



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS  
PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

CONTRATO No. 8.07 C0 01 T.2.022  
PROYECTO INTEGRAL A PRECIO  
ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO  
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA  
LÍNEA 12 TLÁHUAC - MIXCOAC



CONSORCIO LINEA 12

## ESPECIFICACIÓN

No. CLAVE: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

FECHA: 09 de Febrero 2010

HOJA: 1 de 16

TÍTULO:

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRARIEL 33C1.**

ESTACIÓN / TRAMO:

**ESPECIFICACIÓN TIPO**

DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO METRO:  
ING. ENRIQUE HORCASITAS MANJARREZ

DIRECTOR DEL CONSORCIO LINEA 12  
Ing. Ricardo Moscoso Morán

DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES  
ELECTROMECÁNICAS:  
ING. SOTERO DÍAZ SILVA

VISTO BUENO ASEGURAMIENTO DE CALIDAD  
Ing. Enrique Erazo Ríos

SUBDIRECTOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS.  
Ing. José Manuel Ramos Lozano

APROBÓ:  
Ing. Carlos R. de la Mora Rodríguez

JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE DISEÑO DE VÍAS:  
Ing. Hernando Agustín Rodríguez Rodríguez

REVISÓ:  
Ing. Oscar Sergio Aguilar Pérez

DIRECTOR DE LA SUPERVISIÓN:  
Ing. Fernando Ramiro Lalana

PROYECTO:  
Ing. Pablo Cruz Armenta

DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA:  
Ing. Guillermo Alcázar Pancardo, DRO-1261

CORRESPONSABLE EN INSTALACIONES  
Ing. Jaime Alfonso Guerrero Villanueva C/I 0130

## FICHA DE SEGUIMIENTO DE LAS REVISIONES

| No. Rev. | Descripción de la Modificación | Fecha |
|----------|--------------------------------|-------|
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |
|          |                                |       |

SELLO CONSORCIO

SELLO IRISA

SELLO PMDF

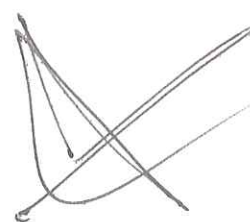
LA FIRMA DE ESTE DOCUMENTO  
POR EL GDF/DGPM, NO LIBERA  
AL PROVEEDOR DE SU  
RESPONSABILIDAD SOBRE EL  
BUEN FUNCIONAMIENTO DE  
ESTOS MATERIALES O EQUIPOS.

# PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

## DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

CONTRATO NO: 8.07 C0 01 T.2.022

### PROYECTO INTEGRAL A PRECIO ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 12 TLÁHUAC-MIXCOAC



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 2 de 16

# ÍNDICE

## I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

## II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

II.1. PLANOS.

II.2. MATERIAL.

II.3. FABRICACIÓN.

II.4. TRATAMIENTO TÉRMICO.

II.5. MARCAS.

II.6. ACABADO DE EJECUCIÓN.

II.7. REPARACIÓN.

## III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

III.1. INSPECCIÓN.

III.2. PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS PARA RECEPCIÓN FORMACIÓN DE LOTES.

III.3. CONTROL DEL MATERIAL.

III.4. CONTROL DE LAS PIEZAS TERMINADAS.

III.5. RESULTADOS POR OBTENER (ACEPTACIÓN).

## IV. ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS.

IV.1. PROTECCIÓN.

IV.2. EMBALAJE.

## V. GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

V.1. GARANTÍA.

V.2. DERECHOS DE PATENTE.

## VI. ANEXOS.

ANEXO No. 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO POR EMPLEARSE.

ANEXO No. 2. DEFECTOS INTERNOS ADMISIBLES A LA ALTURA DE LAS SOLDADURAS.

ANEXO No. 3. PROBETAS DE ABERTURA DEL ÁNGULO Y DEL ENSAYO DE TRACCIÓN DE LAS SOLDADURAS.

ANEXO No. 4. DIAGRAMAS DE WALD PARA VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO.

ANEXO No. 5. DIAGRAMA DE WALD PARA VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO TRAS UNA SELECCIÓN DE PIEZAS



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 3 de 16

## I. GENERALIDADES.

### I.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente especificación tiene por objeto definir las condiciones de fabricación y de recepción del **soporte de los contra-rieles 33C1**, elementos de acero no aleado unidos mediante soldadura de arco que se emplearán para el equipamiento de las vías y de los aparatos de vía, de la Línea 12 de Metro con Rodamiento Metálico (MRM) de la Ciudad de México.

## II. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.

### II.1. PLANOS.

El proveedor deberá indicar en los planos de ejecución todas las tolerancias dimensionales y todas las características de los cordones de soldadura, incluyendo los datos que no se mencionaron en los planos tipo entregados por PMDF.

Las piezas realizadas serán conforme a los planos de ejecución aprobados por PMDF. No se admitirá ninguna soldadura que no esté presentada en dichos planos.

### II.2. MATERIAL.

Para asegurar la aptitud a la soldadura por arco eléctrico, es necesario emplear un acero no efervescente que presente una composición química garantizada para el contenido de Carbono, Fósforo, Azufre, y si es posible, de Manganeseo así como de Silicio. Dichas condiciones se aúnan generalmente con el límite convencional mínimo de elasticidad garantizado.

En el caso de una fabricación en Francia se aceptarán únicamente los matices **E-24-2-NE ó E-28-2-NE** de la **Norma ISO 6506-1 y NF-A-35-501 última edición** en relación con los aceros por emplear en obra, cuyas características químicas y mecánicas se mencionan en el anexo No. 1 de la presente especificación.

Para una fabricación de proveedores de otro país, se elegirá un matiz de acero normalizado según otras normas (**ASTM, DIN, etc.**). No obstante, dicho acero deberá presentar características químicas y mecánicas similares o cercanas a las indicadas en el anexo No. 1, y que permita la soldadura de arco.

En el caso de que se emplee un acero normalizado según las **Normas ASTM** se elegirá una de las especificaciones siguientes:

- A 284: Low and intermediate tensile strength carbon silicon steel plates, **Matiz "D"**.
- A 570: Hot-Rolled carbon steel sheets and strip, structural-quality. **Matiz 40.**



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 4 de 16

- A 573: Structural carbon steel plates of improved toughness. **Matiz 70.**

Los documentos citados, tales como, normas **ISO** (International Organization for Standardization), normas francesas (**AFNOR**) u otras (**ASTM, NOM, etc.**) son los que están en vigor en la fecha que figura en la página de título de la especificación. En caso de modificación ulterior, deben ser reemplazados por los documentos en vigor en el momento del pedido de los suministros objeto de la especificación. Corresponde al proveedor informar a PMDF precisándole las incidencias eventuales sobre el contenido de la especificación.

### II.3. FABRICACIÓN.

El empalme de los diferentes componentes por medio de soldadura de arco se hará con respecto a las Reglas del Arte.

En lo que se refiere a la unión de los aceros **E-24** y **E-28** mediante soldadura de arco, el proveedor se informará especialmente de los datos mencionados en el anexo No. 5 de la **Norma NF-A-35-501**.

El metal de aportación por soldadura deberá ser de un matiz idéntico al del metal de base.

Las superficies por empalmar deberán despojarse de cualquier huella de óxido, calamina, materia extraña, grasa o de cualquier elemento que pudiera perjudicar la calidad de las soldaduras.

Se prohibirá cualquier punto de unión o soldadura, aunque fuese provisional, ubicado fuera de las zonas soldadas indicadas en los planos de ejecución.

En el caso de soldadura realizada con cordones superpuestos, se eliminará la escoria, así como, cualquier defecto de compacidad de un cordón intermedio, por medio de un método mecánico a fin de que el cordón de la capa siguiente se aplique sobre un acero sano.

En los últimos cordones de soldadura no se admitirá cualquier martilleo en frío. Este procedimiento se permitirá sobre los cordones intermedios únicamente si se ejecutó un ensayo satisfactorio y si el martilleo se realiza en condiciones rigurosamente constantes y bien definidas solo con la aprobación de PMDF.

Los elementos unidos podrán enderezarse en frío mediante una prensa con tal que este método no ocasione deterioraciones en los empalmes soldados o en las piezas. Este enderezamiento se hará obligatoriamente antes del tratamiento térmico.

### II.4. TRATAMIENTO TÉRMICO.

Después de su fabricación, las piezas se someterán a un tratamiento térmico que tendrá como meta la liberación de los esfuerzos.

El tratamiento de liberación de los esfuerzos estriba en calentar las piezas hasta una temperatura de  $590^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C}$  la cual se mantendrá durante un lapso de 2 minutos por cada



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 5 de 16

2 mm de espesor. El plazo máximo de tratamiento a la temperatura máxima no deberá rebasar una hora. El cambio de temperatura estará entre 80°C/h y 150°C/h después de la colocación de las piezas en el horno a una temperatura inferior a 200°C.

La temperatura de enfriamiento de las piezas estará entre 80°C/h y 120°C/h hasta alcanzar una temperatura de salida del horno de 200°C.

## II.5. MARCAS.

Las piezas llevarán las marcas punzonadas, o en hueco, mencionadas a continuación:

- Identificación del proveedor (en abreviatura).
- Inscripción del mes y de las dos últimas cifras del año de fabricación.

## II.6. ACABADO DE EJECUCIÓN.

Las piezas deberán ser sanas en todas sus partes, libres completamente de rebabas y cuidadosamente limpiadas de cualquier huella de óxido.

Las superficies deberán quedar lisas, exentas de grietas, porosidades, inclusiones, rebabas, falta de materia, dobleces o desperfectos perjudiciales a su utilización.

Los maquinados se ejecutarán con medios mecánicos con respecto a las indicaciones marcadas en los planos.

## II.7. REPARACIONES.

Los defectos superficiales podrán eliminarse mediante desprendimiento del metal (limadura, maquinado u otros métodos aprobados con tal que respeten las tolerancias dimensionales).

Se autorizarán leves reparaciones por parte de PMDF pero, bajo la responsabilidad del proveedor el cual podrá proponer ya sea, un recalcado localizado (prohibido para los defectos de soldadura) sobre el metal sano, en presencia del agente encargado de la recepción (en este último caso, la pieza involucrada se someterá a un recocido y a un control no destructivo si lo juzgara necesario PMDF).

En caso de que surja un defecto en el transcurso de la soldadura, podrá eliminarse la zona involucrada con medios mecánicos (esmeril, limado, etc.), y realizarse de nuevo la soldadura.

Cualquier reparación que se ejecutara sin previo acuerdo de PMDF, y cualquier disimulación de un vicio de la pieza quedan prohibidas definitivamente y ocasionará el rechazo del conjunto del suministro.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 6 de 16

### III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN.

#### III.1. INSPECCIÓN.

Los representantes de PMDF tendrán libre acceso, a cualquier hora, durante el periodo de ejecución del suministro, a las zonas de la planta donde se fabrican las piezas. Podrán proceder a todas las verificaciones que juzguen necesarias para cerciorarse de que todas las condiciones de fabricación se cumplan.

#### III.2. PRESENTACIÓN DE LAS PIEZAS EN RECEPCIÓN (FORMACIÓN DE LOTES).

##### III.2.1. MATERIAL POR EMPLEAR.

Los aceros se almacenarán por lotes de la misma procedencia. Cada lote deberá abarcar únicamente aceros del mismo matiz y espesor.

##### III.2.2. PIEZAS.

Un conjunto de piezas del mismo género y del mismo matiz de acero constituye un lote.

#### III.3. CONTROL DEL MATERIAL.

El acero por emplear en la fabricación de las piezas deberá cumplir con las normas indicadas en el inciso II.2.y en el anexo No. 1.

##### III.3.1. MUESTRAS.

Las muestras necesarias para los ensayos se extraerán de piezas terminadas elegidas por el agente encargado de la recepción y estampadas con su marca.

El análisis químico se efectuará en una muestra por lote.

Los ensayos mecánicos se ejecutarán en tres probetas por lote, sacadas de 3 piezas distintas. Los ensayos de tracción, doblado y resiliencia (flexión por choque en una probeta entallada en V) cumplirán con las disposiciones de las Normas Internacionales **EN 100002-1, EN10045-1, ISO 7438 e ISO 148**. En el caso de una fabricación en Francia se aplicarán las **Normas NF-A-03-151, A-03-157 y A-03-161**.

Las actas de ensayos deberán mencionar las Normas utilizadas.

##### III.3.2. CERTIFICACIÓN.

En la ocurrencia de que el proveedor pudiera entregar a PMDF un certificado de la fábrica productora del acero, mencionando la composición química en la colada así como las características mecánicas del producto acabado y que el agente encargado de la recepción



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 7 de 16

podría asegurarse de la compatibilidad del acero empleado con respecto a dicho certificado, en este caso, se procederá únicamente a un ensayo de tracción y de doblado por cada lote de materia en probetas sacadas de piezas terminadas.

### III.3.3. ANÁLISIS QUÍMICO.

En el caso de que el proveedor no pudiera entregar los documentos mencionados en el inciso III.3.2 ó si quedará una duda al respecto de la calidad del acero por emplear, el proveedor deberá ejecutar (a sus expensas) una determinación del análisis químico y de las características mecánicas del acero sobre probetas sacadas de piezas terminadas. Dichos ensayos se realizarán para cada lote de materia.

### III.4. CONTROL DE LAS PIEZAS TERMINADAS.

Los controles tienen como meta la verificación de las dimensiones de las piezas (cotas y tolerancias) así como de la calidad de las soldaduras.

#### III.4.1. VERIFICACIONES DIMENSIONALES.

El control de las dimensiones y tolerancias cumplirá con los diagramas de **Wald**, adjuntos en los anexos No. 4 y No. 5.

Se verificarán los elementos por medio de escantillones apropiados y aprobados por el agente encargado de la recepción. Todos los instrumentos de medición así como los gastos ocasionados por la verificación quedarán a cargo del proveedor.

Las roscas (eventuales) se verificarán mediante escantillones de límites denominados "máximo" o "mínimo" (anillo para los tornillos y vástagos para los barrenos taladrados).

#### III.4.2. CONTROL DE LAS SOLDADURAS.

El control de las soldaduras abarca el examen visual y los ensayos mecánicos en probetas extraídas de piezas terminadas.

##### III.4.2.1. EXAMEN VISUAL.

El examen visual de las soldaduras se efectuará en las piezas escogidas para el control dimensional. Se podrá complementar con un control no destructivo (probado) que auxiliará en la inspección interna de la soldadura, por ejemplo: con ultrasonido, sondeo con herramienta, etc.

Los defectos de soldadura que se prohibirán, se mencionan a continuación: fisura, grieta, pegadura, cordón de aspecto cóncavo, carril, defectos de penetración para el cordón que no presente una reanudación al revés.

La calidad interna de las soldaduras se verificará en los cortes efectuados en piezas elegidas para la elaboración de los ensayos en probetas (ver el inciso III.4.2.2). Los criterios de



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 8 de 16

aceptación de los defectos internos en los cortes se mencionan en el anexo No. 2 de la presente especificación.

### III.4.2.2. ENSAYOS MECÁNICOS EN PROBETAS.

#### III.4.2.2.a. GÉNERO Y PROPORCIÓN DE LOS ENSAYOS.

La resistencia mecánica de los empalmes soldados se verificará por medio de ensayos de abertura de ángulo y de tracción normal al eje de la soldadura. Dichos ensayos se harán en probetas extraídas de piezas terminadas, elegidas por el agente encargado de la recepción.

En la ocurrencia de que el género o las dimensiones de las piezas por suministrar no permitan extraer de ellas uno de los tipos de probetas indicados en el anexo No. 3, se elaborarían las muestras mencionadas, durante la fabricación de las piezas.

Si estos ensayos en probetas peculiares tienen relación con varios lotes, especialmente de diferentes géneros de piezas, se admitirán ensayos comunes para el conjunto de tales lotes.

La proporción de ensayos por realizar y de piezas por extraer se indica a continuación con respecto al número de elementos de cada lote.

- menos de 501 elementos = 1
- de 501 a 1,200 elementos = 2
- más de 1,201 elementos = 3

Se obtendrá de cada pieza una muestra para el ensayo de abertura de ángulo y una muestra para realizar la prueba de tracción normal al eje de la soldadura.

#### III.4.2.2.b. ENSAYO DE RESISTENCIA DE LA ABERTURA DEL ÁNGULO.

Se detalla el tipo de probeta por fabricar en el anexo No. 3 de la presente especificación.

En general las dos partes por soldar forman un ángulo igual a 90°, el cual se abrirá progresiva y lentamente hasta 120°.

Al término del ensayo no deberán hallarse grietas, inicio de fisura, especialmente en el contacto de la soldadura con el acero.

#### III.4.2.2.c. ENSAYO DE TRACCIÓN NORMAL AL EJE DE LA SOLDADURA.

El ensayo se efectuará en probetas prismáticas cuyas características se definen en el anexo No. 3 de la presente especificación.

La resistencia a la tracción de cada probeta deberá ser mayor o igual a la resistencia a la tracción mínima garantizada para la materia prima.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 9 de 16

### III.5. RESULTADOS POR OBTENER (ACEPTACIÓN).

Se aceptará un lote únicamente en el caso de que los ensayos y controles cumplieran con las condiciones mencionadas en los artículos III.3 y III.4.

En la ocurrencia de que un ensayo no fuese satisfactorio, se puede proceder, a solicitud y a cargo del proveedor, a la realización de dos contraensayos de la misma índole. Si uno de los contraensayos resulta no satisfactorio, se rechazará el lote involucrado.

No se admitirá ninguna pieza defectuosa con respecto al control dimensional. Por el contrario se rechazará el lote involucrado. No obstante, el proveedor podrá seleccionar las piezas del lote rechazado y presentar de nuevo a recepción, los elementos correctos. En este caso una pieza defectuosa ocasionará el rechazo definitivo del lote seleccionado.

## IV. ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS.

### IV.1. PROTECCIÓN.

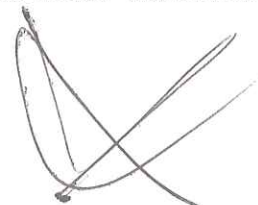
Tras la recepción, se resguardarán las piezas del óxido por medio de pintura anticorrosión. Todas las superficies maquinadas y particularmente las partes fileteadas o taladradas se deberán limpiar y luego se protegerán con grasa consistente.

### IV.2. EMBALAJE.

Las piezas se preservarán mediante un empaque adecuado, con el fin de prevenir cualquier avería o deformación durante el transporte.

Cada empaque llevará de manera legible e indeleble, en un rótulo firmemente atado. Las siguientes indicaciones:

- El nombre o la marca del proveedor.
- El número del pedido.
- El número y el género de las piezas.
- La fecha de fabricación.



## V. GARANTÍA Y DERECHO DE PATENTE.

### V.1. GARANTÍA.

El proveedor garantiza sus piezas durante cuatro (4) años a contar de la fecha de operación en las vías, sin que el eventual recurso pudiese ejercerse a más de cinco (5) años después de la fecha de fabricación mencionada en las piezas.

|                                                                                     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>TÍTULO: <b>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.</b></p> <p>No. Clave: <b>PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00</b></p> |  <p><b>CONSORCIO LINEA 12</b></p> <p>HOJA: 10 de 16</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

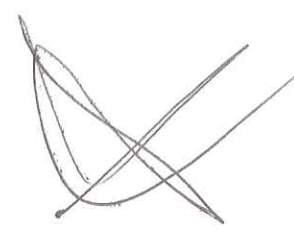
Durante este plazo, cualquier pieza que se deteriore de otro modo que por el desgaste normal o en la cual se constaten defectos no detectados en la recepción en planta, dará lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica, o al pago de parte del proveedor, de una indemnización igual al valor de tal pieza.

A petición del proveedor, la pieza involucrada le será entregada a sus expensas.

## V.2. DERECHOS DE PATENTE.

Los derechos eventuales de patente quedan a cargo del proveedor, el cual garantiza a PMDF contra cualquier reclamación al respecto.

## VI. ANEXOS.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1,



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 11 de 16

## ANEXO No. 1.

### CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEROS POR EMPLEAR SEGÚN LA NORMA FRANCESA NF-A-35-501.

| CARACTERÍSTICAS                                                                        | MATIZ                                                   |                |                                                         |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                        | E-24-2-NE                                               |                | E-28-2-NE                                               |                |
|                                                                                        | EN LA COLADA                                            | SOBRE PRODUCTO | EN LA COLADA                                            | SOBRE PRODUCTO |
| Carbono (C) %                                                                          | 0.17                                                    | 0.19           | 0.20                                                    | 0.23           |
| Fósforo (P) %                                                                          | 0.045                                                   | 0.050          | 0.045                                                   | 0.050          |
| Azufre (S) %                                                                           | 0.045                                                   | 0.050          | 0.045                                                   | 0.050          |
| Nitrógeno (N) %                                                                        | 0.008                                                   | 0.009          | 0.008                                                   | 0.009          |
| Manganeso (Mn) %                                                                       | ---                                                     | ---            | 1.50                                                    | 1.60           |
| Silicio (Si) %                                                                         | ---                                                     | ---            | 0.40                                                    | 0.45           |
| Características mecánicas de chapa y anchas barras de espesor de 3 a 30 mm             |                                                         |                |                                                         |                |
| - Límite mínimo de elasticidad:                                                        | 235 N/mm <sup>2</sup> .                                 |                | 275 N/mm <sup>2</sup> .                                 |                |
| - Resistencia a la ruptura por tracción.                                               | 340 N/mm <sup>2</sup> .<br>a<br>460 N/mm <sup>2</sup> . |                | 400 N/mm <sup>2</sup> .<br>a<br>540 N/mm <sup>2</sup> . |                |
| - Alargamiento mínimo                                                                  | 26 %                                                    |                | 22 %                                                    |                |
| - Plegado de 180°: radio interior de plegado con respecto al espesor "e" del producto. |                                                         |                |                                                         |                |
| 3 ≤ e ≤ 16                                                                             | 1.5 e                                                   |                | 2 e                                                     |                |
| 16 < e ≤ 30                                                                            | 2 e                                                     |                | 2.5 e                                                   |                |
| - Resiliencia mínima KCV                                                               | 3.5 daJ/cm <sup>2</sup><br>(a + 20° C)                  |                | 3.5 daJ/cm <sup>2</sup><br>(a + 20° C)                  |                |



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 12 de 16

## ANEXO No. 2.

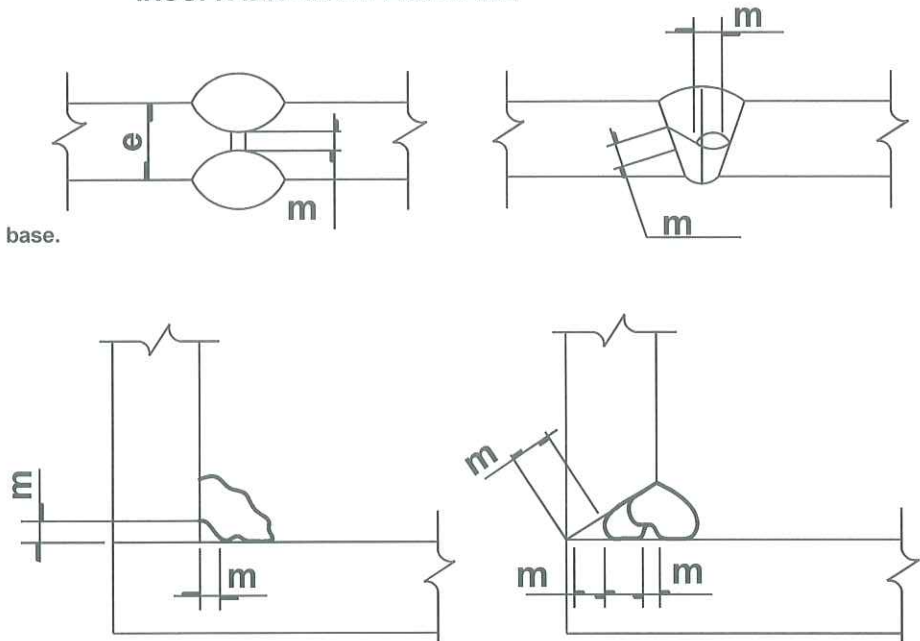
### DEFECTOS INTERNOS ADMISIBLES EN LAS SOLDADURAS.

#### INSUFICIENCIA DE EMPALME

- Entre metal de aportación y de base.
- Entre cordones

$$m \leq \frac{e}{20}$$

Máximo 1

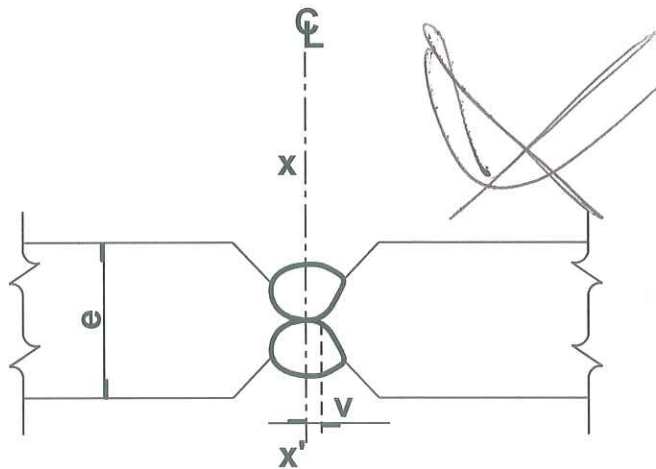


#### EXCENTRICIDAD DE LOS CORDONES.

- Únicamente en el caso de soldadura cuya elaboración presente simetría con respecto al eje X X'.

$$V \leq 0.2 e + 1$$

Máximo 4.



ACOTACION: mm.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



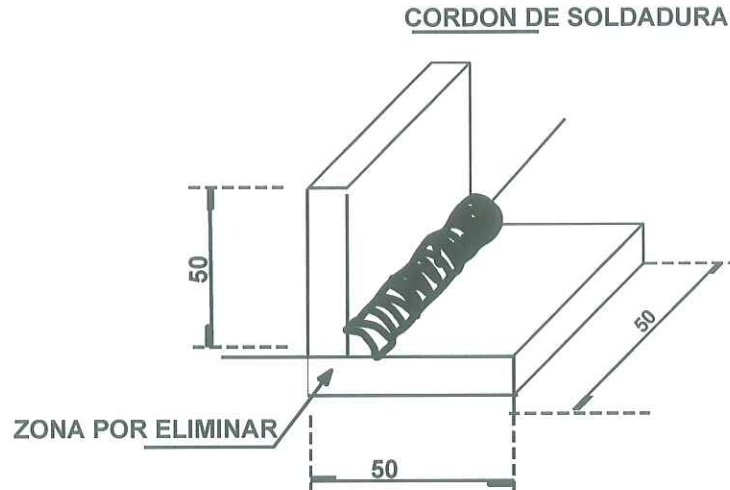
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 13 de 16

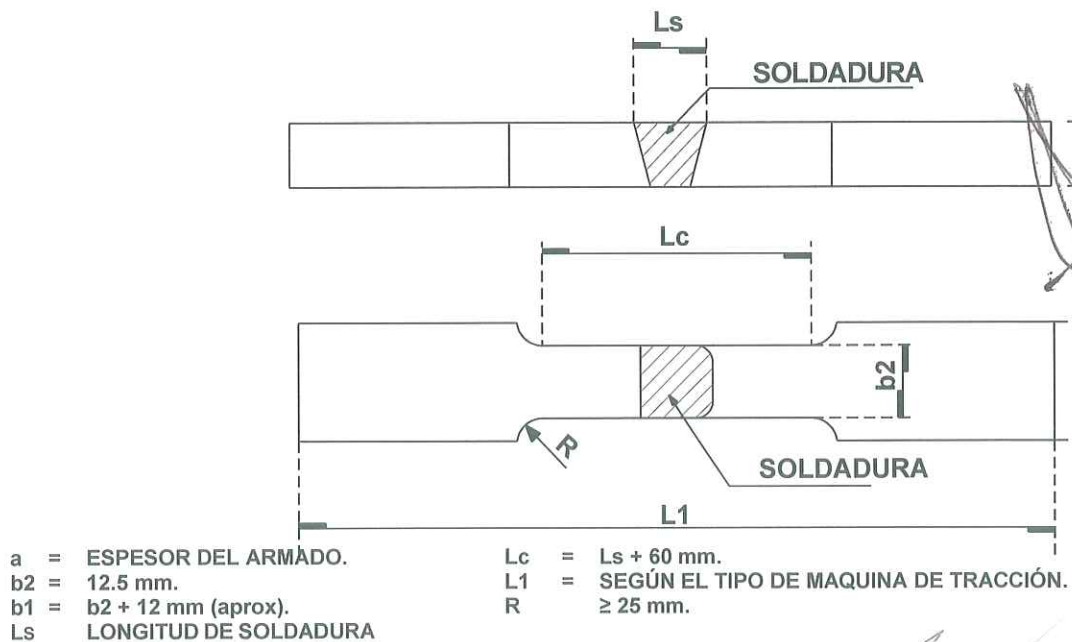
### ANEXO No. 3.

#### DIMENSIONES DE LAS PROBETAS.

#### PROBETA DE ABERTURA DE ÁNGULO.



#### PROBETA DE ENSAYO DE TRACCIÓN DE SOLDADURA.



ACOTACION: mm.



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



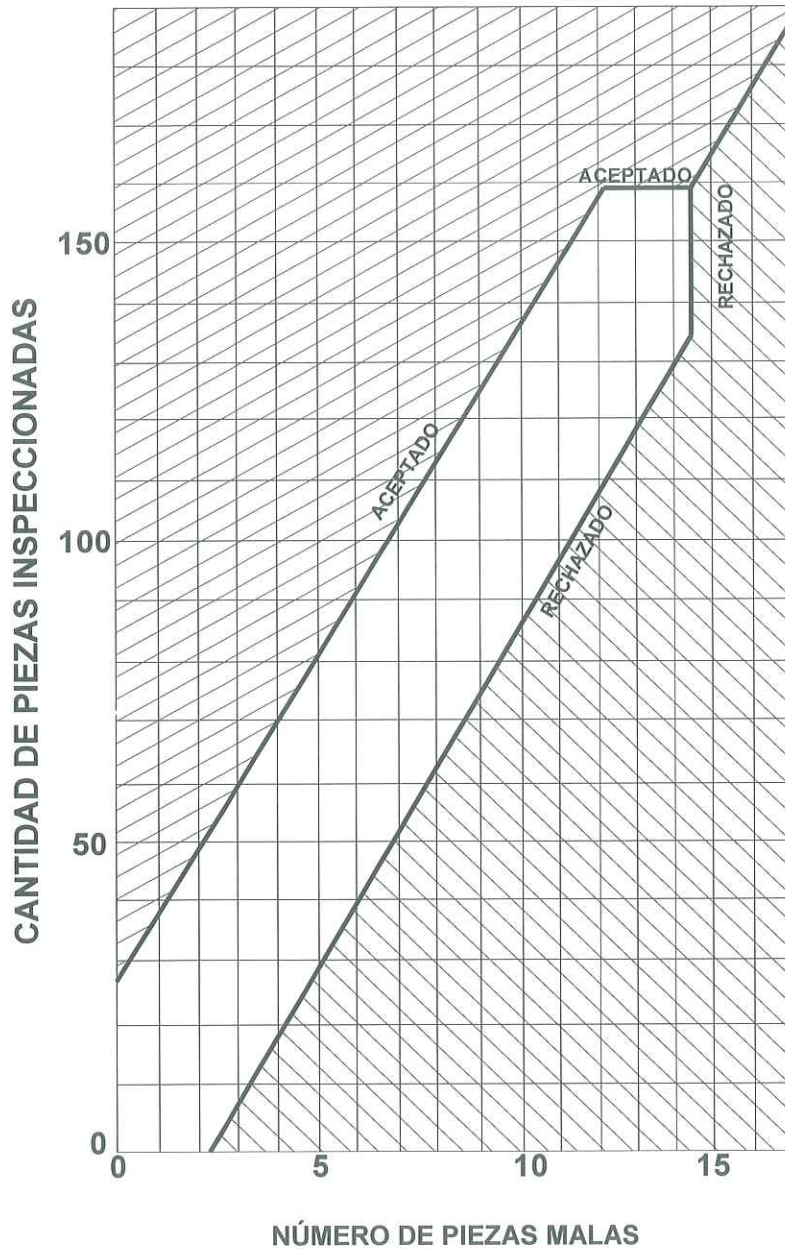
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 14 de 16

#### ANEXO No. 4.

#### SUMINISTRO DE SOPORTES DE CONTRA RIEL.

#### DIAGRAMA DE WALD PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO.



FECHA:

FABRICANTE:

NOMBRE DEL INSPECTOR:

OBSERVACIONES:

*[Handwritten signatures and marks]*



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



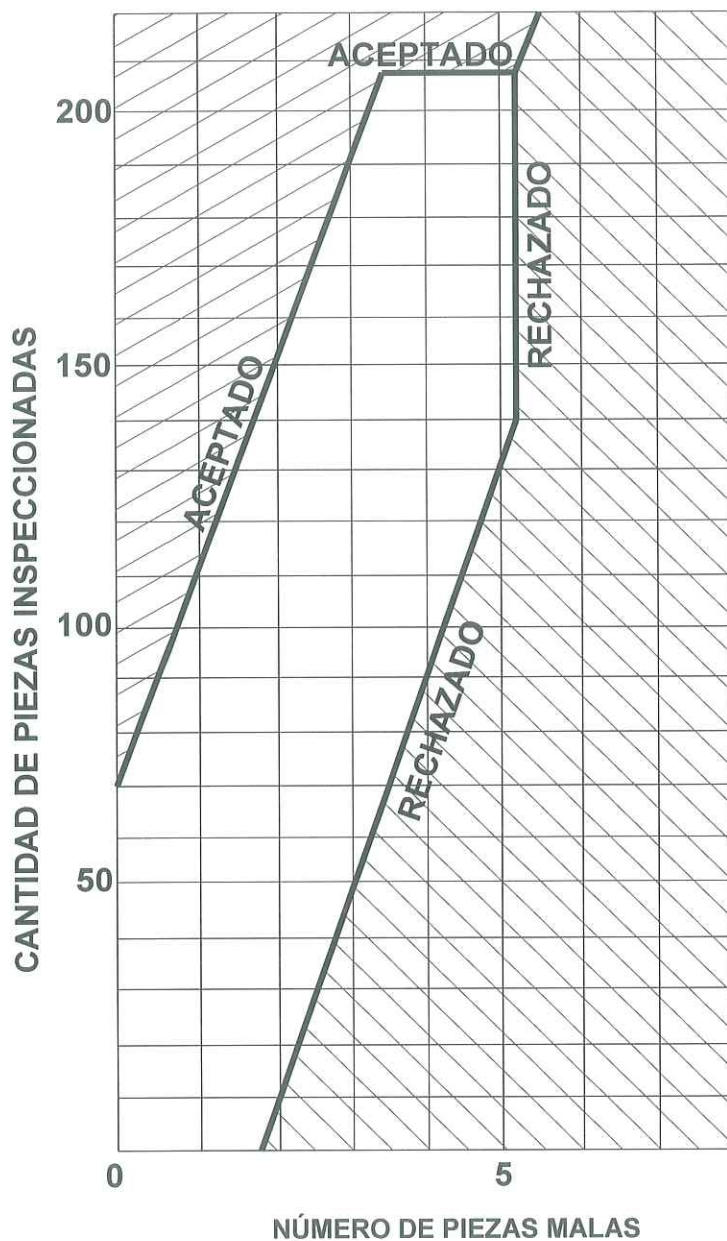
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 15 de 16

## ANEXO No. 5.

### SUMINISTRO DE SOPORTES DE CONTRA RIEL.

DIAGRAMA DE WALD  
PARA LA VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO  
TRAS UNA SELECCIÓN DE PIEZAS.



FECHA:

FABRICANTE:

NOMBRE DEL INSPECTOR:

OBSERVACIONES:

*[Handwritten signatures and marks]*



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL SUMINISTRO DE  
SOPORTES DE CONTRA RIEL 33C1.



CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0033-02863-E-00

HOJA: 16 de 16