaleza de defectos macroscópicos en el interior de las soldaduras o materiales bajo inspección. Consiste en un proceso de revisión no destructivo. Aplicada esta inspección como un control oportuno, permite tomar las medidas convenientes tendientes a eliminar los defectos en que estén incurriendo los soldadores y consecuentemente se eliminan o se reducen al mínimo las remociones de soldaduras defectuosas.

La radiación es producida de dos maneras:

1.- Rayos "X".

Sea un bulbo al vacío que consta de un cátodo (-) denominado filamento y un ánodo (+) llamado blanco, de tungsteno. Al aplicar una corriente en el filamento lo hace que se ponga incandescente y emite electrones. Aplicando simultáneamente una diferencia de potencial de varios

miles de voltios entre el cátodo y el ánodo, los electrodos producidos en el cátodo viajan a gran velocidad hacia el ánodo. Y al chocar con éste se genera una energía radiante que se denomina como rayos "X".

2.- Rayos gamma.

Resultan de la emisión de energía al desintegrarse el núcleo de los átomos inestables de sustancias radioactivas, los cuales pierden energía conforme tienden a hacerse estables. Esta energía es emitida en todas direcciones y se denomina radiación gamma o rayos gamma. Su longitud de onda o penetración es constante y no puede ser controlada. Los rayos gamma son emitidos por isótopos radioactivos naturales como el Radium o por radioisótopos artificialmente producidos como el cobalto 60, cesio 137, y otras sustancias radioactivas.

Limitaciones para inspección radiográfica.

Se cree muchas veces que por el hecho de que se haya radiografiado una soldadura, no hay ningún defecto en la misma que no haya sido detectado. Por otro lado se puede dar el caso que el radiógrafo o el supervisor de soldadura asuman una actividad de exageración acerca de la radiografía y exijan que sea removida la soldadura por cualquier marca visible en la radiografía.

En cualquiera de los dos casos la radiografía ha sido sujeta a una interpretación deficiente. La interpretación de las radiografías se facilita cuando se conocen debidamente los factores que pueden afectar su calidad.

Calificación de las radiografías.

Las radiografías para juzgar la calidad de la soldadura, deberán ser obtenidas mediante un proceso radiográfico previamente calificado como adecuado.

Todos los requerimientos especificados en las normas para las radiografías que se obtengan, ya sea mediante el sistema de rayos X o el de rayos gamma, deberán cumplirse para juzgar como adecuado el método de inspección que se emplee.

Reporte de la interpretación radiográfica.

El reporte de cualquier trabajo de inspección radiográfica deberá contener todos los datos necesarios para determinar las condiciones que tengan los materiales que se inspeccionan y de acuerdo con los resultados obtenidos, tomar las medidas pertinentes para corregir las anomalías y seguir adelante con los trabajos, por lo que como mínimo deberá contener los siguientes datos:

- a) Identificación de cada radiografía.
- b) Resultado del estado de la soldadura o material inspeccionado (si es aceptable o no de acuerdo con las especificaciones aplicables).
- c) Defectos de la soldadura o del material observados en cada radiografía.
- d) Localización de los defectos.
- e) Norma de aceptabilidad empleada, para juzgar si la soldadura o el material bajo inspección es o no aceptable.

Inspección ultrasónica.

La inspección ultrasónica es un método supersensible para detectar, localizar, y medir defectos tanto superficiales como subsuperficiales en los metales. Las fallas que no pueden descubrirse por otros métodos, y hasta las grietas suficientemente pequeñas para clasificarse como microseparaciones, pueden detectarse por éste. En la inspección práctica de soldaduras, la sensibilidad del proceso se restringe a menudo por diseño, o ajustando el equipo para dar una respuesta equivalente a una sensibilidad del 20 % del espesor del metal, para obtener así resultados comparables con los obtenidos por inspección radiográfica.

Inspección con líquido penetrante.

La inspección con líquido penetrante es un método no destructivo para localizar grietas superficiales y pequeños poros invisibles a simple vista. Es una técnica favorecida para localizar fallas en soldaduras, y puede aplicarse en donde no es útil la inspección por partículas magnéticas. Hay en uso dos tipos de inspección de penetración, que se definen por las sustancias penetrantes a usar, el de sustancias fluorescentes y el de sustancias colorantes.

Procedimiento.

En la inspección por penetrante fluorescente se aplica un líquido altamente fluorescente, con buena calidad de penetración a la superficie de la parte que va a ser examinada. La acción capilar arrastra el líquido al interior de las aberturas de la superficie. Luego se elimina el exceso de líquido de la pieza, y se usa un revelador para sacar el penetrante a la superficie, y la indicación resultante se ve a la luz ultravioleta (“negra”). El fuerte contraste entre el material fluorescente y el fondo hace posible detectar hasta pequeñas trazas de penetrante.

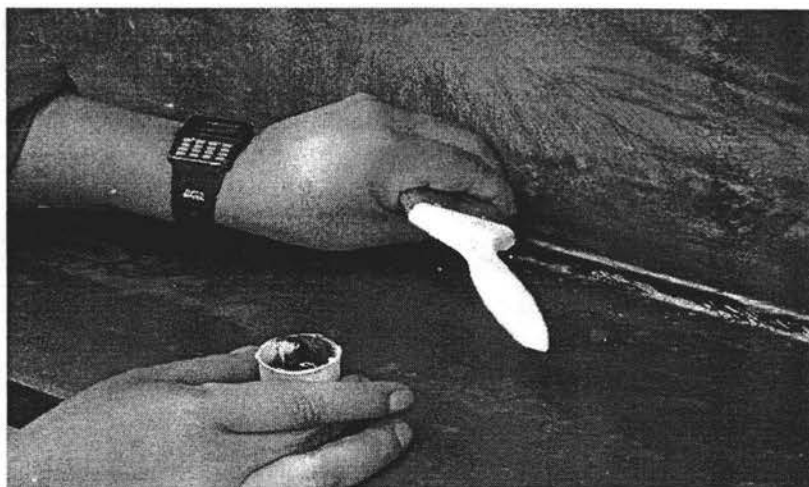
Como interviene la penetración de aberturas diminutas, la parte por inspeccionar debe estar perfectamente limpia y seca. Cualquier material extraño puede cerrar las aberturas y conducir a conclusiones falsas. El penetrante se aplica por inmersión, por aspersion, o a cepillo. Debe darse tiempo para que se realice la absorción del material en las discontinuidades, el que llega a requerir una hora o más en trabajos de gran precisión.

Deben seguirse a la letra las instrucciones para usar los emulsionadores y para la operación de lavado, ya que sólo debe removerse el exceso de penetrante.

Después del lavado se secan las partes si se van a usar un revelado seco. El revelador arrastra el penetrante de los defectos, haciéndolo accesible a la vista con luz ultravioleta.

La inspección con penetrante colorante es similar a la de penetrante fluorescente, con la excepción de que se emplean colorantes visibles a la luz ordinaria. Eliminando la necesidad de luz ultravioleta se logra una mayor portabilidad del equipo.

FOTOS 13 y 14 Muestran la aplicación de prueba con líquido penetrante.





2.2. Tipos de pruebas realizadas.



Las pruebas realizadas se realizan desde certificados de habilidad del soldador para poder realizar las pruebas.

El código AWS American Welding Society sirve para calificación de soldadores, operadores de soldadura, y punteadores en aceros de denominación ASTM A36, A53 Grado B, A242, A375, A441, A500, A501, A514, A529, A570 Grados D y E, A572 y A588.

Recomendación del AISC (American Institute of Steel Construction).

Una buena calificación de soldadores, operadores de soldadura, y punteadores conducido bajo las guías del AWS con total consideración. Limitación de variables, para un grado específico de acero será libremente intercambiable entre todas las agencias o usuarios.



IARI INGENIEROS ASESORES, S.A. DE C.V.
 Insule Ganda No. 12141, Pres. Amos Edwards C.P. 64970
 Mexico D.F. Tel.: 56 56 76 54 50-56 76 56 56-56 47-49 Fax: 56-56 33-35
 E-mail: iari@iari.com.mx



CERTIFICADO DE HABILIDAD DEL SOLDADOR

00053

CLIENTE	MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.		
UBICACIÓN	SANTA CLARA, ESTADO DE MEXICO.	FECHA	19 ENERO 2001.
DOMICILIO DEL SOLDADOR	CELSO PEREZ HERNANDEZ	CLAVE No	C.P.B.
PROCESO DE SOLDADURA	F.C.A.M.	MANERA	<input type="checkbox"/> MANEJO <input checked="" type="checkbox"/> SENCILLO <input type="checkbox"/> AUTO
TIP. P. DE APORTE	NO SE USO	ENTONDE A UNTOZ	A TOPE BISEL SENCILLO
MATERIAL DE BASE (ELECTRODO)	ASTM A-36	ASTM A-36	DE SISEL 1
ESPESES	1" (25.4 mm)	DIAMETRO	N/A
PROCESO	1-G	GRADO DEL ESPESOR CALIFICADO	SIN LIMITE
		GRADO DE ADICION CALIFICADO	1-G
METAL DE APOYIE Y PROTECCION			
ESPESES	5.20	PLANTAS	E-70T-4
	N/A		
PLANTAS DE METAL DE APOYIE	3/32" (2.4 mm)		
ORIENTACION DE LA SOLDADURA	DIRECTA	INVERTIDA	
PROCESO DE LA SOLDADURA	N/A		
PROCESO DE PROTECCION DEL METAL	N/A		
PROCESO DE PROTECCION DEL METAL	CO2		
ENSAYE DE LA MUESTRA			
TIPO DE ENSAYE	<input checked="" type="checkbox"/> X		
TIPO DE ENSAYE	RESULTADO	TIPO	DESCRIPTIVO
RADIOGRAFIA	ACEPTABLE		RESULTADO
INSPECCION DE LABORATORIO			
APORTE DE CONTROL	SE	PREPARACION	ING. JAIME CONZALEZ.
NO. DE FICHA BASE CALIFICACION	190101-US		
APORTE DE LABORATORIO	ING. SERGIO BADILO RAMIREZ.		
FECHA Y APOYIE PLANTAS DE PROTECCION DEL METAL DE APOYIE PARA LA PREPARACION DE LAS SOLDADURAS CALIFICADAS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION			
ING. SERGIO BADILO RAMIREZ IARI			
CLIENTE			

Ensayes a tensión e inspección de soldadura por ultrasonido son los resultados que se indican en las imágenes que se muestran.



IARI INGENIEROS ASESORES, S.A. DE C.V.
 INSULC GALVANIA 193 COL. PRESIDENTES FITZGERALD C.P. 01430 MEXICO D.F.
 TELX 016-75-04 056 74 89 FAX 868 41 49

00008

REPORTE DE ENSAYE A TENSION

TITULAR: MANUFACTURAS METALICAS AJAZ		TIPO DE MUESTRA: REDONDO						
CENTRO: PROBETA ENTREGADA EN LABORATORIO		LABORATORIO: MANUFACTURAS METALICAS AJAZ						
FECHA: 29 ENERO 2001		CORRECCION: 290101-01						
IDENTIFICACION DEL MATERIAL		CARGA REAL	CARGA	CARGA LIM	CARGA MAX	ESFUERZO LE	ESFUERZO MAX	%
TEMP.	ESPECIFICACIONES	CM	CM	KG	KG	KG/CM ²	KG/CM ²	ALARGAMIENTO EN 20 CM
1.- REDON 12"	AISI-4140	-	11.40	-	9900011	1	824611	0.711
ESTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DEL DIRECTOR DE ESTE LABORATORIO.								
SIGNATURA DE EMISION:		NORMALIZADO		MM 6679	MM 10006	MM 17.7		
AISI-4140		RECIBIDO		MM 6679	MM 6679	MM 20.7		
OBSERVACIONES: ALARGAMIENTO MEDIDO EN 2.000" L= 0.311 NO SE DETECTA CON LA AYUDA DE INDICADOR DE LA MAQUINA DE PRUEBA EL ENSAYE DE LA MUESTRA SE REALIZO A LAS 94 Ton. DENTRO A LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA DE PRUEBA.								
ING. SERGIO BALLEJO RAMIREZ								

ESTE INFORME DE PRUEBAS SOLO AFECTA A LOS OBJETOS

Este reciente desarrollo se ha convertido en una herramienta útil de los ensayos no destructivos; el uso exitoso del método depende de la habilidad del operador y el ajuste adecuado del equipo. Pueden surgir interpretaciones erróneas cuando el equipo de ensayo es ajustado a un nivel de sensibilidad mayor que el adecuado a la calidad requerida por el contrato, o el servicio que se espera de la pieza en fabricación. Discontinuidades minúsculas pueden ser detectadas y amplificadas por ajustes extremadamente sensitivos, pero no se deben interpretar como indicación de defectos rechazables.

Recomendación del AISC (American Institute of Steel Construction).

Se deben seguir los procedimientos y criterios del AWS para ensayos ultrasónicos, ya que éstos representan la mejor información disponible.



IARI INGENIEROS ASESORES, S.A. DE C.V.
 LIMULO GALVAN No. 53 COL. PRESIDENTES EJIDALES C.P. 04470 MEXICO, D.F.
 TEL 5 21 52-75-14 52-52-75-35 52-52-41-15 FAX 52-02-52-35

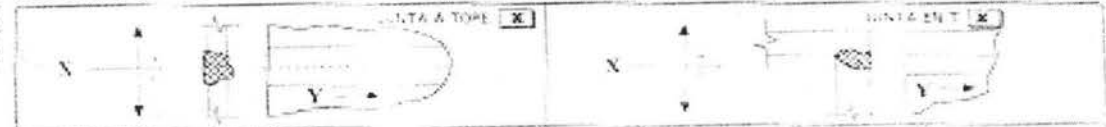


INSPECCION DE SOLDADURA
 POR ULTRASONIDO

FOLIO No. 00285

REPORTE No. 04-01 HOJA 1 DE 2

CLIENTE MANUFACTURAS METALICAS AJAX		FECHA 25-MAYO-2001	
DIRECCION TALLER: AJAX		LUGAR XALISTOC, EDO. DE MEXICO	
DESCRIPCION NODOS, EMPATE DE CONTINGIDAD, CAMBIOS DE SECCION, PLACA BASE		PLANO No. S/N	
MATERIAL ASTM A-36		ESPAESOR .750" .625"	
INSTRUMENTACION KRAUTKRAMER		MODELO USN-50	
TRANSDUCTOR MARCA DUPONT		SERIE No. 602005	
AMPLIFICADOR CEL		SERIE No. 016103	
BLOQUEO DE CALIBRACION II W TIPO I		FUENTE DE ENERGIA LINIA 110 VOLTS	
		BATERIA <input checked="" type="checkbox"/>	
		PROCEDIMIENTO DE INSPECCION No. IAR TUT 001	
		NORMA DE INTERPRETACION AWS D1.1 SPEC. 6 PARTE F	



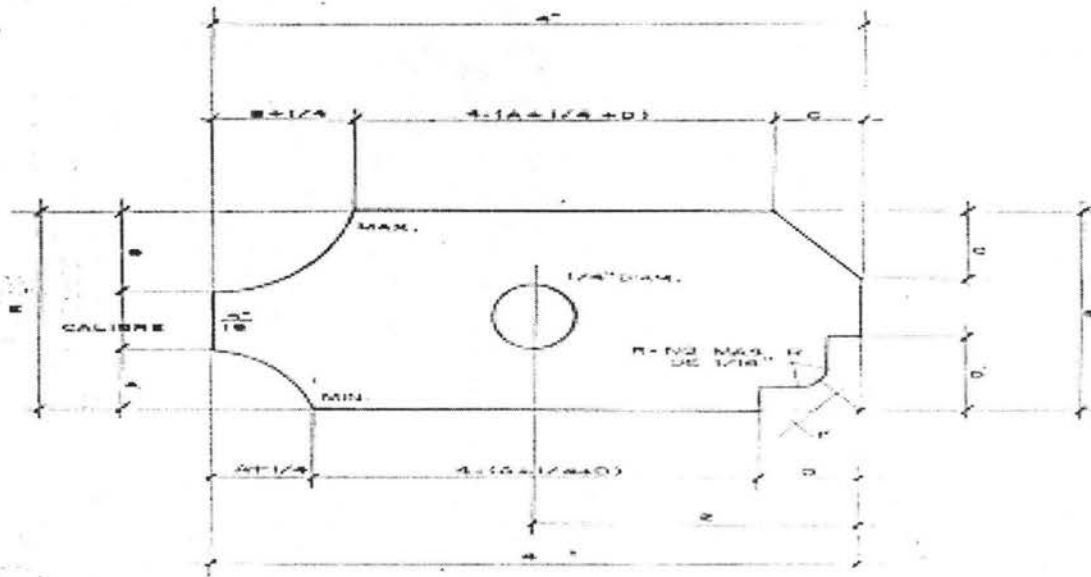
No. Spot	ELEMENTO	MARCA-PZA.	SPOT	ELEMENTO	MARCA-PZA.	LOCALIZACION DEL DEFECTO		EVALUACION
						LONGITUD	PROFUNDIDAD	

SE REALIZO LA INSPECCION DE 17 UNIONES SOLDADAS, LAS CUALES NO PRESENTARON INDICACIONES RELEVANTES QUE ESTEN FUERA DE ESPECIFICACIONES. A CONTINUACION SE MENCIONAN.

No. SPOT	ELEMENTO	MARCA-PZA.	SPOT	ELEMENTO	MARCA-PZA.
1	CAMBIO DE SECCION ALMA	CP-112	20	EMPATE DE COLUMNA ALMA	CP-111
2	CAMBIO DE SECCION PATIN	CP-112			
3	PLACA DE NUDO	CP-141			
4	PLACA BASE	CP-141			
5	TAPA DE COLUMNA	CP-139			
6	EMPATE DE COLUMNA PATIN	CP-139			
8	PLACA BASE	CP-136			
10	EMPATE DE COLUMNA	CP-111			
11	PLACA BASE	CP-111			
12	CAMBIO DE SECCION PATIN	CP-111			
13	CAMBIO DE SECCION ALMA	CP-111			
14	EMPATE DE COLUMNA PATIN	CP-141			
16	PLACA BASE	CP-141			
7	TAPA DE COLUMNA	CP-141			
18	CAMBIO DE SECCION PATIN	CP-111			
19	CAMBIO DE SECCION ALMA	CP-111			

LONGITUD TOTAL INSPECCIONADA: 6 m

2.3.Verificación de espesores de filete y soldaduras de penetración de acuerdo a proyecto.



CALIBRADOR DE SOLDADURA EXCLUSIVAMENTE DE FILETE O BISEL

El calibrador de soldadura es un elemento práctico para supervisar previamente la preparación del material y posterior a la aplicación de los filetes de soldadura.

Únicamente sirve para indicarnos el ángulo de preparación de los biseles para aplicar soldadura de penetración y para indicarnos el filete de soldadura aplicado en algún elemento.

3. INSPECCIÓN DE OBRA.

El montaje debe efectuarse con equipo apropiado, que ofrezca la mayor seguridad posible. Durante la carga, transporte y descarga del material, y durante el montaje, se adoptarán las precauciones necesarias para no producir deformaciones ni esfuerzos excesivos. Si a pesar de ello algunas de las piezas se maltratan y deforman, deben ser enderezadas o repuestas, según sea el caso, antes de montarlas, permitiéndose las mismas tolerancias que en trabajos de taller.

3.1. Verticalidad.

Se considerará que cada una de las piezas que componen una estructura está correctamente plomeada, nivelada y alineada, si la tangente del ángulo que forman la recta que une los extremos de la pieza con el eje de proyecto no excede de 1/500. En vigas teóricamente horizontales es suficiente revisar que las proyecciones vertical y horizontal de su eje satisfacen la condición anterior.

Deben cumplirse las siguientes condiciones:

1.- El desplazamiento del eje de columnas adyacentes a cubos de elevadores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, el desplazamiento puede aumentar 1 mm por cada piso adicional, hasta un máximo de 50 mm.

2.- El desplazamiento del eje de columnas exteriores, medido con respecto al eje teórico, no es mayor de 25 mm hacia fuera del edificio, ni 50 mm. hacia dentro, en ningún punto en los primeros 20 pisos. Arriba de este nivel, los límites anteriores pueden aumentarse en 1.5 mm por cada piso adicional, pero no deben exceder, en total, de 50 mm hacia fuera ni 75 mm hacia dentro del edificio.

Alineado y plomeado.

No se colocarán remaches, pernos ni soldadura permanente hasta que la parte de la estructura que quede rigidizada por ellos este alineada y plomeada.

Se aceptarán faltas de contacto por apoyo directo independiente del tipo de unión empleado (soldadura de penetración parcial, remaches o tornillos), siempre que la separación entre las partes no exceda de 1.5 mm. Si la separación es mayor de 1.5 mm pero no menor de 6 mm y una investigación ingenieril muestra que no hay suficiente área de contacto, el espacio entre las dos partes debe rellenarse con láminas de acero de grueso constante. Las láminas de relleno pueden ser de acero dulce, cualquiera que sea el tipo del material principal.

3.2. Nivelación de estructura.

La alineación horizontal de los miembros conectados a columnas será aceptable si los errores en su alineación se deben solamente a las variaciones, dentro de tolerancias, de la alineación de las columnas.

El nivel de los miembros conectados a columnas será aceptable si la distancia del punto de trabajo del miembro al nivel del empalme superior de la columna, tiene variación no mayor de + 5 mm ni de - 8 mm de la distancia marcada en planos.

Los miembros no mencionados anteriormente se consideran a plomo, a nivel y alineados, si el desplazamiento del miembro de su posición teórica no excede de 1:500 de la distancia medida sobre la línea recta trazada entre los puntos de apoyo del miembro.

La alineación de los dinteles, soportes de muros, marcos de ángulo, montantes y otros miembros de apoyo similares no estructurales, con tolerancias más estrictas que las anteriores, no puede obtenerse a no ser que los planos estructurales indiquen conexiones ajustables de estos elementos con la estructura de acero. Cuando se especifiquen conexiones ajustables, los dibujos del propietario deberán indicar el ajuste total requerido, considerando las tolerancias de la estructura de acero y la alineación requerida de estos soportes. Las tolerancias en posición y alineación de los elementos ajustables son las siguientes:

- a) Los elementos ajustables se consideran correctamente colocados, en posición vertical, cuando quedan instalados con error no mayor de 10 mm respecto a su posición teórica. La referencia vertical se tomará desde el plano del empalme superior de la columna más próxima del elemento.
- b) Los elementos ajustables se consideran correctamente colocados, en posición horizontal, cuando quedan instalados con error no mayor de 10 mm respecto a su posición teórica relativa al paramento del piso en cuestión.

Antes de que se coloque o instale cualquier otro material, es responsabilidad del propietario revisar que la estructura de acero esté dentro de tolerancias de plomo, nivel y alineación.

Corrección de errores

El trabajo del montador incluye la corrección de pequeños desajustes mediante trabajos moderados de escariado, cincelado o corte, y el

hacer llegar a su lugar los miembros mediante el uso de punzones. Los errores que no puedan corregirse por los medios antes mencionados o que requieran cambios importantes en la forma de los miembros, deberán ser informados inmediatamente por el montador al propietario y al fabricante para que el responsable del error lo corrija, o apruebe el método más eficiente y económico para que lo corrijan otros.

La inspección de los trabajos de campo se hará oportunamente para que las correcciones puedan realizarse sin demorar el avance del trabajo.

El fabricante y el montador deberán recibir copias de los informes presentados por el inspector representante del propietario.

TEMA IV

“ COLOCACIÓN DE LÁMINA LOSACERO “

1. PLANOS DE LAMINACIÓN.

1.1. Planos de laminación.

La mayoría de los edificios de varios niveles usan lámina losacero en sus entresijos por la rapidez de ejecución de obra.

El diseño de la losa fue originalmente desarrollado usando la teoría convencional de acero de refuerzo. Con la evolución de la losacero surgieron diferentes métodos de análisis de losas compuestas.

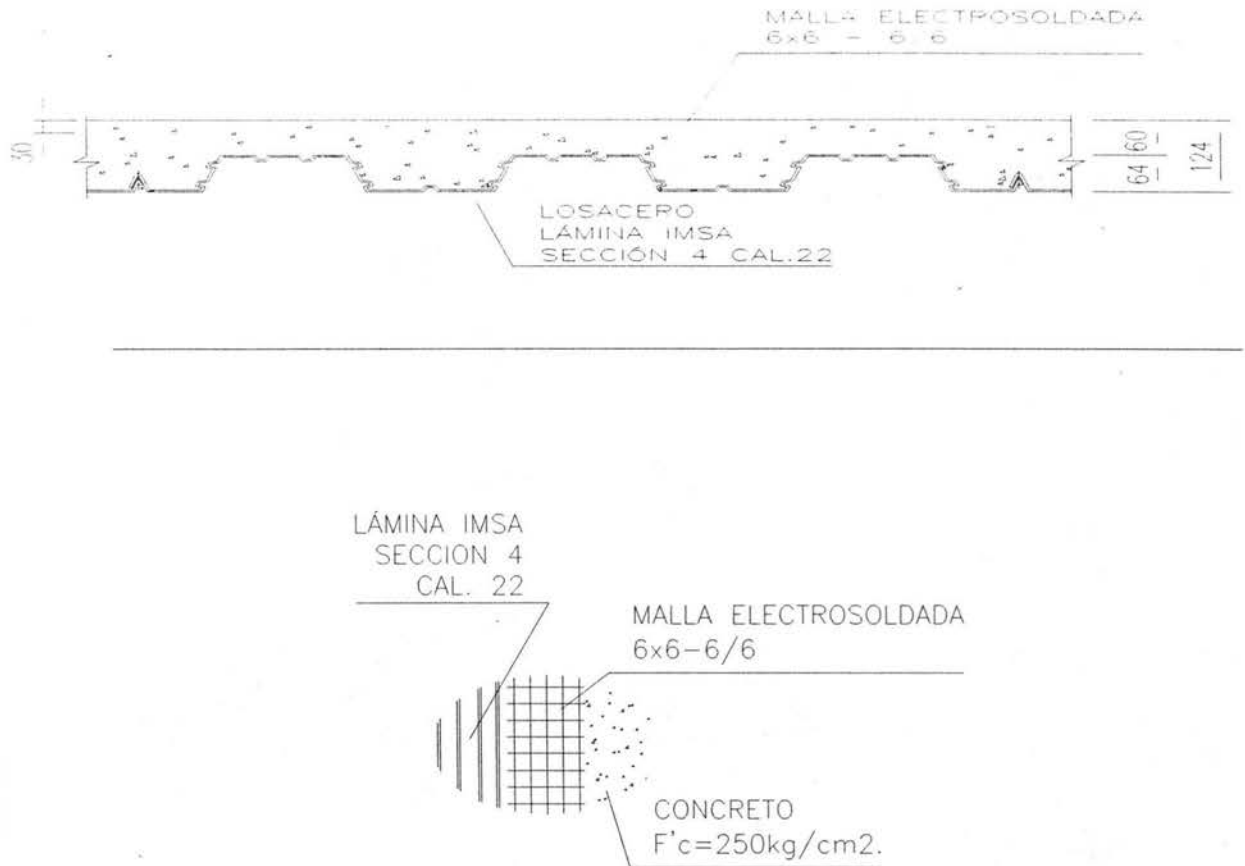
La lámina losacero tiene tres funciones principales:

- 1.- Actuar como plataforma de trabajo durante la construcción.
- 2.- Proveer el refuerzo positivo por flexión a la losa de concreto.
- 3.- Proveer resistencia para cargas horizontales.

Antes de fraguar el concreto, la lámina losacero soporta el peso del concreto, sirviendo ésta como cimbra, una vez fraguado el concreto, trabaja en conjunto concreto y acero como un solo cuerpo estructural. Dependiendo de la separación entre apoyos y el calibre de la losacero se obtienen diferentes capacidades de carga.

En la figura 39 se muestra un detalle tipo de colocación de lámina losacero con estructura metálica.

FIGURA 39. Detalle de colocación de lámina losacero.



La losacero fue diseñada para usarse como losa compuesta, los elementos principales que la conforman son:

- Perfil acanalado metálico.
- Concreto.
- Malla electrosoldada.

El término losacero se define como un sistema en el cual se logra la interacción del perfil metálico con el concreto, por medio de protuberancias (embozado) que trae consigo el perfil. Parte del espesor de concreto se convierte en el patín de compresión, mientras que el acero resiste los esfuerzos de tensión, y la malla electrosoldada para resistir los esfuerzos ocasionados por los cambios de temperatura en el concreto.

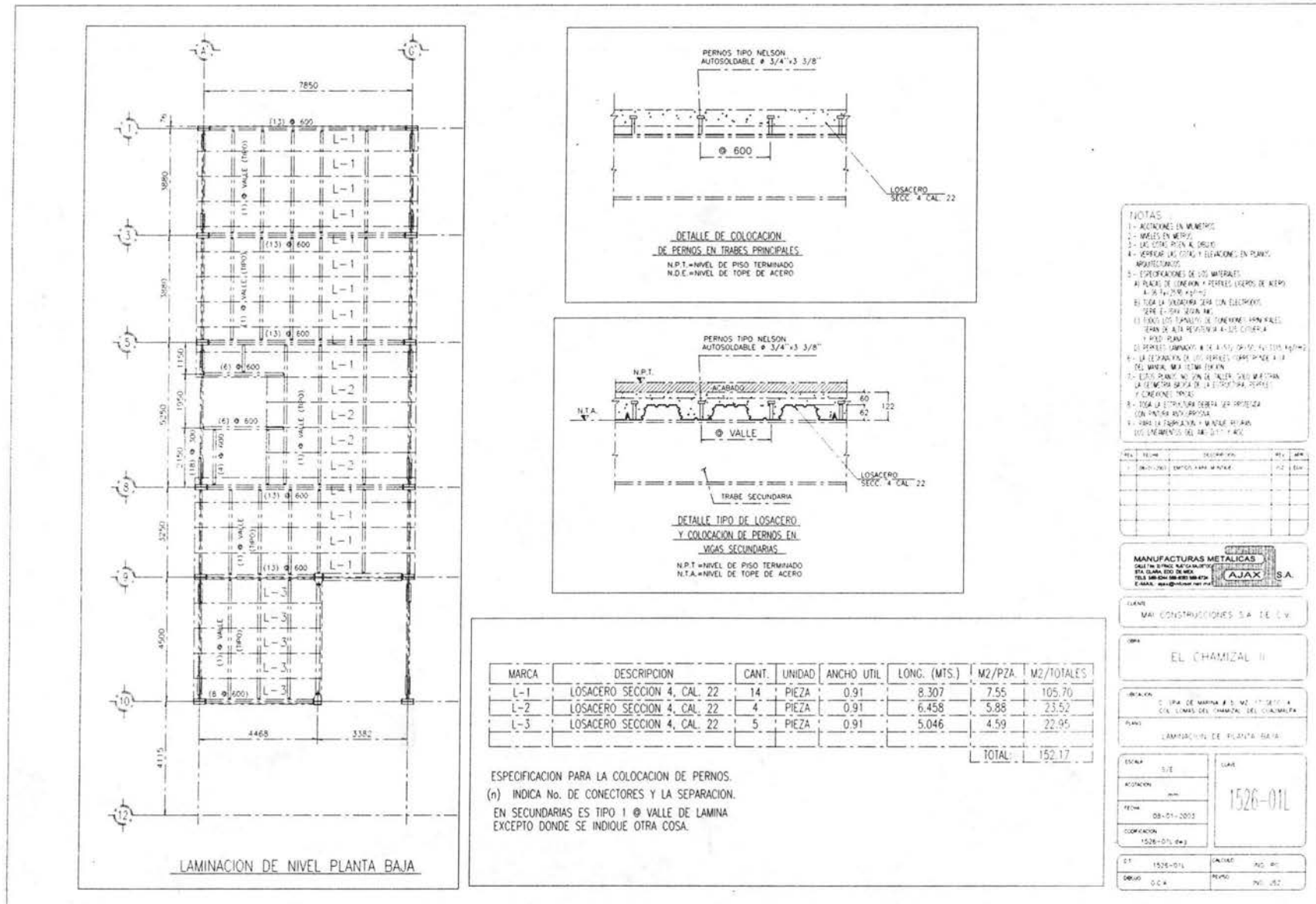


FIGURA 40. Plano de laminación.

Los planos de colocación de lámina deberán de contener la siguiente información importante para su colocación en obra.

1.-Plano de entrepisos o azotea indicando las marcas y el número de lámina que debe colocar porque así llegarán marcadas en el embarque, si hay que volar o cortar en huecos de escaleras o ductos de instalaciones tendrán que indicar las cotas libres.

2.- Detalle de colocación de sistema completo con estructura, lámina losacero, conectores, malla y capa de concreto.

3.-Tabla de lámina general de entrepiso o azotea que contendrá:

- Marca de embarque.
- Descripción de lámina.
- Cantidad a utilizar.
- Longitud de la marca.
- Metros cuadrados por pieza.
- Metros cuadrados totales a utilizar.

MARCA	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD	ANCHO ÚTIL	LONG. (MTS.)	M2/PZA.	M2/TOTALES
L-1	LOSACERO SECCIÓN 4, CAL. 22	14	PIEZA	0.91	8.307	7.55	105.70
L-2	LOSACERO SECCIÓN 4, CAL. 22	4	PIEZA	0.91	6.458	5.88	23.52
L-3	LOSACERO SECCIÓN 4, CAL. 22	5	PIEZA	0.91	5.046	4.59	22.95
						TOTAL:	152.17

1.2. Transporte y almacenaje en obra.

Debido a que es un material altamente corrosivo, para su transporte es necesario trasladarlo con camiones cerrados o cubiertos con láminas impermeables para protegerla de la humedad o lluvia que son los factores que dañarían la lámina.

FOTO 15. Transporte de lámina losacero.



Al desembarcar el camión se deberán de seguir las siguientes recomendaciones.

- Manejar los paquetes, preferentemente con grúa.
- En caso de realizar los movimientos a mano, debe cuidarse de no dañar la losacero.

El almacenaje en obra se colocará de la siguiente forma.

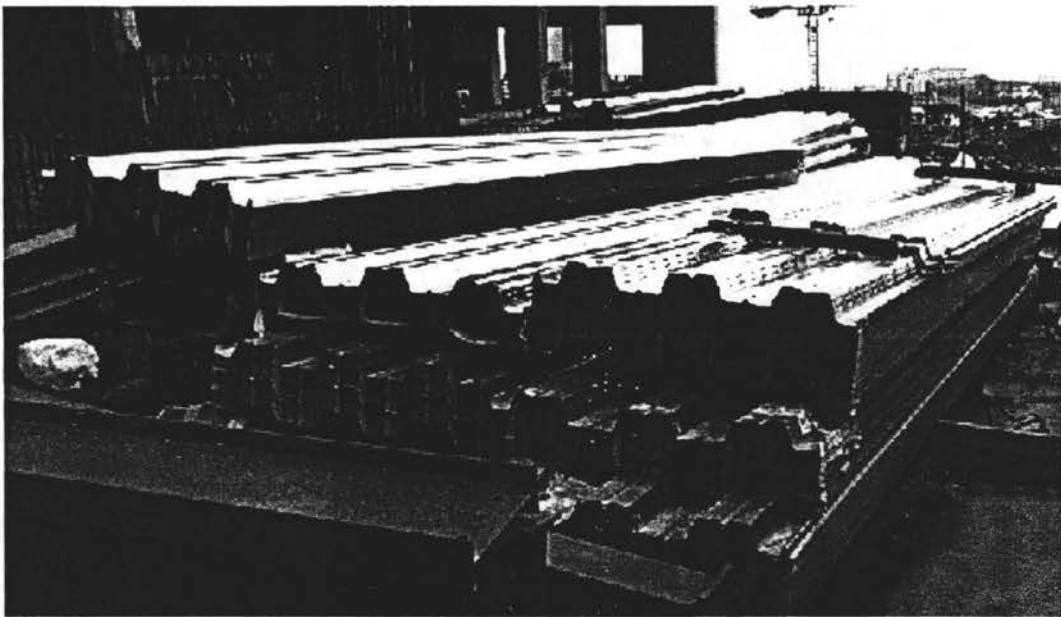
- Bajo techo.
- En lugar seco y ventilado.
- Sobre tarimas o barrotes de madera.

En caso de no encontrar el lugar adecuado, se deberá de improvisar uno, utilizando lonas impermeables.

- Colocar el material sobre tarimas, para evitar el contacto con el agua o la humedad del suelo.
- Cuidar que exista espacio entre los rollos, los pequeños siempre se colocan arriba.
- Cubrir el material con lona impermeable.
- Proporcionar pendiente a la cubierta, para facilitar el desague.

- Dejar espacios inferiores que permitan el paso del aire entre los rollos.
- Dejar un espacio libre entre los extremos de la lona para permitir la entrada y salida del aire.
- Nunca utilizar polietileno o plástico para cubrir los paquetes, ya que estos producen humedad.
- Es recomendable almacenar los materiales cerca de donde serán instalados, y verificar con cierta regularidad el almacenaje.

FOTO 16. Almacenaje de lámina losacero.



2. PROCEDIMIENTOS DE COLOCACIÓN DE LÁMINA.

2.1. Especificaciones.

Para los proyectos realizados utilizando el sistema de estructura de acero compuesta, se utiliza con mayor regularidad la losacero sección 4 en sus diferentes calibres a continuación se describen algunas características.

- Valles más amplios que las crestas lo que da mayor resistencia a las cargas al aumentar el brazo de palanca entre el acero (tensión) y el concreto (compresión).
- Mayor ancho efectivo del patín a compresión en el concreto con el apoyo, lo que incrementa la resistencia al momento negativo.
- Mayor distancia entre apuntalamientos al incrementar el módulo de sección negativo de la lámina.
- Mayor área de concreto envolviendo los conectores de cortante al trabajar como viga compuesta.
- Embozado más ancho y profundo, lo que da una mayor superficie de contacto y trabazón entre lámina y concreto, efecto crítico en sistemas de construcción compuestos.
- Embozado en crestas, donde el cortante es mayor, además de estar en la zona en que no se produce agrietamiento, permitiendo cargas mayores y que no disminuyen con el tiempo.



TABLA 9 Propiedades de la sección

Propiedades de la sección					
Calibre	Peso	I+	I-	S+	S-
	(kg/m ²)	cm ⁴ /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m
24	5.70	61.48	56.79	15.02	15.34
22	8.00	79.74	73.65	19.87	20.58
20	9.54	94.74	90.83	24.95	26.23
18	12.59	124.88	124.14	34.29	37.57

TABLA 10 Inercia promedio de sección compuesta.

Inercia promedio de sección compuesta (cm ⁴ /m)					
Espesor de concreto	5	6	8	10	12
Calibre 24	733.03	926.28	1411.04	2044.34	2846.97
Calibre 22	789.67	995.18	1509.88	2180.47	3027.82
Calibre 20	840.54	1057.06	1598.77	2303.14	3191.20
Calibre 18	937.21	1175.55	1771.13	2543.33	3513.49

TABLA 11 Módulo de sección.

Módulo de sección compuesta Sc (cm ³ /m)					
Espesor de concreto	5	6	8	10	12
Calibre 24	44.91	50.74	62.98	75.75	88.87
Calibre 22	55.56	62.71	77.78	93.55	109.81
Calibre 20	65.43	73.81	91.51	110.10	129.30
Calibre 18	85.31	96.28	119.57	144.13	169.56

TABLA 12 Claros máximos sin apuntalamientos.

Losacero sección 4 claros máximos sin apuntalamiento						
Espesor de concreto	Apoyo	5	6	8	10	12
Calibre 24	2	1.77	1.70	1.59	1.50	1.42
	3	2.38	2.29	2.15	2.03	1.93
	4	2.41	3.32	2.17	2.05	1.95
Calibre 22	2	2.12	2.04	1.90	1.79	1.69
	3	2.83	2.73	2.55	2.40	2.28
	4	2.91	2.80	2.61	2.46	2.33
Calibre 20	2	2.46	2.36	2.19	2.06	1.95
	3	3.20	3.08	2.89	2.72	2.58
	4	3.31	3.19	2.98	2.81	2.67
Calibre 18	2	3.00	2.87	2.67	2.50	2.36
	3	3.00	3.71	3.48	3.28	3.11
	4	3.98	3.84	3.59	3.39	3.22

TABLA 13 Sobrecargas admisibles.

Losacero sección 4 sobrecargas admisibles (kg/m ²).													
Calibre	Espesor de Concreto	Separación entre apoyos											
		1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8	4
Calibre 24	5	1840	1462	1182	969	804							
	6	2076	1649	1334	1094	907	1.77	2.2	1.59	1.5	1.42	1.5	1.42
	8	2000	2024	1638	1344	1115	2.38	2.29	2.15	2.03	1.93	2.03	1.93
	10	2000	2000	1941	1593	1323							
	12	2000	2000	2000	1843	1530	2.41	3.32	2.17	2.05	1.95	2.05	1.95
Calibre 22	5	2000	1895	1465	1207	1006							
	6	2000	2000	1656	1356	1138	2.12	2.04	1.9	1.79	1.69	1.79	1.69
	8	2000	2000	2000	1681	1402	2.83	2.73	2.55	2.4	2.28	2.4	2.28
	10	2000	2000	2000	2000	1666							
	12	2000	2000	2000	2000	2000	2.91	2.8	2.61	2.46	2.33	2.46	2.33
Calibre 20	5	2000	2000	1772	1464	1225							
	6	2000	2000	2000	1660	1389							
	8	2000	2000	2000	2000	1717							
	10	2000	2000	2000	2000	2000	2.46	2.36	2.19	2.06	1.95	2.06	1.95
	12	2000	2000	2000	2000	2000	3.2	3.08	2.89	2.72	2.58	2.72	2.58
Calibre 18	5	2000	2000	2000	1908	1603							
	6	2000	2000	2000	2000	1826	3.31	3.19	2.98	2.81	2.67	2.81	2.67
	8	2000	2000	2000	2000	2000	3	2.87	2.67	2.5	2.36	2.5	2.36
	10	2000	2000	2000	2000	2000	3	3.71	3.48	3.28	3.11	3.28	3.11
	12	2000	2000	2000	2000	2000	3.98	3.84	3.59	3.39	3.22	3.39	3.22

2.2. Trazo y corte de lámina.

Antes de colocar la primer losacero se debe revisar lo siguiente:

- Verificar si las conexiones de la estructura que soportarán a la losacero se encuentran totalmente instaladas.
- Se deberán de colocar vigas de apoyo en donde existan bordes libres como en elevadores, ductos de tuberías o en la periferia del edificio.
- En algunos casos el calculista indicará si es necesario o no colocar andamios debajo de la lámina para poder soportar el colado.

FOTO 17. Elementos de apoyo para lámina losacero.



Localizar el arranque para la primera lámina, esto se podrá saber al revisar los planos de laminación donde se ven las longitudes de cada uno de los ejes.

Se deberá de extender la lámina sobre la estructura, sujetándola temporalmente con algún elemento, para evitar movimientos al momento de fijarla. El trazo y alineación de la lámina se puede realizar con hilos como guía para así saber que tramo de la lámina sobra y trazarlo para cortarlo, los cortes de la lámina se realizan con un equipo de corte.

2.3.Fijación de lámina.

La lámina se fijará a la estructura de acero mediante tornillo autotaladrante, clavo disparado, puntos de soldadura en cada valle o con pernos autosoldables.

Dependiendo el tipo de estructura se podrá elegir cualquiera de las formas de fijar la lámina pero siempre considerando algunos criterios para el tipo de lámina.

- Para calibres 22 y 24 cuando se empleen puntos de soldadura para la fijación, se deberá de colocar arandela metálica calibre 16 como mínimo esto es para que quede más segura la fijación.
- En el traslape lateral de la losacero se deberá perforar con una punzonadora manual y amarrar con alambre recocado a cada 30 cm. (o coser con tornillo autotaladrante), para evitar que el extremo macho cambie de nivel en el centro del claro y se pueda escurrir el concreto durante el colado, provocando con esto una mala apariencia.

FOTO 18 . Tendido de lámina losacero.

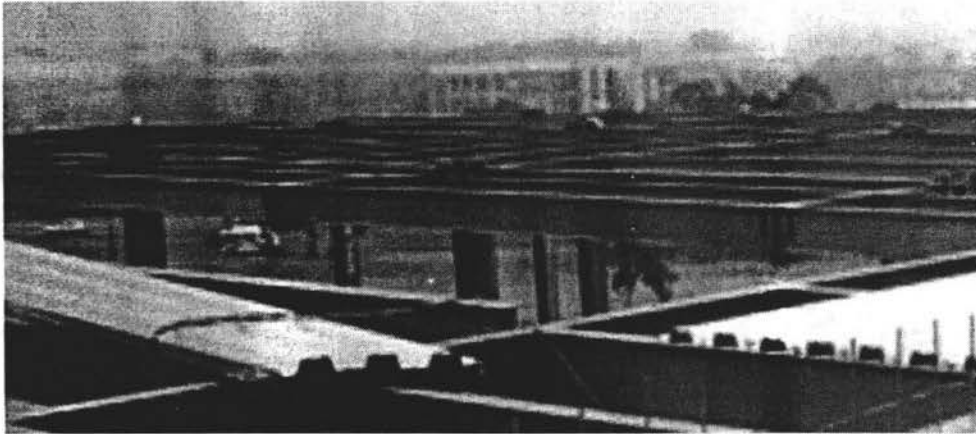
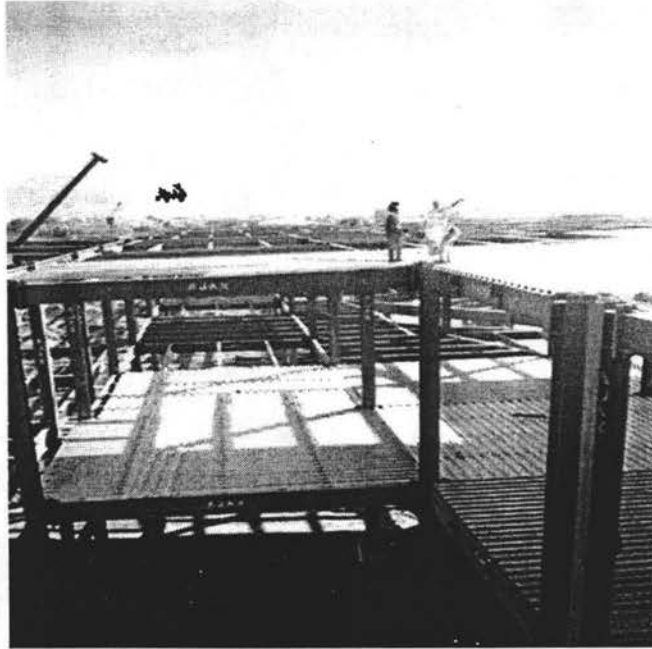


FOTO 19 Y 20. Colocación de lámina losacero y pernos.





3. COLOCACIÓN DE PERNOS.

3.1.Descripción de pernos.

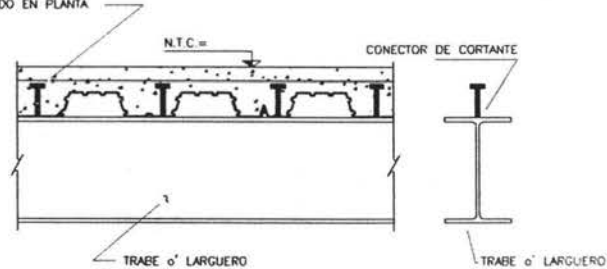
Por los avances inherentes, el uso de los pernos autosoldables Nelson se ha generalizado en diversas fijaciones usadas en edificios comerciales o industriales, en puentes, en estructuras para plantas eléctricas, en estructuras militares y en remodelaciones. Los pernos autosoldables Nelson literalmente anclan otros elementos a la pieza base a trabajar de la estructura. Este proceso fue diseñado para proporcionar la máxima resistencia, gracias a que los pernos son realmente más resistentes que la base de metal.

Los pernos autosoldables son un proceso de soldadura de arco eléctrico, utilizando el perno mismo como electrodo.

TABLA 14 Conectores de cortante.

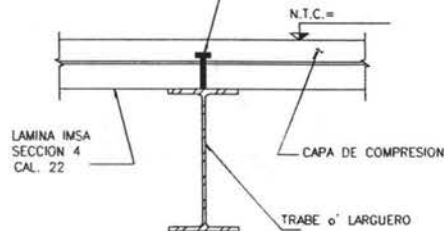
TABLA DE CONECTORES DE CORTANTE					
TIPO	DIMENSIONES (mm)		CAPACIDAD AL CORTANTE (EN TON.)		
	LONGITUD	DIÁMETRO	$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
o con cabeza	51 mm	13 mm	2.2 ton	2.3 ton	2.7 ton
o con cabeza	64 mm	16 mm	3.4 ton	3.6 ton	4.2 ton
o con cabeza	76 mm	19 mm	4.9 ton	5.2 ton	6.0 ton
o con cabeza	90 mm	22 mm	6.8 ton	7.1 ton	8.2 ton

(1) CONECTOR NELSON
AUTOSOLDABLE # 5/8"
● 300 o' ● VALLE, PERO
NO MENOS QUE EL NÚMERO
INDICADO EN PLANTA

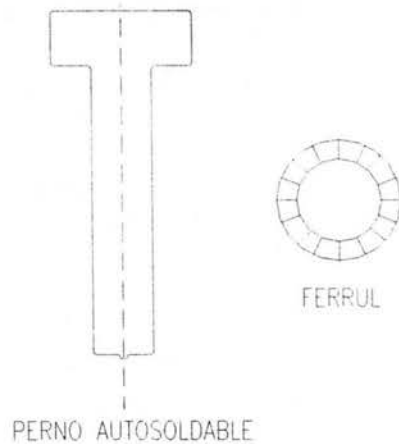


DETALLE COLOCACIÓN DE CONECTORES

(1) CONECTOR NELSON
AUTOSOLDABLE # 5/8"
● 300 o' ● VALLE, PERO
NO MENOS QUE EL NÚMERO
INDICADO EN TABLA 1.



DETALLE COLOCACIÓN DE CONECTORES

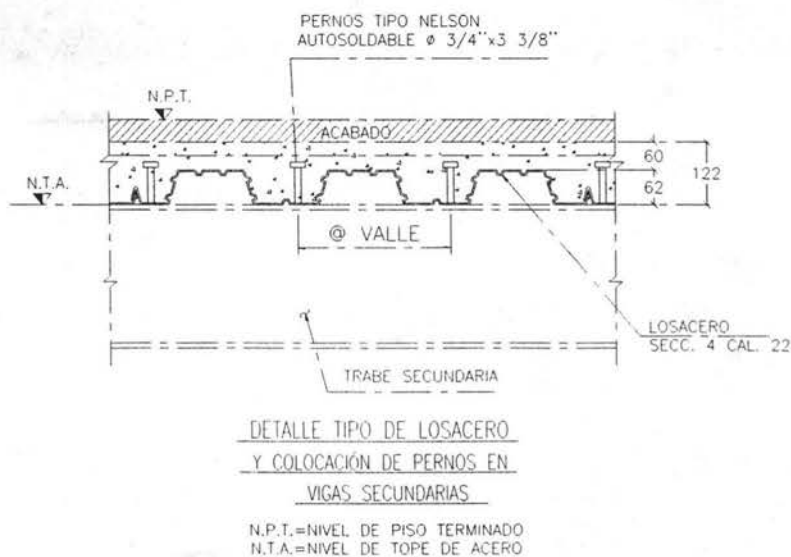


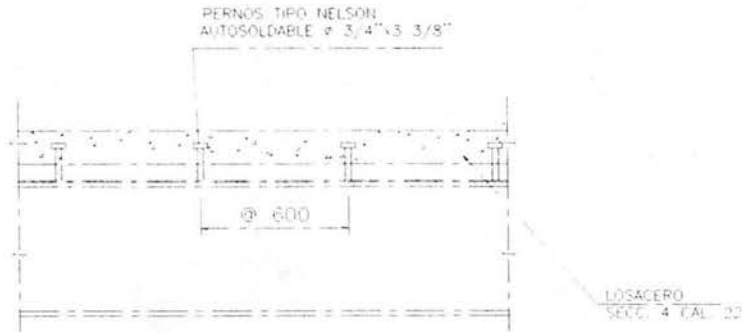
Los anclajes con cabeza para concreto Nelson, permiten una tensión axial específica que facilita la adherencia del concreto con el acero, mejorando enormemente la resistencia a la fuerza cortante.

3.2. Planos de localización de pernos.

Los planos de localización de pernos, por lo general la distribución ya esta indicada dentro de los planos de laminación, esto es debido a que se instalarán en forma alternada, puede ser que el colocador de lámina utilice el perno autosoldable para fijar la losacero con las traveses principales y secundarias de la obra.

En estos planos se encontrará la distribución de los pernos o la cantidad de pernos por trabe, esta información deberá estar clara en los planos.





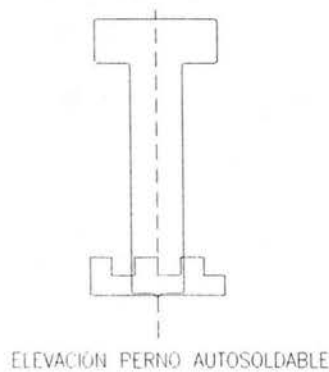
DETALLE DE COLOCACIÓN
DE PERNOS EN TRABES PRINCIPALES.

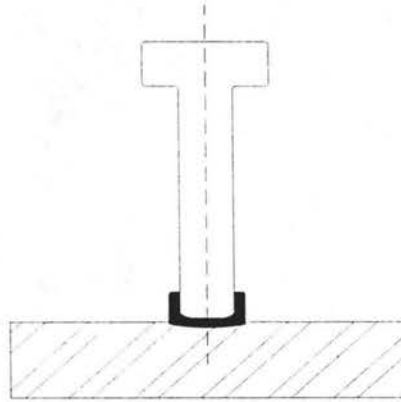
N.P.T.=NIVEL DE PISO TERMINADO
N.D.E.=NIVEL DE TOPE DE ACERO

3.3.Colocación de pernos.

Los pernos autosoldables son esencialmente un proceso de soldadura de arco eléctrico, utilizando el perno mismo como electrodo. El perno y el casquillo de cerámica (FERRUL) son colocados en el aplicador. La punta del perno es presionada contra la trabe o elemento a trabajar y el gatillo es accionado. El arco eléctrico formado entre el perno y la superficie de la pieza a trabajar, crea un charco de metal derretido que es confinado en el casquillo de cerámica, quedando el perno materialmente ahogado en el charco. El metal se solidifica en una milésima de segundo y el perno queda absolutamente soldado por su base, como se muestra en la figura.

FIGURA 41. Perno autosoldable.





PERNO AUTOSOLDABLE
FIJO SOBRE MATERIAL BASE

FOTO 21. Colocación de pernos.



TEMA V

“ PINTURA “

1. APLICACIÓN DE PINTURA.

Para saber si algún tipo de recubrimiento es adecuado para las características y utilización de cada una de las obras es recomendable verificar si los datos de las especificaciones cumplen con los requisitos para que la estructura no sufra daño, la industria manufacturera deberá de conocer todos y cada uno de los procesos que conllevan a obtener una buena protección y apariencia en las superficies en que son aplicadas.

Aspectos a considerar para recomendar o sugerir, si las especificaciones del proyecto así lo indican.

- La durabilidad de cualquier recubrimiento depende en gran medida de las condiciones y formas en que es mezclado, así como de otros factores tales como: Preparación de superficie, técnica de aplicación y espesor de película recomendado.
- La vida útil de un sistema y su resistencia al medio ambiente depende del tipo de acabado que se utilice.
- Si hay equipos pintados con recubrimientos envejecidos, pero en buen estado, se pueden recubrir con sistemas apropiados sin olvidar que no se presenten problemas de incompatibilidad.
- Muchos de los productos ofrecen economía en el corto plazo, pero a la larga resultan muy costosos. Cada alternativa de productos ofrece economías a corto, mediano y largo plazo, por lo que será importante evaluar que sistema es el que mejor satisface las necesidades requeridas.

1.1. Información técnica de productos.

Acero estructural.

Notas :

A) Exposición:

Ambiente corrosivo; está sujeto a acidez o alcalinidad, salino y húmedo.

Ambiente no corrosivo; está sujeto a ambientes húmedos, calor, sol y lluvia.

B) Tipo de sistema:

A = Alquidal.

E = Epóxico.

P = Poliuretano.

IZ = Inorgánico de zinc.

OZ = Orgánico de zinc.

H = Alta temperatura.

M = Marino antincrustante.

C) Preparación de superficie.

La preparación de la superficie se indica con respecto a las normas de la Society of Protective Coating.

SP-1 = Limpieza química o con solvente.

SP-2 = Preparación con herramienta manual.

SP-3 = Preparación con herramienta mecánica o neumática.

SP-5 = Preparación con chorro de abrasivo grado metal blanco.

SP-6 = Preparación con chorro de abrasivo grado metal comercial.

SP-7 = Preparación con chorro de abrasivo grado ráfaga.

SP-10 = Preparación con chorro de abrasivo grado metal con blanco.

D) Primario y acabado.

Verificar compatibilidad.

E) Espesor.

Espesor sugerido de película seca.

TABLA 15. Sistemas de recubrimientos primario.

Sistemas de recubrimientos primario.					
Exposición	Sistema	Tipo de sistema	Preparación de superficie	Primario	Espesor micras
Corrosiva	1	IZ-E-P	SP-10	347	3
	2	E-E-P	SP-6	25p	4
	3	OZ-E-P	SP-6	825-16019	3
	5	IZ-E-E	SP-10	347	3
	6	OZ-E-E	SP-6	825-16019	3
	7	E-E-E	SP-6	25p	4
	8	E-P	SP-6	25p	8
	10	OZ-P	SP-6	825-16019	5
	12	E	SP-2	-	-

Las claves para verificar el tipo de acabado se muestran como sigue:

- E = Excelente.
- MB = Muy bueno.
- B = Bueno.
- M = Malo.
- A = Alto

- SA = Satinado.
- MR = Muy rápido.
- R = Rápido.
- UN = Una noche más.
- S = Sí.

- N = No.
- NA = No aplicable.
- NR = No recomendado.
- C = Caleo.

TABLA 16. Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.

Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.				
Exposición	Enlace o intermedio	Espesor mls	Acabado	Espesor mls
Corrosiva	25P ó 823AE	5	326 ó 333	2
	25P ó 823AE	5	326 ó 333	2
	25P ó 823AE	5	326 ó 333	2
	25P ó 823AE	5	823EN	2
	25P ó 823AE	5	823EN	2
	823AE	5	823EN	2
	-	-	326 ó 333	2
	-	-	326 ó 333	2
	-	-	25P	10

TABLA 17. Sistemas de recubrimientos primario.

Sistemas de recubrimientos primario.					
Exposición	Sistema	Tipo de sistema	Preparación de superficie	Primario	Espesor mls
No corrosiva	14	E-P	SP-6	25P	2
	15	E-P	SP-2,3 Y 6	825	2
	18	E	SP-2	-	-
	19	E-E	SP-2	25P	2
	20	A-E	SP-2	373	3
	21	A-A	SP-2	373	3
	22	A-A	SP-2	67	3

TABLA 18. Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.

Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.				
Exposición	Enlace o intermedio	Espesor mls	Acabado	Espesor mls
No corrosiva	-	-	326 ó 333	2
	-	-	326 ó 333	2
	-	-	25P	6
	-	-	823EN	2
	-	-	823EN	2
	-	-	80	2
	-	-	80	2

* Alquidales.

Los productos alquidáticos son los más conocidos en el mercado y se les puede encontrar en una gran variedad; combinando con diferentes pigmentos, varias resinas alquidáticas y otros aditivos se pueden formular distintos tipos de productos alquidales que van desde: primarios, intermedios y acabados con una gran variedad de propiedades.

Duco 373

Es un primario alquidial, ideal para la protección de estructuras metálicas nuevas y en ambientes industriales no corrosivos.

Color	gris, blanco, rojo óxido y verde.	
Sólidos en volumen	42.26%.	
Espesor sugerido	5-6milesimas. húmedo, 2-2.5 milesimas.	
Seco.		
Temperatura máxima	65 grados centígrados.	
Tiempo secado	al tacto	1-2 horas.
	para cubrir	2 horas.
	para repintar	4 horas.
	seco	12 horas.
	curado total	24 horas.
Aspersión	20%.	
Preparación de superficie	Chorro de abrasivo grado comercial.	

* Altas temperaturas.

Los recubrimientos para altas temperaturas están elaborados para operar a temperaturas superiores a los 90 grados centígrados. Usualmente están formulados con resinas de silicón reactivas al calor, las cuales combinadas con otros aditivos constituyen productos resistentes para diferentes rangos de temperaturas. Generalmente los productos a base de resinas siliconadas, deben ser curados a temperaturas de 200 a 240 grados centígrados.

* Enlaces o intermedios.

Son productos de diferentes resinas, que los hace compatibles con una gran gama de recubrimientos, los enlaces o intermedios son aplicados

generalmente después de un primario y antes del acabado final. Son tres las razones por las que se aplica un enlace.

- 1) Tener un medio de compatibilidad entre el enlace y el acabado.
- 2) Engrosar el espesor del sistema.
- 3) Reforzar la adherencia entre capas.

*** Primarios y acabados epóxicos.**

Los recubrimientos epóxicos son usualmente productos catalizados de dos componentes, para ser utilizados como primarios, intermedios o acabados en ambientes agresivos por humedad, agentes químicos y solventes.

Corlar 823EN

Es un acabado epóxico de dos componentes, resistente a la humedad y a ambientes corrosivos severos. Puede aplicarse en interiores y exteriores proporcionando duradera protección en los ambientes más severos de acidez o alcalinidad.

Color	Varios colores.
Sólidos en volumen	47%.
Espesor sugerido	7milesimas. húmedo, 3 milesimas. Seco.
Temperatura máxima	93 grados centígrados.
Tiempo secado	al tacto 2 horas. para cubrir 4 horas. para repintar 2 horas. seco 16 horas. curado total 7 días.
Aspersión	15-20%.
Preparación de superficie	El primario debe de estar completamente curado y la superficie seca y libre de contaminantes.

*** Poliuretanos.**

Los recubrimientos de poliuretanos son productos de dos componentes que forman una película plástica de gran flexibilidad y alta resistencia a ambientes corrosivos. Estos recubrimientos son utilizados en áreas donde se requiere alta protección y excelente apariencia, con retención del brillo y color.

Imron 333

Esmalte de poliuretano de 2 componentes de excelentes propiedades protectoras. Acabado resistente a ambientes corrosivos severos, ya sean ácidos o alcalinos. Extremadamente durable con excelente brillo y retención del color. Tiene una alta resistencia a la abrasión y es muy flexible.

Color	Varios colores.
Sólidos en volumen	61.41%.
Espesor sugerido	3.5-5milesimas. húmedo, 2-3 milesimas.
Seco.	
Temperatura máxima	93 grados centígrados.
Tiempo secado	al tacto 2 horas. para cubrir no aplica. para repintar 4-8 horas. curado total 7 días.
Aspersión	1-3%.
Preparación de superficie	El primario debe de estar completamente curado y la superficie seca y libre de contaminantes.

*Recubrimientos ricos en zinc.

Los recubrimientos ricos en zinc, ofrecen dureza y protección galvánica a las superficies. En la actualidad existe una gran variedad de productos que contienen zinc, tanto orgánicos como inorgánicos.

1.2.Procedimientos de aplicación.

* Primario

Procedimiento de aplicación del primario Inorgánico de Zinc **INTERZINC 22** el cuál es un primario inorgánico de Silicato inorgánico rico en zinc, que proporciona protección anticorrosiva a la estructura metálica del proyecto.

1.- Preparación de la superficie:

Se prepara la superficie metálica por medio de chorro abrasivo a base de granalla de acero; antes del chorreo, el material será

desengrasado y se eliminarán todas las salpicaduras de soldadura, se procederá entonces a la aplicación del chorro de abrasivo por medio del cuál se eliminará toda la escama de laminación, oxido, y cualquier material incrustante o extraño sobre la superficie de aplicación, la superficie tratada con este método, debe tener un color gris claro, para proporcionar un perfil de anclaje de 2.5 a 3 milésimas para la aplicación del recubrimiento primario. La aplicación de este recubrimiento se realizará antes de que el medio ambiente ataque a la superficie de aplicación (se puede considerar que antes de 24 horas).

2.- Aplicación de la pintura:

El recubrimiento primario inorgánico que se suministra en 2 partes, un componente base de silicato de etilo (parte A) y un componente de polvo (parte B).

2.1.- Preparación de la mezcla:

La relación de la mezcla será la siguiente: 3.17 partes de polvo (parte B) por 1 de aglutinante líquido (parte A). El polvo se debe añadir lentamente al aglutinante líquido, mientras se agita con un mezclador mecánico, no es necesario adicionar ningún tipo de disolvente o adelgazador. Tampoco se deberá añadir el líquido al polvo para la preparación de la mezcla.

La mezcla perfectamente homogenizada se debe pasar por un tamiz (malla cerrada) antes de ser aplicada, y deberá agitarse constantemente en el recipiente durante el trabajo de aplicación.

2.2.- Aplicación:

El método de aplicación será por medio de pistola de aire convencional. Para lograr el espesor de película seca de 60 micras requeridas, se deberá aplicar solamente una mano de pintura, pasando la boquilla de la pistola a una distancia de 30 cm de la superficie del perfil, a una velocidad media, de tal forma que se logre una aplicación uniforme y continua.

2.3.- Tiempo de secado:

Este dependerá de la temperatura ambiental que se tenga al momento de la aplicación de la pintura. Considerando que en la Ciudad. De México oscila comúnmente entre 15 y 25 grados centígrados, se deberán considerar los siguientes tiempos:

Temperatura	Secado al tacto	Secado duro	Aplicación de capas
15 grados	20 minutos	90 minutos	mínimo 24-36 hrs.
25 grados	10 minutos	60 minutos	mínimo 16-24 hrs.

2.4.- Vida útil de la mezcla.

La vida útil de la mezcla se determinará también en función de la temperatura ambiental al momento de la aplicación.

Temperatura	Vida útil
15 grados	8 hrs.
25 grados	4 hrs.

No se deberá realizar la mezcla entre una jornada de trabajo y otra, por lo que se deberá preparar únicamente la mezcla que se considere será utilizada en una jornada de trabajo.

Se deberá evitar que el material permanezca en las mangueras, pistola ó equipo por periodos prolongados de tiempo.

Se recomienda lavar periódicamente el equipo de pulverización durante la jornada de trabajo, la limpieza dependerá de la cantidad de producto pulverizado, la temperatura y el tiempo transcurrido. Al término de la jornada de trabajo el equipo se deberá limpiar inmediatamente con disolvente.

* Acabado

Procedimiento de aplicación del recubrimiento epóxico **INTERGARD 475 HS** el cuál es un recubrimiento que se emplea para mejorar la protección de barrera de recubrimientos anticorrosivos aplicados sobre la estructura metálica.

1.- Preparación de la superficie:

Este recubrimiento se aplicará sobre los elementos que ya hayan sido tratados previamente con la aplicación del primario, esperando cuando menos un lapso de 24 horas. posteriores a la aplicación del primario.

2.- Aplicación de la pintura:

El producto es un recubrimiento epóxico que se suministra en 2 recipientes como una unidad, se debe mezclar una unidad en las proporciones suministradas.

2.1.- Preparación de la mezcla:

Primero agitar la base (parte A) con un mezclador mecánico, seguidamente combinar todo el contenido de agente curante (parte B) con la base (parte A) y mezclar completamente con un mezclador mecánico. En caso de ser necesario, se podrá adicionar disolvente GTA415 en no más del 5% del volumen de la mezcla.

La relación de la mezcla será la siguiente: 3 partes de agente curante (parte B) por 1 parte de base (parte A).

2.2.- Tiempo de secado:

El método de aplicación será a base de pistola de aire convencional. Para lograr el espesor de película seca de 100 micras requeridas, se deberán realizar 2 manos de esta pintura, procurando que la primera mano sea de izquierda a derecha y la segunda mano de arriba hacia abajo, pasando la boquilla de la pistola a una distancia aproximada de 30 cm de la superficie del perfil, a una velocidad media, de tal forma que se logre una aplicación uniforme y continua.

2.3.- Tiempo de secado:

Este dependerá de la temperatura ambiental que se tenga al momento de la aplicación de la pintura. Considerando que en la Cd. De México esta oscila comúnmente entre los 15 y 25 grados centígrados, se deberán considerar los siguientes tiempos:

Temperatura	Secado al tacto	Secado duro
15 grados	75 minutos	10 horas
25 grados	60 minutos	5 horas

2.4.- Vida útil de la mezcla.

La vida útil de la mezcla se determinará también en función de la temperatura ambiental al momento de la aplicación.

Temperatura	Vida útil
15 grados	60 minutos.
25 grados	60 minutos.

No se deberá realizar la mezcla entre una jornada de trabajo y otra, por lo que se deberá preparar únicamente la mezcla que se considere será utilizada en una jornada de trabajo.

Se deberá evitar que el material permanezca en las mangueras, pistola ó equipo por periodos prolongados de tiempo.

Se recomienda lavar periódicamente el equipo de pulverización durante la jornada de trabajo, la limpieza dependerá de la cantidad de producto pulverizado, la temperatura y el tiempo transcurrido. Al término de la jornada de trabajo el equipo se deberá limpiar inmediatamente con disolvente.

1.3.Especificación de pintura conforme a proyecto.

Información técnica del producto (**PRIMARIO**).

Nombre	Primario estructural.
Código	373-16902 373-16903
Descripción	Primario alquidal.
Brillo	Semimate.
Color	Café rojizo-gris.
Espesor película seca recomendada	10-15milesimas
Cubrimiento teórico	11 m2/l
Sólidos en peso	40-44%.
Sólidos en volumen	28-31%.
Peso por litro	1.021- 1.061 kg/l

Viscosidad	Copa parlin 15:10-20 seg.
Reductor	T-3810, T-3819.
% de reducción	Brocha 10 % T-3819. Pistola 20% T-3810.
Tiempo de secado	Al tacto 1-2 horas. Duro 12 horas.
Resistencia	Muy buena resistencia a la corrosión y humedad.
Aplicación	Con brocha y aspersion Presión de pistola 20-25lb No. de manos 2 a 3 manos. Tiempo entre manos 2 horas.

Información técnica del producto (**PRIMARIO DE ENLACE**).

Nombre	Primario de enlace.
Código	818
Descripción	Enlace epóxico.
Brillo	Semimate.
Color	blanco.
Espesor película seca recomendada	5milesimas.
Cubrimiento teórico	8.33 m ² /l
Sólidos en peso	40-44%.
Sólidos en volumen	28-31%.
Peso por litro	1.017- 1.053 kg/l
Reductor	T-94318.
% de reducción	Brocha 12 %. Pistola 18%.
Tiempo de secado	Al tacto 1-5 horas. Duro 16 horas.
Resistencia	Muy buena resistencia a la corrosión y humedad.
Aplicación	Con brocha y aspersion Presión de pistola 20-25lb No. de manos 2 a 3 manos. Tiempo entre manos 2 horas.

Información técnica del producto (**ACABADO**).

Nombre Acabado.

Código	823EN
Descripción	Acabado epóxico catalizado.
Brillo	Semimate.
Color	Varios.
Espesor película seca recomendada	7mils.
Cubrimiento teórico	18.5 m ² /l
Sólidos en peso	40-44%.
Sólidos en volumen	28-31%.
Peso por litro	1.017- 1.053 kg/l
Reductor	T-3871.
% de reducción	Brocha 10 %. Pistola 15%.
Tiempo de secado	Al tacto 2 horas. Duro 16 horas.
Resistencia	Muy buena resistencia a la corrosión y humedad.
Aplicación	Con brocha y aspersion Presión de pistola 20-25lb No. de manos 2 a 3 manos. Tiempo entre manos 2 horas.

2. ASEGURAMIENTO DE APLICACIÓN DE PINTURA.

La manera en que una superficie es preparada, es esencial para el buen funcionamiento de un sistema de recubrimientos, la superficie metálica y el sistema de recubrimientos, deben formar una sola unidad para asegurar su resultado.

Una cuidadosa preparación de superficies antes y durante la aplicación de un sistema protector, permitirá obtener una mejor protección del substrato que al final se traducirá en una reducción de costos de mantenimiento.

Para seleccionar el método más adecuado de preparación de superficies, así como evaluar las condiciones y operación existentes, deberán ser considerados otros factores como:

- 1.- Seguridad.
- 2.- Accesibilidad.
- 3.- Protección de maquinaria y equipo.
- 4.- Variables del medio ambiente.
- 5.- Costos.

Las pruebas que se realizan en obra son las pruebas de espesor que será medido en micras y se le realizan tanto al primario como al acabado, aunque el primario ya esté aplicado desde la planta manufacturera de estructura de acero. Y la otra prueba que se le deberá de realizar es la de la adherencia la que se le aplica a las dos aplicaciones de pintura.

Algunos proyectos requieren de ciertas características especiales de sus recubrimientos por lo que ya serán otras pruebas a realizarse y éstas las deberán de realizar laboratorios dedicados a la supervisión más específica de cada producto en especial.

2.1.Pruebas de aplicación en obra.

Existen actualmente en el mercado un sinnúmero de equipos que ayudan a efectuar una buena inspección de los sistemas de recubrimientos que van desde la preparación hasta la aplicación.

Estándares visuales.

Son placas metálicas, preparadas con diferentes grados de limpieza. El grado de limpieza es determinado, mediante una comparación visual de los estándares y el metal tratado.

Psicrómetro.

Es un instrumento que mide el perfil de anclaje que un abrasivo es capaz de hacer en el sustrato.

Termómetro de superficie.

Constituye una herramienta útil para conocer las temperaturas del sustrato y asegurarse de que la pintura sea aplicada dentro del rango de temperatura permisible.

Manómetro hipodérmico

Consiste en un manómetro con una aguja hipodérmica acoplada, el cual es muy útil para medir la presión en la salida del chorro de abrasivo, así como en la salida de aire y pintura cuando se aplican materiales por aspersión.

2.2.Pruebas de espesor a primario y acabado.

Medidor de película húmeda

Es un instrumento que permite obtener lectura del espesor de película húmeda durante la aplicación. Es un método muy usado ya que constituye una herramienta no destructiva para medir el espesor que tendrá la película una vez seca y curada.

2.3.Pruebas de adherencia a primario y acabado.

Procedimiento para la realización de las pruebas:

1.- Efectuar dos cortes paralelos distantes entre si de 0.5 a 1.0 cm y una longitud aproximada de 10 cm; con la navaja tratar de desprender el área del recubrimiento comprendida entre los cortes y la capa del acabado no debe desprenderse del primario si presenta buena adherencia en caso contrario el sistema debe rechazarse.

2.- En los sistemas que tengan inorgánicos como primario debe considerarse la naturaleza de los recubrimientos inorgánicos de zinc al efectuar la prueba con peine de ranuras o con navaja.

3.- Después de efectuar el corte en reja y aplicar la cinta adhesiva, al desprender ésta y observar remoción del sistema si el desprendimiento es entre capas del primario. La prueba demuestra buena adhesión al sistema; la falla se reporta como tal cuando la pérdida de adhesión es entre capas primario-acabado o substrato metálico-sistema (primario-acabado).

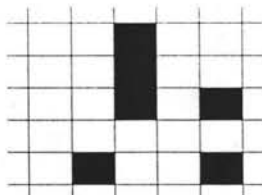
4.- El recubrimiento de inorgánico de zinc no debe presentar fácil remoción de polvo en la superficie; tampoco debe removerse el polvo de la superficie recubierta al rayarla con una herramienta metálica (cincel o moneda).

5.- Dada la naturaleza de este tipo de recubrimientos, la prueba de adhesión se efectuará hasta que el equipo protegido entre en operación y por efecto de la temperatura de proceso generada cure totalmente el recubrimiento.

Clasificación del grado de adherencia.

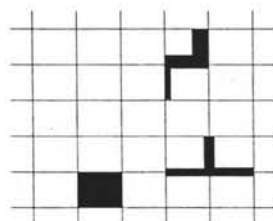
Grado E

La pintura se desprende en los bordes de los cortes en franjas amplias y total o parcialmente en un solo fragmento. Superficie desprendida aproximadamente 65% o más del área total.



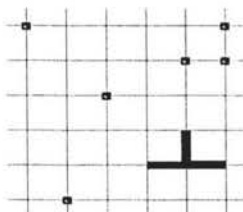
Grado D

La pintura se desprende total ó parcialmente en los bordes de los cortes en franjas amplias y total ó parcialmente en un solo fragmento. Superficie desprendida aproximadamente 35% del área total.



Grado C

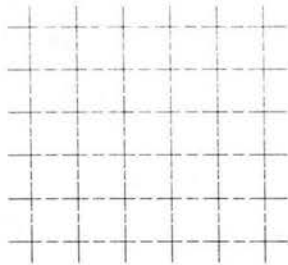
La pintura se desprende en los bordes de los cortes en franjas amplias y en los puntos de intersección de las líneas del enrejado. Superficie desprendida aproximadamente 15% del área total.



Grado B

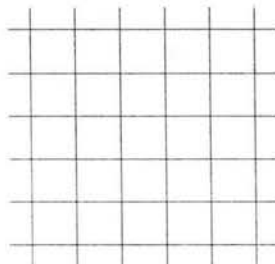
La pintura se desprende en pequeños fragmentos en los puntos de intersección de las líneas del enrejado.

Superficie desprendida aproximadamente 5% del área total.



Grado A

La pintura no se desprende. Los bordes del corte permanecen intactos.



TEMA VI

“ MONTAJE DE LA OBRA CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL “

PROYECTO SELECCIONADO:

Para elegir el proyecto con el cual se realizará el proceso de montaje y supervisión de una estructura metálica se deberá de considerar que éste estaba primeramente proyectado en concreto y debido a retrasos de obra y capital se cambió a estructura de acero.

Por lo que es este aspecto el que lo hace más interesante de explicar y explorar todos y cada uno de sus procedimientos de montaje.

Otro aspecto a considerar es que toda la estructura en obra será completamente atornillada por lo que tanto en tiempo como en aseguramiento de calidad que hay que tener se reduce básicamente a lograr un correcto apriete de los tornillos.

En cuanto a la calidad de los materiales, cabe mencionar que tanto los perfiles como las placas y tornillos vienen con su certificado de calidad. Solamente los procesos de soldadura, que en gran medida son únicamente realizados en el taller, son sujetos a pruebas de calidad como la de líquidos penetrantes, ultrasonido y radiografías. Como estos procesos son realizados en el taller bajo buenas condiciones de trabajo las posibles deficiencias en la soldadura son mínimas.

OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL
UBICACIÓN: Blvd. LUIS DONALDO COLOSIO S/N ESQ
CARRETERA MÉXICO , PACHUCA, HGO.
PROYECTISTA: PÉREZ SHEMARÍA ARQUITECTOS
CALCULISTA: ENRIQUE MARTÍNEZ ROMERO SA DE CV
FABRICANTE: MANUFACTURAS METÁLICAS AJAX S.A. DE C.V.
MONTADOR: MANUFACTURAS METÁLICAS AJAX S.A. DE C.V.
SUPERVISIÓN: PEREZ SHEMARIA ARQUITECTOS

FOTO 22. Proyecto plaza galerías ubicado en Pachuca Hidalgo.



I. CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL

Área total estructurada:	34,352.73 M2
Toneladas de estructura metálica:	2,083 ton
Tiempo de montaje:	75 días.
No. De niveles:	2
No. De columnas	302 pzas
Altura de entresijos:	6.05 m + 6.16 m
Claros tipo:	9.00 m x 8.00 m
Claros máximos:	14.9 m
Carga muerta:	480 kg/m ² entresijo, 380 kg/m ² azotea + equipos.
Carga viva:	350 kg/m ² entresijo, 100 kg/m ² azotea.
Carga viva reducida:	315 kg/m ² entresijo, 70 kg/m ² azotea.
Coefficiente sísmico:	0.14
Factor de ductilidad:	Q=2 (3) por ser irregular Q'=1.6.

Estructuración:	Marcos rígidos en ambos sentidos, sin contraventear:
Columnas y Trabes:	Tipo W.
Grado de acero:	Columnas y trabes ASTM A-572 gr 50 Conexiones ASTM A-36
Tornillos:	ASTM A-325

Especificaciones

Diseño:	IMCA, AISC ASD, Manual de la comisión CFE, RCDF, Normas Técnicas Complementarias para estructuras Metálicas, ACI.
Fabricación y montaje:	IMCA, Nom H-172-1992, AISC, AWS.
Supervisión:	IMCA, Nom H-172-1992, AISC, AWS.
Sistema de losa:	Losacero calibre 22 con 6 cm de capa de compresión.

MONTAJE DE ESTRUCTURA

Las labores de montaje de una estructura metálica, comienzan antes de que las piezas estén terminadas de fabricar. Lo primero que hay que realizar es una verificación del trazo de ejes en obra por un topógrafo con experiencia (y de preferencia que use equipo láser). Lo anterior es de suma importancia si la estructura por montar tiene conexiones atornilladas, ya que la holgura que generalmente se tiene para este tipo de estructuras es de 1 o 2 mm. En caso de que existan diferencias entre el trazo de ejes en obra con el señalado en los planos, deberá corregirse el modelo tridimensional para la elaboración de planos de taller y así evitar ajustes posteriores en las piezas.

El fabricante de la estructura metálica debe de proporcionar al constructor el plano de ubicación de anclas y placas base. Así mismo el fabricante deberá proporcionar las plantillas para la correcta ubicación de las anclas con respecto a los ejes. Una vez realizado el colado de los dados, el topógrafo deberá verificar si la posición de las anclas es la correcta. En caso de variaciones, se deberá notificar al detallista para hacer las correcciones respectivas en el modelo tridimensional, o en el taller en caso de que ya se encuentren fabricando las piezas.

Antes de comenzar el traslado de las piezas metálicas del taller hacia la obra para comenzar el montaje de las mismas, es necesario realizar un estudio del procedimiento de montaje. Para esto se deberán determinar los siguientes puntos:

- a) Zona de descarga del material en la obra
- b) Zona de almacenaje de material en la obra
- c) Tipo y cantidad de grúas a utilizar (capacidad y alcance)
- d) Zonas de la estructura con preferencia para su terminación.

Una vez realizado este estudio se podrá elaborar el programa de montaje.

Se deberá cuidar también, de manera muy importante, el aspecto de la seguridad en la obra. Se tendrá cuidado en que el personal porte su equipo de seguridad (casco, guantes, lentes protectores y arneses). Habrá que ubicar las zonas peligrosas como zonas aledañas a líneas de alta tensión o a transformadores para evitar accidentes.



FOTO 23. Montaje de estructura plaza real en Pachuca con grúa

Al llegar el material (de acuerdo al programa de montaje), se procederá al montaje de la estructura comenzando por las columnas que se colocan a plomo. Es importante conectar las traveses principales a las columnas lo antes posible para darles arriostramiento lateral. Posteriormente se colocarán los largueros y encima de ellos la lámina con sus conectores. Montar una estructura metálica con conexiones atornilladas es relativamente sencillo si los planos de taller fueron bien hechos. De aquí la importancia del uso de los programas en tres dimensiones para la elaboración de planos de fabricación y montaje.

En la obra, cuando se tiene una estructura atornillada, el control de calidad que hay que tener se reduce básicamente a lograr un correcto apriete de los tornillos. La verificación del apriete se logra con el uso de un dispositivo llamado torquímetro.

1. PLANOS DE MONTAJE Y TORNILLERÍA.

Para realizar una buena planeación y organización de montaje es necesario tener planos de montaje y planos de tornillería.

Más aun cuando se tiene un compromiso de entrega muy corto, por lo que será necesario ubicar perfectamente a las cuadrillas para trabajar en conjunto y terminar en el plazo estimado.

Los planos anexos corresponden al proyecto completo para la obra denominada Plaza Real ubicada en Pachuca, Hidalgo.

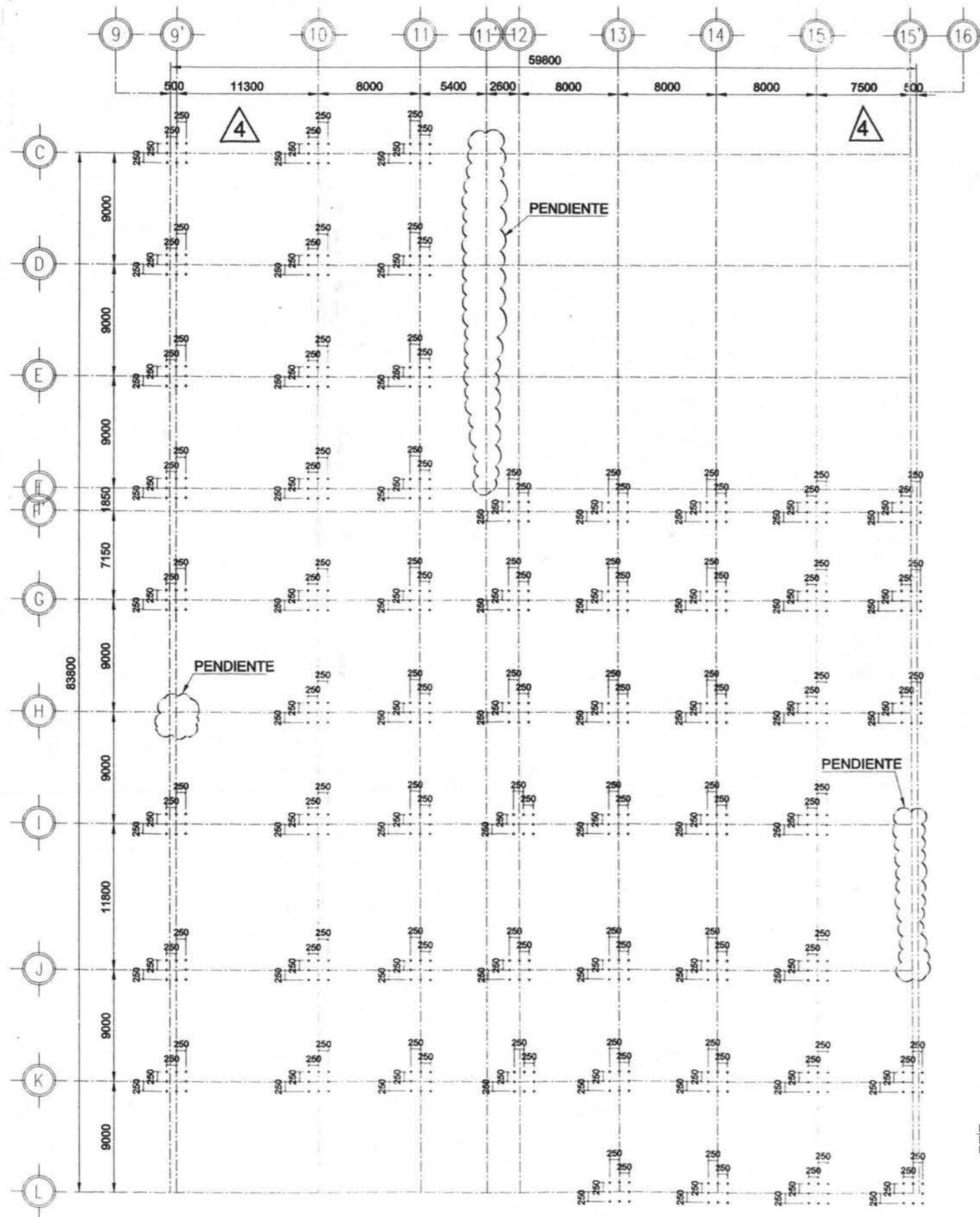
Debido a la magnitud y tiempo de terminación de la obra, fue necesario seccionar el montaje en 5 etapas para que así se pudieran atacar todos los frentes en un mismo momento, si esto fuera necesario.

La primera sección de planos corresponde a los planos de localización de anclajes de cada una de las etapas de montaje, indicándose en cada uno de ellos los tipos de anclas y plantillas a utilizar en cada eje.

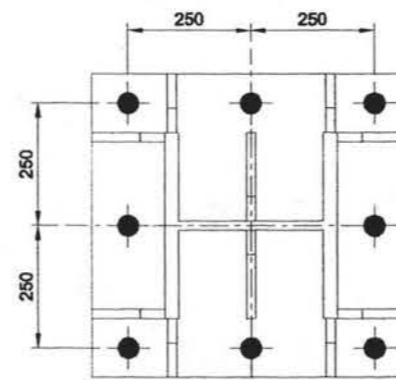
La segunda sección de planos corresponde a los planos de montaje de toda la obra con sus respectivas marcas y orientación de montaje de cada una de las piezas.

La tercera sección de planos corresponde a los planos de tornillería indicando diámetro, longitud y cantidad de tornillos a utilizar en cada una de las conexiones.

Planos de localización de anclajes, montaje y tornillería

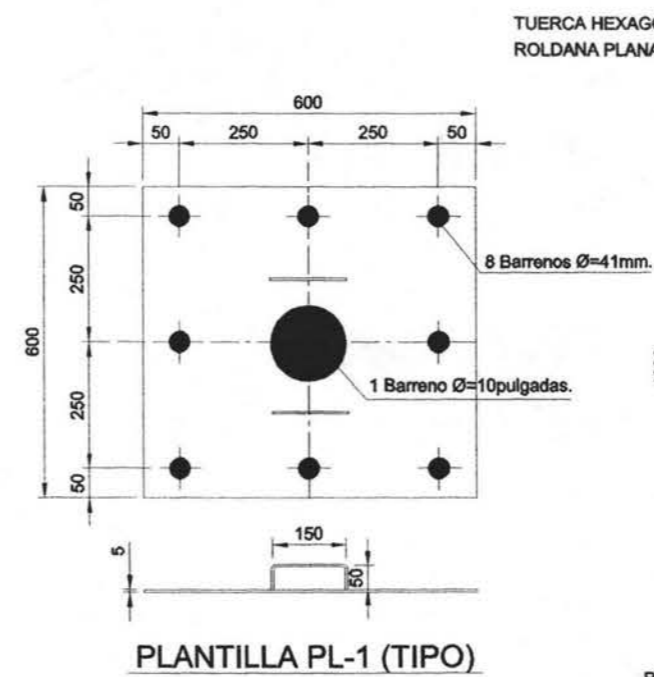


PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES



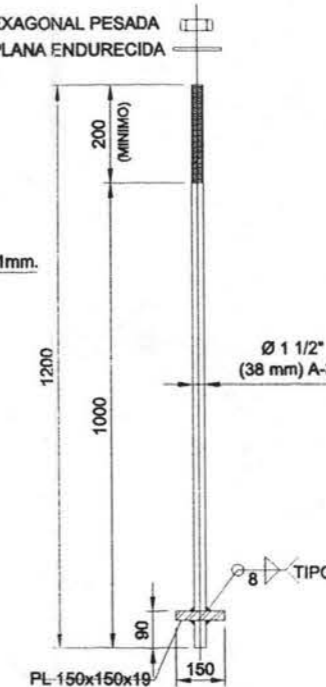
PLACA BASE PB-1 (TIPO)

PB-1
PL-1
8 Anclas AN-1
12 Tuercas $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ "
N.T.C. - 0.110
N.D.E. - 0.060
N.P.T. + 0.150

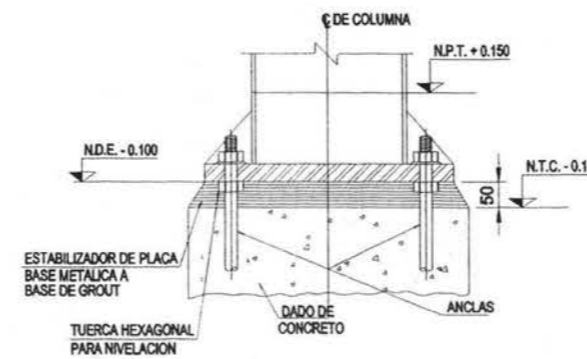


PLANTILLA PL-1 (TIPO)

TUERCA HEXAGONAL PESADA
ROLDANA PLANA ENDURECIDA



ANCLA AN-1
(TIPO)



DESPLANTE DE COLUMNA (TIPO)

- NOTAS:**
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, $F_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGIRAN LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
4	12-09-2002	SE MODIFICA COLOCACION DE ANCLAJES	JSZ	EGV
3	11-09-2002	REVISION GENERAL	JSZ	EGV
2	06-09-2002	CAMBIA ORIENTACION DE ANCLAJES	JSZ	EGV
1	06-09-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 77 No. 33 PRINC. BUENA VISTA
STA. CLARA, EDO. DE MEX.
TELS. 569-6244 569-6083 568-6734
E-MAIL: ajax@infocast.net.mx

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO

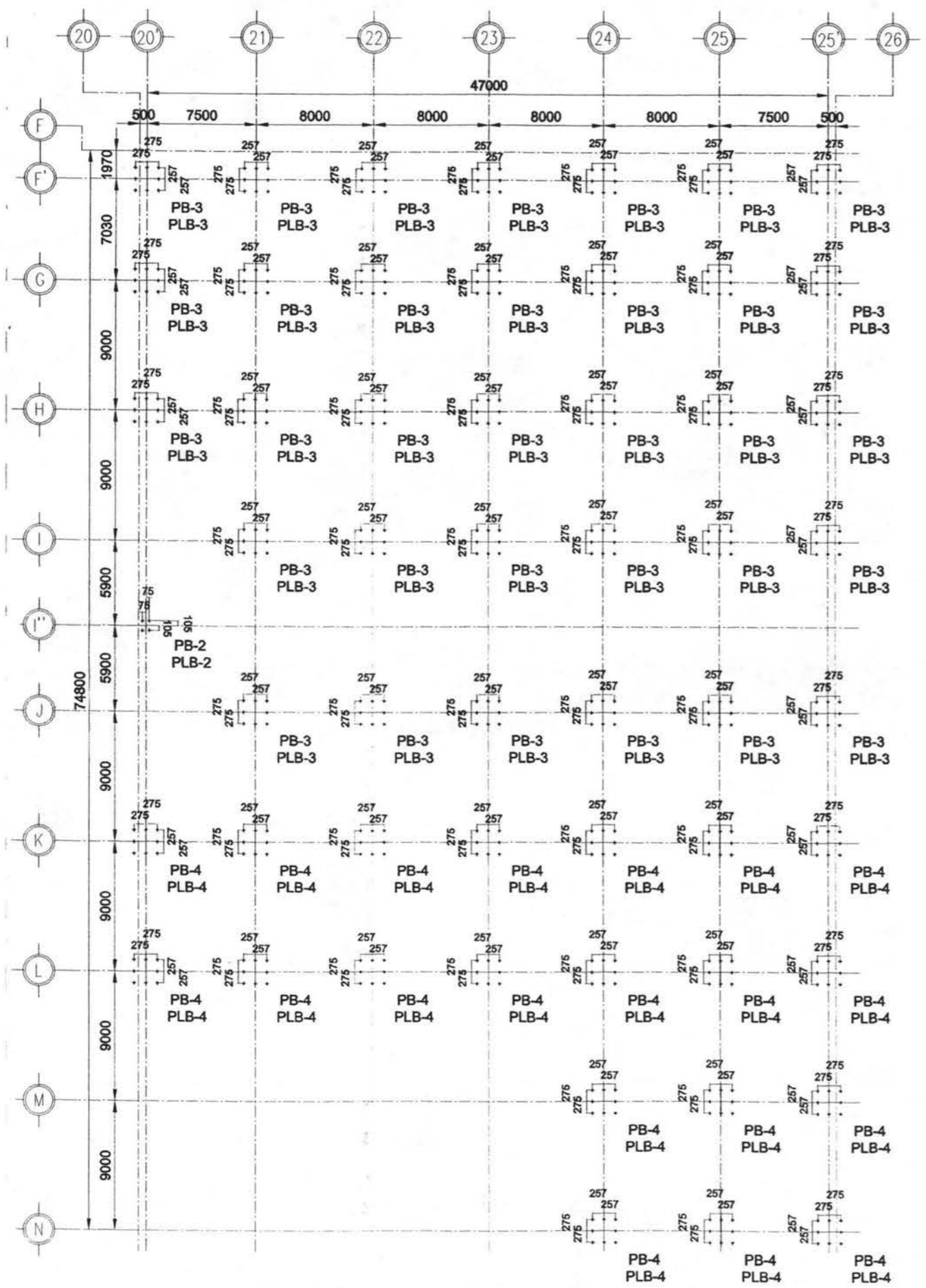
OBRA: CENTRO COMERCIAL
PLAZA REAL ZONA 1

UBICACION: Camino Real de La Plata
Pachuca, Hidalgo

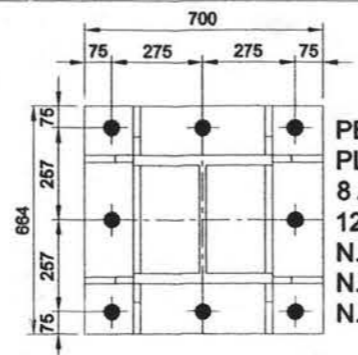
PLANO: PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES

ESCALA: 1 : 400	CLAVE: 1521-AN-01
ACOTACION: mm	
FECHA: 06-09-2002	
COODIFICACION: 1521-AN-01.dwg	

O.T.: 1521	CALCULO: ING. E.G.V.
DIBUJO: ING. E.A.G.	REVISO: ING. JSZ

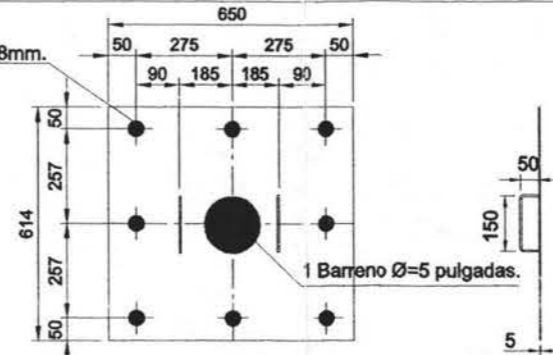


PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES

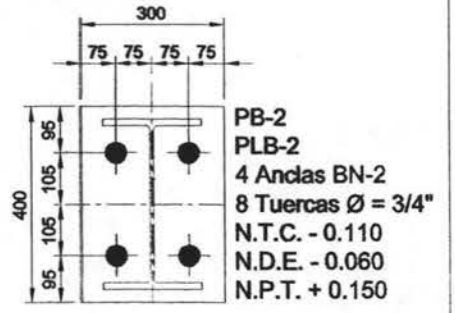


PLACA BASE PB-3 (TIPO)

PB-3
PLB-3
8 Anclas BN-3
12 Tuercas Ø = 1"
N.T.C. - 0.110
N.D.E. - 0.060
N.P.T. + 0.150

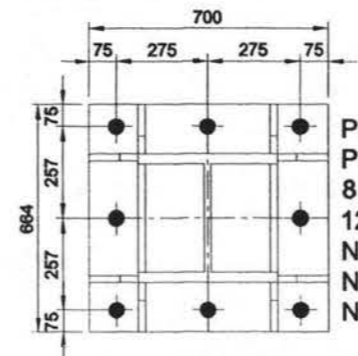


PLANTILLA PLB-3 (TIPO)



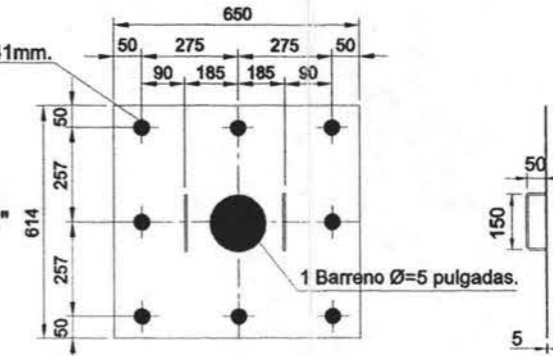
PLACA BASE PB-2 (TIPO)

PB-2
PLB-2
4 Anclas BN-2
8 Tuercas Ø = 3/4"
N.T.C. - 0.110
N.D.E. - 0.060
N.P.T. + 0.150



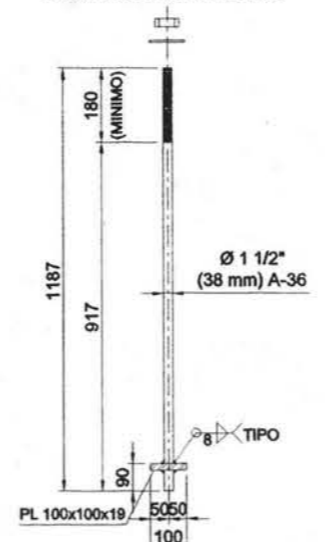
PLACA BASE PB-4 (TIPO)

PB-4
PLB-4
8 Anclas BN-4
12 Tuercas Ø = 1 1/2"
N.T.C. - 0.110
N.D.E. - 0.060
N.P.T. + 0.150



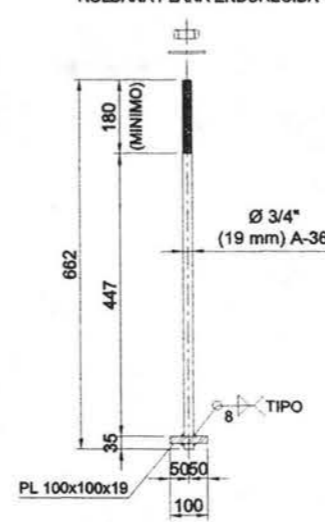
PLANTILLA PLB-4 (TIPO)

TUERCA HEXAGONAL PESADA
ROLDANA PLANA ENDURECIDA



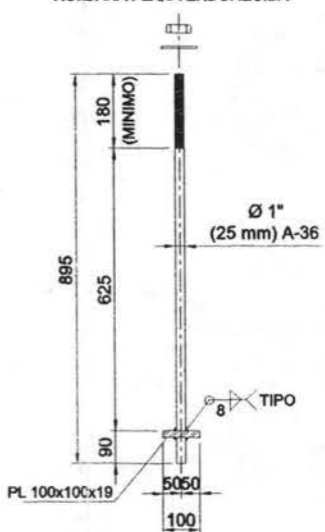
ANCLA BN-4 (TIPO)

TUERCA HEXAGONAL PESADA
ROLDANA PLANA ENDURECIDA

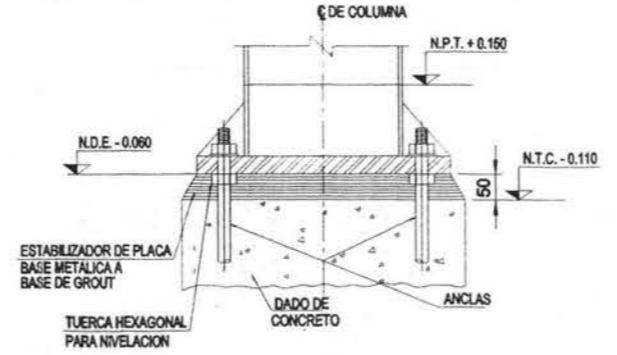


ANCLA BN-2 (TIPO)

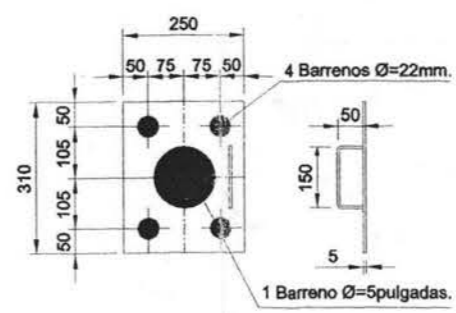
TUERCA HEXAGONAL PESADA
ROLDANA PLANA ENDURECIDA



ANCLA BN-3 (TIPO)



DESPLANTE DE COLUMNA (TIPO)



PLANTILLA PLB-2 (TIPO)

- NOTAS:**
- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - NIVELES EN METROS
 - LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 Fy=2530 Kg/cm²
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLB. PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, Fy=3315 Kg/cm²
 - LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIVA.
 - PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGISTRAR LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	02-10-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE TOLUCA 2000, PACHUCA, HIDALGO, MEX.
TEL: 565-6244 / 565-6263 / 565-6734
E-MAIL: mjm@metalnet.mx

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO

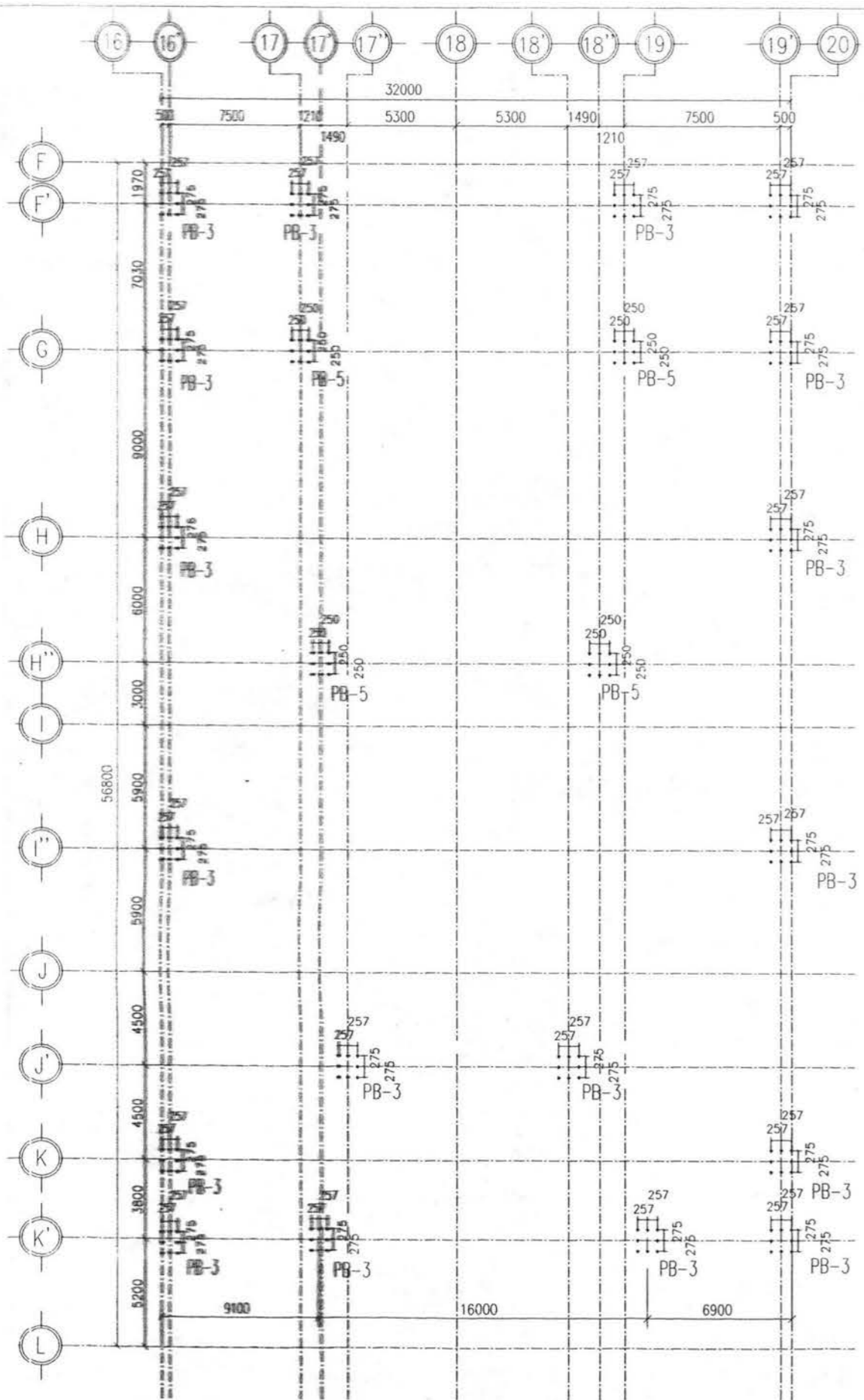
OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA II

UBICACION: Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

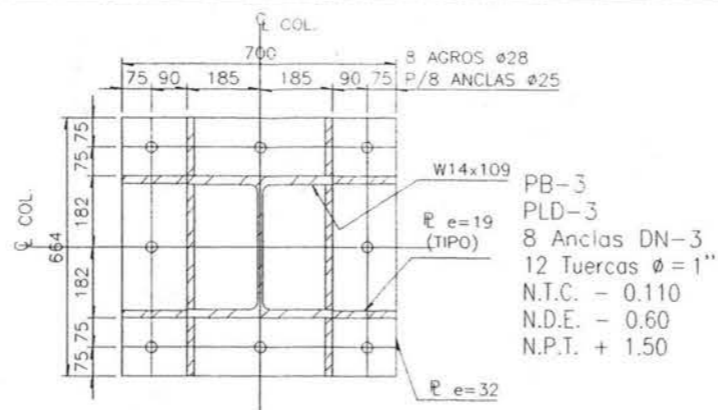
PLANO: PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES

ESCALA: 1 : 350	CLAVE: 1521-BN-01
ACOTACION: mm	
FECHA: OCTUBRE-2002	
COODIFICACION: 1521-BN-01.dwg	

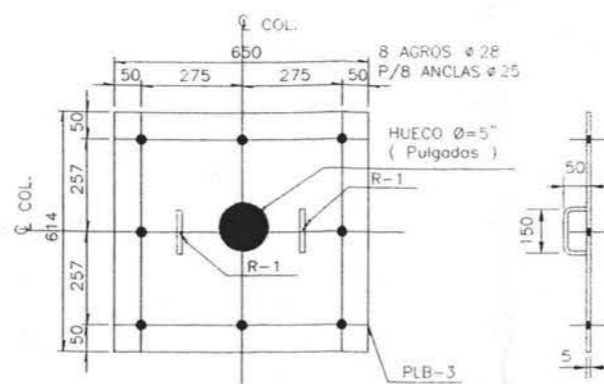
OT.: 1521	CALCULO: ING. E.G.V.
DIBUJO: ING. E.A.G.	REVISO: ING. JSZ



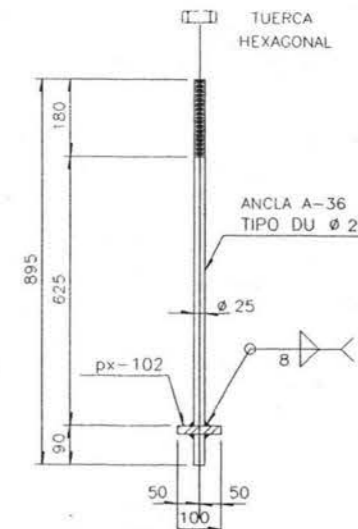
PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES



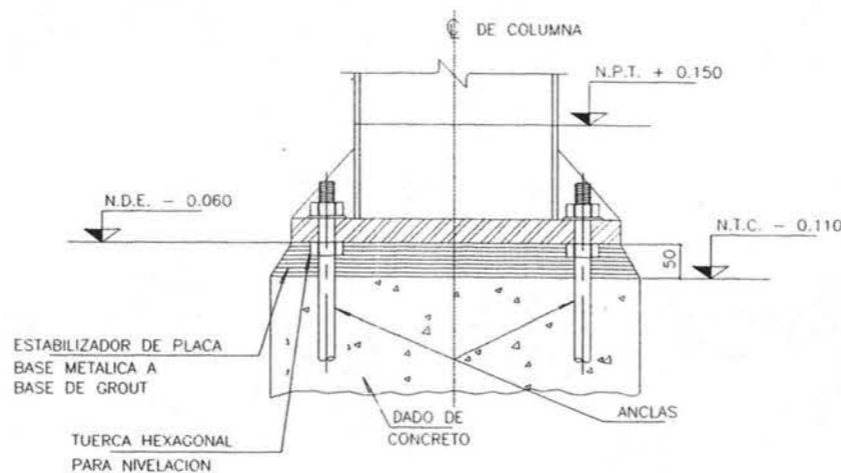
PLACA BASE PB-3



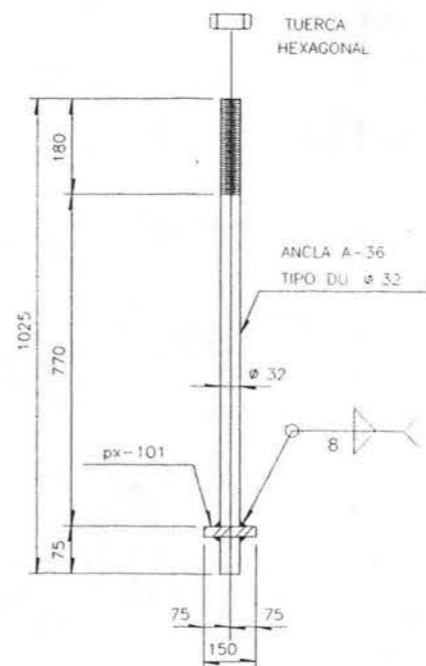
PLANTILLA PLD-3



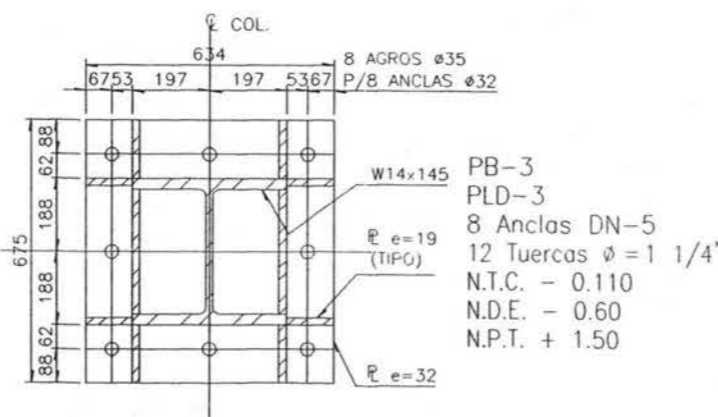
ANCLA DN-3



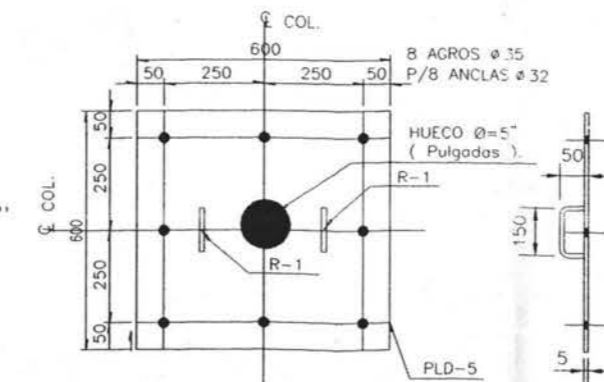
DESPLANTE DE COLUMNA (TIPO)



ANCLA DN-5



PLACA BASE PB-5



PLANTILLA PLD-5

- NOTAS :
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS RIDEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y BOLD. PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, $F_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL INCA ULTIMA EDICION
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGIRAN LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y ASC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	11-10-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7th 800000, PUNTA CANALES
 STA. CLARA, EDO. DE MICH.
 TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
 E-MAIL: mjm@prodnet.net

AJAX S.A.

CLIENTE : CARLOS DICHY CHAYO

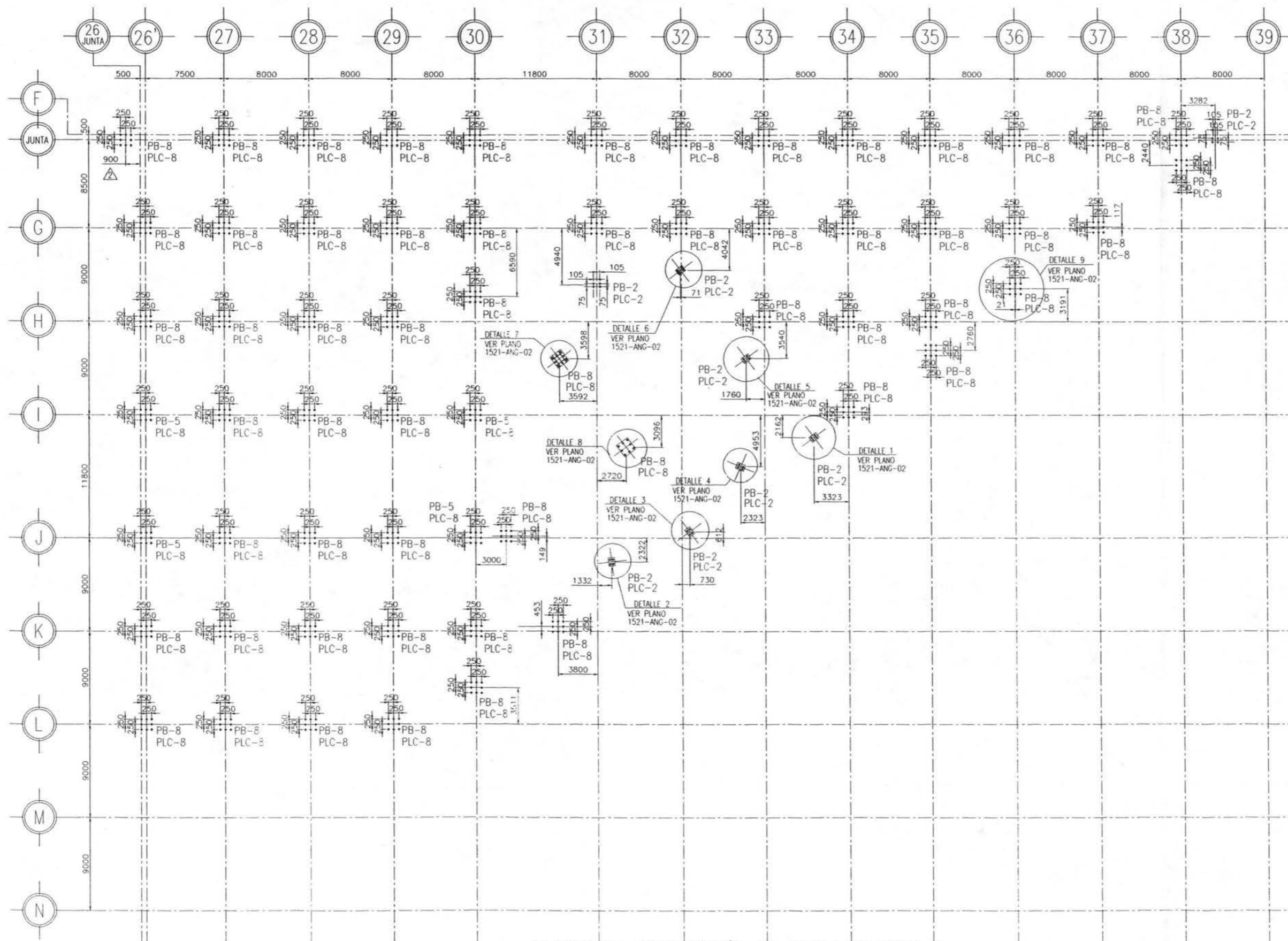
OBRA : CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA 3

UBICACION : Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO : PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES

ESCALA : 1 : 400	CLAVE : 1521-DN-01
ACOTACION : mm	
FECHA : 10-10-2002	
COORDINACION : 1521-DN-01.dwg	

O.T. : 1521	CALCULO : ING. E.G.V.
DIBUJO : G.C.A.	REVISO : ING. JSZ



PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ANCLAJES ZONA 4

- NOTAS :**
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, $F_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL INCA ULTIMA EDICION.
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGISTRAR LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISI.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR
1	12-11-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	IDS	EGV
2	15-11-2002	SE MODIFICA COTA	IDS	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. BUENOS AIRES
 STA. CLARA, EDO. DE MEX.
 TELS. 559-8244 559-8200 559-8274
 E-MAIL: ajax@infocad.net.mx

AJAX S.A.

CLIENTE : CARLOS DICHY CHAYO

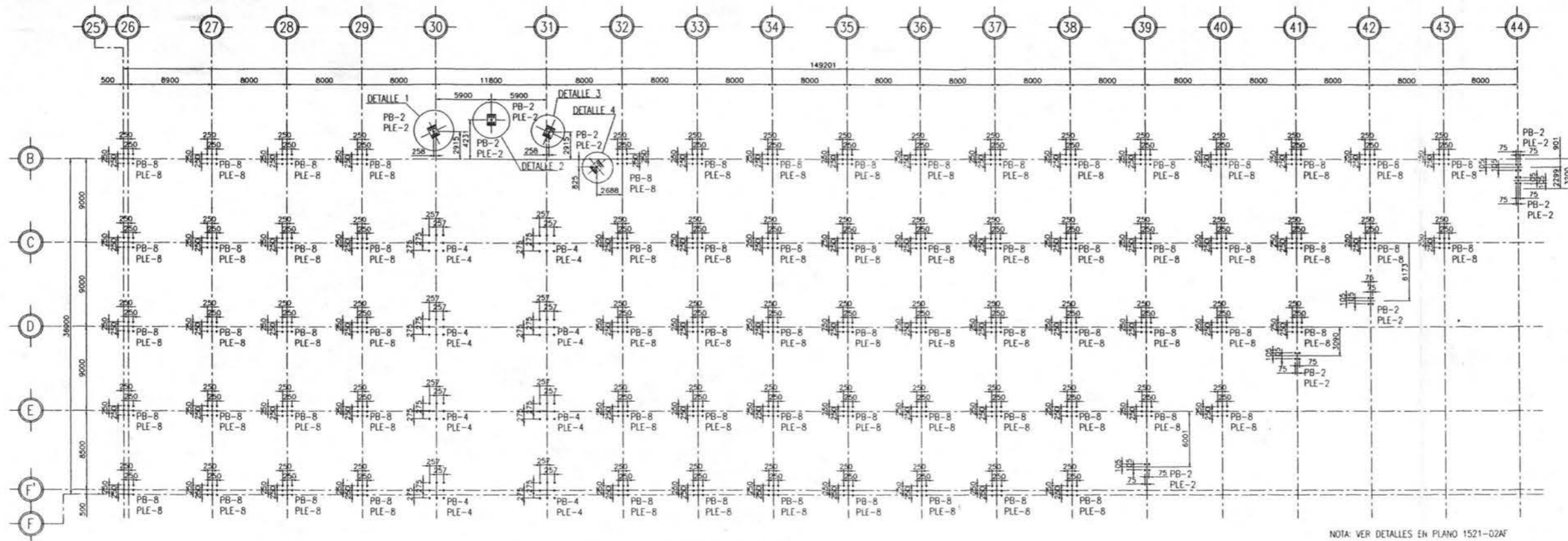
OBRA : CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA IV

UBICACION : Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO : PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES ZONA IV

ESCALA : S/E	CLAVE :
ACOTACION : mm	1521-ANG-01
FECHA : 12-11-2002	
CODIFICACION : 1521-ANG-02.dwg	

D.T. : 1521-ANG-02	CALCULO : ING. E.G.V.
DIBUJO : G.C.A.	REVISO : ING. JSZ



PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ANCLAJES ZONA V

NOTA: VER DETALLES EN PLANO 1521-02AF

- NOTAS :**
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $f_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROUL PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, $f_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL AISC ULTIMA EDICION.
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TYPICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGISTRAR LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y ASC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	28-11-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	IDS	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 3000 - BOGOTA, COLOMBIA
 STA. CLARA, BOGOTA, COLOMBIA
 TEL: 500-4200-4200 / 500-4274
 E-MAIL: ajax@metal.net

AJAX S.A.

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO

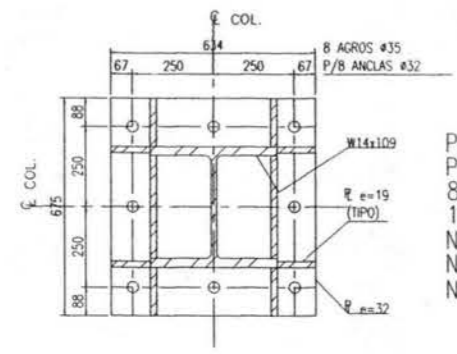
OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA V

UBICACION: Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO: PLANTA DE LOCALIZACION DE ANCLAJES ZONA VI

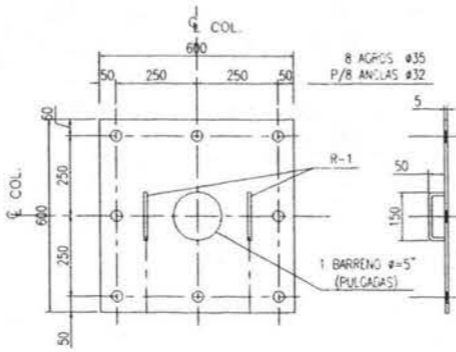
ESCALA: S/E	CLAVE: 1521-01AF
ACOTACION: mm	
FECHA: 28-11-2002	
CODIFICACION: 1521-01AF.dwg	

O.T.: 1521-01AF	CALCULO: ING. I.D.S.
DIBUJO: G.C.A.	REVISO: ING. JSZ

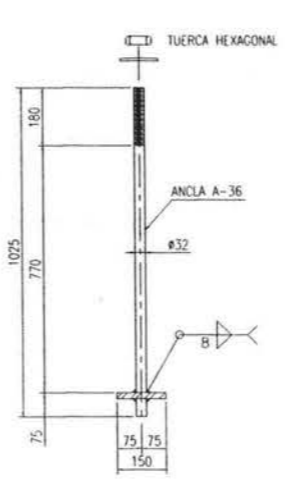


PLACA BASE PB-8

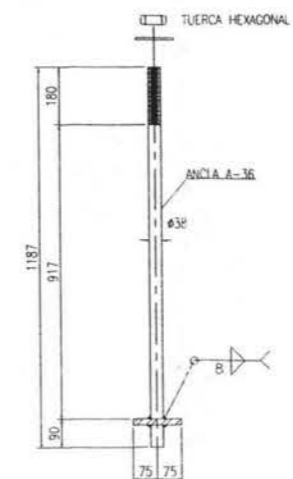
PB-8
 PLE-8
 8 ANCLAS EN-5
 12 TUERCAS $\phi=32\text{mm. (1 1/4")}$
 N.T.C.-0.110
 N.D.E.-0.060
 N.P.T.+0.150



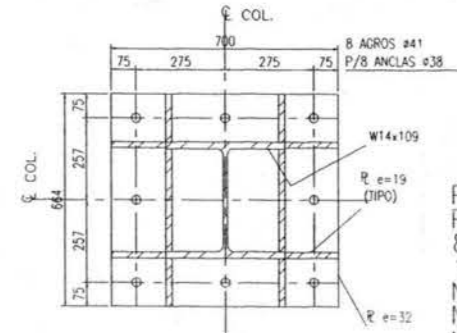
PLANTILLA PLE-8



ANCLA EN-5

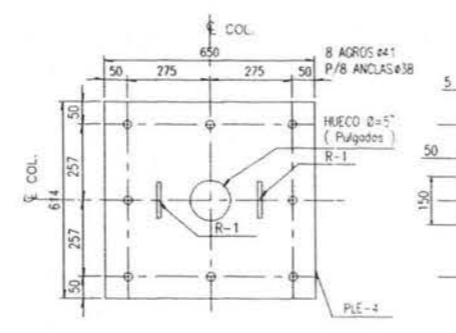


ANCLA EN-1

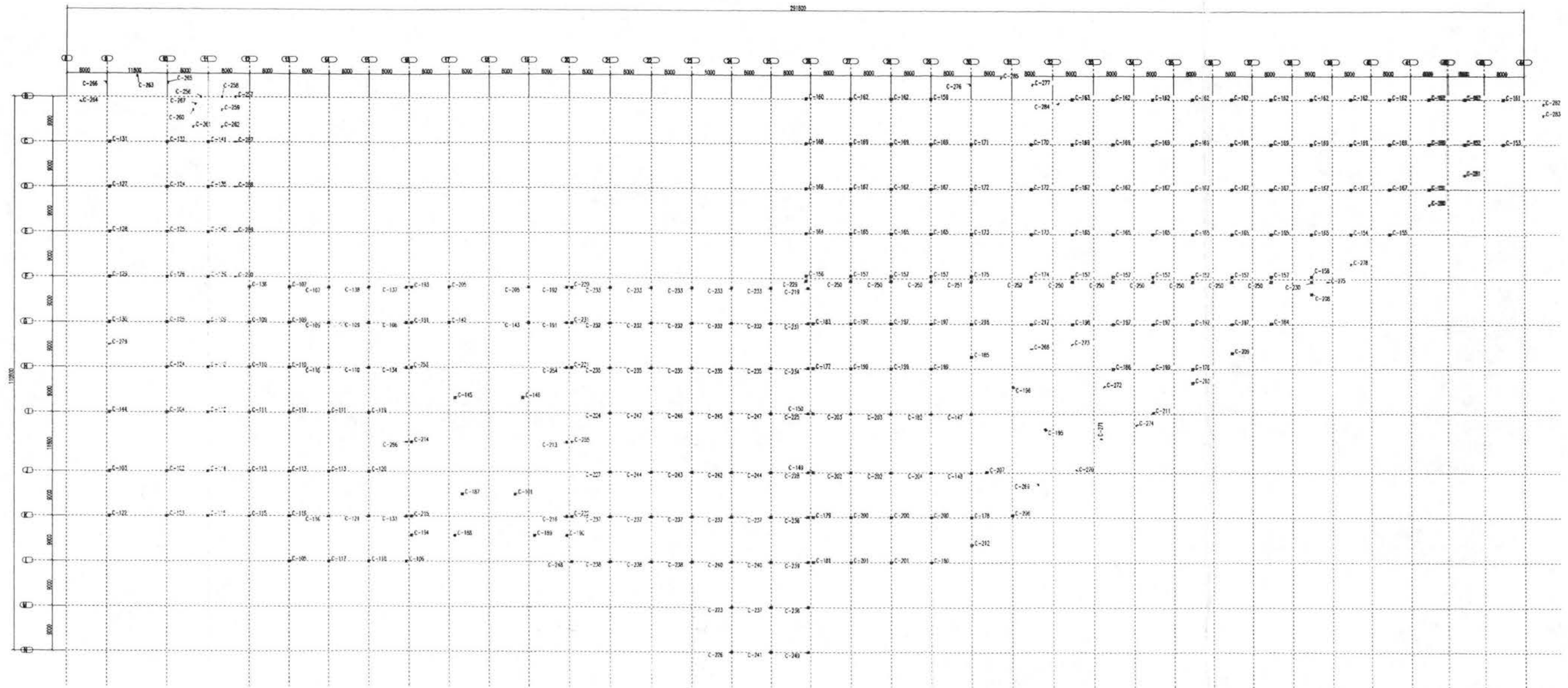


PLACA BASE PB-4

PB-4
 PLE-4
 8 ANCLAS EN-1
 12 TUERCAS $\phi=38\text{mm. (1 1/2")}$
 N.T.C.-0.110
 N.D.E.-0.060
 N.P.T.+0.150



PLANTILLA PLE-4

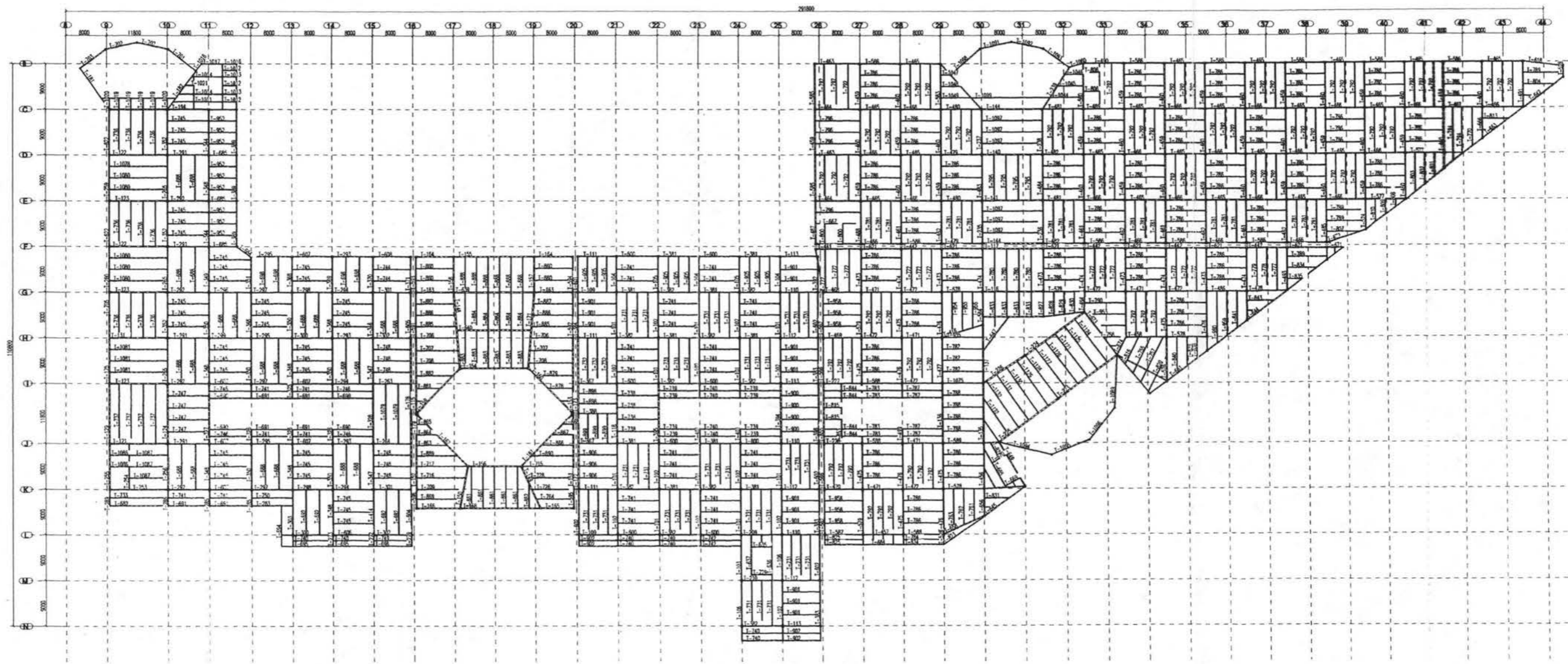


PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE COLUMNAS

PLAZA REAL PACHUCA
 2083 TONELADAS
 O.T.:1521
 CAMINO REAL DE LA PLATA
 PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
 STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
 TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
 E-MAIL: ajax@infosel.net.mx



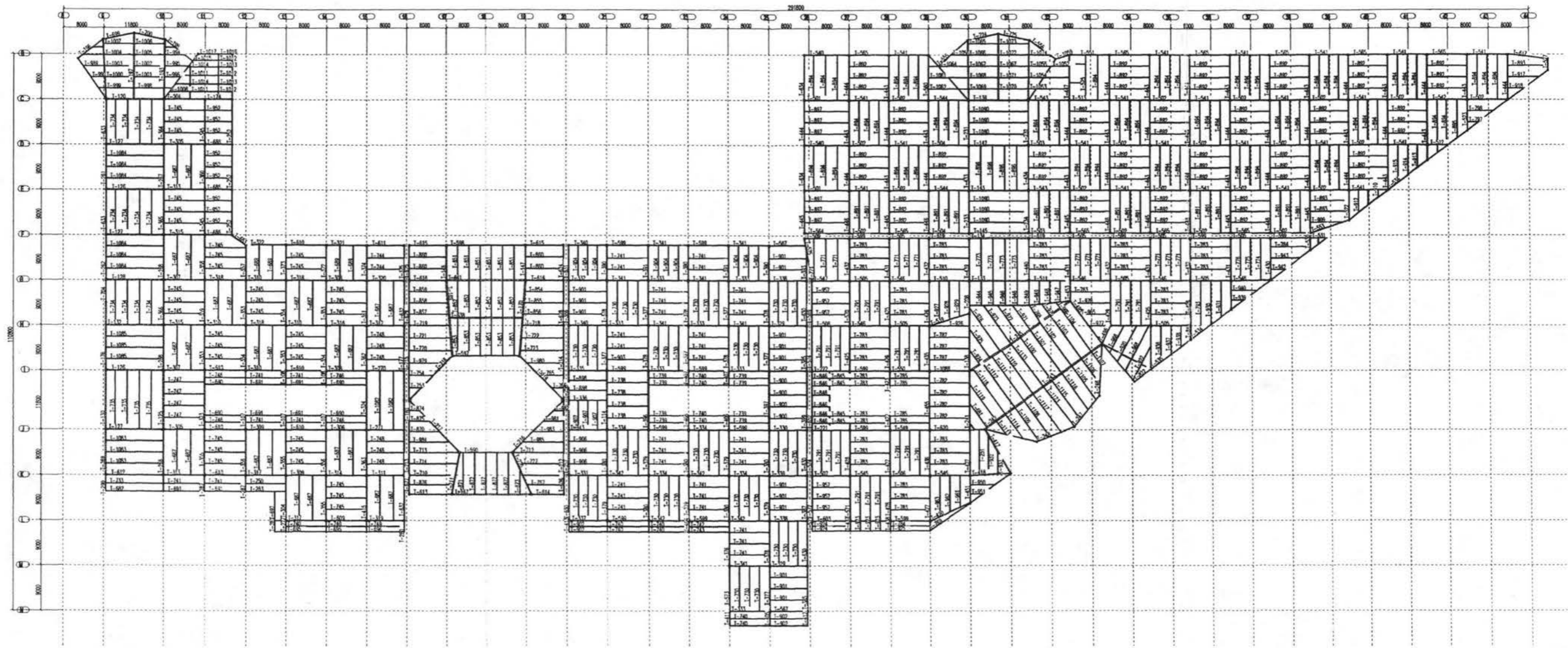


PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ENSAMBLES DE ENTREPISO

PLAZA REAL PACHUCA
 2083 TONELADAS
 O.T.:1521
 CAMINO REAL DE LA PLATA
 PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
 STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
 TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
 E-MAIL: ajax@infosei.net.mx

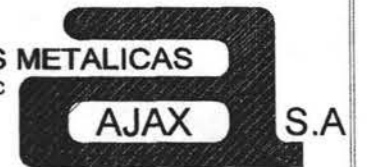


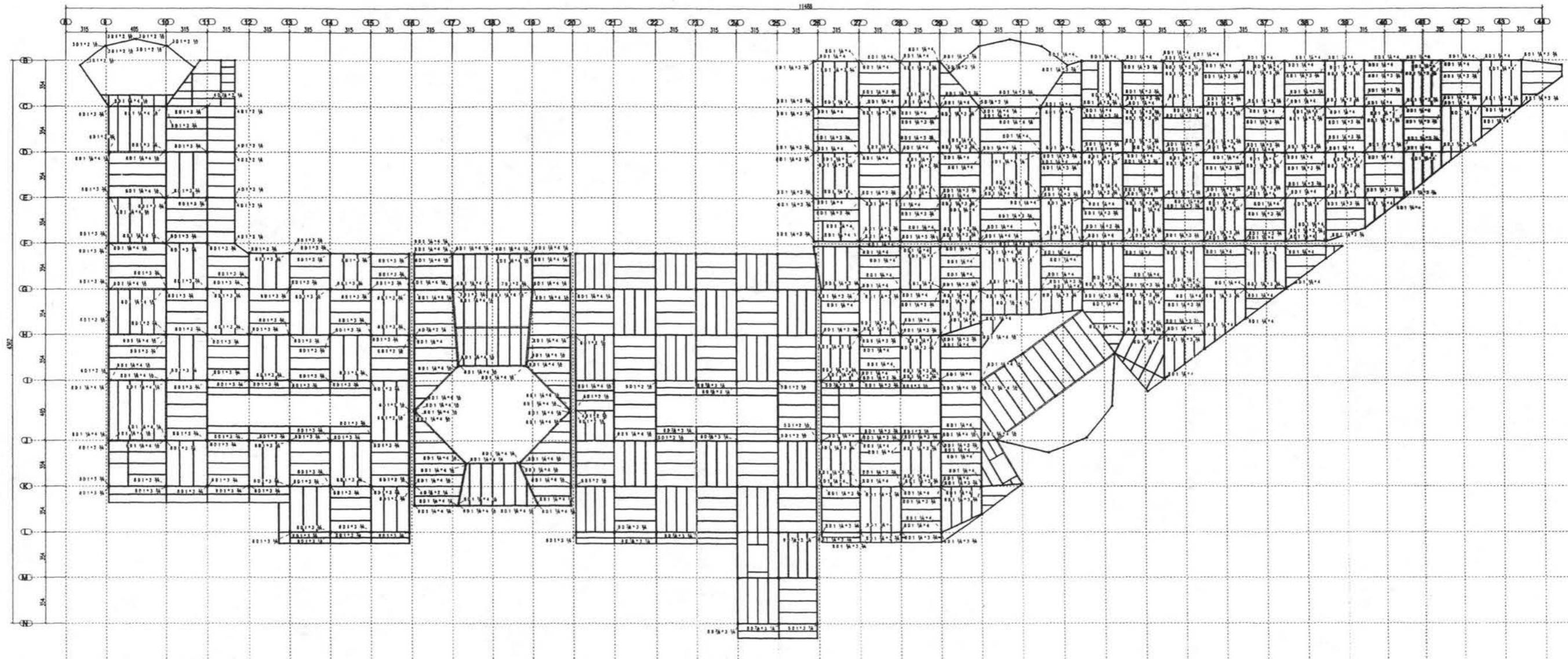


PLANTA DE LOCALIZACIÓN DE ENSAMBLAS DE CUBIERTA

PLAZA REAL PACHUCA
 2083 TONELADAS
 O.T.:1521
 CAMINO REAL DE LA PLATA
 PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
 STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
 TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
 E-MAIL: ajax@infosel.net.mx





PLANTA DE TORNILLERIA ENTREPISO Y AZOTEA

PLAZA REAL PACHUCA
 2083 TONELADAS
 O.T.:1521
 CAMINO REAL DE LA PLATA
 PACHUCA HGO.

NOTA : TODOS LOS TORNILLOS DE ELEMENTOS SECUNDARIOS SON DE 7/8" X 2".
 LOS TORNILLOS DE ELEMENTOS PRINCIPALES SON DE 1" X 3 1/2" EXCEPTO INDICADOS

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
 STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
 TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
 E-MAIL: ajax@infosel.net.mx



La etapa uno incluye de los ejes letra del eje B al eje L y en los ejes número del eje 9 al 16.

Área etapa 1	8,219.32 m ² .
Peso etapa 1	544,758.95 kg
Duración de montaje	19 días.
Columnas	76 pzas.
Trabes	629 pzas.

La etapa dos incluye de los ejes letra del eje F al eje N y en los ejes número del eje 20 al 26.

Área etapa 2	6,101.58 m ² .
Peso etapa 2	349,352.08 kg
Duración de montaje	13 días.
Columnas	54 pzas.
Trabes	480 pzas.

La etapa tres incluye de los ejes letra del eje F al eje L y en los ejes número del eje 26 al 39.

Área etapa 3	7,450.94 m ² .
Peso etapa 3	429,568.50 kg
Duración de montaje	15 días.
Columnas	69 pzas.
Trabes	610 pzas.

La etapa cuatro incluye de los ejes letra del eje E al eje L y en los ejes número del eje 16 al 20.

Área etapa 4	3,281.20 m ² .
Peso etapa 4	180,574.67 kg
Duración de montaje	8 días.
Columnas	22 pzas.
Trabes	188 pzas.

La etapa cinco incluye de los ejes letra del eje B al eje F y en los ejes número del eje 26 al 44.

Área etapa 5	9,299.69 m2.
Peso etapa 5	556,993.83 kg
Duración de montaje	20 días.
Columnas	87 pzas.
Trabes	707 pzas.

PROGRAMA DE MONTAJE

MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA Y LAMINACIÓN DE ENTREPISOS

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO.

OBRA: PLAZA REAL PACHUCA HIDALGO.

UBICACIÓN: Blvd. Luis Donaldo Colosio s/n. Esq. Carretera México-Pachuca.



CONCEPTO	PERIODO DE EJECUCIÓN EN SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
ESTRUCTURA METALICA												
ETAPA 1	█	█	█									
ETAPA 2				█	█	█						
ETAPA 3						█	█	█				
ETAPA 4						█			█			
ETAPA 5									█	█	█	█
COLOC. LAMINACIÓN							█	█	█	█	█	
DETALLES												█

VOLUMENES ESTIMADOS PARA LA ELABORACION DE ESTE PROGRAMA:

- a) estructura metálica: 2,083.00 Ton.
- b) laminación de entrespisos: 34,352.73 m2

ΓΑΡΑΣ	COLUMNAS	TRABES	DURACIÓN DE MONTAJE	ÁREA	PESO
ΓΑΡΑ 1	76 Pzas.	629 Pzas.	3 semanas	8,219.32 m2	544.76 ton.
ΓΑΡΑ 2	54 Pzas.	480 Pzas.	2 semanas	6,101.58 m2	349.35 ton.
ΓΑΡΑ 3	69 Pzas.	610 Pzas.	2 semanas	7,450.94 m2	429.57 ton.
ΓΑΡΑ 4	22 Pzas.	188 Pzas.	1 semanas	3,281.20 m2	180.57 ton.
ΓΑΡΑ 5	87 Pzas.	707 Pzas.	3 semanas	9,299.69 m2	556.99 ton.
ΟΤΑΛΕΣ	308 Pzas.	2614 Pzas.	11 semanas	34,352.73 m2	2,083.00 ton.

Ensamble	Cantidad	Longitud	Peso	Etapas
C-147	1	12,959.60	2,735.80	1
C-148	1	13,090.00	2,705.50	1
C-149	1	12,713.00	2,546.60	1
C-150	1	12,949.00	2,581.40	1
C-176	1	12,769.00	2,252.30	1
C-177	1	12,769.10	2,337.20	1
C-178	1	12,533.10	2,239.30	1
C-179	1	12,533.10	2,305.50	1
C-180	1	12,353.10	2,278.80	1
C-181	1	12,353.10	2,258.40	1
C-182	1	12,960.30	2,424.60	1
C-183	1	12,589.10	2,313.00	1
C-184	1	12,586.70	2,226.60	1
C-185	1	12,701.00	2,401.10	1
C-186	1	12,769.10	2,259.30	1
C-195	1	12,922.40	2,234.90	1
C-196	1	12,750.30	2,211.00	1
C-197	7	12,589.10	2,334.40	1
C-198	1	12,589.00	2,237.80	1
C-199	4	12,769.10	2,358.50	1
C-200	3	12,533.10	2,326.90	1
C-201	2	12,353.10	2,292.00	1
C-202	2	12,713.10	2,340.60	1
C-203	2	12,949.10	2,372.20	1
C-204	1	12,731.60	2,384.60	1
C-206	1	12,438.00	2,119.50	1
C-207	1	13,087.00	2,244.00	1
C-208	1	12,377.00	2,086.80	1
C-209	1	12,705.30	2,242.40	1
C-210	1	12,729.30	2,137.60	1
C-211	1	12,943.20	2,279.40	1
C-212	1	12,332.10	2,101.60	1
C-217	1	12,604.00	2,399.40	1
C-218	1	12,604.00	2,509.10	1
C-229	1	12,419.10	2,173.70	1
C-230	1	12,419.00	2,085.50	1
C-250	9	12,419.10	2,186.30	1
C-251	1	12,434.00	2,211.60	1
C-252	1	12,434.00	2,211.60	1
C-268	1	12,592.90	1,474.30	1
C-269	1	13,136.40	1,538.80	1
C-270	1	13,077.70	1,536.20	1
C-271	1	12,953.10	1,518.90	1
C-272	1	12,744.90	1,568.90	1
C-273	1	12,679.00	1,509.80	1
C-274	1	12,907.40	1,485.50	1
C-275	1	12,324.00	1,432.80	1
T-116	1	11,432.30	1,469.50	1
T-117	1	11,432.30	1,440.90	1
T-133	1	11,432.30	1,331.10	1

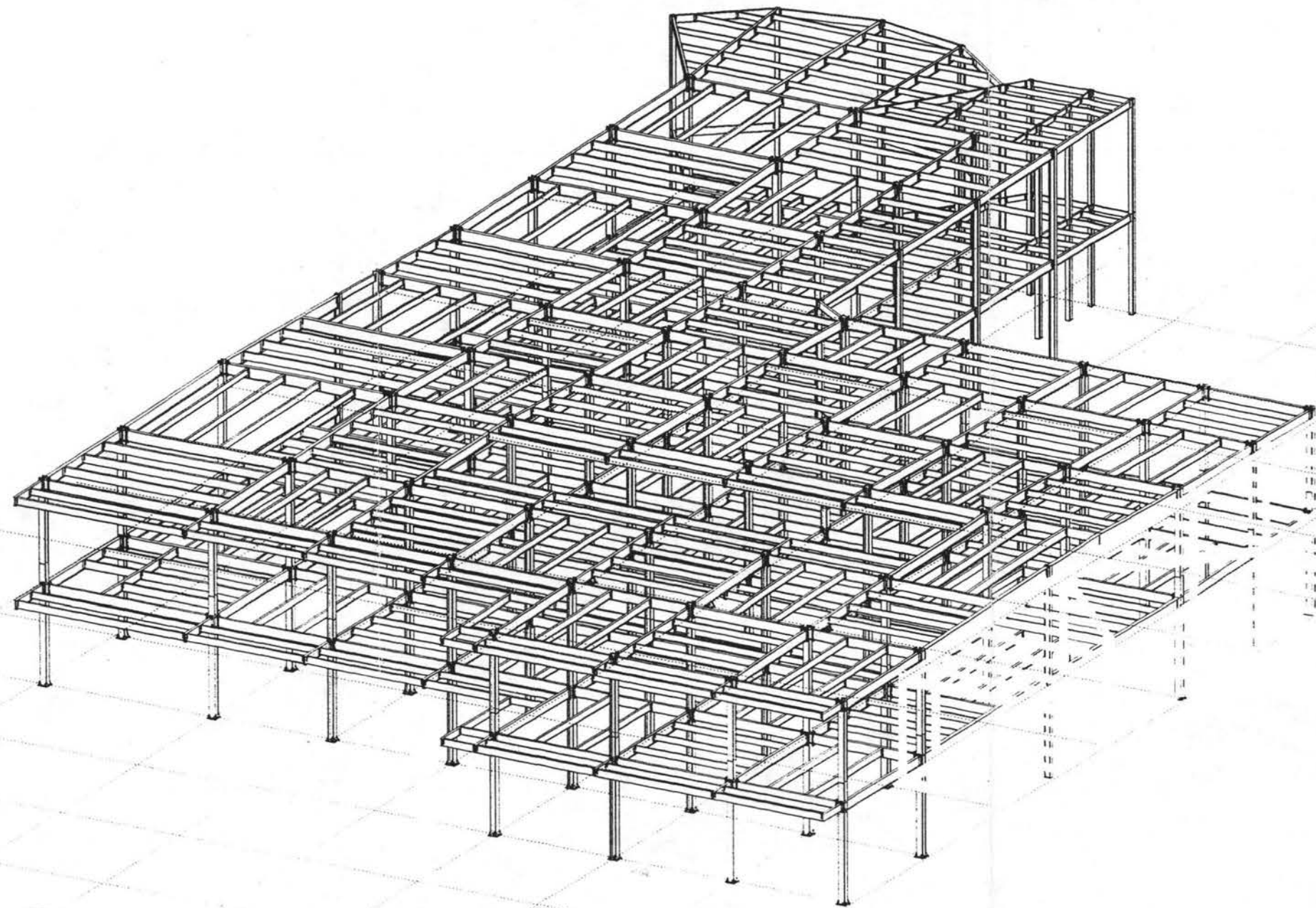
T-134	1	11,439.90	1,303.40	1
T-135	1	11,058.00	1,293.90	1
T-136	1	11,061.00	1,293.00	1
T-137	1	10,669.60	1,235.30	1
T-138	1	10,696.00	1,248.80	1
T-208	1	5,878.50	472.10	1
T-221	1	7,138.10	562.30	1
T-222	1	7,138.10	562.30	1
T-223	1	13,966.60	3,209.80	1
T-224	1	13,968.00	3,210.10	1
T-225	1	13,972.40	3,211.10	1
T-226	1	9,505.70	2,194.50	1
T-227	1	7,128.00	700.30	1
T-228	1	7,128.00	700.30	1
T-241	1	11,424.40	1,206.80	1
T-242	1	13,986.60	3,314.30	1
T-243	1	13,979.70	3,296.10	1
T-244	1	9,526.20	2,249.20	1
T-245	1	13,981.20	3,273.40	1
T-246	1	10,138.30	688.20	1
T-247	1	7,710.50	531.90	1
T-248	1	7,722.80	532.80	1
T-249	1	10,139.90	688.20	1
T-250	1	2,632.60	109.50	1
T-251	1	8,979.50	372.40	1
T-416	1	8,082.40	777.80	1
T-417	1	9,728.20	1,015.20	1
T-418	1	7,645.60	519.50	1
T-419	1	9,580.30	646.20	1
T-420	1	8,478.10	575.20	1
T-421	1	10,646.20	743.90	1
T-422	1	2,552.00	223.50	1
T-423	1	2,552.00	223.50	1
T-424	1	7,638.20	530.60	1
T-425	3	8,293.60	630.10	1
T-426	3	8,293.60	630.10	1
T-427	3	8,293.60	630.10	1
T-428	2	8,293.60	630.10	1
T-429	1	8,292.50	630.00	1
T-430	1	7,676.00	589.40	1
T-431	4	7,793.50	597.10	1
T-432	4	7,793.50	597.10	1
T-435	1	8,294.30	630.20	1
T-436	1	8,294.30	630.20	1
T-437	1	1,658.00	159.20	1
T-438	1	1,658.00	159.20	1
T-439	1	7,794.10	597.40	1
T-440	1	7,794.10	597.40	1
T-441	1	8,532.30	649.30	1
T-442	4	7,632.30	593.20	1
T-448	1	5,102.50	414.60	1
T-449	1	2,552.00	224.20	1
T-450	1	2,552.00	224.20	1

T-451	1	5,111.20	347.30	1
T-452	1	1,654.70	159.30	1
T-453	1	3,694.30	248.60	1
T-454	1	7,639.90	604.80	1
T-455	1	11,096.70	1,046.30	1
T-456	1	8,273.50	803.90	1
T-457	1	7,632.30	750.10	1
T-458	1	7,632.30	751.60	1
T-468	1	7,132.30	690.80	1
T-469	1	7,132.30	690.80	1
T-470	1	7,132.30	690.80	1
T-471	5	7,632.30	731.80	1
T-472	6	7,632.30	731.80	1
T-473	5	7,775.00	743.50	1
T-474	5	7,775.00	743.50	1
T-475	6	8,275.00	784.50	1
T-476	5	8,275.00	784.50	1
T-477	1	8,275.00	784.50	1
T-478	1	7,637.20	731.90	1
T-486	1	7,632.30	731.80	1
T-492	1	8,275.00	784.50	1
T-493	1	7,657.50	733.90	1
T-494	1	3,746.70	313.50	1
T-495	1	10,320.30	704.30	1
T-496	1	3,604.80	144.80	1
T-497	1	11,519.70	1,225.90	1
T-498	1	2,537.50	244.50	1
T-499	1	2,537.50	244.50	1
T-500	1	7,639.90	603.50	1
T-505	9	7,639.90	587.40	1
T-506	1	7,639.90	587.40	1
T-507	1	7,139.90	554.40	1
T-508	1	7,139.90	554.40	1
T-509	1	8,539.90	646.60	1
T-510	1	7,636.10	590.40	1
T-511	1	7,636.10	590.40	1
T-514	1	2,537.50	244.50	1
T-515	1	2,537.50	244.50	1
T-516	1	9,617.90	648.60	1
T-518	1	7,814.90	316.90	1
T-519	1	1,661.50	103.70	1
T-521	1	1,661.50	99.10	1
T-526	1	1,657.80	104.00	1
T-529	1	2,048.50	84.00	1
T-530	1	2,060.20	84.40	1
T-531	1	2,903.90	117.30	1
T-532	1	3,701.70	148.70	1
T-533	1	9,551.80	644.40	1
T-534	1	9,651.40	653.80	1
T-535	1	9,623.10	652.00	1
T-538	1	8,000.60	603.90	1
T-539	1	8,089.90	632.50	1
T-545	2	7,639.90	587.40	1

T-546	4	7,639.90	587.40	1
T-547	1	7,139.90	554.40	1
T-548	1	7,644.60	587.80	1
T-549	1	7,639.90	590.60	1
T-550	1	7,639.90	590.60	1
T-552	1	9,707.20	395.30	1
T-562	2	8,275.00	629.40	1
T-563	1	7,941.10	590.40	1
T-566	2	8,273.50	613.20	1
T-568	1	1,654.70	159.30	1
T-569	1	8,293.60	631.10	1
T-570	1	8,293.60	631.10	1
T-571	1	8,293.60	631.10	1
T-572	1	8,293.60	631.10	1
T-574	2	8,293.60	613.90	1
T-575	1	7,959.30	591.50	1
T-576	1	7,982.00	752.40	1
T-578	4	7,632.30	731.80	1
T-579	2	8,275.00	784.50	1
T-582	1	5,084.60	516.60	1
T-584	1	5,865.00	575.40	1
T-587	1	7,132.30	672.50	1
T-588	3	7,632.30	713.50	1
T-589	1	7,628.00	713.20	1
T-599	7	7,639.90	571.20	1
T-603	1	7,139.90	538.30	1
T-619	2	7,639.90	574.50	1
T-620	1	7,638.10	574.50	1
T-621	6	7,632.30	577.10	1
T-623	1	1,657.80	98.90	1
T-643	1	9,619.90	806.10	1
T-644	1	9,528.70	798.70	1
T-645	1	9,573.00	802.30	1
T-647	1	8,305.70	689.70	1
T-648	1	11,511.10	1,216.70	1
T-649	1	9,710.30	1,002.70	1
T-650	1	9,709.00	395.40	1
T-651	1	11,627.70	822.90	1
T-652	1	11,422.80	786.50	1
T-653	1	11,602.10	1,012.80	1
T-654	1	10,653.20	922.80	1
T-655	1	11,406.00	972.40	1
T-656	1	5,098.00	430.50	1
T-657	1	7,625.40	518.20	1
T-658	1	8,433.30	711.30	1
T-661	1	9,622.70	810.60	1
T-662	1	9,641.70	812.20	1
T-664	1	7,814.90	316.90	1
T-665	1	8,604.70	343.30	1
T-669	1	3,125.10	125.90	1
T-670	1	3,064.80	123.50	1
T-671	1	2,900.10	117.10	1
T-673	1	10,310.70	874.50	1

T-674	1	3,592.00	144.30	1
T-675	1	7,638.50	646.40	1
T-676	1	2,621.90	106.50	1
T-677	1	3,808.10	152.90	1
T-680	1	1,881.20	114.70	1
T-681	1	6,068.90	364.20	1
T-751	1	4,284.40	166.60	1
T-752	1	941.20	36.60	1
T-755	1	6,075.00	236.30	1
T-756	1	4,928.10	191.70	1
T-757	1	7,221.90	280.90	1
T-758	1	4,125.60	160.50	1
T-759	1	2,068.60	80.50	1
T-760	1	5,889.50	229.10	1
T-761	1	6,121.40	238.10	1
T-762	1	7,022.30	273.10	1
T-763	1	7,923.10	308.20	1
T-768	1	3,787.90	147.30	1
T-769	1	9,418.70	366.30	1
T-771	12	8,324.50	323.80	1
T-772	12	8,308.50	323.20	1
T-773	4	8,261.90	321.40	1
T-774	1	8,235.90	320.30	1
T-775	1	8,266.90	321.50	1
T-776	1	8,297.80	322.70	1
T-777	1	8,219.80	319.70	1
T-778	1	8,250.80	320.90	1
T-779	1	8,281.80	322.10	1
T-780	4	8,251.70	321.00	1
T-782	7	7,777.20	302.50	1
T-783	42	7,814.90	304.00	1
T-784	3	7,827.60	304.50	1
T-785	4	7,808.50	303.70	1
T-786	33	7,802.10	303.50	1
T-787	7	7,783.20	302.70	1
T-788	4	7,752.30	301.50	1
T-789	1	7,821.20	304.20	1
T-790	1	7,845.70	305.20	1
T-791	21	8,824.60	343.20	1
T-792	21	8,802.10	342.40	1
T-793	1	10,129.50	394.00	1
T-815	6	3,302.10	128.40	1
T-816	1	740.10	28.80	1
T-817	1	1,617.40	62.90	1
T-818	1	2,495.00	97.00	1
T-819	1	3,370.40	131.10	1
T-820	1	4,232.80	164.60	1
T-821	1	3,504.10	136.30	1
T-822	1	3,758.80	146.20	1
T-823	1	9,438.90	367.10	1
T-824	1	7,827.60	304.50	1
T-825	2	7,327.60	285.00	1
T-826	3	1,768.60	68.80	1

T-827	1	4,606.60	179.20	1
T-828	1	4,529.10	176.20	1
T-829	1	4,302.40	167.30	1
T-830	1	4,075.60	158.50	1
T-831	1	4,775.40	185.70	1
T-832	1	2,295.20	89.30	1
T-833	4	4,692.00	182.50	1
T-834	1	5,781.40	224.90	1
T-835	1	2,805.30	109.10	1
T-836	1	1,131.20	44.00	1
T-837	1	2,368.60	92.10	1
T-838	1	4,076.10	158.50	1
T-839	1	5,562.00	216.30	1
T-840	1	7,049.80	274.20	1
T-841	1	7,137.60	277.60	1
T-842	1	2,523.10	98.10	1
T-843	1	5,214.80	202.80	1
T-844	4	3,808.10	148.10	1
T-845	4	3,814.90	148.40	1
T-846	6	3,314.90	128.90	1
T-847	1	3,444.30	134.00	1
T-848	1	2,379.20	92.50	1
T-849	1	4,615.50	179.50	1
T-850	1	3,754.60	146.00	1
T-919	1	741.80	28.90	1
T-920	1	1,626.90	63.30	1
T-921	1	2,518.60	98.00	1
T-922	1	3,404.70	132.40	1
T-923	3	1,775.40	69.10	1
T-924	2	7,327.60	285.00	1
T-925	1	7,827.60	304.50	1
T-926	1	7,610.30	296.00	1
T-927	1	8,271.60	321.70	1
T-928	1	7,636.80	297.00	1
T-929	1	6,999.80	272.30	1
T-930	1	8,641.50	336.10	1
T-931	1	7,153.50	278.20	1
T-932	1	7,583.20	295.00	1
T-933	1	4,287.70	166.80	1
T-934	1	4,013.60	156.10	1
T-935	1	7,560.30	294.10	1
T-936	1	7,076.90	275.30	1
T-937	1	5,589.90	217.40	1
T-938	1	4,102.80	159.60	1
T-939	1	2,473.10	96.20	1
T-940	1	5,120.60	199.20	1
T-941	1	1,142.60	44.40	1
T-942	1	2,719.20	105.80	1
T-943	1	5,750.40	223.70	1
T-944	1	4,701.10	182.90	1
T-945	1	4,702.20	182.90	1
T-946	2	4,704.60	183.00	1



PRIORIDAD 1

PLAZA REAL PACHUCA
2083 TONELADAS
O.T.:1521
CAMINO REAL DE LA PLATA
PACHUCA HGO.

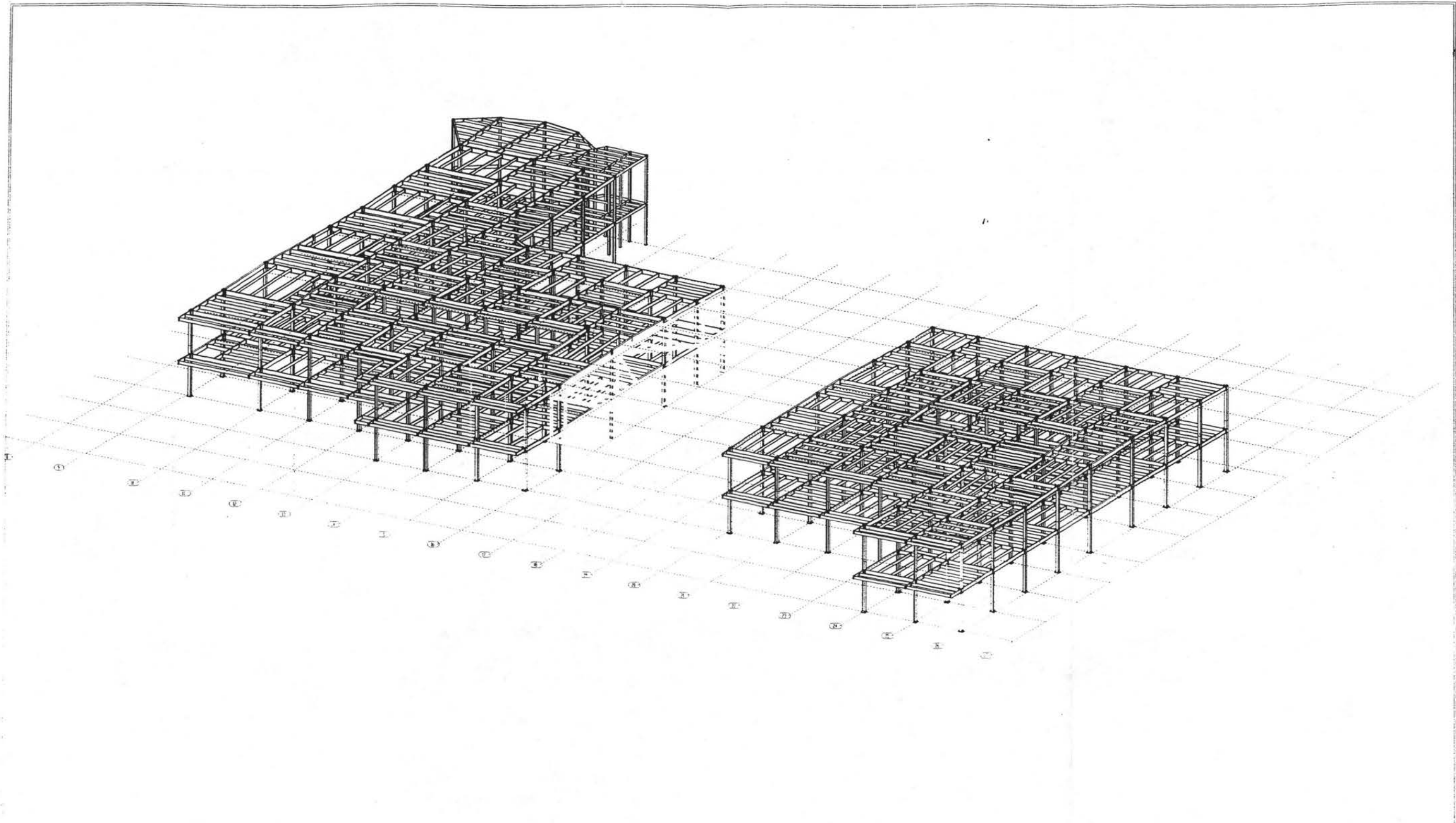
MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
E-MAIL: ajax@infosel.net.mx



Ensamble	Cantidad	Longitud	Peso	Prioridad
C-219	1	12,448.50	2,188.60	2
C-220	1	12,448.50	2,188.60	2
C-221	1	12,769.00	2,244.20	2
C-222	1	12,533.00	2,212.60	2
C-223	1	12,533.10	2,312.80	2
C-224	1	12,950.20	2,483.10	2
C-225	1	12,949.00	2,266.90	2
C-226	1	12,713.10	2,322.80	2
C-227	1	12,721.60	2,446.00	2
C-228	1	12,713.00	2,235.00	2
C-231	2	12,589.00	2,207.50	2
C-232	5	12,589.10	2,320.30	2
C-233	5	12,448.50	2,188.60	2
C-234	1	12,769.00	2,231.60	2
C-235	5	12,769.10	2,344.50	2
C-236	2	12,533.00	2,200.00	2
C-237	6	12,533.10	2,312.80	2
C-238	3	12,353.10	2,274.40	2
C-239	1	12,353.00	2,175.80	2
C-240	2	12,353.10	2,288.60	2
C-241	1	12,713.10	2,322.80	2
C-242	1	12,713.10	2,322.90	2
C-243	1	12,713.10	2,322.80	2
C-244	2	12,713.00	2,253.00	2
C-245	1	12,949.10	2,364.50	2
C-246	1	12,949.10	2,354.40	2
C-247	2	12,949.00	2,284.80	2
C-248	1	12,353.00	2,175.80	2
C-249	1	12,713.00	2,224.10	2
C-255	1	12,736.00	1,825.80	2
T-101	10	8,278.60	634.90	2
T-102	11	8,278.60	634.90	2
T-103	1	8,278.60	629.30	2
T-104	3	6,308.60	499.60	2
T-105	2	6,308.60	499.60	2
T-106	2	8,278.60	618.20	2
T-109	2	6,955.40	545.30	2
T-110	3	6,955.40	545.30	2
T-111	3	6,955.40	545.30	2
T-112	3	6,955.40	545.30	2
T-113	3	6,955.40	528.60	2
T-114	1	11,084.10	1,573.80	2
T-118	1	11,061.00	1,571.60	2
T-172	1	14,520.10	2,182.40	2

T-173	1	14,520.10	2,172.70	2
T-209	1	7,632.30	609.50	2
T-210	1	7,632.30	604.00	2
T-257	1	14,541.90	2,182.40	2
T-258	1	14,534.80	2,174.50	2
T-329	2	6,958.50	543.10	2
T-330	1	6,958.50	543.10	2
T-331	1	6,958.50	543.10	2
T-332	1	6,958.50	543.10	2
T-333	7	7,639.90	588.00	2
T-334	4	7,639.90	588.00	2
T-335	1	7,169.20	488.70	2
T-336	1	7,169.10	488.70	2
T-337	1	6,958.50	543.10	2
T-338	2	6,958.50	543.10	2
T-339	1	6,958.50	543.10	2
T-340	2	6,958.50	543.10	2
T-341	7	7,639.90	588.00	2
T-342	4	7,639.90	588.00	2
T-343	1	7,169.20	488.70	2
T-367	2	7,165.40	606.80	2
T-376	1	8,294.20	641.80	2
T-377	6	8,294.20	630.70	2
T-378	6	8,294.20	630.70	2
T-379	5	8,294.20	630.70	2
T-380	5	8,294.20	630.70	2
T-381	10	7,632.30	587.50	2
T-382	10	7,632.30	587.50	2
T-383	3	8,632.30	653.30	2
T-384	1	8,632.30	653.30	2
T-385	2	8,656.90	654.50	2
T-386	1	8,656.90	654.50	2
T-387	1	8,656.90	654.50	2
T-388	1	7,169.10	488.70	2
T-390	3	6,323.80	495.40	2
T-391	2	6,323.80	495.40	2
T-392	1	6,662.30	518.00	2
T-393	1	6,686.50	519.20	2
T-394	1	11,409.00	1,501.70	2
T-395	1	11,409.00	1,501.70	2
T-396	1	11,427.00	1,504.00	2
T-397	1	11,427.00	1,504.00	2
T-398	1	11,416.30	1,468.30	2
T-399	1	11,439.70	1,471.20	2
T-400	2	2,540.50	179.70	2
T-401	2	2,540.50	179.70	2

T-402	1	2,590.50	182.30	2
T-403	3	1,940.50	148.40	2
T-404	3	1,944.00	148.60	2
T-405	1	2,603.00	182.80	2
T-406	2	2,553.00	180.20	2
T-407	2	2,553.00	180.20	2
T-408	1	2,590.50	172.50	2
T-409	1	2,766.10	185.50	2
T-410	1	2,116.10	151.60	2
T-411	1	2,603.00	173.00	2
T-412	1	2,782.80	186.20	2
T-413	1	2,122.30	151.80	2
T-567	3	6,958.50	526.40	2
T-573	1	8,294.20	614.00	2
T-599	8	7,639.90	571.20	2
T-600	8	7,632.30	570.70	2
T-601	1	6,662.30	506.90	2
T-602	4	8,632.30	636.60	2
T-630	4	8,656.90	637.80	2
T-631	1	6,686.50	508.10	2
T-635	1	3,877.60	155.30	2
T-636	1	8,814.90	469.60	2
T-637	1	8,814.90	469.60	2
T-729	1	3,877.60	150.80	2
T-730	42	8,824.60	343.20	2
T-731	39	8,814.90	342.90	2
T-732	3	8,808.50	342.60	2
T-738	8	7,727.00	300.50	2
T-739	16	7,777.30	302.50	2
T-740	20	7,827.60	304.50	2
T-741	58	7,814.90	304.00	2
T-742	3	7,821.30	304.20	2
T-743	1	7,821.30	304.20	2
T-898	4	7,220.80	280.90	2
T-899	3	5,708.50	222.00	2
T-900	8	7,227.00	281.10	2
T-901	28	7,314.90	284.50	2
T-902	8	7,327.60	285.00	2
T-903	1	7,814.90	304.00	2
T-904	9	6,854.20	266.60	2
T-905	9	6,844.90	266.20	2
T-906	6	7,264.70	282.60	2
T-907	3	5,724.00	222.60	2
T-986	1	2,207.80	72.60	2



PRIORIDAD 1 Y 2

PLAZA REAL PACHUCA
2083 TONELADAS
O.T.:1521
CAMINO REAL DE LA PLATA
PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
E-MAIL: ajax@infosel.net.mx



Ensamble	Cantidad	Longitud	Peso	Etapas
C-147	1	12,959.60	2,735.80	3
C-148	1	13,090.00	2,705.50	3
C-149	1	12,713.00	2,546.60	3
C-150	1	12,949.00	2,581.40	3
C-176	1	12,769.00	2,252.30	3
C-177	1	12,769.10	2,337.20	3
C-178	1	12,533.10	2,239.30	3
C-179	1	12,533.10	2,305.50	3
C-180	1	12,353.10	2,278.80	3
C-181	1	12,353.10	2,258.40	3
C-182	1	12,960.30	2,424.60	3
C-183	1	12,589.10	2,313.00	3
C-184	1	12,586.70	2,226.60	3
C-185	1	12,701.00	2,401.10	3
C-186	1	12,769.10	2,259.30	3
C-195	1	12,922.40	2,234.90	3
C-196	1	12,750.30	2,211.00	3
C-197	7	12,589.10	2,334.40	3
C-198	1	12,589.00	2,237.80	3
C-199	4	12,769.10	2,358.50	3
C-200	3	12,533.10	2,326.90	3
C-201	2	12,353.10	2,292.00	3
C-202	2	12,713.10	2,340.60	3
C-203	2	12,949.10	2,372.20	3
C-204	1	12,731.60	2,384.60	3
C-206	1	12,438.00	2,119.50	3
C-207	1	13,087.00	2,244.00	3
C-208	1	12,377.00	2,086.80	3
C-209	1	12,705.30	2,242.40	3
C-210	1	12,729.30	2,137.60	3
C-211	1	12,943.20	2,279.40	3
C-212	1	12,332.10	2,101.60	3
C-217	1	12,604.00	2,399.40	3
C-218	1	12,604.00	2,509.10	3
C-229	1	12,419.10	2,173.70	3
C-230	1	12,419.00	2,085.50	3
C-250	9	12,419.10	2,186.30	3
C-251	1	12,434.00	2,211.60	3
C-252	1	12,434.00	2,211.60	3
C-268	1	12,592.90	1,474.30	3
C-269	1	13,136.40	1,538.80	3
C-270	1	13,077.70	1,536.20	3
C-271	1	12,953.10	1,518.90	3
C-272	1	12,744.90	1,568.90	3
C-273	1	12,679.00	1,509.80	3
C-274	1	12,907.40	1,485.50	3
C-275	1	12,324.00	1,432.80	3
T-116	1	11,432.30	1,469.50	3
T-117	1	11,432.30	1,440.90	3
T-133	1	11,432.30	1,331.10	3

T-134	1	11,439.90	1,303.40	3
T-135	1	11,058.00	1,293.90	3
T-136	1	11,061.00	1,293.00	3
T-137	1	10,669.60	1,235.30	3
T-138	1	10,696.00	1,248.80	3
T-208	1	5,878.50	472.10	3
T-221	1	7,138.10	562.30	3
T-222	1	7,138.10	562.30	3
T-223	1	13,966.60	3,209.80	3
T-224	1	13,968.00	3,210.10	3
T-225	1	13,972.40	3,211.10	3
T-226	1	9,505.70	2,194.50	3
T-227	1	7,128.00	700.30	3
T-228	1	7,128.00	700.30	3
T-241	1	11,424.40	1,206.80	3
T-242	1	13,986.60	3,314.30	3
T-243	1	13,979.70	3,296.10	3
T-244	1	9,526.20	2,249.20	3
T-245	1	13,981.20	3,273.40	3
T-246	1	10,138.30	688.20	3
T-247	1	7,710.50	531.90	3
T-248	1	7,722.80	532.80	3
T-249	1	10,139.90	688.20	3
T-250	1	2,632.60	109.50	3
T-251	1	8,979.50	372.40	3
T-416	1	8,082.40	777.80	3
T-417	1	9,728.20	1,015.20	3
T-418	1	7,645.60	519.50	3
T-419	1	9,580.30	646.20	3
T-420	1	8,478.10	575.20	3
T-421	1	10,646.20	743.90	3
T-422	1	2,552.00	223.50	3
T-423	1	2,552.00	223.50	3
T-424	1	7,638.20	530.60	3
T-425	3	8,293.60	630.10	3
T-426	3	8,293.60	630.10	3
T-427	3	8,293.60	630.10	3
T-428	2	8,293.60	630.10	3
T-429	1	8,292.50	630.00	3
T-430	1	7,676.00	589.40	3
T-431	4	7,793.50	597.10	3
T-432	4	7,793.50	597.10	3
T-435	1	8,294.30	630.20	3
T-436	1	8,294.30	630.20	3
T-437	1	1,658.00	159.20	3
T-438	1	1,658.00	159.20	3
T-439	1	7,794.10	597.40	3
T-440	1	7,794.10	597.40	3
T-441	1	8,532.30	649.30	3
T-442	4	7,632.30	593.20	3
T-448	1	5,102.50	414.60	3
T-449	1	2,552.00	224.20	3
T-450	1	2,552.00	224.20	3

T-451	1	5,111.20	347.30	3
T-452	1	1,654.70	159.30	3
T-453	1	3,694.30	248.60	3
T-454	1	7,639.90	604.80	3
T-455	1	11,096.70	1,046.30	3
T-456	1	8,273.50	803.90	3
T-457	1	7,632.30	750.10	3
T-458	1	7,632.30	751.60	3
T-468	1	7,132.30	690.80	3
T-469	1	7,132.30	690.80	3
T-470	1	7,132.30	690.80	3
T-471	5	7,632.30	731.80	3
T-472	6	7,632.30	731.80	3
T-473	5	7,775.00	743.50	3
T-474	5	7,775.00	743.50	3
T-475	6	8,275.00	784.50	3
T-476	5	8,275.00	784.50	3
T-477	1	8,275.00	784.50	3
T-478	1	7,637.20	731.90	3
T-486	1	7,632.30	731.80	3
T-492	1	8,275.00	784.50	3
T-493	1	7,657.50	733.90	3
T-494	1	3,746.70	313.50	3
T-495	1	10,320.30	704.30	3
T-496	1	3,604.80	144.80	3
T-497	1	11,519.70	1,225.90	3
T-498	1	2,537.50	244.50	3
T-499	1	2,537.50	244.50	3
T-500	1	7,639.90	603.50	3
T-505	9	7,639.90	587.40	3
T-506	1	7,639.90	587.40	3
T-507	1	7,139.90	554.40	3
T-508	1	7,139.90	554.40	3
T-509	1	8,539.90	646.60	3
T-510	1	7,636.10	590.40	3
T-511	1	7,636.10	590.40	3
T-514	1	2,537.50	244.50	3
T-515	1	2,537.50	244.50	3
T-516	1	9,617.90	648.60	3
T-518	1	7,814.90	316.90	3
T-519	1	1,661.50	103.70	3
T-521	1	1,661.50	99.10	3
T-526	1	1,657.80	104.00	3
T-529	1	2,048.50	84.00	3
T-530	1	2,060.20	84.40	3
T-531	1	2,903.90	117.30	3
T-532	1	3,701.70	148.70	3
T-533	1	9,551.80	644.40	3
T-534	1	9,651.40	653.80	3
T-535	1	9,623.10	652.00	3
T-538	1	8,000.60	603.90	3
T-539	1	8,089.90	632.50	3
T-545	2	7,639.90	587.40	3

T-546	4	7,639.90	587.40	3
T-547	1	7,139.90	554.40	3
T-548	1	7,644.60	587.80	3
T-549	1	7,639.90	590.60	3
T-550	1	7,639.90	590.60	3
T-552	1	9,707.20	395.30	3
T-562	2	8,275.00	629.40	3
T-563	1	7,941.10	590.40	3
T-566	2	8,273.50	613.20	3
T-568	1	1,654.70	159.30	3
T-569	1	8,293.60	631.10	3
T-570	1	8,293.60	631.10	3
T-571	1	8,293.60	631.10	3
T-572	1	8,293.60	631.10	3
T-574	2	8,293.60	613.90	3
T-575	1	7,959.30	591.50	3
T-576	1	7,982.00	752.40	3
T-578	4	7,632.30	731.80	3
T-579	2	8,275.00	784.50	3
T-582	1	5,084.60	516.60	3
T-584	1	5,865.00	575.40	3
T-587	1	7,132.30	672.50	3
T-588	3	7,632.30	713.50	3
T-589	1	7,628.00	713.20	3
T-599	7	7,639.90	571.20	3
T-603	1	7,139.90	538.30	3
T-619	2	7,639.90	574.50	3
T-620	1	7,638.10	574.50	3
T-621	6	7,632.30	577.10	3
T-623	1	1,657.80	98.90	3
T-643	1	9,619.90	806.10	3
T-644	1	9,528.70	798.70	3
T-645	1	9,573.00	802.30	3
T-647	1	8,305.70	689.70	3
T-648	1	11,511.10	1,216.70	3
T-649	1	9,710.30	1,002.70	3
T-650	1	9,709.00	395.40	3
T-651	1	11,627.70	822.90	3
T-652	1	11,422.80	786.50	3
T-653	1	11,602.10	1,012.80	3
T-654	1	10,653.20	922.80	3
T-655	1	11,406.00	972.40	3
T-656	1	5,098.00	430.50	3
T-657	1	7,625.40	518.20	3
T-658	1	8,433.30	711.30	3
T-661	1	9,622.70	810.60	3
T-662	1	9,641.70	812.20	3
T-664	1	7,814.90	316.90	3
T-665	1	8,604.70	343.30	3
T-669	1	3,125.10	125.90	3
T-670	1	3,064.80	123.50	3
T-671	1	2,900.10	117.10	3
T-673	1	10,310.70	874.50	3

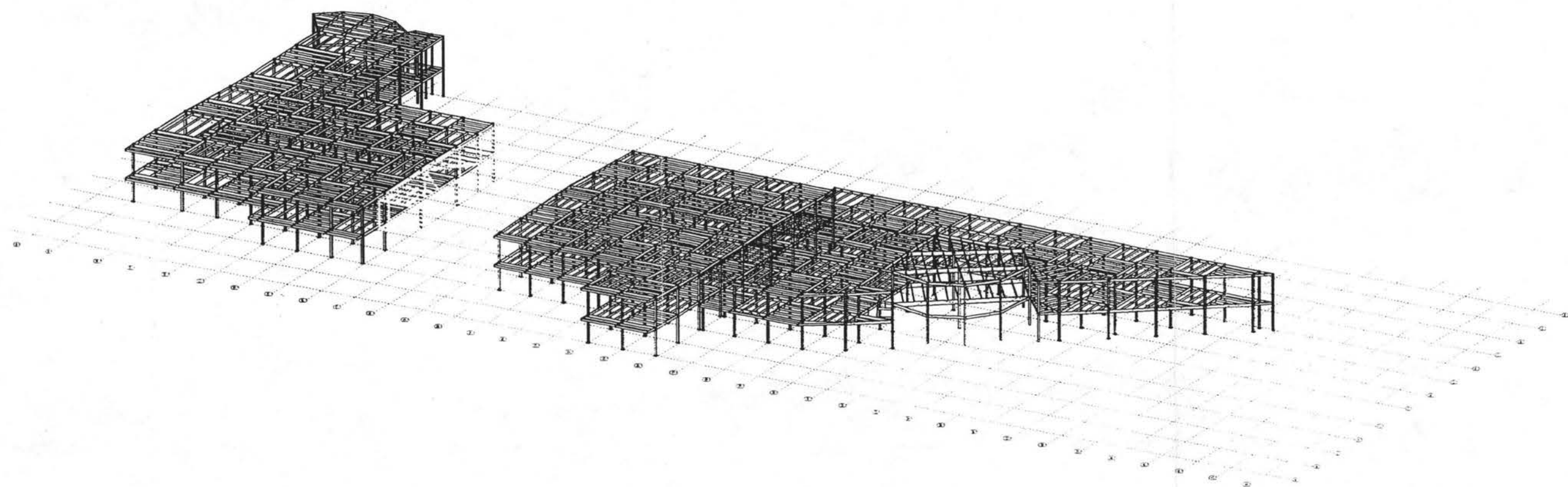
T-674	1	3,592.00	144.30	3
T-675	1	7,638.50	646.40	3
T-676	1	2,621.90	106.50	3
T-677	1	3,808.10	152.90	3
T-680	1	1,881.20	114.70	3
T-681	1	6,068.90	364.20	3
T-751	1	4,284.40	166.60	3
T-752	1	941.20	36.60	3
T-755	1	6,075.00	236.30	3
T-756	1	4,928.10	191.70	3
T-757	1	7,221.90	280.90	3
T-758	1	4,125.60	160.50	3
T-759	1	2,068.60	80.50	3
T-760	1	5,889.50	229.10	3
T-761	1	6,121.40	238.10	3
T-762	1	7,022.30	273.10	3
T-763	1	7,923.10	308.20	3
T-768	1	3,787.90	147.30	3
T-769	1	9,418.70	366.30	3
T-771	12	8,324.50	323.80	3
T-772	12	8,308.50	323.20	3
T-773	4	8,261.90	321.40	3
T-774	1	8,235.90	320.30	3
T-775	1	8,266.90	321.50	3
T-776	1	8,297.80	322.70	3
T-777	1	8,219.80	319.70	3
T-778	1	8,250.80	320.90	3
T-779	1	8,281.80	322.10	3
T-780	4	8,251.70	321.00	3
T-782	7	7,777.20	302.50	3
T-783	42	7,814.90	304.00	3
T-784	3	7,827.60	304.50	3
T-785	4	7,808.50	303.70	3
T-786	33	7,802.10	303.50	3
T-787	7	7,783.20	302.70	3
T-788	4	7,752.30	301.50	3
T-789	1	7,821.20	304.20	3
T-790	1	7,845.70	305.20	3
T-791	21	8,824.60	343.20	3
T-792	21	8,802.10	342.40	3
T-793	1	10,129.50	394.00	3
T-815	6	3,302.10	128.40	3
T-816	1	740.10	28.80	3
T-817	1	1,617.40	62.90	3
T-818	1	2,495.00	97.00	3
T-819	1	3,370.40	131.10	3
T-820	1	4,232.80	164.60	3
T-821	1	3,504.10	136.30	3
T-822	1	3,758.80	146.20	3
T-823	1	9,438.90	367.10	3
T-824	1	7,827.60	304.50	3
T-825	2	7,327.60	285.00	3
T-826	3	1,768.60	68.80	3

T-827	1	4,606.60	179.20	3
T-828	1	4,529.10	176.20	3
T-829	1	4,302.40	167.30	3
T-830	1	4,075.60	158.50	3
T-831	1	4,775.40	185.70	3
T-832	1	2,295.20	89.30	3
T-833	4	4,692.00	182.50	3
T-834	1	5,781.40	224.90	3
T-835	1	2,805.30	109.10	3
T-836	1	1,131.20	44.00	3
T-837	1	2,368.60	92.10	3
T-838	1	4,076.10	158.50	3
T-839	1	5,562.00	216.30	3
T-840	1	7,049.80	274.20	3
T-841	1	7,137.60	277.60	3
T-842	1	2,523.10	98.10	3
T-843	1	5,214.80	202.80	3
T-844	4	3,808.10	148.10	3
T-845	4	3,814.90	148.40	3
T-846	6	3,314.90	128.90	3
T-847	1	3,444.30	134.00	3
T-848	1	2,379.20	92.50	3
T-849	1	4,615.50	179.50	3
T-850	1	3,754.60	146.00	3
T-919	1	741.80	28.90	3
T-920	1	1,626.90	63.30	3
T-921	1	2,518.60	98.00	3
T-922	1	3,404.70	132.40	3
T-923	3	1,775.40	69.10	3
T-924	2	7,327.60	285.00	3
T-925	1	7,827.60	304.50	3
T-926	1	7,610.30	296.00	3
T-927	1	8,271.60	321.70	3
T-928	1	7,636.80	297.00	3
T-929	1	6,999.80	272.30	3
T-930	1	8,641.50	336.10	3
T-931	1	7,153.50	278.20	3
T-932	1	7,583.20	295.00	3
T-933	1	4,287.70	166.80	3
T-934	1	4,013.60	156.10	3
T-935	1	7,560.30	294.10	3
T-936	1	7,076.90	275.30	3
T-937	1	5,589.90	217.40	3
T-938	1	4,102.80	159.60	3
T-939	1	2,473.10	96.20	3
T-940	1	5,120.60	199.20	3
T-941	1	1,142.60	44.40	3
T-942	1	2,719.20	105.80	3
T-943	1	5,750.40	223.70	3
T-944	1	4,701.10	182.90	3
T-945	1	4,702.20	182.90	3
T-946	2	4,704.60	183.00	3
T-947	1	4,098.30	159.40	3

T-948	1	4,324.00	168.20	3
T-949	1	4,549.70	177.00	3
T-950	1	4,801.20	186.70	3
T-951	1	2,323.70	90.40	3
T-953	1	7,560.60	294.10	3
T-954	1	8,250.00	320.90	3
T-955	1	7,614.30	296.20	3
T-956	1	6,978.60	271.40	3
T-957	6	7,314.90	284.50	3
T-958	6	7,308.50	284.30	3
T-959	1	8,621.50	335.30	3
T-960	1	10,105.40	393.10	3
T-961	1	6,156.10	239.40	3
T-962	1	7,082.30	275.50	3
T-963	1	8,009.40	311.50	3
T-964	1	1,486.40	57.80	3
T-965	1	5,909.10	229.80	3
T-966	1	5,029.10	195.60	3
T-967	1	6,198.30	241.10	3
T-968	1	7,367.60	286.60	3
T-969	1	1,199.70	46.70	3
T-970	1	2,577.40	100.20	3
T-971	1	5,718.60	222.40	3
T-972	1	7,476.50	290.80	3
T-973	1	9,093.80	353.70	3
T-974	1	3,222.80	125.40	3
T-975	1	6,721.10	261.40	3
T-976	1	10,279.00	399.80	3
T-977	1	4,141.90	161.10	3
T-978	1	7,580.80	294.90	3
T-1075	1	7,612.00	624.50	3
T-1088	1	7,622.10	501.80	3
T-1089	1	10,160.20	668.90	3
T-1094	1	10,135.10	667.30	3
T-1095	1	7,717.40	508.10	3
T-1096	1	7,717.40	508.10	3
T-1100	1	10,257.80	613.00	3
T-1101	1	10,249.40	612.50	3
T-1102	1	10,241.00	612.00	3
T-1103	1	10,232.60	611.50	3
T-1104	1	10,224.10	611.00	3
T-1105	1	8,049.50	481.00	3
T-1106	1	6,086.00	363.70	3
T-1107	1	3,089.60	184.60	3
T-1108	1	8,513.10	508.80	3
T-1109	1	7,911.50	472.80	3
T-1110	1	10,395.60	621.30	3
T-1111	1	10,524.50	629.00	3
T-1112	1	10,653.40	636.70	3
T-1113	1	3,049.10	182.20	3
T-1114	1	5,701.80	340.70	3
T-1115	1	9,363.00	559.50	3
T-1116	1	8,706.20	520.30	3

T-1117	1	9,114.70	544.70	3
T-1118	1	10,782.20	644.40	3
T-1119	1	8,798.50	525.80	3
T-1120	1	5,050.60	301.80	3
T-1121	1	10,237.80	611.80	3
T-1122	1	8,496.70	507.80	3
T-1123	1	9,711.50	580.40	3
T-1124	1	10,222.00	610.90	3
T-1125	1	10,229.90	611.40	3
T-1126	1	10,245.60	612.30	3
T-1127	1	10,253.50	612.80	3
T-1128	1	10,202.50	609.70	3
T-1129	1	10,384.80	620.60	3
T-1130	1	10,520.50	628.70	3
T-1131	1	10,656.10	636.80	3
T-1132	1	10,791.70	644.90	3
T-1133	1	10,218.80	610.70	3

0.001



PRIORIDAD 1, 2 Y 3.

PLAZA REAL PACHUCA
2083 TONELADAS
O.T.:1521
CAMINO REAL DE LA PLATA
PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
E-MAIL: ajax@infosel.net.mx

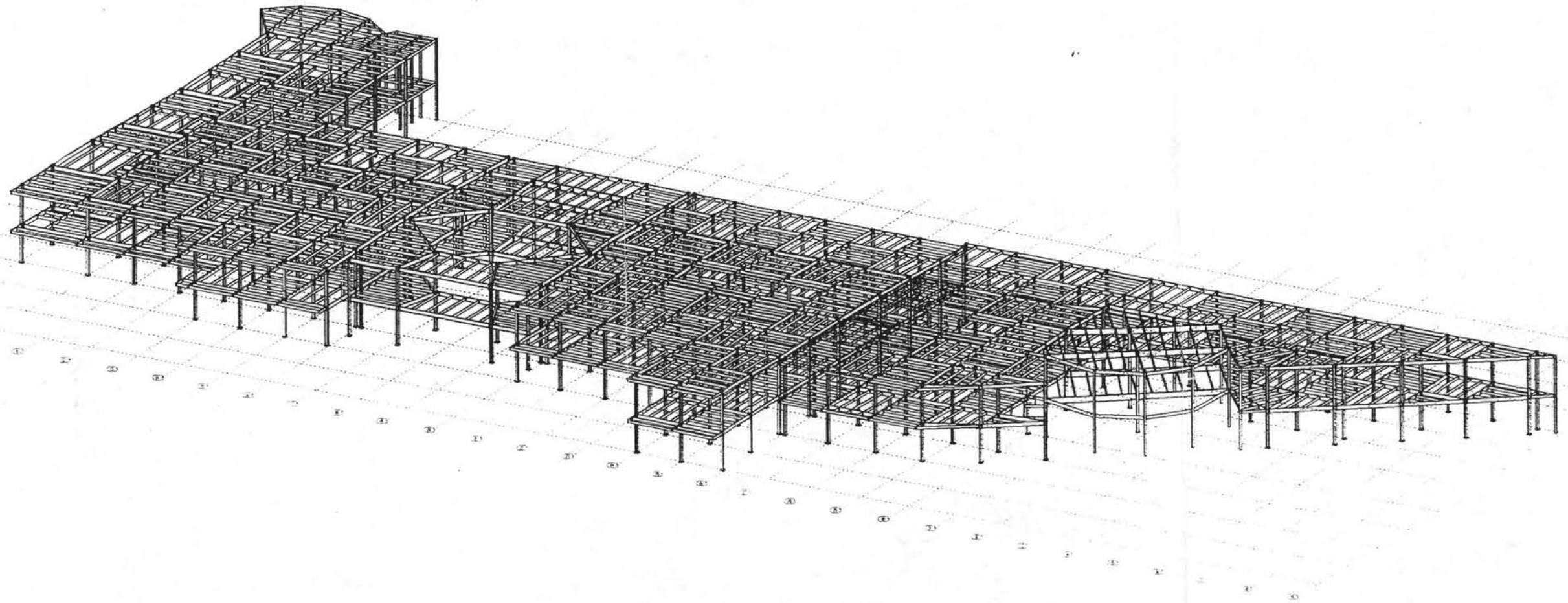


Ensamble	Cantidad	Longitud	Peso	Etapas
C-101	1	12,623.00	2,456.10	4
C-142	1	12,599.00	3,362.10	4
C-143	1	12,599.00	3,375.90	4
C-145	1	12,889.00	3,507.10	4
C-146	1	12,889.00	3,506.20	4
C-187	1	12,623.00	2,433.90	4
C-188	1	12,457.00	2,431.20	4
C-189	1	12,457.00	2,438.30	4
C-190	1	12,457.00	2,207.30	4
C-191	2	12,589.00	2,341.30	4
C-192	1	12,448.40	2,206.20	4
C-193	1	12,448.40	2,206.20	4
C-194	1	12,457.00	2,207.30	4
C-205	2	12,452.00	2,243.90	4
C-213	1	12,835.30	2,795.10	4
C-214	1	12,835.30	2,795.10	4
C-215	1	12,533.00	2,366.30	4
C-216	1	12,533.00	2,366.30	4
C-253	1	12,769.00	2,153.30	4
C-254	1	12,769.00	2,153.30	4
T-115	1	14,330.70	1,603.30	4
T-146	1	6,491.50	776.30	4
T-147	1	6,491.50	776.30	4
T-148	1	14,076.70	3,434.50	4
T-149	1	8,215.10	982.30	4
T-150	1	7,619.70	905.80	4
T-151	1	14,145.10	1,591.70	4
T-152	1	14,145.10	1,591.70	4
T-153	1	14,330.70	1,603.30	4
T-154	1	12,818.30	1,450.30	4
T-155	1	15,632.30	1,736.70	4
T-156	1	10,232.30	1,179.70	4
T-157	1	6,470.80	774.80	4
T-158	1	6,470.80	774.80	4
T-159	1	11,448.40	1,295.10	4
T-160	1	11,448.40	1,295.10	4
T-161	1	13,557.30	1,518.80	4
T-162	1	13,557.30	1,518.80	4
T-163	2	6,935.30	807.40	4
T-164	2	7,132.30	827.40	4
T-165	1	6,032.30	715.40	4
T-166	1	8,232.30	939.40	4
T-167	1	15,268.30	1,877.40	4
T-168	1	15,268.30	1,877.40	4
T-169	1	14,069.60	2,734.90	4
T-170	1	14,069.60	2,734.90	4
T-171	1	14,076.70	3,434.50	4
T-211	1	7,658.80	726.90	4

T-212	1	14,171.90	1,282.80	4
T-213	1	14,171.90	1,282.80	4
T-214	1	14,349.50	1,292.10	4
T-215	1	14,349.50	1,292.10	4
T-216	1	13,583.50	1,223.20	4
T-217	1	13,583.50	1,223.20	4
T-218	1	11,482.60	1,159.60	4
T-219	1	11,484.20	1,159.60	4
T-220	1	8,258.30	789.60	4
T-590	1	10,239.90	984.90	4
T-591	1	8,453.70	786.50	4
T-592	1	8,453.70	786.50	4
T-593	1	6,305.00	603.90	4
T-594	1	6,305.00	603.90	4
T-595	1	3,075.00	332.60	4
T-596	1	3,075.00	332.60	4
T-597	1	12,852.00	1,166.30	4
T-598	1	15,639.90	1,395.00	4
T-613	1	8,239.90	750.10	4
T-614	1	6,039.90	569.60	4
T-615	2	7,139.90	659.80	4
T-616	2	6,955.90	644.80	4
T-624	1	6,323.30	605.00	4
T-625	1	6,323.30	605.00	4
T-626	1	3,092.60	333.60	4
T-627	1	3,092.60	333.60	4
T-628	1	8,476.00	787.90	4
T-629	1	8,476.00	787.90	4
T-638	1	14,453.90	2,673.60	4
T-639	1	15,586.30	2,872.60	4
T-640	1	14,441.30	2,671.40	4
T-641	1	15,606.00	2,876.10	4
T-706	2	7,861.80	410.10	4
T-707	2	8,133.70	424.30	4
T-708	2	8,334.00	434.70	4
T-709	1	9,030.20	471.10	4
T-710	1	9,058.40	472.50	4
T-711	1	0.00	0.00	4
T-712	1	9,772.00	509.70	4
T-713	1	9,814.90	512.00	4
T-714	1	9,581.20	499.80	4
T-715	1	9,730.60	507.60	4
T-716	1	9,531.00	497.20	4
T-717	1	9,779.40	510.10	4
T-718	1	7,881.40	411.10	4
T-719	1	7,881.40	411.10	4
T-720	1	8,377.50	437.00	4
T-721	1	8,177.20	426.60	4
T-722	1	8,177.20	426.60	4
T-723	1	8,377.50	437.00	4

T-726	1	7,846.60	409.30	4
T-727	1	8,996.90	469.30	4
T-728	1	8,944.70	466.60	4
T-753	1	2,263.30	88.00	4
T-754	1	4,691.70	182.50	4
T-764	1	7,067.00	274.90	4
T-765	1	4,691.70	182.50	4
T-766	1	2,263.30	88.00	4
T-767	1	7,102.40	276.20	4
T-851	6	6,784.60	263.90	4
T-852	6	7,197.80	280.00	4
T-853	6	7,246.70	281.90	4
T-854	1	7,431.90	289.10	4
T-855	1	7,613.40	296.10	4
T-856	1	7,794.90	303.20	4
T-857	1	7,794.90	303.20	4
T-858	1	7,613.40	296.10	4
T-859	1	7,431.90	289.10	4
T-860	8	7,277.20	283.00	4
T-861	5	8,052.00	313.20	4
T-862	1	4,723.30	183.70	4
T-863	1	5,890.80	229.10	4
T-864	1	3,850.70	149.80	4
T-865	1	1,810.50	70.40	4
T-866	1	5,891.20	229.10	4
T-867	1	3,851.20	149.80	4
T-868	1	1,811.20	70.40	4
T-869	1	8,754.60	340.50	4
T-870	1	5,950.90	231.50	4
T-871	1	8,084.40	314.40	4
T-872	4	8,086.40	314.50	4
T-873	1	4,795.50	186.50	4
T-874	1	1,870.90	72.80	4
T-875	1	3,910.90	152.10	4
T-876	1	8,783.50	341.60	4
T-877	1	2,201.50	85.60	4
T-878	1	4,631.80	180.20	4
T-879	1	7,062.20	274.70	4
T-880	1	2,201.50	85.60	4
T-881	1	4,631.80	180.20	4
T-882	1	7,062.20	274.70	4
T-883	6	7,220.30	280.80	4
T-884	6	7,188.40	279.60	4
T-885	2	7,777.30	302.50	4
T-886	2	7,595.80	295.40	4
T-887	2	7,414.30	288.40	4
T-888	6	6,750.30	262.60	4
T-889	1	7,931.00	308.50	4
T-890	1	7,931.20	308.50	4
T-979	1	7,121.20	277.00	4

T-980	1	7,121.20	277.00	4
T-981	1	3,910.90	152.10	4
T-982	1	1,870.90	72.80	4
T-983	1	5,950.90	231.50	4
T-984	1	7,990.90	310.80	4
T-985	1	7,990.90	310.80	4



PRIORIDAD 1, 2, 3 Y 4.

PLAZA REAL PACHUCA
2083 TONELADAS
O.T.:1521
CAMINO REAL DE LA PLATA
PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
E-MAIL: ajax@infosel.net.mx



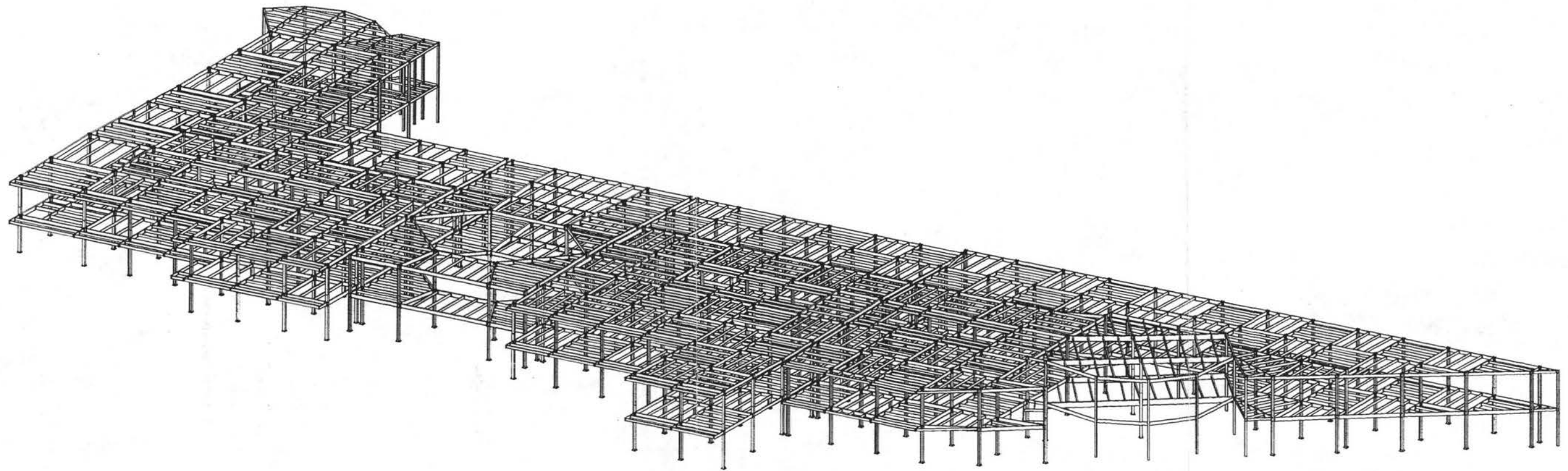
Ensamble	Cantidad	Longitud	Peso	Etapas
C-151	1	12769.1	2340.3	5
C-152	1	12949	2389.1	5
C-153	1	12949	2304.8	5
C-154	1	12589	2339.2	5
C-155	1	12589	2255.4	5
C-156	1	12419.1	2186.7	5
C-157	9	12419.1	2311.8	5
C-158	1	12419	2216.2	5
C-159	1	13129	2291.8	5
C-160	1	13129	2281.9	5
C-161	1	13129	2373.5	5
C-162	12	13129	2407	5
C-163	1	13129	2302	5
C-164	1	12589.1	2209.5	5
C-165	10	12589.1	2334.6	5
C-166	1	12769.1	2233.7	5
C-167	12	12769.1	2358.7	5
C-168	1	12949	2257.8	5
C-169	13	12949.1	2382.9	5
C-170	1	12967.7	2388.7	5
C-171	1	12967.7	2389.4	5
C-172	2	12774	2414.9	5
C-173	2	12594	2390.8	5
C-174	1	12424	2230.3	5
C-175	1	12424	2230.3	5
C-276	1	13197.8	1543.8	5
C-277	1	13197.8	1543.4	5
C-278	1	12374.1	1467.8	5
C-280	1	12612.2	1497	5
C-281	1	12730.5	1512.4	5
C-282	1	13111	1578.9	5
C-283	1	12969.7	1511.9	5
C-284	1	13019.6	1516.7	5
C-285	1	13118.4	1539.6	5
T-139	1	11439.9	1570.1	5
T-140	1	11432.3	1589.8	5
T-141	1	11432.3	1589.8	5
T-142	1	11439.9	1590.7	5
T-143	1	11439.9	1590.7	5
T-144	2	11432.3	1556.2	5
T-145	1	11439.9	1557.2	5
T-229	1	11466.9	803.4	5
T-230	1	9728.9	663.8	5
T-231	1	8294.2	638.1	5
T-232	1	8294.2	638.1	5
T-233	1	7794.1	605.2	5
T-234	1	7794.1	605.2	5
T-235	1	7775	762.5	5
T-236	1	7775	762.5	5
T-237	1	8275	803.5	5

T-238	1	8275	803.5	5
T-239	1	9309.2	508.8	5
T-240	1	11503	985.7	5
T-433	1	8294.2	630.3	5
T-434	1	8294.2	630.3	5
T-443	19	8656.9	654.2	5
T-444	20	8656.9	654.2	5
T-445	6	8156.8	621.3	5
T-446	5	8156.8	621.3	5
T-447	1	8656.9	664.9	5
T-459	19	8632.3	814.1	5
T-460	19	8632.3	814.1	5
T-461	4	8132.3	773.1	5
T-462	4	8132.3	773.1	5
T-463	2	8175	776.6	5
T-464	2	8175	776.6	5
T-465	20	7275	702.8	5
T-466	20	7275	702.8	5
T-467	1	7275	702.8	5
T-479	2	7453.7	722.5	5
T-480	2	7453.7	722.5	5
T-481	2	7453.7	722.5	5
T-482	2	7453.7	722.5	5
T-483	1	8275	795	5
T-484	1	8275	795	5
T-485	1	8132.3	773.1	5
T-487	1	8132.3	767	5
T-488	1	8132.3	767	5
T-489	1	7275	696.7	5
T-490	1	7275	696.7	5
T-491	1	8632.3	814.1	5
T-501	2	8177.2	622.9	5
T-502	20	7277.2	563.7	5
T-503	2	7458.5	572.3	5
T-504	2	7458.5	572.3	5
T-512	1	3777.8	299.1	5
T-513	1	7277.2	558.3	5
T-517	1	9677.5	652.6	5
T-520	1	3746.5	184.5	5
T-522	1	5632	227.7	5
T-523	1	5804.2	234.4	5
T-524	1	5619	227.2	5
T-525	1	8824.6	351.8	5
T-527	1	1927.5	79.3	5
T-528	1	1919.1	78.9	5
T-536	1	9682.2	655.9	5
T-537	1	9598.1	650.3	5
T-540	2	8177.2	622.9	5
T-541	22	7277.2	563.7	5
T-542	1	7277.2	563.7	5
T-543	2	7458.5	572.3	5
T-544	2	7458.5	572.3	5
T-551	1	7277.2	558.3	5

T-553	1	8084.6	545.8	5
T-554	1	9872.6	665.2	5
T-555	1	7522.7	398.4	5
T-556	1	6042.3	321.8	5
T-557	1	11465.7	1084.7	5
T-558	1	11465.8	1084.7	5
T-559	1	9283.7	515.4	5
T-560	1	8656.9	654.2	5
T-561	1	12919.7	1386.6	5
T-564	1	8177.2	606.8	5
T-565	10	7277.2	547.6	5
T-577	2	7275	702.8	5
T-580	1	8632.3	826.3	5
T-581	1	8175	770.5	5
T-583	1	8632.3	814.1	5
T-585	2	8632.3	795.8	5
T-586	10	7275	684.5	5
T-617	1	7423.5	340.1	5
T-618	1	7421.9	340.1	5
T-634	2	8656.9	638.1	5
T-642	1	9689.2	811.8	5
T-646	1	9739.1	821.5	5
T-659	1	9810.7	826	5
T-660	1	9758.6	821.9	5
T-663	1	9876.2	826.9	5
T-666	1	5791.3	233.9	5
T-667	1	8702.1	347.1	5
T-668	1	8802.1	351	5
T-672	1	8106.9	679.4	5
T-724	1	6047	315.4	5
T-725	1	6046.6	315.4	5
T-770	1	7482	291	5
T-781	18	8302.1	322.9	5
T-786	69	7802.1	303.5	5
T-789	3	7821.2	304.2	5
T-792	61	8802.1	342.4	5
T-794	2	8821.2	343.1	5
T-795	4	8727	339.4	5
T-796	4	8702.1	338.5	5
T-797	1	2058.2	80.1	5
T-798	1	5006.9	194.7	5
T-799	1	2720.7	105.8	5
T-800	2	3821.2	148.6	5
T-801	1	4437.5	172.6	5
T-802	1	5954.9	231.6	5
T-803	1	7472.4	290.6	5
T-804	1	6082.3	236.6	5
T-805	1	3059	119	5
T-806	2	3034.1	118	5
T-807	1	6619.3	257.5	5
T-808	1	1411.8	54.9	5
T-809	1	2883.9	112.2	5
T-810	1	4356.1	169.4	5

T-811	1	2708.4	105.3	5
T-812	1	1459.6	56.8	5
T-813	1	4994.1	194.2	5
T-814	1	2043	79.5	5
T-891	18	8324.5	323.8	5
T-892	69	7814.9	304	5
T-893	3	7827.6	304.5	5
T-894	63	8824.6	343.2	5
T-895	1	7502.3	291.8	5
T-896	4	8736.7	339.8	5
T-897	6	8714.9	339	5
T-908	2	3039.6	118.2	5
T-909	1	6615.8	257.3	5
T-910	1	1407.8	54.8	5
T-911	1	2886.5	112.3	5
T-912	1	4365.2	169.8	5
T-913	1	4426.5	172.2	5
T-914	1	5915.5	230.1	5
T-915	1	7404.4	288	5
T-916	1	1458.5	56.7	5
T-917	1	6110.6	237.7	5
T-918	1	3083.7	119.9	5
T-1044	1	6277.2	206.3	5
T-1045	1	4837.2	159	5
T-1046	1	3397.2	111.7	5
T-1047	1	1812.6	59.6	5
T-1048	1	3800.1	124.9	5
T-1049	1	5787.6	190.2	5
T-1050	1	6278.8	206.4	5
T-1051	1	4838	159	5
T-1052	1	3397.2	111.7	5
T-1053	1	1295.8	42.6	5
T-1054	1	2703.3	88.9	5
T-1055	1	4110.8	135.1	5
T-1056	1	3139.1	103.2	5
T-1057	1	1842.9	60.6	5
T-1058	1	3799.6	124.9	5
T-1059	1	2448.6	80.5	5
T-1060	1	2447.1	80.4	5
T-1061	1	3810.9	125.3	5
T-1062	1	5801.4	190.7	5
T-1063	1	1820.5	59.8	5
T-1064	1	5604	184.2	5
T-1065	1	5843.3	192.1	5
T-1066	1	5809.6	191	5
T-1067	2	5775.9	189.8	5
T-1068	1	5742.2	188.7	5
T-1069	1	5708.5	187.6	5
T-1070	1	5709.1	187.7	5
T-1071	1	5742.4	188.7	5
T-1072	1	5809.1	190.9	5
T-1073	1	5842.4	192	5
T-1074	1	3893.5	128	5

T-1090	6	11614.9	764.7	5
T-1091	1	6051.2	398.4	5
T-1092	1	6050.8	398.4	5
T-1093	1	6041.7	397.8	5
T-1097	6	11602.1	763.9	5
T-1098	1	7515.3	494.8	5
T-1099	1	15248.9	1004	5



PRIORIDAD 1, 2, 3, 4 Y 5.

PLAZA REAL PACHUCA
2083 TONELADAS
O.T.:1521
CAMINO REAL DE LA PLATA
PACHUCA HGO.

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICO XALOSTOC
STA CLARA, ESTADO DE MEXICO
TELS. 569-6244 569-6083 569-6724
E-MAIL: ajax@infosel.net.mx

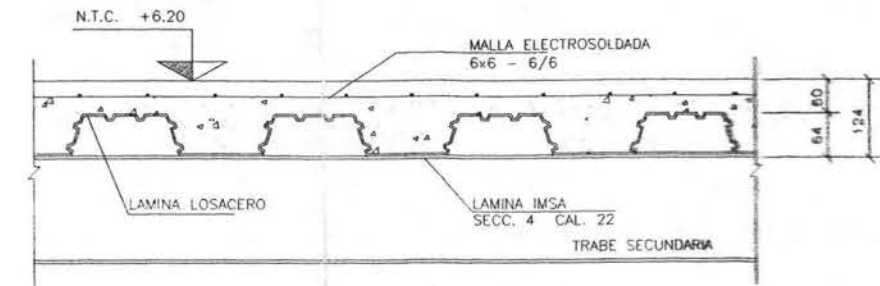
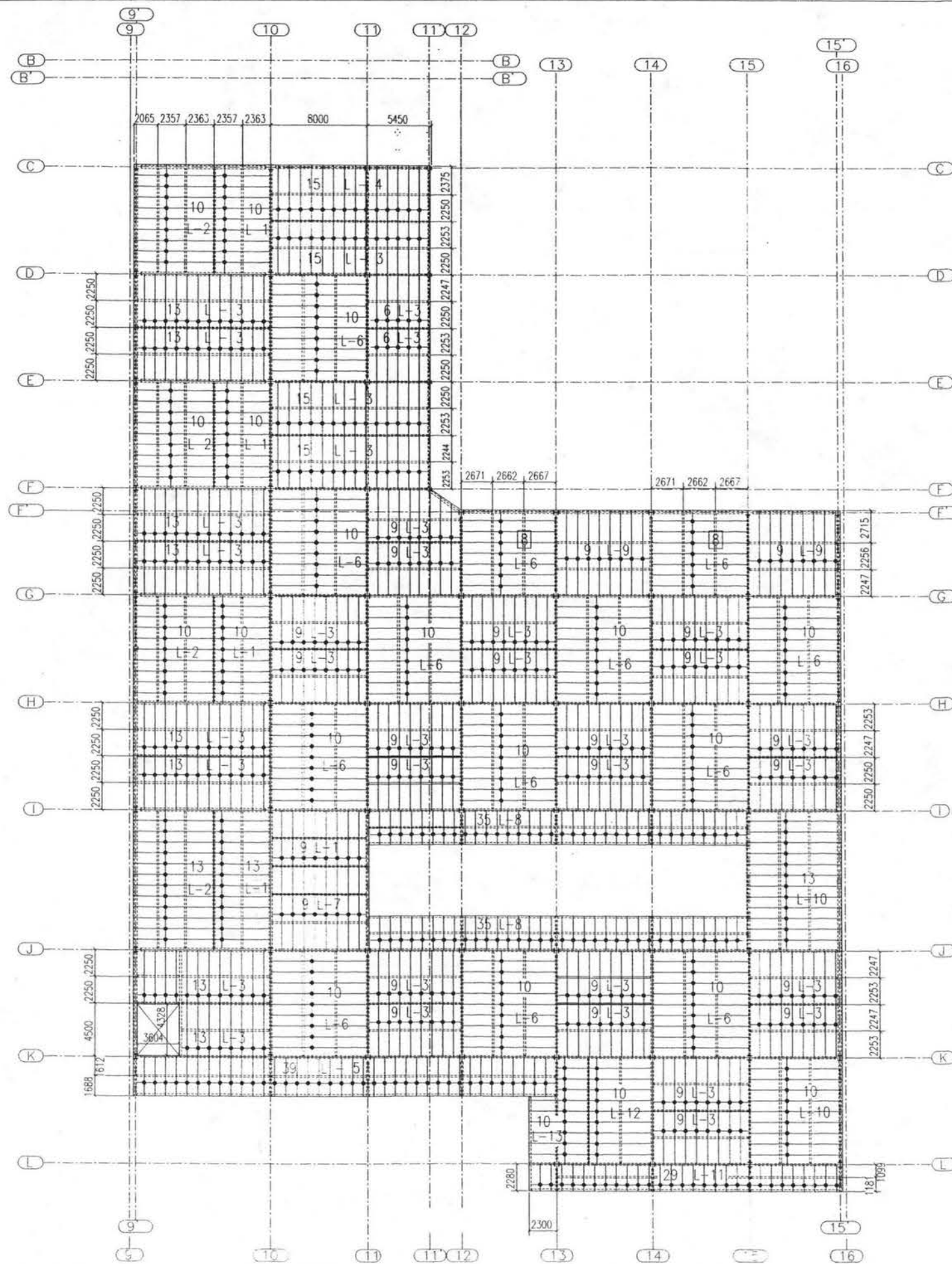


2. PLANOS DE LAMINACIÓN Y 3. COLOCACIÓN DE PERNOS.

La cantidad de lámina y pernos instalados en la obra nos indica la cantidad de área de losa cubierta en tan poco tiempo y los volúmenes generados, esta es una de las grandes diferencias entre el concreto y el acero.

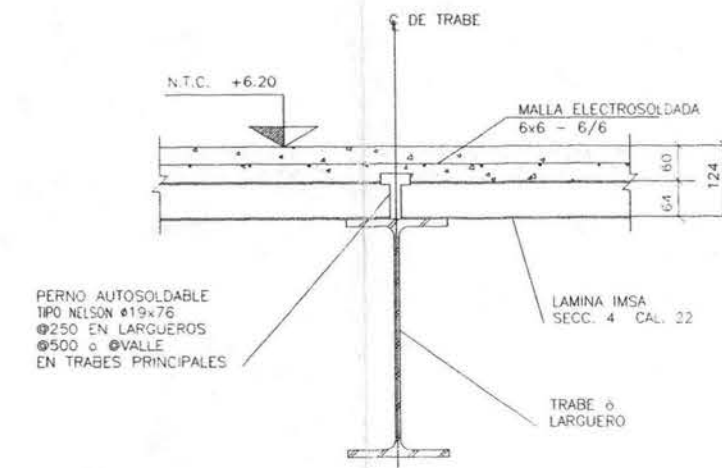
Lámina total colocada.	34,352.73 m2.
Pernos totales en obra.	69,706 pzas.

A continuación están los planos de laminación y colocación de pernos de la obra plaza real, todos y cada uno de ellos contiene la información necesaria para su colocación e instalación de pernos en la obra.



DETALLE TIPO DE LOSACERO

MARCA	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	ANCHO UTIL	LONG. (MFS.)	M2/PZA.	M2/TOTALES
L-1	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	104	PIEZA	0.91	4.720	4.30	446.70
L-2	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	86	PIEZA	0.91	6.770	6.16	529.82
L-3	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	718	PIEZA	0.91	4.500	4.10	2,940.21
L-4	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	30	PIEZA	0.91	4.625	4.21	126.26
L-5	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	78	PIEZA	0.91	3.300	3.00	234.23
L-6	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	232	PIEZA	0.91	8.000	7.28	1,688.96
L-7	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	18	PIEZA	0.91	7.080	6.44	115.97
L-8	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	140	PIEZA	0.91	2.900	2.64	369.46
L-9	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	36	PIEZA	0.91	7.220	6.57	236.53
L-10	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	66	PIEZA	0.91	7.690	7.00	461.86
L-11	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	58	PIEZA	0.91	2.260	2.07	120.34
L-12	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	20	PIEZA	0.91	5.335	4.85	97.10
L-13	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	20	PIEZA	0.91	4.890	4.45	89.00
TOTAL:						7,456.44	



CONEXION TRABE METALICA CON LOSA

PLANTA DE LAMINACION ENTREPISO Y AZOTEA ZONA

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	24-10-2002	ENTRADA PARA MONTAJE	EDV	EDV

MANUFACTURAS METALICAS

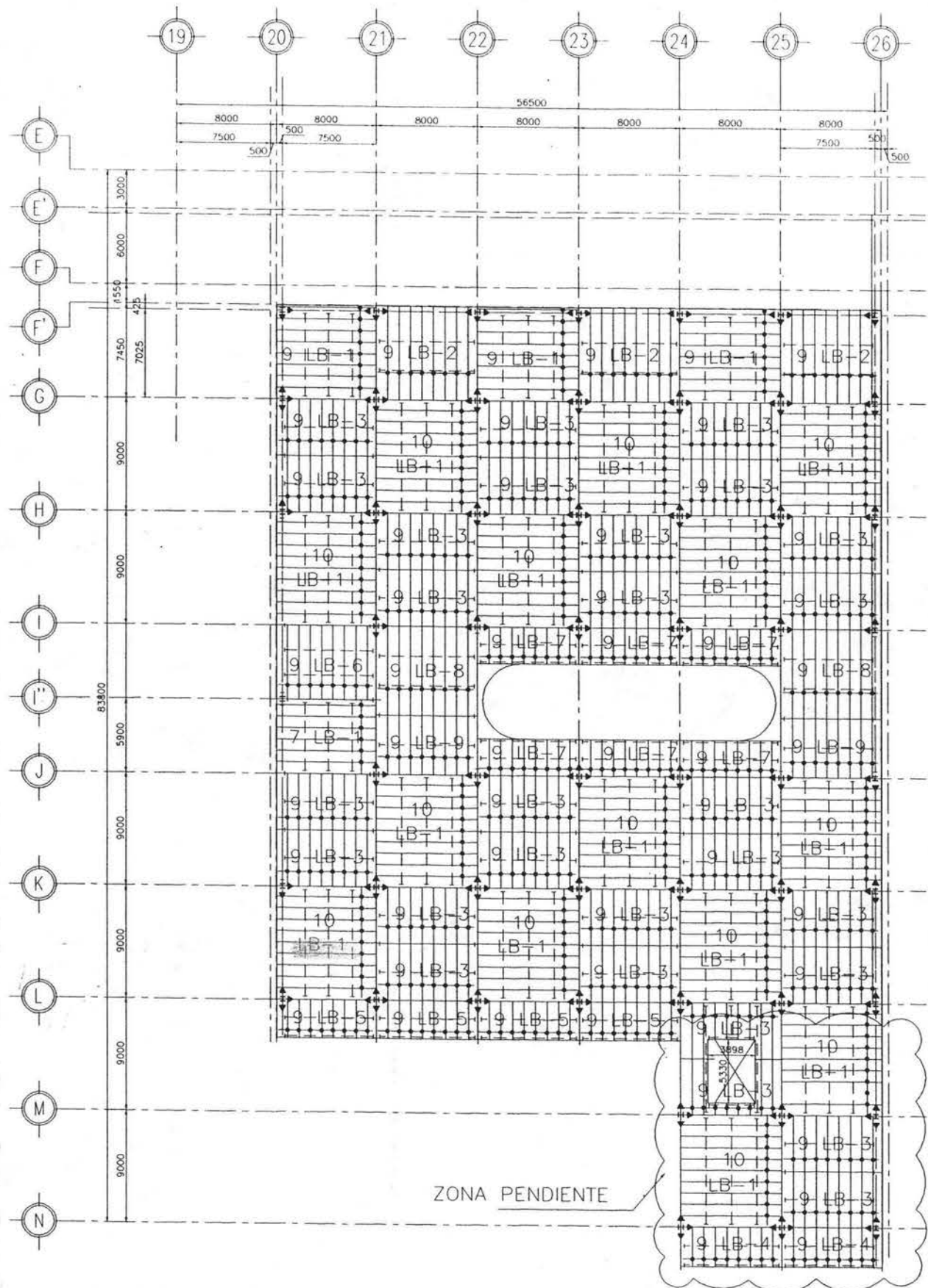
INGENIERO: CARLOS DICHY CHAYO

CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA I

PROYECTO: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL PROYECTO HEDALGO
 PLANTA DE LAMINACION NIVEL I

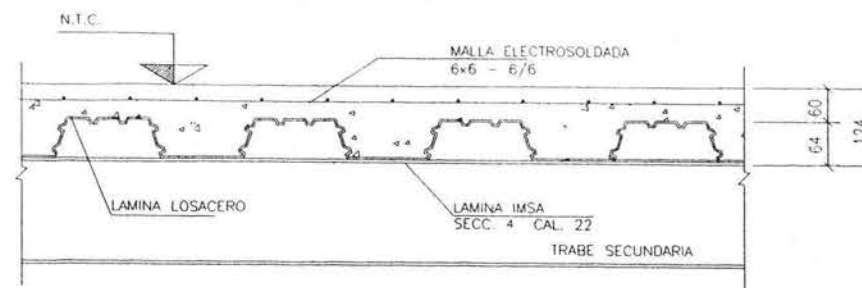
ESCALA: 1/50	NO. DE PROYECTO: 1521-01L
FECHA: 08	
PROYECTADO: OCTUBRE 2002	

PROYECTADO: JCA	UNIDAD: EDV
REVISADO: JCA	FECHA: 08

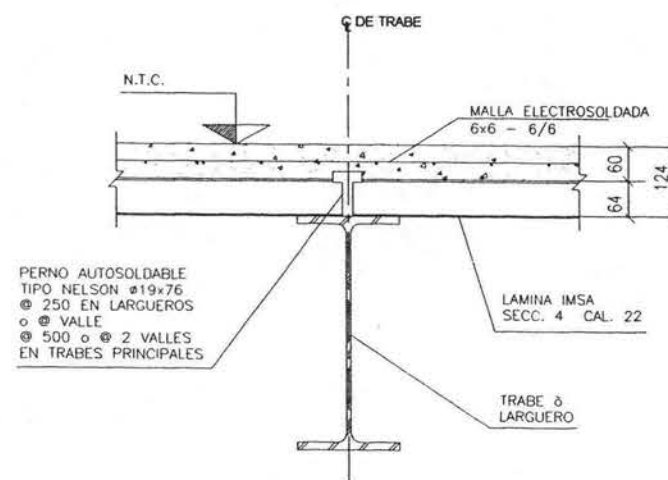


PLANTA DE LAMINACION NIVEL ENTREPISO Y AZOTEA ZONA 2

N.T.A. +6.078 , N.P.T. +6.250



DETALLE TIPO DE LOSACERO



CONEXION TRABE METALICA CON LOSA

MARCA	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	ANCHO UTIL	LONG. (MTS.)	M2/PZA.	M2/TOTALES
LB-1	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	174	PIEZA	0.91	8.000	7.28	2,533.44
LB-2	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	27	PIEZA	0.91	7.530	6.85	370.02
LB-3	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	252	PIEZA	0.91	4.500	4.10	2,063.88
LB-4	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	PIEZA	0.91	2.950	2.68	48.32
LB-5	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	36	PIEZA	0.91	2.300	2.09	150.70
LB-6	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	PIEZA	0.91	5.900	5.37	96.64
LB-7	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	54	PIEZA	0.91	2.900	2.64	285.01
LB-8	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	18	PIEZA	0.91	7.080	6.44	231.94
LB-9	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	18	PIEZA	0.91	4.750	4.32	155.61
						TOTAL:	5,935.57

- NOTAS :
- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - NIVELES EN METROS
 - LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 Fy=2530 Kg/cm²
 - TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - TODO LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. PLANA
 - PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, Fy=3315 Kg/cm²
 - LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGARAN LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	11-10-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 28 FRACC. PARTIDA VALIENTE
 STA. CLARA EDO. DE MEX.
 TELS. 600-6244 600-0005 600-6724
 E-MAIL: majax@internet.net.mx

AJAX S.A.

CLIENTE : CARLOS DICHY CHAYO

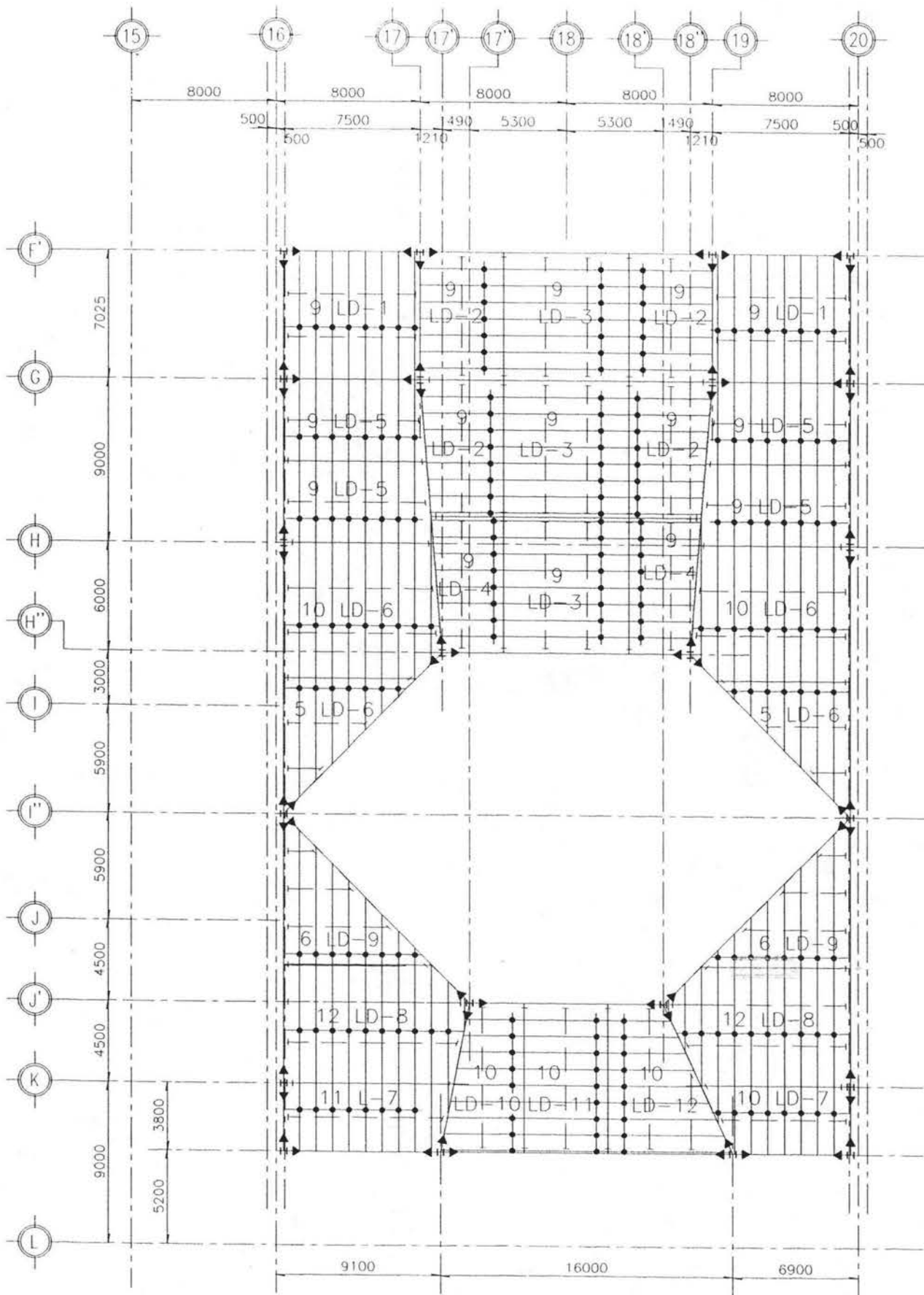
OBRA : CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA II

UBICACION : Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO : PLANTA DE LAMINACION

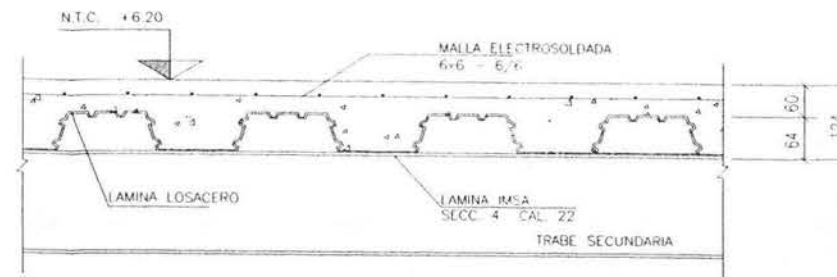
ESCALA : SIN	CLAVE : 1521-03L
ACOTACION : mm	
FECHA : 14-10-2002	
CODIFICACION : 1440-03L.dwg	

D.T. : 1440-03	CALCULO : ING. E.G.V.
DIBUJO : G.C.A.	REVISO : ING. JSZ

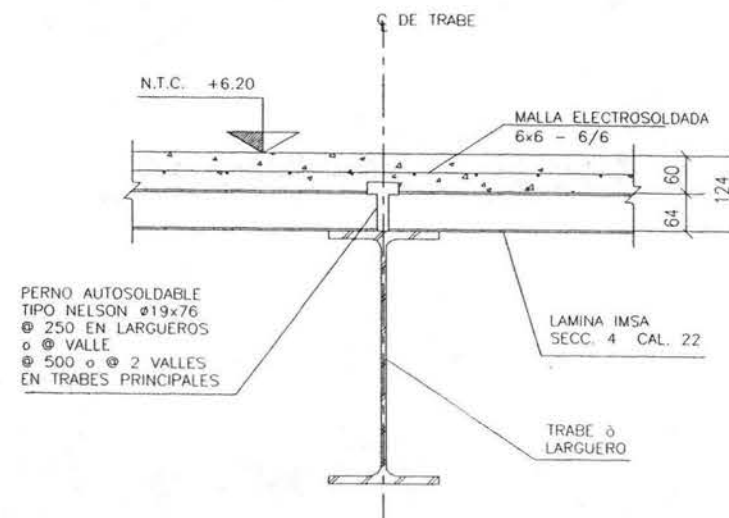


PLANTA DE LAMINACION ZONA NIVEL ENTREPISO Y AZOTEA ZONA 3

N.T.A. +6.078, N.P.T. +6.250



DETALLE TIPO DE LOSACERO



CONEXION TRABE METALICA CON LOSA

MARCA	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	ANCHO UTIL	LONG. (MTS.)	M2/PZA.	M2/TOTALES
LD-1	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	18	PIEZA	0.91	7.530	6.85	246.68
LD-2	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	36	PIEZA	0.91	4.570	4.16	299.43
LD-3	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	27	PIEZA	0.91	6.860	6.24	337.10
LD-4	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	18	PIEZA	0.91	3.970	3.61	130.06
LD-5	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	36	PIEZA	0.91	4.500	4.10	294.84
LD-6	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	30	PIEZA	0.91	7.450	6.78	406.77
LD-7	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	21	PIEZA	0.91	4.300	3.91	164.35
LD-8	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	24	PIEZA	0.91	6.580	5.99	287.41
LD-9	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	12	PIEZA	0.91	8.320	7.57	181.71
LD-10	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	4.462	4.06	81.21
LD-11	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	4.572	4.16	83.21
LD-12	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	6.866	6.25	124.96
						TOTAL:	2,637.73

- NOTAS :
- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - NIVELES EN METROS
 - LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 Fy=2530 Kg/cm²
 - TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. PLANA
 - PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, Fy=3315 Kg/cm²
 - LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TIPICAS.
 - TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGISTRAR LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y ASC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	11-10-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 33 FRACC. RUSTICA XALOTECO
 STA. CLARA, EDO. DE MEX.
 TELS. 598-2244 598-8083 598-8724
 E-MAIL: ajax@infoweb.net.mx

CLIENTE : CARLOS DICHY CHAYO

OBRA : CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA 3

UBICACION : Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

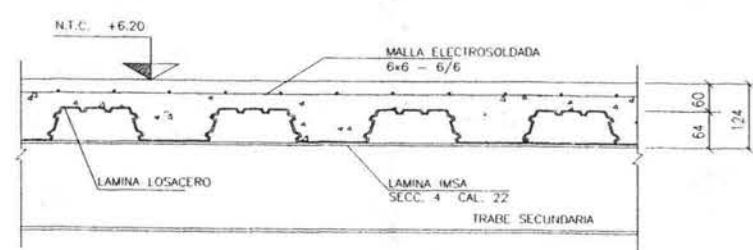
PLANO : PLANTA DE LAMINACION

ESCALA : S/E	CLAVE : 1521-05L
ACOTACION : mm	
FECHA : 20-10-2002	
CODIFICACION : 1521-05L.dwg	

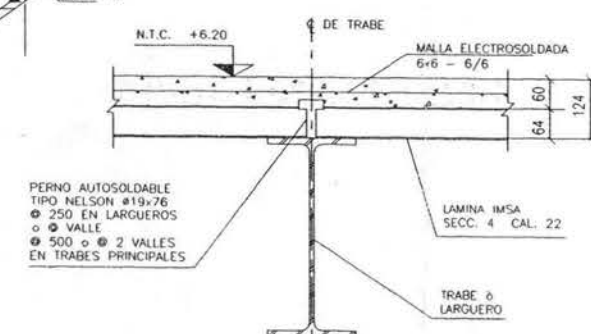
D.T. : 1521-05L	CALCULO : ING. E.G.V.
DIBUJO : G.C.A.	REVISOR : ING. JSZ



PLANTA DE LAMINACION ZONA 4



DETALLE TIPO DE LOSACERO



CONEXION TRABE METALICA CON LOSA

MARCA	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	ANCHO UTIL	LONG. (MTS.)	M2/PZA	M2/TOTALES
LG-1	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	6	PIEZA	0.91	5.100	4.64	27.85
LG-2	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	6	PIEZA	0.91	4.800	4.37	26.21
LG-3	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	8	PIEZA	0.91	4.200	3.82	30.58
LG-4	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	487	PIEZA	0.91	4.500	4.10	1,994.27
LG-6	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	216	PIEZA	0.91	8.000	7.28	1,572.48
LG-7	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	42	PIEZA	0.91	8.500	7.74	324.87
LG-8	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	38	PIEZA	0.91	7.080	6.44	244.83
LG-9	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	87	PIEZA	0.91	4.720	4.30	373.68
LG-10	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	15	PIEZA	0.91	3.400	3.09	46.41
LG-11	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	40	PIEZA	0.91	2.200	2.00	80.08
LG-12	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	34	PIEZA	0.91	7.200	6.55	222.77
LG-13	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	11	PIEZA	0.91	6.000	5.46	60.06
LG-14	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	PIEZA	0.91	3.600	3.28	29.48
LG-15	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	38	PIEZA	0.91	2.300	2.09	79.53
LG-16	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	7.700	7.01	70.07
LG-17	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	6	PIEZA	0.91	6.700	6.10	36.58
LG-18	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	8	PIEZA	0.91	6.200	5.64	45.14
LG-19	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	PIEZA	0.91	5.600	5.10	45.86
LG-20	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	5.100	4.64	46.41
LG-21	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	8	PIEZA	0.91	4.600	4.19	33.49
LG-22	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	14	PIEZA	0.91	4.100	3.73	52.23
LG-23	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	6	PIEZA	0.91	3.900	3.55	21.29
LG-24	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	8	PIEZA	0.91	2.700	2.46	19.66
LG-25	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	PIEZA	0.91	2.000	1.82	18.20
LG-26	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	95	PIEZA	0.91	2.900	2.64	250.71
LG-27	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	46	PIEZA	0.91	6.800	6.19	284.65
LG-28	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	4	PIEZA	0.91	8.300	7.55	30.21
LG-30	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	PIEZA	0.91	5.400	4.91	44.23
LG-29	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	6	PIEZA	0.91	3.700	3.37	20.20
LG-31	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	4	PIEZA	0.91	3.000	2.73	10.92
LG-32	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	37	PIEZA	0.91	7.000	6.37	235.69
LG-33	LOSACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	43	PIEZA	0.91	7.300	6.64	285.65
						TOTAL:	6,664.28

- NOTAS :
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 Fy=2530 Kg/cm²
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD. PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, Fy=3315 Kg/cm²
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIVA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGISTRAR LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 Y AISC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	04-12-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EDV

MANUFACTURAS METALICAS
 CALLE 7 No. 39 FRACC. PARTIDA VALIQUIL
 STA. CLARA, EDO. DE MEX.
 TELS. 500-8244 500-8008 500-4724
 E-MAIL: ejax@infonel.net.mx

AJAX S.A.

CLIENTE : CARLOS DICHY CHAYO

OBRA : CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA IV

UBICACION : Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO : PLANTA DE LAMINACION N.T.C. +12.40 ZONA IV

ESCALA : SIN

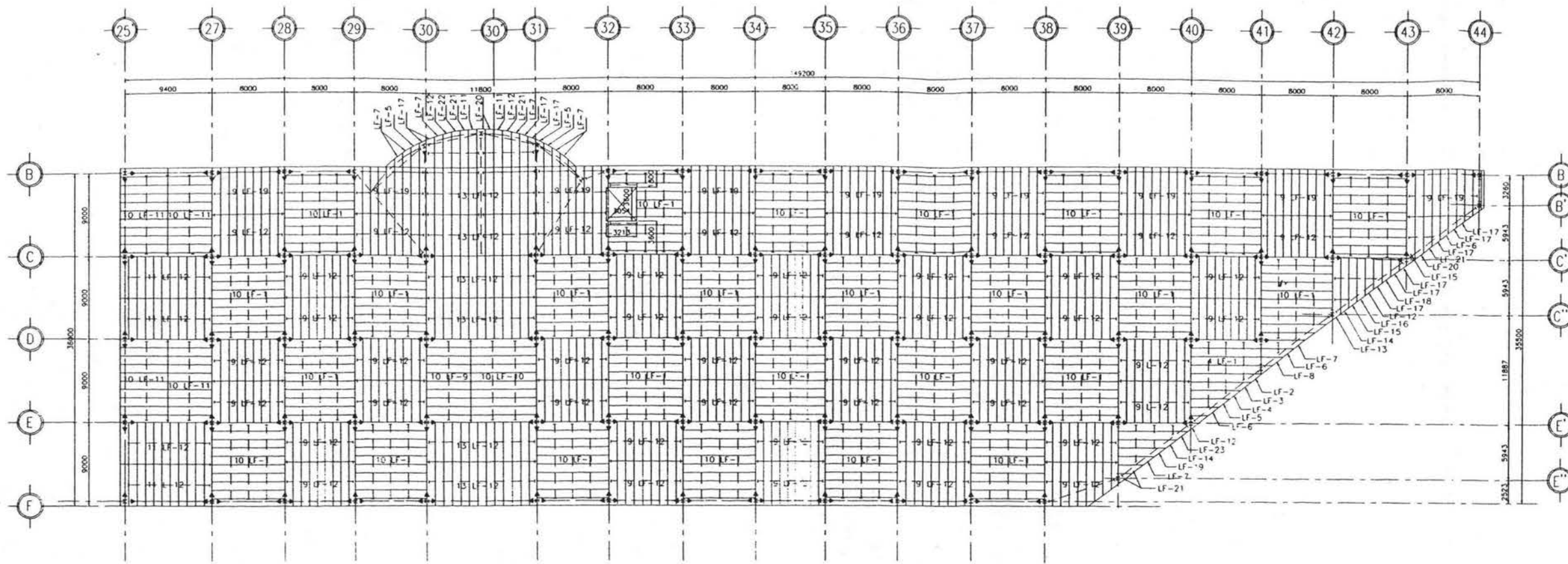
ACOTACION : mm

FECHA : 14-10-2002

ESPECIFICACION : 1521-10L.dwg

CLAVE : 1521-10L

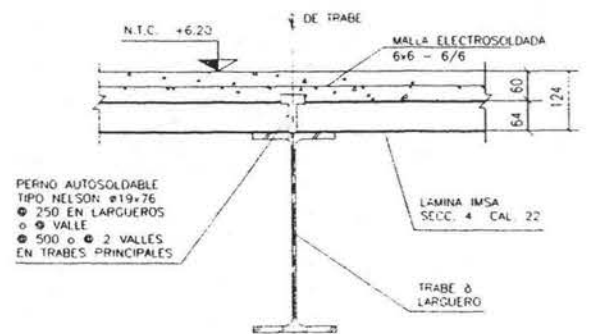
Q.T. : 1521	CALCULO : ING. E.C.V
DIBUJO : G.C.A	REVISO : ING. JSZ



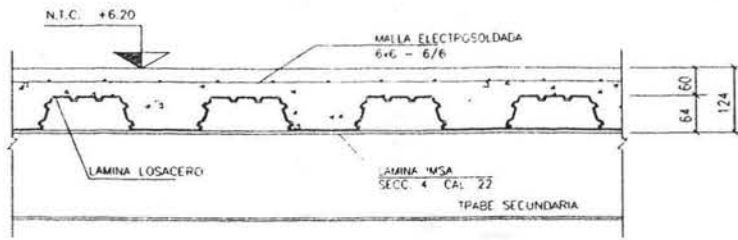
PLANTA DE LAMINACION ENTREPISO Y AZOTEA ZONA 5

- NOTAS :
- 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS
 - 2.- NIVELES EN METROS
 - 3.- LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO
 - 4.- VERIFICAR LAS COTAS Y ELEVACIONES EN PLANOS ARQUITECTONICOS
 - 5.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES:
 - A) PLACAS DE CONEXION Y PERFILES LIGEROS DE ACERO A-36 $F_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$
 - B) TODA LA SOLDADURA SERA CON ELECTRODOS SERIE E-70XX SEGUN AWS
 - C) TODOS LOS TORNILLOS DE CONEXIONES PRINCIPALES SERAN DE ALTA RESISTENCIA A-325 C/TUERCA Y ROLD PLANA
 - D) PERFILES LAMINADOS W DE A-572 GR-50, $F_y=3315 \text{ Kg/cm}^2$
 - 6.- LA DESIGNACION DE LOS PERFILES CORRESPONDE A LA DEL MANUAL IMCA ULTIMA EDICION.
 - 7.- ESTOS PLANOS NO SON DE TALLER, SOLO MUESTRAN LA GEOMETRIA BASICA DE LA ESTRUCTURA, PERFILES Y CONEXIONES TICAS.
 - 8.- TODA LA ESTRUCTURA DEBERA SER PROTEGIDA CON PINTURA ANTICORROSIONA.
 - 9.- PARA LA FABRICACION Y MONTAJE REGIRAN * LOS LINEAMIENTOS DEL AWS D.1.1 - AISC.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REV.	APR.
1	04-12-2002	EMITIDO PARA MONTAJE	JSZ	EGV



CONEXION TRABE METALICA CON LOSA



DETALLE TIPO DE LOSACERO

MARCA	DESCRIPCION	ENTREPISO	AZOTEA	CANT.	UNIDAD	ANCHO UTIL	LONG. (MTS.)	M2/PZA.	M2/TOTALES
LF-1	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	264	264	528	PIEZA	0.91	8.000	7.28	3,843.84
LF-2	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	7.000	6.37	12.74
LF-3	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	5.800	5.28	10.56
LF-4	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	9	1	10	PIEZA	0.91	4.500	4.10	40.96
LF-5	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	3	5	PIEZA	0.91	3.300	3.00	15.02
LF-6	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	3	3	6	PIEZA	0.91	2.800	2.55	15.29
LF-7	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	6	8	PIEZA	0.91	3.900	3.55	28.39
LF-8	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	1.500	1.37	2.73
LF-9	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	10	10	20	PIEZA	0.91	4.720	4.30	85.90
LF-10	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	11	10	21	PIEZA	0.91	7.080	6.44	135.30
LF-11	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	40	40	82	PIEZA	0.91	4.700	4.28	350.71
LF-12	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	476	540	1016	PIEZA	0.91	4.500	4.10	4,160.52
LF-13	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	6.700	6.10	12.19
LF-14	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	3	2	5	PIEZA	0.91	6.330	5.76	28.80
LF-15	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	2	4	PIEZA	0.91	5.700	5.19	20.75
LF-16	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	8	1	9	PIEZA	0.91	5.000	4.55	40.95
LF-17	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	6	8	PIEZA	0.91	3.600	3.28	26.21
LF-18	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	3.000	2.73	5.46
LF-19	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	65	64	129	PIEZA	0.91	5.000	4.55	586.95
LF-20	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	3	4	PIEZA	0.91	4.900	4.46	17.84
LF-21	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	4	6	PIEZA	0.91	4.200	3.82	22.93
LF-22	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	2	3	PIEZA	0.91	4.000	3.64	10.92
LF-23	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	1	2	PIEZA	0.91	7.500	6.83	13.65
LF-24	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	0	1	PIEZA	0.91	2.000	1.82	1.82
LF-25	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	1	0	1	PIEZA	0.91	5.900	5.37	5.37
LF-26	SACERO IMSA SECCION 4, CAL. 22	2	0	2	PIEZA	0.91	3.000	2.73	5.46
TOTAL:								9,501.25	

MANUFACTURAS METALICAS
CALLE 7 No. 89 PAVO, BUENAVISTA, STA. CLARA, EDO. DE MEX.
TEL. 548-8244 FAX 548-8724 E-MAIL: mfm@telcel.com.mx

AJAX S.A.

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO

OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL ZONA V

UBICACION: Camino Real de La Plata Pachuca, Hidalgo

PLANO: PLANTA DE LAMINACION NIVEL AZOTEA ZONA V

ESCALA: S/E

ACOTACION: mm

FECHA: 10-12-2002

CODIFICACION: 1521-12L.dwg

CLAVE: 1521-12L

D.T.: 1521 CALCULO: ING. E.G.V.

DIBUJO: G.C.A. REVISO: ING. JSZ

4. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LA OBRA

Muchos propietarios, proyectistas, calculistas, fabricantes de estructura de acero, montadores de estructura de acero y supervisores se preguntan en algún momento si utilizar conexiones atornilladas o soldadura de campo. Los puntos de vista al respecto pueden ser variados según las experiencias y conveniencias de cada uno ya que existe una cantidad significativa de variables en cualquiera de las dos opciones.

Para tomar la decisión de que tipo de conexión utilizar habrá que partir de la primicia que el propietario es al que se deben todos los demás, por lo tanto la decisión que se tome debería en principio recaer en él o por lo menos favorecerle a él.

Cómo podrá el propietario tomar tal decisión si por lo general no suele tener gran conocimiento al respecto y en realidad lo que a él le importa es que su edificio cumpla con las especificaciones y normas vigentes en el menor costo posible dentro del tiempo especificado.

Teniendo lo anterior en cuenta todos los demás involucrados deberían de coincidir en que la mejor alternativa sería la que menor costo arrojara al momento de cuantificar cada proceso y sumar el importe total de los procesos involucrados.

La estructura metálica con juntas atornilladas en campo será en la mayoría de los casos más económica que con juntas soldadas en campo; el pequeño diferencial en peso es ampliamente compensado por muchos otros aspectos como precio unitario, tiempo, calidad, etc.

Seleccionar el método de apriete y revisión que más se ajuste a las necesidades de los montadores, por ejemplo los tornillos de tensión controlada son ligeramente más caros que los hexagonales pero la colocación, apriete e inspección de los primeros es mucho más ágil.

Toda la obra fue montada 100% en campo por lo que tenemos que el aseguramiento de calidad de la misma se disminuyó tan solo a la prueba de ensaye de tornillos utilizados en obra. Con esto tenemos un menor ahorro en costo y tiempo.

Ventajas y desventajas de realizar montajes con estas características.

Ventajas:
Menor tiempo de ejecución.
Menor costo de obra.
Menor precio unitario.

Desventajas:
Mayor logística.
Menor posibilidad de cambios de proyecto.
Ingeniería de detalle en 3d.

Mayor calidad de obra.	Obra civil exacta.
Menos problemas laborales.	Requiere maquinaria costosa.
Menos problemas sindicales.	Mayor peso de estructura.
Menos gastos ocultos.	
Mayor utilidad para fabricante y montador.	
Menos gastos de aseguramiento de calidad.	
No existen reparaciones en campo de soldaduras.	
Trabajar la mayor parte de la estructura en taller.	
Trabajar en campo con personal no calificado.	
Mayor calidad a menor costo.	
Menor maquinaria costosa en campo.	

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

CLIENTE: CARLOS DICHY CHAYO
 OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL
 O.T.: 1521

<u>TIPO</u>	<u>DIAM Y LARGO</u>	<u>CANT</u>	<u>CON</u>	<u>GRADO</u>	<u>KG/PZA</u>	<u>KG/TOT</u>
TORN-HEX	Ø=1 1/4"X4 1/2"	42	TCA Y ROLD	A325_H	1.41	59.33
TORN-HEX	Ø=1 1/4"X4 1/4"	10	TCA Y ROLD	A325_H	1.37	90.59
TORN-HEX	Ø=1 1/4"X4"	34	TCA Y ROLD	A325_H	1.33	77.29
TORN-TC	Ø=1 1/8"X3 1/2"	6660	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.97	6,442.22
TORN-TC	Ø=1 1/8"X3 1/4"	478	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.94	447.55
TORN-TC	Ø=1 1/8"X3 3/4"	26	TCA Y ROLD	A325N_TC	1.00	25.98
TORN-TC	Ø=1 1/8"X4"	182	TCA Y ROLD	A325N_TC	1.03	187.70
TORN-TC	Ø=1 1/8"X5"	66	TCA Y ROLD	A325N_TC	1.16	76.65
TORN-TC	Ø=1"X2 1/2"	26	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.63	16.45
TORN-TC	Ø=1"X2 1/4"	150	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.60	90.69
TORN-TC	Ø=1"X2 3/4"	6	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.65	3.93
TORN-TC	Ø=1"X3 1/4"	520	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.70	366.39
TORN-TC	Ø=1"X3"	1426	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.68	973.39
TORN-TC	Ø=3/4"X1 3/4"	625	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.27	170.50
TORN-TC	Ø=3/4"X2"	51	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.29	14.63
TORN-TC	Ø=5/8"X1 1/2"	520	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.17	86.48
TORN-TC	Ø=7/8"X1 3/4"	32	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.40	12.89
TORN-TC	Ø=7/8"X2 1/2"	10	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.46	4.61
TORN-TC	Ø=7/8"X2 1/4"	6	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.44	2.65
TORN-TC	Ø=7/8"X2 3/4"	66	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.48	31.67
TORN-TC	Ø=7/8"X2"	3454	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.42	1,459.51
TORN-TC	Ø=7/8"X3 1/2"	18	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.53	9.63
TORN-TC	Ø=7/8"X3"	14	TCA Y ROLD	A325N_TC	0.50	6.98

				<u>SUBTOTAL</u>	<u>10,657.68</u>
TOTAL DE TORNILLOS	<u>14,422.00</u>			<u>MAS 3.5% DESCAL.</u>	<u>373.02</u>
				<u>TOTAL</u>	<u>11,030.70</u>

Atte.
 ING. JOSE SANCHEZ ZAVALA.

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO:

TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA

REPORTE No

1017

ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA

FECHA:

Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION:

SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA:

CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL.

O.T.:

1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	992/00	33,900	32,200	ACEPTABLE
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	992/00	32,800	32,200	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 3 3/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	992/00	34,000	32,200	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA REPORTE No 1018
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	995/00	34,500	32,200	ACEPTABLE
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	995/00	34,100	32,200	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	995/00	33,000	32,200	ACEPTABLE
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	997/00	33,800	32,200	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA REPORTE No **1019**
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
	Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4 1/4"					
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4 1/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	997/00	33,700	32,200	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4 1/4"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	997/00	32,900	32,200	ACEPTABLE
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999/00	34,700	32,200	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
 GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
 JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA REPORTE No **1020**
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
	Ø = 1 1/4" x 4 1/2"					
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4 1/2"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999/00	34,100	32,200	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/4" x 4 1/2"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999/00	33,000	32,200	ACEPTABLE
1	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/2" x 4 1/2"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999	47,300	46,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO HEXAGONAL CON TUERCA REPORTE No 1021
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
2	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/2" x 4 1/2"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999	48,000	46,700	ACEPTABLE
3	Tornillo Hexagonal con Tuerca Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1 1/2" x 4 1/2"	GRUPO LAMIVE S.A. DE C.V.	999	49,000	46,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1036
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	13,500	12,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	14,000	12,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 3/4" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,673	14,100	12,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1037
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,680	18,500	17,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,680	19,000	17,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,680	19,100	17,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1038
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,700	19,000	17,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,700	19,200	17,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,700	19,100	17,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1039
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,800	19,300	17,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,800	19,500	17,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,800	19,000	17,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1040
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,810	19,500	17,700	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,810	19,700	17,700	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 7/8" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,810	18,500	17,700	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1041
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,870	24,000	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,870	24,800	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,870	24,100	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1042
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,900	24,100	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,900	24,200	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	5,900	24,000	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1043
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	24,500	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	25,000	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 2 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	23,900	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No **1044**
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001
 DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281
 TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	25,000	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	25,100	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,000	24,100	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
 GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
 JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1045
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,100	26,000	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,100	24,800	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 1/2"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,100	23,900	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

MANUFACTURAS METALICAS AJAX, S.A. DE C.V.

ENSAYE DE TENSION DE TORNILLOS

ESPECIFICACION DEL TORNILLO: TORNILLO DE TENSION CONTROLADA TIPO LORH REPORTE No 1046
ALTA RESISTENCIA A-325 C/UNA ROLDANA PLANA FECHA: Marzo 30, 2001

DISPOSITIVO PARA MEDIR LA TENSION: SKIDMORE - WILHELM / MODELO ML / No SERIE 13281

TORNILLOS REQUERIDOS PARA OBRA: CENTRO COMERCIAL PLAZA REAL. O.T.: 1521

No	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	DISTRIBUIDOR	LOTE	TENSION DEL TORNILLO (kgs).		OBSERVACIONES
				LECTURA	TEORICO	
1	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,300	26,000	23,100	ACEPTABLE
2	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,300	26,000	23,100	ACEPTABLE
3	Tornillo de tensión Controlada tipo "Lorh" Alta resistencia A-325 c/rold. Plana Ø = 1" x 3 3/4"	NSS INDUSTRIES / DISA, S.A. DE C.V.	6,300	25,800	23,100	ACEPTABLE

ING. SERGIO BADILLO RAMIREZ
GERENTE DE CONTROL DE CALIDAD

ING. ERNESTO GUZMAN VEGA
JEFE DE INGENIERIA

FOTO 24. Montaje columnas etapa 2.



FOTO 25. Montaje losacero etapa 1.



FOTO 26. Domo central.

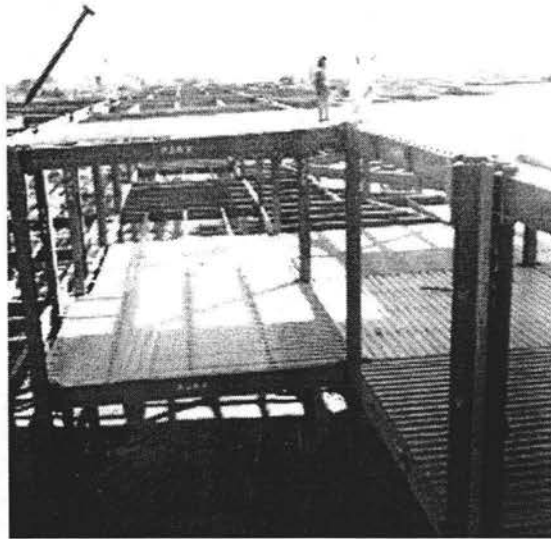


FOTO 27. Atornillado al 100% en obra.



FOTO 28. Trazo de ejes zona 3.

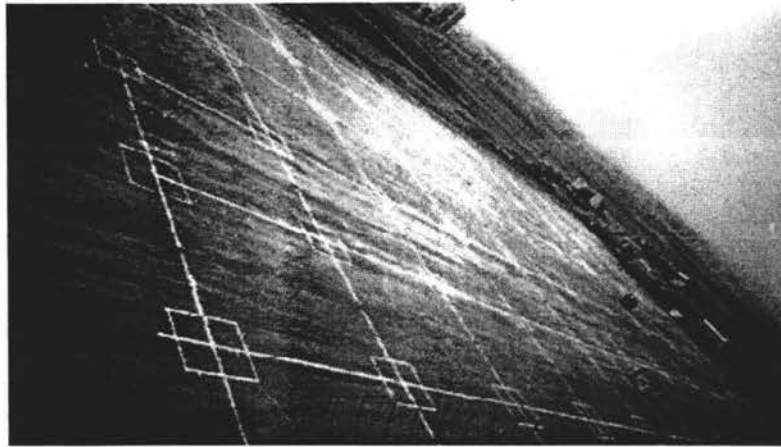


FOTO 29. Almacén lámina losacero.

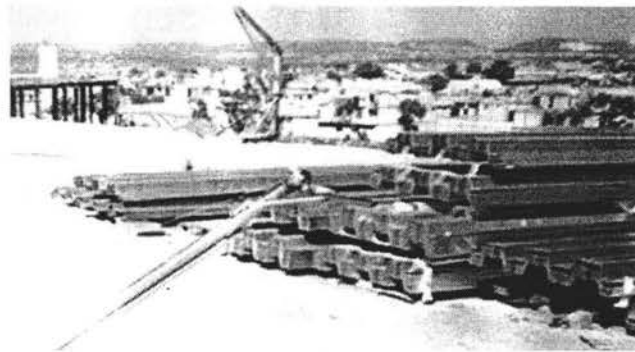


FOTO 30. Conexión en diagonal atornillada.

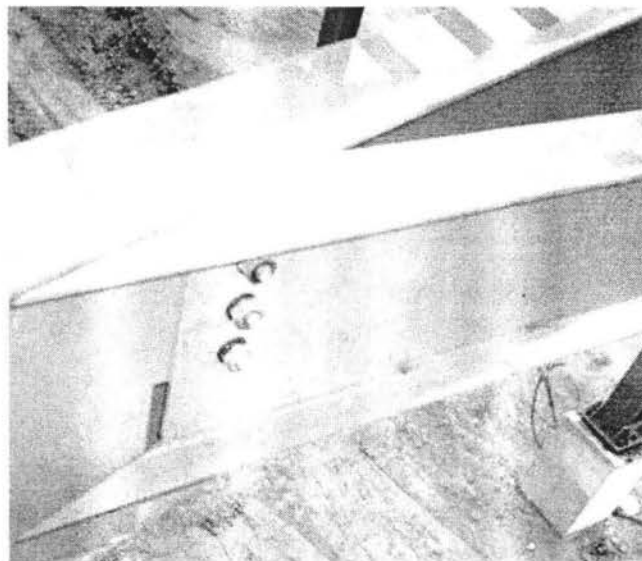


FOTO 31. Domo central.

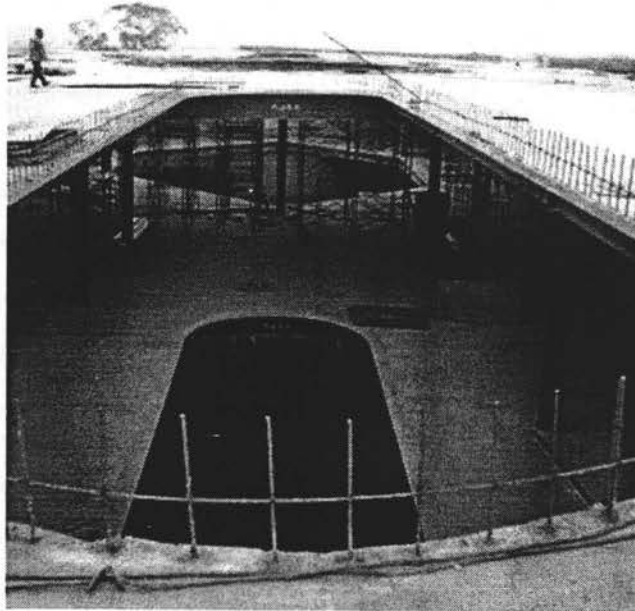


FOTO 32. Montaje etapa 4.

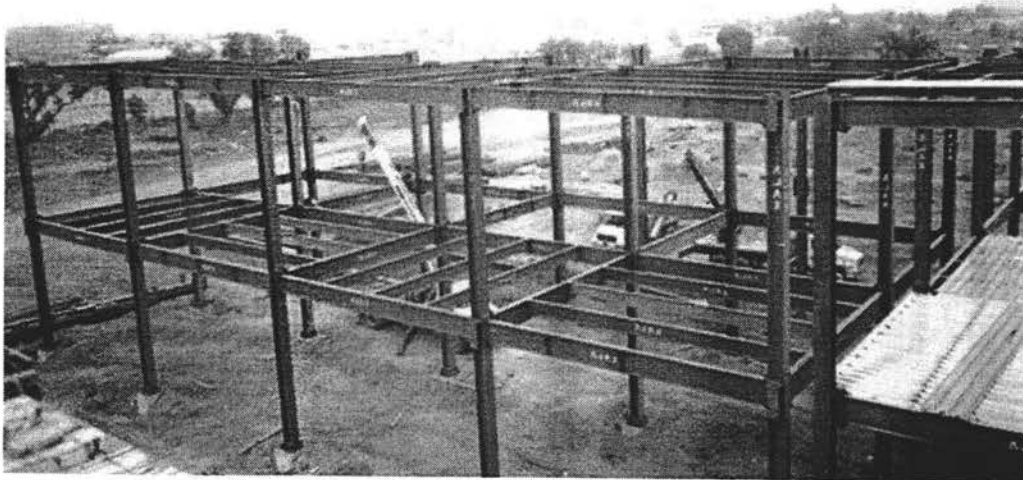


FOTO 33. Colocación de pernos etapa 5.



FOTO 34. Montaje etapa 5.

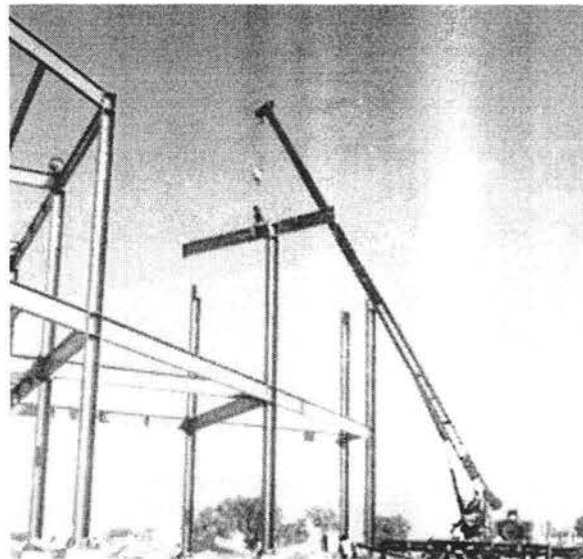


FOTO 35. Imagen subterránea zona central.

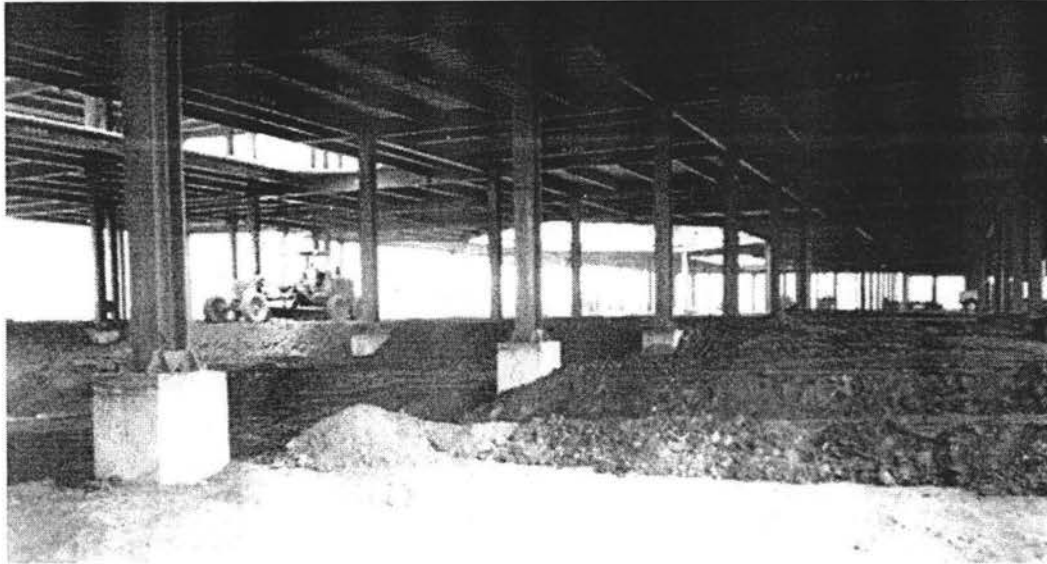
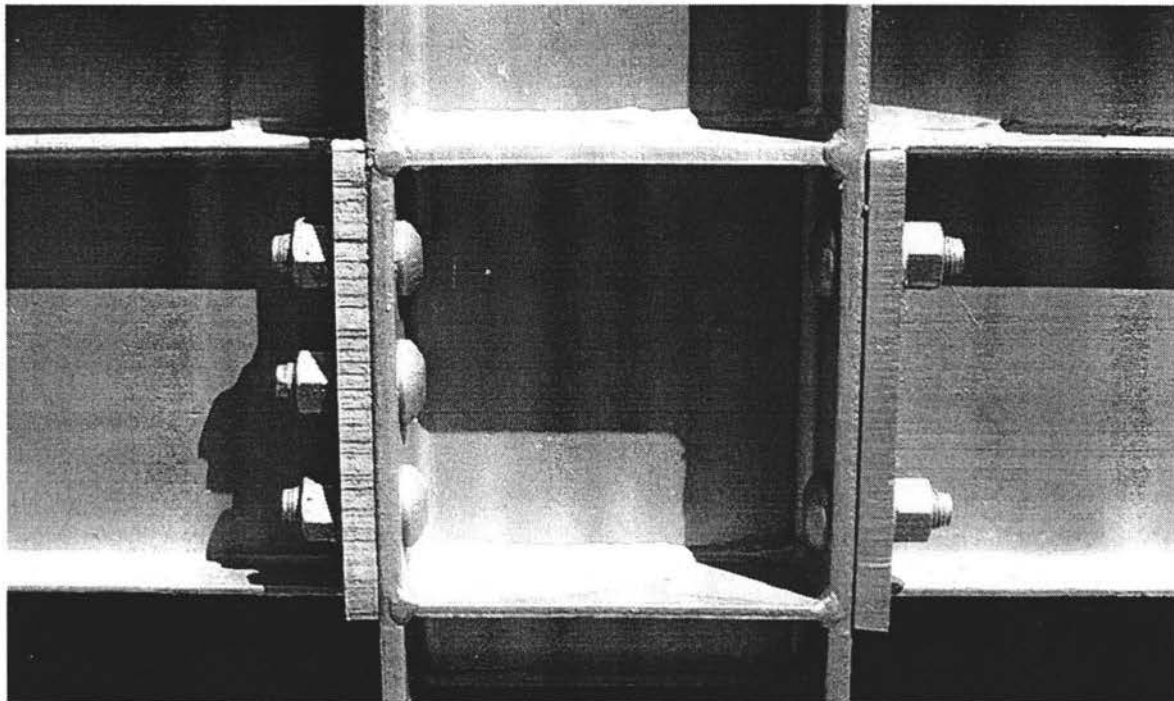


FOTO 36. Acercamiento de nodo para verificación de tornillo tipo remache (tensión controlada).



“ CONCLUSIONES “

En el pasado la práctica del diseño estructural en México se limitaba básicamente a crear estructuras que satisficieran los reglamentos vigentes de construcción sin tener en cuenta sustantivamente consideraciones que simplificaran la fabricación y montaje de las propias estructuras.

Así, el estado actual del arte, en cuanto al diseño de estructuras debe ser regido por criterios que asocien la facilidad de fabricación y montaje con la seguridad, y en consecuencia con la economía del proyecto.

La tecnología avanza y el uso de computadoras y robots que sustituyan al trabajo manual del hombre es cada vez más frecuente, sobretodo ahora con el Tratado de Libre Comercio. La construcción de estructuras metálicas no se encuentra ajena a este proceso de cambio. Cada vez los proyectos son más complejos y el tiempo para llevarlos a cabo es más corto. Sólo con procesos automatizados es posible ajustarse al ritmo dinámico y a la precisión que exigen los proyectos actuales. Los talleres que no se adapten a este proceso de cambio tenderán a desaparecer, en gran medida debido a la competencia nacional e internacional que se está generando entre los fabricantes de estructura metálica. Cabe mencionar que es muy importante crear conciencia en el ingeniero estructurista para que adecue sus diseños de tal manera que se puedan aplicar al máximo los procesos de fabricación automatizada. Esto implica, entre otros aspectos, el uso estandarizado de perfiles laminados o bien de perfiles de tres placas soldadas fabricados con máquinas CNC y la utilización de conexiones atornilladas en campo.

En el caso tratado en este trabajo se encontró que la estructura de acero ofrecía mayores áreas rentables, acortaba substancialmente el tiempo de construcción y reducía de manera importante el costo de la estructura y de la cimentación.

Finalmente, se llevó a cabo una minuciosa supervisión y se hicieron cuidadosas reflexiones sobre el proceso de fabricación y montaje de la obra.

El caso anterior nos pueden servir como referencia de cómo es posible encontrar soluciones imaginativas, novedosas, funcionales y económicas utilizando estructuras de acero para la edificación de proyectos de uso comercial y de oficinas. Conviene resaltar el hecho de que en este caso la

estructura metálica utilizó fundamentalmente perfiles estructurales de acero A572-GR-50 laminado en caliente, aprovechando la amplia gama de estos que se pueden obtener hoy en día, tanto de origen nacional como importándolos del extranjero.

Es fundamental la utilización de una ingeniería estructural que optimice el uso de estos materiales y los normalice a unas cuantas variedades de perfiles, procurando que las partes soldadas se reduzcan a los atiesadores, placas base y placas de continuidad solamente, para su manufactura en el taller de producción, y diseñando todas las conexiones a realizarse en campo, de viga a columna, viga a viga, empalmes de columnas, etc; a base de tornillos, por lo general de alta resistencia ASTM A-325 y en lo posible del tipo de tensión controlada, lo anterior es la base para lograr diseños eficientes y altamente competitivos con el concreto.

El apoyo de una ingeniería de taller precisa, oportuna y adaptada a la producción de la planta de manufactura metálica, viene a consolidar estos hechos, y finalmente, un montaje cuidadosamente planeado, ordenado y eficaz, donde se minimicen los movimientos de grúa, los contravientos temporales, con piezas que sean prácticamente “auto plomeables, auto alineables y auto estables”, redundará en el éxito de la construcción.

En cuanto a la calidad de los materiales, cabe mencionar que tanto los perfiles como las placas y tornillos vienen con su certificado de calidad. Solamente los procesos de soldadura, que en gran medida son únicamente realizados en el taller, son sujetos a pruebas de calidad como la de líquidos penetrantes, ultrasonido y radiografías. Como estos procesos son realizados en el taller bajo buenas condiciones de trabajo las posibles deficiencias en la soldadura son mínimas.

La estructura metálica con juntas atornilladas en campo será en la mayoría de los casos más económica que con juntas soldadas en campo; el pequeño diferencial en peso es ampliamente compensado por muchos otros aspectos como precio unitario, tiempo, calidad, etc.

Incrementos a la mano de obra, si la economía mundial retoma su curso y la economía mexicana hace lo propio, podríamos esperar a mediano plazo un incremento sustancial en los salarios de los obreros, lo que originaría lo mismo que ha sucedido en países industrializados, que prácticamente son incosteables las estructuras soldadas en campo.

Por otro lado en el México actual existe gran variedad de talleres, desde los que realizan todas las partes del proceso manualmente y en campo, hasta los altamente automatizados en taller. Para los primeros sería una tontería realizar una estructura atornillada debido a que les sería más costoso ya que de hecho tendrían que soldar las conexiones para los tornillos en campo. Para los segundos (talleres automatizados) no tendría caso realizar una alta inversión en capacitación, tecnología y maquinaria para tener de todas formas que utilizar un alto número de horas hombre para el montaje.

La localización de la obra también puede acentuar el menor costo de las juntas atornilladas, las conexiones soldadas de campo requieren mano de obra calificada intensiva en la obra, si ésta se localiza en lugares donde o no hay o es cara, el diferencial en costo puede ser mucho mayor.

VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso, permite estructuras relativamente livianas, lo cual es de gran importancia en la construcción de puentes, edificios altos y estructuras cimentadas en suelos blandos.

Homogeneidad: las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

Precisión dimensional: los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

Facilidad de unión con otros miembros: el acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.

Rapidez de montaje: la velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de los materiales.

Disponibilidad de secciones y tamaños: el acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.

Costo de recuperación: las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.

Reciclable: el acero es un material 100 % reciclable además de ser degradable por lo que no contamina.

Permite ampliaciones fácilmente: el acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.

Se pueden prefabricar estructuras: el acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

Obras atornilladas : Mayor exactitud y menor tiempo de montaje, menor supervisión de obra y alta confiabilidad en el montaje.

DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

Corrosión: el acero expuesto a intemperie sufre corrosión por lo que debe recubrirse siempre con esmaltes alquidáticos (primarios anticorrosivos) exceptuando a los aceros especiales como el inoxidable.

Calor, fuego: en el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

Comentarios Finales

Mucho se ha especulado sobre el punto de que el costo de la protección contra el fuego que requieren las estructuras de acero, afectan su competitividad con las estructuras de concreto, ya que reglamentariamente se pide que tengan una resistencia de por lo menos 2 horas al mismo.

Si bien existen diferencias substanciales entre uno y otro tipo de siniestro, y la forma en que se pone en peligro la vida en cada uno de ellos, el colapso estructural se produce en ambos casos con la pérdida de resistencia de los elementos estructurales que mantienen la estabilidad de la estructura.

Se ha visto en numerosos casos de siniestros de incendio, que mientras las columnas de un edificio no colapsan, los entrepisos formados por vigas de alma llena tampoco; aunque sí sufren deformaciones importantes por lo que muchas veces quedan inservibles. El mismo efecto se ha observado en las pruebas de laboratorio que se han realizado en diferentes partes.

También se ha visto que las columnas de los edificios que dan al exterior, presentan gradientes de temperatura altos durante un incendio; es decir, que la temperatura no se “almacena” en las columnas, sino que se elimina rápidamente hacia el exterior.



FOTO 37. Torre Mayor.

“ BIBLIOGRAFÍA “

I.- SEFERIAN D.

Las Soldaduras.
Urmo, S.A. de Ediciones.
Primera Edición en español 1977.

II.- SOTO RODRÍGUEZ HÉCTOR .

Diseño de Estructuras Metálicas.
Volumen 1.
Edición especial.
ISBN 970-92473.

III.- ARNAL SIMON LUIS , BETANCOURT SUAREZ MAX .

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
Editorial Trillas
Segunda Edición 1996.

IV.- AMERICAN INSTITUTE DE STEEL CONSTRUCCIÓN INC.

Manual of Steel Construction AISC.
Seventh Edición.

V.- DISEÑO POR ESFUERZOS PERMISIBLES, IMCA. INSTITUTO MEXICANO DE LA CONSTRUCCIÓN EN ACERO A. C.

Manual de Construcción en Acero.
Volumen 1.
Editorial Limusa.

VI.- DISEÑO POR ESFUERZOS PERMISIBLES, IMCA. NSTITUTO MEXICANO DE LA CONSTRUCCIÓN EN ACERO A. C.

Manual de Construcción en Acero.
Volumen 2.
Editorial Limusa.

VII.- AMERICAN WELDING SOCIETY.

Structural Welding Code Steel.
Thirteenth Edition.
Diciembre 30, 1993.

VIII.- ALTOS HORNOS DE MÉXICO.

Manual AHMSA para Construcción en Acero
Primera Edición Julio 1996.

IX.- LOAD AND RESISTENCE FACTOR DESIGN.

Manual of Steel Construction.
Volumen 1. Structural Members, Specifications, and Codes.
AISC.
Segunda Edición 1994.

ANEXO 1

FOTOS

FOTO 1	Grúa montada sobre camión (manitex).	Pag. 12
FOTO 2	Pistola para tornillos de tensión controlada y pistola para tornillos hexagonales.	Pag. 14
FOTO 3	Muestra el alineamiento y trazo de ejes estructurales.	Pag. 38
FOTO 4	Muestra la limpieza de anclajes para su revisión y nivelación.	Pag. 40
FOTO 5	Muestra la nivelación de anclajes.	Pag. 40
FOTO 6 y 7	Muestran el almacenamiento en obra de piezas.	Pag. 41
FOTO 8	Muestra llegada de plataforma a obra.	Pag. 42
FOTO 9	Muestran la nivelación de la columna en proceso de montaje.	Pag. 44
FOTO 10	Muestra a un soldador aplicando una soldadura de penetración.	Pag. 74
FOTO 11	Realización de prueba a tornillos en obra.	Pag. 88
FOTO 12	Muestra un calibrador de soldadura.	Pag. 90
FOTO 13 y 14	Muestra la aplicación de prueba con líquido penetrante.	Pag. 96
FOTO 15	Transporte de lámina losacero.	Pag. 109
FOTO 16	Almacenaje de lámina losacero.	Pag. 110
FOTO 17	Elementos de apoyo para lámina losacero.	Pag. 114

FOTO 18	Tendido de lámina losacero.	Pag. 116
FOTO 19 y 20	Colocación de lámina losacero y pernos.	Pag. 116
FOTO 21	Colocación de pernos.	Pag. 121
FOTO 22	Proyecto Pachuca Hidalgo.	Pag. 140
FOTO 23	Montaje de la obra Plaza Real en Pachuca Hgo.	Pag. 143
FOTO 24	Montaje columnas etapa 2.	Pag. 213
FOTO 25	Montaje losacero etapa 1.	Pag. 213
FOTO 26	Domo central.	Pag. 214
FOTO 27	Atornillado 100% en obra.	Pag. 214
FOTO 28	Trazo de ejes zona 3.	Pag. 215
FOTO 29	Almacén Lámina losacero.	Pag. 215
FOTO 30	Conexión en diagonal atornillada.	Pag. 215
FOTO 31	Domo central colado.	Pag. 216
FOTO 32	Montaje etapa 4.	Pag. 216
FOTO 33	Colocación de pernos etapa 5.	Pag. 217
FOTO 34	Montaje etapa 5.	Pag. 217
FOTO 35	Imagen subterránea zona central.	Pag. 218
FOTO 36	Acercamiento de nodo para verificación de tornillo tipo remache (tensión controlada).	Pag. 218
FOTO 37	Torre Mayor.	Pag. 225

ANEXO 2

FIGURAS

FIGURA 1	Plano de localización de obra.	Pag. 8
FIGURA 2	Plano preliminar de proyecto.	Pag. 9
FIGURA 3	Plano de localización de anclajes.	Pag. 17
FIGURA 4	Plano de montaje (Planta de columnas y traves plantas Baja).	Pag. 19
FIGURA 5	Plano de montaje (Planta de traves nivel 1 nivel 2).	Pag. 20
FIGURA 6	Plano de montaje (Planta de traves penthouse).	Pag. 21
FIGURA 7	Plano de montaje (Elevación eje A').	Pag. 22
FIGURA 8	Plano de montaje (Elevación eje G').	Pag. 23
FIGURA 9	Plano de montaje (Elevación eje 1).	Pag. 24
FIGURA 10	Plano de tornillería (Columnas).	Pag. 25
FIGURA 11	Plano de tornillería (Traves nivel 1 y nivel 2).	Pag. 26
FIGURA 12	Plano de tornillería (Planta de traves penthouse).	Pag. 27
FIGURA 13	Plano de trazo y niveles de desplante.	Pag. 35
FIGURA 14	Desplante de columna tipo.	Pag. 37
FIGURA 15	Ilustración de tornillos hexagonales y tornillos de tensión controlada.	Pag. 55
FIGURA 16	Soldadura de filete.	Pag. 59

FIGURA 17	Soldadura de penetración y ranura.	Pag. 60
FIGURA 18	Símbolos de soldadura.	Pag. 65
FIGURA 19	Símbolos suplementarios de soldadura.	Pag. 65
FIGURA 20	Ubicación normalizada de los elementos de los símbolos instructivos para soldar.	Pag. 66
FIGURA 21	Soldadura de ranura rectangular.	Pag. 67
FIGURA 22	Soldadura de ranura rectangular.	Pag. 67
FIGURA 23	Soldadura de ranura rectangular.	Pag. 68
FIGURA 24	Soldadura de ranura rectangular.	Pag. 68
FIGURA 25	Soldadura de ranura de chaflán.	Pag. 69
FIGURA 26	Soldadura de ranura de chaflán.	Pag. 69
FIGURA 27	Indica soldadura de doble penetración.	Pag. 70
FIGURA 28	Indica soldadura de penetración.	Pag. 70
FIGURA 29	Indica soldadura de ranura.	Pag. 70
FIGURA 30	Indica soldadura de filete.	Pag. 71
FIGURA 31	Indica soldadura de filete todo alrededor.	Pag. 71
FIGURA 32	Indica soldadura de doble filete.	Pag. 71
FIGURA 33	Indicación de soldadura de campo para contravientos.	Pag. 72
FIGURA 34	Espacio libre requerido para alojar las tolerancias acumuladas de columnas.	Pag. 76
FIGURA 35	Tolerancias de desplome de columnas exteriores normales al alineamiento.	Pag. 78

FIGURA 36	Tolerancias en planta para cualquier nivel de empalme de columnas exteriores.	Pag. 79
FIGURA 37	Efecto del acortamiento diferencial de columnas.	Pag. 80
FIGURA 38	Tolerancia en planta para la ubicación de columnas.	Pag. 81
FIGURA 39	Detalle de colocación de lámina losacero.	Pag. 106
FIGURA 40	Plano de laminación.	Pag. 107
FIGURA 41	Perno autosoldable.	Pag. 121
FIGURA 42 a la 46	Planos de localización de anclajes de la obra Plaza Real (Pachuca Hidalgo).	Pag. 145
FIGURA 47 a la 49	Planos de montaje de la obra Plaza Real (Pachuca Hidalgo).	Pag. 150
FIGURA 50	Plano de tornillería de la obra Plaza Real (Pachuca Hidalgo).	Pag. 153
FIGURA 51	Plano tridimensional de prioridad 1.	Pag. 163
FIGURA 52	Plano tridimensional de prioridad 1 y 2.	Pag. 167
FIGURA 53	Plano tridimensional de prioridad 1,2 y 3.	Pag. 176
FIGURA 54	Plano tridimensional de prioridad 1,2,3 y 4.	Pag. 181
FIGURA 55	Plano tridimensional de prioridad 1,2,3,4 y 5.	Pag. 187
FIGURA 56 a la 60	Planos de laminación y pernos de la obra Plaza Real (Pachuca Hidalgo).	Pag. 189
FIGURA 61 a la 76	Pruebas a lotes de tornillos de la obra Plaza Real (Pachuca Hidalgo).	Pag. 197

ANEXO 3

TABLAS

TABLA 1	Tensión requerida en conexiones sujetas a tensión directa.	Pag. 50
TABLA 2	Rotación de la tuerca a partir del apretado inicial.	Pag. 51
TABLA 3	Dimensiones de tornillos y tuercas estructurales hexagonales.	Pag. 54
TABLA 4	Incrementos al espesor de materiales conectados (agarre), para determinar la longitud del tornillo.	Pag. 56
TABLA 5	Pesos, diámetros y longitudes comerciales de tornillos de alta resistencia A325 y A490.	Pag. 57
TABLA 6	Tamaño efectivo de la garganta de soldaduras de Penetración parcial.	Pag. 61
TABLA 7	Tamaño efectivo mínimo de la garganta de soldaduras de penetración parcial.	Pag. 62
TABLA 8	Tamaño mínimo de soldadura de filete.	Pag. 62
TABLA 9	Propiedades de la sección.	Pag. 111
TABLA 10	Inercia promedio de sección compuesta.	Pag. 112
TABLA 11	Modulo de sección.	Pag. 112
TABLA 12	Claros máximos sin apuntalamientos.	Pag. 112
TABLA 13	Sobrecargas admisibles.	Pag. 113
TABLA 14	Conectores de cortante.	Pag. 118

TABLA 15	Sistemas de recubrimientos primario.	Pag. 124
TABLA 16	Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.	Pag. 125
TABLA 17	Sistemas de recubrimientos primario.	Pag. 125
TABLA 18	Sistemas de recubrimientos primario de enlace y acabado.	Pag. 125