

**CONTEC**Comissão de Normalização  
Técnica**SC-04**

Construcción Civil

**Proyecto de Estructuras Metálicas**

1ª Enmienda

Esta es la 1ª Enmienda de la PETROBRAS N-279 REV. G y con el fin de cambiar su texto en las partes indicadas adelante:

NOTA 1 Las nuevas páginas con las modificaciones realizadas son colocadas en sus posiciones correspondientes.

NOTA 2 Las páginas enmendadas, indicando la fecha de la enmienda, son colocadas al final de la norma, en orden cronológico, y no debe ser utilizada.

**CONTENIDO DE LA 1ª ENMIENDA - 06/2014**

- Subdivisión 4.1.1:

Inclusión de Nota.

- Figura A.7:

Inclusión de Nota.

- Figura A.12:

Inclusión de Nota.

- Figura A.15:

Exclusión de la figura.

## Proyecto de Estructuras Metálicas

### Procedimiento

Esta Norma sustituye y cancela su revisión anterior.

Cabe a la CONTEC - Subcomisión Autora, la orientación con relación a la interpretación del texto de esta Norma. La Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma es el responsable de la adopción y aplicación de sus secciones, subsecciones y enumeraciones.

**Requisito Técnico:** Prescripción establecida como la más adecuada y que debe utilizarse estrictamente en conformidad con esta Norma. Una eventual resolución de no seguirla ("no-conformidad" con esta Norma) debe tener fundamentos técnico-gerenciales y debe ser aprobada y registrada por la Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma. Es caracterizado por verbos de carácter impositivo.

**Práctica Recomendada:** Prescripción que puede utilizarse en las condiciones previstas por esta Norma, pero que admite (y advierte sobre) la posibilidad de alternativa (no escrita en esta Norma) más adecuada a la aplicación específica. La alternativa adoptada debe ser aprobada y registrada por la Unidad de la PETROBRAS usuario de esta Norma. Es caracterizada por verbos de carácter no-impositivo. Es indicada por la expresión: **[Práctica Recomendada]**.

Copias de los registros de las "no-conformidades" con esta Norma, que puedan contribuir para su mejoramiento, deben ser enviadas a la CONTEC - Subcomisión Autora.

Las propuestas para revisión de esta Norma deben ser enviadas a la CONTEC - Subcomisión Autora, indicando su identificación alfanumérica y revisión, el sección, subsección y enumeración a ser revisado, la propuesta de redacción y la justificativa técnico-económica. Las propuestas son evaluadas durante los trabajos de alteración de esta Norma.

**"Esta Norma es propiedad exclusiva de Petróleo Brasileiro S. A. - PETROBRAS, aplicación interna y Subsidiarias PETROBRAS y deben ser utilizados por los proveedores de bienes y servicios en virtud de contratos o similares en las condiciones establecidas en la Licitación, Contrato, Acuerdo o similar.**

**El uso de esta Norma por otras empresas / organizaciones / agencias gubernamentales y las personas es responsabilidad exclusiva de los usuarios."**

### Presentación

Las Normas Técnicas PETROBRAS son elaboradas por Grupos de Trabajo - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas de la Compañía y de sus Subsidiarias), son comentadas por las Unidades de la Compañía y por sus Subsidiarias, son aprobadas por las Subcomisiones Autoras - SC (formadas por técnicos de una misma especialidad, representando las Unidades de la Compañía y sus Subsidiarias) y homologadas por el Núcleo Ejecutivo (formado por los representantes de las Unidades de la Compañía y de sus Subsidiarias). Una Norma Técnica PETROBRAS está sujeta a revisión en cualquier tiempo por su Subcomisión Autora y debe ser reanalizada cada 5 años para ser revalidada, revisada o cancelada. Las Normas Técnicas PETROBRAS son elaboradas en conformidad con la Norma Técnica PETROBRAS [N-1](#). Para informaciones completas sobre las Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

**CONTEC**

 Comissão de Normalização  
Técnica

**SC - 04**

Construção Civil

## Sumario

Prefacio.....	4
1 Alcance.....	4
2 Referencias Normativas .....	4
3 Condiciones Generales .....	5
3.1 Esfuerzos Solicitantes.....	5
3.1.1 Cargas Permanentes .....	5
3.1.2 Cargas Accidentales .....	5
3.1.3 Combinación de Cargas.....	6
3.2 Materiales y Tensiones Admisibles.....	7
4 Condiciones Específicas .....	7
4.1 Instalaciones Operativas y de Mantenimiento .....	7
4.2 Conexiones .....	8
4.3 Empalmes .....	9
4.4 Protección Anti-Corrosiva .....	11
4.5 Normas de Diseño.....	11
5 Presentación.....	11
5.1 Generalidades.....	11
5.2 Memoria Descriptiva.....	11
5.3 Memoria de Cálculo .....	11
5.4 Dibujos .....	12
5.5 Recomendaciones de Diseño para Construcción y Montaje .....	13
Anexo A - Figuras.....	14

## Figuras

Figura 1 - Posición de Soldaduras en Perfiles .....	10
Figura A.1 - Escalera Vertical y Barandilla, con Salida Frontal.....	14
Figura A.2 - Escalera Vertical y Barandilla, con Salida Lateral.....	15
Figura A.3 - Fijación de Escalera Vertical en Equipos .....	16
Figura A.4 - Fijación de Escalera Vertical en Estructura de Hormigón.....	17
Figura A.5 - Escalera Inclínada para Pasarelas .....	18
Figura A.6 - Barandilla, Pasarelas y Plataformas.....	20
Figura A.7 - Fijación de Chapa Cuadrículada y de Rejilla de Piso.....	22
Figura A.8 - Plataforma Circular para Equipos.....	23
Figura A.9 - Viga para Plataforma Circular-Piso en Chapa .....	24
Figura A.10 - Viga para Plataforma Circular-Piso en Rejilla .....	25
Figura A.11 - Plataforma Recta Modulada-Planta .....	26
Figura A.12 - Plataforma Recta Modulada-Alzado.....	27
Figura A.13 - Conexiones de Plataformas Rectas .....	28

Figura A.14 - Conexiones y Soporte de Plataforma Recta .....	29
Figura A.15 - Plataforma de Operación.....	30
Figura A.16 - Base para Columna I - Tipos 1 a 9.....	31
Figura A.17 - Base para Columna I - Tipo 10.....	32
Figura A.18 - Base para Columna L - Tipos li a 20.....	33
Figura A.19 – Pescante .....	34
Figura A.20 - Soporte de Pescante .....	35

## **Prefacio**

Esta Norma es la versión en Español (aprobada en 03/2014) de la PETROBRAS N-279 REV. G 04/2013. En caso de duda, debe ser usada la versión en portugués, que es la válida para todos los efectos.

## **1 Alcance**

1.1 Esta Norma establece las condiciones exigibles para el diseño de estructuras metálicas, de escaleras, plataformas de acceso, pescantes para elevación de cargas, soportes y base para columnas situadas en las instalaciones industriales de PETROBRAS.

NOTA Los requisitos de esta Norma también se deben utilizar para la preparación anteproyectos, predimensionamientos y otros tipos de estudios relativos al tema.

1.2 La aplicación de esta Norma se limita a proyectos de estructuras metálicas de e acero al carbono y carbono-manganeso.

1.3 Esta Norma se aplica al diseño de estructuras metálicas realizadas a partir de la fecha de su edición.

1.4 Esta Norma contiene Requisitos Técnicos y Práctica Recomendada.

## **2 Referencias Normativas**

Los documentos relacionados a continuación son indispensables a la aplicación de este documento. Para referencias datadas, se aplican solamente las ediciones citadas. Para referencias no datadas, se aplican las ediciones más recientes de los referidos documentos.

NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;

PETROBRAS N-134 - Anclajes Para Hormigón;

PETROBRAS N-293 - Fabricação e Montagem de Estruturas Metálicas;

PETROBRAS N-381 - Ejecución de Disenos y Otros Documentos Técnicos en General;

PETROBRAS N-1550 - Pintura de Estrutura Metálica;

PETROBRAS N-1710 - Codificación de Documentos de Técnicos de Ingeniería;

ABNT NBR 6120 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações;

ABNT NBR 6123 - Forças Devidas ao Vento em Edificações;

ABNT NBR 8196 - Forças Devidas ao Vento em Edificações;

ABNT NBR 8402 - Execução de Caracter para Escrita em Desenho Técnico;

ABNT NBR 8403 - Aplicação de Linhas em Desenho - Tipos de Linhas - Larguras das Linhas;

ABNT NBR 8404 - Indicação do Estado de Superfícies em Desenhos Técnicos;

ABNT [NBR 8800](#) - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios.

NOTA Para los documentos referidos en esta Norma y que solamente la versión en Portugués esté disponible, el órgano de la PETROBRAS que utiliza esta Norma debe ser consultado para cualquier información para la aplicación específica.

### **3 Condiciones Generales**

#### **3.1 Esfuerzos Solicitantes**

En el diseño y cálculo de escaleras, plataformas de acceso, pescante y soportes se deben considerar los tipos de cargas y esfuerzos solicitantes mencionados en 3.1.1 a 3.1.3, a menos que se indique lo contrario por PETROBRAS. En los casos no previstos en esta Norma, consultar la ABNT [NBR 6120](#).

##### **3.1.1 Cargas Permanentes**

3.1.1.1 El propio peso de la estructura, incluyendo todos los accesorios considerados partes integrantes de la estructura.

3.1.1.2 El revestimiento de protección contra fuego utilizado en la estructura.

3.1.1.3 El peso de equipos fijos, incluyendo los internos, aislación térmica, revestimiento de protección contra fuego en el soporte, interconexiones de tuberías, instrumentos y otros.

3.1.1.4 El peso de las tuberías sin incluir aislaciones ni fluidos de operación.

3.1.1.5 Estructuras de plataformas y chapas de piso deben ser estimadas en  $1 \text{ kN/m}^2$  de área proyectada, excepto para vigas robustas, mayores que las indicadas en el Anexo A de esta Norma.

3.1.1.6 Estructuras de apoyo de tuberías deben diseñarse considerando los siguientes requisitos:

- a) tuberías con diámetro superior a 12" deben ser consideradas individualmente como cargas concentradas en sus puntos de apoyo;
- b) tuberías con diámetro inferior o igual a 12" deben ser consideradas como una carga uniformemente distribuida, no inferior a  $0,5 \text{ kN/m}^2$ , en la región de disposición.

##### **3.1.2 Cargas Accidentales**

3.1.2.1 En las estructuras de soporte de vasos o tuberías, debe considerarse el peso del fluido de prueba, así como el de sus aislaciones.

3.1.2.2 Deben considerarse las siguientes sobrecargas, para el cálculo de:

- a) estructuras de plataformas:  $2,5 \text{ kN/m}^2$ ;
- b) escaleras y rellanos:  $2,5 \text{ kN/m}^2$ .

NOTA Para el dimensionamiento específico de pisos de plataformas, adoptar  $5 \text{ kN/m}^2$ .

3.1.2.3 Para plataformas sometidas al apoyo temporario de accesorios pesados, debe hacerse un estudio específico para cada caso.

3.1.2.4 Para cargas debidas al viento, consultar la ABNT [NBR 6123](#).

3.1.2.5 Deben considerarse las vibraciones de máquinas y/o equipos, y para ello deben consultarse a los fabricantes. Se deben considerar también las vibraciones transmitidas por las tuberías.

3.1.2.6 Cuando se prevean estructuras para remoción de haces de tuberías, carreteles y tapas de permutadores horizontales, éstas deben diseñarse para una fuerza horizontal igual al peso del mayor haz removido y una fuerza vertical igual a 1,25 veces el peso del haz mayor. Cuando se adopte una estructura provisoria se deben considerar estas mismas cargas a efectos del cálculo de los puntos de apoyo/soporte.

3.1.2.7 Para el montaje y/o desmontaje de equipos, los pescantes y otras estructuras deben diseñarse con un factor de impacto de 1,25 a ser aplicado a la carga vertical, adoptándose un mínimo de 5 kN. También debe considerarse una carga horizontal del 20 % del peso de la pieza mayor. Para otras circunstancias de uso deben observarse las definiciones presentadas en la Figura A.19.

3.1.2.8 Deben considerarse los impactos causados por los fluidos en operación surge", arietes).

3.1.2.9 Debe considerarse el intervalo de variación de temperatura de cada región para las estructuras expuestas a la acción de sol y para las estructuras protegidas, observando las prescripciones contenidas en la ABNT [NBR 8800](#).

3.1.2.10 Debe considerarse también la transmisión de calor de los vasos y las tuberías calientes para las estructuras, cuando sea el caso.

3.1.2.11 En estructuras vinculadas a vasos y tuberías deben considerarse los esfuerzos debidos a dilataciones térmicas de estos elementos, incluyendo situaciones diferenciales.

### **3.1.3 Combinación de Cargas**

Deben investigarse las condiciones de proyecto de todas las estructuras, dentro de las combinaciones posibles de cargas presentadas en 3.1.3.1 a 3.1.3.3.

3.1.3.1 En las condiciones de montaje, se deben considerar los esfuerzos causados por:

- a) peso propio de la estructura sin revestimiento de protección contra fuego;
- b) peso propio del equipo sin componentes internos montados en campo, aislaciones y plataformas;
- c) viento.

3.1.3.2 En las condiciones de prueba, se deben considerar los esfuerzos causados por:

- a) peso propio de la estructura con revestimiento de protección contra fuego;
- b) peso propio del equipo con componentes internos, aislaciones, refractarios, revestimiento de protección contra fuego, plataformas, tuberías y fluido de prueba;
- c) peso propio de la tubería con aislación térmica y fluido de prueba;
- d) viento.

3.1.3.3 En las condiciones normales de operación, se deben considerar los esfuerzos causados por:

- a) peso propio de la estructura con revestimiento de protección contra fuego;
- b) peso propio del equipo con componentes internos, aislaciones, refractarios, revestimiento de protección contra fuego, plataformas, tuberías y fluidos de operación;
- c) peso propio de la tubería con aislación térmica y fluidos de operación;
- d) carga accidental de las plataformas según el 3.1.2.2;
- e) vibraciones;
- f) carga debida a los impactos causados por los fluidos en operación ("surge", arietes);
- g) variaciones de temperatura de acuerdo con el 3.1.2.10;
- h) viento.

## **3.2 Materiales y Tensiones Admisibles**

Los aceros para estructuras, remaches y tornillos, así como sus tensiones admisibles deben obedecer las normas citadas en la Sección 2.

NOTA Se recomienda el uso de perfiles de pestañas paralelas en sustitución de perfiles con pestañas inclinadas. **[Práctica Recomendada]**

## **4 Condiciones Específicas**

### **4.1 Instalaciones Operativas y de Mantenimiento**

4.1.1 El ancho mínimo de plataformas y pasarelas de acceso debe ser de 75 cm, libre de cualquier obstáculo, la misma debe aumentarse para 90 cm cuando esté frente a bocas de inspección de torres, vasos y para 120 cm cuando esté frente a carretes de permutador de calor. Por encima de plataformas, pasarelas y otros pisos, se debe dejar un espacio de 2 m de altura, libre de cualquier obstáculo. Los pisos de plataformas, pasarelas, deben ser de chapas cuadrículadas, chapas expandidas, rejillas u otros materiales antiderrapantes. El espesor mínimo de las chapas de los pisos debe ser de 1/4" (6,35 mm).

NOTA Las placas de piso deben ser revisadas para los desplazamientos y vibraciones atendiendo los estados límite de servicio definidos por la ABNT [NBR 8800](#).

4.1.2 Con relación a las escaleras inclinadas considerar:

- a) el ancho mínimo debe ser de 75 cm;
- b) la altura máxima de cada tramo debe ser de 3,00 m;
- c) los rellanos entre los tramos deben tener una longitud mínima de 75 cm;
- d) las escaleras inclinadas con espejo deben hacer ángulos entre 30° y 38° con la horizontal;
- d) las escaleras inclinadas sin espejo deben hacer ángulos entre 45° y 50° con la horizontal;

4.1.3 Con relación a las escaleras verticales considerar:

- a) el ancho mínimo debe ser de 45 cm;
- b) la altura máxima de cada tramo debe ser de 6,00 m;
- c) la plataforma de descanso, entre dos tramos, debe tener como mínimo 75 cm de longitud, según Figura A.2;
- d) para los escalones de las escaleras verticales se deben utilizar barras redondas con nervaduras transversales (Acero CA-50) con diámetro de 1" (o 25 mm), según detalle "A" en las Figuras A.1 y A.2.



4.1.4 Las chapas del piso de las plataformas, donde no sea necesario que sean desmontables, pueden ser soldadas a las vigas de sustentación. Las chapas desmontables deben sujetarse a las vigas con tornillos. Los paneles removibles de chapa deben tener un peso máximo de 0,5 kN. En cada panel debe haber 2 orificios de 3 cm de diámetro, para facilitar su remoción. Las chapas de piso de las plataformas deben tener orificios de 1,2 cm de diámetro, para drenaje, a razón de un orificio a cada metro cuadrado de área de chapa.

4.1.5 Es obligatoria la colocación de barandillas en todas las partes desprotegidas de todas las plataformas, rellanos, pisos y en todas las escaleras inclinadas. En el lado protegido de escaleras inclinadas, debe instalarse pasamanos. Este requisito no se aplica a las escaleras fijadas directamente en los equipos. En todas las escaleras verticales, de altura superior a 3 m también es obligatoria la colocación de barandillas, a partir de 2 m por encima de la base hasta 1,10 m por encima del último nivel de trabajo (ver Figuras A.1 y A.2). Las escaleras verticales también deben tener cadenas de seguridad en el extremo superior.

4.1.6 Las escaleras y pasamanos deben guardar armonía con la arquitectura de la unidad donde se apliquen. Los pasamanos pueden ser en perfil tubular o esquinero.

4.1.7 Los balaustres de las barandillas deben tener una separación máxima de 1,10 m. En las escaleras inclinadas esta separación máxima debe ser de 1,10 m, medido en la proyección horizontal. Para las barandillas desmontables, los balaustres pueden ser atornillados en esquineros firmemente sujetos al piso o tener otro sistema de fijación que permita su remoción. Las barandillas de plataformas, pisos y escaleras, deben tener 1,10 m de altura.

4.1.8 El piso de las plataformas debe dejar una holgura mínima de 15 cm alrededor de las paredes de las torres, tanques y otros vasos, independientemente de haber o no aislación térmica. Los orificios en las plataformas y otros pisos, para el pasaje de tuberías verticales, deben dejar una holgura de 5 cm por fuera de la pared del tubo o de la aislación térmica, si hubiera.

4.1.9 Debe colocarse zócalos de barra chata de 4" x 1/4" (o 100 mm x 6,00 mm) en los siguientes lugares:

- a) en todos los lados de las plataformas, rellanos y otros pisos, donde haya barandillas o donde haya un vano libre horizontal superior a 5 cm hasta alguna pared u otro obstáculo;
- b) todo alrededor de las aberturas para el paso de escaleras y cualquier otra abertura donde haya vanos libres superiores a 5 cm.

NOTA Para medios de acceso a máquinas y equipos deben aplicarse los requisitos orientadores de la [NR-12](#).

4.1.10 Deben preverse orificios de drenaje con diámetros suficientes para drenar el agua de los lugares donde ésta pueda acumularse.

4.1.11 Los espacios cerrados, como el interior de columnas tubulares, deben ser herméticos, sellados con soldadura para evitar una posible corrosión.

## **4.2 Conexiones**

4.2.1 Cuando los dibujos básicos no sean proporcionados por PETROBRAS, o cuando estos dibujos no indiquen el tipo de conexión entre las piezas, el proyectista puede detallar, a su criterio, conexiones soldadas, atornilladas o remachadas.

4.2.2 Las conexiones entre vigas y columnas deben ejecutarse para permitir el montaje sin desnivelar las columnas. La holgura entre la columna y la viga debe ser menor o igual a 15 mm, a menos que la dilatación térmica exija otro valor.

4.2.3 Vigas que requieren conexiones de apoyo se unen aplicando conexiones en esquinero en la brida inferior de la viga. El alma de la viga debe conectarse a la columna por medio de elementos de conexión. En almas de columnas con revestimiento de protección contra fuego, deben usarse conexiones tipo esquinero, unidas de la parte superior al alma, para conexiones de asentamiento.

4.2.4 Conexiones ejecutadas en taller pueden ser soldadas o remachadas, como lo prefiera el fabricante.

### **4.3 Empalmes**

4.3.1 La posición de soldaduras circunferenciales para tubos debe ser tal que la distancia entre cordones adyacentes sea, como mínimo, igual al diámetro del elemento estructural y no inferior a 1 000 mm. Además, en 3 m cualesquiera no deberá haber más de 2 juntas circunferenciales. La distancia mínima entre cordones longitudinales debe ser de 30° o 300 mm, lo que sea menor.

4.3.2 La posición de soldaduras en la parte superior de elementos estructurales debe efectuarse de modo de evitar las áreas rayadas que se muestran en la Figura 1. La distancia entre 2 empalmes debe ser, como mínimo, la altura del elemento estructural y no inferior a 1 000 mm. El tipo de empalme debe ser definido por el proyectista.

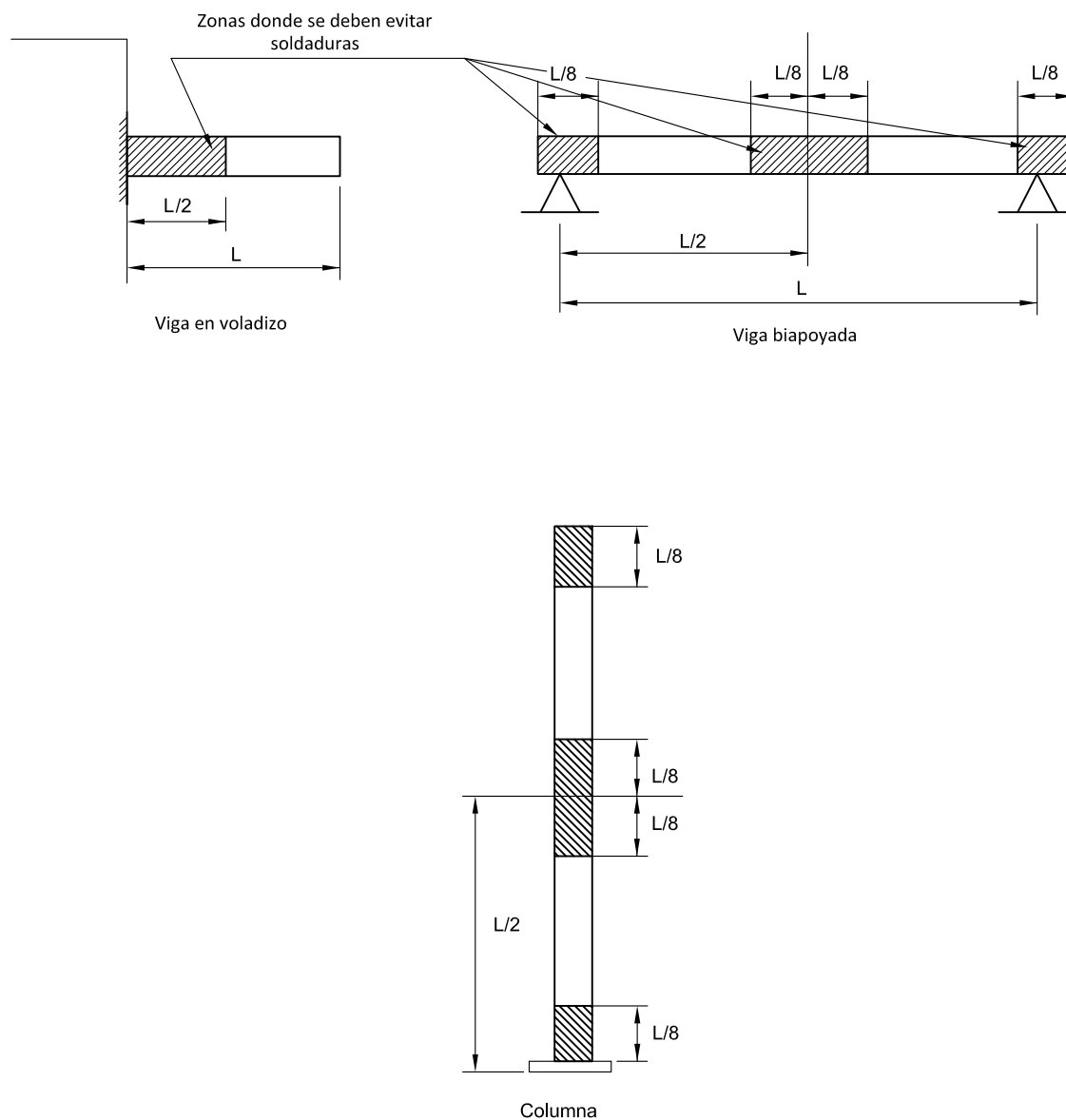


Figura 1 - Posición de Soldaduras en Perfiles

#### **4.4 Protección Anti-Corrosiva**

Todas las estructuras metálicas deben ser protegidas contra la corrosión según lo establecido en las ABNT [NBR 8800](#) y PETROBRAS [N-1550](#).

#### **4.5 Normas de Diseño**

Las Figuras de A.1 a A.20 del Anexo A normalizan las escaleras, plataformas, dimensiones de las bases para columnas metálicas y pescantes para elevación de carga.

### **5 Presentación**

#### **5.1 Generalidades**

5.1.1 El proyecto debe ser presentado de acuerdo con la PETROBRAS [N-381](#).

5.1.2 El proyecto debe estar constituido por los siguientes documentos:

- a) lista de documentos del proyecto;
- b) memoria descriptiva;
- c) memoria de cálculo;
- d) dibujos;
- e) recomendaciones de diseño para construcción y montaje.

5.1.3 La codificación de los documentos debe estar de acuerdo con la PETROBRAS [N-1710](#) o según lo definido por PETROBRAS.

#### **5.2 Memoria Descriptiva**

5.2.1 La memoria descriptiva debe contener la siguiente información:

- a) objetivo;
- b) descripción del proyecto;
- c) información complementaria, necesaria para la perfecta comprensión del proyecto.

5.2.2 La memoria descriptiva debe ser presentada en forma organizada, utilizando los formularios normalizados por la PETROBRAS [N-381](#).

5.2.3 En la descripción del proyecto se debe presentar la justificación de las soluciones adoptadas, teniendo en vista los proyectos conceptuales y básicos, y las condiciones locales y de modo de atender los aspectos estéticos, estructurales y económicos.

#### **5.3 Memoria de Cálculo**

5.3.1 La memoria de cálculo debe ser presentada en forma organizada, utilizando los formularios normalizados por la PETROBRAS [N-381](#).

5.3.2 Debe contener la siguiente información:

- a) cálculo estructural que contenga:
  - esquema estructural;
  - diagrama de cargas y su formulación;
  - especificación de materiales;
  - cálculo de esfuerzos y determinación de la envolvente;
  - dimensionamiento de los elementos estructurales;
  - cálculo de deformaciones y desplazamientos (si es necesario);
  - dimensionamiento de las conexiones;
  - dimensionamiento de los pernos de anclaje;
  - sobrecargas y combinaciones de carga adoptadas para las fases de montaje, prueba y operación;
- b) identificación de los programas computacionales adoptados para el cálculo y listado de los datos de entrada y salida;
- c) información complementaria necesaria para la comprensión del proyecto, incluyendo normas y bibliografía adoptada, así como requisitos específicos para los procedimientos de prefabricación y montaje.

5.3.3 Las tablas y métodos de cálculo utilizados deben ser mencionados e identificados y deben ser parte integrante de los documentos de la memoria de cálculo.

5.3.4 El dimensionamiento de pernos de anclaje para bases de hormigón armado debe obedecer lo dispuesto en la PETROBRAS [N-134](#).

## **5.4 Dibujos**

5.4.1 Los dibujos deben obedecer, en su elaboración y presentación, lo dispuesto en la PETROBRAS [N-381](#) y en las ABNT [NBR 8196](#), [NBR 8402](#), [NBR 8403](#), [NBR 8404](#) y [NBR 8800](#).

5.4.2 La ejecución del proyecto comprende la elaboración de los dibujos dimensionales y/o dibujos del proyecto de fabricación.

5.4.3 Los dibujos dimensionales deben incluir:

- a) planta llave (dibujo índice);
- b) plantas de dimensiones generales, conteniendo ubicación, orientación y todas las cotas para la perfecta identificación de la estructura;
- c) representación de los elementos estructurales por su eje, con indicación de las secciones transversales y peso de los perfiles;
- d) cortes y vistas;
- e) detalle de las conexiones principales;
- f) indicación de los esfuerzos en las conexiones secundarias;
- g) indicación de contraflechas;
- h) indicación de detalles de apoyos de la estructura y esfuerzos en la estructura de sustentación;
- i) lista de materiales con especificación de los materiales utilizados y peso total teórico;
- j) indicación de la existencia de protección contra fuego.

5.4.4 Los dibujos de detalles para fabricación y montaje deben incluir:

- a) planta llave (dibujo índice);
- b) arreglo de los elementos con identificación de los elementos estructurales;
- c) detalle de los elementos estructurales;
- d) detalle de las conexiones entre elementos;
- e) indicación de la contraflecha (si es necesario);

- f) detalle de los apoyos, incluyendo pernos de anclaje;
- g) sistemas de izado;
- h) sistemas de montaje y fijación con indicación de la secuencia de montaje.

5.4.5 La planta clave (dibujo índice) debe ser representada en escala reducida, en el campo Notas Generales, siempre que en el dibujo no se represente la ubicación de todo el conjunto. En la planta clave se debe indicar la parte de la estructura representada en el dibujo específico.

5.4.6 En la representación gráfica del arreglo de los elementos debe indicarse la ubicación de los ejes de referencia, con las distancias relativas entre sus ejes y distancias externas, planos con indicación de niveles, alzados, vistas y detalles que mejor ilustren la comprensión de la estructura.

5.4.7 En los dibujos del proyecto de fabricación deben preverse todos los dispositivos necesarios (orificios, aberturas, fijadores, entre otros) para la conexión entre equipos soportados por la estructura y ella propia.

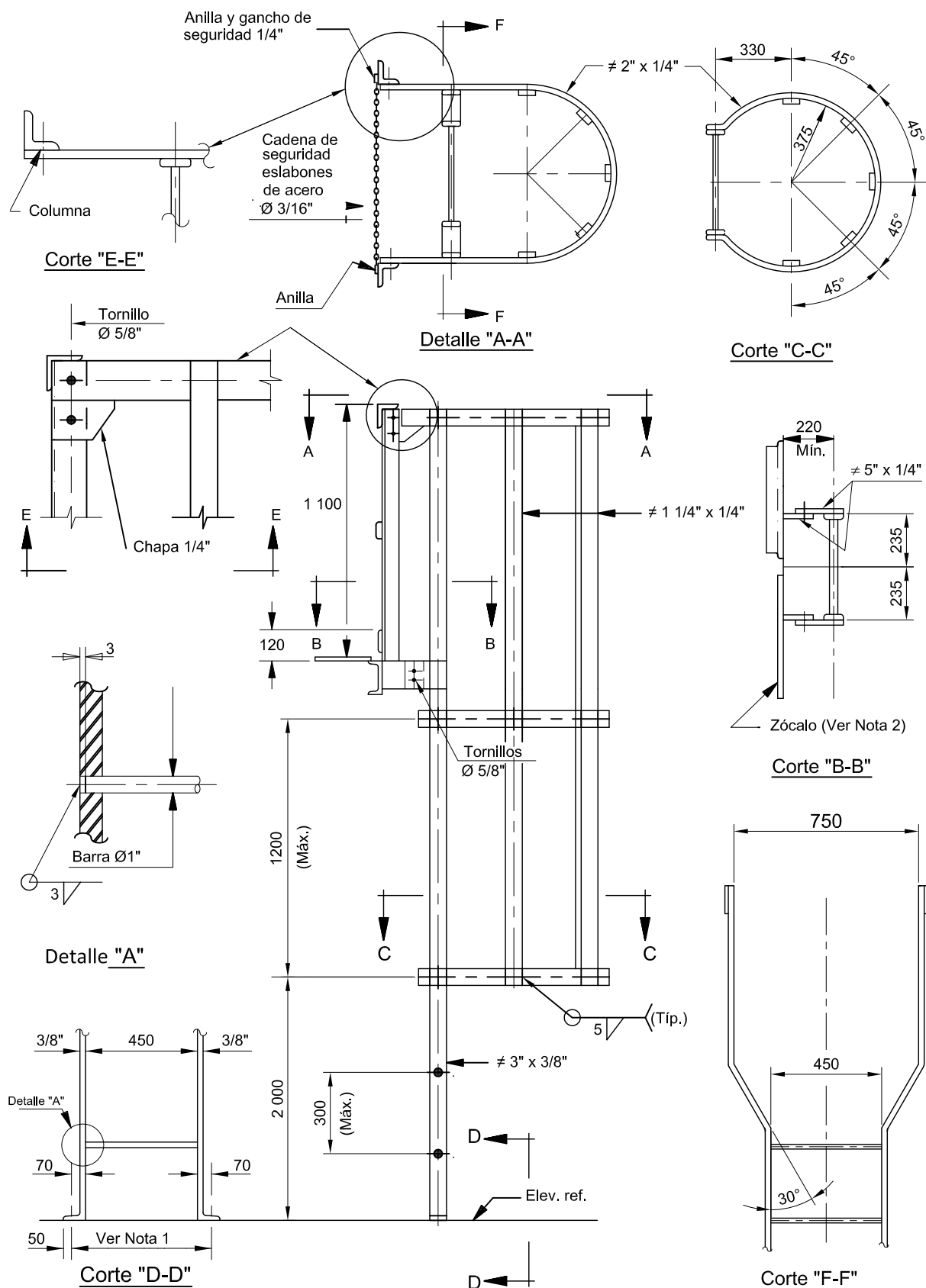
## **5.5 Recomendaciones de Diseño para Construcción y Montaje**

5.5.1 Las recomendaciones de diseño deben incluir los siguientes elementos:

- a) objetivo;
- b) alcance de los servicios;
- c) especificaciones de servicios (véase PETROBRAS [N-293](#));
- d) documentos anexos;
- e) listado de los documentos de referencia;
- f) planilla de cantidades estimadas de materiales y servicio.

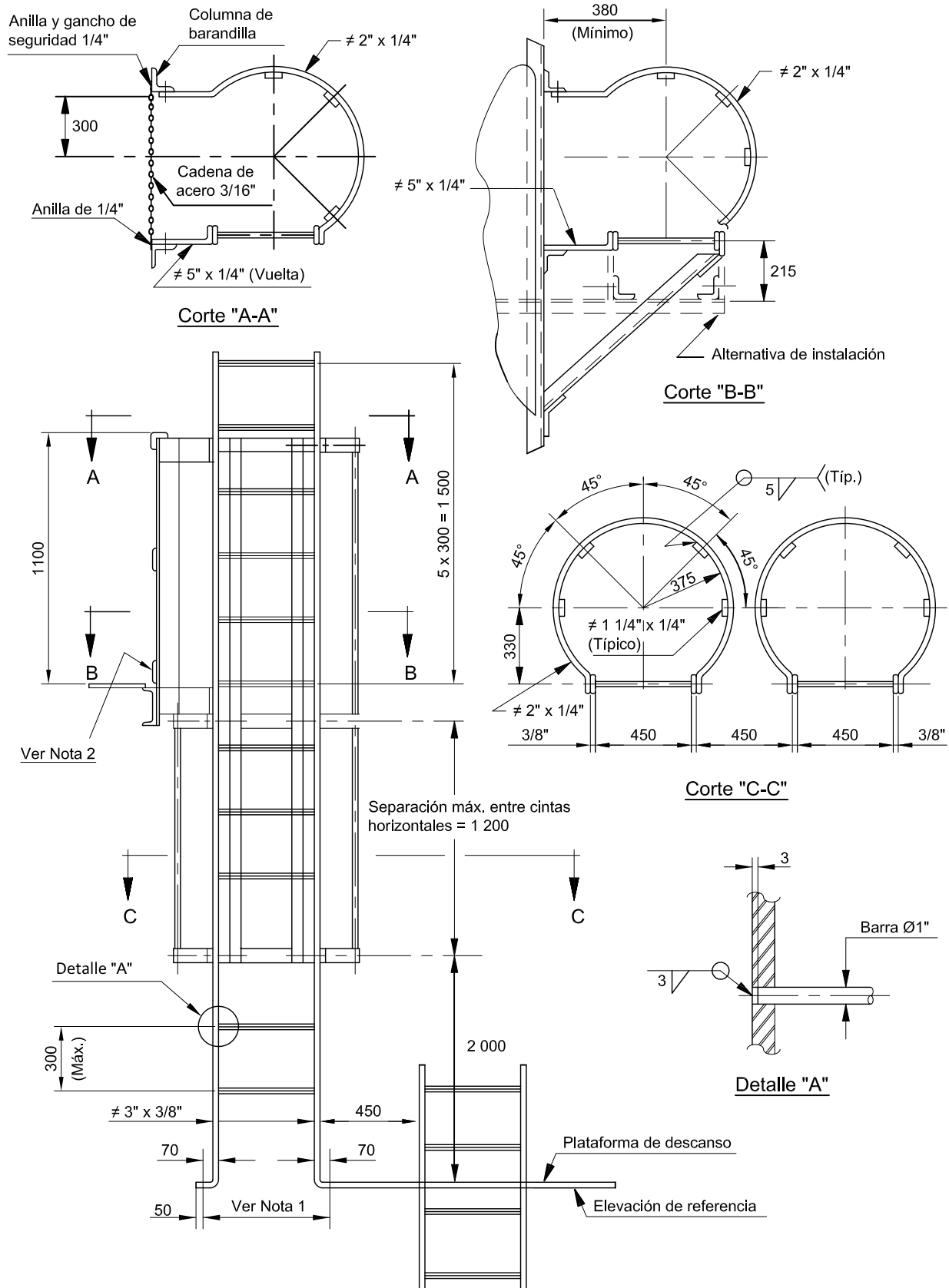
5.5.2 Las recomendaciones de diseños para construcción y montaje deben ser presentadas en forma organizada, utilizando los formularios normalizados por la PETROBRAS [N-381](#).

**Anexo A - Figuras**



- NOTA 1 Orificios de 15/16" para pernos de anclaje de 3/4" en el piso.  
 NOTA 2 Zócalo continuo a lo largo de todas las aberturas.  
 NOTA 3 La barandilla puede se dispensada cuand la longitud sea  $\leq 3\ 000$ .  
 NOTA 4 Longitud máxima de cada tramo de escalera: 6 000.  
 NOTA 5 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

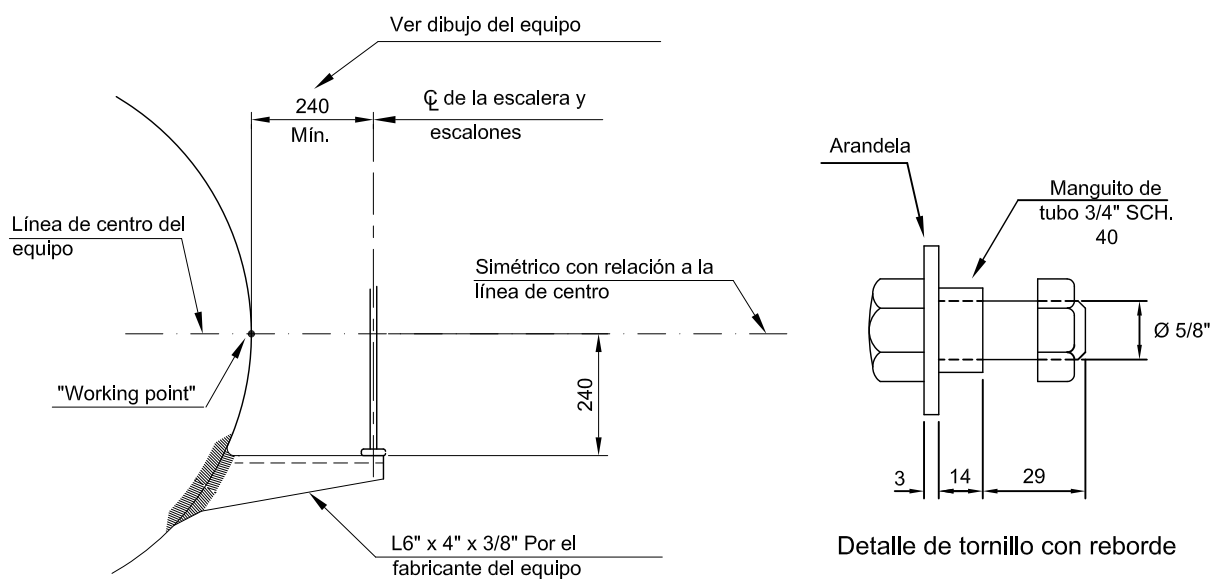
**Figura A.1 - Escalera Vertical y Barandilla, con Salida Frontal**



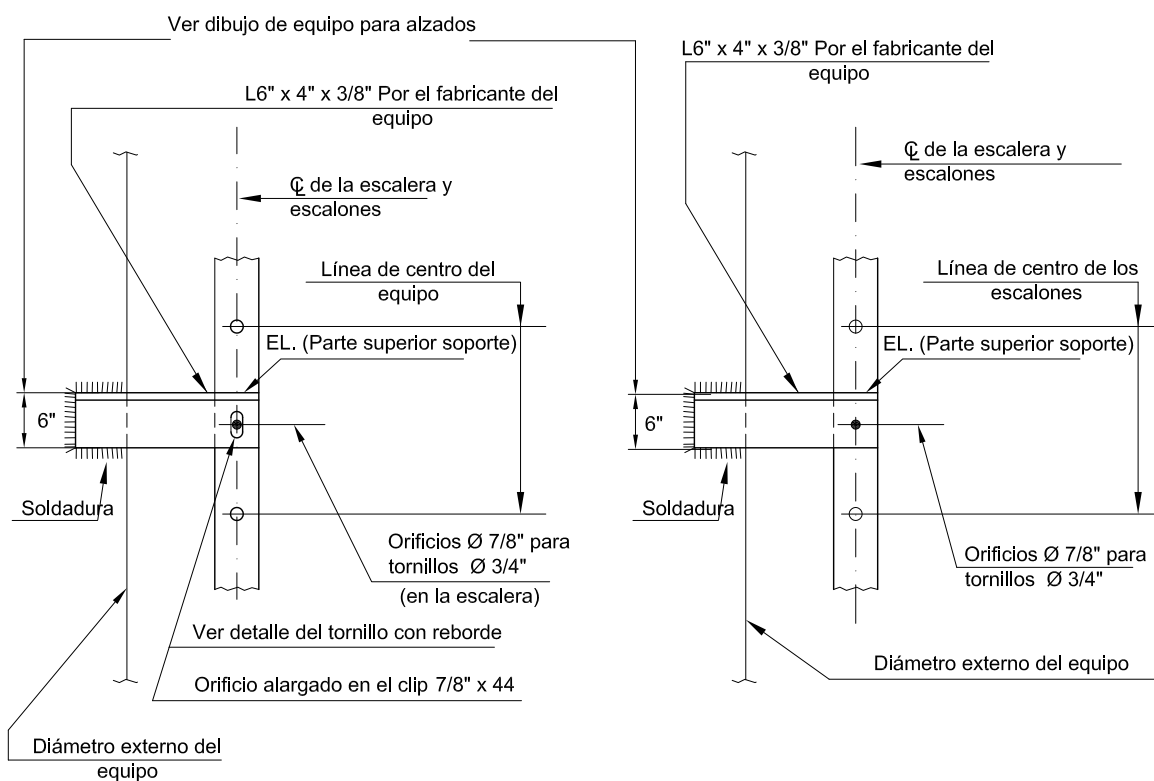
- NOTA 1 Orificios de 15/16" para pernos de anclaje de 3/4" en el piso.
- NOTA 2 Zócalo continuo a lo largo de todas las aberturas.
- NOTA 3 La fijación de la escalera a los soportes metálicos debe hacerse con tornillo de 5/8".
- NOTA 4 La barandilla puede ser dispensada cuando la longitud sea  $\leq 3\ 000$ .
- NOTA 5 Longitud máxima de cada tramo de escalera: 6 000.
- NOTA 6 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

**Figura A.2 - Escalera Vertical y Barandilla, con Salida Lateral**





**Vista superior**



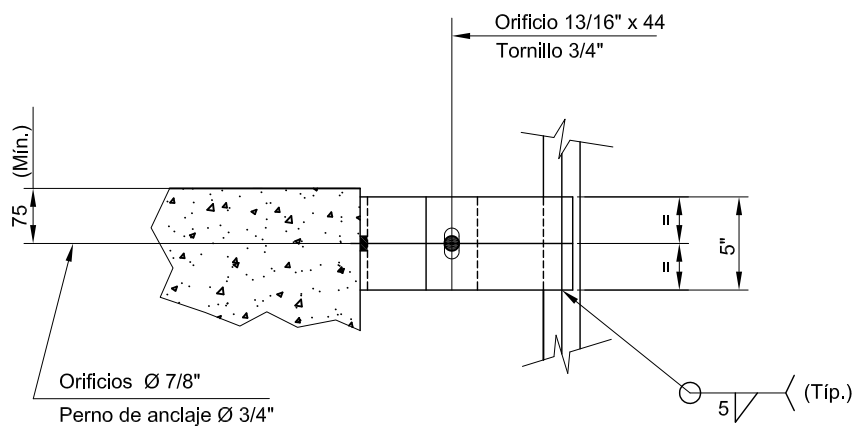
**Vista lateral montaje deslizante**

**Vista lateral montaje fijo**

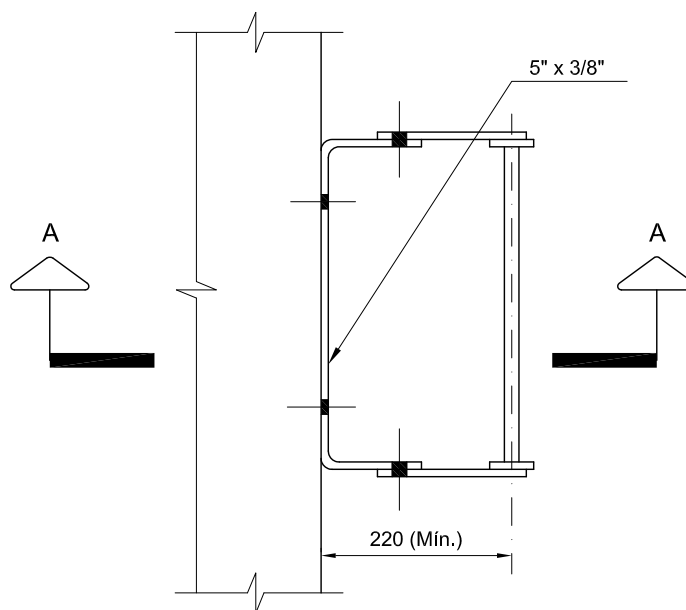
NOTA 1 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 Separación máxima de los clips: 3 000.

**Figura A.3 - Fijación de Escalera Vertical en Equipos**



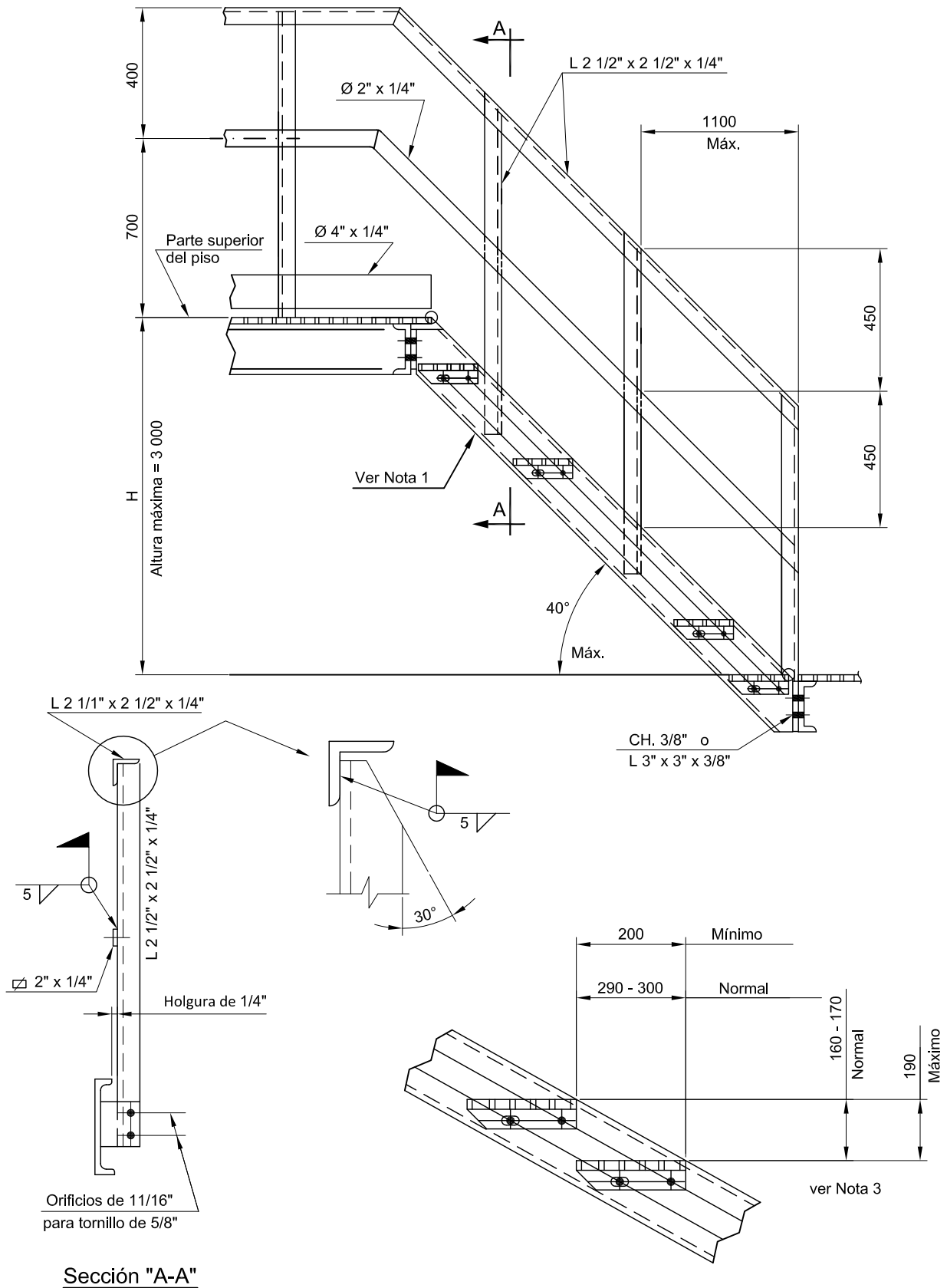
Corte "A-A"



Planta

NOTA Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario .

**Figura A.4 - Fijación de Escalera Vertical en Estructura de Hormigón**

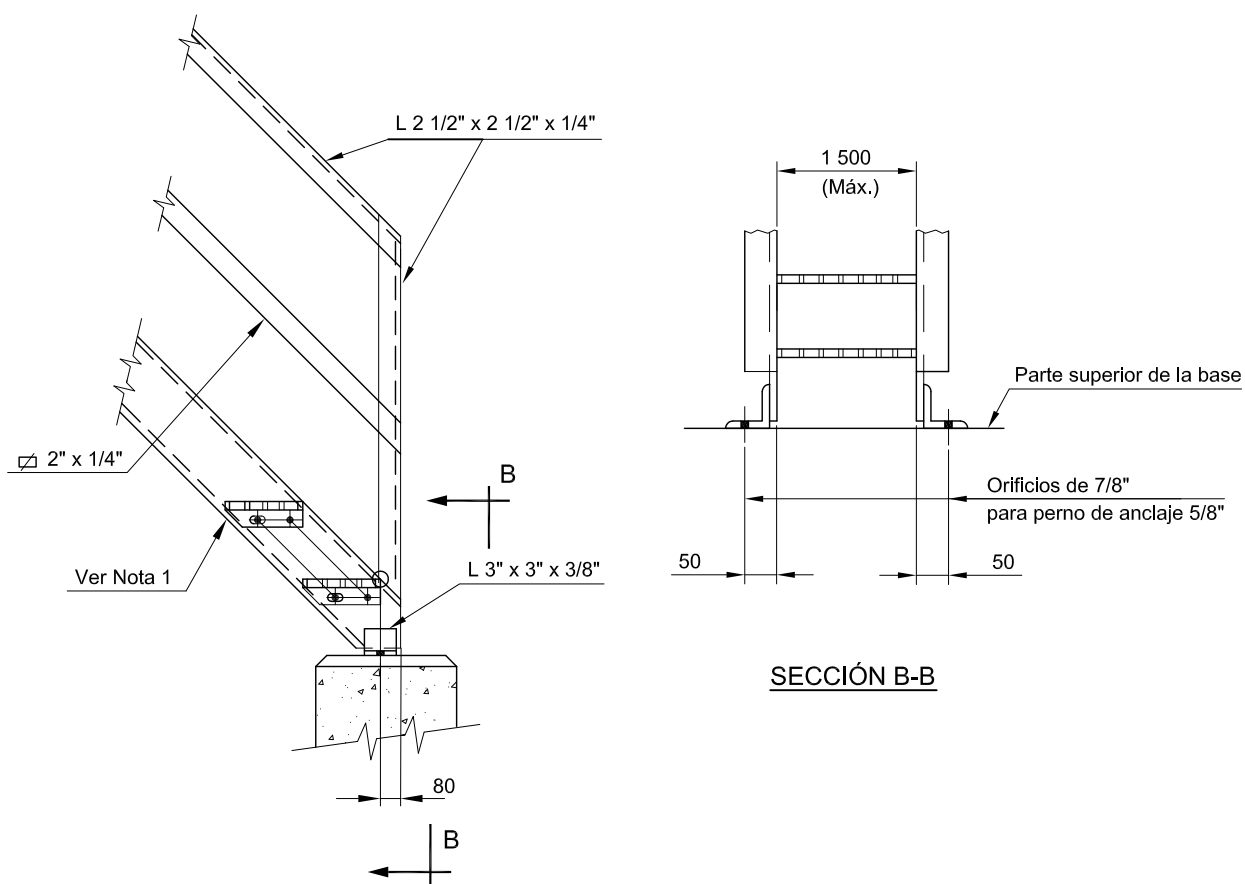


NOTA 1 Usar C 6" x 12,2 kg/m.

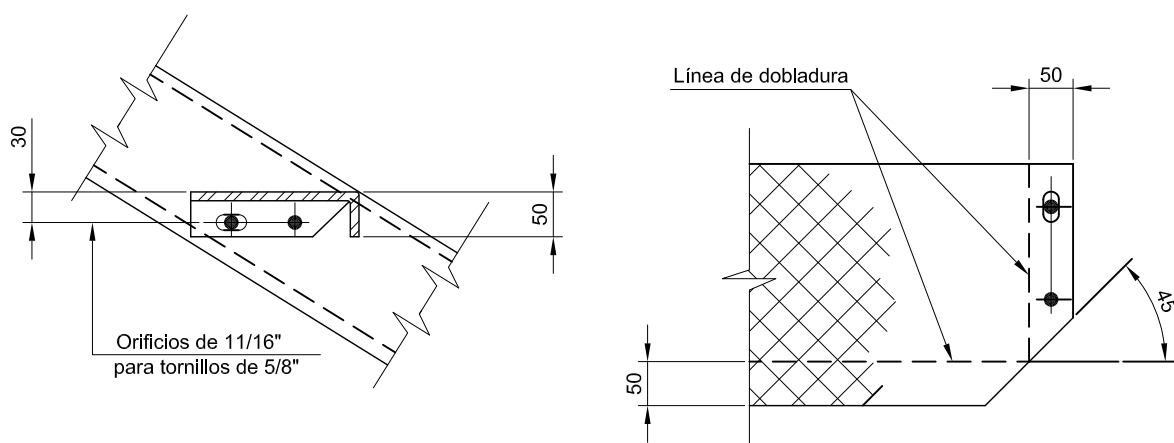
NOTA 2 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario

NOTA 3 Utilizar dimensiones para espejos y escalones que resulten en una inclinación dentro de los límites establecidos en 4.1.2.

**Figura A.5 - Escalera Inclinada para Pasarelas**



**Figura A.5.1 - Detalle Escalera Inclinada**



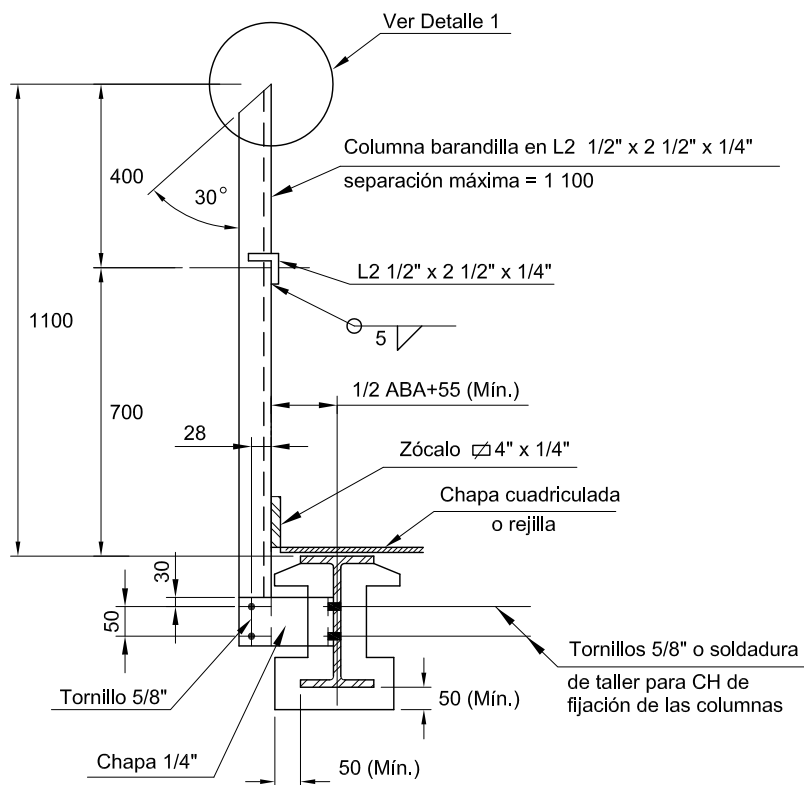
**Figura A.5.2 - Detalla del Escalón en Chapa Cuadriculada**

NOTA 1 Para altura  $H < 3\,000$  usar C 6" x 12,2 kg/m.

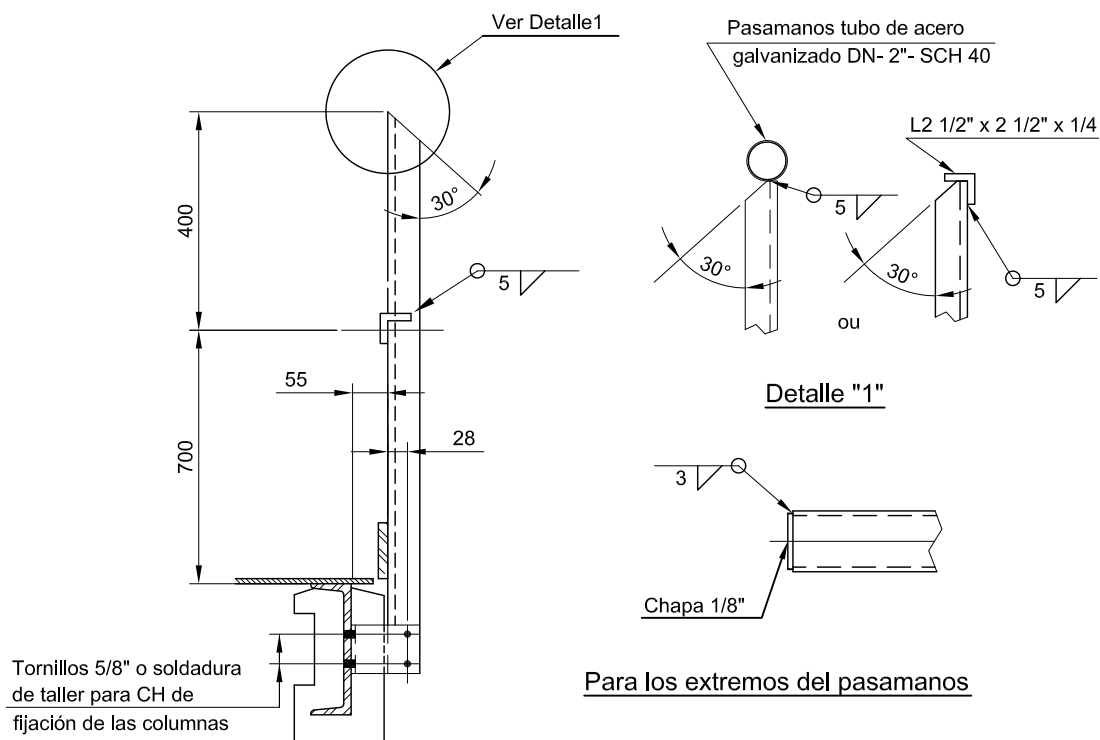
NOTA 2 Para altura  $H > 3\,000$  usar C 8" x 17,1 kg/m.

NOTA 3 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

**Figura A.5 - Escalera Inclinada para Pasarelas**



**Figura A.6.1 - Barantilla Típica en Viga I con Protección Contra Fuego**

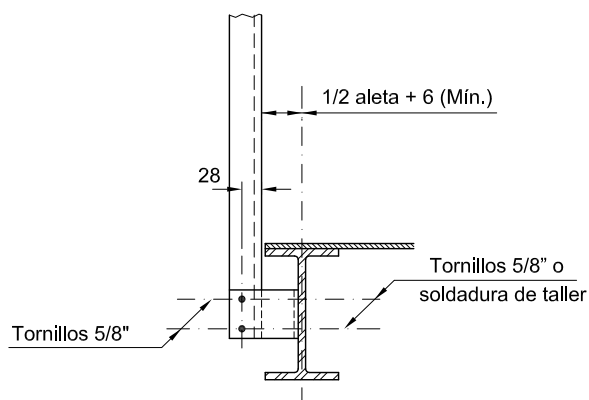


**Figura A.6.2 - Barantilla Típica en Viga U con Protección Contra Fuego**

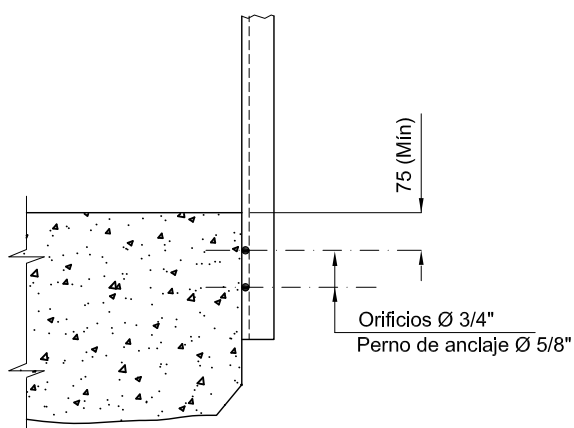
NOTA 1 Para dimensiones no especificadas en la Figura A.6.2, ver Figura A.6.1.

NOTA 2 Para soldaduras no especificadas en la Figura A.6.1, ver Figura A.6.2.

### Figura A.6 - Barandilla, Pasarelas y Plataformas



**Figura A.6.3 - Fijación en Viga I sin Protección Contra Fuego**



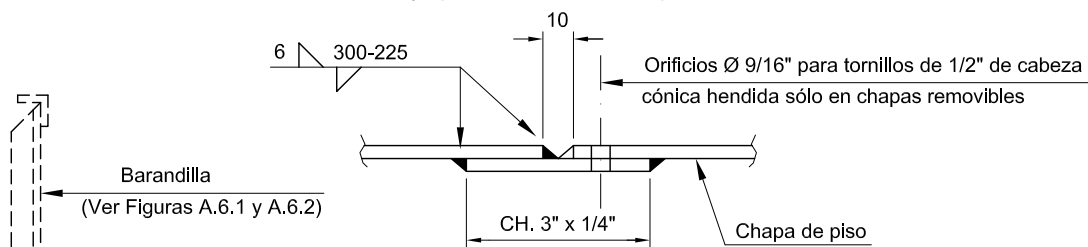
**Figura A.6.4 - Fijación en Hormigón**

NOTA 1 Para dimensiones no especificadas en las Figuras A.6.3 y A.6.4, ver Figura A.6.1.

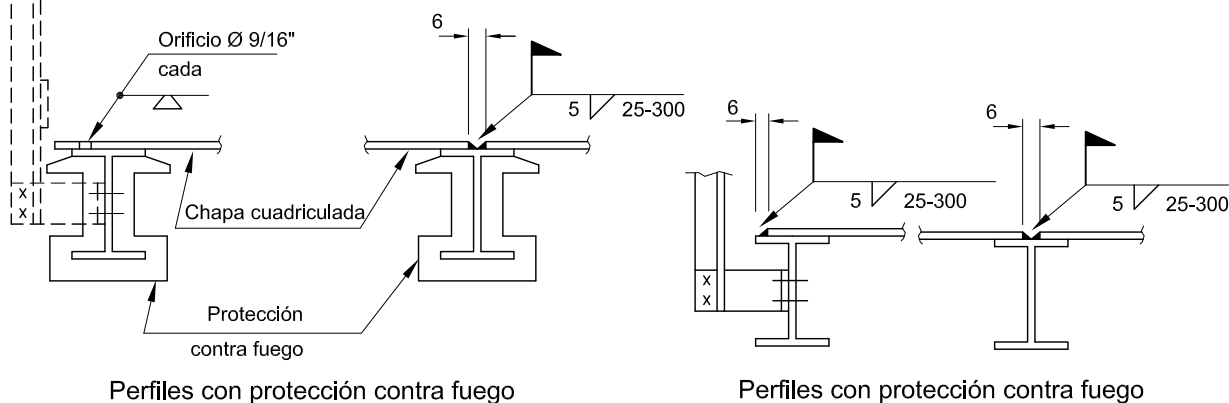
NOTA 2 Para soldaduras no especificadas en las Figuras A.6.3 y A.6.4, ver Figura A.6.2.

NOTA 3 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

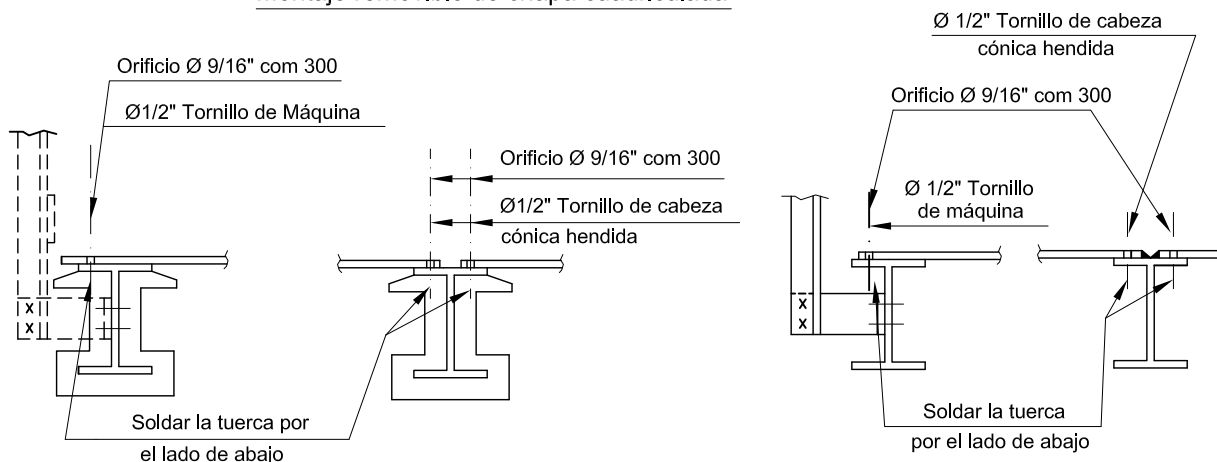
**Montaje permanente de chapa cuadriculada**



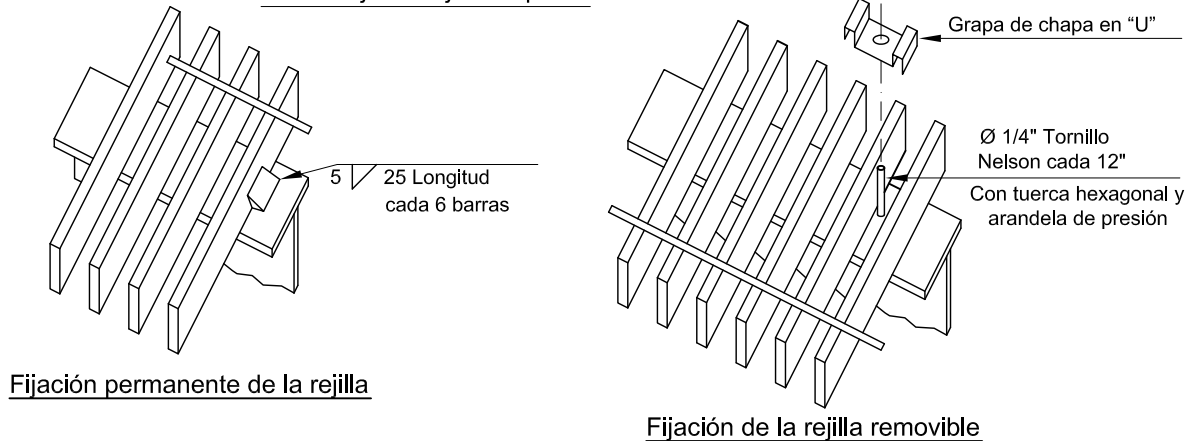
**Uniones para chapas de piso**



**Montaje removable de chapa cuadriculada**



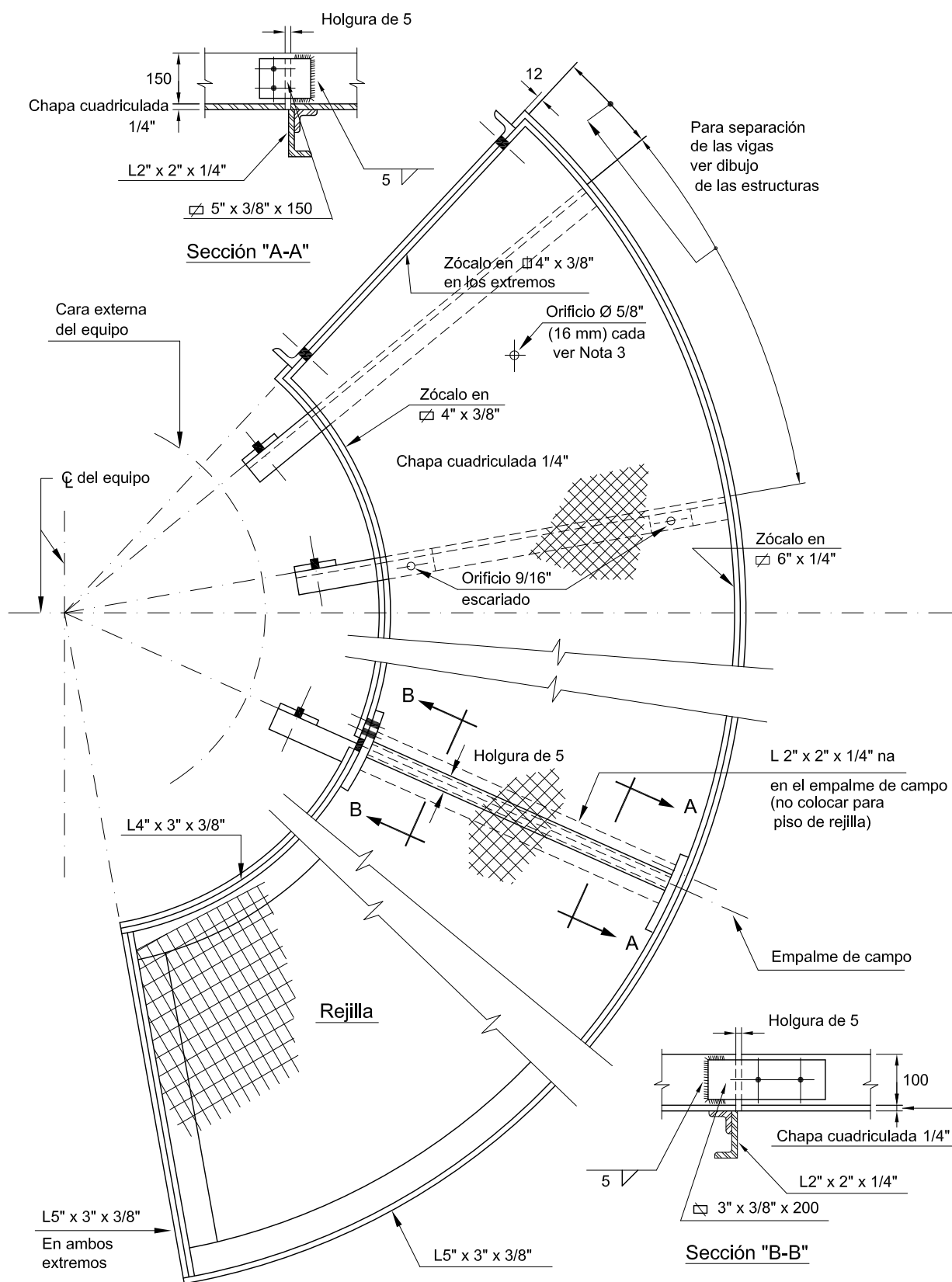
**Montaje de rejilla de piso**



NOTA 1 Los detalles que aparecen en las figuras deben considerarse como sugerencias, ya que están más allá del alcance del diseño de ingeniería.

NOTA 2 Los detalles también se pueden utilizar para la aplicación de metal en lámina expandida.

**Figura A.7 - Fijación de Chapa Cuadriculada y de Rejilla de Piso**



NOTA 1 Se recomienda un ángulo máximo de 150° entre los empalmes de campo y/o las vigas soporte externas.

NOTA 2 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 3 Conforme 4.1.3.

**Figura A.8 - Plataforma Circular para Equipos**



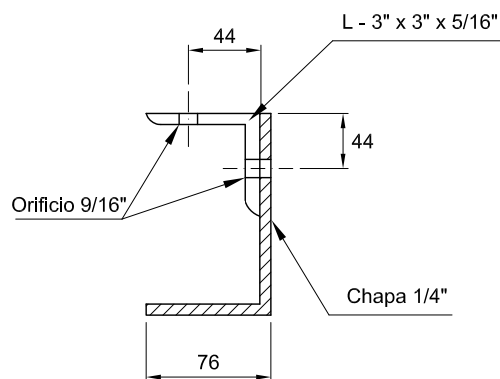
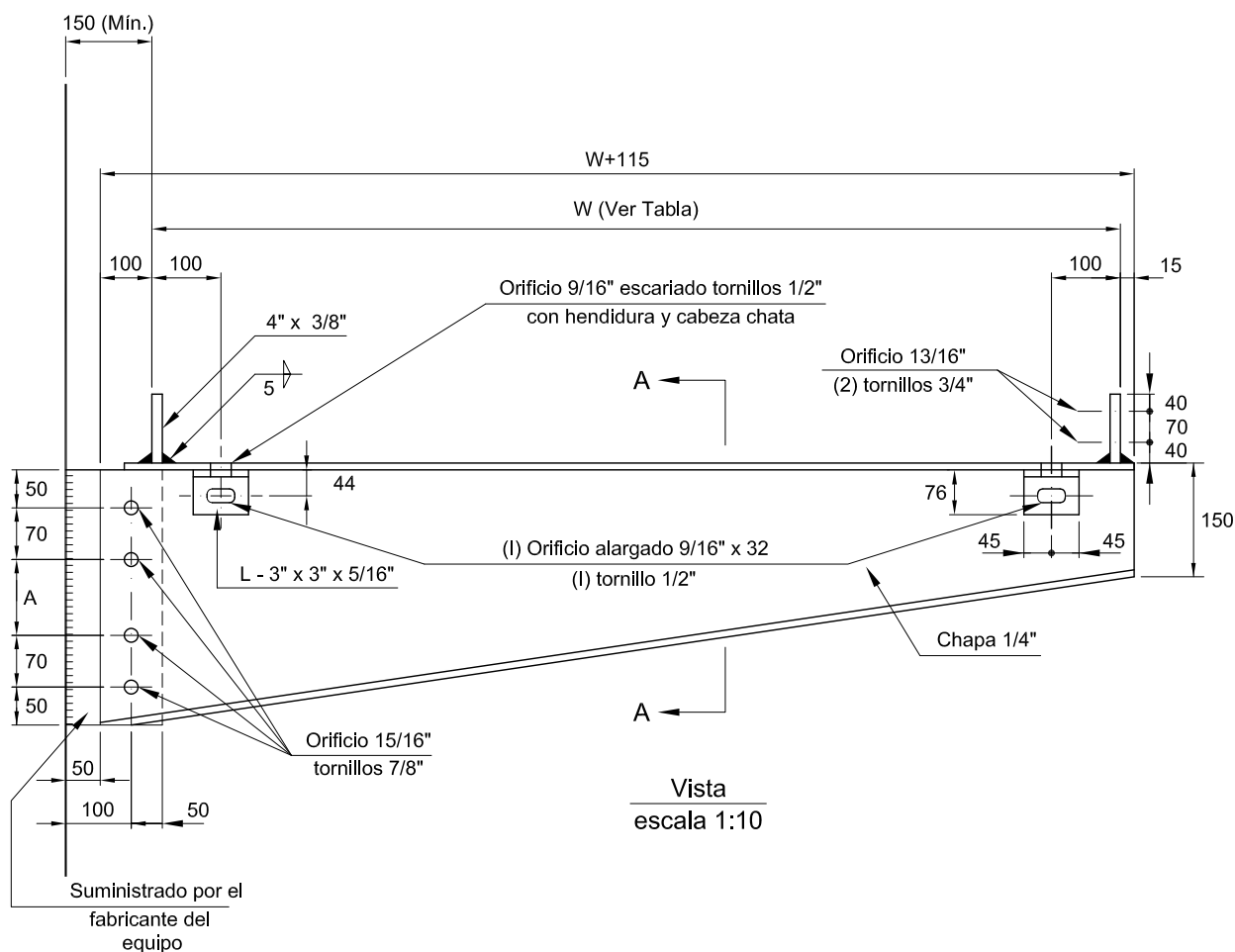
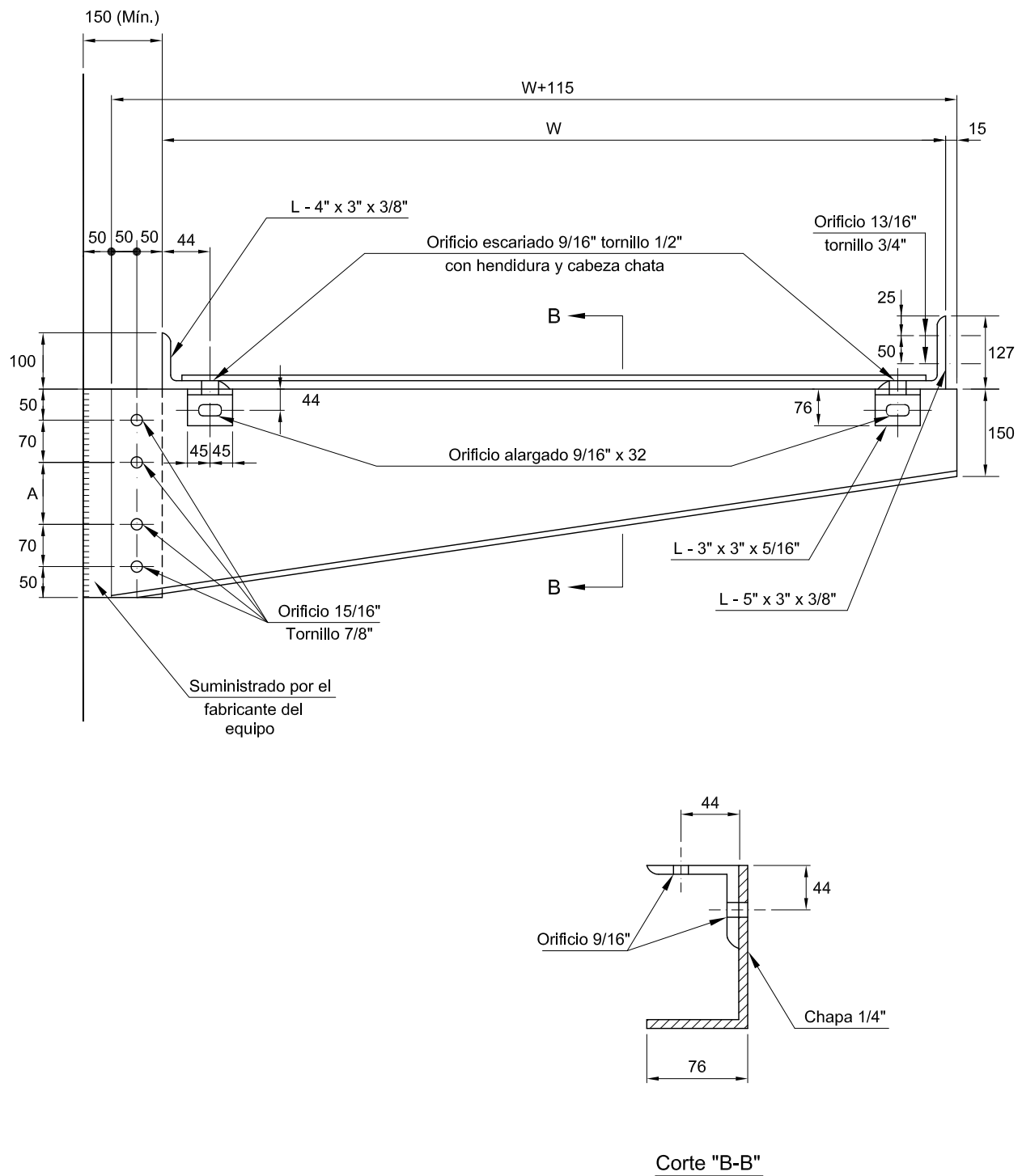


Tabla:

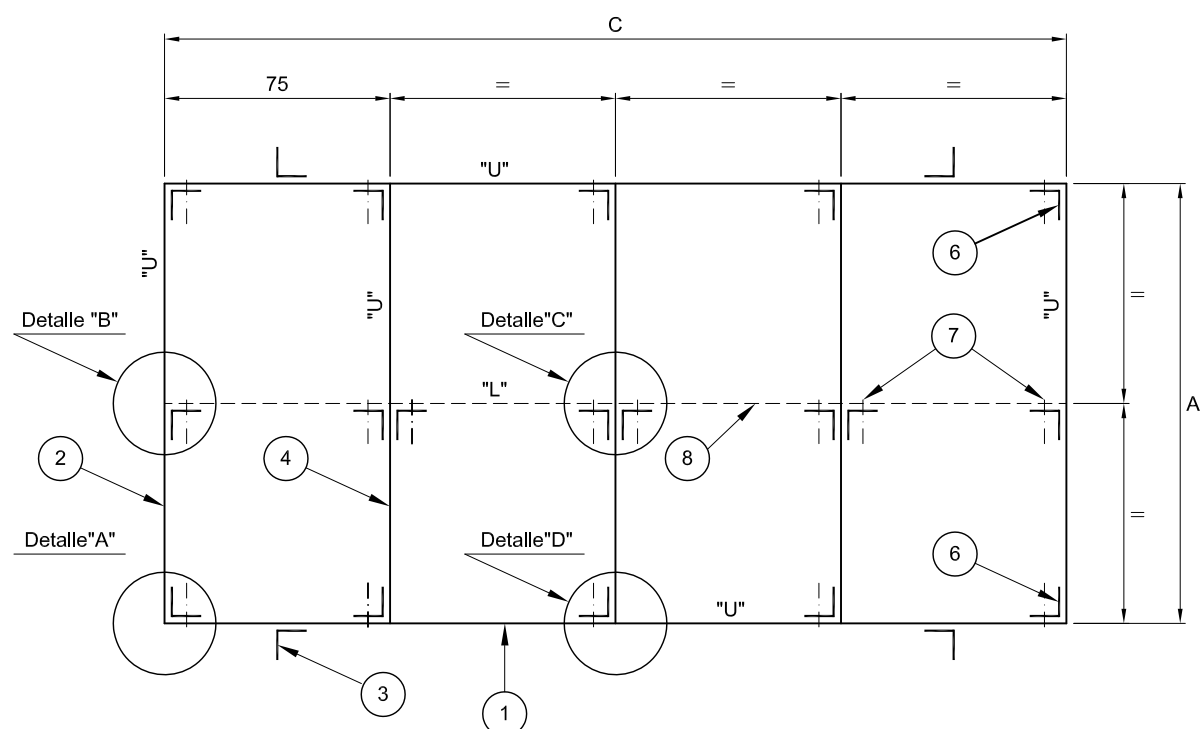
Larg. Plataf. "W"	A
Hasta 1 000 (inclusive)	70
De 1 000 a 1 500	140

**Figura A.9 - Viga para Plataforma Circular-Placa de Piso**



NOTA Para las cotas "W" y "A", ver tabla da la Figura A.9.

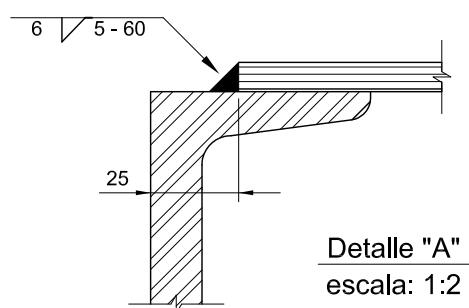
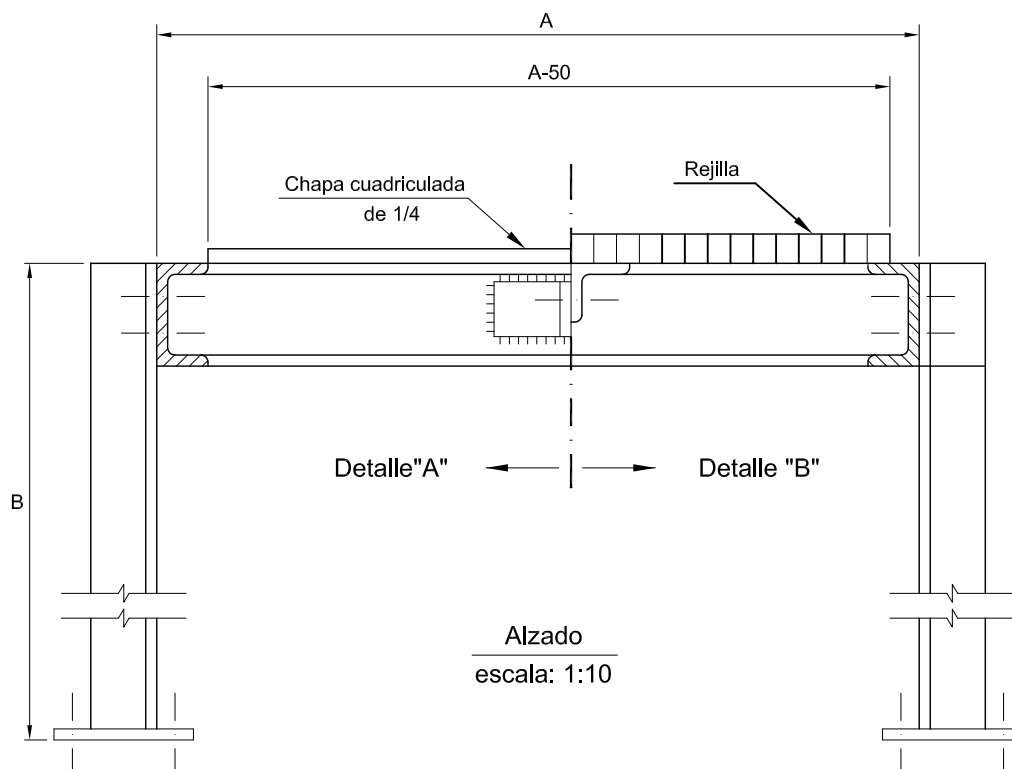
**Figura A.10 - Viga a la Plataforma Circular-Piso en Rejilla**



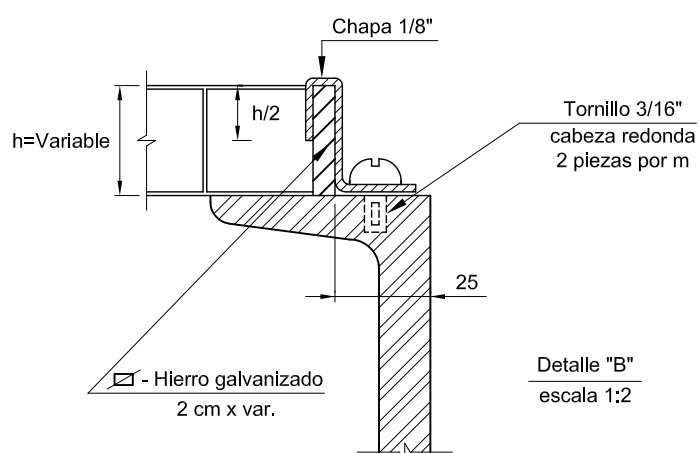
Tipo	A x C	B	1	2	3	4	5	6	Tornillo		7	8	
									Cant.	Ø x L			
A-1	75 A 100 x 150	100	U4"-8,04	U4"-8,04	L-4" x 4" x 3/8"	U4"-8,04	Chapa cuadriculada o rejilla (esp. 1/4")	L-2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	20	1/2"	L-2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	<div></div>	
A-2		200								x 1			
A-3		300								3/4"			
B-1	75 A 100 x 300	100	U6"-12,2						28	1/2"			
B-2		200								x 1			
B-3		300								3/4"			
C-1	150 x 150	100	U4"-8,04	24					1/2"	L-2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"			
C-2		200							x 1				
C-3		300							3/4"				
D-1	150 x 300	100	U6"-12,2	33					1/2"			L-2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	
D-2		200											x 1
D-3		300											3/4"
E-1	200 x 300	100											
E-2		200											
E-3		300											

- NOTA 1 En el caso de plataforma con longitudes múltiples de las tabuladas, se deben unir los tirantes ① utilizando las orejetas ①.
- NOTA 2 Todas las soldaduras deben ser en ángulo de 6 mm.
- NOTA 3 Los números entre paréntesis representan cantidad.
- NOTA 4 Todas las dimensiones en milímetros, excepto A x C y B que están en centímetros o cuando se indique lo contrario.
- NOTA 5 Los tornillos de fijación de la transversal extrema al tirante fijarán la columna de la barandilla.

Figura A.11 - Plataforma Recta Modulada-Planta



**Fijación de la chapa en el perfil**



**Fijación de la rejilla en el perfil**

NOTA 1 Dimensión en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 Los detalles que aparecen en las figuras deben considerarse como sugerencias, ya que están más allá del alcance del diseño de ingeniería.

NOTA 3 Los detalles también se pueden utilizar para la aplicación de metal en lámina expandida.

**Figura A.12 - Plataforma Recta Modulada-Alzado**

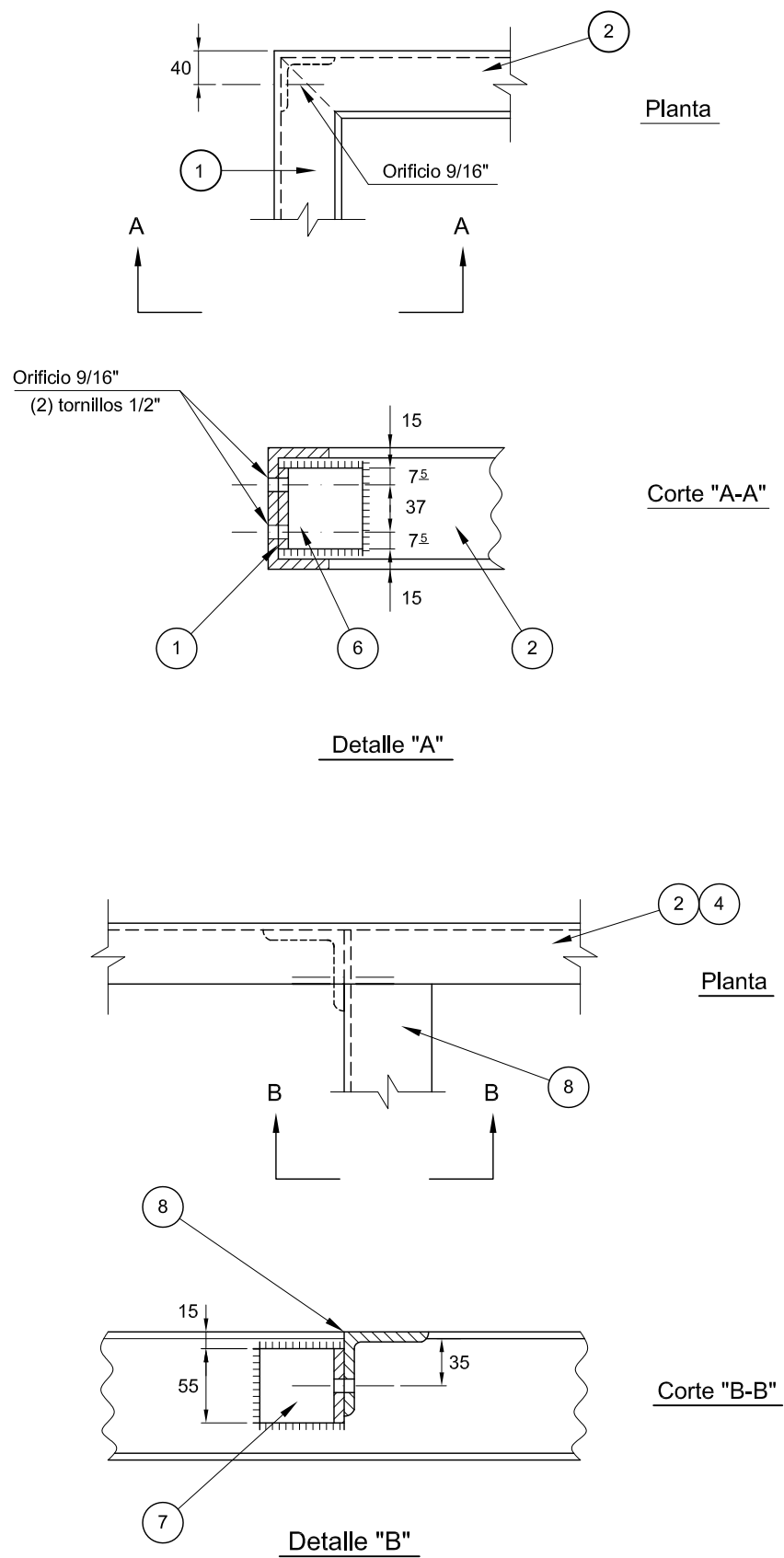
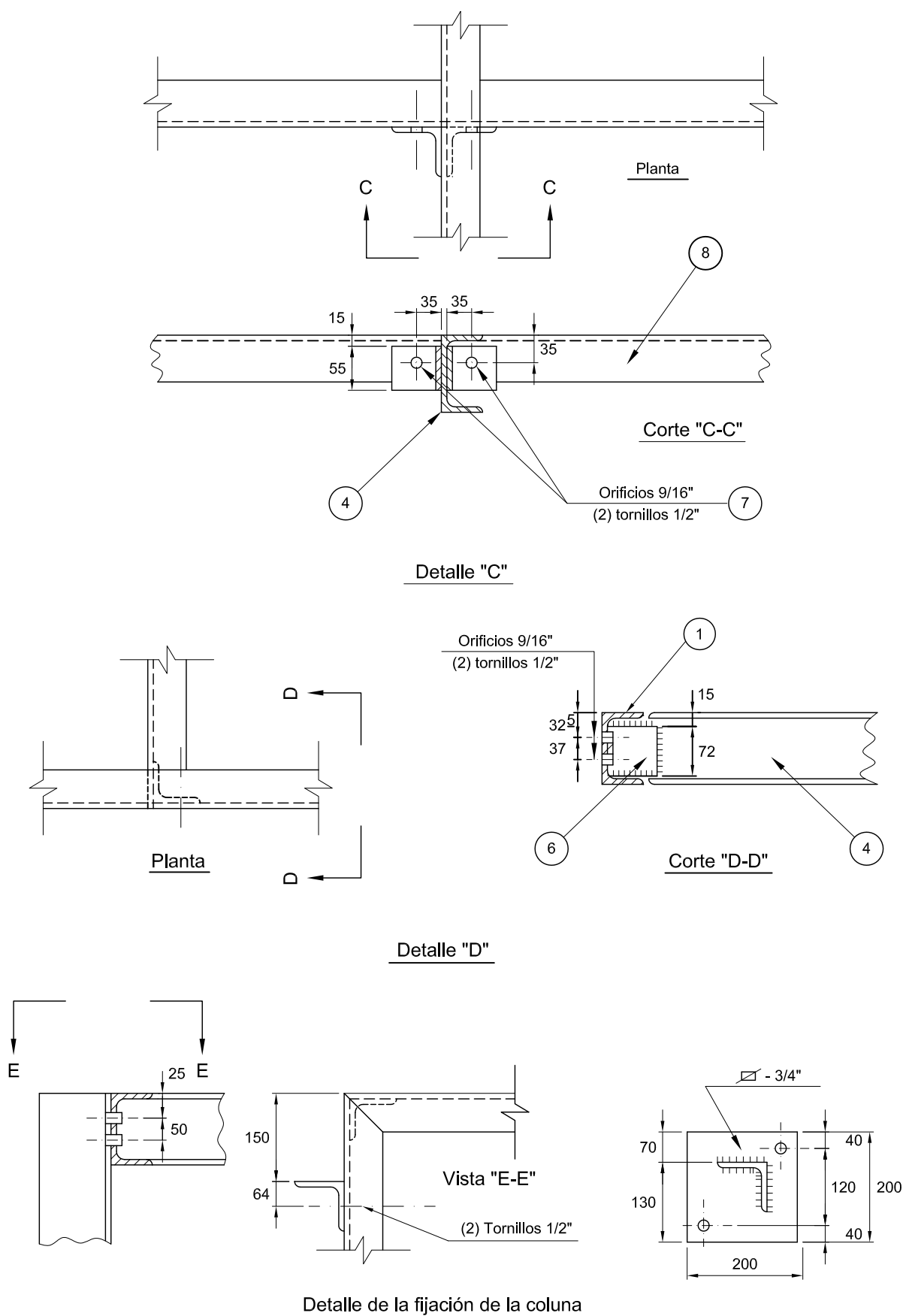
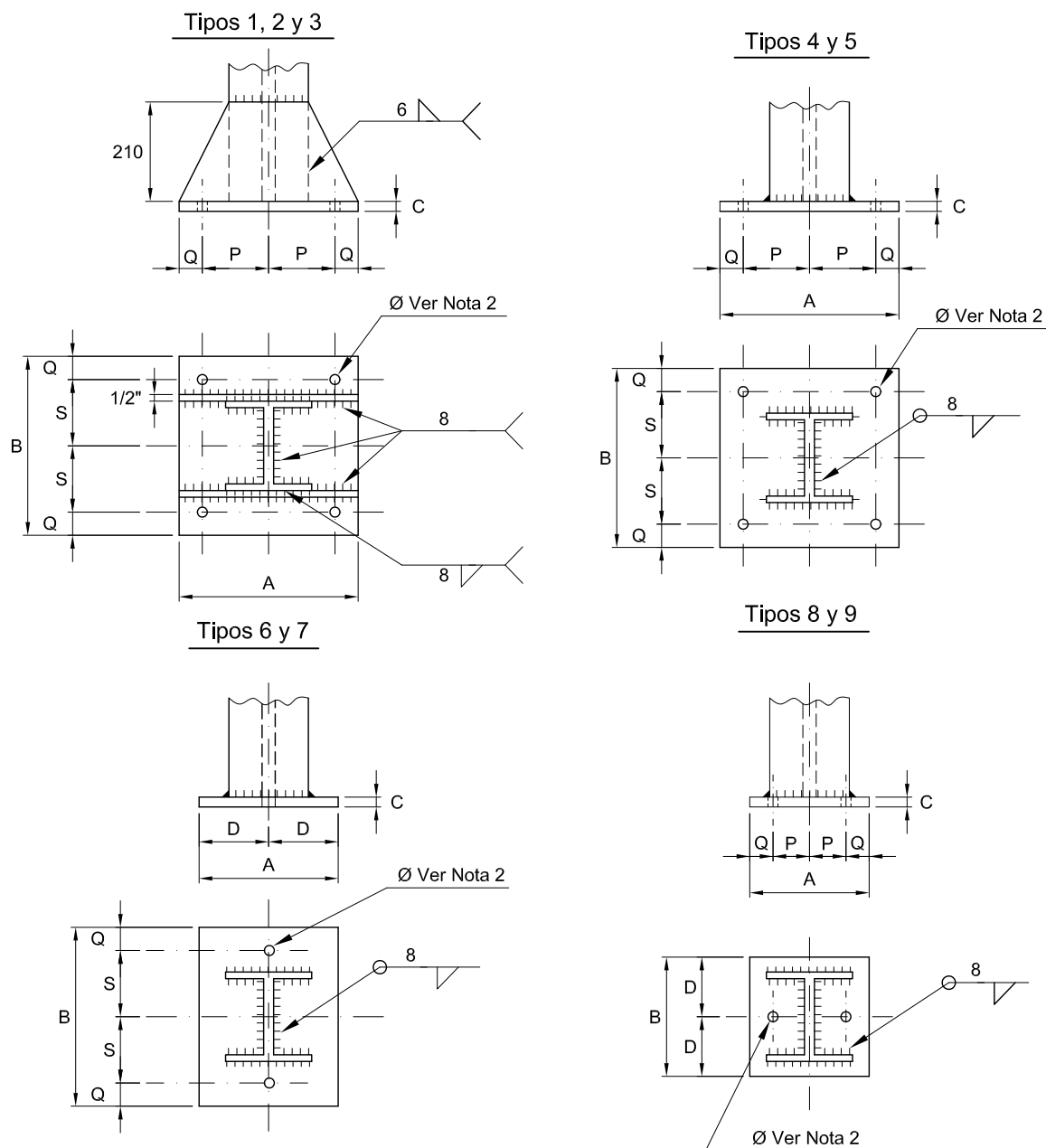


Figura A.13 - Conexiones de Plataformas Rectas



**Figura A.14 - Conexiones y Soporte de Plataforma Recta**





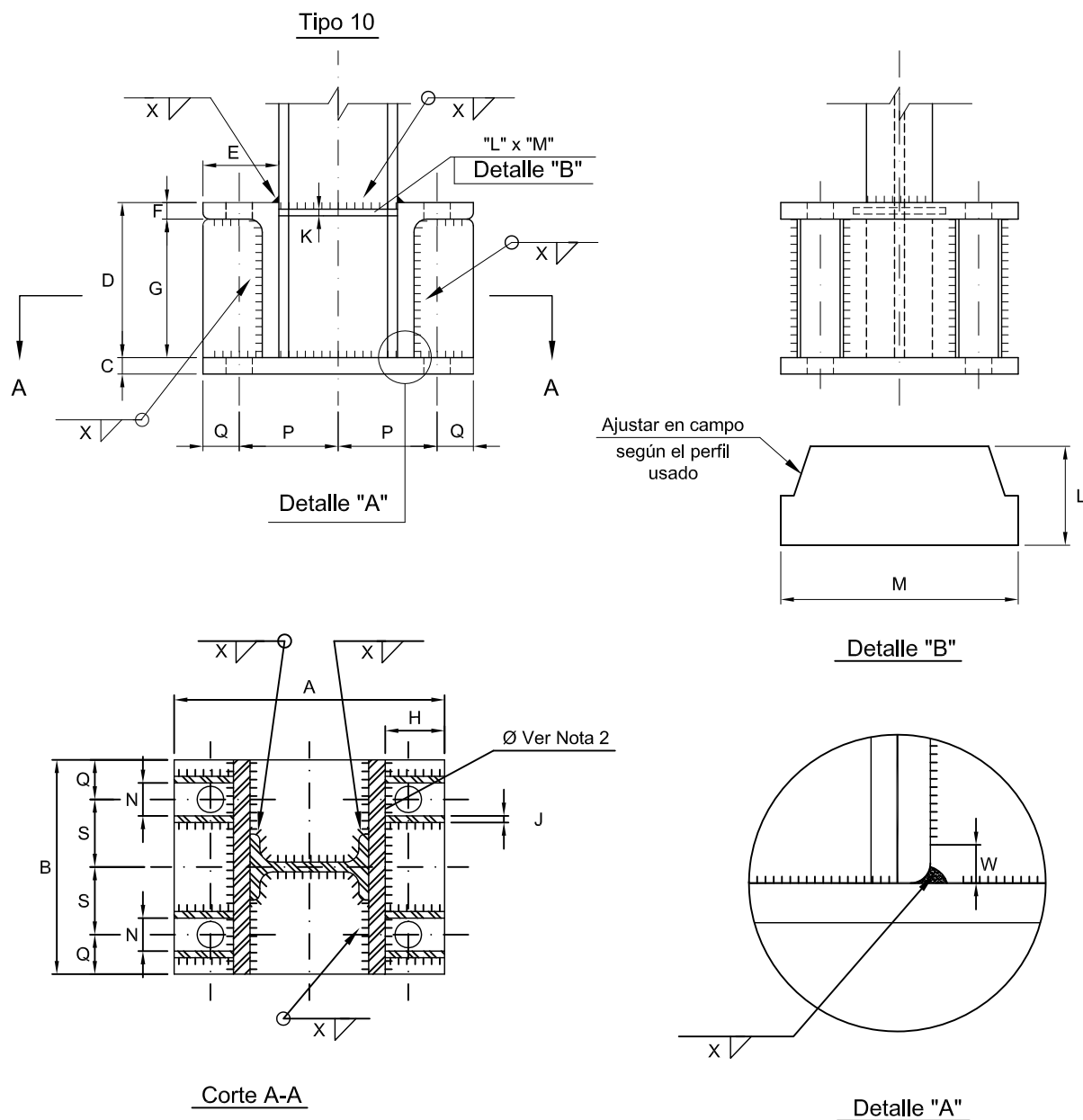
Tipo	I	Chapa base				D	P	Q	S
		A	B	C					
1	6"	380	380	3/4"	—	140	50	140	
2	8"	380	430	3/4"	—	140	50	165	
3	10"	380	480	1"	—	140	50	190	
4	6"	360	360	1"	—	130	50	130	
5	8"	400	400	1"	—	150	50	150	
6	6"	260	360	3/4"	130	—	50	130	
7	8"	300	400	3/4"	150	—	50	150	
8	6"	250	250	1/2"	125	75	50	—	
9	8"	300	300	1/2"	150	100	50	—	

NOTA 1 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 Los orificios de las chapas base deben tener Ø del perno de anclaje superior a 6 mm.

**Figura A.16 - Base para Columna I - Tipos 1 a 9**



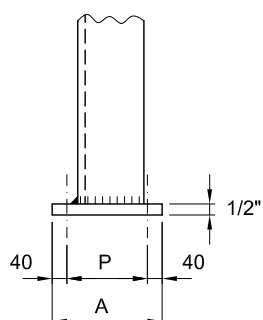
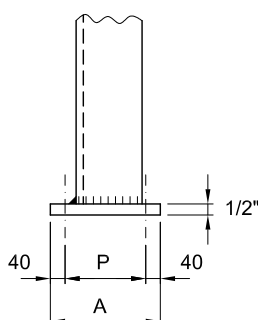
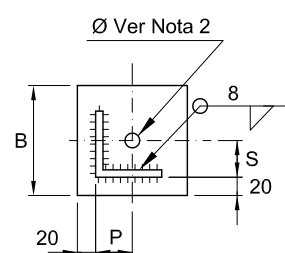
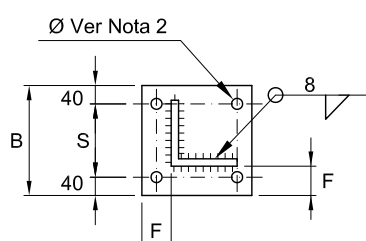
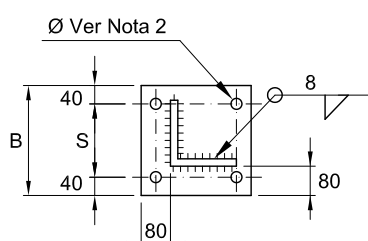
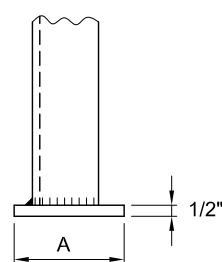


I	Chapa base			Cant.			Ch. Ref.			Ch. Ref.			N	P	Q	S	X	W
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M						
12"	610	510	1 1/4"	8"	6"	5/8"	187	136	5/8"	5/8"	110	302	80	225	80	175	8	17
14"	800	660	1 1/2"	8"	6"	3/4"	184	133	3/4"	3/4"	210	493	80	320	80	250	9	19
18"	900	680	1 1/2"	8"	6"	3/4"	184	133	3/4"	3/4"	250	593	80	370	80	260	9	19

NOTA 1 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 Los orificios de las chapas base deben tener Ø del perno de anclaje superior a 8 mm.

**Figura A.17 - Base para Columna I - Tipo 10**

**Tipos 11, 12, 13**

**Tipos 14, 15, 16**

**Tipos 17, 18, 19 y 20**


Tipo	L	Chapa base				
		A	B	S	F	P
11	4" x 4"	210	210	130	–	130
12	5" x 5"	230	230	150	–	150
13	6" x 6"	260	260	180	–	180
14	4" x 4"	210	210	130	75	130
15	5" x 5"	230	230	150	75	150
16	6" x 6"	260	260	180	80	180
17	3" x 3"	150	150	55	–	55
18	4" x 4"	200	200	80	–	80
19	5" x 5"	200	200	80	–	80
20	6" x 6"	250	250	105	–	105

NOTA 1 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 Los orificios de las chapas base deben tener Ø del perno de anclaje superior a 6 mm.

**Figura A.18 - Base para Columna L - Tipos 2 a 20**

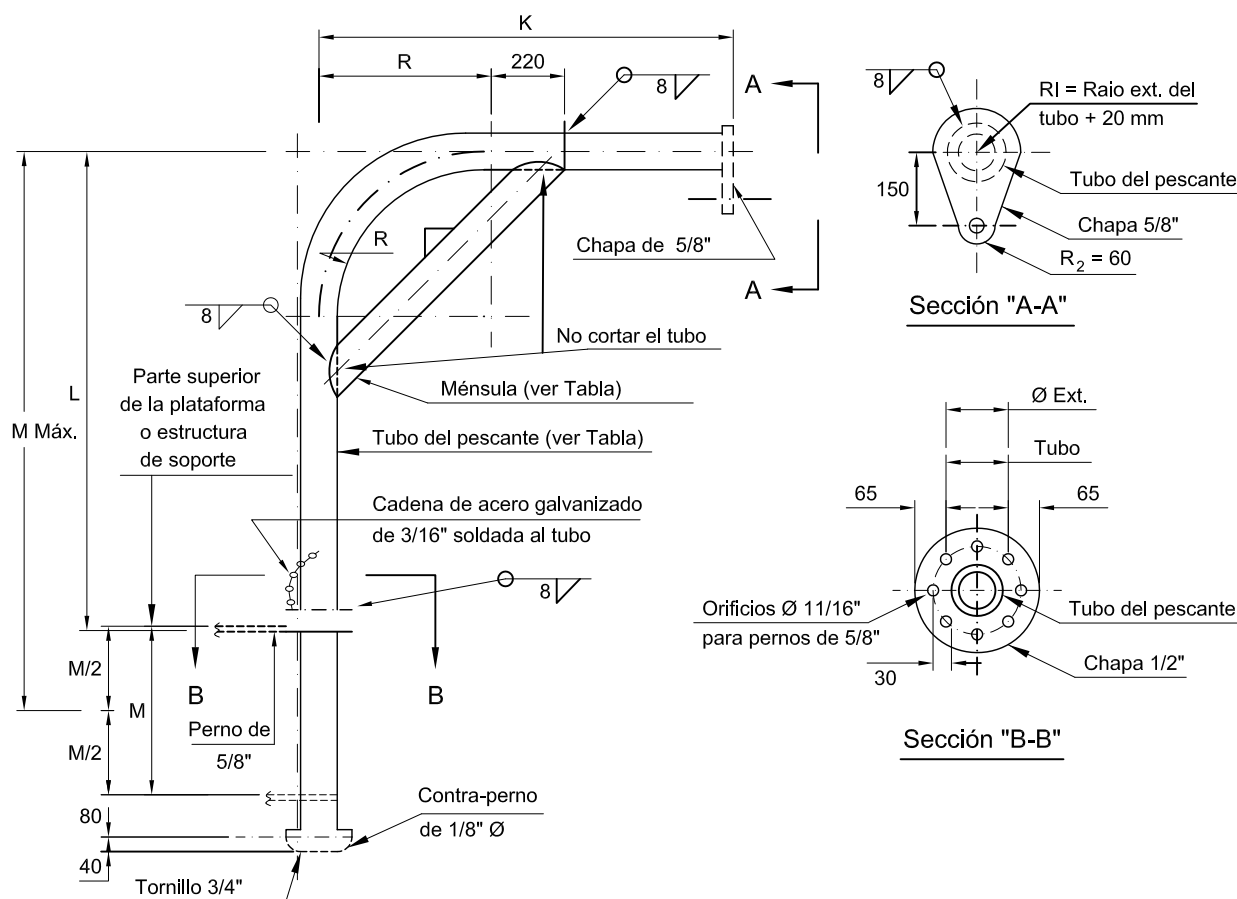


Tabla para cargas y dimensiones de los pescantes						
Cargas	k (cm)	Tubo del pescante	Alturas "H" Máx. (cm)		Tubo de la ménsula	M
			Sin ménsula	Con ménsula		
0,5 kN	50	2" SCH#40	180	-	-	60
2,5 kN	120 A 150	4" SCH#80	188	260	2" SCH 40	Por el fabricante del equipo
	151 A 180	4" SCH#160	198	275	Idem	
	181 A 270	6" SCH#40	365	365	Idem	
5,0 kN	120 A 150	6" SCH#40	254	350	Idem	
	151 A 210	6" SCH#80	300	365	3" SCH 40	
	211 A 240	6" SCH#160	345	"	Idem	
7,5 kN	120 A 140	6" SCH#80	265	"	Idem	
	141 A 175	6" SCH#160	320	"	Idem	
	176 A 195	8" SCH#40	355	"	Idem	
	196 A 230	8" SCH#80	365	"	Idem	
	231 A 270	8" SCH#80	355	"	Idem	
10,0 kN	120 A 140	8" SCH#40	365	"	4" SCH 40	
	141 A 180	8" SCH#80	365	"	Idem	
	181 A 210	8" SCH#80	340	"	Idem	
	211 A 270	8" SCH#160	365	"	Idem	

NOTA 1 El tubo del pescante debe ser curvado en caliente .

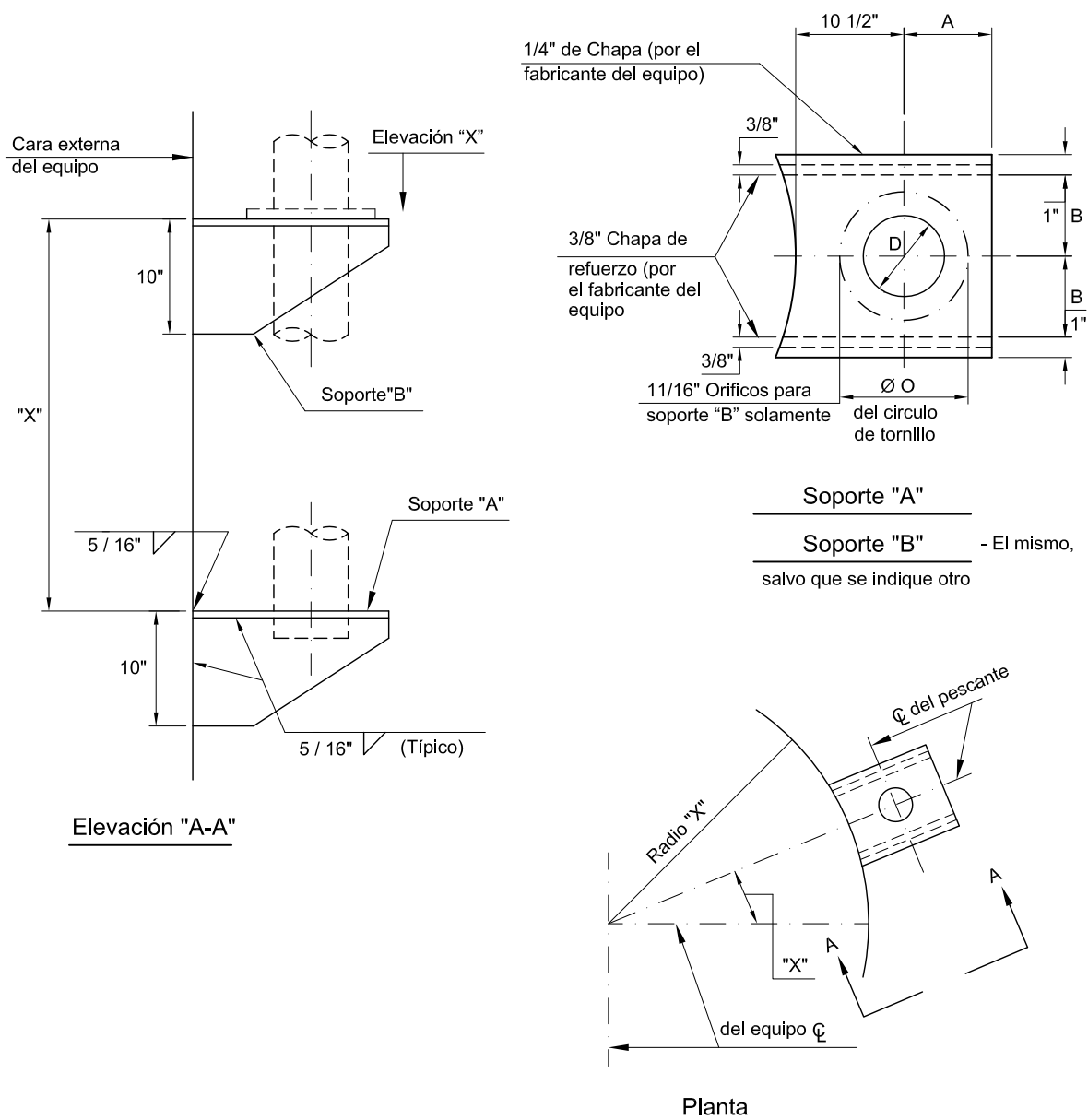
NOTA 2 Para las dimensiones K, L y M véanse los dibujos de la estructura metálica o del equipo .

NOTA 3 El radio "R" del pescante debe ser, aproximadamente, igual 5 x el diámetro nominal del tubo .

NOTA 4 Los tubos de los pescantes se calcularon para las cargas tabuladas, más un 25 % de impacto y un 100 % de empuje del cable, respectivamente

NOTA 5 Dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario .

**Figura A.19 - Pescante**



Tubo del pescante	A	B	D	Ø Circ. de tornillo
2"	3"	3 3/4"	2 1/2"	4 7/8"
4"	5"	4 1/2"	4 5/8"	7"
6"	6"	5 1/2"	6 3/4"	9 1/8"
8"	7"	6 1/2"	8 3/4"	11 1/8"

NOTA "X" indica informaciones contenidas en el dibujo del equipo o estructura metálica.

**Figura A.20 - Soporte de Pescante**

ÍNDICE DE REVISIONES	
<b>REV. A, B, C y D</b>	
No hay índice de revisiones.	
<b>REV. E</b>	
Revalidación	
<b>REV. F</b>	
Partes Afectadas	Descripción de la Alteración
1.1	Revisión
1.1.1	Inclusión
1.2	Inclusión
2	Revisión
3.1.1.3	Revisión
3.1.1.4	Revisión
3.1.2.2	Revisión
3.1.2.3	Revisión
3.1.2.6	Revisión
3.1.2.9	Revisión
3.2	Revisión
4.1.1	Revisión
4.1.2	Revisión
4.1.4	Revisión
4.1.5	Inclusión
4.1.6	Renumeración e revisión
4.1.7	Renumeración
4.1.8	Renumeración
4.1.9	Renumeración
4.1.10	Renumeración
4.2.5	Excluído
4.3	Inclusión
4.3.1	Inclusión
4.3.2	Inclusión
4.4	Renumeración
4.5	Renumeración
5.1 a 5.5	Inclusión

[illegible]

3.1.3.3 En las condiciones normales de operación, se deben considerar los esfuerzos causados por:

- a) peso propio de la estructura con revestimiento de protección contra fuego;
- b) peso propio del equipo con componentes internos, aislaciones, refractarios, revestimiento de protección contra fuego, plataformas, tuberías y fluidos de operación;
- c) peso propio de la tubería con aislación térmica y fluidos de operación;
- d) carga accidental de las plataformas según el 3.1.2.2;
- e) vibraciones;
- f) carga debida a los impactos causados por los fluidos en operación ("surge", arietes);
- g) variaciones de temperatura de acuerdo con el 3.1.2.10;
- h) viento.

## **3.2 Materiales y Tensiones Admisibles**

Los aceros para estructuras, remaches y tornillos, así como sus tensiones admisibles deben obedecer las normas citadas en la Sección 2.

NOTA Se recomienda el uso de perfiles de pestañas paralelas en sustitución de perfiles con pestañas inclinadas. **[Práctica Recomendada]**

## **4 Condiciones Específicas**

### **4.1 Instalaciones Operativas y de Mantenimiento**

4.1.1 El ancho mínimo de plataformas y pasarelas de acceso debe ser de 75 cm, libre de cualquier obstáculo, la misma debe aumentarse para 90 cm cuando esté frente a bocas de inspección de torres, vasos y para 120 cm cuando esté frente a carretes de permutador de calor. Por encima de plataformas, pasarelas y otros pisos, se debe dejar un espacio de 2 m de altura, libre de cualquier obstáculo. Los pisos de plataformas, pasarelas, deben ser de chapas cuadrículadas, chapas expandidas, rejillas u otros materiales antiderrapantes. El espesor mínimo de las chapas de los pisos debe ser de 1/4" (6,35 mm).

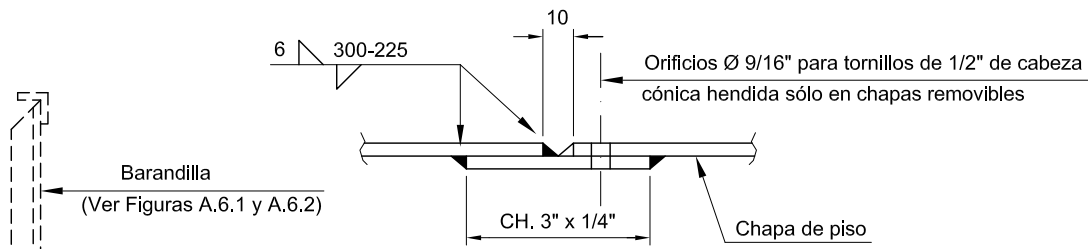
4.1.2 Con relación a las escaleras inclinadas considerar:

- a) el ancho mínimo debe ser de 75 cm;
- b) la altura máxima de cada tramo debe ser de 3,00 m;
- c) los rellanos entre los tramos deben tener una longitud mínima de 75 cm;
- d) las escaleras inclinadas con espejo deben hacer ángulos entre 30° y 38° con la horizontal;
- e) las escaleras inclinadas sin espejo deben hacer ángulos entre 45° y 50° con la horizontal;

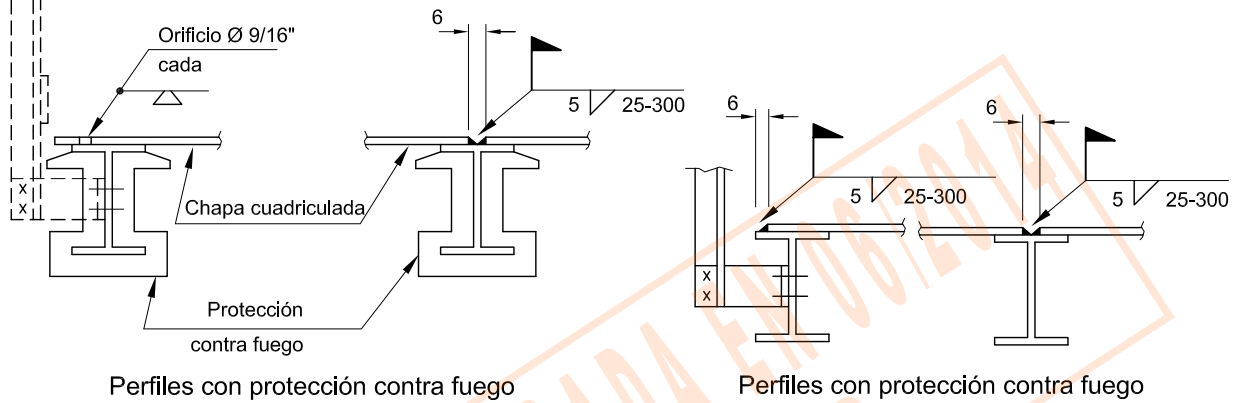
4.1.3 Con relación a las escaleras verticales considerar:

- a) el ancho mínimo debe ser de 45 cm;
- b) la altura máxima de cada tramo debe ser de 6,00 m;
- c) la plataforma de descanso, entre dos tramos, debe tener como mínimo 75 cm de longitud, según Figura A.2;
- d) para los escalones de las escaleras verticales se deben utilizar barras redondas con nervaduras transversales (Acero CA-50) con diámetro de 1" (o 25 mm), según detalle "A" en las Figuras A.1 y A.2.

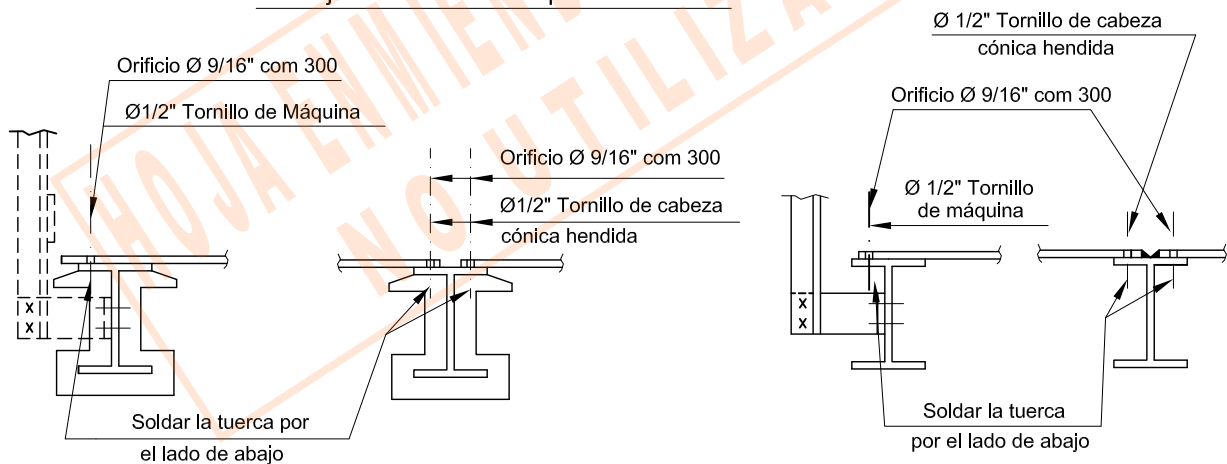
## Montaje permanente de chapa cuadriculada



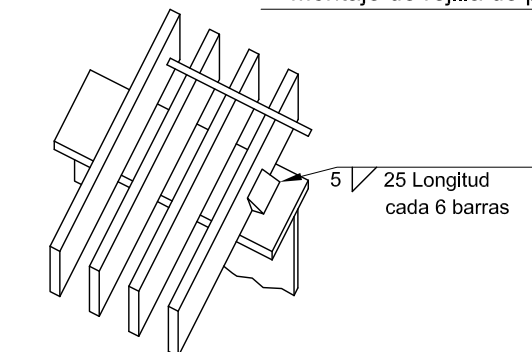
## Uniones para chapas de piso



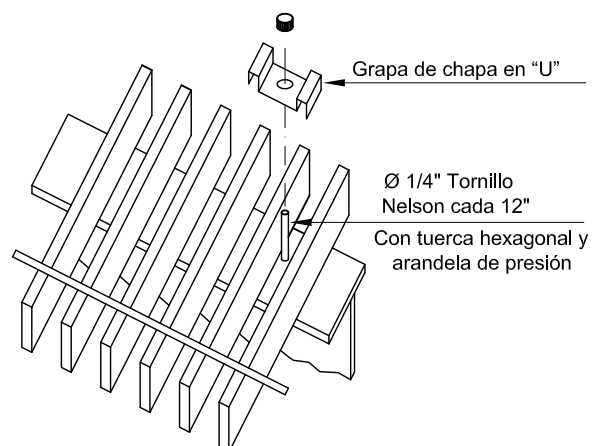
### Montaje removible de chapa cuadriculada



## Montaje de rejilla de piso



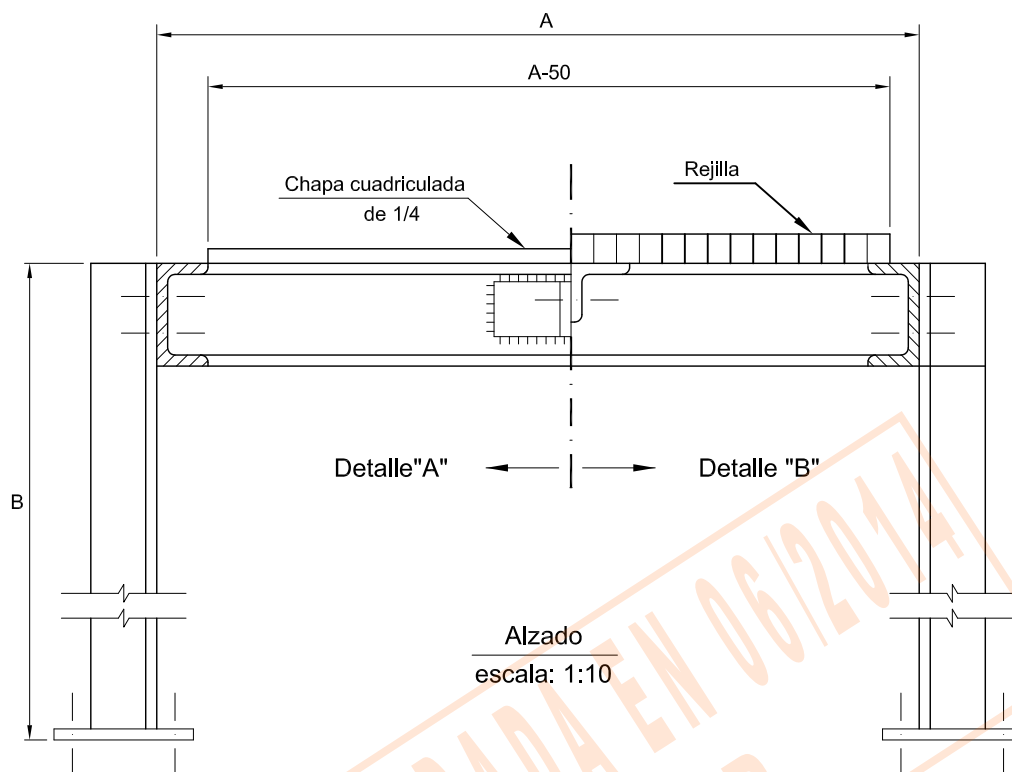
### Fijación permanente de la rejilla



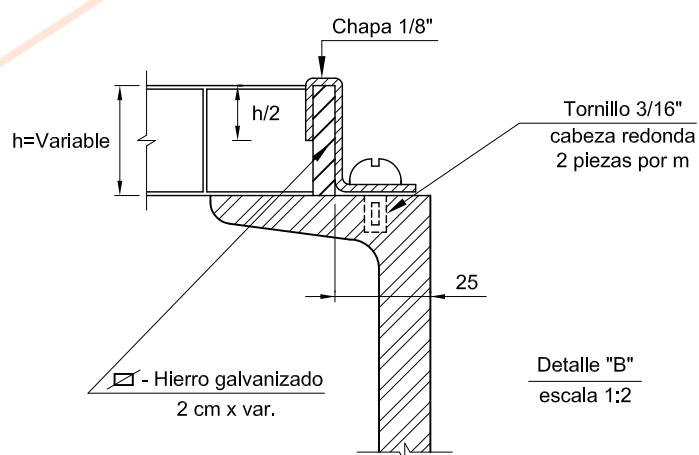
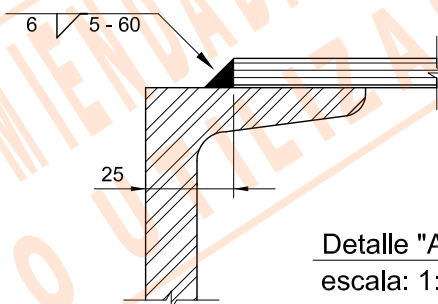
### Fijación de la rejilla removible

### Figura A.7 - Fijación de Chapa Cuadriculada y de Rejilla de Piso



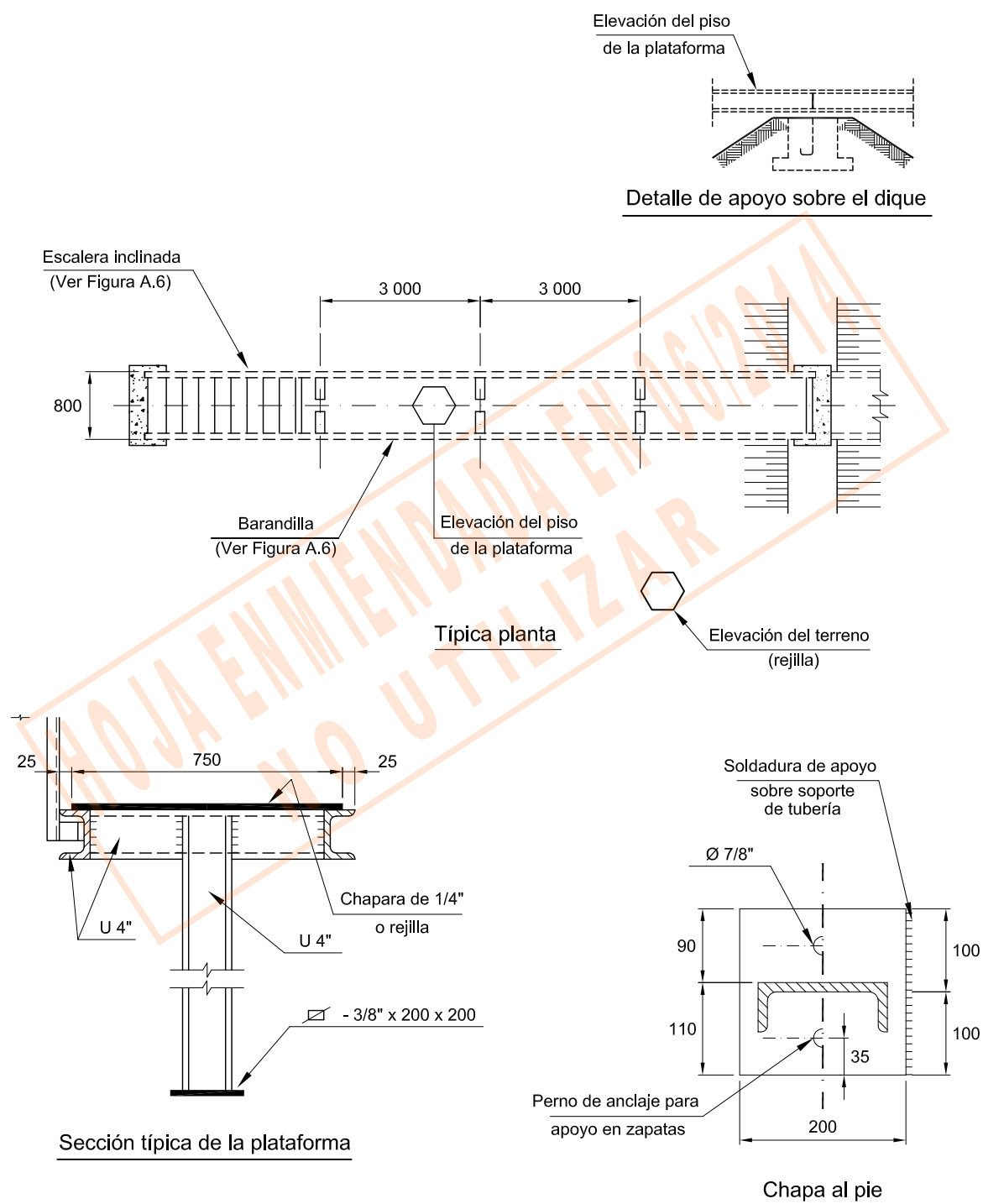


Alzado  
escala: 1:10



NOTA Dimensión en milímetros, salvo indicación en contrario.

**Figura A.12 - Plataforma Recta Modulada-Alzado**



NOTA 1 Coordenadas y alzados en metros, demás dimensiones en milímetros, salvo indicación en contrario.

NOTA 2 El piso de la plataforma debe ser de chapa cuadriculada, espesor de 1/4" acero al carbono o rejilla metálica .

NOTA 3 Usar "U" "E" x 12,2 kg/m para vano de 3 m y "U" "E" para vano de 4 m.

**Figura A.15 - Plataforma de Operación**