




**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.
DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DE VÍAS
SUMINISTRO DE PIEZAS SOLDADAS DE ACERO**

0	31/01/2018	USO	Pablo Contreras	Montserrat Bustios	R. Carrasco
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
		L2-150200-00-5VI-ETG-0012			Página 1 de 21
					Revisión 0

APROBACIONES

DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN		FIRMAS	FECHA
PREPARADO POR	Pablo Contreras		
REVISADO POR	Christopher Heuser		
APROBADO POR	Roberto Carrasco		

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
CONTROL DE CAMBIOS.....	5
1. OBJETIVO	6
2. GENERALIDADES	6
2.1. Documentos Utilizados.....	6
2.2. Aseguramiento de la Calidad	6
2.2.1. Dominio de la Calidad de las Fabricaciones	6
2.2.2. Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad	7
3. CONDICIONES DE FABRICACIÓN.....	8
3.1. Diseños.....	8
3.2. Material.....	8
3.3. Fabricación.....	9
3.4. Tratamiento Térmico	9
3.5. Marcas.....	10
3.6. Acabado de Ejecución.....	10
3.7. Reparaciones.....	10
4. CONDICIONES DE RECEPCIÓN	11
4.1. Supervisión	11
4.2. Presentación de las Piezas en Recepción y Formación de los Lotes.....	11
4.2.1. Materiales Constitutivos.....	11
4.2.2. Piezas.....	11
4.3. Controles sobre el Material.....	11
4.3.1. Muestras Necesarias para los Ensayos.....	11
4.3.2. Entrega de Certificado de la Planta Productora	12
4.3.3. Falta de Certificado de la Planta Productora.....	12

4.4.	Controles sobre Piezas Terminadas	12
4.4.1.	Verificaciones Geométricas	12
4.4.2.	Control de las Soldaduras.....	13
4.4.2.1.	<i>Control Visual.....</i>	13
4.4.2.2.	<i>Ensayos Mecánicos en Probetas.....</i>	13
4.4.2.2.1.	<i>Naturaleza y Proporción de los Ensayos.....</i>	13
4.4.2.2.2.	<i>Ensayos de Resistencia a la Abertura de Ángulo</i>	14
4.4.2.2.3.	<i>Ensayos de Tracción Oblicuamente a la Soldadura.....</i>	14
4.5.	Condiciones de aceptación	14
5.	ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS.....	15
5.1.	Protección	15
5.2.	Embalaje	15
6.	GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.....	16
6.1.	Garantía	16
6.2.	Derechos de Patente.....	16
7.	ANEXOS	17
ANEXO A: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO A UTILIZAR.....		17
ANEXO B: CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE LOS DEFECTOS INTERNOS DE LOS CORTES DE LAS SOLDADURAS		18
ANEXO C: PROBETAS PARA ENSAYOS DE SOLDADURA		19
ANEXO D: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO (1 DISEÑO).....		20
ANEXO E: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO DESPUÉS DE SELECCIÓN (1 DISEÑO)		21

CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada
0	General	N/A	Aprobación

1. OBJETIVO

La presente especificación define las condiciones de fabricación y de recepción de piezas metálicas de acero no aliado ensambladas por soldadura al arco eléctrico destinadas al equipamiento de las vías y de los aparatos de vía.

2. GENERALIDADES

2.1. Documentos Utilizados

Normas utilizadas en la presente especificación:

- ISO 148, EN ISO 7438, ISO 9001, ISO 5173, ISO 22825
- NF A35-501 ,A35-610, (o equivalente)
- EN 10002-1 (NF A03-001), EN 10025, EN 10045-1 (NF A03-011-1).

Los documentos citados, tales como las fichas UIC (Union Internationale des Chemins de fer), normas ISO (International Organization for Standardization), normas francesas (AFNOR) u otras (ASTM, DIN, etc.) son los que están en vigor a 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 Metro precisándole las incidencias eventuales sobre el contenido de la especificación.

2.2. Aseguramiento de la Calidad

2.2.1. Dominio de la Calidad de las Fabricaciones

El Proveedor debe establecer una organización, métodos y medios que le permitan asegurar la calidad de las fabricaciones y el control de los suministros.

Debe establecer y mantener operacional un sistema de identificación y de trazabilidad de los productos y de los elementos constitutivos en todas las etapas de la producción, del control y de la entrega.

Debe asegurar la trazabilidad de las operaciones de los productos o de los elementos constitutivos de los productos que subcontrata, para poder encontrar fácilmente el histórico de los datos que los conciernen, relacionarlos entre sí y atribuirlos con certeza a cada producto.

La trazabilidad concierne esencialmente :

- El origen de las materias primas, el modo de elaboración de los suministros y sus características contractuales,
- Las operaciones de transformación y de tratamiento,
- Los controles dimensionales.

La trazabilidad debe permitir volver a encontrar todas las piezas que hayan sido objeto de las mismas operaciones de fabricación y de control.

2.2.2. Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad

Reemplazando el control directo en planta por Metro según las disposiciones definidas por la presente especificación, el Proveedor puede solicitar gozar de un procedimiento de aseguramiento de la calidad definido por las normas ISO 9001 relativa al modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación y relativa al modelo para el aseguramiento de la calidad en control y ensayos finales.

Este procedimiento sólo puede ser aplicado si el Proveedor ya ha obtenido una certificación de Aseguramiento de la Calidad y una habilitación por parte de un organismo oficial (red ferroviaria o de metro, etc.). Entonces, el Proveedor debe entregar a Metro un manual de calidad, un plan de calidad y un plan de control de verificación y de pruebas que permita cerciorarse de la aplicación de las prescripciones de la presente especificación.

Metro procede, después del examen de los documentos, a una "auditoria" en el establecimiento del Proveedor para verificar los procedimientos y los medios de control en curso de fabricación así como los documentos que dan los resultados de los ensayos.

Si Metro considera que este examen es satisfactorio, autoriza entonces al Proveedor a proceder por sí solo al control de sus fabricaciones. Sin embargo, Metro se reserva el derecho de ejercer una supervisión :

- Por sondeos de controles y ensayos en curso de fabricación,

- Por inspecciones o "auditorías" parciales para cerciorarse de la aplicación efectiva de los planos de calidad de los procedimientos y de su eficacia, en particular después de una interrupción duradera de fabricación.

En caso de diferencias significativas observadas respecto a los procedimientos homologados y no corregidos, Metro puede suspender el procedimiento de aseguramiento de la calidad y hacer aplicar el control directo previsto en la especificación.

3. CONDICIONES DE FABRICACIÓN

3.1. Diseños

El Proveedor debe precisar en los diseños de ejecución todas las tolerancias dimensionales y todas las características de los cordones de soldaduras si estas informaciones no figuran en los diseños que se le entregan.

Las piezas ejecutadas deben ser conformes a los diseños de ejecución aprobados por Metro. No se autorizan soldaduras que no figuren en estos diseños.

3.2. Material

Para cerciorarse de una aptitud suficiente para la soldadura, conviene utilizar un acero no efervescente que presente una composición química garantizada para el carbono, el fósforo, el azufre y si, es posible, el manganeso y el silicio. Estas condiciones generalmente se asocian a la garantía del límite de elasticidad.

Para la fabricación de piezas soldadas de acero, se autorizan las clases S235J0 o S275JR de la norma EN 10025 relativa a los aceros de construcción de uso general

En el caso de una fabricación en Francia, se autorizan las clases E-24-2-NE o E-28-2-NE de la norma NF A35-501 (o equivalente) relativa a los aceros de construcción de uso general, cuyas características químicas y mecánicas se dan en el anexo A a la presente especificación.

3.3. Fabricación

La soldadura de los diversos elementos con arco eléctrico se debe ejecutar según las mejores reglas del oficio para realizar un ensamblaje sólido. En particular, el fabricante debe referirse a las informaciones en el campo de la soldadura de los aceros S235JR y S275JR, dados en la norma EN10025 (Aceros E 24 y 28 para el caso de la norma NF A35-501).

El metal depositado en la soldadura debe ser de la misma clase que el metal de base.

Las superficies destinadas ser soldadas deben estar libres de toda traza de oxidación, de calamina, de cuerpos grasos o de cualquier producto que pueda dañar la calidad de las soldaduras.

Se prohíbe todo punto de abrochadura y toda soldadura, incluso provisionales, ejecutados fuera de una zona soldada precisada en los diseños.

Para las soldaduras en varios pases, la escoria de los pases intermedios se elimina por un procedimiento mecánico. Todo defecto de compacidad de un pase intermedio también se debe eliminar por un procedimiento mecánico para que el pase cubriente se realice sobre un metal sano.

En los últimos pases de soldadura no se admite ningún martillado en frío. El martillado se puede admitir en los pases intermedios si se ha ejecutado un ensayo satisfactoriamente y si éste se ha efectuado en condiciones rigurosamente constantes y bien definidas.

Se admite el rectificado en la prensa, en frío, de las piezas terminadas a reserva que éste no deteriore los ensamblajes soldados o las piezas; dicho rectificado se efectúa obligatoriamente antes del tratamiento térmico.

3.4. Tratamiento Térmico

Después de la fabricación, las piezas se someten a un tratamiento térmico de relajación de los esfuerzos.

El tratamiento de relajación de los esfuerzos consiste en llevar las piezas a una temperatura de $590^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ durante 2 min por 2 mm de espesor, con una duración máxima de 1 hora. La velocidad de subida de temperatura debe estar comprendida entre 80°C/h y 150°C/h después de la entrada en horno a una temperatura inferior a 200°C y la velocidad de

enfriamiento debe estar comprendida entre 80°C/h y 120°C/h hasta una temperatura de salida del horno de 200°C.

3.5. Marcas

Las piezas deben presentar, punzonadas en hueco, las marcas citadas a continuación :

- Marca del Proveedor (en abreviatura),
- Indicación del mes y de las dos últimas cifras del año de fabricación.

3.6. Acabado de Ejecución

Las piezas deben estar sanas en todas sus partes, perfectamente desbarbadas y cuidadosamente liberadas de todas las huellas de óxidos.

Las superficies deben ser lisas, no deben presentar grietas, burbujas de gases, burbujas de fundición, rebabas, falta de material, defecto de plegado o cualquier defecto que pueda perjudicar su empleo.

Los mecanizados se efectuarán de forma mecánica y según las indicaciones dadas en los diseños.

3.7. Reparaciones

Los defectos superficiales se pueden eliminar por retirada de metal (burinado en frío, limado, mecanizado u otros métodos aprobados, a condición de que se respeten las tolerancias dimensionales).

Metro puede autorizar reparaciones poco importantes y bajo la responsabilidad del Proveedor, quien puede proponer ya sea un recalcado local (no autorizado para los defectos de soldadura) o bien un aporte de metal por soldadura, que se efectuará sobre metal sano, en presencia del agente recepcionista (en este último caso, la pieza se somete a un recocido y a un control no destructivo, si Metro lo juzga necesario).

En caso de incidente de soldadura durante la fabricación, se admite eliminar la parte defectuosa por un procedimiento mecánico y rehacer la soldadura.

Se prohíbe rigurosamente cualquier reparación efectuada sin el acuerdo previo y cualquier camuflaje de un vicio de la pieza, lo que puede ocasionar el rechazo de la totalidad del suministro.

4. CONDICIONES DE RECEPCIÓN

4.1. Supervisión

Los representantes de Metro tienen libre acceso en todo momento, durante el tiempo de ejecución del suministro, a las partes de la planta que fabrican las piezas. Pueden proceder en las mismas a todas las verificaciones que consideren necesarias para cerciorarse que se cumplen exactamente las condiciones de fabricación.

4.2. Presentación de las Piezas en Recepción y Formación de los Lotes

4.2.1. Materiales Constitutivos

Los aceros se deben agrupar por lotes de la misma procedencia; cada lote sólo debe comprender aceros de la misma clase y del mismo espesor.

4.2.2. Piezas

Un conjunto de piezas del mismo tipo y de la misma clase de acero constituye un lote.

4.3. Controles sobre el Material

El acero utilizado para la fabricación de las piezas debe ser conforme a las especificaciones del acápite 3.2.

4.3.1. Muestras Necesarias para los Ensayos

Las muestras necesarias para los ensayos se toman en las piezas terminadas seleccionadas por el agente recepcionista y acuñadas por su punzón.

El análisis químico se efectúa en una muestra por lote. Los ensayos mecánicos se efectúan en 3 probetas por lote, tomadas en 3 piezas diferentes.

Los ensayos de tracción, de plegado y de resiliencia (flexión por golpe en probeta con entalle en V) se realizan en conformidad con las disposiciones de las normas internacionales EN 10002-1, EN 10045-1, EN ISO 7438 e ISO 148.

Las actas de ensayos deben mencionar las normas utilizadas.

4.3.2. Entrega de Certificado de la Planta Productora

Si el Proveedor puede entregar un certificado de la planta productora del acero que ofrezca la composición química de colada y las características mecánicas en el producto acabado y si el agente recepcionista puede cerciorarse que las piezas han sido realmente fabricadas con el acero mencionado, sólo se procede a un ensayo de tracción y a un ensayo de plegado por lote de material en probetas tomadas en piezas terminadas.

4.3.3. Falta de Certificado de la Planta Productora

Si el Proveedor no puede entregar los documentos solicitados o si subsiste una duda sobre la calidad del acero utilizado, el Proveedor debe hacer proceder a sus costas a una determinación por lote de material del análisis químico y de las características mecánicas del acero en muestras tomadas en piezas terminadas.

4.4. Controles sobre Piezas Terminadas

Los controles abarcan la geometría de las piezas (cotas y tolerancias) y la calidad de las soldaduras.

4.4.1. Verificaciones Geométricas

El control de las dimensiones y de las tolerancias geométricas se realiza según los diagramas de WALD adjuntos en los anexos D y E.

Las piezas se verifican con anillos, calibres y plantillas homologados por el agente recepcionista. La verificación de los roscados se realiza mediante calibres de límite denominados "entra" o "no entra" (anillos para los tornillos y calibres para los aterrajados).

Todos los instrumentos de medición, así como los gastos ocasionados por la verificación, corren a cargo del Proveedor.

4.4.2. Control de las Soldaduras

El control de las soldaduras da lugar a un examen visual y a ensayos mecánicos en probetas tomadas en las piezas terminadas.

4.4.2.1. Control Visual

El control visual de las soldaduras se realiza sobre las piezas tomadas para el control geométrico. Puede estar acompañado de un control no destructivo más detallado (sondeo con herramienta, etc.).

Los defectos de soldadura no autorizados son los siguientes: grieta, fisura, pegado, aspecto del cordón de soldadura, cóncavo, oquedad, defectos de penetración para cordón de soldadura que no presente "costura al reverso".

La calidad interna de las soldaduras se verifica en los cortes realizados sobre las piezas tomadas para efectuar los ensayos en probetas (acápito 4.4.2.2). Los criterios de aceptabilidad de los defectos internos de los cortes de soldadura figuran en el Anexo B de la presente especificación

4.4.2.2. Ensayos Mecánicos en Probetas

4.4.2.2.1. Naturaleza y Proporción de los Ensayos

La resistencia mecánica de los ensamblajes soldados se verifica mediante ensayos de abertura de ángulo y de tracción, a través de la soldadura en probetas tomadas en piezas terminadas designadas por el agente recepcionista.

Si la naturaleza o la dimensión de las piezas no permiten tomar en las piezas terminadas uno de los tipos de probetas anteriormente definidos, se realizan las muestras necesarias al fabricar las piezas. Si esos ensayos en muestras separadas conciernen varios lotes, en particular, de diferentes tipos de piezas, se admite hacer ensayos comunes para el conjunto de estos lotes.

El número de ensayos a realizar y de piezas a tomar se indica a continuación, en función del número de piezas de cada lote :

- Menos de 501 piezas : 1
- De 501 a 1 200 piezas : 2
- Más de 1 201 piezas : 3

En cada pieza se toma una muestra para el ensayo de abertura de ángulo y una muestra para confeccionar la probeta para ensayo de tracción oblicuamente a la soldadura.

4.4.2.2.2. *Ensayos de Resistencia a la Abertura de Ángulo*

En el anexo C de la presente especificación se define la probeta a realizar.

El ángulo formado por las dos partes soldadas, en principio igual a 90°, se abre progresiva y lentamente a 30°. Al término del ensayo no debe aparecer ni grieta, ni comienzo de fisura, en particular en la unión de la soldadura con el acero.

4.4.2.2.3. *Ensayos de Tracción Oblicuamente a la Soldadura*

El ensayo se efectúa en probeta prismática, cuyas características se definen en el anexo C de la presente especificación. La resistencia de tracción medida en cada probeta debe ser al menos igual a la resistencia de la tracción mínima garantizada del metal de base.

4.5. Condiciones de aceptación

Para que sea aceptado, el conjunto de un lote debe satisfacer las condiciones de los ensayos y de los controles definidos en los acápites 4.3 y 4.4.

Si en un lote, un ensayo determinado no satisface las condiciones impuestas, se puede proceder, a solicitud y a cargo del Proveedor, a 2 contraensayos de la misma naturaleza. Si uno de los contraensayos no es satisfactorio, se rechaza el lote correspondiente.

Al efectuar el control geométrico, no se debe descubrir ninguna pieza defectuosa, so pena de rechazo del lote concernido. No obstante, a petición del Proveedor, se puede efectuar un nuevo control después de clasificar el lote concernido. En este nuevo control, toda pieza defectuosa ocasiona el rechazo definitivo del lote clasificado.

5. ACONDICIONAMIENTO DE LOS SUMINISTROS

5.1. Protección

Después de la recepción, las piezas se deben proteger contra la oxidación con una capa de pintura primaria.

Se deben limpiar todas las superficies mecanizadas, y en particular las partes roscadas y aterrajadas, y a las mismas se les debe aplicar una grasa consistente.

5.2. Embalaje

Se deben proteger las piezas por un embalaje apropiado para evitar que sufran cualquier deterioro o deformación durante su transporte.

Cada embalaje menciona de una forma legible o indeleble, si procede, en una etiqueta sólidamente fijada al embalaje :

- El nombre o la marca del Proveedor.
- El número del pedido.
- La naturaleza de las piezas.
- El número y el peso total de las piezas.
- La fecha de fabricación.

El embalaje no se devuelve al Proveedor. Se convierte en propiedad de Metro.

Se rechazan las piezas presentadas en la expedición sin estar marcadas o acondicionadas como se prescribe.

6. GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE

6.1. Garantía

El Proveedor garantiza sus suministros de piezas durante dos años a partir de la fecha de la puesta en servicio de éstas en las vías.

Toda pieza que, durante este plazo, se deteriorara, que no sea por el desgaste normal o en la que se observen defectos que hayan escapado a la recepción en planta, da lugar al suministro gratuito de una pieza idéntica o al pago por parte del Proveedor de una indemnización igual al valor de la pieza en la fecha del atestado.

A petición del Proveedor, se le devuelve la pieza inservible, los gastos de transporte corren a su cargo.

6.2. Derechos de Patente

Los derechos eventuales de patente corren a cargo del Proveedor, quien garantiza a Metro contra toda reclamación en este sentido.

7. ANEXOS

ANEXO A: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO A UTILIZAR

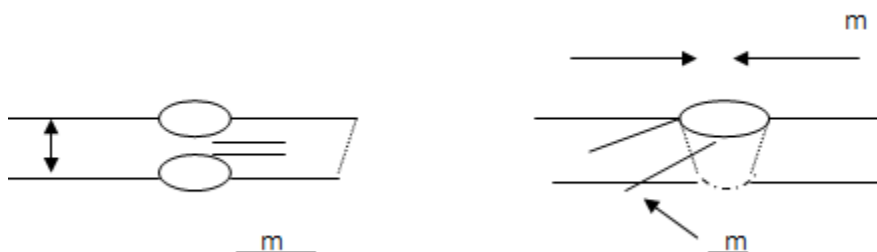
Tabla 1: Características Químicas del Acero a utilizar.

Designación	Clase			
Composición química máxima en % de :	E-24-2-NE		E-28-2-NE	
	en colada	en producto	en colada	en producto
Carbono	0,17	0,19	0,2	0,23
Fósforo	0,045	0,05	0,045	0,05
Azufre	0,045	0,05	0,045	0,05
Hidrógeno	0,008	0,009	0,008	0,009
Manganeso	-	-	1,5	1,6
Silicio	-	-	0,4	0,45

Tabla 2: Características Mecánicas del Acero a utilizar.

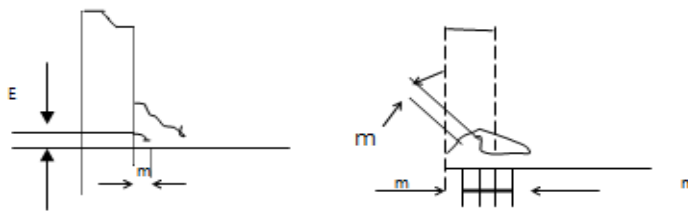
Características mecánicas en chapas y hierros planos de 3 a 30 mm de espesor :		
Límite elástico mínimo en N/mm ²	235	275
Resistencia a la tracción en N/mm ²	340 a 460	400 a 540
Alargamiento mínimo en %	26	22
Plegado a 180° (radio interior de plegado, en función del espesor e del producto para e comprendido entre 3 y 16 mm)	1,5 e	1,5 e
Resiliencia KCV mínima en daJ/cm ² a + 20° C	3,5	3,5

ANEXO B: CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD DE LOS DEFECTOS INTERNOS DE LOS CORTES DE LAS SOLDADURAS



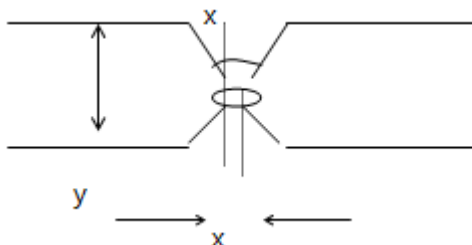
Falta de enlace entre soldadura y metal de base, o entre pases.

$$m < \frac{1}{20} \quad \text{max } 1$$



Unicamente para las soldaduras cuya preparación presenta una simetría respecto al eje XX.

$$y < 0.2 + 1 \quad \text{max } 4$$

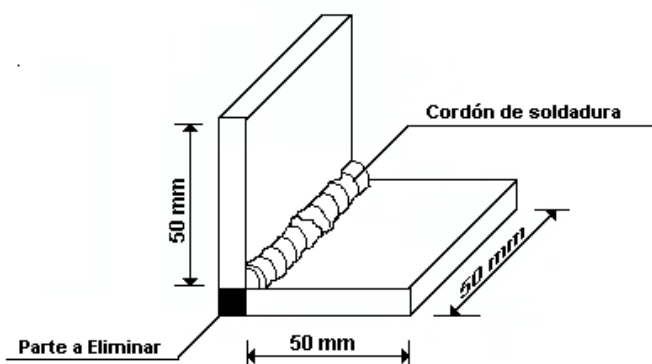


ANEXO C: PROBETAS PARA ENSAYOS DE SOLDADURA

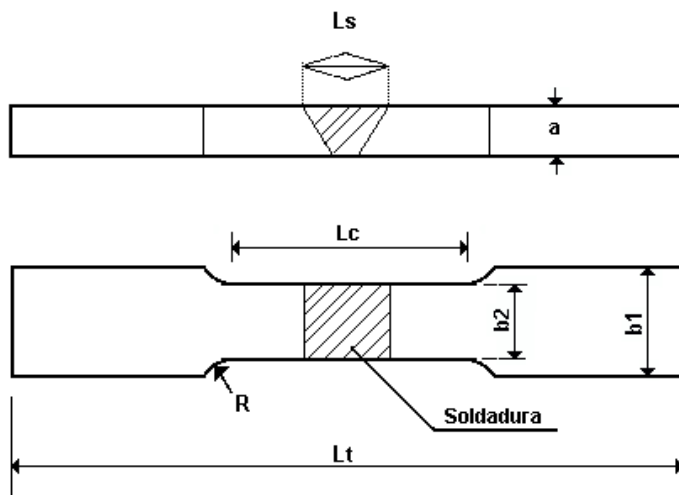
ESPECIFICACION TECNICA

para el suministro de las piezas soldadas

Probeta de abertura de ángulo



Probeta para ensayo de tracción sobre soldadura



a : espesor del ensamble
b2 : 12.5mm
b1 : b2 + 12 mm (aproximadamente)

Lc : Ls + 60 mm
Lt : según el tipo de máquina de tracción

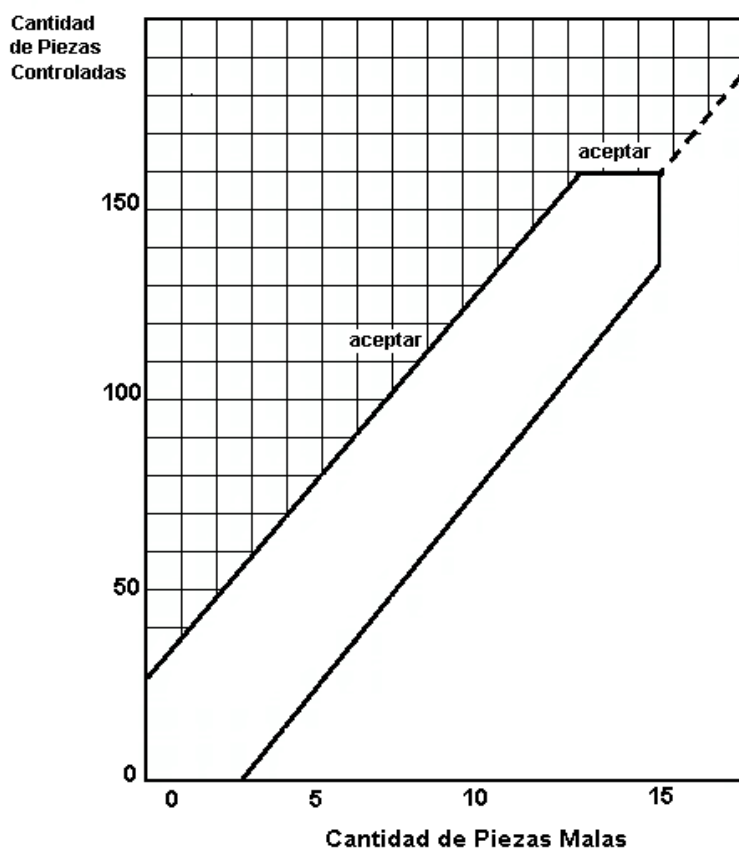
ANEXO D: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO (1 DISEÑO)

ESPECIFICACION TECNICA

para el suministro de las piezas soldadas de acero

DIAGRAMA DE WALD

para el control de las dimensiones y del aspecto



 zona de rechazo

ANEXO E: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO DESPUÉS DE SELECCIÓN (1 DISEÑO)

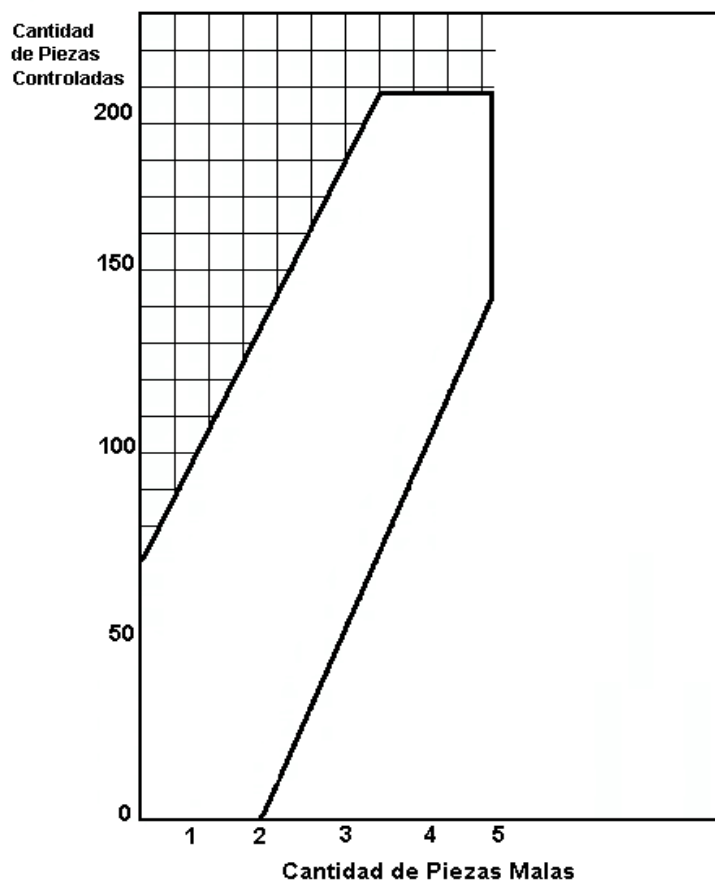
ESPECIFICACION TECNICA

para el suministro de las piezas soldadas de acero

DIAGRAMA DE WALD

para el control de las dimensiones y del aspecto

Después de la clasificación



 zona de rechazo