COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

DISEÑO BÁSICO Y DE DETALLE PARA UNA RENOVACIÓN DE CATENARIA EN LA GEML DEL REINO UNIDO

Autor: Fernando Pascual Gómez

Director: Joaquín Ramos Rodríguez

Madrid

Julio de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Fernando Pascual Gómez

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: "Diseño básico y de detalle para una renovación de catenaria en la GEML del Reino Unido", que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar "marcas de agua" o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente).*

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

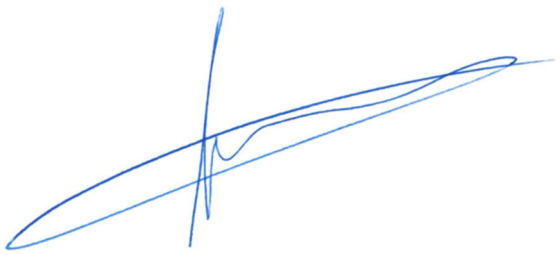
6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusive del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 25 de junio de 2019

ACEPTA



Fdo: Fernando Pascual Gómez

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Diseño básico y de detalle para una renovación de catenaria en la GEML en Reino Unido

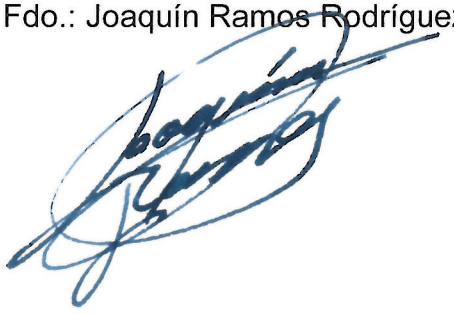
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2ºMII es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Fernando Pascual Gómez Fecha: 20/06/2019

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Joaquín Ramos Rodríguez Fecha: 20/06/2019



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
ICAI

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

DISEÑO BÁSICO Y DE DETALLE PARA UNA RENOVACIÓN DE CATENARIA EN LA GEML DEL REINO UNIDO

Autor: Fernando Pascual Gómez

Director: Joaquín Ramos Rodríguez

Madrid

Julio de 2019

DISEÑO BÁSICO Y DE DETALLE PARA UNA RENOVACIÓN DE CATENARIA EN LA GEML DEL REINO UNIDO

Autor: Pascual Gómez, Fernando

Director: Ramos Rodríguez, Joaquín

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN

El proyecto consiste en el diseño básico y detallado de una renovación en un tramo de vía perteneciente a la línea GEML ("Great Eastern Main Line"), cuya gestora es "Network Rail", en Reino Unido.

Para lograr con éxito la renovación, se debe desarrollar un plano conforme a la normativa especificada y a los procesos GRIP, junto con las secciones transversales de cada y referenciar todos los conjuntos de piezas en todas las estructuras.

Se procederá a desarrollar el plano del tramo en cuestión con el programa estándar de CAD exigido por NR, junto con una hoja de cálculo que delimite donde poder situar las los parámetros geométricos más importantes para el diseño de catenaria, como pueden ser los relacionados con distancias de vano, gradientes, cambios de gradientes…

También se realizará las secciones transversales de todas las estructuras existentes que forman el tramo a renovar, referenciando cada conjunto de piezas que se va a utilizar en las estructuras del proyecto.

Una vez terminada la renovación, uno de los aspectos más importantes de cara a la realización del proyecto fue la dificultad a la hora de encontrar piezas de igual funcionalidad entre las tecnologías presentes en la renovación y debido a la datación de los planos de la tecnología a renovar.

Otro aspecto importante en todo el proyecto fue la seguridad, ya que siempre se ha de mantener las distancias de aislamiento eléctrico entre elementos en tensión (como puede ser los hilos de contacto y de cateneria) y los elementos que no están en tensión (las estructuras y pasos inferiores).

BASIC AND DETAILED DESIGN FOR A CATENARY RENEWAL IN THE GEML OF THE UK

Author: Pascual Gómez, Fernando

Director: Ramos Rodríguez, Joaquín

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The project consists of the basic and detailed design of a renovation of a section of track belonging to the GEML ("Great Eastern Main Line"), whose operator is "Network Rail", located in the United Kingdom.

To successfully achieve the renovation, a plan must be developed in accordance with the specified regulations and GRIP processes, together with the cross sections of each and referencing all sets of parts in all structures.

The plan of the section in question will be developed with the standard CAD program required by NR, together with a spreadsheet that delimits where to place the most important geometric parameters for catenary design, such as those related to span distances, gradients, changes in the gradient...

The cross sections of all of the existing structures that conform the section to be renovated, referencing each set of pieces that will be used in the structures of the project.

Once the renovation was completed, one of the most important aspects for the realization of the project was the difficulty in finding pieces of equal functionality between the technologies present in the renovation and due to the dating of the plans of the technology to be renovated.

Another important aspect in the whole project was safety, as the distances of electrical insulation between elements in tension (such as contact and catenery wires) and elements that are not in tension (structures and overbridges) must always be maintained.

AGRADECIMIENTOS

Estas pocas líneas quieren reflejar lo mucho que significan para mí y lo orgulloso que me siento de todos y cada uno de mis amigos y familiares, aunque he de destacar a algunos que me han ayudado siempre que han podido:

1. Agradecer a mi padre y a mi madre la posibilidad de haber estudiado en una universidad tan prestigiosa como ICAI. Me siento muy orgulloso de ellos y espero que ellos puedan decir lo mismo de mí.
2. A todo el departamento de catenaria de AECOM. Juan, María, Isaac, Alba, Leticia, Jordi y Joaquín, muchas gracias por enseñarme como debe funcionar un equipo y ayudarme siempre que he necesitado vuestra ayuda. Sois sencillamente geniales todos y cada uno de vosotros.
3. Especial mención a Joaquín, mi director de proyecto, que siempre ha estado ahí. Siento haberte dado demasiado la turra cuando no salían las cosas, pero ya sabías donde te metías al aceptarme el proyecto. Un honor haber vuelto a realizar un proyecto contigo y muchísimas gracias por todos los conocimientos que me has transmitido.
4. Tener amigos como Mejo, Diego, Alex, Karim o Sánchez es algo de lo que más orgulloso me siento. Muchas gracias por soportarme, que no es poco trabajo.
5. Por último, quería dar las gracias a Leti. Me siento la persona más afortunada del mundo solo por estar contigo y simplemente decirte que te quiero.

Índice

Parte I. MEMORIA 17

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN 19

1.1 La historia del transporte ferroviario en Gran Bretaña 19

1.2 Transporte ferroviario en Gran Bretaña hasta 1830 20

1.3 Transporte ferroviario en Gran Bretaña desde 1830 hasta 1920. 23

1.4 Transporte ferroviario en Gran Bretaña desde 1923 hasta 1947. 25

1.5 1948 - 1994: “British Rail” 27

1.5.1 Resumen 27

1.5.2 Cronología 29

1.6 1995 en adelante: post-privatización 37

1.6.1 Railtrack 39

1.6.2 Network Rail 40

Capítulo 2 ESTADO DEL ARTE 45

2.1 Introducción. 45

2.2 Estado de la tecnología en Reino Unido 49

2.3 Motivación 51

2.4 Objetivos del proyecto. 52

2.5 Metodología de trabajo. 53

2.6 Recursos a emplear. 53

Capítulo 3 CONCEPTOS FERROVIARIOS 55

3.1 Sustentación de los sistemas de alimentación de electricidad 55

3.1.1 Catenaria flexible 55

3.1.2 Tercer carril 56

3.1.3 Catenaria rígida 57

3.1.4 Cuarto carril 58

3.2 Línea aérea de contacto 59

3.2.1 Hilo de contacto 60

3.2.2 Hilo sustentador 61

3.2.3 Descentramiento 62

3.2.4 Péndolas 63

3.2.5 Vano 63

3.2.6 Agujas aéreas 64
3.2.7 Interacción pantógrafo - catenaria 64
3.2.8 Cantón de compensación 65
3.3 Análisis del tramo a estudiar 68
3.3.1 Paso a nivel 68
3.3.2 Overlap 70
3.3.3 Paso inferior 72
3.4 Información adicional de cara a la comprensión del proyecto 73
3.4.1 Red bond 73
3.4.2 Fit Free Area 74
3.4.3 MPA ("Mid Point Anchor") 76
3.4.4 Knuckles 77
3.4.5 Jumpers 78
3.4.6 Conmutadores y sitios de seccionamiento 80
3.4.7 Aisladores de sección 80
3.4.8 DEPs ("Designated Earth Point") 82
Capítulo 4 METODOLOGÍA DE DISEÑO 85
4.1 Excel 85
4.1.1 Altura del hilo de contacto 86
4.1.2 Descentramiento 86
4.1.3 Altura del sustentador 88
4.1.4 Peralte 88
4.1.5 Radio de curvatura 89
4.1.6 Vano 89
4.1.7 "Mid Span Offset" 90
4.1.8 Gradiente 90
4.1.9 Cambio de gradiente 91
4.1.10 Sweep ratio 92
4.1.11 "Blow off" 93
4.1.12 Efecto de descentramiento 101
4.1.13 Desviación real 102
4.2 Uso de la hoja de cálculo diseño 106
4.2.1 Down-Main 107
4.2.2 Up-Main 114

4.2.3 Cross-Over 116
4.2.4 Pendolado de los hilos 120
4.3 Despiece por estructuras 128
4.3.1 Estructura B41/49-50 132
4.3.2 Estructura B/41/51-52 157
4.3.3 Estructura B/41/53-54 166
4.3.4 Estructura B/41/55-56 169
4.3.5 Estructura B/41/57-58 172
4.3.6 Estructura B/41/59-60 177
4.3.7 Estructura B/41/61 179
4.3.8 Estructura B/41/62 202
4.3.9 Estructura B/41/63 208
4.3.10 Estructura B/42/01 212
4.3.11 Estructura B/42/02 218
4.3.12 Estructura B/42/03 221
4.3.13 Estructura B/42/04 223
4.3.14 Estructura B/42/05 226
4.3.15 Estructura B/42/06 228
Capítulo 5 RESULTADOS 245
5.1 Resultados obtenidos 245
Capítulo 6 CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS 247
6.1 Conclusiones 247
6.2 Desarrollos complementarios 249
Capítulo 7 REFERENCIAS 251
Parte II. PRESUPUESTO 253
Capítulo 1 PRESUPUESTO GLOBAL 255
1.1 Explicación del presupuesto 255
Parte III. ANEXOS 259
Capítulo 1 Resultados 261
1.1 Resultados 261
Capítulo 2 BoQ 321

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Rodamiento de una brida (Fotografía: https://www.reliance-foundry.com/blog/single-and-double-flanged-metal-wheel-difference#gref)......21

Ilustración 2: Locomotora a vapor "Salamanca" (Fotografía: https://www.hippostcard.com/listing/postcard-art-1812-salamanca-middleton-railway-trust-worlds-oldest-railway/16452128)......22

Ilustración 3: Locomotora "Puffing Billy" (Fotografía: https://en.wikipedia.org/wiki/Puffing_Billy_(locomotive)#/media/File:Puffing_Billy_1862.jpg). 22

Ilustración 4: Locomotora "Blücher" (Fotografía: https://www.gracesguide.co.uk/images/8/87/1814_Blucher.jpg). 22

Ilustración 5: Primer ferrocarril público "Locomotion nº1", Darlington Railway Museum (Fotografía: https://www.culture24.org.uk/ne000066)......23

Ilustración 6: "Parliamentary trains" (Fotografía: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Twice_round_the_clock%3B_or%2C_The_hours_of_the_day_and_night_in_London_%281859%29_%2814778579752%29.jpg)......25

Ilustración 7: "Flecha de la indecisión" (Fotografía: http://leytr.blogspot.com/2009/08/arrow-of-indecision.html?_sm_au_=iVV41n04nZMqM7r5). 28

Ilustración 8: Brunswick verde estilo GWR (Fotografía: http://www.cornwallrailwaysociety.org.uk/latest-input--news--old-pictures-etc/previous/2)......29

Ilustración 9: Logotipo "La salchicha voladora" (Fotografía: https://www.redbubble.com/people/tomsredbubble/works/21244785-british-railways-railway-br-enthusiast-sign-flying-sausage-format-train-spotter?p=art-print)......30

Ilustración 10: Logotipo "El león ciclista" (Fotografía: https://fox-transfers.co.uk/transfers/br-cycling-lion-motif-large). 30

Ilustración 11: logotipo "Ferret y Dartboard" (Fotografía: https://www.ebay.co.uk/itm/Circular-British-Railways-Sign-Ferret-Dartboard-Crest-Vintage-Railway-Sign-/160829229598)......31

Ilustración 12: variante del logotipo "Ferret y Dartboard" (Fotografía: https://www.zazzle.co.uk/british_railways_ferret_and_dartboard_crest_mouse_mat-144352161001794854). 31

Ilustración 13: Antes y después del "Beeching Axe" (Fotografía: https://earthbound.report/2011/03/28/britains-trains-lets-undo-the-beeching-legacy/). 33

Ilustración 14: Comparación anual pasajeros (Fotografía: "Department for Transport statistics"). 34

Ilustración 15: Víctimas mortales por millón de kilómetros de tren (Fotografía: https://erail.era.europa.eu/documents/SPR.pdf)......38

Ilustración 16: Accidente de Southall (Fotografía: https://www.gettyimages.co.uk/detail/video/southall-rail-crash-charges-dropped-lib-southall-wreckage-news-footage/804336538?adppopup=true). 39

Ilustración 17: Accidente de Ladbroke Grove (Fotografía: http://news.bbc.co.uk/1/hi/uk/467919.stm)......39

Ilustración 18: Uniforme "All Orange" (Fotografía: http://publishing.yudu.com/Ay1g7/railstaffdec08/resources/20.htm?skipFlashCheck=true). 41

Ilustración 19: Cronograma para desarrollar y acordar el acuerdo CP6 (Fotografía: "National Audit Office analysis of Network Rail's information")......43

Ilustración 20: Rutas estratégicas en el Reino Unido en 2014 (Fotografía: https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Rail#/media/File:Map_of_Network_Rail_Strategic_Routes_in_England_and_Wales_2014.svg). 46

Ilustración 21: Etapas proceso GRIP (Fotografía: https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2018/02/Investing-in-the-Network.pdf)......48

Ilustración 22: "Headspans" en la estación de Hanwell, situada en GWML (Fotografía: https://www.bathnes.gov.uk/sites/default/files/sitedocuments/Planning-and-Building-Control/Planning/nr_a_guide_to_overhead_electrification.pdf)......50

Ilustración 23: Diagrama de Gantt. 53

Ilustración 24: Servicios que proporciona ProjectWise (Fotografía: https://www.bentley.com/es/products/brands/projectwise). 54

Ilustración 25: Tranvía de Nankín, detalle de catenaria libre de péndolas (Fotografía: https://thebeautyoftransport.com/2013/11/20/obscure-objects-of-transport-beauty-third-rail-insulator-pot/)......55

Ilustración 26: Tercer carril (Fotografía: https://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/News/BT/Bombardier-Transportation-20140904Catenary-Free%20tram-Nanjing.JPG/_jcr_content/renditions/cq5dam.web.320.225.png)......57

Ilustración 27: Ejemplo de catenaria rígida. Estación de Nuevos Ministerios, Madrid (Fotografía: https://www.wikiwand.com/es/Sistema_de_electrificaci%C3%B3n_ferroviaria)..58

Ilustración 28: Ejemplo de cuarto rail, metro de Londres (Fotografía: https://www.ecured.cu/images/5/5e/Metro_de_Londres.jpg)......59

*Ilustración 29: Elementos generales de una catenaria (Fotografía: https://www.eadic.com/elementos-de-sustentacion-para-la-catenaria-c-350/).....*60

Ilustración 30: Diferentes tamaños de hilo de contacto (Fotografía: "Overhead Line Electrification for Railways, Garry Keenor, 2018"). 61

Ilustración 31: Posición del cable sustentador e hilo de contacto en la vía (Fotografía: https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/rail-solutions/rail-electrification/contact-lines.html)......62

Ilustración 32: Ejemplo de falso sustentador......62

Ilustración 33: Sistema de pendolado en una catenaria (Fotografía: https://4.bp.blogspot.com/_vNFu_XRRH84/S5FFmfqr6OI/AAAAAAAAH0Q/Cnwj36K_iNQ/s1600-h/F4.JPG)......63

Ilustración 34: Esquema planta aguja cruzada (Fotografía: http://www.seguridadferroviaria.es/recursos_aesf/F747A708-3B71-489C-91A2-10A8BEC48777/144034/021NAE117.pdf)......64

Ilustración 35: Pantógrafo, diferenciando las partes por las que es compuesto (Fotografía: http://www.adif.es/es_ES/comunicacion_y_prensa/fichas_de_actualidad/ficha_actualidad_00070.shtml)......65

Ilustración 36: Ejemplo de terminación fija......66

Ilustración 37: Ejemplo de terminación de catenaria autotensada......67

Ilustración 38: Paso a nivel en Church Street (Fotografía: https://www.google.com/maps/@51.8354573,0.6922501,3a,49.1y,112.86h,90.85t/data=!3m6!1e1!3m4!1sYH005BW1ymHTM0SI9DaLDA!2e0!7i13312!8i6656)......68

Ilustración 39: Plano histórico de la línea......69

Ilustración 40: Paso a nivel situado entre las estructuras B41/41, B41/42, B41/43 y B41/44 (Fotografía: https://www.networkrail.co.uk/communities/safety-in-the-community/level-crossing-safety/)......70

Ilustración 41: Plano UK1/004/200. 71

Ilustración 42: Paso inferior visto desde la estructura B41/59......72

Ilustración 43: Paso inferior visto desde la estructura B42/02......72

Ilustración 44: Ejemplo de "red bond" en Acton, Reino Unido (Fotografía: Overhead Line Electrification for Railways). 73

Ilustración 45: "Fit-free area" (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados")......75

Ilustración 46: Posición de los hilos de contacto con respecto a los centros de vía para que haya una transición del pantógrafo correcta (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados"). 76

Ilustración 47: Distintos tipos de transición del pantógrafo (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados"). 76

Ilustración 48. MPA situado en el dintel.....77

Ilustración 49: Ejemplo de "Knuckle". 77

Ilustración 50: Jumper equipotencial entre hilo de contacto y catenaria.....79

Ilustración 51: Jumper equipotencial entre cables.....79

Ilustración 52: Jumper de corriente. 80

Ilustración 53: Aisladores de sección de velocidad lenta. 81

Ilustración 54: Aislador de sección de alta velocidad situado en una estructura.....81

*Ilustración 55: Aislador de sección de alta velocidad situado a lo largo del hilo de contacto...*82

Ilustración 56: ejemplo de DEP. 83

Ilustración 57: Extracto de la norma NR/L2/ELP/21088/15, descentramientos.....87

Ilustración 58: Variación del descentramiento en función del peralte (NR/L2/ELP/21088/15). 88

Ilustración 59: Explicación visual "versine".....89

Ilustración 60: Explicación visual del gradiente.....91

Ilustración 61: Diámetro del hilo de contacto extraído del plano UK1/014/201.....94

Ilustración 62: Tensión del hilo de contacto. 95

Ilustración 63: Esquema para el cálculo del q_p NR/L2/CIV/072.....96

Ilustración 64: Modelo de oriografía significativa.....97

Ilustración 65: Cálculo de A. 98

Ilustración 66: Elevación del terreno a lo largo del tramo.....98

Ilustración 67: Distintas velocidades básicas fundamentales del viento dependiendo de la ubicación.....99

Ilustración 68: Distintos valores de c_e(z) en función de la distancia a la costa del tramo......100

Ilustración 69: Cálculo de $c_{e,T}$(z) en función de la distancia al centro de la ciudad. 101

Ilustración 70: Desviación lateral en tramo recto (NR/GN/ELP/27415). 103

Ilustración 71:Desviación lateral en tramo curvo (NR/GN/ELP/27415). 104

Ilustración 72: Distintas ménsulas dependiendo del estado del hilo de contacto (UK1/004/200). 109

Ilustración 73: Distancia mínima para asegurar aislamiento eléctrico. 110

Ilustración 74: Altura del paso inferior del PK 41+5162......110

Ilustración 75: Altura mínima absoluta. 111

Ilustración 76: Visualización de una contenaria (Fotografía: "A new approach to the design and planning of catenary systems for high-speed rail Den Innovative Jernbane- The Innovative railway May 10, 2012 Beat Furrer / Furrer+Frey AG / 120508"). 112

Ilustración 77: Aislamiento secundario localizado sobre un paso inferior (Fotografía: "A new approach to the design and planning of catenary systems for high-speed rail Den Innovative Jernbane- The Innovative railway May 10, 2012 Beat Furrer / Furrer+Frey AG / 120508"). 112

Ilustración 78: Variación altura del sistema después de paso inferior (UK1/014/380). 113

Ilustración 79: Plano para desvíos con hilos de catenaria por arriba del dintel......118

Ilustración 80: Plano para desvíos con hilos de catenaria por abajo del dintel......119

Ilustración 81: Plano para desvíos con hilos de catenaria por arriba del dintel......119

Ilustración 82: Pendolado a alturas de sistema iguales. 120

Ilustración 83: Variación del pendolado en función de la carga. 121

Ilustración 84: Localización de la carga. 122

Ilustración 85: Corrección de la altura, plano 001/014/032. 123

Ilustración 86: Estructura B41/62. 125

Ilustración 87: Número de péndolas para el vano correspondiente......125

Ilustración 88: Distancia mínima de las péndolas, plano UK1/A09/401.....125

Ilustración 89: Distancia óptima para el aislamiento eléctrico, norma NR/L2/ELP/27715/04. 126

Ilustración 90: Poste de la estructura B41/55......129

Ilustración 91: Distintos tipos de cables de retorno, NR/L2/ELP/27212......129

Ilustración 92: Aislador de la estructura B42/06......130

Ilustración 93: Grupos de conjuntos de piezas pertenecientes a la tecnología Mk1......131

Ilustración 94: Plano histórico de la estructura B41/49-50......132

Ilustración 95: Referencia 3055......133

Ilustración 96: Referencia 3040......134

*Ilustración 97: Referencia 3040/*A.*.....135

Ilustración 98: Estructura B41/49......136

Ilustración 99: Poste de sujeción del BWA, referencia 3304......136

*Ilustración 100: Referencia 3304E**.*.....137

Ilustración 101: Referencia 3243......138

*Ilustración 102: Referencia 3243/*F.*.....138

Ilustración 103: Conjunto de piezas correspondiente al atirantado hacia dentro......139

Ilustración 104: Conjunto de piezas correspondiente al atirantado hacia afuera......139

Ilustración 105: Plano UK1/A09/001 página 1......140

Ilustración 106: Plano UK1/A09/001 página 3......140

Ilustración 107: Plano UK1/A09/002 página 1......141

Ilustración 108: Plano UK1/A09/002 página 3......141

Ilustración 109: Gráfico para el cálculo de los brazos, plano UK1/098/003......143

Ilustración 110: Conjunto de amarre ménsula – tubo, plano UK1/126/042......144

Ilustración 111: Conjunto amarre poste, plano 001/070/165......144

Ilustración 112: Dimensiones de la abrazadera......145

Ilustración 113: Distintos tipos de amarre dependiendo del diámetro del poste......146

Ilustración 114: Conjuntos de cada referencia......146

Ilustración 115: Amarre seleccionado entre poste y ménsula......147

Ilustración 116: Piezas del BWA......148

Ilustración 117: Posible recambio al BWA existente......149

Ilustración 118: Despiece del BWA propuesto......149

Ilustración 119: Sujeción del BWA a poste en I. 150

Ilustración 120: Polipasto existente en el BWA a reemplazar. 151

Ilustración 121: Tensión de los hilos de contacto y catenaria, norma NR/L2/ELP/21088/02..151

Ilustración 122: Relación de tensión de la polea previamente seleccionada......152

Ilustración 123: Pesas situadas en el BWA a renovar......153

*Ilustración 124: Conjunto de piezas y referencias que conforman la cola del hilo en el BWA.*153

Ilustración 125: Método de sujeción del cable de retorno......154

Ilustración 126: Conjunto escogido para la renovación. 155

Ilustración 127: Aislador para el cable de retorno. 156

Ilustración 128: Plano histórico de la estructura B41/51-52......157

Ilustración 129: Ménsulas utilizadas para el cambio de seccionamiento a renovar......158

Ilustración 130: Plano utilizado para la realización del cambio de seccionamiento......159

Ilustración 131: Ménsula utilizada para llevar a cabo la renovación del cambio de seccionamiento. 159

Ilustración 132: Gráfica para el cálculo de la carga radial......161

Ilustración 133: Amarre de las ménsulas en el cambio de seccionamiento a renovar......162

Ilustración 134: Conjunto seleccionado para la renovación del cambio de seccionamiento...163

Ilustración 135: Pieza incorporada en el conjunto de sujeción del tubo con las ménsulas......164

Ilustración 136: Pieza a retirar del conjunto de las ménsulas......164

Ilustración 137: Plano histórico de la estructura B41/53-54......166

Ilustración 138: Plano histórico de la estructura B41/55-56......169

*Ilustración 139: Referencia 3040/*C.*.....170

Ilustración 140 : Plano histórico de la estructura B41/55-56......172

Ilustración 141: Ménsulas existentes cerca del paso inferior. 174

Ilustración 142: Ménsula seleccionada para llevar a cabo la renovación del paso inferior.....174

Ilustración 143: Ménsula seleccionada para llevar a cabo la renovación del paso inferior.....175

Ilustración 144: Distintos tipos de ménsulas dependiendo del equipo seleccionado y de la distancia entre hilos.....175

Ilustración 145: Recubrimiento que garantiza el aislamiento del paso inferior.....176

Ilustración 146: Plano histórico de la estructura B41/59-60.....177

Ilustración 147: Plano histórico de la estructura B41/61.....179

Ilustración 148: Referencia 3051 para postes y dintel. 180

Ilustración 149: Longitudes de los parámetros de las referencias 3051. 181

*Ilustración 150: Referencia 3040/*Y.* 182

Ilustración 151: Valores para los parámetros de las referencias de las cimentaciones.....182

Ilustración 152: Ménsula del hilo de catenaria existente. 183

Ilustración 153: Polea por la que va sustentada el hilo de catenaria. 184

Ilustración 154: Sujeción de la polea. 184

Ilustración 155: Conjunto de "packer" con tornillo en forma de U. 185

Ilustración 156: Aislador de porcelana. 185

*Ilustración 157: Referencia 3066/*A.* 186

Ilustración 158: Referencia 3113. 187

Ilustración 159: Conjunto 304.....187

Ilustración 160: Enganche para la péndola de sujeción.....188

Ilustración 161: Casquillo de refuerzo. 188

Ilustración 162: Guardacabo. 189

Ilustración 163: Revestimiento de cobre.....189

Ilustración 164: Aislador de porcelana. 190

Ilustración 165: Parámetros de la ménsula. 190

Ilustración 166: Unión de ménsula con tubo. 191

Ilustración 167: Funda protectora. 191

Ilustración 168; Conjunto de enganche ménsula – tubo. 192

Ilustración 169: Ménsula para el hilo de catenaria. 193

Ilustración 170: Ménsula para el hilo de contacto. 193

Ilustración 171: Estructura B41/61, opción desechada. 194

Ilustración 172: Soporte de sujeción de las ménsulas al "stovepipe". 195

Ilustración 173: Comparación entre estructuras UK1 y estructuras Mk1. 196

Ilustración 174: Distintas referencias para el método de unión con el dintel. 196

Ilustración 175: Conjunto abrazadera – "packer". 197

Ilustración 176: Posible solución con tornillos angulados en forma de U. 198

Ilustración 177: "Packer" utilizado. 199

Ilustración 178: Tornillos angulados en forma de U. 200

Ilustración 179: Distintos tornillos en forma de U. 200

Ilustración 180: Unión de "stovepipe" con dintel. 201

Ilustración 181: Unión de cable de retorno con "stovepipe". 201

Ilustración 182: Plano histórico de la estructura B41/62. 202

*Ilustración 183: Referencia 3054/*J.* 203

*Ilustración 184: Referencia 3243/*F.* 204

Ilustración 185: Conjunto 243. 205

Ilustración 186: Brazo que sustenta la polea. 206

Ilustración 187: Ménsula que se escoge para el hilo de catenaria. 206

Ilustración 188: Distintas referencias para la ménsula escogida. 207

Ilustración 189: Plano histórico de la estructura B41/63. 208

Ilustración 190: Conjunto 301. 210

Ilustración 191: Conjunto 300. 210

Ilustración 192: Plano histórico de la estructura B42/01. 212

Ilustración 193: Ménsula en contacto con el hilo de contacto. 213

Ilustración 194: Ménsula del hilo de catenaria situada sobre el dintel. 214

Ilustración 195: Distintas referencias "false boom". 215

Ilustración 196: "False boom" utilizado. 216

Ilustración 197: Conjunto de piezas que se utilizan en la conexión mediante "false boom". 216

Ilustración 198: Apoyos sobre dintel. 217

Ilustración 199: Plano histórico de la estructura B42/02. 218

Ilustración 200: Conjunto 202. 219

Ilustración 201: Opción 1 para la renovación. 220

Ilustración 202: Motivo del descarte de la opción 1. 220

Ilustración 203: Opción 2 utilizada. 220

Ilustración 204: Plano histórico de la estructura B42/03. 221

Ilustración 205: Brazo del hilo 48. 222

Ilustración 206 Plano histórico de la estructura B42/04. 223

Ilustración 207: Resolución del conflicto entre las ménsulas de la estructura B42/04. 225

Ilustración 208 Plano histórico de la estructura B42/05. 226

Ilustración 209 Plano histórico de la estructura B42/06. 228

Ilustración 210: Referencia 3071/1D. 229

*Ilustración 211: Referencia 3071/*C.* 230

Ilustración 212: Referencia 3143. 231

Ilustración 213: Referencia 3061. 232

Ilustración 214: Conjuntos entre 400 y 449. 232

Ilustración 215: Conjunto 417. 233

Ilustración 216: Unión dintel con cola del hilo de catenaria. 233

Ilustración 217: Pieza entre aislador y cola de catenaria. 234

Ilustración 218: Abrazadera entre hilos. 234

Ilustración 219: Abrazadera giratoria......235

Ilustración 220: Abrazadera para tubo de cobre. 235

Ilustración 221: Barra con dimensiones específicas. 236

Ilustración 222: Aislador. 236

Ilustración 223: Aislador de porcelana. 237

Ilustración 224: Referencia A09/123/101. 238

Ilustración 225: Distintas referencias para la unión entre el hilo de catenaria y dintel......239

Ilustración 226: Situación de la estructura B42/06......239

Ilustración 227: Cola de la catenaria a utilizar. 240

Ilustración 228: Distintos tipos de colas de catenaria......241

Ilustración 229: Diferencias entre las referencias de las colas del hilo de catenaria......241

Ilustración 230: "Red bond" localizado en la estructura B42/06......242

Ilustración 231: Cable perteneciente al "red bond"......242

Ilustración 232: Conector bimetálico utilizado......243

Índice de tablas

Tabla 1: Longitudes máximas de los cantones en tramos rectos y curvos. 67
Tabla 2: Conversión de pies-pulgadas a metros. 110
Tabla 3: Conversión de pies-pulgadas a metros. 111
Tabla 4: Conversión de pies-pulgadas a metros. 114
Tabla 5: Conversión de pies-pulgadas a metros. 116
Tabla 6: Conversión de pies-pulgadas a metros. 116
Tabla 7: Valores de los parámetros mostrados en la Ilustración 81 121
Tabla 8: Corrección de las cargas. 123
Tabla 9: Corrección de la altura. 124
Tabla 10: Longitud total de todas las péndolas. 124
Tabla 11: Localización de la péndola delimitante 126
Tabla 12: Longitud total de las péndolas. 127
Tabla 13: Conversión de pies-pulgadas a metros. 134
Tabla 14: Conversión de pies-pulgadas a metros. 135
Tabla 15: Conversión de pies-pulgadas a metros. 135
Tabla 16: Conversión de pies-pulgadas a metros. 137
Tabla 17: Conversión de pies-pulgadas a metros. 138
Tabla 18: Determinación de la carga radial. 142
Tabla 19: Resumen de pesos y alturas del BWA 153
Tabla 20: Conversión de pies-pulgadas a metros. 158
Tabla 21: Carga radial de la estructura B41/51-52. 160
Tabla 22: Conversión de pies-pulgadas a metros. 167
Tabla 23: Conversión de pies-pulgadas a metros. 167
Tabla 24: Carga radial de la estructura B41/53-54. 167
Tabla 25: Conversión de pies-pulgadas a metros. 170
Tabla 26: Conversión de pies-pulgadas a metros. 170
Tabla 27: Conversión de pies-pulgadas a metros. 171
Tabla 28: Conversión de pies-pulgadas a metros. 173
Tabla 29: Conversión de pies-pulgadas a metros. 181
Tabla 30: Conversión de pies-pulgadas a metros. 181
Tabla 31: Conversión de pies-pulgadas a metros. 182
Tabla 32: Conversión de pies-pulgadas a metros. 183

Tabla 33: Conversión de pies-pulgadas a metros. 203
Tabla 34: Conversión de pies-pulgadas a metros. 204
Tabla 35: Conversión de pies-pulgadas a metros. 204
Tabla 36: Conversión de pies-pulgadas a metros. 205
Tabla 37: Conversión de pies-pulgadas a metros. 209
Tabla 38: Conversión de pies-pulgadas a metros. 209
Tabla 39: Conversión de pies-pulgadas a metros. 230
Tabla 40: Conversión de pies-pulgadas a metros. 230
Tabla 41 Conversión de pies-pulgadas a metros......231
Tabla 42: Conversión de pies-pulgadas a metros. 231
Tabla 43: Presupuesto obtenido del tramo a renovar. 256
Tabla 44: Presupuesto del proyecto. 257
Tabla 45: Listado de los resultados obtenidos. 262

Parte I. MEMORIA

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

1.1 La historia del transporte ferroviario en Gran Bretaña

El sistema ferroviario de Gran Bretaña, el más antiguo del mundo, comenzó con la construcción de caminos hecho con rieles de madera a partir del año 1560 de manera muy localizada. El sistema se constituyó más adelante como una pequeña red ferroviaria que fue operado por pequeñas empresas privadas ferroviarias a finales del siglo XVIII.

Esta pequeña red se desarrolló durante el auge ferroviario de la década de 1840, formando una red nacional; pero seguía a cargo de docenas de empresas.

Durante el siglo XIX y a comienzos del XX, dichas compañías se fusionaron hasta quedar solo unas pocas de ellas. El Gobierno tomó el control de toda la red durante la Primera Guerra Mundial, sin embargo, se negó a la nacionalización de la red.

En 1923, la mayoría de las compañías se agruparon en el "Big Four", el “London and North Eastern Railway”, el “Great Western Railway”, el “Southern Railway” y el “Midland and Scottish Railway”.

El "Big Four" eran sociedades anónimas y dichas sociedades siguieron administrando el sistema ferroviario hasta finales de diciembre de 1947.

Desde el comienzo de 1948, el "Big Four" fue nacionalizado para formar “British Railways”. Aunque el servicio continuó como había estado hasta entonces exceptuando pequeños ajustes, el uso de los ferrocarriles aumentó.

La disminución en el número de pasajeros y las pérdidas financieras a finales de la década de 1950 y principios de la década de 1960 provocó el cierre de muchas sucursales, líneas principales, y pequeñas estaciones (bajo el “Beeching Axe”).

Los servicios de pasajeros experimentaron un renacimiento con la introducción de trenes interurbanos de alta velocidad en la década de 1970.

En la década de 1980 se observaron severos recortes en los subsidios ferroviarios que llevaron al aumento en los precios de los tickets. Las operaciones ferroviarias se privatizaron durante los años 1994 hasta el 1997. La propiedad de las vías y las

infraestructuras pasaron a “Railtrack”, mientras que todas las operaciones de pasajeros fueron franquiciadas al sector privado mediante operadores individuales y los servicios de transporte de cargas y mercancías se vendieron directamente al mejor postor.

Desde la privatización, los niveles de pasajeros aumentaron a su nivel más alto. El accidente de Hatfield puso en marcha una serie de eventos que resultaron en el colapso definitivo de “Railtrack” y su reemplazo con “Network Rail” (NR), una compañía estatal, sin dividendos.

Antes de proceder a hablar de “Network Rail” y de cómo afecta dicha compañía a la estructura de los proyectos ferroviarios del Reino Unido, se procede a explicar con algo más de profundidad la historia del transporte ferroviario del Reino Unido.

1.2 Transporte ferroviario en Gran Bretaña hasta 1830

Los mineros alemanes fueron los precursores en utilizar un camino de carretas en Callback, Cambria (Inglaterra), sobre el año 1560. Más adelante, aproximadamente en 1594, un camino de carretas se construyó en Prescott, cerca de Liverpool. Dicha línea, propiedad de Philip Layton, transportaba carbón desde un pozo cerca de Prescott Hall hasta un terminal aproximadamente a media milla de distancia. Otro camino de carretas que servía también para el transporte de carbón fue “Wollaston Wagon”, construido entre los años 1603 y 1604 en Nottinghamshire.

Ya en 1671, los raíles (de madera) estaban en uso en Durham para facilitar el transporte de carbón; siendo la primera construcción de este tipo de vía “Tanfield Wagonway”. Muchas de esas vías de tranvía y muchos de esos vagones fueron construidos en los siglos XVII y XVIII. Usaron rieles de madera rectos y paralelos, en los cuales los vagones con ruedas de hierro con bridas simples eran arrastrados por caballos, lo que permitía mover varios vagones simultáneamente. El primer ferrocarril público del mundo fue “Lake Lock Rail Road”, un ferrocarril construido cerca de Wakefield, West Yorkshire (Inglaterra), que tenía la particularidad de que era de vía estrecha.

Ilustración 1: Rodamiento de una brida (Fotografía: https://www.reliance-foundry.com/blog/single-and-double-flanged-metal-wheel-difference#gref).

Aunque la idea de los carriles de rieles de madera se originó en Alemania en el siglo XVI, el primer uso de las locomotoras de vapor fue en Gran Bretaña. Las primeras vías estaban construidas a partir de rieles paralelos de madera sobre los que iban vagones tirados por caballos. Ya en 1793, Benjamin Outram construyó una vía de una milla de largo con rieles de hierro fundido en forma de L. Estos rieles se volvieron obsoletos cuando William Jessop comenzó a fabricar rieles de hierro fundido sin guías, haciendo posible esto ya que en su lugar las ruedas de los vagones tenían bridas. Como el hierro fundido es frágil, los rieles tendían a romperse con facilidad, por lo que, en 1820, John Birkenshaw introdujo un método para fabricar rieles de hierro forjado, que se utilizaron a partir de entonces.

El primer "ferrocarril público" de transporte de pasajeros fue inaugurado por "Swansea and Mumbles Railway" en Oystermouth, en el año 1807. Este primer "ferrocarril" utilizaba vagones tirados por caballos en una línea ya existente.

En 1802, Richard Trevithick diseñó y fabricó la primera locomotora de vapor para funcionar sobre rieles lisos.

La primera locomotora de vapor con éxito comercial fue "Salamanca", construida en 1812 por John Blenkinsop y Matthew Murray para el "Middleton Railway" de 4 pies (1,219 mm) de ancho. "Salamanca" era una locomotora de piñón y cremallera, con ruedas dentadas impulsadas por dos cilindros incrustados en la parte superior de la caldera de combustión central.

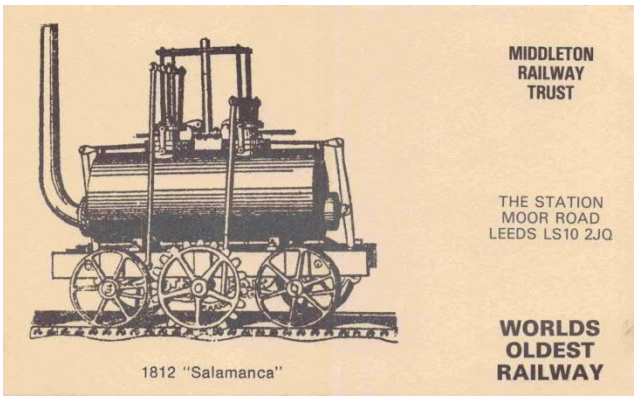


Ilustración 2: Locomotora a vapor "Salamanca" (Fotografía: https://www.hippostcard.com/listing/postcard-art-1812-salamanca-middleton-railway-trust-worlds-oldest-railway/16452128).

En 1813, William Hedley y Timothy Hackworth diseñaron una locomotora ("Puffing Billy") para usarse en la vía que unía Stockton y Darlington. "Puffing Billy" tenía las ruedas acopladas directamente a la vía, permitiendo una mejor tracción que las locomotoras anteriores. Un año más tarde, en 1814, George Stephenson mejoró ese diseño con su primera locomotora "Blücher", que fue la primera locomotora en usar ruedas de un solo reborde.

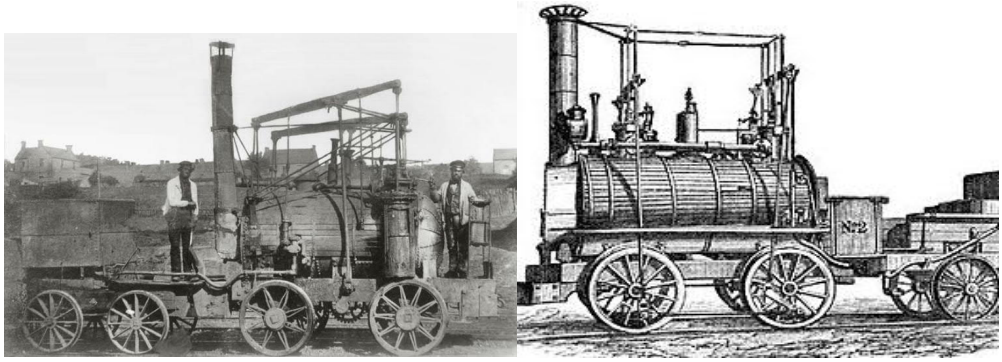


Ilustración 3: Locomotora "Puffing Billy" (Fotografía: https://en.wikipedia.org/wiki/Puffing_Billy_(locomotive)#/media/File:Puffing_Billy_1862.jpg).

Ilustración 4: Locomotora "Blücher" (Fotografía: https://www.gracesguide.co.uk/images/8/87/1814_Blucher.jpg).

Ese diseño persuadió a los partidarios de la propuesta de "Stockton and Darlington Railway" para designar a Stephenson como ingeniero principal (PE: Principal

Engineer[1]) para dicha línea en 1821. Si bien al principio se pretendía que el tráfico fuera tirado por caballos, Stephenson llevó a cabo un nuevo estudio de la ruta para permitir el transporte por locomotoras de vapor. Posteriormente, la Ley se enmendó para permitir el uso de locomotoras de vapor y también para permitir que los pasajeros fueran transportados por este tipo de ferrocarril.

La ruta, de 25 millas (40 km) de largo, se abrió el 27 de septiembre. "Locomotion Nº 1", diseñada por Stephenson, fue el primer ferrocarril público transportado por locomotoras en el mundo.

Ilustración 5: Primer ferrocarril público "Locomotion nº1", Darlington Railway Museum (Fotografía: https://www.culture24.org.uk/ne000066).

1.3 Transporte ferroviario en Gran Bretaña desde 1830 hasta 1920.

En 1830 se inauguró la línea entre Liverpool y Manchester. Esto estableció el patrón para los ferrocarriles modernos. Fue el primer ferrocarril interurbano de pasajeros del mundo y el primero en tener servicios, estaciones terminales y servicios 'programados' como los que se conocen hoy en día. Estos ferrocarriles transportaban tanto carga como pasajeros, incorporando la primera estación de mercancías del mundo en la estación de "Park Lane" en los muelles del sur de Liverpool. En 1836, la línea se extendió a la estación de "Lime Street" en el centro de la ciudad de Liverpool a través de un túnel de 1.1 millas de largo.

Muchos de los primeros ferrocarriles públicos se construyeron como enlaces ferroviarios locales operados por pequeñas compañías ferroviarias privadas. Se fueron

[1] Un PE es un profesional de la ingeniería que tiene amplia experiencia trabajando en su respectivo campo. Los ingenieros principales son responsables de proporcionar orientación y supervisión a múltiples equipos que trabajan en numerosos productos o desarrollan diversas formas de tecnologías.

construyendo más líneas de una forma cada vez más rápida, a menudo sin saber la afluencia de gente que cogería dicho transporte. La década de 1840 fue la mejor década para el crecimiento y desarrollo ferroviario. Cuando comenzó la década de 1840, las líneas ferroviarias en Gran Bretaña eran pocas y dispersas, pero, diez años más tarde, se había establecido una red de líneas prácticamente completa y la gran mayoría de las ciudades y poblados tenían conexión ferroviaria. A lo largo del siglo XIX y principios del XX, la mayoría de las compañías pioneras se fusionaron o fueron compradas por competidores, quedando solo un puñado de compañías.

Esta década también experimentó un aumento constante en la participación del Gobierno, especialmente en asuntos de seguridad. La "Ley de Regulación de Ferrocarriles" ("Act for Regulating Railways") [BOTR40] de 1840 facultó a la "Board of Trade"[2] para designar inspectores ferroviarios. La "Inspección Ferroviaria" se puso en marcha en 1840 para investigar las causas de los accidentes y recomendar formas para poder evitarlos. Ya en 1844, se había presentado un proyecto de ley ante el Parlamento que sugería la compra estatal de los ferrocarriles, sin llegar a adoptarse dicho proyecto. Sin embargo, este proyecto condujo a la introducción de estándares mínimos para la construcción de vagones, como por ejemplo la provisión obligatoria de alojamiento de tercera clase para pasajeros, los llamados "Parliamentary trains"[3].

[2]"Board of Trade" es un departamento del Gobierno Británico que se ocupa del comercio y la industria. Su título completo es "The Lords of the Committee of the Privy Council" ("Los Señores del Comité del Consejo Privado") y es el designado para la consideración de todos los asuntos relacionados con el Comercio y las Plantaciones Extranjeras, pero se conoce comúnmente como la Junta de Comercio, y anteriormente se conocía como los "Señores del Comercio", y ha sido un comité del "Privy Council of the United Kingdom" ("Consejo Privado del Reino Unido"). La Junta ha pasado por varias evoluciones, comenzando con una amplia participación en asuntos coloniales en el siglo XVII, hasta llegar a poderosas funciones reguladoras en la era victoriana, y hasta quedar prácticamente inactiva en el último tercio del siglo XX.

[3]El "Parliamentary train" es un servicio de pasajeros que operaba en Reino Unido para cumplir con la "Ley de Regulación Ferroviaria" de 1844 que exigía a las compañías ferroviarias que proporcionaran transporte ferroviario barato y básico para los pasajeros menos adinerados. La ley exigía que se prestara al menos un servicio de este tipo al día en todas las rutas ferroviarias del Reino Unido.

Ilustración 6: "Parliamentary trains" (Fotografía: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Twice_round_the_clock%3B_or%2C_The_hours_of_the_day_and_night_in_London_%281859%29_%2814778579752%29.jpg).

Toda la red ferroviaria se puso bajo el control del Gobierno durante la Primera Guerra Mundial y esto se prolongó hasta 1921. Se consideró la nacionalización completa, pero los miembros conservadores del Gobierno de coalición la declinaron (propuesto por William Ewart Gladstone en la década de 1840) en 1921 ("Railways Act 1921") [BRGO21], llegándose a revelar varias ventajas de la que hubiera sido la fusión y planificación de la nacionalización.

1.4 Transporte ferroviario en Gran Bretaña desde 1923 hasta 1947.

El sistema de transporte ferroviario en Gran Bretaña se desarrolló durante el siglo XIX. Después de la agrupación en el año 1923 en virtud de la "Railways Act 1921", había cuatro grandes compañías ferroviarias, cada una de las cuales dominaba su propia área geográfica: el "Great Western Railway" (GWR), el "London, Midland and Scottish Railway" (LMS), "London and North Eastern Railway" (LNER) y el "Southern Railways" (SR). El "Big Four", como comúnmente es conocido, eran sociedades anónimas y siguieron administrando el sistema ferroviario hasta finales de diciembre de 1947.

La nacionalización se llevó a cabo después de la Segunda Guerra Mundial, provocada por la "Ley de Transporte de 1947" ("Transport Act 1947") [PAUK47]. Esta ley preveía la nacionalización de la red como parte de una política de nacionalización de los servicios públicos por parte del Gobierno Laborista de Clement Attlee. "British Railways" nació como el nombre comercial del "Railway Executive" de la "British

Transport Commission"[4] (BTC) el 1 de enero de 1948, cuando se hizo cargo de los activos del "Big Four".

También había vías que eran operadas de forma conjunta entre las compañías del "Big Four". Quedaron excluidas de la nacionalización las líneas industriales como la "Oxfordshire Ironstone Railway". El metro de Londres, de propiedad pública desde 1933, también se nacionalizó, convirtiéndose en el "London Transport Executive" de la BTC.

La competencia del transporte por carretera durante los años 1920 y 1930 redujo en gran medida los ingresos disponibles para los ferrocarriles, a pesar de que las necesidades de mantenimiento en la red nunca habían sido tan grandes, ya que la inversión se había diferido a lo largo de la última década. Las compañías ferroviarias acusaron al Gobierno de favorecer el transporte por carretera a través de la construcción de carreteras subvencionadas por el contribuyente, al tiempo que se restringía la capacidad de la industria ferroviaria de poder utilizar precios flexibles debido a que estaba sujeta a tarifas acordadas a nivel nacional. La respuesta del Gobierno fue encargar varios informes para poder beneficiar a ambos.

"The Salter Report", realizado en 1933 [SALT33], finalmente recomendó que el transporte por carretera se gravara directamente para financiar las carreteras y se introdujeron mayores impuestos especiales sobre el vehículo y los impuestos sobre el combustible. También señaló que muchas líneas pequeñas nunca competirían con el transporte por carretera. Aunque estos cambios en los precios de las carreteras ayudaron a su supervivencia, el sector de los ferrocarriles entró en un período de lento declive debido a la falta de inversión y cambios en la política de transporte y los estilos de vida.

Durante la Segunda Guerra Mundial, las administraciones de las compañías se unieron, operando de forma efectiva como si fueran una sola compañía. Después de 1945, por razones prácticas e ideológicas, el Gobierno decidió trasladar el servicio ferroviario al sector público.

[4] "British Transport Commission" (BTC) fue creada por el Gobierno Laborista de posguerra de Clement Attlee como parte de su programa de nacionalización, para supervisar el transporte ferroviario, de canales y de mercancías por carretera en Gran Bretaña. Su deber general era proporcionar un sistema eficiente, adecuado, económico y debidamente integrado de transporte público interior e instalaciones portuarias en Gran Bretaña para pasajeros y mercancías, excluido el transporte aéreo.

1.5 ***1948 - 1994: "British Rail"***

1.5.1 Resumen

"British Railways", que desde 1965 se comercializó como "British Rail", fue la compañía estatal que operó la mayor parte del transporte ferroviario en Gran Bretaña entre los años 1948 y 1997. Se formó a partir de la nacionalización del "Big Four" bajo el control de la BTC y duró hasta la privatización de "British Rail", que se hizo gradualmente desde 1994 hasta 1997.

El "Railway Executive" era consciente de que algunas líneas de la red (entonces muy densa, como se ha contado con anterioridad) no eran rentables y un programa de cierre comenzó casi inmediatamente después de la nacionalización. Sin embargo, la situación financiera de "British Railways" fue empeorando gradualmente, hasta que se registró una pérdida operativa en 1955. Por ello, la BTC devolvió el transporte por carretera al sector privado.

El período de nacionalización experimentó cambios radicales en la red ferroviaria nacional. Se llevó a cabo un proceso de dieselización y electrificación, y en 1968 la locomoción por vapor se reemplazó por la tracción eléctrica y el diésel, excepto una línea turística de vía estrecha, el ferrocarril de "Vale of Rheidol"[5]. Los pasajeros reemplazaron a la carga como la principal fuente de negocios, y un tercio de la red fue cerrado por el "Beeching Axe" en la década de 1960 en un esfuerzo por reducir los subsidios ferroviarios.

Buscando la rentabilidad del sector, el Gobierno persuadió al resto de tendencias políticas para restringir la inversión y buscar nuevos tipos de economía.

El deseo de rentabilidad llevó a una reducción importante de la red a mediados de los años sesenta. El Gobierno encargó a Richard Beeching la tarea de reorganizar el sector del ferrocarril ("Beeching Axe"). Esta política hizo que muchas líneas y rutas secundarias se cerraran porque se consideraron poco rentables.

[5] El ferrocarril de paso estrecho de "Vale of Rheidol" en Ceredigion, Gales, se convirtió en parte de los ferrocarriles británicos en la nacionalización. Aunque se construyó como una línea de trabajo, en 1948 la línea era principalmente una atracción turística. "British Rail" operó la línea usando locomotoras de vapor, mucho después de la extracción de vapor de calibre estándar. El ferrocarril de Vale of Rheidol se privatizó en 1989 y continúa operando como un ferrocarril de patrimonio privado.

En cuanto a la privatización, la responsabilidad de la vía, la señalización y las estaciones se transfirió a “Railtrack” (que luego se puso bajo control público como “Network Rail”) y los trenes a las compañías operadoras de trenes.

El logotipo de la "doble flecha" de British Rail está formado por dos flechas entrelazadas que muestran la dirección del viaje en un ferrocarril de doble vía y fue apodado "la flecha de la indecisión". En la actualidad se utiliza como un símbolo genérico en los carteles de las calles de Gran Bretaña que denotan estaciones ferroviarias, y como parte de la marca “National Rail” administrada conjuntamente por “Rail Delivery Group” (RDG).

Ilustración 7: “Flecha de la indecisión” (Fotografía: http://leytr.blogspot.com/2009/08/arrow-of-indecision.html?_sm_au_=iVV41n04nZMqM7r5).

“British Railways” se dividió en regiones que inicialmente se basaban en las áreas en las que operaba el “Big Four”; aunque, posteriormente, algunas líneas cambiaron de región. Alguna de las regiones que conformó “British Railways” son:

- ”Southern Region”: líneas que formaban el “Southern Railway”.
- ”Western Region”: líneas que formaban el “Great Western”.
- “London Midland Region”: líneas que formaban el “London Midland and Scottish Railway” de Inglaterra y Gales.
- “Eastern Region”: líneas que formaban el “London and North Eastern Railway” al sur de York.
- “North Eastern Region”: líneas que formaban el “London and North Eastern Railway” en Inglaterra al norte de York.
- “Scottish Region”: todas las líneas, independientemente de la compañía, en Escocia.

La “North Eastern Region” se fusionó con la “Eastern Region” en 1967. En la década de 1980, las regiones fueron abolidas y reemplazadas por "sectores empresariales", un proceso conocido como sectorización.

La región de Anglia se creó a fines de 1987, y su primer gerente general fue John Edmonds. La separación total de la “Eastern Region”, se produjo el 29 de abril de 1988. Los servicios de esta región iban desde “Fenchurch Street” y “Liverpool Street”, hasta Hertford East, Meldreth y Whittlesea.

1.5.2 Cronología

Después de la nacionalización en 1948, “British Railways” comenzó a adaptar las propiedades corporativas sobre el material rodante que había heredado de sus compañías ferroviarias predecesoras. Inicialmente, se utilizó un “Brunswick” verde de estilo GWR en las locomotoras de pasajeros, y el negro de estilo LNWR para las locomotoras de tráfico mixto, pero luego se adoptó más ampliamente el verde.

Ilustración 8: Brunswick verde estilo GWR (Fotografía: http://www.cornwallrailwaysociety.org.uk/latest-input--news--old-pictures-etc/previous/2).

El desarrollo de una identidad corporativa para la organización se vio obstaculizado por las ambiciones competitivas de la BTC y el “Railway Executive”. El “Railway Executive” intentó introducir un logotipo moderno y curvo que también podría servir como estándar para los postes de señalización de estaciones. Debido a su similitud con un perrito caliente, se conoció como la "salchicha voladora". “British Railways”

finalmente adoptó la marca común del BTC como su primer logotipo corporativo un león a horcajadas en una rueda de radios, diseñada para el BTC por Cecil Thomas. Este logotipo, apodado el "León ciclista", se aplicó de 1948 a 1956 a los lados de las locomotoras, mientras que el logotipo de salchicha se adoptó para los letreros de estaciones en Gran Bretaña, cada uno coloreado según la región en la que operaba cada línea de la “British Railways”.

Ilustración 9: Logotipo “La salchicha voladora” (Fotografía: https://www.redbubble.com/people/tomsredbubble/works/21244785-british-railways-railway-br-enthusiast-sign-flying-sausage-format-train-spotter?p=art-print).

Ilustración 10: Logotipo “El león ciclista” (Fotografía: https://fox-transfers.co.uk/transfers/br-cycling-lion-motif-large).

También, en enero de 1955, se publicó el informe, más tarde conocido como el "Plan de modernización" [BRTC55]. Estaba destinado a introducir el sistema ferroviario en el siglo XX. Un Libro Blanco[6] del Gobierno emitido en 1956 (“Reorganisation of the Nationalised Transport Undertakings”) declaró que la modernización ayudaría a eliminar el déficit financiero de “British Railways” en 1962. El objetivo era aumentar la velocidad, la confiabilidad, la seguridad y la capacidad de la línea a través de una serie de medidas que harían los servicios más atractivos para los pasajeros y operadores de carga, recuperando así el tráfico perdido en las carreteras. Las áreas más importantes incluyen:

- Electrificación de las principales líneas principales, en la “Eastern Region”, Kent, Birmingham a Liverpool / Manchester y Escocia Central.
- Dieselización a gran escala para reemplazar locomotoras de vapor.

[6] Un libro blanco (White paper) es un informe o guía autorizada que informa a los lectores de manera concisa sobre un tema complejo y presenta la filosofía del organismo emisor sobre el tema. Está destinado a ayudar a los lectores a entender un problema, resolver un problema o tomar una decisión.

El término libro blanco se originó en el Gobierno Británico, y muchos apuntan al Libro Blanco de Churchill de 1922 como el ejemplo más antiguo conocido bajo este nombre. Suele ser la versión menos extensa de los llamados “libros azules”, utilizados por el imperio británico en el siglo XIX. Ambos términos, el libro blanco y los libros azules, se derivan del color de la portada del documento.

- Reanudación de las renovaciones y su seguimiento.
- El cierre de un número de líneas no especificado.
- Modernización de los astilleros.

El Gobierno Británico respaldó en un principio el informe (con un costo de 1.200 millones de libras sin ajustar a la inflación). No todas las modernizaciones fueron llevadas a cabo debido a la reducción de costos. El programa para la dieselización entregó los principales contratos a proveedores británicos. Estos no tenían la suficiente experiencia en la fabricación de locomotoras diésel, y se apresuraron en la puesta en marcha para cumplir sus expectativas de una electrificación rápida. El resultado de esto fue una deficiencia en el diseño de las locomotoras y una no estandarización de estas. El programa de construcción de astilleros fue un fracaso debido a que el transporte de mercancías por carretera fue cada vez más eficaz.

El segundo logotipo corporativo de "British Railways" (1956–1965), diseñado en consulta con Charles Franklyn, adaptó el original, representando a un león rampante que emergía de una corona heráldica y sostenía una rueda de radios, todo ello encerrado en un círculo con el nombre de "Bristish Railways" que se muestra a través de una barra a cada lado. Este emblema pronto adquirió el apodo de "Ferret y Dartboard". Una variante del logotipo con el nombre en un círculo también se usó en las locomotoras.

Ilustración 11: logotipo "Ferret y Dartboard" (Fotografía: https://www.ebay.co.uk/itm/Circular-British-Railways-Sign-Ferret-Dartboard-Crest-Vintage-Railway-Sign-/160829229598).

Ilustración 12: variante del logotipo "Ferret y Dartboard" (Fotografía: https://www.zazzle.co.uk/british_railways_ferret_and_dartboard_crest_mouse_mat-144352161001794854).

A fines de la década de 1950, las finanzas del sector continuaron empeorando, mientras que el número de pasajeros aumentó después de restaurar muchos servicios reducidos durante la guerra.

En 1959, el Gobierno intervino limitando la cantidad que la BTC podía gastar sin la autoridad gubernamental. El año siguiente, se publicó un "Libro Blanco" en el que se proponía la reorganización, y la "Ley de Transporte" de 1962 puso en práctica una nueva estructura [PAUK62]. Esto abolió la BTC y la reemplazó por varias Juntas separadas. Estos incluían la "British Railways Boards"[7] (BRB), que se hizo cargo el 1 de enero de 1963 [RISU14].

Tras las discusiones sobre las finanzas del sector ferroviario realizadas por el "Comité de Stedeford" designado por el Gobierno en 1961, a uno de sus miembros, el Dr. Richard Beeching, se le ofreció el puesto de presidente del BTC mientras el BTC estuvo vigente, y luego se convirtió en el primer presidente de la BRB.

En la compilación del informe sobre el futuro de la red se utilizó un importante censo de tráfico durante el mes de abril de 1961, que duró una semana. Este informe, "The Reshaping of British Railways" [BRRB63], fue publicado por el BRB en marzo de 1963. Las propuestas, que se conocieron como el "Beeching Axe", fueron drásticas. Un tercio de todos los servicios de pasajeros y más de 4.000 de las 7.000 estaciones se cerrarían. Beeching, quien se cree que fue el autor de la mayor parte del informe, expuso algunas cifras terribles. Un tercio de la red transportaba solo el 1% del tráfico. De los 18.000 vagones de pasajeros, se dijo que 6.000 se usaban solo 18 veces al año o menos y que, aunque mantenerlos cuesta entre 3 y 4 millones de libras al año (sin ajustar a la inflación), estos solo facturaban alrededor de 0,5 millones.

Se pensaba que la mayoría de los ferrocarriles nacionalizados (excluyendo algunos servicios de transporte de mercancías) dejarían de funcionar como otros negocios privatizados no rentables en el Reino Unido, y se cuestionó la rentabilidad de "British Rail" [MICH09]. Aunque la compañía era considerada la única opción de transporte

[7] La "British Railways Boards" fue creado por la Ley de Transporte de 1962, como sucesor de la BTC. El Consejo estaba compuesto por un presidente y entre nueve y quince miembros con experiencia en materia de transporte, industrial, comercial o financiera. El presidente del Consejo de Administración es nombrado por el Secretario de Estado de Transportes, y los demás miembros son nombrados por el Secretario de Estado previa consulta con el presidente. El BRB funciona ahora como un órgano residual, ya que la mayoría de sus funciones pasaron a la "Strategic Rail Authority" tras la aprobación de la Ley de Transporte de 2000.

público en muchas áreas rurales, los cortes de Beeching hicieron de los autobuses el único transporte público disponible en algunas áreas rurales. A pesar de los aumentos en la congestión del tráfico y los precios de los combustibles para automóviles (comenzaron a subir en la década de 1990), “British Rail” siguió sin ser rentable.

La mayoría de los cierres se llevaron a cabo entre 1963 y 1970, mientras que otros cierres sugeridos no se llevaron a cabo. Los cierres fueron muy criticados en ese momento, y continúan siendo controvertidos actualmente. Se ha reabierto una pequeña cantidad de estaciones y líneas cerradas bajo el programa de Beeching, y actualmente se han propuesto nuevas aperturas.

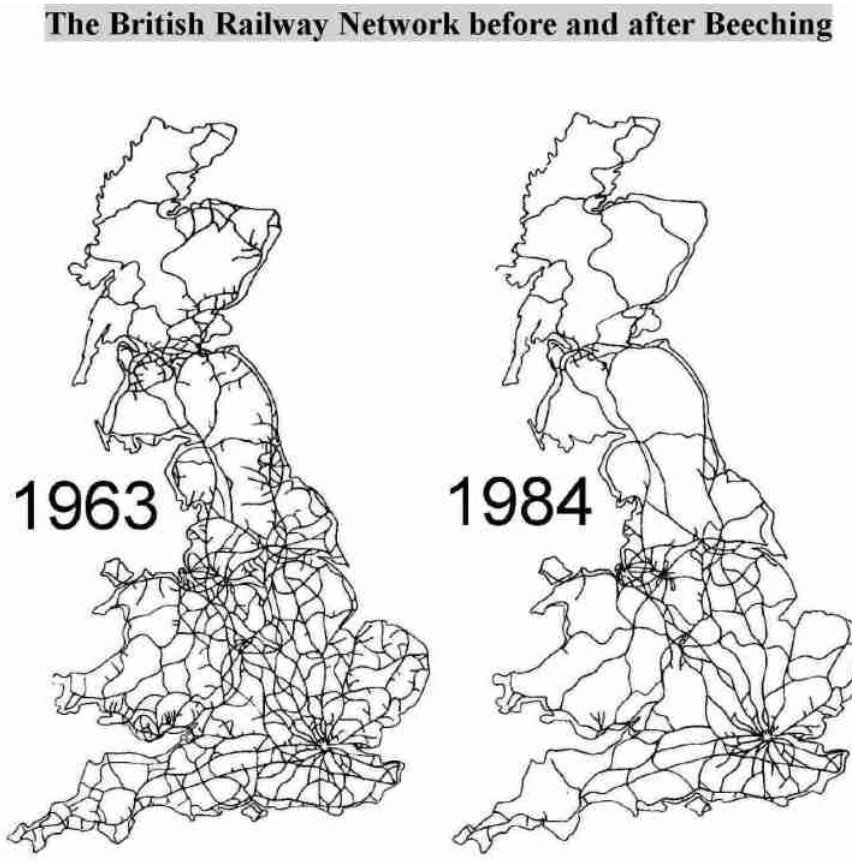


Ilustración 13: Antes y después del “Beeching Axe” (Fotografía: https://earthbound.report/2011/03/28/britains-trains-lets-undo-the-beeching-legacy/).

Hubo un segundo informe de Beeching, "The Development of the Major Trunk Routes", en 1965.

El recelo por la modernización de la “era Beeching” condujo a querer un cambio de marca, y la gerencia de "Bristish Railways" quiso desprenderse de la organización de

motivos anacrónicos, heráldicos y desarrollar una identidad corporativa para rivalizar con la de “London Transport”. El panel de diseño de "Bristish Railways" formó un grupo de trabajo dirigido por Milner Gray de la “Design Research Unit” (DRU). Elaboraron un “Manual de Identidad Corporativa” que estableció un estándar de marca y diseño coherente para toda la organización, especificando azul y gris perla como el esquema de color estándar para todo el material rodante; “Rail Alphabet” como la tipografía corporativa estándar, diseñada por Jock Kinneir y Margaret Calvert; e introduciendo el ahora icónico símbolo de identidad corporativa del logotipo de "doble flecha".

Diseñado por Gerald Barney (también del DRU), estaba formado por dos flechas entrelazadas que cruzaban dos líneas paralelas, simbolizando un ferrocarril de doble vía. Fue comparado con un rayo y también adquirió un apodo: "la flecha de la indecisión". La nueva identidad corporativa de "Bristish Railways" y la nueva marca corporativa se lanzaron en 1965, y la marca registrada de la organización se pasó a llamar "British Rail" (BR).

Los niveles de pasajeros disminuyeron constantemente desde 1962 hasta finales de los años 70, y alcanzaron un mínimo en 1982.

Las mejoras de la red incluyeron la electrificación completa de la “Great Eastern Main Line” de Londres a Norwich entre 1976 y 1986 y la “East Coast Main Line” de Londres a Edimburgo entre 1985 y 1990.

Department for Tranport statistics
Modal comparisons

Table TSGB0101
Passenger transport: by mode, annual from 1952

Billion passenger kilometres/*percentage*

	Road															
Year	Buses and coaches	%	Cars, vans and taxis	%	Motor cycles	%	Pedal cycles	%	All Road	%	Rail[1]	%	Air (UK)[2]	%	All modes[3]	%
1952	92	*42*	58	*27*	7	*3*	23	*11*	180	*82*	38	*17*	0	*0,1*	218	*100*
1981	48	*10*	394	*80*	10	*2*	5	*1*	457	*93*	34	*7*	3	*0,6*	494	*100*
1982	48	*10*	406	*81*	10	*2*	6	*1*	470	*93*	31	*6*	3	*0,6*	504	*100*
1983	48	*9*	411	*80*	9	*2*	6	*1*	474	*93*	34	*7*	3	*0,6*	511	*100*
2017 p	38	*5*	670	*83*	5	*1*	5	*1*	718	*89*	80	*10*	9	*1,1*	808	*100*

Ilustración 14: Comparación anual pasajeros (Fotografía: “Department for Transport statistics”).

La uniformidad de la marca BR continuó hasta que se introdujo el proceso de sectorización en los años ochenta. Ciertas operaciones de BR, como “Inter-City”, “Network South-East” o “Rail-freight”, comenzaron a adoptar sus propias identidades,

introduciendo logotipos y esquemas de color que eran esencialmente variantes de la marca BR. Finalmente, a medida que la sectorización se convirtió en un preludio a la privatización, la marca unificada de BR desapareció, con la notable excepción del símbolo de la Doble Flecha, que ha sobrevivido hasta nuestros días y sirve como marca genérica para denotar los servicios ferroviarios en Gran Bretaña. El "Manual de Identidad Corporativa" de BR se menciona como una pieza de la historia del diseño británico y hay planes para que se vuelva a publicar.

En 1979, el nuevo Gobierno conservador dirigido por Margaret Thatcher permitió a BR gastar su propio dinero (sin comprometer el dinero público) con la aprobación del Gobierno. Esto dio lugar a una serie de proyectos de electrificación que recibieron el visto bueno, incluida la "East Coast Main Line" y las líneas en "East Anglia" de "Liverpool Street" (Londres) a Norwich, y King's Lynn.

Unos datos interesantes fueron, por ejemplo, que, en el sudoeste, la línea de Bournemouth a Weymouth se electrificó junto con otra electrificación de tercer riel de 750 V CC en el sur. La estación de "Liverpool Street" en Londres fue reconstruida, inaugurada por la reina Isabel II, y se construyó una nueva estación en el aeropuerto de Stansted en 1991.

Tras la sectorización en 1982, se crearon tres sectores de pasajeros: "InterCity" (trenes rápidos de alta velocidad entre las principales ciudades); "London & South East" (que pasó a llamarse "Network SouthEast" en 1986) y opera servicios de cercanías en el área de Londres; y "Provincial" (rebautizado como "Regional Railways" en 1989) responsable de todos los demás servicios de pasajeros. "Provincial" fue el más subsidiado (por km de pasajeros) de los tres sectores. En el momento de la formación, sus costos fueron cuatro veces superiores a sus ingresos.

Tras la sectorización de "British Rail", "InterCity" se volvió rentable, tanto que se convirtió en una de las 150 empresas más grandes de Gran Bretaña que operaban desde el centro de las ciudades del norte (Aberdeen e Inverness) hasta el centro de las ciudades del sur (hasta Poole y Penzance) [RAST13].

Se publicó en 1983 otro informe de "British Rail", esta vez de un comité presidido por Sir David Serpell. El "Serpell Report" no formuló recomendaciones como tales, pero estableció varias opciones para la red, incluido un sistema esquelético de las líneas de

menos de 2000 km. Este informe no fue bien recibido, y el Gobierno decidió dejarlo en el olvido. Mientras tanto, la BR se fue reorganizando gradualmente, con la estructura regional finalmente abolida y reemplazada por sectores liderados por negocios. Este proceso, conocido como "sectorización", llevó a un enfoque mucho mayor hacia el cliente, pero fue interrumpido en 1994 debido a la división de BR para la privatización.

Debido a que “British Railways” no solo abarcaba el sector ferrocarril, sino también en ferris, barcos de vapor y hoteles, se consideraba difícil analizar los efectos de la nacionalización.

Entre 1994 y 1997, BR fue privatizada y las operaciones se dividieron en más de 100 compañías. La propiedad de la vía y la infraestructura pasaron a “Railtrack”, la infraestructura de “Telecomms” y “British Rail Telecommunications” se vendieron a “Racal”, que a su vez se vendió a “Global Crossing” y se fusionó con “Thales Group”. El material rodante se transfirió a tres “ROSCO” (empresas de material rodante) privadas.

Los servicios de pasajeros se dividieron en 25 compañías operativas, que se dejaron en régimen de franquicia por un período determinado, mientras que los servicios de bienes se vendieron por completo (se crearon seis empresas, pero cinco de ellas se vendieron al mismo comprador). También se crearon y vendieron docenas de pequeñas empresas de ingeniería y mantenimiento. El Gobierno conservador, bajo el mandato de John Major, ya dijo que la privatización vería una mejora en los servicios de pasajeros y dichos niveles de pasajeros desde entonces han aumentado fuertemente.

Los servicios de pasajeros de “British Rail” finalizaron con la franquicia de “ScotRail”; el último tren que operaba la compañía era un tren de mercancías de “Railway Distribution”, en otoño de 1997. La BRB continuó existiendo como una corporación hasta principios de 2001, cuando fue reemplazada por la “Strategic Railway Authority”[8] (SRA).

[8] “Strategic Rail Authority” (Autoridad Ferroviaria Estratégica, SRA) era un organismo público no departamental del Reino Unido creado en virtud de la “Ley de Transporte de 2000” para proporcionar orientación estratégica al sector ferroviario. Su lema era "El ferrocarril británico, debidamente entregado". Fue abolida por la “Railways Order de 2006” (“Abolition of the Strategic Rail Authority”) y sus funciones fueron absorbidas por el “Department for Transport” o la “Office of Rail Regulation” (actualmente la “Office of Rail and Road”).

Desde la privatización, la estructura de la industria ferroviaria y el número de empresas han cambiado varias veces, ya que las franquicias se han vuelto a alquilar y las áreas cubiertas por las franquicias han sido reestructuradas.

1.6 1995 en adelante: post-privatización

La antigua red de “British Railways”, con las rutas troncales de la “West Coast Main Line”, “East Coast Main Line”, “Great Western Main Line”, “Great Eastern Main Line” y “Midland Main Line”, permanece casi sin cambios desde la privatización.

Desde la privatización, el número de pasajeros ha crecido rápidamente; en 2010, los ferrocarriles transportaban más pasajeros que en cualquier otro momento desde la década de 1920. y ya en 2014, el número de pasajeros se había expandido a su nivel más alto, más del doble en los 20 años desde la privatización.

Los ferrocarriles se han vuelto significativamente más seguros desde la privatización y ahora son de lo más seguros de Europa. Sin embargo, la imagen pública de los viajes en tren fue dañada por algunos accidentes poco después de la privatización. Estos incluyen el choque ferroviario Southall (donde un tren pasó por un semáforo en rojo), el choque ferroviario Ladbroke Grove (también causado por un tren que pasó por un semáforo en rojo) y el accidente de Hatfield (causado por la fragmentación de un carril debido al desarrollo de grietas microscópicas).

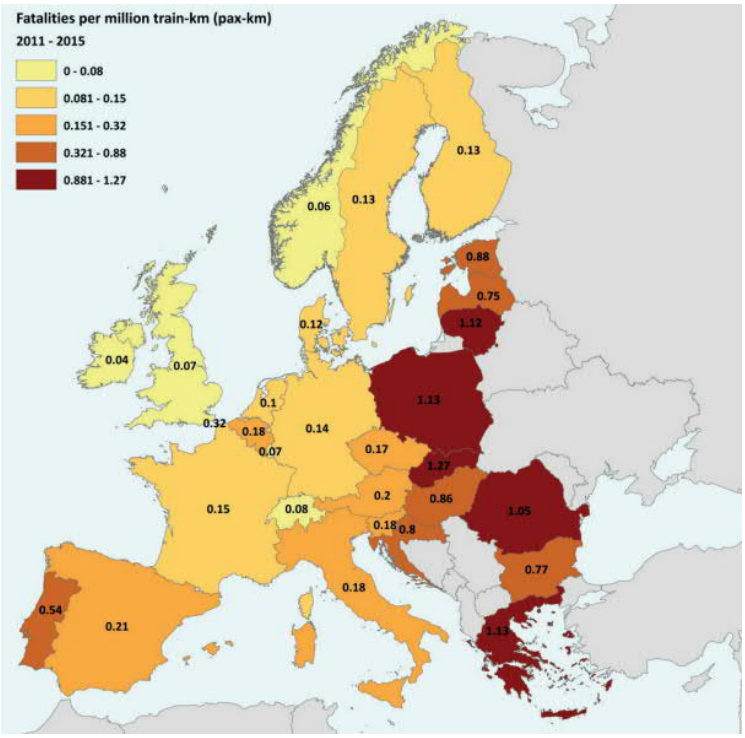


Ilustración 15: Víctimas mortales por millón de kilómetros de tren (Fotografía: https://erail.era.europa.eu/documents/SPR.pdf).

Tras el accidente de Hatfield, la empresa de infraestructura ferroviaria "Railtrack" impuso más de 1,200 restricciones de velocidad de emergencia en toda su red e instigó un programa nacional extremadamente caro para el reemplazo de vías. La consecuente interrupción operacional severa de la red nacional y los costos en espiral de la compañía pusieron en marcha la serie de eventos que desencadenaron el colapso final de la compañía y su reemplazo por "Network Rail", una compañía estatal, sin dividendos.

Desde abril de 2016, la red ferroviaria británica se ha visto gravemente dañada en muchas ocasiones por huelgas ferroviarias de gran alcance, que afectan a las franquicias ferroviarias de todo el país. La acción industrial comenzó en los servicios del Sur como una disputa sobre la introducción planificada de la operación solo para el conductor, y desde entonces se ha expandido para cubrir muchos problemas diferentes que afectan a la industria ferroviaria desde febrero de 2018. La mayoría de las acciones siguen sin resolverse, con más huelgas planeadas. La escala, el impacto y la amargura de las huelgas ferroviarias a nivel nacional se han comparado con la huelga de los mineros de 1984–85 por parte de los medios de comunicación.

1.6.1 Railtrack

Fundada en virtud de la legislación conservadora que privatizó los ferrocarriles, “Railtrack” tomó el control de la infraestructura ferroviaria el 1 de abril de 1994 y salió a bolsa en mayo de 1996. Robert Horton fue su primer presidente, dirigiendo la organización durante los primeros años de su existencia hasta 1999.

Los accidentes mortales de Southall en 1997 y Ladbroke Grove en 1999 pusieron en duda el efecto que la fragmentación de la red ferroviaria había tenido en los procedimientos de seguridad y mantenimiento.

Ilustración 16: Accidente de Southall (Fotografía: https://www.gettyimages.co.uk/detail/video/southall-rail-crash-charges-dropped-lib-southall-wreckage-news-footage/804336538?adppopup=true).
Ilustración 17: Accidente de Ladbroke Grove (Fotografía: http://news.bbc.co.uk/1/hi/uk/467919.stm).

“Railtrack” fue duramente criticada tanto por su rendimiento en la mejora de la infraestructura ferroviaria como por su historial de seguridad.

El accidente de Hatfield del 17 de octubre de 2000 resultó ser el momento decisivo en el colapso de “Railtrack”. Se calcula que las grandes reparaciones posteriores realizadas en toda la red ferroviaria británica tuvieron un coste del orden de 580 millones de libras sin ajustar a la inflación. Debido a que la mayor parte de las habilidades de ingeniería de “British Rail” habían sido vendidas a las empresas de mantenimiento y renovación, “Railtrack” no tenía ni idea de cuántos accidentes esperaban que ocurrieran, ni tampoco tenía ninguna forma de evaluar las consecuencias de las restricciones de velocidad que ordenaban -restricciones que hicieron que la red ferroviaria se paralizara por completo [BBCN00].

La presión regulatoria y de los clientes había ido en aumento, y la cotización de las acciones de la compañía comenzó a caer bruscamente, a medida que se hizo evidente

que existían serias deficiencias en la capacidad de la compañía para abordar y resolver sus mayores problemas.

En 2001, “Railtrack” anunció que, a pesar de obtener unos beneficios de 199 millones de libras esterlinas (sin ajustar a la inflación), los 733 millones de libras de costes y compensaciones debidas al accidente de Hatfield hicieron que “Railtrack” cayera de los beneficios a una pérdida de 534 millones de libras, lo que hizo que se dirigiera al Gobierno en busca de financiación, con la que en mayo de 2001 pagó un dividendo de 137 millones de libras sin ajustar a la inflación a sus accionistas (los datos financieros no están afectados por la inflación actual, son datos de 2001).

1.6.2 Network Rail

Tras un período inicial en el que “Network Rail” se estableció y demostró su competencia para hacer frente a los principales retos de mejorar las condiciones de los activos, reducir los costes unitarios y hacer frente a los retrasos, la “Government´s Rail Review” en 2004 comunicó a “Network Rail” que se le debería asignar la responsabilidad de la información sobre el rendimiento de toda la industria, el desarrollo de los horarios, la especificación de las mejoras de la red de pequeñas y medianas empresas y la entrega de estrategias de utilización específicas de las rutas .Algunas de ellas son funciones que ya tenía “Network Rail”; otras como la obligación de diseñar estrategias de utilización de rutas fueron transferidas a “Network Rail” desde la SRA.

Muchas iniciativas de seguridad de vía han sido introducidas en el tiempo en que “Network Rail” ha sido responsable de esta área. La última, anunciada en diciembre de 2008, conocida como "All Orange", establece que todo el personal de pista no sólo debe llevar chalecos o chaquetas de alta visibilidad de color naranja, sino que también debe llevar pantalones de alta visibilidad de color naranja en todo momento cuando trabaje en la pista o cerca de ella. Esta resolución entró en vigor en enero de 2009 para los trabajadores de mantenimiento e inmobiliarios y en abril de 2009 para los sitios de infraestructura e inversión.

Otra medida fue llevar a cabo el “Personal Track Safety” (PTS), que es una cualificación que todo trabajador debe tener antes de que se le permita trabajar en o cerca de cualquier línea que sea propiedad o esté gestionada por “Network Rail”. Esta

licencia caduca cada dos a cinco años, por lo que si se quiere seguir trabajando en la vía hay que renovarla periódicamente.

Ilustración 18: Uniforme "All Orange" (Fotografía: http://publishing.yudu.com/Ay1g7/railstaffdec08/resources/20.htm?skipFlashCheck=true).

En 2009, aparecieron en los medios de comunicación alegaciones de la "Transport Salaried Staffs' Association" sobre el trato a los empleados de "Network Rail". El ex-director general Ian Coucher también fue acusado de malversación de fondos que implicaba pagos no especificados a su socia Victoria Pender durante su permanencia en "Network Rail".

Una investigación interna llevada a cabo por "Network Rail" en 2010, examinada por sus auditores "PricewaterhouseCoopers" (PwC), no descubrió ninguna prueba de conducta indebida. Una investigación independiente encabezada por Anthony White QC (Queen's Counsel) en 2011 examinó las alegaciones, pero también exoneró a Coucher.

En 2011, la compañía inició el proceso de reorganización de su estructura operativa en nueve entidades regionales semiautónomas, cada una con su propio director general; las dos primeras unidades que se crearon fueron las regiones de Escocia y Wessex. La reorganización se interpretó como un retroceso hacia la integración vertical de las operaciones ferroviarias.

Más adelante, comentarios críticos aparecieron en los medios de comunicación sobre el título de caballero otorgado a John Armitt en los "2012 New Year Honorous" por sus servicios a la ingeniería y la construcción. Armitt era Director General de "Network Rail" en el momento del descarrilamiento de Grayrigg en 2007 y la familia de una víctima del accidente criticó el premio, que casualmente fue otorgado el mismo día en que "Network Rail" era procesado por el accidente.

El intento de Network Rail de electrificar la “Great Western Main Line” se ha visto obstaculizado por la mala planificación y los excesos de costes. El coste proyectado había aumentado de 1.200 millones de libras a 2.800 millones de libras (sin ajustar a la inflación) para finales de 2015 y el proyecto se ha retrasado hasta el punto de que el Gobierno ha pedido a Hitachi que modernice los nuevos trenes del programa “Intercity Express” con motores diésel y eléctricos, a medida que se ha reducido la electrificación.

En 2016, “Network Rail” no comprobó si “Flying Scotsman” podía pasar a través de túneles a lo largo de la “Borders Route”, lo que provocó la cancelación de un viaje sólo 24 horas antes de la salida. El operador describió la cancelación como "una absoluta vergüenza", “Network Rail” atribuyó la cancelación a un "error administrativo" interno. Un día después, “Network Rail” decidió cambiar de opinión y permitir que el viaje en tren se llevara a cabo. El Ministro de Transporte escocés Derek Mackay calificó el asunto de "debacle".

En diciembre de 2016, el Secretario de Transportes, Chris Grayling, anunció que “Network Rail” perdería el control exclusivo del mantenimiento y las reparaciones de la vía, y que en su lugar lo compartiría con las empresas ferroviarias, debido al poco mantenimiento y al sobredimensionamiento tanto de estructuras como de electrificación que se veía reflejado en los precios [ITVR16] [FORD17].

1.6.2.1 Responsabilidades

“Network Rail” es propietaria de la infraestructura, incluidas las vías férreas, las señales, los cables aéreos, los túneles, los puentes, los pasos a nivel y la mayoría de las estaciones, pero no del material rodante de pasajeros o de mercancías comerciales. Sin embargo, posee una flota de stock departamental.

Aunque posee más de 2.500 estaciones de ferrocarril, sólo gestiona 20 de las más grandes y concurridas, y todas las demás estaciones son gestionadas por una u otra de las diversas empresas de explotación ferroviaria.

“Network Rail” no debe confundirse con el "National Rail". “National Rail” no es una organización, sino simplemente una marca, utilizada para explicar y promover una red británica de servicios ferroviarios de pasajeros. La mayoría de las líneas ferroviarias de la red también transportan tráfico de mercancías, aunque algunas líneas son sólo de

mercancías. Algunas líneas que transportan tráfico de pasajeros no forman parte de la Red de “Network Rail” (por ejemplo, “High Speed 1”, “Heathrow Express”, “Tyne” y “Wear Metro” [el “Tyne” y “Wear Metro” utiliza la red ferroviaria entre Pelaw y Sunderland y es responsable de ella] y el metro de Londres). Por el contrario, algunos servicios ferroviarios nacionales operan sobre vías que no forman parte de la red ferroviaria de la Red de “Network Rail”. Por ejemplo, los servicios de “Chiltern Railways” circulan por las vías del metro de Londres entre Harrow-on-the-Hill y Amersham.

El actual presidente es Sir Peter Hendy, y Andrew Haines OBE (“Officer of the Order of the British Empire”) fue nombrado Director General en agosto de 2018.

1.6.2.2 Financiación

La red ferroviaria se financia en parte mediante una subvención directa del Gobierno (3.800 millones de libras en 2015/16) y en parte mediante empresas ferroviarias que pagan tasas de acceso para utilizar la red ferroviaria (1.600 millones de libras en 2015/16). En 2015/16, gastó 3.100 millones de libras esterlinas en renovaciones (renovando la infraestructura existente para que vuelva a ser como cuando era nueva) y 3.200 millones de libras en mejoras, mientras que el resto se gastó en mantenimiento y otros gastos.

Ilustración 19: Cronograma para desarrollar y acordar el acuerdo CP6 (Fotografía: “National Audit Office analysis of Network Rail’s information”).

Capítulo 2 ESTADO DEL ARTE

2.1 ***Introducción.***

Una vez se ha hablado de “Network Rail” (NR), hecho fundamental ya que es la gestora de infraestructuras de la red ferroviaria de Inglaterra y, en concreto, de la línea ferroviaria en la que se va a situar este proyecto, se procede a ampliar información sobre dicha empresa para ir enfocando el proyecto al tramo de vía en el que se va a realizar la renovación.

NR es un organismo público sin accionistas (desde septiembre de 2014) del Departamento de Transporte del Reino Unido.

Las empresas privadas de explotación de trenes son los principales clientes de NR, ya que son los responsables del transporte de pasajeros y de mercancías. Estas empresas son las que prestan los servicios ferroviarios a la infraestructura que NR posee y mantiene. [NERA19]

Los ingresos que obtienen se reinvierten en mejoras y en los propios trenes.

Las rutas estratégicas en las que se divide el Reino Unido, como puede observarse en la Ilustración 20, se divide en 18 rutas en las que, además, hay subdivisiones de vías para abarcar el mayor territorio posible y dar posible servicio a un mayor número de personas.

Ilustración 20: Rutas estratégicas en el Reino Unido en 2014 (Fotografía: https://en.wikipedia.org/wiki/Network_Rail#/media/File:Map_of_Network_Rail_Strategic_Routes_in_England_and_Wales_2014.svg).

Concretando un poco más, la línea sobre la que se va a centrar este proyecto va a ser, como puede observarse en la Ilustración 20, la línea D, denominada “Great Eastern Main Line” o también “East Anglia Main Line”.

Esta línea tiene su origen en la estación “Liverpool Street” (Londres) hasta Norwich, pasando por Shenfield, Chelmsford, Colchester e Ipswich.

Una pequeña localidad que también tiene su estación en esta línea es Kelvedon, situada en el distrito de Essex, entre Chelmsford y Colchester, a unos 55 minutos en tren de Londres.

Como la frecuencia de los trenes es de 20 minutos, esta localidad es conocida por ser una ciudad dormitorio de la gente que trabaja en Londres y en las localidades vecinas.

El tramo de vía que se va a estudiar en el proyecto se sitúa a la entrada de Kelvedon (siendo Londres el eje de coordenadas para iniciar la medición del espacio).

Otra materia importante a tratar son los procesos GRIP, ubicados en la norma NR/L1/INI/GRIP/100, debido a que el proyecto trata de elaborar una ingeniería básica (GRIP 4) y de detalle (GRIP 5).

Las siglas GRIP, cuyo significado “Governance for Railway Investment Projects”, es el proceso que utiliza “Network Rail” para administrar desarrollos, mejorar o renovar la red ferroviaria de Reino Unido.

Las ocho etapas GRIP están diseñadas para minimizar y mitigar los riesgos, a menudo asociados con enormes cambios en la infraestructura, como los que se producen en el CP5 (“Control Period”[9]).

Si bien este proceso fijo puede parecer contraproducente, el sistema impulsado por el producto ayuda a guiar a la industria ferroviaria a través de los objetivos de un proyecto mientras evita riesgos innecesarios y ayuda a garantizar que los recursos se utilicen con sensatez.

El proceso GRIP (ver Ilustración 21) garantiza que el enfoque se centra en la entrega de productos acordados previamente, por lo que, con cada paso, se completan una serie de objetivos. Las etapas desarrolladas por “Network Rail” son:

1. Definición de salida: establece el alcance de la inversión y la posible renovación de activos.
2. Viabilidad: define los objetivos de inversión e identifica las restricciones para garantizar que puedan lograrse tanto económica como estratégicamente.
3. Selección de opciones: evalúa las opciones potenciales y selecciona la más adecuada para cumplir con los requisitos de los interesados.
4. Desarrollo de una sola opción: la implementación de la opción seleccionada durante el tercer paso.
5. Diseño detallado: la creación de un plan de ingeniería detallado que proporciona costos, tiempos, recursos y evaluaciones de riesgos definitivos.
6. Prueba y comisión de construcción: el proyecto se completará de acuerdo con las especificaciones acordadas y las pruebas comenzarán para confirmar que todo funciona dentro del resumen de diseño.

[9] Los “Network Rail Control Periods” son períodos de 5 años en los que “Network Rail”, propietario y operador de la mayor parte de la infraestructura ferroviaria de Gran Bretaña, trabaja con fines de planificación financiera y de otro tipo. Cada período de control comienza el 1 de abril y termina el 31 de marzo para que coincida con el ejercicio presupuestario. Estos períodos fueron heredados de “Railtrack.
Como Network Rail es responsable del desarrollo y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, los Períodos de Control se utilizan para decidir las prioridades de inversión.
Actualmente se está en el CP6, que dura hasta el 31 de marzo de 2024.

7. Devolución del plan: la transferencia de responsabilidad del activo del contratista a los operadores.
8. Cierre del proyecto: los contratos se resuelven mientras se establecen contingencias y garantías antes de que finalmente se realice una evaluación de los beneficios.

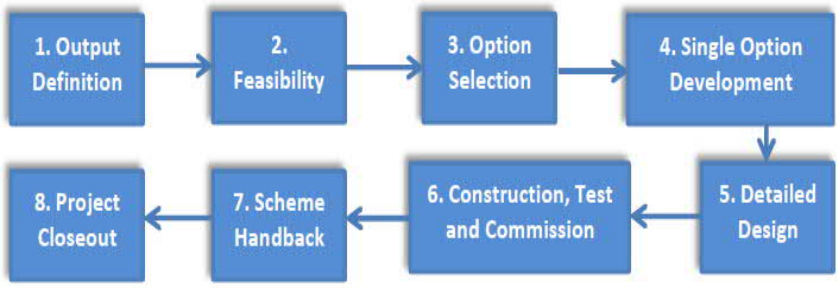


Ilustración 21: Etapas proceso GRIP (Fotografía: https://cdn.networkrail.co.uk/wp-content/uploads/2018/02/Investing-in-the-Network.pdf).

Este enfoque se ha desarrollado de acuerdo con las mejores prácticas en las industrias que experimentan grandes proyectos de infraestructura. Se basa en las prácticas recomendadas de las principales juntas profesionales, incluida la "Government Trade Office and Project Management Association" (Oficina de Comercio Gubernamental y la Asociación de Gestión de Proyectos).

Dado que todos los proyectos de inversión cumplen con estos ocho pasos, el proceso GRIP garantiza el cumplimiento de las mejores prácticas de otras industrias en toda la industria ferroviaria. Esto garantiza que se eviten los riesgos comunes que podrían ocurrir en cualquier proyecto de inversión para crear un lugar de trabajo que minimice los riesgos. El proceso GRIP es esencial para la industria ferroviaria. Si bien las inversiones se pueden financiar, obtener y entregar de varias maneras, aún deben ser compatibles e integradas con la red ferroviaria existente. Dado que "Network Rail" desempeña el papel de administrador de infraestructura, su procedimiento GRIP les permite administrar cómo deben realizanse los proyectos.

Cuando el proyecto se ha desarrollado hasta haber elegido una opción de diseño determinada y se ha desarrollado su diseño básico (GRIP 4) se produce un *"Form A" ("Approval In Principle of Single Option Selection")*. Una vez desarrollada la ingeniería de detalle (GRIP 5) se produce un *"Form B" ("Acceptance of Detailed*

Design"), que debe incluir todas las representaciones gráficas, diagramas, cálculos y especificaciones necesarias para continuar con las etapas de fabricación y construcción. Si la instalación se ha realizado de acuerdo al "*Form B*" y se han realizado las pruebas necesarias (GRIP 6) se produce un "*Form E" ("Engineering Completion")* que verifica que la instalación está lista para ponerse en servicio.

Como el proyecto trata sobre la renovación de la tecnología, solo se va a desarrollar los "*Form A*" and "*Form B*", debido a que el resto de los procesos GRIP desarrollan otras ideas que no son apropiadas desarrollar en este proyecto, como pueden ser un estudio de viabilidad o evaluación de proyectos potenciales y otras que no se pueden desarrollar, como la construcción del proyecto en cuestión.

Ya situado el tramo de vía que se quiere estudiar de cara a la renovación de la tecnología y los procesos GRIP que hay y que se requieren en este proyecto, se procede a comentar las distintas tecnologías que se pueden utilizar, las particularidades de cada una y el por qué se pretende hacer el cambio de tecnología.

2.2 Estado de la tecnología en Reino Unido

El Equipo de Línea Aérea ("Overhead Line Equipment" - OLE) es un sistema que se utiliza para entregar energía eléctrica continua a un tren estacionario o en movimiento. También es conocido en el Reino Unido como OHL u OHLE. En Europa y EE. UU., se lo conoce como Sistema de Catenaria Aérea ("Overhead Catenary System" - OCS), y en Nueva Zelanda, como Sistema de Cableado Aéreo ("Overhead Wire System" - OWS). El término genérico para el sistema es "Overhead Contact Lines". Este documento utilizará OLE, ya que es el término más utilizado en Reino Unido.

La tecnología Mark 1 (Mk1) fue desarrollada por "British Rail" (BR) y "Balfour Beatty" a principios de los años 60 para la primera fase de electrificación de "West Coast Main Line" (WCML), y consta, aproximadamente, de 4000 planos. Los ensamblajes utilizan el sistema imperial y alto porcentaje de cobre. Las alturas del sistema (distancia entre el hilo de contacto y el cable sustentador) son grandes, aproximadamente de 1980 milímetros. La tecnología ya no está disponible para uso de diseño; sin embargo, se usa como referencia, ya que la mitad sur de WCML y algunas otras líneas aún usan el rango.

"OLE Master Index" (OLEMI) se inició en la década de 1970 en respuesta a la necesidad de construcción más barato de equipos OLE y todavía está en uso para construcción. Fue desarrollado por BR y ahora es propiedad de NR; consiste en, aproximadamente, 11000 planos. OLEMI fue desarrollado como un sistema modular, donde un solo componente puede realizar muchas tareas. Es un sistema métrico y se desarrolló inicialmente con soportes mecánicamente dependientes en forma de pórticos funiculares ("headspans")[10].

Ilustración 22: "Headspans" en la estación de Hanwell, situada en GWML (Fotografía: https://www.bathnes.gov.uk/sites/default/files/sitedocuments/Planning-and-Building-Control/Planning/nr_a_guide_to_overhead_electrification.pdf).

OLEMI maximiza el uso de acero galvanizado, a expensas de cobre, ya que los precios de este material se habían elevado en la década de 1970. OLEMI contiene las tecnologías Mark 3, Mark 3a, Mark 3b, Mark 4 and Mark 5 y algunas tablas de conversión métricas para sistemas de Mark 1. La tecnología de Mark 2 fue un prototipo de sistema, aunque no hay componentes que se incluyeron en OLEMI. Fue un precursor en el uso de mástiles con base atornillada, para acelerar la construcción. Los esquemas de OLEMI incluyen la segunda etapa de electrificación de WCML, el "East Coast Main Line" (ECML) y la "Midland Main Line" (MML). En un esfuerzo por reducir el acero de la estructura, se reduce la altura estándar del sistema (hasta 900 mm de Mark 3b cuando la velocidad de línea es menor de 100 millas por hora).

[10] Proyectos de electrificación aérea han utilizado con frecuencia un sistema de cables que se extienden entre postes, a ambos lados de las vías para soportar la catenaria OLE y los cables de contacto. Estos se conocen como pórticos funiculares. Hay que tener en cuenta esto en la práctica, debido a que existe un riesgo mucho mayor de que se produzcan daños en el sistema OLE, ya que afectará a todas las pistas, resultando una interrupción mucho mayor que con otros sistemas. Como consecuencia, ahora se evitan los "pórticos funiculares, excepto en las cocheras de trenes históricos, donde las velocidades lentas de los trenes reducen el riesgo de daños.

OLEMI está actualizado y disponible para el uso en diseños; es maduro y sujeto a revisión cada dos años. Sin embargo, para electrificación nueva, ahora se ha reemplazado por las tecnologías Series 1 y Series 2.

La tecnología UK1 se desarrolló a finales de la década de 1990 en respuesta al requisito que se pidió en la "West Coast Route Modernisation" (WCRM) para aumentar las velocidades de línea WCML. Los equipos existentes en las tecnologías Mark 1 y Mark 3a no eran adecuados para estas velocidades; por lo tanto, se requería una actualización de tecnología. La tecnología UK1 abarca la actualización de equipos a 200 y 225 km/h, aunque solo se ha implementado hasta 200 km/h.

La tecnología fue desarrollada por "OLE Alliance" y consta de aproximadamente 2000 planos. Aunque la numeración de la tecnología está diseñada para integrarse con OLEMI, originalmente fue separada de la OLEMI. Actualmente esto ha cambiado y es posible asignar una combinación de componentes OLEMI y UK1.

La tecnología es modular, usando una cantidad significativa de cobre (que en este momento era barato de nuevo). Se utiliza en ubicaciones Mk1 / Mk3a existentes y para nuevos esquemas. La tecnología en la actualidad está muy consolidada y está sujeto a actualizaciones ocasionales. Sin embargo, para la nueva electrificación, ahora ha sido reemplazado por las tecnologías Series 1 y Series 2.

El tramo que compete en este proyecto, se utiliza la tecnología Mark 1 y se pretende su renovación a tecnología UK1.

*2.3 **Motivación***

Por lo hablado con anterioridad, este tramo intenta pasar de tramo convencional a tramo de alta velocidad en cuanto a equipos, ya que las circunstancias de la vía lo permiten, siendo un tramo innovador en el GEML y pudiendo ser copiado en otros tramos de cara a reducir el tiempo de los pasajeros entre su punto de origen y su destino.

Este proyecto también se realiza de cara a una puesta a prueba de los conocimientos adquiridos en el ámbito ferroviario y la resolución de los problemas que van surgiendo a la hora de realizar un proyecto de renovación de las tecnologías OLE.

Problemas o complicaciones dignas de estudiar por separado de cara a realizar el proyecto, como son el paso a nivel localizado a menos de un kilómetro de que empiece el tramo que hay que estudiar y que afecta a las primeras estructuras del tramo, dos pasos inferiores situados a lo largo del plano a estudiar y el inicio de la plataforma de la estación de Kelvedon.

A estas complicaciones hay que añadirle dos apuntes más, ya que en dicho tramo se localiza un cambio de seccionamiento ("overlap") y dos desvíos ("crossovers"), que por sus particularidades en cuestión de aislamiento y seguridad se han de estudiar en detalle.

2.4 Objetivos del proyecto.

Con este proyecto se pretende una renovación del sistema de catenaria del tramo expuesto con anterioridad, por lo que, para ello, se ha de seguir los hitos enumerados abajo.

1. Desarrollo de un plano conforme a la normativa especificada y a los procesos GRIP nombrados con anterioridad.

   Para ello, el plano debe tener la información necesaria que se especifica en la normativa: localización de las estructuras y de posibles puntos de conflicto (pasos a nivel, pasos interiores, estaciones…), localización de "red bonds" (definición en el Capítulo 3), altura de los hilos de contacto y sustentador en cada estructura, estructura a utilizar en cada caso, descentramiento de los hilos de contacto, si hay algún cambio de seccionamiento y su duración en el espacio, si hay algún desvío y su duración en el espacio, si hay alguna carga colocada en los hilos, si alguna estructura tiene alguna función especial aparte de la sujeción de los cables, colocación de las agujas aéreas…
2. Secciones transversales ("cross-sections") de cada estructura para saber los conjuntos de piezas de todos los elementos que intervienen en la estructura de cara a la sujeción y fijación de los hilos en su situación ideal y así poder referenciarlos correctamente.
3. Referenciar todos los conjuntos de piezas. Estos conjuntos de todas las piezas deben estar perfectamente referenciadas en todas las estructuras. En Reino Unido, la empresa diseñadora de la estructura debe ser la que referencie cada una de las piezas a utilizarse en las estructuras.

2.5 *Metodología de trabajo.*

Se requiere una documentación profunda sobre el tema a tratar. Esta documentación va a estar siempre presente debido a que, diariamente, surgen nuevos dilemas que requieren mayor documentación para poder resolverse de la forma más adecuada posible.

Más adelante se procederá a desarrollar el plano con el programa de diseño asistido MicroStation (CAD), programa estándar en la industria ferroviaria en el Reino Unido, ya que es el exigido por NR.

A la par que se está realizando lo comentado con anterioridad, se requiere una hoja de cálculo (que se explicará más en detalle en el Capítulo 4) que delimite donde poder situar las alturas de los hilos, alturas de los cables sustentadores, para ver si están dentro de los rangos máximos y mínimos permitidos, y que los agentes externos, como puede ser el viento, lluvia o nieve, se tengan en cuenta en las condiciones más desfavorables posibles. Esta hoja de cálculo en cuestión también analiza los parámetros geométricos más importantes para el diseño de catenaria, como puede ser los relacionados con distancias de vano, gradientes, cambios de gradientes…

Una vez se haya terminado la hoja de cálculo, se procede a hacer las secciones transversales de cada una de las estructuras existentes que forman el tramo a renovar, referenciando cada conjunto de piezas que se va a utilizar en las estructuras del proyecto.

La Ilustración 23 muestra un diagrama de Gantt de la metodología a desarrollar en este proyecto y los tiempos (aproximados) de cada tarea.

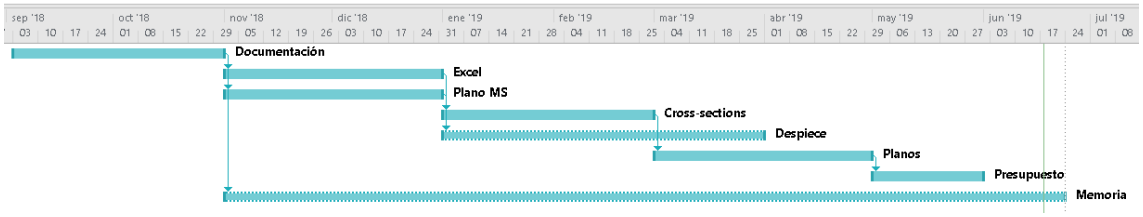


Ilustración 23: Diagrama de Gantt.

2.6 *Recursos a emplear.*

Los recursos a emplear para la elaboración de este trabajo son:

- Hoja de cálculo propia para el cálculo exacto de la altura de los hilos.
- Horus → programa que recopila los planos algunas tecnologías de catenaria utilizadas en el Reino Unido, en el que se encuentran las dos tecnologías que se van a utilizar en el proyecto.

  Este programa es una herramienta de desarrollo propio de AECOM, muy útil de cara a tener un amplio número de planos en una misma base de datos, debido a que los planos no están organizados, los nombres de los cajetines no dejan claro que se encuentra en el propio plano, muchos no están localizados...
- MicroStation → se necesita este software CAD de cara a la realización del tramo ("layout") de la vía de la que se quiere renovar el sistema de catenaria.

  Como se ha explicado con anterioridad, este software es el programa estándar en la industria y el exigido por NR.
- Normas de las especificaciones del trabajo, producidas y distribuidas por Network Rail.
- ProjectWise → herramienta de control de versiones y gestión de proyectos.

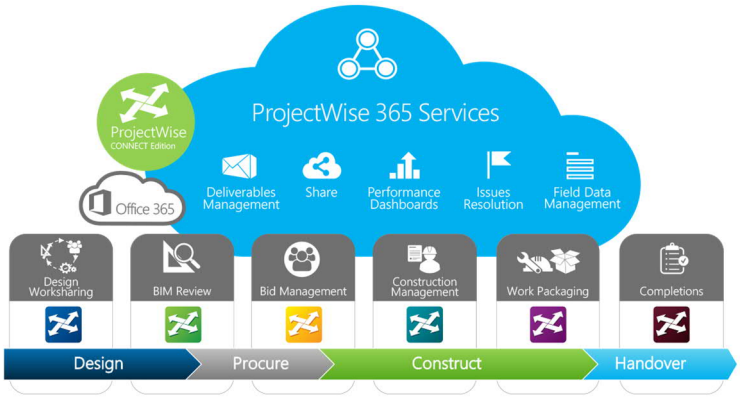


Ilustración 24: Servicios que proporciona ProjectWise (Fotografía: https://www.bentley.com/es/products/brands/projectwise).

- Fotos de las estructuras del terreno de cara a ver las estructuras existentes.
- Planos históricos ("Record drawings") de las estructuras existentes de cara a saber parámetros como alturas, materiales utilizados…

  A diferencia de España, en Reino Unido, cuando se quiere renovar cualquier tramo de vía, hay que ponerse en contacto con el NRG ("National Records Group") y estos reservan los planos del tramo de vía que se quieren modificar.

Capítulo 3 CONCEPTOS FERROVIARIOS

A continuación, se enumeran una serie de términos que resultan interesantes de cara a la compresión del proyecto.

3.1 Sustentación de los sistemas de alimentación de electricidad

3.1.1 Catenaria flexible

Las catenarias flexibles se constituyen de tal forma que, para asegurar una buena captación de energía eléctrica a altas velocidades, la geometría del hilo de contacto se sitúe dentro de unos rangos para que, dicho hilo, se sustente paralelo a la línea férrea y con la tensión apropiada. Es por esto por lo que se tiende un cable sustentador entre los postes de la vía en forma de catenaria. Al tener que estar el hilo de contacto lo más recto posible, se requiere el uso de péndolas para mantenerlo en una posición lo más horizontal que se pueda, dependiendo de las circunstancias de la vía (se hablará de la geometría de las péndolas en el Apartado 3.2).

Ilustración 25: Tranvía de Nankín, detalle de catenaria libre de péndolas (Fotografía: https://thebeautyoftransport.com/2013/11/20/obscure-objects-of-transport-beauty-third-rail-insulator-pot/).

Las ménsulas (Apartado 3.2), tienen una doble función, sujetar el hilo de contacto a una cierta distancia del eje imaginario del centro de la vía (descentramiento) para así poder delinear un zigzag para asegurar un contacto continuo (y, por lo tanto, un desgaste) con el pantógrafo. Se realiza de esta manera para evitar que el pantógrafo se desgaste más por una zona que por otra y prologar su vida útil lo máximo posible. La otra función

que debe asegurar las ménsulas es la de aislar eléctricamente el hilo del poste. Dicho poste es unido a tierra a través de un cable (cable de tierra).

La tensión mecánica de los hilos (tanto de contacto como de catenaria) tiene que ser constante en todos los puntos de la vía, debido a que el contacto con el pantógrafo reporta en el hilo de contacto unas fluctuaciones mecánicas indeseadas. Dichas fluctuaciones tienen que transmitirse a una velocidad mayor que la misma del tren para así poder eludir el surgir de ondas que pueden damnificar a los hilos y motivar la desunión del hilo de contacto con el pantógrafo. Cuando se atiranta el hilo de contacto a una mayor tensión, las ondas se transmiten a una mayor velocidad.

Para velocidades de vía elevadas (como es el tramo de vía en el que se va a llevar a cabo la renovación) los hilos se deben tensionar mediante unos sistemas de pesos o cargas. También se puede llevar a cabo esta acción mediante sistemas hidráulicos.

3.1.2 Tercer carril

Debido al menester de electrificar trenes que transitan por áreas urbanas surge este sistema de alimentación, principalmente en ramales con limitaciones en el gálibo y en tramos históricos en los cuales la implementación del sistema de catenaria conlleva un impacto visual elevado.

La fundamentación de este mecanismo está en la incorporación de un tercer carril localizado en medio de las vías por las que circula el tren, donde se alimenta mediante un patín eléctrico.

Ilustración 26: Tercer carril (Fotografía: https://www.bombardier.com/content/dam/Websites/bombardiercom/News/BT/Bombardier-Transportation-20140904Catenary-Free%20tram-Nanjing.JPG/_jcr_content/renditions/cq5dam.web.320.225.png).

Este sistema implica problemas de seguridad bastante elevados, por lo que, si el montaje pasa por zonas de fácil acceso, esta deberá hallarse señalizada de una manera adecuada y clausurada a los peatones.

3.1.3 Catenaria rígida

Sistema originado para poder paliar los problemas originados por el tercer carril, el cable aéreo de contacto es un carril rígido. La distancia entre los postes que lo sustentan no es muy grande (entre 10 y 12 metros) debido a que su gran masa puede hacer que se deforme. A causa de esto, su práctica se limita a emplazamientos con poco espacio, como pueden ser los túneles.

Ilustración 27: Ejemplo de catenaria rígida. Estación de Nuevos Ministerios, Madrid (Fotografía: https://www.wikiwand.com/es/Sistema_de_electrificaci%C3%B3n_ferroviaria).

Cuando se menciona que fue originado para poder paliar los problemas ocasionados por el tercer carril, se refiere a, por ejemplo, cuando entre abril de 2009 y marzo de 2010, en el Reino Unido, 49 personas fallecieron al pisar el tercer rail y ser electrocutados [BBCN10].

El carril rígido utilizado en la actualidad consta de un perfil de aluminio, el cual lleva encajado un hilo de contacto de cobre en la parte inferior. La electricidad se transfiere por medio del aluminio y del cobre, pero debe ser este último el que debe estar en fricción con el pantógrafo.

3.1.4 Cuarto carril

Localizado en medio de las vías de circulación, tiene como finalidad la conducción de la corriente de retorno, a diferencia del tercer carril, así se rehúye el tránsito de la corriente en los carriles de circulación, perdurando más en el tiempo y eludiendo posibles problemas provocados por la corrosión.

El carril por el que transcurre la alimentación se halla a +420 voltios de corriente continua, mientras que el carril de retorno se halla a -210 voltios, también de corriente continua.

Este método de alimentación está vigente en los metros de, por ejemplo, París, Milán y Londres.

Ilustración 28: Ejemplo de cuarto rail, metro de Londres (Fotografía: https://www.ecured.cu/images/5/5e/Metro_de_Londres.jpg).

3.2 Línea aérea de contacto

De cara a la comprensión de este proyecto, a continuación, se van a dar unas definiciones de partes importantes en el ámbito ferroviario:

El término catenaria, referido en el lenguaje ferroviario, se define como la línea que, a través de un pantógrafo (captador móvil) suministra energía eléctrica a un tren.

La función de dicha catenaria es la de entregar a los motores de los trenes potencias elevadas debido al constante rozamiento con una pletina conductora. Este continuo rozamiento produce un desgaste, el cual se puede retrasar haciendo que las presiones entre los elementos en contacto no sean demasiado elevadas y que el contacto entre ambas sea continuo, para evitar que se desgaste más por una zona que por otra.

Las partes por las que está compuesta una catenaria son:

- El hilo el contacto
- El hilo sustentador
- Las péndolas

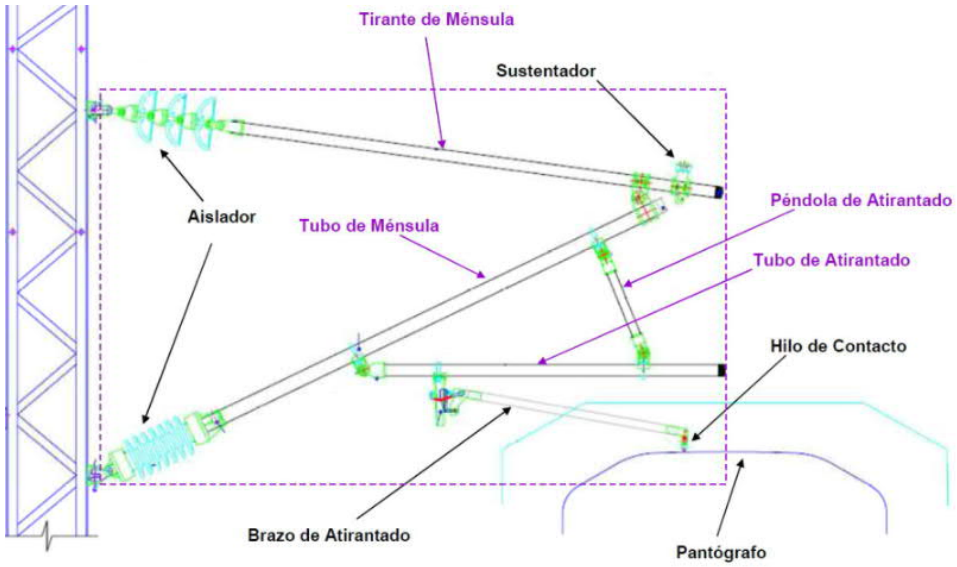


Ilustración 29: Elementos generales de una catenaria (Fotografía: https://www.eadic.com/elementos-de-sustentacion-para-la-catenaria-c-350/).

3.2.1 Hilo de contacto

Es el hilo conductor con el que el pantógrafo va a estar en continuo rozamiento de cara a que haya una transmisión de electricidad y así poder alimentar el motor del tren.

Como se quiere posibilitar un rozamiento entre hilo y pantógrafo homogéneo, lo ideal sería que el hilo siempre tuviera una misma altura respecto al riel más alto, siendo esto bastante utópico.

Más normal es que, debido a ciertas circunstancias (de la vía, de agentes externos…), que esta altura varíe, siendo en este caso fundamental que dicha variación se encuentre entre unos límites predeterminados (más adelante se formulará la definición de gradiente).

Como se va a poder ver en el proyecto, el hilo de contacto varía entre una tecnología y otra, siendo un hilo más tensionado el de UK1, siendo una de las razones por las que se va a poder aumentar la velocidad de la vía.

La geometría del hilo de contacto consta de un hilo de sección de 107 – 120 – 150 mm^2, añadiendo magnesio para así ayudar a realizar una mejor en el aumento de las prestaciones en cuanto al desgaste se refiere. En la actualidad, la utilización de

aleaciones de magnesio, cadmio o plata son utilizadas para poder incrementar las tensiones de trabajo.

En la propia geometría de la grifa de amarre, se ubican dos muescas, las cuales posibilitan penderlos de las péndolas, posibilitando el rozamiento de la parte inferior del hilo con el pantógrafo.

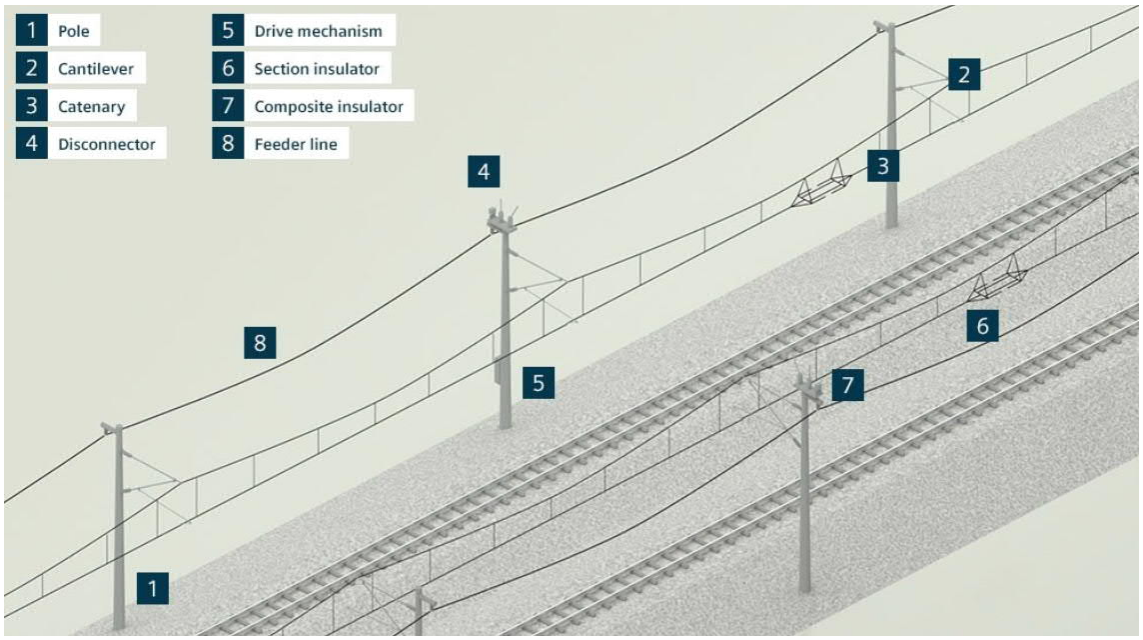
Ilustración 30: Diferentes tamaños de hilo de contacto (Fotografía: "Overhead Line Electrification for Railways, Garry Keenor, 2018").

3.2.2 Hilo sustentador

El hilo de catenaria o sustentador ha de soportar el conjunto integrado por las péndolas y los hilos de contacto, aparte de conservar la tensión mecánica del conjunto.

En líneas de alta velocidad como se pretende que sea el tramo en el que se va a centrar la renovación, se suelen utilizar cables de acero con un recubrimiento en cobre.

Algunas disposiciones de catenaria permiten emplear falsos sustentadores, los cuales son cables situados entre medias del hilo de contacto y el hilo sustentador. Con estos cables, se es posible constituir la denominada péndola en Y.



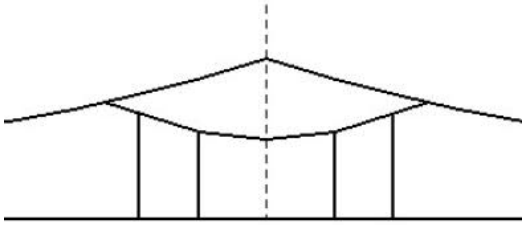


Ilustración 31: Posición del cable sustentador e hilo de contacto en la vía (Fotografía: https://new.siemens.com/global/en/products/mobility/rail-solutions/rail-electrification/contact-lines.html).

Ilustración 32: Ejemplo de falso sustentador.

3.2.3 Descentramiento

Las ménsulas tienen una doble función, como se ha comentado con anterioridad, siendo una de ellas la de sustentar el hilo de contacto a una cierta distancia del eje imaginario del centro de la vía para así poder delinear un zigzag de cara a asegurar un contacto continuo y, por lo tanto, un desgaste con el pantógrafo. A esto se le denomina descentramiento y su función principal es evitar que el pantógrafo se desgaste más por una zona que por otra y prologan su vida útil lo máximo posible. En tramos rectos se utilizará un descentramiento máximo de ±230 mm, aumentando en los tramos que se consideran curvos hasta ±350 mm.

3.2.4 Péndolas

Las péndolas están constituidas por cables tanto de bronce como de cobre cuyo fin no es más que el de sustentar los hilos de contacto a una separación de los raíles establecida. Estas son sustentadas por el hilo de catenaria y se conecta al hilo de contacto mediante grifas, asegurando la continuidad del pantógrafo por la geometría del hilo de contacto, el cual deja libre la parte inferior para asegurar dicho contacto.

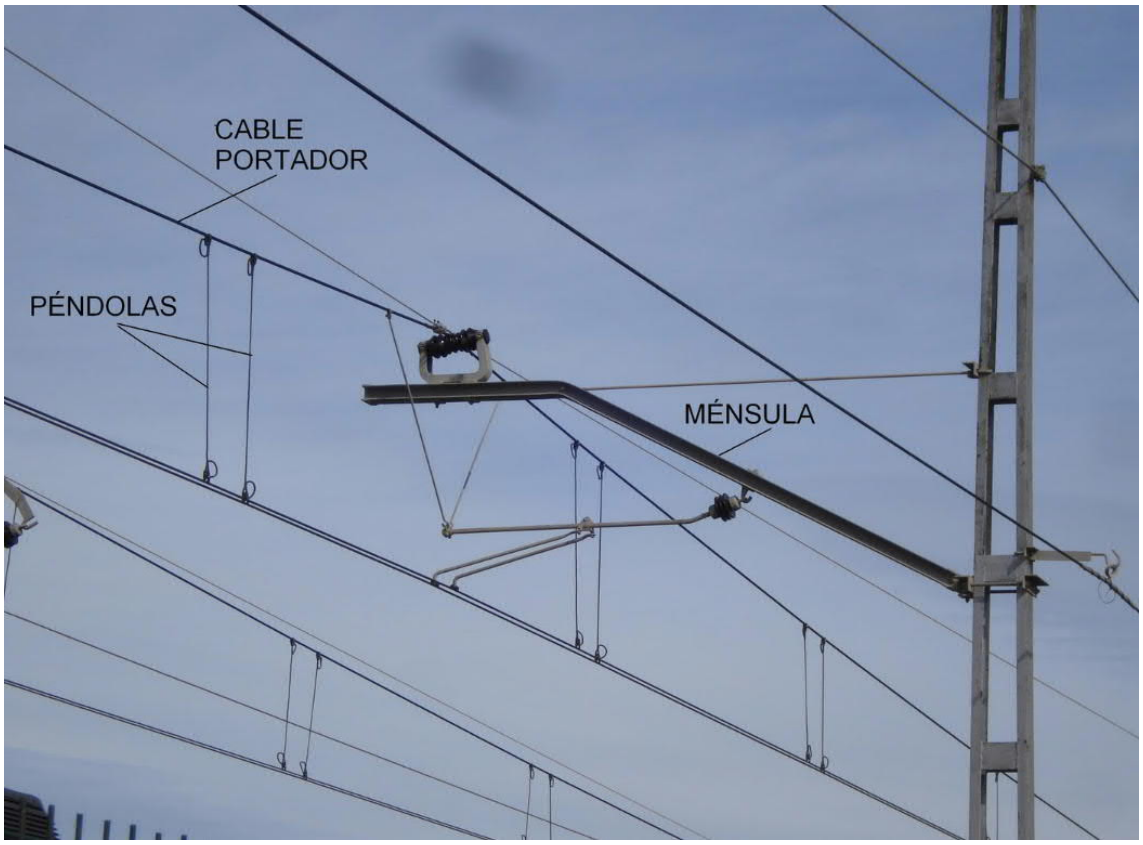


Ilustración 33: Sistema de pendolado en una catenaria (Fotografía: https://4.bp.blogspot.com/_vNFu_XRRH84/S5FFmfqr6OI/AAAAAAAAH0Q/Cnwj36K_iNQ/s1600-h/F4.JPG).

3.2.5 Vano

Se denomina vano como la distancia horizontal entre dos postes adyacentes, pudiendo variar esta distancia, pero estando delimitada por un valor máximo y un valor mínimo, dependiendo el tramo en el que se esté localizado, siendo en tramo recto entre 50 y 64 metros y en tramo curvo mayor ese abanico, pero nunca superando los 64 metros.

3.2.6 Agujas aéreas

Las agujas aéreas son instalaciones que se realizan entre las dos catenarias de un desvío, cruzamiento o escape para permitir el paso de las circulaciones de una vía directa a otra o viceversa, sin disconformidad en la alimentación eléctrica.

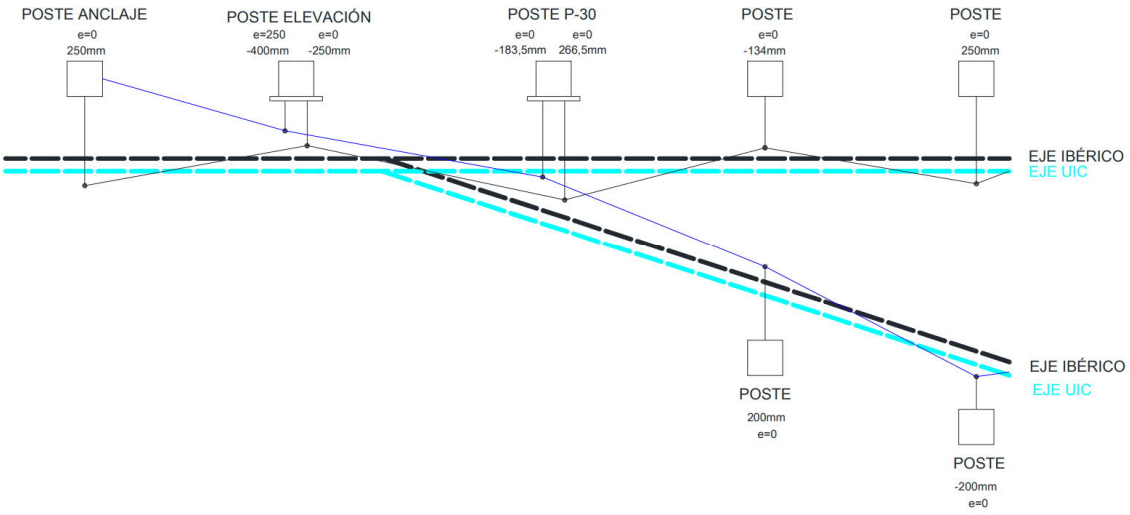


Ilustración 34: Esquema planta aguja cruzada (Fotografía: http://www.seguridadferroviaria.es/recursos_aesf/F747A708-3B71-489C-91A2-10A8BEC48777/144034/021NAE117.pdf).

Durante el proyecto las agujas van a tener un papel importante, debido a que, como se ha comentado con anterioridad, hay dos desvíos. Más adelante en este apartado se analizará más en profundidad otros conceptos importantes relacionado también con las agujas aéreas.

3.2.7 Interacción pantógrafo - catenaria

La interacción pantógrafo – catenaria es fundamental, ya que el pantógrafo ha de estar en contacto con el hilo de contacto en todo momento para poder tener suministro de energía eléctrica. Como se va a poder ver a lo largo del proyecto, esto es clave que se cumpla en todo momento, especialmente cuando haya cambio de seccionamientos en los cables o desvíos de carriles, ya que son los puntos más conflictivos para este tipo de interacción debido a que puede haber un momento en el que o estén los dos cables en contacto con el pantógrafo o ninguno de ellos.

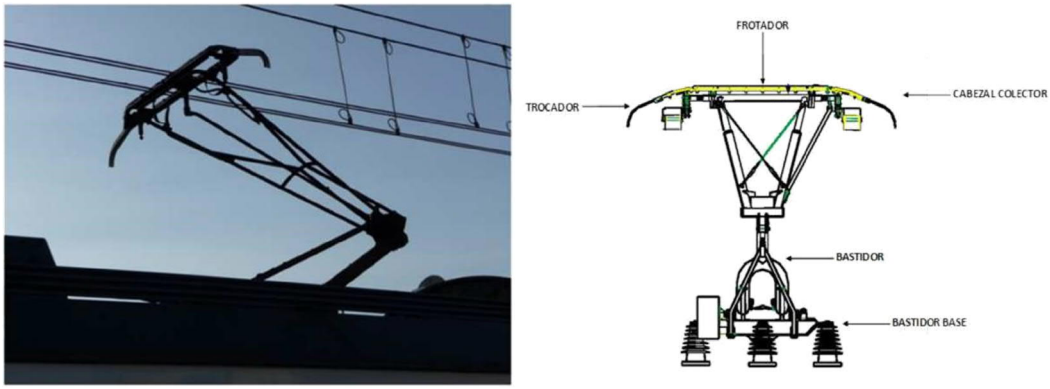


Ilustración 35: Pantógrafo, diferenciando las partes por las que es compuesto (Fotografía: http://www.adif.es/es_ES/comunicacion_y_prensa/fichas_de_actualidad/ficha_actualidad_00070.shtml).

3.2.8 Cantón de compensación

Tramo independiente, anclado a ambos lados, en que se divide la línea aérea de contacto para contrarrestar el efecto de los cambios de longitud de los conductores producidos por la variación de la temperatura [ADIF16].

La línea aérea de contacto se divide en longitudes discretas o cantones, en las que el hilo estará en contacto con el pantógrafo, cuyos requisitos son los siguientes:

- Limitar el movimiento a lo largo de la vía debido a las variaciones en la temperatura ambiente para el hilo tensado automáticamente.
- Proporcionar ubicaciones apropiadas donde se pueda proporcionar convenientemente el aislamiento dentro del vano para el seccionamiento y el uso de transformadores auxiliares.

Los cantones mencionados con anterioridad pueden tener ser cantones sin compensación automática o con terminación fija (“Fixed Termination” (FT)), lo que significa que la tensión varía con la temperatura, o cantones compensados o con terminación auto- tensionada (AT), lo que significa que el hilo está a una tensión nominalmente constante.

Los cantones deben estar restringidos en un punto medio, para evitar que el hilo se desplace en la dirección del tráfico debido al paso de los pantógrafos.

3.2.8.1 Cantón sin compensación automática o terminación fija (FT)

Con el equipo FT, la catenaria es generalmente fija y tensada en cada estructura. El hilo de contacto es tensado en cada estructura, y permite que se expanda y contraiga en el medio, pero este movimiento está restringido por las péndulas unidas a la catenaria.

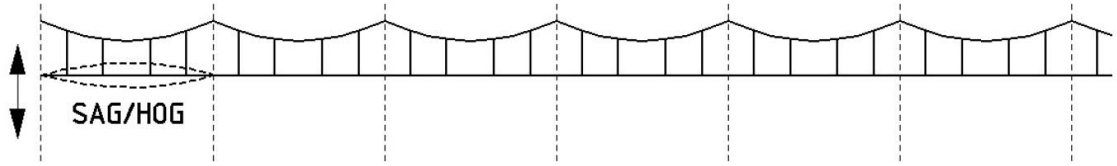


Ilustración 36: Ejemplo de terminación fija.

A medida que aumenta la temperatura, el hilo de contacto se dilata y el hilo se comba entre las estructuras. A medida que disminuya, se contrae. Por esta razón, la recolección de corriente es un problema significativo para los sistemas FT. Se utiliza generalmente en tranvías y donde las velocidades son bajas, pero también se pueden utilizar en curvas muy cerradas.

En el proyecto se usa esta terminación para el hilo de contacto utilizado en el desvío.

3.2.8.2 Cantón compensado o tensado automático (AT)

Con el equipo AT (también conocido como equipo de pesaje de balanza), la catenaria se fija únicamente en el centro del (MPA, ver en el siguiente apartado), y todo el sistema se puede mover libremente alrededor de este punto fijo. La tensión constante es proporcionada por medio de contrapesas fijadas a la OLE en cada extremo de los cantones. Los resortes o tensores de gas también se pueden utilizar en áreas de espacio restringido.

Las pesas se conectan mediante una relación mecánica de 3:1 o 5:1 a través de, lo que reduce el tamaño de la pila de pesas necesaria. Las pesas suben y bajan a medida que el sistema se expande y contrae.

Este movimiento a lo largo de la vía se realiza en las estructuras mediante poleas o ménsulas pivotantes. La tensión no es totalmente constante; varía ligeramente debido a la resistencia causada por las ménsulas, alejándolo de la posición de temperatura neutra.

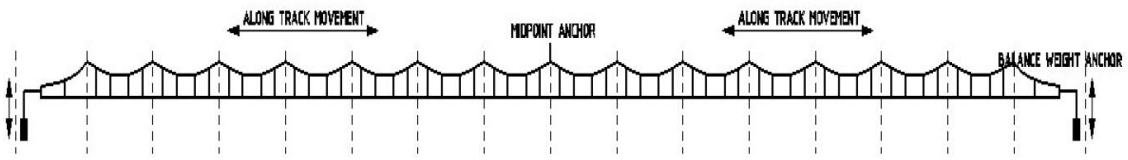


Ilustración 37: Ejemplo de terminación de catenaria autotensada.

A lo largo del proyecto se usarán este tipo de terminaciones, denominadas BWA ("Balance Weight Anchor").

3.2.8.3 Cantón máximo

Los cantones con las terminaciones tensadas automáticamente están sujetas a una longitud máxima. Esto limita la cantidad de movimiento a lo largo de la vía y la resistencia presente dentro del cantón.

LONGITUD MÁXIMA DEL CANTÓN	
Recta	1200 m
Tramo con curvas	900 m

Tabla 1: Longitudes máximas de los cantones en tramos rectos y curvos.

Los cantones con terminación fija no están sujetos a límites formales de longitud. Sin embargo, la disponibilidad de longitudes de bobinas de cableado se debe tener en cuenta a la hora de diseñar los cantones con terminación fija.

3.3 Análisis del tramo a estudiar

Como se ha comentado con anterioridad, el tramo a estudiar se sitúa en la entrada del poblado de Kelvedon, al este de Londres. Este tramo cuenta con las siguientes particularidades:

3.3.1 Paso a nivel

Antes del inicio del tramo a estudiar (en las estructuras B41/41 y B41/42) se sitúa un paso a nivel como puede verse en la Ilustración 38.

Un paso a nivel es una intersección en la que se corta en el mismo nivel una carretera y una línea ferroviaria. En el Reino Unido es NR el organismo responsable del mantenimiento de los pasos a nivel y el encargado de aplicar las medidas oportunas para la reducción de todos los peligros asociados a esta circunstancia.

Ilustración 38: Paso a nivel en Church Street (Fotografía: https://www.google.com/maps/@51.8354573,0.6922501,3a,49.1y,112.86h,90.85t/data=!3m6!1e1!3m4!1sYH005BW1ymHTM0SI9DaLDA!2e0!7i13312!8i6656).

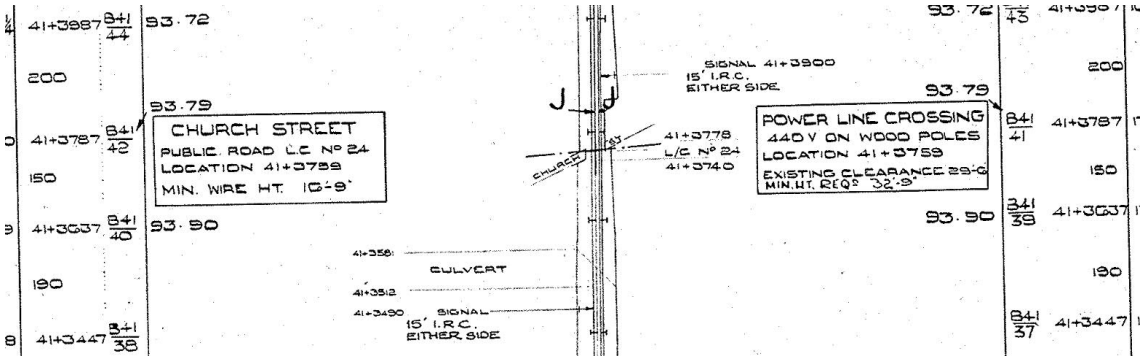


Ilustración 39: Plano histórico de la línea.

En la Ilustración 39 se puede ver el plano con el cual se ha averiguado que el paso a nivel se sitúa en las estructuras que se ha comentado con anterioridad, debido a que el punto kilométrico (PK) del paso a nivel es 41+3778 y la estructura B41/41 y B41/42 se sitúan en el PK 41+3787.

Se ha de comentar que la unidad de los PK en el Reino Unido es el pie (1 pie = 0,3048 metros), por lo que la distancia que hay entre el final del paso a nivel y la estructura será de:

$$(3787 - 3778) * 0{,}3048 = 2{,}7432\ metros$$

Como se puede prever, los pasos a nivel no son deseables en la actualidad, pero cuando se construyó la red ferroviaria hace cerca de 180 años había un nivel de vida más lento que el actual. En la actualidad, NR está cerrando pasos a nivel siguiendo los siguientes pasos:

- Uso de la travesía y las necesidades de los usuarios de la travesía.
- "Diversity Impact Assessments"[11] (DIA).
- El riesgo para los usuarios en la travesía (esto incluye observar la frecuencia de los trenes y las distancias de observación).
- Los requisitos del sistema ferroviario operativo.
- El estatuto jurídico de la travesía, tanto si se trata de un derecho de paso público como privado.
- Propiedad y disponibilidad de la tierra.
- El historial de la travesía en cuanto al número de cuasi accidentes e incidentes.

[11] Es el método que elegido por NR para integrar el pensamiento sobre la diversidad y la inclusión, y para demostrar que se está cumpliendo con el deber de igualdad en el sector público. Al igual que un proceso de evaluación de riesgos, DIA es una herramienta que ayuda a que los programas, políticas y proyectos - y la forma en que se diseñan, construyen y operan los servicios - funcionen bien para los empleados y los pasajeros.

- El coste del cierre.

Si se considera que la clausura es una opción viable, estos factores se utilizan para informar el desarrollo de una metodología de clausura. Esto podría incluir un desvío, una pasarela escalonada, una pasarela con rampa, un puente y ascensores o un paso subterráneo [ORAR18].

Una de las medidas de seguridad de los pasos a nivel en los principios de diseño de la catenaria es: "La mínima altura que debe tener el cable de contacto debe ser 5800 mm o 5600 mm debidamente justificado por un "Common Safety Method for Risk Evaluation and Assessment" (CSM RA)" extraído de la norma NR/L2/ELP/02.

En el Reino Unido hay diferentes tipos de pasos a nivel, pero el que se tiene justo antes del tramo a estudiar es un AHBC – "Automatic Half Barrier Crossing", como se puede comprobar en la Ilustración 40:

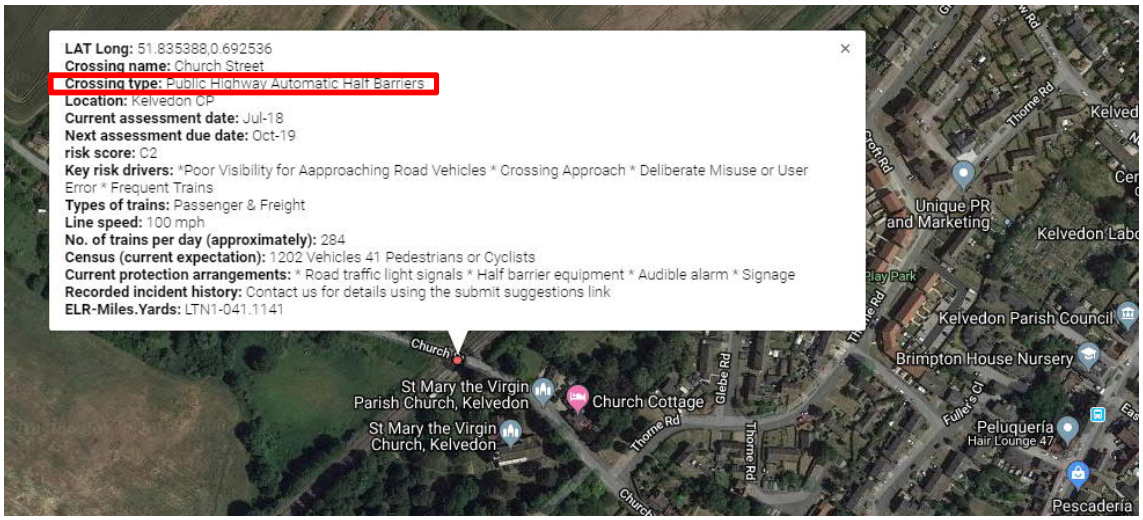


Ilustración 40: Paso a nivel situado entre las estructuras B41/41, B41/42, B41/43 y B41/44 (Fotografía: https://www.networkrail.co.uk/communities/safety-in-the-community/level-crossing-safety/).

Esto provoca que el cable de contacto venga con una pendiente negativa que hay que tener muy en cuenta en el tramo a estudiar, ya que unas estructuras más adelante se sitúa un paso inferior y hay que realizar una reducción brusca de la altura del cable de contacto y ver cómo es factible dicha reducción.

3.3.2 Overlap

Justo en mitad de la reducción de la que se ha hablado con anterioridad se localiza un "overlap" o seccionamiento.

Este seccionamiento es la zona de solape de catenarias en los extremos de dos cantones de compensación adyacente

Este seccionamiento conlleva dificultades debido a que hay que seleccionar el tipo de ménsulas para cada hilo de contacto diferenciándolos entre cables “in running”, es decir, los hilos que van a estar en contacto con el pantógrafo, o cables “out of running”, hilos que no van a estar en contacto con el pantógrafo.

También conlleva dificultad ajustar el gradiente entre el paso a nivel y el paso inferior en este tipo de circunstancias, por lo que se hará hincapié en cómo se ha llegado a la solución óptima.

Más adelante se comentará los pasos seguidos para la sustitución de la tecnología Mk1, pero a continuación se muestra el plano UK1/004/200 (“Insulated & Uninsulated Overlap Cantilever Construction Simple Catenary A.T. Equipment 200 Km/H - Mark 1 Upgrade”) en el que se ve cómo se realiza un “overlap”.

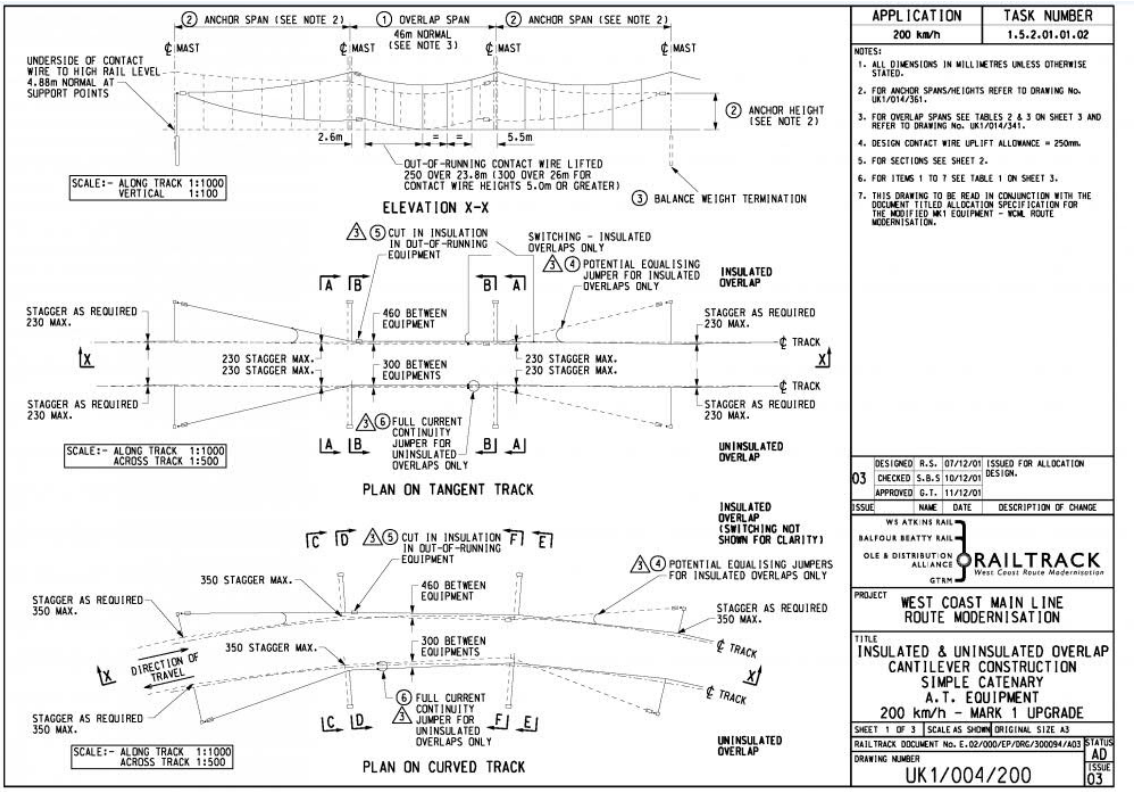


Ilustración 41: Plano UK1/004/200.

3.3.3 Paso inferior

Hay que tener en cuenta también el propio paso inferior, ya que hay que asegurar un aislamiento eléctrico que muchas veces es difícil de conseguir, por lo que será también uno de los elementos clave a la hora de estudiar este tramo en cuestión.

Se dice paso inferior en lugar de túnel ya que es una obra realizada en un elemento artificial que salva el cruce y el túnel es una obra de excavación realizada en un elemento natural para permitir el paso de una vía de circulación.

Ilustración 42: Paso inferior visto desde la estructura B41/59.

Ilustración 43: Paso inferior visto desde la estructura B42/02.

3.4 Información adicional de cara a la comprensión del proyecto

3.4.1 Red bond

Ilustración 44: Ejemplo de "red bond" en Acton, Reino Unido (Fotografía: Overhead Line Electrification for Railways).

Las estructuras OLE se unen al cable de tierra en lugar de ir directamente al carril de retorno de tracción. El cable de tierra puede estar enterrado, pero por lo general está suspendido desde el aire entre las estructuras por razones de seguridad.

En todos los puntos de alimentación y seccionamiento también se dispone de enlaces para conectar los carriles de retorno de tracción y el embarrado neutro en la estación de alimentación, ATS o TSC ("Automatic Train Stop" y "Track Sectioning Cabin"). Esto forma el camino principal para que la corriente de retorno de tracción salga de los rieles, y como tal estos cables pueden dar lugar a voltajes peligrosos si se desconectan. Por esta razón, en el Reino Unido están designados y marcados como "red bonds", lo que significa que no deben ser desconectados sin aislamiento.

Siempre asuma que la OLE, y cualquier cosa en contacto con ella, es vivo y extremadamente peligroso. Hay que asegurarse de no acercarse a menos de 2,75 metros (9 pies) de distancia de la fuente de alimentación OLE.

Se debe informar inmediatamente al Operador de Control Eléctrico (ECO) de cualquier "red or yellow bond" que se encuentre desconectado, roto o defectuoso. Se debe incluir el color de la unión, y la ubicación de la unión.

3.4.2 Fit Free Area

Se requieren medidas especiales cuando las vías divergen o convergen en un desvío, por lo que el diseño ha de proporcionar:

- continuidad de la captación de corriente
- bajo riesgo de desconexión debido a la conexión del pantógrafo.

Posicionamiento de la estructura de desvíos

El hilo de contacto estará necesariamente en contacto con ambos hilos de contacto durante un corto período de tiempo a medida que pasa a través de la participación. Por lo tanto, el principal medio de controlar el riesgo de captación de corriente y de desconexión es mediante el uso de geometría apropiada en el área donde las dos pistas divergen.

El objetivo de esta geometría es asegurar que:

El hilo de contacto convergente o divergente deja o se encuentra con el pantógrafo sin perderse en la zona alrededor de los extremos del pantógrafo, donde existe riesgo de enganche;

Se mantiene un espacio mecánico entre el pantógrafo y cualquier OLE de apoyo. (la “fit-free area”);

La “fit-free area” es la zona ficticia en la que se asegura una transición segura entre los hilos de contacto. En esta área no puede haber abrazaderas, pero si pueden ubicarse péndolas.

El libro verde de Siemens explica que para proceder con el desvío los hilos de contacto han de situarse en una posición exacta donde se tienen que cruzar, pero para la tecnología UK1 sólo tienen que estar fuera de la “fit-free area” y que el punto de contacto entre ambos hilos debe darse entre los centros de cada vía para asegurar un buen contacto entre el hilo de contacto y el pantógrafo.

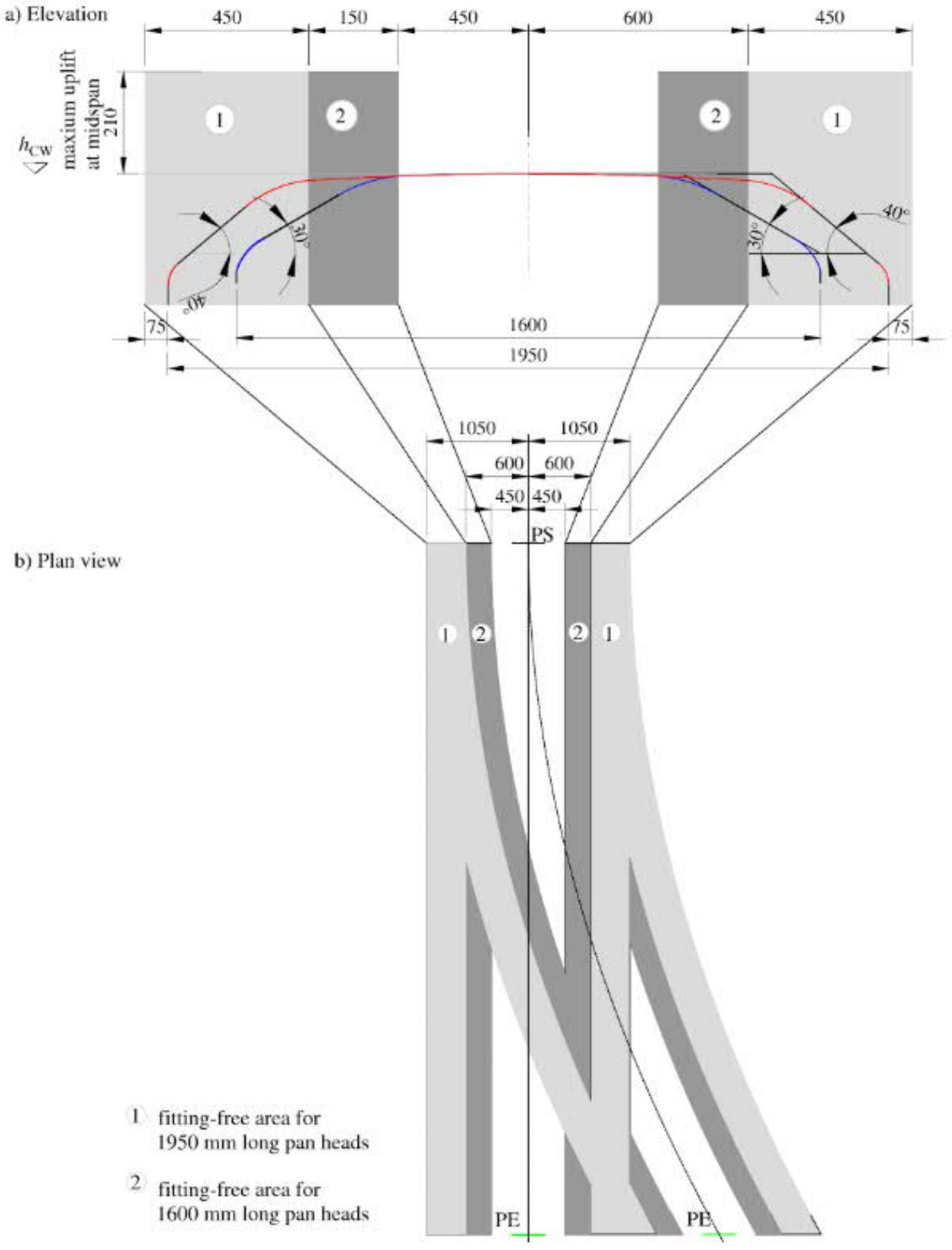


Ilustración 45: "Fit-free area" (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados").

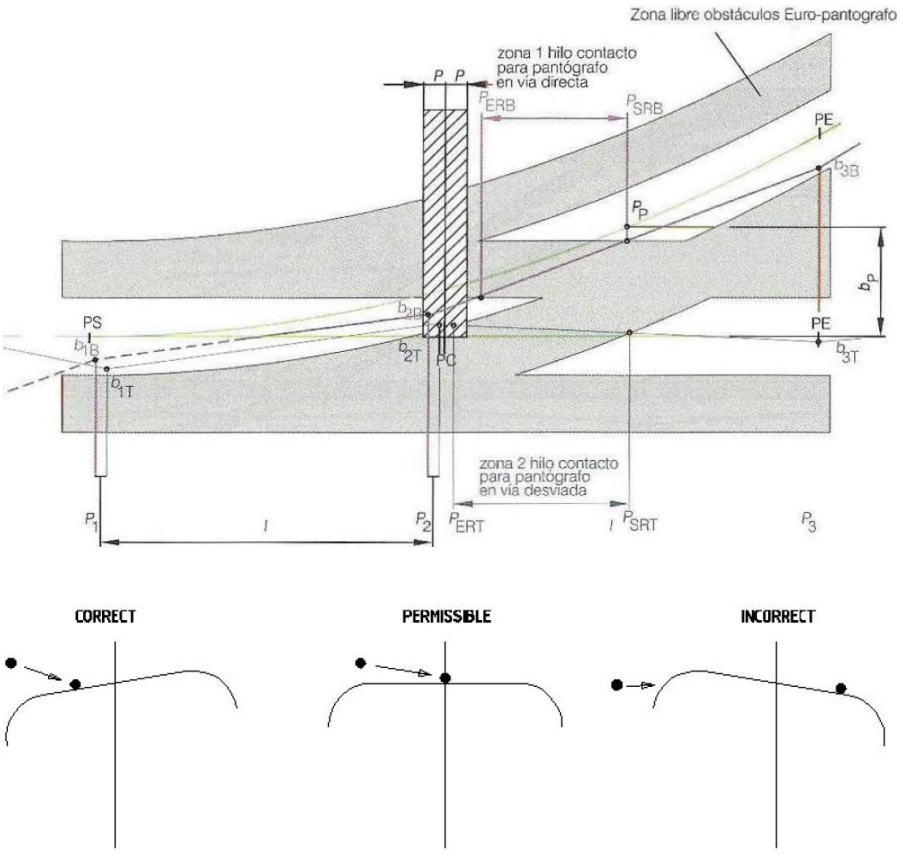


Ilustración 46: Posición de los hilos de contacto con respecto a los centros de vía para que haya una transición del pantógrafo correcta (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados").

Ilustración 47: Distintos tipos de transición del pantógrafo (Fotografía: "Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados").

La imagen anterior muestra los distintos tipos de contacto entre el hilo y el pantógrafo, siendo el diseño permisible si el contacto se encuentra fuera de uno de los centros de una vía e incorrecto si se localiza fuera de ambos.

3.4.3 MPA ("Mid Point Anchor")

Los anclajes de punto medio deben colocarse en un lugar adecuado en o cerca del punto medio del recorrido del cable entre equipos de auto - tensado, donde puede lograrse la contención de la catenaria. Cada mitad de la carrera del cable es libre para moverse de acuerdo a la temperatura ambiente.

Existen tres métodos estándar para proporcionar un punto medio ancla:

- Una sola ménsula en voladizo con cables de anclaje que van desde la catenaria hasta un anclaje en la siguiente. a lo largo de la vía férrea en cada dirección;

- Una serie de abrazaderas de catenaria en sucesivos “headspans” - típicamente 5 estructuras.
- Terminación directa de la catenaria en el dintel, con el aislamiento y jumpers adecuados.

Ilustración 48. MPA situado en el dintel.

Los puntos medios de anclaje deben elegirse cuidadosamente para utilizar las estructuras que ya se están proporcionando como soporte y registro. La estructura debe ser capaz de soportar una rotura de cable en un lado de la MPA.

3.4.4 Knuckles

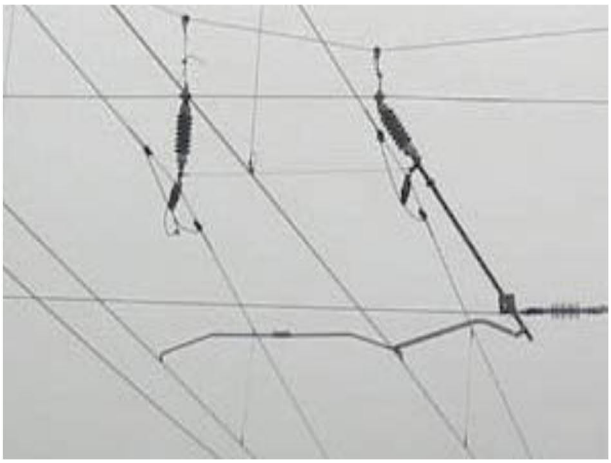


Ilustración 49: Ejemplo de “Knuckle”.

En zonas de cruces y cruces complejos, a veces no es posible lograr el registro por medio de un brazo de registro. En este caso, se puede usar un “knuckle”

Se trata de un brazo horizontal que se sujeta al hilo de contacto en cada extremo, y una disposición similar de los cables para el cableado. catenaria.

Los “knuckles” introducen un punto duro en el sistema debido a que no tienen soporte. También puede ser un movimiento diferencial excesivo si los dos hilos se mueven a diferentes velocidades a lo largo de la vía con la temperatura, cambiando la geometría horizontal. Por lo tanto, no se prefieren para los sistemas de ferrocarril pesado, y sólo deberían se utilizará cuando el registro convencional no sea factible. Los “knuckles” son extensivamente usados en sistemas antiguos en áreas complejas como estaciones y cruces, pero en la actualidad la norma dice: “El ingeniero sólo utilizará los “knuckles” en los sistemas de ferrocarriles pesados cuando no sea posible la inscripción convencional. Esta utilización deberá ir acompañada de un cálculo del movimiento diferencial”.

3.4.5 Jumpers

Los “jumpers” se dividen en dos categorías distintas, utilizadas para diferentes propósitos.

3.4.5.1 Jumpers equipotenciales

Los puentes equipotenciales se proporcionan en lugares donde se requiere que dos o más elementos de OLE se encuentren en el mismo potencial eléctrico, y que, de lo contrario, estaría desconectado.

Se deben proporcionar puentes equipotenciales:

- A intervalos regulares a lo largo de un hilo de contacto (vea la Ilustración 49 - conocidos como puentes C debido a sus de forma), para igualar el potencial entre la catenaria y el hilo de contacto (ya que las péndolas están generalmente diseñadas para transportar corriente)

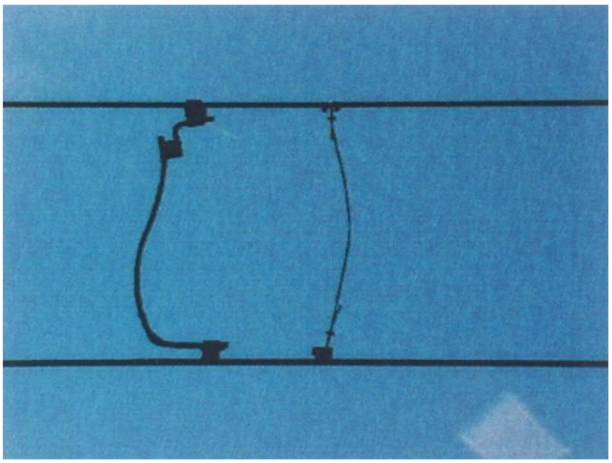


Ilustración 50: Jumper equipotencial entre hilo de contacto y catenaria.

- Cuando un cable se cruza o se encuentra muy cerca, y se requiere que esté en el mismo punto de contacto eléctrico. (consulte la Ilustración 50 más adelante)

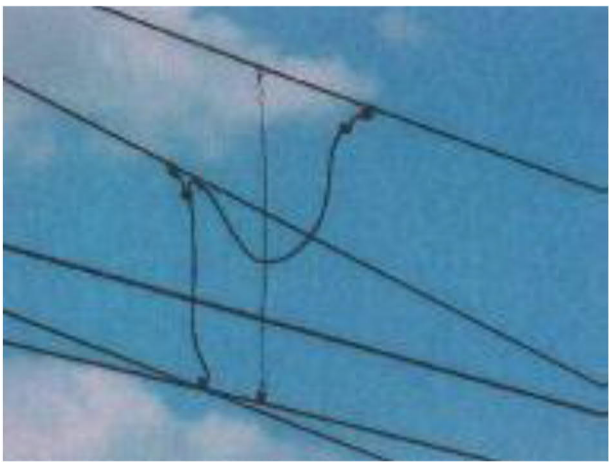


Ilustración 51: Jumper equipotencial entre cables.

- En los solapamientos aislados, para igualar el potencial del equipo que está fuera de funcionamiento en cada extremo de la superposición (vea la Ilustración 51 arriba).

3.4.5.2 Puentes de corriente

Los puentes de corriente (ver Ilustración 51 abajo) - también conocidos como cortinas dobles - se proporcionan en lugares donde dos o más cables se unen, y se espera que la corriente de tracción fluya de uno a otro bajo operación normal.

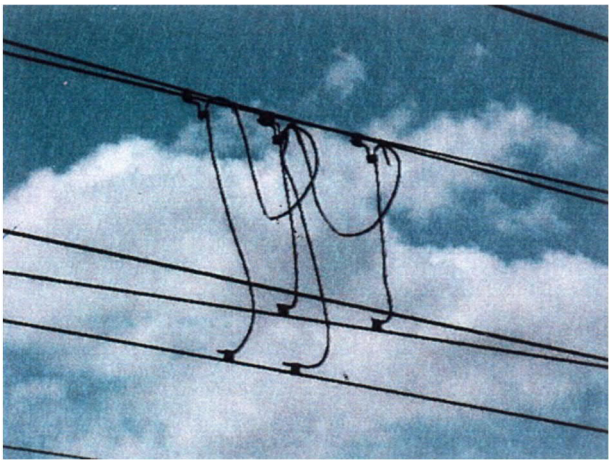


Ilustración 52: Jumper de corriente.

Deberían estar localizados en:

- Donde el cable corre se bifurca en un desvío
- En uno de los extremos de un solapamiento no aislado (normalmente el extremo cruzado).

3.4.6 Conmutadores y sitios de seccionamiento

Se proporcionan ubicaciones de seccionamiento para dividir el sistema OLE en subsecciones eléctricas discretas que pueden ser aislados para fines de mantenimiento y eliminación de fallos. El seccionamiento está diseñado para equilibrar estos con limitaciones de costes.

3.4.7 Aisladores de sección

Los aisladores de sección (“Section insulator” - SI) se utilizan para separar eléctricamente las subsecciones eléctricas cuando no es práctico se superponen. Para los esquemas de electrificación de la línea principal, los aisladores de sección sólo están permitidos en cruces, bucles y apartaderos, debido a su bajo rendimiento dinámico en las líneas de rodadura. Para los sistemas de tranvías, los SIs también se utilizan en líneas de conducción.

Las posiciones SI deben definirse en el diseño de la sección o, en el caso de ubicaciones existentes, en el registro. dibujos.

El tipo de SI utilizado dependerá de la aplicación y de la velocidad de la línea. Las SI de baja velocidad son adecuados sólo para aplicaciones de baja velocidad, ya que son pesados y representan una dificultad para los propios hilos. Además, son direccionales y deben configurarse para la dirección dominante del tráfico.

Ilustración 53: Aisladores de sección de velocidad lenta.

Los SI de alta velocidad (véase la figura 8) son ligeros y utilizan aisladores de microesferas de cerámica, y pueden utilizarse para velocidades más altas. En el caso del ferrocarril pesado del Reino Unido, se deben utilizar sistemas integrados de alta velocidad para los equipos nuevos y modificados.

Ilustración 54: Aislador de sección de alta velocidad situado en una estructura.

Debe tenerse en cuenta que los aisladores de sección están sujetos a restricciones escalonadas debido a la anchura del patín. montaje. Estas restricciones deben tenerse en cuenta a la hora de establecer los escalones en una SI y a ambos lados de esta.

También hay que tener en cuenta los posibles problemas asociados a aisladores de sección.

En este caso hay que tener en cuenta el peso asociado al propio aislador de sección y la repercusión que tiene sobre el cable de contacto y el pendolado.

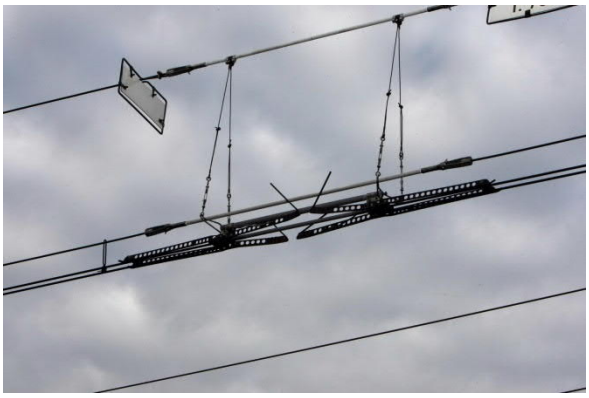


Ilustración 55: Aislador de sección de alta velocidad situado a lo largo del hilo de contacto.

Hay que tener también especial cuidado en los dos desvíos que tiene el tramo a estudiar, en especial por la colocación de los hilos de contacto y la posible iteración que pueden tener entre ellos si se colocan de forma defectuosa. Por ello hay que tener especial cuidado con la colocación de las agujas aéreas.

3.4.8 DEPs ("Designated Earth Point")

Los DEPs son un mecanismo para proporcionar aislamiento secundario y protección a los ayudantes de línea que trabajan en OLE en un aislamiento. Esto funciona proporcionando un camino fijo para cualquier potencial a tierra mediante el corte de un cable en las partes activas hasta el lado conectado a tierra.

Ilustración 56: ejemplo de DEP.

Las siguientes reglas se utilizarán con respecto a las colocaciones de DEPs.

Los DEP estarán situados al menos cada 400 m a lo largo de la vía (excluidos los túneles) y en estructuras que formen límites de aislamiento de la siguiente manera:

- A ambos lados de la estructura de una sección neutra;
- En la estructura que forma el anclaje en cada extremo de un recubrimiento aislado;
- En la estructura a ambos lados de una línea en marcha SI.

Puede ser necesario ajustar el DEP en la estructura anterior, si hay accesorios en línea en el límite estructura que impide la aplicación de tierras portátiles.

Los DEPs se instalarán en la estructura más cercana a cada lado de una SI en un cruce, donde el DEP puede ser situado a 2,75 m de distancia de los equipos en tensión (por ejemplo, al otro lado del SI).

Capítulo 4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

De cara a la realización del proyecto en cuestión y como se ha comentado con anterioridad, se ha de explicar la herramienta desarrollada en Excel paso a paso, seguido de la explicación de su utilidad a lo largo de las estructuras del trazado.

Más adelante se verá las ménsulas y los amarres a las estructuras para proceder a hacer el cambio de tecnología, explicando los motivos por los que se ha llegado a la opción escogida.

Para finalizar el capítulo se explicarán los planos de las secciones transversales en detalle, junto con cada referencia utilizada y el cómo se ha llegado a dicha solución.

4.1 Excel

De cara a realizar los cálculos, se procede a hacer una hoja de cálculo que contenga los valores que influyen en el posicionamiento de la altura y de los descentramientos de los hilos de contacto a partir de los datos de trazado de la vía.

Como se ha comentado con anterioridad, en el tramo en el que se centra el proyecto se mantienen las estructuras existentes, actualizando solo la tecnología de catenaria, es decir, se disponen de planos históricos del tramo, muy útiles de cara a saber la localización de estas.

Para comenzar dicha hoja de cálculo, se empieza por diferenciar entre las distintas vías que tiene el plano representado: “Down-Main” (DM), “Up-Main” (UP) y “Cross-Over” (X-O).

Una vez hecha esta distinción, se procede a medir sobre el plano para corroborar en qué punto kilométrico están situadas las estructuras del tramo a estudiar.

En las diferentes vías se va a tener que poder disponer de los valores que se van a explicar a continuación y verificar que están dentro de sus valores máximos y mínimos.

4.1.1 Altura del hilo de contacto

Es una de las finalidades de esta hoja de cálculo. Se quiere hallar la altura del hilo de contacto en función de que todos los parámetros nombrados a continuación estén en los rangos permitidos y que esté a una altura que permita asegurar su aislamiento eléctrico.

Como anteriormente se ha comentado, es fundamental que la altura del hilo no tenga variaciones muy significativas entre estructuras adyacentes, ya que puede darse un mal contacto entre pantógrafo e hilo de contacto y no poder transmitirse bien la energía eléctrica entre ambos. Para ello, en el Apartado 4.1.8, se va a explicar el concepto de gradiente, en el que se delimita esta variación.

Si cada hilo se localiza en una ménsula distinta, se toma como referencia el carril más elevado en cada vía para poder medir la altura de cada hilo de contacto.

Si dos o más hilos están localizados en una misma ménsula, el carril más elevado es la referencia para poder medir la altura de cada hilo de contacto.

4.1.2 Descentramiento

Es otra de las finalidades de la hoja de cálculo. Mide la distancia horizontal que existe entre el eje de la vía y el hilo de contacto en el apoyo, para retrasar en el tiempo el desgaste en el pantógrafo. El descentramiento está delimitado entre su valor máximo y su mínimo. Si esto no se cumple, podría haber mal contacto entre el pantógrafo y el hilo de contacto, pudiendo tener consecuencias drásticas.

4.1.2.1 Máximo descentramiento

Dicho descentramiento varía entre tramo recto y curvo, siendo ±230 mm su límite en tramos rectos y ±350 mm su límite en tramos curvos.

Si te sitúas en la línea imaginaria que simboliza el centro de la vía, el símbolo “+” hace referencia a los descentramientos que se sitúan a la derecha de la vía (dejando de espaldas la ciudad de Londres) y el símbolo “-” hace referencia a los descentramientos que se sitúan a la izquierda de la vía.

Aunque, como norma general, el máximo descentramiento en curva es ±350 mm, la norma NR/GN/ELP/27415 hace referencia a la norma NR/L2/ELP/21088, en la que hay

una ecuación en la que el máximo descentramiento disminuye cuando se tiene una altura del hilo de contacto mayor a la altura del hilo nominal.

$$S_M = 380 - [(H - 4700) * 0{,}040]$$

Siendo:

- 380 = medido en mm, máximo descentramiento en curva para Mk1 (NR/L2/ELP/21088/02).
- H = la altura del hilo de contacto en cada estructura.
- 4700 = altura estándar en mm a partir del cual se debe reducir el descentramiento.
- 0,040 =se va reduciendo el descentramiento $40\,\frac{mm}{m}$ en función de según se vaya sobrepasando la altura estándar.

Se puede apreciar que, en la fórmula anterior, está definida para la tecnología Mk1, por lo que, para el proyecto se va a utilizar la siguiente fórmula:

$$S_M = 350 - [(H - 4700) * 0{,}040]$$

Siendo:

- 350 = medido en mm, máximo descentramiento en curva para UK1 (NR/L2/ELP/21088/15).

Original Designation	Contact Wire Stagger			Pan Sway (+/-)		Deviation at 4.7m Ht	
	Tangent Track (+/-)	Outside of Curve *	Inside of Curve *	With Wind	Without Wind	From Track C/L *	From Pan C/L **
UK1-01-AT-S-ST	230	350	320	190	130	400	650
UK1-02-AT-S-ST	230	350	320	190	130	400	650
UK1-03-AT-S	230	350	320	190	130	400	650
UK1-04-AT-S	230	350	320	190	130	400	650

Ilustración 57: Extracto de la norma NR/L2/ELP/21088/15, descentramientos.

4.1.2.2 Mínimo descentramiento

Los valores mínimos de descentramiento varían según el tipo de equipo. Los valores mínimos de descentramiento para los diversos sistemas OLE utilizados en el Reino Unido se encuentran en el módulo correspondiente de la norma NR/L2/ELP/21088.

Para tramos rectos, el descentramiento mínimo varía según el tipo de brazo que tenga el equipo en cuestión. Como norma general se ha utilizado el brazo de 1100 mm (brazo estándar en la industria). El descentramiento también varía en función del peralte, pero en el proyecto, el peralte es cero en todos sus puntos, por lo que no afecta dicha variación.

Steady Arm	Contact Wire Height (mm)	Tangent Track	50mm Cant	150mm Cant
1110 (DC)	4300	15	75	115
	4880	50	110	160
	5940	160	205	250

Ilustración 58: Variación del descentramiento en función del peralte (NR/L2/ELP/21088/15).

4.1.3 Altura del sustentador

Dependiendo de la estructura en la que se apoye tendrá una altura u otra, siendo una condición indispensable que siempre deberá asegurar el aislamiento eléctrico.

La distancia entre el hilo y el sustentador se denomina altura del sistema, definición útil a lo largo del proyecto.

La altura del sistema estándar para UK1 es 1980 metros, pero generalmente varía.

A la hora de realizar el pendolado, si alguna altura del sistema es mayor o menor de la altura estándar, se han de realizar correcciones que se explicarán más adelante. También se han de aplicar correcciones si en el hilo se sitúan cargas por algún tipo de motivo.

4.1.4 Peralte

Definido en la Real Academia Española (RAE) como la diferencia en la elevación de la parte exterior y la interior de una curva, en una carretera o vía. (http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=peralte)

Es un parámetro de entrada que viene dado por el diseño de trazado, aunque, como se ha comentado con anterioridad, en el caso del proyecto, va a ser cero en todos los puntos.

4.1.5 Radio de curvatura

En un tramo curvo. representa el radio que sigue dicha curva. Es un parámetro de entrada que viene dado por el diseño del trazado.

Se relaciona con el término "versine"[12], dato importante para el cálculo de parámetros, mediante la fórmula registrada en la norma:

$$R = \frac{Span^2}{8 * V}$$

Siendo:

- R = radio de curvatura
- Span = Longitud entre vanos adyacentes
- V = versine

Cuando el tramo es recto, el radio se aproxima a infinito, por lo que el "versine" es cero.

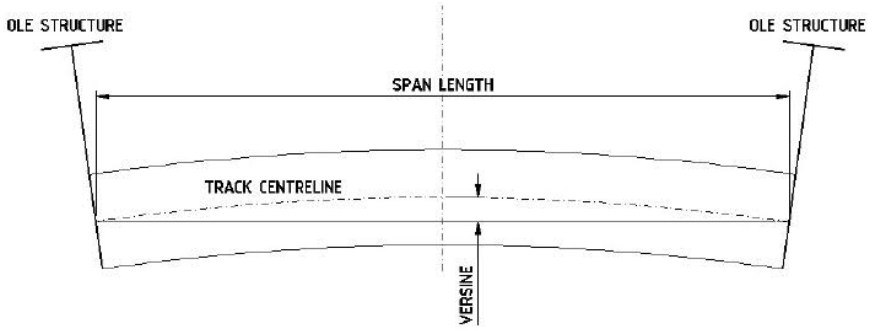


Ilustración 59: Explicación visual "versine".

4.1.6 Vano

Distancia entre estructuras registradas en el plano histórico en sentido longitudinal de la vía.

Dichas estructuras se localizan en función del PK de la vía. Esta distancia debe no ser mayor a una variación de 22 metros entre vanos consecutivos en tramos de vía abierta de acuerdo a la norma NR/GN/ELP/27088.

[12]"Versine": utilizado en curvas, es la distancia mayor entre el borde de rodadura del carril y un punto tangente en una recta trazada entre dos puntos, generalmente estructuras adyacentes.

4.1.7 "Mid Span Offset"

Es la distancia del hilo de contacto al centro de la vía entre dos estructuras. Este parámetro va a tener que diferenciarse dependiendo de si el tramo estudiado es curvo o recto, por lo que, como se verá en la Ilustración 70.

En la norma NR/GN/ELP/27415, se aprecia que la diferencia de la fórmula entre tramos es la inclusión del "versine", pudiendo generalizarla como:

$$M = V + \frac{S_1 - S_2}{2}$$

Siendo:

- S_1 = el descentramiento del hilo en la primera estructura.
- S_2 = el descentramiento del hilo en la segunda estructura.

Como se ha comentado con anterioridad, si el tramo es recto el "versine" es cero, siendo esa la fórmula en tramos rectos.

4.1.8 Gradiente

Parámetro restrictivo que ha de estar entre su valor máximo y su valor mínimo. No cumplir este parámetro puede significar un cambio entre vanos contiguos no deseados por el pantógrafo, haciendo que se desgaste con mayor facilidad y no asegurando el contacto requerido entre el hilo de contacto y el pantógrafo.

La fórmula para el cálculo del gradiente se localiza en la norma NR/GN/ELP/27415, siendo esta:

$$G = \frac{L}{H_c}$$

Donde L es la longitud entre vanos y H_c es H_2-H_1 tal como se muestra en Ilustración 60.

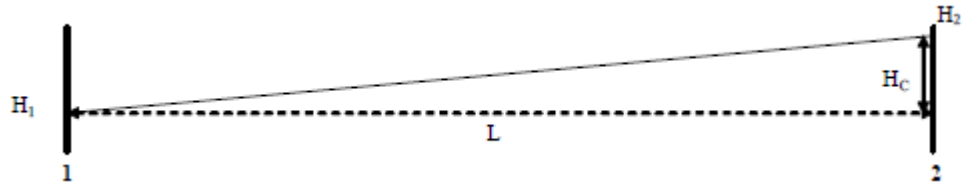


Ilustración 60: Explicación visual del gradiente.

El máximo gradiente es definido como 1 x 5 veces la velocidad de la línea en mph, es decir, si la velocidad de la vía es de 70 mph, el gradiente máximo es $70 * 5 = 350$, teniendo que ser este mayor o igual a este gradiente máximo definido-

Como puede verse en la fórmula, cuanto menor sea H_c, mayor será G, siendo menor la pendiente del hilo entre estructuras, estando lejos del límite.

El gradiente puede ser positivo o negativo dependiendo de la dirección. Un gradiente negativo quiere decir que entre estructuras consecutivas el hilo de contacto tiene mayor altura en la estructura 1 que en la estructura 2 (siguiendo el ejemplo de la Ilustración 60).

Cuando 2 estructuras estén a la misma altura se considerará que está "Nivelado", no habiendo gradiente entre dichas estructuras.

4.1.9 Cambio de gradiente

Parámetro restrictivo que ha de estar entre su valor máximo y su valor mínimo. No cumplir este parámetro puede significar un cambio entre vanos consecutivos no deseados por el pantógrafo, haciendo que se desgaste con mayor facilidad y no asegurando el contacto requerido entre el hilo de contacto y el pantógrafo.

La fórmula por la que se va a regir este parámetro está localizada en la norma NR/GN/ELP/27415:

$$\Delta G = \frac{1}{\frac{1}{G_1} - \frac{1}{G_2}}$$

Siendo ΔG el cambio de gradiente y G_1 y G_2 el gradiente entre las estructuras 0-1 y 1-2.

El máximo cambio de gradiente es definido como 1 x 10 veces la velocidad de la línea en mph, es decir, si la velocidad de la vía es de 70 mph, el gradiente máximo es $70 * 10 = 700$.

El cambio de gradiente calculado debe ser mayor o igual a este cambio de gradiente máximo definido.

Cuando 2 gradientes se consideren que están "Nivelados", el cambio de gradiente se considerará "Nivelado".

4.1.10 Sweep ratio

El "Sweep ratio" mide la longitud del pantógrafo que roza con el hilo de contacto entre vanos.

Este parámetro se localiza en la norma: NR/L2/ELP/27715/02, haciendo hincapié en que no puede ser distinto de cero en cinco vanos consecutivos, debido a que el pantógrafo rozaría el hilo solo en un tramo concreto, no por todo el pantógrafo como sería idealmente, haciendo que el desgaste no fuese uniforme y pudiendo causar daños.

La fórmula que se va a utilizar para calcular este parámetro es:

$$SR = \frac{S_1 - S_2}{L} \quad \left[\frac{mm}{m}\right]$$

Se tiene que diferenciar cuando está en recta y cuando está en curva, debido a que no es lo mismo el barrido en dichos casos.

Como en los casos anteriores, se tiene que ir al punto medio de la vía para hacer una aproximación.

$$\frac{S_1 - S_2}{2} - V = 0$$

Esta fórmula sirve para saber cuándo el efecto del "versine" es mayor que el efecto de los propios descentramientos de cara a calcular el barrido.

De la anterior fórmula se puede ver que cuando $S_1 - S_2 \leq 2 * V$, el efecto del "versine" repercute más en el barrido que el efecto del propio descentramiento, por lo que la fórmula del "sweep ratio" a utilizar en estos casos pasará a ser:

$$SR = \frac{2 * V}{L} \quad \left[\frac{mm}{m}\right]$$

Una vez calculado el valor de cada caso habrá que comparar si dicho valor se encuentra entre 2.5 y 20 mm/m, valores dados por la norma NR/L2/ELP/27715/02.

4.1.11 "Blow off"

Es la reacción dinámica lateral del cable de contacto debido al viento. Parámetro sin límites como tal, pero en el que hay que distinguir si se está en tramo recto o curvo.
La norma NR/GN/ELP/27415 para sistemas existentes que se están rediseñando (como este proyecto), redirige hacia la norma NR/L2/CIV/072.
En esta norma, la fórmula para el cálculo del "Blow-off" es la siguiente:

$$\beta = \frac{q_{wc} * L^2}{8 * T}$$

Siendo:

- q_{wc} → fuerza del viento en el conductor, medido en N/m, siguiendo la siguiente fórmula:

$$q_{wc} = q_p(z) * G_C * d * C_C * cos^2(\Phi)$$

Siendo:

- $q_p(z)$ → presión de velocidad máxima. La ecuación para el cálculo será explicada más adelante.
- G_C → es un factor a tener en cuenta para la correlación de ráfagas a lo largo de la longitud de los conductores a cada lado de un soporte.

  Cuando la distancia entre vanos consecutivos sea mayor o igual a 30 metros, este factor tomará un valor de 0,75.

  Como en el tramo estudiado hay estructuras que están a menos de 30 metros entre ellas, hay que dirigirse a la segunda parte de la norma.

  Cuando la distancia entre vanos consecutivos sea menos que 30 metros, hay que diferenciar a qué distancia está el tramo del mar.

  Si el tramo estudiado se localiza a menos de 1 kilómetro del mar, Gc tomará un valor de 0,85.

  Si el tramo estudiado se localiza entre 1 y 3 kilómetros, Gc se regirá por la siguiente fórmula:

$$G_c = 0{,}85 - 0{,}2096\ log_{10}(X_c)$$

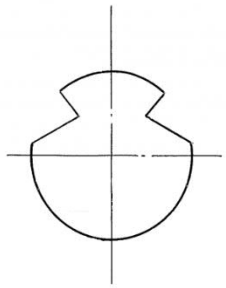
  Siendo Xc la distancia al mar.

Si el tramo estudiado se localiza a más de 3 kilómetro del mar, Gc tomará un valor de 0,75.

Como la distancia del tramo al mar es de 15,8 kilómetros, se va a seleccionar un Gc = 0,75.

- d → diámetro del conductor.

  Como el conductor tiene la forma mostrada en Ilustración 61, el cálculo del diámetro del conductor está contenido en tablas y planos, como el plano UK1/014/201 (Conductor Particulars Simple Catenery A.T. Equipment 200km/H - Mark 1 Upgrade For Temperature Range -18^C To 60^C)



CONDUCTOR PARTICULARS	UNITS	CATENARY	CONTACT
SINGLE OR TWIN WIRE (1/2)		1	1
MAKE-UP OF CONDUCTOR		19/2.1	SOLID
MATERIAL		CADMIUM COPPER	SILVER COPPER
DIAMETER	mm	10.50	13.20
CROSS-SECTIONAL AREA	sq.mm	65.9	120.0
MASS PER UNIT LENGTH	kg/m	0.592	1.070
VERTICAL LOAD (EXCLUDING ICE)	N/m	16.642	
COEFFICIENT OF EXPANSION	x 1e-6/°C	17.00	17.00
MODULUS OF ELASTICITY	N/sq.mm	124195	124000
WIND DRAG COEFFICIENT		1.03	0.80
BREAKING LOAD	N	35990	40320
CONTACT WIRE WEAR ALLOWANCE (AVERAGE)	%		20.0
CONTACT WIRE WEAR ALLOWANCE (MAXIMUM)	%		25.0

Ilustración 61: Diámetro del hilo de contacto extraído del plano UK1/014/201.

- C_C → factor de arrastre del cable de contacto. Se tomará un valor de 0,8.
- Φ → ángulo de incidencia de la dirección crítica del viento con respecto a la perpendicular del conductor. En general, Φ se asumirá como 0.

Volviendo a la del q_{wc}, los parámetros que aún no están definidos son:

- T → la tensión del conductor. Esto es un parámetro de la tecnología UK1 (NR/L2/ELP/21088/15):

Designation	Nominal Conductor Tension (kN)		
	Contact	Auxiliary	Catenary
UK1-01-AT-S-ST	11.90	---	8.56
UK1-02-AT-S-ST	11.90	---	8.56
UK1-03-AT-S	11.00	---	11.00
UK1-04-AT-S	11.90	---	8.56

Ilustración 62: Tensión del hilo de contacto.

- L → longitud entre vanos.

Para el cálculo de este parámetro, esta norma distingue dos escenarios, ciudad o campo.

Debido a que el tramo de vía a estudiar se localiza en la entrada del pueblo de Kelvedon, para este estudio se va a usar el escenario de ciudad, siguiendo los pasos que se muestran en la Ilustración 63.

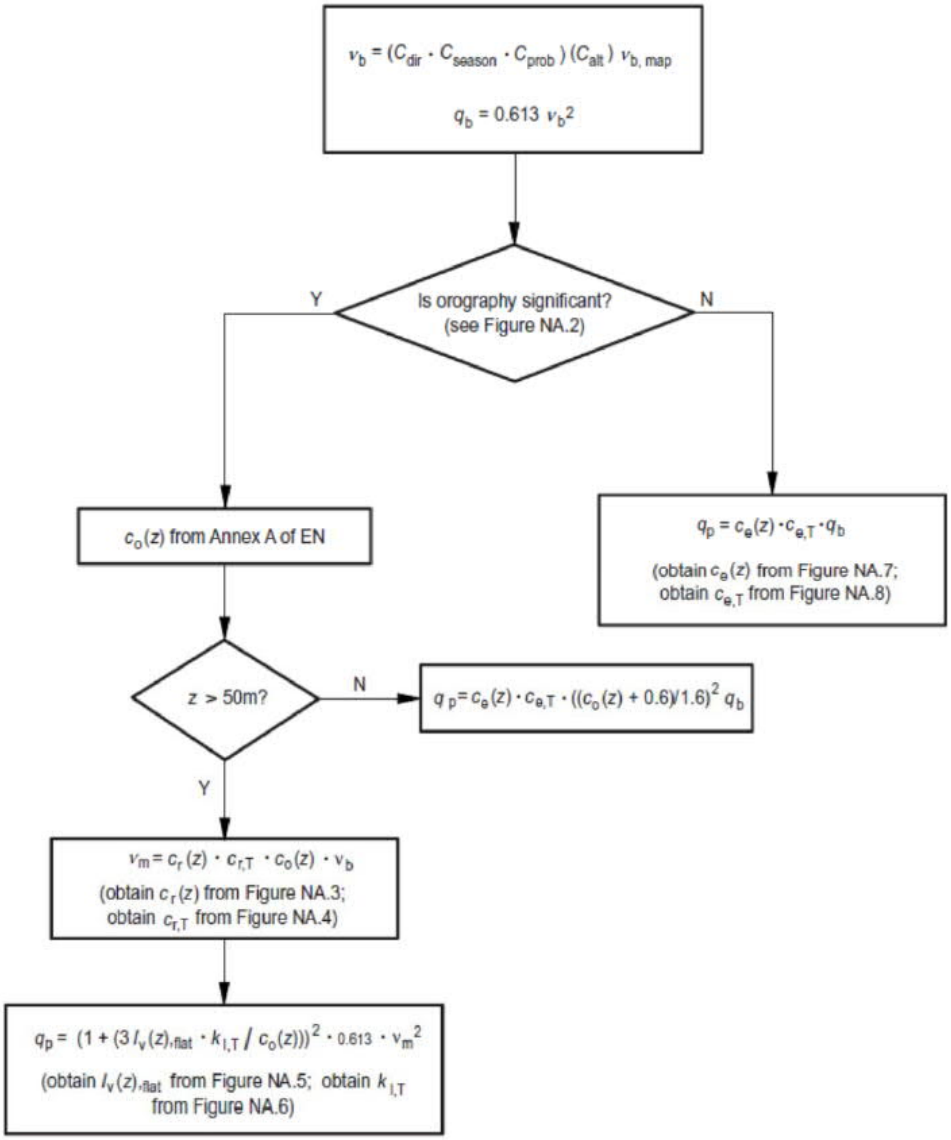


Ilustración 63: Esquema para el cálculo del q_p NR/L2/CIV/072.

Como se ve en la Ilustración 63, es importante definir si la orografía es significativa o no.

Como se aprecia en la Ilustración 64, la orografía es un parámetro importante a la hora de hacer el estudio del viento.

En este tramo de vía la orografía no tiene un nivel como para que resulte importante considerarla en el estudio de este tramo.

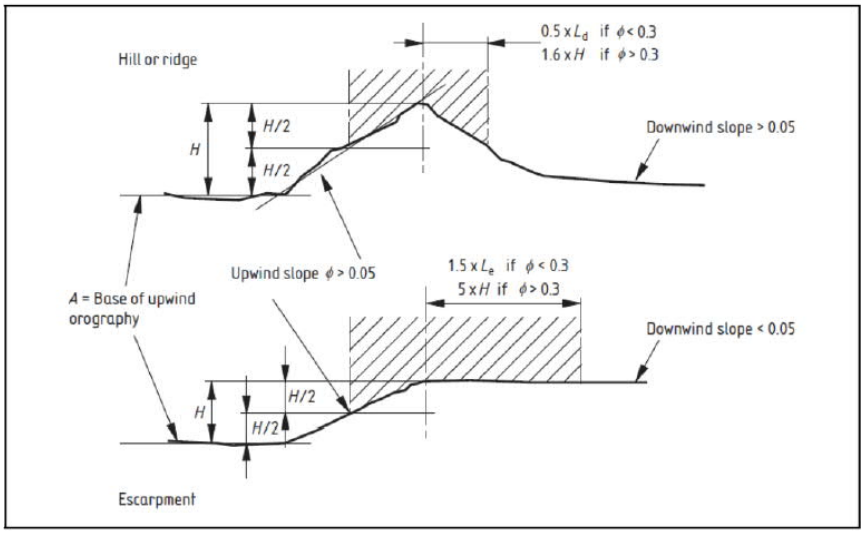


Ilustración 64: Modelo de oriografía significativa.

Siguiendo los pasos de la Ilustración 63, se tienen que definir los siguientes factores de corrección y parámetros:

C_{dir} → factor de dirección del viento. Para una evaluación del viento conservadora, el factor direccional se tomará como 1,0 para todas las direcciones.

C_{season} → factor de estacionalidad. Se tomará como 1,0.

C_{prob} → factor de probabilidad. Para la verificación del estado límite del "blow-off" del cable de contacto y la catenaria, C_{prob} se tomará como 0,8143.

C_{alt} → factor de altitud. Se calcula como:

$$Calt = 1 + 0{,}001 * A$$

Siendo A la altitud en metros sobre el nivel del mar de la topografía del terreno de la vía. Cuando la orografía es significativa ($\Phi > 0{,}05$), A se tomará como la altitud de la base contra la que choca el viento para cada dirección del viento dada, como se ve en la Ilustración 65.

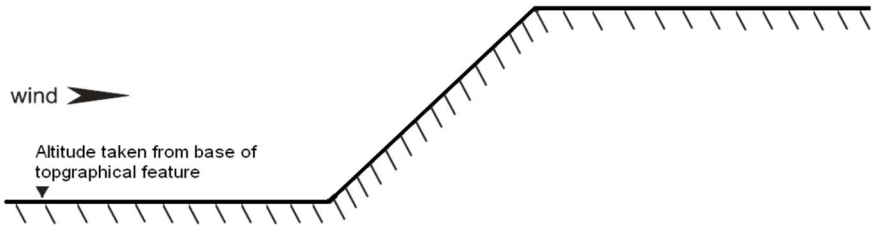


Ilustración 65: Cálculo de A.

Como en este tramo estudiado la orografía no es importante, se toma A como la elevación sobre el nivel de la mar más alta.

En la Ilustración 66, se aprecia que A = 33 metros.

Ilustración 66: Elevación del terreno a lo largo del tramo.

Saliendo un valor de C_{alt} de:

$$\text{Calt} = 1 + 0{,}001 * \text{A} = 1 + 0{,}001 * 33 = 1{,}033$$

$V_{b,map}$ → velocidad básica fundamental del viento, medida en las unidades del sistema internacional [m/s].

Se ha seleccionado un valor de 22,5 m/s debido a su localización en el mapa de la Ilustración 67.

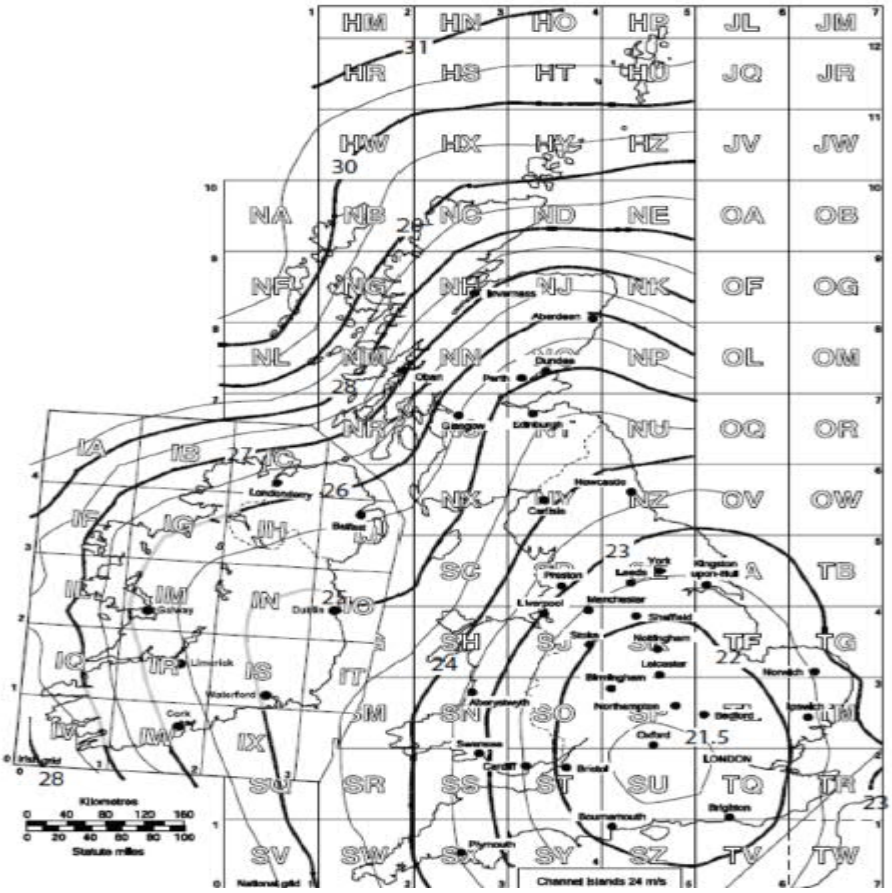


Ilustración 67: Distintas velocidades básicas fundamentales del viento dependiendo de la ubicación.

Con estos factores de corrección y parámetros definidos con anterioridad ya se puede calcular la velocidad básica del viento (v_b), definida como:

$$v_b = \left(C_{dir} * C_{season} * C_{prob}\right) * \left(C_{alt}\right) * v_{b,map} = 1 * 1 * 0{,}8143 * 1{,}033 * 22{,}5 = 18{,}93\ \frac{m}{s}$$

Con este valor calculado, el siguiente paso es el cálculo de la velocidad básica de presión (q_b), medida en N/m^2.

$$q_b = 0{,}613 * v_b^2 = 0{,}613 * 18{,}93^2 = 219{,}58\ \frac{N}{m^2}$$

El siguiente paso ha seguir es el cálculo de la presión de velocidad máxima (q_p), también medida en N/m^2.

$$q_p = c_e(z) * c_{e,T} * q_b$$

Siendo:

- $c_e(z)$ → factor de exposición. Para el cálculo de este factor hay que definir 2 parámetros:
- $Z\text{-}h_{dist}$ → Distancia desde la vía al cable de contacto. Normalmente se selecciona 5 metros para esta distancia.
- Distancia a la costa → 15,8 km.

Con estos parámetros se selecciona el valor de $c_e(z)$ gracias al gráfico de la Ilustración 68:

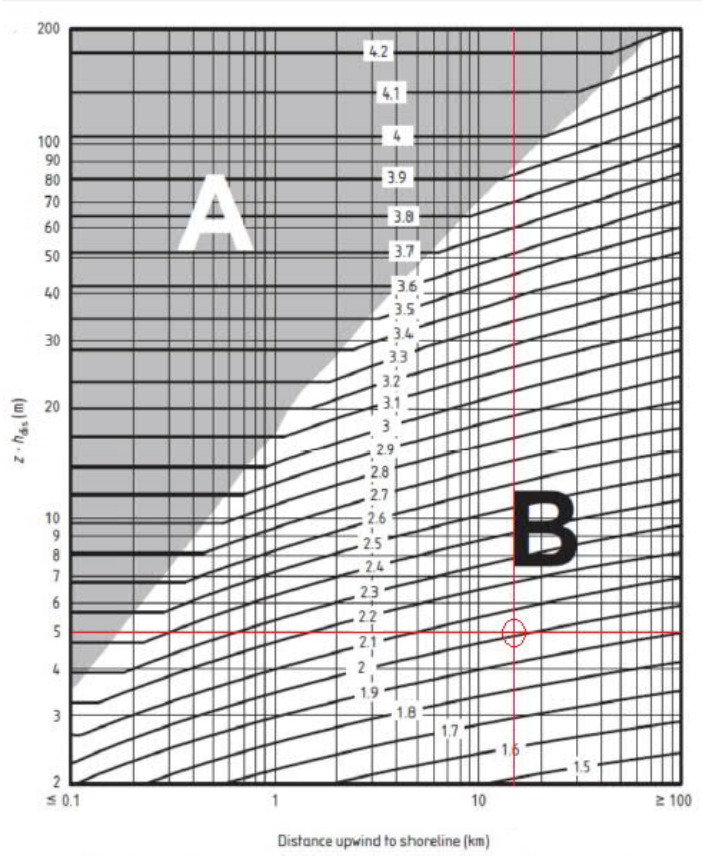


Ilustración 68: Distintos valores de $c_e(z)$ en función de la distancia a la costa del tramo.

En este caso, se ha seleccionado un valor de $c_e(z) = 2{,}01$.

- $c_{e,T}$ → factor de corrección para el terreno de la ciudad. Para el cálculo de este factor hay que definir 2 parámetros:
- $Z\text{-}h_{dist}$ → 5 metros.
- Distancia al centro de la ciudad → 0,5 km.

Con estos parámetros se halla el valor de $c_{e,T}$ (z) gracias al gráfico mostrado en la Ilustración 69:

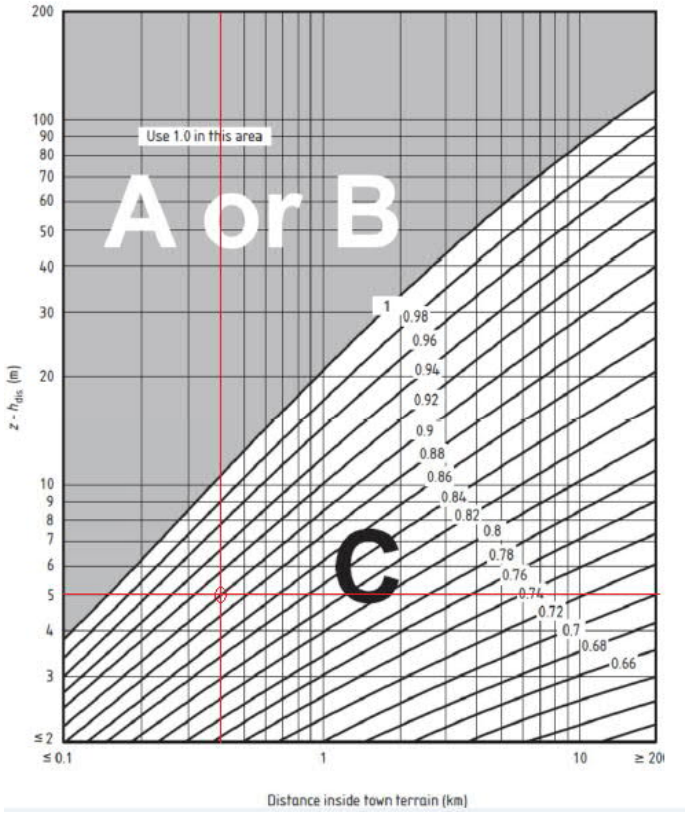


Ilustración 69: Cálculo de $c_{e,T}(z)$ en función de la distancia al centro de la ciudad.

En este caso se ha seleccionado un valor de $c_{e,T} = 0{,}9$.

Ya con los valores de $c_e(z)$ y $c_{e,T}$:

$$q_p(z) = c_e(z) * c_{e,T} * q_b = 2{,}01 * 0{,}9 * 219{,}58 = 397{,}22 \frac{N}{m^2}$$

Ya calculado este parámetro se tienen todos los parámetros para el cálculo de la fuerza ejercida por el viento sobre el conductor:

$$q_{wc} = q_p(z) * G_C * d * C_C * cos^2(\Phi) = 397{,}22 * 0{,}75 * 0{,}0132 * 0{,}8 * 1 = 3{,}146 \frac{N}{m}$$

Con este valor hallado, se tendrán todos los valores para el cálculo del "Blow-off".

4.1.12 Efecto de descentramiento

El efecto de descentramiento se produce cuando los descentramientos a ambos lados de la línea central de la vía en un tramo no tienen el mismo valor. Esto significa que la mayor desviación debida al viento no se produce en el punto central del tramo. Hay que diferenciar cuando se está en un tramo recto o en un tramo curvo.

De acuerdo a la norma NR/GN/ELP/27415, el cálculo del efecto del descentramiento se calcula mediante la fórmula:

$$E = \frac{(S_1 + S_2)^2}{16 * \beta}$$

Aunque para implementarlo en la hoja de cálculo, se ha seleccionado la fórmula contenida en el plano 001/014/107 (Blow-Off Off-Set & Stagger A.T & F.T.).
La información que está contenida en este plano es:

Si los descentramientos en estructuras contiguas están en lados opuestos a la línea central de la vía o en el mismo, pero con valores diferentes, el efecto de descentramiento se deducirá de la siguiente ecuación:

$$S \leq 4(B - V) \qquad\qquad E = \frac{S^2}{16(B - V)}$$

Donde $S > 4(B - V)$, la máxima desviación ocurre en un soporte o el otro, por lo que el efecto de descentramiento no tendrá que ser considerado (aplica en todos los casos donde V>B).

Donde: $S = S_1 - S_2$

4.1.13 Desviación real

Desviación lateral del hilo de contacto entre dos estructuras. Este parámetro que no tiene que superar su valor máximo. Si por algún motivo se supera el máximo puede hacer mal contacto entre el pantógrafo y la línea de contacto, o incluso llegar a posicionarse el cable por debajo del pantógrafo, teniendo unas consecuencias catastróficas. Se ha de distinguir si se está en un tramo recto o en un tramo curvo.
Esta desviación se ha de calcularse como la suma del “Mid Span Offset”, el efecto del descentramiento y el “Blow-off”.

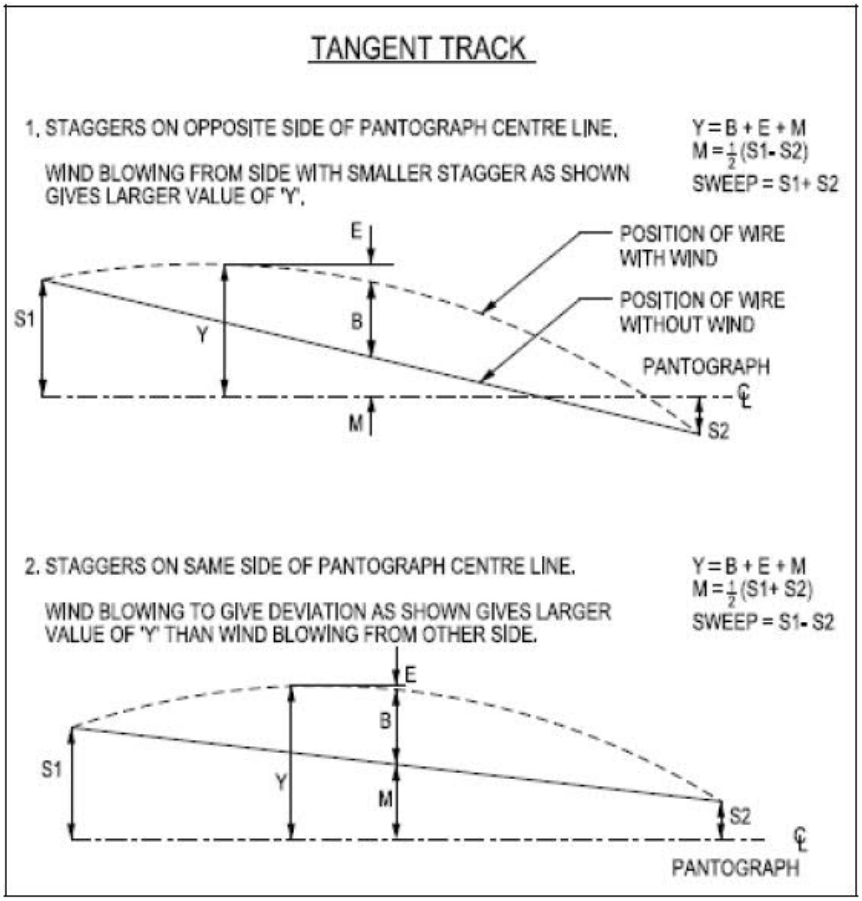


Ilustración 70: Desviación lateral en tramo recto (NR/GN/ELP/27415).

En la Ilustración 70 se muestra el cálculo de la desviación real en un tramo recto.

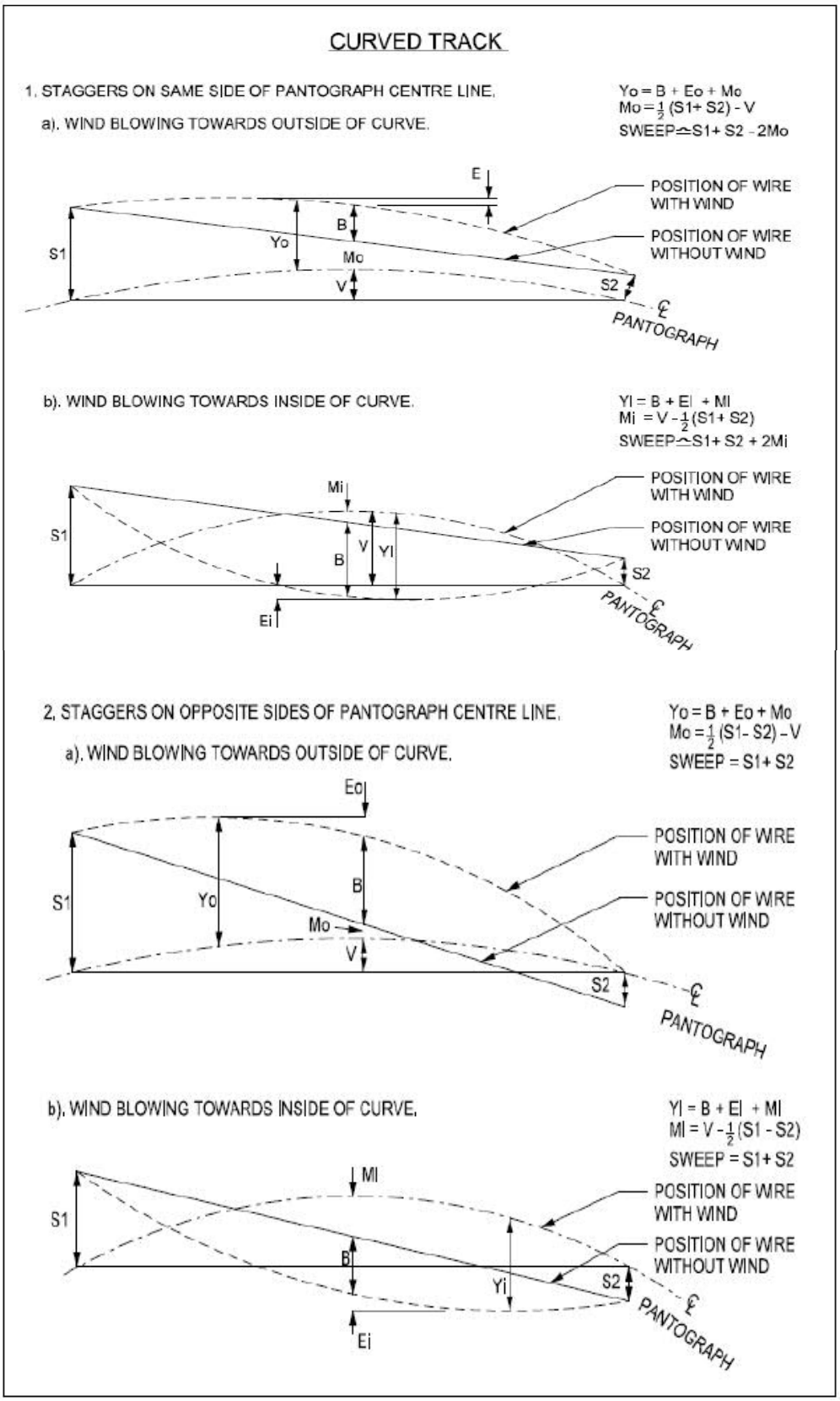


Ilustración 71:Desviación lateral en tramo curvo (NR/GN/ELP/27415).

En la Ilustración 71 se muestran los distintos casos para el cálculo de la desviación real en tramos curvos, distinguiendo si el viento sopla desde el interior o el exterior de la curva.

De acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27715/02, la máxima desviación lateral será:

a) 400 mm cuando se utiliza para rutas con pantógrafos de más de 1600 mm.
b) Calculado de acuerdo con la norma BS/EN/50119, donde la información básica de diseño no está disponible y se utilizan pantógrafos alternativos

En este proyecto se va a utilizar una desviación lateral máxima de 400 mm, ya que es lo que rige la norma NR/L2/ELP/21088/15 (Ilustración 57)

4.2 Uso de la hoja de cálculo diseño

En el tramo de vía en el que se va a centrar el cambio de tecnología, hay 4 posiciones que tienen que estar fijas:

- Las primeras estructuras (B41/49 y B41/50), debido a que la renovación de la tecnología de la catenaria se va a realizar solo en el tramo propuesto.
- La última estructura (B42/07), por la misma razón que las estructuras nombradas con anterioridad.
- Los pasos inferiores, cuyas estructuras involucradas son B41/57, B41/58, B41/59, B41/60, B42/02 y B42/03.

Empezando por la localización de los hilos desde la primera estructura hasta el túnel, se realizará primero el cálculo de todos los parámetros en el "Down-Main" (CW44 y CW46), posteriormente se expondrá la situación de los hilos en el "Up-Main" (CW45 y CW47) y, por último, exponer la situación de los hilos del "Cross-Over" (CW48).

Antes de empezar con la metodología seguida para el cálculo del tramo se ha de comprobar, desde el paso a nivel comentado con anterioridad hasta el paso inferior, la viabilidad de los gradientes de los hilos de contacto.

Para ello, se ha de localizar la altura donde se han fijado los hilos de contacto

$$4330 - 5280 = -950\ mm$$

El tramo de vía entre el final del paso a nivel y el inicio del tramo a estudiar es:

$$200 + 180 + 199 + 190 = 769\ pies = 234{,}39\ m$$

Y el tramo de vía entre la estructura B41/49 y la estructura más cercana al paso inferior (B41/57) es:

$$61 + 46 + 46 + 22 = 175\ m$$

Siendo el gradiente de un hilo imaginario entre el final del paso a nivel y el paso inferior de:

$$\frac{409{,}39 * 1000}{-950} = -430{,}94$$

Aquí se puede comprobar que en el "Down Main" se podría cambiar el gradiente el gradiente entre vanos que no sean los involucrados en el cambio de seccionamiento, manteniendo este nivelado (gradiente mínimo de 350), pero en el "Up Main" esto no va a ser viable, ya que la velocidad de la vía es mayor y, por tanto, el gradiente mínimo es más alto (500).

Tanto en "Down-Main" como en "Up-Main", en cuanto a metodología para el cálculo de parámetros se refiere, va a ser muy parecida, como se verá en los siguientes apartados.

4.2.1 Down-Main

El tramo de "Down-Main" que se va a estudiar comprende desde la estructura B41/50 hasta la estructura B42/06, ambas inclusive.

Las estructuras que se ven comprometidas por los pasos inferiores son, como se ha comentado con anterioridad, las estructuras B41/58, B41/60, B42/02 y B42/03.

También, como se ha comentado con anterioridad, las estructuras B41/50 y B42/07 se ven comprometidas a tener la misma altura tanto del hilo de contacto como del sustentador, debido a que influyen en los planos adyacentes al cual se está haciendo la renovación de la tecnología.

Como en este tramo la velocidad de la línea es 70 mph, de acuerdo a las normas NR/L2/ELP/27715/02 y NR/GN/ELP/27415 para velocidades de línea de hasta 125 mph (200 km/h), los valores de diseño para los gradientes no deben exceder 1:5 veces la velocidad de la línea en millas por hora.

El gradiente puede ser positivo o negativo dependiendo de si se gana o se pierde altura en el hilo de contacto en estructuras consecutivas, pero siempre se ha de estar dentro de los límites establecidos, ya que, si no, podría no asegurarse el contacto entre el hilo con el pantógrafo.

En este caso, la complicación reside en cumplir el gradiente frente a una disminución de la altura del hilo de contacto de medio metro, ya que se tienes fija la primera estructura y la estructura anterior al paso inferior.

$$4330 - 4830 = -500\,mm$$

$$61 + 46 + 46 + 22 = 175\,m$$

$$\frac{175 * 1000}{-500} = -350$$

Siendo este el gradiente de un supuesto hilo de contacto ideal que va directo de la estructura B41/50 a la B41/56, pero como el caso de la renovación que se está efectuando no es el ideal debido a que en medio de dichas estructuras se tiene un cambio de seccionamiento ("overlap"), se tiene que variar las alturas en función a ello.

Aunque se tenga un "versine" de 11 mm, se toma el trayecto como si fuera recto, ya que al ser el "versine" tan pequeño, el radio de curvatura es bastante grande, pudiendo hacer esta simplificación.

Para que el gradiente se sitúe entre los límites permitidos se ha tenido que usar una línea imaginaria entre la estructura B41/52 y B41/54. Con esta línea se consigue que se cumpla el gradiente teniendo en cuenta los hilos de contacto "in runnings", no viéndose así influenciados por los tramos de cables que no roza el pantógrafo.

Entre las estructuras B41/50 y B41/56 se localiza la primera complicación, como se ha comentado en el anterior capítulo, que es la aparición del cambio de seccionamiento ("overlap"), por lo que se empieza por ahí la renovación de la vía.

Para poder situar las alturas y descentramientos del cambio de seccionamiento, se tuvo que consultar el plano UK1/004/200 ("Insulated & Uninsulated Overlap Cantilever Construction Simple Catenary A.T. Equipment 200 Km/H - Mark 1 Upgrade"). Este plano muestra las distancias que se han de tener entre ambos equipos en el cambio de seccionamiento (460 mm). En la hoja 2 del mismo plano se muestra la altura que debe tener el sistema.

Revisando los planos UK1/004/200, se ve que la distancia entre los hilos debe ser de 250 mm, localizándose siempre arriba el "out-of-running", es decir, estando arriba en la estructura B41/52 el hilo 46 y en la B41/54 el hilo 44.

En este punto se ha de hacer una diferenciación importante, ya que se ha de seleccionar el tipo de ménsula en función de si el hilo está "in-running" o "out-of-running".

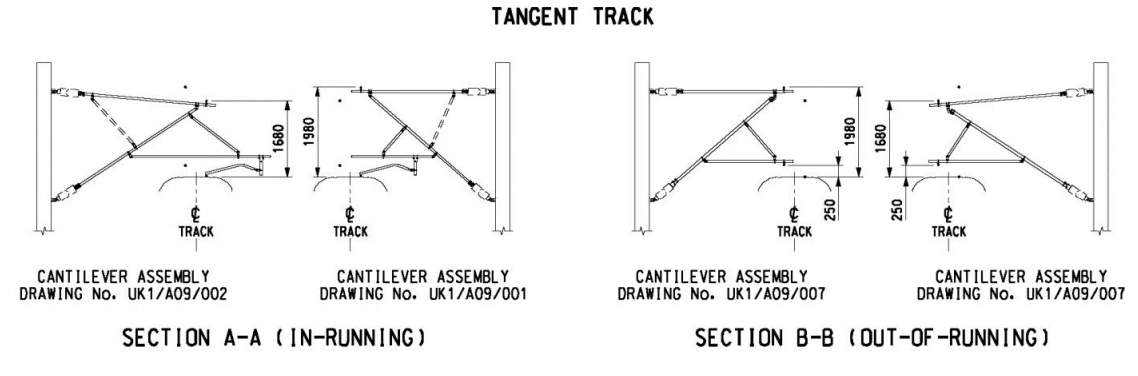


Ilustración 72: Distintas ménsulas dependiendo del estado del hilo de contacto (UK1/004/200).

Como se aprecia en la Ilustración 72, una vez se sabe que hilo está "in-running" y cual "out-of-running", es muy sencillo poder determinar la altura del sistema óptima y el descentramiento óptimo.

Fijado ya el descentramiento y la altura del sistema de las estructuras B41/52 y B41/54, se procede a realizar la renovación de los parámetros en función del paso inferior, comprobando el gradiente, cambio de gradiente, desviación real del hilo y "Sweep ratio" de los hilos en cuestión.

Como se puede apreciar, el cambio de gradiente y el "sweep ratio" del hilo 44, entre las estructuras B41/52 y B41/54 yace fuera de los límites permitidos, pero como a partir de la estructura B41/54 el hilo 44 deja de ser el hilo que tiene que estar en contacto con el pantógrafo, no importa que estos parámetros estén fuera de dichos límites. Pasa lo mismo con el hilo 46 en la estructura B41/52.

Un desarrollo futuro de este proyecto (Capítulo 6) es la interacción pantógrafo – catenaria entre estas dos estructuras, debido a que el cambio de seccionamiento del hilo que tiene que estar en contacto con el pantógrafo debe realizarse de manera controlada y sin que haya picos de tensión ni arcos eléctricos.

Como la altura del hilo 46 en la estructura B/41/58 (justo a la entrada del paso inferior) está determinada, hay que adaptarse a ella respetando las distancias de aislamiento eléctrico oportunas y localizando dichos hilos entre la altura máxima permitida en estos casos y la mínima requerida, siempre dejando un margen de seguridad.

Los parámetros más restrictivos van a ser el gradiente y el cambio de gradiente, ya que hay que reducir mucho la altura del sistema para poder cumplir con todas las

especificaciones. Dejando en este momento a un lado el descentramiento, el proceso para poder averiguar cuál eran las alturas a las que se cumplían todas las especificaciones se convirtió en un proceso iterativo, debido a la dificultad que se tuvo a la hora de cuadrar todos los parámetros dentro de los límites que se indican, llegando finalmente a las siguientes conclusiones:

- La distancia a la que debe estar el hilo de catenaria en la estructura B41/58 no debe rebajar la distancia mínima de 270 mm que establece la norma NR/L2/ELP/27715/04.

Nominal Voltage U_n (V)	Rated Insulation Voltage U_{Nm} (V)	Inherent Control - Rated impulse voltage U_{Ni} (kV)	Minimum Static Functional Insulation (1) (mm)	Minimum Passing Functional Insulation (1) (mm)
25 000 AC	27 500	200	270	150
750 DC	900	8	100	50
1500 DC	1800	15	100	50

Ilustración 73: Distancia mínima para asegurar aislamiento eléctrico.

- La altura del sistema ha de ser mayor a 150 mm como indica la norma comentada con anterioridad.

Del plano histórico se extrae la información mostrada en la Ilustración 74:

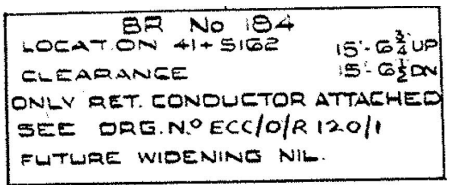


Ilustración 74: Altura del paso inferior del PK 41+5162.

Por lo que en el "Down-Main" la distancia a la que está el paso inferior es de:

	Pies	Pulgadas	Metros
Paso inferior	15	6,5	4,7371

Tabla 2: Conversión de pies-pulgadas a metros.

En la "survey" realizada hubo una disconformidad con la altura del plano histórico, esto puede deberse a que se ha bateado la vía, ya que el plano histórico data de mayo de

1959: Se realizaron unas mediciones en la entrada, punto medio y salida del paso inferior a lo largo del “Down - Main”, saliendo los resultados mostrados en la Tabla 3:

	Entrada (mm)	Punto medio (mm)	Salida (mm)
Paso inferior	4782	4768	4775

Tabla 3: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Por lo que se toma que la distancia menor que se ha de salvar es 4768 mm.

La altura mínima absoluta es 3988 mm, pero como también se ha de garantizar un aislamiento eléctrico (200 mm), se toma como mínimo absoluto 4190 mm.

Estos datos se han extraído la norma NR/L2/ELP/21088/15, como se aprecia en la Ilustración 75.

Original Designation	Pre-Sag	Uplift at Support (open route)	Load Gauge Height	Nominal Contact Wire Height	Maximum Static Height	Level Crossing Minimum Height*	Minimum Reduced Clearance*
UK1-01-AT-S-ST	50	250	3988	4880	5940	5600**	4165
UK1-02-AT-S-ST	50	250	3988	4880	5940	5600**	4165
UK1-03-AT-S	50	250	3988	4880	5940	5600**	4165
UK1-04-AT-S	75	160	3988	4880	5940	5600**	4165

Ilustración 75: Altura mínima absoluta.

Por lo que, dejando unos márgenes de seguridad por arriba y por abajo, se sitúa el cable a una altura alrededor de 4330 mm.

Como en estructuras adyacentes se localiza el cambio de seccionamiento, no se puede reducir altura de cualquier forma, sino que ha de hacerse respetando las distancias entre cables en las estructuras B/41/52 y B/41/54, pudiendo posicionar ya las primeras alturas del hilo de contacto y sustentador.

- La utilización de la contenaria en vez de la catenaria utilizada hasta ahora permite poder reducir la altura del sistema hasta 160 mm, y es muy útil para poder atravesar por pasos inferiores bajos.

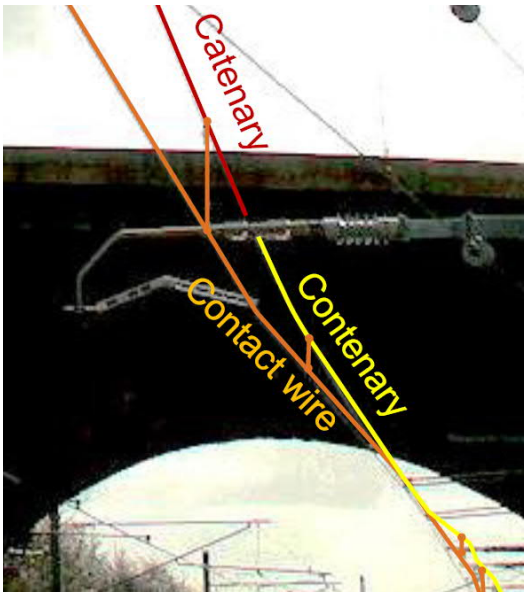


Ilustración 76: Visualización de una contenaria (Fotografía: "A new approach to the design and planning of catenary systems for high-speed rail Den Innovative Jernbane- The Innovative railway May 10, 2012 Beat Furrer / Furrer+Frey AG / 120508").

Aun así, se va a requerir la utilización de aislamiento adicional, siendo este aislamiento adicional una chapa de metal localizada arriba de la contenaria, de forma que si se producen arcos eléctricos sean entre la contenaria y la chapa y no dañen la estructura del puente, previniendo el deterioro de este y de la propia contenaria, como el que se muestra en la Ilustración 77:

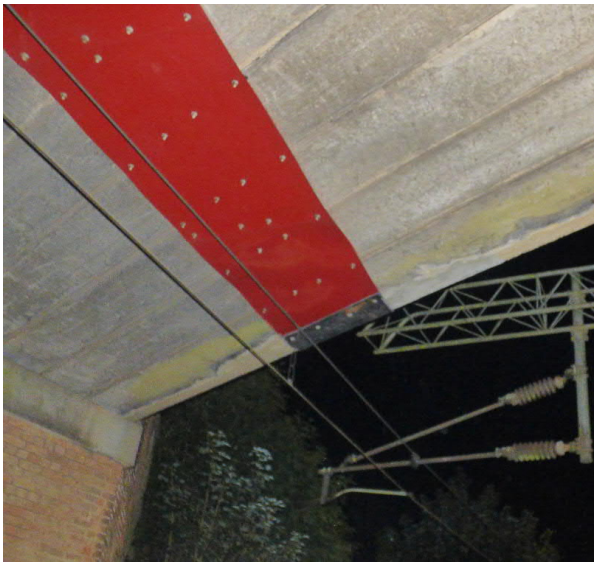


Ilustración 77: Aislamiento secundario localizado sobre un paso inferior (Fotografía: "A new approach to the design and planning of catenary systems for high-speed rail Den Innovative Jernbane- The Innovative railway May 10, 2012 Beat Furrer / Furrer+Frey AG / 120508").

Una vez se ha comprobado la viabilidad de los parámetros hasta la salida del paso inferior, se procede a mostrar cómo se ha desarrollado la solución propuesta en los pórticos.

Debido a la carga del aislador de sección del hilo 48, que se comentará más adelante en el Apartado 4.2.4, en la estructura B41/62 se homogeiniza la colocación de todas las ménsulas de catenaria que se sitúan en el pórtico y se colocan por arriba del dintel, por lo que se ha de elevar la altura del sistema y, con ello, comprobar si se sobrepasa el gradiente y el cambio de gradiente en las estructuras adyacentes ya que puede haber variaciones muy bruscas entre vanos consecutivos.

Aunque la altura del sistema en el paso inferior es de 160 mm, en el plano UK1/014/380 ("Overbridges - First Span A.T. Equipment 160mm Underbridge Encumbrance 200 Km/H - Mark 1 Upgrade"), como se muestra en la Ilustración 78, el gradiente delimita muy visiblemente la forma de ganar altura del sistema, por lo que se va a revisar dicho parámetro con especial cuidado.

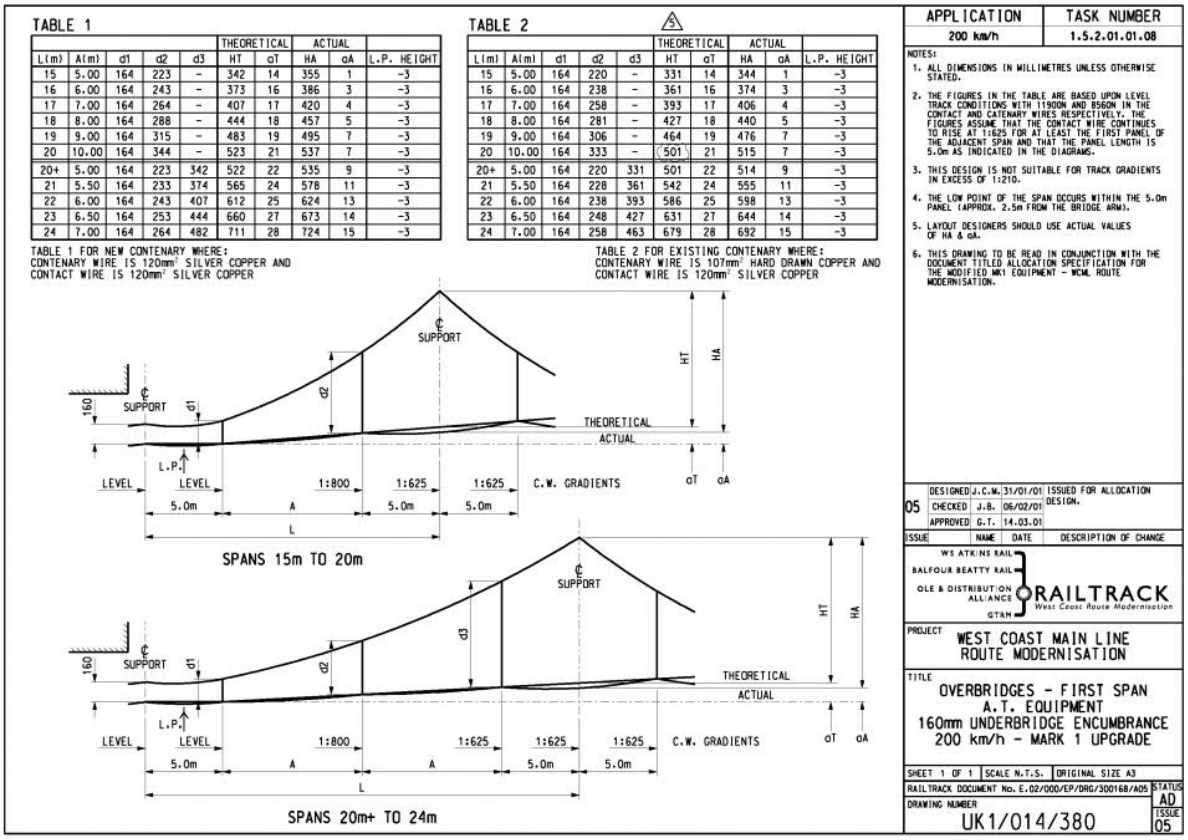


Ilustración 78: Variación altura del sistema después de paso inferior (UK1/014/380).

Una vez pasada la estructura B41/62, se ha de disminuir la altura del hilo de contacto para poder fijarla en la estructura B42/02.

Antes de eso, como en el caso anterior, se vio a que altura estaba el punto más bajo del paso inferior en el "Down-Main" en la "survey", siendo los resultados los mostrados en la Tabla 4:

	Entrada (mm)	Punto medio (mm)	Salida (mm)
Paso inferior	5625	5779	5602

Tabla 4: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Se mira directamente en la "survey" y no en el plano histórico debido a las posibles modificaciones que se hayan podido dar a lo largo de los años, siendo mucho más fiable la primera.

Como puede verse en los datos mostrados, se selecciona el valor de 5602 mm, ya que es el menor de los tres.

Como se va a pasar el hilo de catenaria por debajo del dintel, el más restrictivo será el de la estructura B42/03, por lo que se sitúa a 5300 mm, a más de 270 mm y estar a más de 500 mm del hilo 46, permitiéndose así la colocación de péndolas.

Una vez se ha pasado los pasos inferiores, el hilo 46 debe transcurrir hasta el siguiente punto conflictivo, que es el B42/07. En este caso no hay ningún tipo de problema, ya que, aunque haya que subir 300 mm el hilo de contacto, se puede hacer dicha transición entre 3 estructuras, por lo que no va a haber conflictos con los límites del gradiente ni del cambio de gradiente.

4.2.2 Up-Main

El tramo de "Up-Main" que se va a estudiar comprende desde la estructura B41/49 hasta la estructura B42/06, ambas inclusive.

Las estructuras que se ven comprometidas por los pasos inferiores son, como se ha comentado con anterioridad, las estructuras B41/57, B41/59, B42/02 y B42/03.

También, como se ha comentado con anterioridad, las estructuras B41/49 y B42/07 se ven comprometidas a tener la misma altura tanto del hilo de contacto como del sustentador, debido a que influyen en los planos adyacentes al cual se está haciendo la renovación de la tecnología.

Entre las estructuras B41/49 y B41/57 se localiza la primera complicación, como se ha comentado en el anterior capítulo, que es la aparición del cambio de seccionamiento, por lo que, como en el "Down Main", se comienza por ahí la renovación de la vía.

El procedimiento para poder situar tanto el hilo de contacto 45 y 47 y el hilo de catenaria es bastante similar al que se ha llevado a cabo en la vía "Down-Main", por lo que se comentará por encima sin entrar en el detalle que se ha entrado con anterioridad, a excepción de los cambios que puedan darse.

La altura del hilo 45 que se tiene en la estructura B/41/49 es de 4850 mm y a la altura a la que se quiere situar el hilo 47 en la estructura B/41/55 es 4350 mm (siguiendo el mismo criterio que en el DM).

Como se puede apreciar, en este tramo de vía la velocidad de la línea es de 100 mph, no como en el DM, que era 70 mph, por lo que el margen del gradiente va a ser más restrictivo y se va a tener menos margen de maniobra de cara a situar la altura de los hilos de contacto.

El gradiente y el cambio de gradiente que interesa es el de los hilos que están "in-running", por lo que, por ejemplo, de la estructura B41/52 a la B41/54 el hilo 44 puede estar fuera de rango, siendo un diseño válido.

En este caso, no se ha conseguido llegar al límite del gradiente (siendo este 500), entre la primera estructura (B41/49) y la segunda (B41/51).

Una posible solución constructiva para poder cumplir este requisito podría ser no fijar el hilo 45 a la altura que se tiene en la estructura B41/49, disminuyendo esa altura para poder cumplir con el gradiente. Para ello, habría que modificar también el final del tramo anterior de la vía.

Una vez aclarado esto, el resto de las estructuras son muy parecidas a las del DM.

Los pasos a nivel en esta vía son los mostrados en la Tabla 5 y en la Tabla 6:

- Paso inferior entre B41/57 y B41/59:

	Entrada (mm)	Punto medio (mm)	Salida (mm)
Paso inferior	4774	4778	4790

Tabla 5: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Se puede apreciar como en esta vía el paso inferior está algo más elevado, lo que provoca un margen de maniobra mayor de cara a efectuar la evaluación de los parámetros.

En este caso se vuelve a poner aislamiento secundario, ya que, como en el DM, las partes en tensión están a una distancia a la que puede llegar a estar en conflicto por algún tipo de agente externo (viento).

- Paso inferior entre B42/02 y B42/03:

	Entrada (mm)	Punto medio (mm)	Salida (mm)
Paso inferior	5656	5811	5608

Tabla 6: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Siendo la metodología anterior, no se tiene que poner aislamiento secundario al estar a una distancia mayor el hilo de catenaria que el del paso inferior.

El resto de los gradientes, cambios de gradientes y demás parámetros se calculan de la misma forma que se ha ido calculando en el resto de las vías, teniendo especial cuidado de no interferir o interactuar con el resto de las vías.

4.2.3 Cross-Over

El “cross-over” o desvío, está localizado entre las estructuras B41/60 y la estructura B41/61, donde se ubica la aguja. Este primer desvío finaliza entre las estructuras B41/63 y B42/01, comenzando casi inmediatamente el segundo desvío en la estructura B42/02 y finalizando dicha vía entre las estructuras B42/05 y B42/06.

Por esta vía transcurre el hilo 48, el cual está anclado en las estructuras B41/59A y B42/06. Este hilo será el que se tendrá que sustentar en la renovación consistente en los dos desvíos, los cuales tendrá una limitación de la vía de 50 mph.

Para poder realizar el diseño de los desvíos, los planos a seguir como referencia tanto para las distancias de seguridad como para distancias de aislamiento serán los UK1/A09/119 ("Typical Multi-Track Catenary Above Boom Crossover Arrangement (200KM/H)") y UK1/A09/120 ("Typical Multi-Track Catenary Under Boom Crossover Arrangement (200KM/H)"), dependiendo de cada estructura.

Ya en esta vía el descentramiento máximo no va a ser 230 mm como en las dos anteriores, sino que va a aumentar para poder colocar el aislador de sección en el centro de la vía entre las estructuras que correspondan.

Las estructuras a estudiar en esta vía son las estructuras que se congregan desde la B41/61 a B42/05.

Remarcar que, para proceder a realizar estos descentramientos, se ha tenido que analizar los planos UK1/A09/114 ("Portal Structure Catenary Under Boom") para ver los descentramientos del desvío junto con el plano UK1/A09/120 ("Typical Multi-Track Catenary Under Boom Crossover Arrangement (200KM/H)"), todo ello usando también el plano UK1/006/201 ("Multi-Track Crossover Arrangement For Portal Structures (Mk1)"), para saber las distancias de aislamiento en cada punto.

La metodología que se ha llevado a cabo es muy parecida a la anterior, pero los descentramientos y las alturas que se obtuvieron mediante este método más tarde fueron modificadas a la hora de realizarse las secciones transversales ("cross-sections"), por lo que en este apartado se va a explicar a modo de resumen lo que se realizó en la hoja de cálculo de dicha vía.

En este punto y a modo de recordatorio, las estructuras B41/62 y B42/04 se van a ver afectadas por la carga en el hilo del aislador de sección, modificando así altura de los hilos y, por consiguiente, la colocación de las ménsulas, siendo ubicadas en estas estructuras por encima del dintel[13].

[13]En el Apartado 4.2.4 se verá como la catenaria en la estructura B42/04 no se coloca por encima del dintel, pero a esta altura del capítulo se realizaron los cálculos siguiendo esta hipótesis.

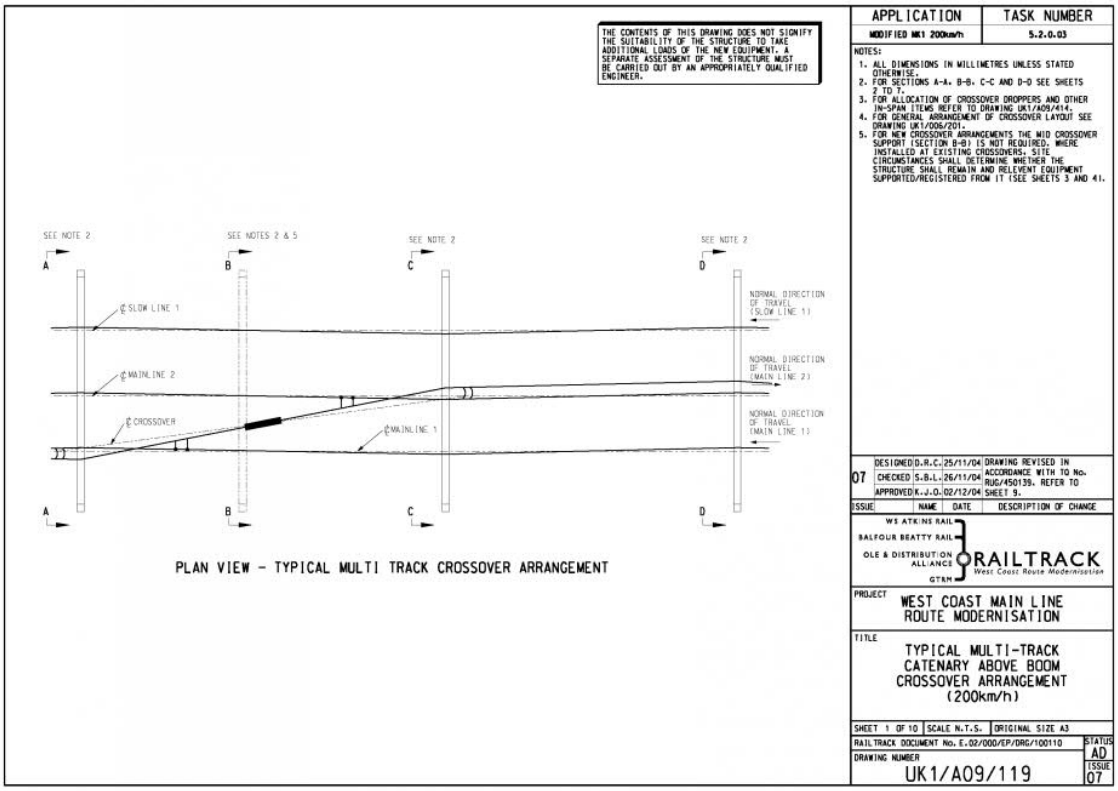


Ilustración 79: Plano para desvíos con hilos de catenaria por arriba del dintel.

Realizando la metodología propuesta en el apartado “Down-Main”, todos los parámetros se situaron entre los límites, respetando las distancias de seguridad que se pueden apreciar en los siguientes planos:

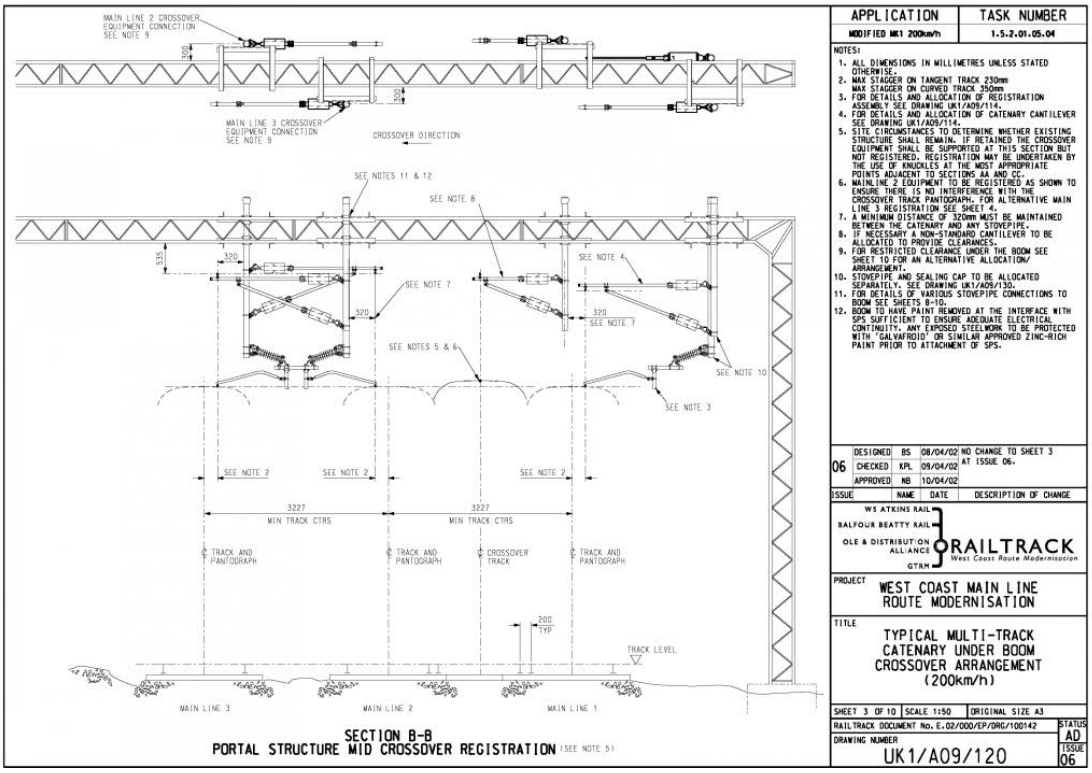


Ilustración 80: Plano para desvíos con hilos de catenaria por abajo del dintel.

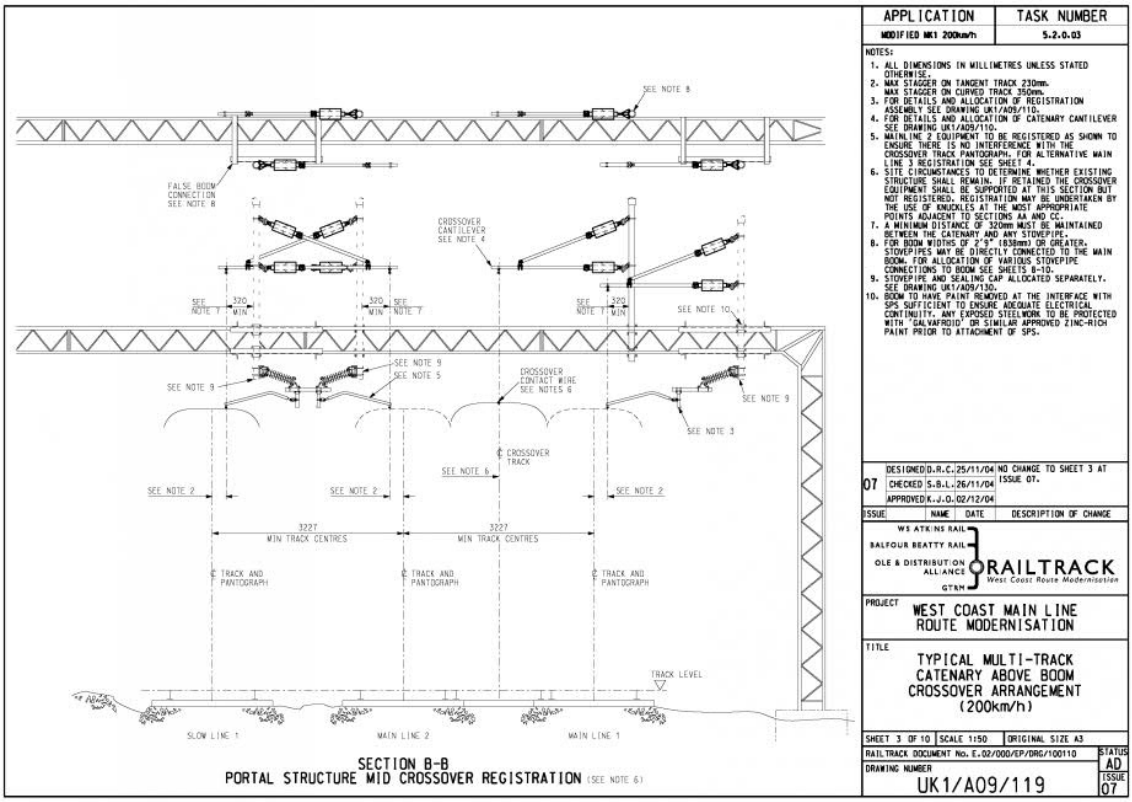


Ilustración 81: Plano para desvíos con hilos de catenaria por arriba del dintel.

4.2.4 Pendolado de los hilos

En otra hoja Excel se ha realizado el pendolado necesario para sustentar el hilo de contacto frente a, por ejemplo, cargas que puede haber en los cables, en este caso el aislador de sección ("High Speed Section Insulator", HSSI) entre la estructura B/41/61 y la estructura B/41/62.

Se analiza el pendolado entre estas dos estructuras precisamente porque realizará la explicación de cómo se ha llevado a cabo la metodología para la realización de la hoja de cálculo, ya que es uno de los casos más críticos para el pendolado en cuestión.

Para ello, se ha tenido que utilizar varios planos con normativa sobre distancias mínimas, rectificado dependiendo de donde se sitúe la carga a lo largo del hilo de contacto y rectificado dependiendo de la altura de las estructuras, ya que no es lo mismo hacer la distribución de cargas entre dos estructuras con la misma altura que entre dos estructuras con alturas diferentes y, encima, con alturas distintas a la que se ha tomado como referencia.

El primer plano a analizar es el UK/014/331 ("Dropper Lengths Standard Spans Simple Catenary A.T. Equipment 200 Km/H - Mark 1 Upgrade"), con el que en función del vano (span) (m) señaliza la comba del hilo de contacto ("pre-sag") (mm), el número de péndolas (droppers), la distancia a la que se deben colocar (A y B) y la longitud de cada péndola (D1, D2…).

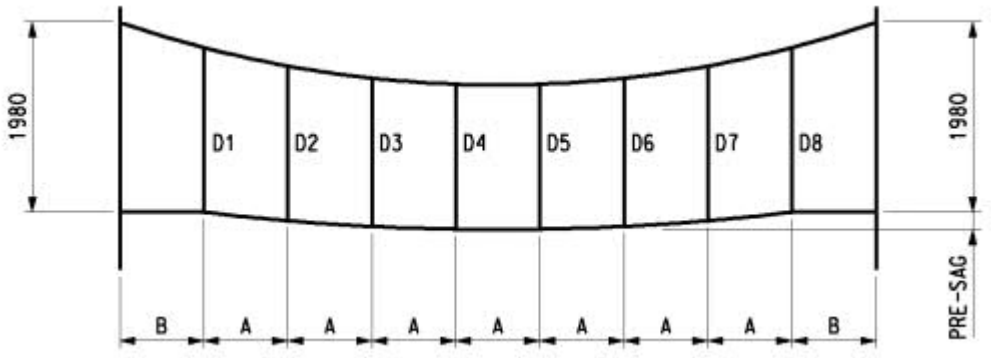


Ilustración 82: Pendolado a alturas de sistema iguales.

Como se aprecia en Ilustración 82, la distancia de referencia para la altura del sistema (diferencia de alturas entre el hilo sustentador y el hilo de contacto) es 1980 mm.

Span (m)	Pre-sag (mm)	N	A (m)	B (m)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	D5 (mm)
46	31	5	9.00	5.00	1765	1584	1523	1584	1765

Tabla 7: Valores de los parámetros mostrados en la Ilustración 81

De la anterior norma se pueden seleccionar los valores mostrados en la Tabla 7, que son los que interesan en esta situación. Se puede apreciar que, dependiendo de la longitud del vano, depende el número de péndolas que se van a colocar.

Cuando se tiene ya el número de péndolas que se va a utilizar y las longitudes sin corregir de cada péndola, se procede con las correcciones debido a la carga.

El segundo plano en ser revisado es el UK/014/391 ("Dropper Length Correction 200Km/h – Mark1 Upgrade"), con el que se ve la corrección con respecto a donde se sitúa la carga en el hilo de contacto y como varía la comba (sag) de los propios hilos y como ello afecta a la longitud de las péndolas.

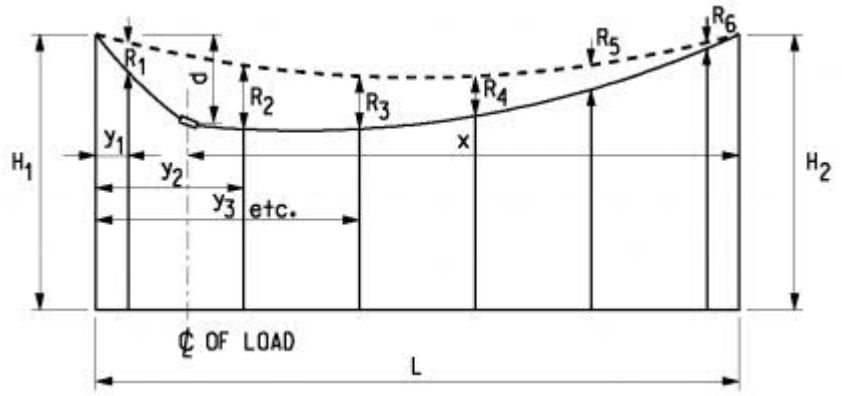


Ilustración 83: Variación del pendolado en función de la carga.

Como se puede ver en la Ilustración 83, se tiene que definir varios parámetros de cara a hacer la corrección, siendo:

R_1, R_2… → Corrección debido a la carga que se tiene en el hilo de contacto (mm).

H_1, H_2 → Diferencia de altura entre el hilo sustentador y el hilo de contacto (mm).

L → longitud del vano (m).

X → longitud entre la carga y la segunda estructura (m).

y_1, y_2… → distancia entre las péndolas y la primera estructura (m).

d → distancia entre la altura del sistema y el punto medio de la carga (mm).

$$d = x * \frac{L - x}{T * L} * \left(W + \frac{V * L}{2}\right) * 1000$$

Esta ecuación se puede apreciar aún dos parámetros que no se han definido:

V → peso por metro del equipo completo [14](N/m).

W → peso de la carga (N).

$$R = \frac{W * x * y}{T * L} * 1000$$

La ecuación mostrada es la utilizada para la rectificación en la hoja de cálculo.

Ilustración 84: Localización de la carga.

En la Ilustración 84 se ve el modo de cálculo de la rectificación debido a la carga, en el que, dependiendo de donde se sitúe la carga, la variable x e y cambian su valor.

Para poder calcular dicha rectificación se necesitan los valores de dos parámetros, la tensión del hilo sustentador y el peso del aislador de sección, siendo este último valor 25 kg.

Para la tensión del hilo sustenstador se procede a seleccionar la tensión de los parámetros básicos de mantenimiento de NR/L2/ELP/210888/15 (Ilustración 62).

La rectificación debido a la carga en el hilo es la mostrada en la Tabla 8:

[14] Cuando se habla de equipo completo se habla de la suma entre el hilo de contacto, el hilo sustentador y las péndolas.

Corrección cargas		
5	70,98739	mm
13,75	195,2153	mm
22,5	144,2647	mm
31,25	88,16176	mm
40	32,05882	mm

Tabla 8: Corrección de las cargas.

Estando en orden de arriba a abajo las péndolas (de izquierda a derecha en el plano del tramo resultante en el ANEXO III).

En este mismo plano se muestra también el ajuste para alturas del sistema no estándar[15], como es el caso en el que se plantea la renovación.

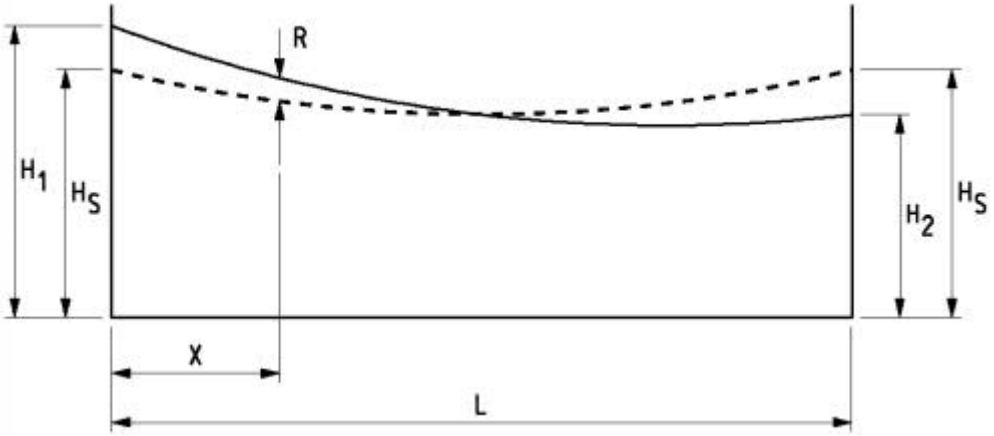


Ilustración 85: Corrección de la altura, plano 001/014/032.

En la Ilustración 85 se muestra la altura del sistema estándar (que en esta tecnología es 1980 mm) y las alturas reales que se tienen en las estructuras, en este caso:

H_1 = 5410-4440 = 970 mm.

H_2 = 7080-4440 = 2640 mm.

Para la rectificación se sigue la ecuación mostrada abajo:

$$R = H_S - H_1 + (H_1 - H_2) * \frac{x}{L}$$

[15] Basada en la norma 001/014/032

La corrección de la altura tras aplicar la ecuación es la mostrada en la Tabla 9:

Corrección altura	
824,4444	mm
499,7222	mm
175	mm
-149,722	mm
-474,444	mm

Tabla 9: Corrección de la altura.

En esta rectificación se muestran alturas negativas. Esto tiene sentido debido a que H_2 en la Ilustración 85 es más pequeña que H_1 y en el caso de estudio es al revés.

Por lo que la longitud en cada péndola después de las correcciones aplicadas será la mostrada en la Tabla 10:

Corrección total	
874,5682	mm
905,0624	mm
1224,735	mm
1661,56	mm
2212,386	mm

Tabla 10: Longitud total de todas las péndolas.

Una vez descrito el método por el cual se realizó el pendolado, se va a comentar el porqué del ejemplo entre estas dos estructuras, respondiendo a la siguiente pregunta: ¿por qué se posicionan así los hilos de catenaria en esta estructura y no se mantiene la tónica general de situarlos por debajo?

Ilustración 86: Estructura B41/62.

En la Ilustración 86 se muestra un ejemplo de “Over Boom” o sujeción del hilo de catenaria por encima del dintel.

Gracias a la pregunta anterior, se realizó un estudio para ver si era viable situar los hilos por debajo y para ver si se respetaban todas las distancias de seguridad (tanto eléctricas como mecánicas).

Con la hoja de cálculo realizada, se varió la longitud de las péndolas frente a una carga, procediendo al cálculo de lo descrito anteriormente.

El plano UK1/A09/401 (“Droppers Standard Spans Simple Catenary A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade”) muestra la distancia mínima tiene que tener la altura del sistema.

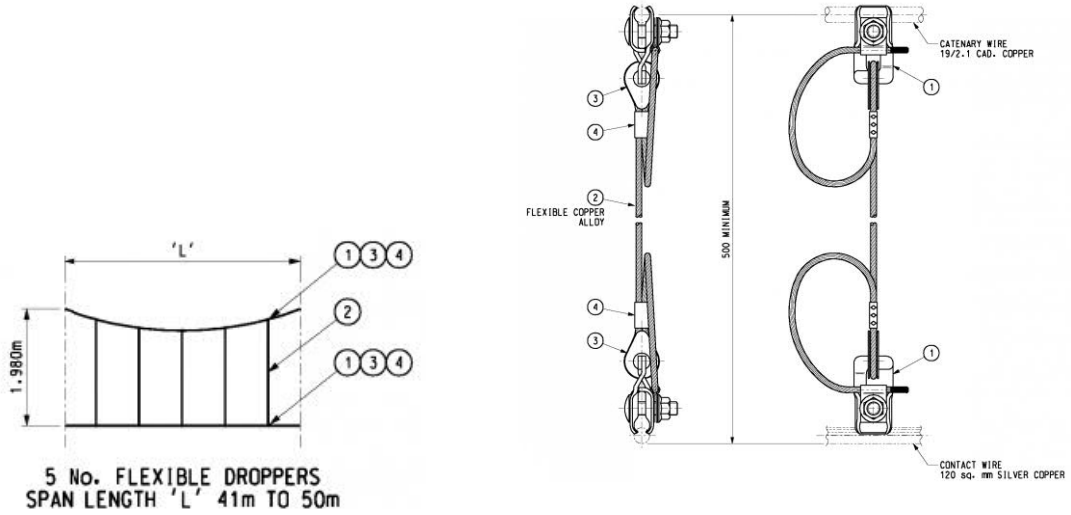


Ilustración 87: Número de péndolas para el vano correspondiente.

Ilustración 88: Distancia mínima de las péndolas, plano UK1/A09/401

Como se puede comprobar en la Ilustración 88, la altura del sistema mínima para la implantación de las péndolas ha de ser de 500 mm.

La altura mínima que ha de tener el sistema ha de ser de 1315 mm para que se respeten los 500 mm de las péndolas, que son algo más de 1000 mm de la altura H_2 actual.

Corrección total	
727,3459	mm
500,2013	mm
562,2353	mm
741,4216	mm
1034,608	mm

Tabla 11: Localización de la péndola delimitante.

Teniendo el hilo de contacto fijo a 4440 mm habría que tener el hilo sustentador, como mínimo, a 5755 mm.

Como se ve en el plano histórico ("record drawing") de la estructura B/41/62, mide 20 pies y 6 ½ pulgadas, lo equivalente a 6261.1 mm, desde el carril más elevado de la vía.

Hay que restarle el dintel, que mide 2 pies y 6 pulgadas (dintel de centro del tubo de arriba al centro del tubo de abajo mide 2 pies y $4^{3/32}$ pulgadas y los tubos tienen un diámetro de $1^{29/32}$ pulgada), lo equivalente a 457.2 mm.

Como se puede apreciar, si se tuviese en cuenta exclusivamente la altura del sistema para la renovación, el hilo de catenaria no atravesaría el dintel, pero no respeta los 270 mm de distancia mínima para el aislamiento eléctrico (NR/L2/ELP/27715/04), quedándose esa distancia a 48,9 mm del dintel.

No.	Clearance		Clearance type	Clearance value (mm)
	Source	Victim		
1	Catenary wire	ATF or high level feed which foreseeably may not be isolated at the same time as the OCL.	Static	1600
2	Static contact wire height	ATF (including conductor sag)	Static	600 (vertical height above)

Ilustración 89: Distancia óptima para el aislamiento eléctrico, norma NR/L2/ELP/27715/04.

Como muestra en la Ilustración 89, se ha de tener, como mínimo, una distancia de aislamiento de 600 mm para poder garantizar el aislamiento eléctrico, pero no se va a poder colocar solo a esa distancia debido a la cercanía de la ménsula del hilo 47, por lo que primero se colocará el hilo de catenaria a una distancia de 400 mm[16] del dintel, para más tarde, poder colocar la ménsula de la catenaria del hilo 48, quedando una altura del sistema de 2640 mm.

Corrección total	
765,7587	mm
728,3364	mm
1048,445	mm
1487,716	mm
2040,988	mm

Tabla 12: Longitud total de las péndolas.

[16] Se coloca a 400 mm no respetando la distancia de aislamiento debido a que, si se colocan a la distancia de 600 mm, en el "X-Over" tendrían que colocarse unas péndolas de más de 2,5 metros, siendo mayores que las máximas permitidas.

*4.3 **Despiece por estructuras***

De cara a hacer el cambio de tecnología, se decide sustituir todo lo que está en contacto directo con los hilos debido a que, como se ha comentado en apartados anteriores, se necesita sustituir el hilo para aumentar de velocidad la vía.

Para ello se ha decidido que no se van a modificar las estructuras existentes debido al ahorro económico tan grande que esto supondría. Habría que demostrar de forma cuantitativa que las nuevas tensiones de los hilos y los nuevos pesos que van a tener que aguantar las estructuras verdaderamente son soportadas, pero en este trabajo se ha supuesto que, al no haber mucha variación tanto de peso como de tensión, las estructuras existentes van a aguantar las nuevas cargas mencionadas.

Antes de comenzar el despiece por estructuras, se realizó una búsqueda del hilo de retorno de Mk1 para valorar si hay que cambiarlo también o no.

En los planos existentes de las estructuras no daban detalles del hilo de retorno que se había utilizado, por lo que se fue estructura por estructura revisando todas las referencias pertenecientes a los métodos de sujeción del hilo de retorno.

Al final se llegó a la conclusión de que daban un cierto margen de cara a un posible mantenimiento, por lo que la fijación no daba un diámetro exacto.

A continuación, se ve una foto en que confirma que el hilo de retorno es de cobre. Esta confirmación se debe a que, al ser de color verde, demuestra que se ha generado cardenillo, que es la sustancia venenosa de color verdoso o azulado que se forma sobre los objetos de cobre o sus aleaciones por la acción de la humedad (https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEV_enGB847ES847&q=Diccionario#dobs=cardenillo).

Ilustración 90: Poste de la estructura B41/55.

En Mk1 hay dos distintos tipos de cable de retorno, con diferentes variantes en cuanto a tamaño se refiere:

H.D. Copper Return Conductor			H.D. Aluminium Return Conductor	
19/0.128 in.	7/0.166 in.	7/0.128 in.	19/0.166 in.	19/0.128 in.

Ilustración 91: Distintos tipos de cables de retorno, NR/L2/ELP/27212.

Para la búsqueda, como ya se ha comentado con anterioridad, se fue estructura por estructura viendo posibles referencias, y ya en la última estudiada (B42/06) viendo que el aislador se repetía a lo largo de todas las estructuras, se centró la búsqueda en el aislador que sujeta el cable en los postes y se observó el diámetro que tiene.

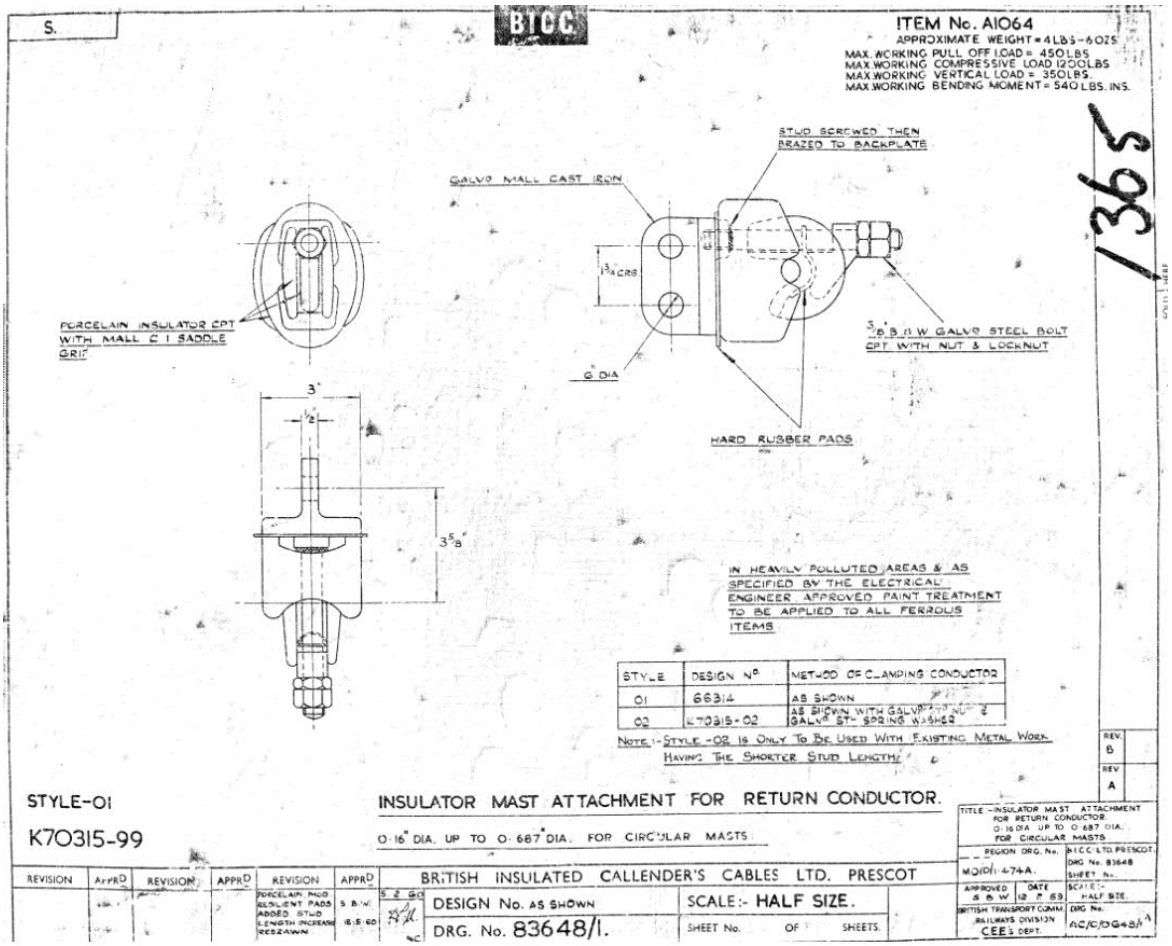


Ilustración 92: Aislador de la estructura B42/06.

Como se ve en la Ilustración 92, el diámetro del hilo de retorno tiene que estar entre 0,16 y 0,687 pulgadas, lo que en milímetros es un rango entre 4,06 y 17,45.

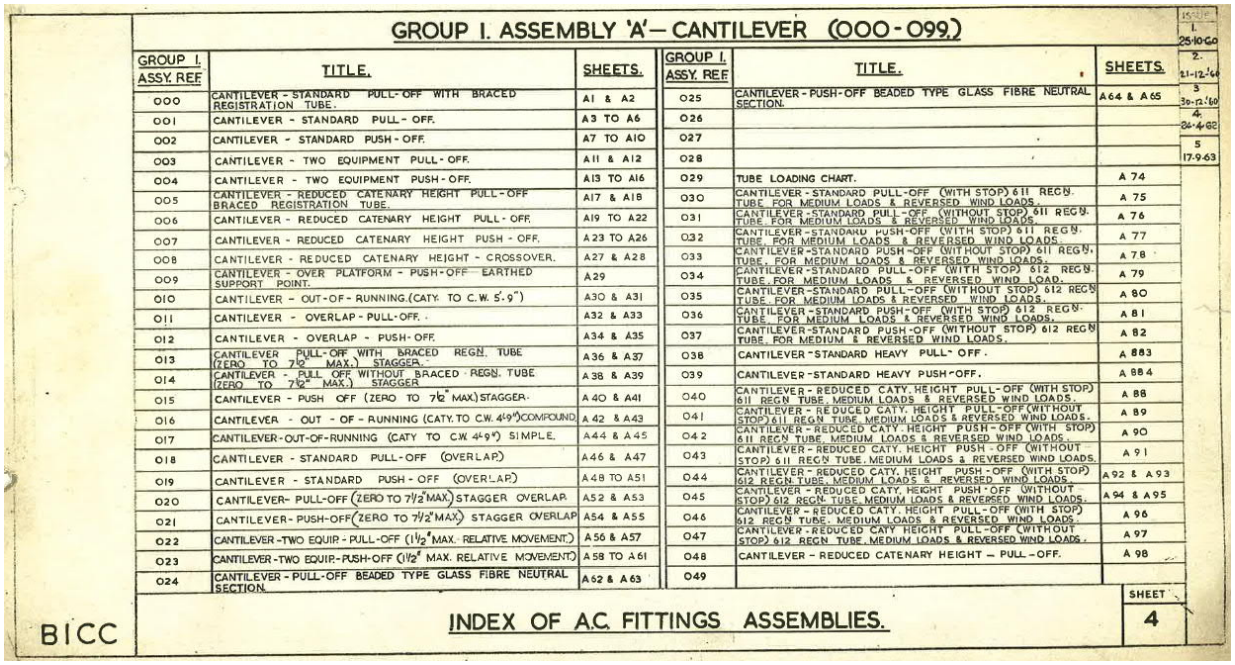
Volviendo a los distintos tipos de cables de cobre que hay, se tiene que chequear el diámetro de todos ellos a ver si se encuentran entre estos límites, siendo 16,3, 12,8 y 9,75 respectivamente.

Como se aprecia, los tres hilos de retorno se encuentran dentro del rango, por lo que se va a seleccionar el segundo de ellos, es decir, el de 12,8 mm de diámetro.

Una vez se ha averiguado el hilo de retorno que se tiene, la forma de proceder con las estructuras va a ser la siguiente:

1. Mostrar las estructuras existentes de cara a ver las referencias.
2. Mostrar los conjuntos de piezas que se van a sustituir y el por qué.
3. Mostrar los posibles cambios y cómo se ha llegado a la solución que se ha considerado óptima.

Se ha de comentar que el símbolo + se utiliza cuando existe una información que no ha sido verificada, por lo que las referencias de los postes y las cimentaciones de todo el proyecto van a llevar este símbolo, debido a que no ha sido posible verificarlas in situ.



GROUP I. ASSEMBLY 'A'— CANTILEVER (000-099)

GROUP I. ASSY. REF	TITLE.	SHEETS.
000	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF WITH BRACED REGISTRATION TUBE.	A1 & A2
001	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF.	A3 TO A6
002	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF.	A7 TO A10
003	CANTILEVER - TWO EQUIPMENT PULL-OFF.	A11 & A12
004	CANTILEVER - TWO EQUIPMENT PUSH-OFF.	A13 TO A16
005	CANTILEVER - REDUCED CATENARY HEIGHT PULL-OFF BRACED REGISTRATION TUBE.	A17 & A18
006	CANTILEVER - REDUCED CATENARY HEIGHT PULL-OFF.	A19 TO A22
007	CANTILEVER - REDUCED CATENARY HEIGHT PUSH-OFF.	A23 TO A26
008	CANTILEVER - REDUCED CATENARY HEIGHT - CROSSOVER.	A27 & A28
009	CANTILEVER - OVER PLATFORM - PUSH-OFF EARTHED SUPPORT POINT.	A29
010	CANTILEVER - OUT-OF-RUNNING. (CATY. TO C.W. 5'-9")	A30 & A31
011	CANTILEVER - OVERLAP - PULL-OFF.	A32 & A33
012	CANTILEVER - OVERLAP - PUSH-OFF.	A34 & A35
013	CANTILEVER PULL-OFF WITH BRACED REGN. TUBE (ZERO TO 7½" MAX.) STAGGER.	A36 & A37
014	CANTILEVER - PULL OFF WITHOUT BRACED REGN. TUBE (ZERO TO 7½" MAX.) STAGGER	A38 & A39
015	CANTILEVER - PUSH OFF (ZERO TO 7½" MAX.) STAGGER.	A40 & A41
016	CANTILEVER - OUT-OF-RUNNING (CATY. TO C.W. 4'9") COMPOUND.	A42 & A43
017	CANTILEVER - OUT-OF-RUNNING (CATY TO C.W. 4'9") SIMPLE.	A44 & A45
018	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF (OVERLAP.)	A46 & A47
019	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF (OVERLAP.)	A48 TO A51
020	CANTILEVER- PULL-OFF (ZERO TO 7½" MAX.) STAGGER OVERLAP.	A52 & A53
021	CANTILEVER - PUSH-OFF (ZERO TO 7½" MAX.) STAGGER OVERLAP.	A54 & A55
022	CANTILEVER - TWO EQUIP. - PULL-OFF (1½" MAX. RELATIVE MOVEMENT.)	A56 & A57
023	CANTILEVER - TWO EQUIP. - PUSH-OFF (1½" MAX. RELATIVE MOVEMENT)	A58 TO A61
024	CANTILEVER - PULL-OFF BEADED TYPE GLASS FIBRE NEUTRAL SECTION.	A62 & A63

GROUP I. ASSY. REF	TITLE.	SHEETS.
025	CANTILEVER - PUSH-OFF BEADED TYPE GLASS FIBRE NEUTRAL SECTION.	A64 & A65
026		
027		
028		
029	TUBE LOADING CHART.	A 74
030	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF (WITH STOP) 611 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 75
031	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF (WITHOUT STOP) 611 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 76
032	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF (WITH STOP) 611 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 77
033	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF (WITHOUT STOP) 611 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 78
034	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF (WITH STOP) 612 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 79
035	CANTILEVER - STANDARD PULL-OFF (WITHOUT STOP) 612 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 80
036	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF (WITH STOP) 612 REGN. TUBE FOR MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 81
037	CANTILEVER - STANDARD PUSH-OFF (WITHOUT STOP) 612 REGN. TUBE FOR MEDIUM & REVERSED WIND LOADS.	A 82
038	CANTILEVER - STANDARD HEAVY PULL-OFF.	A 883
039	CANTILEVER - STANDARD HEAVY PUSH-OFF.	A 884
040	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PULL-OFF (WITH STOP) 611 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 88
041	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PULL-OFF (WITHOUT STOP) 611 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 89
042	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PUSH-OFF (WITH STOP) 611 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 90
043	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PUSH-OFF (WITHOUT STOP) 611 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 91
044	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PUSH-OFF (WITH STOP) 612 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 92 & A 93
045	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PUSH-OFF (WITHOUT STOP) 612 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 94 & A 95
046	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PULL-OFF (WITH STOP) 612 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 96
047	CANTILEVER - REDUCED CATY. HEIGHT PULL-OFF (WITHOUT STOP) 612 REGN. TUBE. MEDIUM LOADS & REVERSED WIND LOADS.	A 97
048	CANTILEVER - REDUCED CATENARY HEIGHT - PULL-OFF.	A 98
049		

ISSUE 1. 25-10-60 2. 21-12-64 3 30-12-60 4. 26-4-62 5 17-9-63

BICC

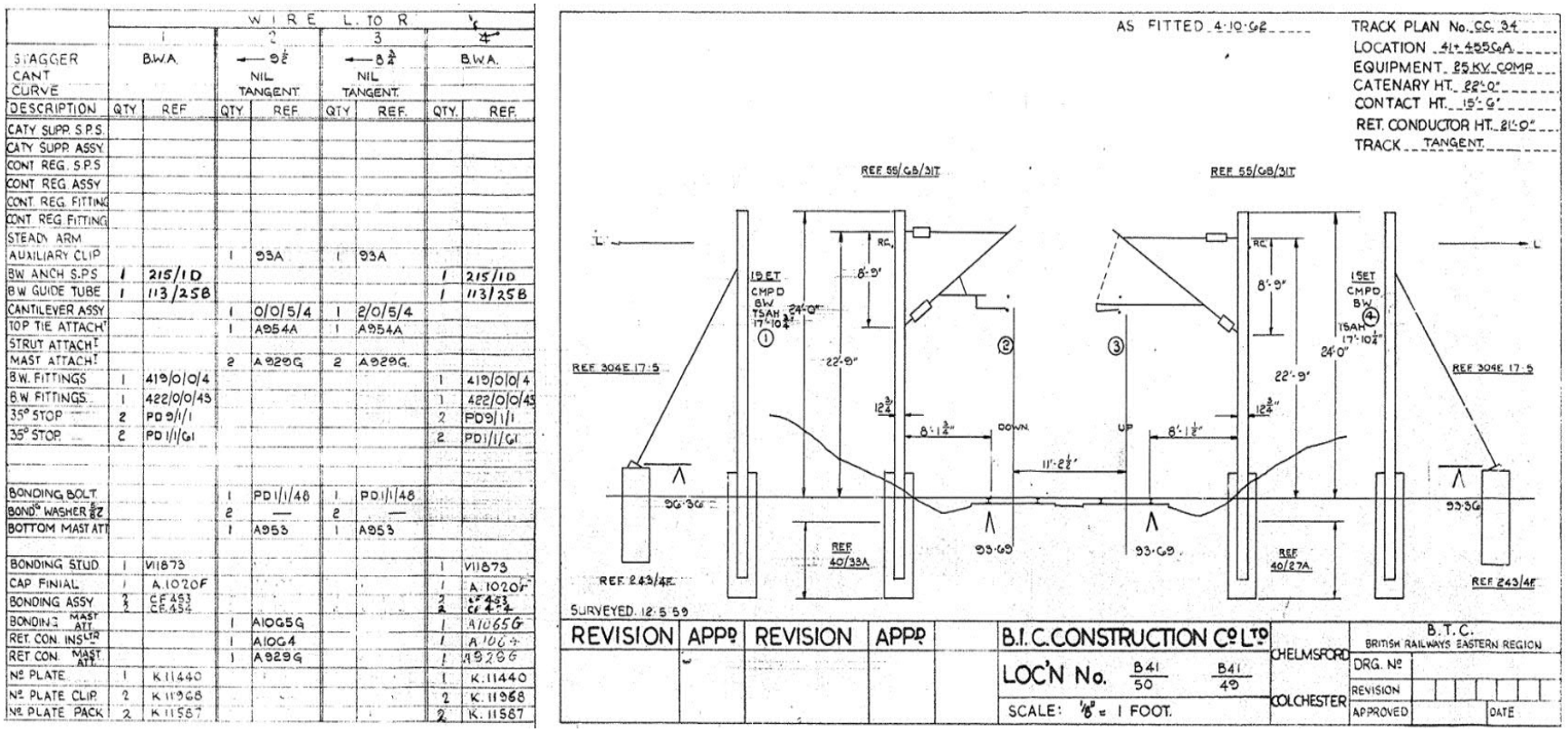
INDEX OF A.C. FITTINGS ASSEMBLIES.

SHEET 4

Ilustración 93: Grupos de conjuntos de piezas pertenecientes a la tecnología Mk1.

4.3.1 Estructura B41/49-50

Para estudiar esta estructura lo primero que se ha de hacer es ir a los planos históricos de la misma y ver las referencias de los postes y de la tecnología de Mk1 utilizada.



	WIRE L. TO R.							
	1		2		3		4	
STAGGER / CANT / CURVE	B.W.A.		← 9" NIL TANGENT		← 8¾ NIL TANGENT		B.W.A.	
DESCRIPTION	QTY	REF	QTY	REF	QTY	REF	QTY.	REF
CATY SUPP. S.P.S.								
CATY SUPP. ASSY.								
CONT. REG. S.P.S.								
CONT. REG. ASSY.								
CONT. REG. FITTING								
CONT. REG. FITTING								
STEADY ARM								
AUXILIARY CLIP			1	93A	1	93A		
BW. ANCH. S.P.S.	1	215/1D					1	215/1D
B.W. GUIDE TUBE	1	113/25B					1	113/25B
CANTILEVER ASSY.			1	0/0/5/4	1	2/0/5/4		
TOP TIE ATTACH.T			1	A954A	1	A954A		
STRUT ATTACH.T								
MAST ATTACH.T			2	A929G	2	A929G		
B.W. FITTINGS	1	419/0/0/4					1	419/0/0/4
B.W. FITTINGS	1	422/0/0/43					1	422/0/0/43
35° STOP	2	PD9/1/1					2	PD9/1/1
35° STOP	2	PD1/1/61					2	PD1/1/61
BONDING BOLT			1	PD1/1/48	1	PD1/1/48		
BOND.G WASHER ⅝ BZ			2	—	2	—		
BOTTOM MAST ATT.			1	A953	1	A953		
BONDING STUD	1	V11873					1	V11873
CAP FINIAL	1	A.1020F					1	A.1020F
BONDING ASSY	2	CE.453					2	CE.453
	2	CE.454					2	CE.454
BONDING MAST ATT.			1	A1065G			1	A1065G
RET. CON. INS.LTR			1	A1064			1	A1064
RET. CON. MAST ATT.			1	A929G			1	A929G
Nº PLATE	1	K.11440					1	K.11440
Nº PLATE CLIP	2	K.11968					2	K.11968
Nº PLATE PACK	2	K.11587					2	K.11587

AS FITTED 4-10-62

TRACK PLAN No. CC. 34
LOCATION 41+485.6A
EQUIPMENT 25 KV. COMP.
CATENARY HT. 22'-0"
CONTACT HT. 15'-0"
RET. CONDUCTOR HT. 21'-0"
TRACK TANGENT.

REF. 55/GB/31T
REF. 55/GB/31T
REF. 304E. 17-5
REF. 304E. 17-5
REF. 243/4E.
REF. 243/4E.
REF. 40/33A.
REF. 40/27A.
1 SET CMPD BW TSAH 17'-10¾" 24'-0"
1 SET CMPD BW TSAH 17'-10¾" 24'-0"
8'-9"
8'-9"
22'-9"
22'-9"
12¾"
12¾"
8'-1½"
8'-1½"
DOWN.
UP
11'-2½"
99-36
99-69
99-69
99-36
SURVEYED 12-5-59

REVISION	APPD	REVISION	APPD

B.I.C. CONSTRUCTION CO LTD — CHELMSFORD / COLCHESTER
LOC'N No. B41 50 / B41 49
SCALE: ⅛" = 1 FOOT.

B.T.C. BRITISH RAILWAYS EASTERN REGION
DRG. Nº
REVISION
APPROVED DATE

Ilustración 94: Plano histórico de la estructura B41/49-50.

Se puede apreciar que esta estructura es un BWA, es decir, donde se ancla un hilo de contacto. Por lo que este poste va a tener una ménsula para el hilo 44 ya que el otro se va a anclar.

Como se ha comentado con anterioridad, los planos donde se encuentran las referencias existentes se realizaron sobre la década de los 60, por lo que no se encuentran en un estado óptimo para su lectura en muchas ocasiones, otro motivo más para la renovación de la tecnología.

El plano de esta estructura en concreto se realizó en 1962, como se puede apreciar en la parte de arriba del plano histórico.

Es importante referenciar tanto los postes como las cimentaciones debido a que son las mismas que tienen que soportar el nuevo equipo de registro, por lo que un desarrollo futuro del propio trabajo sería ver si tanto los postes como, sobre todo, las cimentaciones, pueden soportar el nuevo peso de la tecnología.

La referencia de ambos postes es 55/6B/31+, por lo que se tiene el siguiente tipo de poste:

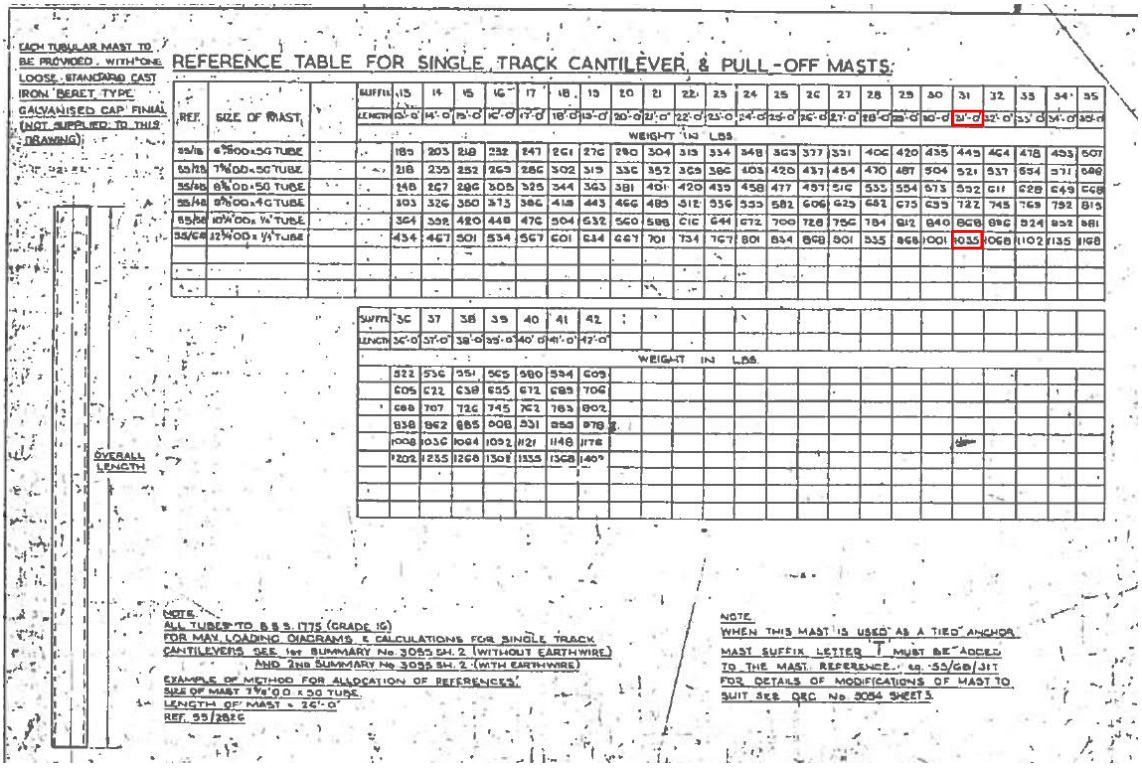


Ilustración 95: Referencia 3055.

Por lo que se tiene unos postes de la forma en la que se muestra en la Tabla 13:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	31	0	9,4488
Diámetro	0	12,75	0,32385

Tabla 13: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Una vez se sabe el poste que se tiene, el siguiente paso es saber la referencia de la cimentación.

Aquí sí que varía entre ambos postes, siendo la cimentación de la estructura que va a sustentar el hilo que recorre el "Down Main" una cimentación 40/35A+ y 40/27A+ en el "Up-Main", mostrándose la información de las dos la Ilustración 96

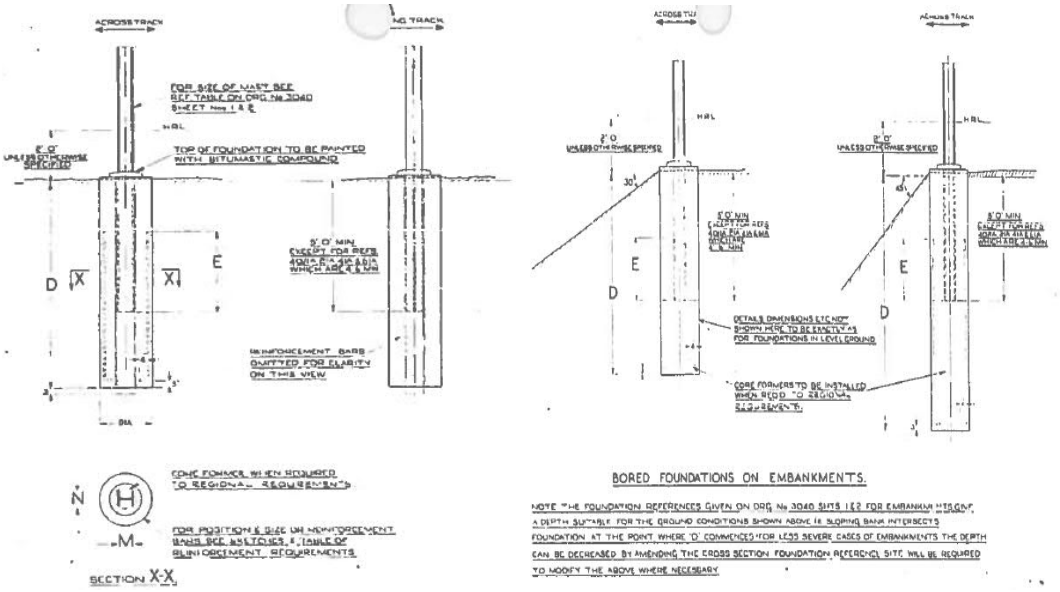
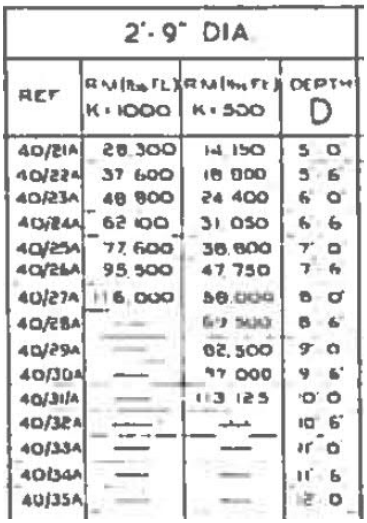


Ilustración 96: Referencia 3040.



2'-9" DIA			
REF	K = 1000	K = 500	DEPTH D
40/21A	28 300	14 150	5 0
40/22A	37 600	18 800	5 6
40/23A	48 800	24 400	6 0
40/24A	62 100	31 050	6 6
40/25A	77 600	38 800	7 0
40/26A	95 500	47 750	7 6
40/27A	116 000	58 000	8 0
40/28A		69 500	8 6
40/29A		82 500	9 0
40/30A		97 000	9 6
40/31A		113 125	10 0
40/32A			10 6
40/33A			11 0
40/34A			11 6
40/35A			12 0

*Ilustración 97: Referencia 3040/*A*[17].

La cimentación 40/35A+ tiene la siguiente información:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	12	0	3,6576
Diámetro	2	9	0,8382

Tabla 14: Conversión de pies-pulgadas a metros.

La cimentación 40/27A+ tiene la siguiente información:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	8	0	2,4384
Diámetro	2	9	0,8382

Tabla 15: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Esta estructura en concreto, al ser una estructura de compensación por pesas, también se ha de referenciar la sujeción de estas.

[17] Se usará el símbolo * para designar un conjunto de números consecutivos

Ilustración 98: Estructura B41/49.

Referencia 304E17.5:

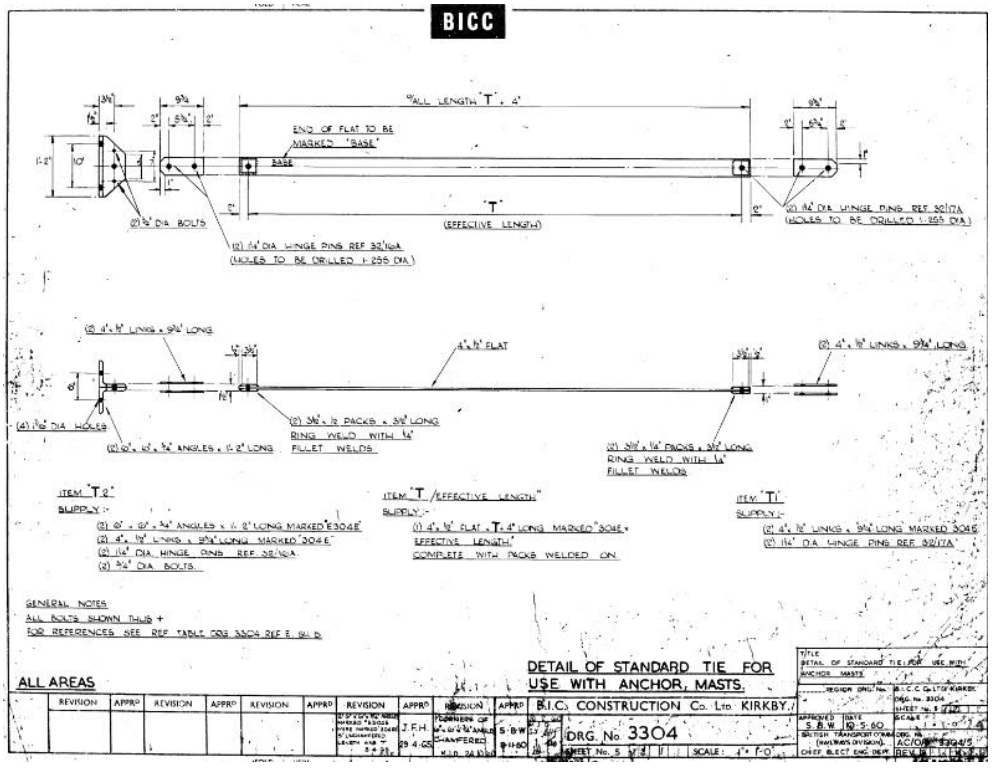


Ilustración 99: Poste de sujeción del BWA, referencia 3304.

REF.	T	WT. (LBS)
304 E 7.75	7'- 9"	
304 E 8.5	8'- 6"	
304 E 9.25	9'- 3"	
304 E 10.0	10'- 0"	
304 E 10.75	10'- 9"	
304 E 11.5	11'- 6"	
304 E 12.25	12'- 3"	
304 E 13.0	13'- 0"	
304 E 13.75	13'- 9"	
304 E 14.5	14'- 6"	
304 E 15.25	15'- 3"	
304 E 16.0	16'- 0"	
304 E 16.75	16'- 9"	
304 E 17.5	17'- 6"	

*Ilustración 100: Referencia 3304E**.*

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	17	6	5,334

Tabla 16: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 243/4F:

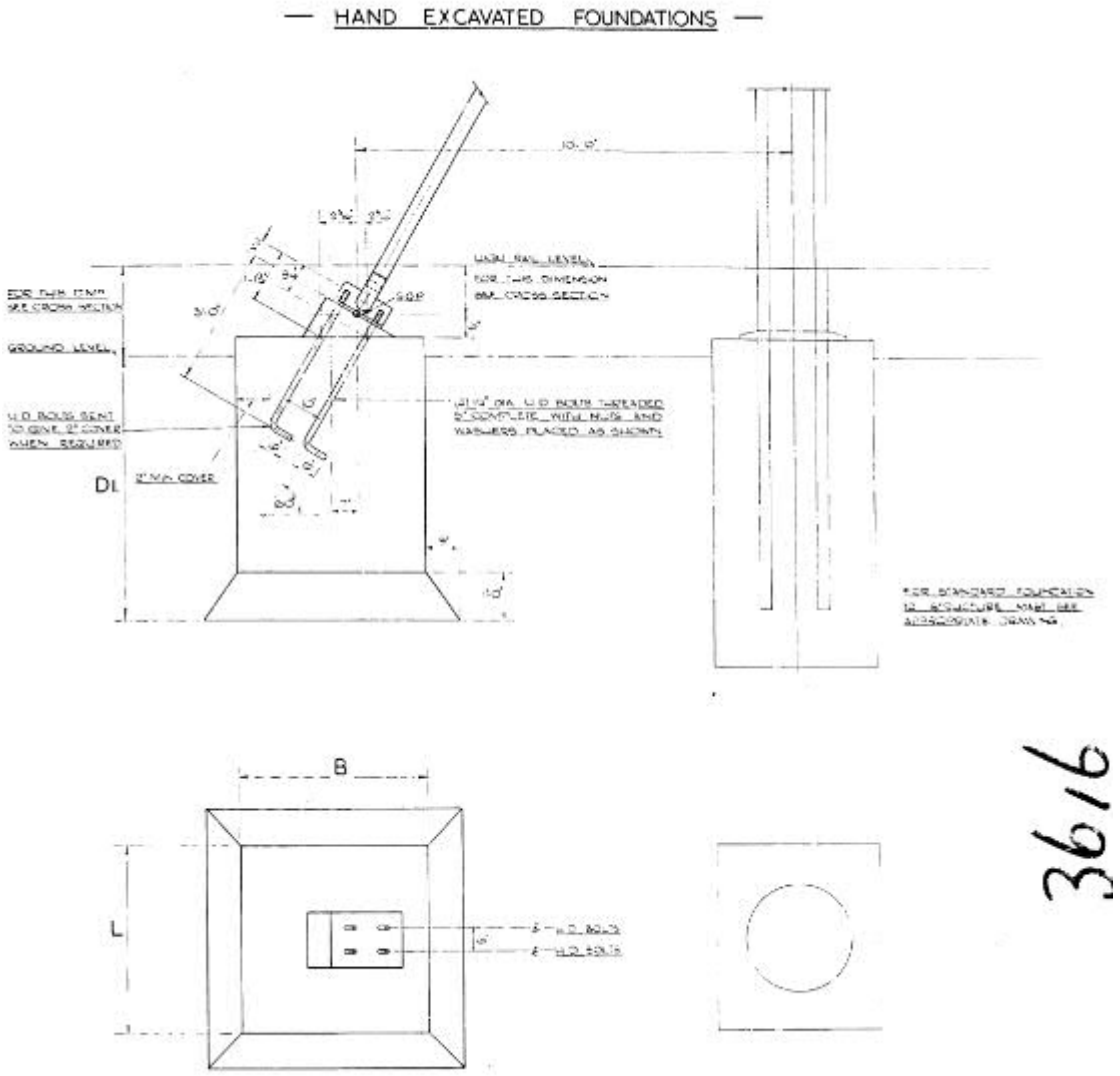


Ilustración 101: Referencia 3243.

REFERENCE	EQUIPMENT ANCHORED	TENSION BLOCK		BORED FOUND° K = 1,000		HAND EXCAVATED FOUND° K=1,000			BORED FOUND° K = 500		HAND EXCAVATED FOUND° K = 500			REINFORCEMENT REQ'D IN BORED TENSION BLOCK
		ALLOWABLE RESIST TO UPLIFT LBS	ALLOWABLE SIDE BEARING P.M. LBS. FT	DEPTH D	DIA.	DI	B	L	DEPTH D	DIA.	DI	B	L	
243/1F	(1) EARTH WIRE	5,100	7000	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	(2) 5/8" DIA. BARS AT 6" C/CS
243/2F	(1) RETURN CONDUCTOR	8,000	11,500	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	5'-6"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	(2) 5/8" DIA. BARS AT 6" C/CS
243/3F	(1) SET SIMPLE B.W. EQUIPMENT	11,300	18,000	6'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	6'-0"	2'-9"	5'-0"	3'-0"	3'-6"	(3) 5/8" DIA. BARS AT 6" C/CS
243/4F	(1) SET COMPOUND EQUIPMENT	13,400	21,900	6'-6"	2'-9"	5'-0"	3'-0"	3'-6"	6'-6"	2'-9"	5'-6"	3'-0"	3'-6"	(4) 5/8" DIA. BARS AT 4" C/CS

*Ilustración 102: Referencia 3243/*F.*

	Pies	Pulgadas	Metros
Diámetro	2	9	0,8382
Profundidad	6	6	1,9812

Tabla 17: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Teniendo ya todas las referencias de los postes y de las sujeciones que se van a mantener, se procede con los equipos de registro, como pueden ser las ménsulas, brazos… que se va a retirar.

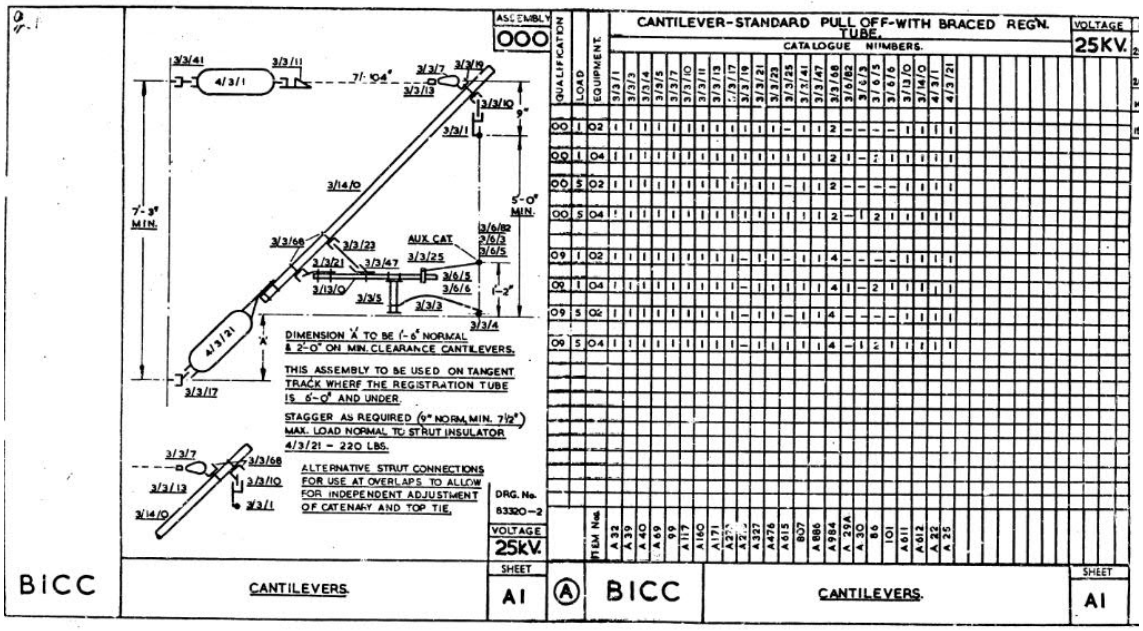


Ilustración 103: Conjunto de piezas correspondiente al atirantado hacia dentro.

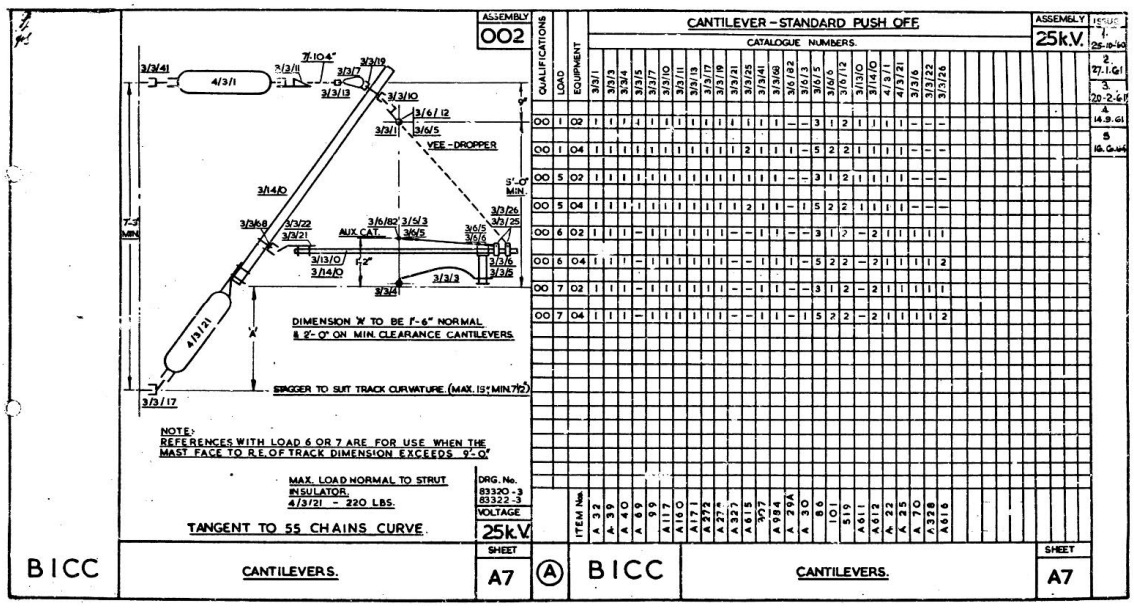
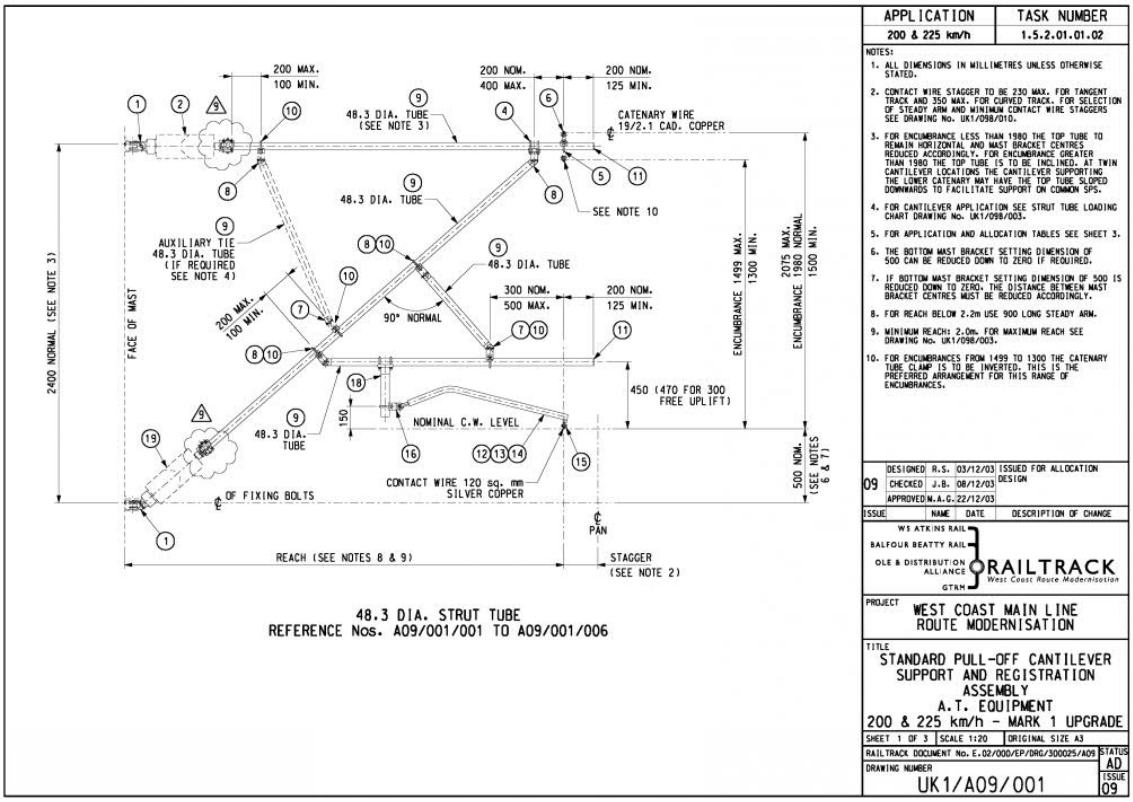


Ilustración 104: Conjunto de piezas correspondiente al atirantado hacia afuera.

Estas ménsulas se proceden a retirar sustituyéndolas por las correspondientes de Uk1, A09/001/002 (Standard Pull-Off Cantilever Support And Registration Assembly A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade) y A09/002/002.



APPLICATION	TASK NUMBER
200 & 225 km/h	1.5.2.01.01.02

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS IN MILLIMETRES UNLESS OTHERWISE STATED.
2. CONTACT WIRE STAGGER TO BE 230 MAX. FOR TANGENT TRACK AND 350 MAX. FOR CURVED TRACK. FOR SELECTION OF STEADY ARM AND MINIMUM CONTACT WIRE STAGGERS SEE DRAWING No. UK1/098/010.
3. FOR ENCUMBRANCE LESS THAN 1980 THE TOP TUBE TO REMAIN HORIZONTAL AND MAST BRACKET CENTRES REDUCED ACCORDINGLY. FOR ENCUMBRANCE GREATER THAN 1980 THE TOP TUBE IS TO BE INCLINED. AT TWIN CANTILEVER LOCATIONS THE CANTILEVER SUPPORTING THE LOWER CATENARY MAY HAVE THE TOP TUBE SLOPED DOWNWARDS TO FACILITATE SUPPORT ON COMMON SPS.
4. FOR CANTILEVER APPLICATION SEE STRUT TUBE LOADING CHART DRAWING No. UK1/098/003.
5. FOR APPLICATION AND ALLOCATION TABLES SEE SHEET 3.
6. THE BOTTOM MAST BRACKET SETTING DIMENSION OF 500 CAN BE REDUCED DOWN TO ZERO IF REQUIRED.
7. IF BOTTOM MAST BRACKET SETTING DIMENSION OF 500 IS REDUCED DOWN TO ZERO, THE DISTANCE BETWEEN MAST BRACKET CENTRES MUST BE REDUCED ACCORDINGLY.
8. FOR REACH BELOW 2.2m USE 900 LONG STEADY ARM.
9. MINIMUM REACH: 2.0m. FOR MAXIMUM REACH SEE DRAWING No. UK1/098/003.
10. FOR ENCUMBRANCES FROM 1499 TO 1300 THE CATENARY TUBE CLAMP IS TO BE INVERTED. THIS IS THE PREFERRED ARRANGEMENT FOR THIS RANGE OF ENCUMBRANCES.

ISSUE	NAME	DATE	DESCRIPTION OF CHANGE
09	DESIGNED R.S. 03/12/03		ISSUED FOR ALLOCATION DESIGN
	CHECKED J.B. 08/12/03		
	APPROVED M.A.G. 22/12/03		

WS ATKINS RAIL
BALFOUR BEATTY RAIL
OLE & DISTRIBUTION ALLIANCE
GTRM
RAILTRACK
West Coast Route Modernisation

PROJECT
WEST COAST MAIN LINE
ROUTE MODERNISATION

TITLE
STANDARD PULL-OFF CANTILEVER SUPPORT AND REGISTRATION ASSEMBLY
A.T. EQUIPMENT
200 & 225 km/h - MARK 1 UPGRADE

SHEET 1 OF 3	SCALE 1:20	ORIGINAL SIZE A3

RAILTRACK DOCUMENT No. E.02/000/EP/DRG/300025/A09 STATUS AD

DRAWING NUMBER UK1/A09/001 ISSUE 09

Ilustración 105: Plano UK1/A09/001 página 1.

APPLICATION			ASSEMBLY REF. No.		
48.3 DIA. STRUT TUBE	WITHOUT AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	001	001
		1110 LONG STEADY ARM	A09	001	002
		1300 LONG STEADY ARM	A09	001	003
	WITH AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	001	004
		1110 LONG STEADY ARM	A09	001	005
		1300 LONG STEADY ARM	A09	001	006
60.3 DIA. STRUT TUBE	WITHOUT AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	001	007
		1110 LONG STEADY ARM	A09	001	008
		1300 LONG STEADY ARM	A09	001	009
	WITH AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	001	010
		1110 LONG STEADY ARM	A09	001	011
		1300 LONG STEADY ARM	A09	001	012

ITEM No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SUB ASSEMBLY REF. No.			001	001	001	001	001	001	001	001	996	001	001	001	003	006	001	001	001	001	002	001	001	996
			042	563	561	034	003	584	100	090	027	001	009	110	110	110	005	546	065	815	563	053	054	221
ASSEMBLY REF. No.			126	121	121	122	122	121	142	142	148	122	142	123	123	123	123	121	142	123	121	122	122	148
A09	001	001	2	1	-	1	1	1	3	900	3	2	1	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	002	2	1	-	1	1	1	3	900	3	2	-	1	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	003	2	1	-	1	1	1	3	900	3	2	-	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	004	2	1	-	1	1	1	2	4	1050	5	2	1	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	005	2	1	-	1	1	1	2	4	1050	5	2	-	1	-	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	006	2	1	-	1	1	1	2	4	1050	5	2	-	-	1	1	1	-	1	1	-	-	-
A09	001	007	2	1	1	1	1	1	1	2	600	1	2	1	-	-	1	1	1	1	-	2	1	320
A09	001	008	2	1	1	1	1	1	1	2	600	1	2	-	1	-	1	1	1	1	-	2	1	320
A09	001	009	2	1	1	1	1	1	1	2	600	1	2	-	-	1	1	1	1	1	-	2	1	320
A09	001	010	2	1	1	1	1	1	2	3	750	2	2	1	-	-	1	1	1	1	-	3	1	320
A09	001	011	2	1	1	1	1	1	2	3	750	2	2	-	1	-	1	1	1	1	-	3	1	320
A09	001	012	2	1	1	1	1	1	2	3	750	2	2	-	-	1	1	1	1	1	-	3	1	320

APPLICATION	TASK NUMBER
200 & 225 km/h	1.5.2.01.01.02

NOTES:

1. FOR ASSEMBLIES AND GENERAL NOTES SEE SHEETS 1 & 2.

ISSUE	NAME	DATE	DESCRIPTION OF CHANGE
09	DESIGNED R.S. 03/12/03		ISSUED FOR ALLOCATION DESIGN
	CHECKED J.B. 08/12/03		
	APPROVED M.A.G. 22/12/03		

WS ATKINS RAIL
BALFOUR BEATTY RAIL
OLE & DISTRIBUTION ALLIANCE
GTRM
RAILTRACK
West Coast Route Modernisation

PROJECT
WEST COAST MAIN LINE
ROUTE MODERNISATION

TITLE
STANDARD PULL-OFF CANTILEVER SUPPORT AND REGISTRATION ASSEMBLY
A.T. EQUIPMENT
200 & 225 km/h - MARK 1 UPGRADE

SHEET 3 OF 3	SCALE N.T.S.	ORIGINAL SIZE A3

RAILTRACK DOCUMENT No. E.02/000/EP/DRG/300025/A09 STATUS AD

DRAWING NUMBER UK1/A09/001 ISSUE 09

Ilustración 106: Plano UK1/A09/001 página 3.

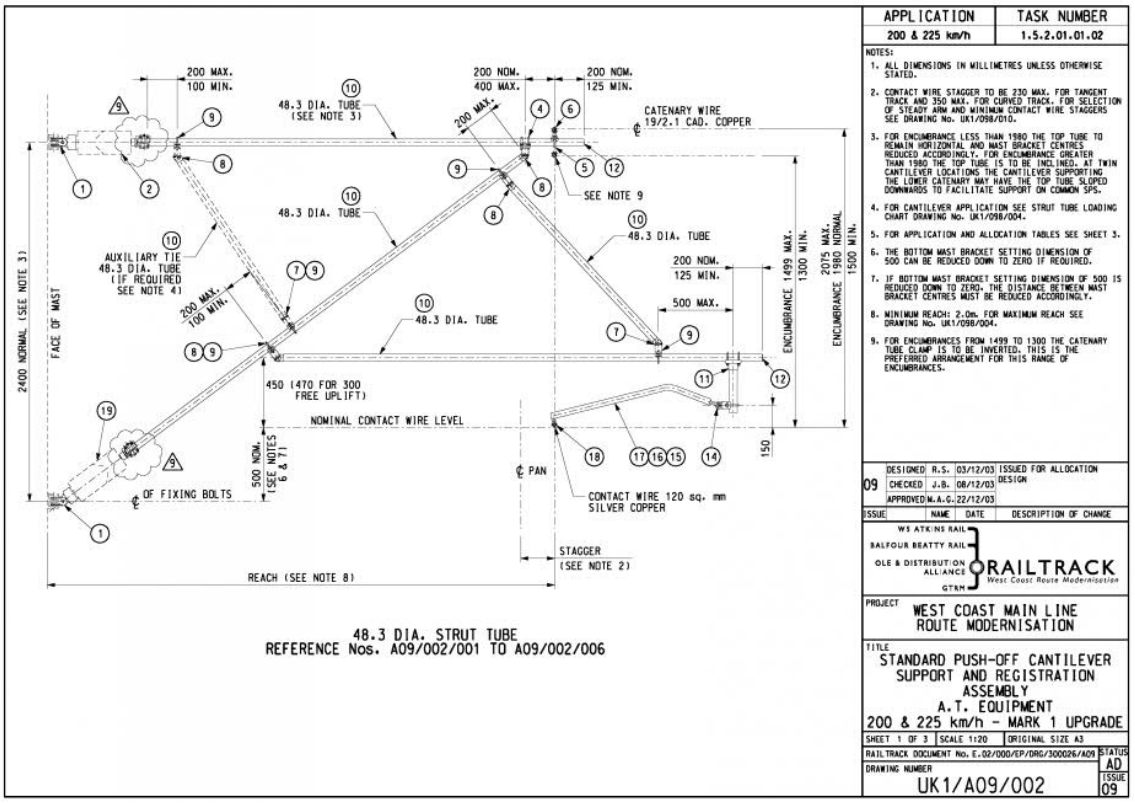
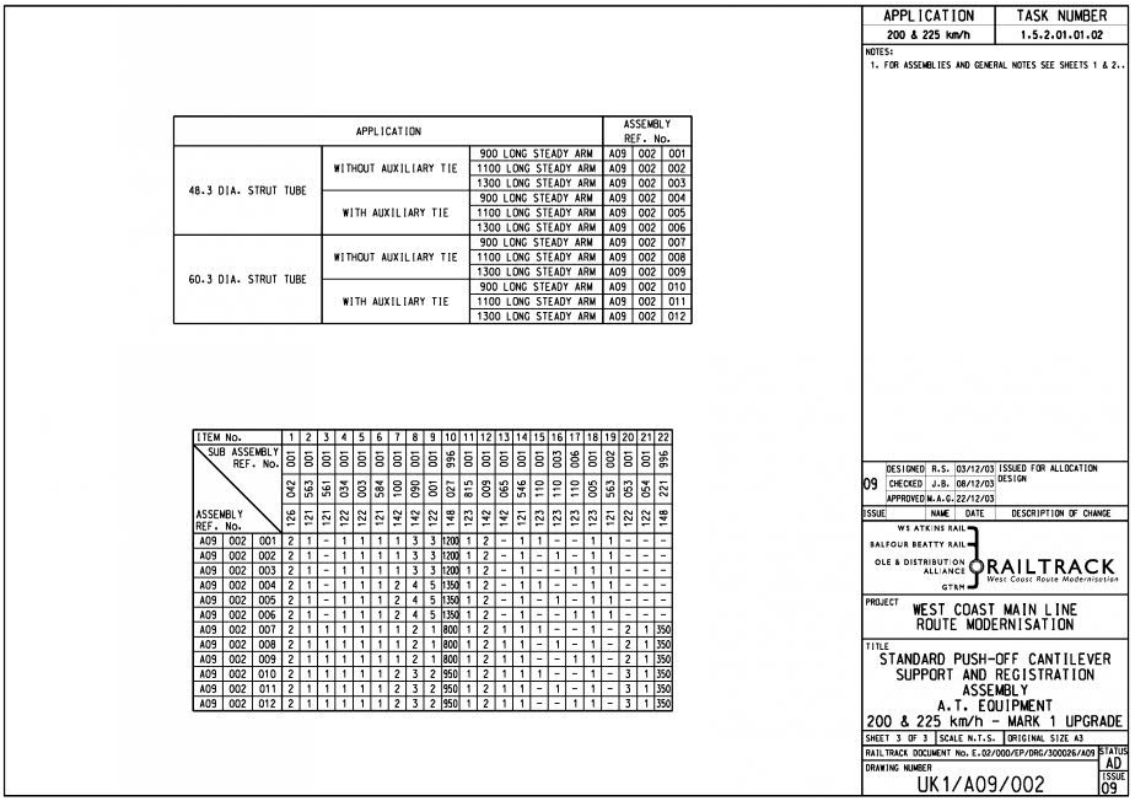


Ilustración 107: Plano UK1/A09/002 página 1.



APPLICATION			ASSEMBLY REF. No.		
48.3 DIA. STRUT TUBE	WITHOUT AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	002	001
		1100 LONG STEADY ARM	A09	002	002
		1300 LONG STEADY ARM	A09	002	003
	WITH AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	002	004
		1100 LONG STEADY ARM	A09	002	005
		1300 LONG STEADY ARM	A09	002	006
60.3 DIA. STRUT TUBE	WITHOUT AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	002	007
		1100 LONG STEADY ARM	A09	002	008
		1300 LONG STEADY ARM	A09	002	009
	WITH AUXILIARY TIE	900 LONG STEADY ARM	A09	002	010
		1100 LONG STEADY ARM	A09	002	011
		1300 LONG STEADY ARM	A09	002	012

ITEM No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SUB ASSEMBLY REF. No.			001	001	001	001	001	001	001	001	001	996	001	001	001	001	001	003	006	001	002	001	001	996
			042	563	561	034	003	584	100	090	001	027	815	009	065	546	110	110	110	005	563	053	054	221
ASSEMBLY REF. No.			126	121	121	122	122	121	142	142	122	148	123	142	142	121	123	123	123	123	121	122	122	148
A09	002	001	2	1	-	1	1	1	1	3	3	1200	1	2	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-
A09	002	002	2	1	-	1	1	1	1	3	3	1200	1	2	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-
A09	002	003	2	1	-	1	1	1	1	3	3	1200	1	2	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-
A09	002	004	2	1	-	1	1	1	2	4	5	1350	1	2	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-
A09	002	005	2	1	-	1	1	1	2	4	5	1350	1	2	-	1	-	1	-	1	1	-	-	-
A09	002	006	2	1	-	1	1	1	2	4	5	1350	1	2	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-
A09	002	007	2	1	1	1	1	1	1	2	1	800	1	2	1	1	1	-	-	1	-	2	1	350
A09	002	008	2	1	1	1	1	1	1	2	1	800	1	2	1	1	-	1	-	1	-	2	1	350
A09	002	009	2	1	1	1	1	1	1	2	1	800	1	2	1	1	-	-	1	1	-	2	1	350
A09	002	010	2	1	1	1	1	1	2	3	2	950	1	2	1	1	1	-	-	1	-	3	1	350
A09	002	011	2	1	1	1	1	1	2	3	2	950	1	2	1	1	-	1	-	1	-	3	1	350
A09	002	012	2	1	1	1	1	1	2	3	2	950	1	2	1	1	-	-	1	1	-	3	1	350

Ilustración 108: Plano UK1/A09/002 página 3.

Según la nota 8 del plano UK1/A09/001, para distancias entre el poste y el hilo menores de 2,2 metros se tienen que usar brazos de 900mm, pero como no es el caso y como norma general se usan los brazos de 1100 mm a menos que se indique lo contrario, debido a que, si se tuviera que realizar algún reajuste u operación de mantenimiento y se desea modificar el descentramiento, el brazo de 1100 permite que se pueda tanto sustituir por el brazo de 1300 mm como por el de 900 mm.

Como dice la nota 4, se tiene que medir la carga radial Q para saber si la ménsula ha de ser de 60,3 mm de diámetro o de 48,3 mm de diámetro.

$$Q(N) = 2 * H(N) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Siendo H(N) la tensión del hilo de contacto medida en Newton y α el ángulo es el ángulo del hilo de contacto debido al descentramiento en las estructuras.

	49	50
Grados	178,4779	177,9942
Grados/2	89,23895	88,9971
Q(N)	316,122	416,5717

Tabla 18: Determinación de la carga radial.

Una vez hallada la carga radial y con la distancia entre el hilo y la cara del poste ("reach") se tiene que ir al plano UK1/098/003 ("Strut Tube Loads Pull-Off 2075 To 1500 Encumbrance 200 & 225 KM/H – Mark 1 Upgrade") para ver la carga vertical que puede soportar la ménsula.

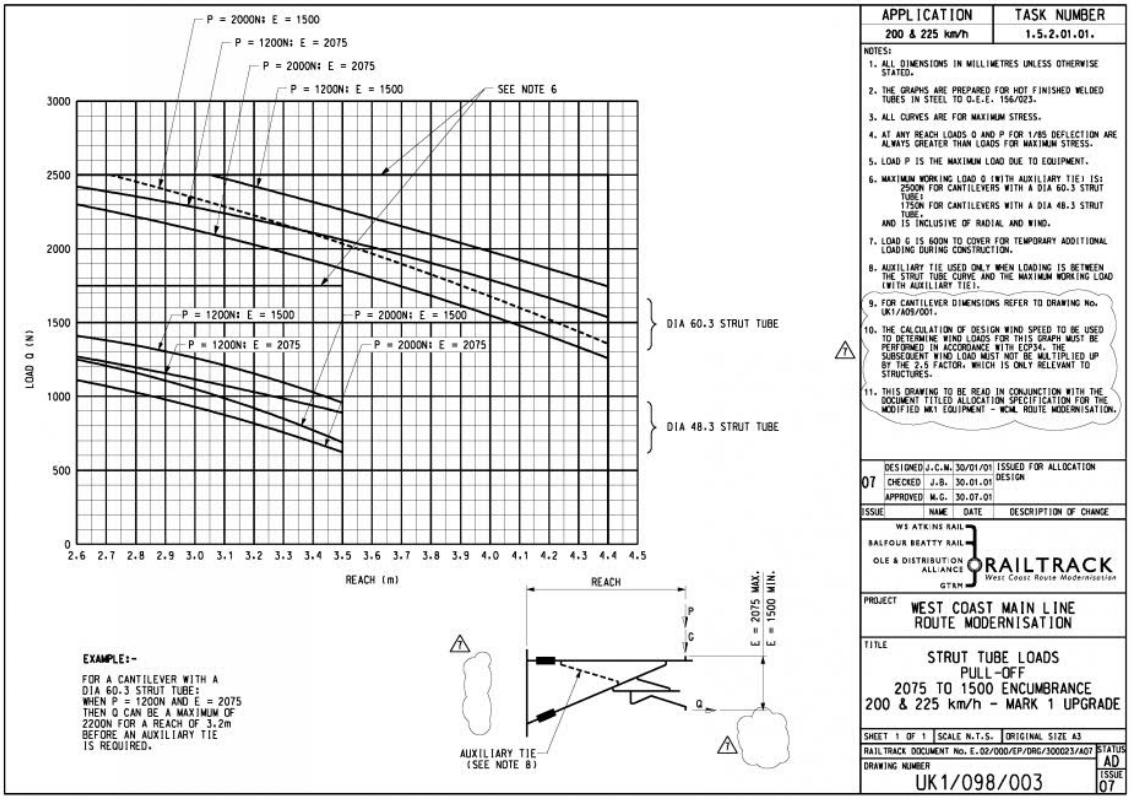


Ilustración 109: Gráfico para el cálculo de los brazos, plano UK1/098/003.

Al ser la fuerza radial menor de 450 N en cada estructura, no se superan los 1750N ni los 3,5 metros de "reach", por lo que se utilizarán tubos de 48,3 mm de diámetro sin amarre auxiliar.

Ahora se procede a ver como se amarra la ménsula al poste. La pieza mostrada en la Ilustración 110 es la pieza que tiene el conjunto de la ménsula en contacto con las piezas de unión al poste, por lo que habrá que ver que pieza se puede amoldar tanto a esta como al poste.

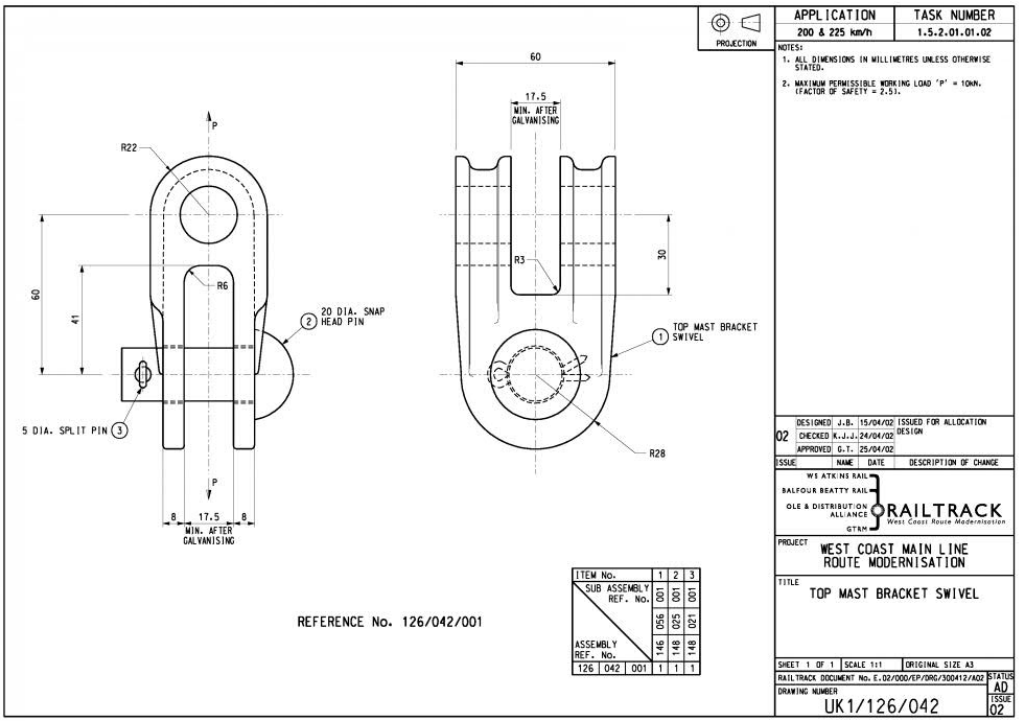
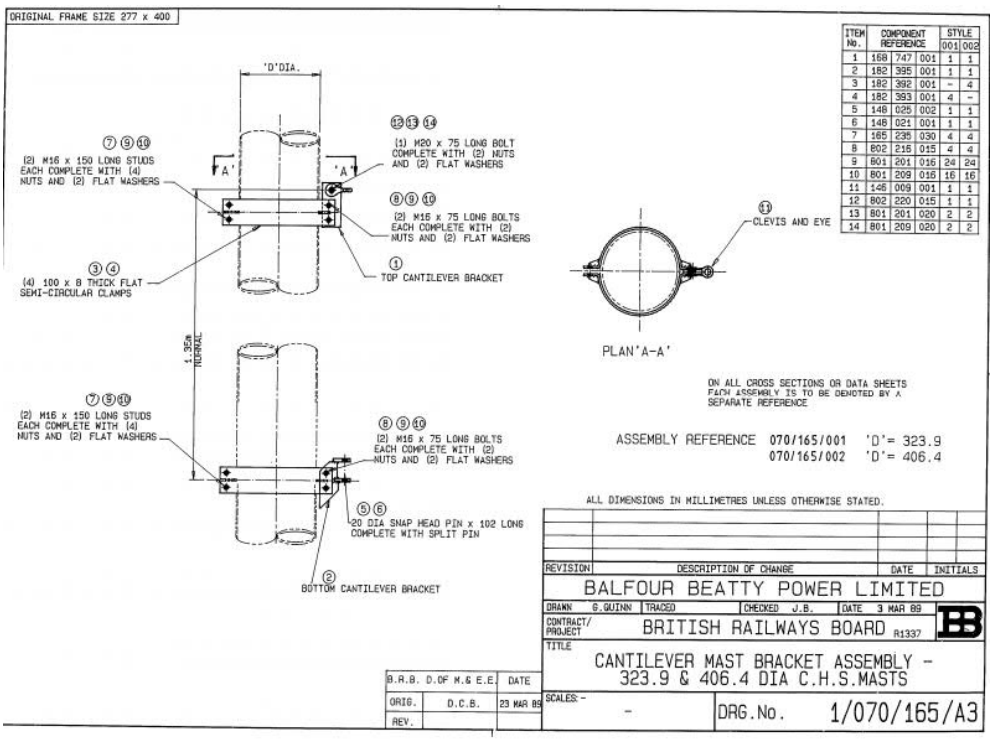


Ilustración 110: Conjunto de amarre ménsula – tubo, plano UK1/126/042.

Una posible solución que se podría haber tomado es usar el conjunto 001/070/165 ("Cantilever Mast Bracket Assembly For 323.9 & 406.4 Dia C.H.S. Mast").



ITEM No.	COMPONENT REFERENCE			STYLE 001	STYLE 002
1	168	747	001	1	1
2	182	395	001	1	1
3	182	392	001	–	4
4	182	393	001	4	–
5	148	025	002	1	1
6	148	021	001	1	1
7	165	235	030	4	4
8	802	216	015	4	4
9	801	201	016	24	24
10	801	209	016	16	16
11	146	009	001	1	1
12	802	220	015	1	1
13	801	201	020	2	2
14	801	209	020	2	2

Ilustración 111: Conjunto amarre poste, plano 001/070/165.

Para llevar a cabo esta posible solución hay que modificar el amarre superior, ya que el que está en el conjunto deja demasiado juego entre piezas, ya que el agujero es de 25 mm de diámetro y el que se tiene es de 21,5 mm.

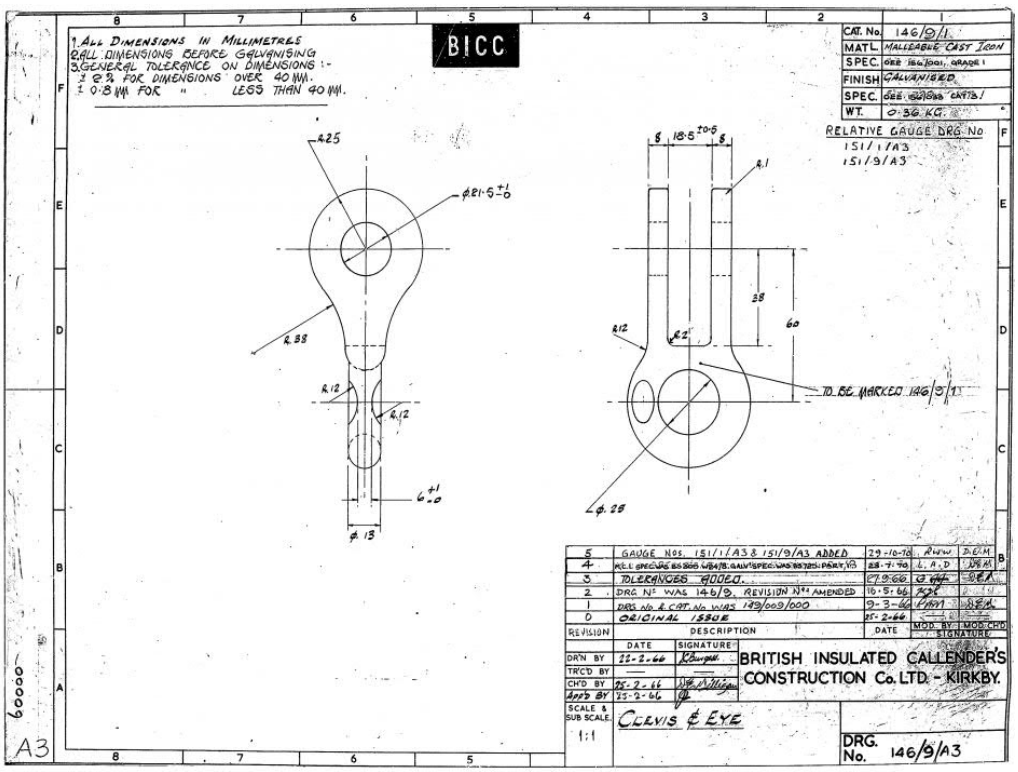


Ilustración 112: Dimensiones de la abrazadera.

Aunque se propuso modificar solo la parte superior esta requería de muchos cambios y no se logró encontrar una pieza óptima, por lo que se propuso otra posible solución siendo esta última la escogida para llevarse a cabo.

Al final se selecciona el plano UK1/070/742 (“Cantilever S.P.S. Attatchment To Various Tubular Masts Mark 1”) y se selecciona la referencia 070/742/006.

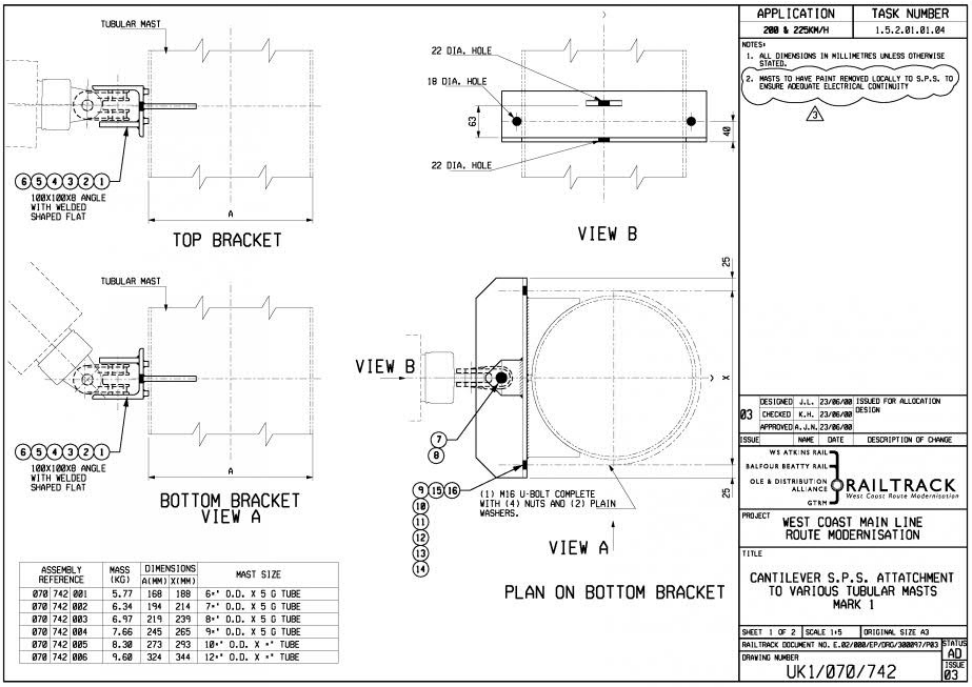


Ilustración 113: Distintos tipos de amarre dependiendo del diámetro del poste.

ALLOCATION TABLE

ITEM No.			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
COMPONENT REF. No.			001	002	003	004	005	006	002	001	001	002	003	004	005	006	016	016
			722	722	722	722	722	722	025	021	701	701	701	701	701	701	209	201
ASSEMBLY REF. No.			172	172	172	172	172	172	148	148	165	165	165	165	165	165	801	801
070	742	001	2	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	4	8
070	742	002	-	2	-	-	-	-	2	2	-	2	-	-	-	-	4	8
070	742	003	-	-	2	-	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	4	8
070	742	004	-	-	-	2	-	-	2	2	-	-	-	2	-	-	4	8
070	742	005	-	-	-	-	2	-	2	2	-	-	-	-	2	-	4	8
070	742	006	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	2	4	8

Ilustración 114: Conjuntos de cada referencia.

Como se aprecia en la Ilustración 113, el conjunto 070/742/006, se adecua al diámetro del poste existente y no deja juego con el aislador, como se demuestra en la pieza UK1/172/722 (“Angle Support For Registration Assembly. Various Tubular Masts. Mark 1”), mostrado en la Ilustración 114.

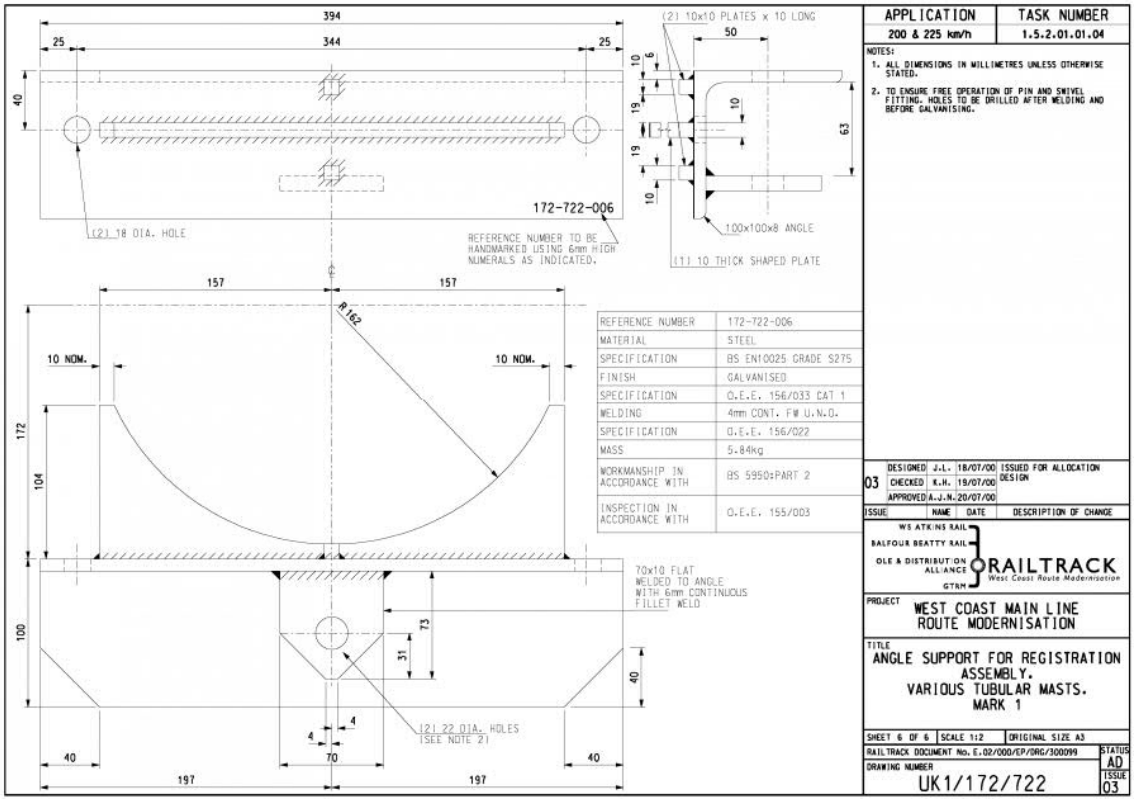


Ilustración 115: Amarre seleccionado entre poste y ménsula.

Una vez hallado el método de sujeción del poste con la ménsula, se procede con el método de sujeción de las pesas al poste.

La referencia 419/0/0/4 hace correspondencia a la terminación donde están colocadas las pesas:

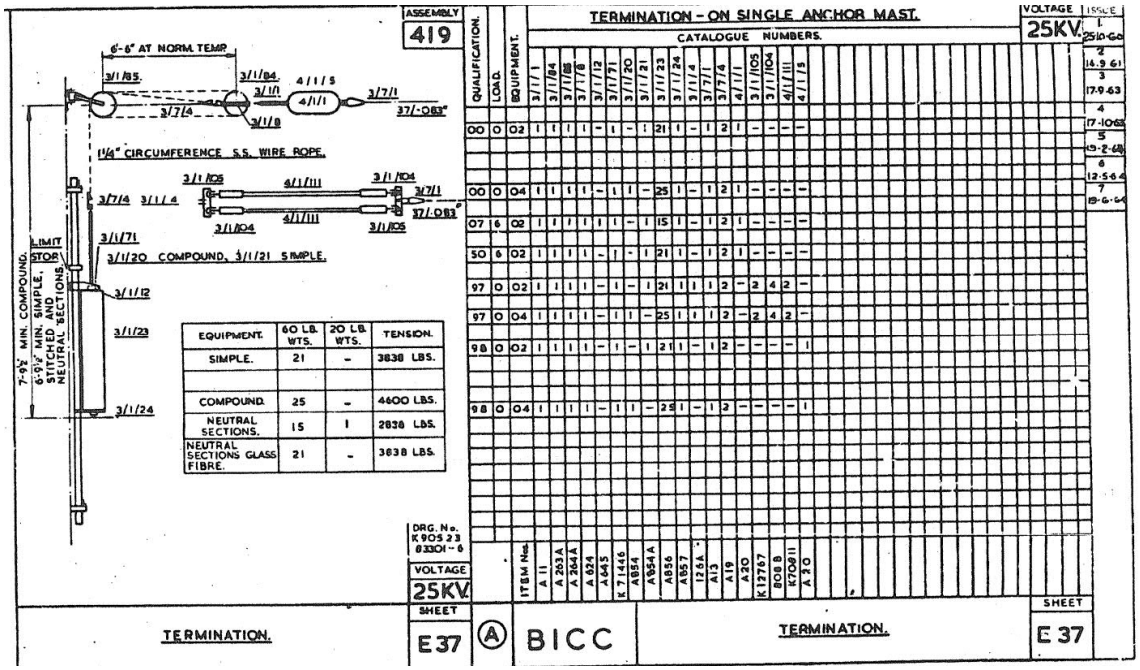


Ilustración 116: Piezas del BWA.

En el plano de la Ilustración 116, se muestra los diferentes elementos que componen la sujeción y terminación del cable. Este plano cuenta con el despiece de los elementos, que son: elementos de sujeción, pesas, conjunto de poleas y aislador de tensión.

Para la sustitución se tiene que tomar en cuenta el plano UK1/A09/314 (“Terminations for Existing Structures (Single Tension Wheel For Catenary And Contact Wire)”). En él, se muestran los elementos de los que se componen el conjunto.

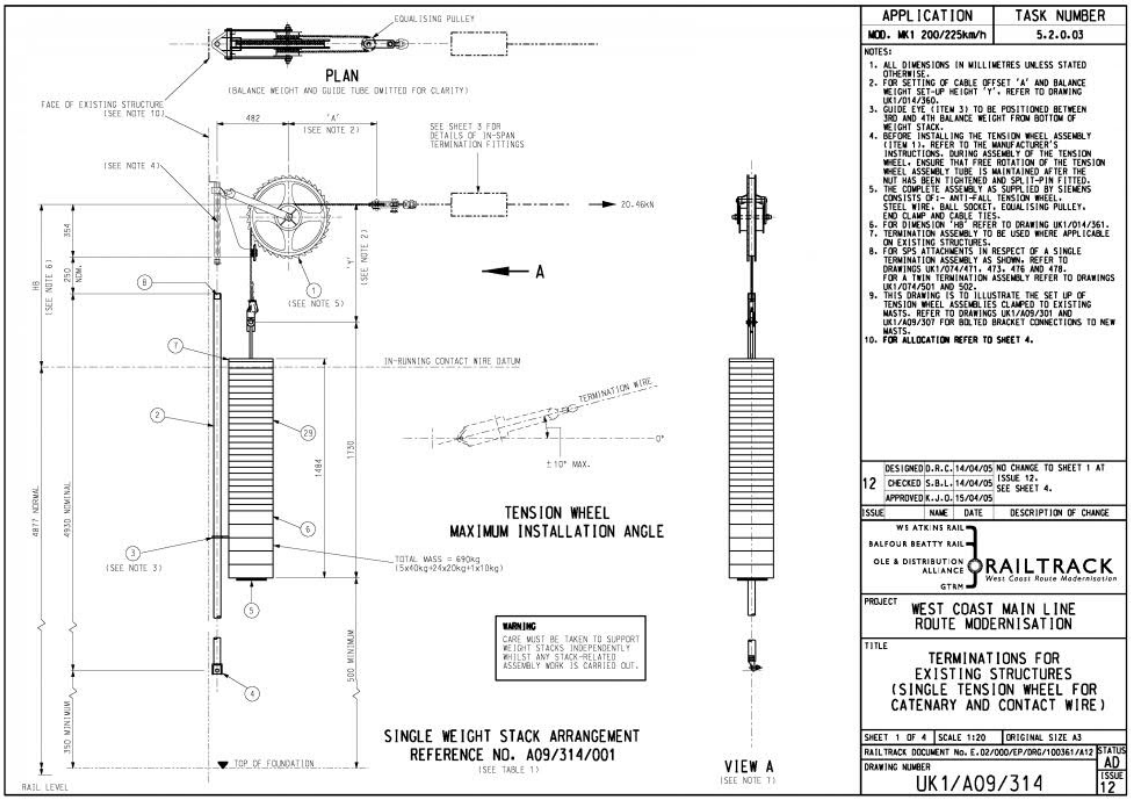


Ilustración 117: Posible recambio al BWA existente.

TABLE 1

APPLICATION	ASSEMBLY REF No.	ITEM NO. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	29
	SUB ASSEMBLY REF No.	004	996	**001**	001	004	001	001	001	005	001	001	020	020	115	020	001	
		373	027	**240**	005	831	078	832	009	838	831	152	008	201	209	220	203	077
		121	148	**144**	122	144	144	144	142	144	144	144	146	801	801	802	801	144
SINGLE WEIGHT STACK : TERMINATION COMPONENTS (STRUCTURE)	A09 314 001	1	495	1	1	1	5	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	24
TWIN WEIGHT STACK : TERMINATION COMPONENTS (STRUCTURE)	A09 314 002	1	805	2	–	–	8	–	2	2	2	1	2	4	4	4	4	16

Ilustración 118: Despiece del BWA propuesto.

Se tiene que comprobar que los elementos de sujeción del plano propuesto se amoldan a la estructura existente, ya que el nuevo plano tiene en cuenta que la estructura en la que se va a instalar no es un poste cilíndrico.

Un ejemplo de búsqueda es el plano UK1/074/476 (“Balance Weight Anchor S.P.S. For Single Wheel Assembly On Bfb, Rsj And Ud Masts Mark 1 Equipment”), en el que se ve una posible forma de sujeción al poste, pero a un poste con perfil en I, por lo que no vale en la estructura existente.

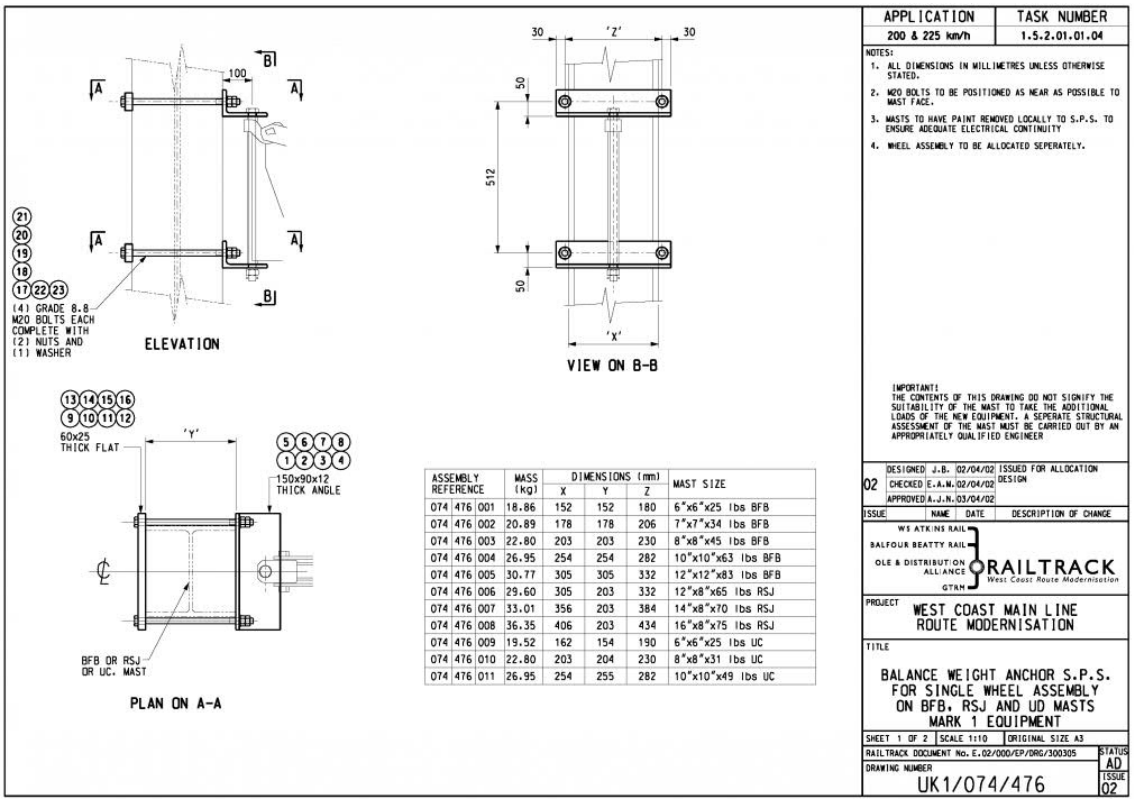


Ilustración 119: Sujeción del BWA a poste en I.

La nota 8 del plano correspondiente a la Ilustración 117, muestra distintos tipos de poste y distintas fijaciones (planos UK1/074/471-473-476-478-501-502), pero ninguna con el tipo de estructura que se necesita, solo con perfiles en I y cuadrado, por lo que se va a necesitar una pieza entre el BWA y el poste de unas determinadas dimensiones, ya que las piezas de sujeción entre el BWA y los postes actuales no valen para el caso estudiado.

Se realizó una primera búsqueda para localizar un posible elemento de fijación, en el que se necesitaba una chapa con unas dimensiones específicas, ya que tenía que ser sujetado por dos tornillos en forma de U de las dimensiones del poste en cuestión y a la vez tener unos agujeros para poder fijar el BWA.

Al no localizar esta chapa se ha propuesto una solución alternativa a la ideal descrita con anterioridad. Esta alternativa consiste en, manteniendo las piezas de sujeción existentes entre el poste y el BWA, cambiar las pesas y lo relacionado con la tensión que se ejerce en los hilos, ya que es distinta en Mk1 que en UK1.

Tanto en UK1, el plano UK1/A09/301 como en Mk1, en el plano 419/00/0/04, se va a tener que calcular la relación entre las poleas de cara a la colocación de las pesas y ver si se podrían colocar.

La primera polea que se va a estudiar es la de Mk1. Como se aprecia, es un polipasto y hay que buscar una relación entre el peso y la tensión.

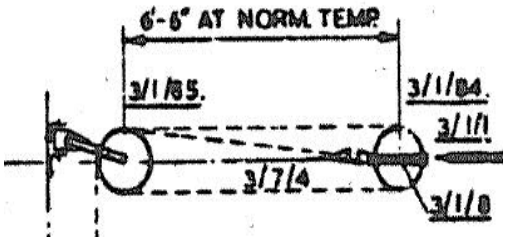


Ilustración 120: Polipasto existente en el BWA a reemplazar.

Se ve que tiene una relación de 3:1 en cuanto a tensiones, es decir, que si se aplica una masa de 600Kg la tensión ejercida será: 600*9.81*3=17658N, superando así la suma entre la tensión del hilo de catenaria y el hilo de contacto, que en Mk1 son las mostradas en la Ilustración 121.

Designation	Nominal Conductor Tension (kN)		
	Contact	Auxiliary	Catenary
Mk1-00-AT-C	8.918	3.000	8.584
Mk1-00-AT-S	8.918	---	8.195

Ilustración 121: Tensión de los hilos de contacto y catenaria, norma NR/L2/ELP/21088/02.

Por lo que la suma entre ambas será: 8918+8195 = 17114N.

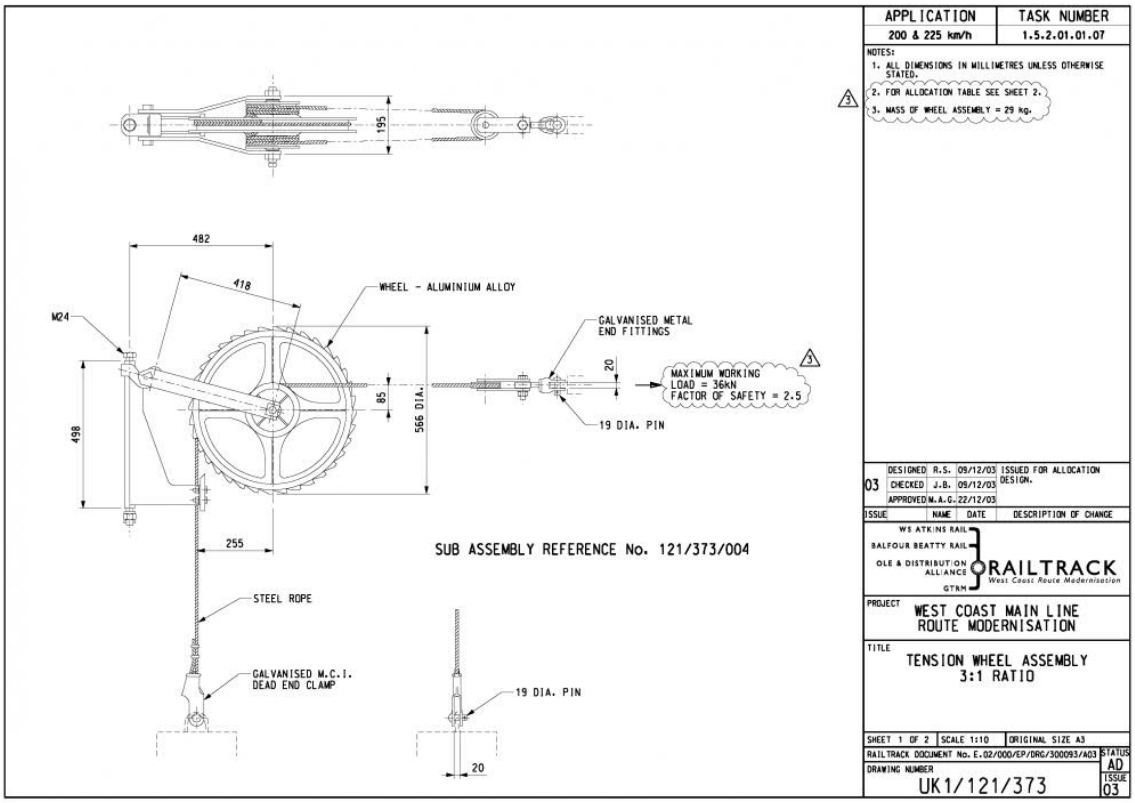


Ilustración 122: Relación de tensión de la polea previamente seleccionada.

Se puede ver una relación de poleas también 3:1.

Como la tensión que se quiere conseguir es algo mayor, como se ha visto en la tabla de tensiones de la Ilustración 62: 11900+8560 = 20460N.

Por lo que la masa se podrá o no poner en función del movimiento vertical que pueda permitir el BWA modificado.

Las pesas existentes son las mostradas en la Ilustración 123.

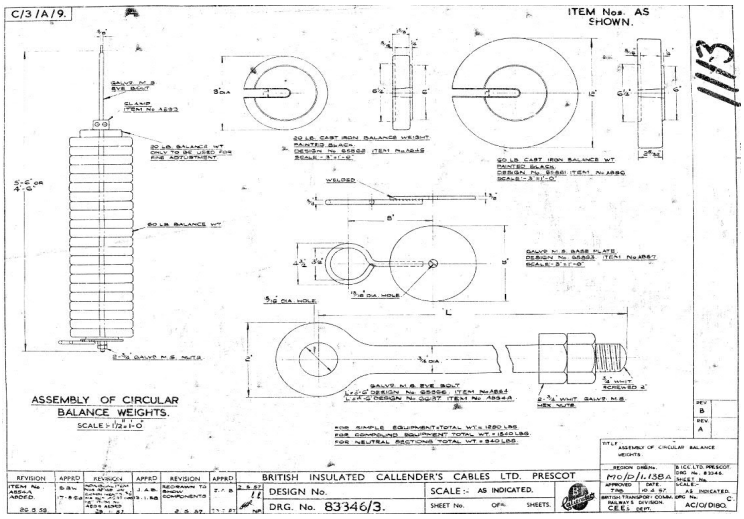


Ilustración 123: Pesas situadas en el BWA a renovar.

Por lo que se necesita poner 690 kg de peso para poder llegar a la tensión operativa, como se muestra en el plano.

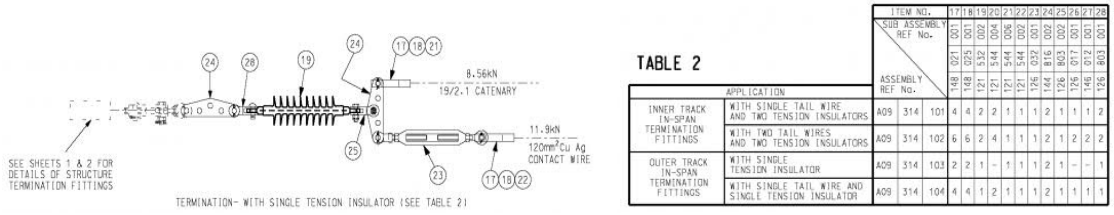
El conjunto de pesas de Mk1 suman un total de 25*60=1500 lb, lo que son 680,39 kg, en un espacio de 1369,22 mm, mientras lo que hay que poner es 690 kg en un total de 1459 mm, como queda resumido en la Tabla 19:

	Conjunto pesas (kg)	Altura (mm)
Mk1	680,39	1369,22
UK1	690	1459

Tabla 19: Resumen de pesos y alturas del BWA

Se da como bueno el extra de peso (ya que se necesita más tensión) y el extra de espacio que ocupa no supone ningún inconveniente, ya que está dentro de los límites permitidos.

Otro elemento que se va a cambiar va a ser la cola del hilo, usando la referencia A09/314/103.



APPLICATION		ASSEMBLY REF No.			ITEM NO.	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
					SUB ASSEMBLY REF No.	001	001	002	004	006	002	002	002	002	001	001	001
						021	025	532	544	544	532	532	816	803	017	012	803
					ASSEMBLY REF No.	148	148	121	121	121	126	126	146	126	126	146	126
INNER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS	WITH SINGLE TAIL WIRE AND TWO TENSION INSULATORS	A09	314	101		4	4	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
	WITH TWO TAIL WIRES AND TWO TENSION INSULATORS	A09	314	102		6	6	2	4	1	1	1	2	1	2	2	2
OUTER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS	WITH SINGLE TENSION INSULATOR	A09	314	103		2	2	1	–	1	1	1	2	1	–	–	1
	WITH SINGLE TAIL WIRE AND SINGLE TENSION INSULATOR	A09	314	104		4	4	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1

Ilustración 124: Conjunto de piezas y referencias que conforman la cola del hilo en el BWA.

Con esto ya se tienen todos los elementos necesarios para el cambio propuesto del BWA.

Para terminar la renovación de la estructura, queda cambiar la fijación del hilo de retorno, mostrándose lo que hay en la estructura en la Ilustración 125.

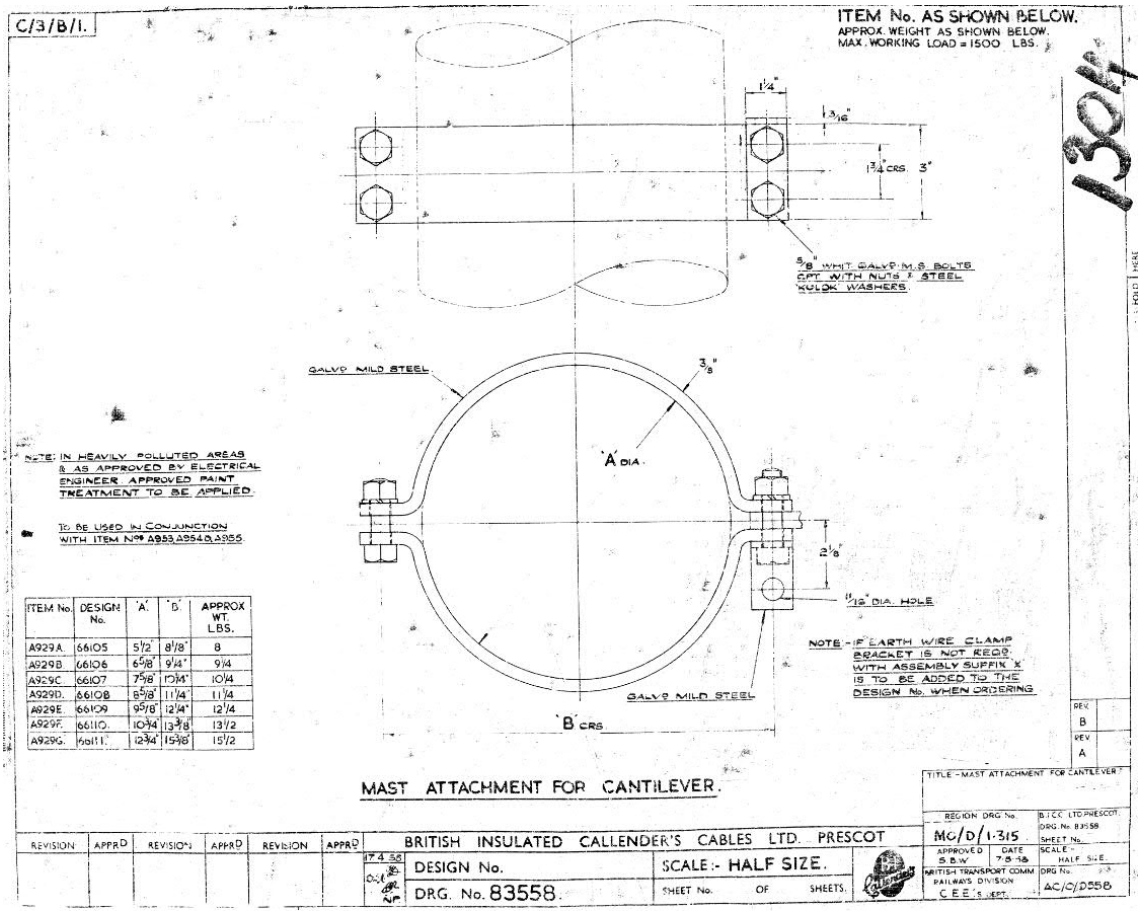
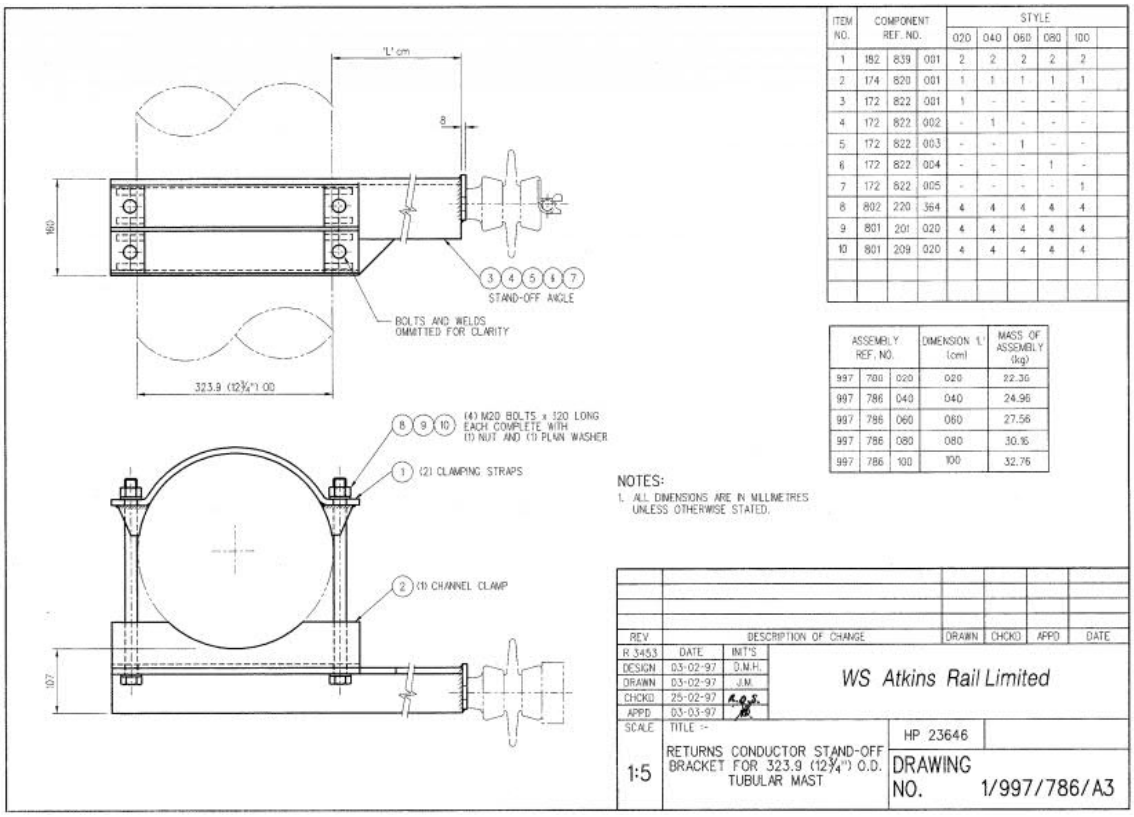


Ilustración 125: Método de sujeción del cable de retorno.

Se va a sustituir con lo descrito en el plano 001/997/786 (“Returns Conductor Stand-Off Bracket For 323.9 (12 3/4") O.D. Tubular Mast”).



ITEM NO.	COMPONENT REF. NO.			STYLE				
				020	040	060	080	100
1	192	839	001	2	2	2	2	2
2	174	820	001	1	1	1	1	1
3	172	822	001	1	-	-	-	-
4	172	822	002	-	1	-	-	-
5	172	822	003	-	-	1	-	-
6	172	822	004	-	-	-	1	-
7	172	822	005	-	-	-	-	1
8	802	220	364	4	4	4	4	4
9	801	201	020	4	4	4	4	4
10	801	209	020	4	4	4	4	4

ASSEMBLY REF. NO.			DIMENSION 'L' (cm)	MASS OF ASSEMBLY (kg)
997	786	020	020	22.36
997	786	040	040	24.96
997	786	060	060	27.56
997	786	080	080	30.16
997	786	100	100	32.76

REV.	DESCRIPTION OF CHANGE	DRAWN	CHCKD	APPD	DATE
R 3453					

	DATE	INIT'S
DESIGN	03-02-97	D.M.H.
DRAWN	03-02-97	J.M.
CHCKD	25-02-97	
APPD	03-03-97	

Ilustración 126: Conjunto escogido para la renovación.

Se escoge la dimensión L más corta debido a que la no hay posibles interferencias en la tensión entre hilos (997/786/020).

Falta el último elemento, que en Mk1 es el aislador mostrado cuando se trataba de averiguar cuál era el hilo de retorno, donde va colocado el hilo de retorno en sí, siendo el plano utilizado para su sustitución el 001/997/462 (“Return Conductor Support Clamp For Copper Conductors Diameters 12.6 Mm To 24.3 Mm.”). Dentro de este plano se va a escoger la referencia 997/462/002.

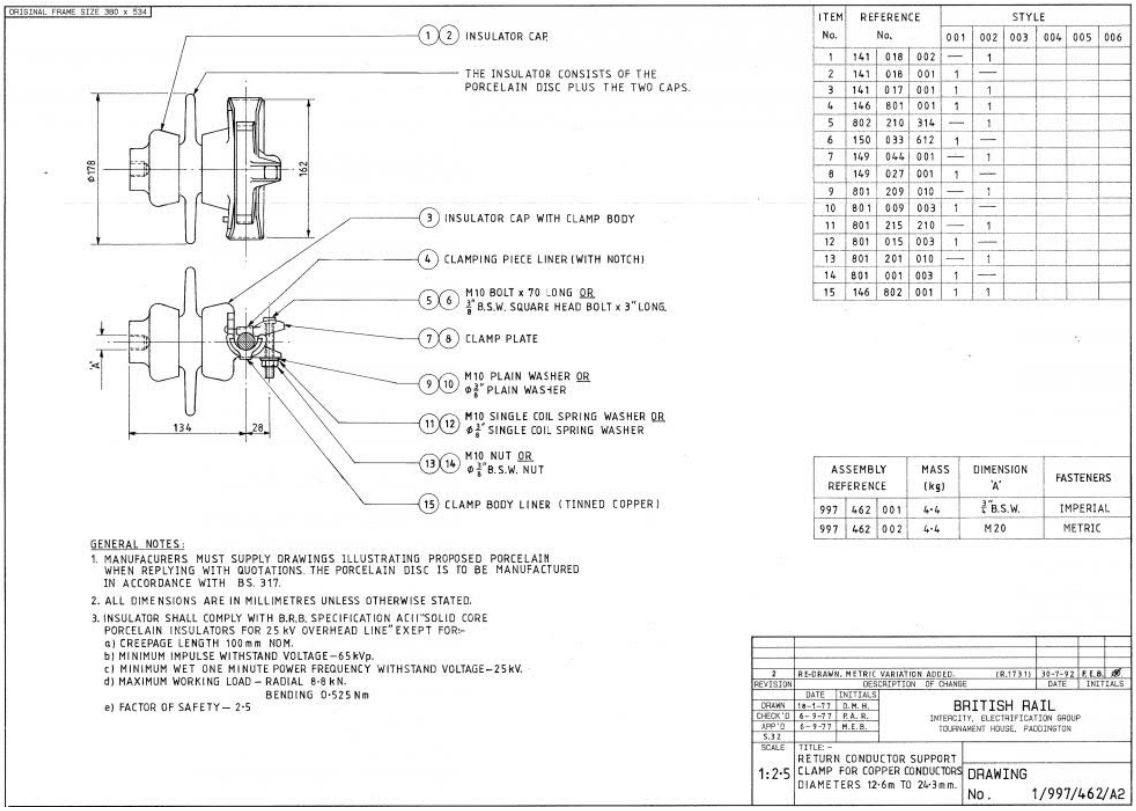
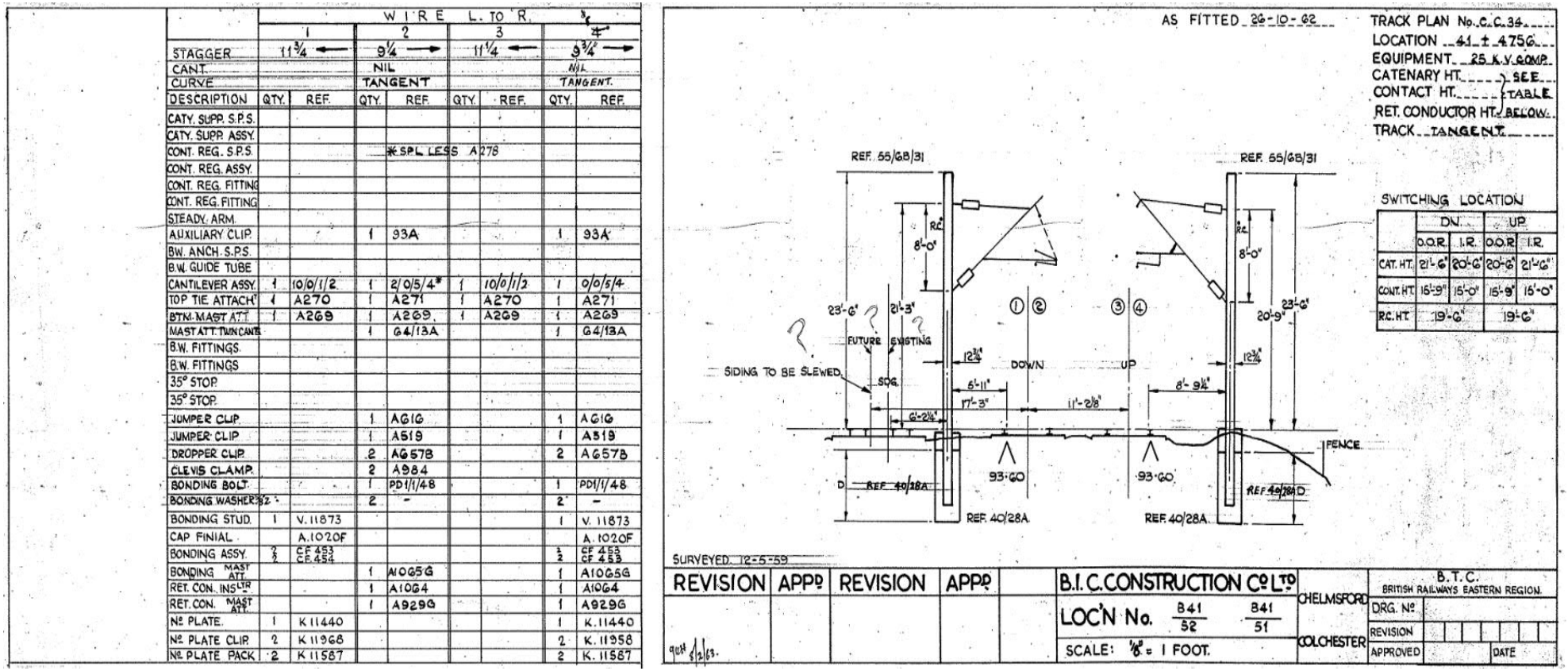


Ilustración 127: Aislador para el cable de retorno.

4.3.2 Estructura B/41/51-52

En esta estructura se produce el solapamiento de cables, procediendo al cambio de hilo 44 al 46 y del hilo 45 al 47.



	WIRE L. TO R. 1		2		3		4	
STAGGER	11¾ ←		9¼ →		11¼ ←		9¾ →	
CANT.			NIL				NIL	
CURVE			TANGENT				TANGENT.	
DESCRIPTION	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.
CATY. SUPP. S.P.S.								
CATY. SUPP. ASSY.								
CONT. REG. S.P.S.				*SPL. LESS A278				
CONT. REG. ASSY.								
CONT. REG. FITTING								
CONT. REG. FITTING								
STEADY. ARM.								
AUXILIARY CLIP.			1	93A			1	93A
BW. ANCH. S.P.S.								
B.W. GUIDE TUBE								
CANTILEVER ASSY.	1	10/0/1/2	1	2/0/5/4*	1	10/0/1/2	1	0/0/5/4
TOP TIE ATTACH.	1	A270	1	A271	1	A270	1	A271
BTM. MAST ATT.	1	A269	1	A269	1	A269	1	A269
MAST ATT. TWIN CANT.			1	G4/13A			1	G4/13A
B.W. FITTINGS.								
B.W. FITTINGS								
35° STOP.								
35° STOP.								
JUMPER CLIP.			1	AG1G			1	AG1G
JUMPER CLIP.			1	A519			1	A519
DROPPER CLIP.			2	AG57B			2	AG57B
CLEVIS CLAMP.			2	A984				
BONDING BOLT.			1	PD1/1/48			1	PD1/1/48
BONDING WASHER 3/2"			2	-			2	-
BONDING STUD.	1	V. 11873					1	V. 11873
CAP FINIAL.		A.1020F						A.1020F
BONDING ASSY.	½ ½	CF 453 CF 454					½ ½	CF 453 CF 453
BONDING MAST ATT.			1	A10G5G			1	A10G5G
RET. CON. INS. LTR.			1	A10G4			1	A10G4
RET. CON. MAST ATT.			1	A929G			1	A929G
Nº PLATE.	1	K 11440					1	K.11440
Nº PLATE CLIP.	2	K 11968					2	K. 11958
Nº PLATE PACK.	2	K 11587					2	K. 11587

AS FITTED 26-10-62

TRACK PLAN No. C.C. 34

LOCATION 41 ± 475G

EQUIPMENT 25 K.V. COMP.

CATENARY HT. } SEE

CONTACT HT. } TABLE

RET. CONDUCTOR HT. } BELOW.

TRACK TANGENT

SWITCHING LOCATION

	DN.		UP	
	O.O.R.	I.R.	O.O.R.	I.R.
CAT. HT.	21'-6"	20'-6"	20'-6"	21'-6"
CONT. HT.	15'-9"	15'-0"	15'-9"	15'-0"
R.C. HT.	19'-6"		19'-6"	

REF. 55/GB/31

REF. 55/GB/31

8'-0"

8'-0"

23'-6"

21'-3"

20'-9"

23'-6"

FUTURE EXISTING

SIDING TO BE SLEWED

SDG.

DOWN

UP

12¾"

12¾"

5'-11"

17'-3"

11'-2⅛"

8'-9¼"

6'-2¼"

FENCE

93'-60

93'-60

D REF. 40/28A

REF. 40/28A

REF. 40/28A

REF. 40/28D

SURVEYED. 12-5-59

REVISION	APPD	REVISION	APPD

B.I.C. CONSTRUCTION Co LTD

LOC'N No. 841/52 841/51

SCALE: ⅛" = 1 FOOT.

CHELMSFORD

COLCHESTER

B.T.C. BRITISH RAILWAYS EASTERN REGION.

DRG. Nº

REVISION

APPROVED DATE

Ilustración 128: Plano histórico de la estructura B41/51-52.

La referencia de los postes de estas estructuras es la misma que se ha utilizado en la estructura anterior (55/6B/31+), pero donde si hay variaciones es en la cimentación (40/28A+)

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	8	6	2,5908
Diámetro	2	9	0,8382

Tabla 20: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Una vez mostrada la estructura y la cimentación existentes, se procede a mostrar las ménsulas existentes, pero al ser una sección de solapamiento, se muestran las ménsulas, primero de una vía y, más adelante, la de la otra vía, empezando por el "Down Main":

- La ménsula perteneciente al hilo 44 es la misma que la del hilo 45 de la anterior estructura.
- La ménsula perteneciente al hilo 46 es la misma que la del hilo 44 de la anterior estructura.
- La ménsula perteneciente al hilo 46 y al 48 va a ser la mostrada en la Ilustración 129.

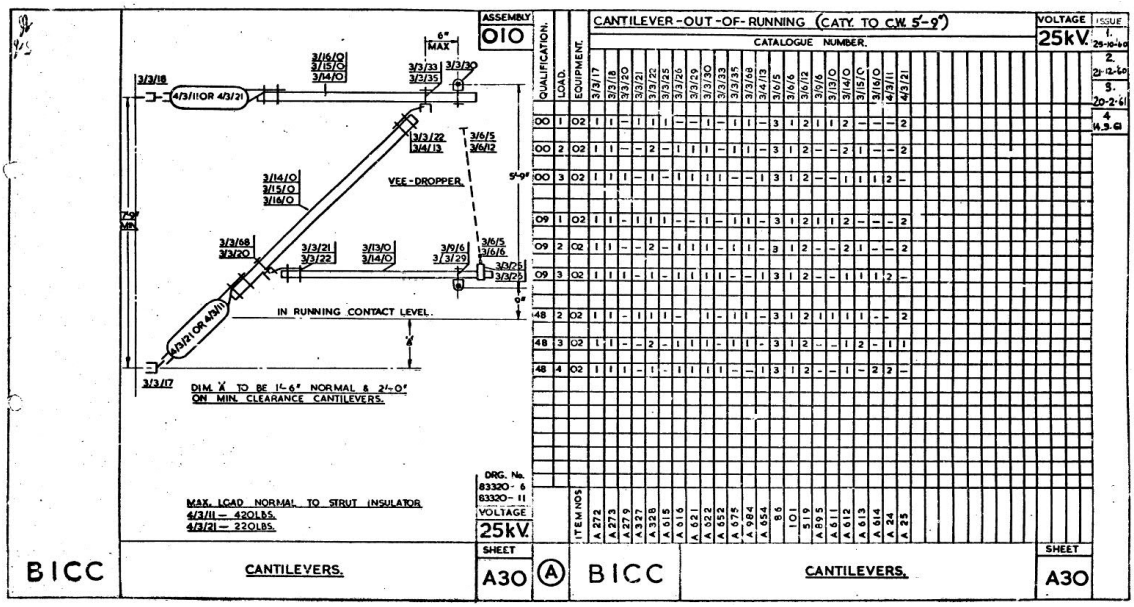


Ilustración 129: Ménsulas utilizadas para el cambio de seccionamiento a renovar.

Consultando el plano UK1/004/200 ("Insulated & Uninsulated Overlap Cantilever Construction Simple Catenary A.T. Equipment 200 Km/H - Mark 1 Upgrade").

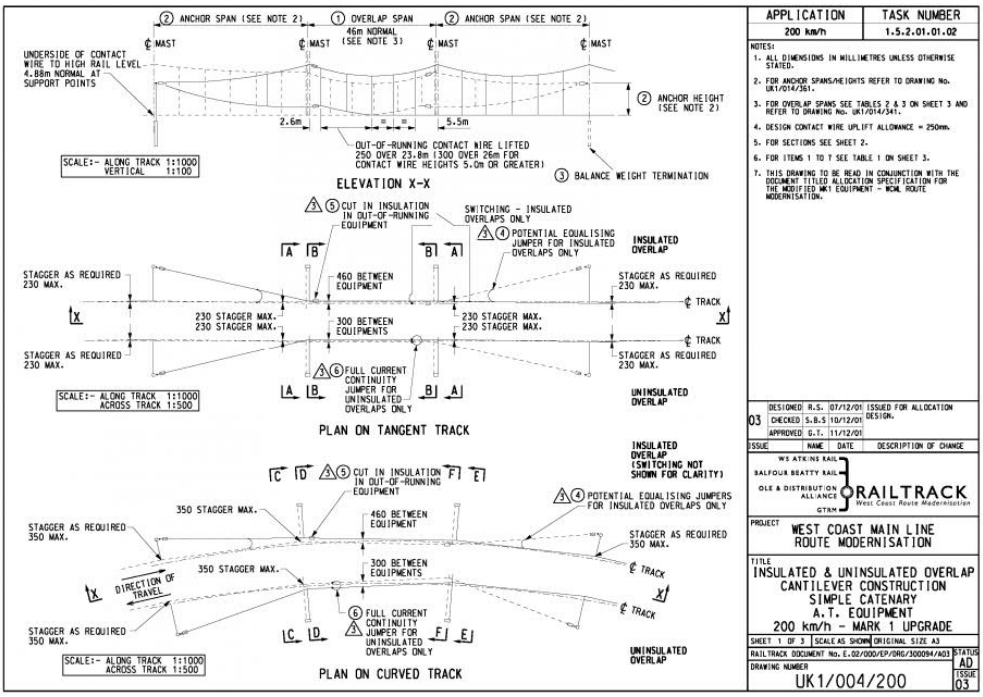


Ilustración 130: Plano utilizado para la realización del cambio de seccionamiento.

Desgranando el plano UK1/004/200, y concretamente para la estructura perteneciente al "Down Main", el plano redirige al plano UK1/A09/002 ("Standard Push-Off Cantilever Support And Registration Assembly A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade") para el hilo 44 y al plano UK1/A09/007 ("Overlap Cantilevers Support & Registration Assembly Simple Catenary A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade") para el hilo 46.

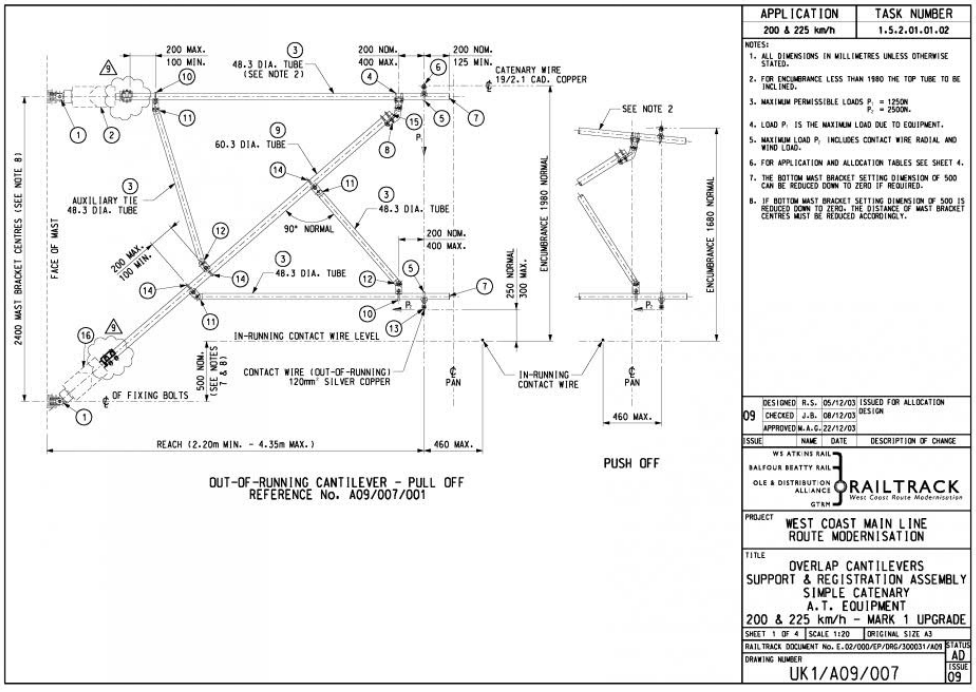


Ilustración 131: Ménsula utilizada para llevar a cabo la renovación del cambio de seccionamiento.

Siendo esta la única ménsula que no está referenciada y que servirá de sujeción tanto del hilo 46 como del hilo 47 (en sus respectivos postes).

Para el hilo 44 se va a utilizar la ménsula descrita en el plano UK1/A09/002 y para el hilo 45 la ménsula descrita en el plano UK1/A09/001.

Se procede a hacer el cálculo de la carga radial de cara a examinar que tipo de diámetro de tubo se debe colocar en cada situación.

	51	51	52	52
	out of running (47)	in running (45)	out of running (46)	in running (44)
Grados	176,5125	179,6475	177,4034	179,6522
Grados/2	88,25625	89,82375	88,7017	89,8261
Q(N)	724,2216	73,21208	539,2526	72,23593

Tabla 21: Carga radial de la estructura B41/51-52.

Para los hilos “in running” se procederá al cálculo del diámetro del tubo de la forma que se ha calculado en la anterior estructura:

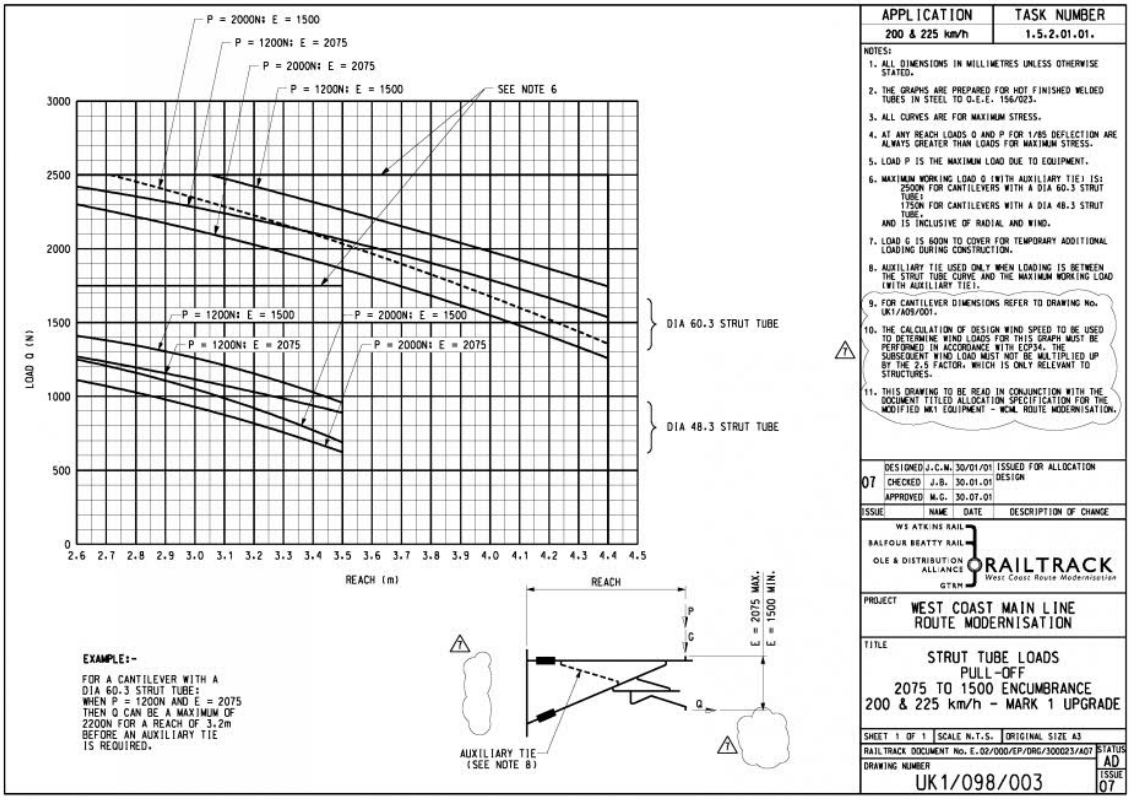


Ilustración 132: Gráfica para el cálculo de la carga radial.

Como no se llega a los 3,5 metros de "reach" (el máximo de las dos vías es de 3161 mm) ni se superan los 1750N, se ha escogido el tubo de 48,3 mm de diámetro.

En las ménsulas pertenecientes al plano UK1 se debe hacer el cálculo de P_2 y verificar que es menor que 2500N.

El P_2, según la nota 5, se realiza sumando la carga radial y la carga del viento.

La carga del viento en la estructura se calcula acorde a la norma NR/L2/CIV/072:

$$Q_{wc} = q_{wc} * \frac{L_1 + L_2}{2} = 3{,}495 * \frac{60{,}8 + 46}{2} = 186{,}633\ N$$

Siendo:

q_{wc}: fuerza del viento en el conductor hallada con anterioridad.

L_1 y L_2: longitud de los vanos adyacentes a la estructura.

Y, por lo tanto, se puede ver que tanto en el hilo 46 como en el hilo 47, $P_2 < 2500N$, así que efectivamente se escoge la ménsula con tubos de diámetro de 48,3 mm.

El cálculo para la ménsula mostrada en el plano UK1/A09/007 es más sencillo, ya que como no se ha seleccionado un brazo curvo se debe coger el tubo con el diámetro de 48,3 mm.

En la estructura B/41/52 se han respetado todas las medidas, por lo que ménsula deberá estar a 90º del poste (la altura del sistema es 1980-250 = 1730 mm) y en la estructura B/41/51 se ha tenido que inclinar el poste de acuerdo a la nota 2 (1980-300 > 1430 mm).

Una vez calculadas las ménsulas se procede al método de anclaje con el poste.

En el plano histórico se muestra la pieza que soporta la doble ménsula:

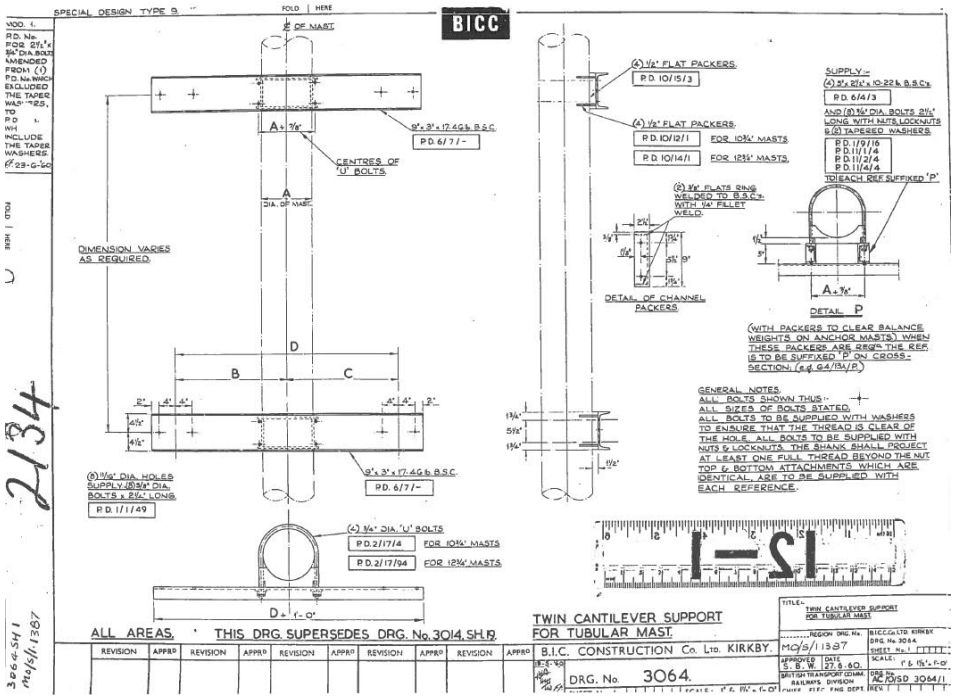


Ilustración 133: Amarre de las ménsulas en el cambio de seccionamiento a renovar.

Algo parecido es lo que se pretende buscar en UK1, siendo el resultado de la búsqueda el siguiente:

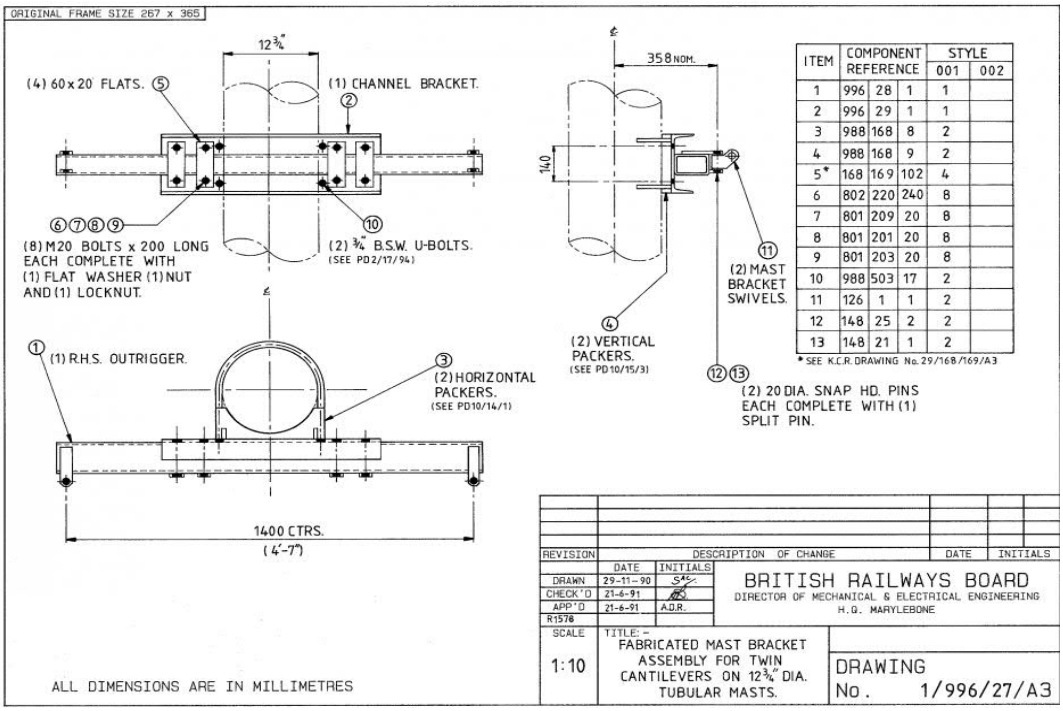


Ilustración 134: Conjunto seleccionado para la renovación del cambio de seccionamiento.

En la tabla perteneciente a la Ilustración 134, se puede apreciar que hay varias piezas con una referencia 988/…/…, siendo esta referencia una lista de equivalencias entre la tecnología Mk1 y tecnologías más modernas, no siempre estando disponibles, por lo que puede llegar a ser un riesgo para el proyecto debido a que el equipo de construcción podría llegar a tener problemas a la hora de encontrar dichas piezas, teniendo que reutilizar los objetos existentes.

Para poder reutilizar las piezas existentes se ha de tener especial cuidado a la hora de retirar el equipo cuando se está desmontando, siendo estos ofrecidos al equipo de mantenimiento. Esto será importante remarcarlo en los planos resultantes, siendo una nota en cada uno de ellos.

Como se aprecia en el plano 001/996/027 (“Fabricated Mast Bracket Assembly For Twin Cantilevers On 12 3/4 Dia Tubular Mast”), este conjunto de piezas de sujeción se adecúa perfectamente al poste existente, la única diferencia es que el plano nombrado con anterioridad tiene una pieza extra que no tenía el conjunto de Mk1, que es la mostrada en la Ilustración 135.

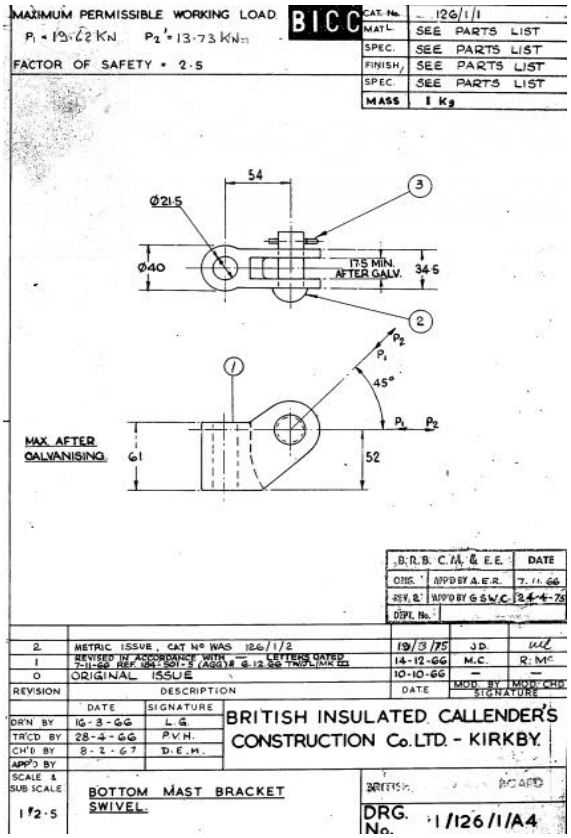


Ilustración 135: Pieza incorporada en el conjunto de sujeción del tubo con las ménsulas.

Esta pieza se muestra en el plano 001/126/001 ("Bottom Mast Bracket Swivel") y genera un conflicto con las ménsulas anteriormente nombradas, por lo que la solución que se va a adoptar es quitar del conjunto de las ménsulas la pieza de la Ilustración 136.

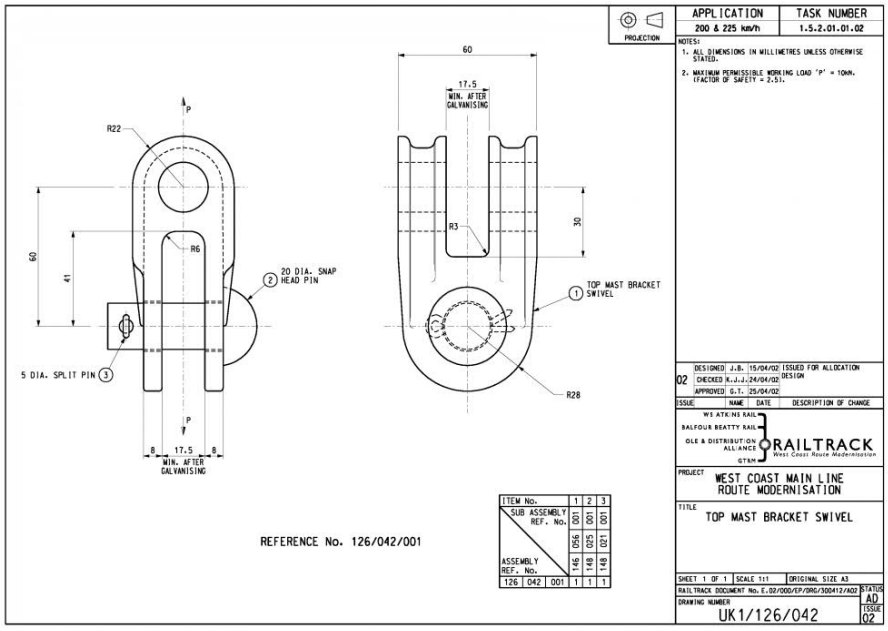


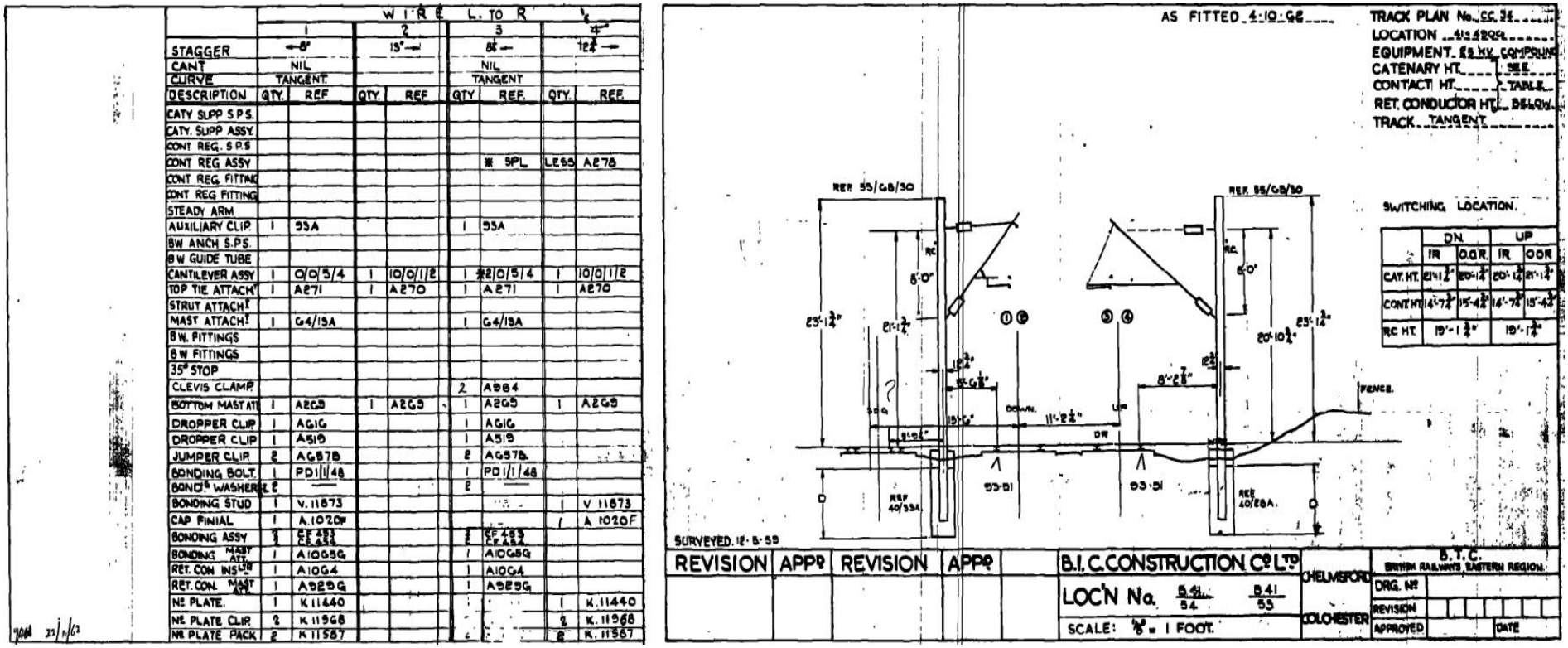
Ilustración 136: Pieza a retirar del conjunto de las ménsulas.

Como hay 4 ménsulas y esta pieza se usa tanto en la sujeción de la parte superior como de la inferior, se van a retirar 8 piezas del conjunto de las ménsulas.

Tanto la sujeción del hilo de retorno como este mismo se mantiene igual que la estructura anterior.

4.3.3 Estructura B/41/53-54

Plano histórico:



	WIRE L. TO R							
	1		2		3		4	
STAGGER	—8"		15"—		8"—		12¾"—	
CANT	NIL				NIL			
CURVE	TANGENT				TANGENT			
DESCRIPTION	QTY.	REF	QTY.	REF	QTY	REF.	QTY.	REF.
CATY SUPP S.P.S.								
CATY. SUPP ASSY								
CONT REG. S.P.S								
CONT REG ASSY						* SPL	LESS	A278
CONT REG. FITTING								
CONT REG FITTING								
STEADY ARM								
AUXILIARY CLIP	1	33A			1	33A		
BW ANCH S.P.S.								
BW GUIDE TUBE								
CANTILEVER ASSY	1	0/0/5/4	1	10/0/1/2	1	#2/0/5/4	1	10/0/1/2
TOP TIE ATTACH[T]	1	A271	1	A270	1	A271	1	A270
STRUT ATTACH[T]								
MAST ATTACH[T]	1	G4/13A			1	G4/13A		
BW. FITTINGS								
BW FITTINGS								
35° STOP								
CLEVIS CLAMP					2	A984		
BOTTOM MAST ATT	1	A2G3	1	A2G3	1	A2G5	1	A2G5
DROPPER CLIP	1	AG1G			1	AG1G		
DROPPER CLIP	1	A519			1	A519		
JUMPER CLIP	2	AG57B			2	AG57B		
BONDING BOLT	1	PD1/1/48			1	PD1/1/48		
BONDING WASHERS	2				2			
BONDING STUD	1	V. 11873					1	V 11873
CAP FINIAL	1	A.1020P					1	A 1020F
BONDING ASSY	1	CF 483 CF 482			2	CF 483 CF 482		
BONDING MAST ATT.	1	A1005G			1	A1005G		
RET. CON INS[LTR]	1	A1004			1	A1004		
RET. CON. MAST ATT.	1	A525G			1	A525G		
NP. PLATE.	1	K 11440					1	K. 11440
NP. PLATE CLIP	2	K 11568					2	K. 11568
NP. PLATE PACK	2	K 11567					2	K. 11567

Ilustración 137: Plano histórico de la estructura B41/53-54.

Como se aprecia a simple vista, ambas estructuras son bastante similares a las dos estructuras descritas con anterioridad, pero si uno se fija más en detalle se pueden apreciar algunas diferencias significativas, como puede ser la referencia de los postes o que ahora las cimentaciones no son iguales entre ellas.

La nueva referencia de los postes lo único que varía con respecto a la vista ahora es la altura de esta, siendo ahora algo más bajos los nuevos postes.

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	30	0	9,144
Diámetro	0	12,75	0,32385

Tabla 22: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Y de las cimentaciones la única que difiere con las vistas hasta ahora es la que tiene la referencia 40/33A, teniendo las dimensiones que se muestran en la Tabla 23.

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	11	0	3,3528
Diámetro	2	9	0,8382

Tabla 23: Conversión de pies-pulgadas a metros.

También tienen las mismas ménsulas y la misma sujeción de esta con el poste, debido a que el diámetro de este no ha variado.

Las cargas radiales salen muy parecidas a la estructura anterior, por lo que se va a poner un diámetro de 48,3 mm de diámetro.

	53	53	54	54
	out of running	in running	out of running	in running
Grados	175,8446	179,3132	176,1223	179,3079
Grados/2	87,9223	89,6566	88,06115	89,65395
Q (N)	862,8633	142,6435	805,222	143,7443

Tabla 24: Carga radial de la estructura B41/53-54.

La principal diferencia es que los hilos que en la estructura anterior estaba “in running” ahora están “out of running” y viceversa.

Otra diferencia importante es que el “reach” de la estructura B/41/54 no llega al mínimo de 2,2 metros, por lo que esta vez se tendrá que usar un brazo de 900 mm.

Quitando estas diferencias, el resumen de las estructuras queda muy parecido al anterior:

Hilo 44 e hilo 45 ahora están “out of running”, por lo que se sustentarán con la ménsula UK1/A09/007, con tubos de 48,3 mm de diámetro debido a que el P_2 de ambos no supera los 2500N.

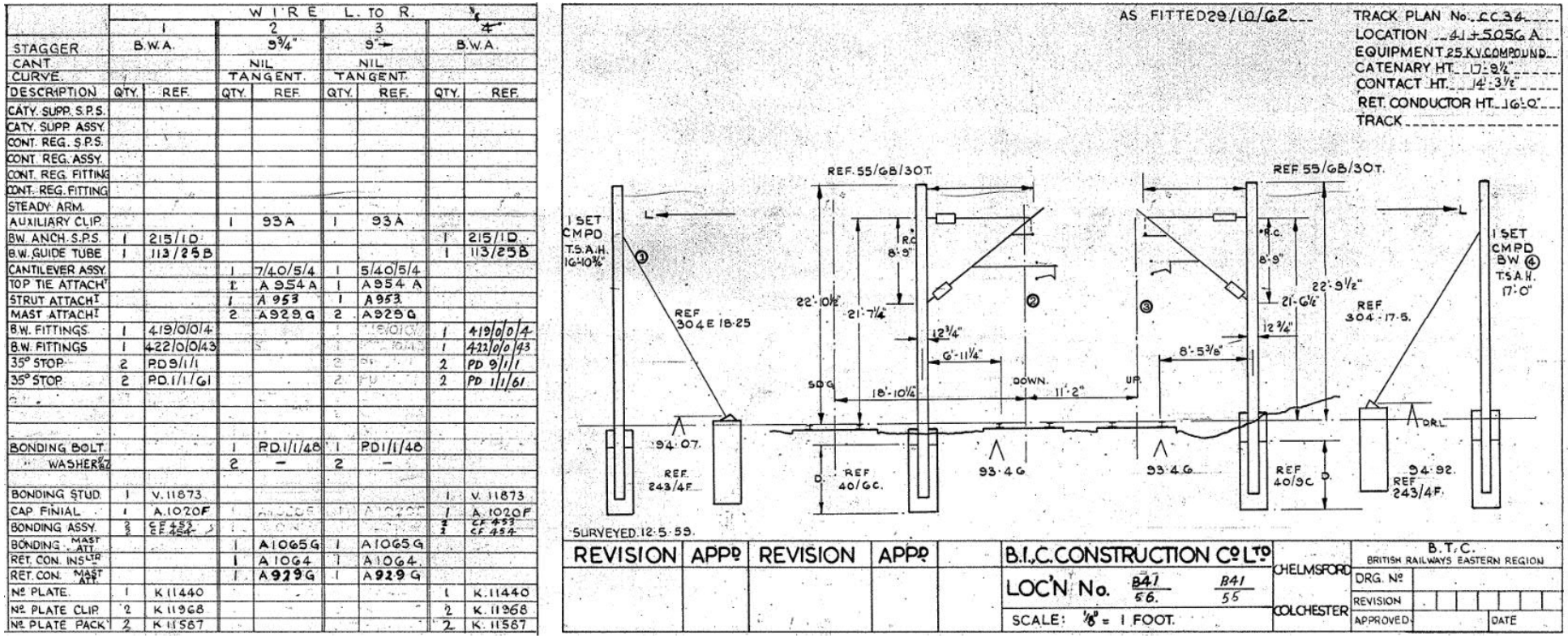
Hilo 46: se sustentará con la ménsula del plano UK1/A09/001, pero se tiene un brazo de 900 mm, por lo que su referencia será A09/001/001. También tendrá tubos de 48,3 mm de diámetro.

Hilo 47: se sustentará con la ménsula del plano UK1/A09/002, cuya referencia será A09/002/002. Tendrá tubos de 48,3 mm de diámetro.

Aparte de las ménsulas en sí, el conjunto de sujeción de la ménsula con el poste también va a ser el mismo que el descrito anteriormente.

4.3.4 Estructura B/41/55-56

Plano histórico:



	WIRE L. TO R.							
	1		2		3		4	
STAGGER	B.W.A.		9¾"		9" →		B.W.A.	
CANT			NIL		NIL			
CURVE			TANGENT.		TANGENT.			
DESCRIPTION	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.
CATY. SUPP. S.P.S.								
CATY. SUPP. ASSY.								
CONT. REG. S.P.S.								
CONT. REG. ASSY.								
CONT. REG. FITTING								
CONT. REG. FITTING								
STEADY ARM.								
AUXILIARY CLIP			1	93A	1	93A		
B.W. ANCH. S.P.S.	1	215/1D					1	215/1D
B.W. GUIDE TUBE	1	113/25B					1	113/25B
CANTILEVER ASSY.			1	7/40/5/4	1	5/40/5/4		
TOP TIE ATTACH[T]			1	A 954 A	1	A954 A		
STRUT ATTACH[T]			1	A 953	1	A953		
MAST ATTACH[T]			2	A929G	2	A929G		
B.W. FITTINGS	1	419/0/0/14					1	419/0/0/4
B.W. FITTINGS	1	422/0/0/43					1	422/0/0/43
35° STOP	2	PD9/1/1			2	PD	2	PD 9/1/1
35° STOP	2	PD1/1/61			2	PD	2	PD 1/1/61
BONDING BOLT			1	PD1/1/48	1	PD1/1/48		
" WASHER			2	—	2	—		
BONDING STUD	1	V.11873					1	V.11873
CAP FINIAL	1	A.1020F					1	A.1020F
BONDING ASSY.	2	CF 453 CF 454					2	CF 453 CF 454
BONDING MAST ATT.			1	A1065G	1	A1065G		
RET. CON. INS[LTR]			1	A1064	1	A1064		
RET. CON. MAST ATT.			1	A929G	1	A929G		
Nº PLATE	1	K.11440					1	K.11440
Nº PLATE CLIP	2	K.11968					2	K.11968
Nº PLATE PACK[T]	2	K.11587					2	K.11587

Ilustración 138: Plano histórico de la estructura B41/55-56.

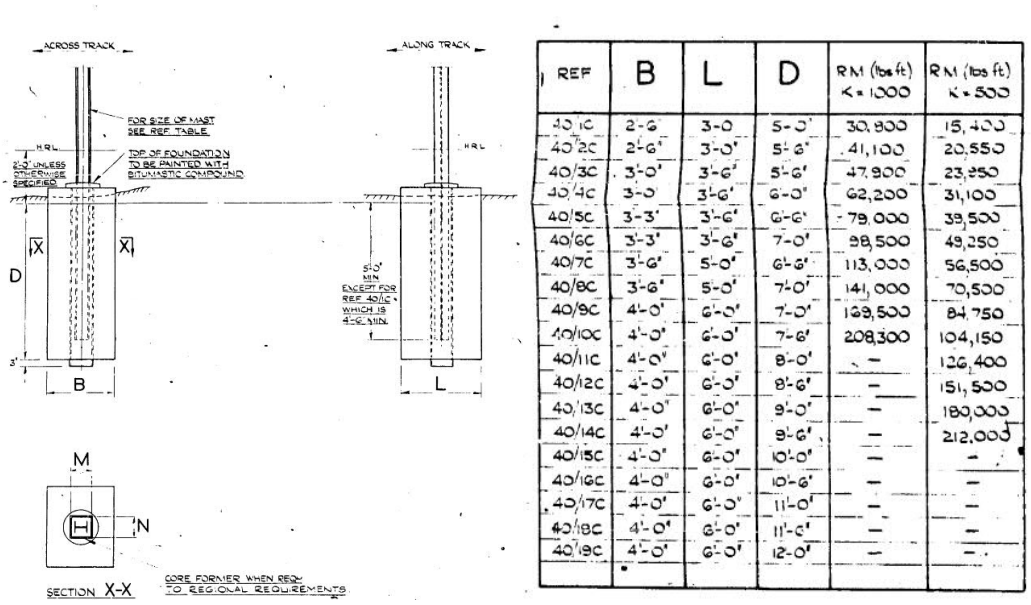
Esta estructura tiene el mismo cometido que la estructura B/41/49y50, que no es otro que anclar los hilos “out-of-running”.

Para ello se ha seguido la misma metodología que en la estructura nombrado con anterioridad.

La referencia de los postes (55/6B/30+), que es la misma tanto en el “Up-Main” como en el “Down-Main”, contiene la siguiente información:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	30	0	9,144
Diámetro	0	12,75	0,32385

Tabla 25: Conversión de pies-pulgadas a metros.



REF	B	L	D	RM (lbs ft) K = 1000	RM (lbs ft) K = 500
40/1C	2'-6"	3'-0"	5'-0"	30,800	15,400
40/2C	2'-6"	3'-0"	5'-6"	41,100	20,550
40/3C	3'-0"	3'-6"	5'-6"	47,900	23,950
40/4C	3'-0"	3'-6"	6'-0"	62,200	31,100
40/5C	3'-3"	3'-6"	6'-6"	79,000	39,500
40/6C	3'-3"	3'-6"	7'-0"	98,500	49,250
40/7C	3'-6"	5'-0"	6'-6"	113,000	56,500
40/8C	3'-6"	5'-0"	7'-0"	141,000	70,500
40/9C	4'-0"	6'-0"	7'-0"	169,500	84,750
40/10C	4'-0"	6'-0"	7'-6"	208,300	104,150
40/11C	4'-0"	6'-0"	8'-0"	—	126,400
40/12C	4'-0"	6'-0"	8'-6"	—	151,500
40/13C	4'-0"	6'-0"	9'-0"	—	180,000
40/14C	4'-0"	6'-0"	9'-6"	—	212,000
40/15C	4'-0"	6'-0"	10'-0"	—	—
40/16C	4'-0"	6'-0"	10'-6"	—	—
40/17C	4'-0"	6'-0"	11'-0"	—	—
40/18C	4'-0"	6'-0"	11'-6"	—	—
40/19C	4'-0"	6'-0"	12'-0"	—	—

*Ilustración 139: Referencia 3040/*C.*

La referencia de la cimentación 40/6C+ contiene la siguiente información:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	7	0	2,1336
Diámetro	3	3	0,9906

Tabla 26: Conversión de pies-pulgadas a metros.

La referencia de la cimentación 40/9C+ contiene la siguiente información:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	7	0	2,1336
Diámetro	4	0	1,2192

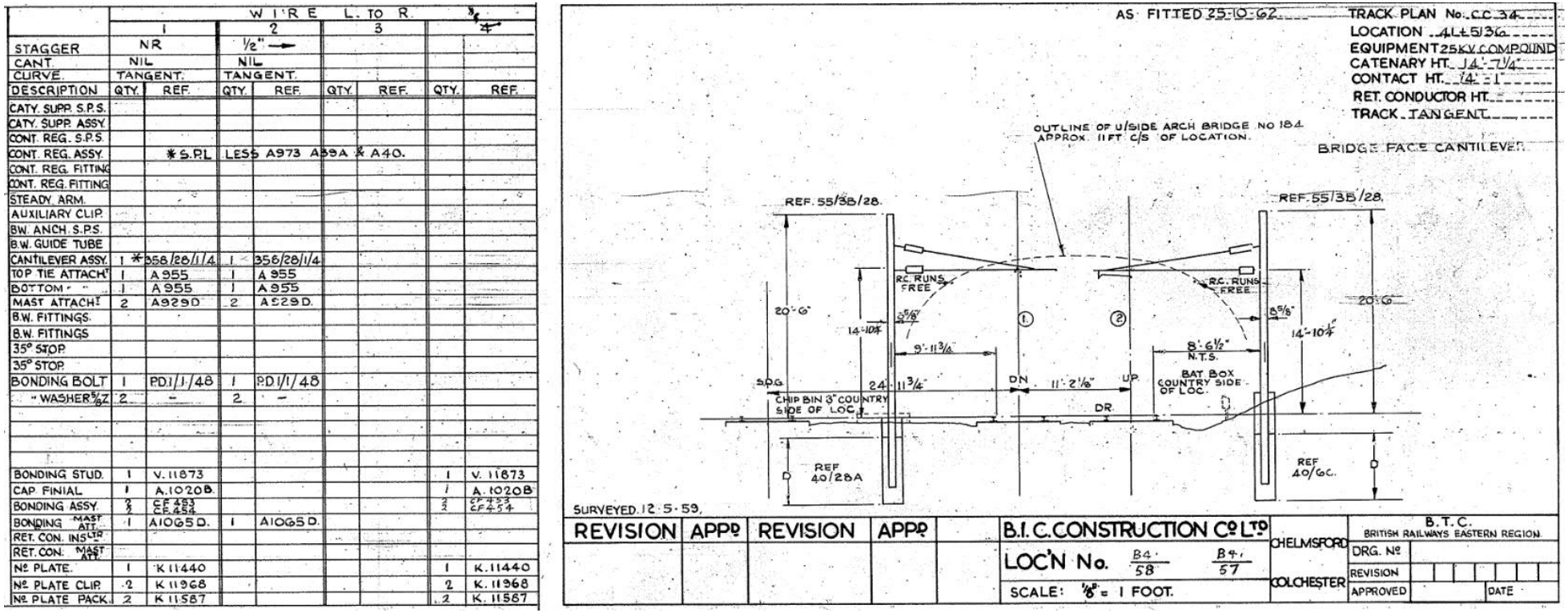
Tabla 27: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Como se puede apreciar, esta estructura es igual que la estructura B/41/49 y 50, por lo que como se ha llegado a esas soluciones ya está explicado. Todo lo relacionado con el gradiente del hilo se ha comentado con anterioridad en el apartado 3.

Como dicha estructura es similar a la de la estructura B/41/49 y 50, se ha solucionado de la misma forma.

4.3.5 Estructura B/41/57-58

Plano histórico:



	WIRE L. TO R. 1		2		3		4	
STAGGER	NR		½" →					
CANT.	NIL		NIL					
CURVE.	TANGENT.		TANGENT.					
DESCRIPTION	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.	QTY.	REF.
CATY. SUPP. S.P.S.								
CATY. SUPP. ASSY.								
CONT. REG. S.P.S.								
CONT. REG. ASSY.		*S.P.L	LESS A973 A39A & A40.					
CONT. REG. FITTING								
CONT. REG. FITTING								
STEADY ARM.								
AUXILIARY CLIP.								
B.W. ANCH. S.P.S.								
B.W. GUIDE TUBE								
CANTILEVER ASSY.	1	*356/28/1/4	1	356/28/1/4				
TOP TIE ATTACH.T	1	A 955	1	A 955				
BOTTOM " "	1	A 955	1	A 955				
MAST ATTACH.T	2	A929D	2	A529D.				
B.W. FITTINGS.								
B.W. FITTINGS								
35° STOP.								
35° STOP.								
BONDING BOLT	1	PD1/1/48	1	PD1/1/48				
" WASHER 5/8Z	2	–	2	–				
BONDING STUD.	1	V. 11873					1	V. 11873
CAP FINIAL.	1	A.1020B.					1	A. 1020B
BONDING ASSY.	½ ½	CF 453 CF 454					½ ½	CF 453 CF 454
BONDING MAST ATT.	1	A1065D.	1	A1065D.				
RET. CON. INS LTD								
RET. CON. MAST ATT.								
Nº PLATE.	1	K 11440					1	K. 11440
Nº PLATE CLIP.	2	K 11968					2	K. 11968
Nº PLATE PACK.	2	K 11587					2	K. 11587

Ilustración 140 : Plano histórico de la estructura B41/55-56.

Siendo esta estructura la inmediatamente anterior al paso inferior y, por ello, se va a tener que colocar la tecnología de acuerdo a esta circunstancia.

Hay que tener en cuenta tanto la altura del paso inferior como la longitud de este de cara a colocar la contenaria, como se ha comentado con anterioridad.

Otros factores a tener en cuenta es la altura del sistema, que se ve reducida considerablemente hasta ser menor que la mínima permitida exigible, por lo que se ha de colocar aislamiento secundario para asegurar el aislamiento eléctrico en todos los puntos del paso inferior.

Las referencias de los postes y de las ménsulas son distintas en esta estructura, debido a la peculiaridad que se ha comentado, por lo que se va a describir dichas características a continuación.

En esta estructura se cambia la referencia utilizada hasta el momento (55/3B/28+), es decir, se cambia el diámetro del poste.

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	28	0	8,5344
Diámetro	0	8,625	0,2191

Tabla 28: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Las cimentaciones tienen una referencia de 40/28A+ para el “Down Main” y 40/6C+ para el “Up Main”, descritas con anterioridad.

Las ménsulas mostradas en el plano histórico (tanto en el “Up-Main” como en el “Down-Main”) son las siguientes:

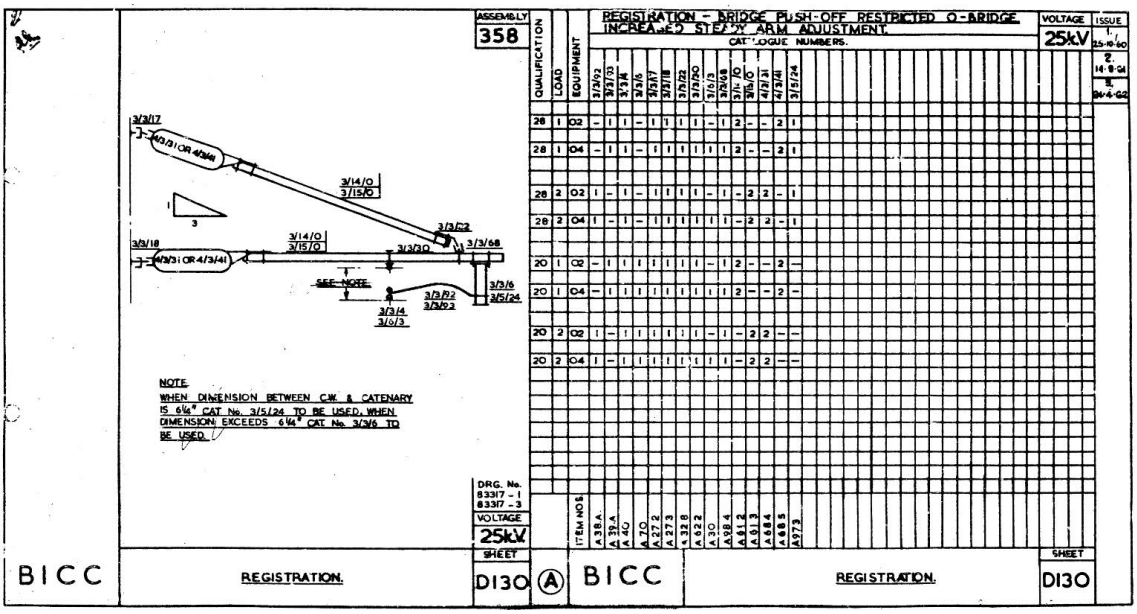


Ilustración 141: Ménsulas existentes cerca del paso inferior.

La solución que se ha tomado es utilizar dos tipos de ménsulas distintas, ambas especiales para el tipo de circunstancia existente, siendo estas:

- UK1/A09/005 ("Bridge Face Pull-Off Cantilever Support & Registration Assembly Free-Running Bridge A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade").

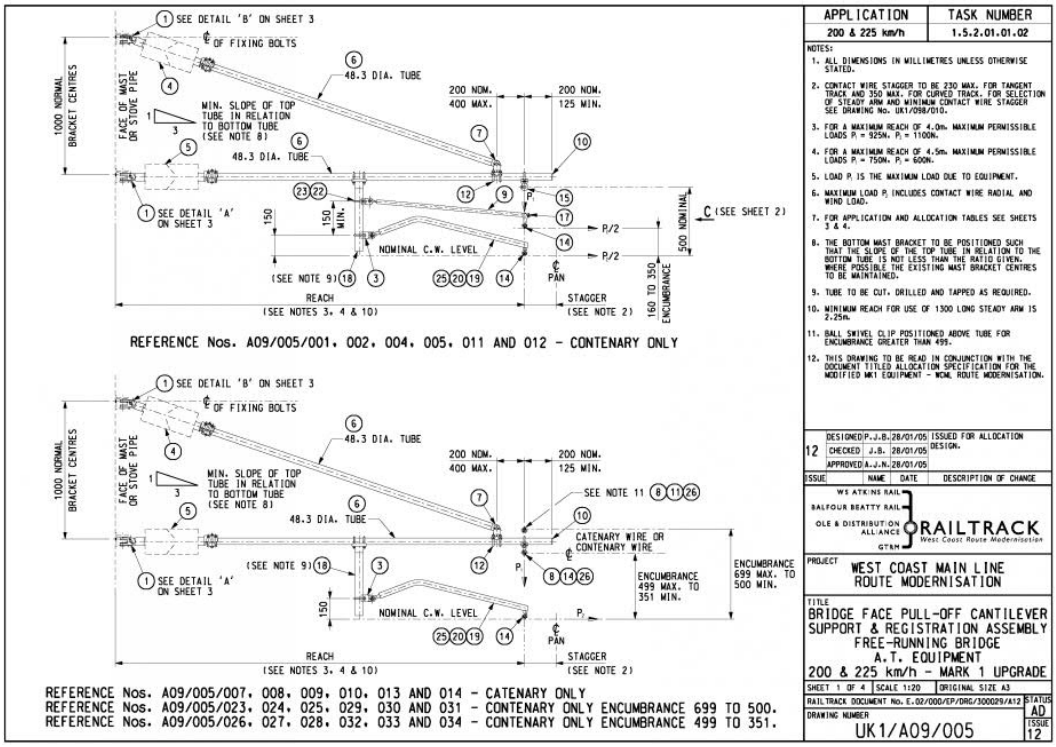


Ilustración 142: Ménsula seleccionada para llevar a cabo la renovación del paso inferior.

- UK1/A09/006 ("Bridge Face Push-Off Cantilever Support & Registration Assembly Free-Running Bridge A.T. Equipment 200 & 225 Km/H - Mark 1 Upgrade")

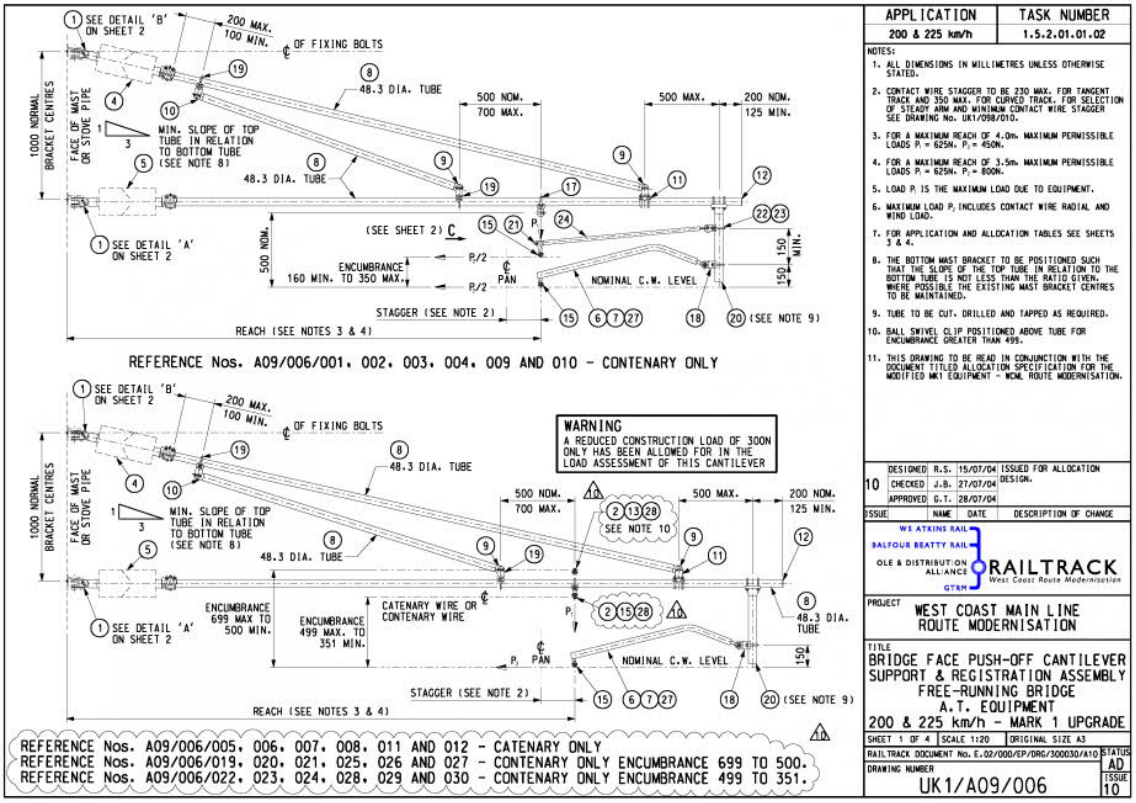


Ilustración 143: Ménsula seleccionada para llevar a cabo la renovación del paso inferior.

De los cuales a ambas dos se ha escogido el A09/00X/002, debido a la distancia entre hilo de catenaria y la contenaria.

APPLICATION					ASSEMBLY REF. No.			
ATTACHMENT	SUPPORT TYPE	ENCUMBRANCE (mm)	EQUIPMENT	STEADY ARM (mm)				
MAST	SUPPORT ONLY	160 MIN.	CATENARY	N/A	A09	005	003	
			CONTENARY	N/A	A09	005	021	NOT FOR FUTURE ALLOCATION
		⩾ 500	CONTENARY ABOVE REGISTRATION TUBE	N/A	A09	005	035	
		160 - 499	CONTENARY BELOW REGISTRATION TUBE	N/A	A09	005	037	
	SUPPORT & REGISTRATION	160 - 350	CONTENARY	900 LONG	A09	005	001	
				1110 LONG	A09	005	002	
				1300 LONG	A09	005	011	
		351 - 699	CATENARY	900 LONG	A09	005	007	
				1110 LONG	A09	005	008	
				1300 LONG	A09	005	013	
			CONTENARY	900 LONG	A09	005	015	NOT FOR FUTURE ALLOCATION
				1110 LONG	A09	005	016	
				1300 LONG	A09	005	017	
		500 - 699	CONTENARY ABOVE REGISTRATION TUBE	900 LONG	A09	005	023	
				1100 LONG	A09	005	024	
				1300 LONG	A09	005	025	
		351 - 499	CONTENARY BELOW REGISTRATION TUBE	900 LONG	A09	005	026	
				1110 LONG	A09	005	027	
				1300 LONG	A09	005	028	

Ilustración 144: Distintos tipos de ménsulas dependiendo del equipo seleccionado y de la distancia entre hilos.

Para poder colocar dicha ménsula al poste se ha utilizado el amarre que se había utilizado hasta ahora, pero con la variación del diámetro anteriormente comentada, es decir, cambiando la referencia del amarre a 070/742/003.

El hilo de retorno en estas estructuras, debido a la cercanía del paso inferior y a la anchura de este mismo, no puede ir donde ha ido hasta ahora, debido a que no tiene el espacio suficiente.

En el plano histórico ya está propuesta la solución que se va a seguir en esta remodelación, que no es otra que la sustentación de estos al propio paso inferior, teniendo que poner medidas de aislamiento secundarias para garantizar el aislamiento eléctrico, como es poner el objeto de la referencia 121/094/003 ("Line Guard").

Este recubrimiento azul (en este caso) de la contenaria hace que se garantice el aislamiento en todo el paso inferior.

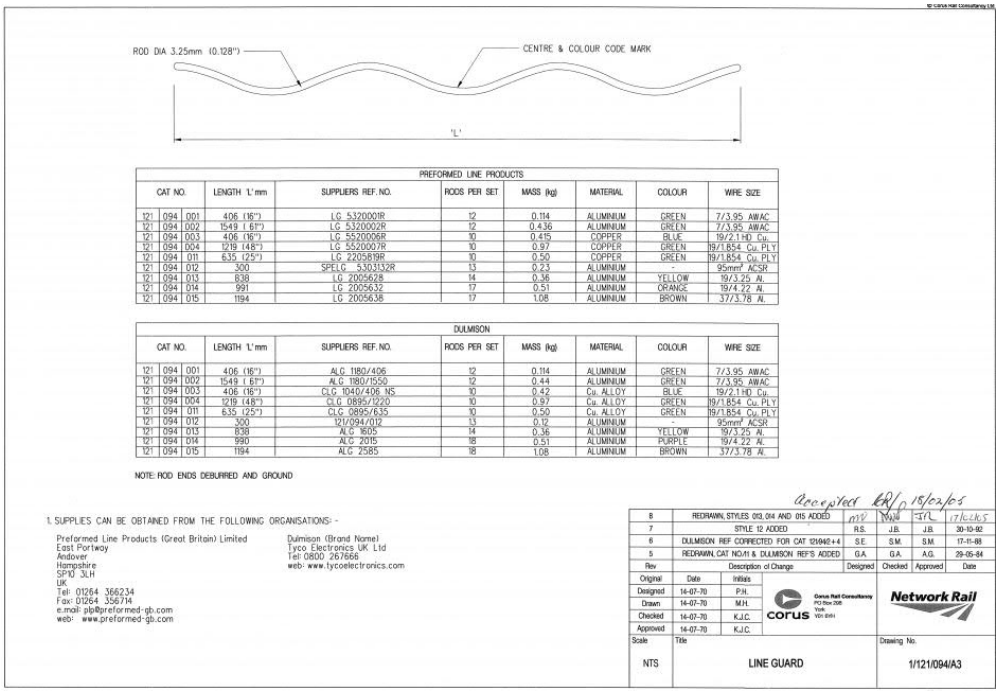


Ilustración 145: Recubrimiento que garantiza el aislamiento del paso inferior.

4.3.6 Estructura B/41/59-60

Plano histórico:

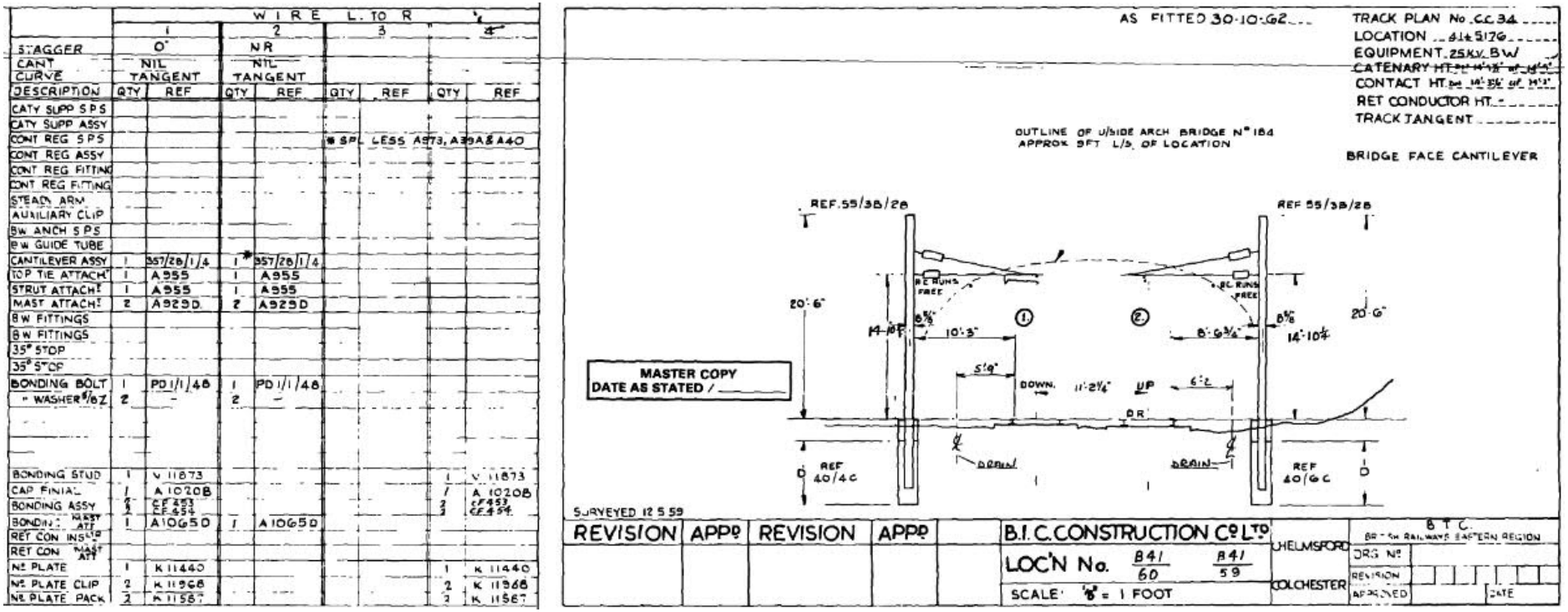


Ilustración 146: Plano histórico de la estructura B41/59-60.

Para la salida de la contenaria del paso inferior se ha utilizado las mismas estructuras, cimentaciones y ménsulas que se han utilizado en las estructuras anteriores.

La única diferencia entre estas estructuras y las estructuras B/41/57 y 58 es que, en este caso, se ha solventado usando dos ménsulas iguales (A09/005/002) de cara a compensar la carga radial.

4.3.7 Estructura B/41/61

Plano histórico:

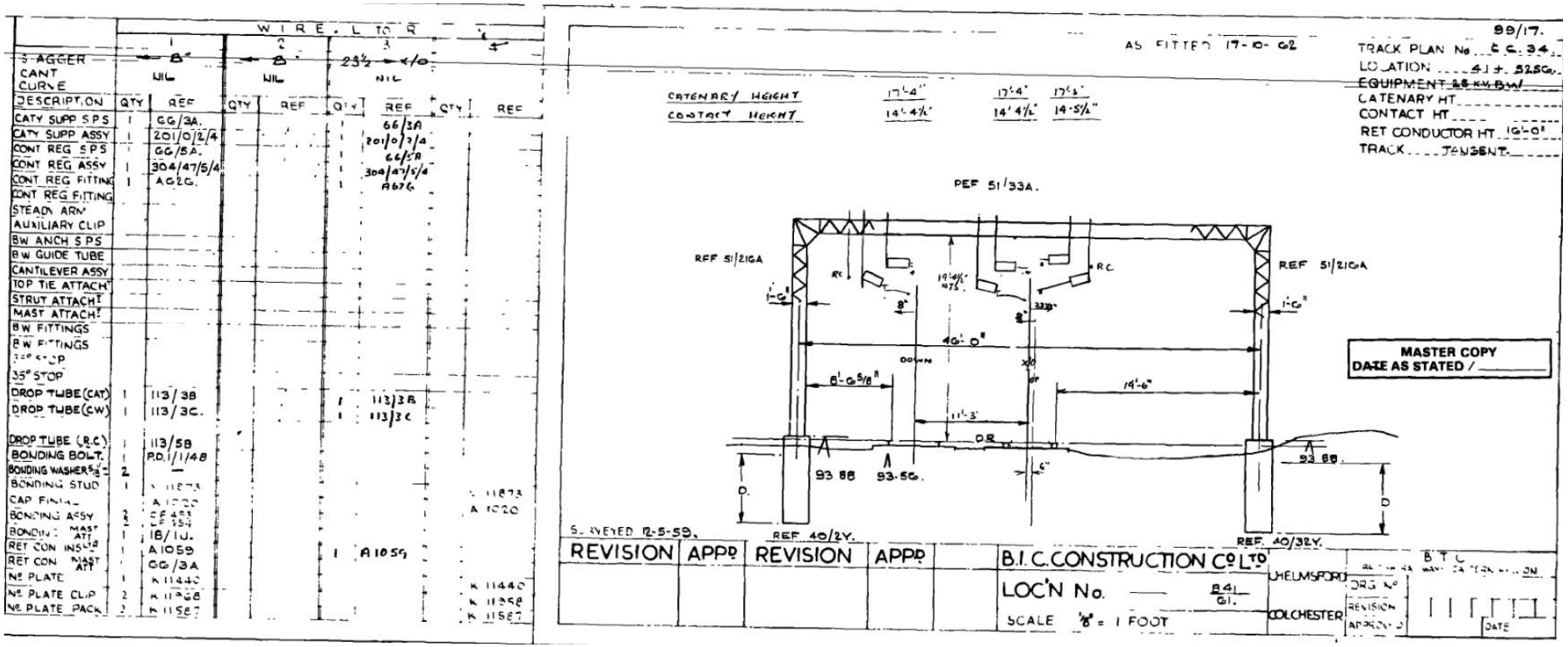


Ilustración 147: Plano histórico de la estructura B41/61.

Como se aprecia en el plano histórico, la estructura cambia y ahora es un pórtico. También se incorpora el hilo 48, hilo perteneciente al "cross-over" o desvío.

Antes de ver la solución propuesta se procede a describir lo que hay.

Como se aprecia en el plano histórico tanto los postes (51/216A+) como el dintel (51/33A+) deben estar referenciados.

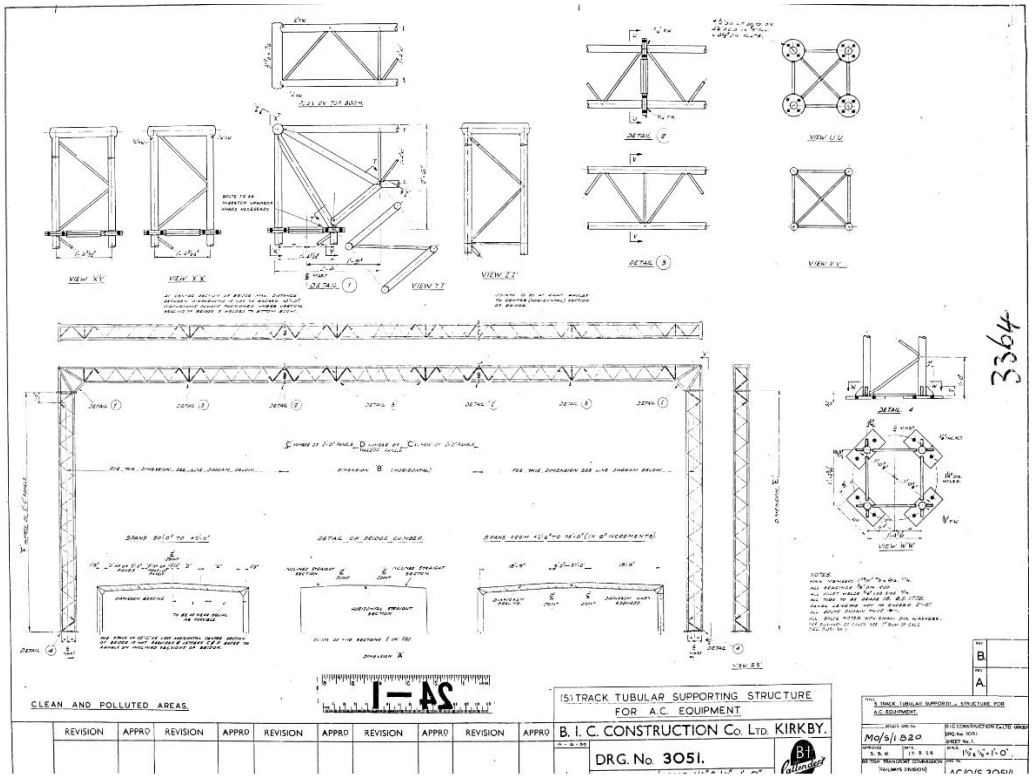
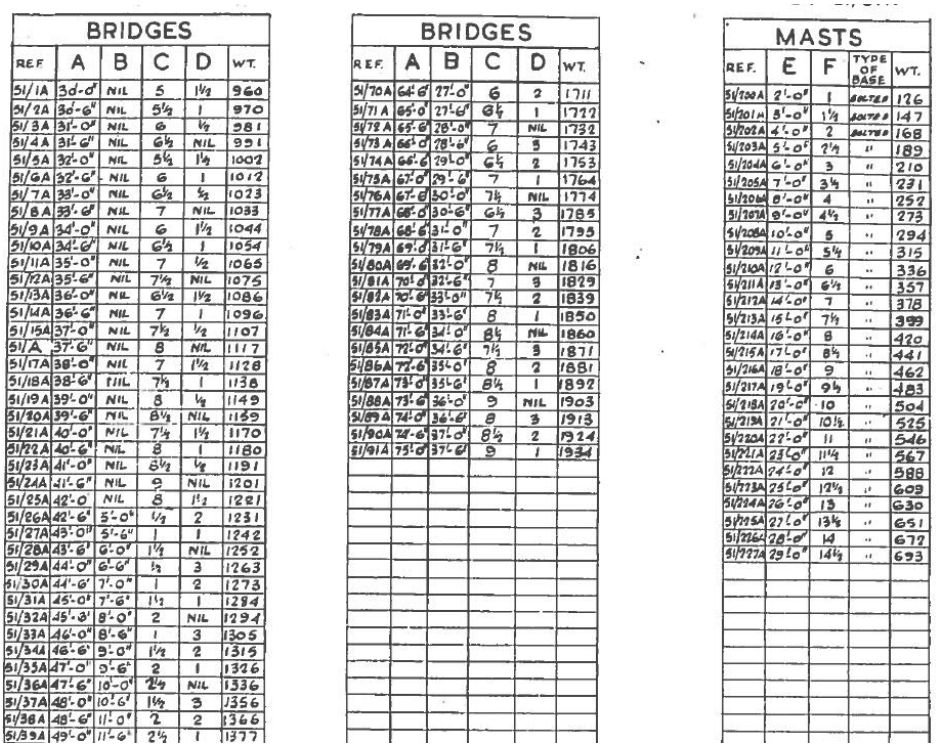


Ilustración 148: Referencia 3051 para postes y dintel.



BRIDGES

REF.	A	B	C	D	WT.
51/1A	36'-0"	NIL	5	1½	960
51/2A	36'-6"	NIL	5½	1	970
51/3A	37'-0"	NIL	6	½	981
51/4A	37'-6"	NIL	6½	NIL	991
51/5A	38'-0"	NIL	5½	1½	1002
51/6A	38'-6"	NIL	6	1	1012
51/7A	39'-0"	NIL	6½	½	1023
51/8A	39'-6"	NIL	7	NIL	1033
51/9A	40'-0"	NIL	6	1½	1044
51/10A	40'-6"	NIL	6½	1	1054
51/11A	41'-0"	NIL	7	½	1065
51/12A	41'-6"	NIL	7½	NIL	1075
51/13A	42'-0"	NIL	6½	1½	1086
51/14A	42'-6"	NIL	7	1	1096
51/15A	43'-0"	NIL	7½	½	1107
51/A	43'-6"	NIL	8	NIL	1117
51/17A	44'-0"	NIL	7	1½	1128
51/18A	44'-6"	NIL	7½	1	1138
51/19A	45'-0"	NIL	8	½	1149
51/20A	45'-6"	NIL	8½	NIL	1159
51/21A	46'-0"	NIL	7½	1½	1170
51/22A	46'-6"	NIL	8	1	1180
51/23A	47'-0"	NIL	8½	½	1191
51/24A	47'-6"	NIL	9	NIL	1201
51/25A	48'-0	NIL	8	1½	1221
51/26A	48'-6"	5'-0"	½	2	1231
51/27A	49'-0"	5'-6"	1	1	1242
51/28A	49'-6"	6'-0"	1½	NIL	1252
51/29A	50'-0"	6'-6"	½	3	1263
51/30A	50'-6'	7'-0"	1	2	1273
51/31A	51'-0"	7'-6"	1½	1	1284
51/32A	51'-6"	8'-0"	2	NIL	1294
51/33A	52'-0"	8'-6"	1	3	1305
51/34A	52'-6"	9'-0"	1½	2	1315
51/35A	53'-0"	9'-6"	2	1	1326
51/36A	53'-6"	10'-0"	2½	NIL	1336
51/37A	54'-0"	10'-6"	1½	3	1356
51/38A	54'-6"	11'-0"	2	2	1366
51/39A	55'-0"	11'-6"	2½	1	1377

BRIDGES

REF.	A	B	C	D	WT.
51/70A	64'-6"	27'-0"	6	2	1711
51/71A	65'-0"	27'-6"	6½	1	1722
51/72A	65'-6"	28'-0"	7	NIL	1732
51/73A	66'-0"	28'-6"	6	3	1743
51/74A	66'-6"	29'-0"	6½	2	1753
51/75A	67'-0"	29'-6"	7	1	1764
51/76A	67'-6"	30'-0"	7½	NIL	1774
51/77A	68'-0"	30'-6"	6½	3	1785
51/78A	68'-6"	31'-0"	7	2	1795
51/79A	69'-0"	31'-6"	7½	1	1806
51/80A	69'-6"	32'-0"	8	NIL	1816
51/81A	70'-0"	32'-6"	7	3	1829
51/82A	70'-6"	33'-0"	7½	2	1839
51/83A	71'-0"	33'-6"	8	1	1850
51/84A	71'-6"	34'-0"	8½	NIL	1860
51/85A	72'-0"	34'-6"	7½	3	1871
51/86A	72'-6"	35'-0"	8	2	1881
51/87A	73'-0"	35'-6"	8½	1	1892
51/88A	73'-6"	36'-0"	9	NIL	1903
51/89A	74'-0"	36'-6"	8	3	1913
51/90A	74'-6"	37'-0"	8½	2	1924
51/91A	75'-0"	37'-6"	9	1	1934

MASTS

REF.	E	F	TYPE OF BASE	WT.
51/200A	2'-0"	1	BOLTED	126
51/201A	3'-0"	1½	BOLTED	147
51/202A	4'-0"	2	BOLTED	168
51/203A	5'-0"	2½	"	189
51/204A	6'-0"	3	"	210
51/205A	7'-0"	3½	"	231
51/206A	8'-0"	4	"	252
51/207A	9'-0"	4½	"	273
51/208A	10'-0"	5	"	294
51/209A	11'-0"	5½	"	315
51/210A	12'-0"	6	"	336
51/211A	13'-0"	6½	"	357
51/212A	14'-0"	7	"	378
51/213A	15'-0"	7½	"	399
51/214A	16'-0"	8	"	420
51/215A	17'-0"	8½	"	441
51/216A	18'-0"	9	"	462
51/217A	19'-0"	9½	"	483
51/218A	20'-0"	10	"	504
51/219A	21'-0"	10½	"	525
51/220A	22'-0"	11	"	546
51/221A	23'-0"	11½	"	567
51/222A	24'-0"	12	"	588
51/223A	25'-0"	12½	"	609
51/224A	26'-0"	13	"	630
51/225A	27'-0"	13½	"	651
51/226A	28'-0"	14	"	672
51/227A	29'-0"	14½	"	693

Ilustración 149: Longitudes de los parámetros de las referencias 3051.

Referencia 51/216A+ perteneciente a los postes:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	46	0	14,0208
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho. Centros tubos	1	4,0937	0,4088
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 29: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 51/33A+ perteneciente al dintel:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	18	0	8,5344
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 30: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Las cimentaciones usadas para sostener la estructura son las que están referenciadas como 40/2Y y 40/32Y.

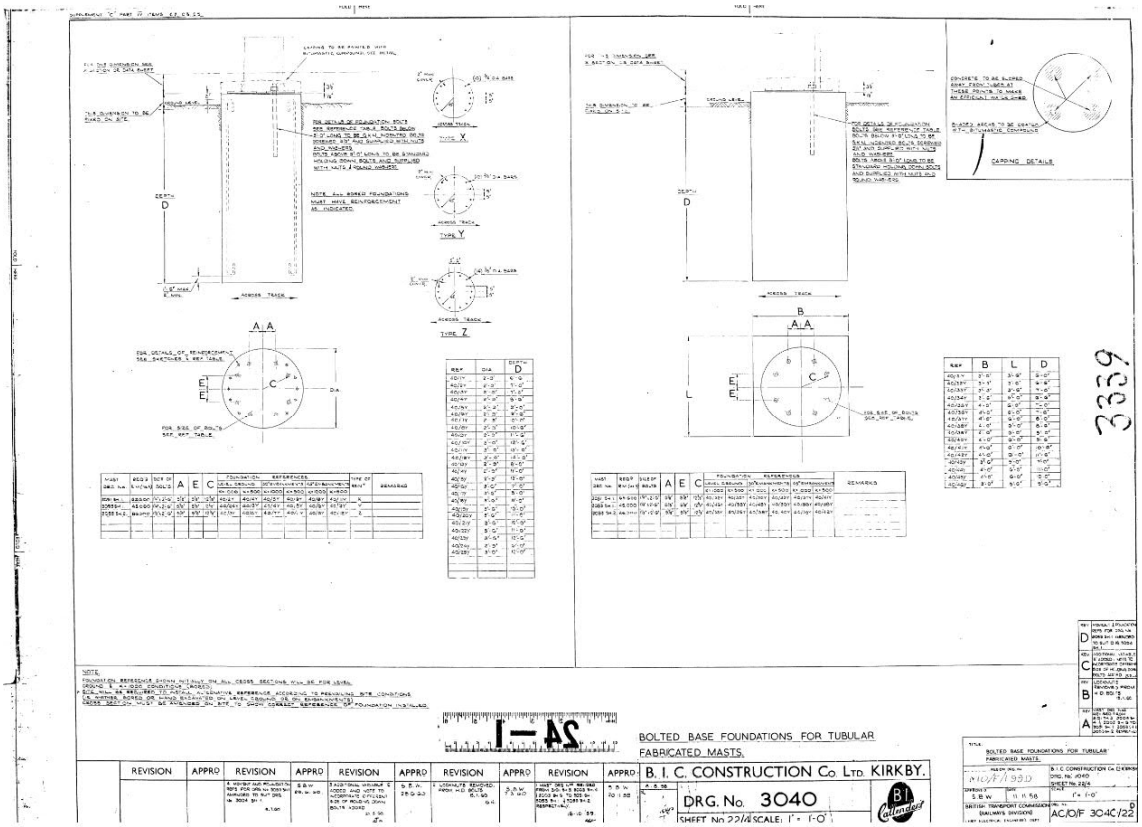


*Ilustración 150: Referencia 3040/*Y.*

REF.	DIA.	DEPTH D
40/1Y	2'-9"	6'-6"
40/2Y	2'-9"	7'-0"

REF.	B	L	D
40/31Y	3'-0"	3'-6"	6'-0"
40/32Y	3'-3"	3'-6"	6'-6"

Ilustración 151: Valores para los parámetros de las referencias de las cimentaciones.

Para la referencia 40/2Y:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	7	0	2,1336
Diámetro	2	9	0,8382

Tabla 31: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Para la referencia 40/32Y:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	6	6	1,9812
Diámetro	3	3	0,9906

Tabla 32: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Una vez se tiene definido la estructura con sus cimentaciones se procede a ver el conjunto de ménsulas y sujeciones de estas a la estructura.

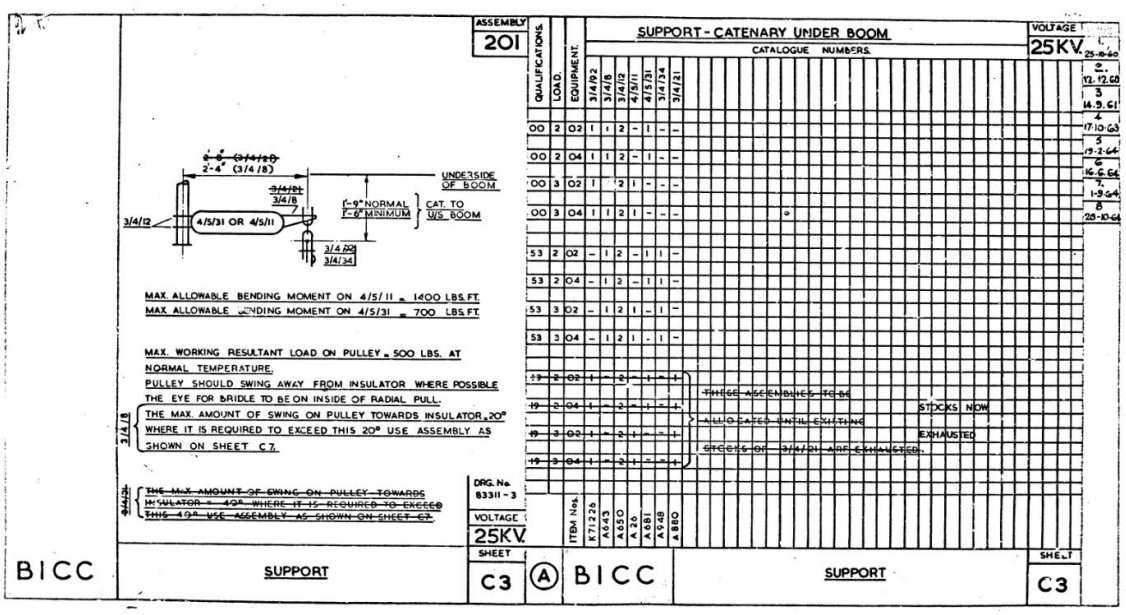


Ilustración 152: Ménsula del hilo de catenaria existente.

El conjunto de sujeción del hilo de catenaria va a cambiar totalmente, siendo lo existente lo visto en la figura anterior, con el siguiente despiece del conjunto:

Referencia K71226:

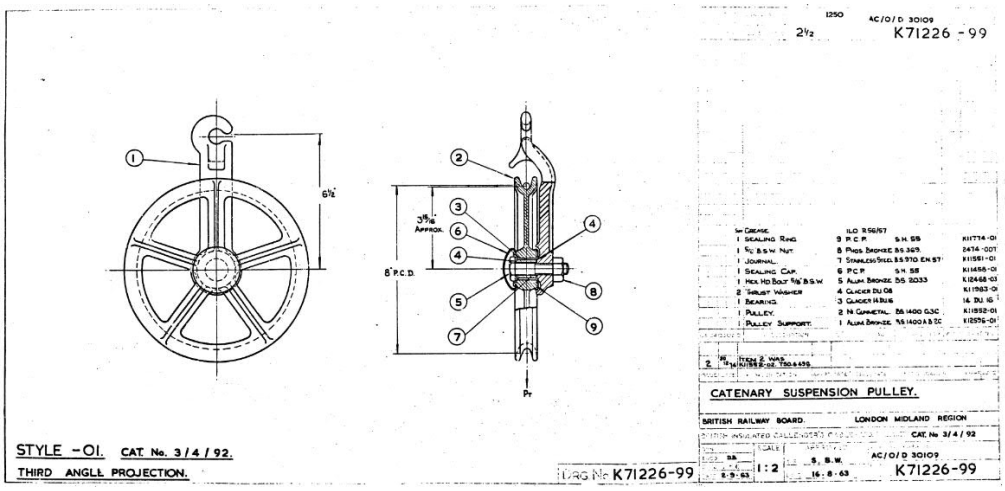
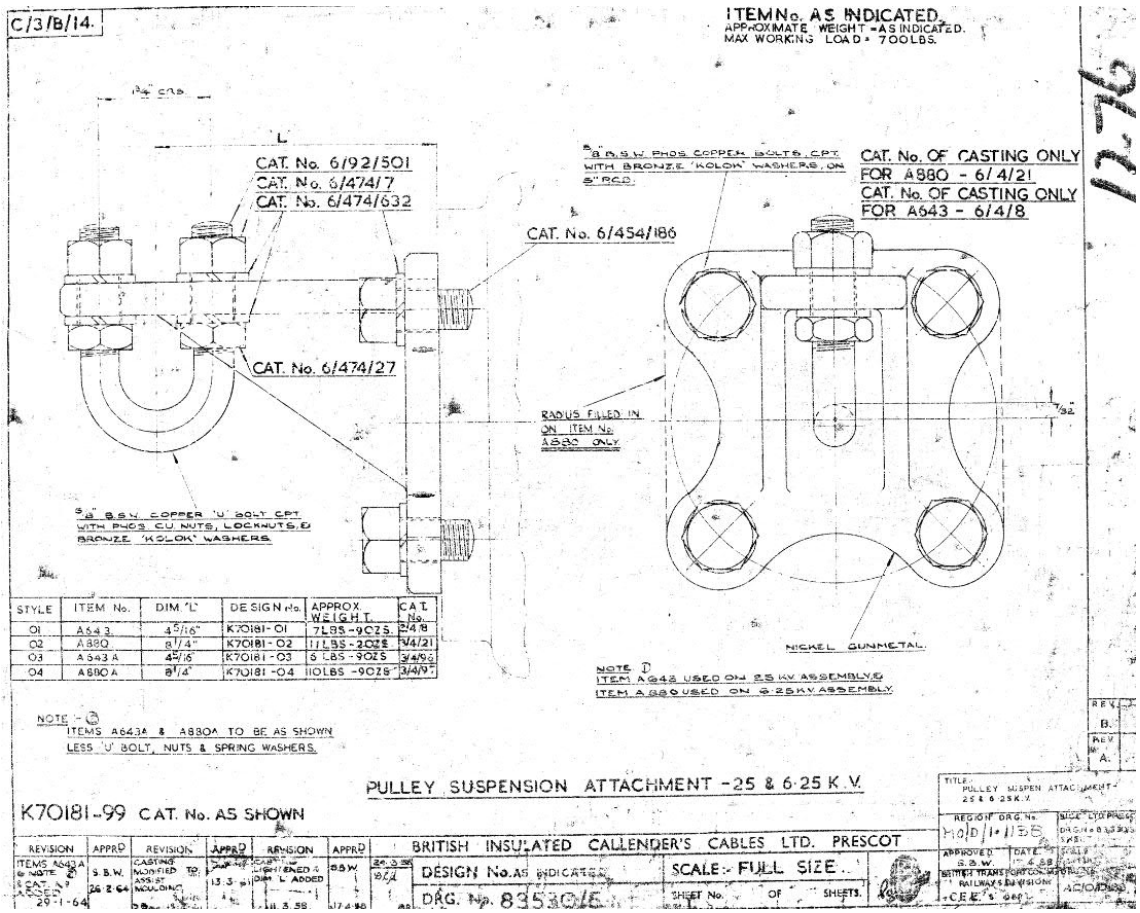


Ilustración 153: Polea por la que va sustentada el hilo de catenaria.

Referencia A643:



STYLE	ITEM No.	DIM 'L'	DESIGN No.	APPROX. WEIGHT	CAT. No.
01	A643	4 5/16"	K70181-01	7LBS-9OZS.	3/4/8
02	A880	8 1/4"	K70181-02	11LBS-2OZS	3/4/21
03	A643A	4 5/16"	K70181-03	6 LBS-9OZS	3/4/98
04	A880A	8 1/4"	K70181-04	10LBS-9OZS	3/4/97

Ilustración 154: Sujeción de la polea.

Referencia A650:

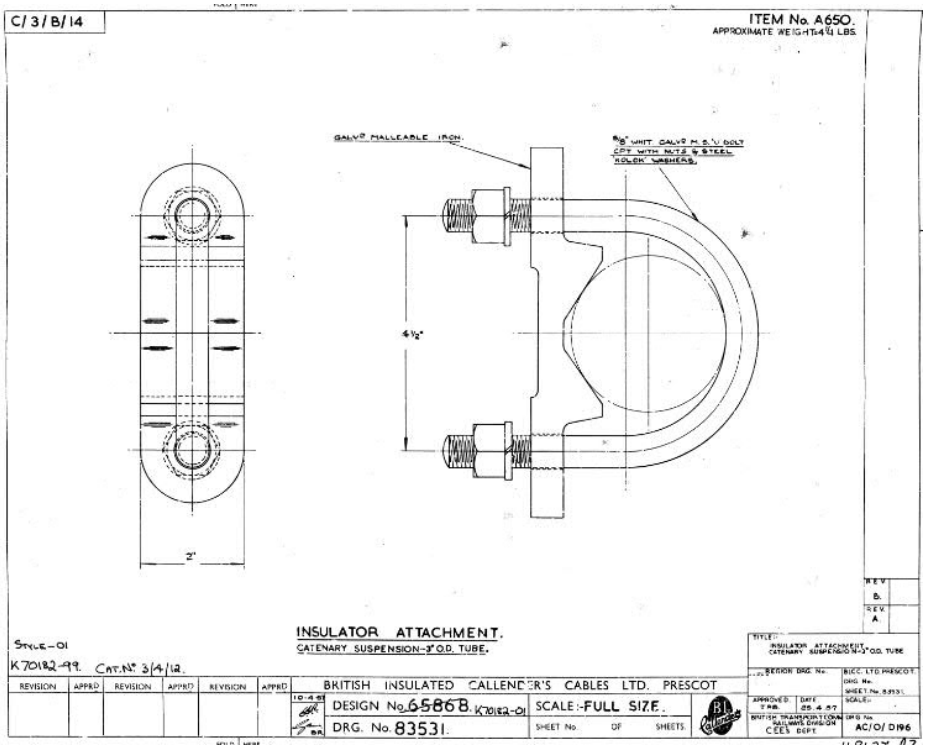


Ilustración 155: Conjunto de "packer" con tornillo en forma de U.

Referencia A681:

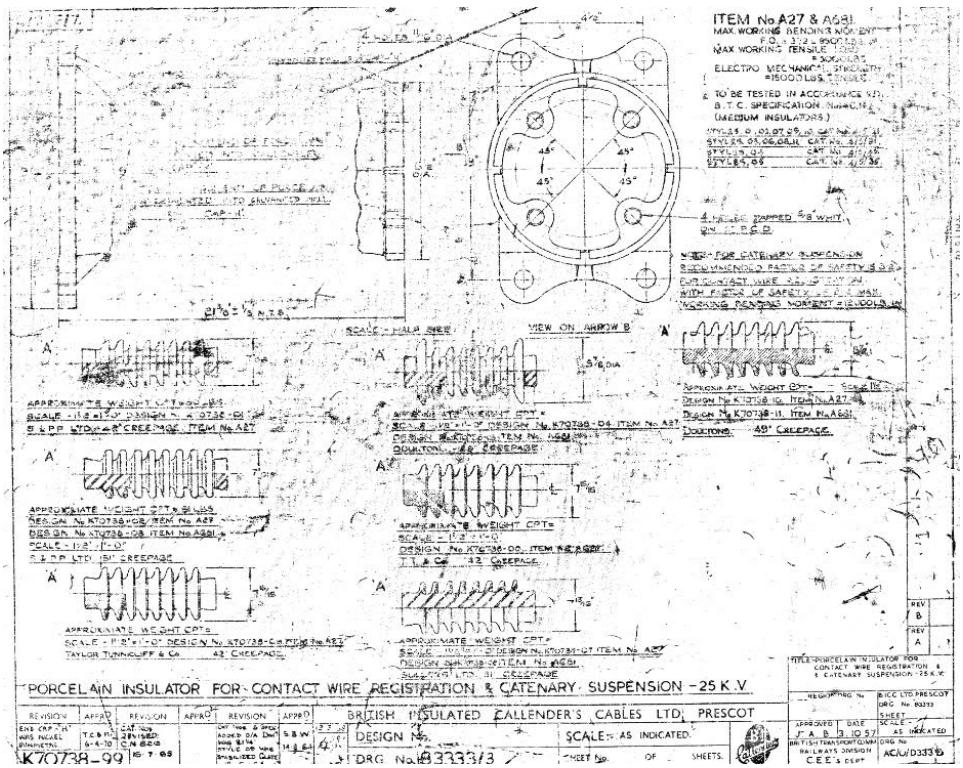
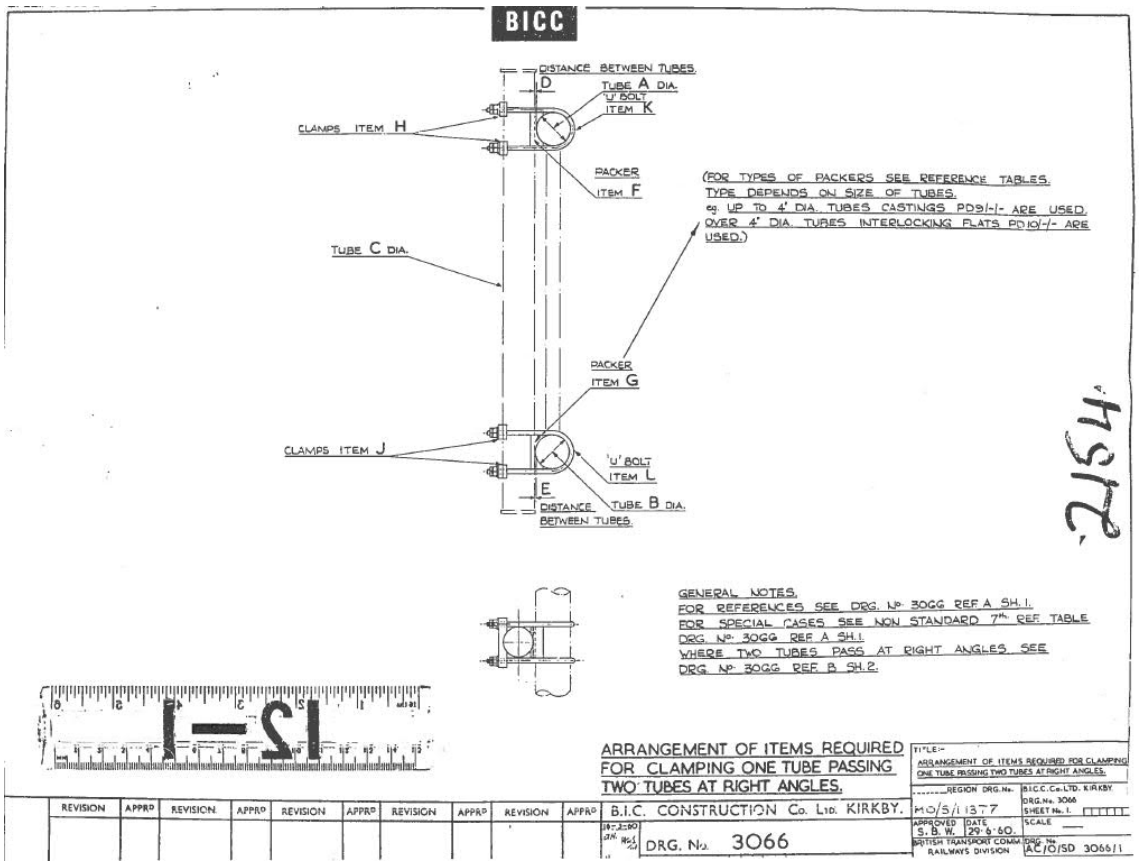


Ilustración 156: Aislador de porcelana.

Esto quiere decir que el hilo de catenaria de los hilos de contacto va sujeto por una polea, por lo que la renovación, como se verá a continuación, va a ser de todos los componentes.

El tubo que sostiene la catenaria se une con la estructura de la forma que muestra la referencia 66/5A.



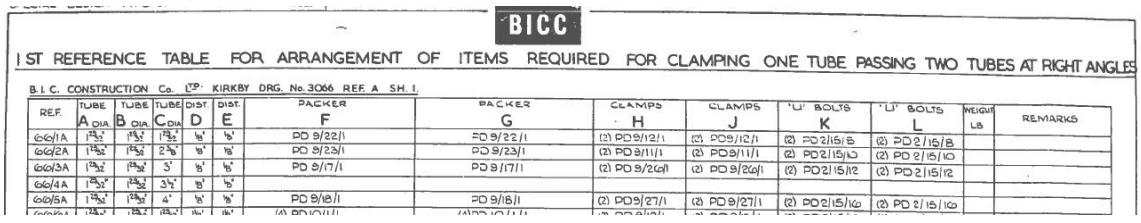


*Ilustración 157: Referencia 3066/*A.*

Siendo el tubo el perteneciente a la referencia 3113:

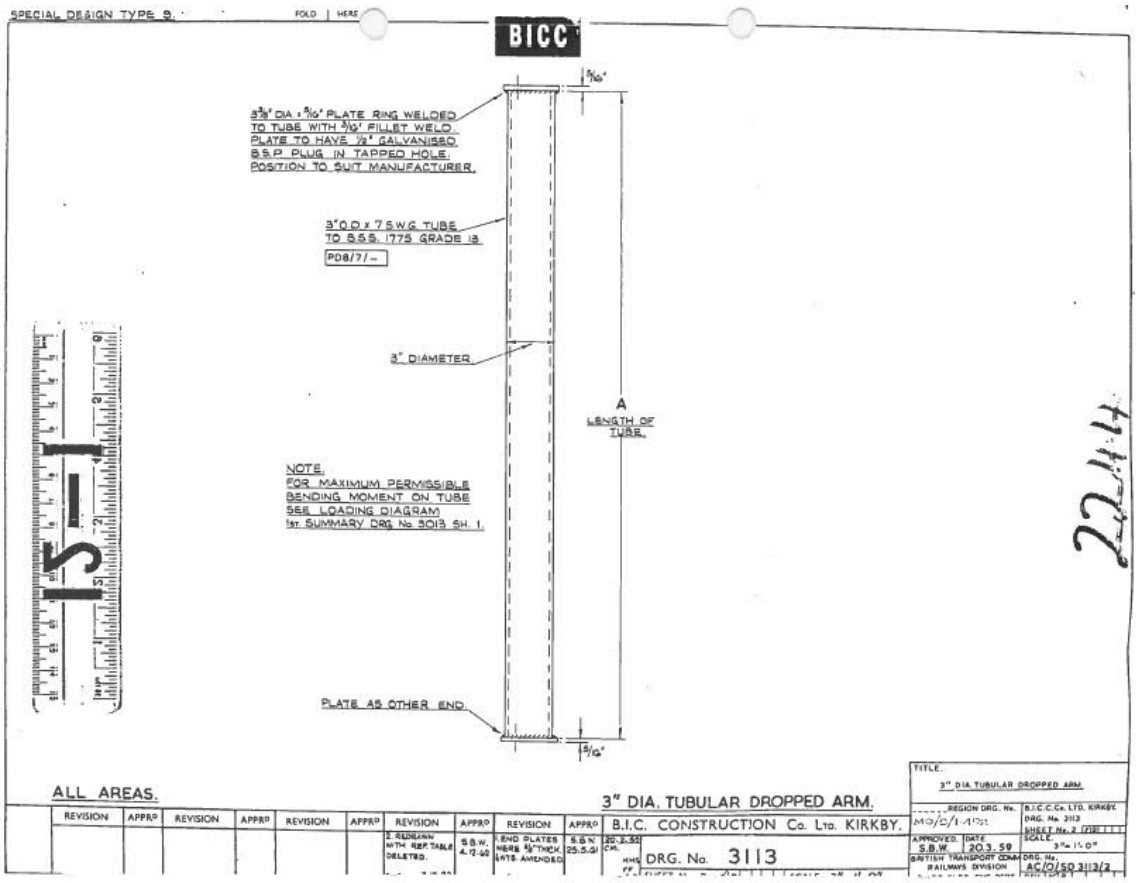


Ilustración 158: Referencia 3113.

El brazo donde se sustenta el hilo de contacto sigue la referencia 304/47/5/4, siendo el despiece de dicha figura el mostrado en la Ilustración 159:

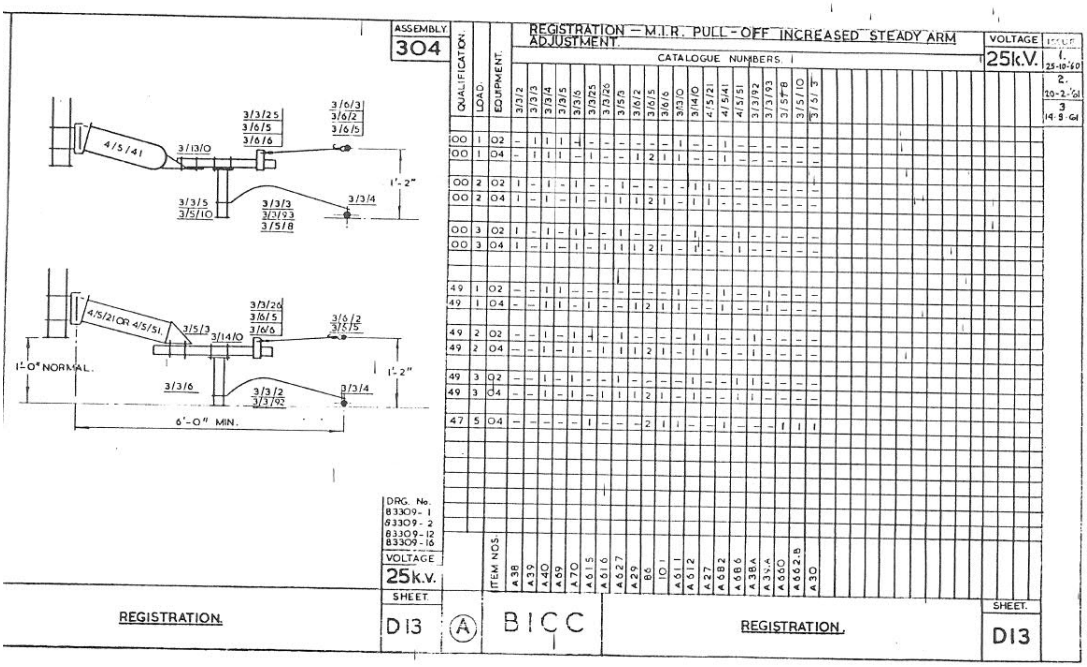


Ilustración 159: Conjunto 304.

Referencia A615:

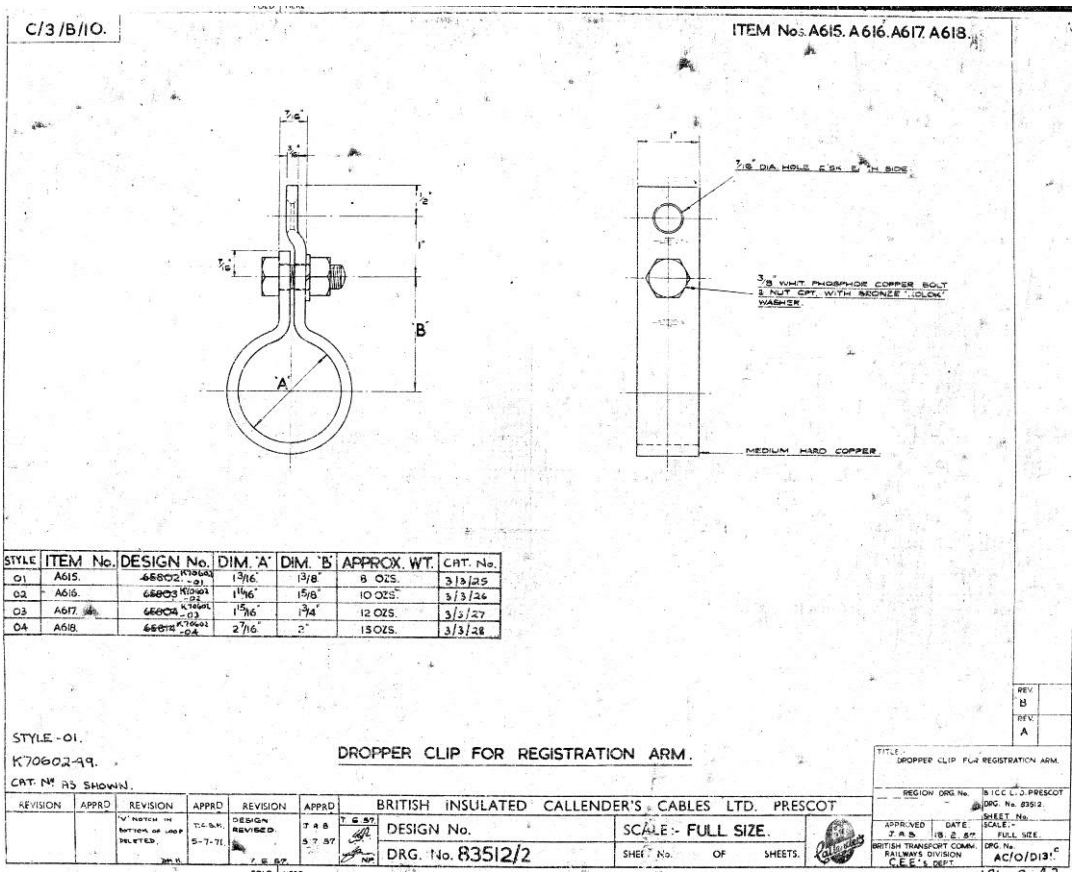


Ilustración 160: Enganche para la péndola de sujeción.

Referencia 86:

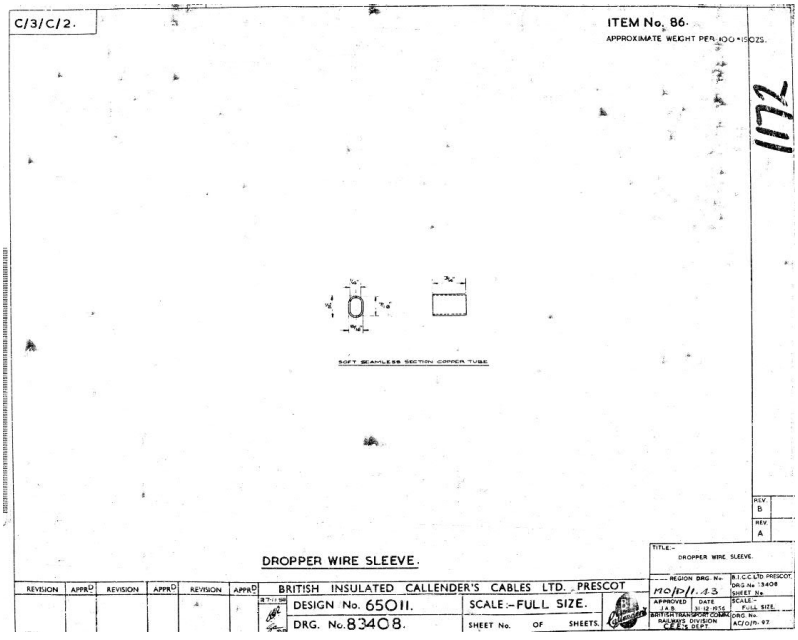


Ilustración 161: Casquillo de refuerzo.

Referencia 101:

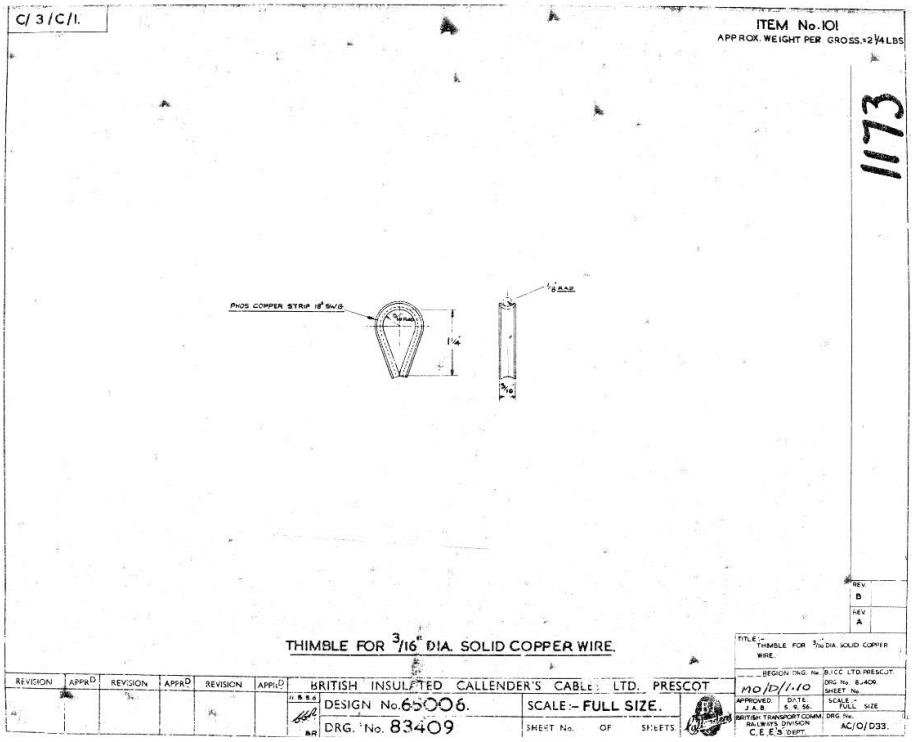


Ilustración 162: Guardacabo.

Referencia A611:

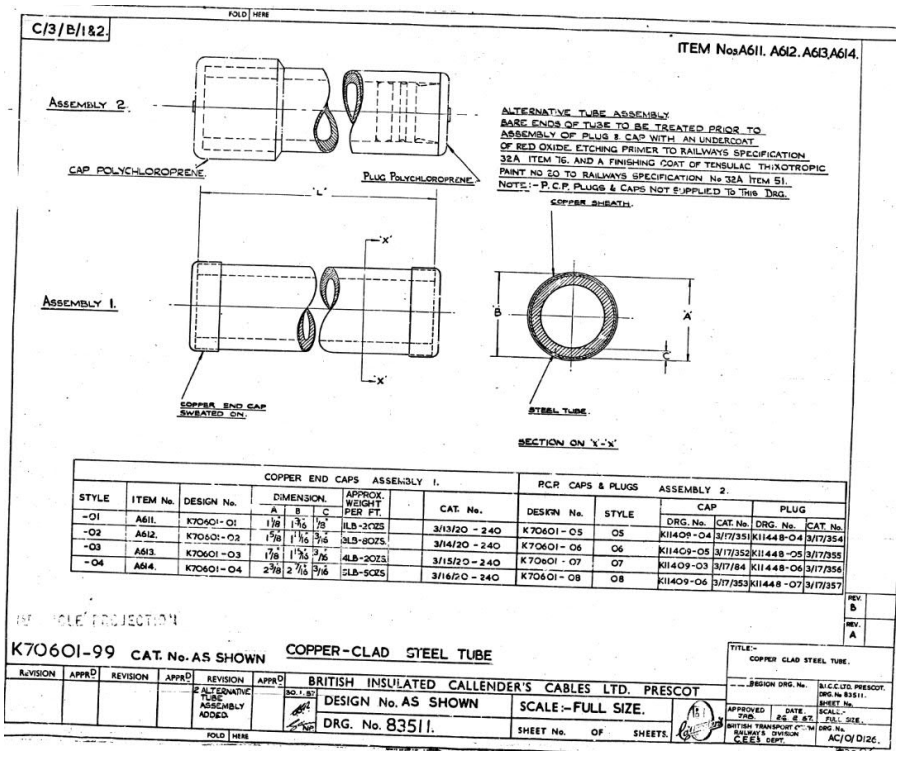


Ilustración 163: Revestimiento de cobre.

Referencia A682:

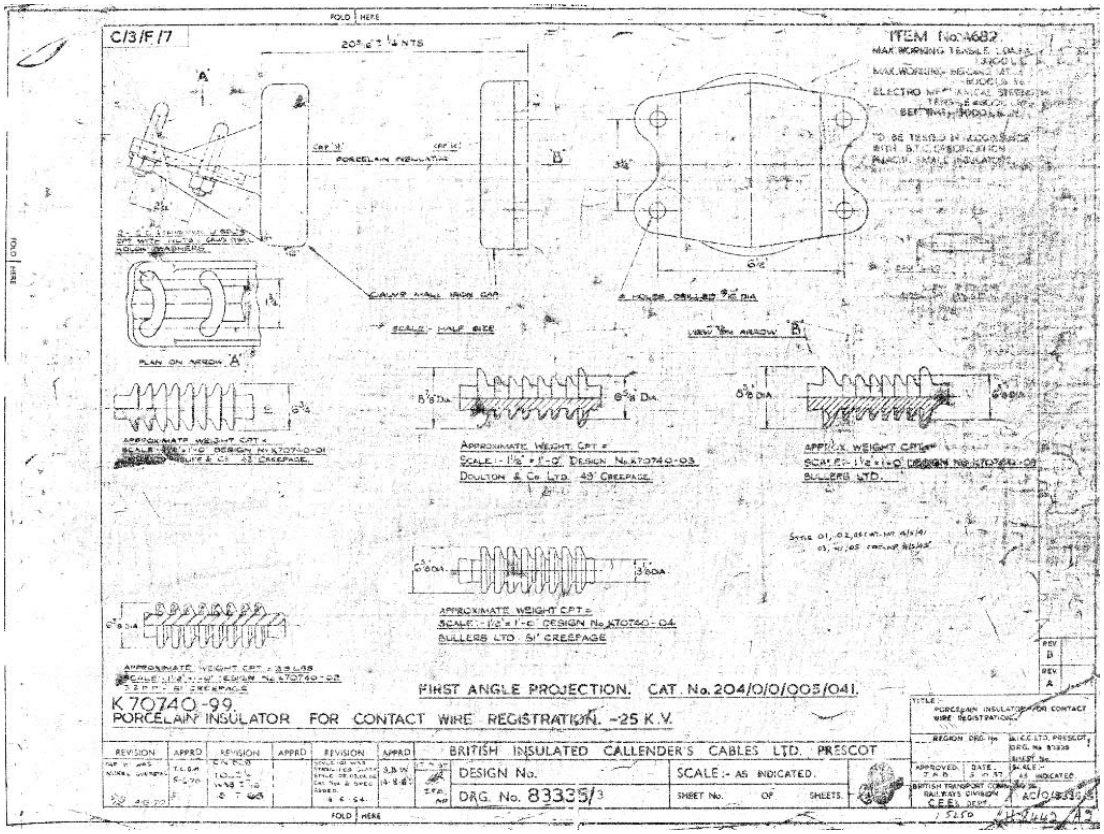


Ilustración 164: Aislador de porcelana.

Referencia A660:

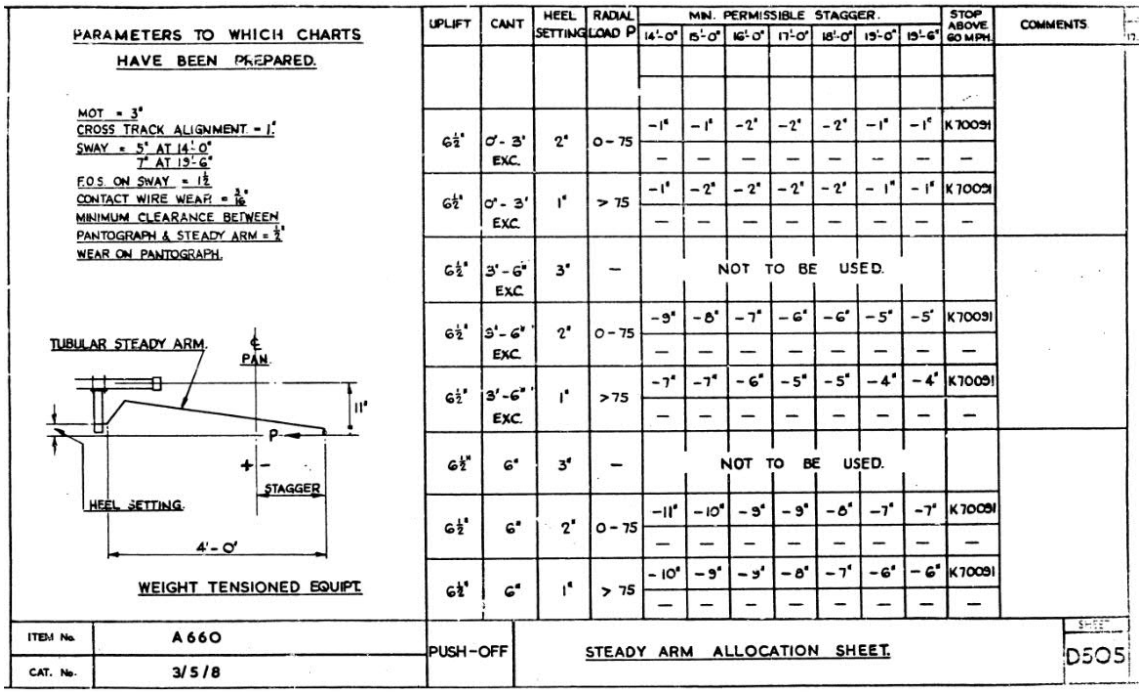


Ilustración 165: Parámetros de la ménsula.

Referencia A662B:

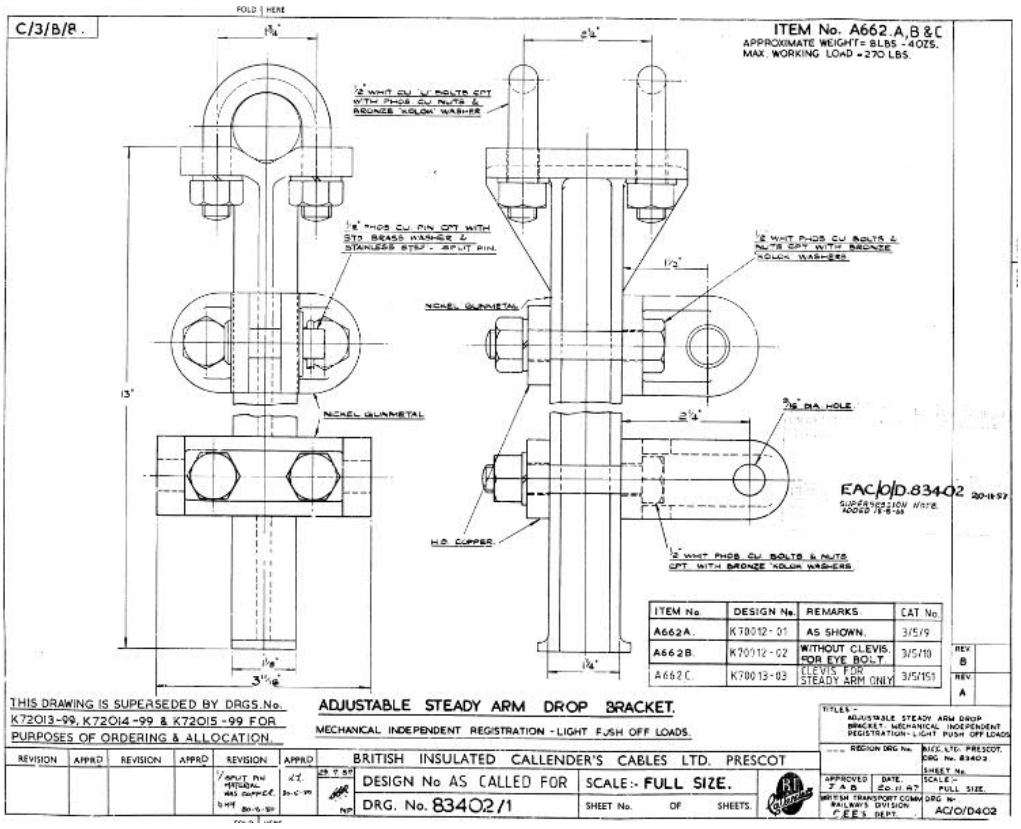


Ilustración 166: Unión de ménsula con tubo.

Referencia A30:

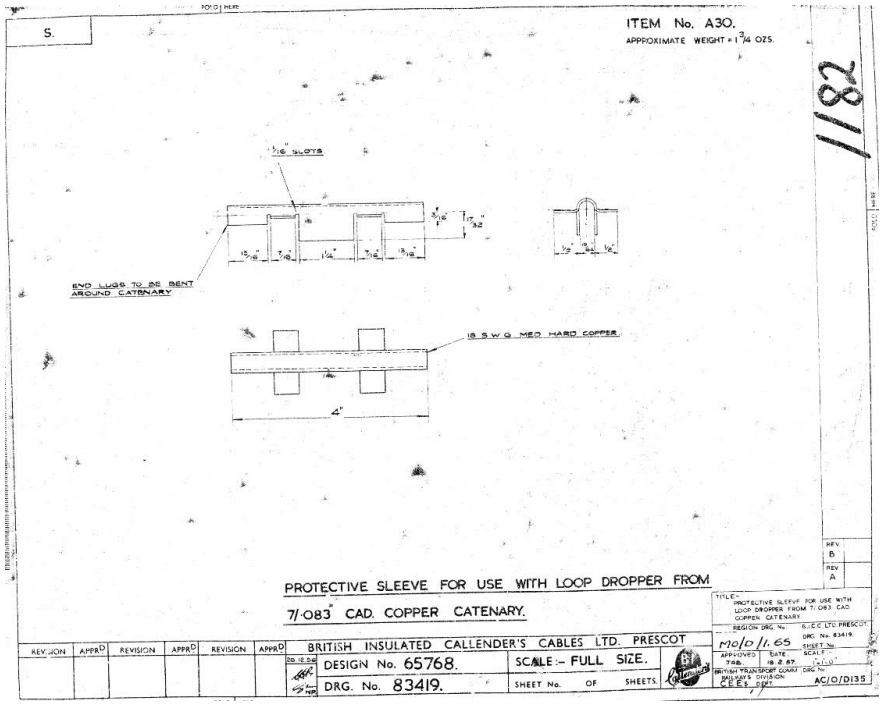


Ilustración 167: Funda protectora.

Sustentado por el objeto con referencia A626:

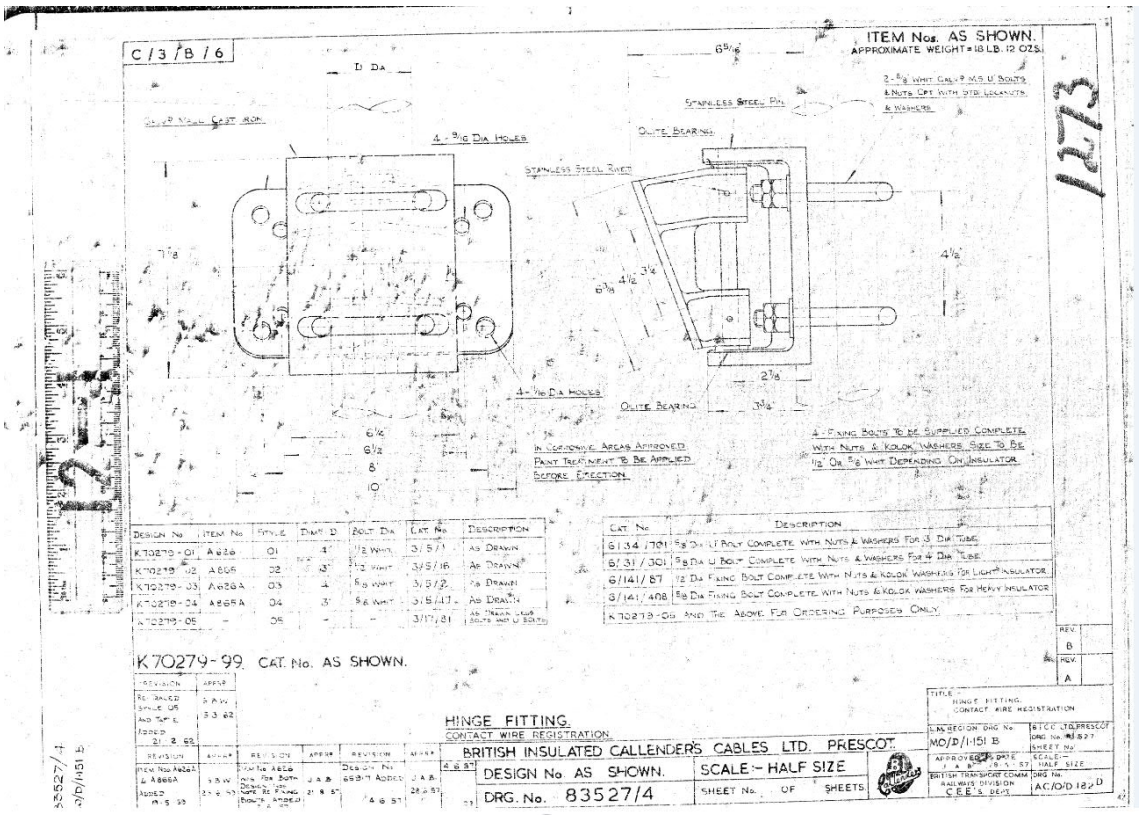


Ilustración 168; Conjunto de enganche ménsula – tubo.

Una vez se han mostrado todas las piezas de la tecnología que se quiere cambiar, se procede a realizar las modificaciones para la renovación.

Para las ménsulas se ha seleccionado el plano UK1/A09/114 (“Portal Structure Catenary Under Boom Standard Arrangement (200/225KM/H)”).

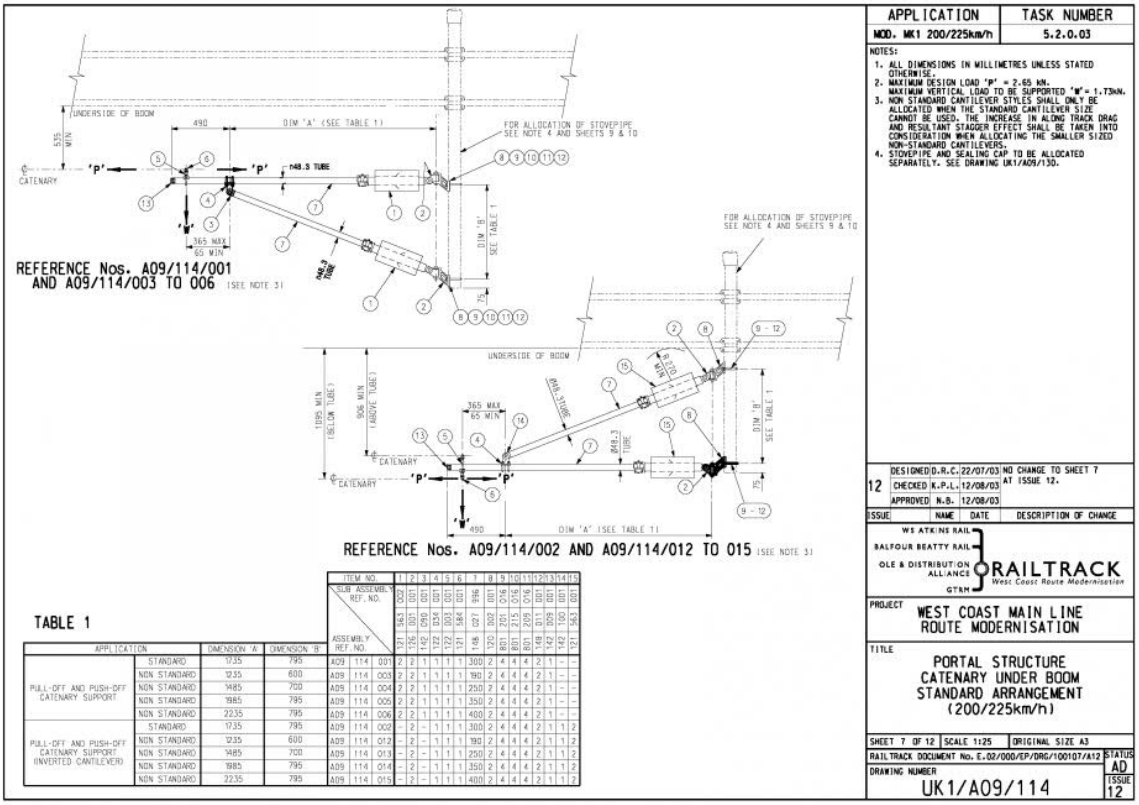


Ilustración 169: Ménsula para el hilo de catenaria.

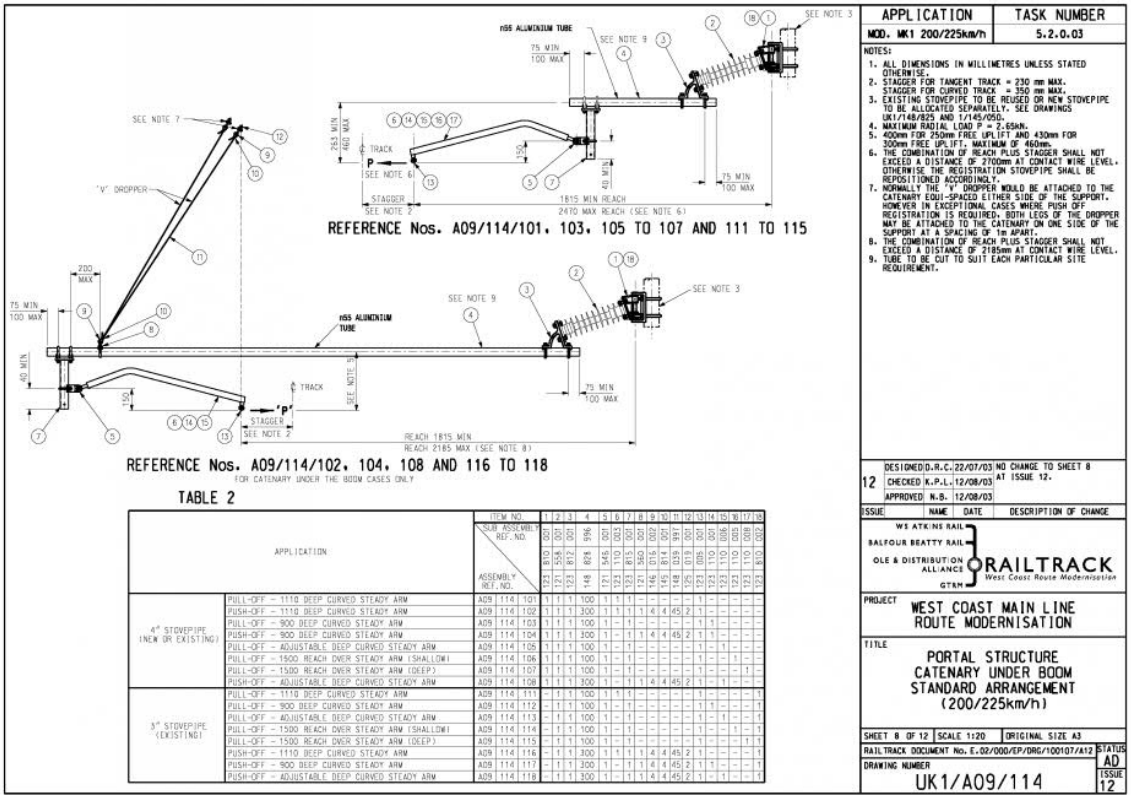


Ilustración 170: Ménsula para el hilo de contacto.

Se va a conectar todo directamente al dintel debido a que todo está a más de 270mm que es la distancia mínima absoluta a la que ha de estar los equipos en tensión para garantizar el aislamiento eléctrico en la estructura.

A la hora de colocar las ménsulas se intentó que todas fueran A09/114/001, pero a la hora de su colocación se vio como uno de los "stovepipes" (exactamente el colocado sobre el "Up-Main") podría colisionar con el pantógrafo del tren que pueda pasar por el "Down Main", debido a que no respeta la distancia de seguridad del propio pantógrafo.

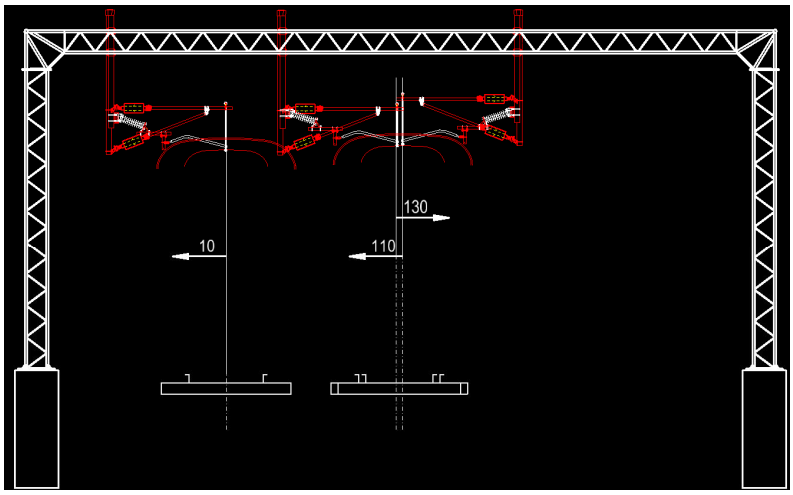


Ilustración 171: Estructura B41/61, opción desechada.

Por seguridad y para ver que no sucede lo comentado con anterioridad, se procederá a poner la distancia hasta la cual tiene interacción el pantógrafo.

Por este motivo la colocación de la ménsula que sustenta la catenaria del hilo perteneciente al "Up-Main" será A09/114/002 mientras que las otras dos ("Down-Main" y "Cross-over") serán A09/114/001.

Los brazos que sustentan los hilos serán los mismo y estos serán los pertenecientes al plano A09/114/101.

La pieza de fijación entre las ménsulas y los postes viene con el propio plano A09/114/00X, y es la perteneciente al plano 001/120/002 ("Bottom Mast Bracket For Flat Faced Masts Circular Drop Tubes & S.P.S").

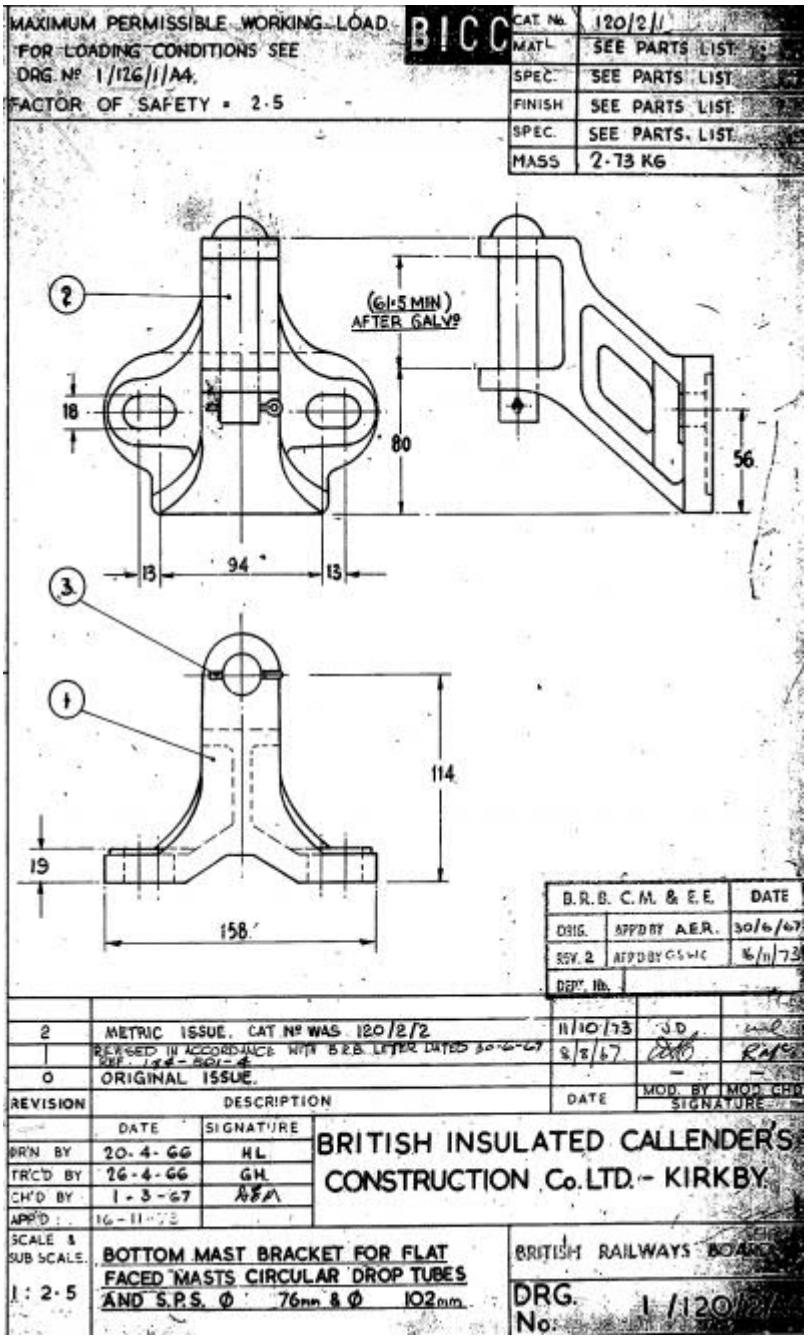


Ilustración 172: Soporte de sujeción de las ménsulas al "stovepipe".

Como se ve, un "stovepipe" de 4' pulgadas (101,6 mm) está permitido para este soporte, que es el que se va a utilizar en las estructuras siguientes. Aunque el plano diga "Bottom" se usa para ambos soportes.

Algo más complicado es el método de fijación del "stovepipe" a la estructura, debido a que los métodos que utiliza el plano son para estructuras con barras planas, mientras estas barras sí que tienen un diámetro que hay que tener en cuenta.

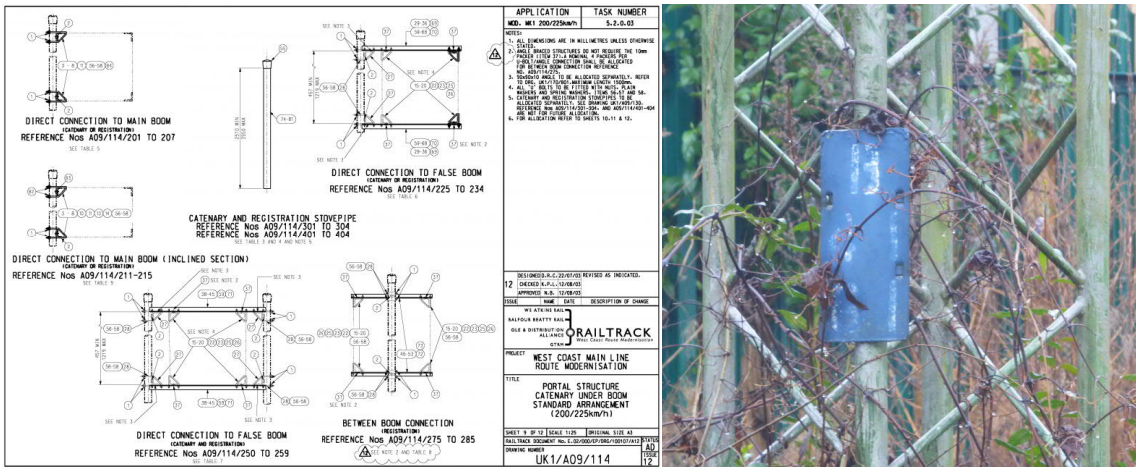


Ilustración 173: Comparación entre estructuras UK1 y estructuras Mk1.

En las anteriores imágenes se puede apreciar lo comentado con anterioridad, por lo que muchas de las piezas que va a referenciar el plano no valen y se tendrá que variar por otras.

En esta estructura se va a fijar los "stovepipes" directamente al dintel, lo que en el plano se llama "direct connection to main boom", por lo que se va a tener que ver las referencias que valen o no de la Ilustración 174.

TABLE 5

CONNECTION TYPE	MK1 BOOM REFERENCE	BOOM ANGLE SIZE	ASSEMBLY REF. NO.	ITEM NO. 1	2	3	4	5	6	7	8	11	56	57	58	84
				SUB ASSEMBLY REF. NO. 002	004	210	220	220	235	245	235	245	016	016	016	275
				807	807	813	814	821	822	823	815	816	201	209	215	878
				142	142	165	165	165	165	165	165	165	801	801	801	165
DIRECT CONNECTION TO MAIN BOOM (CATENARY OR REGISTRATION)	DRG Nos 3001, 3101 AND 3501	2"X2" TOP ANGLE 2"X2" BOTTOM ANGLE	A09 114 201	4	2	4	–	–	–	–	–	–	8	8	8	–
	DRG Nos 3002 AND 3025	2½"X2½" TOP ANGLE 3"X2½" BOTTOM ANGLE	A09 114 202	4	2	–	2	2	–	–	–	–	8	8	8	–
	DRG Nos 3002 AND 3025	3"X3" TOP ANGLE 3"X3" BOTTOM ANGLE	A09 114 203	4	2	–	–	–	4	–	–	–	8	8	8	–
	DRG Nos 3002 AND 3025	3½"X3½" TOP ANGLE 3½"X3½" BOTTOM ANGLE	A09 114 204	4	2	–	–	–	–	4	–	–	8	8	8	–
	DRG Nos 3025 AND 3225	4"X3" TOP ANGLE 6"X3½" BOTTOM ANGLE	A09 114 205	4	2	–	–	–	–	–	2	2	8	8	8	–
	DRG No 3025	6"X3½" TOP ANGLE 4"X3" BOTTOM ANGLE	A09 114 206	4	2	–	–	–	–	–	2	2	8	8	8	–
	UKI/042/803	120x120mm TOP ANGLE 120x120mm BOTTOM ANGLE	A09 114 207	4	2	–	–	–	–	–	–	–	8	8	8	4

Ilustración 174: Distintas referencias para el método de unión con el dintel.

La referencia 51/33+ que se tiene en el dintel pertenece a una familia de planos que se llama "Series 3000" por lo que la referencia sería 3051/33+, pero se pone 51/33+ para acortar. Como se ve en la Ilustración 174, no hay ninguna referencia del dintel de Mk1 que encaje con la referencia que se tiene debido a lo que se ha comentado con anterioridad, pero puede servir para fijarse en las piezas que hay que poner en cada caso.

La referencia 142/807/002 y 142/807/004 muestra unas piezas importante, que son los "packers" y las abrazaderas.

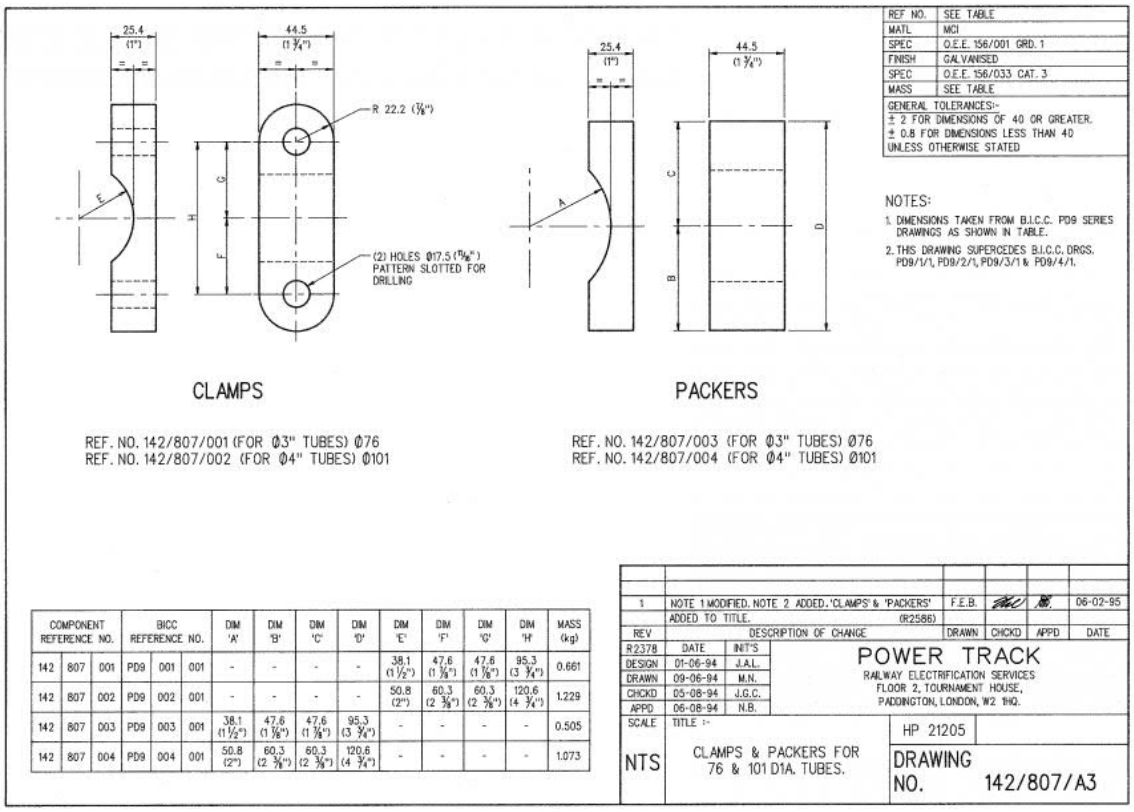


Ilustración 175: Conjunto abrazadera – "packer".

Las abrazaderas sí que valen para la estructura en cuestión, pero en cambio el "packer" no, porque es liso en una cara y debería ser curvo en ambas caras, como el que se tiene en MK1, imagen que se muestra a continuación.

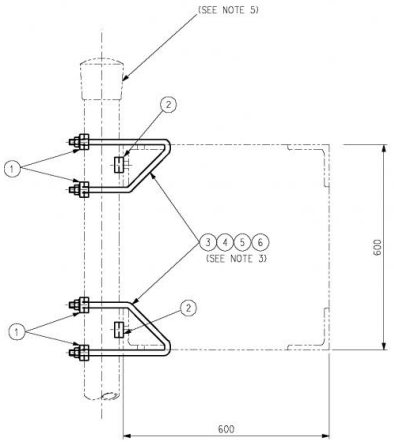
No se puede hacer una equivalencia con UK1 debido a que esa pieza ya ha sido descatalogada, por lo que para la remodelación habría dos opciones:

1. Mantener la pieza ya existente.

2. Buscar una pieza con equivalencia funcional.

Para seleccionar esta pieza no sólo tenemos que escoger la pieza en sí, sino que también hay que seleccionar los tubos del diámetro adecuado.

Se ha intentado hacer una equivalencia funcional como primera opción: UK1/A09/139 (Two Track Cantilever Structure: Catenary Under Boom - Direct Connection To Boom (200/225 KM/H)).



SINGLE CATENARY/REGISTRATION
STOVEPIPE ARRANGEMENT
REFERENCE No. A09/139/001

TABLE 1 (SEE NOTE 2)

APPLICATION	BOOM ANGLE SIZE	ASSEMBLY REF. NO.			ITEM NO.	1	2	3	4	5	6
					SUB ASSEMBLY REF. NO.	002	004	225	016	016	016
						807	807	909	201	209	215
					ASSEMBLY REF. NO.	142	142	165	801	801	801
SINGLE CATENARY/REGISTRATION STOVEPIPE TO BOOM	70 x 70 x 8 TOP 70 x 70 x 8 BOTTOM	A09	139	001		4	2	4	8	8	8

Ilustración 176: Posible solución con tornillos angulados en forma de U.

La posible solución no coincide exactamente con lo que se desea, produciendo juego entre los tubos del dintel y el "packer", debido a que estos conjuntos de piezas están diseñados para dinteles con perfil en L en vez de tubulares. Por este motivo se descartó esta opción.

Se procede a continuación con la siguiente opción propuesta, reutilizar el packer.

Como para poder reutilizar el packer hay que seleccionar los diámetros acordes con dicho packer, se escogen tubos de 3'' y $1^{29/32}$'', siendo la equivalencia en milímetros de 76,2 y 48,42 mm respectivamente.

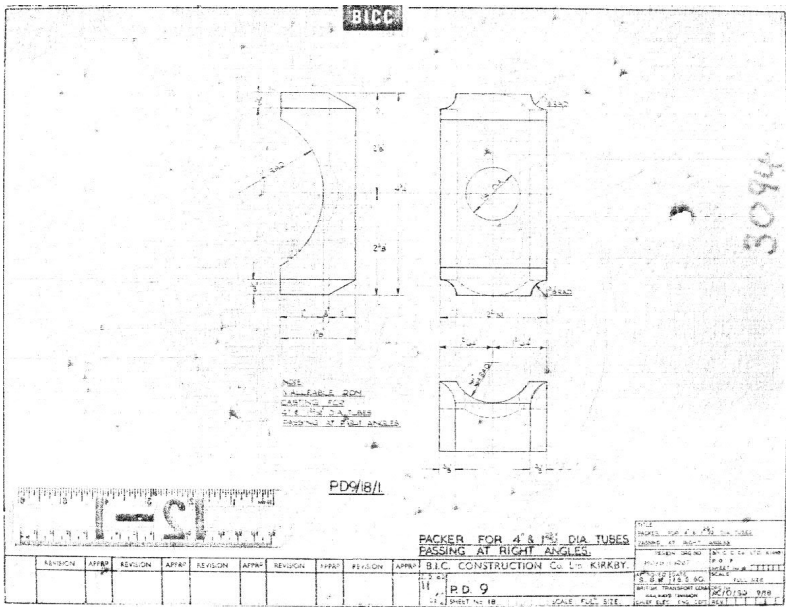


Ilustración 177: "Packer" utilizado.

En la Ilustración 157 se observa que hay distintas referencias para los distintos elementos de sujeción (66/3A y 66/5A), pero se va a utilizar sólo el "packer" de la 66/5A debido a que se va a escoger "stovepipes" de 4 pulgadas (101,6 mm) para todos los registros.

Esta pieza se va a reutilizar en esta estructura y en todas las estructuras que lo necesiten debido a la inexistencia de piezas de UK1 con esta forma.

Las referencias 165/813/210, 165/821/220, 165/822/235, 165/823/245, 165/815/235, 165/816/245 y 165/878/275 pertenecen todas a un determinado tipo de tornillo en forma de U pero angulado, porque son los mejores para fijar las estructuras en las que se basa la tecnología UK1, pero este tipo de tornillos no valen.

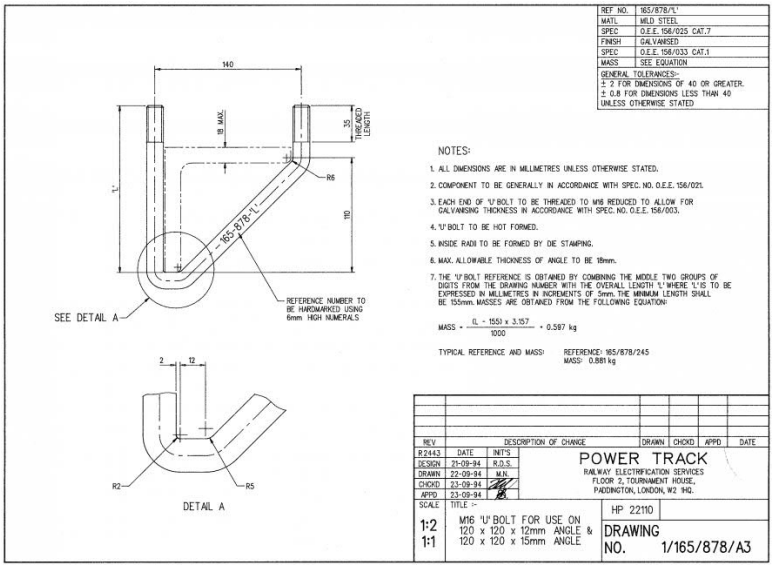


Ilustración 178: Tornillos angulados en forma de U.

En este caso se va a utilizar tornillos en forma de U del plano UK1/165/701 ("M16 U-Bolt For Use On Various Tubular Masts")

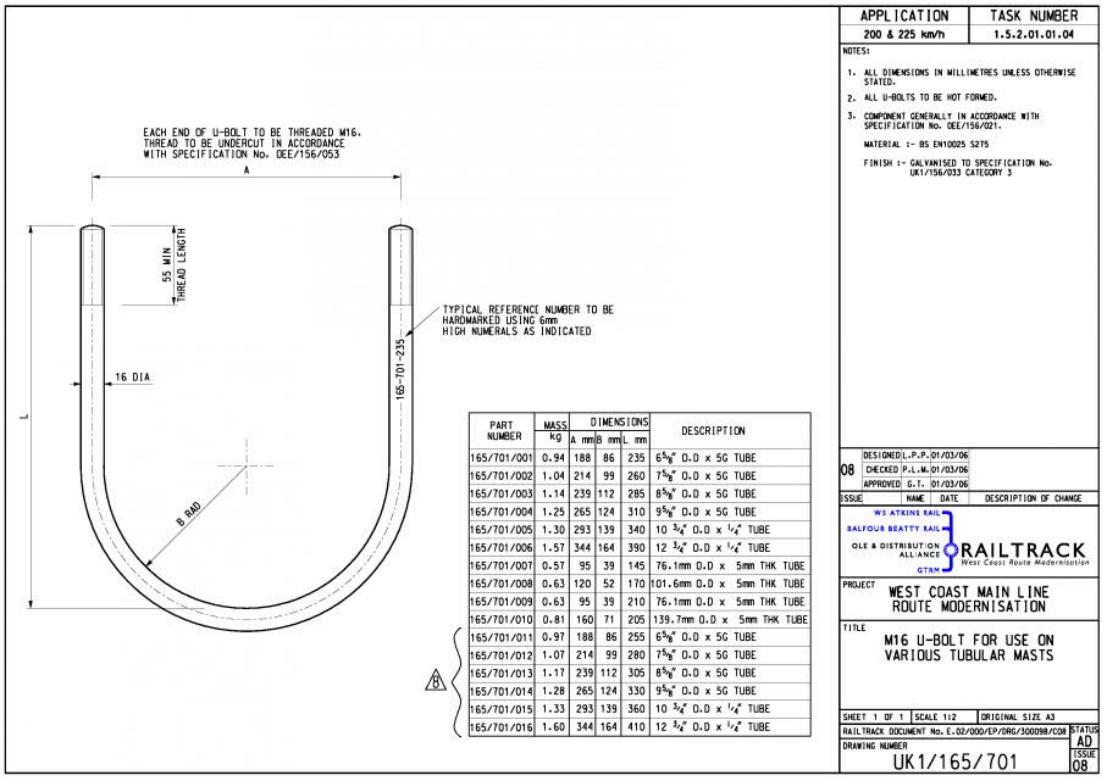


Ilustración 179: Distintos tornillos en forma de U.

Como se ve en la siguiente imagen, interesa que los tornillos en forma de U sean del diámetro del tubo del dintel, por lo que ese diámetro será 3 pulgadas (76,2 mm), por lo que la referencia será 165/701/009.

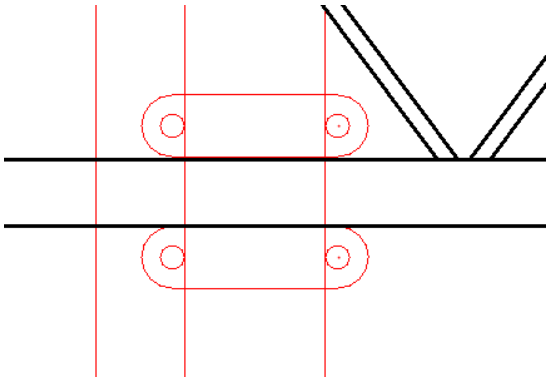


Ilustración 180: Unión de "stovepipe" con dintel.

Las referencias 801/201/016, 801/209/016, 801/215/016 son las tuercas hexagonales y arandelas necesarias para fijar los tornillos a las abrazaderas.

Una vez fijados las ménsulas de la catenaria como del hilo de contacto tanto al propio "stovepipe" como al dintel, solo queda saber cómo se sustenta el hilo de retorno al "stovepipe".

En el plano histórico se ve que el cable de retorno está soportado con la referencia 66/3A, pero en este caso es más simple que lo anterior, debido a que en el plano UK1/072/256 ("Adapter Plate For Attachment Of Existing Return Conductor Support To 101.6mm Dia. Tube") muestra cual es la referencia que se ha de coger 072/256/001.

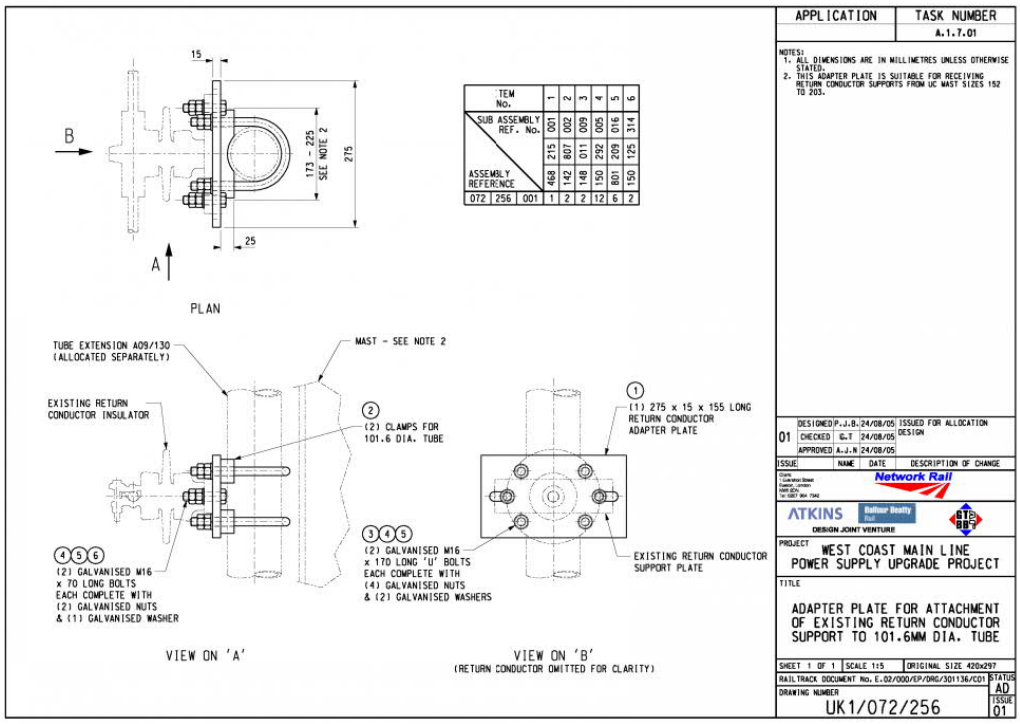


Ilustración 181: Unión de cable de retorno con "stovepipe".

4.3.8 Estructura B/41/62

Plano histórico:

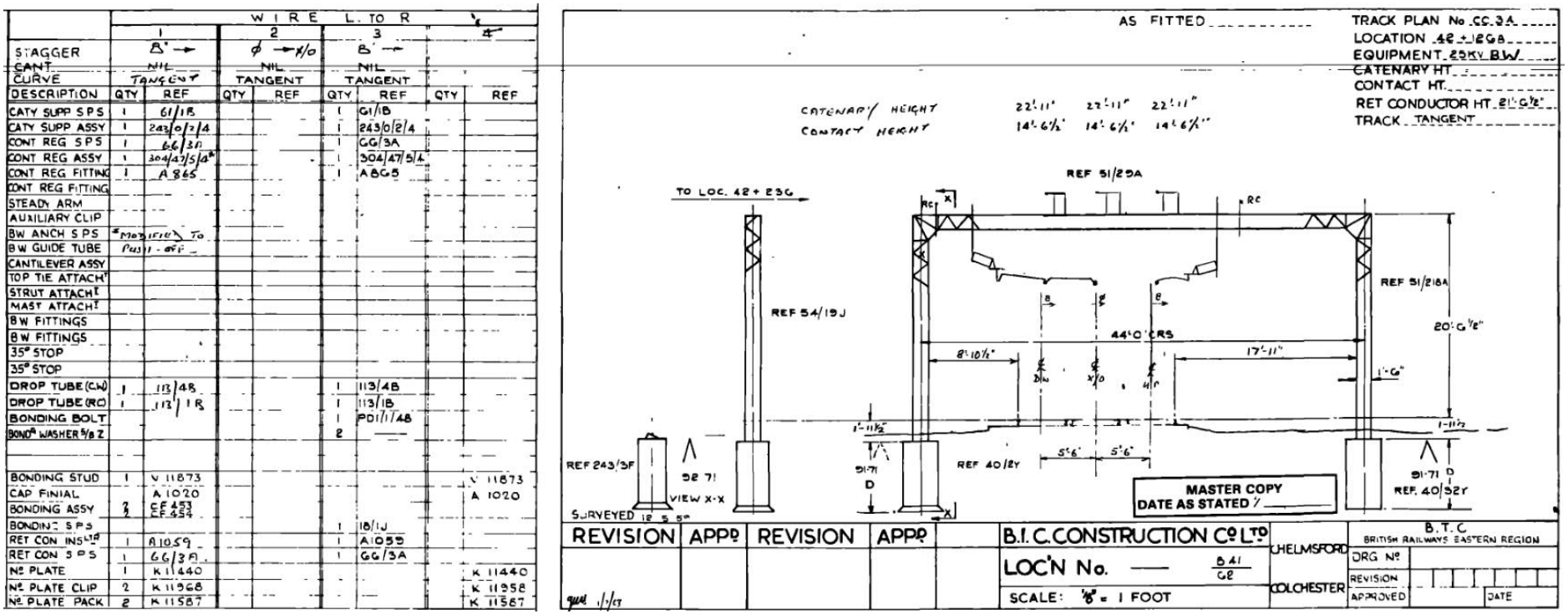


Ilustración 182: Plano histórico de la estructura B41/62.

La estructura B41/62 se puede apreciar que hay bastantes diferencias con respecto a las B41/61. En cuanto a estructura se refiere tiene diferentes referencias y cuenta con un poste que no se había visto hasta ahora, cuya referencia es 54/19J+. Estas diferencias entre estructuras se deben a que los esfuerzos que sufren las estructuras no siempre son los mismos.

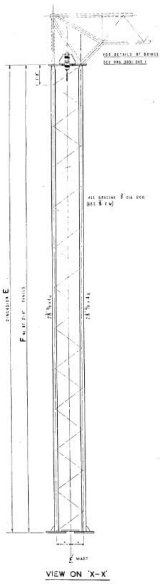
Empezando por los propios postes, estos tienen una referencia de 51/218A+, 54/19J+ y el dintel de 51/29A+.

Referencia 51/218A+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	46	0	14,0208
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho. Centros tubos	1	4,0937	0,4088
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 33: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 54/19J+:



MASTS

REF.	E	F	TYPE OF BASE	WEIGHT (lbs).	REMARKS
54/1J	2'-0"	1	BOLTED	213	
54/2J	3'-0"	1½	"	234	
54/3J	4'-0"	2	"	255	
54/4J	5'-0"	2½	"	276	
54/5J	6'-0"	3	"	297	
54/6J	7'-0"	3½	"	318	
54/7J	8'-0"	4	"	339	
54/8J	9'-0"	4½	"	360	
54/9J	10'-0"	5	"	381	
54/10J	11'-0"	5½	"	402	
54/11J	12'-0"	6	"	423	
54/12J	13'-0"	6½	"	444	
54/13J	14'-0"	7	"	465	
54/14J	15'-0"	7½	"	486	
54/15J	16'-0"	8	"	507	
54/16J	17'-0"	8½	"	528	
54/17J	18'-0"	9	"	549	
54/18J	19'-0"	9½	"	570	
54/19J	20'-0"	10	"	591	

*Ilustración 183: Referencia 3054/*J.*

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	20	0	6,0960
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho total poste	1	5	0,4572

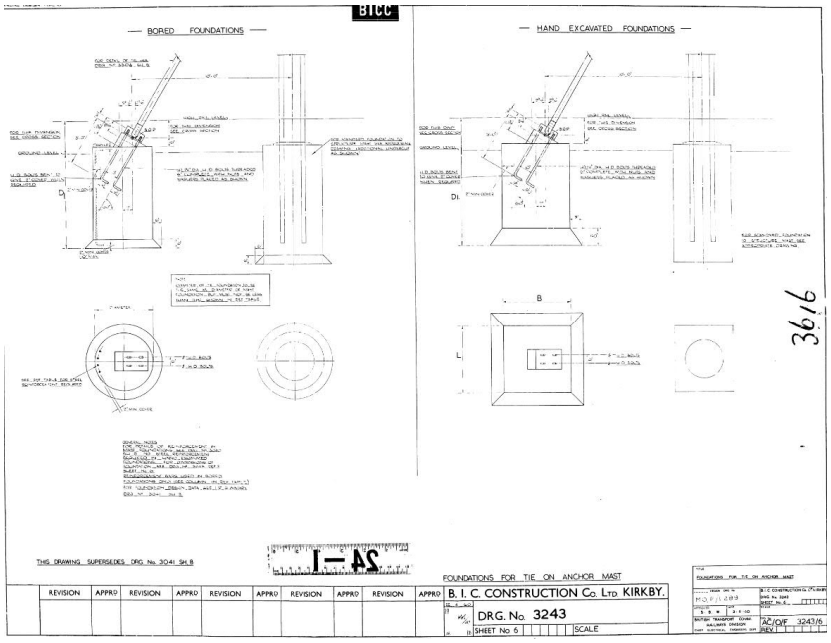
Tabla 34: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 51/29A+

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	44	0	13,4112
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 35: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Las cimentaciones tienen la misma referencia que la estructura B/41/61 a excepción de la cimentación del poste de anclaje, que esta difiere de todas las que se han visto por ahora, siendo la referencia 243/3F.



REFERENCE	EQUIPMENT ANCHORED	TENSION BLOCK ALLOWABLE RESIST TO UPLIFT LBS	TENSION BLOCK ALLOWABLE SIDE BEARING R.M. LBS FT	BORED FOUND.S K = 1,000 DEPTH D	BORED FOUND.S K = 1,000 DIA.	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 1,000 DI	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 1,000 B	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 1,000 L	BORED FOUND.S K = 500 DEPTH D	BORED FOUND.S K = 500 DIA.	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 500 DI	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 500 B	HAND EXCAVATED FOUND.S K = 500 L	REINFORCEMENT REQ'D IN BORED TENSION BLOCK
243/1F	(1) EARTH WIRE	5,100	7000	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	(3) 7/8" DIA BARS AT 6" C/CS
243/2F	(1) RETURN CONDUCTOR	8,000	11,500	5'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	5'-6"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	(5) 7/8" DIA BARS AT 6" C/CS
243/3F	(1) SET SIMPLE B.W. EQUIPMENT	11,300	18,000	6'-0"	2'-9"	4'-6"	3'-0"	3'-6"	6'-0"	2'-9"	5'-0"	3'-0"	3'-6"	(3) 7/8" DIA BARS AT 6" C/CS

*Ilustración 184: Referencia 3243/*F.*

Como se ve en esta referencia se ha de escoger entre si tener la cimentación enterrada o parcialmente cubierta, por lo que se ha de ir a las fotografías de la propia cimentación para saber cuál se tiene.

Como no se disponen fotos de la cimentación, se ha supuesto una cimentación parcialmente cubierta, por lo que las medidas son las siguientes:

	Pies	Pulgadas	Metros
Diámetro	2	9	0,8382
Profundidad	6	0	1,8288

Tabla 36: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Una vez definidas los postes, dintel y cimentaciones se proceden a ver las ménsulas que hay de cara a su reemplazo por las de la nueva tecnología.

De los brazos para sustentar la catenaria, como se puede apreciar en el plano histórico, las ménsulas ahora van por encima del dintel, debido al motivo que se ha explicado en el anterior capítulo.

Por ello se tiene que ver que es lo que hay puesto de cara a la sustitución.

Se ve que hay sólo un único elemento diferente a la ménsula que va por debajo del dintel, que es el objeto A894.

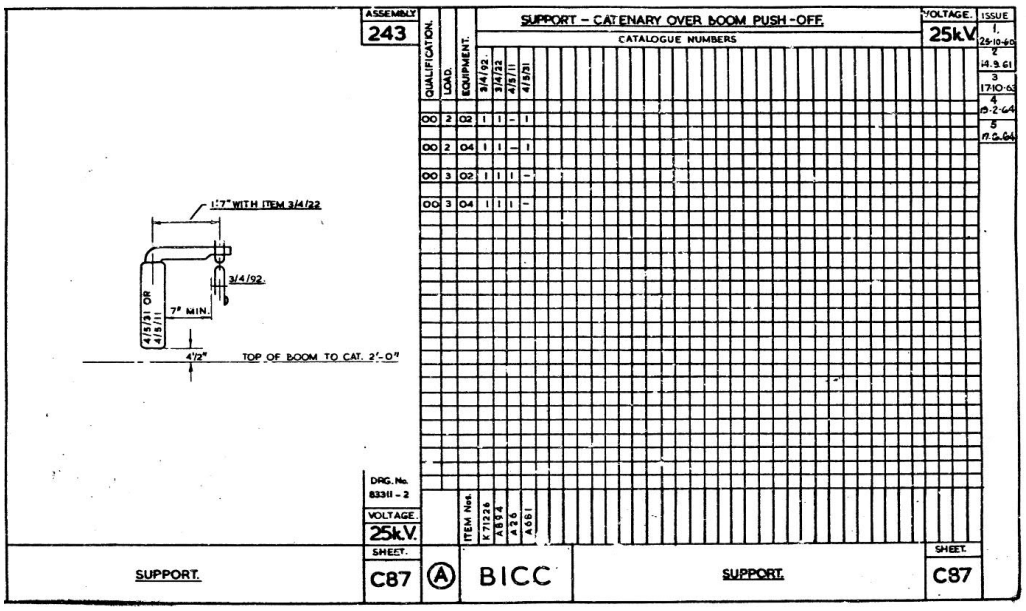


Ilustración 185: Conjunto 243.

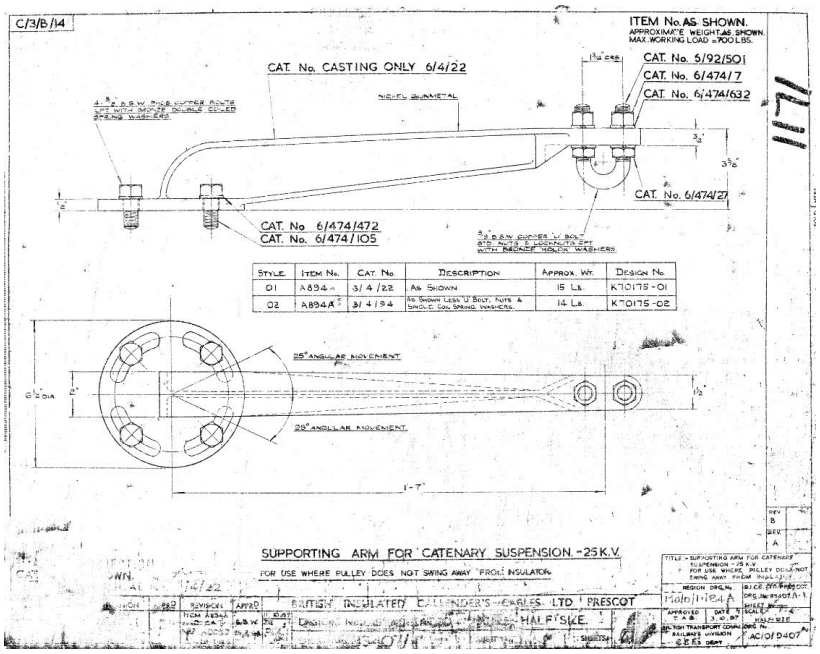


Ilustración 186: Brazo que sustenta la polea.

En el plano UK1/A09/110 ("Portal Structure Catenary Over Boom Standard Arrangement (200/225KM/H)") se tiene:

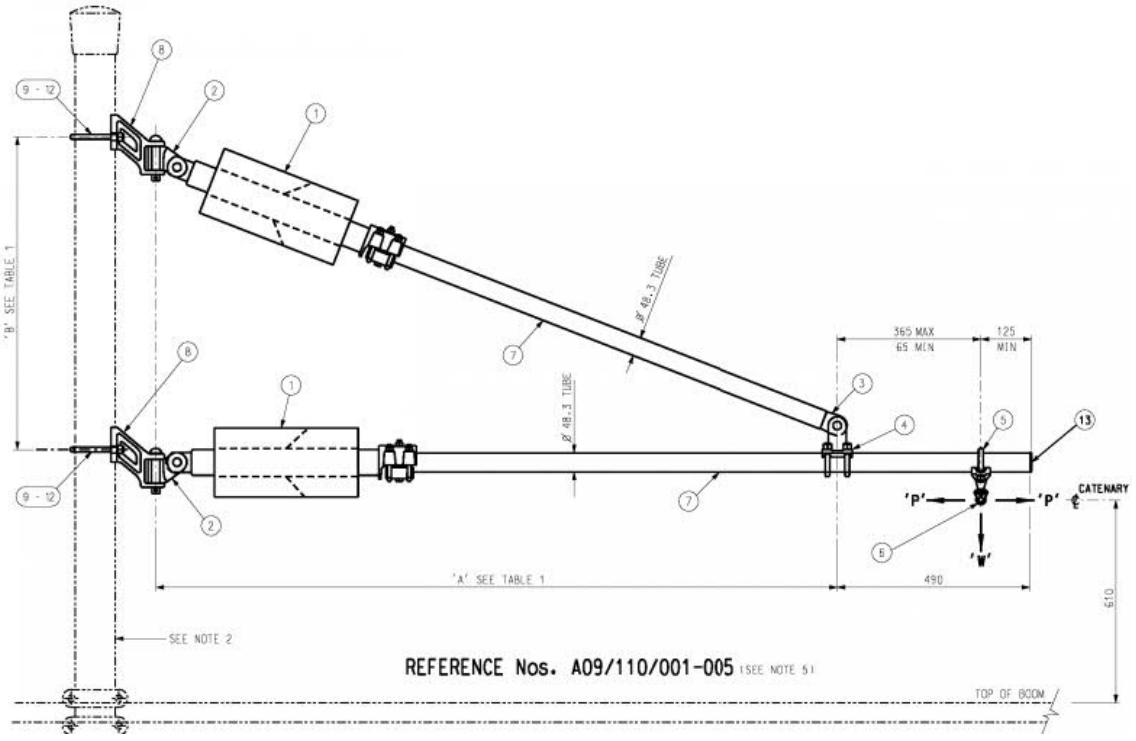


Ilustración 187: Ménsula que se escoge para el hilo de catenaria.

TABLE 1

APPLICATION		DIMENSION 'A'	DIMENSION 'B'	ASSEMBLY REF. NO.			ITEM NO. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							SUB ASSEMBLY REF. NO. 001	001	001	001	001	001	996	001	016	016	016	001	001
							563	001	100	034	003	584	027	002	201	215	209	011	009
							121	126	142	122	122	121	148	120	B01	B01	B01	148	142
PULL-OFF AND PUSH-OFF CATENARY SUPPORT	STANDARD	1735	795	A09	110	001	2	2	1	1	1	1	300	2	4	4	4	2	1
	NON STANDARD	1235	600	A09	110	002	2	2	1	1	1	1	190	2	4	4	4	2	1
	NON STANDARD	1485	700	A09	110	003	2	2	1	1	1	1	250	2	4	4	4	2	1
	NON STANDARD	1985	795	A09	110	004	2	2	1	1	1	1	350	2	4	4	4	2	1
	NON STANDARD	2235	795	A09	110	005	2	2	1	1	1	1	400	2	4	4	4	2	1

Ilustración 188: Distintas referencias para la ménsula escogida.

De las cuales se va a escoger la referencia A09/110/001.

La siguiente referencia en ser comentada va a ser la de las ménsulas del hilo de contacto. Como se puede ver en el plano histórico se utilizan las mismas referencias que en la estructura B/41/61, por lo que a la hora de hacer la sustitución se va a escoger la misma referencia que se cogió anteriormente.

También es importante comentar el hecho de que solo se utilizan dos ménsulas de sujeción de los hilos porque el hilo 48 no tiene ningún tipo de descentramiento ni de carga radial que tenga que compensar.

La sujeción de estos “stovepipes” también van a ser de manera directa con el dintel, pero al ser las ménsulas de la catenaria por arriba del dintel y las ménsulas de los hilos por debajo solo se van a utilizar 3 “stovepipes”, por lo que el número de piezas se va a reducir a la mitad respecto al número de piezas que había en la estructura B/41/62.

Las piezas con las que se va a sustentar el hilo de retorno son los mismo que se utilizan en la estructura B/41/61.

4.3.9 Estructura B/41/63

Plano histórico:

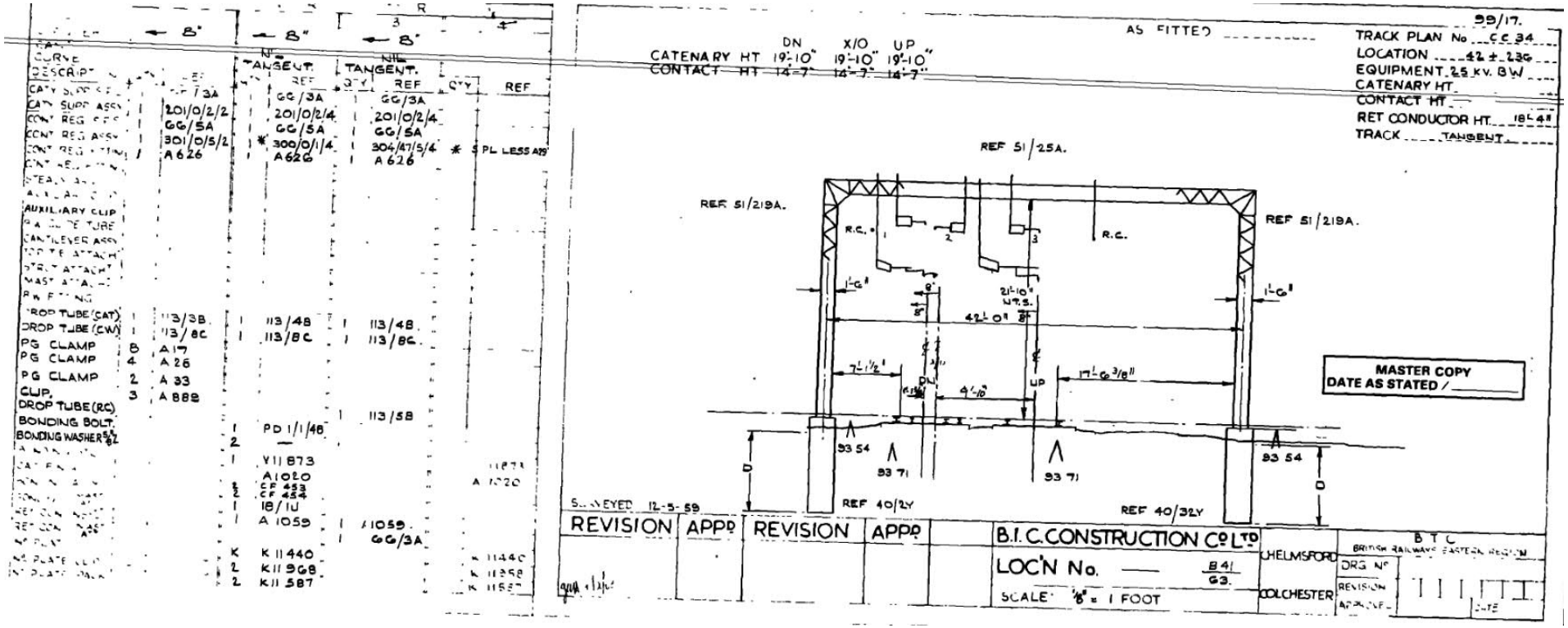


Ilustración 189: Plano histórico de la estructura B41/63.

En esta estructura se vuelve a tener la referencia 3051 tanto en poste como en dintel. También se tiene las cimentaciones de la anterior estructura.

Referencia 51/219A+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	21	0	6,4008
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 37: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 51/25A+

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	42	0	12,8016
Diámetro tubo	0	1,9062	0,0484
Ancho total poste	1	5	0,4572

Tabla 38: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Actualmente, la tecnología que está colocada allí para las ménsulas de catenaria es la ya descrita en anteriores estructuras. En esta estructura lo que sí se localiza son distintos tipos de ménsulas para hilo de contacto.

A continuación, se muestran dos de las 3 ménsulas que no se habían visto hasta ahora (la referencia 304/47/5/4 ya está descrita en otra estructura):

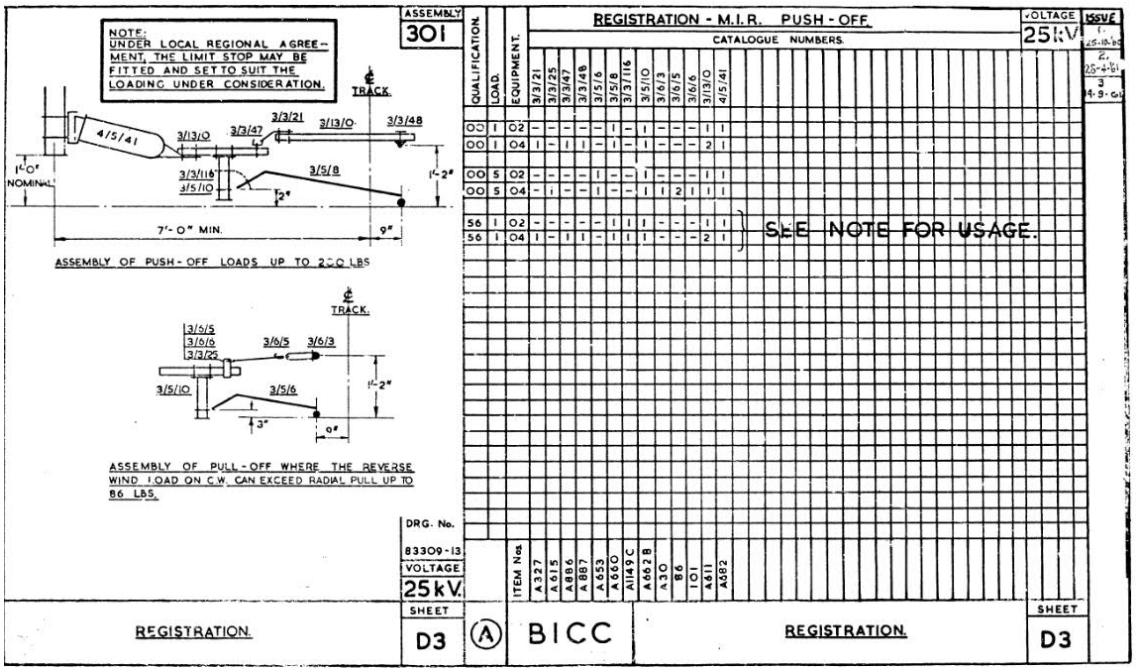


Ilustración 190: Conjunto 301.

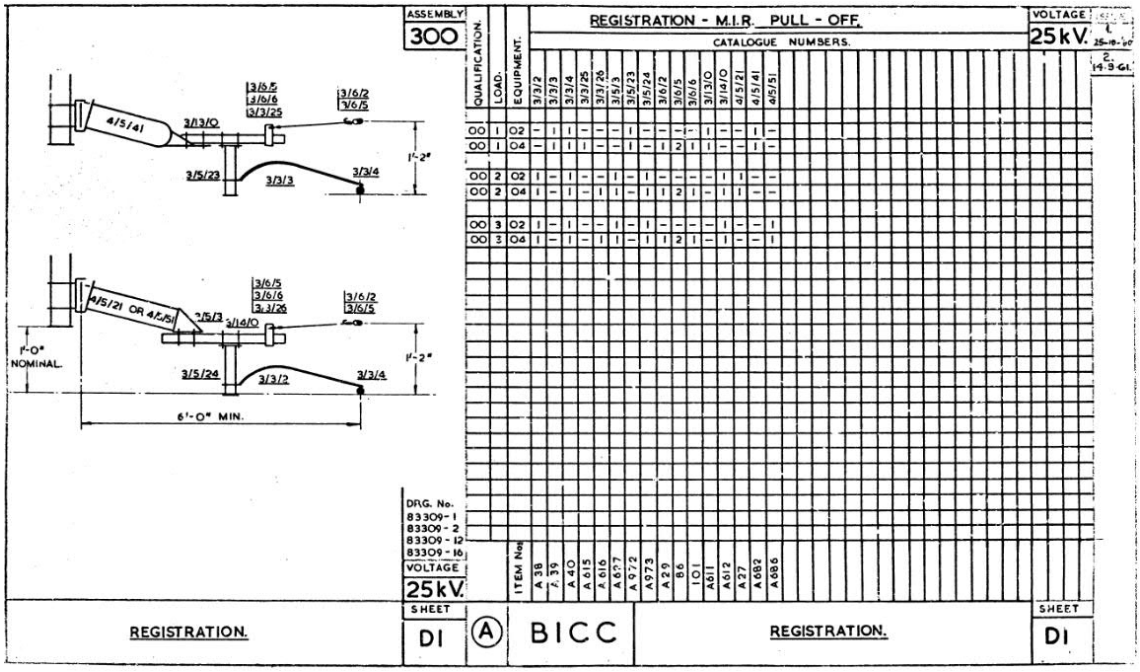


Ilustración 191: Conjunto 300.

Una vez vistas las ménsulas que hay en la estructura se procede a realizar la renovación.

Se ha propuesto para las ménsulas de la catenaria dos ménsulas con la referencia A09/114/001 (para el "Down-Main" y para el "Up-Main") y otra con la referencia A09/114/002 para el "Cross-over". La no elección de una misma referencia es debida a que si se escoge la ménsula con la referencia A09/114/001 en el "Cross-over" el

“stovepipe” entra en conflicto con la distancia de seguridad del pantógrafo del “Up-main”.

Para las ménsulas del hilo de contacto se va a seguir utilizando las de referencia A09/114/101.

La unión entre ménsulas y dintel con el “stovepipe” será el que ya se ha realizado en anteriores estructuras. Al pasar el hilo de catenaria por debajo del dintel se va a necesitar un “stovepipe” para cada una de las ménsulas descritas con anterioridad.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.10 Estructura B/42/01

Plano histórico:

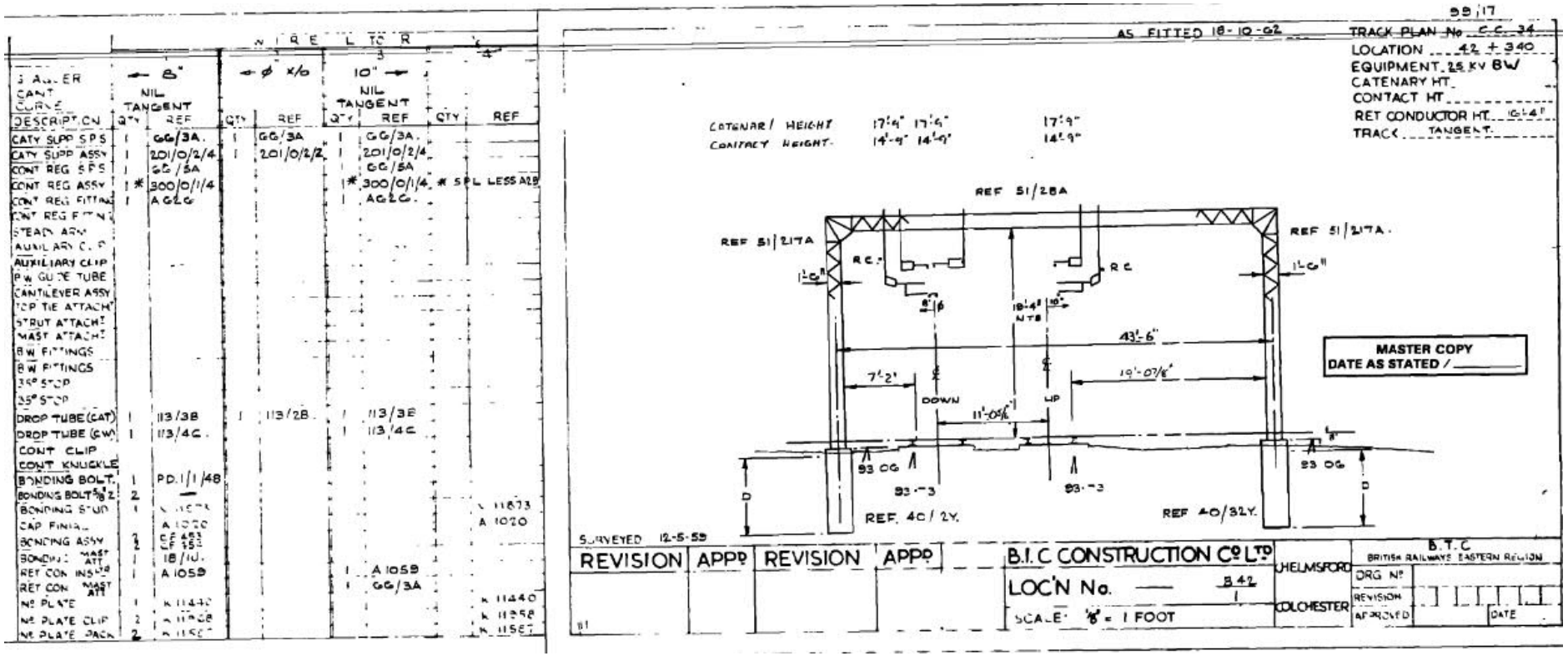


Ilustración 192: Plano histórico de la estructura B42/01.

Como se puede apreciar se vuelve a tener las referencias que se han ido comentando en los postes, dinteles y cimentaciones anteriores.

También las ménsulas tanto de catenaria como de hilo de contacto son las que se han ido comentando con anterioridad.

Debido a que hay que estar entre los parámetros límite del gradiente, el hilo se localiza a una distancia bastante cercana del dintel habiendo dos posibles escenarios:

Escenario 1 → "direct boom":

Si se realiza la conexión directa como se ha ido haciendo hasta ahora, habría tres posibles alternativas:

Alternativa 1:

El aislador de la ménsula de catenaria del "Cross-over" estaría situado muy cerca del dintel, estando este en contacto con la tensión y no aislado eléctricamente, por lo que se descarta esta opción automáticamente.

Alternativa 2:

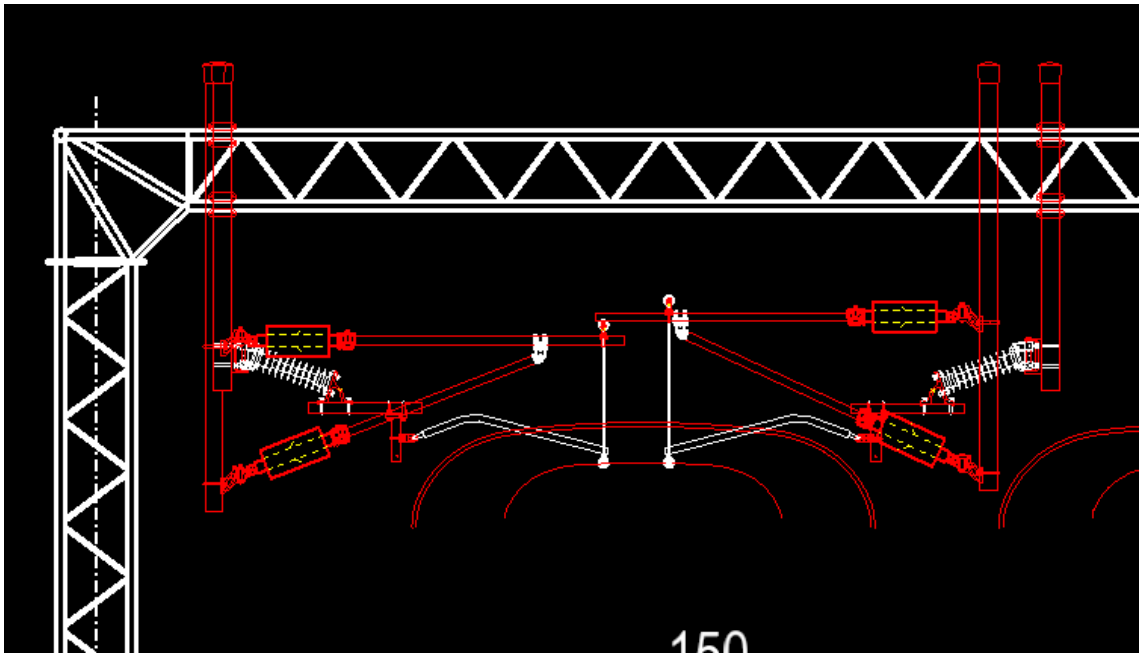


Ilustración 193: Ménsula en contacto con el hilo de contacto.

Como se puede ver en la *Ilustración 193*, se tiene problemas en la estructura B42/01 debido a que el tubo que sustenta al sustentador "choca" al sustentador del DM.

Otro problema que se puede apreciar es que hay muy poco espacio entre la distancia de seguridad del “Up-Main” y el “stovepipe” del “Cross-over”. Se puede remediar esto subiendo el cable sustentador por encima del dintel, propiciando una altura del sistema bastante elevada.

Alternativa 3:

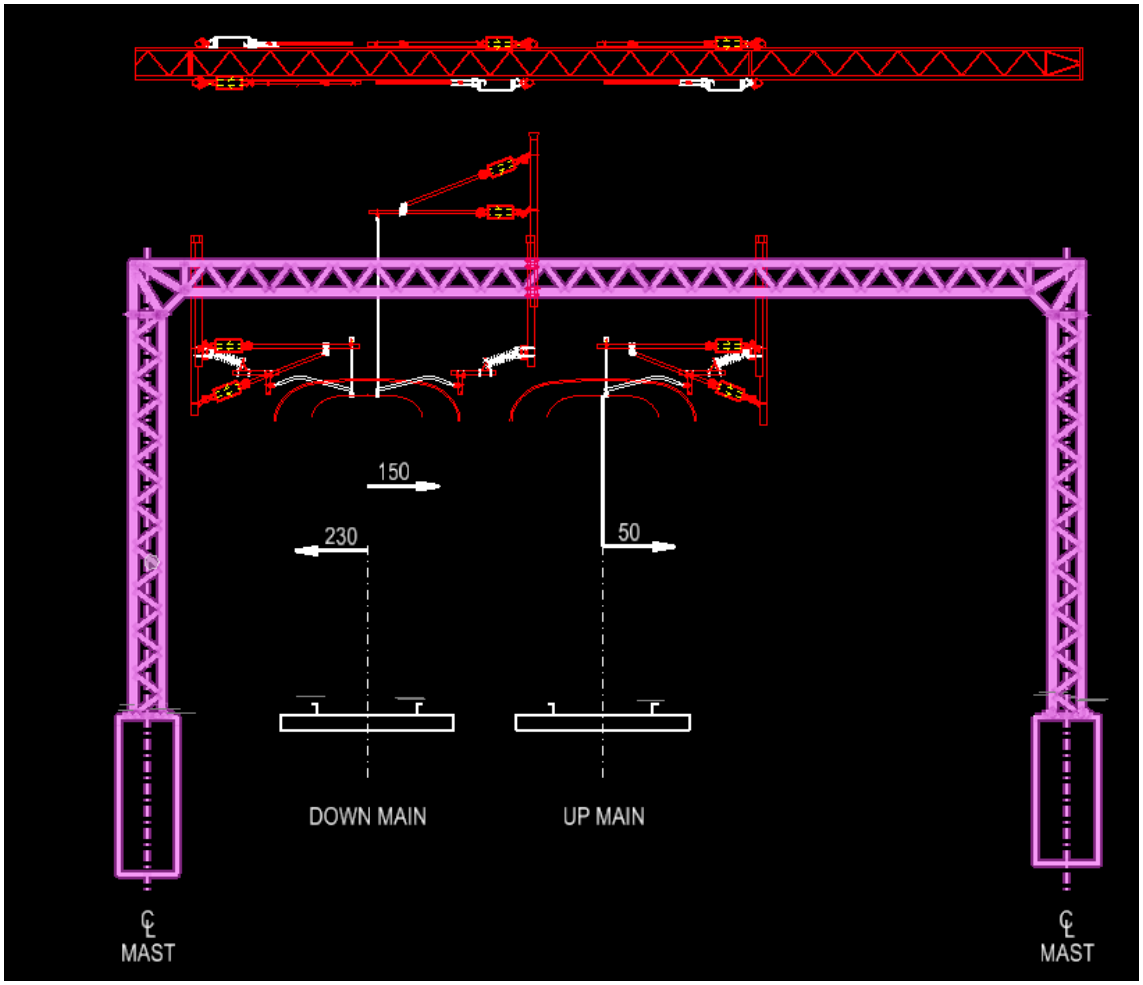


Ilustración 194: Ménsula del hilo de catenaria situada sobre el dintel.

Como se puede apreciar en la imagen, aquí se aseguraría el aislamiento eléctrico, pero tiene una desventaja muy evidente, la altura del sistema del “Cross-over” es demasiado grande como para poder ser una solución óptima, por lo que se va a evaluar la otra opción.

Escenario 2 → “false boom”:

Otra medida que se puede aplicar es enganchar el “stovepipe” al dintel mediante un “false boom” o conexión de manera indirecta, lo que propiciaría ganar cierta altura

respetando todas las distancias de aislamiento eléctricas y sin aumentar tanto la altura del sistema como con la anterior solución propuesta.

Como tiene que haber una distancia mínima entre la parte de abajo del dintel y el hilo de catenaria de 535 mm, se va a tener que cambiar la altura del sistema hasta conseguir una distancia de 550 mm entre hilo y dintel para tener algo de margen de cara a su implantación y posible mantenimiento, como dice el plano UK1/A09/138 ("Portal Structures Alternative False Boom Arrangements Catenary Under Boom").

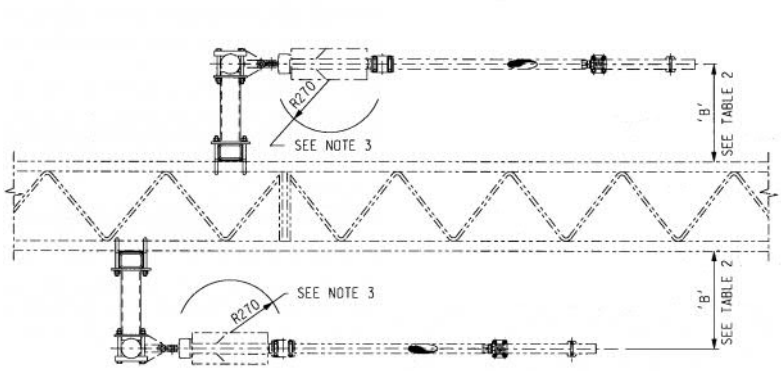


TABLE 2

CONNECTION TYPE	BOOM REFERENCES	BOOM ANGLE SIZE	BOOM DEPTH	DIM 'A'	DIM 'B'	ASSEMBLY CAT. NO.			ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
									SUB ASSEMBLY CAT. NO.	002	004	180	190	180	195	195	210	010	001	004	006	034	016	016	016	001	002	003	005	190	010
										807	807	813	814	821	822	815	816	801	905	905	905	216	201	209	215	810	810	810	909	905
										142	142	165	165	165	165	165	165	167	168	168	168	802	801	801	801	175	175	175	165	168
OFFSET STOVEPIPE CONNECTION (CATENARY AND REGISTRATION)	DRG No 3001	2" x 2" TOP ANGLE 2" x 2" BOTTOM ANGLE	1"-6" (457)	440	504	A09	138	001		4	2	4	–	–	–	–	–	2	2	–	–	8	16	16	16	1	–	–	–	–	–
	DRG Nos 3002 AND 3025	2½" x 2½" TOP ANGLE 3" x 2½" BOTTOM ANGLE	3'-0" (914)	430	494	A09	138	002		4	2	–	2	2	–	–	–	–	2	–	–	8	16	16	16	–	1	–	–	–	–
	DRG Nos 3002 AND 3025	3" x 3" TOP ANGLE 3" x 3" BOTTOM ANGLE	4'-0" (1219)	430	494	A09	138	003		4	2	–	–	–	4	–	–	–	2	–	–	8	16	16	16	–	–	1	–	–	–
	DRG No 3025	4" x 3" TOP ANGLE 6" x 3½" BOTTOM ANGLE	4'-0" (1219)	430	494	A09	138	004		4	2	–	–	–	–	2	2	–	–	1	1	8	16	16	16	–	–	1	–	–	–
	1/039/201 AND UK1/039/205	70 x 70 x 8 TOP ANGLE 70 x 70 x 8 BOTTOM ANGLE	600	546	610	A09	138	005		4	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	16	16	16	–	–	–	1	4	2

Ilustración 195: Distintas referencias "false boom".

Como ninguna referencia es la que se tiene en el dintel, se va a colocar la distancia más restrictiva de todas, que es 600 mm entre el brazo y el extremo del dintel, quedando como se muestra en la imagen de a continuación.

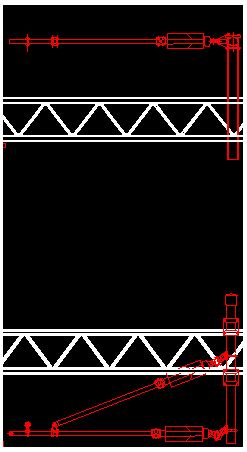


Ilustración 196: "False boom" utilizado.

A excepción de esta ménsula de catenaria, el resto de las ménsulas son las que se han ido comentando con anterioridad.

La única novedad en la unión entre ménsulas y "stovepipe" y "stovepipe" y dintel es esta última que se ha comentado, la del "Cross-over".

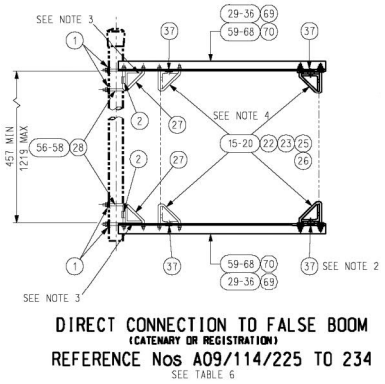


Ilustración 197: Conjunto de piezas que se utilizan en la conexión mediante "false boom".

El plano UK1/171/909 ("False Boom Connection Angle") es el único objeto nuevo que aparece en este tipo de conexión. También aumenta el número de tornillos en forma de U y el número de tuercas y arandelas.

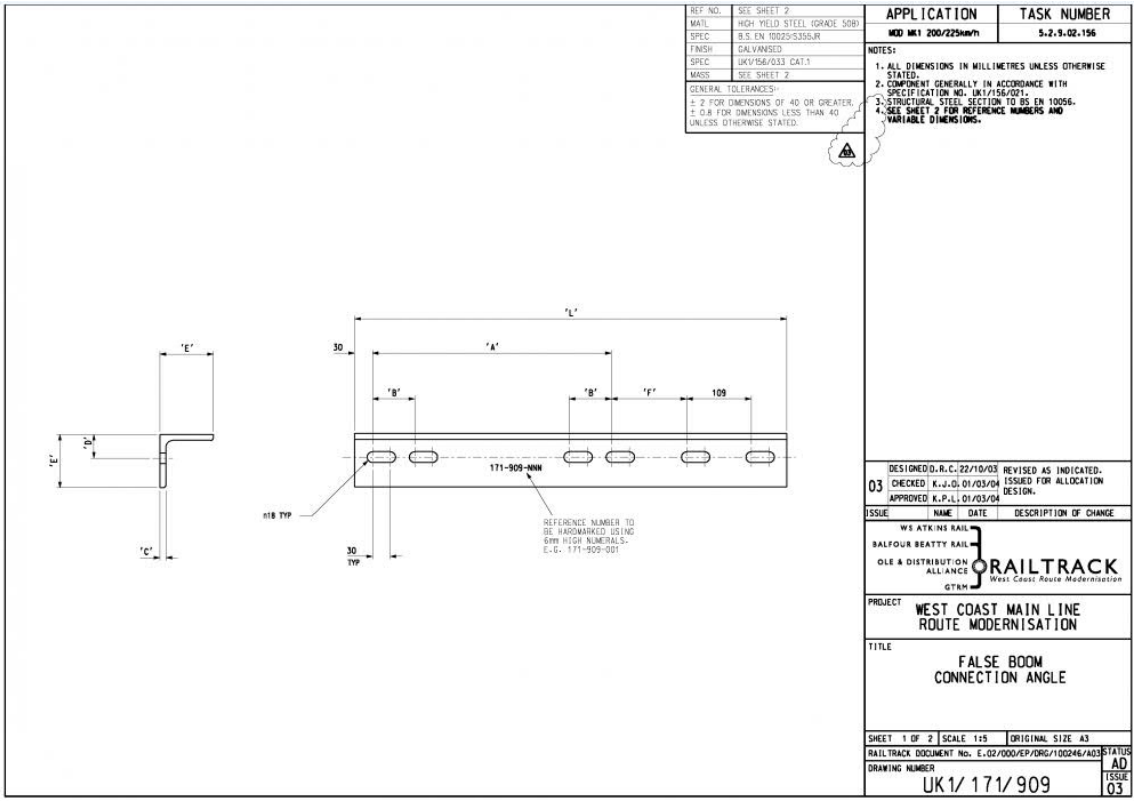


Ilustración 198: Apoyos sobre dintel.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.11 Estructura B/42/02

Plano histórico:

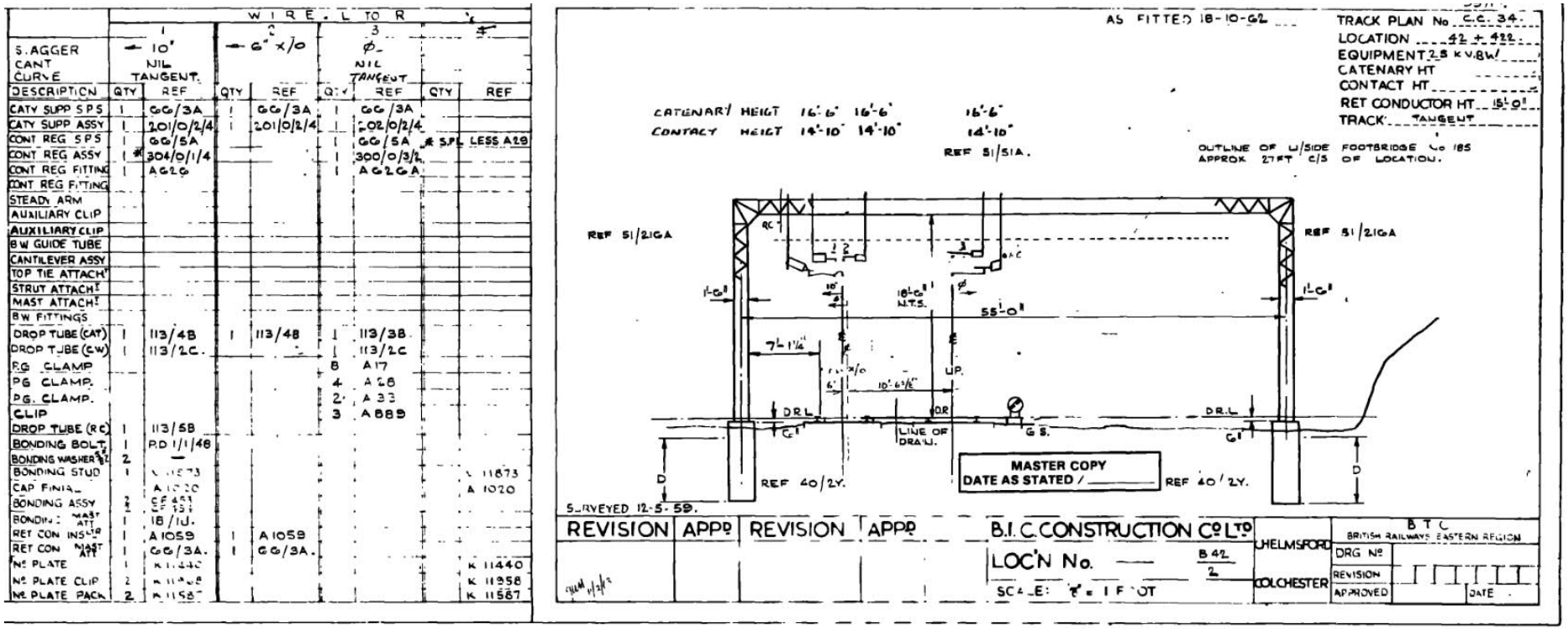


Ilustración 199: Plano histórico de la estructura B42/02.

Esta estructura es la inmediatamente anterior a la pasarela de peatones, por lo que tanto el hilo de contacto como el de catenaria han de pasar por debajo de ella como se ha comentado en el anterior capítulo.

Como se puede apreciar se vuelve a tener las referencias que se han ido comentando en los postes, dinteles y cimentaciones anteriores.

También las ménsulas tanto de catenaria como de hilo de contacto son las que se han ido comentando con anterioridad a excepción de la ménsula de catenaria del "Up-Main", que es la siguiente:

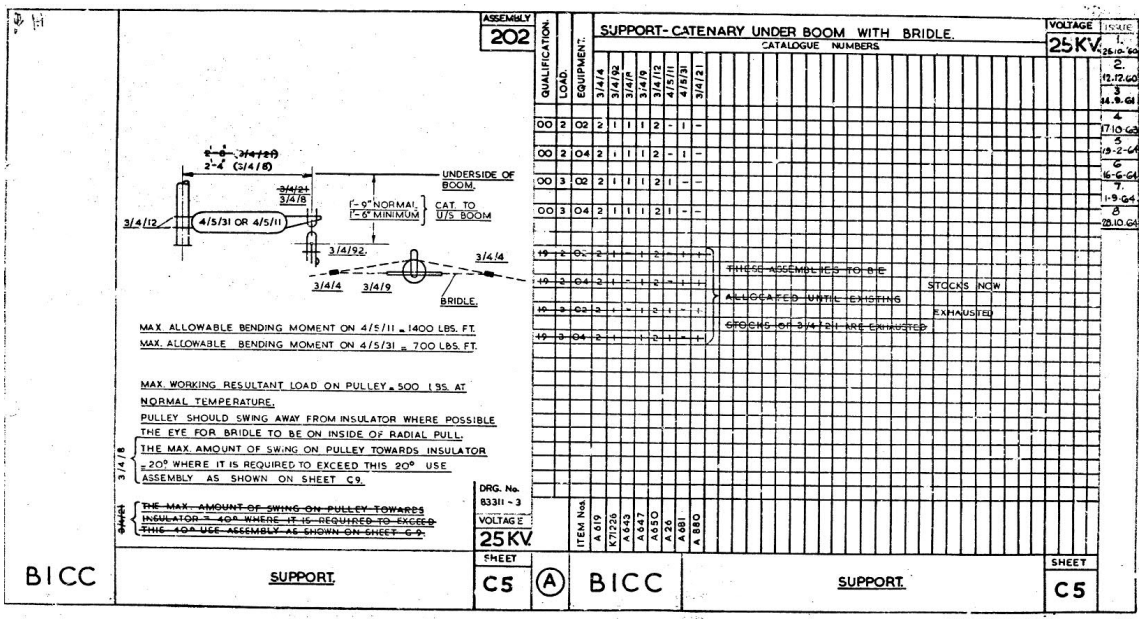


Ilustración 200: Conjunto 202.

Aún con esta nueva ménsula, que fija dos hilos de contacto, se va a seguir colocando las ménsulas que se han ido poniendo hasta ahora.

Una primera opción fue colocar las ménsulas de catenaria según la referencia A09/114/001, como se ve a continuación:

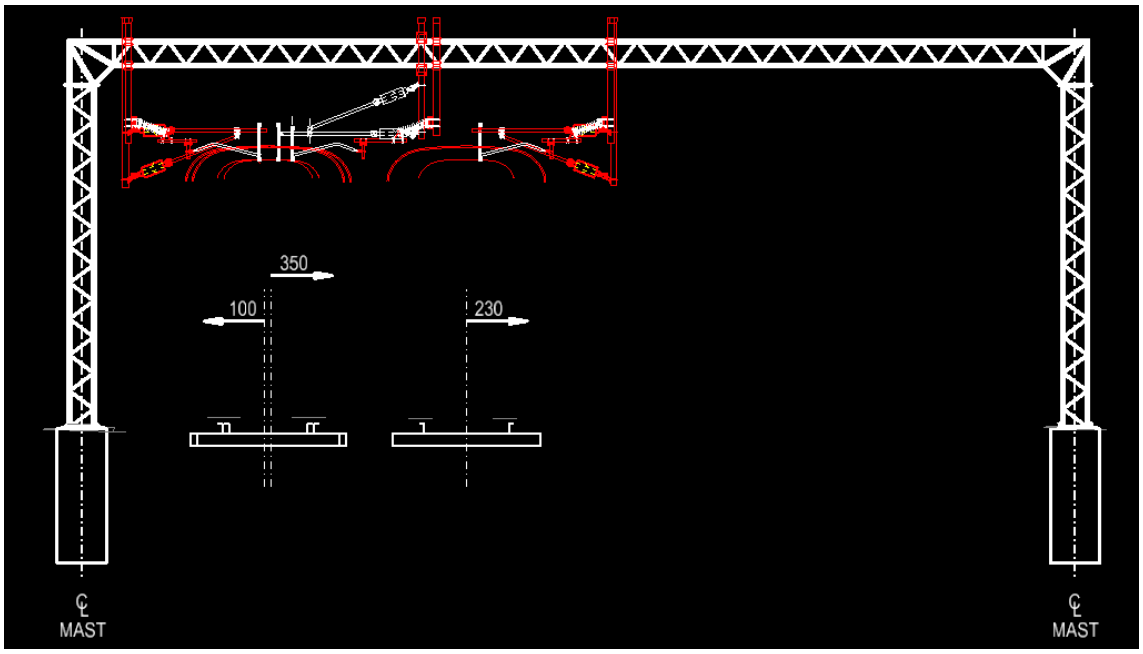


Ilustración 201: Opción 1 para la renovación.

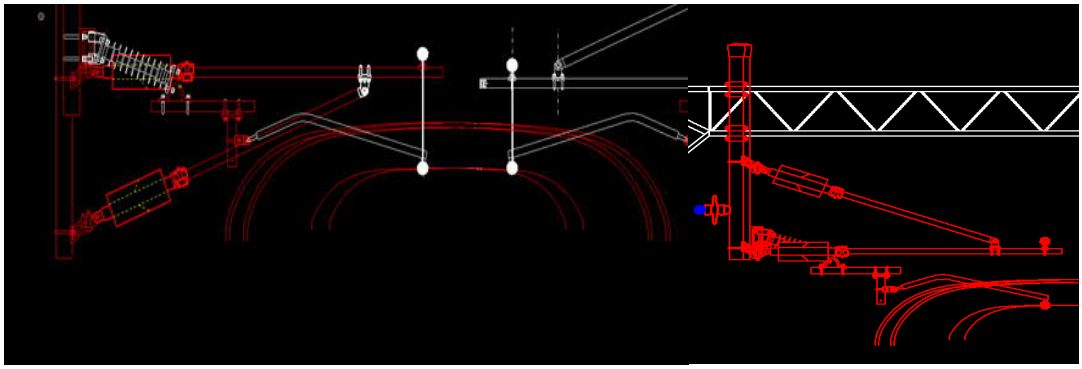


Ilustración 202: Motivo del descarte de la opción 1.

Ilustración 203: Opción 2 utilizada.

Pero como se aprecia en el "Down-Main", queda muy justo el tirante de la ménsula con la distancia de seguridad del pantógrafo, por lo que se va a modificar esta referencia pasando a ser A09/114/002.

Las uniones entre "stovepipes" y dintel se realizan de manera, ya que se garantizan los 270 mm mínimos para asegurar el aislamiento eléctrico.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.12 Estructura B/42/03

Plano histórico:

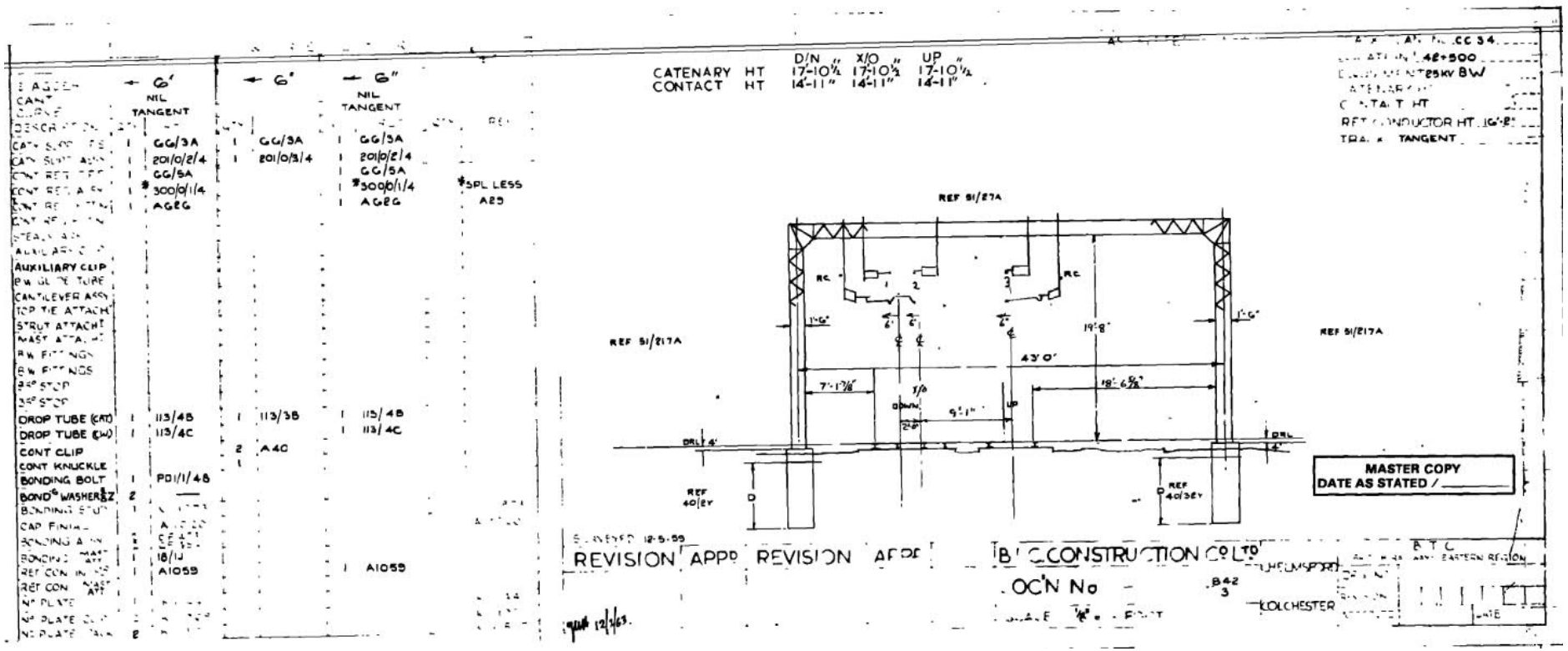


Ilustración 204: Plano histórico de la estructura B42/03.

Estructura inmediatamente posterior a la pasarela de peatones.

Como se puede apreciar se vuelve a tener las referencias que se han ido comentando en los postes, dinteles y cimentaciones anteriores.

Esta estructura es bastante parecida a la anterior debido a su baja altura del sistema, por lo que lo único reseñable es como se ha cuadrado el brazo de la ménsula del hilo de contacto del "Cross-over", salvando las distancias de seguridad del pantógrafo del propio "Cross-over" y del "Up-Main"

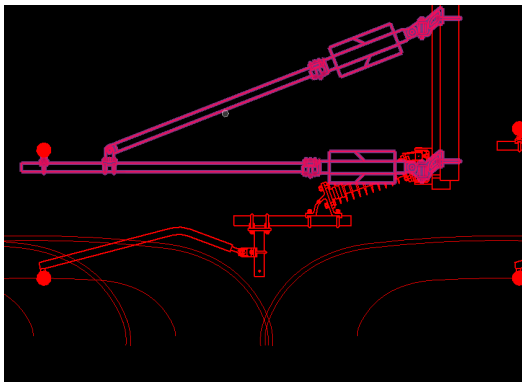


Ilustración 205: Brazo del hilo 48.

Las uniones entre "stovepipes" y dintel se realizan de manera, ya que se garantizan los 270 mm mínimos para asegurar el aislamiento eléctrico.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.13 Estructura B/42/04

Plano histórico:

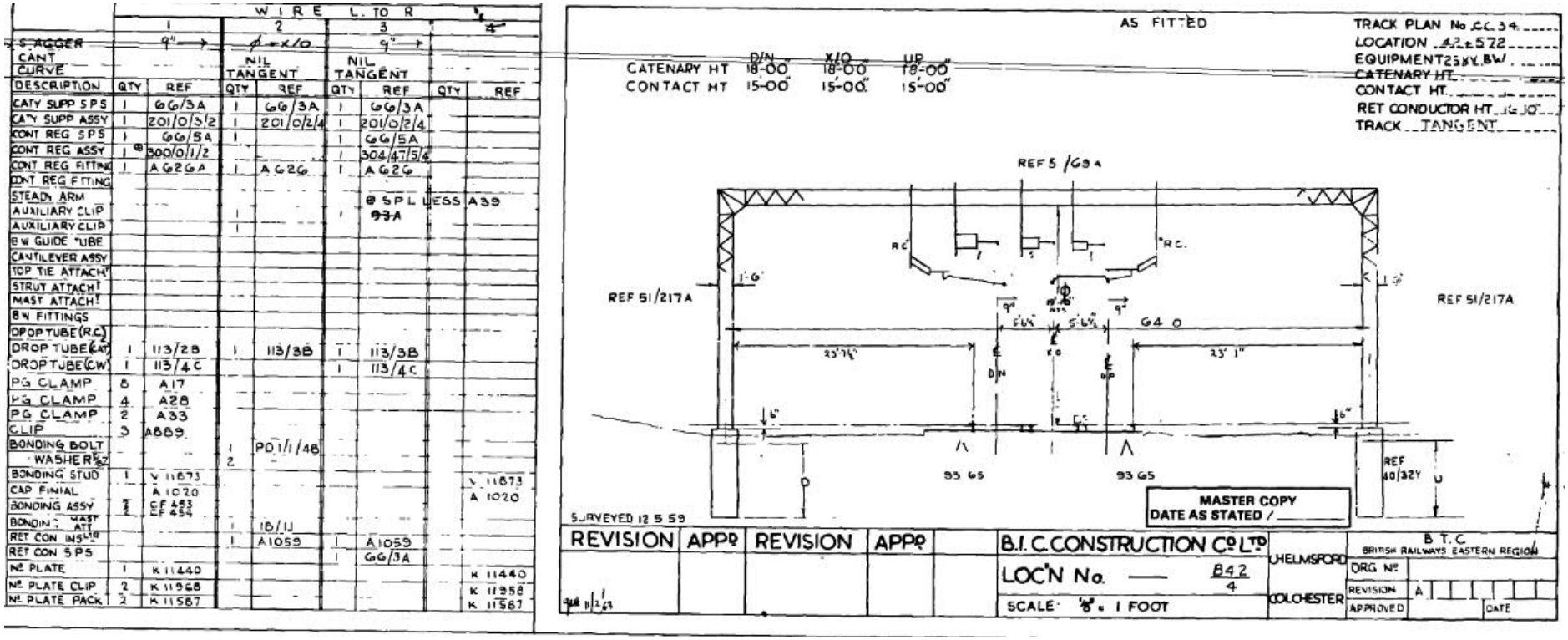


Ilustración 206 Plano histórico de la estructura B42/04.

Como se puede apreciar, se vuelve a tener las referencias que se han ido comentando en los postes, dinteles y cimentaciones anteriores, a excepción de la referencia de la cimentación más próxima al "Down-Main", que no tiene referencia.

Como solución a eso se ha puesto la misma cimentación que en el lado más próximo del "Up-Main".

Esta estructura guarda similitudes con la estructura B/41/62 debido a que el "Cross-over" está situado justo entre medias del "Down-Main" y el "Up-Main", pero a la vez tiene un gran inconveniente, ya que tanto catenaria como el hilo de contacto van por debajo del dintel.

Por lo que se ha de estar pendiente de 4 cosas:

1. Asegurar el aislamiento eléctrico del dintel debido a la ménsula de catenaria del "Down-Main".
2. Descentramiento del hilo 46 sea suficiente como para que el apoyo del brazo sustentador no se vea en conflicto con la distancia de seguridad del pantógrafo en el "Down-Main".
3. Hay que asegurar que el "stovepipe" de la ménsula de catenaria del hilo 48 no entre en conflicto con el campo que puede generar el hilo 46.
4. Asegurar el aislamiento eléctrico del dintel debido a posibles conflictos con el hilo 48.

Para lograr los cuatro puntos anteriores se hizo un trabajo largo y tedioso, en el que se propuso varias opciones:

- Elevar las ménsulas de catenaria por arriba del dintel, saliendo unas alturas del sistema bastante elevadas.
- Elevar sólo la ménsula de catenaria del hilo 48 por arriba del dintel, aumentando la altura del sistema, pero solo en el hilo 48.
- Aumentar el descentramiento del "Down-Main" de cara a dar más margen a las ménsulas de catenaria sin comprometer el aislamiento eléctrico.
- Conexión al dintel mediante "false boom" para asegurar el aislamiento eléctrico.

Se propuso como medida estas dos últimas correcciones de cara a asegurar el aislamiento eléctrico en todos los puntos, quedando como se muestra en la figura a continuación:

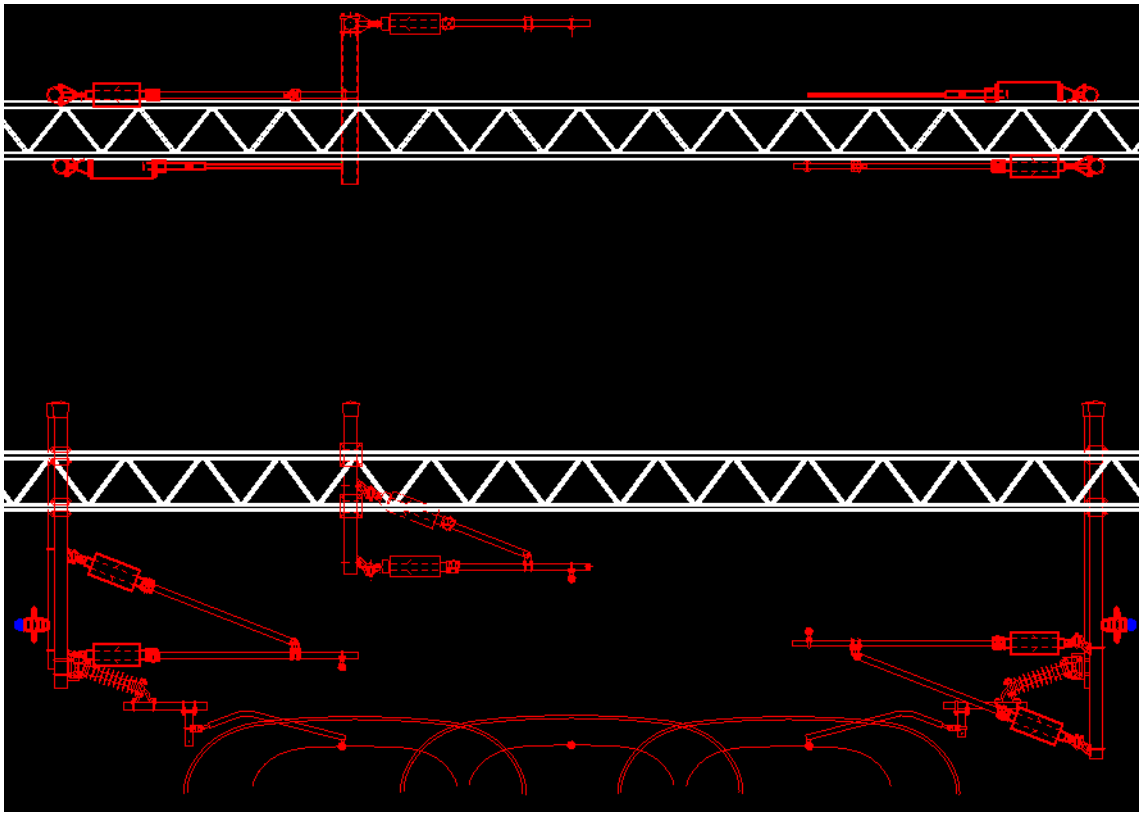


Ilustración 207: Resolución del conflicto entre las ménsulas de la estructura B42/04.

Aun así, aunque se cumplen los límites mínimos de distancia para asegurar el aislamiento eléctrico de esta estructura, se va a tener que poner recubrimiento protector de cara a aislar los posibles problemas que pudieran resultar entre “stovepipe” del hilo 48 y brazo de catenaria del hilo 46.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.14 Estructura B/42/05

Plano histórico:

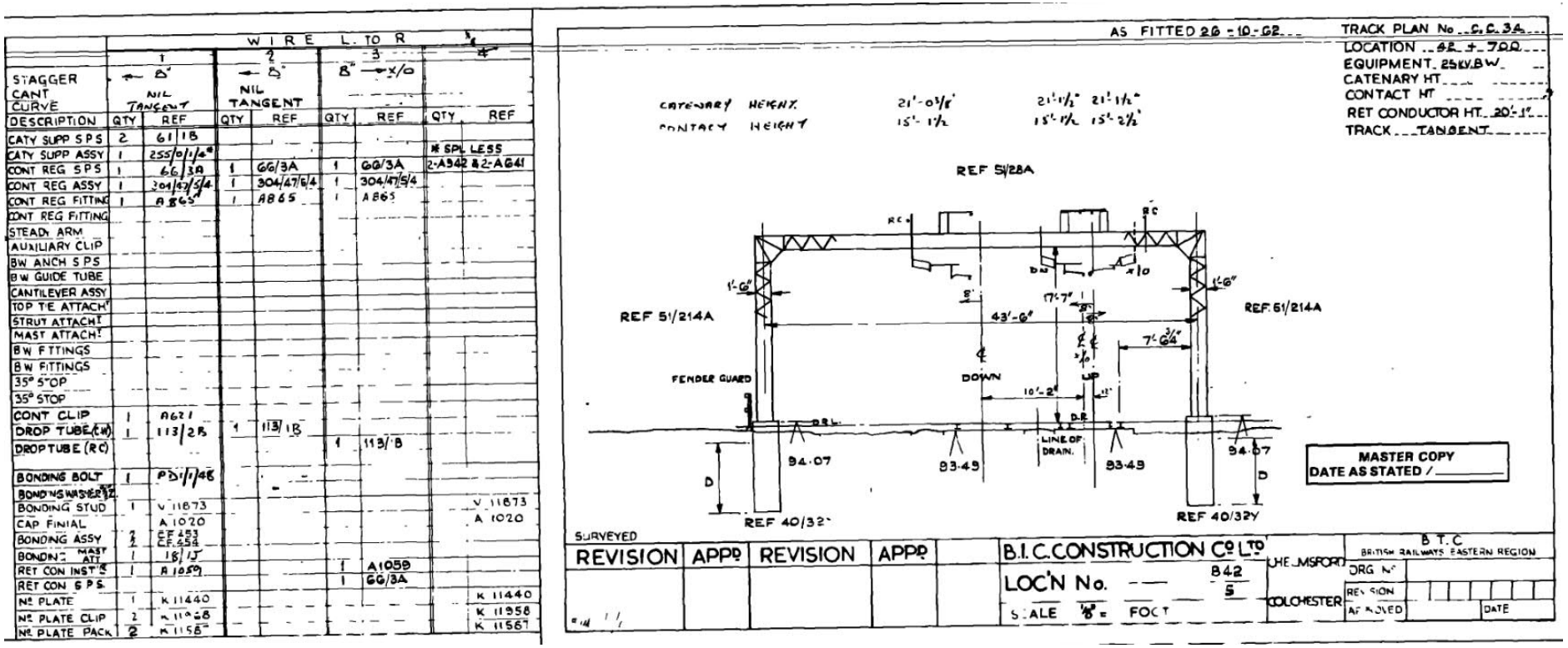


Ilustración 208 Plano histórico de la estructura B42/05.

Como se puede apreciar, se vuelve a tener las referencias que se han ido comentando en los postes, dinteles y cimentaciones anteriores.

Al estar tan cerca los hilos de contacto del dintel de la estructura, obliga a tener que pasar por arriba del dintel la catenaria.

Aun asegurando las distancias mínimas para el aislamiento eléctrico, se ha querido dar un punto más de seguridad añadiendo las conexiones de los “stovepipes” al dintel mediante “false boom”.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

4.3.15 Estructura B/42/06

Plano histórico:

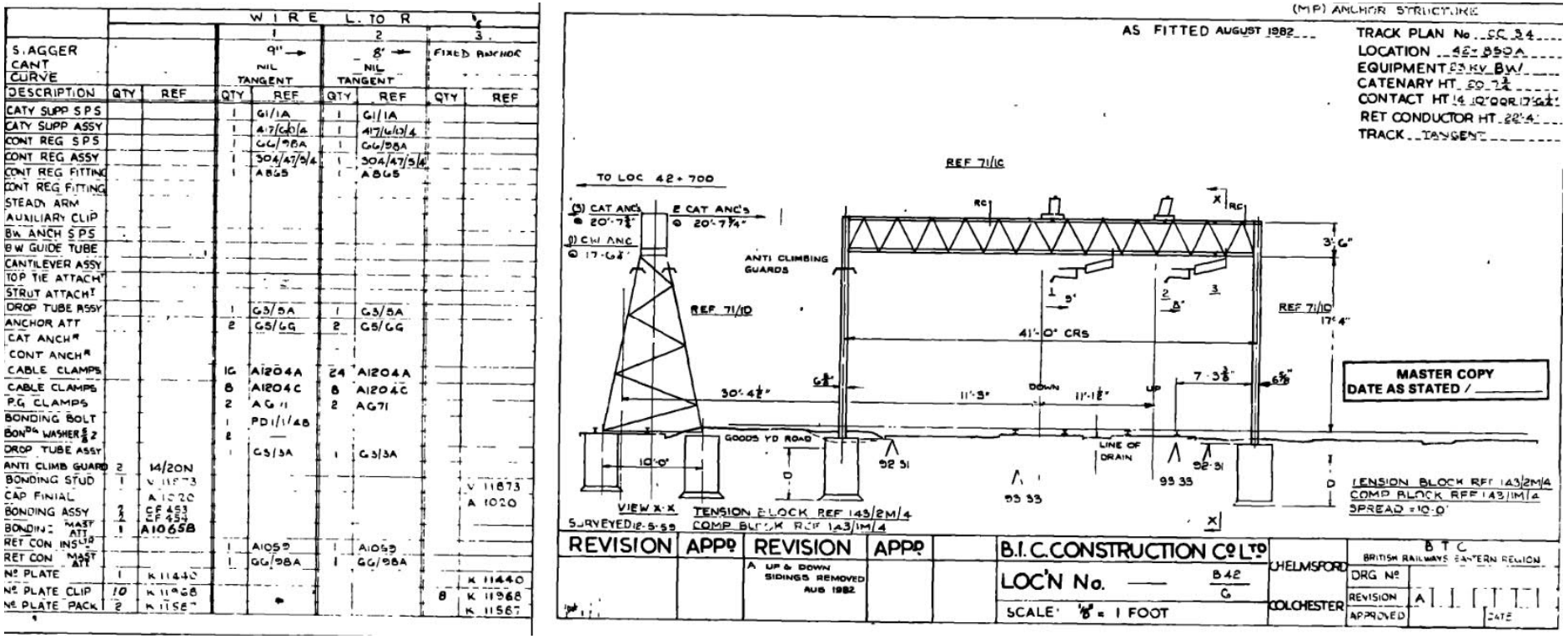


Ilustración 209 Plano histórico de la estructura B42/06.

En el MPA se va a anclar el hilo 48, siendo los únicos que van a continuar el hilo 46 y el 47.

En esta estructura se tiene una referencia que no se había visto hasta ahora, 3071 tanto en poste como en dintel. Las cimentaciones también son unas que no se habían visto hasta ahora, unos bloques especiales para soportar la tensión: 143/1M/4 y 143/2M/+

Referencia 71/1D perteneciente al poste:

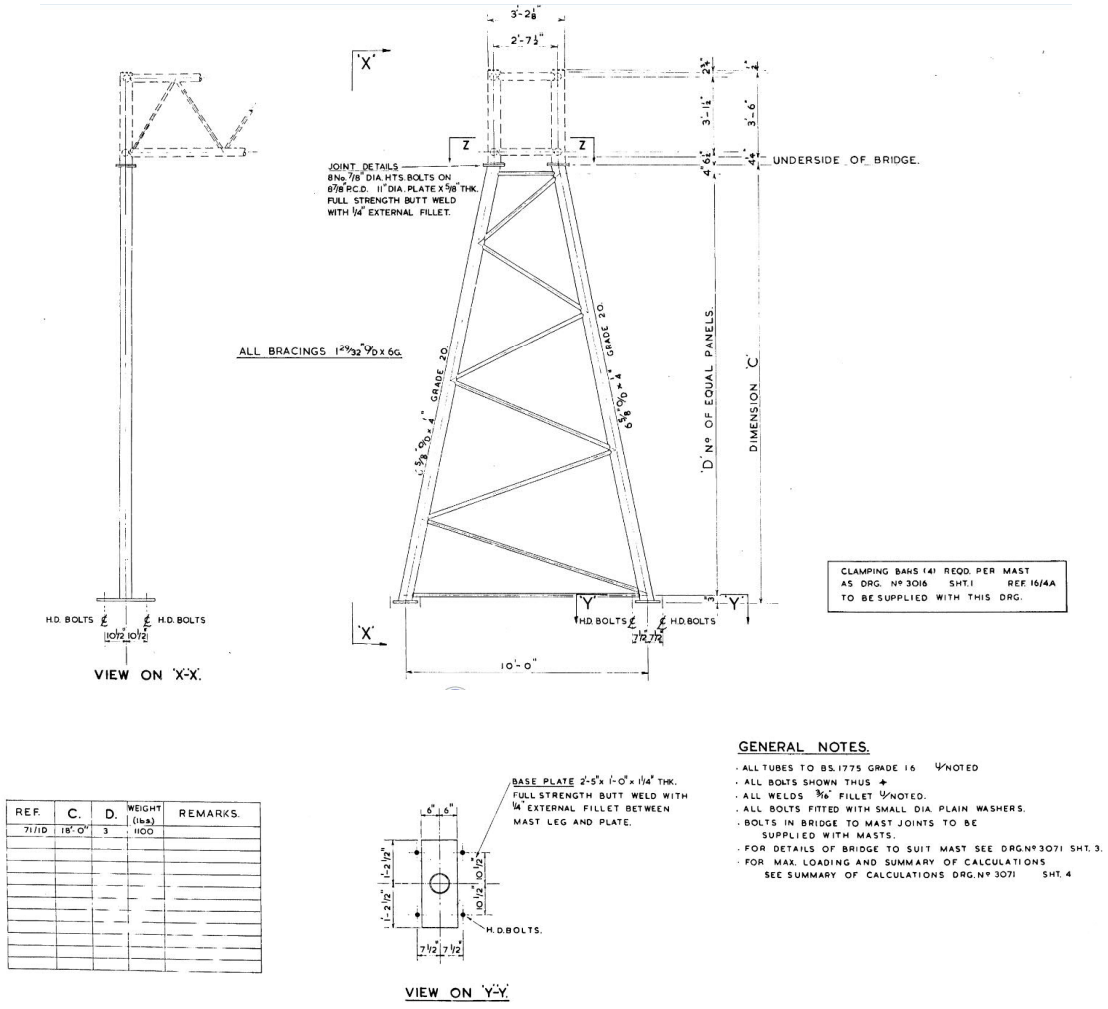
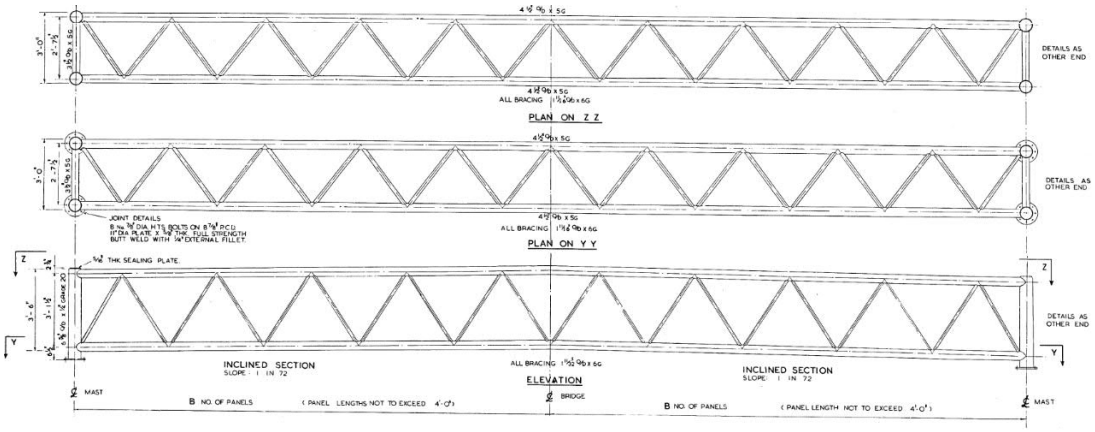


Ilustración 210: Referencia 3071/1D.

Referencia 71/1C perteneciente al dintel:



REF	A	B	WEIGHT (LBS)	REMARKS
71/1C	41'-0"	6	2744	
71/2C	43'-6"	5 1/2	2855	
71/3C	52'-0"	6 1/2	3324	
71/4C	43'-0"	5 1/2		

GENERAL NOTES.

1. ALL TUBES TO BE B.S. 1775 GRADE 16 U/NOTED
ALL BOLTS SHOWN THUS +
ALL WELDS 3/16" FILLET U/NOTED
ALL BOLTS TO BE SUPPLIED WITH SMALL DIA. PLAIN WASHERS.
BOLTS IN BRIDGE TO MAST JOINTS TO BE SUPPLIED WITH MASTS
FOR DETAILS OF MASTS TO SUIT THIS BRIDGE
SEE DRG NO. 3071 SHT. 4.
FOR MAX. LOADING AND SUMMARY OF CALCULATIONS SEE
SUMMARY OF CALCULATIONS DRG. NO. 3071 SHT. 3.

*Ilustración 211: Referencia 3071/*C.*

Referencia 71/1D+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	18	0	5,4864

Tabla 39: Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 71/1C+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Longitud	41	0	12,4968

Tabla 40: Conversión de pies-pulgadas a metros.

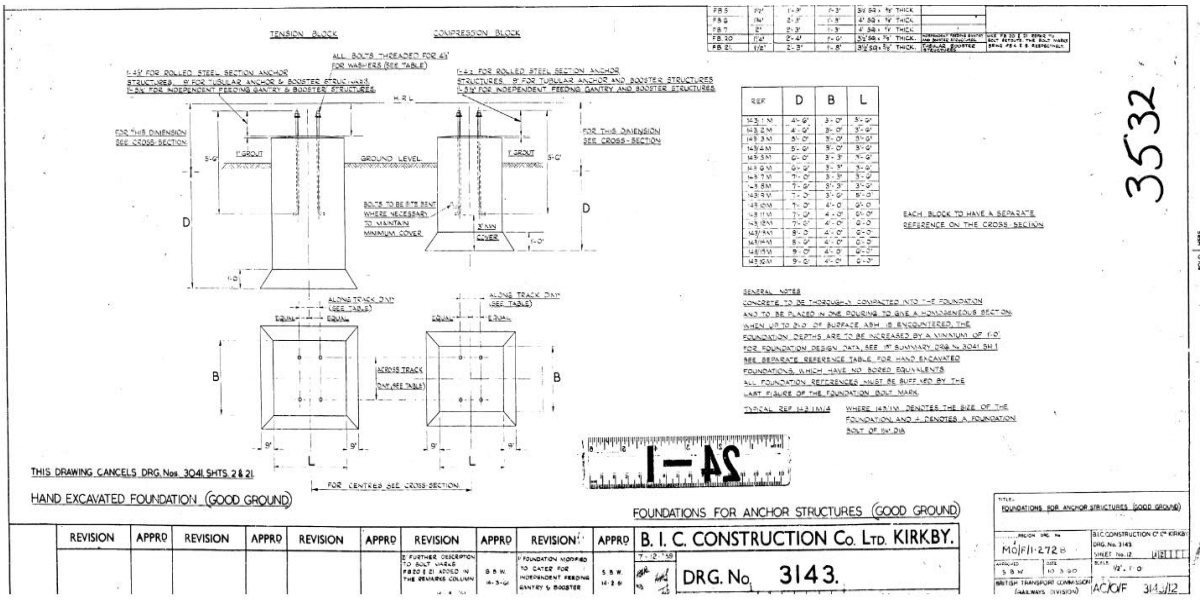


Ilustración 212: Referencia 3143.

Referencia 143/1M+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	4	6	1,3716
Ancho	3	0	0,9144
Largo	3	6	1,0668

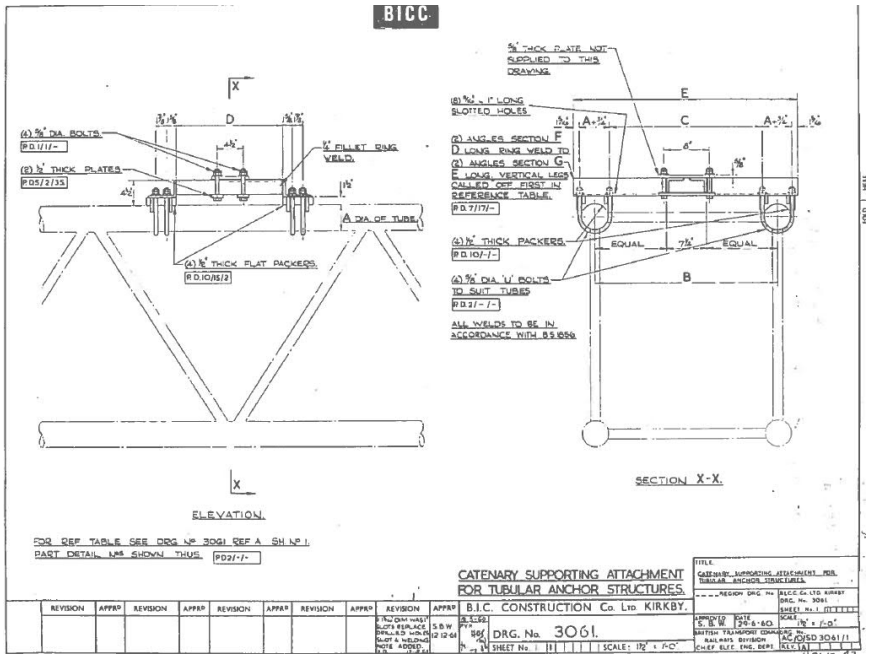
Tabla 41 Conversión de pies-pulgadas a metros.

Referencia 143/2M+:

	Pies	Pulgadas	Metros
Profundidad	4	6	1,3716
Ancho	3	0	0,9144
Largo	3	6	1,0668

Tabla 42: Conversión de pies-pulgadas a metros.

A continuación, se muestra el despiece de la unión de la catenaria catenaria con el MPA (Ref 61/1A+):



REFERENCE TABLE FOR CATENARY SUPPORTING ATTACHMENT FOR TUBULAR ANCHOR STRUCTURES.

REF	A	B	C	D	E	SECTION F	SECTION G	WT. LBS	REMARKS
601/1A	4½"	2'-7½"	2'-2⅝"	1'-6"	3'-3¼"	2½" x 2" x 5/16"	3" x 5" x 5/16"	110	
601/2A	6⅝"	4'-8⅞"	4'-0⅛"	1'-6"	5'-6¼"	2½" x 2" x 5/16"	3" x 5" x 5/16"	155	
601/3A	8⅝"	5'-9⅝"	4'-11⅝"	1'-6"	6'-9¼"	2½" x 2" x 5/16"	3" x 5" x 3/8"	207	

Ilustración 213: Referencia 3061.

Catenaria en el MPA (Ref: 417/6/0/4):

GROUP I. ASSEMBLY 'E' – TERMINATIONS (400-499)

GROUP I. ASSY. REF.	TITLE.	SHEETS	GROUP I. ASSY. REF.	TITLE	SHEETS
400	TERMINATION – CATENARY (19/·083") WITH TURNBUCKLE.	E1 & E2	425	TERMINATION – 19/·083" & ·166 ON COMPENSATING PLATE.	E45
401	TERMINATION – CATENARY (19/·083") WITHOUT TURNBUCKLE.	E3 & E4	426	TERMINATION – CONTACT WIRE (-3) WITHOUT TURNBUCLE	E46 & 47
402	TERMINATION – AUXILIARY CATENARY (7/·083") FIXED END.	E5 & E6	427	TERMINATION – RETURN CONDUCTOR (19/·128") ALUMINIUM.	E48.
403	TERMINATION – CONTACT WIRE (·166) WITH TURNBUCKLE.	E7 & E8	428	TERMINATION – RETURN CONDUCTOR (19/·166") ALUMINIUM.	E49.
404	TERMINATION – CONTACT WIRE (·166) WITHOUT TURNBUCKLE.	E9 & E10	429	TERMINATION – M.P.A. MULTI-TRACK COMPOUND TO SIMPLE EQUIP.	E50 & E51
405	TERMINATION – EARTH WIRE (7/·128")	E11	430	TERMINATION – 7/·083" AUXILIARY TO ·166 C.W.	E52
406	TERMINATION – FEEDER (7/·128") WITH TURNBUCKLE.	E12 & E13	431	TERMINATION – GLASS FIBRE – CATENARY 19/·083" AT MID-POINT ANCHOR.	E53
407	TERMINATION – FEEDER (7/·128") WITHOUT TURNBUCKLE.	E14 & E15	432	TERMINATION – GLASS FIBRE – MULTI TRACK M.P.A COMPOUND TO SIMPLE EQUIPMENT.	E54
408	TERMINATION – FEEDER (19/·128") WITH TURNBUCKLE.	E16 & E17	433		
409	TERMINATION – FEEDER (19/·128") WITHOUT TURNBUCKLE.	E18 & E19	434		
410	TERMINATION – RETURN CONDUCTOR (7/·128") COPPER.	E20	435		
411	TERMINATION – RETURN CONDUCTOR (7/·166") COPPER.	E21	436		
412	TERMINATION – RETURN CONDUCTOR (19/·128") COPPER.	E22	437		
413	TERMINATION – SPAN WIRE (7/·104") WITH TURNBUCKLE.	E23 & E24	438		
414	TERMINATION – SPAN WIRE (7/·104") WITHOUT TURNBUCKLE.	E25 & E26	439		
415	TERMINATION – SPAN WIRE (19/·083") WITH TURNBUCKLE.	E27 & E28	440	TERMINATION – SPLICE FOR (19/·128") ALUMINIUM RETURN CONDUCTOR. ONE OR BOTH SIDES INSULATED.	E73.
416	TERMINATION – SPAN WIRE (19/·083") WITHOUT TURNBUCKLE.	E29 & E30	441	TERMINATION – SPLICE FOR (19/·128") ALUMINIUM RETURN CONDUCTOR. UNINSULATED.	E74.
417	TERMINATION – CATENARY (19/·083") AT MID-POINT ANCHOR.	E31 TO E34	442	TERMINATION – SPLICE FOR (19/·166") ALUMINIUM RETURN CONDUCTOR. ONE OR BOTH SIDES INSULATED.	E75.
418	TERMINATION – ON MULTIPLE ANCHOR STRUCTURE.	E35 & E36	443	TERMINATION – SPLICE FOR (19/·166") ALUMINIUM RETURN CONDUCTOR. UNINSULATED.	E76.
419	TERMINATION – ON SINGLE ANCHOR MAST.	E37 & E38	444	TERMINATION – SPLICE FOR 7/·128" COPPER RETURN CONDUCTOR. UNINSULATED.	E77.
420	TERMINATION – ON SINGLE ANCHOR MAST SEPARATE PULLEYS.	E39 & E40	445	TERMINATION – SPLICE FOR 7/·166" COPPER RETURN CONDUCTOR. BOTH SIDES INSULATED.	E78
421	TERMINATION – 19/·083" & 7/·083" ON COMPENSATING PLATE.	E41	446	TERMINATION – SPLICE FOR 19/·128" COPPER RETURN CONDUCTOR – BOTH SIDES OF INSULATOR.	E79
422	TERMINATION – 19/·083" & (7/·083" TO ·166) ON COMP'G. PLATE.	E42	447	TERMINATION – SPLICE FOR 19/·083" COPPER RETURN CONDUCTOR – UNINSULATED.	E80
423	TERMINATION – (7/·083" TO 19/·083") & ·166 ON COMP'G. PLATE.	E43	448		
424	TERMINATION – 19/·083" & ·3 ON COMPENSATING PLATE.	E44	449		

1. 25-10-60
2. 12.12.60
3. 28-4-61
4. 6-3-64

Ilustración 214: Conjuntos entre 400 y 449.

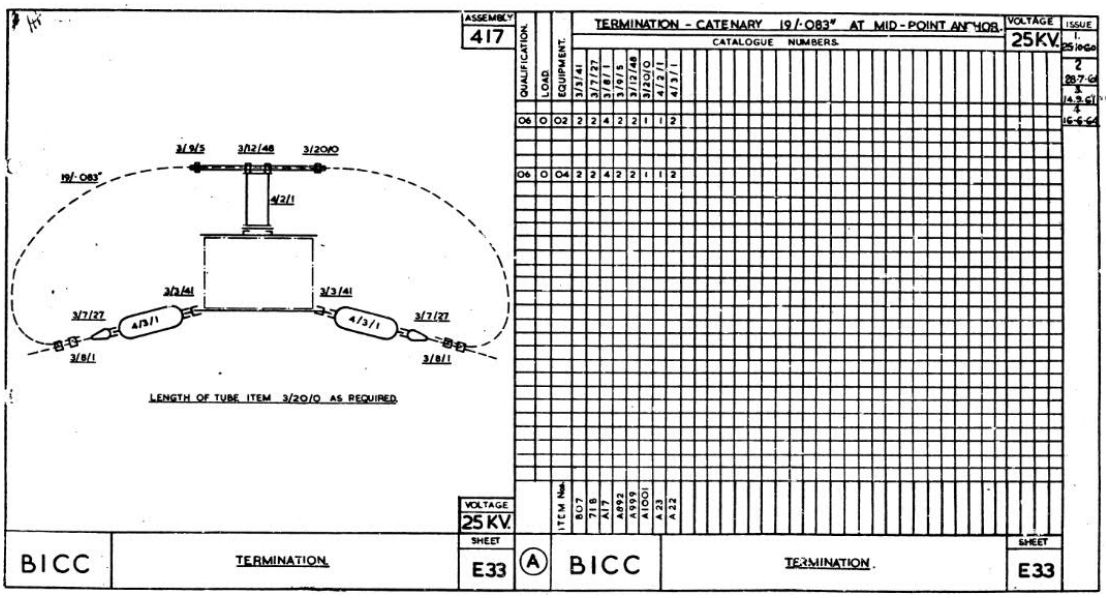


Ilustración 215: Conjunto 417.

Siendo el despiece del método de sujeción del hilo de catenaria en la estructura el siguiente:

Referencia 807:

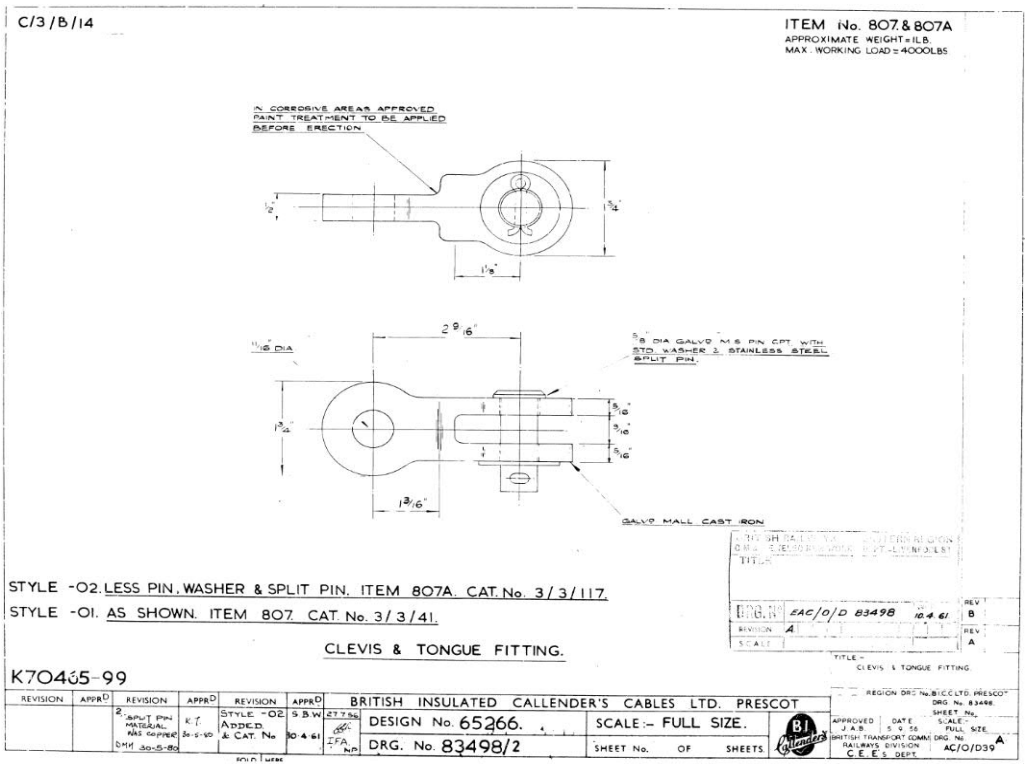


Ilustración 216: Unión dintel con cola del hilo de catenaria.

Referencia 718:

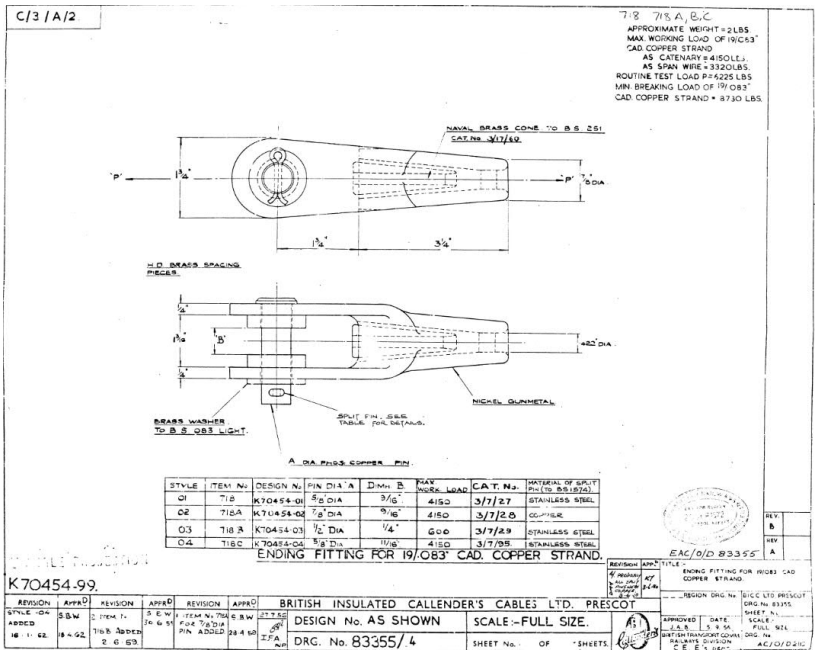


Ilustración 217: Pieza entre aislador y cola de catenaria.

Referencia A17:

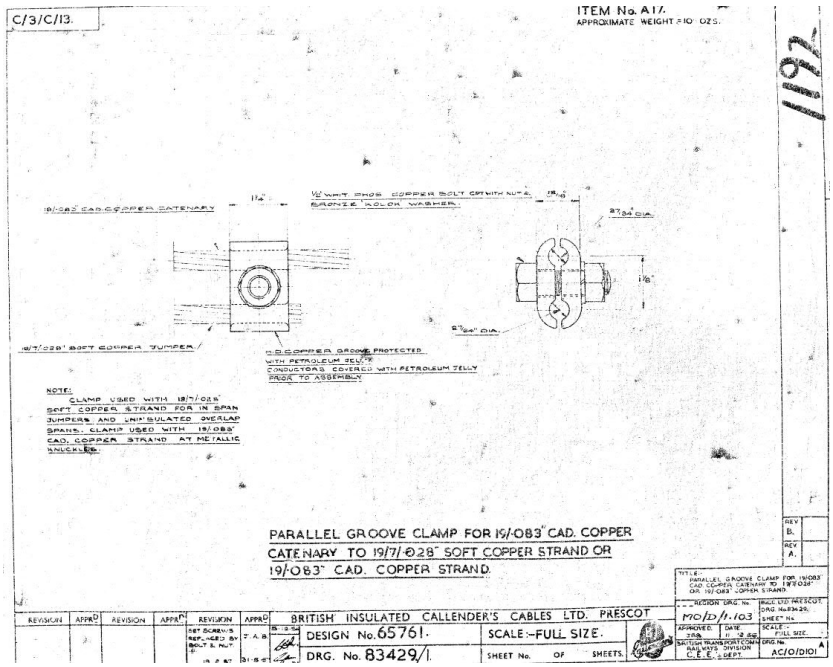


Ilustración 218: Abrazadera entre hilos.

Referencia A892:

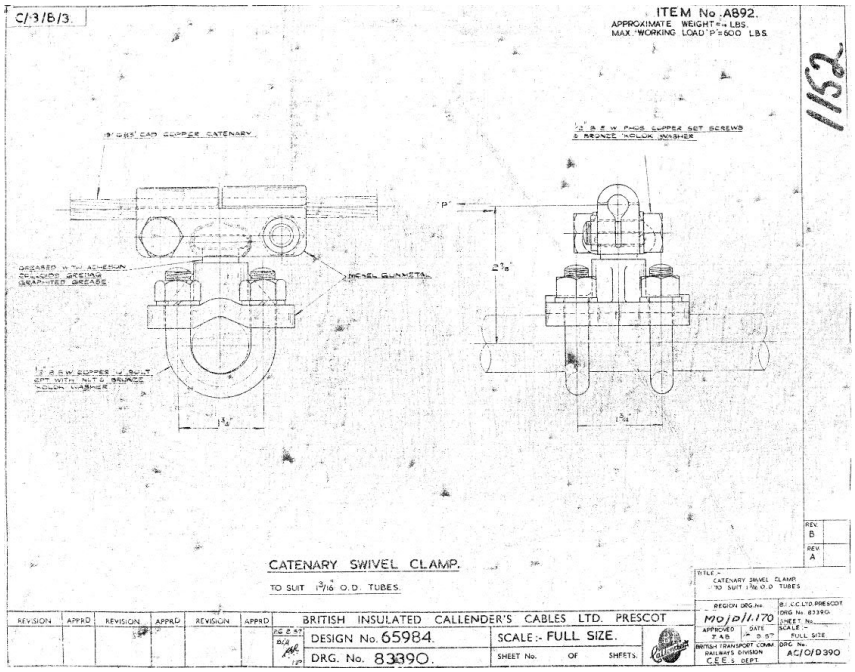


Ilustración 219: Abrazadera giratoria.

Referencia A999:

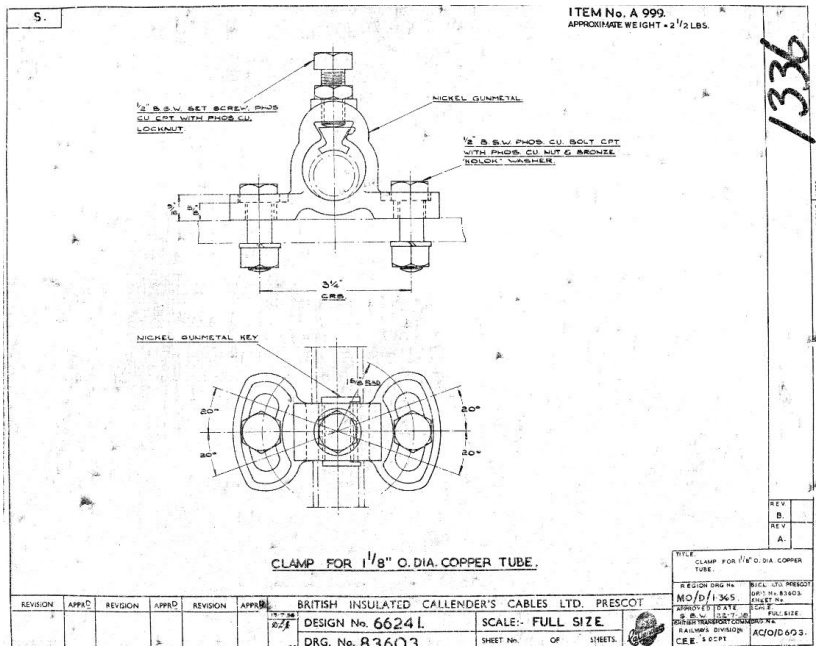


Ilustración 220: Abrazadera para tubo de cobre.

Referencia A1001:

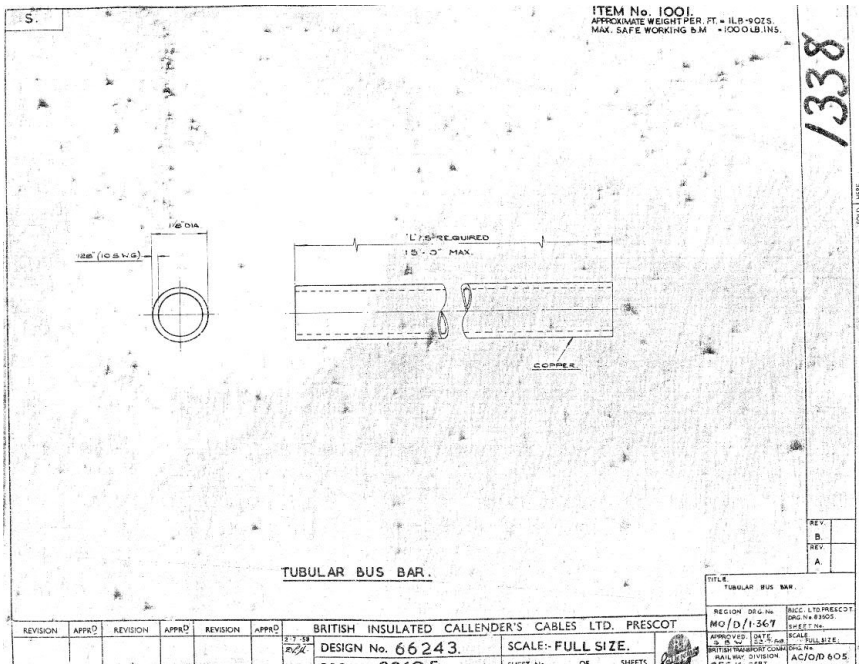


Ilustración 221: Barra con dimensiones específicas.

Referencia A23:

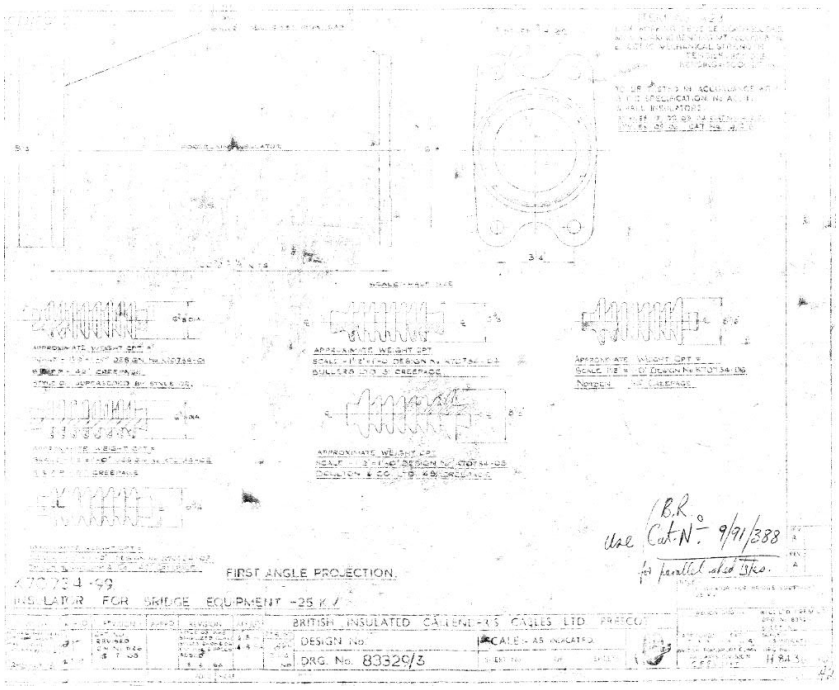


Ilustración 222: Aislador.

Referencia A22:

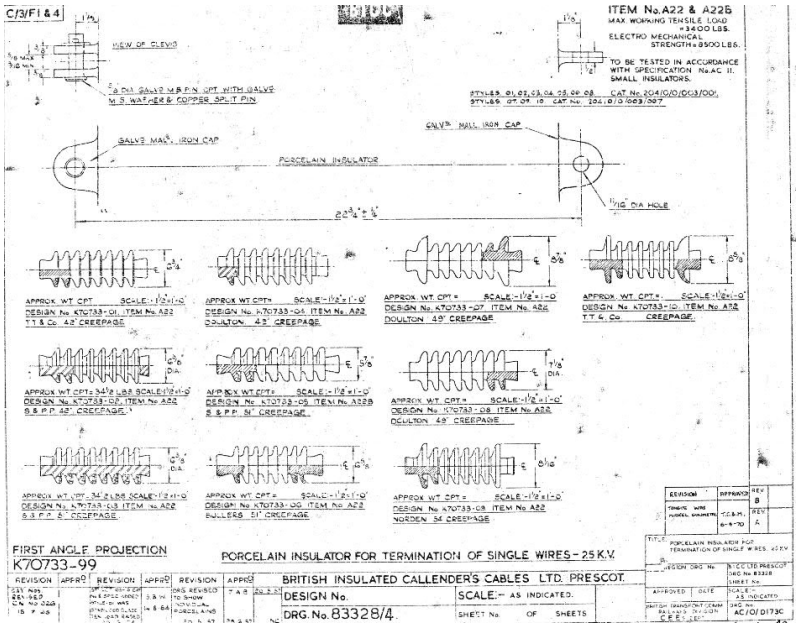


Ilustración 223: Aislador de porcelana.

Sabiendo ya las piezas que se tienen, se realiza el cambio por la tecnología UK1:

Las ménsulas de los hilos se buscan en el plano UK1/A09/123 (“Mid Point Anchor Structure Two And Four Track Areas (200/225 KM/H)”) tendrán una referencia de A09/123/101

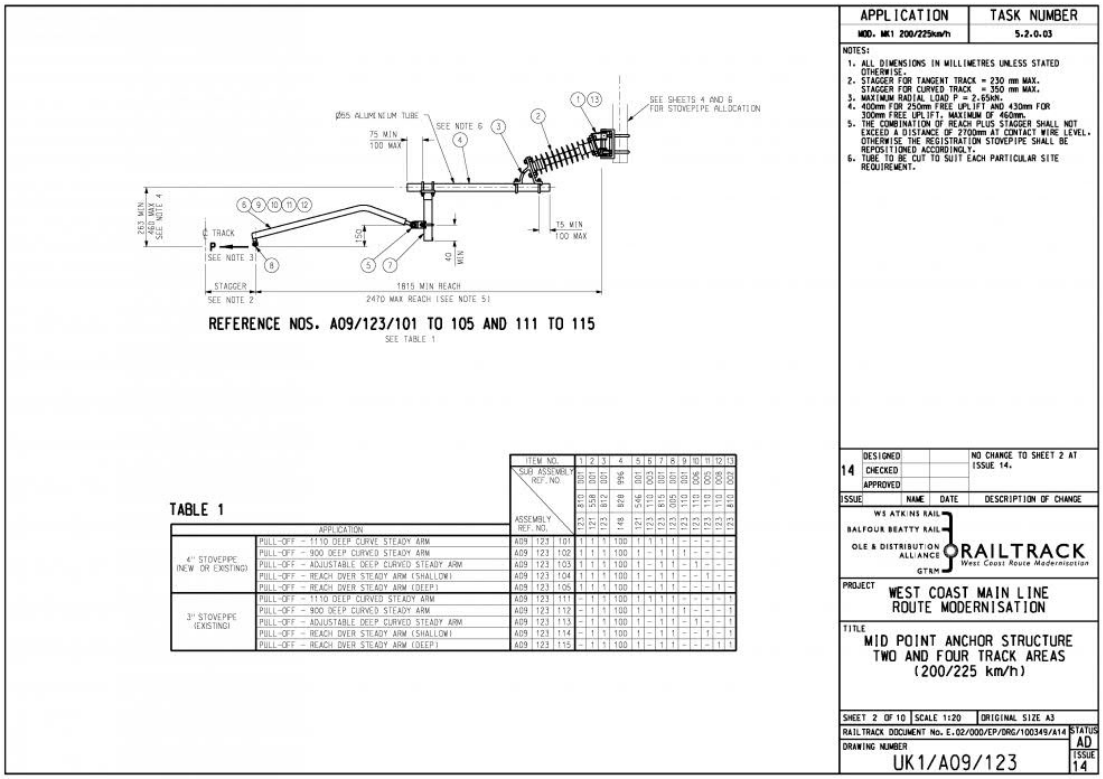


Ilustración 224: Referencia A09/123/101.

Una vez se saben que ménsulas se van a utilizar se procede con la unión entre la ménsula y el "stovepipe" y el "stovepipe" y el dintel, que se realizará como se ha hecho en las estructuras con pórtico, mediante abrazaderas, "packers" (los cuales se reutilizarán), tornillos en forma de U, tuercas y arandelas.

Como apunte adicional, los tornillos en forma de U serán distintos a los utilizados con anterioridad, ya que hasta ahora tenían que tener el diámetro de 3 pulgadas que tenía el dintel, pero ahora este pasa a ser 4,5 pulgadas, por lo que variará el tornillo (165/228/230).

Distinto es el amarre de la catenaria al dintel, que se realizará de acuerdo con el plano UK1/A09/123 ("Mid Point Anchor Structure Two And Four Track Areas (200/225 KM/H)"), en el cual se usa la referencia A09/123/504.

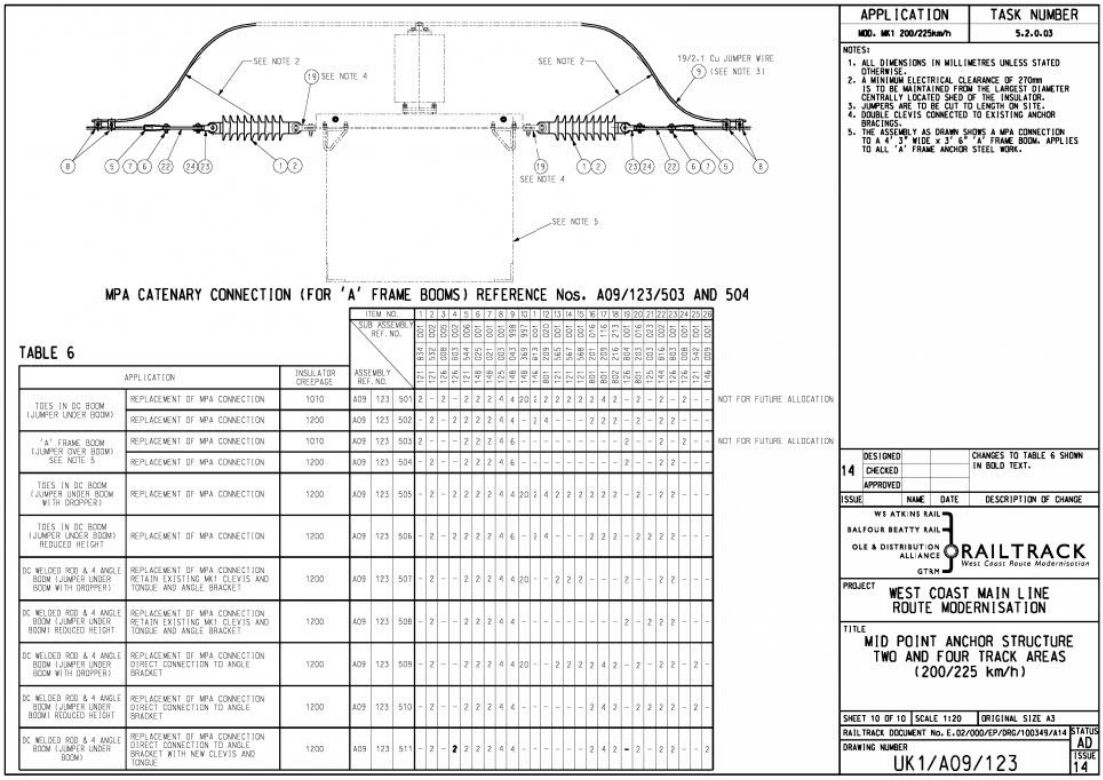


Ilustración 225: Distintas referencias para la unión entre el hilo de catenaria y dintel.

Se utiliza este plano porque, como se ve en la siguiente figura, es bastante parecido a lo que se tiene:

Ilustración 226: Situación de la estructura B42/06.

Una vez explicado el cómo se sostiene los hilos de catenaria de los hilos 46 y 47 se procede a explicar cómo se ha fijado el hilo 48.

Haciendo una búsqueda en la base de planos se encontró el siguiente plano UK1/A09/311 ("Contact And Catenary Wire Terminations Fixed End Of A.T. Twin Attachment To Mast Mark 1 Upgrade"), en el que explica como anclar tanto la catenaria como el hilo de contacto, por lo que se usó las referencias A09/311/104 para el hilo de contacto y A09/311/029 para la catenaria.

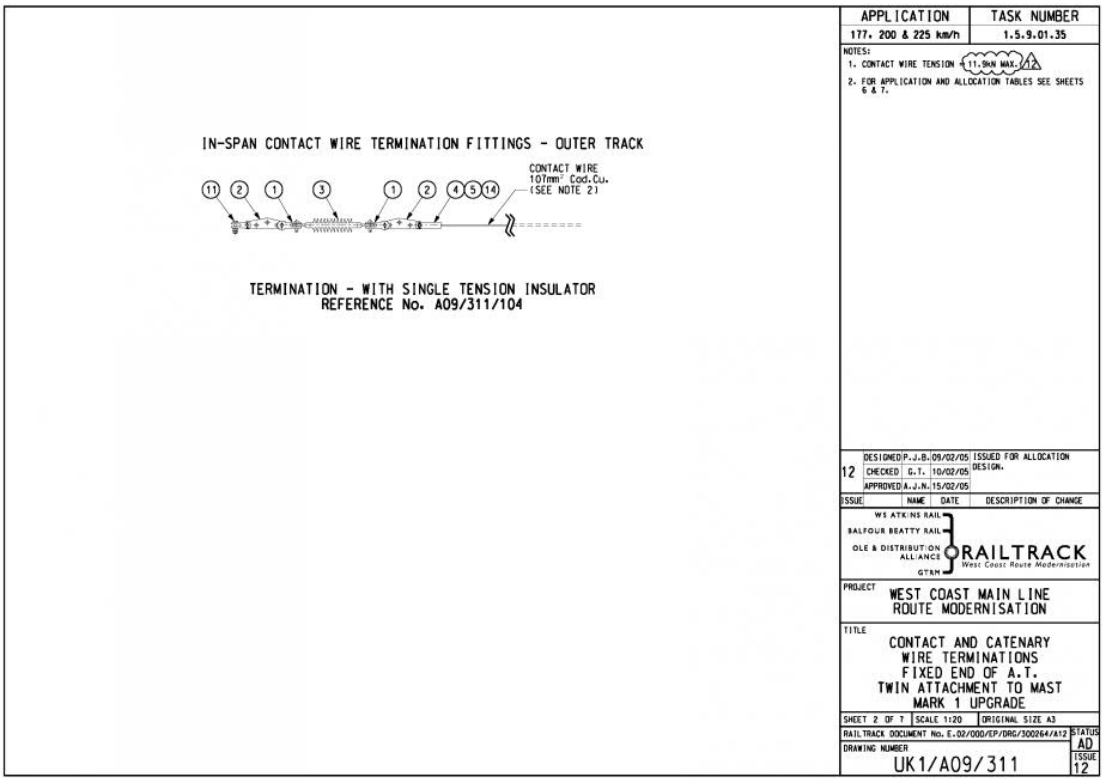


Ilustración 227: Cola de la catenaria a utilizar.

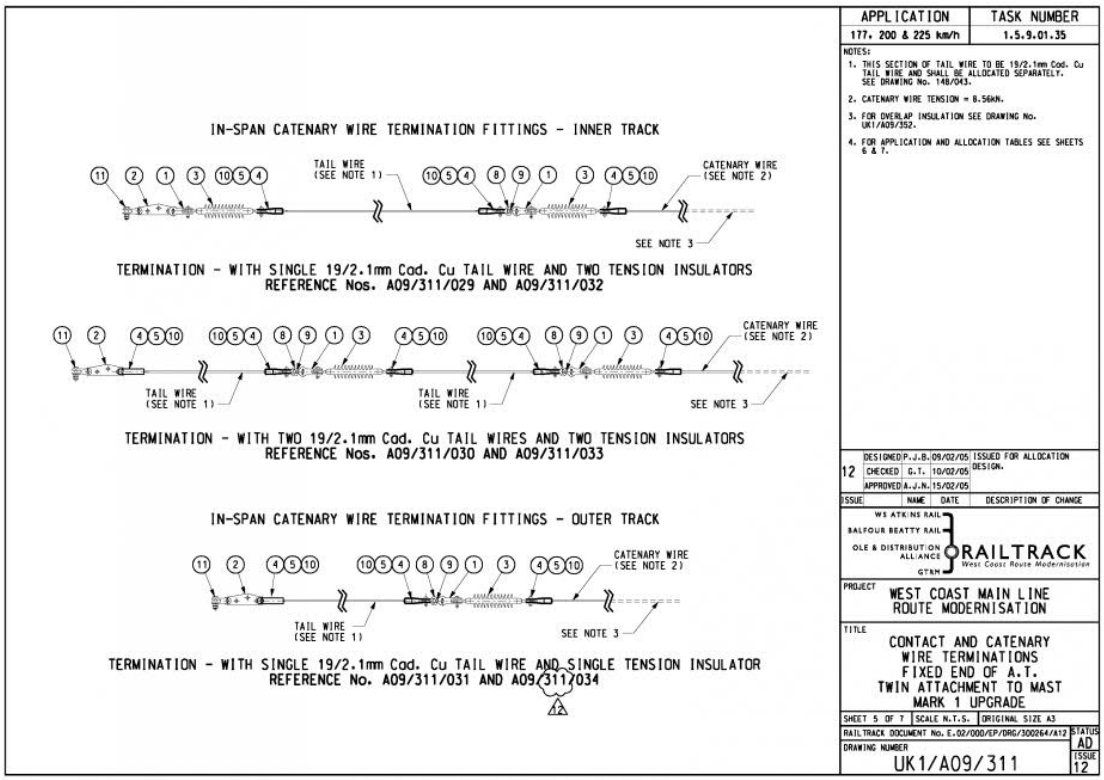


Ilustración 228: Distintos tipos de colas de catenaria.

Como se aprecia en el plano, para la catenaria se puede usar dos referencias, por lo que se buscó que diferencia había entre una y otra, decantando la balanza por la referencia por la ya comentada.

CATENARY WIRE	INNER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS FOR CATENARY WIRE	WITH SINGLE 19/2.1mm Cad. Cu TAIL WIRE AND TWO TENSION INSULATORS	A09	311	029
		WITH TWO 19/2.1mm Cad. Cu TAIL WIRES AND TWO TENSION INSULATORS	A09	311	030
	OUTER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS FOR CATENARY WIRE	WITH SINGLE 19/2.1mm Cad. Cu TAIL WIRE AND SINGLE TENSION INSULATOR	A09	311	031
	INNER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS FOR CATENARY WIRE	AS STYLE 029 BUT WITHOUT DOUBLE CLEVIS	A09	311	032
		AS STYLE 030 BUT WITHOUT DOUBLE CLEVIS	A09	311	033
	OUTER TRACK IN-SPAN TERMINATION FITTINGS FOR CATENARY WIRE	AS STYLE 031 BUT WITHOUT DOUBLE CLEVIS	A09	311	034

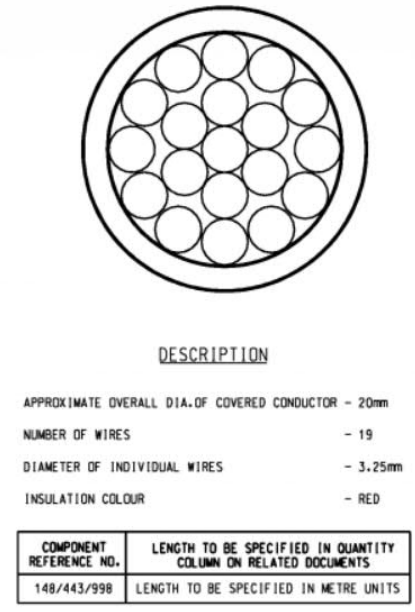
Ilustración 229: Diferencias entre las referencias de las colas del hilo de catenaria.

Para el hilo de retorno se utilizarán las referencias que se han ido utilizando a lo largo de los pórticos.

En esta estructura también se localizan unos Red Bonds, por lo que se va a tener que actualizar los materiales con los que hacer la conexión entre el hilo de retorno y el cable del "red bond".

Ilustración 230: "Red bond" localizado en la estructura B42/06.

Como el cable del "red bond" es el correspondiente al plano UK1/148/443 ("19/3.25 Pvc Insulated (Red) Aluminium Stranded Conductor")



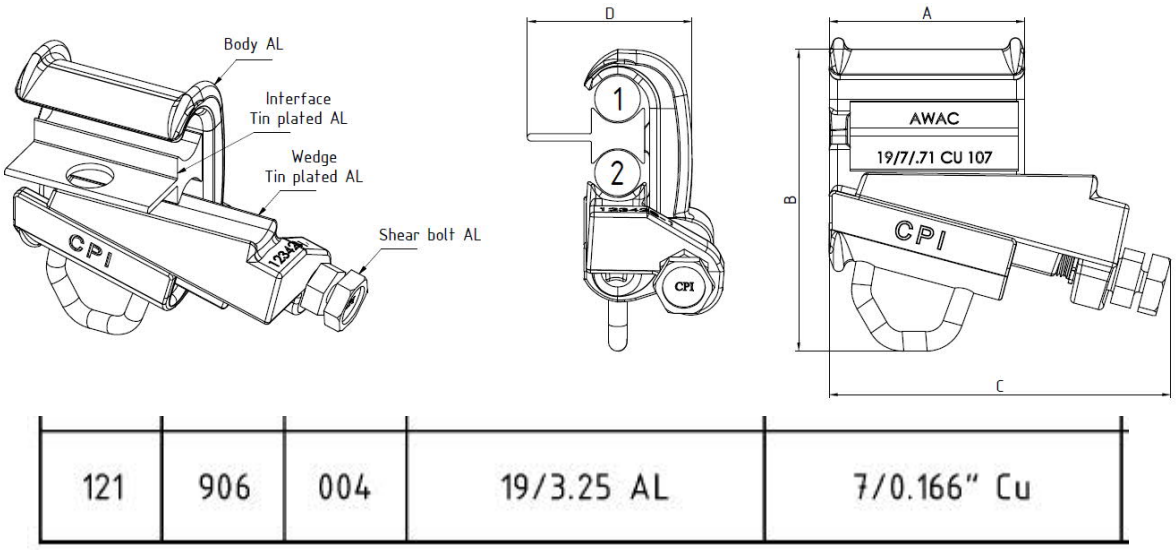
DESCRIPTION

APPROXIMATE OVERALL DIA.OF COVERED CONDUCTOR	- 20mm
NUMBER OF WIRES	- 19
DIAMETER OF INDIVIDUAL WIRES	- 3.25mm
INSULATION COLOUR	- RED

COMPONENT REFERENCE NO.	LENGTH TO BE SPECIFIED IN QUANTITY COLUMN ON RELATED DOCUMENTS
148/443/998	LENGTH TO BE SPECIFIED IN METRE UNITS

Ilustración 231: Cable perteneciente al "red bond".

Se va a tener que seleccionar un conector bimetálico, debido a la diferencia del material de ambos cables y para evitar la corrosión, que se corresponde con el siguiente:



121	906	004	19/3.25 AL	7/0.166" Cu

Ilustración 232: Conector bimetálico utilizado.

Teniendo que usar 4 de estos en toda la estructura anteriormente comentada.

A modo de resumen, se recoge un despiece completo de todas las estructuras en el Anexo III, en el Capítulo 2 BoQ ("Bill of Quantities"). Dicho despiece es fundamental de cara a realizar el trabajo constructivo, ya que los encargados de la construcción lo que realizan es ver que piezas se necesitan y transportarlas al lugar de la construcción.

Capítulo 5 RESULTADOS

5.1 ***Resultados obtenidos***

Al ser los resultados obtenidos un conjunto de hojas de cálculo y de planos, se mostrarán en el Capítulo 1 correspondiente al Anexo III.

Capítulo 6 CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

6.1 Conclusiones

En este apartado, se destacan las ideas, los resultados y las observaciones más importantes obtenidas a lo largo del proyecto de renovación.

Antes de empezar con las conclusiones obtenidas, comentar que se ha conseguido realizar el cambio de tecnología de manera exitosa, cumpliendo así con el objetivo de cambiar la tecnología Mk1 por UK1. Los equipos del tramo en cuestión ya estarían habilitados para el aumento de la velocidad de la vía, pero, como se ha explicado en el proyecto, hay ciertos gradientes que delimitan este aumento de velocidad en la línea, pudiendo llegar a ser absorbidos dichos gradientes por los equipos.

Otra conclusión que se saca a la hora de la realización del proyecto es la dificultad para encontrar planos debido a la época en la que estos han sido datados. Muchos de los planos históricos de las estructuras, conjunto de piezas y piezas individuales son de los años 60 y han sido escaneados de manera no muy minuciosa, dificultando mucho la labor de investigación y documentación.

La importancia de la seguridad en los proyectos ferroviarios en Reino Unido es algo digno de reseñar, debido a que al ser pioneros en muchos aspectos en el ámbito ferroviario, en este también son una referencia, haciendo continuamente campañas de cambio de conductas, medidas para proteger a las personas frente a cualquier tipo de contacto eléctrico y la implementación de las PTS, pudiendo expulsar de la vía a cualquiera que no esté en las condiciones óptimas para la manipulación de objetos y para cualquier tipo de imprevisto que pueda verse derivado del trabajo en la vía; e incluso inhabilitando profesionalmente para trabajar en el sector durante años e incluso de por vida.

En lo que a resultados se refiere, el poder realizar la simplificación con el hilo imaginario desde el paso a nivel al paso inferior hace que sea sencillo poder ver la viabilidad de si el tramo está o no dentro de los límites permitidos del gradiente.

En la vía “Down Main” se podría cambiar el gradiente sin comprometer el nivelado del cambio de seccionamiento (como idealmente tendría que realizarse) ya que el gradiente de dicho hilo imaginario así lo permite, situando dicho gradiente en los vanos anteriores al cambio de seccionamiento, pero en la vía “Up Main” esto no es posible debido a que la velocidad de la línea es mayor.

La principal conclusión a la que se llega es que, al fijar la altura del hilo de contacto en la estructura B41/49-50, se está imposibilitando el no comprometer el gradiente en el cambio de seccionamiento ya que durante el proyecto se ha incluido un cierto gradiente para poder cumplimentar la mayoría de las especificaciones y mantenerlos dentro de las limitaciones, pero según la normativa, el cambio de seccionamiento debe estar nivelado siempre que sea practicable (gradiente cero).

El hilo imaginario utilizado para solventar el cambio de seccionamiento también fue muy útil, ya que permitió ver los parámetros geométricos sin tener que realizar la interacción pantógrafo - catenaria que se desarrollará su función en el siguiente subapartado.

A la hora de la realización del cambio de tecnología hubo mucha dificultad de cara a encontrar las piezas más convenientes para respetar al máximo la similitud entre tecnologías. En la tecnología UK1 no se contemplan pórticos con barras cilíndricas por lo que se han tenido que reutilizar los “packers” para poder fijar los tubos de las ménsulas al dintel de los pórticos.

La importancia de respetar todas las distancias de seguridad también ha sido un aspecto clave a lo largo del proyecto y digno de mención en este apartado. El poder situar los cables a una distancia de 600 mm no siempre ha sido posible, por lo que se tiene que poner aislamiento secundario en los puntos donde no se cumple esto, pudiendo disminuir la distancia hasta un mínimo absoluto de 270 mm.

Es por esto por lo que, por ejemplo, en el primer paso inferior se ha tenido que utilizar no solo medidas de aislamiento secundarias, sino otro tipo de medidas como el recubrimiento del hilo o, incluso, la colocación de una chapa para evitar que el posible arco eléctrico dañe el paso inferior.

*6.2 **Desarrollos complementarios***

Al ser un desarrollo propuesto para la renovación de un tramo de vías, es decir, un proyecto constructivo, este apartado no podría llamarse futuros desarrollos como tal, sino que sería desarrollos complementarios al proyecto.

Uno de los complementos para el correcto desarrollo del tramo de vías, como se ha comentado con anterioridad, sería poder disminuir la altura del hilo de contacto en la estructura B41/49 para poder cumplir tanto con el gradiente en el "Down-Main" y con el cambio de gradiente manteniendo el gradiente cero que idealmente tendría que tener el cambio de seccionamiento.

En la vía "Up Main" no se va a poder cambiar el gradiente sin comprometer al cambio de seccionamiento, ya que el gradiente del hilo idea es menor que el gradiente mínimo de la vía, por lo que aparte de comprometer el gradiente cero del cambio de seccionamiento habría que ver cuál sería el vano donde menos impacto tiene el no cumplir con el gradiente, estando situado siempre antes del cambio de seccionamiento.

La interacción entre el pantógrafo y la catenaria durante el cambio de seccionamiento, los desvíos y paso por los aisladores de sección también tendrían cabida en este apartado. En estos puntos de conflicto es de interés saber cómo se realiza la transmisión de la energía eléctrica entre los dos elementos nombrados anteriormente, ya que lo ideal sería que se mantuviera constante la tensión y la corriente como si no hubiera elementos distintos al pantógrafo y a la catenaria. Como lo ideal en este caso no se puede realizar debido a que estos elementos existen, se procede al control de los picos de tensión, minimizándolos lo máximo posible sin repercutir en el resto de los elementos de la vía y así evitar los arcos eléctricos que desgastan de manera no uniforme las pletinas del pantógrafo, el hilo de contacto y pueden averiar los aisladores de sección.

Como se ha descrito con anterioridad, el demostrar que tanto las estructuras como las cimentaciones que se mantienen a lo largo del tramo renovado deben poder soportar los nuevos equipos de catenaria de la tecnología UK1. Esto va a ser imprescindible para poder llevar a cabo la renovación propuesta, ya que si no aguanta el peso de las nuevas ménsulas puede haber un colapso, haciendo que pueda llegar a deformarse o romperse la estructura, teniendo unas repercusiones catastróficas sobre la propia estructura, sobre las estructuras

adyacentes y sobre el tramo y tramos adyacentes, ya que se cerraría el tramo de vía hasta se solvente el problema causado.

Un desarrollo futuro como tal sí que sería renovar el resto de los tramos de la “Great Eastern Main Line”, para convertir la línea en una de alta velocidad. Renovar solo un tramo no tiene mucho sentido de cara a implantar la nueva tecnología que aumenta la velocidad de la línea, sino que, por lo menos, sería interesante el poder renovar varios kilómetros.

Capítulo 7 REFERENCIAS

[BOTR40] “Regulation of Railways Act”, Board of Trade, 1840.

[BRGO21] “Railways Act 1921”, British Government, 1921.

[PAUK47] “Transport Act 1947”, Parliament of the United Kingdom, 1947.

[SALT33], “Salter Report”, Arthur Salter, 1933.

[BRTC55] “Modernisation & Re-equipment of British Railways”, British Transport Commission, Londres 1955.

[PAUK62] “Transport Act 1962”, Parliament of the United Kingdom, 1962.

[RISU14], “Records created and inherited by British Railways Board and British Railways”, The National Archives Kew, Richmond, Surrey, 2014.

[BRRB63] “The Reshaping of British Railways, Part 1”, British Railways Board, Londres, 1963.

[BRRB63] “The Reshaping of British Railways, Part 2”, British Railways Board, Londres, 1963.

[MICH09] “How good was the profitability of British Railways, 1870-1912”, Brian Mitchell, David Chambers, 2009.

[RAST13], “The fall and rise of Britain’s railways”, RailStaff, 2013.

[BBCN00] “Railtrack shuts West Coast mainline”, BBC News, 2000.

[ITVR16] “Network Rail 'to be stripped of monopoly over running Britain's railway tracks'”, ITV Report, 2016.

[FORD17] “Electrification Network Rail Tries Again”, Roger Ford, 2017.

[NERA19] “Who we are”, Network Rail, 2019.

[BBCN10] “Warning of railway line dangers after 49 die on tracks”, BBC News, 2010.

[KEEN18] “Overhead Line Electrification for Railways”, Garry Keenor, 2018

[BENI10] “Red Ferrocarril/Catenarias”, Alejandro Benito y Rusiñol, 2010.

[ADIF16] “Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en Corriente Continua”, ADIF, 2016.

[ORAR18] “Common Safety Method for Risk Evaluation and Assessment”, Office of Rail and Road, 2018.

[KPSV08] “Líneas de contacto para ferrocarriles electrificados, 2008”, Kiessling, Puschmann, Schmieder, Vega, 2008.

[MOCA02] “Tecnología de catenaria”. Jesús Montesinos Ortuño y Manuel Carmona Suárez. Mantenimiento de estructura Renfe. Tecnorail Consulting. 2002.

[KPSS18] “Contact Lines for Electric Railways”, Kiessling, Puschmann, Schmieder, Schneider, 2018.

Parte II. PRESUPUESTO

Capítulo 1 PRESUPUESTO GLOBAL

1.1 Explicación del presupuesto

Al ser un proyecto meramente constructivo es necesario dar una memoria económica de todos los materiales utilizados, de la instalación de dichos materiales, así como de la desinstalación de los materiales de la tecnología de Mk1 que no se han utilizado.

El presupuesto dado es una aproximación del dinero bastante precisa, que constaría la implantación de lo plasmado en el proyecto, a lo que habría que añadirles el coste a los ingenieros involucrados en el diseño y la construcción.

El proyecto, como se ha comentado con anterioridad, no ha tenido en cuenta el reemplazamiento de los postes y pórticos, debido al aumento de gasto que se vería involucrado el proyecto en cuestión.

Al incorporar un cambio de estructuras, habría que presupuestar unos nuevos postes y pórticos con sus respectivas cimentaciones, la instalación de estas y la desinstalación de las existentes, aparte de realizar un presupuesto para el ingeniero que realiza el estudio de viabilidad de dichas estructuras para ver si aguantan las nuevas cargas existentes, siendo el proyecto, como puede comprenderse, ostensiblemente más elevado.

También se ha de comentar el impacto sobre el presupuesto que tendría mantener la instalación de los nuevos equipos más tiempo del necesario, ya que por cada hora de más que se tenga que mantener el tramo cortado repercute en los beneficios de la empresa, tanto a nivel monetario como a nivel de reputación.

Como se ha comentado, el presupuesto solo ha tenido en cuenta las nuevas piezas y las piezas existentes que se han sustituido, siendo lo obtenido recogido en la Tabla 43.

	Referencia	Conjuntos			Desmantelamiento			Instalación			Estructuras afectadas
		Precio unitario	Número	Precio total	Precio unitario	Número	Precio total	Precio unitario	Número	Precio total	
Dentro	A09/001/002	360	4	1440	400	4	1600	500	4	2000	49/50, 51/52, 53/54, 55/56
Fuera	A09/002/002	380	4	1520	400	4	1600	550	4	2200	49/50, 51/52, 53/54, 55/56
Cam.Secc	A09/007/001	370	4	1480	500	4	2000	700	4	2800	51/52, 53/54
Paso Inf. Dentro	A09/005/002	400	3	1200	350	3	1050	500	3	1500	57/58, 59/60
Paso Inf. Fuera	A09/006/002	400	1	400	350	1	350	520	1	520	57/58
Ménsula arriba	A09/114/001	230	10	2300	250	10	2500	250	10	2500	61, 63, 01, 02, 03, 04
Ménsula abajo	A09/114/002	250	7	1750	250	7	1750	270	7	1890	61, 63, 01, 02, 03, 04
Ménsula hilo	A09/114/101	200	17	3400	200	17	3400	210	17	3570	61, 63, 01, 02, 03, 04
Ménsula arr.dintel	A09/110/001	260	6	1560	200	6	1200	250	6	1500	62, 05
Mén.hilo arr. dintel	A09/110/101	270	5	1350	200	5	1000	250	5	1250	62, 05
Mén. abajo pequeña	A09/114/012	220	1	220	170	1	170	200	1	200	4
Ménsula MPA	A09/123/101	250	2	500	290	2	580	300	2	600	6
Stovepipe	A09/130/L	5	102,5	512,5	2	0	0	2	102,5	205	61, 62, 63, 01, 02, 03, 04, 05,
Sujección false boom	171/909/305	15	10	150	5	0	0	5	10	50	1, 04, 05
	171/909/306	15	10	150	5	0	0	5	10	50	1, 04, 05
Hilo de contacto	148/440/998	6	2220	13320	2	2220	4440	2	2220	4440	49/50,51/52, 53/54, 55/56,
Catenaria	148/058/998	8,5	2200	18700	3	2200	6600	3	2200	6600	49/50,51/52, 53/54, 55/56,
Contenaria	121/094/003	10	20	200	4	20	80	4	20	80	57/58
Jumper	107/802/001	250	4	1000	100	4	400	100	4	400	49/50, 53/54
	107/803/002	300	2	600	150	2	300	150	2	300	61, 04
	121/906/004	285	2	570	125	2	250	125	2	250	6
HSSI	A09/503/001	2145	2	4290	195	2	390	195	2	390	61, 03
Pendolado	A09/401/003	150	4	600	100	4	400	100	4	400	49/50, 06
	A09/401/004	200	14	2800	150	14	2100	150	14	2100	51/52, 53/54, 61, 05
	A09/401/005	250	9	2250	170	9	1530	175	9	1575	62, 63, 03
	A09/401/006	300	13	3900	180	13	2340	200	13	2600	55/56, 59/60, 01, 02, 03
Soporte CR	997/762/002	120	26	3120	100	26	2600	100	26	2600	49/50,51/52, 53/54, 55/56,
Cola BWA	A09/314/103	100	4	400	120	4	480	120	4	480	49/50, 55/56
Pendolado BWA	A09/403/001	100	4	400	100	4	400	100	4	400	49/50, 53/54
Pesas BWA	144/078/001	15	20	300	15	25	375	5	20	100	49/50, 55/56
	144/077/001	20	96	1920	0	0	0	3	96	288	
	144/832/001	10	4	40	0	0	0	6	4	24	
Soporte Fijo hilo	A09/311/104	250	1	250	150	1	150	150	1	150	6
Soporte fijo catenaria	A09/311/029	320	1	320	170	1	170	170	1	170	6
	A09/123/504	335	2	670	215	2	430	215	2	430	6
Precio apartado				73582,5			40635			44612	
Precio total										158829,5	

Tabla 43: Presupuesto obtenido del tramo a renovar.

También ha de presupuestarse las horas invertidas en el proyecto, tanto del alumno en cuestión como del tutor el cual le ha guiado durante el proyecto y las licencias utilizadas para poder llevar a cabo la realización del mismo, como puede apreciarse en la Tabla 44.

	Unidades	Precio Unitario	Coste neto (€)
Personal			
Horas dedicadas por el alumno	600 h	20 €/h	12000
Horas dedicadas por el tutor	100 h	50 €/h	5000
Licencias			
Licencia MicroStation	1 ud	3.583 €	3583
Licencia Bentley	1 ud	4.689 €	4689
Costes indirectos		21%	5307,12
Subtotal			30579,12
IVA 21%			6421,62
TOTAL			37000,74

Tabla 44: Presupuesto del proyecto.

Parte III. ANEXOS

Capítulo 1 Resultados

1.1 ***Resultados***

En este capítulo se mostrará un listado con todos los resultados obtenidos, recogidos en la Tabla 45.

41290116-ACM-CL-RO-500001	Profiler “Down-Main”
41290116-ACM-CL-RO-500002	Profiler “Up-Main”
41290116-ACM-CL-RO-500003	Profiler “Cross-Over”
41290116-ACM-CL-RO-500004	Pendolado del hilo 44
41290116-ACM-CL-RO-500005	Pendolado del hilo 45
41290116-ACM-CL-RO-500006	Pendolado del hilo 46
41290116-ACM-CL-RO-500007	Pendolado del hilo 47
41290116-ACM-CL-RO-500008	Pendolado del hilo 48
41290116-ACM-CL-RO-500009	Cálculo del viento
41290116-ACM-DR-RO-500001	Layout del tramo
41290116-ACM-DR-RO-500005	Sección transversal de la estructura B41/49-50
41290116-ACM-DR-RO-500006	Sección transversal de la estructura B41/51-52
41290116-ACM-DR-RO-500007	Sección transversal de la estructura B41/53-54
41290116-ACM-DR-RO-500008	Sección transversal de la estructura B41/55-56
41290116-ACM-DR-RO-500009	Sección transversal de la estructura B41/57-58
41290116-ACM-DR-RO-500010	Sección transversal de la estructura B41/59-60
41290116-ACM-DR-RO-500011	Sección transversal de la estructura B41/61
41290116-ACM-DR-RO-500012	Sección transversal de la estructura B41/62

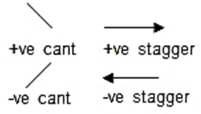
41290116-ACM-DR-RO-500013	Sección transversal de la estructura B41/63
41290116-ACM-DR-RO-500014	Sección transversal de la estructura B42/01
41290116-ACM-DR-RO-500015	Sección transversal de la estructura B42/02
41290116-ACM-DR-RO-500016	Sección transversal de la estructura B42/03
41290116-ACM-DR-RO-500017	Sección transversal de la estructura B42/04
41290116-ACM-DR-RO-500018	Sección transversal de la estructura B42/05
41290116-ACM-DR-RO-500019	Sección transversal de la estructura B42/06

Tabla 45: Listado de los resultados obtenidos.

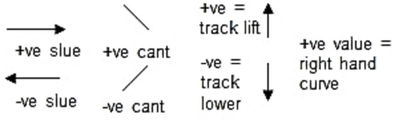
Line:	DOWN-MAIN

Linespeed WR44	70	mph
Linespeed WR46 pre crossover	70	mph
Linespeed WR46 post crossover	100	mph
Stagger reduction	40	mm/m
Height at Start of Stagger Reduction	4700	mm
Maximum Stagger Curved	350	mm

N.B. these sign conventions are facing increasing mileage .



+ve value = right hand curve



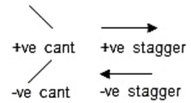
+ve value = right hand curve

NUMBER	STRUCTURES		Existing Design Information						Calculated OLE Results																										
Wire Run Number	Structure Number	Structure Location [m]	Contact Wire Stagger [mm]	Contact Wire Height [mm]	Catenary Height [mm]	Track Cant [mm]	Versine [mm]	Track Radius [m]	Minimum Stagger [mm]	Maximum Stagger [mm]	Structure Span [m]	Mid Span Offset [mm]	Gradient	Change of Gradient	Blow Off [mm]	Stagger Effect [mm]	Actual Deviation [mm]	Maximum Permissible Desviation [mm]	Sweep Ratio	pk1	pk2	Left rail elevation1	Left rail elevation2	interpolación	right rail elevation1	right rail elevation2	interpolación	slew1	slew2	interpolación	lift1	lift2	interpolación
WR44	B41/50	1279,0	-230	4830	6790	0				344,8										1279	1279	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0030	0,0030	0,0030	0,0040	0,0040	0,0040
							0	10000000,0			60,8	0,0	-337,59		122,02	108,38	230,40	394,8	7,6													
WR44	B41/52	1339,7	230	4650	6330	0				350,0										1339	1340	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0101	0,0106	0,0105	-0,0050	-0,0050	-0,0050
							0	10000000,0			46,0	230,0	383,40	-179,5	69,95	0,00	299,95	400	0,0													
WR44	B41/54	1385,7	230	4770	6200	0				347,2										1385	1386	283,9500	283,9570	283,9551	283,9500	283,9570	283,9551	0,0296	0,0300	0,0299	0,0053	0,0058	0,0057
							0	10000000,0																									
	Overlap												-353,91	-7319,30																			
WR46	B41/52	1339,7	-230	4900	6630	0				342,0										1339	1340	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0101	0,0106	0,0105	-0,0050	-0,0050	-0,0050
							0	10000000,0			46,0	230,0	-121,07	188,8	69,95	0,00	299,95	392	0,0													
WR46	B41/54	1385,7	-230	4520	6500	0				350,0										1385	1386	283,9500	283,9570	283,9551	283,9500	283,9570	283,9551	0,0296	0,0300	0,0299	0,0053	0,0058	0,0057
							0	10000000,0			46,0	0,0	-353,61	413966,6	69,83	0,00	69,83	400	10,0													
WR46	B41/56	1431,7	230	4390	5790	0				350,0										1431	1432	284,0670	284,0650	284,0656	284,0670	284,0650	284,0656	0,0376	0,0374	0,0375	0,0257	0,0262	0,0261
							0	10000000,0			24,3	110,0	-486,71	-1293,1	19,57	0,00	129,57	400	9,9													
WR46	B41/58	1456,0	-10	4340	4500	0				350,0										1456	1456	284,0010	284,0010	284,0010	284,0010	284,0010	284,0010	0,0408	0,0408	0,0408	0,0262	0,0262	0,0262
							0	10000000,0			12,0	115,0	-1197,36	-820,0	4,74	0,00	119,74	400	17,5													
WR46	B41/60	1468,0	-220	4330	4490	0				350,0										1468	1468	283,9690	283,9690	283,9690	283,9690	283,9690	283,9690	0,0492	0,0492	0,0492	0,0174	0,0174	0,0174
							0	10000000,0			24,4	125,0	2439,53	-803,2	19,67	0,00	144,67	400	7,8													
WR46	B41/61	1492,4	-30	4340	5240	0				350,0										1492	1493	283,9050	283,9020	283,9038	283,9050	283,9020	283,9038	0,0666	0,0675	0,0670	-0,0238	-0,0266	-0,0249
							0	10000000,0			45,8	130,0	2290,75	-37561,2	69,36	36,04	235,41	400	4,4													
WR46	B41/62	1538,2	-230	4360	6660	0				350,0										1538	1539	283,7820	283,7800	283,7816	283,7820	283,7800	283,7816	0,1108	0,1114	0,1109	-0,1388	-0,1409	-0,1393
							0	10000000,0			33,5	130,0	670,41	-947,8	37,13	0,00	167,13	400	6,0													
WR46	B41/63	1571,7	-30	4410	5910	0				350,0										1571	1572	283,6950	283,6920	283,6928	283,6950	283,6920	283,6928	0,1055	0,1059	0,1058	-0,1241	-0,1236	-0,1237
							0	10000000,0			31,7	130,0	792,39	4355,1	33,20	0,00	163,20	400	6,3													
WR46	B42/01	1603,4	-230	4450	5250	0				350,0										1603	1604	283,6090	283,6070	283,6081	283,6090	283,6070	283,6081	0,0917	0,0914	0,0916	-0,0989	-0,0982	-0,0986
							0	10000000,0			24,1	165,0	2414,67	1179,4	19,27	0,00	184,27	400	5,4													
WR46	B42/02	1627,6	-100	4460	5050	0				350,0										1627	1628	283,5450	283,5430	283,5438	283,5450	283,5430	283,5438	0,0651	0,0625	0,0636	-0,1053	-0,1070	-0,1063
							0	10000000,0			24,6	150,0	2462,14	125242,4	20,03	0,00	170,03	400	4,1													
WR46	B42/03	1652,2	-200	4470	5300	0				350,0										1652	1653	283,4790	283,4760	283,4784	283,4790	283,4760	283,4784	0,0471	0,0466	0,0470	-0,1201	-0,1207	-0,1202
							0	10000000,0			22,2	150,0	553,95	-714,8	16,22	0,00	166,22	400	4,5													
WR46	B42/04	1674,4	-100	4510	5130	0				350,0										1674	1675	283,4200	283,4180	283,4193	283,4200	283,4180	283,4193	0,0403	0,0379	0,0394	-0,1134	-0,1120	-0,1129
							0	10000000,0			38,9	165,0	555,12	262585,6	49,90	21,17	236,07	400	3,3													
WR46	B42/05	1713,2	-230	4580	6480	0				350,0										1713	1714	283,3160	283,3130	283,3153	283,3160	283,3130	283,3153	0,0068	0,0059	0,0066	-0,0267	-0,0247	-0,0263
							0	10000000,0			45,6	0,0	650,76	3777,3	68,57	0,00	68,57	400	10,1													
WR46	B42/06	1758,8	230	4650	6200	0				350,0										1758	1759	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0178	-0,0175	-0,0176	0,0038	0,0037	0,0037
							0	10000000,0			51,9	0,0	864,97	2627,7	89,01	0,00	89,01	400	8,9													
WR46	B42/07	1810,7	-230	4710	6650	0				349,6										1810	1811			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000			0,0000			0,0000
							0	10000000,0										399,6															

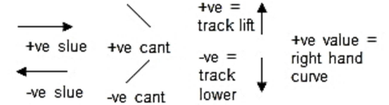
Line:	UP-MAIN

Linespeed WR45	100	mph
Linespeed WR47 pre crossover	100	
Linespeed WR47 post crossover	70	mph
Stagger reduction	40	mm/m
Height at Start of Stagger Reduction	4700	mm
Maximum Stagger Curved	350	mm

N.B. these sign conventions are facing increasing mileage .



+ve value = right hand curve



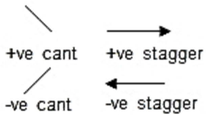
+ve value = right hand curve

| NUMBER | STRUCTURES | | Existing Design Information | | | | | | Calculated OLE Results | | | | | |

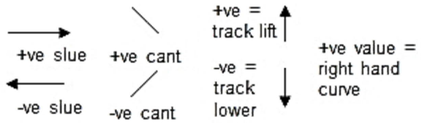
Line:	CROSSOVER

Linespeed WR48	50
Stagger reduction	40
Height at Start of Stagger Reduction	4700
Maximum Stagger Curved	350

N.B. these sign conventions are facing increasing mileage .



+ve value = right hand curve



+ve value = right hand curve

NUMBER	STRUCTURES		Existing Design Information						Calculated OLE Results																							
Wire Run Number	Structure Number	Structure Location [m]	Contact Wire Stagger [mm]	Contact Wire Height [mm]	Catenary Height [mm]	Track Cant [mm]	Versine [mm]	Track Radius [m]	Minimum Stagger [mm]	Structure Span [m]	Mid Span Offset [mm]	Gradient	Change of Gradient	Blow Off [mm]	Stagger Effect [mm]	Actual Deviation [mm]	Maximum Permissible Desviation [mm]	Sweep Ratio	pk1	pk2	Left rail elevation1	Left rail elevation2	interpolación	right rail elevation1	right rail elevation2	interpolación	slew1	slew2	interpolación	lift1	lift2	interpolación
WR48	B41/61	1492,6	290	4440	5410		-163	-1599,6		45,7	308,0	NIVELADO		68,93	22,66	399,59	400	7,1	1492	1493			0,0			0,0			0			0
WR48	B41/62	1538,2	0	4440	7080		49	2866,4		33,5	1,0	NIVELADO	NIVELADO	37,13	0,00	38,13	400	3,0	1538	1539			0,0			0,0			0			0
WR48	B41/63	1571,7	100	4440	5760		126	996,7		31,7	1,0	3169,60	-3169,6	33,20	0,00	34,20	400	8,0	1571	1572			0,0			0,0			0			0
WR48	B42/01	1603,4	150	4450	5360		63	1156,8		24,1	187,0	2414,64	-10137,5	19,27	0,00	206,27	400	8,3	1603	1604			0,0			0,0			0			0
WR48	B42/02	1627,6	350	4460	5070		73	1038,0		24,6	137,0	2462,14	125161,7	20,03	0,00	157,03	400	11,4	1627	1628			0,0			0,0			0			0
WR48	B42/03	1652,2	70	4470	5180		8	7540,9		22,0	27,0	439,37	-534,8	15,95	0,00	42,95	400	3,2	1652	1653			0,0			0,0			0			0
WR48	B42/04	1674,2	0	4520	5820		-131	-1443,8		38,9	276,0	486,23	4558,7	50,00	29,04	355,04	400	7,5	1674	1675	283,42	283,418	283,4	283,42	283,418	283,4	0,0403	0,0379	0,03988	-0,1134	-0,112	-0,11315
WR48	B42/05	1713,1	290	4600	6400		136										400		1713	1714			0,0			0,0			0			0

41290116-ACM-CL-RO-500004 Pendolado del hilo 44 de la B41/50 a la B41/52

N	A	B	d	
6	10	5	1	1697
			2	1369
			3	1205
			4	1205
			5	1369
			6	1697

E	1980	mm
L	60,8	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1960	mm
H2	1680	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
15	0 mm
25	0 mm
35	0 mm
45	0 mm
55	0 mm

Corrección altura
43,03 mm
89,08 mm
135,13 mm
181,18 mm
227,24 mm
273,29 mm

Corrección total
1653,97 mm
1279,92 mm
1069,87 mm
1023,82 mm
1141,76 mm
1423,71 mm

41290116-ACM-CL-RO-500004 Pendolado del hilo 44 de la B41/52 a la B41/54

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1680	mm
H2	1430	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
327,78 mm
377,78 mm
427,78 mm
477,78 mm
527,78 mm

Corrección total
1437,22 mm
1206,22 mm
1095,22 mm
1106,22 mm
1237,22 mm

41290116-ACM-CL-RO-500004 Pendolado del hilo 44 de la B41/54 a la B41/56

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1430	mm
H2		mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
708,89 mm
994,89 mm
1280,89 mm
1566,89 mm
1852,89 mm

Corrección total
1056,11 mm
589,11 mm
242,11 mm
17,11 mm
-87,89 mm

41290116-ACM-CL-RO-500005 Pendolado del hilo 45 de la B41/49 a la B41/51

N	A	B	d	
6	10	5	1	1697
			2	1369
			3	1205
			4	1205
			5	1369
			6	1697

E	1980	mm
L	60	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	2020	mm
H2	1980	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
15	0 mm
25	0 mm
35	0 mm
45	0 mm
55	0 mm

Corrección altura
-36,67 mm
-30,00 mm
-23,33 mm
-16,67 mm
-10,00 mm
-3,33 mm

Corrección total
1733,67 mm
1399,00 mm
1228,33 mm
1221,67 mm
1379,00 mm
1700,33 mm

41290116-ACM-CL-RO-500005 Pendolado del hilo 45 de la B41/51 a la B41/53

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1980	mm
H2	1730	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
27,78 mm
77,78 mm
127,78 mm
177,78 mm
227,78 mm

Corrección total
1737,22 mm
1506,22 mm
1395,22 mm
1406,22 mm
1537,22 mm

41290116-ACM-CL-RO-500005 Pendolado del hilo 45 de la B41/53 a la B41/55

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1730	mm
H2		mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
442,22 mm
788,22 mm
1134,22 mm
1480,22 mm
1826,22 mm

Corrección total
1322,78 mm
795,78 mm
388,78 mm
103,78 mm
-61,22 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/52 a la B41/54

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1730	mm
H2	1980	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
222,22 mm
172,22 mm
122,22 mm
72,22 mm
22,22 mm

Corrección total
1542,78 mm
1411,78 mm
1400,78 mm
1511,78 mm
1742,78 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/54 a la B41/56

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1980	mm
H2	1400	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
64,44 mm
177,22 mm
290,00 mm
402,78 mm
515,56 mm

Corrección total
1705,56 mm
1422,78 mm
1254,00 mm
1197,22 mm
1254,44 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/56 a la B41/58

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1400	mm
H2	160	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
838,33 mm
1200,00 mm
1561,67 mm

Corrección total
1033,67 mm
624,00 mm
310,33 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/58 a la B41/60

N	A	B	d	
2	6	3	1	1948
			2	1948

E	1980	mm
L	12	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	160	mm
H2	160	mm

Corrección cargas	
3	0 mm
9	0 mm

Corrección altura
1820,00 mm
1820,00 mm

Corrección total	
128,00	mm
128,00	mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/60 a la B41/61

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	160	mm
H2	900	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1665,83 mm
1450,00 mm
1234,17 mm

Corrección total	
206,17	mm
374,00	mm
637,83	mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/61 a la B41/62

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	900	mm
H2	2300	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
924,44 mm
652,22 mm
380,00 mm
107,78 mm
-164,44 mm

Corrección total
845,56 mm
947,78 mm
1164,00 mm
1492,22 mm
1934,44 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/62 a la B41/63

N	A	B	d	
4	7,67	5	1	1828
			2	1761
			3	1761
			4	1828

E	1980	mm
L	33	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	2300	mm
H2	1500	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12,67	0 mm
20,34	0 mm
28,01	0 mm

Corrección altura	
-198,79	mm
-12,85	mm
173,09	mm
359,03	mm

Corrección total	
2026,79	mm
1773,85	mm
1587,91	mm
1468,97	mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B41/63 a la B42/01

N	A	B	d	
4	7	5	1	1838
			2	1786
			3	1786
			4	1838

E	1980	mm
L	31	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1500	mm
H2	800	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm
26	0 mm

Corrección altura
592,90 mm
750,97 mm
909,03 mm
1067,10 mm

Corrección total
1245,10 mm
1035,03 mm
876,97 mm
770,90 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B42/01 a la B42/02

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	800	mm
H2	590	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1223,75 mm
1285,00 mm
1346,25 mm

Corrección total
648,25 mm
539,00 mm
525,75 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B42/02 a la B42/03

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	590	mm
H2	830	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1340,00 mm
1270,00 mm
1200,00 mm

Corrección total
532,00 mm
554,00 mm
672,00 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B42/03 a la B42/04

N	A	B	d	
3	6	5	1	1882
			2	1847
			3	1882

E	1980	mm
L	22	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	830	mm
H2	620	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
11	0 mm
17	0 mm

Corrección altura
1197,73 mm
1255,00 mm
1312,27 mm

Corrección total
684,27 mm
592,00 mm
569,73 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B42/04 a la B42/05

N	A	B	d	
4	9,33	5	1	1804
			2	1688
			3	1688
			4	1804

E	1980	mm
L	38	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	620	mm
H2	1900	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14,33	0 mm
23,66	0 mm
32,99	0 mm

Corrección altura
1191,58 mm
877,31 mm
563,03 mm
248,76 mm

Corrección total
612,42 mm
810,69 mm
1124,97 mm
1555,24 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006 Pendolado del hilo 46 de la B42/05 a la B42/06

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1900	mm
H2	1550	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
118,89 mm
186,94 mm
255,00 mm
323,06 mm
391,11 mm

Corrección total
1651,11 mm
1413,06 mm
1289,00 mm
1276,94 mm
1378,89 mm

41290116-ACM-CL-RO-500006

Pendolado del hilo 46 de la B42/06 a la B42/07

N	A	B	d	
6	8,2	5	1	1741
			2	1531
			3	1426
			4	1426
			5	1531
			6	1741

E	1980	mm
L	51	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1550	mm
H2	1940	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,2	0 mm
21,4	0 mm
29,6	0 mm
37,8	0 mm
46	0 mm

Corrección altura	
391,76	mm
329,06	mm
266,35	mm
203,65	mm
140,94	mm
78,24	mm

Corrección total	
1349,24	mm
1201,94	mm
1159,65	mm
1222,35	mm
1390,06	mm
1662,76	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/51 a la B41/53

N	A	B	d	
5	9	5	1	1765
			2	1584
			3	1523
			4	1584
			5	1765

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1430	mm
H2	1680	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14	0 mm
23	0 mm
32	0 mm
41	0 mm

Corrección altura
522,22 mm
472,22 mm
422,22 mm
372,22 mm
322,22 mm

Corrección total
1242,78 mm
1111,78 mm
1100,78 mm
1211,78 mm
1442,78 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/53 a la B41/55

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1680	mm
H2	1400	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
331,11 mm
385,56 mm
440,00 mm
494,44 mm
548,89 mm

Corrección total
1438,89 mm
1214,44 mm
1104,00 mm
1105,56 mm
1221,11 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/55 a la B41/57

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1400	mm
H2	160	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
838,33 mm
1200,00 mm
1561,67 mm

Corrección total
1033,67 mm
624,00 mm
310,33 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/57 a la B41/59

N	A	B	d	
2	6	3	1	1948
			2	1948

E	1980	mm
L	12	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	160	mm
H2	160	mm

Corrección cargas	
3	0 mm
9	0 mm

Corrección altura	
1820,00	mm
1820,00	mm

Corrección total	
128,00	mm
128,00	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/59 a la B41/61

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	160	mm
H2	830	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1680,42 mm
1485,00 mm
1289,58 mm

Corrección total	
191,58	mm
339,00	mm
582,42	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/61 a la B41/62

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	830	mm
H2	2250	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
992,22 mm
716,11 mm
440,00 mm
163,89 mm
-112,22 mm

Corrección total
777,78 mm
883,89 mm
1104,00 mm
1436,11 mm
1882,22 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/62 a la B41/63

N	A	B	d	
4	7,67	5	1	1828
			2	1761
			3	1761
			4	1828

E	1980	mm
L	33	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	2250	mm
H2	1500	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12,67	0 mm
20,34	0 mm
28,01	0 mm

Corrección altura	
-156,364	mm
17,95455	mm
192,2727	mm
366,5909	mm

Corrección total	
1984,363636	mm
1743,045455	mm
1568,727273	mm
1461,409091	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B41/63 a la B42/01

N	A	B	d	
4	7	5	1	1838
			2	1786
			3	1786
			4	1838

E	1980	mm
L	31	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1500	mm
H2	800	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm
26	0 mm

Corrección altura
592,90 mm
750,97 mm
909,03 mm
1067,10 mm

Corrección total
1245,10 mm
1035,03 mm
876,97 mm
770,90 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/01 a la B42/02

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	800	mm
H2	590	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1223,75 mm
1285,00 mm
1346,25 mm

Corrección total
648,25 mm
539,00 mm
525,75 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/02 a la B42/03

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	590	mm
H2	830	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura	
1340,00	mm
1270,00	mm
1200,00	mm

Corrección total	
532,00	mm
554,00	mm
672,00	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/03 a la B42/04

N	A	B	d	
3	6	5	1	1882
			2	1847
			3	1882

E	1980	mm
L	22	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	830	mm
H2	900	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
11	0 mm
17	0 mm

Corrección altura
1134,09 mm
1115,00 mm
1095,91 mm

Corrección total
747,91 mm
732,00 mm
786,09 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/04 a la B42/05

N	A	B	d	
4	9,33	5	1	1804
			2	1688
			3	1688
			4	1804

E	1980	mm
L	38	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	900	mm
H2	1900	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14,33	0 mm
23,66	0 mm
32,99	0 mm

Corrección altura	
948,42	mm
702,89	mm
457,37	mm
211,84	mm

Corrección total	
855,58	mm
985,11	mm
1230,63	mm
1592,16	mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/05 a la B42/06

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1900	mm
H2	1500	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
124,44 mm
202,22 mm
280,00 mm
357,78 mm
435,56 mm

Corrección total
1645,56 mm
1397,78 mm
1264,00 mm
1242,22 mm
1334,44 mm

41290116-ACM-CL-RO-500007 Pendolado del hilo 47 de la B42/06 a la B42/07

N	A	B	d	
6	8,2	5	1	1741
			2	1531
			3	1426
			4	1426
			5	1531
			6	1741

E	1980	mm
L	51	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1500	mm
H2	1940	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,2	0 mm
21,4	0 mm
29,6	0 mm
37,8	0 mm
46	0 mm

Corrección altura	
436,86	mm
366,12	mm
295,37	mm
224,63	mm
153,88	mm
83,14	mm

Corrección total	
1304,14	mm
1164,88	mm
1130,63	mm
1201,37	mm
1377,12	mm
1657,86	mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B41/61 a la B41/62

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	31	m

Cargas CW	SÍ	1

H1	970	mm
H2	2640	mm

Corrección cargas		
5	70,98739	mm
13,75	195,2153	mm
22,5	144,2647	mm
31,25	88,16176	mm
40	32,05882	mm

Corrección altura		
824,44	mm	
499,72	mm	
175,00	mm	
-149,72	mm	
-474,44	mm	

Corrección total		
874,57	mm	
905,06	mm	
1224,74	mm	
1661,56	mm	
2212,39	mm	

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B41/62 a la B41/63

N	A	B	d	
4	7,67	5	1	1828
			2	1761
			3	1761
			4	1828

E	1980	mm
L	33	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	2640	mm
H2	1320	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12,67	0 mm
20,34	0 mm
28,01	0 mm

Corrección altura	
-460,00	mm
-153,20	mm
153,60	mm
460,40	mm

Corrección total	
2288,00	mm
1914,20	mm
1607,40	mm
1367,60	mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B41/63 a la B42/01

N	A	B	d	
4	7	5	1	1838
			2	1786
			3	1786
			4	1838

E	1980	mm
L	31	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1320	mm
H2	910	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm
26	0 mm

Corrección altura
726,13 mm
818,71 mm
911,29 mm
1003,87 mm

Corrección total
1111,87 mm
967,29 mm
874,71 mm
834,13 mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B42/01 a la B42/02

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	910	mm
H2	610	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1132,50 mm
1220,00 mm
1307,50 mm

Corrección total
739,50 mm
604,00 mm
564,50 mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B42/02 a la B42/03

N	A	B	d	
3	7	5	1	1872
			2	1824
			3	1872

E	1980	mm
L	24	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	610	mm
H2	710	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
12	0 mm
19	0 mm

Corrección altura
1349,17 mm
1320,00 mm
1290,83 mm

Corrección total
522,83 mm
504,00 mm
581,17 mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B42/03 a la B42/04

N	A	B	d	
3	6	5	1	1882
			2	1847
			3	1882

E	1980	mm
L	22	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	11,7	m

Cargas CW	SÍ	1

H1	710	mm
H2	1300	mm

Corrección cargas		
5	54,80185	mm
11	106,1376	mm
17	48,24437	mm

Corrección altura	
1135,91	mm
975,00	mm
814,09	mm

Corrección total	
691,29	mm
765,86	mm
1019,66	mm

41290116-ACM-CL-RO-500008

Pendolado del hilo 48 de la B42/04 a la B42/05

N	A	B	d	
4	9,33	5	1	1804
			2	1688
			3	1688
			4	1804

E	1980	mm
L	38	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	SI	1

H1	1300	mm
H2	1800	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
14,33	0 mm
23,66	0 mm
32,99	0 mm

Corrección altura
614,21 mm
491,45 mm
368,68 mm
245,92 mm

Corrección total
1189,79 mm
1196,55 mm
1319,32 mm
1558,08 mm

41290116-ACM-CL-RO-500008 Pendolado del hilo 48 de la B42/05 a la B42/06

N	A	B	d	
5	8,75	5	1	1770
			2	1600
			3	1544
			4	1600
			5	1770

E	1980	mm
L	45	m
W	245,25	N
V	16,642	N/m
T	11900	N
x	0	m

Cargas CW	NO	0

H1	1900	mm
H2	1066,8	mm

Corrección cargas	
5	0 mm
13,75	0 mm
22,5	0 mm
31,25	0 mm
40	0 mm

Corrección altura
172,58 mm
334,59 mm
496,60 mm
658,61 mm
820,62 mm

Corrección total
1597,42 mm
1265,41 mm
1047,40 mm
941,39 mm
949,38 mm

41290116-ACM-CL-RO-500009		
A	33	m
C_o	1	
C_{season}	1	
C_{prob}	0,8143	
C_{alt}	1,033	
C_{dir}	1	
$V_{b,map}$	22,5	m/s
$C_e(z)$		
15,8	km	
5	m Z-h_{dist}	
Section	107	mm^2
d	0,011672045	m
G_c	0,75	
C_c	0,8	
Angle of incidence	0	º
Conductor tension	15000	N

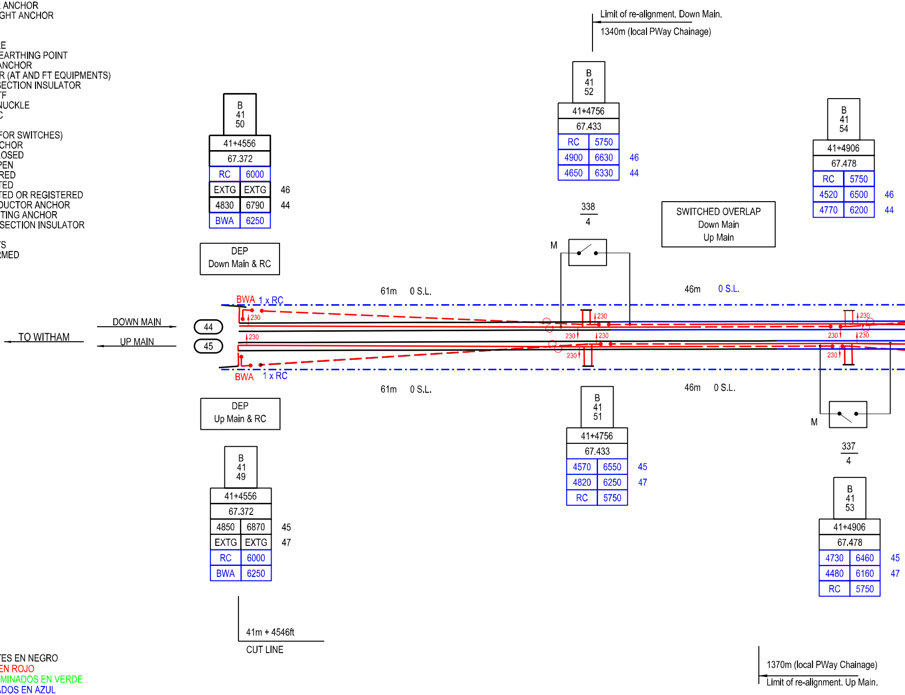
Cálculo del viento

COUNTRY		
Vb	18,92637	m/s
q_b	219,5811	N/m^2
$C_e(z)$	2,01	
q_p	441,3581	N/m^2
q_{wc}	3,090931	N/m

TOWN		
Vb	18,92637	m/s
q_b	219,5811	N/m^2
$C_e(z)$	2,01	
$C_{e,t}$	0,7	
q_p	308,9507	N/m^2
q_{wc}	2,163652	N/m

ABBREVIATIONS KEY:

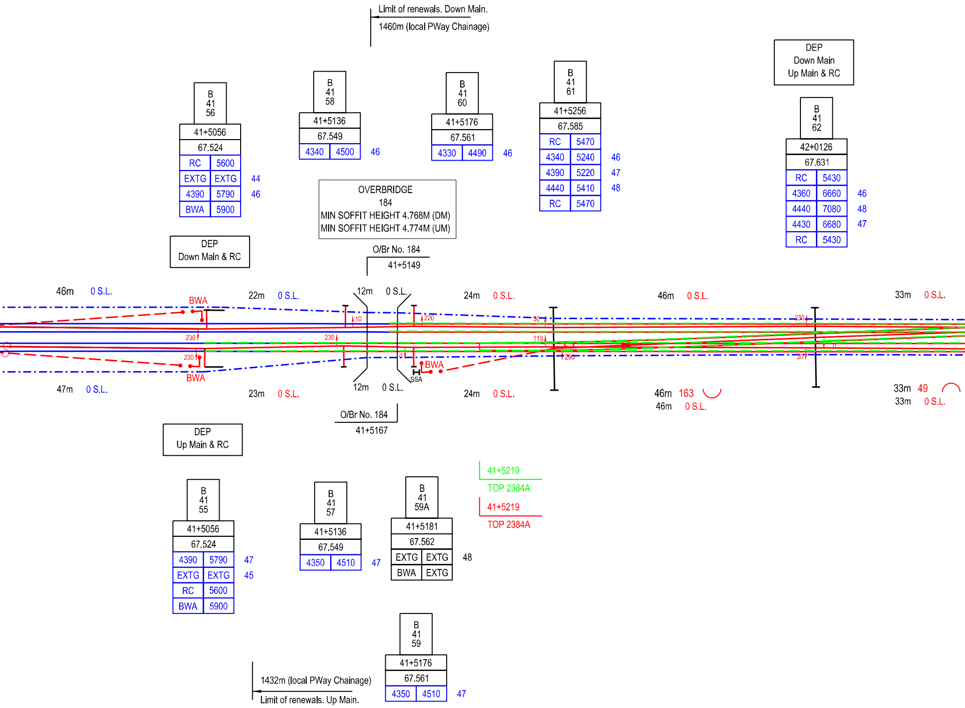
ALT	ALTERNATE FEED
APC	AUTOMATIC POWER CONTROL MAGNET
ATFA	AUTO TRANSFORMER FEEDER ANCHOR
AUX	AUXILIARY CATENARY
BFA	BARE FEEDER ANCHOR
BWA	BALANCE WEIGHT ANCHOR
CAT	CATENARY
CONT	CONTENARY
CW	CONTACT WIRE
DEP	DESIGNATED EARTHING POINT
EWA	EARTH WIRE ANCHOR
FA	FIXED ANCHOR (AT AND FT EQUIPMENTS)
HSSI	HIGH SPEED SECTION INSULATOR
IATF	INSULATED ATF
IKN	INSULATED KNUCKLE
IRC	INSULATED RC
KN	KNUCKLE
M	MOTORISED (FOR SWITCHES)
MPA	MID POINT ANCHOR
N/C	NORMALLY CLOSED
N/O	NORMALLY OPEN
NR	NOT REGISTERED
NS	NOT SUPPORTED
NSR	NOT SUPPORTED OR REGISTERED
RCA	RETURN CONDUCTOR ANCHOR
SSA	SELF SUPPORTING ANCHOR
SSSI	SLOW SPEED SECTION INSULATOR
SL	STRING LINE
TOP	TOE OF POINTS
TBC	TO BE CONFIRMED


Limit of re-alignment. Down Main.
1340m (local PWay Chainage)
B 41 52
41+4756
67.433
RC 5750
4900 6630 46
4650 6330 44
B 41 50
41+4556
67.372
RC 6000
EXTG EXTG 46
4830 6790 44
BWA 6250
B 41 54
41+4906
67.478
RC 5750
4520 6500 46
4770 6200 44
338
4
SWITCHED OVERLAP
Down Main
Up Main
DEP
Down Main & RC
M
61m 0 S.L.
46m 0 S.L.
BWA 1 x RC
230
DOWN MAIN
UP MAIN
TO WITHAM
44
45
BWA 1 x RC
61m 0 S.L.
46m 0 S.L.
DEP
Up Main & RC
B 41 51
41+4756
67.433
4570 6550 45
4820 6250 47
RC 5750
M
337
4
B 41 49
41+4556
67.372
4850 6870 45
EXTG EXTG 47
RC 6000
BWA 6250
B 41 53
41+4906
67.478
4730 6460 45
4480 6160 47
RC 5750
41m + 4546ft
CUT LINE
1370m (local PWay Chainage)
Limit of re-alignment. Up Main.

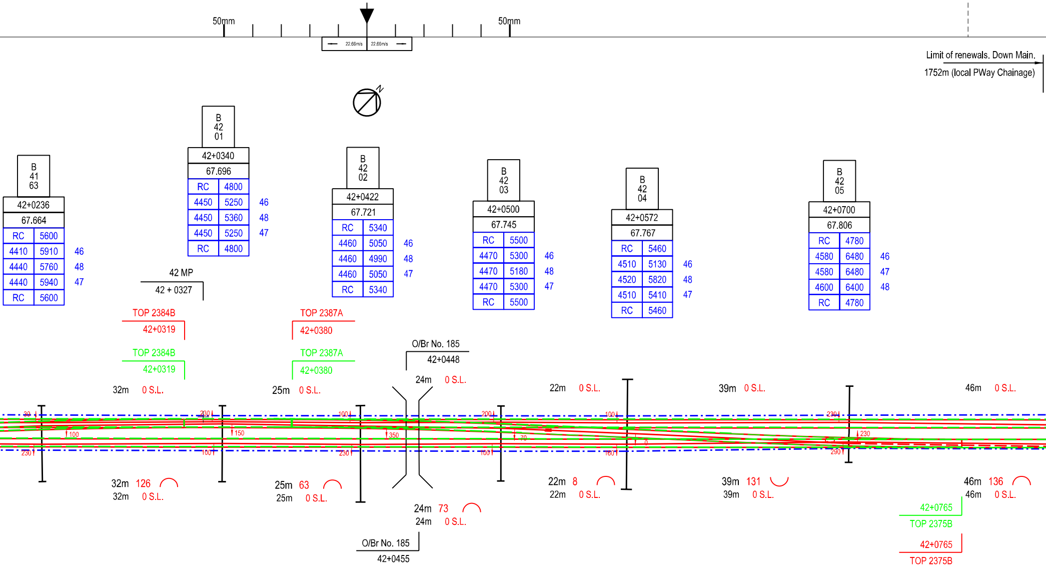
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

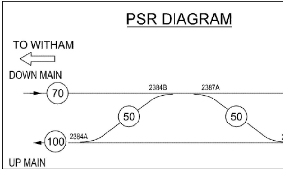
Plot Date : $DATE$
File Name : $FILE$


Limit of renewals. Down Main.
1460m (local PWay Chainage)
B 41 56
41+5056
67.524
RC 5600
EXTG EXTG 44
4390 5790 46
BWA 5900
B 41 58
41+5136
67.549
4340 4500 46
B 41 60
41+5176
67.561
4330 4490 46
B 41 61
41+5256
67.585
RC 5470
4340 5240 46
4390 5220 47
4440 5410 48
RC 5470
DEP
Down Main
Up Main & RC
B 41 62
42+0126
67.631
RC 5430
4360 6660 46
4440 7080 48
4430 6680 47
RC 5430
OVERBRIDGE
184
MIN SOFFIT HEIGHT 4.768M (DM)
MIN SOFFIT HEIGHT 4.774M (UM)
DEP
Down Main & RC
O/Br No. 184
41+5149
46m 0 S.L.
BWA
22m 0 S.L.
12m 0 S.L.
24m 0 S.L.
46m 0 S.L.
33m 0 S.L.
10
220
230
30
110
230
230
230
230
0
290
30
BWA
SSA
BWA
47m 0 S.L.
23m 0 S.L.
12m 0 S.L.
24m 0 S.L.
46m 163
46m 0 S.L.
33m 49
33m 0 S.L.
O/Br No. 184
41+5167
DEP
Up Main & RC
41+5219
TOP 2384A
41+5219
TOP 2384A
B 41 55
41+5056
67.524
4390 5790 47
EXTG EXTG 45
RC 5600
BWA 5900
B 41 57
41+5136
67.549
4350 4510 47
B 41 59A
41+5181
67.562
EXTG EXTG 48
BWA EXTG
B 41 59
41+5176
67.561
4350 4510 47
1432m (local PWay Chainage)
Limit of renewals. Up Main.

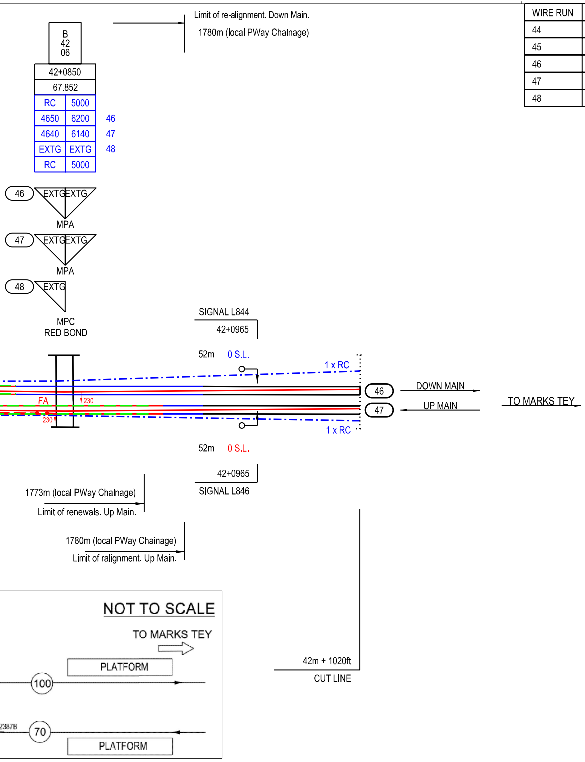
Limit of renewals. Down Main.
1752m (local PWay Chainage)


50mm
50mm
22.66m/s
22.66m/s
N
B 41 63
42+0236
67.664
RC 5600
4410 5910 46
4440 5760 48
4440 5940 47
RC 5600
B 42 01
42+0340
67.696
RC 4800
4450 5250 46
4450 5360 48
4450 5250 47
RC 4800
B 42 02
42+0422
67.721
RC 5340
4460 5050 46
4460 4990 48
4460 5050 47
RC 5340
B 42 03
42+0500
67.745
RC 5500
4470 5300 46
4470 5180 48
4470 5300 47
RC 5500
B 42 04
42+0572
67.767
RC 5460
4510 5130 46
4520 5820 48
4510 5410 47
RC 5460
B 42 05
42+0700
67.806
RC 4780
4580 6480 46
4580 6480 47
4600 6400 48
RC 4780
42 MP
42 + 0327
TOP 2384B
42+0319
TOP 2384B
42+0319
TOP 2387A
42+0380
TOP 2387A
42+0380
O/Br No. 185
42+0448
32m 0 S.L.
25m 0 S.L.
24m 0 S.L.
22m 0 S.L.
39m 0 S.L.
46m 0 S.L.
30
230
100
150
100
230
350
200
70
100
100
0
100
230
230
290
32m 126
32m 0 S.L.
25m 63
25m 0 S.L.
24m 73
24m 0 S.L.
22m 8
22m 0 S.L.
39m 131
39m 0 S.L.
46m 136
46m 0 S.L.
42+0765
TOP 2375B
42+0765
TOP 2375B
O/Br No. 185
42+0455

OVERBRIDGE
185
MIN SOFFIT HEIGHT 5.602M (DM)
MIN SOFFIT HEIGHT 5.638M (UM)


PSR DIAGRAM
TO WITHAM
DOWN MAIN
70
2384B
2387A
50
50
100
2384A
UP MAIN

22.66m/s
22.66m/s
50mm
50mm


Limit of re-alignment. Down Main.
1780m (local PWay Chainage)
B
42
06
42+0850
67.852
RC
5000
4650
6200
46
4640
6140
47
EXTG
EXTG
48
RC
5000
46
EXTG
EXTG
MPA
47
EXTG
EXTG
MPA
48
EXTG
MPC
RED BOND
SIGNAL L844
42+0965
52m
0 S.L.
1 x RC
46
DOWN MAIN
47
UP MAIN
TO MARKS TEY
FA
230
230
1 x RC
52m
0 S.L.
42+0965
SIGNAL L846
1773m (local PWay Chainage)
Limit of renewals. Up Main.
1780m (local PWay Chainage)
Limit of realignment. Up Main.
42m + 1020ft
CUT LINE
NOT TO SCALE
TO MARKS TEY
PLATFORM
100
2387B
70
PLATFORM

WIRE RUN	TYPE	CW TYPE	CW TENSION	CAT TYPE	CAT TENSION	TENSION LENGTH
44	UK1-01-AT-S-ST	107sqmm CuAg	11900N	19/2.1 CAD Cu	8560N	EXTG
45	UK1-01-AT-S-ST	107sqmm CuAg	11900N	19/2.1 CAD Cu	8560N	EXTG
46	UK1-01-AT-S-ST	107sqmm CuAg	11900N	19/2.1 CAD Cu	8560N	EXTG
47	UK1-01-AT-S-ST	107sqmm CuAg	11900N	19/2.1 CAD Cu	8560N	EXTG
48	UK1-01-AT-S-ST	107sqmm CuAg	11900N	19/2.1 CAD Cu	8560N	EXTG

KEY:

ANCHORS: BALANCE WEIGHT, FIXED

CUT-IN INSULATION: PORCELAIN, GLASS FIBRE

SECTION INSULATOR: HIGH SPEED, SLOW SPEED

SWITCH

TAIL WIRE
SPLICES:

CW, CW/CAT, AUX, CONT

JUMPERS: EQUIPOTENTIAL, CURRENT CARRYING, IN-SPAN

BIAS WEIGHT

WIRE RUN MARKERS:
NUMBER, HALF TENSION LENGTH

SPAN, VERSINE

TRACK

OLE WIRE RUNS:

IN RUNNING

OUT OF RUNNING

OTHER WIRES BARE / INSULATED

RC

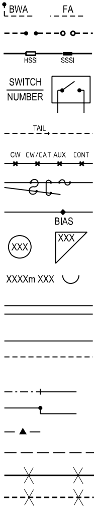
ATF

BF

EW

OVERHEAD POWER LINES

BURIED SERVICES


BWA
FA
HSSI
SSSI
SWITCH
NUMBER
TAIL
CW
CW/CAT
AUX
CONT
BIAS
XXX
XXX
XXXm XXX

Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construción

1. El contratista debe tener especial cuidado con los "red bonds" en el área y debe tomar las medidas apropiadas para proteger a los trabajadores.

2. Existe un riesgo de tensión residual en los conductores de retorno. El contratista debe utilizar métodos apropiados para confirmar que este cableado se ha descargado antes de comenzar cualquier trabajo en el conductor de retorno.

Notas:

1. El tipo de equipo OLE existente es UK1-01-AT-S-ST.
2. Detalles del cableado existente para la catenaria y el hilo de contacto tomados de la información del estudio del emplazamiento
3. El área está clasificada como no contaminada.
4. Las alturas y los descentramientos se muestran en milímetros, los vanos en metros. Todas las demás dimensiones están en pulgadas a menos que se indique lo contrario.
5. Las alturas se indican con una precisión de 10 mm
6. Los descentramientos se indican con una precisión de 5mm
7. La Flecha Norte es sólo indicativa.
9. El equipo de instalación de S&C se asegurará de que el pantógrafo esté equipado para garantizar que todos los solapamientos/cruces sean correctos y que se mantengan las distancias entre los pantógrafos.
10. Todas las longitudes en tensión permanecen inalteradas como parte del diseño.
11. Sólo se han mostrado "versines" para la sección de vía que está siendo alterada por la forma permanente en que S&C Renewals
12. La velocidad del viento calculada según la norma de Network Rail NR/L2/CIV/072 y de acuerdo a un factor de probabilidad de 0,8143, por lo que solo se calculará el Blow Off de los cables. Para los esfuerzos de las estructuras la velocidad del viento será recalculado.
13. Límites de los reajustes y renovaciones indicados en metros a la red local de Pway Chainage.

1:500
10m
0
10m
20m
30m
40m
50m

SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENTAL INFORMATION BOX

IT IS ASSUMED THAT WORKS ON THIS DRAWING WILL BE CARRIED OUT BY A COMPETENT CONTRACTOR WORKING, WHERE APPROPRIATE, TO AN APPROPRIATE METHOD STATEMENT

THIS DRAWING IS TO BE USED ONLY FOR THE PURPOSE OF ISSUE THAT IT WAS ISSUED FOR AND IS SUBJECT TO AMENDMENT

REVISION DETAILS	By / Checked	Approved	Date	Suffix

Purpose of Issue

FOR CONSTRUCTION

Client

Project Title

Kelvedon - Fernando

Drawing Title

Designed	Drawn	Checked	Approved	Date
F. Pascual	F. Pascual	J. Ramos	J. Ramos	20/06/19

Suitability
Fit for Construction

Scale @ 297 x 1681
1:500 H/1:500 V

Zone / ELR / Mileage
LTN1 41M 69ch to
42M 16ch

Drawing Number
41290116-ACM-DR-RO-500001

Rev
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F		6000			6000	
ALTURA COLA DE ANCLAJE	6250	6250			6250	6250
ALTURA DEL SUSTENTADOR			6790	6870		
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO			4830	4850		
ALTURA DEL SISTEMA			1960	2020		
NÚMERO DE HILO	46	46	44	45	47	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

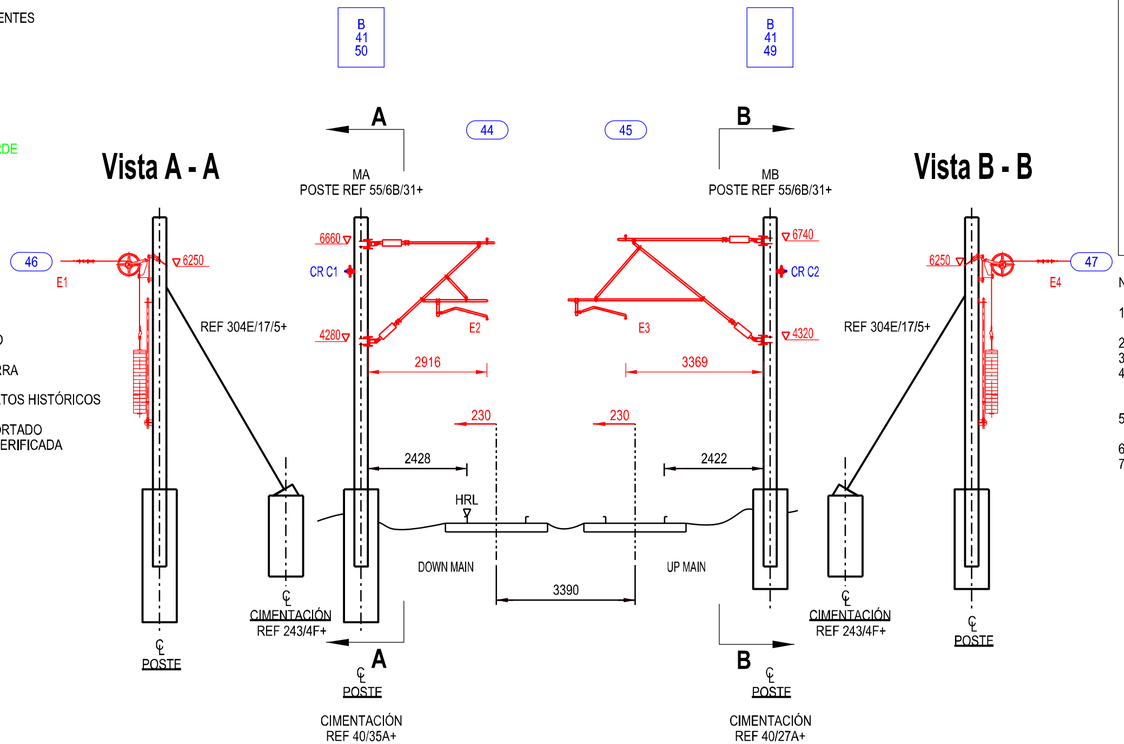
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A
2. Colocación de los jumpers de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D30

Operaciones

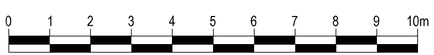
Mantenimiento

Demolición/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Se mantiene el conjunto del BWA cambiando las piezas referenciadas (pesas e hilo), actualizándolas de Mk1 a UK1.
6. Tabla de péndolado del hilo 44 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500004.
7. Tabla de péndolado del hilo 45 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500005.



ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2	C01	A09/001/002	1	
E3	C01	A09/002/002	1	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2, E3	C01	070/742/006	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
C1, C2	C01	997/786/020	2	
E1, E4	C01	A09/314/103	2	
E1, E4	C01	144/078/001	10	
E1, E4	C01	144/077/001	48	
E1, E4	C01	144/832/001	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2, E3	C01	A09/401/003	2	
E1, E4	C01	A09/403/001	2	
E1+E2, E3+E4	C01	107/802/001	2	
E1, E2, E3, E4	C01	148/440/998	300	
E1, E2, E3, E4	C01	148/058/998	300	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0	0				
NIVEL	0	0				
ELEVACIÓN	4	4				
RIPADO	3	2				

Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix
APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
41+4556

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500005

Número de la estructura
B41/49-50

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5750				5750		
ALTURA COLA DE ANCLAJE							
ALTURA DEL SUSTENTADOR	6630	6330			6250	6550	
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4900	4650			4820	4570	
ALTURA DEL SISTEMA	1730	1680			1430	1980	
NÚMERO DE HILO	46	44			47	45	

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

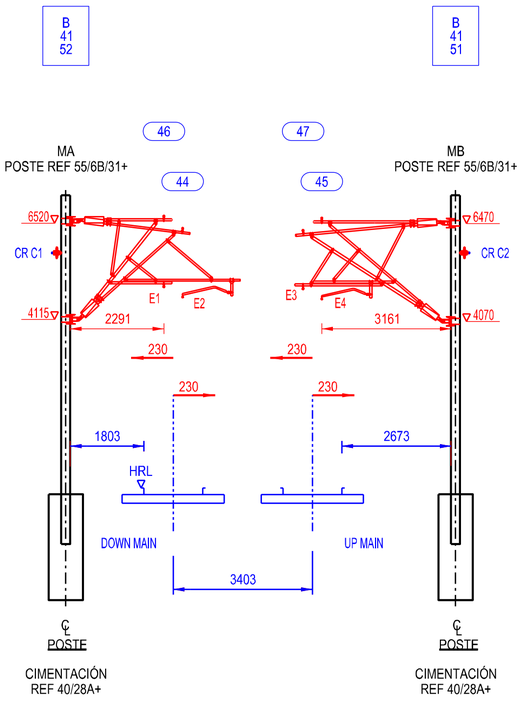
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Tabla de péndolado del hilo 44 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500004
6. Tabla de péndolado del hilo 45 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500005
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E3	C01	A09/007/001	2	
E2	C01	A09/002/002	1	
E4	C01	A09/001/002	1	
E1, E2, E3, E4	C01	126/042/001	8	C

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3, E4	C01	996/027/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
C1, C2	C01	997/786/020	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3, E4	C01	A09/401/004	4	
E1, E2, E3, E4	C01	148/440/998	200	
E1, E2, E3, E4	C01	148/058/998	200	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0				0		
NIVEL	0				0		
ELEVACIÓN	5				3		
RIPADO	10				6		

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Título del proyecto: Kelvedon - Fernando

Plano del layout: 41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura: 41+4756

Número de plano: 41290116-ACM-DR-RO-500006

Número de la estructura: B41/51-52

Revisión: C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5750		5750	
ALTURA COLA DE ANCLAJE				
ALTURA DEL SUSTENTADOR	6500	6200	6160	6460
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4520	4770	4480	4730
ALTURA DEL SISTEMA	1980	1430	1680	1730
NÚMERO DE HILO	46	44	47	45

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

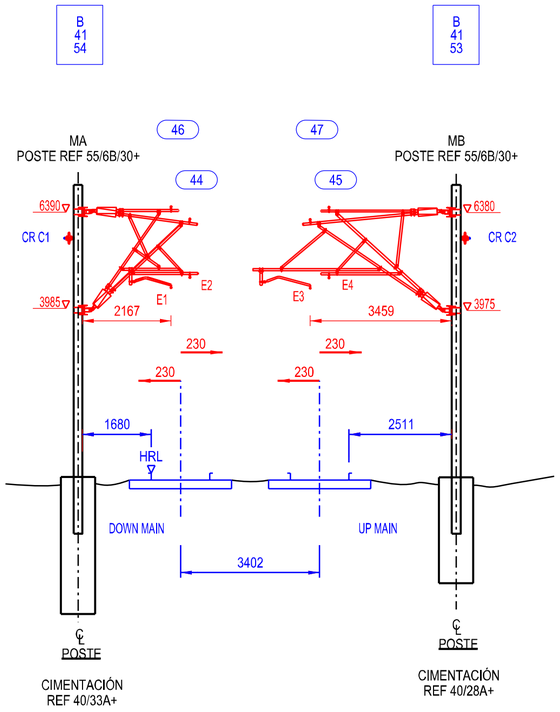
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A
2. Colocación de los jumpers de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D30

Operaciones

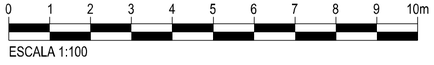
Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006
6. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007



ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2, E4	C01	A09/007/001	2	
E1	C01	A09/001/001	1	
E3	C01	A09/002/002	1	
E1, E2, E3, E4	C01	126/042/001	8	C

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3, E4	C01	996/027/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
C1, C2	C01	997/786/020	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E3	C01	A09/401/004	4	
E2, E4	C01	A09/403/001	2	
E1+E2, E3+E4	C01	107/802/001	2	
E1, E2, E3, E4	C01	148/440/998	200	
E1, E2, E3, E4	C01	148/058/998	200	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente		Project Manager
	Página 1 de 1	

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0	0				
NIVEL	0	0				
ELEVACIÓN	57	40				
RIPADO	30	11				

Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix
APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01

Título del proyecto: Kelvedon - Fernando	Número de plano: 41290116-ACM-DR-RO-500007	
Plano del layout: 41290116-ACM-DR-RO-500001		
Número de la estructura: B41/53-54	Revisión: C01	
Localización de la estructura: 41+4906		

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F		5600				5600			
ALTURA COLA DE ANCLAJE	5900		5900				5900		5900
ALTURA DEL SUSTENTADOR				5790		5790			
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO				4390		4390			
ALTURA DEL SISTEMA				1400		1400			
NÚMERO DE HILO	44		44	46		47	45		45

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

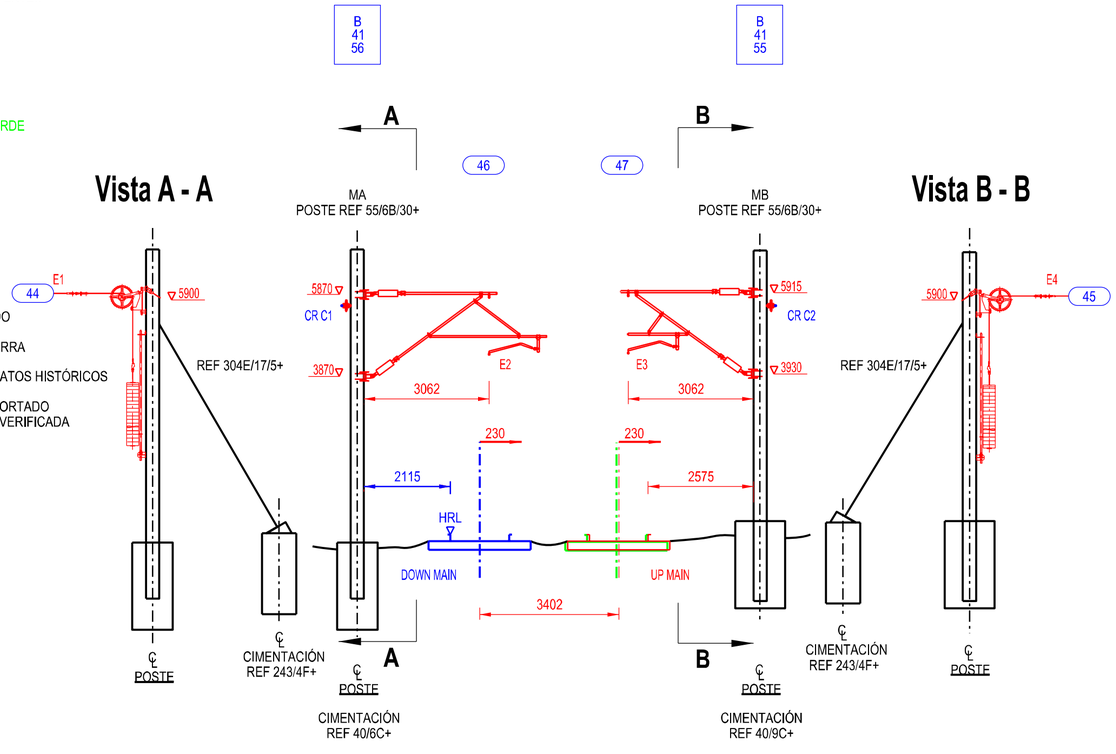
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Se ha de retirar la última péndola de cada hilo al no cumplir lo requisitos mínimos de longitud de acuerdo a la norma UK1/411/001.
6. Se mantiene el conjunto del BWA cambiando las piezas referenciadas (pesas e hilo), actualizándolas de Mk1 a UK1.
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2	C01	A09/002/002	1	
E3	C01	A09/001/002	1	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2, E3	C01	070/742/006	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
C1, C2	C01	997/786/020	2	
E1, E4	C01	A09/314/103	2	
E1, E4	C01	144/078/001	10	
E1, E4	C01	144/077/001	48	
E1, E4	C01	144/832/001	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E2, E3	C01	A09/401/006	2	
E2, E3	C01	148/440/998	300	
E2, E3	C01	148/058/998	300	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0	0
NIVEL	0	0
ELEVACIÓN	26	11
RIPADO	38	59

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
41+5056

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500008

Número de la estructura
B41/55-56

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	NSA	NSA
ALTURA COLA DE ANCLAJE		
ALTURA DEL SUSTENTADOR	4500	4510
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4340	4350
ALTURA DEL SISTEMA	160	160
NÚMERO DE HILO	46	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

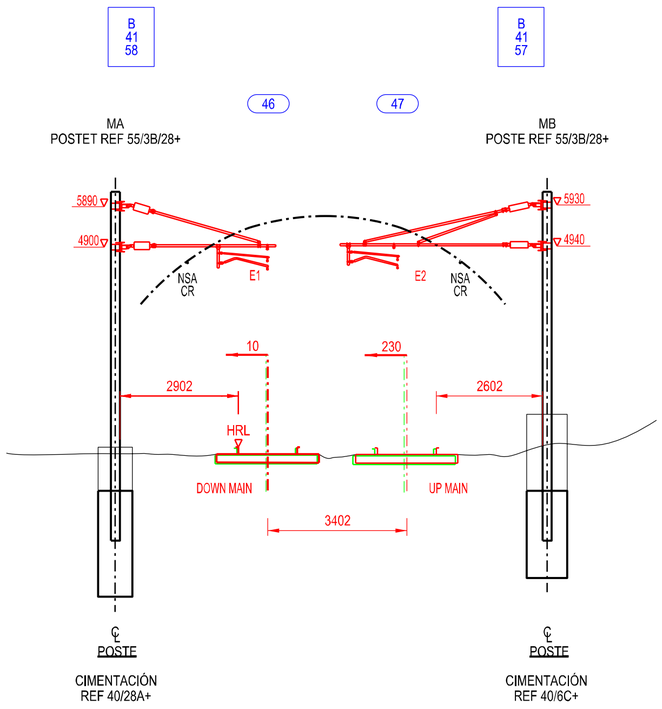
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

1. Iniciadas campañas de cambio (número 32 y 33) en el paso inferior de acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27009

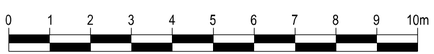
Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Se requieren medidas de protección secundarias para asegurar el aislamiento eléctrico.
6. Los hilos de retorno mantendrán la sustentación en el paso inferior.



ESCALA1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1	C01	A09/005/002	1	
E2	C01	A09/006/002	1	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	070/742/003	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	148/440/998	30	
E1, E2	C01	121/094/003	30	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0	0							
NIVEL	0	-12							
ELEVACIÓN	26	32	APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
RIPADO	41	66	Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Título del proyecto: Kelvedon - Fernando

Plano del layout: 41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura: 41+5136

Número de plano: 41290116-ACM-DR-RO-500009

Número de la estructura: B41/57-58

Revisión: C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	NSA	NSA
ALTURA COLA DE ANCLAJE		
ALTURA DEL SUSTENTADOR	4490	4510
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4330	4350
ALTURA DEL SISTEMA	160	160
NÚMERO DE HILO	46	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

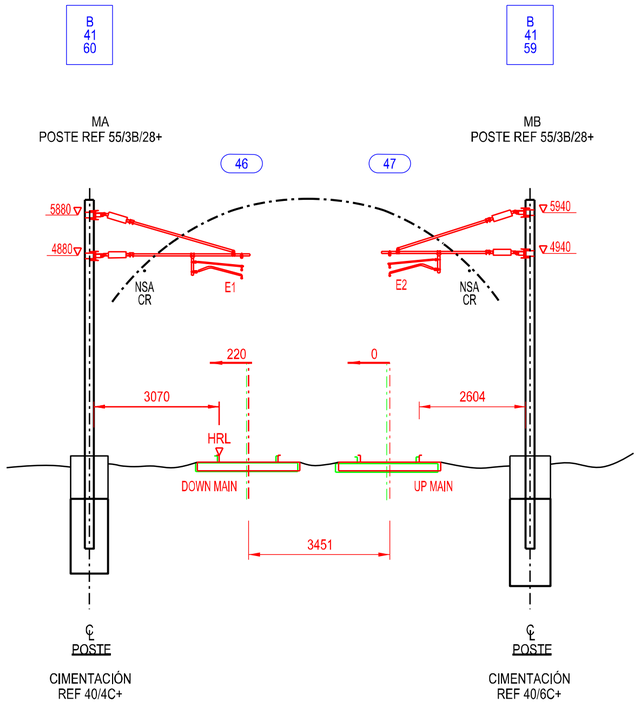
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURAS EXISTENTES A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

1. Iniciadas campañas de cambio (número 32 y 33) en el paso inferior de acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27009

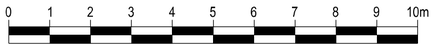
Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Se ha de retirar la primera y segunda péndola de cada hilo al no cumplir lo requisitos mínimos de longitud de acuerdo a la norma UK1/411/001.
6. Los hilos de retorno se sustentarán en el propio paso inferior.
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.



ESCALA1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	A09/005/002	2	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	070/742/003	2	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	148/440/998	50	
E1, E2	C01	148/058/998	50	
E1, E2	C01	A09/401/006	2	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

PERALTE	0	0				
NIVEL	0	0				
ELEVACIÓN	17	34				
RIPADO	49	73				

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
41+5176

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500010

Número de la estructura
B41/59-60

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5470		5470
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5240	5220	5410
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4340	4390	4440
ALTURA DEL SISTEMA	900	830	970
NÚMERO DE HILO	46	47	48

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

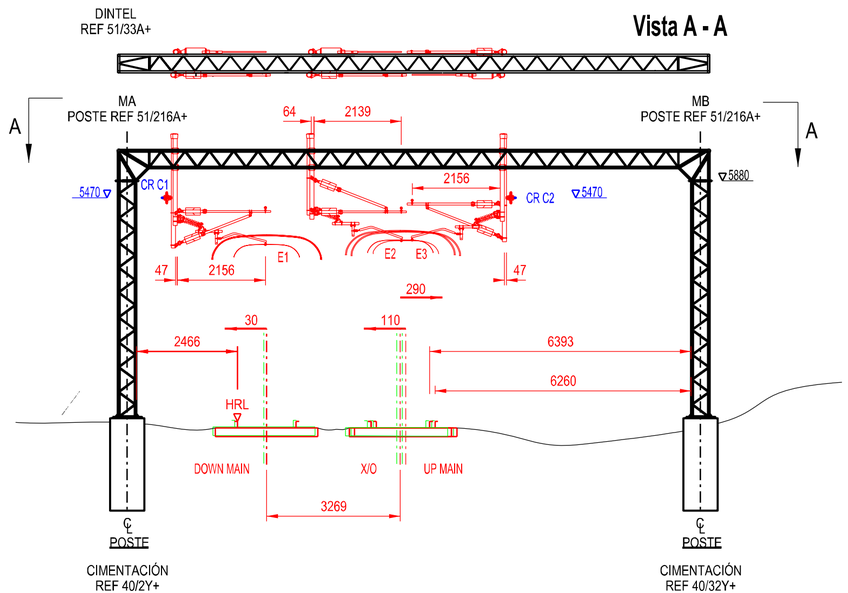
ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
41
61

46 47 48



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A
2. Colocación de los jumpers de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D30

Operaciones

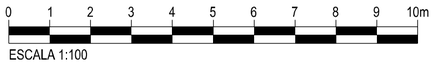
Mantenimiento

Demolición/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Aislador de sección en el cable E3 a 12,6 metros de la estructura B/41/61.
6. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
7. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
8. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.



ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E3	C01	A09/114/001	2	
E2	C01	A09/114/002	1	
E1, E2, E3	C01	A09/114/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	24	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	48	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	24	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1	C01	A09/130/225	1	
E1	C01	A09/130/280	1	
E2	C01	A09/130/200	1	
E2	C01	A09/130/210	1	
E3	C01	A09/130/215	1	
E3	C01	A09/130/265	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/004	3	
E2+E3	C01	107/803/002	1	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	150	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	150	
E3	C01	A09/503/001	1	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	↑25	↑15	↑15
RIPADO	67 →	91 →	84 →

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
41+5256

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500011

Número de la estructura
B/41/61

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5430		5430
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	6660	7080	6680
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4360	4440	4430
ALTURA DEL SISTEMA	2300	2640	2250
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

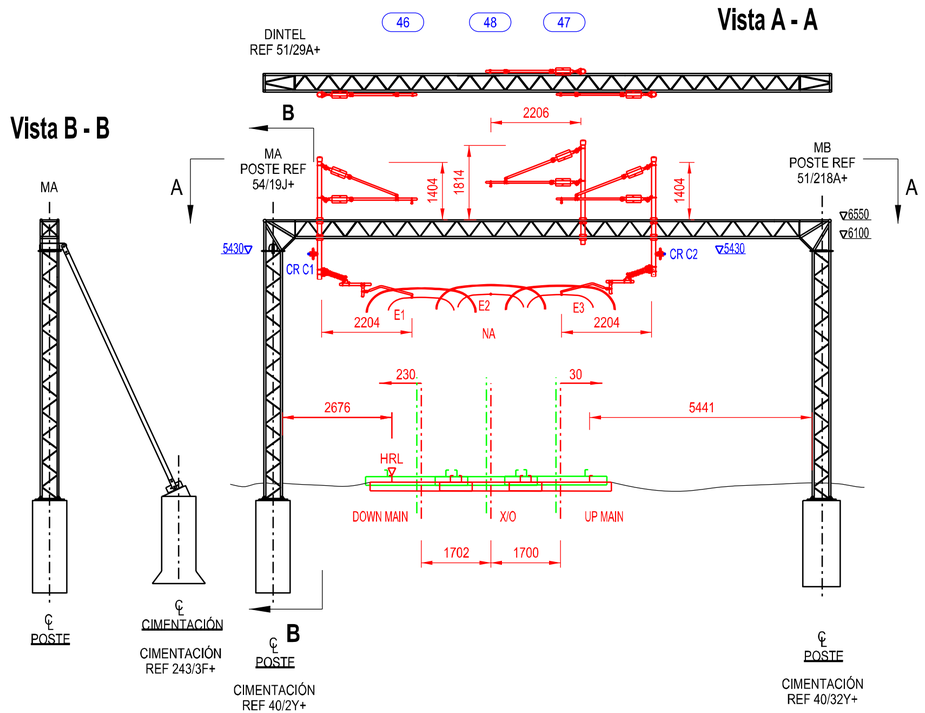
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
41
62



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

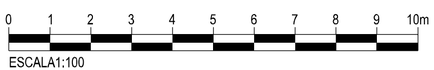
Mantenimiento

Demolición/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Los hilos de contacto deben garantizar una distancia mínima de 270 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
6. Se requieren medidas de protección secundarias para asegurar el aislamiento eléctrico de acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27715/04.
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
9. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.



ESCALA1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/110/001	3	
E1, E3	C01	A09/110/101	2	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	12	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	24	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	24	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	24	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	12	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1	C01	A09/130/315	1	
E2	C01	A09/130/240	1	
E3	C01	A09/130/310	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/005	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	150	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	150	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	139	139	144
RIPADO	111	108	110

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0126

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500012

Número de la estructura
B/41/62

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5600		5600
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5910	5760	5940
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4410	4440	4440
ALTURA DEL SISTEMA	1500	1320	1500
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

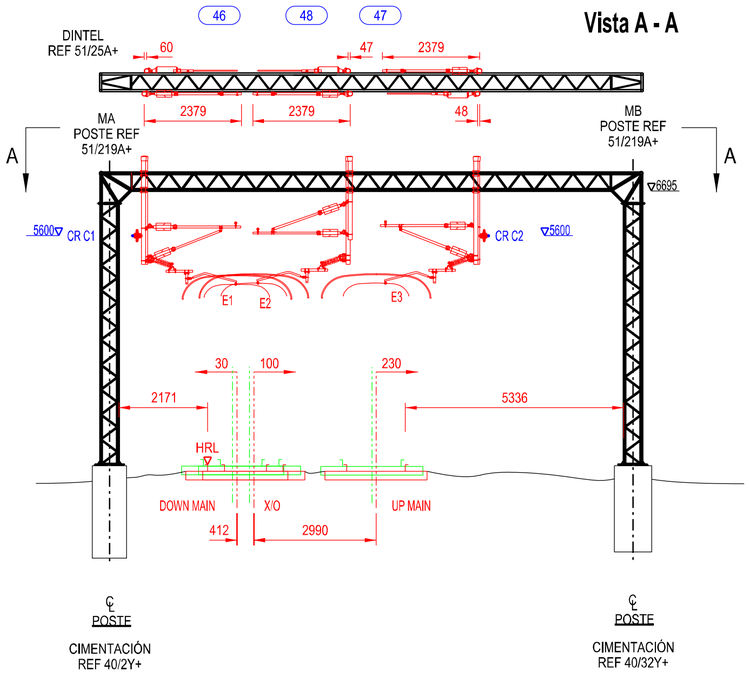
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
41
63



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
6. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
7. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E3	C01	A09/114/001	2	
E2	C01	A09/114/002	1	
E1, E2, E3	C01	A09/114/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	24	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	48	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	24	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E2, E3	C01	A09/130/265	5	
E2	C01	A09/130/205	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/005	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	110	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	110	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	124	124	116
RIPADO	106	102	103

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0236

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500013

Número de la estructura
B/41/63

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	4800		4800
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5250	5360	5250
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4450	4450	4450
ALTURA DEL SISTEMA	800	910	800
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

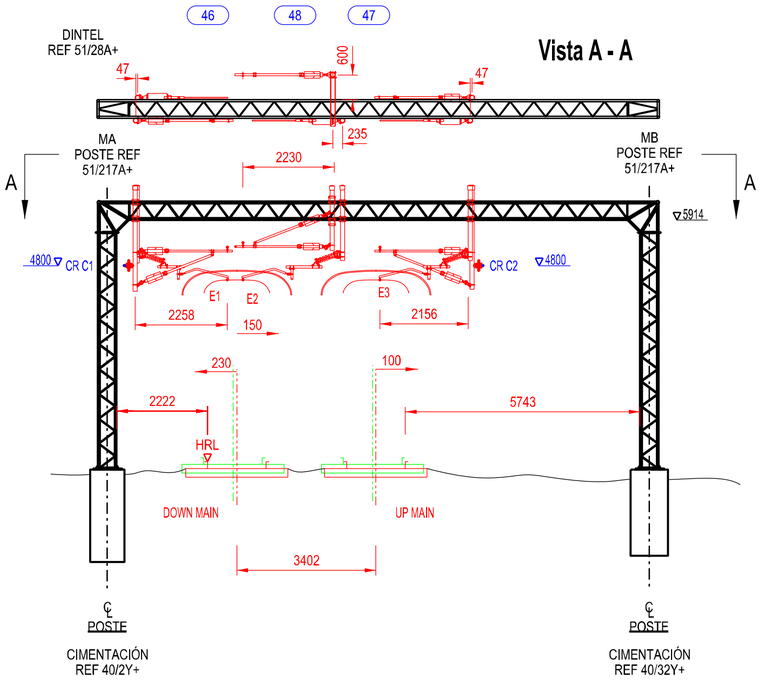
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
42
01



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1.Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
6. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
7. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/114/001	2	
E2	C01	A09/114/002	1	
E1, E2, E3	C01	A09/114/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	24	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	72	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	72	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	72	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	32	
E2	C01	171/909/305	2	
E2	C01	171/909/306	2	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E2, E3	C01	A09/130/185	3	
E1, E3	C01	A09/130/255	2	
E2	C01	A09/130/160	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/006	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	110	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	110	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0
NIVEL	0	0
ELEVACIÓN	↓99	↓99
RIPADO	92 →	80 →

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0340

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500014

Número de la estructura
B/42/01

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5340		5340
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5050	5070	5050
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4460	4460	4460
ALTURA DEL SISTEMA	590	530	590
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

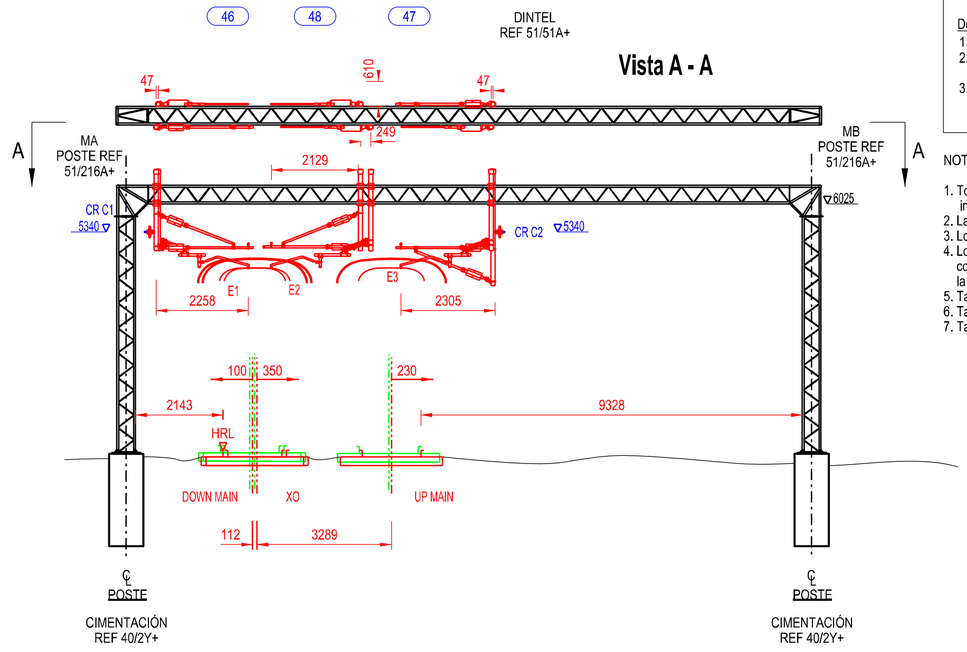
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
42
02



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
6. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
7. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E3	C01	A09/114/001	1	
E1, E2	C01	A09/114/002	2	
E1, E2, E3	C01	A09/114/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	24	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	48	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	24	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E2, E3	C01	A09/130/200	5	
E3	C01	A09/130/285	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/006	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	110	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	110	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	↑106	↑106	↑88
RIPADO	64 →	61 →	66 →

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0422

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500015

Número de la estructura
B/42/02

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5500		5500
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5300	5180	5300
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4470	4470	4470
ALTURA DEL SISTEMA	830	710	830
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

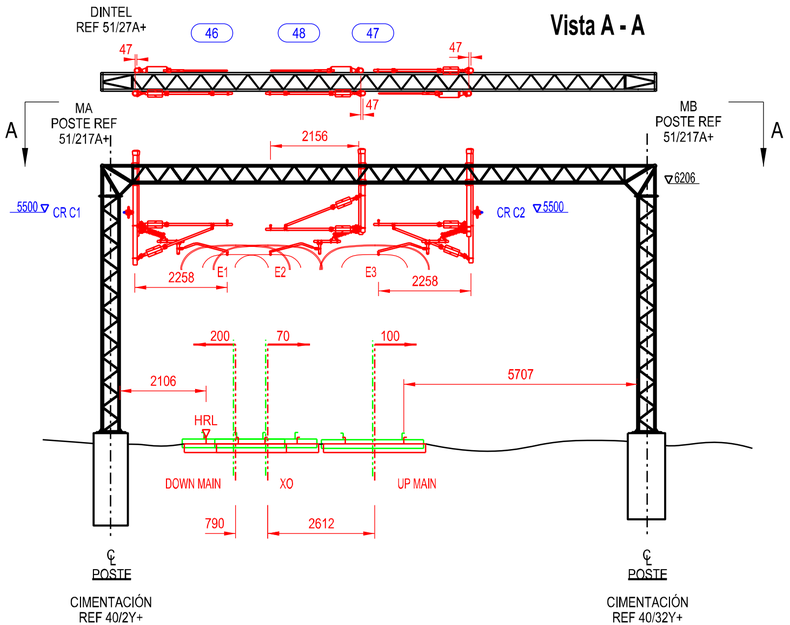
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
42
03



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Aislador de sección en el cable E2 a 8,3 metros de la estructura B/42/03.
6. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
7. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
8. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E3	C01	A09/114/001	2	
E2	C01	A09/114/002	1	
E1, E2, E3	C01	A09/114/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	24	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	48	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	48	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	24	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E2	C01	A09/130/210	2	
E1, E3	C01	A09/130/280	2	
E2	C01	A09/130/205	1	
E3	C01	A09/130/215	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/006	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	150	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	150	
E2	C01	A09/503/001	1	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	↑120	↑120	↑102
RIPADO	47 →	47 →	49 →

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página: 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto: Kelvedon - Fernando

Plano del layout: 41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura: 42+0500

Número de plano: 41290116-ACM-DR-RO-500016

Número de la estructura: B/42/03

Revisión: C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5460		5460
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	5130	5820	5410
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4510	4520	4510
ALTURA DEL SISTEMA	620	1300	900
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

COLORES:

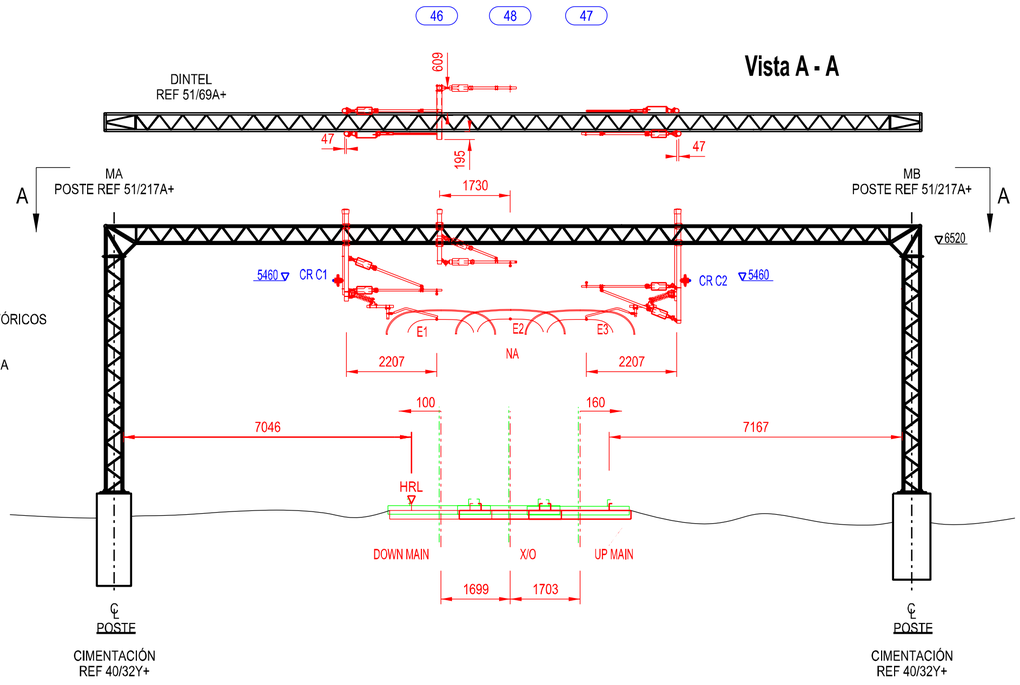
ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE

B
42
04



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A
2. Colocación de los jumpers de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D30

Operaciones

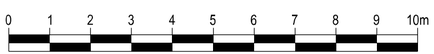
Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Los hilos de contacto deben garantizar una distancia mínima de 270 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
6. Se requieren medidas de protección secundarias para asegurar el aislamiento eléctrico de acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27715/04.
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
9. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.



ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1	C01	A09/114/002	1	
E2	C01	A09/114/012	1	
E3	C01	A09/114/001	1	
E1, E3	C01	A09/114/101	2	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	20	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	64	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	64	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	64	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	28	
E2	C01	171/909/305	2	
E2	C01	171/909/306	2	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E3	C01	A09/130/225	2	
E1	C01	A09/130/210	1	
E2	C01	A09/130/135	1	
E3	C01	A09/130/280	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/005	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	110	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	110	
E2+E3	C01	107/803/002	1	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0	
NIVEL	0	0	0	
ELEVACIÓN	↑113	↑113	↑100	
RIPADO	39→	36→	42→	

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0572

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500017

Número de la estructura
B/42/04

Revisión
C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	4780		4780
ALTURA COLA DE ANCLAJE			
ALTURA DEL SUSTENTADOR	6480	6400	6480
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4580	4600	4580
ALTURA DEL SISTEMA	1900	1800	1900
NÚMERO DE HILO	46	48	47

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

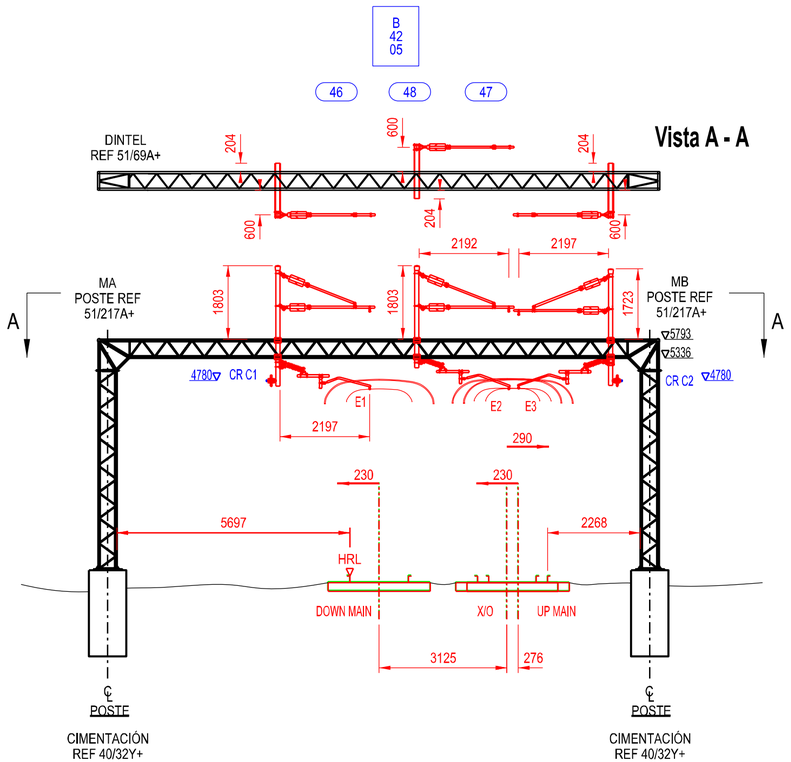
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A

Operaciones

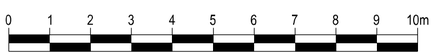
Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
5. Los hilos de contacto deben garantizar una distancia mínima de 270 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
6. Se requieren medidas de protección secundarias para asegurar el aislamiento eléctrico de acuerdo a la norma NR/L2/ELP/27715/04.
7. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
8. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.
9. Tabla de péndolado del hilo 48 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500008.



ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/110/001	3	
E1, E2, E3	C01	A09/110/101	3	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	142/101/002	12	
E1, E2, E3	C01	801/201/016	96	
E1, E2, E3	C01	801/209/016	96	
E1, E2, E3	C01	801/215/016	96	
E1, E2, E3	C01	165/701/009	48	
E1, E2, E3	C01	171/909/305	6	
E1, E2, E3	C01	171/909/306	6	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1	C01	A09/130/295	1	
E2	C01	A09/130/250	1	
E3	C01	A09/130/285	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, E3	C01	A09/401/004	3	
E1, E2, E3	C01	148/440/998	150	
E1, E2, E3	C01	148/058/998	150	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0	0
NIVEL	0	0	0
ELEVACIÓN	↓ 26	↓ 20	↓ 20
RIPADO	7 →	4 →	6 ←

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19

Cliente

Página 1 de 1

Project Manager

Scale @ A3 variants	Purpose of Issue	Suitability
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION	Fit for Construction

Título del proyecto: Kelvedon - Fernando

Plano del layout: 41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura: 42+0700

Número de plano: 41290116-ACM-DR-RO-500018

Número de la estructura: B/42/05

Revisión: C01

OLE CROSS SECTION

ALTURA CR / CT / F	5000		5000		
ALTURA COLA DE ANCLAJE			7250 / 4640	7250 / 4640	
ALTURA DEL SUSTENTADOR	7300	7250			
ALTURA DEL HILO DE CONTACTO	4650	4640			
ALTURA DEL SISTEMA	2650	2610			
NÚMERO DE HILO	46	47	48	48	

NO ESCALAR
TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS

PLANO REALIZADO DE CARA A PK CRECIENTES

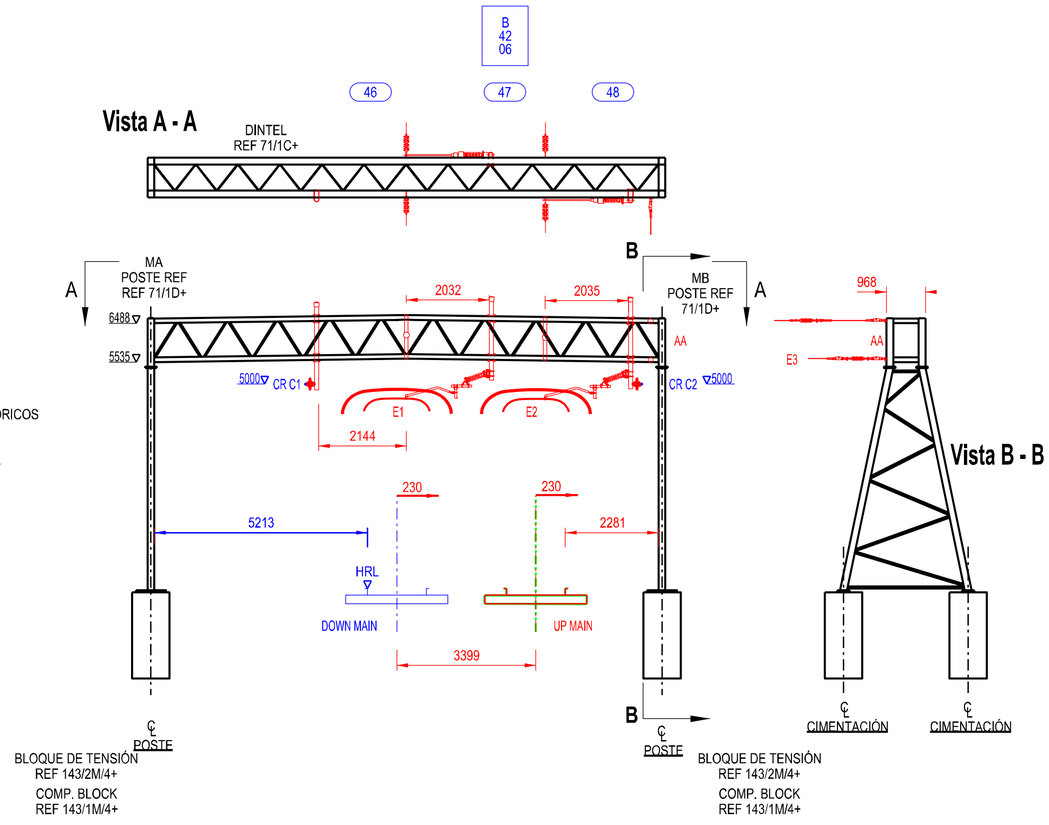
COLORES:

ELEMENTOS EXISTENTES EN NEGRO
NUEVOS ELEMENTOS EN ROJO
ELEMENTOS A SER ELIMINADOS EN VERDE
ELEMENTOS MODIFICADOS EN AZUL

ABREVIATURAS:

CR	CABLE DE RETORNO
CT	CABLE DE TIERRA
F	FEEDER
NSA	NO SOPORTADO O ATIRANTADO
NA	NO ATIRANTADO
DPT	DISPOSITIVO DE PUESTA A TIERRA
AA	AL ANCLAJE
*	INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE DATOS HISTÓRICOS
▽	CARRIL MÁS ALTO
SSA	POSTE DE ANCLAJE AUTOSOPORTADO
+	INFORMACIÓN EXISTENTE NO VERIFICADA

ESTRUCTURA EXISTENTE A MODIFICARSE



Información sobre Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Construcción

1. Colocación de las ménsulas de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-D09A.
2. El personal debe tener cuidado de no dañar los red bonds en esta estructura y adoptar un método de trabajo seguro.

Operaciones

1. El personal debe tener cuidado de no dañar los red bonds en esta estructura y adoptar un método de trabajo seguro.

Mantenimiento

Demolitción/Desmantelamiento

1. Retirar el hilo de contacto de acuerdo a la norma NR/L3/ELP/27237-F07
2. Las piezas de los equipos desmontados en buen estado se deben ofrecer a mantenimiento para su reutilización.
3. Se debe tener cuidado en la manipulación del hilo de contacto debido a los efectos perjudiciales del cadmio. El personal deberá usar gafas, guantes y mascarilla para su manipulación y no podrá fumar, comer ni beber hasta haberse lavado meticulosamente.
4. El personal debe tener cuidado de no dañar los red bonds en esta estructura y adoptar un método de trabajo seguro.

NOTAS:

1. Todas las dimensiones están expresadas en milímetros a menos que se indique lo contrario.
2. Las ménsulas y pequeñas piezas existentes de la Mk1 se sustituyen por UK1.
3. Los equipos existentes eliminados no se muestran por claridad.
4. Referencias de las cimentaciones no encontradas
5. Los cables de retorno deben garantizar una distancia mínima de 600 mm con elementos que a tensión para asegurar el aislamiento eléctrico según la tabla 3 de la norma NR/L2/ELP/27715/04.
6. Tabla de péndolado del hilo 46 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500006.
7. Tabla de péndolado del hilo 47 está recogida en 41290116-ACM-CL-RO-500007.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10m

ESCALA 1:100

CIMENTACIONES

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

MÉNSULAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	A09/123/101	2	

ESTRUCTURAS

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2, C1	C01	142/101/002	12	
E1, E2, C1	C01	801/201/016	24	
E1, E2, C1	C01	801/209/016	24	
E1, E2, C1	C01	801/215/016	24	
E1, E2, C1	C01	165/228/230	12	
C1, C2	C01	072/256/001	2	
C1, C2	C01	997/462/002	2	
E1, E2	C01	A09/123/504	2	
E3	C01	A09/311/104	1	
E3	C01	A09/311/029	1	
C1	C01	A09/130/215	1	
E1	C01	A09/130/205	1	
E2	C01	A09/130/225	1	

A LO LARGO DE LA VÍA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C
E1, E2	C01	A09/401/003	2	
E1, E2	C01	148/440/998	110	
E1, E2	C01	148/058/998	110	
C1, C2	C01	121/906/004	2	

PUESTA A TIERRA

ELEMENTO	CD	REFERENCIA	CANT.	C

PERALTE	0	0			
NIVEL	0	0			
ELEVACIÓN	4	4			
RIPADO	18	4			

APPROVED FOR CONSTRUCTION	FP	JR	JR	20/03	C01
Revision details	By	Check	Appd	Date	Suffix

Diseñado	Dibujado	Verificado	Aprobado	Fecha	
F.Pascual	F.Pascual	J.Ramos	J.Ramos	22/04/19	
Cliente			Página	Project Manager	
			1 de 1		
Scale @ A3 variants	Purpose of Issue		Suitability		
1:100 H/1:100 V	FOR CONSTRUCTION		Fit for Construction		

Título del proyecto
Kelvedon - Fernando

Plano del layout
41290116-ACM-DR-RO-500001

Localización de la estructura
42+0850

Número de plano
41290116-ACM-DR-RO-500019

Número de la estructura
B/42/06

Revisión
C01

Capítulo 2 Resultados

Kelvedon - Fernando

Bill Of Quantities Report

C01

Prepared for:

Kelvedon - Fernando

Location

Project No. 42390116-ACM

Bill Of Quantities

Issue :

Doc. No :

Revision : C01

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Kelvedon - Fernando / 42390116-ACM

For

,

-

Report Verification

	Name	Position	Signature	Date
Prepared by				
Checked by				
Approved by				

Revision	Date	Details of Revision	Issue by
C01		Fit for Construction	

C O N T E N T S

1. INTRODUCTION

1.1 PURPOSE

1.2 SCOPE

1.2.1 BASIC DESIGN RANGE INFORMATION

2. BILL OF QUANTITIES

2.1 USER GUIDE

2.2 BILL OF QUANTITIES - BY ASSEMBLY

2.3 BILL OF QUANTITIES - BY COMPONENT

2.4 BILL OF QUANTITIES - BY STRUCTURE

DISCLAIMER

1. INTRODUCTION

1.1 PURPOSE

1.2 SCOPE

1.2.1 BASIC DESIGN RANGE INFORMATION

All Bill of Quantities information contained within this document has been compiled using the following Basic Design Ranges

BOQ Version	Basic Design Range	Issue
C01		
	OLEMI	14
	UK1	14

2.1 USER GUIDE

Report By Structure User Guide

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component	Qty	Cat. No	Total Qty	Unit
J17/34									
	199/499/004	2							
			121/804/002	6					
					144/076/001	2		12	ea
					131/807/003	2		12	ea
			126/017/001	4					
					146/013/001	5		20	ea
			123/014/001	8					
					143/020/001	1		16	ea
					143/007/001	2		32	ea
	143/007/001	-3			143/007/001	1		-3	ea
					144/076/001	3		6	ea
					141/007/001	4		8	ea
					148/053/009	1		2	ea
	121/804/002	4							
					144/076/001	2		8	ea
					131/807/003	2		8	ea
	123/046/001	3			123/046/001	1		3	ea
	456/789/003	5							
					456 /789/003	1		5	ea

End of Structure - J17/34

Allocated Assembly

Sub Assembly of 199/499/004

Item Credited back from 123/014/001

Component of 199/499/004

Individually allocated Component to Structure

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Bill Of Quantities By Assembly

Assembly. Ref	Description	Qty	Unit	Issued
070/742/003	003	4	ea	☐
070/742/006	006	4	ea	☐
072/256/001	Adapter Plate For Attachment of Existing Return Conductor	18	ea	☐
122/001/001	Clevis Clamp for 42.2mm & 48.3mm dia.Tubes	2	ea	☐
122/002/001	EYE CLAMP FOR 42.2MM & 48.3MM DIA. TUBES	4	ea	☐
123/005/001	Swivel Clip - Contact Wire	8	ea	☐
126/042/001	Top Mast Bracket Swivel	8	ea	☐
996/027/001	Fabricated Mast Bracket Assembly for Twin cantilevers on 12 3/4" Dia. tubular Masts	4	ea	☐
997/786/020	020	8	ea	☐
A09/001/001	Standard Cantilever Assy 900 Long Steady Arm 48.3 Dia. Strut Tube	1	ea	☐
A09/001/002	Standard Cantilever Assy 1110 Long Steady Arm 48.3 Dia. Strut Tube	3	ea	☐
A09/002/002	Push-Off Cantilever 48.3 Strut Tube 1100 Arm No Auxiliary Tie	4	ea	☐
A09/007/001	Out of Running Cantilever 60.3 Dia Strut Tube Without Aux Tie	4	ea	☐
A09/110/001	Portal Structure Over Boom Pull & Push Off Support Std	6	ea	☐
A09/110/101	Registration Assembly Catenary Over Boom, Pull Off 1110 Steady Arm	5	ea	☐
A09/114/001	Portal Structure Catenary Under Boom Standard Arrangement 1735x795	10	ea	☐
A09/114/002	Portal Structure Catenary Under Boom Standard Arrangement 1735x795	7	ea	☐
A09/114/012	Portal Structure Catenary Under Boom Non-Standard Arrangement 1235x600	1	ea	☐
A09/114/101	Portal Structure Catenary Under Boom, 4" Stovepipe Pull-off 1110 Deep Curved Steady Arm	17	ea	☐
A09/123/101	Mid Point Anchor Structure Pull-Off - 1110 Deep Curve Steady Arm 4" Stovepipe	2	ea	☐
A09/123/504	MPA Catenary Connection 'A' Frame Boom - Insulator Creepage 1200	2	ea	☐
A09/130/135	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/160	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/185	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	3	ea	☐
A09/130/200	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	6	ea	☐
A09/130/205	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	3	ea	☐
A09/130/210	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	4	ea	☐
A09/130/215	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	3	ea	☐
A09/130/225	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	4	ea	☐
A09/130/240	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/250	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/255	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	2	ea	☐
A09/130/265	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	6	ea	☐
A09/130/280	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	4	ea	☐
A09/130/285	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	2	ea	☐
A09/130/295	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/310	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/130/315	101.6MM (4") DIAMETER STOVEPIPE ASSEMBLY	1	ea	☐
A09/311/029	029	1	ea	☐
A09/311/104	Contact and Contenary Wire Terminations Fixed End of A.T twin Attachment to Mast mark 1 Upgrade	1	ea	☐
A09/314/103	103	4	ea	☐
A09/401/003	6 Flexible Droppers for Span Lengths 51m to 60m	4	ea	☐
A09/401/004	5 Flexible Droppers for Span Lengths 41m to 50m	14	ea	☐
A09/401/005	4 Flexible Droppers for Span Lengths 31m to 40m	9	ea	☐
A09/401/006	3 Flexible Droppers for Span Lengths 21m to 30m	13	ea	☐
A09/403/001	Droppers Anchor Spans AT Equipment	4	ea	☐
A09/503/001	25kV Section Insulator 19/2.1 Copper Catenary (With Stop Clamp)	2	ea	☐

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Bill Of Quantities By Component

Component. Ref	Description	Qty Unit	Issued
107/802/001	001	4 ea	☐
107/803/002	002	2 ea	☐
121/094/003	Line Guard	70 ea	☐
121/532/002	Anti Vandal Tension Insulator	11 ea	☐
121/544/002	End Fitting (Forked Collar Socket) 120mm sq Cu/Ag Grooved Contact Wire	4 ea	☐
121/544/006	End Fitting (Forked Collar Socket) 19/2.1mm CAD Cu Catenary Wire	15 ea	☐
121/544/010	End Fitting (Forked Collar Socket)	1 ea	☐
121/546/001	Steady Arm Eye Clam 42mm Dia to 55mm Dia Tubes	36 ea	☐
121/558/001	25kV Polymeric Insulator	24 ea	☐
121/561/001	Polymeric Insulator Socket and Tongue for 60.3 Dia Tube	4 ea	☐
121/563/001	Polymeric Insulator Socket and Tongue for 48.3 & 42.4 Dia Tubes - Heavy Pollution	44 ea	☐
121/563/002	Polymeric Insulator Socket and Tongue for 48.3 & 42.4 Dia Tubes - Heavy Pollution	32 ea	☐
121/565/001	Contact Wire and Catenary Dropper Clip	346 ea	☐
121/567/001	Dropper Thimble	346 ea	☐
121/568/001	Copper Sleeve	346 ea	☐
121/584/001	Swivel Clip for 19/2.1mm Copper Catenary 200 & 225 km/h - Mark 1 Upgrade	36 ea	☐
121/893/001	Section Insulator - 25kV Twin Glass Rod Type for Speeds up to 112km/h (Arthur Flury) 107mm sq HD Cu or Cd Cu Contact Wire	2 ea	☐
121/894/001	Glass Fibre Insulator 2000mm Creepage Path	2 ea	☐
121/895/001	Insulator Clamp Components - Sadle Clamp for (2) 7x7x0.5 Bronze Droppers	4 ea	☐
121/895/002	Insulator Clamp Components - Stop Clamp	4 ea	☐
121/896/001	Section Insulator Support (Dropper and Turnbuckle)	8 ea	☐
122/034/001	Clevis Clamp for 42.2mm & 48.3mm dia. Tubes (Twin 'U' bolt type)	40 ea	☐
123/110/001	900mm Deep Curve Steady Arm	1 ea	☐
123/110/003	1110mm Deep Curve UK1 Registration Arm	35 ea	☐
123/815/001	Steady arm drop bracket for 48dia - 55 dia tubes	32 ea	☐
123/815/002	Steady arm drop bracket	4 ea	☐
125/058/001	Anchor Clamp For Contact Wire	8 ea	☐
126/008/005	Double Clevis	2 ea	☐
126/804/001	High Strength Double Clevis	4 ea	☐
140/002/001	Bottom Mast Bracket	48 ea	☐
141/007/001	Security Clip	1 ea	☐
142/002/001	Eye Clamp for 48.3mm dia and 42.4mm dia Tubes	4 ea	☐
142/003/001	Ball Swivel Clamp For 48.3 & 42.4 Dia Tubes	40 ea	☐
142/009/001	Plug (to suit 48.3mm dia. Tube)	52 ea	☐
142/050/001	CLEVIS CLAMP FOR 42.4 & 48.3 DIA TUBE	34 ea	☐
142/064/001	Clevis Clamp body for 60 tube	12 ea	☐
142/065/001	Plug to suit 60.3 dia tube	4 ea	☐
142/090/001	Tongue Compression End for 48.3 Tube	47 ea	☐
142/100/001	Tongue Compression End with Drain Hole (48.3dia x 4mm tube)	35 ea	☐
142/101/002	101 Dia Clamp	176 ea	☐
142/807/002	Tube Clamps for 101 Dia Tube	36 ea	☐
143/001/001	Ball Swivel Compression End For 26.9mm Tube	4 ea	☐
143/004/003	Half Swivl Clamp	88 ea	☐
143/007/001	Compression Eye for 26.9mm Tube	4 ea	☐
143/833/001	Insulator Attachment Bracket	24 ea	☐
143/834/001	Hinge Stop	48 ea	☐
143/835/001	Cast Hinge Fitting	24 ea	☐
144/077/001	Balance Weight 20kg	96 ea	☐
144/078/001	Balance Weight 40 kg	20 ea	☐

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Component. Ref	Description	Qty Unit	Issued
144/816/002	Terminating Plate (Compensating)	15 ea	
144/832/001	10kg Balance Weight	4 ea	
145/009/002	Parallel Groove Clamp for 10.5mm Wire	8 ea	
145/009/003	Parallel Groove Clamp for 10.5mm Wire	8 ea	
145/050/003	Sealing Cap	44 ea	
145/814/001	4mm Stainless Steel Dropper Sleeve	16 ea	
146/001/001	Bottom Mast Bracket Swivel	56 ea	
146/012/001	Tongue and Ball	1 ea	
146/013/001	Socket and Tongue	1 ea	
146/016/002	Stainless Steel Thimble	16 ea	
146/019/002	Turnbuckle Body	4 ea	
146/045/001	Clevis End	4 ea	
146/056/001	Mast Bracket Swivel	16 ea	
146/810/001	High Strength Double Clevis Body	16 ea	
148/011/001	M16 U Bolt for 102dia (4") Tube	96 ea	
148/011/009	'U' Bolt M16	36 ea	
148/015/001	U Bolt (M12)	78 ea	
148/015/003	U-BOLT M12	16 ea	
148/019/001	M20 Eye Bolt LH	4 ea	
148/021/001	Split Cotter Pin (Copper)	306 ea	
148/025/001	Snap Head Pin - Dia 20	188 ea	
148/025/002	Snap Head Pin Dia. 20	72 ea	
148/025/004	Snap Head Pin 20 Dia BS4620	28 ea	
148/027/996	48.3mm dia. Tube (Quantity in cm)	18,290 CM	
148/027/997	48.3 mm Dia Tube (Quantity in dm)	292 dm	
148/039/997	4mm dia. Solid Stainless Steel Dropper Wire (Qty in dm)	44 dm	
148/043/998	19/2.1 CAD CU CATENARY WIRE NO ID STRAND (QTY IN METRES)	12 m	
148/052/996	26.9 Dia Tube (Qty in cm)	380 CM	
148/058/998	19/2.1MM CATENARY WIRE WITH IDENTIFICATION STRAND (HD COPPER CATENARY)	2,150 m	
148/100/001	Copper Shim	28 ea	
148/136/001	M20 Tee Bolt	4 ea	
148/221/996	60.3 Dia Tube	1,560 ea	
148/369/997	Flexible Copper Alloy Wire	4,045 dm	
148/440/998	wire	2,220 m	
148/825/135	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/160	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/185	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	3 ea	
148/825/200	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	6 ea	
148/825/205	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	3 ea	
148/825/210	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	4 ea	
148/825/215	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	3 ea	
148/825/225	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	4 ea	
148/825/240	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/250	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/255	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	2 ea	
148/825/265	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	6 ea	
148/825/280	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	4 ea	
148/825/285	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	2 ea	
148/825/295	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/310	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/825/315	101.6MM DIA TUBE WITH WELD STOPS	1 ea	
148/828/996	Diameter 55 Aluminium Tube	2,400 CM	

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Component. Ref	Description	Qty Unit	Issued
150/103/005	Hex Head Stainless Steel Metric Bolts M10	88 ea	☐
150/107/110	M16 Hexagonal Head Round Neck Precision - Bolts and Screws At. Steel Metric Thread	96 ea	☐
150/125/314	HEXAGONAL HEAD ROUND NECK PRECISION BOLTS & SCREWS - GRADE 8.8 - STEEL METRIC	36 ea	☐
150/185/108	THREAD M12 Hexagonal Head Precision Bolts & Screws - Aluminium Bronze - Metric	8 ea	☐
150/258/009	STD - M20 HEXAGONAL LOCK NUTS L.H. BLACK METRIC STEEL	4 ea	☐
150/282/005	STD - M20 HEXAGONAL FULL NUTS - PRECISION - METRIC - STAINLESS STEEL	96 ea	☐
150/282/007	STD - M20 HEXAGONAL FULL NUTS - PRECISION - METRIC - STAINLESS STEEL	192 ea	☐
150/292/005	Hexagonal Full Nuts R.H.- Precision - Metric - Grade 8 Steel	216 ea	☐
150/325/005	STD - M12 DIA. DOUBLE COIL SPRING WASHER. PHOSPHOR BRONZE	8 ea	☐
150/326/203	TYPE B RECTANG SECTION - SINGLE COIL SPRING WASHER PHOSPHOR BRONZE	88 ea	☐
150/328/004	NOT CLASSIFIED - M16 SINGLE COIL SPRING WASHER STAINLESS STEEL METRIC	96 ea	☐
150/328/006	NOT CLASSIFIED - M16 SINGLE COIL SPRING WASHER STAINLESS STEEL METRIC	192 ea	☐
150/401/004	MFC STD - SMALL PLAIN WASHER STAINLESS STEEL METRIC	96 ea	☐
165/228/230	M16 U- Bolt	12 ea	☐
165/701/003	003	8 ea	☐
165/701/006	006	8 ea	☐
165/701/009	M16 U-Bolt For Use On Various Tubular Masts	216 ea	☐
165/843/002	M12 U Bolt	48 ea	☐
165/902/001	M16 Stainless Steel Cap Screw	96 ea	☐
171/909/305	False Boom Connection Angle	10 ea	☐
171/909/306	False Boom Connection Angle	10 ea	☐
172/722/003	003	8 ea	☐
172/722/006	006	8 ea	☐
172/822/001	001	8 ea	☐
174/820/001	001	8 ea	☐
182/839/001	001	16 ea	☐
468/215/001	275 x 15 Plate x 155 Long Return Conductor Adapter Plate for Attachment to 101.6mm Dia Tube	18 ea	☐
801/201/012	AS FORGED - BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE NUTS SHAPE TO BS 4190	180 ea	☐
801/201/012	GALVANIZED 012	8 ea	☐
801/201/016	AS FORGED - BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE NUTS SHAPE TO BS 4190	192 ea	☐
801/201/016	GALVANIZED AS FORGED - BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE NUTS SHAPE TO BS 4190	536 ea	☐
801/201/020	GALVANIZED AS FORGED - BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE NUTS SHAPE TO BS 4190	36 ea	☐
801/201/020	GALVANIZED AS FORGED - BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE NUTS SHAPE TO BS 4190	32 ea	☐
801/203/020	GALVANIZED AS FORGED - M16 BLACK HEXAGONAL I.S.O. METRIC COARSE THIN NUTS SHAPE TO BS 4190 -	40 ea	☐
801/209/016	GALVANIZED NORMAL DIA.METRIC SERIES (FORM E) - M10 BLACK ROUND WASHERS METRIC TO BS 4320	300 ea	☐
801/209/016	GALVANIZED NORMAL DIA.METRIC SERIES (FORM E) - M10 BLACK ROUND WASHERS METRIC TO BS 4320	504 ea	☐
801/209/020	GALVANIZED NORMAL DIA.METRIC SERIES (FORM E) - M10 BLACK ROUND WASHERS METRIC TO BS 4320	64 ea	☐
801/209/020	GALVANIZED NORMAL DIA.METRIC SERIES (FORM E) - M10 BLACK ROUND WASHERS METRIC TO BS 4320	32 ea	☐
801/215/016	GALVANIZED SINGLE COIL SPRING WASHER METRIC TO BS 4464 - GALVANIZED	192 ea	☐
801/215/016	Single Coil Spring Washer Metric to Bs 4464	40 ea	☐
801/215/212	M12 SINGLE COIL SPRING WASHER METRIC TO BS 4464 - GALVANIZED	180 ea	☐
801/215/212	TYPE B RECTANGULAR SECTION (NORMAL ENDS) - M20 SINGLE COIL SPRING WASHER	8 ea	☐
801/215/216	METRIC (RECTANGULAR SECTION) TO BS 4464 - GALVANISED M16 SINGLE COIL SPRING WASHER METRIC TO BS 4464 - GALVANIZED	472 ea	☐

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Component. Ref	Description	Qty Unit	Issued
802/220/116	2D + 6MM THREAD - M20 I.S.O. COARSE BLACK HEXAGONAL HEAD BOLT GENERALLY TO BS	4 ea	
802/220/240	4190 - GALVANIZED 2D + 12MM THREAD - M20 I.S.O. COARSE BLACK HEXAGONAL HEAD BOLT GENERALLY TO	32 ea	
802/220/364	BS 4190 - GALVANIZED 364	32 ea	
988/168/008	Components for S.P.S - Flats (holed)	8 ea	
988/168/009	Components of S.P.S - flats (holed)	8 ea	
988/503/017	Fittings Miscellaneous	8 ea	
996/028/001	R.H.S. Outrigger For Twin Cantilever Fabricated Mast Assembly	4 ea	
996/029/001	Channel Bracket for Twin Cantilever Fabricated Mast Bracket Assembly	4 ea	
997/462/002	Return Conductor Support Assy	26 ea	

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Bill Of Quantities By Structures

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/49								
	070/742/006	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/006	2	2	ea
					172/722/006	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	107/802/001	1						
					107/802/001	1	1	ea
	144/077/001	24						
					144/077/001	1	24	ea
	144/078/001	5						
					144/078/001	1	5	ea
	144/832/001	1						
					144/832/001	1	1	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/002/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	1,200	1,200	CM
	A09/314/103	1						
			126/032/001	1				
					146/045/001	1	1	ea
					148/021/001	1	1	ea
					148/025/001	1	1	ea
			126/803/001	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	2	2	ea
					148/100/001	2	2	ea
					801/209/020	2	2	ea
			126/803/002	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	1	1	ea
					148/100/001	1	1	ea
					801/201/020	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					801/209/020	2	2	ea
					802/220/116	1	1	ea
			131/006/001	1				
					146/019/002	1	1	ea
					148/019/001	1	1	ea
					148/136/001	1	1	ea
					150/258/009	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					121/532/002	1	1	ea
					121/544/002	1	1	ea
					121/544/006	1	1	ea
					144/816/002	2	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea
	A09/401/003	1						
					121/565/001	12	12	ea
					121/567/001	12	12	ea
					121/568/001	12	12	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/369/997	130	130	dm
	A09/403/001	1						
					121/565/001	2	2	ea
					121/567/001	2	2	ea
					121/568/001	2	2	ea
					148/369/997	20	20	dm

End of Structure - B41/49

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/50								
	070/742/006	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/006	2	2	ea
					172/722/006	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	107/802/001	1						
					107/802/001	1	1	ea
	144/077/001	24						
					144/077/001	1	24	ea
	144/078/001	5						
					144/078/001	1	5	ea
	144/832/001	1						
					144/832/001	1	1	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/001/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	900	900	CM
	A09/314/103	1						
			126/032/001	1				
					146/045/001	1	1	ea
					148/021/001	1	1	ea
					148/025/001	1	1	ea
			126/803/001	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	2	2	ea
					148/100/001	2	2	ea
					801/209/020	2	2	ea
			126/803/002	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	1	1	ea
					148/100/001	1	1	ea
					801/201/020	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					801/209/020	2	2	ea
					802/220/116	1	1	ea
			131/006/001	1				
					146/019/002	1	1	ea
					148/019/001	1	1	ea
					148/136/001	1	1	ea
					150/258/009	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					121/532/002	1	1	ea
					121/544/002	1	1	ea
					121/544/006	1	1	ea
					144/816/002	2	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea
	A09/401/003	1						
					121/565/001	12	12	ea
					121/567/001	12	12	ea
					121/568/001	12	12	ea
					148/369/997	130	130	dm
	A09/403/001	1						

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					121/565/001	2	2	ea
					121/567/001	2	2	ea
					121/568/001	2	2	ea
					148/369/997	20	20	dm

End of Structure - B41/50

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/51								
	148/058/998	100						
					148/058/998	1	100	m
	148/440/998	100						
					148/440/998	1	100	m
	996/027/001	1						
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					801/201/020	8	8	ea
					801/203/020	8	8	ea
					801/209/020	8	8	ea
					802/220/240	8	8	ea
					988/168/008	2	2	ea
					988/168/009	2	2	ea
					988/503/017	2	2	ea
					996/028/001	1	1	ea
					996/029/001	1	1	ea
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/001/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	900	900	CM
	A09/007/001	1						
			122/001/001	2				
					142/050/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/003/001	2				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/053/001	3				
					142/064/001	1	3	ea
					148/015/003	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/561/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					142/065/001	1	1	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	2	2	ea
					148/027/997	73	73	dm
					148/221/996	390	390	ea
	A09/401/004	2						
					121/565/001	10	20	ea
					121/567/001	10	20	ea
					121/568/001	10	20	ea
					148/369/997	115	230	dm

End of Structure - B41/51

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/52								
	148/058/998	100						
					148/058/998	1	100	m
	148/440/998	100						
					148/440/998	1	100	m
	996/027/001	1						
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					801/201/020	8	8	ea
					801/203/020	8	8	ea
					801/209/020	8	8	ea
					802/220/240	8	8	ea
					988/168/008	2	2	ea
					988/168/009	2	2	ea
					988/503/017	2	2	ea
					996/028/001	1	1	ea
					996/029/001	1	1	ea
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/002/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	1,200	1,200	CM
	A09/007/001	1						
			122/001/001	2				
					142/050/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/003/001	2				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/053/001	3				
					142/064/001	1	3	ea
					148/015/003	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/561/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					142/065/001	1	1	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	2	2	ea
					148/027/997	73	73	dm
					148/221/996	390	390	ea
	A09/401/004	2						
					121/565/001	10	20	ea
					121/567/001	10	20	ea
					121/568/001	10	20	ea
					148/369/997	115	230	dm

End of Structure - B41/52

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/53								
	107/802/001	1						
					107/802/001	1	1	ea
	148/058/998	100						
					148/058/998	1	100	m
	148/440/998	100						
					148/440/998	1	100	m
	996/027/001	1						
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					801/201/020	8	8	ea
					801/203/020	8	8	ea
					801/209/020	8	8	ea
					802/220/240	8	8	ea
					988/168/008	2	2	ea
					988/168/009	2	2	ea
					988/503/017	2	2	ea
					996/028/001	1	1	ea
					996/029/001	1	1	ea
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/002/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	1,200	1,200	CM
	A09/007/001	1						
			122/001/001	2				
					142/050/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/003/001	2				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/053/001	3				
					142/064/001	1	3	ea
					148/015/003	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/561/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/065/001	1	1	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	2	2	ea
					148/027/997	73	73	dm
					148/221/996	390	390	ea
	A09/401/004	2						
					121/565/001	10	20	ea
					121/567/001	10	20	ea
					121/568/001	10	20	ea
					148/369/997	115	230	dm
	A09/403/001	1						
					121/565/001	2	2	ea
					121/567/001	2	2	ea
					121/568/001	2	2	ea
					148/369/997	20	20	dm

End of Structure - B41/53

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/54								
	107/802/001	1						
					107/802/001	1	1	ea
	148/058/998	100						
					148/058/998	1	100	m
	148/440/998	100						
					148/440/998	1	100	m
	996/027/001	1						
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					801/201/020	8	8	ea
					801/203/020	8	8	ea
					801/209/020	8	8	ea
					802/220/240	8	8	ea
					988/168/008	2	2	ea
					988/168/009	2	2	ea
					988/503/017	2	2	ea
					996/028/001	1	1	ea
					996/029/001	1	1	ea
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/001/001	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/001	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	900	900	CM
	A09/007/001	1						
			122/001/001	2				
					142/050/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/003/001	2				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			122/053/001	3				
					142/064/001	1	3	ea
					148/015/003	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
	146/056/001	-2			146/056/001	1	-2	ea
					148/021/001	1	2	ea
	148/021/001	-2			148/021/001	1	-2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	148/025/001	-2			148/025/001	1	-2	ea
					121/561/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/065/001	1	1	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	2	2	ea
					148/027/997	73	73	dm
					148/221/996	390	390	ea
	A09/401/004	2						
					121/565/001	10	20	ea
					121/567/001	10	20	ea
					121/568/001	10	20	ea
					148/369/997	115	230	dm
	A09/403/001	1						
					121/565/001	2	2	ea
					121/567/001	2	2	ea
					121/568/001	2	2	ea
					148/369/997	20	20	dm

End of Structure - B41/54

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/55								
	070/742/006	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/006	2	2	ea
					172/722/006	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	144/077/001	24						
					144/077/001	1	24	ea
	144/078/001	5						
					144/078/001	1	5	ea
	144/832/001	1						
					144/832/001	1	1	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/001/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/025/001	1	2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	900	900	CM
	A09/314/103	1						
			126/032/001	1				
					146/045/001	1	1	ea
					148/021/001	1	1	ea
					148/025/001	1	1	ea
			126/803/001	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	2	2	ea
					148/100/001	2	2	ea
					801/209/020	2	2	ea
			126/803/002	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	1	1	ea
					148/100/001	1	1	ea
					801/201/020	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					801/209/020	2	2	ea
					802/220/116	1	1	ea
			131/006/001	1				
					146/019/002	1	1	ea
					148/019/001	1	1	ea
					148/136/001	1	1	ea
					150/258/009	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					121/532/002	1	1	ea
					121/544/002	1	1	ea
					121/544/006	1	1	ea
					144/816/002	2	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea
	A09/401/006	1						
					121/565/001	6	6	ea
					121/567/001	6	6	ea
					121/568/001	6	6	ea
					148/369/997	74	74	dm

End of Structure - B41/55

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/56								
	070/742/006	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/006	2	2	ea
					172/722/006	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	144/077/001	24						
					144/077/001	1	24	ea
	144/078/001	5						
					144/078/001	1	5	ea
	144/832/001	1						
					144/832/001	1	1	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	997/462/002	1						
					997/462/002	1	1	ea
	997/786/020	1						
					172/822/001	1	1	ea
					174/820/001	1	1	ea
					182/839/001	2	2	ea
					801/201/020	4	4	ea
					801/209/020	4	4	ea
					802/220/364	4	4	ea
	A09/002/002	1						
			122/001/001	3				
					142/050/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					148/021/001	1	3	ea
					148/025/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	2	ea
					150/103/005	2	2	ea
					150/326/203	2	2	ea
			126/042/001	2				
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/025/001	1	2	ea
					121/546/001	1	1	ea
					121/563/001	1	1	ea
					121/563/002	1	1	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					123/110/003	1	1	ea
					123/815/001	1	1	ea
					142/009/001	2	2	ea
					142/090/001	3	3	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/027/996	1,200	1,200	CM
	A09/314/103	1						
			126/032/001	1				
					146/045/001	1	1	ea
					148/021/001	1	1	ea
					148/025/001	1	1	ea
			126/803/001	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	2	2	ea
					148/100/001	2	2	ea
					801/209/020	2	2	ea
			126/803/002	1				
					146/810/001	1	1	ea
					148/025/004	1	1	ea
					148/100/001	1	1	ea
					801/201/020	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					801/209/020	2	2	ea
					802/220/116	1	1	ea
			131/006/001	1				
					146/019/002	1	1	ea
					148/019/001	1	1	ea
					148/136/001	1	1	ea
					150/258/009	1	1	ea
					801/203/020	1	1	ea
					121/532/002	1	1	ea
					121/544/002	1	1	ea
					121/544/006	1	1	ea
					144/816/002	2	2	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea
	A09/401/006	1						
					121/565/001	6	6	ea
					121/567/001	6	6	ea
					121/568/001	6	6	ea
					148/369/997	74	74	dm

End of Structure - B41/56

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/57								
	070/742/003	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/003	2	2	ea
					172/722/003	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	121/094/003	15						
					121/094/003	1	15	ea
	121/546/001	1						
					121/546/001	1	1	ea
	121/563/001	1						
					121/563/001	1	1	ea
	121/563/002	1						
					121/563/002	1	1	ea
	122/001/001	2						
					142/050/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
	122/002/001	1						
					142/002/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
	122/034/001	1						
					122/034/001	1	1	ea
	123/005/001	2						
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
	123/110/003	1						
					123/110/003	1	1	ea
	123/815/002	1						
					123/815/002	1	1	ea
	125/058/001	2						
					125/058/001	1	2	ea
	126/042/001	2						
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	142/009/001	1			142/009/001	1	1	ea
	142/090/001	1			142/090/001	1	1	ea
	142/100/001	2			142/100/001	1	2	ea
	143/001/001	1			143/001/001	1	1	ea
	143/007/001	1			143/007/001	1	1	ea
	145/814/001	4			145/814/001	1	4	ea
	146/016/002	4			146/016/002	1	4	ea
	148/015/003	1			148/015/003	1	1	ea
	148/027/996	1000			148/027/996	1	1,000	CM
	148/039/997	11			148/039/997	1	11	dm
	148/052/996	110			148/052/996	1	110	CM
	148/440/998	15			148/440/998	1	15	m
	801/201/012	2			801/201/012	1	2	ea
	801/215/212	2			801/215/212	1	2	ea

End of Structure - B41/57

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/58								
	070/742/003	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/003	2	2	ea
					172/722/003	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	121/094/003	15						
					121/094/003	1	15	ea
	121/546/001	1						
					121/546/001	1	1	ea
	121/563/001	1						
					121/563/001	1	1	ea
	121/563/002	1						
					121/563/002	1	1	ea
	122/002/001	1						
					142/002/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
	122/034/001	1						
					122/034/001	1	1	ea
	123/005/001	2						
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
	123/110/003	1						
					123/110/003	1	1	ea
	123/815/002	1						
					123/815/002	1	1	ea
	125/058/001	2						
					125/058/001	1	2	ea
	126/042/001	2						
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	142/009/001	1						
					142/009/001	1	1	ea
	142/100/001	1						
					142/100/001	1	1	ea
	143/001/001	1						
					143/001/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	143/007/001	1						
					143/007/001	1	1	ea
	145/814/001	4						
					145/814/001	1	4	ea
	146/016/002	4						
					146/016/002	1	4	ea
	148/015/003	1						
					148/015/003	1	1	ea
	148/027/996	600						
					148/027/996	1	600	CM
	148/039/997	11						
					148/039/997	1	11	dm
	148/052/996	90						
					148/052/996	1	90	CM
	148/440/998	15						
					148/440/998	1	15	m
	801/201/012	2						
					801/201/012	1	2	ea
	801/215/212	2						
					801/215/212	1	2	ea

End of Structure - B41/58

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/59								
	070/742/003	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/003	2	2	ea
					172/722/003	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	121/094/003	25						
					121/094/003	1	25	ea
	121/546/001	1						
					121/546/001	1	1	ea
	121/563/001	1						
					121/563/001	1	1	ea
	121/563/002	1						
					121/563/002	1	1	ea
	122/002/001	1						
					142/002/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
	122/034/001	1						
					122/034/001	1	1	ea
	123/005/001	2						
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
	123/110/003	1						
					123/110/003	1	1	ea
	123/815/002	1						
					123/815/002	1	1	ea
	125/058/001	2						
					125/058/001	1	2	ea
	126/042/001	2						
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	142/009/001	1						
					142/009/001	1	1	ea
	142/100/001	1						
					142/100/001	1	1	ea
	143/001/001	1						
					143/001/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	143/007/001	1						
					143/007/001	1	1	ea
	145/814/001	4						
					145/814/001	1	4	ea
	146/016/002	4						
					146/016/002	1	4	ea
	148/015/003	1						
					148/015/003	1	1	ea
	148/027/996	600						
					148/027/996	1	600	CM
	148/039/997	11						
					148/039/997	1	11	dm
	148/052/996	90						
					148/052/996	1	90	CM
	148/440/998	25						
					148/440/998	1	25	m
	801/201/012	2						
					801/201/012	1	2	ea
	801/215/212	2						
					801/215/212	1	2	ea
	A09/401/006	1						
					121/565/001	6	6	ea
					121/567/001	6	6	ea
					121/568/001	6	6	ea
					148/369/997	74	74	dm

End of Structure - B41/59

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/60								
	070/742/003	1						
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/002	2	2	ea
					165/701/003	2	2	ea
					172/722/003	2	2	ea
					801/201/016	8	8	ea
					801/209/016	4	4	ea
	121/094/003	15						
					121/094/003	1	15	ea
	121/546/001	1						
					121/546/001	1	1	ea
	121/563/001	1						
					121/563/001	1	1	ea
	121/563/002	1						
					121/563/002	1	1	ea
	122/002/001	1						
					142/002/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
	122/034/001	1						
					122/034/001	1	1	ea
	123/005/001	2						
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
	123/110/003	1						
					123/110/003	1	1	ea
	123/815/002	1						
					123/815/002	1	1	ea
	125/058/001	2						
					125/058/001	1	2	ea
	126/042/001	2						
					146/056/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
	142/009/001	1						
					142/009/001	1	1	ea
	142/100/001	1						
					142/100/001	1	1	ea
	143/001/001	1						
					143/001/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	143/007/001	1						
					143/007/001	1	1	ea
	145/814/001	4						
					145/814/001	1	4	ea
	146/016/002	4						
					146/016/002	1	4	ea
	148/015/003	1						
					148/015/003	1	1	ea
	148/027/996	600						
					148/027/996	1	600	CM
	148/039/997	11						
					148/039/997	1	11	dm
	148/052/996	90						
					148/052/996	1	90	CM
	148/440/998	15						
					148/440/998	1	15	m
	801/201/012	2						
					801/201/012	1	2	ea
	801/215/212	2						
					801/215/212	1	2	ea
	A09/401/006	1						
					121/565/001	6	6	ea
					121/567/001	6	6	ea
					121/568/001	6	6	ea
					148/369/997	74	74	dm

End of Structure - B41/60

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/61								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	107/803/002	1						
					107/803/002	1	1	ea
	142/101/002	24						
					142/101/002	1	24	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	165/701/009	24						
					165/701/009	1	24	ea
	801/201/016	48						
					801/201/016	1	48	ea
	801/209/016	48						
					801/209/016	1	48	ea
	801/215/216	48						
					801/215/216	1	48	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	2						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	4	ea
					148/021/001	1	4	ea
					148/025/002	1	4	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	4	ea
					148/021/001	3	12	ea
					148/025/001	2	8	ea
					121/563/002	2	4	ea
					121/584/001	1	2	ea
					122/034/001	1	2	ea
					142/009/001	1	2	ea
					142/090/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/011/001	2	4	ea
					148/027/996	300	600	CM
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	16	ea
	A09/114/002	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/200	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/200	1	1	ea
	A09/130/210	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/210	1	1	ea
	A09/130/215	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/215	1	1	ea
	A09/130/225	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/225	1	1	ea
	A09/130/265	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/265	1	1	ea
	A09/130/280	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/280	1	1	ea
	A09/401/004	3						
					121/565/001	10	30	ea
					121/567/001	10	30	ea
					121/568/001	10	30	ea
					148/369/997	115	345	dm
	A09/503/001	1						
					121/544/006	2	2	ea
					121/893/001	1	1	ea
					121/894/001	1	1	ea
					121/895/001	2	2	ea
					121/895/002	2	2	ea
					121/896/001	4	4	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea

End of Structure - B41/61

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/62								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	12						
					142/101/002	1	12	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	165/701/009	12						
					165/701/009	1	12	ea
	801/201/016	24						
					801/201/016	1	24	ea
	801/209/016	24						
					801/209/016	1	24	ea
	801/215/216	24						
					801/215/216	1	24	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/110/001	3						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	6	ea
					148/021/001	1	6	ea
					148/025/002	1	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	6	ea
					148/021/001	3	18	ea
					148/025/001	2	12	ea
					121/563/001	2	6	ea
					121/584/001	1	3	ea
					122/034/001	1	3	ea
					142/009/001	1	3	ea
					142/100/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					148/027/996	300	900	CM
					801/201/016	4	12	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
	A09/110/101	2						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	4	ea
					143/835/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea
					165/902/001	4	8	ea
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	8	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	2	ea
					150/107/110	4	8	ea
					150/282/005	4	8	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/004	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea
					150/401/004	4	8	ea
					165/843/002	2	4	ea
					121/546/001	1	2	ea
					121/558/001	1	2	ea
					123/110/003	1	2	ea
					123/815/001	1	2	ea
					148/828/996	100	200	CM
	A09/130/240	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/240	1	1	ea
	A09/130/310	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/310	1	1	ea
	A09/130/315	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/315	1	1	ea
	A09/401/005	3						
					121/565/001	8	24	ea
					121/567/001	8	24	ea
					121/568/001	8	24	ea
					148/369/997	97	291	dm

End of Structure - B41/62

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B41/63								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	24						
					142/101/002	1	24	ea
	148/058/998	110						
					148/058/998	1	110	m
	148/440/998	110						
					148/440/998	1	110	m
	165/701/009	24						
					165/701/009	1	24	ea
	801/201/016	48						
					801/201/016	1	48	ea
	801/209/016	48						
					801/209/016	1	48	ea
	801/215/216	48						
					801/215/216	1	48	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	2						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	4	ea
					148/021/001	1	4	ea
					148/025/002	1	4	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	4	ea
					148/021/001	3	12	ea
					148/025/001	2	8	ea
					121/563/002	2	4	ea
					121/584/001	1	2	ea
					122/034/001	1	2	ea
					142/009/001	1	2	ea
					142/090/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					148/027/996	300	600	CM
					801/201/016	4	8	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	16	ea
	A09/114/002	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/205	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/205	1	1	ea
	A09/130/265	5						
					145/050/003	1	5	ea
					148/825/265	1	5	ea
	A09/401/005	3						
					121/565/001	8	24	ea
					121/567/001	8	24	ea
					121/568/001	8	24	ea
					148/369/997	97	291	dm

End of Structure - B41/63

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/01								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	24						
					142/101/002	1	24	ea
	148/058/998	110						
					148/058/998	1	110	m
	148/440/998	110						
					148/440/998	1	110	m
	165/701/009	32						
					165/701/009	1	32	ea
	171/909/305	2						
					171/909/305	1	2	ea
	171/909/306	2						
					171/909/306	1	2	ea
	801/201/016	72						
					801/201/016	1	72	ea
	801/209/016	72						
					801/209/016	1	72	ea
	801/215/216	72						
					801/215/216	1	72	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	2						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	4	ea
					148/021/001	1	4	ea
					148/025/002	1	4	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	4	ea
					148/021/001	3	12	ea
					148/025/001	2	8	ea
					121/563/002	2	4	ea
					121/584/001	1	2	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					122/034/001	1	2	ea
					142/009/001	1	2	ea
					142/090/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					148/027/996	300	600	CM
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	16	ea
	A09/114/002	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/160	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/160	1	1	ea
	A09/130/185	3						
					145/050/003	1	3	ea
					148/825/185	1	3	ea
	A09/130/255	2						
					145/050/003	1	2	ea
					148/825/255	1	2	ea
	A09/401/006	3						
					121/565/001	6	18	ea
					121/567/001	6	18	ea
					121/568/001	6	18	ea
					148/369/997	74	222	dm

End of Structure - B42/01

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/02								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	24						
					142/101/002	1	24	ea
	148/058/998	110						
					148/058/998	1	110	m
	148/440/998	110						
					148/440/998	1	110	m
	165/701/009	24						
					165/701/009	1	24	ea
	801/201/016	48						
					801/201/016	1	48	ea
	801/209/016	48						
					801/209/016	1	48	ea
	801/215/216	48						
					801/215/216	1	48	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/002	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/090/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	8	ea
	A09/114/002	2						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	4	ea
					148/021/001	1	4	ea
					148/025/002	1	4	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	4	ea
					148/021/001	3	12	ea
					148/025/001	2	8	ea
					121/563/001	2	4	ea
					121/584/001	1	2	ea
					122/034/001	1	2	ea
					142/009/001	1	2	ea
					142/100/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					148/027/996	300	600	CM
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	8	ea
	A09/114/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/200	5						
					145/050/003	1	5	ea
					148/825/200	1	5	ea
	A09/130/285	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/285	1	1	ea
	A09/401/006	3						
					121/565/001	6	18	ea
					121/567/001	6	18	ea
					121/568/001	6	18	ea
					148/369/997	74	222	dm

End of Structure - B42/02

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/03								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	24						
					142/101/002	1	24	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	165/701/009	24						
					165/701/009	1	24	ea
	801/201/016	48						
					801/201/016	1	48	ea
	801/209/016	48						
					801/209/016	1	48	ea
	801/215/216	48						
					801/215/216	1	48	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	2						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	4	ea
					148/021/001	1	4	ea
					148/025/002	1	4	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	2	ea
					148/015/001	1	2	ea
					801/201/012	2	4	ea
					801/215/212	2	4	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	4	ea
					148/021/001	3	12	ea
					148/025/001	2	8	ea
					121/563/002	2	4	ea
					121/584/001	1	2	ea
					122/034/001	1	2	ea
					142/009/001	1	2	ea
					142/090/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					148/027/996	300	600	CM
					801/201/016	4	8	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	16	ea
	A09/114/002	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/205	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/205	1	1	ea
	A09/130/210	2						
					145/050/003	1	2	ea
					148/825/210	1	2	ea
	A09/130/215	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/215	1	1	ea
	A09/130/280	2						
					145/050/003	1	2	ea
					148/825/280	1	2	ea
	A09/401/006	3						
					121/565/001	6	18	ea
					121/567/001	6	18	ea
					121/568/001	6	18	ea
					148/369/997	74	222	dm
	A09/503/001	1						
					121/544/006	2	2	ea
					121/893/001	1	1	ea
					121/894/001	1	1	ea
					121/895/001	2	2	ea
					121/895/002	2	2	ea
					121/896/001	4	4	ea
					148/021/001	2	2	ea
					148/025/001	2	2	ea

End of Structure - B42/03

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/04								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	107/803/002	1						
					107/803/002	1	1	ea
	142/101/002	20						
					142/101/002	1	20	ea
	148/058/998	110						
					148/058/998	1	110	m
	148/440/998	110						
					148/440/998	1	110	m
	165/701/009	28						
					165/701/009	1	28	ea
	171/909/305	2						
					171/909/305	1	2	ea
	171/909/306	2						
					171/909/306	1	2	ea
	801/201/016	64						
					801/201/016	1	64	ea
	801/209/016	64						
					801/209/016	1	64	ea
	801/215/216	64						
					801/215/216	1	64	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/114/001	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/002	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/090/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	8	ea
	A09/114/002	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	3	6	ea
					148/025/001	2	4	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	300	300	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/012	1						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/002	1	2	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	1	ea
					148/015/001	1	1	ea
					801/201/012	2	2	ea
					801/215/212	2	2	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	2	ea
					148/021/001	1	2	ea
					148/025/001	1	2	ea
					121/563/001	2	2	ea
					121/584/001	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					122/034/001	1	1	ea
					142/009/001	1	1	ea
					142/100/001	1	1	ea
					148/011/001	2	2	ea
					148/027/996	190	190	CM
					801/201/016	4	4	ea
					801/209/016	4	4	ea
					801/215/016	4	4	ea
	A09/114/101	2						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	4	ea
					143/835/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea
					165/902/001	4	8	ea
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	8	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	2	ea
					150/107/110	4	8	ea
					150/282/005	4	8	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/004	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea
					150/401/004	4	8	ea
					165/843/002	2	4	ea
					121/546/001	1	2	ea
					121/558/001	1	2	ea
					123/110/003	1	2	ea
					123/815/001	1	2	ea
					148/828/996	100	200	CM
	A09/130/135	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/135	1	1	ea
	A09/130/210	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/210	1	1	ea
	A09/130/225	2						
					145/050/003	1	2	ea
					148/825/225	1	2	ea
	A09/130/280	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/280	1	1	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
	A09/401/005	3						
					121/565/001	8	24	ea
					121/567/001	8	24	ea
					121/568/001	8	24	ea
					148/369/997	97	291	dm

End of Structure - B42/04

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/05								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	12						
					142/101/002	1	12	ea
	148/058/998	150						
					148/058/998	1	150	m
	148/440/998	150						
					148/440/998	1	150	m
	165/701/009	48						
					165/701/009	1	48	ea
	171/909/305	6						
					171/909/305	1	6	ea
	171/909/306	6						
					171/909/306	1	6	ea
	801/201/016	96						
					801/201/016	1	96	ea
	801/209/016	96						
					801/209/016	1	96	ea
	801/215/216	96						
					801/215/216	1	96	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/110/001	3						
			120/002/001	2				
					140/002/001	1	6	ea
					148/021/001	1	6	ea
					148/025/002	1	6	ea
			122/003/001	1				
					142/003/001	1	3	ea
					148/015/001	1	3	ea
					801/201/012	2	6	ea
					801/215/212	2	6	ea
			126/001/001	2				
					146/001/001	1	6	ea
					148/021/001	3	18	ea
					148/025/001	2	12	ea
					121/563/001	2	6	ea
					121/584/001	1	3	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					122/034/001	1	3	ea
					142/009/001	1	3	ea
					142/100/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					148/027/996	300	900	CM
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
	A09/110/101	3						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	6	ea
					150/103/005	2	6	ea
					150/326/203	2	6	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	6	ea
					143/835/001	1	3	ea
					148/011/001	2	6	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					165/902/001	4	12	ea
					801/201/016	4	12	ea
					801/209/016	4	12	ea
					801/215/016	4	12	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	3	ea
					150/107/110	4	12	ea
					150/282/005	4	12	ea
					150/282/007	4	12	ea
					150/328/004	4	12	ea
					150/328/006	4	12	ea
					150/401/004	4	12	ea
					165/843/002	2	6	ea
					121/546/001	1	3	ea
					121/558/001	1	3	ea
					123/110/003	1	3	ea
					123/815/001	1	3	ea
					148/828/996	100	300	CM
	A09/130/250	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/250	1	1	ea
	A09/130/285	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/285	1	1	ea
	A09/130/295	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/295	1	1	ea
	A09/401/004	3						
					121/565/001	10	30	ea
					121/567/001	10	30	ea
					121/568/001	10	30	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/369/997	115	345	dm

End of Structure - B42/05

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
B42/06								
	072/256/001	2						
					142/807/002	2	4	ea
					148/011/009	2	4	ea
					150/125/314	2	4	ea
					150/292/005	12	24	ea
					468/215/001	1	2	ea
					801/209/016	6	12	ea
	142/101/002	12						
					142/101/002	1	12	ea
	148/058/998	110						
					148/058/998	1	110	m
	148/440/998	110						
					148/440/998	1	110	m
	165/228/230	12						
					165/228/230	1	12	ea
	801/201/016	24						
					801/201/016	1	24	ea
	801/209/016	24						
					801/209/016	1	24	ea
	801/215/216	24						
					801/215/216	1	24	ea
	997/462/002	2						
					997/462/002	1	2	ea
	A09/123/101	2						
			123/005/001	1				
					143/004/003	2	4	ea
					150/103/005	2	4	ea
					150/326/203	2	4	ea
			123/810/001	1				
					143/834/001	2	4	ea
					143/835/001	1	2	ea
					148/011/001	2	4	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea
					165/902/001	4	8	ea
					801/201/016	4	8	ea
					801/209/016	4	8	ea
					801/215/016	4	8	ea
			123/812/001	1				
					143/833/001	1	2	ea
					150/107/110	4	8	ea
					150/282/005	4	8	ea
					150/282/007	4	8	ea
					150/328/004	4	8	ea
					150/328/006	4	8	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					150/401/004	4	8	ea
					165/843/002	2	4	ea
					121/546/001	1	2	ea
					121/558/001	1	2	ea
					123/110/003	1	2	ea
					123/815/001	1	2	ea
					148/828/996	100	200	CM
	A09/123/504	2						
			125/003/001	4				
					145/009/002	1	8	ea
					145/009/003	1	8	ea
					150/185/108	1	8	ea
					150/325/005	1	8	ea
			126/803/001	2				
					146/810/001	1	4	ea
					148/025/004	2	8	ea
					148/100/001	2	8	ea
					801/209/020	2	8	ea
					121/532/002	2	4	ea
					121/544/006	2	4	ea
					126/804/001	2	4	ea
					144/816/002	2	4	ea
					148/021/001	2	4	ea
					148/025/001	2	4	ea
					148/043/998	6	12	m
	A09/130/205	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/205	1	1	ea
	A09/130/215	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/215	1	1	ea
	A09/130/225	1						
					145/050/003	1	1	ea
					148/825/225	1	1	ea
	A09/311/029	1						
			126/017/001	1				
					141/007/001	1	1	ea
					146/013/001	1	1	ea
			126/803/001	2				
					146/810/001	1	2	ea
					148/025/004	2	4	ea
					148/100/001	2	4	ea
					801/209/020	2	4	ea
					121/532/002	2	2	ea
					121/544/006	3	3	ea
					126/008/005	1	1	ea
					144/816/002	1	1	ea
					146/012/001	1	1	ea
					148/021/001	3	3	ea

Bill Of Quantities

Project : Kelvedon - Fernando

Revision : C01

Structure	Items	Qty	Sub Assembly	Qty	Component. Ref	Qty	Total Qty	Unit
					148/025/001	3	3	ea
	A09/311/104	1						
		126/803/001		2				
					146/810/001	1	2	ea
					148/025/004	2	4	ea
					148/100/001	2	4	ea
					801/209/020	2	4	ea
					121/532/002	1	1	ea
					121/544/010	1	1	ea
					126/008/005	1	1	ea
					144/816/002	2	2	ea
					148/021/001	1	1	ea
					148/025/001	1	1	ea
	A09/401/003	2						
					121/565/001	12	24	ea
					121/567/001	12	24	ea
					121/568/001	12	24	ea
					148/369/997	130	260	dm

End of Structure - B42/06