




**METRO**  
**DE SANTIAGO**

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

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE EQUIPOS DE VÍAS  
SUMINISTRO DE PIEZAS MOLDEADAS DE HIERRO FUNDIDO**

<b>0</b>	<b>31/01/18</b>	<b>USO</b>	<b>Montserrat Bustíos</b>	<b>Christopher Heuser</b>	<b>R. Carrasco</b>
<b>REV N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>EMITIDO PARA</b>	<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>APROBADO POR</b>
 <b>METRO</b> <b>DE SANTIAGO</b>			<b>L2-150200-00-5VI-ETG-0013</b>		<b>Página</b> <b>1 de 16</b>
					<b>Revisión</b> <b>0</b>

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

Código Template DPE200-00-6CA-FOR-0010, Rev. 0 del 28/12/2016

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad

## **APROBACIONES**

<b>DIVISIÓN PROYECTOS DE EXPANSIÓN</b>		<b>FIRMAS</b>	<b>FECHA</b>
<b>PREPARADO POR</b>	Montserrat Bustíos		
<b>REVISADO POR</b>	Christopher Heuser		
<b>APROBADO POR</b>	Roberto Carrasco		

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>3</b>
<b>CONTROL DE CAMBIOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1. OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. GENERALIDADES .....</b>	<b>6</b>
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
<b>3. CONDICIONES DE FABRICACION.....</b>	<b>8</b>
3.1. Material.....	8
3.1.1. Fabricación en Francia.....	8
3.1.2. Fabricación Fuera de Francia .....	9
3.2. Diseños.....	9
3.3. Fabricación.....	10
3.4. Marcas.....	10
3.5. Acabado de Ejecución.....	10
3.6. Reparaciones.....	10
3.7. Modelos de Fundición .....	11
<b>4. CONDICIONES DE RECEPCIÓN .....</b>	<b>11</b>
4.1. Supervisión .....	11
4.2. Formación de los Lotes.....	11
4.3. Naturaleza y Proporción de los Ensayos y Controles .....	11
4.4. Ejecución de los Ensayos y Controles.....	12
4.4.1. Ensayos de Tracción.....	12
4.4.2. Ensayo de Dureza Brinell.....	12
4.4.3. Verificación de la Microestructura.....	12

---

4.4.4. Control del Aspecto y de las Dimensiones.....	13
4.5. Resultados a Obtener - Aceptación .....	13
<b>5. GARANTIA Y DERECHOS DE PATENTE.....</b>	<b>14</b>
5.1. Garantía .....	14
5.2. Derechos de Patente.....	14
<b>6. ANEXOS .....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO A: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO (1 DISEÑO).....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO B: DIAGRAMA DE WALD PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO DE CLASIFICACIÓN (1 DISEÑO) .....</b>	<b>16</b>

## **CONTROL DE CAMBIOS**

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

## **1. OBJETIVO**

El objeto de la presente especificación consiste en definir las condiciones de fabricación y de recepción de las piezas moldeadas de hierro fundido para las vías del Proyecto de extensión Línea 2 a San Bernardo.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1. Documentos Utilizados**

Normas utilizadas en la presente especificación:

- ISO 945, 6506, 9001
- EN 10002-1, EN 1562, EN 1563
- ASTM A-220, A-536

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

Además 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 los productos concernidos.

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**

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

Este procedimiento sólo se puede aplicar si el Contratista 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 Contratista 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 Contratista 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 Contratista 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 "auditorias" 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 FABRICACION**

#### **3.1. Material**

Las piezas se fabrican de fundición no aleada perlito-ferrítica, dejándose la opción entre una fundición maleable de grafito modular o una fundición de grafito esferoidal.

##### **3.1.1. Fabricación en Francia**

Para una fabricación en Francia, cada uno de los dos tipos de fundición se caracteriza por una de las denominaciones normalizadas siguiente:

- MN 550-4 definida por la norma EN 1562 para la fundición maleable de grafito modular.
- FGS 500-7 definida por la norma EN 1563 para la fundición de grafito esferoidal, y por las características mecánicas y una estructura metálica especificadas en el cuadro a continuación, ya que las características mecánicas se miden en probetas coladas aparte.



**Tabla 1: Características mecánicas de las fundiciones.**

Clase	Resistencia mínima a la tracción en N/mm <sup>2</sup>	Límite mínimo de elasticidad a 0,2% en N/mm <sup>2</sup>	Alarga- miento mínimo en %	Dureza Brinell HBS	Estructura
MN 550-4	550	350	4	180 a 240	perlita + ferrita + nódulos de grafito
FGS 500-7	500	320	7	170 a 240	perlita + ferrita + esferoides de grafitos

(1) : Probeta de tipo proporcional con  $L_0 = 3d$

(2) : Probeta de tipo proporcional con  $L_0 = 5d$

### **3.1.2. Fabricación Fuera de Francia**

Para una fabricación fuera de Francia y en ausencia de una norma internacional, se buscará una clase normalizada según otros estándares (ASTM, DIN, etc.) que presenten características similares o cercanas a las definidas en el párrafo 3.1.1.

En el caso de utilización de una fundición según la norma ASTM, se utilizará una de las normas ASTM-A-220 (Perlitic Malleable Iron Castings) o ASTM-A-536 (Ductile Iron Castings).

### **3.2. Diseños**

La forma, las dimensiones o las tolerancias dimensionales de las piezas están definidas por los diseños aprobados por Metro.

El Contratista debe someter a la aprobación de Metro las modificaciones o precisiones que estima necesario aportar al trazado a fin de obtener piezas satisfactorias.

### **3.3. Fabricación**

El modo de elaboración de la fundición, las condiciones de moldeo, de colada, de tratamiento térmico, así como todas las operaciones accesorias, se dejan a elección del Contratista.

No obstante, éste debe tomar bajo su responsabilidad todas las disposiciones necesarias para que las partes mecanizadas señaladas en los diseños sean sanas y que los esfuerzos (tensiones internas) sean tan moderadas como sea posible.

### **3.4. Marcas**

Todas las piezas deben comprender de una forma legible y en los lugares indicados por los diseños, las marcas enumeradas a continuación:

- La marca del Proveedor (en abreviatura),
- La indicación del mes y de las dos últimas cifras del año de fabricación,
- La indicación de la clase de fundición utilizada, para una fabricación en Francia, esta indicación se señalará de la forma siguiente:
  - MN 5 para la clase MN 550-4
  - GS 5 para la clase FGS 500-7

### **3.5. Acabado de Ejecución**

Todas las piezas se deben desarenar, desbarbar, liberar de todo óxido cuidadosamente y deben estar libres de canales de colada, de salidas de gases y de mazarrotas. Deben estar sanas en todas sus partes y no presentar ningún defecto que pueda ser perjudicial para su uso. Las superficies brutas no deben presentar grandes rugosidades. Las partes a mecanizar se mencionan en los diseños.

### **3.6. Reparaciones**

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

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

### **3.7. Modelos de Fundición**

Los modelos de fundición son propiedad de Metro. El Contratista los conserva en buen estado después de eventualmente haberlos reparado y pintado de nuevo.

## **4. CONDICIONES DE RECEPCIÓN**

### **4.1. Supervisión**

Personal de Metro o sus representantes tienen acceso libre, en todo momento, durante el tiempo de ejecución del suministro a las partes de la planta que fabrican las piezas. En las mismas pueden proceder a todas las verificaciones que consideren necesarias para garantizar que se cumplirán exactamente las condiciones de fabricación y asistir a todas las pruebas que se relacionan con las coladas. En principio, todas las pruebas se efectúan en los laboratorios del Contratista y corren a su cargo.

### **4.2. Formación de los Lotes**

Las piezas son objeto de un examen de recepción; se presentan agrupadas por lotes de piezas que proceden preferentemente de una misma colada y que se hayan sometido a un tratamiento térmico idéntico. Cualquiera que sea su cantidad, las piezas que son objeto de una misma presentación en recepción constituyen un lote. Sin embargo, el peso máximo de un lote de piezas no puede superar los 2000 kg.

### **4.3. Naturaleza y Proporción de los Ensayos y Controles**

Las piezas se someten a los ensayos y controles enumerados a continuación:

- Ensayos de tracción : 1 por lote
- Ensayo de dureza Brinell : 3 por lote
- Examen de la microestructura : 1 por lote
- Verificación del aspecto, de las dimensiones y de las tolerancias: según diagramas de WALD adjuntos en anexo.

## **4.4. Ejecución de los Ensayos y Controles**

### **4.4.1. Ensayos de Tracción**

Los ensayos se realizan en probetas cilíndricas de tipo proporcional, de 14 ó 15 mm de diámetro, obtenidas directamente por moldeo o mecanizadas a partir de bloques muestras, colados al mismo tiempo que las piezas.

Si las piezas del lote se deben someter a un tratamiento térmico, las probetas o bloques muestras se someterán al mismo tratamiento térmico y en el mismo horno.

El Contratista debe prever al menos 3 probetas por lote para tomar en cuenta los contraensayos eventuales.

El ensayo se realiza según las prescripciones de la norma EN 10002-1.

### **4.4.2. Ensayo de Dureza Brinell**

El ensayo se efectúa preferentemente en las propias piezas. Se realiza según las prescripciones de la norma ISO 6506 por regla general, con  $P = 30 \times D^2$ .

### **4.4.3. Verificación de la Microestructura**

El examen de la microestructura se destina a verificar que la fundición obtenida responde efectivamente a los criterios definidos en el párrafo 3.1.1.

El examen debe hacer aparecer, según el tipo de fundición, los nódulos de grafit (fundición maleable) o de los esferoides (fundición de grafito esferoidal) con una matriz perlítica.

El examen se efectúa con microscopio, aumento 100, sobre una parte pulida de un apéndice colindante a una de las piezas o a defecto en una probeta de tracción.

El área de la superficie pulida debe ser suficiente para representar fielmente la repartición del grafito. Se deben tomar precauciones particulares en el amolado y el pulido de la muestra, a fin de hacer aparecer las partículas de grafito en sus formas y dimensiones reales.

El examen micrográfico sin ataque permite estudiar el grafito. Para estudiar los otros componentes de la matriz (ferrita y perlita) se debe proceder a un ataque utilizando un

reactivo apropiado, por regla general el Nital 4 %, mezcla de 4 cm<sup>3</sup> de ácido nítrico con 96 cm<sup>3</sup> de alcohol etílico.

La designación de la microestructura observada se puede efectuar según las directivas de la norma ISO 945.

#### **4.4.4. Control del Aspecto y de las Dimensiones**

El control del aspecto, de las dimensiones y de las tolerancias se realiza por todos los medios apropiados y, en particular mediante calibres correctamente calibrados, puestos a disposición del representante de Metro por parte del Contratista.

Se efectúan en piezas tomadas como muestras, según el diagrama progresivo de WALD adjunto en el Anexo A.

#### **4.5. Resultados a Obtener - Aceptación**

Los resultados de los ensayos y controles deben ser conformes a las especificaciones de los párrafos 3.1 a 3.6 y párrafo 4.4.3.

Toda característica no conforme a las condiciones exigidas para los ensayos mecánicos o la verificación de la textura puede ocasionar el rechazo del lote correspondiente.

Cuando el ensayo que no brinda satisfacción es el ensayo de dureza o de textura, las piezas del mismo lote se pueden someter a un nuevo recocido de maleabilización, después del cual se debe recomenzar toda la serie de ensayos prevista por la presente especificación.

En el caso en que Metro acepte que se efectúen contraensayos, la cantidad de piezas que se deben someter a dichos contraensayos se define por acuerdo especial con el Contratista.

Si las verificaciones geométricas no son satisfactorias, Metro admite que las piezas del lote concernido sean clasificadas por el Contratista y vueltas a presentar a recepción. Si las verificaciones efectuadas según el diagrama de WALD adjunto en el Anexo B nuevamente son insatisfactorias, las piezas se rechazan definitivamente.

## **5. GARANTIA Y DERECHOS DE PATENTE**

### **5.1. Garantía**

El Contratista 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 Contratista de una indemnización igual al valor de la pieza en la fecha del atestado.

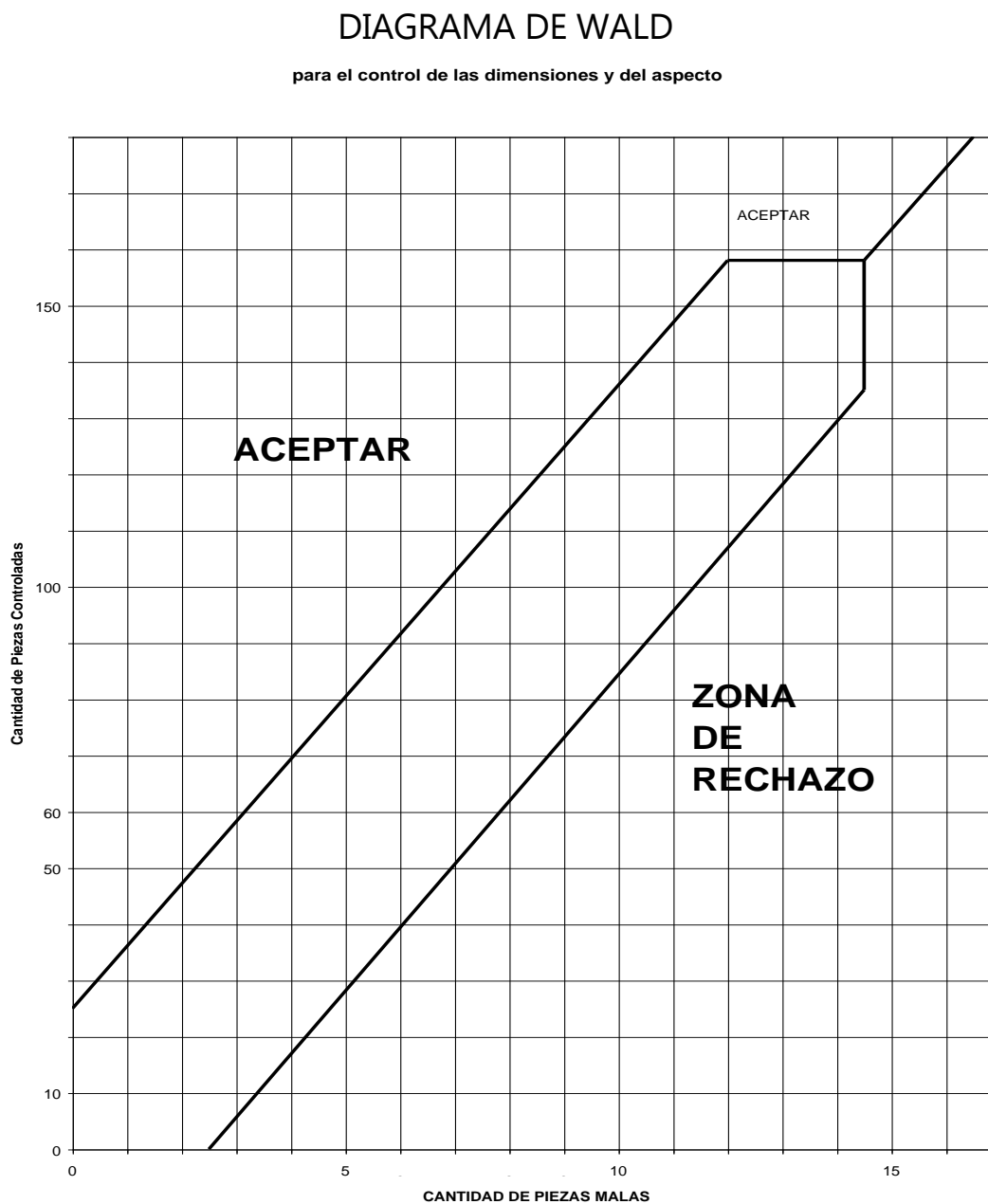
A petición del Contratista, se le devuelve la pieza fuera de servicio, los gastos de transporte corren a su cargo.

### **5.2. Derechos de Patente**

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

## 6. ANEXOS

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



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

### DIAGRAMA DE WALD

PARA EL CONTROL DE LAS DIMENSIONES Y DEL ASPECTO

