

**MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE CONCESIONES (INCO)**

LICITACIÓN PÚBLICA SEA – LP – 001 2008

CONTRATO DE CONCESIÓN PARA:

- 1) LA ADMINISTRACIÓN DE LA OPERACIÓN FÉRREA, LA EXPLOTACIÓN COMERCIAL Y VIGILANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE FÉRREO**
- 2) LA PRESTACION DEL SERVICIO DE TRANSPORTE FERREO DE CARGA Y DE PASAJEROS; Y**
- 3) EL DISEÑO, PRE-REHABILITACIÓN, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE FÉRREO
EN EL SISTEMA FERROVIARIO CENTRAL**

PLIEGO DE CONDICIONES

**APENDICE B
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO, CONSERVACIÓN, PRE-REHABILITACIÓN, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÉRREA**

Febrero de 2009

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
APÉNDICE B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO, CONSERVACIÓN, PRE-REHABILITACIÓN, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÉRREA	1
1. DEFINICIONES Y TIPOS DE OBRAS	1
1.1 OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN	1
1.2 OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN	1
1.3 OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN.....	2
1.3.1 Rehabilitación infraestructura	4
1.3.2 Rehabilitación superestructura	4
1.4 OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN	5
1.5 OBRAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	6
1.6 VIGILANCIA, CERCADO Y DEFENSA JURIDICA	6
1.7 REQUERIMIENTOS PARA LA REVERSIÓN	6
2. NORMAS GENERALES APLICABLES AL PROYECTO	8
2.1 DISEÑO SUPERESTRUCTURA.....	8
2.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL.....	8
2.3 CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN	8
2.4 SEÑALIZACIÓN.....	9
2.5 SEGURIDAD INDUSTRIAL	9
2.6 DRENAJES	9
2.7 NORMAS SOBRE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES.....	10
2.8 CONCRETOS Y MORTEROS	10
2.9 ACERO DE REFUERZO.....	10
2.10 ESTRUCTURAS METÁLICAS	11
2.11 VIALIDAD	11
3. REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS	12
3.1 CONDICIONES DEL TRAZADO.....	12
3.2 TIPOS DE LÍNEAS	12
3.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	12
3.4 TOLERANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	16
3.5 ESTUDIOS A REALIZAR.....	17
3.5.1 Topografía.....	17
3.5.2 Regeometrización	19
3.5.3 Estudio de capacidad	19
3.5.4 Estudio de estabilidad y estabilización de taludes.....	20
3.5.5 Estudio de hidrológica, hidráulica y socavación	20
3.5.6 Estudio estructural para diseño de puentes	20
3.5.7 Estudio predial.....	20
3.5.8 Estudios ambientales.....	21

3.5.9	Cantidades de obra.....	21
3.5.10	Diseño de la superestructura.....	21
3.5.11	Pasos a nivel.....	21
3.6	ENTREGA DE INFORMACIÓN.....	22
3.6.1	Planos.....	22
3.6.2	Memoria de cálculo.....	23
3.6.3	Planos As-built.....	24
4.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA QUE HACEN PARTE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	25
4.1	GENERALIDADES.....	25
4.2	PLANOS DE CONSTRUCCIÓN.....	25
4.3	ABSCISADO DE LAS OBRAS.....	25
4.4	CANTIDADES DE OBRA.....	25
4.5	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS.....	25
4.5.1	Instalaciones.....	25
4.5.2	Vías de acceso.....	26
4.5.3	Desvíos Provisionales.....	26
4.5.4	Suministro de Agua.....	27
4.5.5	Control de Aguas.....	27
4.5.6	Registro de Temperaturas y Condiciones Climáticas.....	28
4.5.7	Equipos de Comunicación.....	29
4.5.8	Obras Provisionales.....	29
4.5.9	Seguridad Industrial.....	30
4.5.10	Área o Zona de Trabajo.....	30
4.5.11	Señalización.....	31
4.5.12	Alumbrado y Trabajo Nocturno.....	32
4.5.13	Apuntalamiento y Entibados.....	32
4.5.14	Transporte.....	33
4.5.15	Soldaduras.....	33
4.5.16	Precauciones contra Incendios.....	34
4.5.17	Informe de Accidentes.....	34
4.5.18	Control de Calidad.....	34
4.6	INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO.....	35
4.6.1	Instalación de Inclinómetros - Grietómetros y Mojones de Concreto.....	35
4.6.2	Piezómetros de Tubo Abierto Tipo Casagrande.....	35
4.6.3	Inclinómetros de paso.....	35
4.6.4	Grietómetros.....	36
4.7	CERCAS EN POSTES DE CONCRETO.....	36
4.7.1	Alcance del Trabajo.....	36
4.7.2	Materiales.....	36
4.8	BARRERA VIVA.....	36

5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE SUPERESTRUCTURA QUE HACEN PARTE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	38
5.1	INTRODUCCIÓN.....	38
5.2	VÍA FÉRREA - SUPERESTRUCTURA, GEOMETRÍA Y MATERIALES.....	38
5.2.1	Superestructura y geometría.....	38
5.2.2	Balasto triturado.....	38
5.2.3	Traviesas monobloque de concreto preesforzado.....	39
5.2.4	Traviesas bi-bloque de concreto.....	40
5.2.5	Traviesas a base de polímeros.....	41
5.2.6	Traviesas de madera.....	41
5.2.7	Rieles.....	48
5.2.8	Elementos de fijación.....	52
5.2.9	Juntas.....	54
5.2.10	Cambiavías.....	54
5.3	DEMARCACIÓN DE LA VÍA.....	56
5.3.1	Objeto.....	56
5.3.2	Piquetes.....	57
5.3.3	Marcación.....	57
5.3.4	Manuales de curvas.....	58
5.3.5	Manuales de referencias de las lbs.....	59
5.4	TABLEROS DE SEÑALIZACIÓN, SEÑALES PORTATILES, SEÑALES DE FINAL DE LÍNEA.....	59
5.4.1	Objetivo.....	59
5.4.2	Piquetes indicadores de kilómetros.....	60
5.4.3	Piquetes indicadores de cada 250 metros.....	60
5.4.4	Indicador de punto libre.....	60
5.4.5	Letreros de señalización a lo largo de la línea.....	60
5.4.6	Tableros metálicos – materiales.....	63
5.4.7	Señales en carreteras.....	63
5.5	PASOS A NIVEL.....	63
5.5.1	Clasificación.....	63
5.6	EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	65
5.6.1	Generalidades.....	65
5.7	EQUIPOS PARA LAS MEDICIONES DE LA VÍA.....	67
5.8	INTERRUPCIÓN DEL TRÁFICO.....	68
6.	ESPECIFICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO.....	69
6.1	ESTADO DE CONDICIÓN.....	69
6.1.1	Estado de condición de la plataforma.....	69
6.1.2	Estado de Condición de alcantarillas, desagües y obras de protección.....	69
6.1.3	Estado de Condición de la vía.....	69

6.1.4	Estado de Condición de los rieles y de las zonas de embridado.....	70
6.1.5	Estado de Condición de las juntas de los rieles	70
6.1.6	Estado de Condición del balasto	70
6.1.7	Estado de Condición de las traviesas.....	71
6.1.8	Estado de Condición de los puentes.....	71
6.1.9	Estado de Condición de los aparatos de vía (cambivías y cruces)	71
6.1.10	Procedimiento para la verificación del Estado de Condición:.....	71
6.2	ATENCIÓN DE EMERGENCIAS	72
7.	APORTES ESTATALES PARA LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	74
8.	APORTES ESTATALES PARA LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	78
9.	EXPERIENCIA TÉCNICA MÍNIMA REQUERIDA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN. LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1 Ancho mínimo y máximo de la vía	13
Tabla 3.2. Peralte para rehabilitación V=50 km/h.....	13
Tabla 3.3. Peralte para rehabilitación V=40 km/h.....	13
Tabla 3.4. Peralte para rehabilitación V=30 km/h.....	14
Tabla 3.5. Peralte para rehabilitación V=25 km/h.....	14
Tabla 3.6. Tolerancias de las características geométricas de los tramos de vía	16
Tabla 5.1. Características principales de la vía del proyecto	39
Tabla 5.2. Especificaciones funcionales para las traviesas de concreto pretensado.....	40

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Medición de las flechas	15
Figura 2. Dimensiones básicas de la traviesa	41
Figura 5. Sección de riel ARA-A-90	49

APÉNDICE B. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO, CONSERVACIÓN, PRE-REHABILITACIÓN, REHABILITACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÉRREA

1. DEFINICIONES Y TIPOS DE OBRAS

1.1 OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN

Las **Obras y Actividades de Conservación** que adelante el **Concesionario** deberán permitirle mantener las condiciones de la infraestructura y superestructura existentes al momento de la suscripción de las **Actas de Entrega** de cada uno de los Tramos; además el **Concesionario** está obligado a realizar estas obras desde el momento que recibe los tramos.

Entre las actividades que el **Concesionario** deberá adelantar para lograr estos resultados se encuentran, como mínimo, las siguientes:

- Remoción de derrumbes
- Estabilización sitios inestables
- Limpieza obras de drenaje
- Limpieza de cuentas
- Rocería
- Deshierbe químico

1.2 OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN

Las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación** que adelante el **Concesionario** deberán permitirle obtener los siguientes resultados:

- Permitir el tráfico de trenes a una velocidad operacional promedio mínima de 15 km/h en forma segura.
- Se sustituirán o repararán todos aquellos aparatos de vía que no permitan la circulación de trenes por la vía principal a la velocidad mínima.
- Debe tenerse completos todos los elementos de la superestructura de la vía: soldaduras, eclisas con sus pernos cuando sea el caso, almohadillas, fijaciones elásticas, rieles, traviesas de concreto, aportando aquello que no exista o se encuentre fuera de tolerancia según las especificaciones de superestructura.

Vías de apartaderos y patios de estaciones: En las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación** se sustituirán o repararán los elementos de vía necesarios para garantizar la realización de maniobras con seguridad a velocidad de 15 km/h

Entre las actividades que el **Concesionario** deberá adelantar para lograr estos resultados se encuentran, como mínimo, las siguientes:

- Remoción de derrumbes
- Estabilización sitios inestables
- Limpieza obras de drenaje
- Limpieza de cuentas
- Rocería
- Deshierbe químico
- Colocación rieles faltantes
- Mantenimiento de juntas
- Riego balasto triturado
- Colocación de traviesas incluye fijaciones
- Soldaduras

1.3 OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN

Las **Obras y Actividades de Rehabilitación** que adelante el **Concesionario** deberán permitirle obtener los siguientes resultados:

- Permitir la circulación de trenes a las velocidades operacionales mínimas que se establecen a continuación:

Dorada	-	Chiriguaná	50 km/h
Puerto Berrio	-	Cabañas	30 km/h
Dorada		Buenos Aires	40 km/h
Ramal Cantera Montecristo			20 km/h
Ramal Capulco			20 km/h
Ramal Puerto Berrío			20 km/h

- La existencia de rieles de mínimo 90 lb/yd en los siguientes tramos:
 - Chiriguaná - San Rafael desde K723 hasta K599 y desde K550 hasta K518
 - San Rafael – Grecia
 - Dorada - Honda
 - Mariquita – Buenos Aires
 - Honda – Mariquita, en los tramos que sea necesario instalar riel nuevo.

- La existencia de rieles de mínimo 75 lb/yd en los siguientes tramos.
 - Chiriguaná - San Rafael desde K599 hasta K550
 - Grecia - México desde K329 hasta K319 y desde K298 hasta K293
 - Grecia – Cabañas
 - Honda – Mariquita, en los tramos que exista riel de 75 lb/yd que pueda ser reutilizado
 - Ramal Cantera Montecristo
 - Ramal Capulco
 - Ramal Puerto Berrío
- Los rieles nuevos que se instalen deberán ser de mínimo 90 lb/yd
- Los rieles deberán estar soldados (largas barras soldadas) en la totalidad de la infraestructura concesionada. Estas largas barras soldadas se interrumpirán solo en cercanía con los cambiavías, puentes y curvas en tramos de montaña en donde irán soldadas a 32 m.

Radio mínimo de colocación: 80 metros. No colocar la L.B.S. (Larga Barra Soldada) sobre plataformas inestables.

Longitud mínima de una L.B.S.: 300 metros. Si por alguna circunstancia, no es posible obtener estas longitudes, es conveniente colocar rieles corrientes de máximo 36 metros de longitud.

- La totalidad de los cambiavías deberán estar en buen estado de funcionamiento. Todos los aparatos de vía que se requiera instalar deberán ser aparatos nuevos para riel de mínimo 90 lb. /yd No. 12 para línea plana y No. 9 para línea de montaña.
- Balasto triturado: Volumen mínimo de 1.17 m³/m.
- Fijaciones: al final de las obras de rehabilitación se debe contar con las fijaciones completas en la totalidad de los tramos.
- Traviesas de concreto: Serán mínimo para riel de 90 lb. /yd en toda la red.
- Traviesas de madera: Se podrán utilizarán únicamente en zonas de puentes y cambiavías
- Suministro e instalación de los dispositivos de seguridad vial, y señalización de acuerdo con el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004, tanto en los pasos a nivel como a lo largo de la vía férrea en donde sea necesario. El **Concesionario** realizará los estudios de seguridad vial y

determinará los sitios críticos en los cuales implementará las adecuaciones de la vía y los dispositivos requeridos adicionales para garantizar la seguridad del usuario. La instalación de nuevas señales o reposición de señales deterioradas, se efectuará de acuerdo con la norma vigente al momento de la instalación o reposición.

- En los tramos de pasos a nivel, el **Concesionario** deberá suministrar e instalar señalización vertical y horizontal en ambos costados de cada calzada, barreras automáticas o manuales y caseta de operación de acuerdo a la clasificación del paso a nivel.
- Los edificios de las estaciones, declaradas Bienes de Interés Cultural de carácter Nacional, mediante Decreto 0746 del 24 de abril de 1996, deberán ser rehabilitadas, de acuerdo a lo establecido en la Ley 1185 de 2008, “por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 – Ley General de Cultura – y se dictan otras disposiciones.

Entre las actividades o trabajos que el **Concesionario** deberá adelantar para lograr estos resultados se encuentran, como mínimo, las siguientes:

1.3.1 Rehabilitación infraestructura

- Reforzamiento, protección y pintura de puentes
- Alcantarillas y obras de drenaje
- Rehabilitación y restauración de estaciones
- Pasos a nivel
- Suministro e instalación de otros elementos de infraestructura.
- Adecuación de la infraestructura con material de sub-balasto.

1.3.2 Rehabilitación superestructura

- Cambio de traviesas
- Cambio de rieles
- Uniones (soldaduras y eclisas)
- Riego de balasto triturado
- Alce, alineación, nivelación y regulación
- Señalización de la vía férrea
- Instalación de comunicaciones.

1.4 OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción de una variante férrea en La Dorada, el **Concesionario** adelantará las **Obras y Actividades de Construcción** que deberán permitirle obtener los siguientes resultados:

- Permitir la circulación de trenes a las velocidades operacionales mínimas que se establecen a continuación:

Variante La Dorada	40 km/h
--------------------	---------

- Instalación de rieles nuevos de mínimo 90 lb/yd en la totalidad de la variante (Aprox. 10 km)
- Los rieles deberán estar soldados (largas barras soldadas) en la totalidad de la infraestructura concesionada. Estas largas barras soldadas se interrumpirán solo en cercanía con los cambiavías, puentes y curvas en tramos de montaña en donde irán soldadas a 32 m.
- Todos los aparatos de vía que se requiera instalar deberán ser aparatos nuevos para riel de mínimo 90 lb. /yd No. 12 para línea plana y No. 9 para línea de montaña.
- Balasto triturado: Volumen mínimo de 1.17 m³/m
- Fijaciones: se debe contar con las fijaciones completas en la totalidad de los tramos.
- Traviesas de concreto: Serán mínimo para riel de 90 lb. /yd en toda la red.
- Traviesas de madera: Se podrán utilizarán únicamente en zonas de puentes y cambiavías
- Suministro e instalación de los dispositivos de seguridad vial, y señalización de acuerdo con el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004 y la norma AREMA para el caso en que el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004 no tenga información. El **Concesionario** realizará los estudios de seguridad vial y determinará los sitios críticos en los cuales implementará las adecuaciones de la vía y los dispositivos requeridos adicionales para garantizar la seguridad del usuario. La instalación de nuevas señales o reposición de señales deterioradas, se efectuará de acuerdo con la norma vigente al momento de la instalación o reposición.

- En los tramos de pasos a nivel, el **Concesionario** deberá suministrar e instalar señalización vertical y horizontal en ambos costados de cada calzada, barreras automáticas o manuales y caseta de operación de acuerdo a la clasificación del paso a nivel.

1.5 OBRAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Concluidas las obras de rehabilitación o construcción de cada uno de los tramos, el mantenimiento de la red que realice el **Concesionario** deberá ser tal que se asegure el cumplimiento del **Estado de Condición** y de los parámetros para la **Atención de Emergencias**, según se establece en el numeral 6.2 de estas especificaciones.

1.6 VIGILANCIA, CERCADO Y DEFENSA JURIDICA

La vigilancia de la infraestructura férrea concesionada por parte del **Concesionario** tiene como fin evitar su destrucción y desmantelamiento por parte de terceros. El **Concesionario** deberá contratar estos servicios de vigilancia con empresas de seguridad debidamente autorizadas, así como realizar las gestiones para obtener el apoyo de los organismos de seguridad estatales.

Con el fin de evitar la invasión del corredor férreo por parte de terceros, así como el establecimiento de pasos a nivel, el **Concesionario** instalará cercas en el lindero del corredor férreo en que éstas no existan.

El **Concesionario** realizará todas las gestiones jurídicas necesarias para lograr la restitución del corredor férreo en los tramos en los cuales existen invasiones por parte de terceros. El **Concesionario** deberá igualmente tomar todas las medidas necesarias para la defensa jurídica del corredor férreo ante nuevos intentos de invasión por parte de terceros.

1.7 REQUERIMIENTOS PARA LA REVERSIÓN

En el momento de la reversión de la red concesionada se deberán cumplir las siguientes condiciones:

Infraestructura consolidada habiendo dado solución para ello a:

- Problemas de estabilidad de terraplenes y taludes y de plataforma de vía que se puedan presentar durante el periodo de concesión.
- Problemas de drenaje transversal y longitudinal de la plataforma de vía que se puedan presentar durante el periodo de concesión.

Superestructura de vía con las siguientes características:

- Rieles: Serán mínimo de 90 lb. /yd en toda la red
- Traviesas de concreto: Serán mínimo para riel de 90 lb. /yd en toda la red.
- Traviesas de madera: Se podrán utilizar únicamente en zonas de puentes y cambiavías
- Balasto triturado: Volumen mínimo de 1.17 m³/m en toda la vía.

Estas condiciones no son exigibles en relación con los tramos en los cuales el **Concesionario** ejecute únicamente **Obras y Actividades de Conservación y Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**.

2. NORMAS GENERALES APLICABLES AL PROYECTO

El **Concesionario** deberá cumplir como mínimo, en lo que resulten aplicables, las especificaciones y normas generales de construcción que se indican a continuación:

2.1 DISEÑO SUPERESTRUCTURA

- Manual for Railway Engineering 2006, The American Railway Engineering and Maintenance of Way Association, teniendo en cuenta que es necesario adecuar la norma a las especificaciones técnicas colombianas.

2.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL

- CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SISMICO DE PUENTES adoptado por el Ministerio de Transporte mediante Resolución No. 0003600 del 20 de Junio de 1996
- NORMA SISMORRESISTENTE NSR-98 contenida en la Ley 400 de 1997 de 19 de Agosto de 1997 y el Decreto 33 de 9 de enero de 1998, que adopta el Reglamento de Construcciones Sismorresistentes.
- El Documento del Sistema de Puentes de Colombia – SIPUCOL, realizado para el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS por la Dirección de Carreteras de Dinamarca.
- El Documento de Actividades para la Rehabilitación y Conservación y/o mantenimiento de puentes desarrollado por la Subdirección de Conservación del INVIAS en mayo de 2000.

2.3 CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN

- ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS adoptadas por el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS mediante Resolución No. 8068 del 19 de Diciembre de 1996 y Resolución 005866 de noviembre 12 de 1998; adoptadas por el Ministerio de Transporte mediante resolución No. 2073 del 23 de abril de 1997.
- NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS, adoptadas por INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS mediante Resolución No. 8067 del 19 de Diciembre de 1996.
- Manual for Railway Engineering 2006, The American Railway Engineering and Maintenance of Way Association.

2.4 SEÑALIZACIÓN

- Manual for Railway Engineering 2006, The American Railway Engineering and Maintenance of Way Association
- Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004 (Aplicable para pasos a nivel)

2.5 SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Resolución No. 02413 de 1.979 emanada del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, "REGLAMENTO DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN"

2.6 DRENAJES

- Normas AWS
- Código AISC
- Código Colombiano NSR -98.
- Norma ICONTEC 382
- Norma ASTM D-2441
- Norma ASTM D-2466
- Norma ICONTEC 1999
- Norma ICONTEC 1998
- Norma ASTM - D4632
- Norma ICONTEC 2002
- Norma ICONTEC 2003
- Norma ICONTEC 2002
- Norma ASTM - D3787
- Norma ASTM - D2240
- Norma ASTM Designation A 653 / A 653 M – 94
- Norma ICONTEC 401 clase III, pared B
- Norma ICONTEC 1328 actualizada
- Norma Técnica Colombiana NTC 4764 partes 1 y 2
- Norma ASTM A 116
- Norma ASTM A 856.
- Norma INV 400
- Norma MOP M-14
- Normas ASTM D 2240

2.7 NORMAS SOBRE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES

- Código Colombiano NSR – 98
- Normas ICONTEC pertinentes
- Normas del “American Concrete Institute” (ACI)
- Normas de la American Society for Testing and Materials” (ASTM)
- Normas del “Concrete Manual” publicado por el “United States Bureau of Reclamation”.

Tienen especial pertinencia las siguientes normas del ACI:

ACI 211.2,

ACI 214,

ACI 304.R

ACI 315,

ACI 318,

ACI 325,

ACI 347

ACI 316 R (anteriormente ACI 613, ACI 614, ACI 617, respectivamente), en sus últimas revisiones.

2.8 CONCRETOS Y MORTEROS

- Normas ICONTEC 121 y 321, complementadas por la C-150 de la ASTM.
- Norma 1299 de ICONTEC, complementada con la norma C-494 de la ASTM.
- Designación C- 33 de la ASTM
- Norma ICONTEC 174
- Norma ICONTEC 127
- Norma ICONTEC 78
- Norma ASTM C - 131, usando clasificación A
- Norma ICONTEC 396
- Norma ASTM C-31
- Normas NTC 454, 550, 673 y 073.
- Norma AASHTO T 24-68.
- Norma C-94 de ASTM
- Norma ICONTEC 127-174

2.9 ACERO DE REFUERZO

- Norma ICONTEC 161
- Norma ICONTEC 245
- Norma ICONTEC 248
- Norma AASHTO M-31
- Norma ASTM A-706.

- Norma ICONTEC A-37
- Norma ASTM-A 615

2.10 ESTRUCTURAS METÁLICAS

- "American Society For Testing and Materials" (ASTM)

Todas las roscas de los pernos y las tuercas deberán cumplir con las especificaciones detalladas por "Coarse Thread Series" de la "USA Standard For Unified Screw Threads (USAS B 1.1)"

Ultima Edición de las normas AISC "Especificación for the Design Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings" y el código AISC "Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges".

ASTM en la norma A-385.

2.11 VIALIDAD

- Normas MOP-E-3 y E-4.
- Norma MOP M-15
- Norma MOP M-14.

3. REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

El **Concesionario** deberá realizar, a su cuenta y riesgo, sus propios diseños para las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Construcción**, en caso de ser necesario. Estos diseños deben permitir el cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones a su cargo, en especial la obligación de cumplir con los alcances del presente documento, el cual forma parte integral del **Contrato**.

Con el fin de facilitar la labor del **Interventor**, el **Concesionario** deberá entregar al **Interventor**, dentro de los términos señalados en el **Contrato**, los diseños de detalle con los cuales se ejecutarán las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Construcción**, en caso de ser necesario.

El **Concesionario** será totalmente responsable tanto de los diseños que produzca en desarrollo de su **Contrato**, como del valor de ejecución que establezca para la construcción de la obra proyectada, liberando así al **INCO** de cualquier costo que se origine por un incremento pretendido o real en las cantidades de obra, sin importar si esas mayores cantidades de obra se derivan o no de imprevisiones, omisiones o errores en el diseño ejecutado por el **Concesionario**.

El **Concesionario** tendrá la obligación de cumplir las siguientes especificaciones para soportar una carga de diseño del tren COOPER E-40.

3.1 CONDICIONES DEL TRAZADO

La vía se trazará con base en líneas tangentes y líneas curvas circulares, conectadas entre sí por medio de curvas de transición parabólicas de tercer grado.

3.2 TIPOS DE LÍNEAS

La vía se colocará para formar: una línea principal, cruce en vías de las estaciones, apartaderos y triángulos de inversión para vehículos férreos.

3.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Ancho de la vía: Distancia entre los bordes interiores de los rieles, medida 14 mm por debajo de la superficie de rodamiento. Su valor normal es de 914 mm, inclusive en los tramos curvos que tengan un radio mayor de 125 m. Para radios inferiores, los anchos mínimo y máximo son los que se establecen a continuación:

Tabla 3.1. Ancho mínimo y máximo de la vía

Ancho de la vía:	914 mm
Ancho mínimo:	910 mm
Ancho máximo:	939 mm

Peralte: Diferencia de nivel entre los dos rieles, medida perpendicularmente al eje central de la vía (C.L.). En los tramos tangentes será igual a cero y en las partes de trazado curvo se obtiene elevando el riel exterior según el valor que se especifica en la Tabla 3.2, Tabla 3.3, Tabla 3.4 y Tabla 3.5. En las estaciones (a excepción de las vías de paso directo localizadas en curva), será igual a cero.

Tabla 3.2. Peralte para rehabilitación V=50 km/h

RADIOS		V Kr/hora	PERALTE (mm)
DESDE	HASTA		
300	308	50	65
309	335	50	60
336	361	50	55
362	405	50	50
406	452	50	45
453	513	50	40
514	592	50	35
593	700	50	30
701	855	50	25
856	1100	50	20
1101	1540	50	15
1541	2568	50	10
2569	5000	50	5

Tabla 3.3. Peralte para rehabilitación V=40 km/h

RADIOS		V Kr/hora	PERALTE (mm)
DESDE	HASTA		
125	140	40	90
141	149	40	85
150	158	40	80
159	169	40	75
170	182	40	70
183	197	40	60
198	214	40	55

215	259	40	50
260	289	40	45
290	328	40	40
329	379	40	35
380	449	40	30
450	547	40	25
548	704	40	20
705	985	40	15
986	1642	40	10
1643	4300	40	5

Tabla 3.4. Peralte para rehabilitación V=30 km/h

RADIOS		V Kr/hora	PERALTE (mm)
DESDE	HASTA		
70	79	30	90
80	84	30	85
85	89	30	80
90	95	30	75
96	102	30	70
103	110	30	65
111	120	30	60
121	132	30	55
133	145	30	50
146	163	30	45
164	184	30	40
185	213	30	35
214	252	30	30
253	308	30	25
309	396	30	20
397	554	30	15
555	924	30	10
925	2777	30	5
>2777		30	0

Tabla 3.5. Peralte para rehabilitación V=25 km/h

RADIOS		V Kr/hora	PERALTE (mm)
DESDE	HASTA		
85	91	25	55

92	101	25	50
102	113	25	45
114	128	25	40
129	148	25	35
149	175	25	30
176	213	25	25
214	275	25	20
276	385	25	15
386	642	25	10
643	1000	25	5

La fórmula del peralte empleada es:

$$P = 7.7 V^2/R$$

Desnivel relativo de los rieles: Variación del nivel de un riel en un tramo de un metro con relación al otro riel. En las curvas de transición se usarán los valores de peralte dados para cada velocidad de a cuerdo a la distancia recorrida dentro de la clotoide para llevar a cabo este desnivel relativo. Para curvas circulares y tramos tangentes será igual a cero.

Flecha: medida de la distancia entre la cara de guiado y el punto medio de una cuerda trazada entre dos puntos de la misma cara de guiado. Por lo general la longitud de la cuerda es de 20 m. En los tramos tangentes será igual a cero; en los tramos parabólicos variará en forma lineal entre sus valores extremos, y; en los tramos circulares será constante. Ver Figura 1.

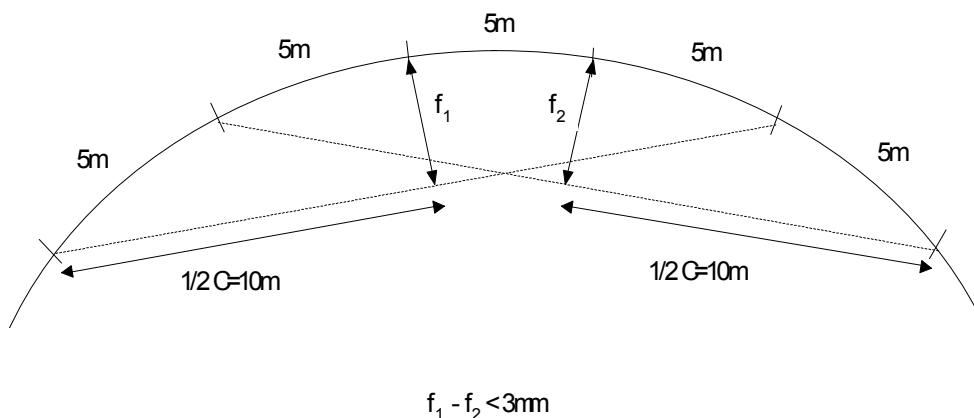


Figura 1. Medición de las flechas

- **Nivel longitudinal:** Regularidad del nivel del riel.
- **Espaciamiento de las traviesas:** distancia entre los ejes centrales de dos traviesas adyacentes. Será igual a 60 centímetros en las vías de circulación de las líneas principales y secundarias.

3.4 TOLERANCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Hay dos tipos de tolerancia que se definen de la siguiente manera:

Tolerancias constructivas: pueden resultar en los chequeos que se realizan después de ensamblar y colocar la vía férrea, antes de ponerla en servicio.

Tolerancias operativas: están permitidas después de poner en servicio la carrilera (período de garantía sin costo).

Estos dos tipos de tolerancia serán controlados mediante carro registrador de inspección de vía y otros controles manuales. Los límites tolerantes se muestran en la Tabla 3.6 para cada característica geométrica.

A las vías construidas con rieles usados y reacondicionados se aplicarán sólo las tolerancias operativas.

Tabla 3.6. Tolerancias de las características geométricas de los tramos de vía

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	CONSTRUCCIÓN	
	+	-
• Ancho de la vía (mm)	2	1
• Variación del ancho de la Vía (mm por traviesa)	1	1
• Peralte (mm)	2	2
• Alabeo medido sobre un tramo básico de 3 m (mm)	1	1
• Flecha (*)		
• Tangentes y curvas con un radio no inferior a 900 m (mm)	3	3
• Curvas de menos de 900 m de radio.	5	5
• Nivel longitudinal. (**)	3	3
• Distancia entre traviesas.(cm)	5	5

(*) Cuerda de 20 m repetida cada 5 m; la diferencia entre medidas consecutivas debe ser menor o igual a 3 mm (ver dibujo enseguida).

(**) Con base en un tramo de 20 m.

3.5 ESTUDIOS A REALIZAR

El **Concesionario** debe realizar como mínimo los siguientes estudios.

3.5.1 Topografía

En la realización de esta actividad se debe revisar la información preexistente de anteriores estudios e informes filtrándose lo útil y utilizable. Para los levantamientos topográficos de campo se debe emplear una metodología consistente en tres pasos fundamentales:

- a) Sistema general de referenciación
- b) Control abscisado, nivelación y secciones transversales: Establecidos y materializados los puntos de control se procede al levantamiento de la línea férrea
- c) Topografía de sitios especiales.

3.5.1.1 Referencias topográficas

Para asegurar la calidad de las medidas y teniendo en cuenta las grandes longitudes es necesario establecer controles.

3.5.1.2 Planimetría

Consiste en establecer puntos muy bien determinados a partir de los sistemas establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en todo el territorio nacional tanto en planimetría como en altimetría. Para establecer los puntos de control para la planimetría se debe utilizar la tecnología GPS. Se deben emplear los puntos la red básica nacional (sistema GPS) instalada por el IGAC para materializar puntos cada 10 kilómetros en promedio con el fin de amarrar las poligonales. La red de puntos GPS establecidos para el proyecto debe ser procesada y ajustada.

3.5.1.3 Altimetría

En altimetría se debe partir de puntos NP's del IGAC distantes no mas de 20 kilómetros entre ellos para establecer una red secundaria de BM's. Los puntos BM's se deberán encontrar separados entre sí 500 metros en promedio y servirán para amarrar la nivelación del eje ferroviario. La tolerancia para cierres de nivelación se establece en $2\sqrt{k}$, donde k es la distancia en kilómetros de la longitud nivelada y el resultado es leído en centímetros

3.5.1.4 Topografía de la vía férrea

Con los puntos de control establecidos se radio los detalles planimétricos de la vía como eje, riel izquierdo, riel derecho y detalles aledaños como casas, cercas, postes, cruces de vías. Para las obras se debe definir su centro, su orientación. Esta actividad se debe complementar con la toma de secciones transversales.

3.5.1.5 Puntos singulares

Son llamadas así las zonas o áreas que presentan indicios y claras señales de inestabilidad o requieren de algún tratamiento para mejoramiento de sus condiciones. Estas zonas se deben levantar por método de nube de puntos y el levantamiento se debe amarrar a la poligonal del levantamiento de la línea férrea. Como resultado de este trabajo se obtiene un modelo digital representado en curvas de nivel.

El Concesionario deberá realizar el levantamiento planimétrico y altimétrico, se deberá realizar el levantamiento de secciones transversales cada 20 m en tramos rectos y cada 10 metros en curvas. El Concesionario deberá presentar como mínimo la siguiente información:

- Introducción
- Fase 1: Sistemas generales de referencias
 - Especificaciones y parámetros de control
 - Sistema de control planimétrico
 - Localización general de puntos de control
 - Coordenadas y certificación de puntos base
 - Descripción sitio de los puntos
 - Anexo carteras
 - Sistema de control altimétrico
 - Localización general de NP's
 - Cotas y certiciaciones
 - Descripción de sitio de los puntos
 - Anexo carteras
- Fase 2: Nivelación, abscisa, secciones y obras
 - Nivelación eje de la vía férrea
 - Rasante existente
 - Modelo DTM (modelo digital del terreno)
 - Anexo carteras
 - Abscisado de la vía férrea
 - Localización de la vía en coordenadas
 - Localización general del abscisado en planos

- Anexo carteras
 - Abscisado de las obras
 - Listado de obras por abscisa
 - Anexo carteras
- Fase 3: topografía de sitios o puntos singulares
 - Descripción de los sitios
 - Localización general sitios
 - Modelos DTM
 - Anexo Carteras

3.5.2 Regeometrización

Consiste en restablecer la geometría perdida de la línea férrea tanto en planta como en alzada, respetando en lo posible el eje y plataforma de la vía. Esta labor se debe apoyar en los levantamientos topográficos del eje y rieles con los que se debe establecer los puntos fijos como puentes, obras, cambia vías.

El **Concesionario** deberá presentar como mínimo la siguiente información:

- Introducción
- Parámetros de Diseño
 - Velocidad de diseño
 - Peralte
- Trazado horizontal
 - formulación empleada
 - Características geométricas de la vía por tramos
 - Alineamiento horizontal
- Trazado vertical.
 - Características geométricas de la vía por tramos
 - Alineamiento vertical. Diseño de la rasante
- Planos
 - Planos planta-perfil
 - Planos secciones transversales
- Cantidades de obra
- Carteras de los diseños
 - alineamiento horizontal
 - alineamiento vertical.

3.5.3 Estudio de capacidad

El **Concesionario** se encargará de establecer la capacidad máxima de la vía dividida por tramos, para tal efecto deberá contemplar las estaciones a rehabilitar

con sus respectivos apartaderos con la longitud mínima para cumplir con la demanda estimada.

3.5.4 Estudio de estabilidad y estabilización de taludes

El **Concesionario** deberá estudiar los puntos inestables que encuentre en la vía concesionada, para tal motivo se podrá basar en información secundaria existente pero el **Concesionario** será responsable de la aceptación o modificación de estos estudios.

Este estudio deberá contar con la siguiente información:

- Análisis de estabilidad de laderas naturales, taludes de corte y sitios críticos.
- Cartografía detallada de deslizamientos (espesores de depósitos, zonas de relajación y suelos residuales).
- Observaciones y datos sobre comportamiento de laderas y taludes.
- Perforaciones manuales, ensayos “in situ” o de laboratorio.
- Recomendaciones de taludes adecuados y diseño de las obras de drenaje, contención que prevengan y controlen la erosión y los deslizamientos.
- Estudios y recomendaciones para sitios de depósito de materiales provenientes de cortes y derrumbes.

3.5.5 Estudio de hidrológica, hidráulica y socavación

El **Concesionario** deberá hacer un estudio sobre la afectación sobre la vía férrea concesionada por efectos hidráulicos y la realización de un estudio sobre obras de alcantarillas y sistemas de desagüe transversal y longitudinal para proteger la superestructura del efecto hidráulico.

3.5.6 Estudio estructural para diseño de puentes

Si existe la necesidad de diseñar algunas estructuras que sean indispensables para garantizar la continuidad de la vía. Cualquier obra estructural debe ser concebida para trocha estándar en sus diseños.

3.5.7 Estudio predial

Al final del contrato se debe tener todo el corredor cercado, igualmente se debe entregar recuperado y saneado el derecho de vía. Para este objetivo se debe realizar un estudio predial el cual debe contener los siguientes aspectos.

- Área de influencia directa del proyecto
- Identificación de los predios afectados

- Identificación de impactos y necesidades
- Estado funcional y estructural de los predios afectados
- Infraestructura de servicios públicos y sociales
- Estudio de títulos de los predios
- Avalúo catastral

3.5.8 Estudios ambientales

El objetivo es identificar, definir y evaluar las afectaciones que se pueden generar sobre los recursos naturales y el medio ambiente, por el desarrollo del proyecto, y diseñar los planes de manejo ambiental y los estudios de impacto ambiental que contengan los planes específicos para prevenir mitigar, corregir y compensar los efectos negativos causados por los impactos en los componentes físico y biótico y adicionalmente planes que establezcan los mecanismos de seguimiento y monitoreo de las medidas ambientales adoptadas.

3.5.9 Cantidades de obra

En este estudio el **Concesionario** basado en sus propios diseños debe presentar sus cantidades de obra, especificaciones particulares de construcción, análisis de precios unitarios, presupuesto y cronograma de obras.

3.5.10 Diseño de la superestructura

El **Concesionario** es responsable de ejecutar sus propios diseños de la superestructura basándose en las normas AREMA para especificar el calibre mínimo para el riel, el tipo de traviesas a emplear y el nivel de balasto triturado para cumplir con las cargas estimadas para cada tramo de la vía férrea teniendo en cuenta que debe cumplir con las especificaciones mínimas establecidas en estas especificaciones.

3.5.11 Pasos a nivel

El **Concesionario** deberá hacer un plan de señalización de los pasos a nivel actuales, teniendo como base el conteo de tráfico en las intersecciones, tanto de velocidades por carreteras o caminos y el tráfico férreo, para determinar con parámetros técnicos cuales pueden cerrarse teniendo en cuenta que estas acciones requieren intervenciones con las autoridades respectivas. Es obligación del **Concesionario** la regulación de estos pasos.

3.6 ENTREGA DE INFORMACIÓN

El **Concesionario** debe entregar al **INCO** todos los estudios realizados para la vía férrea; al momento de realizar diseños para la construcción de nuevos tramos o variantes deberá entregar además, como mínimo, lo relacionado a continuación:

3.6.1 Planos

Los planos que se deben elaborar para el diseño y su contenido mínimo son:

- Ubicación geográfica del proyecto
 - Dentro del territorio nacional
 - A nivel local.
- Planta y perfil de conjunto
 - Alineamiento en planta (líneas más destacadas de la plataforma y los pies del talud, la cartografía sobre la que se proyecta el trazado y los puntos kilométricos en los intervalos de control del proyecto)
 - Accesos
 - Posición de las obras de drenaje
 - Estructuras
 - Túneles
 - Intersecciones
 - Características del relieve.
 - En casos necesarios en escala 1: 5.000: diagrama de curvaturas, y abscisa y parámetro de curvas verticales y pendientes de los alineamientos.
- Planta y perfil general
 - Diagrama de curvaturas
 - Peraltes
 - Elementos constitutivos de la vía
 - Taludes de corte
 - Terraplén

Si se ha de presentar por separado la planta y los perfiles se deben marcar las abscisas de los perfiles transversales y rotular los múltiplos de 1/10 de la escala horizontal. La escala vertical se debe elegir de tal forma que en la peor situación quepa el perfil longitudinal del tramo representado conjuntamente con la planta en una hoja. La escala vertical debe ser de 1/10 de la horizontal, pudiéndose llegar a 1/20.

- Pasos a nivel
 - Puntos de referencia de nivel o bases de localización para el replanteo de la obra.
- Perfiles transversales: la escala no deben ser las mismas en vertical y horizontal.

3.6.2 Memoria de cálculo

Para el diseño geométrico deberán presentarse los datos que se relacionan a continuación:

- Criterios básicos del diseño geométrico adoptados en el trazado
 - Tipo de vía
 - Condicionantes establecidos relacionados con la ubicación geométrica
 - Sectorización de velocidades del trazado y velocidad de diseño considerada en cada tramo
 - Criterios de visibilidad
 - Factores de estética y armonía. Longitudes mínimas de las curvas
 - Criterios de uniformidad considerados en el diseño del trazado.
 - Geometría en planta
 - Radios mínimos en cada tramo
 - Curvas de transición adoptadas
 - Longitudes máximas de recta
 - Geometría del perfil longitudinal
 - Longitudes y pendiente con inclinaciones máximas.
 - Rangos de los parámetros de las curvas verticales
 - Geometría en transversal
 - Pendiente transversal de la vía.
 - Criterios de variación de los peraltes de calzada sobreebanco de curva.
 - Espesores de las distintas capas de la estructura de balasto y sub-balasto.
 - Tipo y geometría de las cunetas adoptadas según el tipo de terreno.
 - Taludes generales en corte y terraplén.
- Definición en detalle de la geometría del trazado
 - Geometría en planta. Puntos singulares
 - Abscisa
 - Coordenadas Este, Norte
 - Azimut
 - Geometría de la rasante
 - Abscisa del vértice
 - Cota
 - Pendiente desde el vértice anterior
 - Parámetro K de la curva en metros, longitud y externa
 - Geometría en transversal
 - Listado de los taludes de corte y terraplén
 - Listado de tipos de cuneta empleados con indicación de longitud horizontal y vertical de cada rama

- Listado de asignación de cada tipo de cuneta según abscisado.
- Listado de espesores definidos para las distintas capas del terreno.
- Replanteo del eje del trazado
 - Bases de replanteo
 - Nombre de la base, coordenadas X, Y, Z

3.6.3 Planos As-built

A la culminación de las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación, las Obras y Actividades de Rehabilitación y las Obras y Actividades de Construcción**, el **Concesionario** deberá entregar a **INCO** los planos finales según lo construido (As-built), que contengan todos los cambios y reformas incluyendo una breve descripción de cada una de ellas, efectuados durante la construcción y que hayan quedado como definitivos, y deben incluir como mínimo:

- Ubicación geográfica del proyecto
- Planta y perfil de conjunto
- Planta y perfil general
- Pasos a nivel
- Perfiles transversales

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA QUE HACEN PARTE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

4.1 GENERALIDADES

Las especificaciones técnicas contenidas en el presente documento describen el alcance de cada uno de los trabajos a ejecutar, los requerimientos de calidad de los materiales y equipos a utilizar, todo lo cual constituye el conjunto de normas que definen la calidad y control de las obras y actividades a ejecutar.

4.2 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Los planos de construcción elaborados por el **Concesionario**, que contienen los diseños y detalles, podrán ser modificados y sujetos a rediseño en caso de que sea necesario y adaptarlos a las condiciones que se encuentren en el sitio.

4.3 ABSCISADO DE LAS OBRAS

Para efectos de localización de las obras de infraestructura se deberá utilizar el abscisado definido en el diseño que realice el **Concesionario**, el cual deberá estar adecuadamente referenciado a la red de bases del IGAC.

4.4 CANTIDADES DE OBRA

El **Concesionario** determinará las cantidades de obra, las cuales podrán variar según los requerimientos en el momento de construcción de las obras o por situaciones no previsibles.

4.5 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

Además de las obras que tratan las especificaciones técnicas, se deberá tener en cuenta, entre otros, los siguientes trabajos complementarios:

4.5.1 Instalaciones

El **Concesionario** deberá planificar, construir y mantener las instalaciones de todos los talleres, almacenes, campamentos, bodegas, cerramientos, sitios de acopio de materiales, etc. de carácter temporal o permanente que se requieran

para ejecutar las obras necesarias para cumplir con el objeto del **Contrato**. Las edificaciones deberán ser de materiales resistentes, adecuados para su uso, higiénicas y dotados de los servicios indispensables para su buen funcionamiento.

El **Concesionario** se responsabilizará del aseo y mantenimiento de las instalaciones, de mantener los accesos en buen estado, de manera que los vehículos, maquinaria y personal puedan transitar sin interrupciones, durante todo el tiempo de duración de los trabajos.

4.5.2 Vías de acceso

El **Concesionario** deberá planificar, construir, rehabilitar y mantener las vías actuales de acceso a las zonas de construcción de obras, de ubicación de campamentos, talleres, sitios de acopio o cualquiera que se requiera para la conservación, pre-rehabilitación, rehabilitación, construcción y/o mantenimiento de la vía férrea. Estas, pueden ser o no, vías de comunicación con los diferentes puntos de la región.

Los trabajos necesarios para habilitar y conservar las vías peatonales o carretables existentes así como las vías de acceso descritas anteriormente, serán por cuenta del **Concesionario**.

Una vez terminada la obra el **Concesionario** deberá adelantar la reparación de aquellos caminos que debido a la utilización hecha de los mismos para propósitos de las actividades a su cargo, se hayan deteriorado.

El **Concesionario** tiene la obligación de colocar en los sitios apropiados las señales necesarias para prevención de accidentes por movimiento de equipos a través de la línea férrea y de sus vecindades. El tipo de señalización a aplicar debe cumplir con la normatividad vigente sobre señalización de carreteras, del Ministerio de Transporte.

El costo de la recuperación de la línea férrea y su conservación en caso de que sea requerido para explotación y transporte de materiales fuera del abscisado del contrato y la construcción o rehabilitación de los caminos de construcción de acceso a la línea férrea en los sitios de los trabajos estará a cargo del **Concesionario**.

4.5.3 Desvíos Provisionales

El **Concesionario** durante la construcción, en caso de ser necesario, deberá construir y mantener desvíos provisionales de la vía férrea, estructuras temporales alrededor de los puentes y sobre las alcantarillas.

El **Concesionario** deberá mantener y marcar todos los desvíos, suministrar señales y construir tal señalización en la cantidad y las localizaciones especificadas en el diseño para estos casos. Todos los costos de construcción y mantenimiento de desvíos serán responsabilidad del **Concesionario**.

4.5.4 Suministro de Agua

Toda el agua necesaria para la ejecución de las obras se obtendrá de puntos de abastecimiento actual existentes y/o de los suministros urbanos de la región a la elección del **Concesionario**, siempre que el agua cumpla con las especificaciones.

El **Concesionario** se hará responsable de la obtención de permisos y licencias para utilización de fuentes de suministro de agua que no cuenten con esta normatividad, así como por el cumplimiento de los reglamentos y leyes que sobre la utilización del agua existan a nivel local, regional y nacional. El **Concesionario** se hará responsable de los incumplimientos que puedan llegar a darse de los reglamentos existentes sobre utilización de fuentes de agua y atenderá las reclamaciones que se puedan presentar en ese sentido.

Todos los costos involucrados en el abastecimiento de agua estarán a cargo del **Concesionario**. No habrá lugar a ningún pago separado por suministro de agua.

En caso de que sea necesario perforar pozos, su ejecución se hará de acuerdo con las especificaciones técnicas que fije el Gobierno. En consecuencia, el **Concesionario** investigará las regulaciones ambientales, de exploración y explotación necesarias y las someterá a la consideración del **Interventor** para información y control.

4.5.5 Control de Aguas

El **Concesionario**, durante la construcción, deberá efectuar todas las operaciones necesarias para mantener en seco las excavaciones que se ejecuten para la construcción de las obras objeto de la **Concesión**. No se considerará control de agua a las rectificaciones que se hagan con carácter permanente a los cauces naturales de arroyos, quebradas y ríos, las cuales deberán construirse de acuerdo con los planos de construcción o las instrucciones específicas del caso que emita el **Concesionario**, para esto, el **Concesionario** debe incluir los permisos de las corporaciones correspondientes.

El **Concesionario** deberá suministrar el equipo, elementos necesarios y el personal adecuado para instalar tuberías, operar los equipos y mantener las

excavaciones razonablemente libres de agua durante la construcción, de acuerdo con lo definido en el diseño. El **Concesionario** deberá tener disponible en todo tiempo y en buenas condiciones de trabajo los equipos de bombeo para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también de operarios y mecánicos competentes para su operación.

El **Concesionario** deberá tener el cuidado suficiente de ejecutar las obras y trabajos de control del agua durante la ejecución de las obras, de tal manera que no ocasionen daños ni perjuicios a la banca de la línea férrea ni a terceros, a excepción del caso de invasiones abusivas que impidan el espacio natural para la realización de los trabajos y será el único responsable por los daños que se produzcan a causa de estos trabajos.

El **Concesionario** deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción de la obra, las zonas de préstamo y demás zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de las obras.

El **Concesionario** deberá mantener continuamente estas condiciones de trabajo. En los bancos de préstamo o de almacenamiento de materiales para las obras, se deberá evitar y/o controlar su inundación o encharcamiento.

Todas las excavaciones a tajo abierto o en zanja se deberán mantener totalmente libres de agua durante la colocación de las tuberías, compactación de rellenos y construcción de estructuras hasta el momento en que los concretos y morteros hayan fraguado totalmente.

El **Concesionario** deberá ejecutar todos los trabajos necesarios para remover las obras de control de aguas o anular su efecto tan pronto como el proceso constructivo lo permita. En general deberá adelantar los trabajos que sean necesarios para que las zonas afectadas por las obras de control queden en el estado más conveniente.

4.5.6 Registro de Temperaturas y Condiciones Climáticas

El **Concesionario** suministrará la estación para el registro de temperaturas y condiciones climáticas para recolectar diariamente la información necesaria; además el **Concesionario** suministrará termómetros para el registro de la temperatura de los rieles durante las 24 horas del día. El **Concesionario** determinará autónomamente la cantidad y ubicación de las estaciones.

Estos termómetros deberán tener capacidad de registrar sobre papel especial las variaciones de temperatura durante el día, con tira suficiente para un período de una semana de registro continuo.

La precisión del registro será de 1 grado centígrado como mínimo. El acero del cual se tome la temperatura será un trozo de riel igual al que se adopte para el proyecto, con una longitud de 1,50 m y deberá estar expuesto continuamente a los rayos solares durante las horas de luz.

Se mantendrá un registro mensual de los datos recogidos y las tiras de papel del termómetro los cuales serán enviados al **Interventor** en caso de que este así lo requiera.

El **Concesionario** suministrará, instalará y operará los termómetros desde el comienzo de las obras y la recolección de datos se continuará hasta la terminación de la obra.

4.5.7 Equipos de Comunicación

El **Concesionario** será responsable del diligenciamiento y obtención de licencias para el uso de radio, teletipo, microondas, walkie-talkies y equipos de comunicación en general, para utilización dentro del proyecto y entre el proyecto y su oficina principal.

El **Concesionario** será responsable por las dificultades que puedan ocurrir en el funcionamiento de los sistemas de comunicación y la obtención de licencias de funcionamiento de los mismos.

4.5.8 Obras Provisionales

Esta especificación se refiere a las estructuras provisionales que deberán construirse durante la obra, para mantener habilitada la vía al tráfico férreo. Comprende el suministro de equipo, mano de obra, materiales, construcción y desmonte de las estructuras provisionales que hayan de construirse.

Para lograr el objetivo de esta especificación, se podrá construir cualquier estructura provisional que según la práctica del **Concesionario** cumpla con las necesidades requeridas, para soportar una carga de diseño del tren Cooper E-40.

El **Concesionario** decidirá sobre el sistema a utilizar, y será responsable por la eficacia de la obra y por los daños que se ocasionen. Así mismo será responsable por la estabilidad de la estructura provisional hasta que se requiera su utilización.

4.5.9 Seguridad Industrial

El **Concesionario** debe cumplir todas las normas de seguridad de las entidades oficiales, así como sus códigos para edificaciones y construcciones, y muy especialmente la resolución No. 02413 de 1.979 emanada del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, "REGLAMENTO DE HIGIENE Y SEGURIDAD PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN" y las que las sustituyan o modifiquen.

Las normas adicionales que aparecen en este capítulo también deberán cumplirse en forma estricta por parte del **Concesionario**.

El **Concesionario** será el único y completo responsable de la protección de las obras y de todas las áreas y elementos del **Concesionario** o de los elementos suministrados por el **INCO** para ser utilizados en relación con ellas, desde el comienzo de los trabajos de rehabilitación hasta la terminación y entrega de las obras.

4.5.10 Área o Zona de Trabajo

El **Concesionario** asumirá y será responsable de la seguridad del personal y equipo que pertenezca a la obra, del personal y equipo que esté en tránsito o de visita en la obra, velando por el cumplimiento de las regulaciones pertinentes para la segura ejecución de la obra. El **Concesionario** deberá elaborar, previo al inicio de las obras, un plan detallado del manejo de la Seguridad Industrial.

Durante la ejecución de los trabajos, el **Concesionario** deberá mantener en buen estado de limpieza los diversos frentes de la obra, para lo cual efectuará la limpieza requerida con una periodicidad adecuada. Al finalizar cualquier parte de los trabajos, el **Concesionario** retirará prontamente todo su equipo, construcciones provisionales y sobrantes de materiales que no hayan de ser usados más tarde en el mismo sitio o cerca de él, para la ejecución de otras partes de la obra; desechará satisfactoriamente todos los sobrantes y basuras que resulten de los trabajos y dejará el sitio en perfectas condiciones de orden y aseo.

Antes de iniciar los trabajos el **Concesionario** deberá instruir a su personal sobre los riesgos y peligros a los cuales estará sometido al laborar sobre la vía férrea en operación. Será su responsabilidad mantener informado al personal sobre el movimiento de trenes.

En cuanto sea posible se separarán las áreas de depósito y almacenamiento de los elementos de la vía férrea. El **Concesionario** también está obligado a tomar todas las medidas de seguridad necesarias de acuerdo con el reglamento para la

movilización de trenes (RMT) y de utilización de la vía. Adicionalmente, el **Concesionario** será responsable de que estas medidas de control se cumplan.

El **Concesionario** deberá emplear personal calificado que se encargará de alertar al personal que trabaja sobre o en proximidades de la vía férrea, sobre el movimiento o proximidad de trenes, así como instruirlos sobre el método para detener trenes en caso de algún accidente o emergencia que ponga en peligro la seguridad del tren y del personal del **Concesionario**. El **Concesionario** deberá suministrar a los visitantes, a sus obreros y empleados que trabajan sobre la vía férrea la indumentaria necesaria como cascos de protección, botas y vestidos de color vistoso, que pueda ser distinguida fácilmente por la tripulación de los trenes.

Los materiales que se utilicen se almacenarán adecuadamente, depositándolos debidamente demarcados mediante cinta reflectiva, a una distancia prudente de la vía férrea en sitios de poco tránsito, dejando pasillos o zonas accesibles entre los arrumes que no interfieran en ningún momento con la ejecución de las obras como tampoco con el movimiento de los trenes en los períodos asignados.

Todo el personal del **Concesionario** y todas las personas comprometidas en los trabajos de rehabilitación deberán conocer y cumplir todas las normas de seguridad, las cuales también hacen parte de estas especificaciones. Además, el **Concesionario** deberá mantener en lugar visible para sus obreros y empleados todas las normas de seguridad que estos deben cumplir mientras se encuentren trabajando bajo sus órdenes en los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

Se deberán asignar cuadrillas de personal responsables exclusivamente del aseo y conservación del sitio de las obras.

4.5.11 Señalización

La iniciación y finalización de cada uno de los frentes de trabajo durante la ejecución de las obras debe estar debidamente señalizada por parte del **Concesionario**, quien colocará las señales de prevención, avisos de peligro en las horas diurnas y luces rojas, reflectivas o mechones encendidos en las horas nocturnas. Ningún trabajo podrá ejecutarse sin que se hayan colocado señales visibles de peligro en número, forma, tipo y clase adecuados.

El **Concesionario** está obligado a comunicar diariamente al Centro de Operación y Control el programa detallado, el sitio o sitios de la ejecución del proyecto, para que quienes comuniquen a la tripulación de los trenes que transitan por esta vía, sobre la existencia de personal del **Concesionario** trabajando en la rehabilitación de la vía.

El **Interventor** podrá ordenar en cualquier momento que se suspenda la construcción de una obra o de las obras en general, si existe un incumplimiento sistemático por parte del **Concesionario** de los requisitos de señalización.

La movilización de equipos del **Concesionario** o de otros, durante los trabajos estará sujeta al reglamento para la movilización de trenes (RMT) del **Concesionario** y al plan de trenes que tenga el **Concesionario** acordado con sus usuarios. El **Concesionario** deberá conocer con detalle estas instrucciones y transmitir las al personal que laborará sobre la vía.

4.5.12 Alumbrado y Trabajo Nocturno

Cuando los trabajos se realicen sin iluminación natural suficiente, el **Concesionario** suministrará iluminación eléctrica en todos los sitios de trabajo, para lo cual debe contar con los equipos de potencia propios o redes para conectar al sistema eléctrico local. La utilización de fuentes de energía del sistema eléctrico nacional debe contar con autorización de la entidad competente en la zona de trabajo y la obtención de los permisos o licencias es responsabilidad del **Concesionario**.

4.5.13 Apuntalamiento y Entibados

El **Concesionario** tomará las medidas necesarias para apuntalar y reforzar las paredes del terreno mientras se ejecutan las excavaciones para evitar derrumbes o deslizamientos y garantizar la seguridad de las personas, de las obras y de las zonas vecinas.

El **Interventor** podrá exigir la colocación de apuntalamientos o entibados y obras de estabilización adicionales si en su opinión los que se hayan colocado no son suficientes.

Cuando se trate de excavaciones largas y profundas, se proveerán salidas apropiadas con el fin de facilitar la evacuación en caso de emergencia. Igualmente, se proveerá el equipo necesario para el bombeo o evacuación de agua a fin de obtener un piso en buenas condiciones de trabajo y evitar que la filtración de agua afecte la estabilidad de las excavaciones.

4.5.14 Transporte

El personal del **Concesionario** que se transporte sobre la vía férrea en carrmotores de su propiedad deberá cumplir con el reglamento para la movilización de trenes (RMT) del **Concesionario**.

El transporte de rieles, traviesas, tuberías, postes y otros elementos se hará asegurándolos en forma adecuada. Si alguno de estos elementos sobresale longitudinalmente del vehículo, se colocarán avisos indicativos y banderas rojas en los extremos sobresalientes. No se permitirá el transporte de elementos que sobresalgan hacia los lados del vehículo o que no cumplan los gálibos mínimos existentes en los puentes.

El personal destinado al manejo de los rieles, traviesas, tubos, postes y otros elementos estará provisto de guantes, delantales, calzado de seguridad y palancas adecuadas. Si se trabaja con grúas o equipos de alce, una persona vigilará el izado y los giros con el fin de evitar accidentes.

El **Concesionario** será responsable del manejo, transporte y disposición de toda sustancia que presente peligro de contaminación al ambiente o pueda causar perjuicio a las personas. El **Concesionario** deberá siempre seguir las instrucciones de los fabricantes y las regulaciones colombianas sobre manejo, transporte, disposición y almacenamiento de estos materiales o sustancias y será responsable por cualquier daño, perjuicio o reclamos que se causen por su mala manipulación.

4.5.15 Soldaduras

El control de calidad de la soldadura, incluyendo el suministro de equipos, mano de obra y electrodos, se ejecutará de acuerdo con las normas AWS y con el código AISC y la norma colombiana NSR -98.

Los operarios y sus ayudantes que deban efectuar trabajos que incluyan procesos de soldadura deberán utilizar guantes de cuero, overoles, delantales, mangas, botas y polainas y otras ropas protectoras contra chispas y esquirlas, mientras estén soldando usarán máscaras protectoras las cuales protegerán los ojos, la cara, el cuello y estarán provistas de lentes con las tonalidades requeridas de acuerdo con las normas AWS.

Todos los operarios usarán gafas de seguridad para las operaciones de esmerilado y picado de escoria.

El equipo de soldadura se mantendrá en óptimas condiciones de operación y limpieza y por ningún motivo se permitirá la utilización de equipos defectuosos.

Se exigirá la utilización de cables apropiados al amperaje de trabajo.

4.5.16 Precauciones contra Incendios

El **Concesionario** deberá proporcionar a los sitios de trabajo suficiente protección y medidas de seguridad contra incendio, a las propiedades e instalaciones del **Concesionario**. Previo al inicio de las obras deberá presentar al **Interventor** su plan de disponibilidad de equipo de protección contra conflagraciones, especialmente incendios forestales que afecten la vía férrea y sus vecindades.

4.5.17 Informe de Accidentes

El **Concesionario** será responsable de los accidentes que se presenten sobre su tramo de vía férrea o durante la ejecución de los trabajos, en el caso de accidente o muerte de algún miembro de su personal.

El **Concesionario** informará al **Interventor** acerca de cualquier accidente que ocurra en la ejecución de los trabajos y que ocasione muerte o perjuicio a cualquier persona o daño a la propiedad del **Concesionario** o de terceros y en todos los casos de enfermedad profesional que ocurran en la ejecución de los trabajos. El **Concesionario** tendrá un plazo de 24 horas para suministrar el informe de los datos que le exija el **Interventor**.

4.5.18 Control de Calidad

Los trabajos deben ser realizados por el **Concesionario** observando buen cumplimiento de los criterios normales en la construcción de obras de Ingeniería, cumpliendo fielmente lo definido en los planos de construcción y el contenido del presente volumen de especificaciones.

El Plan de Calidad del Proyecto, elaborado por el **Concesionario** constituye además, una directriz fundamental que debe cumplirse en todas sus partes para asegurar el cumplimiento de los objetivos de calidad y para facilitar el control y correcto avance de las obras.

4.6 INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO

4.6.1 Instalación de Inclínómetros - Grietómetros y Mojones de Concreto

Para las obras de estabilización proyectadas en los km.100,124 y 130 así como en todos aquellos casos en los que se detecte la existencia de una falla geológica, se deberán ejecutar trabajos complementarios de instrumentación y monitoreo de los taludes mediante la instalación de piezómetros, grietómetros, mojones de concreto para control topográfico e inclinómetros que permitan medir el efecto real del sistema de drenaje construido y que además proporcionen la orientación requerida para llevar a cabo los ajustes posteriores de las obras construidas.

Para llevar a cabo estas actividades es necesario que previamente el **Concesionario** presente para aprobación del **Interventor** un plan y metodología detallada de los trabajos a ejecutar.

4.6.2 Piezómetros de Tubo Abierto Tipo Casagrande

Los piezómetros son elementos de instrumentación que permiten determinar la posición del nivel freático o la cabeza de presión en un estrato específico.

Características Geométricas

- Longitud Variable
- Diámetro mínimo 3"

4.6.2.1 Materiales

- Elemento de cerámica porosa (en la punta) o tubo de PVC ranurado.
- Tubo de PVC. $\varnothing = 1"$
- Gravilla fina y arena de río de grano grueso.
- Bentonita.

4.6.3 Inclínómetros de paso

Es un sistema que permite establecer fácilmente el movimiento de un talud.

4.6.3.1 Materiales

- Tubo de PVC
- Peso de Punta (elemento de plomo)

4.6.4 Grietómetros

Para la medición de la abertura de grietas y su evolución con el tiempo, se pueden llevar a cabo las siguientes medidas de control:

- Un procedimiento de control a nivel cualitativo es el del testigo de yeso. Se trata de una galleta en formas varias dispuesta sobre la obra viva, el cual presenta de modo bien visible la fecha de inspección en que se apercibió una fisura o grieta, Cuando se detecta un testigo fisurado, además de anotar la fecha, se debe proceder inmediatamente a colocar otro en su proximidad. Así se crea a la vista un avance cualitativo de la deformación.
- Otro sistema de medida de grietas simple y barato, consiste en la colocación de dos clavos a los dos lados de una grieta y sobre una línea perpendicular a ella. Se tomaran medidas con un nonio o calibrador “pie de rey”, periódicamente, al menos cada tres (3) meses.

4.7 CERCAS EN POSTES DE CONCRETO

4.7.1 Alcance del Trabajo

Este trabajo comprende el suministro de materiales y la construcción de cercas de alambre, en los siguientes tramos de la vía férrea:

Durante la primera y segunda etapas, en el tramo Buenos Aires – Villavieja

Como parte de las **Obras y Actividades de Mantenimiento**, en los tramos Chiriguaná – San Rafael de Lebrija, San Rafael de Lebrija – Puerto Berrío, Puerto Berrío – Dorada, Puerto Berrío – Cabañas y La Dorada – Buenos Aires.

4.7.2 Materiales

Las cercas serán de cuatro hilos de alambre de púas galvanizado, calibre 12 1/2, distanciados a 30 cm. Los postes serán de concreto reforzado de 210 kg/cm², armado con cuatro varillas de 1/4" (6mm) más estribos. Su sección transversal mínima será cuadrada, de 10x10 cm y las longitudes mínimas serán de 2.2 y 3.0 m para postes de línea y esquineros respectivamente. Las perforaciones de los postes deberán ser suficientemente amplias para permitir el libre paso del alambre.

4.8 BARRERA VIVA

En caso de que el **Concesionario** opte por emplear barreras vivas para cercar el corredor férreo, siempre y cuando se respete la franja del mismo corredor férreo podrá emplear las siguientes especificaciones:

Las barreras vivas son hileras de plantas perennes (de larga vida) de crecimiento denso sembradas a través de la pendiente o siguiendo las curvas a nivel. Es decir, son obstáculos de plantas sembradas a corta distancia una de la otra, a través de la pendiente. Las barreras vivas reducen la velocidad y energía del agua de escorrentía, causante de la mayoría de los procesos erosivos, y evitan la pérdida de la capa orgánica al interceptar el suelo arrastrado por el agua. Además, el sistema radicular de las barreras contribuye a amarrar el suelo y mejorar el anclaje de los terrenos.

Otro uso de las barreras vivas, es la de servir de pantalla contra el ruido y evitar el acceso de personas y animales a sitios determinados que requieren cierto tipo de privacidad.

Es recomendable para especies de porte alto, la distancia entre plantas debe ser entre 1.0 y 1.5 metros, en forma de tres bolillos, de manera que cumplan una mejor función.

Especies recomendadas para ser utilizadas como barreras vivas, de acuerdo con el clima predominante de la región:

Clima cálido

- Matarratón (*Gliricidia sepium*)
- Floramarillo (*Tabebuia Crisantha*)
- Guayacán carrapo (*Bulnesia carrapo*)

Clima medio

- Limón swinglea (*Swinglea sp.*)
- Caucho (*Ficus benjamina*)
- Carbonero rojo (*Calliandria carbonaria*)
- Guamo (*Inga sp.*)
- Carbonero (*Leucaena leucocephala*)
- Búcaro (*Erythrina fusca*)

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE SUPERESTRUCTURA QUE HACEN PARTE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

5.1 INTRODUCCIÓN

Estas especificaciones cubren los trabajos mínimos, materiales, procedimientos y normas, de las obras correspondientes a la conservación, pre-rehabilitación, rehabilitación, construcción, mantenimiento y reversión de la superestructura férrea del proyecto.

5.2 VÍA FÉRREA - SUPERESTRUCTURA, GEOMETRÍA Y MATERIALES

5.2.1 Superestructura y geometría

5.2.1.1 Elementos

La superestructura férrea estará compuesta principalmente por los siguientes elementos:

- Balasto triturado
- Traviesas de concreto preesforzado
- Traviesas de madera
- Rieles
- Materiales para fijar los rieles (fijaciones elásticas)
- Cambiavías para apartaderos
- Soldadura a tope y soldadura aluminotérmica y
- Materiales para cambiavías
- Materiales para las juntas eclisadas.
- Calzos.

5.2.2 Balasto triturado

5.2.2.1 Producción

- **Requisitos de la roca**

El balasto debe obtenerse mediante triturado mecánico de roca proveniente de una cantera adecuada.

La calidad de la roca y de los procesos de triturado deben ser tales que permitan obtener agregados de forma isotrópica (dimensiones similares en todas las direcciones).

La roca del balasto será compacta, sin planos de corte y estará libre de cavidades, cuerpos extraños y polvo.

De todas maneras el material deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Presencia máxima de roca fríasble <3% de acuerdo con la norma ASTM C.142
- Presencia máxima de arcilla <0.5% de acuerdo con la norma ASTM C.142.
- Absorción máxima de 0.8% de acuerdo con la norma ASTM C.127.

En caso de material proveniente de río, la dimensión mínima del bloque de roca original debe ser 50 cm y el material fracturado no deberá presentar más de 20% de superficie redondeada.

5.2.3 Traviesas monobloque de concreto preesforzado

Esta especificación proporciona la orientación necesaria para el diseño, fabricación y uso de traviesas monobloque de concreto preesforzado y sus componentes, para la vía del proyecto caracterizada en la Tabla 5.1

Tabla 5.1. Características principales de la vía del proyecto

ELEMENTOS DE DISEÑO	VALORES
TREN DE CARGAS	COOPER E-40
CARGA POR EJE	18.20 TON. 178 KN
TROCHA	914 mm a 939 mm
RADIO MÍNIMO	75 m
PENDIENTE MÁXIMA	3.5 %
PERALTE MÁXIMO	90 mm
RIEL	ARA-A-90
ESPACIAMIENTO TRAVIESAS	60 cm
ESPESOR BALASTO	15 a 20 cm
INCLINACIÓN DE LOS RIELES	1:20

En la Tabla 5.2 se relacionan algunos parámetros para el diseño, fabricación, colocación y uso de las traviesas de concreto pretensado tipo monobloque apropiadas para el proyecto. Sin embargo, el **Concesionario** deberá aplicar, en todo lo que corresponda, las normas a las cuales se acoja: AREMA o UIC.

Tabla 5.2. Especificaciones funcionales para las traviesas de concreto pretensado

CARACTERÍSTICAS	VALORES
DIMENSIONES:	
- Longitud Mínima.	1.90 m
- Longitud Máxima.	1.95 m
- Ancho de la Superficie de la Base	0.22 a 0.28 m
- Ancho Máximo.	0.28 m
- Altura Máxima.	0.23
- Altura Mínima.	0.18
- Altura Mínima en el Asiento del Riel	0.21
PESO MÍNIMO:	
- Sin Incluir Elementos de Fijación.	2,16 KN 200 KG
- Espaciamiento.	0.60 m

5.2.4 Traviesas bi-bloque de concreto

Esta especificación proporciona la orientación necesaria para el diseño, fabricación y uso de traviesas bi-bloque de concreto y sus componentes para la vía del proyecto, caracterizado en la tabla 5.3.

En la tabla 5.3 se relacionan algunos parámetros para el diseño, fabricación, colocación y uso de las traviesas de concreto tipo bi-bloque apropiadas para el proyecto. Sin embargo, el **Concesionario** deberá aplicar, en todo lo que corresponda a la norma AREMA.

Tabla 5.3. Especificaciones funcionales para las traviesas bi-bloque de concreto

CARACTERÍSTICAS	VALORES
DIMENSIONES:	
- Longitud Mínima.	1.85 m
- Longitud Máxima.	1.90 m
- Ancho Máximo	0.30 m
- Altura Máxima.	0.24 m
- Altura Mínima.	0.20
PESO MÍNIMO:	
- Sin Incluir Elementos de Fijación.	200 Kg
- Espaciamiento.	0.60 m

5.2.5 Traviesas a base de polímeros

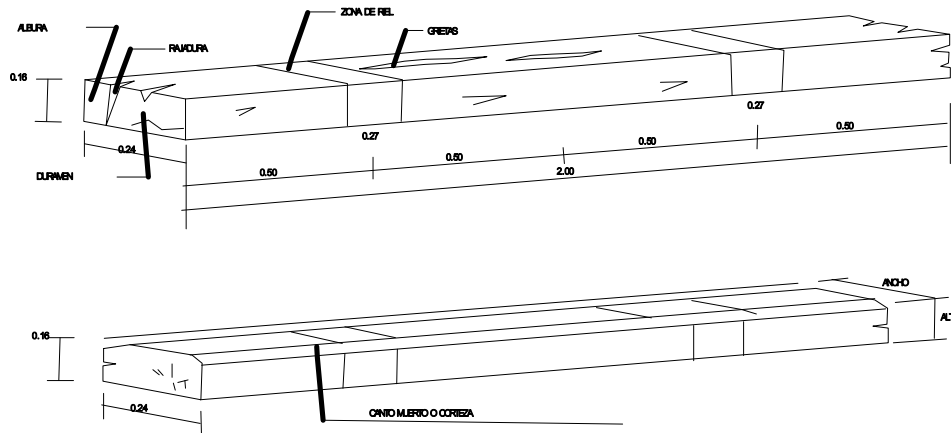
Esta traviesa debe cumplir lo prescrito para las traviesas monobloque o bi – bloque.

5.2.6 Traviesas de madera

Las traviesas deberán ser producto de árboles vivos, sanos y maduros, sin corteza, con fibras duras y compactas, acabado con sierra y con su eje longitudinal paralelo en el sentido de las fibras de la madera. No se aceptarán traviesas provenientes de ramas.

Las traviesas de madera para cambiavías tendrán dimensiones de 24 x 16 centímetros con longitud variable de acuerdo con los planos. Ver Figura 2.

+



+

Figura 2. Dimensiones básicas de la traviesa

Los durmientes para los puentes metálicos que no lleven balasto tendrán las siguientes dimensiones: 25 x 20 x 250 centímetros.

Los tres tipos de traviesas anteriores serán inmunizados de acuerdo con las normas AREMA vigentes.

5.2.6.1 Fabricación de las traviesas y especies de madera

Se permite la utilización de las siguientes especies de madera.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
ACEITUNO ROJO	Humiriastrum colombianum
BALSAMO	Myroxilon balsamun
BRAZIL	Brasiletia mollins
CAIMITO COLORADO	Pouteria caimito
CARRETO	Aspidosperma dugandi
COCO CRISTAL	Lecitis S.P.
COMINO REAL	Aniba perutilis
CHANUL	Humiria procera
DIOMATE o QUEBRACHO o GUSANERO o SANTACRUZ	Astronium graveolens
FLOR MORADO o NAZARENO	Peltogine purpurea
SAINO	Goupia glabra
TANANEO O MORADILLO	Peltogine S.P.
TRÉBOL	Platimiscium S.P.

5.2.6.2 Especificaciones Técnicas

Únicamente se aceptan traviesas de primera clase, según definición que se hace más adelante en la sección de defectos de los durmientes. Los materiales deberán llegar al sitio de los trabajos con todas las certificaciones sobre las pruebas realizadas.

Las traviesas se apilarán en forma de lavadero o “Z” con el fin de que puedan soportar mejor la intemperie y se tornen menos susceptibles al ataque de hongos e insectos.

Los apilados en lavadero se pueden observar en la Figura 3.

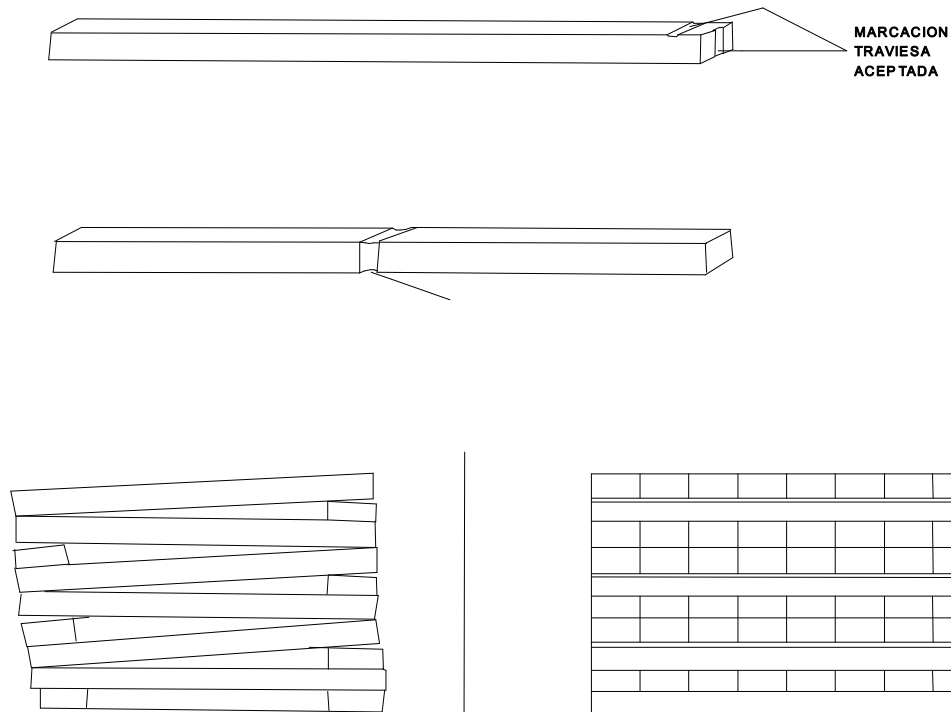


Figura 3. Apilado en lavadero

- **Definiciones relativas a las partes principales de la madera**

Los siguientes conceptos se refieren a las características físicas y morfológicas de las traviesas.

MÉDULA: Parte central de los tallos, constituida esencialmente por tejido parenquimatoso o blando.

DURAMEN: Parte central del tronco rodeado por una capa de albura que en el árbol vivo ha dejado de contener células vivas y en el cual los materiales de reserva han sido eliminados o transformados. Generalmente es de color más oscuro que la albura.

ALBURA: Capa o zona de color generalmente claro situada entre el duramen y la corteza. Contiene células vivas y materiales de reserva.

CORTEZA: Envoltura natural exterior del árbol. Comprende la corteza interna, delgada y viva (liber) y la corteza externa gruesa y muerta (suber).

FALLA DE COMPRESIÓN: Ruptura de la fibra de la madera como resultado de un esfuerzo excesivo de compresión o de flexión.

RAJADURA: Separación de la fibra de la madera que se extiende en la dirección del eje de la pieza y afecta totalmente al diámetro o espesor de la misma.

GRIETA: Separación de la fibra de la madera que no alcanza a afectar dos (2) caras de una pieza aserrada y dos (2) puntos opuestos de la superficie de una madera de sección transversal aproximadamente circular.

PUDRICIÓN: Descomposición de la madera producida por la acción de hongos xilófagos, acompañada de un proceso gradual de cambio de características físicas, químicas y mecánicas.

PERFORACIONES: Presencia de galerías, producidas por larvas o individuos adultos de ciertos insectos forestales.

APOLILLADURA: Existencia de galerías que contienen larvas, insectos o crustáceos.

BOLSILLO DE CORTEZA: Presencia de una masa de corteza total o parcialmente comprendida en la madera.

ALABEO: Deformación que puede experimentar una pieza de madera por la curvatura de sus ejes longitudinales o transversales o de ambos. Puede ser:

- Abarquillado (Acanaladura). Alabeo en dirección transversal a las fibras.
- Combado o arqueadura. Alabeo de las caras en la dirección de las fibras.
- Curvatura Lateral o encorvadura. Alabeo de los cantos en el sentido de las fibras.
- Revirado o retorcedura. Alabeo helicoidal en la dirección longitudinal y transversal de las fibras.

ESCAMADURA O ACEBOLLADURA: Es la separación del leño entre dos anillos de crecimiento consecutivo.

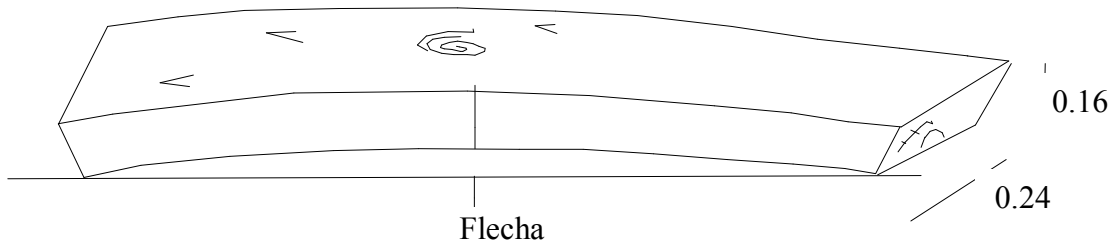
- **Normas de clasificación**

- **ARQUEADURA** (Ver Figura 4)

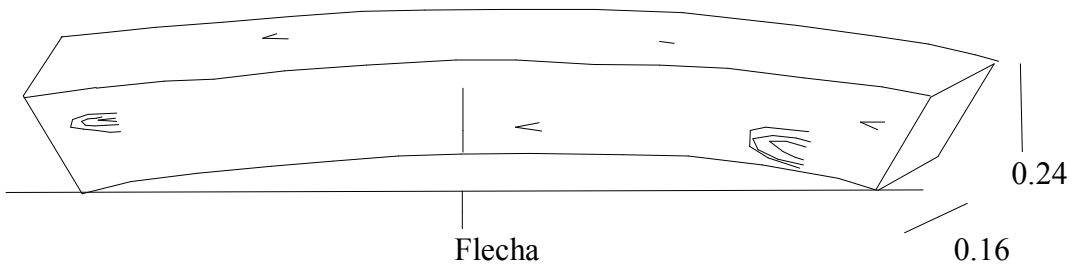
Primera clase: No se aceptan.

– **ENCORVADURA** (Ver Figura 4)

Primera clase: No se aceptan.



ARQUEADURA



ENCORVATURA

Figura 4. Defectos de traviesas

– **MEDULA**

Primera clase: No se aceptan.

– **ALBURA**

Primera clase: No se acepta en la zona de apoyo del riel.

– **FALLA DE COMPRESIÓN**

Primera clase: No se aceptan.

– **TORCEDURAS**

Primera clase: No se aceptan.

– **ACANALADURA**

Primera clase: No se aceptan.

– **PUDRICIÓN**

Primera clase: No se aceptan.

– **APOLILLADURA**

Primera clase: No se aceptan

– **RAJADURA**

Primera clase: En un extremo del durmiente hasta una longitud de 0.10 m.

– **GRIETA**

Primera clase. Fuera de la zona de apoyo del riel se acepta la grieta aislada hasta un largo máximo de 15 cm y hasta una profundidad de 4 cm. En la zona de apoyo del riel se aceptará sólo si está ubicada en el eje longitudinal del durmiente.

– **BOLSILLO DE CORTEZA**

Primera clase. Se acepta fuera de la zona del riel hasta 30 cm de largo y 3 cm de profundidad, pero debe ser trabajado en tal forma que permita el escurrimiento del agua.

– ARISTA FALTANTE

Primera clase: Se acepta en una arista siempre que no reduzca el ancho de la cara inferior o superior de la traviesa a menos de 15 cm. para las traviesas comunes. Para las demás traviesas no se acepta.

– NUDOS

Primera clase: Vivos o apretados no se consideran como defecto cuando su diámetro no es mayor de 5 cm y estén situados fuera de la zona de asiento del patín del riel.

En la zona del riel se aceptarán si su diámetro no excede de los 3 cm. Muertos o sueltos no se aceptan.

– HUECOS

Primera clase: Se aceptan superficiales. Profundos se aceptan hasta con 5 huecos y sólo en una de sus caras, siempre que la dimensión no sea mayor de 4 cm de largo y su profundidad mayor de 3 cm situados por fuera del área de influencia del riel.

– PERFORACIONES

Primera clase. Se aceptan exclusivamente para la especie conocida como Gusanero o Quebracho, siempre y cuando no sean limitantes para su uso.

5.2.6.3 Medidas y Tolerancias

Las dimensiones de las traviesas, especificadas anteriormente, pueden presentar desviaciones en las dimensiones siempre y cuando no sobrepasen las siguientes tolerancias:

- Para las traviesas comunes

Longitud: +/- 3 cm
Ancho y alto: +/- 1 cm

- Para las traviesas para puentes
- Para las traviesas para cambiavías

Longitud: + 5 /- 3cm
Anchura: + 2/- 0cm
Altura: + 0, 5/- 0cm

El recibo de las traviesas de madera se hará en un todo de acuerdo con las normas AREMA.

5.2.7 Rieles

Se utilizarán dos tipos de riel: mínimo ARA-A-90 para intervenciones nuevas y rieles existentes ASCE 7540 oportunamente seleccionados, reacondicionados y soldados para formar barras largas únicamente en donde ya exista. Posteriormente se deberán cambiar a mínimo ARA-A-90 en la reversión y mantenimiento.

5.2.7.1 Rieles Existentes

El **Concesionario** deberá desarmar transportar y apilar, en la estación más cercana que disponga de un área de trabajo adecuada, todos los rieles que se reemplazarán obtenidos de la vía actual. En esta área el **Concesionario** almacenará los rieles reutilizables para su posterior utilización en obras de contención. Se apilarán en capas separadas con tablas de madera para evitar el contacto entre rieles y entre éstos y el terreno.

5.2.7.2 Rieles Nuevos

- **Tipo de riel**

Los rieles nuevos serán mínimo tipo ARA-A-90 (45Kg/m aproximadamente), con sección transversal especificada geométricamente en la Figura 5 y longitud alternativa de 24 m o 36 m sin perforaciones. El **Concesionario** podrá utilizar rieles de mayor calibre siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones de la norma AREMA.

La sección de riel ARA-A-90 se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

SECCION DE RIEL ARA-A-90
 ESCALA 1:1

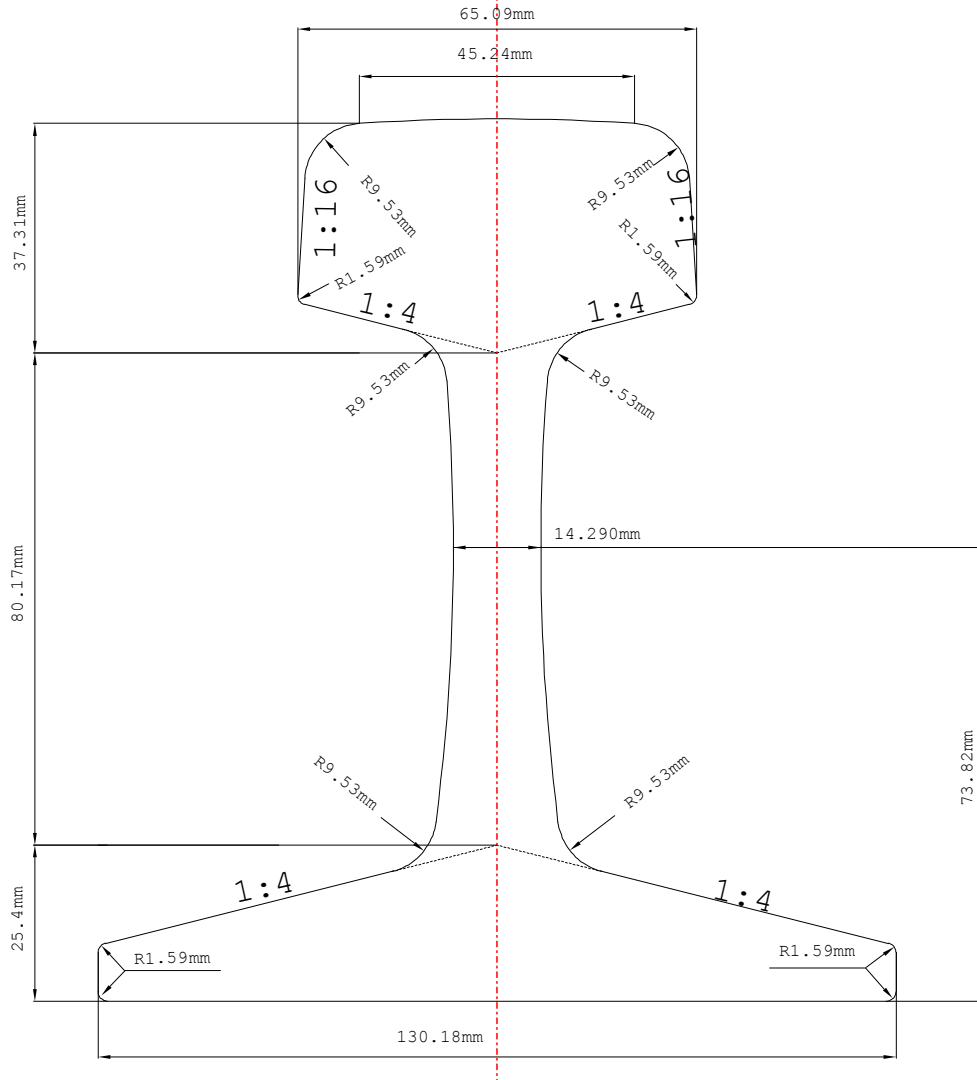


Figura 3. Sección de riel ARA-A-90

En caso de que la demanda en algunos tramos lo requieran el **Concesionario** podrá rehabilitar con rieles nuevos tipo 115 RE (57.19 Kg/m aproximadamente), con sección transversal especificada geoméricamente en la Figura 6 y longitud alternativa de 24 m o 36 m sin perforaciones.

El **Concesionario** podrá utilizar rieles de mayor calibre siempre y cuando estos cumplan con las especificaciones de la norma AREMA.

La sección de riel 115 RE se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** .

Figura 6. Sección de riel 115 RE

- **Calidad del acero**

Para el riel nuevo ARA-A-90, el acero será de calidad naturalmente dura tipo A según la definición del Código UIC 860/0.

Para el riel nuevo 115 RE, el acero será naturalmente duro, calidad 900 A, según lo establecido por el Código U.I.C. 860/0.

- **Especificaciones técnicas para el suministro**

La producción y el suministro de rieles deberán cumplir los requerimientos indicados en las “Especificaciones Técnicas para el Suministro de Rieles”, Código UIC 860/0 o en las normas AREMA.

- **Marcación**

La marcación deberá hacerse en relieve o impresa en caliente, de acuerdo con los requerimientos indicados en el Código UIC 860/0.

- **Condiciones de aceptación**

La aceptación de los rieles seguirá estrictamente las normas consignadas en el AREMA o en el Código UIC 860/0.

- **Tolerancias**

Las tolerancias dimensionales para los rieles (sección, longitud, alineación, etc.), deberán cumplir estrictamente las Especificaciones Técnicas contenidas en la última versión del Código UIC- 860/0.

- **Cargue, transporte, descargue, manejo y almacenamiento**

Los rieles se cargarán y descargarán con la ayuda de un equipo de elevación capaz de sujetarlos firmemente y de elevarlos o bajarlos horizontalmente.

El número de puntos de agarre deberá ser suficiente para evitar deformaciones permanentes de los rieles.

Los rieles se apilarán con su parte inferior apoyada sobre una superficie horizontal, en capas paralelas separadas por tablas de madera, colocadas cada 12.50 metros como máximo perpendicularmente a la longitud del riel.

Cualquier movimiento de los rieles se deberá hacer de tal manera que no se presenten deformaciones permanentes o ralladuras en los mismos. Se prohíbe el uso de martillo para desplazamientos cortos: para éstos será necesario el uso de palancas manuales o pinzas especiales.

Durante el almacenamiento los rieles no se apoyarán directamente sobre el piso: es necesario usar tablas o elementos de madera que proteja los rieles de la humedad.

5.2.8 Elementos de fijación

El **Concesionario** deberá ofrecer soluciones técnicas para los siguientes casos de fijaciones en vías férreas con carga por eje de 18.2 ton y una velocidad máx de 75 km/h.

- Para la traviesa de concreto y riel ARA-A-90.
- Para traviesas de madera para los puentes metálicos y riel ARA-A-90.
- Para traviesas de cambiavías y riel ARA-A-90.

En caso que el **Concesionario** opte por utilizar traviesas o rieles diferentes a las aquí especificados deberá dar solución técnica para las fijaciones según corresponda.

Los elementos de fijación deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Tipo gancho metálico que no necesita de graduación ni lubricación durante su colocación ni durante el funcionamiento de la línea.
- Tipo elástico, con capacidad de absorber parcialmente los esfuerzos transmitidos por el riel a la traviesa.
- Acoplamiento gancho-riel con una fuerza mínima de 800 kg garantizada.
- Tipo antivandálico.
- Tipo no aislante.
- Plaqueta de asiento en polietileno u otro material similar entre el riel y el concreto de la traviesa.

– **Material**

Corresponderá al grado no endurecido, con una resistencia a la tracción entre 56 y 65 Kg/mm².

– **Fabricación**

No serán endurecidos, pero si galvanizados según lo estipulado en los capítulos 12.3 y 23.4 de la ficha UIC-1-864.

– **Tolerancias**

Se aplican las tolerancias señaladas en la ficha citada UIC-1-864.

– **Aceptación de las barras de acero**

La aceptación de las barras de acero se efectuará mediante certificado de la acería.

– **Procedimiento para pruebas e inspecciones**

Se utilizará el método progresivo de Wald.

Los elementos de fijación para los puentes metálicos deberán ser del tipo “Riel libre”, es decir: permiten los movimientos de dilatación térmica de la estructura metálica de los puentes independientemente de los rieles, los cuales podrán ser soldados en largas barras.

Las placas metálicas de asiento para las traviesas de madera deberán tener una inclinación de 1:20. En los cambiavías la placa metálica no tendrá inclinación.

Los elementos de fijación para las vías de cruce y de servicio de las estaciones provendrán de la vía principal existente; por tanto, para estos elementos las condiciones técnicas y condiciones de aceptación ilustrados adelante no se aplican.

5.2.8.1 Condiciones Técnicas

Todos los materiales de fijación deberán cumplir las normas adoptadas por el productor siempre y cuando sean aceptadas por parte de las autoridades competentes del país de producción y reconocidas internacionalmente

5.2.8.2 Condiciones de Aceptación

Para todos los elementos de fijación suministrados, el **Concesionario** deberá suministrar previamente las especificaciones técnicas y la lista de las pruebas que se efectuarán en la planta. Posteriormente, junto con los materiales, deberá suministrar los certificados en los que se indiquen las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

El material suministrado deberá satisfacer las pruebas establecidas por la norma AREMA en el capítulo 10 con una reducción en el peso de 30% para la prueba de fatiga y para la prueba de carga lateral.

5.2.9 Juntas

Los tramos de carrilera en vía principal, comprendidos entre cambiavías, deberán ser completamente soldados, con el fin de obtener un riel sin juntas. Sin embargo, será necesario prever un número limitado de juntas en los tramos de respiración de las largas barras soldadas, los cuales se construirán a la entrada y a la salida de los cambiavías. Las juntas a realizarse serán de tipo suspendido (entre dos traviesas).

5.2.9.1 Juntas en Rieles de Tipo ARA-A – 90

Las eclisas serán de acero tipo HIGH-CARBON-STEEL y tendrán seis orificios.

Las dimensiones, características técnicas y pruebas de aceptación de todos los materiales que conforman la unión (eclisas, pernos, tuercas, arandelas), deberán cumplir con lo indicado al respecto en las Normas AREMA.

5.2.9.2 Juntas en Rieles de 115 RE

Los tramos de carrilera en vía principal, comprendidos entre cambiavías, deberán ser completamente soldados, con el fin de obtener un riel sin juntas.

5.2.10 Cambiavías

Las presentes especificaciones se refieren a los cambiavías nuevos que se suministrarán y se pondrán en obra en la línea principal y en las estaciones. El proyecto contempla dos tipos básicos de cambiavías: tangente 1/12 y 1/9 nuevos. El primer tipo de cambiavías se utilizará para desvíos de la línea principal plana y el segundo para desvíos de líneas de montaña, secundarias, terciarias, etc. Se deja al **Concesionario** la determinación de los detalles constructivos, siempre y cuando se respeten las condiciones indicadas.

5.2.10.1 Geometría

El cambiavías será tg 1/12, con un radio del desvío > 200 m, este tipo de cambiavías deberá permitir una velocidad de desvío de 30 km/h aproximadamente

y velocidad de libre paso de 70 km/h. La curvatura del tramo desviado inicia en las puntas de aguja y termina al final del corazón. Los cambiavías tg 1/9 tendrán un radio de desvío > 100 m.

Los cambiavías estarán protegidos por tramos de barras cortas del lado de la punta y del lado del talón. Además, para todos los cambiavías se deberán cumplir las condiciones que se indican a enseguida:

- Abertura mínima punta de la aguja 110 mm
- Abertura mínima talón de aguja 58 mm
- Cota de protección ≥ 870 mm
- Cota de paso libre ≤ 835 mm
- Abertura riel - contrariel 47 mm

5.2.10.2 Materiales

- **Traviesas:** Se utilizarán durmientes de madera acordes con estas especificaciones. La separación entre traviesas de madera serán nominalmente 50 cm.
- **Rieles:** La sección típica de riel será ARA-A-90 con las características técnicas y pruebas de aceptación incluidas en el correspondiente numeral.
- **Placas de deslizamiento:** Serán de acero fundido y se fijarán a los durmientes mediante 4 tirafondos.
- **Placas de asiento:** Serán de acero laminado y estampado y tendrán la forma adecuada para la colocación de los ganchos para fijar el riel. Se fijarán a la traviesa mediante 4 tirafondos.
- **Elementos de fijación:** Serán de tipo gancho (sin mantenimiento) y cumplirán las especificaciones contenidas anteriormente.
- **Corazón:** Será del tipo ensamblado o monobloque, la parte central al manganeso, contenido entre el 12% y el 14%.
- **Contrarrieles:** serán de tipo perfilado UIC 33.
- **Mecanismo de mando:** será de tipo manual de contrapeso, con el brazo del contrapeso paralelo a la línea y con posibilidad de bloqueo de la posición mediante una llave y señal de posición. También podrá ser de accionamiento remoto.
- **Agujas:** serán de tipo elástico.

- **Apoyo:** Todo el cambiavía será fijado a las traviesas de madera con interposición de placas de asiento.
- **Punta de Aguja:** el riel contra aguja en la parte interior será maquinado de tal manera que permita el alojamiento de la punta de la aguja.

Todos los materiales que conforman el cambiavía y que no estén cubiertos por estas especificaciones deberán cumplir con las características técnicas exigidas por las normas UIC pertinentes o, alternativamente, con las normas AREMA. A falta de especificaciones especiales, deberán cumplir con las indicaciones del productor.

5.2.10.3 Montaje

El ensamblaje de los elementos metálicos (aguja-contraguja, riel-contrariel, corazón ensamblado) podrá hacerse en la planta del productor, en tanto que la perforación de las traviesas de madera y la fijación de las placas de asiento, deberá realizarse en el lugar de los trabajos.

5.3 DEMARCACIÓN DE LA VÍA

5.3.1 Objeto

La vía se demarcará con piquetes al lado de la misma para facilitar la conservación de la correcta alineación. Adicionalmente, se colocarán algunos mojones a ambos lados de la vía para controlar los posibles movimientos longitudinales de los rieles.

Se colocarán piquetes permanentes a una distancia de 200 cm del borde de rodamiento del riel más cercano y en intervalos de:

- 250 m ó fracción en tramos rectos
- 10 m en curvas
- En tangentes y P.I. de curvas verticales.

La demarcación se hará únicamente en vías de paso directo de las líneas principales. No se hará en desvíos de paso y de cruce ni en estaciones.

La alineación de la vía demarcada se referirá siempre a los piquetes.

5.3.2 Piquetes

Un piquete de demarcación de la vía constará básicamente de una punta o columna de acero y un bloque de concreto. Como columna de acero se utilizará una sección de riel de segunda.

5.3.2.1 Materiales

- **Columna de Acero**

El extremo superior se cortará con segueta y estará libre de rebaja. Se protegerá con una capa de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura blanca.

- **Bloque**

Concreto mezclado con 300 kg de cemento Portland por m³ de concreto.

5.3.2.2 Forma y Dimensiones

Tal como se indica en el plan de señalización y referenciación resultante del diseño.

5.3.3 Marcación

La columna de acero se marcará con la siguiente información:

- En la parte superior se grabará una marca que indique la distancia hasta el borde de rodamiento más próximo del riel.
- En el lado vertical interior de la columna se grabará una marca que indique el nivel del riel.
- En las curvas horizontales únicamente, se adherirá en el lado vertical interior de la columna una placa de aluminio con la siguiente información:
 - Número de la curva.
 - Posición del piquete (TE - EC - CE - ET) cuando haya a lugar
 - Radio en m
 - Peralte

La numeración de las curvas y piquetes seguirá el orden de las abscisas, el cual aumenta progresivamente desde el cero de la línea.

- Una placa de aluminio según punto c), solamente para curvas verticales, con la siguiente información grabada en ella:
 - Número de la curva vertical (C.V. No __)
 - Posición del mojón (T.C. - P.I. - C.T.)

Para algunos puntos característicos de la línea, tales como tramos de frenados frecuentes, acercamiento a estaciones, o acercamiento a puentes metálicos, se deberá colocar frente al piquete más cercano un segundo piquete para el control de posibles movimientos longitudinales de la LBS. En estos casos los piquetes (columnas metálicas) tendrán una muesca en un ala de la cabeza. Luego, al unir las muescas de los dos piquetes enfrentados con alambre de acero, se creará una alineación transversal con respecto al riel. En correspondencia de dicha alineación habrá que colocar una muesca del lado exterior de cada uno de los rieles.

5.3.3.1 Disposición

La base se empotrará en el sub-balasto tal como se indica en el plano. Una vez colocada en el hueco cavado en el subbalasto, el suelo se apisonará fuertemente a ambos lados del mojón.

Los ejes de la columna de acero serán perfectamente verticales y se poseerán de tal manera que la distancia de 200 cm desde el borde de rodamiento del riel caiga en la sección transversal del riel. La instalación de los mojones se realizará con un alto grado de precisión en relación con la posición exacta del eje de la vía.

5.3.4 Manuales de curvas

El **Concesionario** compilará, para el grupo de curvas de la vía, un manual que indique:

– **Para cada curva horizontal**

- El número de la curva.
- Velocidad máxima de operación.
- Puntos kilométricos de los extremos de la curva.
- Longitud de las transiciones y de la curva circular.
- Flecha en mm sobre una cuerda de 20 m.
- Peralte en mm.
- Radio de la curva circular.

– **Para cada curva vertical**

- Número de la curva vertical
- Radio de la curva vertical
- Longitud de la tangente
- Longitud de la curva

5.3.5 Manuales de referencias de las lbs

El **Concesionario** compilará para el proyecto un manual que indique:

- La posición de los piquetes de referencia de la LBS.
- El puente de acero al cual ellas se refieren

5.4 TABLEROS DE SEÑALIZACIÓN, SEÑALES PORTATILES, SEÑALES DE FINAL DE LÍNEA

5.4.1 Objetivo

Los tableros de señalización se colocan a lo largo de la línea y en las zonas de estación para identificar características, o puntos adyacentes a la línea de ferrocarril en los enlaces con carreteras. Se distinguen los siguientes tipos de letreros, señales o tableros.

- Piquetes indicadores de kilómetros
- Piquetes indicadores cada 250 en tangente
- Indicador de punto libre
- Límite de patio
- Señales de restricción temporal de velocidad (previas, durante, al final).
- Señal de velocidad máxima
- Tablero de presencia de cuadrilla (temporal).
- Señal de pito.
- Tableros con los nombres de las estaciones.
- Señal de parada (permanente o temporal).
- Señal de apartadero
- Señal de túnel
- Señal de puente
- Señales en carreteras

5.4.2 Piquetes indicadores de kilómetros

5.4.2.1 Ubicación

Los piquetes indicadores de kilometraje se colocarán cada mil metros alternadamente a los lados izquierdo y derecho de la vía, de acuerdo con el aumento de las distancias progresivas.

5.4.2.2 Forma y Dimensiones

De acuerdo con los planos de señalización y referenciación resultante del diseño.

5.4.2.3 Materiales

Los piquetes indicadores de kilometraje están conformados por:

- Un bloque de cimentación en concreto: mezcla con 300 kg de cemento Portland corriente por m³.
- Un riel de segunda reforzado, con la progresión kilométrica impresa.

5.4.3 Piquetes indicadores de cada 250 metros

Se colocarán piquetes cada 250 m, estarán conformados por:

- Un bloque de cimentación en concreto: mezcla con 300 kg de cemento portland corriente por m³.
- Un riel de segunda colocado verticalmente embebido en el concreto.

5.4.4 Indicador de punto libre

Este tipo de señal, compuesta por un trozo de riel colocado verticalmente y pintado de color rojo, deberá hacerse conforme con los planos. Marcará el límite de estacionamiento de los trenes en cercanía de los cambiavías, del lado talón. Esta señal se debe colocar cerca del punto de cruce de dos rieles divergentes, en donde la distancia entre sus ejes alcanza los 4 m.

5.4.5 Letreros de señalización a lo largo de la línea

Estos letreros se instalarán con el fin de transmitir alguna información o disposición imperativa a los maquinistas..

Estos letreros, conformados por una estructura metálica pintada de diferentes colores, pueden ser fijos (con una cimentación en concreto de 250 kg/cm²) o

móviles. Los letreros móviles se plantarán cada vez en el terreno al lado derecho de la línea con respecto a la dirección de la marcha del maquinista quien debe recibir la información.

5.4.5.1 Límite de Patio

Cada estación estará protegida por señales de aviso colocados a los dos lados de la misma. En cada lado se colocará un aviso a 300 metros contados desde la punta del cambiavía de entrada. Serán de color amarillo y llevarán una letra E (Estación) en pintura blanca reflectiva, la cual debe cumplir con lo establecido en Manual de señalización Vial del Ministerio de Transporte 2004. En estaciones en curva o con cambio de pendiente la distancia podrá ser mayor a juicio del **Interventor**.

Los letreros de aviso de estación son letreros fijos y deberán cumplir las dimensiones y especificaciones contenidas en los planos de señalización.

5.4.5.2 Señales de Disminución de Velocidad

Cualquier punto específico de la línea que requiera una reducción temporal de velocidad se señalizará con 3 avisos en cada sentido de marcha, los cuales tendrán las siguientes funciones:

- Avisar al maquinista, 500 m antes del tramo afectado, que se está acercando a un sector por el que debe transitar a una velocidad reducida.
- Indicar el inicio del tramo de reducción de velocidad y la velocidad admitida.
- Indicar el final del tramo que se debe recorrer a velocidad reducida.

Dichas señales serán de color amarillo las primeras dos y de verde la última.

La señal de aviso se deberá colocar a la derecha de la línea con respecto a la dirección de marcha del tren, a 500 m del inicio del tramo de reducción de velocidad. La señal de inicio de la reducción de velocidad se colocará del mismo lado, por lo menos 30 m antes del tramo afectado. Las señales de final de la zona de reducción de velocidad se colocarán del mismo lado, después del tramo en cuestión, a una distancia equivalente a la longitud máxima admitida para un tren, en la misma dirección de marcha.

Las señales de reducción de velocidad son móviles dado que son provisionales.

5.4.5.3 Señales de Velocidad Máxima

Estas señales, de color negro con un número en pintura blanca reflectiva, indican la velocidad máxima de la línea en el siguiente tramo. Se colocarán, al lado derecho de la línea para cada dirección de marcha, en los sitios en los que la velocidad máxima de la línea varía.

Las señales de velocidad máxima son permanentes.

5.4.5.4 Señales Indicadoras de la Presencia de una Cuadrilla de Trabajo en la Vía

Estas señales de tipo móvil, se colocarán a 400 y 500 m de los tramos en los que la cuadrilla está trabajando, con el fin de protegerla. Se instalarán a la derecha con respecto a la dirección de marcha de los trenes. Serán de color amarillo, con una letra C (Cuadrilla de trabajo) en pintura blanca reflectiva.

5.4.5.5 Señal de Pito

Esta señal, colocada también al lado derecho de la línea con respecto a la dirección de marcha, estará conformada por un tablero amarillo, con una letra P (Pitar) en pintura blanca reflectiva.

La señal de pito se colocará especialmente a 400 metros de los pasos a nivel y, en estos casos, en su parte inferior se leerán las letras P.N. (Paso a Nivel); también se colocará en otros puntos en los que se requiera dicha indicación. En los casos de pasos a nivel sin guardavías y con escasa visibilidad la señal deberá repetirse.

5.4.5.6 Letreros Indicadores de los Nombres de las Estaciones

Estos letreros, de tipo horizontal, se colocarán en cercanía de cada uno de los cambiavías de entrada a las estaciones, al lado derecho con respecto a la dirección de marcha. Se colocará un tercer letrero frente al edificio de la estación.

Los tableros que indican las estaciones serán pintados con fondo negro y letras blancas reflectivas. Se deberán pintar letreros similares en las paredes laterales y frontales de cada edificación que haga parte de la estación.

5.4.5.7 Señal de Pare

Estas señales son de forma octagonal, con fondo rojo y el letrero en blanco reflectivo. Pueden colocarse en forma permanente en los finales de estación donde sea necesario, o se pueden usar como un elemento de las cuadrillas que se ocupan de un mantenimiento para indicar, en caso de emergencia, la presencia de carros u otros medios en una línea interrumpida. En este segundo caso se trataría de señales móviles.

5.4.6 Tableros metálicos – materiales

Los tableros metálicos para los avisos especificados en párrafos anteriores, estarán conformados por un apoyo en perfil metálico en T con una dimensión máxima de 70 mm, una lámina de 2 mm de espesor y un marco formado por una platina de 20 x 3 mm.

Los tableros que indican los nombres de las estaciones, en cambio, tendrán 2 apoyos hechos con perfiles metálicos en T con una dimensión máxima de 70 mm; la lámina tendrá un espesor máximo de 2 mm, y el marco se hará con perfil en hierro de 20 x 20 mm.

El soporte de los tableros permanentes tendrá forma cilíndrica de 50 mm de diámetro y una altura mínima de 60 cm. Este soporte tendrá una altura variable según el terreno de cimentación y deberá sobresalir del terreno por lo menos 5 cm.

La conexión de los diferentes elementos se hará mediante soldadura eléctrica.

Para las señales de reducción de velocidad, el tablerito complementario adyacente que indica la velocidad será móvil y se podrá fijar cada vez en los montantes con ganchos o armellas apropiados.

Se deberá garantizar la protección de las partes metálicas mediante la aplicación de una capa de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura en los colores arriba indicados.

Las dimensiones y otras especificaciones se indican en los planos correspondientes resultantes del diseño.

5.4.7 Señales en carreteras

Las señales que se deberán colocar a lo largo de las carreteras que interceptan la línea ferroviaria son las que establece el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte.

5.5 PASOS A NIVEL

5.5.1 Clasificación

Los pasos a nivel se dividen en tres clases de manera cualitativa, de acuerdo con su importancia, posición y posibilidad de protección.

5.5.1.1 Pasos a Nivel Tipo A

Este tipo de paso a nivel se instala en donde existan vías importantes asfaltadas. La continuidad del pavimento de la vía se garantiza mediante placas de concreto reforzado con la superficie superior a nivel del plano de rodadura los rieles.

Este tipo de pasos a nivel se proveerá y protegerá mediante barreras de operación eléctrica (semiautomáticas) o manual. Se pueden dividir en dos subclases de pasos a nivel de acuerdo con su localización:

- Paso a nivel adyacente a la estación, cuyas barreras pueden ser operadas mediante control remoto eléctrico o mecánico por parte del personal de la estación.
- Paso a nivel localizado a lo largo de la línea férrea, para el cual un funcionario guardavías operará eléctrica o manualmente las barreras en el sitio.

Los **pasos a nivel Tipo A** tendrán el siguiente equipo:

- **Subclase a:** Barreras de color blanco y rojo a ambos lados, a través de la calle o carretera, con semáforos y timbre de prevención por 20 segundos durante el tiempo de cierre. Control remoto eléctrico o fabricado de cable de acero y malacate manual. Señal de pito 400 metros a lo largo de la vía férrea desde el paso a nivel y a ambos lados del mismo. Señales de prevención, a lo largo de la carretera, de acuerdo con el tipo prescrito en el “Manual de Señalización Vial”, Ministerio de Transporte, 2004.
- **Subclase b:** Barreras, señales de pito y de prevención iguales a las del tipo anterior. Accionamiento eléctrico o malacate manual y cable de acero para operar las barreras. Caseta para el guarda vía fabricada en concreto reforzado, equipo de radio, paneles solares para suministro de 1000 W y juego de baterías para 72 horas de autonomía.

Sobre las calzadas de las carreteras se colocarán las señales MOPT: SR1, SR 30, SP 54, SP 52.

5.5.1.2 Pasos a Nivel Tipo B

Este tipo de paso a nivel se instala en carreteras sin pavimentar con volúmenes considerables de tráfico. Para estos casos se colocará madera en longitud sobre la línea férrea igual al ancho de la carretera. El ancho del piso en madera será igual a la longitud de las traviesas. La altura de la madera será igual a la del riel y la luz para la pestaña de la rueda de los vehículos ferroviarios se garantizará mediante contrarrieles.

El equipamiento y la señalización sobre las carreteras son los mismos descritos en el párrafo precedente.

5.5.1.3 Pasos a Nivel Tipo C

Se instala este tipo de paso a nivel en sitios de cruce con carreteras destapadas (trochas, carreteras rurales, carreteras militares) caracterizadas por tráfico ocasional de animales, peatones y de vehículos.

En estos casos se colocará madera en forma similar a la descrita para el paso a nivel tipo B. Se tendrá especial cuidado en la colocación de los elementos de madera a fin de no interferir con la pestaña de la rueda de los vehículos ferroviarios.

En cuanto a los equipos de seguridad, el paso a nivel Tipo C se protegerá a lo largo de la carretera con las señales SP 54, SP 52, SR 1 y SR 30 especificadas en el Manual del Ministerio de Transporte y a lo largo de la línea férrea por señales de pito a ambos lados con respecto al paso a nivel.

En caso de visibilidad deficiente, el **Concesionario** puede decidir o bien el traslado del paso a nivel a una mejor posición, o la instalación de una señal de pito adicional, o señales de restricción de velocidad.

El **INCO** no es responsable de los problemas que puedan acontecer ante la aparición de cruces a nivel sin autorización o clandestinas, siendo responsabilidad del **Concesionario** un control para su eliminación o en su defecto la asunción de responsabilidades por la existencia y mal uso de los mismos.

5.6 EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN

5.6.1 Generalidades

El **Concesionario** es libre de utilizar métodos de construcción y maquinaria adecuados según su propio criterio, tales que permitan realizar las obras en los plazos contractuales y con los estándares técnicos prescritos en las presentes especificaciones técnicas. Sin embargo y solamente a título indicativo, enseguida se proporciona un tipo de organización básica que podrá servir de guía al **Concesionario** para realizar los trabajos.

5.6.1.1 Logística

El **Concesionario** deberá tener un lugar para alojar a su propio personal y a quienes conforman la **Interventoría**. Deberá disponer de oficinas, uno o más laboratorios equipados, vehículos tipo campero y las demás instalaciones y seguridades detalladas en el capítulo de especificaciones para la infraestructura.

5.6.1.2 Canteras de Préstamo para Balasto

El **Concesionario** deberá ubicar las canteras de material rocoso adecuado para la producción del balasto para la vía férrea y los agregados para el concreto.

La(s) cantera(s) deberá(n) estar equipada(s) con toda la maquinaria necesaria para la perforación de los bancos de roca, el cargue de las rocas, transporte, trituración, tamizado y eventual lavado, almacenamiento y transporte por carretera o ferrocarril hasta la estación más cercana a las obras (para el balasto), o hasta el lugar de uso (para los agregados).

5.6.1.3 Transporte de Materiales por Vía Férrea

El **Concesionario** será el único responsable del transporte de materiales por vía férrea, tanto de los materiales que se colocarán en obra, como de los que serán retirados de la obra. El **Concesionario** deberá, por tanto, equiparse con los medios de tracción y con todos los vagones y demás vehículos férreos necesarios.

5.6.1.4 Producción de Traviesas de Concreto Preesforzado

El **Concesionario** tendrá libertad de obtener las traviesas de concreto preesforzado ya sea mediante importación y consecuente nacionalización o mediante producción en fábrica localizada en el país. En todo caso deberá garantizar el volumen y la entrega apropiada para cumplir los tiempos contractuales de la obra.

5.6.1.5 Rehabilitación de la Vía

Aunque se aconseja el mayor aprovechamiento posible de mano de obra local por las implicaciones de tipo socioeconómico que este recurso puede traer, para garantizar la calidad técnica del producto final es necesario que la compactación, nivelación y alineación de la vía renovada sean efectuadas con máquinas bateadoras-niveladoras automáticas de tipo pesado.

De igual manera, se requiere, para el mismo propósito de garantizar calidad de las obras, que la soldadura de rieles en barras de gran longitud (por encima de 100 metros), se realice eléctricamente con el método por arco y fusión, utilizando instalaciones fijas o máquinas móviles. A discreción del **Concesionario**, esta soldadura podrá ser realizada en una zona del sitio de trabajo en donde estén los equipos necesarios, sobre la vía, previa nivelación y alineación semidefinitiva. También se admite que el **Concesionario** pueda hacer la soldadura aluminotérmica en planta.

El perfilado del balasto se deberá realizar con máquinas perfiladoras-cepilladoras equipadas con un depósito para la recuperación del material excedente.

5.7 EQUIPOS PARA LAS MEDICIONES DE LA VÍA

El **Concesionario** pondrá a disposición del **Interventor** la cantidad y equipo adecuado para la verificación de las características geométricas de la vía y los desvíos, a saber:

- Reglas para la medición del ancho y peralte de la vía, las cotas de protección de los cambiavías y el paso libre.
- Visor para inspección de la vía que pueda fijarse a todos los hongos de los rieles. Este aparato debe permitir la verificación del nivel y alineamiento longitudinal del riel dentro de una aproximación de 1 mm, sobre una longitud de 20 m. Deberá estar dotado de retícula horizontal y vertical.
- Mira con graduación vertical en milímetros que pueda fijarse al hongo del riel. Deberá permitir la perfecta alineación del riel.
- Escuadra de ángulo recto para verificar la perpendicularidad de las traviesas a los rieles y la alineación transversal de las juntas de la vía.
- Hilo de nylon y regla para la medición de la flecha sobre cuerda de 20 m.
- Calibrador de cuña para la medición de las luces de las juntas de la vía.
- Regla metálica recta de un metro de longitud, con exactitud de un décimo de mm, para alinear y nivelar las juntas soldadas.
- Calibrador para medir las canaletas y la abertura del talón de los cambiavías.
- Termómetro para rieles, con escala Celsius de - 10 a + 80 grados y exactitud de 1 grado.

Todo el equipo deberá conservarse en perfecto estado de calibración y condiciones de eficiencia. Calibraciones inexactas exigirán el reemplazo inmediato del equipo.

5.8 INTERRUPCIÓN DEL TRÁFICO

En general el trabajo de rehabilitación de la vía se realizará durante las interrupciones de tráfico previamente programadas. La colocación de carrileras y de cambiavías prearmados es potestativa del **Concesionario**.

De todas maneras, el **Concesionario** puede construir por cuenta propia desviaciones provisionales para poder realizar los trabajos de renovación de la vía férrea fuera de servicio.

Sin embargo, se entiende que el **Concesionario** restablecerá el uso de la línea al final de cada interrupción, aunque sea a menor velocidad en el tramo en que se esté trabajando. El tramo en que se puede disminuir la velocidad, debido a los trabajos en la vía, no podrá tener más de 2000 m de longitud.

6. ESPECIFICACIONES PARA EL MANTENIMIENTO

6.1 ESTADO DE CONDICIÓN

Las verificaciones al **Estado de Condición** de la vía se realizarán cada tres meses; la verificación consistirá en la comparación de las condiciones existentes en la vía frente a lo establecido en los diseños para construcción elaborados por el **Concesionario**. Las tolerancias máximas establecidas para la desviación entre las condiciones existentes y las de los diseños son las que se establecen a continuación:

6.1.1 Estado de condición de la plataforma

Se verificará que la plataforma se encuentre libre de hierba y de maleza. En ningún momento debe haber maleza en el ancho de la plataforma, aproximadamente 6 metros.

6.1.2 Estado de Condición de alcantarillas, desagües y obras de protección

Se verificará que las alcantarillas, desagües y demás obras de protección se encuentren libres de cualquier residuo orgánico o de otra naturaleza que impida el adecuado manejo de las aguas y que se encuentren en perfecto estado estructural.

6.1.3 Estado de Condición de la vía

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	OPERACIÓN	
	+	-
Ancho de la vía (mm)	3	2
Variación del ancho de la Vía (mm por traviesa)	1	1
Peralte (mm)	3	3
Alabeo medido sobre un tramo básico de 3 m (mm)	2	2
Flecha (*)	5	5
Tangentes y curvas con un radio no inferior a 900 m (mm)	10	10
Curvas de menos de 900 m de radio.	5	5
Nivel longitudinal. (**)	6	6

(*) Cuerda de 20 m repetida cada 5 m; la diferencia entre medidas consecutivas debe ser menor o igual a 3 mm (ver dibujo enseguida).

(**) Con base en un tramo de 20 m.

6.1.4 Estado de Condición de los rieles y de las zonas de embridado

Se verificará que los rieles no tengan ninguno de los siguientes defectos físicos:

Rieles rotos.
Rieles desgastados verticalmente: 10 m.m.
Rieles desgastados lateralmente: 14 m.m.
Rieles desgastados en el alma: 3m.m.
Rieles torcidos en el plano vertical o en el plano horizontal.
Rieles fisurados o averiados
Rieles desgastados en la zona de embridado.
Rieles desgastados en la parte inferior del patín: máximo 2 m.m.
Rieles dañados en las alas del patín.
Rieles multiperforados en el alma: no debe existir perforaciones salvo en el embridado a menos de 2 metros.

6.1.5 Estado de Condición de las juntas de los rieles

Se verificará que las juntas cumplan con las siguientes condiciones:

- Los rieles de longitud entre 18 y 36 metros deben tener una abertura máxima de 5 m.m. en temperaturas medias o inferiores a la media en la zona de colocación y de 3 m.m. en temperaturas superiores a la media en la zona de colocación.
- Los rieles de longitud igual o menor a 18 metros deben tener una abertura máxima de 3 m.m. en temperatura media o inferior a la media en la zona de colocación y de 2 m.m. en temperaturas superiores a la media en la zona de colocación.

6.1.6 Estado de Condición del balasto

Se verificará que el balasto cumpla con las siguientes condiciones:

- La capa superior o balasto triturado, debe cumplir una de las gradaciones que tiene la Norma AREMA.
- Su espesor debe ser como mínimo entre 15 y 20 cm debajo de la traviesa al eje del riel más bajo.
- El nivel superior del balasto deber ser el mismo que el del nivel superior de las traviesas y nunca debe sobrepasarlo.
- El ancho del hombro, medido a partir del borde exterior de la cabeza del riel hasta la cresta del hombro debe ser de 90 cm.
- La pendiente del talud del hombro deber ser de 3/2.

6.1.7 Estado de Condición de las traviesas

Se verificará que las traviesas no hayan fallado estructuralmente.

6.1.8 Estado de Condición de los puentes

Se evaluará el estado de la infraestructura del puente en cuanto a socavación y acumulación de sedimentos y el estado de terraplenes, se evaluará el estado del concreto (deflexiones, fisuras, refuerzo a la vista, carbonatación, suciedad, nivelación, etc.) así como los apoyos (neopreno, rodillos, etc)

En cuanto a la superestructura del puente se evaluará la suciedad, acumulación de agua, soldaduras, tortillería, remaches, pintura, deflexiones, pandeos, fallas locales y vibraciones.

6.1.9 Estado de Condición de los aparatos de vía (cambiavías y cruces)

Los cambiavías deberán cumplir las siguientes tolerancias:

Cota de protección de la punta del corazón	867 m.m. mínimo
Cota de libre paso en el cruzamiento	833m.m. máximo
Radio de la vía desviada	200 metros mínimo

6.1.10 Procedimiento para la verificación del Estado de Condición:

La medición del **Estado de Condición** se realizará como se establece a continuación:

Estado de Condición de la plataforma: inspección visual

Estado de Condición de alcantarillas, desagües y obras de protección: inspección visual

Estado de Condición de las características geométricas de la vía: carro registrador / topografía

Estado de Condición de los rieles y de las zonas de embridado: carro registrador / inspección visual

Estado de Condición de las juntas de los rieles: carro registrador / inspección visual

Estado de Condición del balasto: inspección visual / carro tamizador de balasto

Estado de Condición de las traviesas: inspección visual

Estado de Condición de los aparatos de vía (cambiavías y cruces): carro registrador / topografía

Estado de Condición de los puentes: inspección visual / topografía

Los resultados de la verificación que se haga del cumplimiento del **Estado de Condición** se harán constar en las **Actas Trimestrales de Verificación**. El incumplimiento del **Estado de Condición** dará lugar a la imposición de las multas previstas en el **Contrato de Concesión**. El **Concesionario** deberá realizar las obras y actividades que se requieran para corregir los defectos que se encuentren en la vía y que le impidan cumplir con el **Estado de Condición** dentro de los términos máximos que le fije el **Interventor**.

6.2. ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

Cuando se presente alguna emergencia en la vía que implique la interrupción de la circulación de los trenes, el **Concesionario** tendrá la obligación de atender inmediatamente dicha emergencia, con el fin de restablecer la circulación en el menor tiempo posible.

En la siguiente tabla se establece el tiempo máximo que tendrá el **Concesionario** para hacer presencia en el sitio de la emergencia y dar inicio a las actividades que se requieran en el sitio de la emergencia, tendientes a lograr el restablecimiento de la circulación. Este tiempo máximo se contará a partir del momento en que el **Concesionario** tenga noticia, por cualquier medio, de la ocurrencia de la emergencia.

Igualmente, se establece el tiempo máximo en que el **Concesionario** deberá haber logrado restablecer el paso de los trenes. Este tiempo máximo se contará a partir del momento en que el **Concesionario** haga presencia en el sitio de la emergencia.

El incumplimiento de estos tiempos máximos por parte del **Concesionario** dará lugar a la imposición de las sanciones establecidas en el **Contrato de Concesión**.

EVENTO	MAGNITUD DEL EVENTO	TIEMPO MÁXIMO PARA INICIAR LA ATENCIÓN DE LA EMERGENCIA (Horas)	TIEMPO MÁXIMO PARA LA RESTITUCIÓN DEL PASO DE TRENES (Horas)
Derrumbes	1 - 1.000 m ³	12	48
	1.000 - 5.000 m ³	12	72
	> 5.000 m ³ *	12	144
Rompimientos de la vía	1 - 200 m	12	48
	200 - 1000 m	12	72
	> 1000 m *	12	96
Afectaciones en la infraestructura	1 - 200 m	12	48
	200 - 1000 m	12	72
	> 1000 m *	12	96
Puentes	1 - 100 m	12	72
	> 100 m *	12	144
Varadas de trenes	Cualquier tipo de tren	12	36
Descarrilamientos	Trenes cargados	12	60
	Trenes descargados	12	30
Otras emergencias		12	El que fije el Interventor

Los tiempos máximos establecidos para la restitución del paso del tren podrán ser ampliados por el **Interventor**, con base en la solicitud debidamente soportada del **Concesionario** en la que demuestre la imposibilidad técnica de atender la emergencia en los tiempos acá establecidos. En caso de discrepancia entre el **Interventor** y el **Concesionario** se acudirá al Gerente General del **INCO** y su decisión será vinculante para el **Concesionario**.

7. APORTES ESTATALES PARA LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN, LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

El **Concesionario** tendrá derecho a recibir los **Aportes Estatales** para las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** de acuerdo con el cumplimiento de los siguientes **Hitos** contractuales.

Los **Hitos** están establecidos como grupos de obras que deben ser ejecutadas en un período de tiempo determinado y cuya ejecución dará lugar a que el **Concesionario** adquiera el derecho y el **INCO** la obligación de realizar el pago que corresponda al porcentaje de los **Aportes Estatales** asociado al cumplimiento de dicho **Hito**, según se establece en el cuadro que se presenta a continuación:

HITO	TRAMO	OBRA	PLAZO (meses contados desde la Fecha de Inicio de la Concesión)		% de los Aportes Estatales para pre-rehabilitación, rehabilitación, reconstrucción y construcción
			INICIO (a más tardar el primer día del mes)	TERMINACION (a más tardar el último día del mes)	
1	Chiriguana - San Rafael	Completa ejecución de las obras de rehabilitación de la infraestructura y la superestructura	9	18	3,816%
2	San Rafael - Grecia	Completa ejecución de las obras de rehabilitación de la infraestructura y la superestructura	3	15	2,688%
3	Grecia - México	Completa ejecución de las obras de rehabilitación de la infraestructura	9	18	3,594%
4	Grecia - México	Ejecución de las obras de rehabilitación de la superestructura	9	18	4,007%
5	Grecia - Cabañas	Completa ejecución de las obras de rehabilitación de la infraestructura y la superestructura	3	15	1,636%
6	México - Faca	Completa ejecución de las obras de prerrehabilitación	42	56	10,355%
7	Dorada - Buenos Aires	Ejecución de obras de reconstrucción de infraestructura: incluye reconstrucción y rehabilitación de puentes, reconstrucción de alcantarillas, reconstrucción de estaciones y rehabilitación, adecuación de pasos a nivel y construcción y mejoramiento de obras de contención para zonas inestables	9	18	13,622%
8	Dorada - Buenos Aires	Ejecución de obras de reconstrucción de superestructura: incluye instalación de rieles y traviesas en el 20% de la longitud del tramo	12	18	5,346%
9	Dorada - Buenos Aires	Ejecución de obras de reconstrucción de superestructura: incluye instalación de rieles y traviesas en el 55% de la longitud del tramo; soldaduras en el 35% de la longitud del tramo; y riego de balasto en el 30% de la longitud del tramo	19	30	14,069%
10	Dorada - Buenos Aires	Ejecución de obras de reconstrucción de superestructura: incluye instalación de rieles y traviesas en el 90% de la longitud del tramo; soldaduras en el 70% de la longitud del tramo; riego de balasto en el 70% de la longitud del tramo; y 1a y 2a nivelación en el 40% de la longitud del tramo	31	42	17,516%
11	Dorada - Buenos Aires	Completa ejecución de las obras de rehabilitación de la infraestructura y la superestructura	42	48	13,213%
12	Variante La Dorada	Adquisición de predios y completa ejecución de las obras de construcción de la Variante	9	36	8,238%
13	Buenos Aires - Villavieja	Cercado del 40% de la longitud establecida para el tramo	9	18	0,759%
14	Buenos Aires - Villavieja	Cercado del 20% de la longitud establecida para el tramo	19	30	0,379%
15	Buenos Aires - Villavieja	Cercado del 20% de la longitud establecida para el tramo	31	42	0,379%
16	Buenos Aires - Villavieja	Cercado del 20% de la longitud establecida para el tramo	42	54	0,379%
TOTAL					100,00%

Una vez el **Concesionario** haya terminado la ejecución de las obras y actividades correspondientes a cada uno de los **Hitos** y que las mismas hayan sido verificadas por el **Interventor**, de lo cual se dejará constancia en el **Acta Mensual de Verificación** correspondiente, el **INCO** deberá ordenar el traslado de los **Aportes Estatales** correspondientes al cumplimiento de cada **Hito**, desde la Subcuenta de Aportes a la Subcuenta Principal del Fideicomiso, para lo cual contará con un plazo máximo de quince (15) **Días**.

Para determinar el valor de los **Aportes Estatales** correspondiente al cumplimiento de cada **Hito** se utilizará la siguiente formula:

$$AEHi = AEP * \%Hi$$

Donde,

AEHi = El monto de los **Aportes Estatales** correspondiente al Hito i.

AEP = El monto de los **Aportes Estatales** para **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** solicitados por el **Concesionario** en su **Propuesta**.

% Hi = El porcentaje de los aportes estatales para pre-rehabilitación, rehabilitación y construcción correspondiente al Hito i, de acuerdo con la última columna de la tabla anterior.

En ningún caso la terminación anticipada de las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** por parte del **Concesionario** dará lugar a que el **INCO** deba realizar anticipadamente los **Aportes Estatales** correspondientes a la ejecución de dichas obras. El **INCO** únicamente realizará los **Aportes Estatales** para las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** cuando se haya verificado por parte del **Interventor** el cumplimiento del **Hito** y se haya cumplido la fecha prevista en este numeral para la terminación de las obras correspondientes a dicho **Hito**.

En los casos en que el **Concesionario** en su **Propuesta** haya ofrecido la terminación anticipada de algunas de las obras, el menor plazo de ejecución propuesto será tenido en cuenta para la determinación del cumplimiento o incumplimiento del **Cronograma de Obra** y de los **Hitos** por parte del **Concesionario**, pero la fecha para la realización de los **Aportes Estatales**

correspondientes al cumplimiento de dichos **Hitos** será la establecida en el cuadro que hace parte de este mismo numeral.

8. APORTES ESTATALES PARA LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

El **Concesionario** tendrá derecho a recibir los **Aportes Estatales** para las **Obras y Actividades Mantenimiento** de acuerdo con el cumplimiento del **Estado de Condición** en cada uno de los **Tramos Concesionados** sobre los cuales deberá ejecutar estas **Obras y Actividades de Mantenimiento**.

El porcentaje de los **Aportes Estatales** para las **Obras y Actividades de Mantenimiento** correspondiente a cada uno de los **Tramos Concesionados** en cada momento del tiempo es el que se establece en el cuadro siguiente:

TRIMESTRE (Contado desde la Fecha de Inicio de la Concesión)	MESES (Contados desde la Fecha de Inicio de la Concesión)	TRAMO							
		Chiriguana - San Rafael de Lebrija	San Rafael de Lebrija - Grecia	Grecia - Dorada	Grecia - Cabañas	Variante La Dorada	Dorada - Buenos Aires	Buenos Aires - Villavieja	Total
5	13 al 15								
6	16 al 18	0,00%	74,61%	0,00%	25,39%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
7	19 al 21	45,12%	27,20%	18,00%	9,26%	0,00%	0,00%	0,43%	100,00%
8	22 al 24	45,12%	27,20%	18,00%	9,26%	0,00%	0,00%	0,43%	100,00%
9	25 al 27	45,12%	27,20%	18,00%	9,26%	0,00%	0,00%	0,43%	100,00%
10	28 al 30	45,12%	27,20%	18,00%	9,26%	0,00%	0,00%	0,43%	100,00%
11	31 al 33	45,02%	27,14%	17,96%	9,24%	0,00%	0,00%	0,64%	100,00%
12	34 al 36	44,22%	26,66%	17,64%	9,07%	1,77%	0,00%	0,63%	100,00%
13	37 al 39	44,22%	26,66%	17,64%	9,07%	1,77%	0,00%	0,63%	100,00%
14	40 al 42	44,22%	26,66%	17,64%	9,07%	1,77%	0,00%	0,63%	100,00%
15	43 al 45	44,13%	26,60%	17,60%	9,05%	1,77%	0,00%	0,84%	100,00%
16	46 al 48	44,13%	26,60%	17,60%	9,05%	1,77%	0,00%	0,84%	100,00%
17	49 al 51	33,60%	20,26%	13,41%	6,89%	1,35%	23,85%	0,64%	100,00%
18	52 al 54	33,60%	20,26%	13,41%	6,89%	1,35%	23,85%	0,64%	100,00%
19	55 al 57	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
20	58 al 60	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
21	61 al 63	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
22	64 al 66	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
23	67 al 69	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
24	70 al 72	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
25	73 al 75	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
26	76 al 78	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
27	79 al 81	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
28	82 al 84	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
29	85 al 87	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
30	88 al 90	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
31	91 al 93	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
32	94 al 96	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
33	97 al 99	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
34	100 al 102	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
35	103 al 105	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
36	106 al 108	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
37	109 al 111	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
38	112 al 114	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
39	115 al 117	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
40	118 al 120	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
41	121 al 123	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
42	124 al 126	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
43	127 al 129	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
44	130 al 132	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
45	133 al 135	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
46	136 al 138	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
47	139 al 141	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
48	142 al 144	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
49	145 al 147	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
50	148 al 150	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
51	151 al 153	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
52	154 al 156	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
53	157 al 159	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
54	160 al 162	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
55	163 al 165	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
56	166 al 168	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
57	169 al 171	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
58	172 al 174	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
59	175 al 177	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
60	178 al 180	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
61	181 al 183	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
62	184 al 186	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
63	187 al 189	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
64	190 al 192	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
65	193 al 195	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%
66	103 al 195	33,55%	20,23%	13,38%	6,88%	1,35%	23,82%	0,80%	100,00%

Una vez el Interventor haya verificado el cumplimiento del Estado de Condición en cada uno de los Tramos Concesionados, de lo cual se dejará constancia en

las **Actas Mensuales de Verificación**, el INCO deberá ordenar el traslado de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** correspondientes a cada **Tramo Concesionado**, desde la Subcuenta de Aportes a la Subcuenta Principal del Fideicomiso, para lo cual contará con un plazo máximo de quince (15) **Días**.

Para determinar el valor de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** correspondiente a cada **Tramo Concesionado** se utilizará la siguiente formula:

$$AEMTi = AEMPj * \%Tij$$

Donde,

AEMTij = El monto de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** correspondiente al **Tramo i** en el Trimestre **j**.

AEMPj = El monto de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** para el período **j** solicitados por el **Concesionario** en su **Propuesta**.

% Tij = El porcentaje de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** correspondiente al **Tramo i** para el Trimestre **j**, de acuerdo con la tabla anterior.

Si en un trimestre determinado en que se prevé la realización de un **Aporte Estatal** para las **Obras y Actividades de Mantenimiento** para alguno de los **Tramos Concesionados**, el **Concesionario** no ha terminado a satisfacción del **Interventor** la totalidad de las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** correspondientes a dicho **Tramo**, no habrá lugar a la realización de dicho **Aporte Estatal**. Si el **Concesionario** termina a satisfacción del **Interventor** las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** correspondientes al **Tramo** después de que se haya dado inicio al trimestre en cuestión, el valor de los **Aportes Estatales para Obras y Actividades de Mantenimiento** será proporcional al número de días del trimestre posteriores a la terminación de las obras, a satisfacción del **Interventor**.

La terminación anticipada que el **Concesionario** realice de las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y las **Obras y Actividades de Construcción** correspondientes a cualquier tramo, en ningún caso dará lugar a la entrega de **Aportes Estatales** para las **Obras y Actividades de Mantenimiento** adicionales a los previstos en el cuadro que hace parte de este mismo numeral.

9. EXPERIENCIA TÉCNICA MÍNIMA REQUERIDA PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE PRE-REHABILITACIÓN. LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN Y LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La ejecución de las **Obras y Actividades de Pre-rehabilitación**, de las **Obras y Actividades de Rehabilitación** y de las **Obras y Actividades de Construcción** deberá ser ejecutada por personas que demuestren poseer la experiencia técnica mínima que se establece a continuación:

- **Experiencia en Rehabilitación o Construcción de Vías Férreas:** la persona deberá acreditar que durante los últimos diez (10) años anteriores a la fecha de celebración del **Contrato de Concesión**, ha ejecutado obras de rehabilitación o construcción de vías férreas, con una longitud mínima de 200 Km.

Para demostrar que el **Concesionario**, alguno de sus miembros o los subcontratistas del **Concesionario** poseen la experiencia técnica mínima requerida, el **Concesionario** presentará, dentro de los sesenta (60) **Días** siguientes a la suscripción del **Contrato de Concesión**, los documentos que prueben dicha experiencia en el formato provisto por el **INCO** para estos efectos.

El **INCO** se reserva el derecho de verificar la información aportada por el **Concesionario** para estos efectos y de rechazar a la persona propuesta para ejecutar las obras, si considera que no cumple la experiencia mínima requerida. En tal caso, el **Concesionario** contará con un plazo de Diez (10) **Días Hábiles** para presentar otro candidato que sí posea la experiencia mínima requerida.

Si la experiencia se pretende demostrar mediante actividades realizadas por el proponente en virtud de un contrato ejecutado por un **Consorcio**, **Unión Temporal** o bajo cualquier figura análoga, se deberá demostrar que en dicho contrato fue el **Proponente** quien ejecutó directamente actividad que pretende que se tenga en cuenta como experiencia en la presente **Licitación**.