

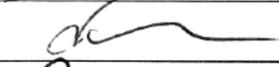
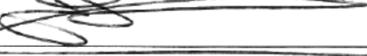
P.O. BOX 10, CHARD
 Somerset, TA20 2DE
 Tel: 01460 260700
 Fax: 01460 66122
 e-mail: brecknellwillis@wabtec.com

ESPECIFICACION No.
BW16411
Hoja 1 de 31

ESPECIFICACION TECNICA

TITULO: ESPECIFICACION TECNICA RIEL CONDUCTOR 55km Línea Mitre de BUENOS AIRES

RESUMEN: Este documento detalla una descripción general del sistema de riel conductor y los componentes que conforman el mismo.

DOCUMENT NO:	BW16411	
REVISION	03	
DATE	08/06/2016	
	Name	Signature
Originator	J Aston	
Engineering Approval	S Fielder	
Project Approval	Z Gambling	
Quality Approval	S Dare	

Este documento es propiedad de Brecknell Willis & Co. Ltd. y no será usado para ningún propósito salvo aquel por el cual ha sido emitido, ni será reproducido, copiado o difundido a terceros sin la previa autorización escrita.

En pos de una continua mejora del producto Brecknell Willis & Co. Ltd. se reserva el derecho a modificar el contenido de este documento sin previo aviso. La información más actualizada puede ser obtenida del Departamento de Ingeniería de Brecknell Willis & Co. Ltd.



Q 05138 EMS 87408 OHS 599235

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

NUMERO DE REVISION Y CONTROL

REVISION	DETALLES REVISION DEL DOCUMENT				FECHA (D/ M / A)
	Originante	Aprobación de Ingeniería	Aprobación de Proyecto	Detalle	
01	MA-M	SPF	RE	Primera versión	15/12/15
02	MA-M	SPF	RE	Actualizado al completar diseño de componentes	08/12/15
03	JCA	SPF	ZG	Se eliminó referencia a cobertura PVC y se modificó ajuste mínimo de fijación a A4-70	08/06/16

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

INDICE

1	INTRODUCCION.....	5
1.1	ALCANCE.....	5
1.2	OBJETIVO	5
1.3	DEFINICIONES DE ABREVIATURAS Y TÉRMINOS	5
1.3.1	Definición de abreviaturas	5
1.4	REFERENCIAS	5
1.5	INFORMACIÓN DE SEGURIDAD	6
1.5.1	Alertas y precauciones	6
2	DESCRIPCION GENERAL	7
3	ESPECIFICACION GENERAL DEL SISTEMA.....	8
3.1	GÁLIBO	8
3.2	POSICIÓN DEL RIEL.....	9
3.3	ELEVACIÓN DE RAMPA	9
3.4	RESISTANCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA	9
3.5	AISLACIÓN DE LA LÍNEA	9
3.6	RESISTENCIA A CORTO CIRCUITOS	9
4	DESCRIPCION DETALLADA DEL SISTEMA DE RIEL CONDUCTOR Y SUS CARACTERISTICAS	10
4.1	RIEL CONDUCTOR	10
4.1.1	Descripción	10
4.1.2	Longitud	10
4.1.3	Material.....	10
4.1.4	Terminación.....	11
4.1.5	Uso Comprobado	11
4.1.6	Propiedades Generales	11
4.1.7	Laminado de Acero	11
4.1.8	Extrusión de Aluminio	11
4.2	JUNTAS REMACHADAS	12
4.2.1	Propiedades mecánicas de las eclisas	13
4.2.2	Remache Huck.....	13
4.3	ANCLAJE DE PUNTO MEDIO	13
4.4	RAMPAS.....	14
4.5	JUNTAS DE EXPANSION	14
4.5.1	Descripción	14
4.5.2	Expansion de Riel.....	15
4.5.3	Fleje de Contacto	16

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

4.6	TERMINAL DE CABLES	16
4.7	CABLES.....	17
4.8	ENSAMBLE DE SOPORTE.....	17
4.8.1	Descripción	17
4.8.2	Aislador.....	21
Fabricado de polyester reforzado con fibra vidrio según las siguientes especificaciones:-		21
4.8.3	Aislación y Separación	21
4.8.4	Espaciamiento entre Soportes y Cargas	22
4.9	SISTEMA DE COBERTURA.....	22
4.9.1	GRP	23
4.9.2	Coberturas Especiales	24
4.9.3	Cobertura de Bloque de Soporte.....	25
4.10	TORNILLOS	26
4.11	HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE TESTEO.....	26
5	VERIFICACION.....	26
6	LISTA DE REFERENCIA [BW EXPERIENCIA].....	26

Tablas

Tabla 1 – DEFINICION DE ABREVIATURAS	5
Tabla 2 - REFERENCIAS	6

Imágenes

Imagen 1 – Ensayo Corto Circuito	9
Imagen 2 – Sección de Riel Conductor	10
Imagen 3 – No. 5D Riel I	12
Imagen 4 – Ejemplo de Ensamble Eclisa	13
Imagen 5 – Ensamble de Anclaje de Punto Medio	14
Imagen 6 – Ensamble Típico de Rampa (Previo a colocar cobertor)	14
Imagen 7 – Ensamble de Juntas de Expansión	15
Imagen 8 – Terminal de Cables	16
Imagen 9 – Interface Estándar de Soporte (1)	18
Imagen 10 – Standard Soporte Interface (2)	19
Imagen 11 – Buenos Aires Garra y Fijación	20
Imagen 12 – Ensamble del Aislador (típico)	20
Imagen 13 – Sistema de Cobertura	23
Imagen 14 – Cobertura de Junta de Expansión	25
Imagen 15 – Cobertura de Terminal de Cable	25

Apendices

Apéndice 1 – Lista General de Referencias Ferroviarias	27
--	----

ESPECIFICACION TECNICA

55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

1 INTRODUCCION

Este documento brinda una descripción detallada de los componentes del sistema de riel conductor dentro del alcance de la provisión de Brecknell Willis.

1.1 ALCANCE

El alcance del documento cubre los componentes del sistema de riel conductor Brecknell Willis provisto para 55km de la línea Mitre.

1.2 OBJETIVO

Este documento tiene el propósito de detallar las propiedades y características de todos los componentes del sistema de riel conductor Brecknell Willis correspondiente a los 55km de la Línea Mitre.

1.3 DEFINICIONES DE ABREVIATURAS Y TÉRMINOS

1.3.1 Definición de abreviaturas

Abreviatura	Definición
BW	Brecknell Willis
BoQ	Listado de cantidades de materiales
CSA	Superficie de sección
ITP	Procedimiento de Inspección y Ensayo
DC	Corriente Directa
AC	Corriente Alterna
GRP	Poliéster reforzado con fibra de vidrio
UV	Ultra Violeta
PDS	Hoja de especificaciones técnicas

Tabla 1 – DEFINICION DE ABREVIATURAS

1.4 REFERENCIAS

Serie	Documento Referido	Título del documento
a)	TS 6306	Especificación de Ensayo e Inspección General de Rieles Compuestos
b)	TBC	Catálogo ilustrado de partes
c)	BW16540	Procedimiento de Ensayo de la instalación
d)	M56500-01-A	Riel Conductor 5D
e)	N/A	Provisión de Sistema de Tercer Riel, Diseño del Sistema y Supervisión del Montaje
f)	M-FCM-TC-PL-001	Gálibo
g)	BW16539	Cálculos eléctricos y mecánicos
h)	BW16534	Plan de Inspección y Ensayo
i)	EN50122	Norma Europea: Aplicaciones Ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, conexión a tierra y circuito de retorno. Provisiones de protección contra

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

		electrocución.
j)	RSPG	Principios y Orientación en Seguridad Ferroviaria

Tabla 2 - REFERENCIAS

1.5 INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

1.5.1 Alertas y precauciones



ALERTA

Alertas preceden en forma inmediata instrucciones relacionadas con tareas que pueden afectar la seguridad personal.



PRECAUCION

Precauciones preceden en forma inmediata instrucciones que pueden dañar al equipamiento.



NOTA

Las notas preceden en forma inmediata instrucciones específicas o información general.

ESPECIFICACION TECNICA

55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

2 DESCRIPCION GENERAL

La energía eléctrica es provista a los trenes del ferrocarril por medio de un riel conductor montado al costado de los rieles de rodaje y paralelo a los mismos. El riel es fabricado con una aleación de aluminio de alta conductividad que es capaz de entregar la corriente al tren sin las grandes caídas de voltaje y consecuente pérdida de energía frecuentemente encontrada en rieles de acero. El aluminio está provisto de una superficie de contacto de acero inoxidable. El acero inoxidable está formado por dos secciones y es fijado sobre el aluminio mediante la unión de ambas secciones por medio de una soldadura brindando una buena unión mecánica y eléctrica al aluminio. Ver sección 4.1

El riel conductor de aluminio compuesto es instalado en varias aplicaciones. Se lo utiliza como un reemplazo costo efectivo a largo plazo de rieles conductores de acero o acero reforzado con aluminio y se ha comprobado su capacidad de servicio en severas condiciones ambientales, ver la guía de referencia en sección 6.

El riel conductor es montado sobre aisladores moldeados que brindan la aislación eléctrica requerida como así también soportan las fuerzas dinámicas y pesos del sistema.

Los aisladores son a su vez montados con una variedad de soportes sobre los diversos tipos de durmientes y losas presentes en distintas partes del ferrocarril, ver sección 4.8.

Los rieles conductores se unen en sus extremos por medio de juntas remachadas compuestas por eclisas y remaches Huck. Esto brinda una sólida conexión eléctrica y mecánica, permitiendo el fácil reemplazo de cualquier sección en el caso de daños producidos durante la operación, ver sección 4.2.

El riel conductor se expande y contrae con los cambios de la temperatura ambiente, como así también por el calor producido por el paso de la corriente eléctrica. Para permitir estos movimientos se colocan juntas de expansión. Estas permiten el movimiento de los extremos del riel pero también permiten el libre paso de los patines colectores del tren por la apertura, y el flujo de corriente eléctrica del riel. El espaciamiento de estas juntas de expansión varía conforme los cambios de temperatura experimentados localmente, pero normalmente serán superiores dentro de los túneles que en la línea al aire libre, ver sección 4.5.

Con el fin de permitir el seccionamiento eléctrico del ferrocarril por motivos de mantenimiento, se deben aislar secciones del riel conductor unas de otras. Normalmente esto se logra espaciando el riel con rampas, y omitiendo la continuidad de los típicos cables de unión.

Si bien cada riel puede moverse libremente en sus extremos según los cambios de temperatura, está retenido en una posición en la vía por medio de un anclaje. Cada sección de expansión tiene un anclaje, típicamente ubicado en el punto medio entre juntas de expansión. De producirse una falla en el riel, por ejemplo una junta de expansión que se traba, el soporte del anclaje de punto medio se desviará y será una indicación positiva para el equipo de mantenimiento de que se ha producido un problema, ver sección 4.3.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

Donde hay un grupo de desvíos en el ferrocarril, es generalmente necesario colocar espacios en el riel conductor con las rampas respectivas en cada extremo. Se debe permitir igualmente que la corriente eléctrica pueda cruzar el espacio por lo que se colocan cables para asegurar esta continuidad eléctrica. Se recomienda usar cables muy flexibles para no poner fuerza en los extremos de rampa del riel y permitir una instalación sencilla de los cables en los espacios disponibles entre durmientes o en canales, estos cables no están dentro del alcance de la provisión de BW.

El riel conductor y todos los componentes relacionados son integralmente cubiertos por una cobertura no-metálica continua para excluir suciedad y dar algo de protección contra descargas eléctricas al personal trabajando en la vía, o animales e intrusos en el ferrocarril. Ver sección 4.9.

Al finalizar la instalación hay una serie de ensayos de comisionado recomendados a realizar para confirmar que el sistema cumple las normas requeridas que permitan el inicio de operaciones de trenes en la vía. Favor referir a ensayos recomendados en el Plan de Inspección y Ensayo ITP [Ref 1.3 h].

Se emplea un juego de herramientas para instalar y mantener el sistema de riel conductor eléctricamente y mecánicamente, ver 4.11.

El sistema de riel conductor propuesto es un sistema de un uso muy probado, sin embargo se efectuarán los ensayos para este contrato en lo que respecta ensayos tipo y de rutina para demostrar que los componentes y el diseño están listos para su uso y cumplen con nuestro sistema de calidad, favor hacer referencia al Procedimiento de Inspección y Ensayo [Ref 1.3 h].

En lo que hace al desempeño de la colección de corriente, ésta es un parámetro integrado al sistema. Brecknell Willis tiene una vasta experiencia en relación a esta interface dado que diseñamos y fabricamos colectores de corriente además de tercer riel. Durante el diseño del sistema buscamos de optimizar la posición del tercer riel trabajando con el diseñador de la vía con el objetivo de remover cualquier falta en el sistema. Una vez instalado, desde la perspectiva del tercer riel nos aseguramos que los espacios entre secciones sucesivas no sean mayores a 2mm y que el paso vertical no sea mayor que 0.2 mm. Las rampas se diseñan para permitir un suave acople al patín, y tienen el mismo perfil que las actualmente en uso es decir aproximadamente 1 en 19.

3 ESPECIFICACION GENERAL DEL SISTEMA

3.1 GÁLIBO

El riel conductor y todas las partes conectadas se mantienen dentro de un espacio definido para evitar que cualquier parte entre en contacto con trenes pasantes. El límite de este espacio es conocido como Gálibo del riel conductor. Ninguna parte del sistema del riel conductor – rieles, soportes, coberturas o extremos de rampas – quedará fuera del gálibo. La posición del riel conductor y el gálibo del riel conductor se mantienen sin modificación en las curvas.

ESPECIFICACION TECNICA

55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

3.2 POSICIÓN DEL RIEL

La superficie de contacto del riel conductor se encuentra 86 mm por arriba del nivel de los rieles de rodaje, y 1341 mm medidos desde el eje central de la vía al eje central del riel conductor. La tolerancia de instalación del riel conductor es generalmente +/-5mm en forma horizontal y vertical.

3.3 ELEVACIÓN DE RAMPA

En los extremos de las rampas, donde se requiere que el patín colector se desplace hacia el riel, el riel es elevado unos 63 mm facilitando una suave transición hacia la posición normal del riel.

3.4 RESISTANCIA ELÉCTRICA DE LA LÍNEA

Una vez instalado el riel y todas sus partes, incluyendo las juntas de expansión y cables de continuidad, la resistencia de punta a punta del sistema es chequeada la que dependerá de los requerimientos del sistema y de la superficie de la sección de aluminio elegida para el sistema.

3.5 AISLACIÓN DE LA LÍNEA

La aislación del riel conductor está diseñada para un voltaje de trabajo de 815V DC pero puede soportar un nivel continuo de 1000V DC y fallas transitorias de hasta 4000V DC.

3.6 RESISTENCIA A CORTO CIRCUITOS

El sistema íntegro de rieles conductores, soportes y cables pueden generalmente soportar sin daños fallas de corto circuitos de niveles de 110kA comprobable en otros proyectos que hemos desarrollado previamente. Esto dependerá de la posición del riel conductor, duración del corto circuito y espaciamiento entre soportes. Se efectuarán cálculos de fuerzas de corto circuito para cada sistema de riel conductor y soporte designado. En el pasado hemos ensayado exitosamente el sistema No.5C con soportes de acero espaciados a intervalos de 6,048m a 120kA por 10ms. Los niveles de corto circuito para Buenos Aires se encuentran en la memoria de cálculos eléctricos y mecánicos [Ref. 1.3 g].



Imagen 1 – Ensayo de Corto Circuito

4 DESCRIPCION DETALLADA DEL SISTEMA DE RIEL CONDUCTOR Y SUS CARACTERISTICAS

4.1 RIEL CONDUCTOR

4.1.1 Descripción

Los rieles conductores [Ref 1.3d] se fabrican con una aleación de aluminio de alta conductividad y están provistos de una superficie de contacto de acero inoxidable sobre el cual corren los patines colectores del tren. El acero inoxidable está unido al aluminio por un proceso de fijación y soldadura.

Las dimensiones de corte de sección son similares a rieles conductores existentes con al menos diez años de servicio con una superficie inoxidable de 90.8 mm de ancho y nominalmente 4.8 mm de grosor. Los rieles se proveerán rectos con los extremos cortados en forma recta y libre de manchas. Dos orificios son pre-perforados para facilitar las uniones. La superficie de contacto de acero inoxidable está formada por piezas con forma de "J" que son encogidas dentro de la extrusión de aluminio mediante una soldadura de costura longitudinal. Esto produce una buena interface mecánica y eléctrica con el aluminio. Como el acero inoxidable se extiende sobre el borde del aluminio lo protege de la erosión de arco y daño causado por patines que sobresalen.

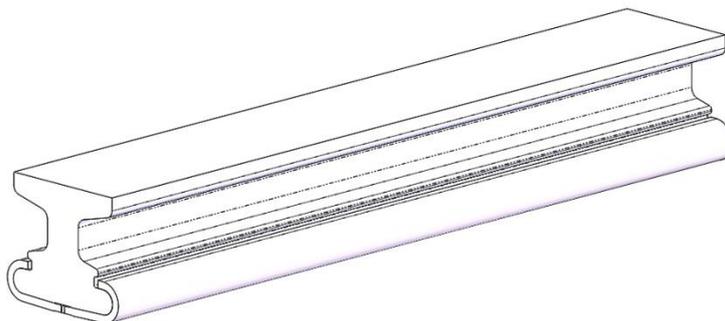


Imagen 2 – Sección de Riel Conductor

4.1.2 Longitud

Los rieles se entregan a la obra en longitudes de 11,88 metros para facilitar la logística e instalación. El riel conductor se instala en dichas longitudes excepto cuando se necesitan rieles cupones para caber en un espaciamento. En este caso se pueden cortar los rieles, pero la menor longitud instalada deberá tener más de 2 metros de largo.

4.1.3 Material

La aleación de aluminio usada para este riel conductor es 6101 T6 que contiene un 98,25% de aluminio. Se emplea ésta gradación por sus propiedades de rendimiento general en lo que hace a resistencia, fuerza de tensión y rigidez. Estas cualidades hacen de esta gradación la mejor para rieles conductores, este material ha sido probado en muchos proyectos.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

El acero inoxidable tiene un contenido de cromo del 12% para esta aplicación. Usamos este acero por sus excelentes propiedades ante el desgaste, y su conveniencia para nuestro particular proceso de fabricación. El acero inoxidable utilizado tiene una menor resistencia eléctrica, buenas propiedades frente al desgaste y una menor tendencia a la corrosión con el aluminio (corrosión galvánica). Se aplica además una grasa conductiva al interior de la cobertura inoxidable previo a soldar la capa a la sección de aluminio. Se ha comprobado el rendimiento de este material en muchos sistemas de rieles conductores.

4.1.4 Terminación

El cuerpo de aluminio del riel no requiere de un acabado anodizado. Ningún riel es provisto anodizado. Una cobertura anódica brinda básicamente una barrera aislante. Por lo tanto si un riel conductor fuera anodizado dicha cobertura debería ser raspada y eliminada previa a cualquier conexión eléctrica, esto incluye las terminales de cables, eclisas y la misma cobertura de acero inoxidable.

4.1.5 Uso Comprobado

Hemos provisto muchos kilómetros de este tipo de riel conductor en muchos casos a clientes con severos entornos climáticos (industrial, húmedo, o tropical) – dirigirse al listado de referencia general para todos los proyectos de rieles conductores, Apéndice 1.

4.1.6 Propiedades Generales

Masa Nominal	kg/m	15.4
Longitud Estándar	m	11.88
Coeficiente de expansión térmica	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	21.7 nominal
Resistencia Lineal @ 15°C	$\mu\text{Ohms/m}$	8.2
Max. Corriente Continua	Amps	4000

4.1.7 Laminado de Acero

Fabricado conforme EN 10088

Acero inoxidable ferrítico		12% cromo (nominal)
Resistencia a la tracción	N/mm^2	460 mínimo
Durezas (Brinell)	HB	130 mínimo
Espesor	mm	4.8
Superficie de corte	mm^2	650 nominal

4.1.8 Extrusión de Aluminio

Fabricado conforme EN 573 and EN 755

Grado Aluminio	6101A T6 (Al 98.25%, Si 0.3-0.7% and Mg 0.4-0.9%)	
Resistencia a la tracción	N/mm^2	210 mínimo
Superficie de corte	mm^2	3841 nominal

**ESPECIFICACION TECNICA
55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES**

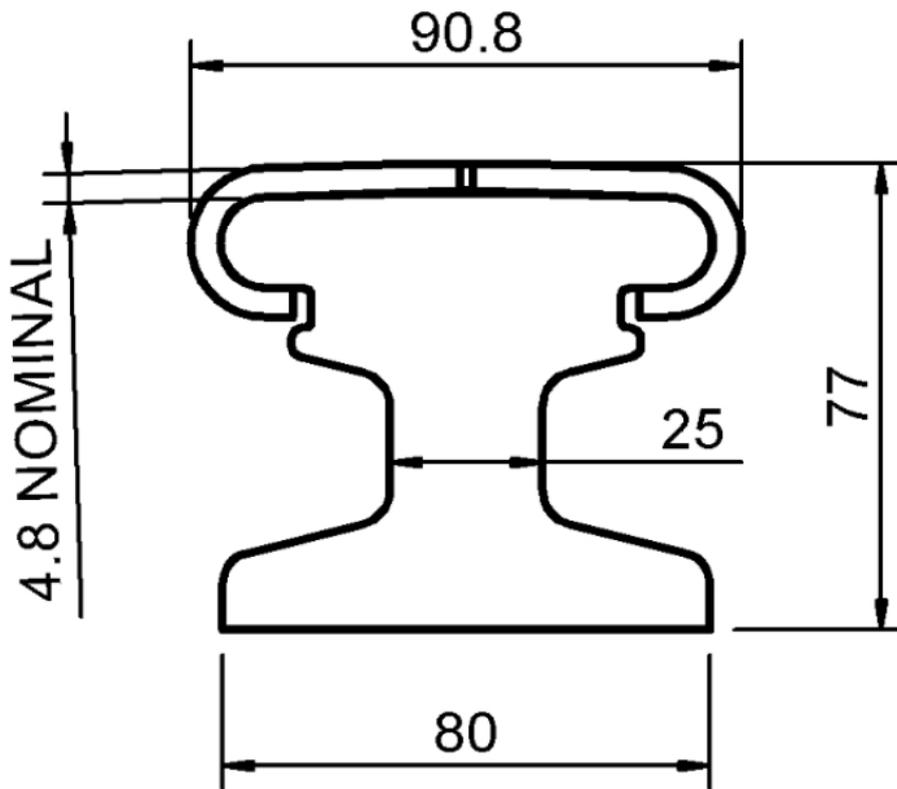


Imagen 3 – No. 5D Riel

4.2 JUNTAS REMACHADAS

Las juntas [Ref. 1.3 b] entre secciones de riel conductor se efectuarán mediante barras de empalme (eclisas) y remaches Huck, las eclisas son diseñadas para ofrecer suficiente superficie de sección que mantenga las propiedades eléctricas y mecánicas de los rieles a través de las juntas. Las barras de empalme son fabricadas con una aleación similar a la del riel y son diseñadas para sujetarse firmemente dentro de las bridas del riel. Esta tecnología brinda una unión mecánica segura y contribuye a la alineación de los extremos del riel. Las caras externas de las eclisas son fresadas para garantizar que los remaches y collares despejen la estructura del galibo.

La presión de contacto es lograda con el empleo de remaches Huck para garantizar una tensión previamente establecida del remache. Los remaches Huck se fabrican de acero al carbono, enchapados para reducir la corrosión, y se usan cuatro por cada junta, dos por extremo de riel. Los remaches Huck se colocan usando las herramientas y procedimientos especificados por el fabricante.

Antes de ensamblar las juntas con las eclisas, las superficies de contacto del riel y eclisas se cepillarán cuidadosamente con cepillos de alambre y recubrirán con una capa de grasa de petróleo cargada con zinc para lograr una mínima resistencia de contacto a través de la junta. Para este riel conductor y sección de junta remachada la resistencia máxima permitida a través de la junta remachada es normalmente similar a $8.2 \mu\Omega/m$.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

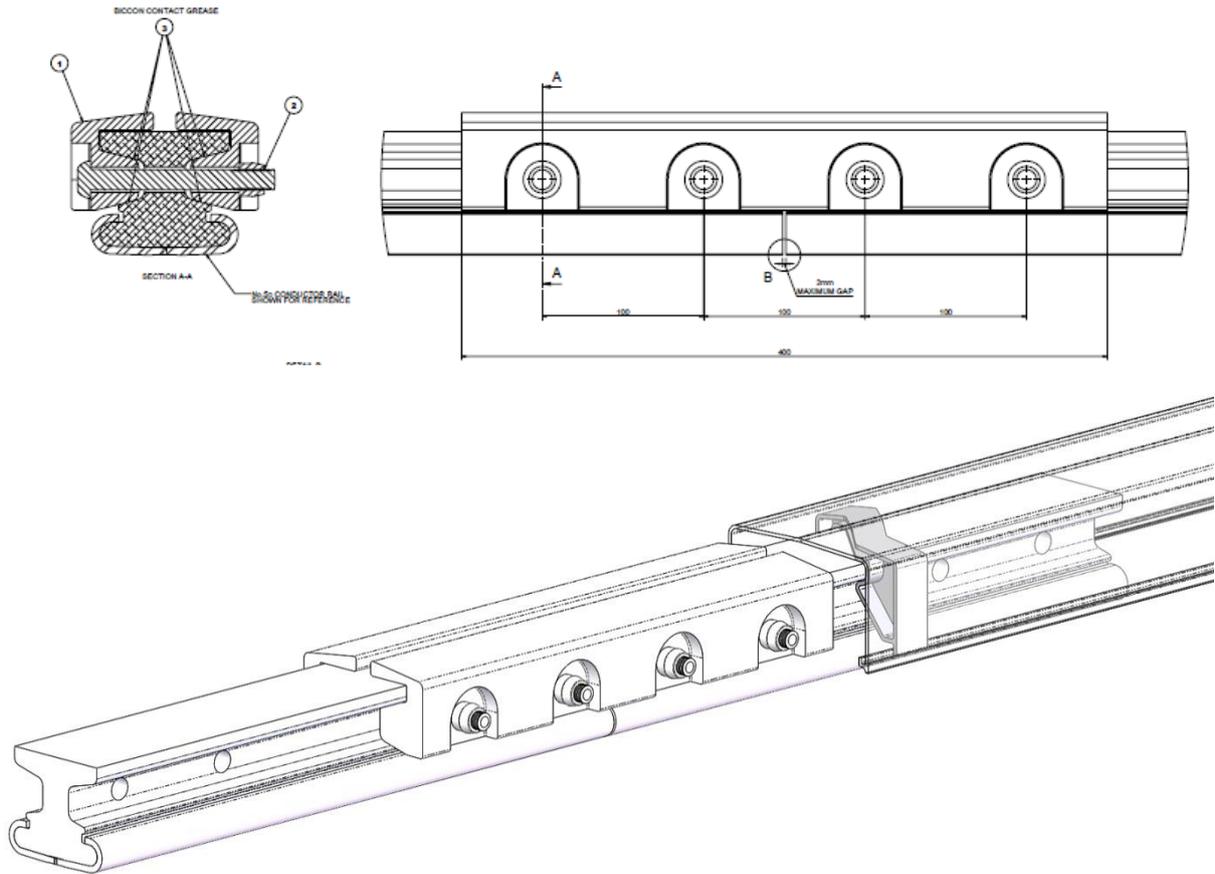


Imagen 4 – Ejemplo de Ensamble Eclisa

4.2.1 Propiedades mecánicas de las eclisas

Aluminio Grado 6063 T6 (EN 755 and EN 573)

Resistencia cedente N/mm² 180 mínimo

Dureza HB 70 mínimo

Superficie de Corte mm² 3954 (nominal por ensamble de eclisa)

Área de Contacto mm² 18 104 (nominal por ensamble de eclisa)

4.2.2 Remache Huck

Acero de Carbono

Acabado protector

Deltatone 9000 & Deltaseal (acabado comprobado estándar)

Valor de Carga Instalada lbf 17050 (75.8 kN)

4.3 ANCLAJE DE PUNTO MEDIO

El anclaje de punto medio [Ref 1.3 b] consiste en dos anclajes de punto medio que son insertados en la base del riel a ambos lados de un aislante específico.

ESPECIFICACION TECNICA

55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

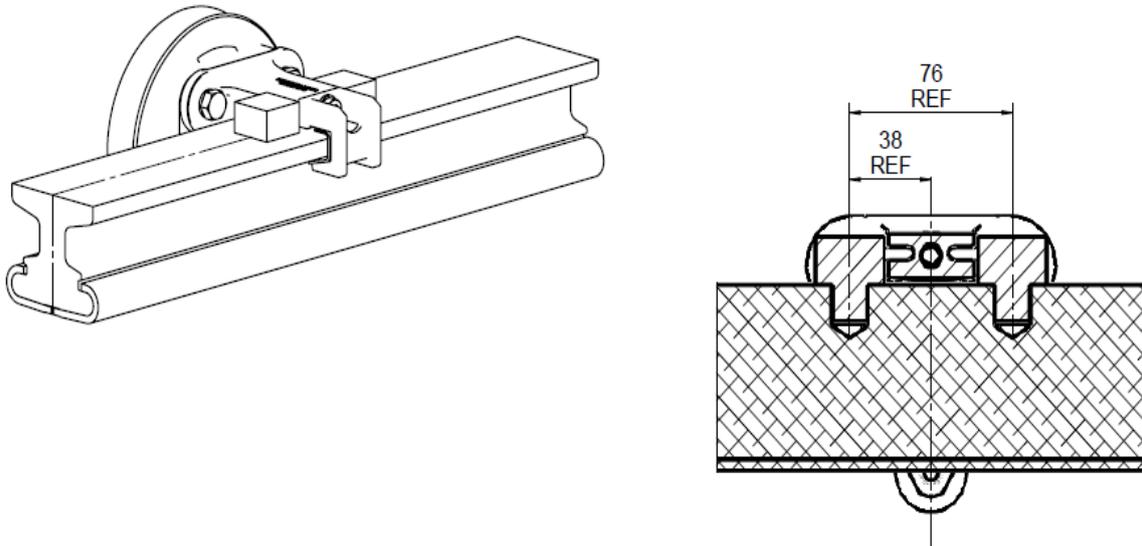


Imagen 5 – Ensamblaje de Anclaje de Punto Medio

4.4 RAMPAS

Las rampas [Ref. 1.3 b] son componentes del sistema de riel conductor. Las rampas se instalan al final de cada sección de riel conductor donde sea necesaria la interrupción del riel, como ser desvíos y pasos a nivel. La rampa está en ángulo para guiar el patín colector a contactar el riel conductor y separarse del mismo sin inconvenientes.

La velocidad de tren pasante no ha sido especificado por ende las nuevas rampas tienen el mismo perfil del existente. Existe un único diseño de rampa para todo el sistema.

Las rampas son fabricadas de acero con la superficie de contacto de acero inoxidable y moldeadas según el perfil requerido. La inclinación de la rampa es de 1:19.

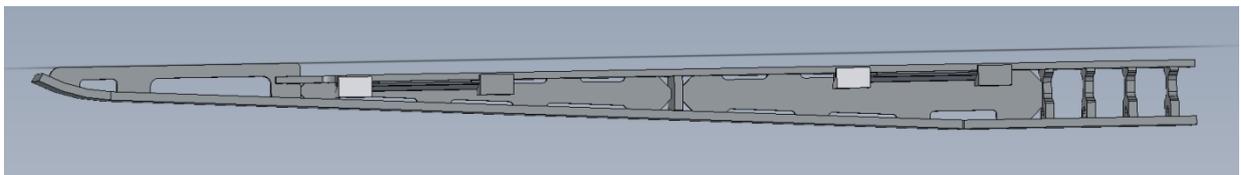


Imagen 6 – Ensamblaje Típico de Rampa (Previo a colocar cobertor)

4.5 JUNTAS DE EXPANSION

4.5.1 Descripción

La junta de expansión [Ref 1.3 b] es provista con un elemento rodante de derivación que permite el libre paso de la corriente eléctrica por la junta deslizante sin depender totalmente de las eclisas. Esto es ventajoso en comparación al cable. El

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

riel de expansión es diseñado a fin de que el nivel de corriente sea equivalente al de un riel conductor estándar. Es por eso que se provee con material conductivo adecuado (es decir cobre y aluminio) para lograr esto.

Los rieles que conforman una junta de expansión se cortan en ángulo para asegurar contacto continuo con el patín colector. La junta de expansión tiene un recorrido de 150mm. El movimiento es mediante un lado fijo y otro lado movable que es ranurado.

La junta de expansión es diseñada para ser fácilmente desarmadas para su mantenimiento y engrase en intervalos asignados, y todas las fijaciones son de acero inoxidable de gran calidad.

Todas las conexiones eléctricas abulonadas en el ensamble de la junta tienen un recubrimiento de grasa de contacto de zinc.

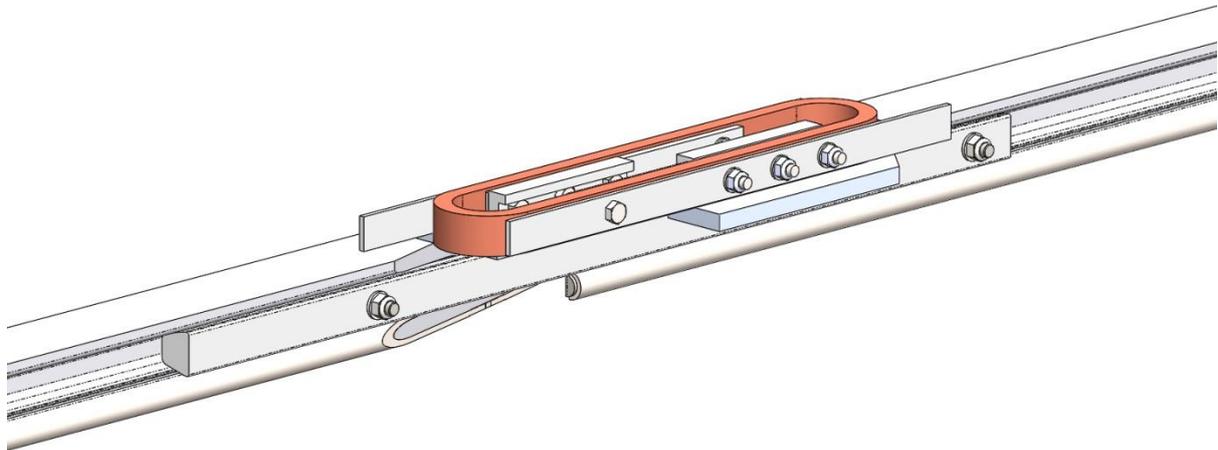


Imagen 7 – Ensamble de Juntas de Expansión

4.5.2 Expansion de Riel

Para la expansión del riel la distancia entre las juntas de expansión y los anclajes es determinada por la expansión esperada del riel causada por la expansión y contracción térmica. Los cambios de temperatura relacionados con los efectos de calentamiento eléctrico y condiciones ambientales son los factores que contribuyen a ésta expansión y contracción. El espaciamiento adecuado al ambiente local será calculado y así las juntas de expansión serán instaladas y configuradas conforme al Manual de Instalación.

El espaciamiento de los soportes para la expansión aún deberá ser confirmada pero usualmente es de la mitad del espaciamiento de soportes de riel conductor estándar, es decir 4.5m espaciamiento estándar, 2.25m espaciamiento en junta de expansión.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

Los anclajes se colocarán nominalmente en un punto medio entre las juntas de expansión y / o final de rampas y de este modo el movimiento será nivelado a través de las juntas de expansión.

4.5.3 Fleje de Contacto

El fleje de contacto está laminado con tiras de cobre blandas con una cobertura de estaño de 0.25mm de grosor.

4.6 TERMINAL DE CABLES

La fijación de la terminal de cables al riel debe ser con remaches Huck y no requiere soldadura en obra. Un lado del ensamble usa una eclisa estándar y el otro lado tiene una pletina bimetálica de conexión de cables pre-soldada a una eclisa.

Las superficies de contacto de los componentes de aluminio son limpiadas y engrasadas con una grasa de contacto con un contenido de zinc. Cuando se usan cables de cobre y terminales de cable, la terminal de cables incluye un elemento de transición bimetálico fabricado de una sección de aluminio co-extruida enchapada en cobre. La cobertura de la terminal de cables es sujeta a la cobertura estándar mediante tornillos de nylon.

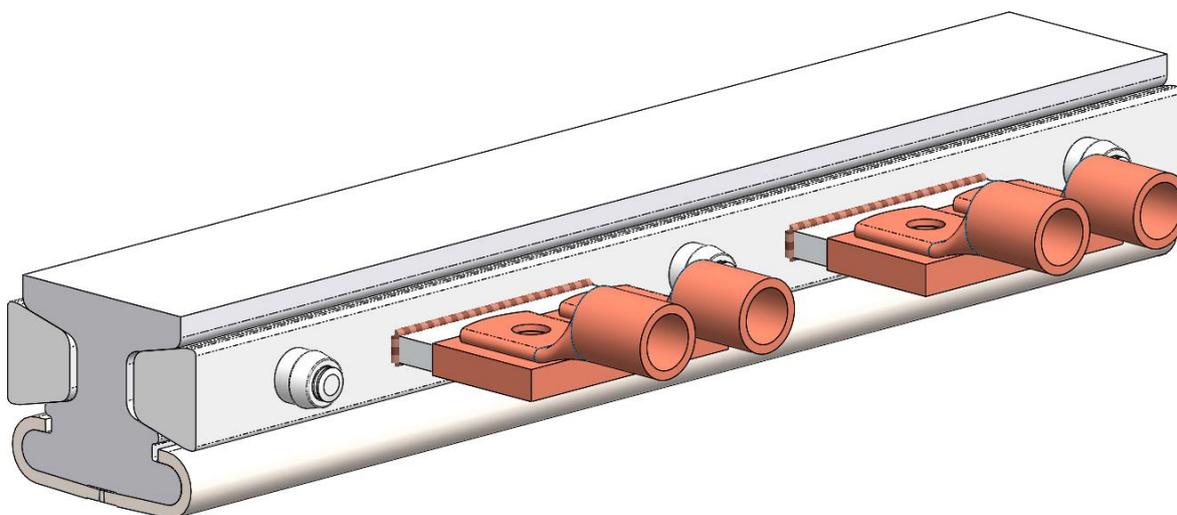


Imagen 8 – Terminal de Cable

El material de la eclisa de la terminal de cables es el mismo empleado para las juntas remachadas, los remaches Huck son del tipo usado para las juntas remachadas y las restantes fijaciones usadas son fabricadas de acero inoxidable de buena calidad.

La alimentación eléctrica o los cables de continuidad son abulonados directamente a la pletina bimetálica usando fijaciones estándar M12.

ESPECIFICACION TECNICA

55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

4.7 CABLES

Cables de continuidad, cables de tracción positiva y cables de retorno de tracción negativa no están dentro del alcance de la provisión no obstante BW hacen las siguientes recomendaciones en relación al cableado:-

- Los cables conectados a la terminal de cable no deben estar restringidos es decir deben poder moverse longitudinalmente con la expansión del riel (nótese que el riel está normalmente anclado cerca de una terminal de cables para minimizar el movimiento a lo largo de la vía)
- Cables deberán ser instalados en recorridos protegidos como ser canaletas o ductos
- Positivo y negativo no deben ser instalados en los mismos recorridos protegidos
- Siempre que sea practicable, cables de tracción de corriente continua deben ser colocados debajo de tendidos de cables de transmisión de alto voltaje o tendidos de cables de señalamiento, y donde los cables se cruzan y el cable de tracción de corriente continua no está protegido, tiene que haber un espacio de aire de 75 mm y una barrera no metálica debe ser provista en el punto del cruce.

4.8 ENSAMBLE DE SOPORTE

4.8.1 Descripción

Los soportes [Ref1.3 b] son fijados a diferentes interfaces tales como losa de hormigón y zócalos, durmientes de hormigón y de madera. Los durmientes de madera se fijan directamente con tornillos de $\frac{1}{2}$ " x $3\frac{1}{2}$ ". Sobre concreto el soporte es fijado con M12 a un soporte interface de acero que esta unido a un durmiente de concreto.

**ESPECIFICACION TECNICA
55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES**

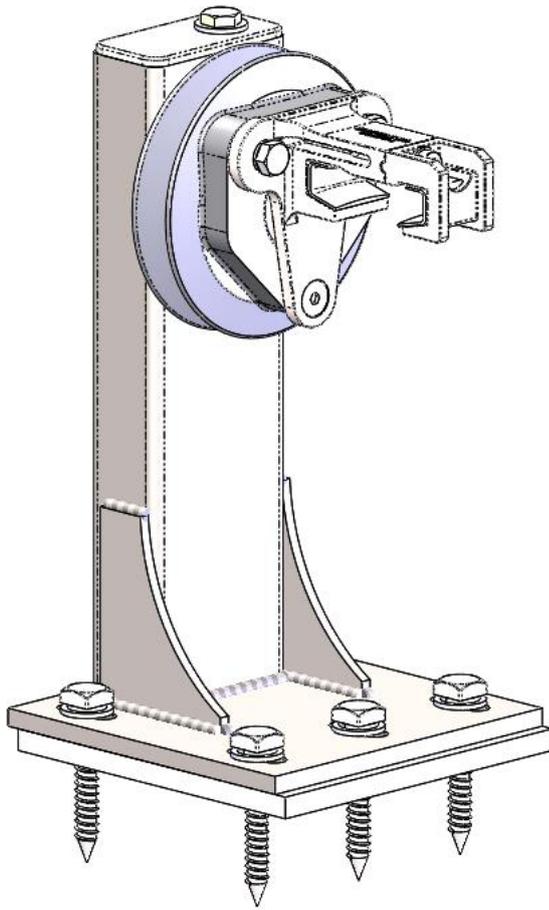


Imagen 9 – Interface Estándar de Soporte (1)

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

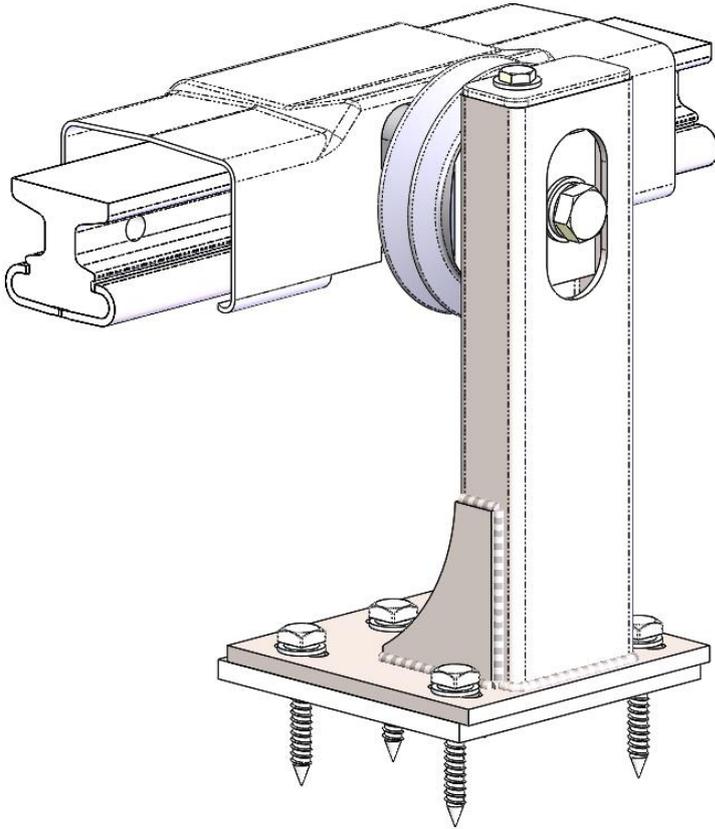


Imagen 10 – Soporte Standard Interface (2)

El ensamble del aislador está fijado al soporte, está compuesto por el aislador GRP, la garra y fijación del riel con una guía para sostener al riel conductor. El aislador y sistema de soporte Brecknell Willis tiene muchos años de servicio sin fallas y es empleado en distintos tipos de vías. Una característica de diseño muy probado está en la garra y fijación que tienen una pieza resistente de plástico anti-fricción entre el pie del riel y la fijación. La guía plástica permite un deslizamiento suave del riel por la expansión pero también este sistema de ensamble es adecuado para atenuar fallas potenciales causadas por ondas y/o movimientos oscilatorios en la extensión de la sección provocados por el paso del tren.

El aislador de GRP es un diseño muy usado y es más que apropiado eléctrica y mecánicamente para una aplicación de 815 V de corriente continua. El aislador tiene insertos de bronce, y es fijado al soporte de acero con un tornillo de cabeza hexagonal M16 y una arandela grower, la pieza de sujeción es fijada al aislador con 3 tornillos de cabeza hexagonal M10 y arandelas grower.

Los bloques de sujeción de la garra y la fijación son fabricados de acero inoxidable grado 316 con una terminación de pulido electro pasiva. La guía elástica se fabrica de Nylon 66 y cabe dentro de la garra y fijación. La garra es sujeta a la fijación en la instalación definitiva con una fijación M10.

**ESPECIFICACION TECNICA
55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES**

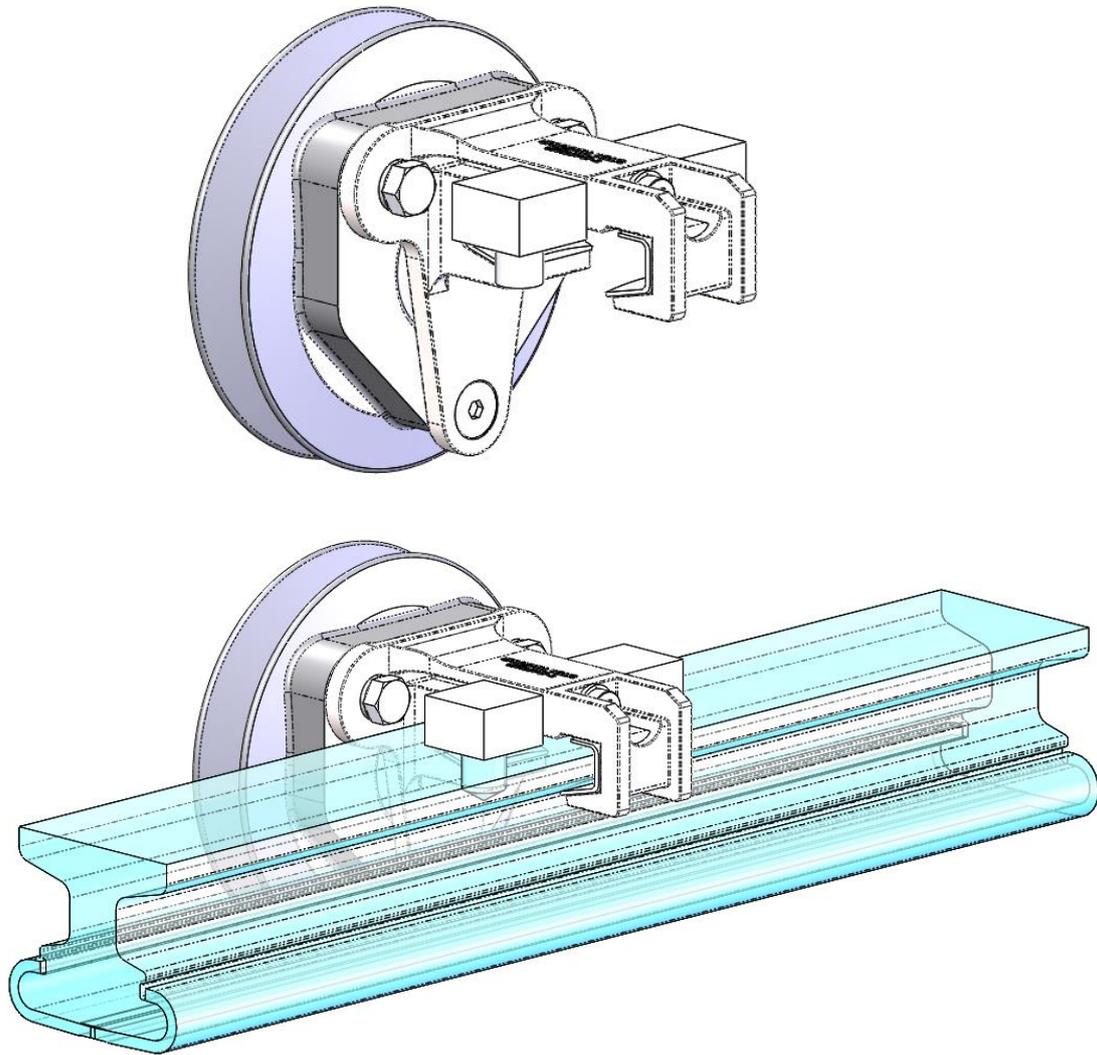


Imagen 11 – Buenos Aires Garra y Fijación



Imagen 12 – Ensamble del Aislador (típico)

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

Por medio del block del aislador contenido en el ensamble de soporte el ensamble del aislador puede ser ajustado verticalmente mediante el tornillo de ajuste que es un bulón estándar M12 permitiendo tolerancias en la instalación y mantenimiento de hasta 45mm. Por medio del block del aislador y de las ranuras en la base, el ensamble del aislador puede ser ajustado horizontalmente (+/-10mm) sin embargo no existe un ajuste angular.

El brazo del soporte de acero es una estructura soldada de acero blando con un acabado galvanizado.

El block del aislador está fabricado con acero BS970 grado 070M20 o su equivalente más cercano con un acabado cincado BS4921 (una capa de aleación de zinc durable). En la parte superior del soporte está la tapa forjada del soporte que es una pieza forjada de acero galvanizado según norma BS729.

4.8.2 Aislador

Fabricado de polyester reforzado con fibra vidrio según las siguientes especificaciones:-

Rigidez Dieléctrica ASTM D149	kV/mm	10 mínima
Resistencia al Impacto ASTM D256	J/m	425 mínima
Módulo de Flexión ASTM D790	kN/mm ²	120 mínimo
Absorción de Humedad ASTM D570-95	%	0.5 máximo
Flamabilidad de Superficie ASTM E162-94		15 máximo
Resistencia a la llama ASTM D635-96		Auto Extinguible
Longitud Creep (Creepage)	mm	113

4.8.2.1 PROPIEDADES MECANICAS

Carga Vertical	N	3000 mínima
Carga Longitudinal	N	2200 mínima
Carga Lateral	N	6000 mínima
Resistencia a radiación UV		Buena

4.8.2.2 PROPIEDADES ELECTRICAS

Voltaje Nominal	V	750
Max. voltaje Transitorio	kV	5
Resistividad volumétrica	Ohm cm	>10 ¹⁶
Resistividad superficial	Ohms	>10 ¹³
Índice comparativo de aislación		600
Resistencia de aislación	M Ohms	100

4.8.3 Aislación y Separación

En nuestra experiencia todos los sistemas de rieles conductores usan soportes plenamente aislados o siguen la práctica definida en la norma EN50122 [Ref. 1.3 j] y no hacen tierra los elementos metálicos de la estructura de soporte. Los aisladores del riel conductor brindan más que una adecuada aislación y por lo tanto, la aislación secundaria y/o conexión a tierra del brazo de soporte no es necesaria.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

En base a experiencia previa y probada y salvo que existan requisitos/normas locales más exigentes se usan los siguientes criterios de separación. La separación del riel conductor al riel conductor de la vía adyacente es normalmente 200 mm que excede las normas recomendadas en el RSPG [Ref 1.3 j]. Para la separación eléctrica entre el riel conductor y tierra (tiempo largo) la distancia mínima deberá ser de 75 mm (conforme se recomienda en el RSPG). La distancia eléctrica mínima entre el riel conductor y tierra (tiempo corto o “pasante” como se llama comúnmente) es de 25mm conforme se indica en el RSPG.

4.8.4 Espaciamiento entre Soportes y Cargas

El espaciamiento de soporte típico para este sistema será 4,5m. Uno de los elementos clave del diseño del sistema está en la elección de brazos de soporte aislados y su espaciamiento a lo largo de la línea para lograr un óptimo desempeño asegurando de que no se produzcan deformaciones permanentes.

Se consideran múltiples factores como ser tipo de durmiente y geometría, seguridad del montaje, cargas externas y vibración, aislación y una tolerancia controlada de la instalación del riel conductor que permita al colector funcionar eficientemente. Se considerarán la: carga del peso del riel, carga concentrada en el punto medio entre soportes, carga de cortocircuito y fuerza causada por la curvatura de la vía. Se demuestra en el paquete de cálculo [Ref. 1.3 g] que el brazo de soporte soportara estas cargas.

4.9 SISTEMA DE COBERTURA

Un sistema de cobertura protectora cubrirá al sistema de riel conductor íntegramente, incluyendo todas las rampas, juntas de expansión y terminales de cable. Todas las coberturas serán de un color gris Ágata, RAL7038, y tendrán generalmente un espesor de 2.5 mm.

La longitud estándar de cobertura GRP se instala sobre la cobertura del bloque de soporte entre los aisladores a través del sistema. Existe una cobertura aislante secundaria que se instala sobre el aislador, esta cobertura cuelga el aislador y cubre los bordes expuestos de la cobertura estándar.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

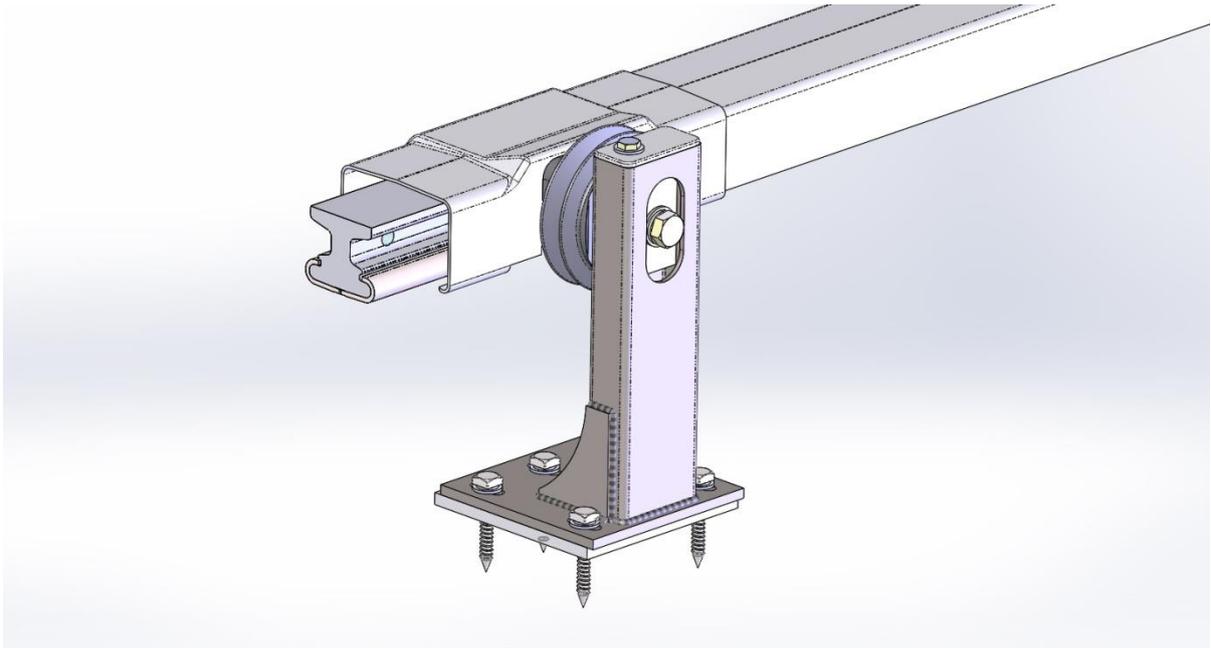


Imagen 13 – Sistema de Cobertura

A intervalos a lo largo del sistema de cobertura se fijará una etiqueta autoadhesiva a la cobertura mostrando un símbolo de descarga y otros textos de peligro conforme se requiera. Esta etiqueta tendrá letras y colores que cumplan con las regulaciones locales y el adhesivo será adecuado para adherirse a las coberturas.

4.9.1 GRP

La cobertura GRP será fabricada a partir de un proceso continuo de extrusión y estará libre de cualquier imperfección, rajaduras o distorsión. Por las características del material ver 4.9.2 Coberturas especiales

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

4.9.2 Coberturas Especiales

Las coberturas especiales (juntas de expansión y terminales de cables) serán fabricados de materiales moldeados GRP con la posible excepción de los cobertores aislantes. No tendrán ninguna imperfección, rajadura o distorsión y poseerán las siguientes características materiales:

Test	Método	Criterio Utilizado	BW Documento
Contenido de Vidrio por volumen	BS 2782 Método 1002 ISO 1172 NF-EN-ISO 247	25% min, distribuido equitativamente.	
Potencia de Flexión	BS2782 m 335A ISO 178 DIN 53452	130 N/mm ² min	130 kN/m2 278 Mpa TS4256
Potencia de Impacto	BS2782 m 359 ISO 179 DIN 53453	20 kJ/m min	
Absorción de Humedad	BS2782 m 430A ISO 62	200 mg max <5%	
Potencia Dieléctrica	DIN 53481 VDE 030 Parte 2 o BS 2782 m 220	5.7 kV/mm min	TS4049
Resistencia de Tracción	DIN 53480 BS 5901 IEC 112	400 min	TS4049
Índice Oxígeno	BS6853 appA BS EN ISO 4589-2	30% min	
Superficie de Extensión de llama	BS 476 pt 7	Clase 1	
Emisión de Humo	BS6853 Anexo D	CAT 1 B - A _{ON} = 7 A _{OFF} = 10.5	
Toxicidad	BS6853 Anexo B	R = 2.7 max	

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

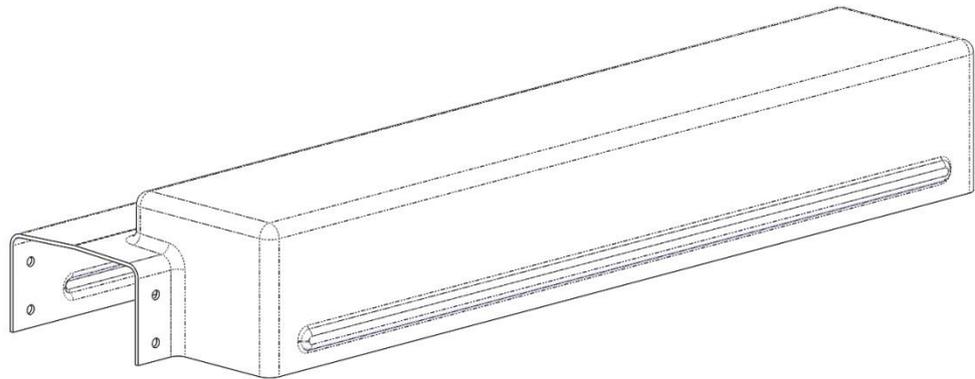


Imagen 14 – Cobertura de Junta de Expansión

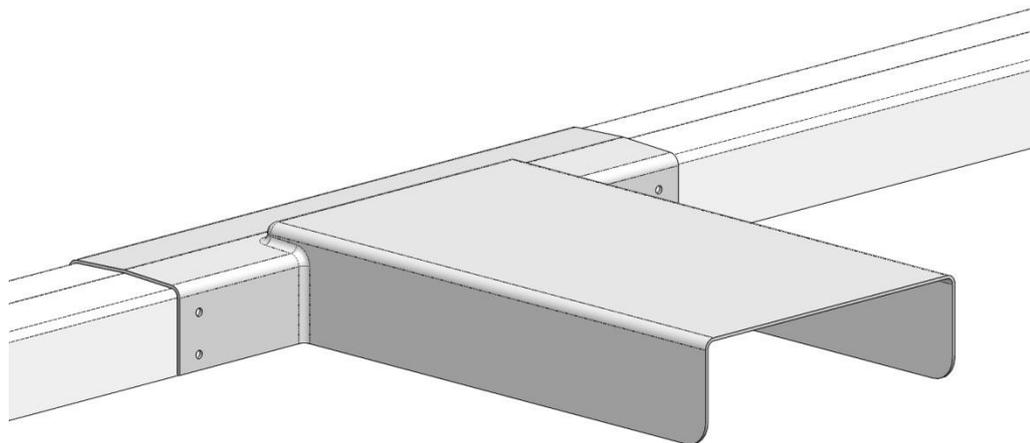


Imagen 15 – Cobertura de Terminal de Cable

4.9.3 Cobertura de Bloque de Soporte

La cobertura de bloques de soporte que se utilizan con el sistema de cobertura están ubicados en el riel conductor y rotados para así engranar con el sector del riel conductor, estos están ubicados cada 400mm aproximadamente.

La cobertura de bloques de soporte están fabricadas cumpliendo con las siguientes características: Material:- Termoplástico moldeado a inyección resistente al fuego

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

Modulo de Flexión ASTM D970 / ISO 178	GPa	1.9
Humo/Toxicidad DIN VDE 0472 part 815		Libre de Halogeno
Flamabilidad UL 94		V0 Auto Extinguir
Potencia de Impacto ASTM D256 ensayo Izod	J/cm ²	2.1
Deflexión de temperatura ASTM D648	°C	73 mínimo

4.10 TORNILLOS

Todos los tornillos utilizados en el ensamblaje son artículos con propiedades métricas estándar fabricados a partir de un grado mínimo de acero inoxidable A4-70.

4.11 HERRAMIENTAS ESPECIALES Y EQUIPOS DE TESTEO

Se requieren diversas herramientas especiales para la instalación, mantenimiento y puesta en marcha del sistema de riel conductor.

Para obtener un listado completo así como también una descripción de las herramientas especiales y equipos de testeo, dirigirse al Manual de Instalación, BWTBC (Ref. 1.3 c).

5 VERIFICACION

El sistema de rieles conductores es verificado a través de cálculos exhaustivos y testeos típicos acordes para asegurar que tanto el producto así como también su ensamblaje cumplen los requerimientos contractuales. Informes de ensayos anteriores pueden también ser provistos como respaldo a las propiedades del material así como también los resultados de los testeos.

6 LISTA DE REFERENCIA [BW EXPERIENCIA]

Ver Apéndice 1 para listado de referencia generales de proyectos de rieles conductores.

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES

Apéndice 1 – Lista General de Referencias Ferroviarias



BRECKNELL WILLIS

ELECTRIFICATION SYSTEMS
Conductor Rail Reference List

Project/Location	Customer	Qty. (km)	System Technical Data	Rail & System Type	Date Awarded
Reggio Calabria	Ansaldo	0.4	Design & Supply of Conductor Rail System for depot test track	No. 5c Under running	2012
Kuala Lumpur Monorail Depot Extension	Ganz Vagon sdn	1.5	Design & Supply of Conductor Rail System for Depot Extension	No. 4b Under running	2012
Kelana Jaya Line Ext	CMCE	80	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6v Side running	2012
Incheon LRT	Balfour Beatty GmbH	63	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No 6DO Under running	2011
Singapore Bishan & Ulu Pandan Depot Ext	Balfour Beatty	3.1	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6 Under running	2011
Milan Metro Line 4	Ansaldo Trasporti	40	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6 Under running	2011
Singapore: Downtime Line 3	C.T.C.I	57	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6 Under running	2011
Copenhagen Metro City Ring	Ansaldo Trasporti	36	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 5c Under running	2011
Taipei Metro Circle Line	Sen-Yeh Construction	40	Design & Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6 Under running	2011
East London Line Phase 2	Balfour Beatty	3	Design, Supply & Installation of Conductor Rail System for system extension project	No. 6 Top running	2011
Sao Paulo Metro Line 3	Alstom Transport	53	Design and supply of upgrade to existing rail system	No 6D Under running	2010
Gurgaon Metro	Siemens	7.8	Design, supply and commissioning of new system	No. 5C Under running	2010
Oslo Kolsasbanen	Baneservice	6.2	Supply of Conductor Rail System for system extension project	No. 6D Under running	2010
Singapore: Downtown Line	Alstom Transport SA	63	Design, supply and commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	2010
London Underground Metropolitan Line Phase 3	Metronet SSL	66	Design and supply of existing rail system upgrade.	No. 7U Top running	2010
Oslo Holmenkollbanen	KTPAS	5	Supply of rail & rail components	No. 5c Under running	2009
Tramwave, Naples	Ansaldo Trasporti	0.4	Trial section	Ground mounted system	2009
Singapore Jarong East	Balfour Beatty	2.3	Design and supply for existing rail system.	No. 6 Under running	2009
Circle Line Singapore	Alstom Transport SA	9	Supply for existing system.	No. 6 Under running	2009

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES



BRECKNELL WILLIS

ELECTRIFICATION SYSTEMS
Conductor Rail Reference List

Project/Location	Customer	Qty. (km)	System Technical Data	Rail & System Type	Date Awarded
Northern Line Upgrade	Tubelines	18	Design and supply of existing rail system upgrade	No. 6 Top running	2009
Mumbai Monorail	Larsen and Toubro	80	Design and supply of third and fourth rail system	No. 5c Under running	2009
Tianjin Metro Line 3	Tianjin Metro	71	Design and supply of rail and components for new line	No. 6 Under running	2009
London Underground Metropolitan Line Amersham	Metronet SSL	58	Design and supply of existing rail system upgrade	No. 7U Top running	2009
Docklands Light Railway 3-car upgrade project	Carillion	8	Design and supply of system upgrade and remodeling of existing system	No. 4A Under running	2008
Tianjin Metro Line 2	Tianjin Metro	54	Design and supply of rail and components for new line	No. 6 Under running	2008
London Underground Metropolitan Line Watford	Metronet SSL	12	Design and supply of existing rail system upgrade	No. 7U Top running	2008
Docklands Light Railway: Stratford International Extension	Skansk / Grant Rail JV	9.5	Design, supply, installation and commissioning of new system extension	No. 4A Under running	2008
Beijing Metro Yi Zhuang Line	Beijing Metro	70	Design and supply of rail and components for new line	No. 6 Top running	2008
East London Railway	Balfour Beatty / Carillion JV	26	Design, supply, installation and commissioning of new rail system.	No. 6 Top running	2008
Busan / Gimhae	Balfour Beatty GmbH	51	Supply of rail & rail components for new metro	No. 6D Under running	2008
DLR – North Route	DLR	8	Rail & components refurbishment	No. 4A Under running	2008
LUL: Metropolitan Line	Metronet	1.2	Design and supply of rail trial of new extra low loss system	No. 7U Top running	2008
Rotterdam Metro	RET/Strukton	1.3	Supply of rail & rail components	No. 5C Under running	2008
Oslo Metro	Baneservice	6	Design and supply for existing system extension	No. 5C Under running	2007
Dubai Green Line (+ Extension)	Mitsubishi	58	Design & supply for metro extension	No. 5C Under running	2007
DLR Woolwich Extension	Amec Spie	7	Supply of rail for existing system extension	No. 4A Under running	2007
Berlin S-Bahn Germany	EZZ Electro GmbH	0.864	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2007
DLR – South & West Route	DLR	16	Rail & components refurbishment	No. 4A Under running	2007
Olympic Line	Beijing Metro	12	Rail components for system extension	No. 6 Top running	2007
Algiers	TSO	24	Design, supply & commissioning for new metro system.	No. 5C Under running	2007

2 of 5

Revised
02/12

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES



BRECKNELL WILLIS

ELECTRIFICATION SYSTEMS
Conductor Rail Reference List

Project/Location	Customer	Qty. (km)	System Technical Data	Rail & System Type	Date Awarded
Berlin S-Bahn Germany	DB	0.612	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2006
Berlin S-Bahn Germany	FBB Elektroanlagen & Bahn	2.88	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2006
Prague	Skanska DS	11	Supply of conductor rail and components for existing system extension	No. 6 Under running	2006
C.K.S. Airport Link: Taipei	Marubeni	120	Design, supply & commissioning for new metro system.	No 6 Under running	2006
London Underground Victoria Line	Metronet	50	Replacement of existing steel conductor rail system	No 6 Top running	2006
London Underground Waterloo and City Line	Balfour Beatty	5	Replacement of existing steel conductor rail system	No 6 Top running	2006
Boonlay, Singapore	Balfour Beatty	8	Supply of rail for existing system extension	No 6 Under running	2006
Dubai LRT	Mitsubishi Heavy Industries	136	Design, supply & commissioning for new metro system.	No 5c Under running	2006
DLR – Woolwich extension	Amec Spie	7	Supply of rail for existing system extension	4A Under running	2007
Berlin S-Bahn Germany	DB	12.96	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2005
Berlin S-Bahn Germany	Siemens AG	2.952	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2005
Beijing Line 5	Beijing MTR Construction	75	Supply of rail and system components.	No. 6 Top running	2005
Yong In LRT: Korea	Balfour Beatty GMBH / Iljin	40	Supply of rail and system components.	No. 6 Top running	2005
Brescia Metro	Ansaldo	40	Design, supply & commissioning for new metro system.	No 5c Under running	2005
Docklands Light Railway: Beckton Depot Expansion	DLR	2.5	Design and supply, for existing system extension.	No 4a Under running	2004
Kaohsiung LRT Red & Orange Lines, Taiwan	CTCI/CSC USEC	125	Design, supply, installation & commissioning for new metro system.	No. 6 Under running	2004
Berlin S-Bahn Germany	DB	31.5	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2004
Docklands Light Railway: City Airport Link	Amec	8	Design, supply, installation and commissioning for existing system extension.	No 4a Under running	2003
Berlin S-Bahn Germany	DB	32.5	Supply of conductor rail for existing system refurbishment.	No 6d Under running	2003
France: Valenciennes	CEF	3.5	Design, supply, installation and supervision for rail trial section.	No 5c Under running	2003
Buenos Aires: Metro Extension	Herso	4	Design, supply and commissioning for existing system extension.	No 5c Top running	2003

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES



BRECKNELL WILLIS

ELECTRIFICATION SYSTEMS
Conductor Rail Reference List

Project/Location	Customer	Qty. (km)	System Technical Data	Rail & System Type	Date Awarded
Ankara Metro: Phase 3	Guris A.S.	32	Design, supply and commissioning for existing system extension	No 6 Top running	2002
Prague Metro	IPS Skanska/ZSP	8	Supply of conductor rail and components for existing system extension	No. 6 Under running	2002
Singapore: Circle Line	Alstom Transport	80	Design, supply and commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	2002
Taipei Metro: Tuchen	Sen Yeh Construction Company	28	Design, supply, installation & commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	2001
Kuala Lumpur Monorail	SNC♦Lavalin	38.8	Design, supply, installation and commissioning for new system.	No. 4b Under running	2001
Railtrack Northwest	Jarvis Rail	27.5	Supply of conductor rail and components for existing system refurbishment.	No. 6 Top running	2001
New York: Metro North	Metro North Rail Road	6	Supply of conductor rail & components for upgrade of Grand Central Station.	No. 6e Under running	2001
Railtrack Northwest	Amec Rail	9	Supply of conductor rail and components for existing system refurbishment.	No 6 Top running	2000
Vancouver Skytrain	Bombardier Transport System	88	Design, supply, & installation supervision for existing system extension 3rd & 4th rails.	No. 6v Side running	1999
Berlin – S Bahn	Berlin – S Bahn	0.114	Design, supply and installation supervision for trial section.	No 6 Under running	1999
Chicago Metro	Chicago Transit Authority	0.63	Design, supply and installation supervision for trial section.	No. 6 Top running	1999
Singapore: Changi Airport Line	Balfour Beatty/Gammon J.V.	13.5	Design & supply for existing system extension.	No. 6 Under running	1998
Docklands Light Railway: Lewisham extension	Mowlem Civil Engineering PLC	8	Design, supply, installation and commissioning for existing system extension.	No. 4a Under running	1998
Hsintien: Taipei Metro	T-Sheng / Weedo Construction Co. Ltd	28	Design, supply, installation and commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	1997
Taipei Metro: Nankang/Panchiao	T-Sheng/ Weedo Construction Co. Ltd	45	Design, supply, installation and commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	1997
Copenhagen Metro	Ansaldo Trasporti	32	Design, supply, installation & commissioning for new metro system.	No. 5c Under running	1997
Izmir Metro	Yapi Merkezi	28	Design, supply, installation, supervision and commissioning for new metro system.	No 4a Under running	1997
Railtrack Northwest	RTNW	8	Supply for existing system refurbishment.	No. 6 Top running	1997

ESPECIFICACION TECNICA 55KM LINEA MITRE BUENOS AIRES



BRECKNELL WILLIS

ELECTRIFICATION SYSTEMS
Conductor Rail Reference List

Project/Location	Customer	Qty. (km)	System Technical Data	Rail & System Type	Date Awarded
Taipei Metro: Chunggho	Bilfinger & Berger/Dorts	12.5	Design, supply, installation & commissioning for existing system extension.	No. 6 Under running	1996
Metro North: New York	Metro North Rail Road	7	Supply of conductor rail and components for upgrade of existing system.	No 6e Under running	1996
Railtrack Southeast	RTSE	30	Supply of conductor rail system for existing system refurbishment.	Nos. 5c & 6 Top running	1996
LUL: Northern Line	Mowlem Civil Engineering Plc	26.5	Design, supply and installation of system for existing system refurbishment, 3rd & 4th rails.	No. 6 Top running	1995
Naples	Ansaldo Trasporti	0.5	Design and supply of system for trial section – 3rd & 4th rails.	No 6c Side running	1995
LUL: Jubilee Line	Cegelec Projects Ltd	90	Design, supply & installation of system for new section – 3rd & 4th rails.	No 6 Top running	1994
Ankara Metro: Turkey	Coppee UK Ltd	42	Design, supply, installation & commissioning of new (steel) Metro system.	No. 75 Steel Top running	1993
British Rail: Dollands Moor	British Rail	2.5	Design, supply, installation & commissioning of fail safe system for Channel Tunnel	No. 6 Top running	1993
British Rail: Mersey Rail	British Rail	38	Supply of conductor rail system for existing system refurbishment.	No. 6 Top running	1992
Docklands Light Railway: Beckton Extension	Mowlem Taylor Woodrow	18	Design, supply, installation & commissioning for existing system extension.	No. 4a Under running	1991
British Rail: Waterloo & City Line	British Rail	5	Design, supply, installation & commissioning for existing system – 4th rail.	No. 6 Top running	1990
Total contract km since 1990		2,599 km			