



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-0032-02862-E-00	FECHA: 02 de Marzo 2010	HOJA: 1 de 47
TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE.	ESTACIÓN / TRAMO: ESPECIFICACIÓN TIPO	
DIRECTOR GENERAL DEL PROYECTO METRO: ING. ENRIQUE HORCASITAS MANJARREZ	DIRECTOR DEL CONSORCIO LÍNEA 12 Ing. Ricardo Mostoso 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 IPISA

SELLO PMDF

PROYECTO METRO DEL DISTRITO FEDERAL

**DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES
ELECTROMECAÑICAS**

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 FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 2 de 47

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.

- I.1. OBJETO.
- I.2. CAMPO DE APLICACIÓN.
- I.3. DESCRIPCIÓN.
- I.4. DISEÑO.
- I.5. DIMENSIONES LÍMITES.
- I.6. TOLERANCIAS.
- I.7. SOLICITACIONES.

II. MATERIALES.

- II.1. ACERO DE PRESFUERZO.
- II.2. ACERO DE REFUERZO.
- II.3. CEMENTO.
- II.4. AGUA PARA LA MEZCLA.
- II.5. AGREGADOS, TIPO Y GRANULOMETRÍA.
- II.6. ADITIVOS.
- II.7. PIEZAS PARA LA FIJACIÓN DE LOS RIELES EN LOS DURMIENTES.

III. FABRICACIÓN DE LOS DURMIENTES.

- III.1. MOLDE METÁLICO.
- III.2. PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO DE PRESFUERZO Y/O REFUERZO.
- III.3. COLOCACIÓN DE LAS FUNDAS AISLANTES GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL
- III.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.
- III.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO.
- III.6. MORTERO Y LECHADA.
- III.7. MARCAS DE FABRICACIÓN.
- III.8. COLOCACIÓN DE ACCESORIOS.

IV. MEDICIÓN Y ENSAYES DE FABRICACIÓN.

- IV.1. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN.
- IV.2. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN.
- IV.3. VERIFICACIÓN DEL ASPECTO EXTERIOR Y CONTROL GEOMÉTRICO.
- IV.4. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.
- IV.5. PRUEBAS.
- IV.6. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN PROTOTIPOS.
- IV.7. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA PRODUCCIÓN.
- IV.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

V. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

- V.1. ALMACENAMIENTO.
- V.2. TRANSPORTE.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	

V.3. GARANTÍA.

V.4. DERECHOS DE PATENTE.

VI. MEDICIÓN Y BASES DE PAGO.

VI.1. MEDICIÓN.

VI.2. BASES DE PAGO.

VII. ANEXOS.

ANEXO No. 1. DIMENSIONAMIENTO GENERAL DEL DURMIENTE DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE.

ANEXO No. 2. ESCANTILLONES.

FIGURA 1: ESCANTILLÓN PARA DETERMINAR LA PENDIENTE DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 2: ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTREMOS DE UN DURMIENTE.

FIGURA 3: ESCANTILLÓN PARA DETERMINAR LA DISTANCIA ENTRE LOS TOPES DE UNA FIJACIÓN.

FIGURA 4: ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA INCLINACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 5: ESCANTILLÓN PARA VERIFICAR LA UBICACIÓN DE LOS TIRAFONDOS GS.

FIGURA 6: ESCANTILLON PARA VERIFICAR LA PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

FIGURA 7: ESCANTILLÓN PARA ALOJAR LA ALMOHADILLA.

ANEXO No. 3. CONDICIONES DE PRUEBA DE LOS DURMIENTES.

FIGURA 1: PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

FIGURA 2: PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO EN EL ASIENTO DEL RIEL.

FIGURA 3: PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

FIGURA 4: PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 4 de 47
--	--	--

FIGURA 5: PRUEBA DE TRACCIÓN PARA LA FUNDA AISLANTE GS.
FIGURA 6: PRUEBA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.

ANEXO No. 4. GRÁFICAS GRANULOMÉTRICAS.
FIGURA 1: CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITE PARA EL CONTROL
DE CALIDAD DE LA ARENA.

FIGURAS 2 y 3
CURVAS GRANULOMÉTRICAS LÍMITES PARA EL CONTROL
DE CALIDAD DE LA GRAVA.

ANEXO No. 5. TABLA DE ENSAYOS Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN PARA EL
CONTROL DE PRODUCCIÓN DE DURMIENTES MONOBLOQUE.

ANEXO No. 6. NOTAS: PRUEBA DE CARGA ÚLTIMA EN EL ASIENTO DEL RIEL.

[Handwritten signatures and initials]

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00		HOJA: 5 de 47

I. GENERALIDADES.

I.1. OBJETO.

La presente especificación tiene por objeto, determinar las condiciones técnicas particulares, que deberá satisfacer la fabricación y la recepción de los durmientes de concreto presforzado tipo monobloque, destinados al equipamiento de las vías para la circulación de los trenes de la Línea 12 con Rodamiento Metálico del Metro (MRM) de la Ciudad de México, de acuerdo a Proyectos y Diseños que presenten los proveedores y que revisará y aprobará PMDF.

No están contemplados en esta especificación las técnicas, procedimientos y equipos a utilizar para la fabricación de los durmientes, por lo que el proveedor tendrá libertad de usar los métodos más convenientes, siempre y cuando cumpla con las prescripciones establecidas en esta especificación.

I.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta especificación define los requisitos mínimos que deberán cumplir el proyecto y diseño de los durmientes, los materiales componentes, las dimensiones límites del durmiente, las cargas a considerar en el diseño, la resistencia estructural, las pruebas de laboratorio, el control de calidad de los materiales empleados en la fabricación, el almacenamiento, el transporte, la garantía, los derechos de patente.

I.3. DESCRIPCIÓN.

Los durmientes son elementos de sección transversal rectangular o trapecial uniforme o variable a lo largo de estos, compuestos por un bloque de concreto presforzado, aptos para recibir los elementos de fijación del riel y constituir la parte del sistema de vías que asegure la implantación del riel, la transmisión uniforme de las cargas del material rodante al balasto, el alineamiento y la conservación del escantillón entre rieles a todo lo largo de la vía.

Estos durmientes pueden fabricarse mediante uno de los dos sistemas de tensado del acero, antes o después del fraguado del concreto, es decir pretensado o postensado; el área de apoyo será rugosa para mejorar la fricción entre el durmiente y el balasto.

I.4. DISEÑO.

Los durmientes monobloque serán diseñados por el proveedor para usarse en vías armadas con rieles 115 RE con una inclinación de 1/20 en el asiento del riel y con una trocha de 1435mm; la separación de los durmientes de centro a centro será de 667 mm en tangente, en vía principal.

La fijación será a base de grapas NABLA, topes aislantes, almohadillas acanaladas de hule, funda aislante GS con guarnición helicoidal, arandelas, tirafondo GS tipo B7, los que se

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE. No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 6 de 47
---	--	---

atornillarán en los bloques con la funda aislante y previamente colocados durante el proceso de fabricación de los durmientes.

Los durmientes se suministrarán con las fundas aislantes GS y los tirafondos colocados y las almohadillas de hule pegadas en su posición, los demás elementos de fijación se entregarán debidamente protegidos y empacados.

El proveedor deberá garantizar con los elementos de fijación, el aislamiento eléctrico entre el durmiente y el riel.

El proveedor formulará el proyecto y lo presentará por triplicado, incluyendo planos y memoria de cálculos a PMDF, para su revisión y aprobación; el contratista deberá poner a disposición de PMDF un lote de 10 durmientes (como mínimo) a los que se les realizarán las pruebas de aceptación de acuerdo con esta especificación. Así mismo, deberá poner a disposición de PMDF los elementos de fijación para el armado de un mínimo de 5 durmientes, con sus respectivos tirafondos colocados y sus almohadillas pegadas.

1.5. DIMENSIONES LÍMITES.

Los durmientes terminados deberán cumplir con las dimensiones que se enlistan a continuación y con las que se indican en el plano; PMDF-09-VI.8-612000-III-0042-02925-P-00 DURMIENTE DE CONCRETO TIPO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 R.E. y que esté de acuerdo con las tolerancias indicadas en el inciso 1.5 y con el anexo No. 1 de la presente especificación.

- a) La longitud del durmiente será de 2400 mm.
- b) El ancho de la cara inferior del durmiente podrá ser constante o variable, con un máximo de 330 mm y un mínimo de 260 pero la superficie de apoyo en el balasto bajo cada riel, no será menor de 2204 cm² considerando una longitud de 850 mm a partir del extremo del durmiente.
- c) El ancho de la cara superior del durmiente no será mayor de 330 mm en ninguna sección, el ancho de la superficie de apoyo del patín del riel no será menor de 190 mm.
- d) El peralte del durmiente será de 250 mm como máximo y 150 mm mínimo.
- e) La profundidad del anclaje (funda aislante GS) de los tirafondos será la indicada en el plano PMDF-09-VI.8-612000-III-0042-02925-P-00 DURMIENTE DE CONCRETO TIPO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 R.E. que presente el proveedor a PMDF.
- f) La inclinación o pendientes que tienen las superficies de apoyo del riel y de las grapas con el durmiente serán las que se indiquen en el plano antes mencionado.
- g) El peso del durmiente será propuesto por el fabricante y aprobado por PMDF e indicado en los planos que presente el proveedor.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 7 de 47

I.6. TOLERANCIAS.

Los durmientes deberán ser intercambiables en la vía, lo que conduce a realizar verificaciones geométricas por medio de escantillones que serán suministrados por el proveedor y a su cargo; el diseño de dichos escantillones deberá someterse previamente a la aprobación de PMDF.

Los durmientes terminados deberán satisfacer, en el momento de su presentación para recepción, las tolerancias y condiciones siguientes:

I.6.1. TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS.

Se verificaran auxiliándose con los escantillones que aparecen en el anexo No. 2 de la presente especificación.

- a) La longitud total del durmiente tendrá una tolerancia de ± 5 , mm.
- b) En el ancho de la parte inferior del durmiente, una tolerancia de ± 5 mm.
- c) En la altura una tolerancia de ± 5 mm.
- d) La pendiente de la superficie de apoyo del riel, se comprobará con el escantillón indicado en la figura 1 del anexo No. 2 de la presente especificación y la tolerancia es de ± 0.5 mm.
- e) Topes.
 - Distancia entre los topes extremos $+1$, -2 mm. (Ver figura 2 del anexo No. 2).
 - Distancia entre los topes de una fijación ± 0.5 mm. (Ver figura 3 del anexo No. 2).
 - Planeidad entre las superficies de apoyo del riel ± 0.5 mm. (Ver figura 4 del anexo No. 2).
- f) La ubicación de los tirafondos GS tendrá una tolerancia de ± 0.5 mm. (Ver figura 5 del anexo No. 2).
- g) Diferencia de altura entre las superficies de apoyo del riel y de las grapas con una tolerancia de ± 0.5 mm. (Ver figura 6 del anexo No. 2).
- h) La pendiente transversal de las superficies de apoyo del riel tendrá una tolerancia de ± 2 mm. (Ver figura 6 del anexo No. 2).

Las tolerancias de las demás dimensiones que forman parte del durmiente y que no se mencionan en esta especificación, las deberá proponer el proveedor en los planos que presente para aprobación de PMDF, según el caso.

I.7. SOLICITACIONES.

I.7.1. CARGAS VERTICALES.

	TÍTULO:	ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 8 de 47

Las cargas máximas por eje de los trenes se presentaran cuando el material rodante se encuentre en operación, y son las siguientes:

TREN	PESO MÁXIMO POR EJE (TON)	FACTOR DE IMPACTO (TON)	CARGA VERTICAL MÁXIMA CON IMPACTO POR EJE (TON)
OPERACIÓN	15.0	1.30	19.50
MANTENIMIENTO (BALASTERA)	25.0	1.25	31.25

- El intervalo de proyecto es de 110 s.
- La velocidad máxima de diseño de los trenes es de 90 km/h.
- Velocidad comercial mínima estimada: 39 km/h.

1.7.2. CARGAS HORIZONTALES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.

Las cargas horizontales transversales que actúan sobre los elementos de las estructuras de la vía son; a manera enunciativa, más no limitativa las siguientes: fuerza centrífuga no compensada, fuerza centrípeta (tren parado), fuerza sísmica, fuerza de balanceo, etc. que se mencionan en el capítulo 30 del manual "AREMA".

Las cargas horizontales longitudinales son; a manera enunciativa, más no limitativa las siguientes: frenaje y arranque, dilatación y contracción de los rieles, etc.

1.7.3. CARGA EN DURMIENTES.

Si el fabricante para elaborar su diseño necesita determinar las cargas máximas que actúan sobre los durmientes y las combinaciones más desfavorables, deberá considerar la rigidez de los rieles, la deformabilidad del durmiente con el balasto, la separación entre durmientes, la posibilidad de tener mezclados diferentes tipos de durmientes, y el asentamiento diferencial de un riel con respecto al otro.

II. MATERIALES.

II.1. ACERO DE PRESFUERZO.

Los aceros de presfuerzo para el pretensado o postensado, podrán consistir en barras, alambres o torones que cumplan con lo especificado en las **normas ASTM-A-421, A-416, A-722 y A-911 última edición ó NMX-B-292 Y NMX-B-293 última edición.**

El acero que se emplee deberá cumplir con las siguientes características físicas:

- Límite elástico mínimo: 14,000 kg/cm².
- Esfuerzo a la ruptura no menor de: 16,000 kg/cm².
- Alargamiento mínimo a la tensión en una longitud calibrada mínima de: 610 mm (3.5 %).

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 9 de 47

El acero antes de emplearse será cuidadosamente limpiado para que esté libre de grasa, óxidos y polvos. El recubrimiento mínimo de concreto para el acero de presfuerzo será de 20 mm.

II.2. ACERO DE REFUERZO.

Los aceros de refuerzo para los armados, serán varillas de acero corrugado, que tenga las características físicas indicadas a continuación; y que cumplan con los requisitos de la **Norma ASTM A-615 última edición o la ASTM A-82 última edición.**

- Límite elástico mínimo: 4,200 kg/cm².
- Esfuerzo máximo a la ruptura: 6,300 kg/cm².
- Alargamiento mínimo: 9%.

El acero de refuerzo estará perfectamente limpio, exento de grasa, óxido o materia extraña.

II.3. CEMENTO.

El cemento a emplear deberá ser portland de los tipos CPO 30, CPO 30R, CPC30 Y CPC30R y Cementos tipo CPO 40, CPO 40R, CPC40R de resistencia rápida, dejándolo a criterio del fabricante, el cual deberá cumplir con los requisitos indicados en la **Norma NMX-C-414-ONNCCE última edición o la norma ASTM-C-150 última edición.**

Independientemente de que la marca debe ser de reconocida calidad, el cemento a utilizar debe pasar satisfactoriamente las pruebas de resistencia a la compresión en cubos de mortero, siguiendo el procedimiento que marca la **NORMA NMX-C-61 última edición.** El cemento al que se refiere este inciso debe satisfacer los valores de resistencia mínima a la compresión en cubos de mortero, como se indica a continuación:

Especificaciones físicas

Clase Resistente	Resistencia a la compresión en (N/mm ²)		
	3 días Mínimo	28 días mínimo	máximo
30	---(*)	30	50
30 R	20	30	50
40	--- (*)	40	---
40 R	30	40	---

* La resistencia inicial de un cemento es la resistencia mecánica a la compresión a los 3 días. Para indicar que un tipo de cemento debe cumplir con una resistencia inicial especificada, se le agrega la letra R después de la clase. Solo se definen valores de resistencia inicial a 30 R y 40 R, como se indica en la tabla anterior.

La prueba a la compresión se le realizará al cemento tomando muestras al inicio, a la mitad y al final del pedido proveniente de una misma fábrica, correspondiente a la producción de la fabricación de un mes. El cemento rechazado después de las pruebas deberá separarse.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	

El uso de cualquier otro tipo de cemento deberá ser aprobado especialmente por el PMDF y/o su representante y requerirá forzosamente de la elaboración de nuevos durmientes prototipos cuyos resultados sean satisfactorios de acuerdo con lo que se indica en la presente especificación.

El cemento podrá ser suministrado en sacos de 50 kg o a granel, en el segundo caso deberá ser almacenado en silos, y la capacidad de estos no debe exceder a la que se utilice en un mes.

Tanto el suministro como en el almacén deberá cumplir con lo prescrito en la **norma NMX-C-414-ONNCCE última edición o en la ASTM-C-150 última edición.**

Deberán tomarse todas las precauciones pertinentes para asegurar una buena conservación del cemento, para impedir que accidentalmente se hidrate o que pierda sus propiedades debido a la acción del aire. Ningún otro material o cemento que no sea de la marca aprobada será almacenado en el mismo local.

Ningún cemento deberá ser almacenado por más de 3 meses; cuando el tiempo de utilización de un lote rebase los 3 meses desde su recepción. Se llevaran a cabo una serie de pruebas antes de poder utilizarlos, a fin de certificar si conserva sus propiedades. Si el cemento presenta grumos, se prohibirá su uso.

Las remesas que reciba el fabricante serán almacenadas y separadas entre sí, de modo que no se puedan confundir el cemento ya ensayado con aquel que esté pendiente.

II.4. AGUA PARA LA MEZCLA.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto deberá ser potable y estar libre de cantidades perjudiciales de ácido, álcalis, sales, materia orgánica y demás sustancias que puedan ser nocivas al concreto; no deberá contener cantidades de impurezas superiores a los límites indicados en la tabla siguiente:

TABLA DE LÍMITES RECOMENDABLES DE IMPUREZAS DE AGUA PARA CONCRETO.

- Sulfatos (SO_4)	máximo en PPM	300
- Cloruros (Cl)	máximo en PPM	300
- Magnesio (Mg)	máximo en PPM	150
- Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido)	máximo en PPM	10
- Sólidos totales en solución	máximo en PPM	1500
- PH	no menor de	

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 11 de 47
---	--	---

Si existiera duda de la calidad del agua, se realizaran pruebas de compresión con probetas fabricadas, con dosificaciones idénticas de concreto, en las cuales se utilizara agua destilada y el agua en estudio respectivamente. Se considerara que el agua estudiada es aceptable cuando sus especímenes produzcan a 7 y 14 días, resistencias a la compresión mayores del 90% de la resistencia que presenten los especímenes elaborados con agua destilada y además, que los tiempos de fraguado inicial y final, no difieran en más de 60 minutos.

II.5. AGREGADOS, TIPO Y GRANULOMETRÍA.

II.5.1. ARENA.

La arena deberá ser de composición silica natural o producto de trituración, exenta de materiales térreos, arcillosos y con finos en no más de 5%.

Deberá contener como mínimo un 30% de partículas de sílice y un máximo de 6% de partículas calcáreas o de arcilla, que en todo caso, deben estar distribuidas en forma regular en la masa, estos porcentajes serán medidos en peso.

El contenido de sílice será determinado con el método del ácido clorhídrico, que se describe a continuación:

Una cantidad determinada de arena es pesada en seco y posteriormente es sumergida en una solución de ácido clorhídrico (50% de ácido – 50% de agua), se revuelve vigorosamente y es pasada por una malla No. 200, realizando varios lavados sucesivos hasta que la solución del lavado salga clara, el residuo final se seca y posteriormente se pesa. El porcentaje de sílice esta dado por:

$$\% = \frac{P_1(100)}{P_2}$$

Donde:

P_1 = Peso del residuo.

P_2 = Peso de la muestra ensayada.

Además debe satisfacer los requisitos físicos indicados en la tabla I y la granulometría de la gráfica de la figura 1 del anexo No. 4, figura 1.

[Handwritten signature]

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00		HOJA: 12 de 47

TABLA 1

REQUISITOS FÍSICOS	ARENA
- Perdida por lavado en malla No. 200	2.0% máx.
- Arcilla por sedimentación	3.0% máx.
- Materia orgánica	1.0% máx.
- Carbón y Lignito	1.0% máx.
- Partículas desmenuzables	3.0% máx.
- Equivalente de arena	80.0% máx.

II.5.2. GRAVA.

La grava a emplear deberá provenir de rocas duras y sanas que sean inalterables por el efecto del agua o el aire. La grava deberá tener una granulometría cuya curva quede comprendida dentro de los límites marcados en las gráficas de las figuras 2 y 3 del anexo No. 4, el tamaño máximo del agregado será de 38 mm: para evitar la segregación de este material, deberá utilizarse y seleccionarse en dos tamaños: uno de malla No. 4 a 19 mm, el otro de 19 mm a 38 mm y una densidad superior a 2.5 debiéndose sujetar a la **NORMA NMX-C-111 o bien ASTM-C-33 última edición.**

La grava no debe contener partículas de carbón, madera o residuos de estos, el contenido de azufre (S) total, expresado en anhídrido-sulfúrico (SO₃) no debe rebasar el 1% del peso total.

Las gravas deberán ser angulosas, se puede tolerar una pequeña proporción de partículas en forma plana o alargada.

Deberá estar exenta de materia orgánica y/o arcillosa y de toda sustancia adherida que pueda impedir su cementación con el concreto. Así como de cualquier impureza cuya naturaleza o cuyo contenido pueda perjudicar las siguientes propiedades del concreto: resistencia, impermeabilidad y durabilidad.

Se prohíbe usar gravas provenientes de rocas feldespáticas o esquistosas, que se descomponen con el aire o con el agua. La grava debe satisfacer los requisitos físicos indicados en la tabla No.2 ó de la **norma ASTM-C-294 última edición.**

TABLA No. 2

REQUISITOS FÍSICOS	GRAVA
Perdida por lavado en malla No. 200:	1.0% máx.
Carbón y Lignito:	1.0% máx.
Contenido de arena:	10.0% máx.
Contenido de grava	90.0% máx.
Perdida por abrasión (desgaste):	40.0% máx.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	

La resistencia al desgaste de la grava se medirá con el método de Los Ángeles, como lo marca la **norma NMX-C-196 Última Edición**; el porcentaje de desgaste deberá ser inferior al 40% en promedio.

Independientemente de las pruebas que por su parte realice la supervisión de PMDF, el proveedor deberá justificar la buena calidad de los materiales a utilizar, presentando un análisis y un certificado de pruebas realizadas en un laboratorio especializado en ensayos de materiales, que sea autorizado por PMDF. Estas pruebas serán con cargo al proveedor. Dichos certificados deberán corresponder a pruebas efectuadas no más de 6 meses antes de la utilización de los materiales ensayados.

II.5.3. GRANULOMETRÍA.

Se establecerán dos curvas límites de granulometría para cada tamaño de agregado en el laboratorio que servirá de apoyo al proveedor, las que serán sometidas a la aprobación de PMDF y/o su representante teniendo como base que correspondan a materiales usados en las pruebas previas de certificación.

La curva granulométrica efectiva deberá estar comprendida entre estas dos curvas límites durante todo el tiempo que dure la fabricación.

Las curvas granulométricas límites para las arenas se muestran en la figura 1 del anexo No. 4, y para las gravas en las figuras 2 y 3 del mismo anexo.

II.6. ADITIVOS.

Siempre y cuando no afecten las propiedades del concreto a largo plazo y solo con la autorización del representante de PMDF se podrán emplear aditivos para concreto.

II.7. PIEZAS PARA LA FIJACIÓN DE LOS RIELES EN LOS DURMIENTES.

Las piezas necesarias para la correcta fijación de la vía en los durmientes de concreto, las suministrará el fabricante y deberán cumplir con las especificaciones que se indican a continuación:

- Especificación técnica para la fabricación y el suministro de la grapa metálica elástica NABLA para equipar las vías. PMDF-09-VI.8-612000-III-0025-02855-E-00
- Especificación técnica para la fabricación de almohadillas acanaladas de hule a colocarse entre rieles y durmientes de concreto. PMDF-09-VI.8-612000-III-0007-02837-E-00
- Especificación técnica para la fabricación y suministro de tirafondos "GS" y de fundas aislantes "GS". : PMDF-09-VI.8-612000-III-0045-02873-E-00.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 14 de 47

- Especificación técnica para la fabricación y recepción de las arandelas planas. PMDF-09-VI.8-612000-III-0035-02865-E-00.
- Especificación técnica para el suministro de topes aislantes específicos de las grapas nabra. PMDF-09-VI.8-612000-III-0034-02864-E-00

NOTA:

Para garantizar la trocha de 1435 mm, el proveedor armará en su planta un tramo de vía de 18 m con durmientes de los diferentes moldes previstos para la fabricación en serie. Los durmientes fabricados con los diferentes moldes, se colocarán en forma alternada al azar y en base a esta prueba se definirá el número o números de topes aislantes que proporcionará el proveedor junto con los durmientes.

III. FABRICACIÓN DE LOS DURMIENTES.

III.1. MOLDE METÁLICO.

El proveedor fabricará los moldes y habilitará los materiales necesarios para la fabricación del durmiente, quedando bajo su responsabilidad la correcta fabricación del mismo de acuerdo con lo especificado en su propio diseño, y cuyas características al detalle deberán someterse a la aprobación de PMDF.

Este molde deberá ser metálico de tal manera que cumpla con las características de: solidez, impermeabilidad, indeformabilidad y capaz de conservar la misma precisión geométrica durante todo el tiempo de su utilización.

III.2. PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DEL ACERO DE PRESFUERZO Y/O REFUERZO.

III.2.1. PARA EL DURMIENTE POSTENSADO.

Antes del vaciado del concreto en el molde, se coloca una matriz metálica engrasada que será la que posteriormente al desmolde formará los huecos necesarios para colocar las horquillas de acero y poder realizar el postensado.

Asimismo, se colocaran los herrajes y preparaciones de los tirafondos.

III.2.2. PARA EL DURMIENTE PRETENSADO.

Colocados los moldes en el banco de colado, se procederá a colocar los accesorios para las preparaciones de las fijaciones, posteriormente se hará el tendido del acero a través de las placas guía, y se tensará conforme al proyecto de fabricación utilizando gatos hidráulicos o los elementos previstos para este fin.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 15 de 47
---	--	--

Antes de la utilización de los aceros de presfuerzo y/o refuerzo, estos serán limpiados para retirar cualquier pintura, óxido y toda materia susceptible de atacar el metal o al concreto, o de reducir la adherencia entre ambos.

Para la aplicación de la carga de presfuerzo, el concreto deberá tener una resistencia no menor de 370 kg/cm^2 .

Los anclajes del pretensado o del postensado no deberán salir de los extremos del durmiente y se cubrirán con mortero.

III.3. COLOCACIÓN DE LA FUNDA AISLANTE GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

Las fundas aislantes GS con guarnición helicoidal para sujetar los tirafondos se colocan durante la fabricación de los durmientes.

La fijación de estos elementos en los moldes se hará con vástagos fileteados en los cuales se atornillaran a las fundas aislantes GS con guarniciones helicoidales, el proveedor deberá entregar a PMDF un plano de estos vástagos con cotas y tolerancias.

III.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO.

El proveedor deberá realizar el estudio de la composición del concreto.

Los elementos de la dosificación serán sometidos para la aprobación a PMDF y/o su representante y deberán incluir: las curvas granulométricas de los agregados, su procedencia, densidad, peso específico, volumen de vacíos, naturaleza, la dosificación del cemento y del agua, los resultados de las pruebas de tensión por flexión y de compresión, los datos de vibración (duración, amplitud y frecuencia) y todas las condiciones técnicas especiales relativas a la dosificación y ensayos del concreto.

La dosificación de los materiales requeridos en la elaboración del concreto, será determinada por el fabricante, bajo su exclusiva responsabilidad.

La mezcla tendrá cero centímetros de revenimiento, plástica y trabajable a fin de que al vibrarse y compactarse no queden vacíos o porosidades; la relación agua-cemento inferior a 0.38 para cada m^3 de concreto y la resistencia a la compresión se determinará en probetas cilíndricas estándar de 152 mm de diámetro por 305 mm de altura, y deberá ser, en promedio de $f'_c = 490 \text{ kg/cm}^2$.

La resistencia a la tensión por flexión del concreto se determinará en probetas prismáticas con dimensiones no menores a $10 \times 15 \times 75 \text{ cm}$, la resistencia mínima deberá ser en promedio de: 65 kg/cm^2 a los 7 días de edad, para cementos tipo Cementos tipo CPO 30, CPO 30R, CPC30 y CPC30R. Y 85 kg/cm^2 a los 7 días de edad, para cementos tipo CPO 40, CPO 40R, CPC40R.

Las resistencias a la compresión serán obtenidas por cada 40 m^3 o fracción de concreto colado.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 16 de 47
---	--	---

Las resistencias a tensión por flexión se determinarán por lo menos una vez por cada lote de 200 durmientes fabricados.

Los cilindros y prismas necesarios para las pruebas a 7, 14 y 28 días serán elaborados en el mismo lugar del colado del concreto los cuales se elaborarán de acuerdo con las **normas NMX-C-83 y NMX-C-303 o bien ASTM-C-39 y ASTM-C-293 última edición**, en los moldes suministrados por el fabricante. Se vibrarán al igual que los durmientes y se curarán junto con el lote de los durmientes.

Cuando se proceda al curado a vapor del concreto éste podrá realizarse con un procedimiento aceptado previamente por PMDF.

Los gastos ocasionados por estas pruebas estarán a cargo del proveedor. Las pruebas se llevarán a cabo en presencia del representante de PMDF en un laboratorio aprobado por los mismos.

III.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO.

III.5.1. MEZCLA.

El concreto deberá ser elaborado en revolvedora o mezcladora del tipo aprobado por PMDF, el mezclado manual no será permitido por ningún motivo.

Todos los componentes del concreto: arena, grava, cemento y agua, serán pesados de manera individual respetando las tolerancias que indica la **NORMA NMX-C-155 última edición** para asegurar la composición del concreto propuesto por el fabricante.

La duración mínima del mezclado, contada a partir del momento en que todos los componentes del concreto se encuentren en la mezcladora se deja a la experiencia del fabricante.

III.5.2. TRANSPORTE.

El vaciado, el transporte y la colocación de la mezcla en los moldes, se llevará a cabo, empleando los medios adecuados para que el concreto conserve su homogeneidad, evitando cualquier segregación posible, especialmente porque se trata de un concreto que contiene elementos gruesos y es de consistencia muy seca.

III.5.3. COLOCACIÓN.

El vaciado propiamente dicho será efectuado en el molde metálico después de la colocación de los elementos que dejarán los huecos para alojar las fijaciones y los aceros de presfuerzo, una vez realizando esto, se procederá al llenado del molde.

La vibración de compactación deberá lograr que el concreto rellene perfectamente el molde, sin formar oquedades y de modo que rodee completamente los armados.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 17 de 47
--	--	---

III.5.4. LIMPIEZA Y ACEITADO DE LOS MOLDES.

Entre dos coladas consecutivas, las paredes interiores de cada molde y muy particularmente las horquillas, los elementos metálicos que forman los bordes y los huecos para el alojamiento de las fijaciones, deberán ser debidamente aceitados, y en su caso, previamente limpiados.

El aceite será de una marca aprobada por el representante de PMDF y deberá utilizarse en forma de emulsión aplicada con un pulverizador. No se permitirá el uso de grasa ni la utilización de brocha.

III.5.5. DESMOLDEO.

El desmoldeo del durmiente postensado será inmediato, y para el durmiente pretensado el desmolde se hará una vez que el concreto haya alcanzado una resistencia no menor de 370kg/cm^2 .

Los moldes metálicos deberán estar equipados con todos los dispositivos necesarios para realizar su izado después de la vibración, su transporte hasta el área de desmoldeo, su rotación de 180° alrededor de su eje longitudinal y su izado exactamente vertical, para retirar el molde del durmiente formado, estos dispositivos deberán ser concebidos de manera que se efectúen todas las operaciones anteriores sin producir ningún golpe y con toda la suavidad necesaria para no causar alguna deformación, principio de fisuras del concreto.

El proveedor podrá escoger otra técnica, pero esta deberá ser aprobada por el representante de PMDF que cumpla con las condiciones antes expuestas.

III.5.6. CURADO.

El curado del concreto de preferencia, deberá efectuarse mediante vapor húmedo a presión ambiental que permita acelerar la resistencia del concreto.

III.5.7. ACABADO.

Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde con un mínimo de porosidades en todas las caras moldeadas. Deberán ser regulares en su forma y en su constitución; estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura. Los topes para las grapas de sujeción del riel, deberán ser limpiados y perfectamente modelados.

Después del desmolde se admitirán pequeños retoques de resanado en el concreto para corregir ligeras imperfecciones. En las caras laterales a través de las cuales se efectuó la aplicación del presfuerzo deberán preverse espacios que puedan ser rellenados con mortero y sellados de manera que el acero utilizado quede perfectamente oculto, además se aplicará una capa de impermeabilizante.

Todo durmiente que presente defectos en su estructura después del desmolde, será demolido de inmediato.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 18 de 47

III.5.8. ELEMENTOS PARA SUJETAR LOS TIRAFONDOS.

Los vástagos fileteados para sostener las guarniciones helicoidales deben permanecer en los durmientes por lo menos 2:30 hrs (dos horas y media) después del desmoldeo.

Para ello se agrupan a los durmientes en conjunto de 25 elementos y el plazo de 2:30 horas a partir del último durmiente desmoldeado.

III.5.9. COLOCACIÓN DE LOS TIRAFONDOS ATORNILLADOS EN LAS FUNDAS AISLANTES GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

a) APLICACIÓN.

Una vez que se ha colocado, durante la fabricación de los durmientes, las fundas aislantes GS con guarnición helicoidal, los tirafondos se colocan hasta el momento de instalar la vía.

III.5.9.1. COLOCACIÓN DE LOS TAPONES A LAS FUNDAS AISLANTES GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

APLICACIÓN.

a) Después del curado de los durmientes, se colocaran los tapones de protección, esto es con la finalidad de que no se introduzcan cuerpos extraños en el interior.

III.5.10. PERMANENCIA EN EL ÁREA DE DESMOLDEO.

Para condiciones normales de curado, los durmientes desmoldados deberán permanecer, como mínimo, 20 horas en el área de desmolde, antes de almacenarlos en otro sitio.

Durante este tiempo deberán protegerse contra un secado superficial demasiado rápido, mediante procedimientos que garanticen un fraguado uniforme y adecuado para alcanzar la resistencia estipulada. Dichos procedimientos deberán estar garantizados por el proveedor.

III.6. MORTERO Y LECHADA.

III.6.1. MORTERO.

El mortero para sellar las zonas de anclaje del presupuesto deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 300 kg/cm² a los 28 días de acuerdo a la prueba del cubo de 50 x 50 mm.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 19 de 47
--	--	---

III.6.1. LECHADA.

La lechada de inyección utilizada, deberá tener una fluidez adecuada para evitar la formación de burbujas, y una resistencia mínima a la compresión de 300 kg/cm² a los 28 días en cilindros de 50 mm de diámetro por 100 mm de altura, y a la tensión por flexión una resistencia de 65 kg/cm² a los 7 días en prisma de 40 x 40 x 160 mm.

III.7. MARCAS DE FABRICACIÓN.

Cada durmiente deberá llevar en la cara superior del bloque y en los extremos, las indicaciones siguientes, que deberán formarse con el molde, mediante relieves de 3 mm de profundidad y 50 mm de altura aproximadamente.

En uno de los extremos:

- El tipo de durmientes (MRM).
- Las siglas de PMDF.
- El tipo de riel 115 RE.

En el otro extremo:

- Marca del fabricante.
- El mes y año de fabricación.
- El número del molde.

III.8. COLOCACIÓN DE ACCESORIOS.

Se procederá a la colocación de los accesorios de fijación de acuerdo a los siguientes puntos:

III.8.1. COLOCACIÓN DE LAS ALMOHADILLAS DE CAUCHO PARA ASIENTO DE RIEL SOBRE LOS DURMIENTES.

Después de haberse efectuado las verificaciones geométricas y la inspección visual de los durmientes producidos, se procederá a la colocación de las almohadillas de caucho, establecido en el contrato, de acuerdo con lo siguiente:

a) LIMPIEZA.

Tanto las almohadillas a pegar como las superficies de los durmientes donde estas se vayan a colocar, deberán estar perfectamente limpias y secas, libres de polvo, grasas o sustancias extrañas. Lo antes expuesto se debe observar antes de colocar el pegamento en las almohadillas.

b) PEGAMENTO.

El pegamento a utilizar será de "contacto" del tipo que garantice la permanencia fija de la almohadilla al durmiente con un manejo adecuado. Por lo tanto se seguirán correctamente

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 20 de 47

las indicaciones de aplicación del fabricante. El pegamento se aplicará con utensilios que permitan su correcta aplicación de tal manera que las almohadillas no se desprendan durante el manejo de los durmientes antes de su utilización en la obra.

c) COLOCACIÓN DE LA ALMOHADILLA.

Una vez que el pegamento haya sido aplicado en las superficies a unir y siguiendo las instrucciones del propio pegamento en cuanto al tiempo de espera posterior a la aplicación del mismo, se procederá a colocar correctamente las almohadillas. Para esto se usarán piezas de metal o de madera como escantillones para medir los centros de los rieles y tener la ubicación exacta de las almohadillas para riel (ver figura 7 del anexo No. 2).

Después de colocar las almohadillas, se presionarán uniformemente con un rodillo metálico. Se cuidará que las orillas, especialmente las esquinas, queden bien pegadas. Tres días después de pegadas, el proveedor verificará que haya quedado perfectamente adheridas; en caso contrario, deberán desprenderse totalmente y pegarse de nuevo.

III.8.2. COLOCACIÓN DE TIRAFONDOS GS Y SUS ACCESORIOS.

Al igual que en el caso de almohadillas, después de la verificación geométrica y de la inspección visual de los durmientes producidos, se procederá a la colocación de los tirafondos GS con sus accesorios. Para tal efecto deberá usarse un escantillón como el mostrado en la figura 5 del anexo No. 2.

Durante la colocación de los tirafondos GS se tendrá la precaución de limpiar y secar, en caso de que contengan agua, los huecos en que quedarán alojados los tirafondos GS, deberá seguirse el procedimiento indicado en los incisos III.5.8, III.5.9 y III.5.9.1 de la presente especificación.

IV. MEDICIONES Y ENSAYES DE VERIFICACIÓN.

IV.1. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE FABRICACIÓN.

El proveedor presentará al representante de PMDF el plano completo de sus instalaciones, acompañado de la nomenclatura detallada de las máquinas y aparatos de los que dispondrá para la fabricación: taller de fabricación propiamente dicho, instalación para la elaboración del concreto, almacén o silo para el cemento, taller para la preparación de los armados, almacén para los agregados, almacén de los durmientes en proceso de endurecimiento, laboratorio, prensa de prueba, Oficina, etc. Además el proveedor deberá justificar y garantizar sus posibilidades de fabricación, en función del programa de entregas establecido en el pedido.

El proveedor deberá garantizar el libre acceso a todas sus instalaciones, de los representantes de PMDF durante todo el tiempo que dure la fabricación de todo el pedido.

	TÍTULO:  ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 21 de 47

IV.2. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN.

En principio, todos los durmientes deberán ser verificados y controlados por el proveedor. Sin embargo, los durmientes serán verificados en su totalidad o en parte por el representante de PMDF, encargado de la recepción.

- La frecuencia de ejecución de los ensayos de materiales para el control de producción será de acuerdo a lo indicado en el anexo No. 5.
- La planta deberá tener a disposición todos los aparatos necesarios para las verificaciones, pruebas y ensayos previstos en las especificaciones generales, tales como:
 - a) Los equipos y accesorios de laboratorio para realizar las verificaciones de la calidad del cemento, las pruebas eventuales de los aceros, los estudios y controles de granulometría.
 - b) Los calibradores necesarios para las verificaciones geométricas, así como los escantillones que se indican en el anexo No. 2.
 - c) La prensa para las pruebas de resistencia de los durmientes terminados deben contar con certificado de calibración vigente.

Todo este equipo estará a cargo del proveedor, quien deberá proporcionar también el personal necesario para los manejos indispensables.

La verificación de los durmientes prototipos incluirá:

- a) Examen visual del aspecto exterior.
- b) Control de las cotas y las tolerancias de acuerdo con las indicaciones anotadas en los planos y en las especificaciones.
- c) El control de calidad del concreto.
- d) Pruebas de momento flexionante positivo sobre el asiento del riel.
- e) Prueba de momento flexionante negativo sobre el asiento del riel.
- f) Pruebas de momento flexionante positivo al centro del durmiente.
- g) Pruebas de momento flexionante negativo al centro del durmiente.
- h) Pruebas de carga repetida sobre el asiento del riel.
- i) Pruebas de tracción para funda aislante GS con guarnición helicoidal.
- j) Pruebas de resistencia eléctrica.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 22 de 47

- k) Prueba de carga última.
- l) Prueba de carga destructiva.

IV.3. VERIFICACIÓN DEL ASPECTO EXTERIOR Y CONTROL GEOMÉTRICO.

IV.3.1. ASPECTO EXTERIOR.

Las superficies exteriores deberán ser las producidas por el molde, deberán ser regulares en su forma y en su constitución; estarán limpias y libres de cualquier hueco, fisura, rotura o hendidura.

- Ningún acero de presfuerzo o de refuerzo interior deberá ser visible.
- Ningún tipo de reparación se admitirá en los durmientes.
- La cara del durmiente que estará en contacto con el balasto, deberá ser rugosa.

IV.3.2. CONTROL GEOMÉTRICO.

El control geométrico se realizará 6 durmientes de la producción semanal que será seleccionados por el recepcionista de PMDF, pero este control podrá extenderse a todos los durmientes.

Previamente a la fabricación de los durmientes, el proveedor someterá a la aprobación del representante de PMDF, dos series de escantillones para las verificaciones dimensionales.

Los escantillones se marcarán después de su aprobación y una serie quedará a la disposición del proveedor quien la empleará para el control de los durmientes en su proceso de fabricación. La segunda serie será empleada por los representantes de PMDF y se utilizarán en las recepciones únicamente los escantillones marcados por PMDF o su representante.

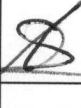
Estos escantillones serán verificados y en su caso reemplazados toda vez que el representante de PMDF lo juzgue necesario. Las tolerancias a respetar en las dimensiones de los durmientes han sido precisadas en el artículo 1.5 de esta especificación.

IV.4. CONTROL DE LA CALIDAD DEL CONCRETO.

La calidad del concreto se controlará mediante pruebas de edades de 7, 14 y 28 días en las probetas testigo elaboradas durante el colado diario de los durmientes.

Si la resistencia promedio a la compresión, obtenida a 14 ó 28 días en 2 probetas correspondientes a un mismo lote, es inferior a 490 kg/cm², entonces dicho lote de durmientes será rechazado. (Ver notas 2 y 3 al final del capítulo).

En su caso, el rechazo de un lote solo podrá ser definido después de realizar las pruebas de carga directa en los durmientes de ese lote y solo si estas no son satisfactorias.

	TÍTULO:  ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 23 de 47

Un lote indica aquí el conjunto de durmientes colados en una misma jornada y para los cuales se elaboraron los cilindros de prueba.

IV.5. PRUEBAS.

Las pruebas se efectuarán a menos de 7 días si fue curado con vapor y a no menos de 14 días si el curado fue normal; excepto las pruebas que expresamente indiquen otros periodos de ejecución de las pruebas descritas a continuación.

IV.5.1. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Se ejecutará en cada asiento del riel, con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 1 del anexo no. 3, una carga aumentando a un promedio de mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que la carga (P) de 21.42 toneladas produzca un momento positivo en el asiento del riel de 253.5 toneladas – centímetro. Esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos, durante los cuales se hará una inspección para determinar si ocurre agrietamiento estructural, después de este tiempo se descargará la prensa de prueba.

Una lupa de 10 aumentos, podrá usarse para localizar grietas. Si no se presenta ninguna grieta o fisura, los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

IV.5.2. PRUEBA DEL MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Se efectuará en cada asiento del riel, con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 2 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que la carga (P) de 12.17 toneladas, produzca un momento negativo en el asiento del riel de 132.5 toneladas – centímetro. Esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos, durante los cuales se hará una inspección para determinar si ocurre agrietamiento estructural, después de este tiempo se descargará la prensa de prueba.

Una lupa de 10 aumentos, podrá usarse para localizar grietas. Si no se presenta ninguna grieta o fisura, los requisitos de esta prueba se habrán cumplido, esta inspección se realizara durante los 3 minutos que se mantendrá la carga de 12.17 toneladas.

IV.5.3. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 3 del anexo No. 3, una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto se aplicará hasta que una carga de 2.95 toneladas, produzca un momento de 103.7 toneladas – centímetro. Esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos, durante los cuales se hará una

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 24 de 47
---	--	---

inspección para determinar si ocurre agrietamiento, después de este tiempo se descargará la prensa de prueba. Si no ocurre agrietamiento los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

IV.5.4. PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 4 del anexo No. 3, se aplicará una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto hasta que una carga de 7.42 toneladas, produzca un momento negativo de 253.5 toneladas – centímetro. En los durmientes con ancho constante en la superficie de apoyo esta carga se mantendrá por no menos de 3 minutos. Durante los cuales se hará una inspección para determinar si ocurre agrietamiento estructural. Después de este tiempo se descargará la prensa de prueba. Si no ocurre agrietamiento estructural los requisitos de esta prueba se habrán cumplido.

Para el caso de durmientes con ancho variable en la superficie de apoyo con reducción hacia el centro, se aplicará una disminución del 10% en el momento negativo; por lo que el valor de la carga será de 6.68 toneladas para que produzca un momento negativo de 228.15 toneladas – centímetro.

IV.5.5. PRUEBA DE CARGA REPETIDA SOBRE EL ASIENTO DEL RIEL.

Esta prueba se realizará conforme a lo indicado en el inciso 4.9.1.5 del capítulo 30 del manual "AREMA" última edición.

El valor de la carga "P" será de 21.42 toneladas, por lo tanto $1.1P = 23.56$ toneladas.

IV.5.6. PRUEBA DE CARGA ÚLTIMA EN EL ASIENTO DEL RIEL.

Con el durmiente apoyado y cargado como se muestra en la figura 1 del anexo No. 3, se aplica una carga aumentando a un promedio no mayor de 2.27 toneladas por minuto, se aplicará hasta que una carga total de $1.5 P$ se obtenga (la carga "P" es la definida en el inciso IV.5.1). Si el durmiente es pretensado, el corrimiento medido en los alambre o torones exteriores al cabo de 5 minutos de aplicación de la carga, no deberá ser mayor de 0.03 mm para pasar esta prueba.

En ambos casos si el durmiente es pos tensado y puede soportar esta carga de $1.5 P$ durante 5 minutos el durmiente habrá satisfecho la prueba.

IV.5.7. PRUEBA DE CARGA DESTRUCTIVA EN EL ASIENTO DEL RIEL.

Para el caso de la prueba de carga destructiva, la carga se continuará incrementando hasta que ocurra la falla total del durmiente, registrándose la lectura de la carga máxima. Consultar anexo No. 6.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	  CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 25 de 47
---	--	---

IV.5.8. PRUEBA DE TRACCIÓN PARA FUNDA AISLANTE GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

Las fundas aislantes GS deberán ser sometidas a una prueba de tracción de la siguiente manera:

El ensayo será realizado en cada funda aislante GS, como se muestra en la figura 5 del anexo No 3. Y Una carga axial de 53,4 kN se aplicará a cada una por separado que se mantendrá durante no menos de 3 minutos, tiempo durante el cual, será inspeccionado y no debe presentarse ninguna desviación de la inserción de la funda aislante GS o cualquier agrietamiento en el concreto

NOTA: Las grietas de mortero en las proximidades de la inserción no son una causa para el rechazo. Si se producen errores, entonces los requisitos de esta prueba no se han cumplido. La incapacidad del propio inserto de cada funda aislante de resistir a los 53,4 kN de carga sin deformación permanente constituirá también una falta de esta prueba.

IV.5.9. PRUEBA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA.

En un durmiente de prueba se colocarán dos trozos cortos de riel, los cuales se sujetarán al durmiente con todos los elementos de sujeción previstos para la implantación de la vía, formando un sistema con aisladores y sujetadores en forma apropiada como se muestra en la figura 6 del anexo No. 3.

El montaje antes citado deberá sumergirse en agua por un mínimo de 6 horas al sacarse del agua se deja transcurrir una hora, para después aplicar un voltaje de C.A. de 10 volts a una frecuencia de 60 hertz a través de los 2 rieles por un período de 15 minutos. Los puntos de contacto entre los rieles deberán estar limpios, libres de oxidaciones o incrustaciones. La medición de la corriente se realizará con un amperímetro de C. A. y se expresará en amperes. La impedancia se determinará dividiendo el voltaje (10 volts) aplicado entre la corriente en amperes registrada en el amperímetro.

Si la impedancia en el medidor resulta mayor de 20,000 Ω (Ohms), el durmiente habrá pasado la prueba.

IV.6. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN PROTOTIPO.

Para cada serie de pruebas realizadas en un durmiente se deberán cambiar los apoyos de neopreno, y para su aprobación deberán realizarse las siguientes pruebas.

- Verificación geométrica, la verificación geométrica se efectuará en 3 durmientes de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.3.2. de esta especificación.
- Verificación del aspecto exterior, la verificación se realizara en todos los durmientes.
- Pruebas de carga vertical en asientos de rieles al derecho y al revés, se realizarán en un durmiente de acuerdo con lo indicado en los incisos IV.5.1 y IV.5.2 de esta especificación.

	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 26 de 47

- Pruebas de momento flexionante al centro del durmiente en posición al derecho y al revés, se realizarán en un durmiente de acuerdo con lo indicado en los incisos IV.5.3, y IV.5.4 de esta especificación.
- Prueba de carga repetida sobre el asiento del riel, se realizará en un durmiente de acuerdo a lo indicado en el inciso IV.5.5 de esta especificación.
- Prueba de carga última, se realizará en un durmiente ya ensayado en la prueba de momento flexionante positivo sobre el asiento del riel y de acuerdo con lo indicado en el inciso IV.5.6 de esta especificación.
- Prueba de tracción para la funda aislante GS con guarnición helicoidal; de un durmiente y se realizará de acuerdo a lo indicado en el inciso IV.5.7.
- Prueba de resistencia eléctrica, se realizará en un durmiente de acuerdo a lo indicado en el inciso IV.5.8 de esta especificación.

IV.7. PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACIÓN.

Para la aprobación de los durmientes durante la fabricación en serie, deberán realizarse las siguientes pruebas de control y se deberán cambiar los apoyos de neopreno cada 25 durmientes ensayados de los durmientes de un lote; un lote indica aquí el conjunto de 200 ó fracción de 200 durmientes colados en una misma jornada.

Las pruebas de control de calidad de los materiales componentes, se realizarán de acuerdo a lo indicado en el anexo No. 5 de la presente especificación.

IV.8. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

La recepción provisional de durmientes será expedida después de las dos verificaciones siguientes:

- Verificación en fábrica de que todas las piezas satisfagan los requisitos indicados en la presente especificación y en los planos constructivos correspondientes.
- Verificación del aspecto después de la entrega en los talleres o almacenes indicados por PMDF y/o su representante.

La recepción provisional de los durmientes aceptados, será notificada al proveedor mediante la entrega de un recibo emitido, fechado y firmado por el representante de PMDF, en el que se precisará el número de durmientes recibidos.

La recepción provisional de los elementos de fijación se realizará por separado, debiéndose realizar las verificaciones y pruebas que se indican en las especificaciones técnicas correspondientes.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PÉRFORADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 27 de 47

NOTAS:

- 1) Si uno de los durmientes ensayados resulta satisfactorio, el lote será aceptado, en caso de que no cumpla con las pruebas, se probarán 5 durmientes adicionales, los 5 durmientes deberán satisfacer todas las pruebas, de lo contrario, todo el lote será rechazado. No obstante, el proveedor tiene la posibilidad de realizar las pruebas sobre cada uno de los durmientes del lote rechazado y entonces los durmientes que cumplan con las pruebas podrán ser aceptados.
- 2) Para curado normal y cuando en los ensayos a 14 días se obtengan resultados desfavorables, el fabricante tendrá la opción de realizar a los 28 días las pruebas y en caso de que todas las pruebas sean satisfactorias, el lote podrá ser aceptado como bueno y utilizarse después de los 28 días de edad.
- 3) Cuando se utilice curado a vapor y se obtengan resultados desfavorables en los ensayos a 7 ó 14 días respectivamente, el fabricante tendrá la opción de realizar a los 14 ó 28 días estas pruebas y en caso de que todas las pruebas sean satisfactorias, el lote podrá ser aceptado como bueno y utilizarse después de los 28 días de edad.

V. ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE, GARANTÍA Y DERECHOS DE PATENTE.

V.1. ALMACENAMIENTO.

Después de haber cumplido con las verificaciones del fabricante y con el control de PMDF, en lo que se refiere a las dimensiones y al aspecto, los durmientes serán almacenados por lotes en un lugar de fácil acceso; cada lote deberá corresponder como máximo a la fabricación de una jornada en condiciones exactamente iguales. En cada lote se colocará un cartel de lámina o madera de modo que sea siempre visible; este cartel podrá suprimirse si las indicaciones antes mencionadas son anotadas directamente en cada durmiente de manera indeleble.

Durante el manejo para el almacenamiento se tomará de cada lote un durmiente por cada 200, ó fracción de 200, para realizar en él las pruebas de carga a los 14 ó 28 días. Se hace hincapié en que durante el período de fraguado total deberán extremarse las precauciones para evitar fisuras en el concreto de los durmientes.

El almacenamiento de los durmientes podrá realizarse hasta una altura máxima correspondiente a 15 camas como máximo; entre cada cama deberán colocarse separadores de madera de 76 x 76 mm aproximadamente. Los durmientes de camas adyacentes no deberán tocarse entre sí.

Si el curado es normal, el tiempo de permanencia de los durmientes en el almacenamiento, antes de que puedan ser utilizados, será de 14 días como mínimo o a los 28 días como en el caso de los durmientes curados con vapor, el tiempo de permanencia en el almacenamiento será de 7 ó 14 días.

	TITULO:	ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PREFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	

V.2. TRANSPORTE.

El transporte de los durmientes se podrá hacer una vez que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia mínima impuesta a 28 días.

Los embarques deberán comprender solo aquellos lotes que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas de recepción.

El proveedor deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier daño o deterioro de los durmientes durante su transporte; de lo contrario, deberá reemplazar a su cargo, todos los durmientes que al momento de la entrega presenten defectos tales que no podrían satisfacer las condiciones de recepción.

V.3. GARANTÍA.

El proveedor garantizará el buen comportamiento de los durmientes colocados en la vía tres (3) años a partir de la inauguración de la línea, contra cualquier defecto de fabricación que pudiera manifestarse, y que no se haya detectado durante las operaciones de recepción, debiendo reponer dichos durmientes sin cargo alguno para PMDF, además cubrirá los gastos de retiro del material de la vía y los daños que se hayan causado a ésta.

V.4. DERECHOS DE PATENTE.

Los derechos de patente de los durmientes estarán a cargo del proveedor, quien se responsabilizará contra cualquier reclamación a este respecto.

VI. MEDICIÓN Y BASES DE PAGO.

VI.1. MEDICIÓN.

Se medirá tomando como unidad las piezas terminadas con todos sus elementos de fijación.

VI.2. BASES DE PAGO.

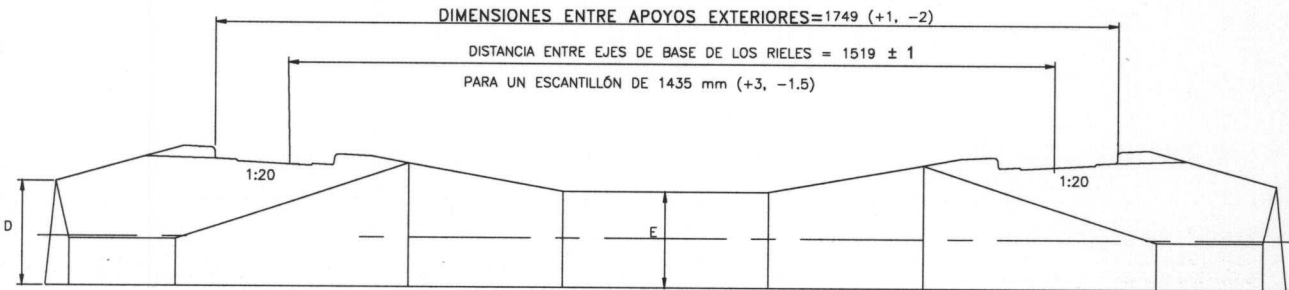
El pago por unidad terminada se hará al precio fijado en el contrato.

Este precio unitario incluye lo que corresponda por: regalías por patente de invención, adquisición de materiales, adquisición o fabricación de elementos de fijación de vía, transporte, cargas, descargas, almacenamientos, cortes, desperdicios y en general todos los materiales, equipo y mano de obra para su fabricación conforme a lo indicado en esta especificación.

VII. ANEXOS.

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 29 de 47
--	--	---

ANEXO No. 1.



DURMIENTE TIPO MONOBLOQUE.

DIMENSIONES			
	NOMINAL	MÍNIMO	MÁXIMO
A	2,400		
B		260	330
C		190	330
D		150	260
E		150	195

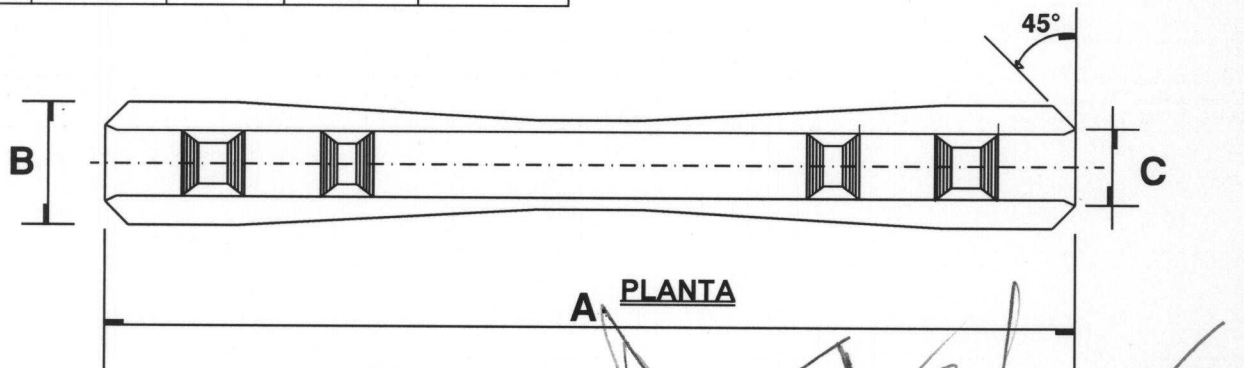


FIGURA 1

ACOT: mm
S/E



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN
DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO
MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 30 de 47

ANEXO No. 2.

VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS DURMIENTES.

1) PENDIENTE DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

El escantillón "A" permite la verificación del ángulo generado por ambas superficies de apoyo del riel del durmiente.

- Pendiente teórica de cada superficie: 1/20.
- Tolerancia ± 0.5 mm con respecto al ancho de la superficie.

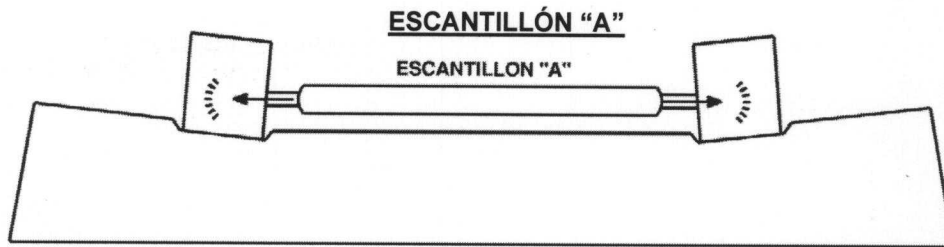
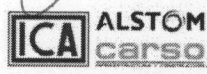


FIGURA 1

Los elementos orientables con respecto a la barra de unión se colocan sobre las superficies de apoyo del riel. Un cursor solidario de la barra indica mediante una graduación fijada en los elementos orientables, el valor de la pendiente.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 31 de 47
---	---	---

2) **DISTANCIA ENTRE LOS TOPES EXTREMOS DEL DURMIENTE.**

Se verifica esta distancia por medio de un escantillón "B" del tipo "CORRECTO" ó "INCORRECTO".

Distancia nominal: mencionada en un plano (Tolerancia = + 1, -2 mm).

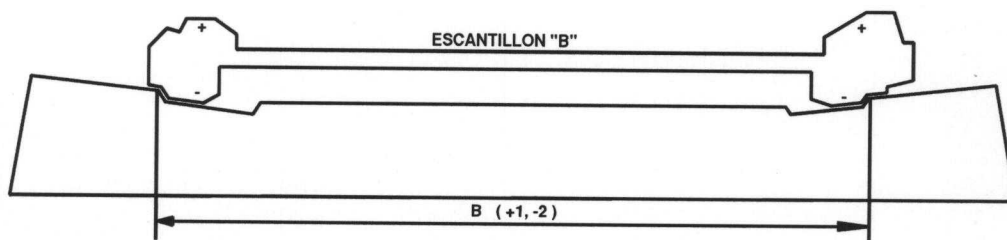


FIGURA 2

3) **DISTANCIA ENTRE LOS TOPES DE UNA FIJACIÓN.**

Se verifica esta distancia por medio de un escantillón "C" del tipo "CORRECTO" ó "INCORRECTO".

Distancia nominal: mencionada en un plano (Tolerancia = ± 0.5 mm).

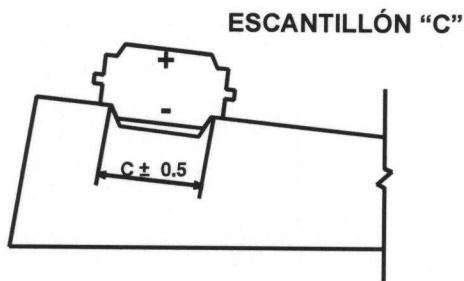


FIGURA 3

Se hará esta verificación en las dos cabezas del durmiente.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 32 de 47
---	--	---

4) **PLANEIDAD DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.**

Se verifica esta planeidad mediante un escantillón "D" asentado en 3 puntos, el cual presenta una holgura teórica de 5 mm entre su cara inferior y la superficie por verificar (Tolerancia = ± 0.5 mm).

Distancia nominal: mencionada en un plano (Tolerancia = ± 0.5 mm).

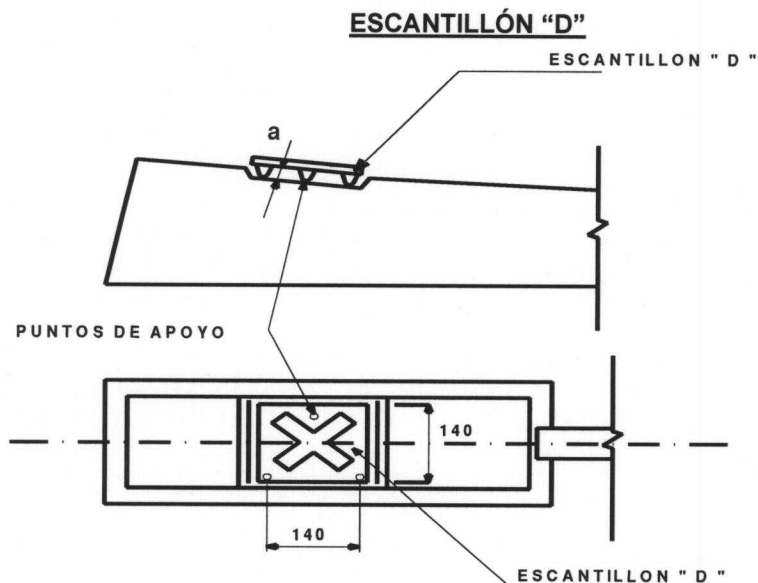
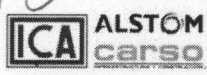


FIGURA 4

El mismo escantillón se emplea para verificar cualquier superficie de apoyo del riel.

La cota $a = 5$ mm se verifica en las diagonales del escantillón por medio de una lámina graduada en forma de cuña.

Se hará esta verificación en las dos cabezas del durmiente.

	TITULO:	ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave:	PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	

5) **UBICACIÓN DE LOS TIRAFONDOS GS.**

Se verifica la ubicación de los tirafondos por medio de un escantillón único, el cual debe encajarse en dichos tirafondos con una holgura máxima de 1 mm, este escantillón se ejecuta de tal modo que se hallen holguras iguales con respecto a los topes extremos de una misma cabeza con una tolerancia de ± 0.5 mm.

Distancia nominal: mencionada en un plano (Tolerancia = ± 0.5 mm).

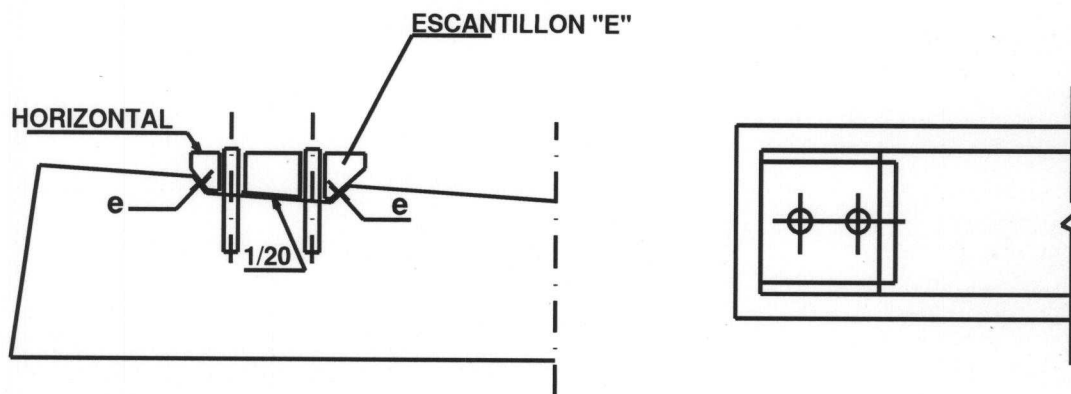


FIGURA 5

6) **DIFERENCIA DE ALTURA ENTRE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL Y DE LAS GRAPAS.**

Se empleará el escantillón "F" (ver el croquis mencionado a continuación).

Medida de las cotas a = $5 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$.

[Handwritten signatures and marks]

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 34 de 47
---	--	--

7) **PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.**

Se empleará el escantillón "F".

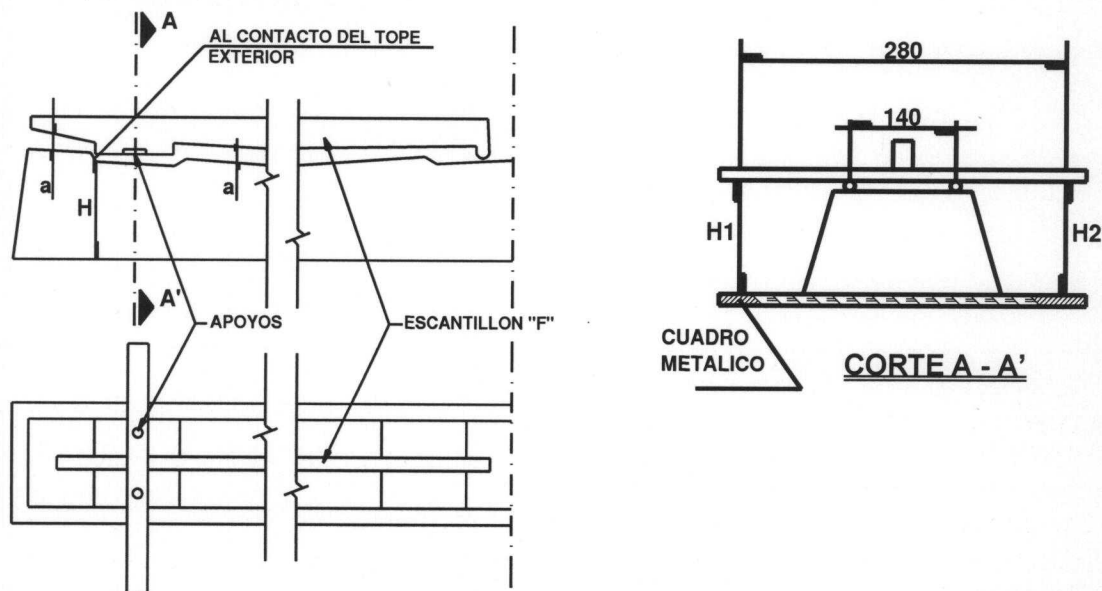


FIGURA 6. ESCANTILLON PARA VERIFICAR LA PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS SUPERFICIES DE APOYO DEL RIEL.

PENDIENTE POR MEDIO DE LAS COTAS H1 Y H2.
H1 = H2 CON UNA TOLERANCIA DE ± 2 mm.

8) **ESPESOR DEL DURMIENTE A LA ALTURA DEL RIEL.**

Se deduce este espesor de las cotas H1 y H2 antes mencionadas.

+ 6 mm

Espesor nominal con una tolerancia - 3 mm

Las medidas efectuadas en una cabeza, como se indicó en los incisos 6, 7 y 8 del presente anexo, se ejecutarán también en la otra cabeza del mismo durmiente girando 180° el escantillón "F".

Previamente a cualquier medida se cerciorará que el escantillón tenga contacto con el tope exterior de la cabeza por verificar.

9) **DIMENSIONES EXTERIORES DEL DURMIENTE.**

El ancho del durmiente se medirá:

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 35 de 47

- En el eje de la superficie de apoyo del riel: Tolerancia ± 3 mm.
- Al asiento (sobre el balasto). Tolerancia ± 5 mm.

La longitud se medirá en el asiento de la base del durmiente: Tolerancia ± 5 mm.

NOTA:

La medida de las cotas iguales a 5 mm, entre el escantillón y parte del durmiente se ejecutarán mediante una lámina graduada en forma de cuña con una pendiente menor de 1/5.

[Handwritten signatures]

 Ciudad México <i>Capital en Movimiento</i>	TITULO: <i>[Signature]</i> ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00		HOJA: 36 de 47

ANEXO No. 2

ESCANTILLÓN "D" PARA ALOJAR LA ALMOHADILLA.

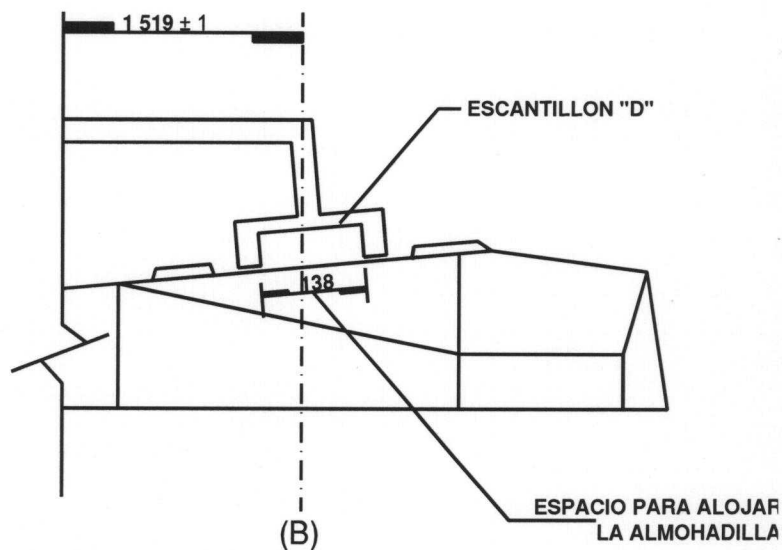
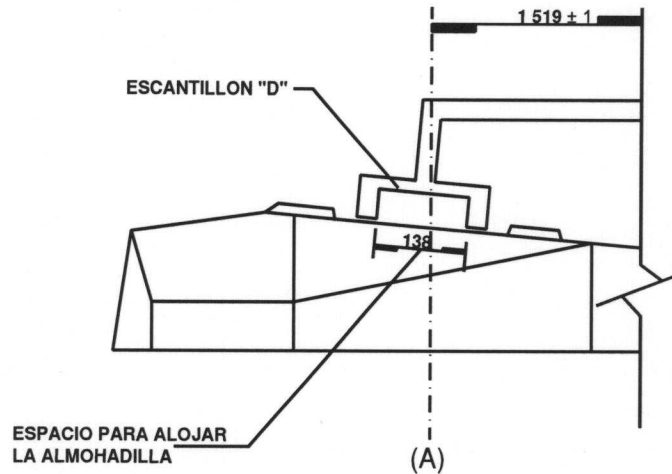


FIGURA 7

ACOT: mm
S/E



TÍTULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN
DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO
MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 37 de 47

ANEXO No. 3. ± ENSAYO DE FLEXIÓN AL DERECHO.

LA SIGUIENTE FORMULA SE USARÁ PARA DETERMINAR EL VALOR DE P:

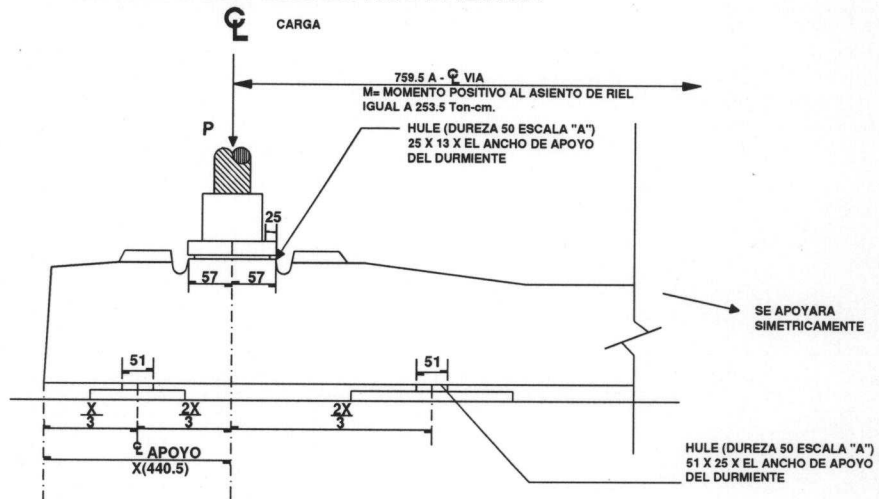
$$P = \frac{2M}{\left(\frac{2x}{3} - 57\right)}$$

$$P = \text{TONS}$$

$$P = \frac{2(253.5)}{29.366 - 5.7}$$

$$P = \frac{507}{23.66}$$

$$P = 21.42 \text{ Ton}$$



PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO SOBRE ASIENTO DE RIEL.
FIGURA 1.

ENSAYO DE FLEXIÓN AL REVÉS.

LA SIGUIENTE FORMULA SE USARÁ PARA DETERMINAR EL VALOR DE P:

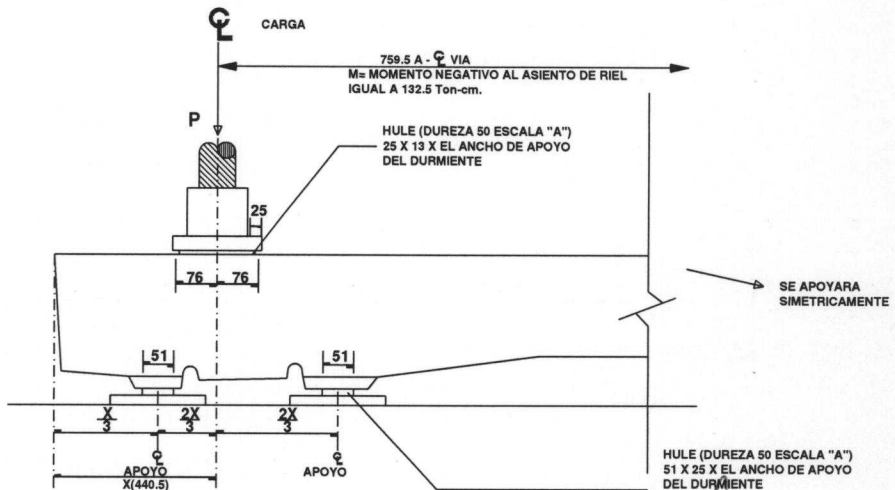
$$P = \frac{2M}{\left(\frac{2x}{3} - 76\right)}$$

$$P = \text{TONS}$$

$$P = \frac{2(132.5)}{29.366 - 7.6}$$

$$P = \frac{265}{21.766}$$

$$P = 12.17 \text{ Ton}$$



PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO SOBRE ASIENTO DEL RIEL.
FIGURA 2

ACOT. mm
S / E



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN
DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO
MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

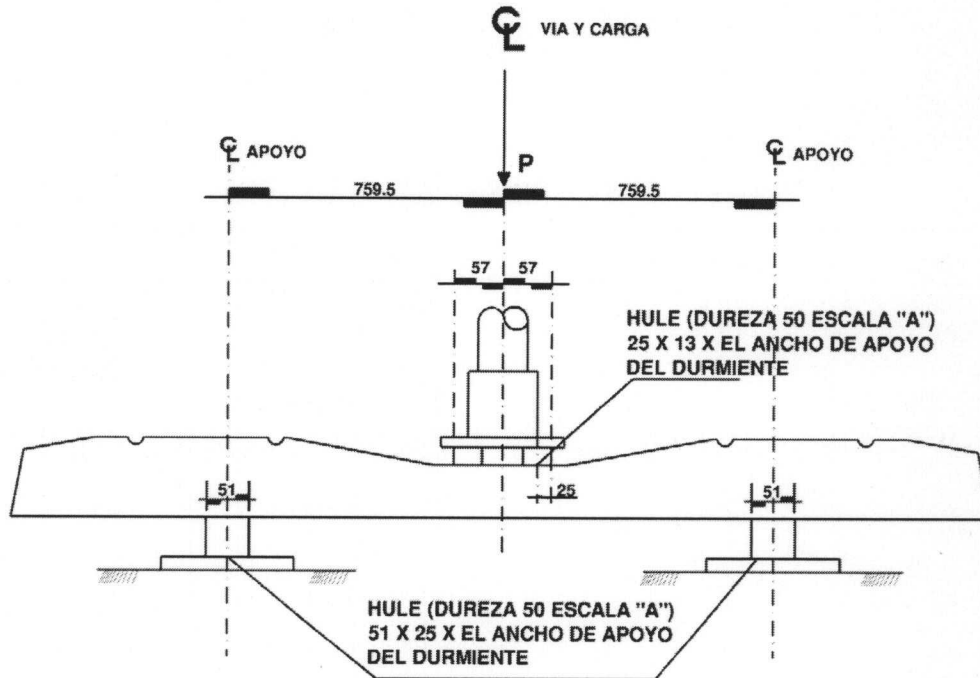
ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 38 de 47

ANEXO No. 3.

PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE POSITIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.



LA SIGUIENTE FORMULA SE
USARÁ PARA DETERMINAR EL
VALOR DE P:

$$P = \frac{2M}{70.25} \quad P = \frac{2(103.7)}{70.25} = \frac{2.95 \text{ Ton.}}{}$$

M = MOMENTO POSITIVO AL CENTRO
DEL DURMIENTE IGUAL A 103.7 Ton. - cm.

FIGURA 3

S/E
Acot. mm.



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN
DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO
MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 39 de 47

ANEXO No. 3.

PRUEBA DE MOMENTO FLEXIONANTE NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE.

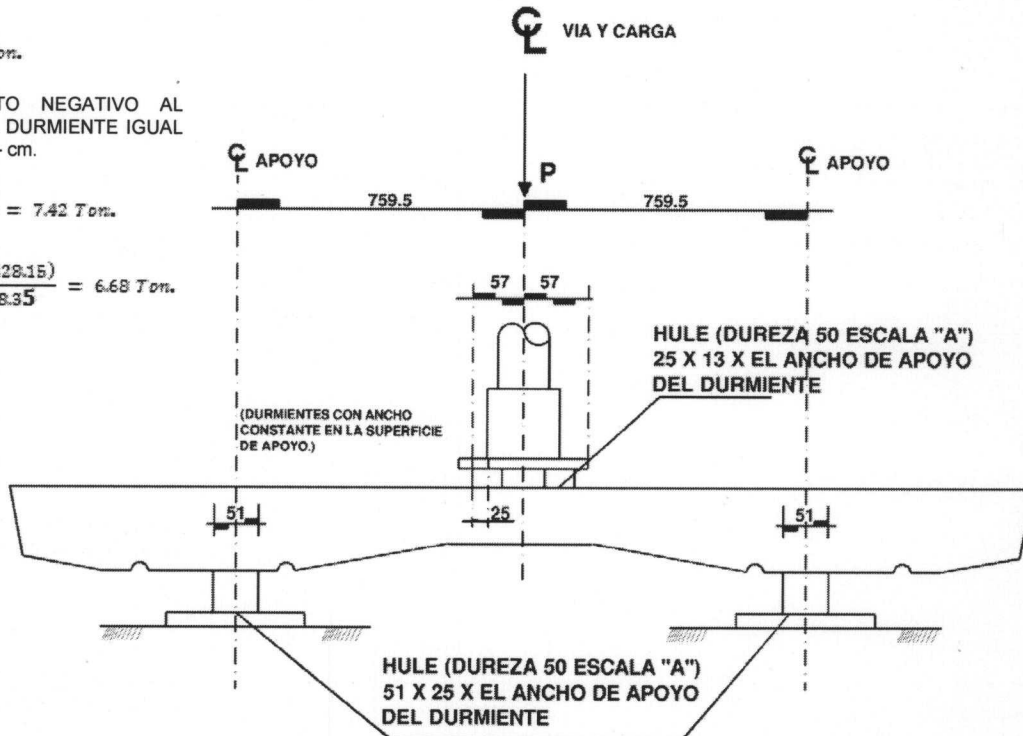
LA SIGUIENTE FORMULA SE USARÁ PARA DETERMINAR EL VALOR DE P:

$$P = \frac{2M}{68.35} \text{ Ton.}$$

M= MOMENTO NEGATIVO AL CENTRO DEL DURMIENTE IGUAL A: 253.5 Ton. - cm.

$$P = \frac{2(253.5)}{68.35} = 7.42 \text{ Ton.}$$

$$P = \frac{2(228.15)}{68.35} = 6.68 \text{ Ton.}$$



(PARA DURMIENTES CON ANCHO VARIABLE EN LA SUPERFICIE DE APOYO CON REDUCCIÓN HACIA EL CENTRO).

FIGURA 4

ACOT. mm
S/E.

	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	 CONSORCIO LINEA 12 HOJA: 40 de 47
---	--	---

ANEXO No. 3

PRUEBA DE TRACCIÓN PARA FUNDA AISLANTE GS CON GUARNICIÓN HELICOIDAL.

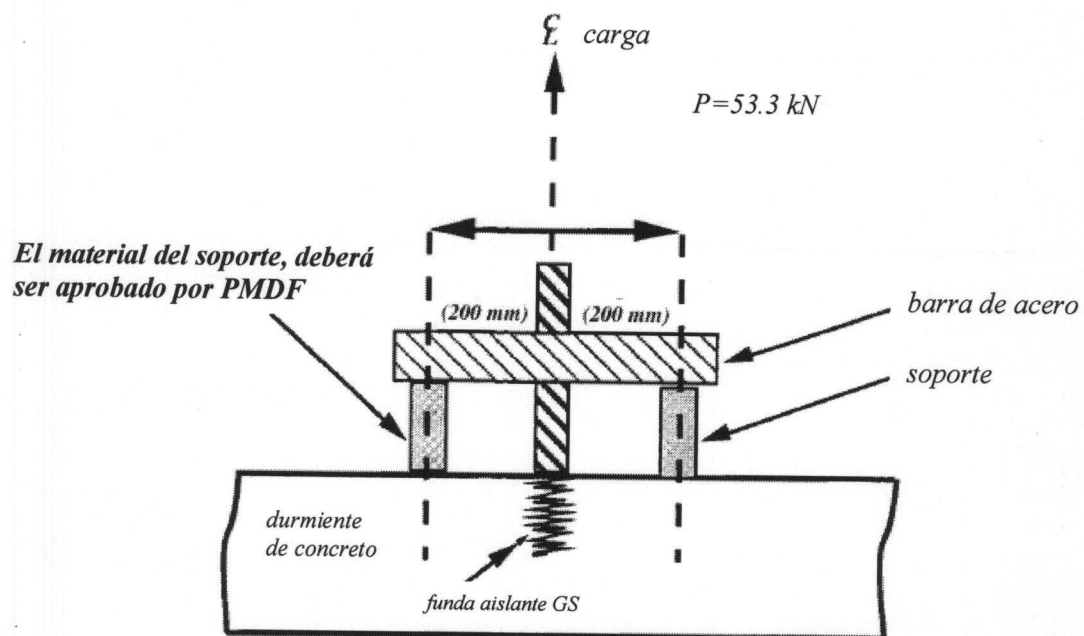


FIGURA No. 5

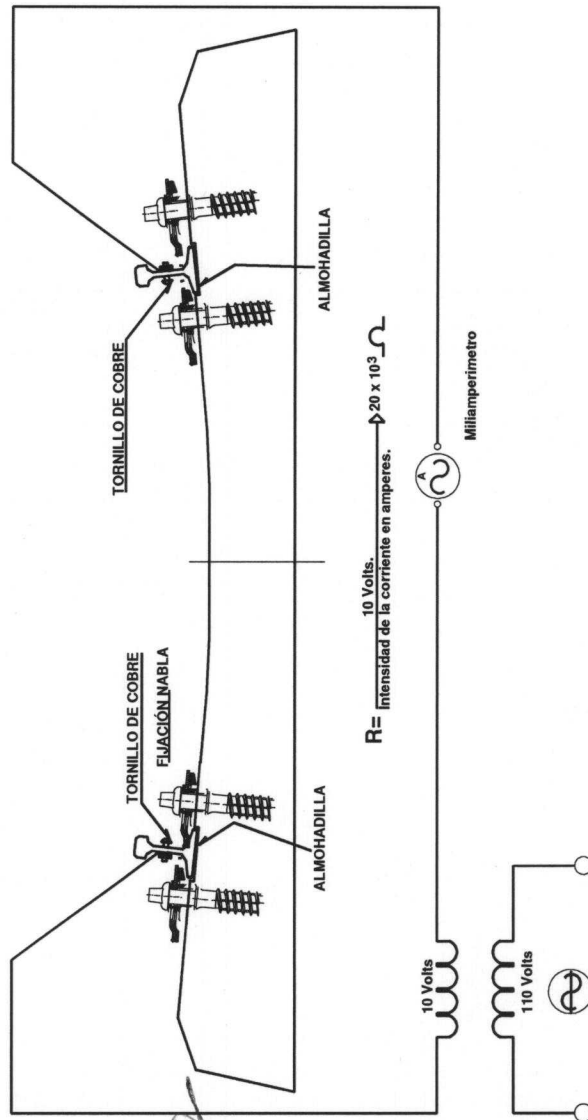
[Firma]

S / E.
Acot. mm

 Ciudad México Capital en Movimiento	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12
	No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00	HOJA: 41 de 47

ANEXO No. 3

PRUEBA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA



NOTA: EN LA PRUEBA DEBEN INCLUIRSE TODOS LOS ELEMENTOS DE FIJACIÓN DEL RIEL CON EL DURMIENTE.

Sin escala



TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

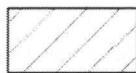
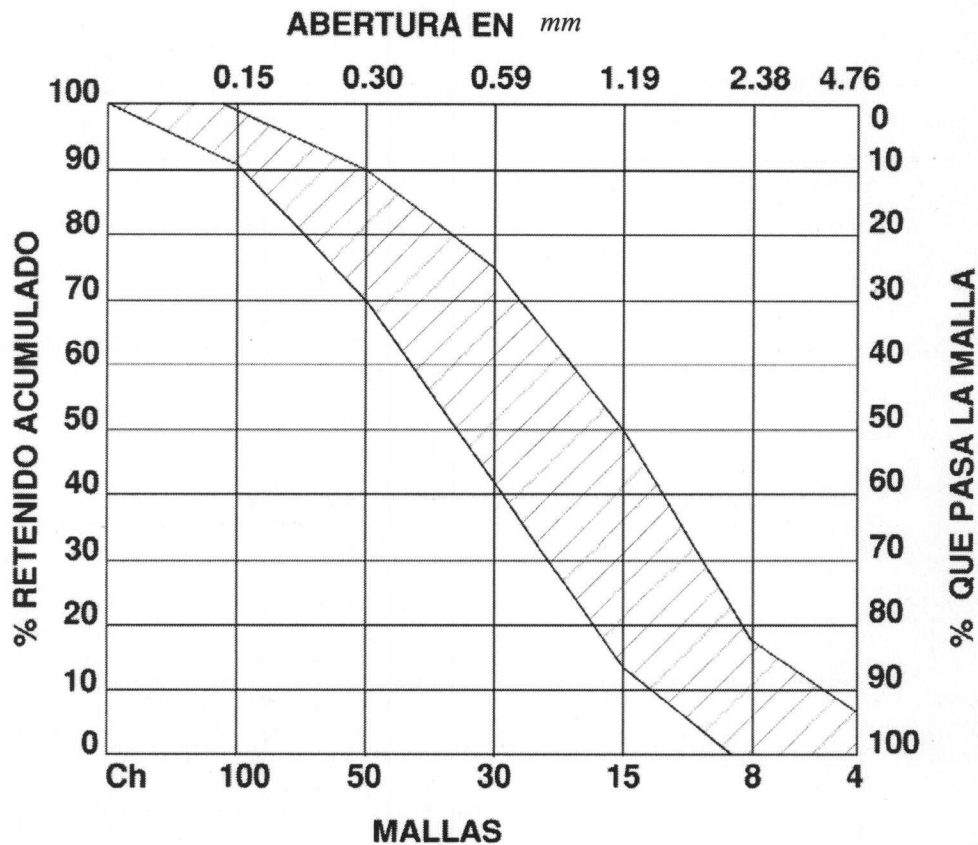
ICA ALSTOM
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 42 de 47

ANEXO No. 4.

GRAFICA GRANULOMÉTRICA DE LA ARENA



LIMITE ESPECIFICADO PARA LA ARENA DE LOS DURMIENTES DE CONCRETO.

CONTROL DE CALIDAD DE ARENA.

FIGURA 1

[Handwritten signature]



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE



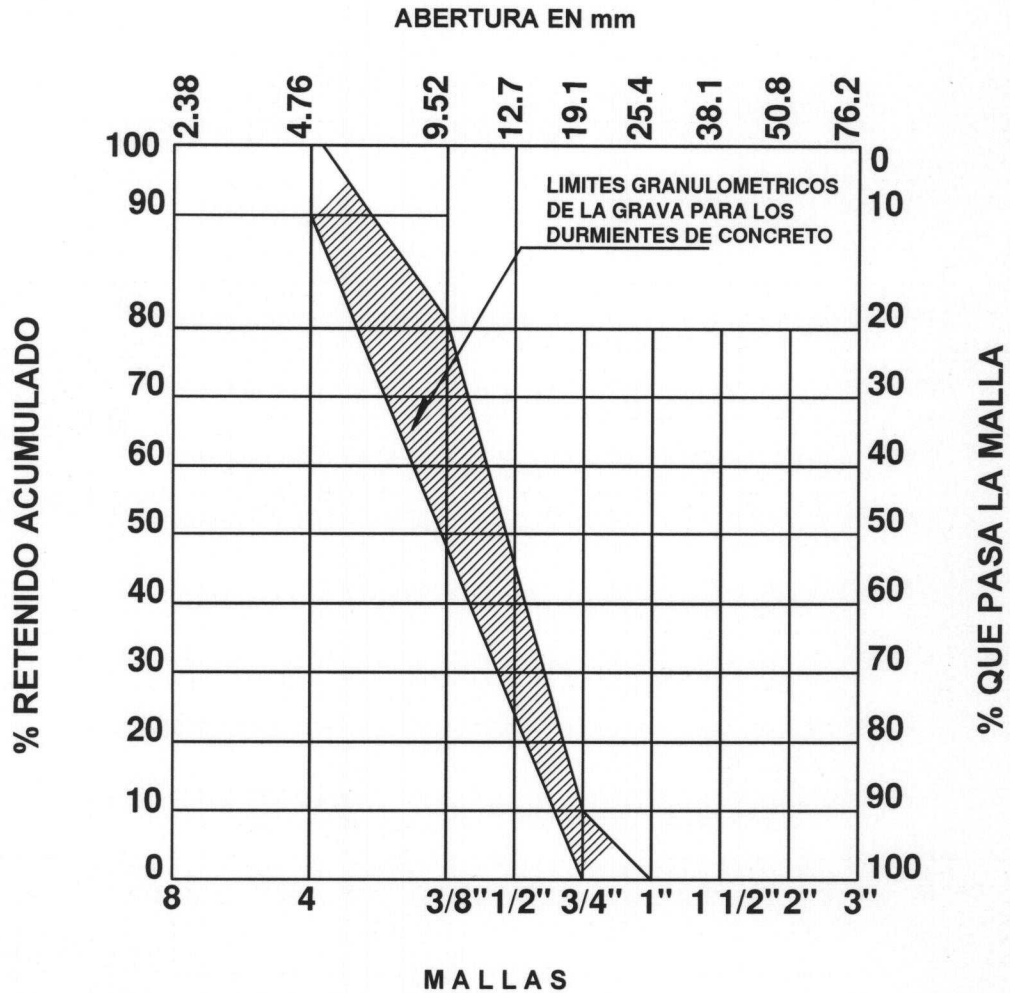
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 43 de 47

ANEXO No. 4

GRÁFICA GRANULOMÉTRICA DE LA GRAVA.



CONTROL DE CALIDAD DE GRAVA.

FIGURA 2

[Handwritten signatures and marks]



TITULO:

ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE

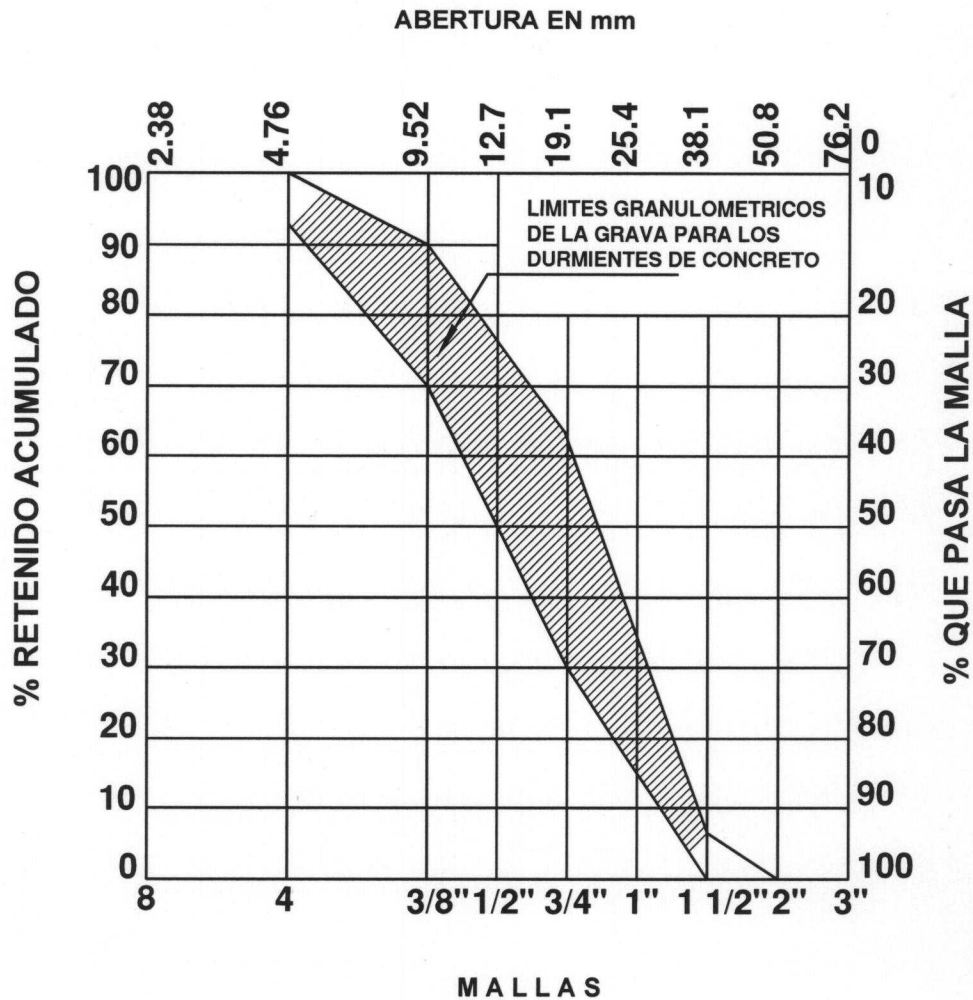
ICA **ALSTOM**
carso
CONSORCIO LINEA 12

No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00

HOJA: 44 de 47

ANEXO No. 4

GRÁFICA GRANULOMÉTRICA DE LA GRAVA.



CONTROL DE CALIDAD DE GRAVA.

FIGURA 3

 Ciudad México Capital en Movimiento	TITULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00		HOJA: 45 de 47

ANEXO No. 5

TABLA DE ENSAYOS Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN PARA EL CONTROL DE PRODUCCIÓN DE DURMIENTES MONOBLOQUE.

MATERIALES	PROPIEDADES A DETERMINAR	FRECUENCIA
1) ACERO DE PRESFUERZOS.	FÍSICAS	3 ENSAYES POR CADA 10 TONS. O FRACCIÓN.
2) CEMENTO.	FÍSICAS Y QUÍMICAS.	1 ENSAYE DE LA 1ª. ENTREGA Y 1 POR MES POSTERIORMENTE.
3) AGUA.	QUÍMICAS.	1 DIARIO AL INICIO DE LA PRODUCCIÓN Y 1 AL MES PARA CADA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.
4) AGREGADOS.	FÍSICAS.	1 ENSAYE COMPLETO POR SEMANA Y POR BANCO.
5) CONCRETO.	RESISTENCIAS: F'C	F'C: POR CADA 40 m3 O FRACCIÓN DE CONCRETO COLADO.
6) CONCRETO.	TENSIÓN POR FLEXIÓN.	UNA PRUEBA POR CADA 200 DURMIENTES O FRACCIÓN.
7) VERIFICACIÓN DEL ASPECTO EXTERIOR.	ASPECTO FÍSICO.	DIARIO EN TODOS LOS DURMIENTES PRODUCIDOS.
8) PRUEBAS DE CARGA NO DESTRUCTIVA EN LOS DURMIENTES (INDICADAS EN LOS INCISOS): IV.5.1., IV.5.2., IV.5.3., IV.5.4.	CAPACIDAD DE TRABAJO.	1 POR CADA LOTE DE 200 Ó FRACCIÓN DE UNA JORNADA.
9) PRUEBA DE CARGA ÚLTIMA EN EL ASIENTO DEL RIEL (INDICADA EN EL INCISO IV.5.6.)	CAPACIDAD A LA FALLA.	1 DE CADA 1000.
10) PRUEBA DE CARGA DESTRUCTIVA	FALLA TOTAL	1 SOLO DURMIENTE DE TODO EL PEDIDO
11) PRUEBA DE TRACCIÓN EN FUNDA AISLANTE GS (INDICADA EN EL INCISO IV.5.7)	TRACCIÓN.	10 DE CADA 600 FUNDAS AISLANTES GS COLOCADOS O FRACCIÓN.
12) PRUEBA DE ARRANCAMIENTO DE LA ALMOHADILLA DE HULE ACANALADO.	ASPECTO FÍSICO.	A JUICIO DEL INSPECTOR DE PMDF.
13) VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA	DIMENSIONES	6 DURMIENTES DE LA PRODUCCION SEMANAL

NOTA: Todos los elementos que constituyan el sistema de fijación propuesto por el proveedor ("NABLA"), deberá cumplir con las especificaciones técnicas que se indican en el inciso II.7 de la presente especificación.

[Handwritten signature]

 Ciudad México <i>Capital en Movimiento</i>	TÍTULO: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL PARA LA FABRICACIÓN DE DURMIENTES DE CONCRETO PRESFORZADO MONOBLOQUE PARA RIEL 115 RE	 ICA ALSTOM carso CONSORCIO LINEA 12
No. Clave: PMDF-09-VI.8-612000-III-0032-02862-E-00		HOJA: 46 de 47