

## **SECCIÓN 4 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

La siguiente especificación tiene como objeto asentar los requisitos y características básicas de los materiales a proveer, a modo de unificar ofertas.

El Oferente deberá considerar para la cotización todo lo expresado en esta sección como así también todo lo que considere necesario para concretar la provisión y que no esté debidamente detallado en estas especificaciones.

### **4.1 DURMIENTES DE HORMIGÓN**

El durmiente de hormigón a colocar en la renovación de vía será monoblock de hormigón pretensado de 2,00m de longitud y de altura y ancho variable entre su centro y los extremos. Podrá emplearse alguno de los diseños/sistemas de fabricación ampliamente utilizados en redes ferroviarias mundiales (sistema banco corto o banco largo), para lo cual se presentarán antecedentes de montaje.

La distribución de estos durmientes será de 1500 N°/Km.

#### **4.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO**

Los parámetros para el dimensionamiento de los durmientes son:

- Tren tipo 45 vagones de 3.100 tn.
- Diámetro de la rueda del vagón: 762 mm.
- Carga máxima por eje: 22 tn.
- Velocidad de diseño máxima: 90 km/h.
- Trocha: 1.000 mm.
- Radio mínimo de diseño: 300 m.
- Inclinación de las hileras de los rieles 1:40.
- Tipo de riel y calidad: 54E1 R260.
- Características de la fijación: Doblemente Elástica
- Longitud máxima del durmiente de hormigón: 2.000 mm.
- Peso Mínimo: 215 Kg
- Cuantía Mínima de Acero Pretensado: 4,6 Kg x Durmiente

El durmiente cotizado debe ser de uso probado y aceptado por otras administraciones

#### 4.1.2 REQUERIMIENTOS PARA LA APROBACIÓN DEL PROTOTIPO

En un todo de acuerdo con las exigencias de la Norma adoptada, el fabricante deberá presentar a ADIF S.E.:

##### 4.1.2.1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

Comprenderá la descripción del proceso, la memoria de cálculo y los planos de diseño.

La descripción del proceso abarcará una descripción precisa de la ubicación de la fábrica y un *layout* de detalle de la planta. Se desarrollará explicativamente el proceso de fabricación, el sistema de aseguramiento de la calidad y los procedimientos operacionales adoptados. La utilización de gráficos y fotografías será de utilidad para el desarrollo de la información.

La “*Memoria de cálculo*” contendrá todo el cálculo necesario para la determinación de las acciones y verificaciones de los estados límites, debiendo ellos presentarse en secuencia lógica y con un desarrollo fácilmente entendible.

Se indicará un esquema del sistema estructural adoptado, con dimensiones, condiciones de apoyo y acciones consideradas. Se indicarán las hipótesis de cálculo y el método de verificación utilizado. Las fórmulas aplicadas figurarán antes de la introducción de los valores numéricos. La memoria de cálculo informará la pérdida en el pretensado resultante de la deformación del acero y la retracción del hormigón según los lineamientos del Reglamento Argentino CIRSOC 201-2005. Se adjuntará referencia bibliográfica completa.

El diseño cumplirá la norma especificada, indicándose forma y dimensiones, tolerancias, montaje del conjunto durmiente-fijación, armadura (tipo de acero, cantidad, diámetro, forma, posición y distanciamiento de los cables), tipos de ensamblaje, radios mínimos de doblado, recubrimiento. El marcado del durmiente seguirá los lineamientos descritos en el ítem 3.6 “Marcación”.

#### 4.1.3 HORMIGÓN Y SUS CONSTITUYENTES

Las mezclas se realizarán siguiendo las recomendaciones que fija la norma del origen debiendo tener una resistencia mínima a la compresión  $R_{b.} > 50 \text{ MN/m}^2$ , medida a los 28 días sobre probetas cilíndricas.

No se permitirá la utilización de aditivos en la elaboración del hormigón ya que podría afectar la calidad final de los durmientes, salvo aquellos autorizados por Inspección.

La relación agua-cemento se limitará a un mínimo según los valores consignados de resistencia, debiendo ser la misma inferior o igual a 0,37. Quedará estrictamente prohibida toda adición de agua a la mezcla de hormigón durante la fabricación de durmientes.

##### CEMENTO

Se presentarán sus características, condiciones de almacenamiento y su calidad certificada por su productor. Su sistema de almacenamiento será tal que sea mantenido inviolable e identificado. Se tomarán los recaudos necesarios para evitar la evolución de reacciones árido-álcali y la posible formación de etringita secundaria.

AGREGADO FINO:

Se utilizará arena natural cuarcítica o artificial, resultante de la trituración de roca estable y con menos de 3 % de material pulverulento pasando el tamiz de 200 micrones. Deberá darse a conocer procedencia, granulometría y modulo de finura.

AGREGADO GRUESO:

Será conformado por piedra triturada, oriunda de roca sana y estable, con abrasión Los Ángeles inferior a 40 %, con un tamaño máximo que tenga en cuenta el recubrimiento mínimo y el espacio entre armaduras. Deberá también darse a conocer procedencia y granulometría.

Para la elección de los agregados tanto fino como grueso, se tendrá que justificar por ensayo su comportamiento inocuo frente a las reacciones álcali - sílice y álcali – carbonato cuando actúen en conjunto con el cemento.

ADITIVOS:

El uso de aditivos está admitido con precaución y, siempre que se compruebe por ensayo, que el producto añadido provoca el efecto deseado sin contra indicación alguna. En el empleo simultáneo de más de un aditivo, deberá asegurarse la compatibilidad entre ellos.

La cantidad de sulfuro y sulfato contenida en el aditivo estará rigurosamente limitada. El empleo de nitrato y cloruro está prohibido en el mortero de inyección y en el durmiente con adherencia previa. Se prohíbe el empleo de aditivo con base de cloruro u otro halógeno. Para el incorporado de aire, el contenido total del mismo en el hormigón no sobrepasará el 6 %.

AGUA:

El agua utilizada tanto para el amasado como para el curado del hormigón no contendrá ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. Deberá ser potable u otra reconocidamente aceptable y su análisis será obligatorio.

TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN

Deberá garantizarse la calidad del hormigón utilizado tanto en su estado fresco como endurecido. Se indicará la dosificación, con indicación expresa de su relación agua/cemento, asentamiento, ciclo de curado implementado, con sus gradientes en el calentamiento y enfriamiento en caso de implementarse curado a vapor y ensayos de resistencias del hormigón.

El curado deberá ser natural durante las tres primeras horas, como mínimo, después del vibrado. Si tras el curado natural se aplicara tratamiento térmico, éste deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El gradiente de temperatura no podrá superar los 15 °C/hora en el calentamiento ni los 15 °C/hora en el proceso de enfriamiento. Las temperaturas en el hormigón se medirán en el punto más cálido de la línea de fabricación en la fase de curado y lo más cerca posible de la altura media y de la anchura media de la traviesa. En cualquier caso, si el fabricante facilita una relación entre la temperatura del hormigón y la del aire durante todo el ciclo de curado, se podrá medir la temperatura exterior del entorno de la traviesa en la línea de fabricación.
- La temperatura máxima, no deberá rebasar los 60 °C medidos igual que en el párrafo anterior.

Los ensayos de compresión deben realizarse en probetas normalizadas al momento de transferencia del esfuerzo de pretensado y a la edad de 28 días. La resistencia a tracción en la flexión, por su parte, debe realizarse en una probeta rectangular a la edad de 7 días.

#### 4.1.4 ACERO PARA HORMIGÓN PRETENSADO

Será un acero de baja relajación y se indicará su resistencia a la tracción y tensión de fluencia.

La calidad de los productos será certificada por su productor y el acopio protegido contra la acción del medio ambiente e intemperie. Será separado, clasificado y marcado por sus características y origen.

El acero de pretensado estará en bobina de diámetro suficiente para permanecer recto después de su desenrollado. Se prohíbe el rectificado de acero plegado que pueda modificar las características de resistencia del hilo o del cordón.

Se proporcionará la descripción del sistema de pretensado, comprendiendo el tipo de acero, el esfuerzo de pretensado y su tolerancia para cada clase de acero de pretensado usado.

#### 4.1.5 CALIDAD DEL MOLDE

Dada la forma geométrica con las tolerancias dimensionales, permitirá la obtención de la textura superficial deseada, debe facultar el marcado, permitir el posicionamiento de la armadura y de los diversos componentes incorporados al hormigón, el asiento adecuado del hormigón y su acabado, resistirá sin dislocamiento o deformaciones las cargas y acciones a que esté expuesto durante su uso, así como las provocadas por el colado y vibración del hormigón.

Sus dimensiones serán verificadas antes del primer uso y siempre que fuera reparado. Tendrá identificación indeleble y una ficha para registro de las reparaciones, verificaciones y mediciones de prueba.

#### 4.1.6 ENSAYOS PARA LA APROBACIÓN DEL PROTOTIPO

Se realizarán obligatoriamente verificaciones de:

- Resistencia a la compresión del hormigón en un mínimo de dos probetas cilíndricas, con una edad correspondiente al momento de transferencia del pretensado y dos probetas cilíndricas, con una edad de 28 días.
- Resistencia a la tracción en la flexión del hormigón en un mínimo de dos cuerpos de prueba constituidos por vigas de (150 x 150 x 700) mm, con una edad de siete días.

En las siguientes verificaciones cada durmiente elegido se marcará con el número que se indica de acuerdo al tipo de ensayo a efectuar en el mismo. Deberán ser llevadas a cabo por una Institución Oficial (por ejemplo, Universidad, Inti) ajena a la empresa productora, con avales suficientes y experiencia reconocida.

- Resistencia al momento positivo en los apoyos de riel
- Resistencia al momento negativo en los apoyos de riel
- Resistencia al momento positivo en el centro del durmiente
- Resistencia al momento negativo en el centro del durmiente
- Resistencia a la carga oscilante (dinámico y de fatiga)

- Resistencia de los elementos de pretensado (Ensayo de adherencia y carga final de los elementos de pretensado).
- Resistencia del inserto de la fijación al arrancamiento.
- Control dimensional de las cotas críticas.
- Verificación del emparrillado de vía para garantizar la trocha.

#### 4.1.7 CONTROLES Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN

##### a) Controles sobre el hormigón:

Se ejecutarán durante el período de fabricación en planta a fin de controlar la uniformidad de la producción. Los datos se organizarán estadísticamente y comprenden el control de la resistencia del hormigón en probetas cilíndricas y el control periódico de los materiales componentes.

Los lineamientos del ensayo de control de resistencia cilíndrica se ajustan a los indicados en la Norma I.R.A.M. 1546 "Hormigón de Cemento Portland - Método de ensayo de compresión". Los aspectos principales de este ensayo se describen seguidamente:

Por jornada de fabricación se conformarán nueve probetas cilíndricas, las que serán ensayadas entre los 7 días y los 28 días de su fabricación, marcando con tal propósito la fecha de su fabricación. La elaboración y curado de éstas se hará de acuerdo con la Norma I.R.A.M. 1524.

Al ensayar la probeta se colocará ésta sobre el plato inferior de apoyo y se la centrará sobre su superficie. Al iniciarse el acercamiento de la probeta al bloque superior, la parte móvil de éste se hace rotar en forma manual, con el fin de facilitar un contacto uniforme y sin choques con la base superior de la probeta.

La carga se aplica en forma continua y sin choques bruscos, de manera que el aumento de la tensión media sobre la probeta sea de 0,4 Mpa/s + 0,2 Mpa/s.

La carga se aplica hasta que la probeta se deforme rápidamente antes de la rotura. A partir de ese momento, no se deben modificar los mandos de la máquina de ensayo hasta que se produzca la rotura. Se registra el valor de la carga máxima alcanzada y se calcula la tensión

El fabricante deberá llevar un registro estadístico, el que deberá entregarse mensualmente al Comitente y a la Inspección de Obra.

b) Control de los Agregados

El agregado estará de acuerdo con lo indicado en las normas de aplicación. Para su utilización el agregado debe presentarse exento de cualquier sustancia extraña, teniendo en cuenta especialmente: - la susceptibilidad a las reacciones álcali - sílice y álcali - carbonato - la presencia de partículas que den lugar a una baja resistencia a la abrasión - presencia de partículas absorbentes que den lugar a riesgo de helada.

Se deberán realizar los ensayos necesarios a modo de garantizar la calidad de los agregados y minimizar el riesgo de reacción del álcali – agregado:

- Agregados Gruesos y Finos. Análisis Granulométricos, ensayos de abrasión, determinación de la densidad, absorción de agua, etc.
- Agregados Gruesos y Finos. Análisis petrográfico según norma IRAM 1649.
- Agregados Gruesos y Finos. Ensayo con el método acelerado de barras de mortero según norma IRAM 1674.
- Agregados Gruesos y Finos. Ensayo de prismas de hormigón según norma IRAM 1700.

Los resultados de los ensayos se deberán presentar previo a la liberación del primer lote, y se deberán actualizar en caso de modificar el proveedor de los materiales.

c) Aqua Para Morteros y Hormigones

El agua empleada para lavar los agregados y mezclar y curar el hormigón, cumplirá con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1601:1986. Semestralmente se deberá presentar a la Inspección los resultados del análisis químico del agua.

b) Control del pretensado:

Luego de la aplicación de la fuerza de pretensado se deberá verificar la fuerza de tensado existente en los tensores en por lo menos tres durmientes de hormigón pretensado por cada día de trabajo.

c) Controles sobre durmientes:

c.1) Control de aspecto

- Las superficies de los durmientes de hormigón pretensado deberán preferentemente estar libres de poros.
- No se admiten nidos (defectos de tejido) con consistencia porosa.
- Los desprendimientos sobre la base del durmiente no deben tener una profundidad superior a 1 cm. Sólo se admiten si se presentan aisladamente.
- Las superficies interiores deben ser rugosas y planas.
- Los perfilados deben producirse por vibrado.
- En los bordes inferiores de los durmientes no se admiten rebabas que perjudiquen el transporte.

#### c.2) Control dimensional

Los durmientes serán presentados sobre una superficie plana y horizontal de manera que este control pueda hacerse sin manipulación, en principio en el área de secado.

Diariamente se verificarán en por lo menos 10 durmientes, las siguientes medidas con estas tolerancias:

1. Distancia entre apoyos interiores	+/- 1,5 mm.
2. Entre-distancia de apoyos	+1,5/-0,5 mm.
3. Pendiente de inclinación en todo el apoyo	+ 0,5mm.
4. Alabeo de la superficie de apoyo	≤0,7mm

#### c.3) Ensayo de flexión del durmiente

Para la ejecución de este ensayo se seguirán los lineamientos definidos por la norma internacional de aplicación del país origen.

El fabricante deberá retirar cuatro (4) durmientes cada 2.000 durmientes elaborados para ser ensayado en un Organismo Oficial, según instrucciones de la Inspección de obra.

El fabricante deberá llevar un registro estadístico, el que deberá entregarse mensualmente al Comitente y a la Inspección de Obra. En cualquier momento, esta última podrá presenciar los ensayos.

Los ensayos a realizar comprenderán:

- Momento flector positivo en el apoyo del riel
- Momento flector negativo en el apoyo del riel



- Momento flector positivo en el centro del durmiente
- Momento flector negativo en el centro del durmiente

#### 4.1.8 LIBERACIÓN DE LOS LOTES

Una vez cumplimentado el proceso para la aprobación del prototipo, la liberación de las partidas producidas quedará supeditada a las verificaciones a realizar por la Inspección. El protocolo que se seguirá para la liberación de las partidas producidas es el que se muestra en el Anexo 4C “Fichas de Recepción Durmientes de Hormigón Monobloque”.

Todas las muestras de cada lote serán sometidas a las verificaciones de aspecto, forma y dimensión. La verificación dimensional deberá ser hecha tal que sean verificados los provenientes de todos los moldes utilizados.

La trocha será verificada con regla pre-montando, al menos, 10 (diez) durmientes con dos cupones de riel y las correspondientes fijaciones.

La inclinación de los apoyos de los rieles será verificada en el eje longitudinal del durmiente, con calibre y abarcándolas simultáneamente. La verificación de la dimensión será con apreciación de 1 mm. La torcida transversal (torsión) entre los apoyos de los rieles será verificada con calibre.

Las tolerancias dimensionales surgirán de las normas adoptadas entre las mencionadas previamente.

Solamente la muestra y/o lote no rechazados de acuerdo con estas verificaciones será sometida a ensayos.

Los ensayos a realizar comprenderán:

- Momento flector positivo en el apoyo del riel
- Momento flector negativo en el apoyo del riel
- Momento flector positivo en el centro del durmiente
- Momento flector negativo en el centro del durmiente

Asimismo, deberán presentarse los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión del hormigón y a la tracción por flexión en probetas normalizadas, según lo establecido en la especificación ALAF 5-022. Deberá garantizarse la calidad de los materiales utilizados y el cumplimiento integral del proceso de fabricación del durmiente. Se inspeccionarán las

condiciones de acopio de la materia prima, el proceso de fabricación realizado y el tipo almacenamiento implementado.

Durante la fabricación, estará prohibido el moldeado en etapas, cuando en la anterior ya se había iniciado el fraguado. El desmolde será efectuado con cuidado, sin choque y de modo que no se provoquen deformaciones, fisuras o fracturas.

Está prohibido todo ajuste o retoque después del desmolde.

#### 4.1.9 MARCACIÓN

Cada durmiente llevará sobre la cara superior, las indicaciones que a continuación se detallan:

- Logotipo de Trenes Argentinos, Infraestructura Ferroviaria



- Logotipo del fabricante
- Identificación del molde o fila y cazuela
- Año de fabricación

Las marcas no deberán afectar la aptitud para el uso. Se podrá disponer cualquier otra marca que se considere necesaria para mantener una trazabilidad única e inequívoca del durmiente.

#### 4.1.10 TRANSPORTE Y ACOPIO

Para el acopio y traslado de los durmientes de hormigón deberá cumplirse con la NORMA TÉCNICA "NORMAS TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y RENOVACIÓN DE VÍAS".

La carga, transporte y descarga de los durmientes de hormigón debe realizarse con precaución a fin de evitar su deterioro. Está formalmente prohibido arrojar los durmientes en el curso de los diferentes traslados, en particular en la descarga.

En el caso de movimiento a mano, el contratista puede emplear una tenaza de tipo análogo al tipo de tenaza empleada para los durmientes de madera, pero tomando entonces los durmientes por debajo sin buscar de agarrarlos entre las puntas de las tenazas.

En depósito, los durmientes serán colocados en pilas de SEIS (6) superpuestos, como máximo, con interposición entre cada camada de durmientes de suplementos de madera blanda de sección rectangular de 0,04 m de espesor. Tacos idénticos deben ser empleados en la carga sobre vagón si varias camadas de durmientes deben quedar superpuestas. Las camadas o pilas serán identificadas con letreros, con: Modelo, Fecha de fabricación, Cantidad de durmientes, Marca del comprador.

#### 4.1.11 PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Los proponentes deberán suministrar detalles completos sobre las características de la provisión ofrecida.

La presentación de la documentación exigida no exime al oferente de la responsabilidad por vicios ocultos en las unidades ofertadas.

No serán consideradas aquellas ofertas que no vengan acompañadas con una documentación clara y precisa.

#### 4.1.12 GARANTÍA DE FABRICACIÓN

El durmiente y sus insertos serán garantizados, como mínimo hasta el 31 de diciembre del año  $N + G$ , siendo  $N$  el año de fabricación, contra defecto de proyecto y/o fabricación, independientemente de los resultados de la inspección del comprador en la recepción, y  $G$  la cantidad de años de garantía establecida en el contrato,  $G$  no será inferior a 5 años.

Durante la garantía, toda unidad que presente falla imputable al proveedor será puesta a su disposición, mediante notificación por escrito, a fin de comprobarla, sin perjuicio de su retiro de la vía, en caso que la empresa ferroviaria entienda que es indispensable. Siempre que sea posible, el durmiente en cuestión deberá permanecer en la vía hasta que sea comprobada la falla por el proveedor.

#### 4.1.13 NORMAS DE APLICACIÓN

Las siguientes Normas y documentos son de aplicación para la fabricación de los durmientes monoblock de hormigón pretensado:

- NORMA A.R.E.M.A. – PART 4 – CONCRETE TIES -2003
- NORMA I.R.A.M. 1646: CEMENTO PORTLAND DE ALTA RESISTENCIA INICIAL.
- NORMA I.R.A.M. 1503: CEMENTO PORTLAND NORMAL.
- NORMA I.R.A.M. 1546: MÉTODO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN.

- NORMA I.R.A.M. 1531: AGREGADOS GRUESOS PARA HORMIGONES DE CEMENTO PORTLAND.
- NORMA I.R.A.M. – I.A.S. U500 517: ALAMBRES DE ACERO DE BAJA RELAJACIÓN PARA PRETENSADO.
- NORMA I.R.A.M. 1547: RESISTENCIA DEL HORMIGÓN A LA TRACCIÓN POR FLEXIÓN.
- NORMAS ISO 9000 – CALIDAD DE LOS TRABAJOS Y SUMINISTROS-.
- ESPECIFICACIONES FA 7030 (DURMIENTES DE HORMIGÓN PRETENSADO TIPO MONOBLOQUE) Y ALAF 5-022 (NORMA PARA DURMIENTE DE HORMIGÓN MONOBLOQUE).
- REGLAMENTO CIRSOC 201: "REGLAMENTO ARGENTINO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN"

## **4.2 FIJACIONES**

Se deberán proveer fijaciones elásticas Pandrol Fast Clip **FD** y Pandrol Fast Clip **FC** con sus correspondientes insertos de fundición nodular (hombros), plantilla Pandrol de caucho de alta resistencia (5 mm. de altura para fijación Pandrol **FD**, y 10 mm. para fijación Pandrol **FC**) con tetones para atenuación de impactos y aisladores de nylon, todo del mismo proveedor.

Corresponderá UN (1) juego completo de fijaciones por durmiente.

El sistema de fijación será apto para cumplimentar su objetivo bajo condiciones de servicio pesado (cargas) en vías continuas no aisladas con riel largo soldado en durmientes de hormigón sobre balasto de piedra partida.

Se presentará a la Inspección de Obra, el certificado de conformidad de los materiales componentes de la fijación emitidos por el fabricante por cada lote o partida entregado.