

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**CONSTRUCCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS MEDIANTE CARROS
DE AVANCE CON APLICACIÓN EN EL PUENTE SOBRE VÍA
EVITAMIENTO, METRO DE LIMA**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ELVIS RAÚL CAMARENA CAMARENA

Lima- Perú

2014

RESUMEN	1
LISTA DE FIGURAS	2
LISTA DE CUADROS	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	
1.2 ESTADO DEL ARTE EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES	9
1.2.1 Desarrollo en la Historia	9
1.2.2 Técnicas constructivas y equipos para superestructuras de puentes	12
1.3 NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN	16
1.3.1 AASHTO LRFD Bridge Design Specifications	16
1.3.2 Manual de diseño de puentes	16
1.3.3 Normas UNE EN	16
1.4 TIPOS DE PUENTES	17
1.4.1 Por su funcionalidad	17
1.4.2 Por el material de la superestructura	17
1.4.3 Por el sistema estructural	17
1.4.4 Por el tipo de apoyo	20
1.4.5 Por el tiempo de vida útil	21
1.4.6 Por el proceso constructivo	21
1.4.7 Por el trazo geométrico	21
1.5 PUENTE POR VOLADIZOS SUCESIVOS	22
CAPÍTULO II: SISTEMA CARRO DE AVANCE	24
2.1 TIPOLOGÍA DE CARROS DE AVANCE	26
2.2 PRINCIPALES PARTES QUE CONFORMAN UN CARRO	28
2.3 MONTAJE	29

2.3.1	Carriles de Avance	29
2.3.2	Estructura Principal	32
2.3.3	Encofrado de Fondo y Exterior	35
2.3.4	Encofrado de Interior	38
2.4	CICLO DE TRABAJO	41
2.4.1	Traslado de los Carriles de Avance	42
2.4.2	Anclaje de los Carriles de Avance	43
2.4.3	Desencofrado del Encofrado Interior	44
2.4.4	Desencofrado del Encofrado Exterior	46
2.4.5	Desencofrado del Encofrado de Fondo	47
2.4.6	Avance de la Estructura Principal	48
2.4.7	Posicionamiento del Anclaje trasero	50
2.4.8	Colocación del Encofrado de Fondo y Exterior	51
2.4.9	Movimiento del Encofrado Interior	52
2.4.10	Posicionamiento del Encofrado Interior	54
2.4.11	Colocación de Acero en Losa Superior	54
2.4.12	Vaciado de Concreto	54
2.4.13	Curado y Fraguado de Concreto	55
2.5	SISTEMA HIDRÁULICO	55
2.5.1	Cilindro de Apoyo	55
2.5.2	Cilindro de Avance	56
2.5.3	Central Hidráulica	56
2.5.4	Esquema de Funcionamiento	57
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL CARRO DE AVANCE EN EL PUENTE SOBRE LA VÍA DE EVITAMIENTO, METRO DE LIMA		58
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	58
3.1.1	Generalidades	58

3.1.2	Puente sobre la Vía de Evitamiento	59
3.2	PREFERENCIA DE EJECUCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS	60
3.3	CARRO DE AVANCE	61
3.4	COMPARACIÓN DEL SISTEMA CARRO DE AVANCE VS SOLUCIÓN CON SOPORTE CONVENCIONAL	63
3.4.1	Comparativo de Rendimiento en la Ejecución	63
3.4.2	Comparativo de Presupuesto	66
	CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
4.1	CONCLUSIONES	69
4.2	RECOMENDACIONES	70
	BIBLIOGRAFÍA	71
	ANEXOS	

RESUMEN

En la actualidad la construcción de puentes de grandes luces ha llevado a la industria de la construcción a estar en un constante desarrollo con el objetivo de mejorar los tiempos de ejecución, presupuesto y calidad de las estructuras.

Desde que los puentes se han construido por el método convencional, la industria a estado en busca de un proceso más óptimo y que no dependa de la superficie de apoyo. Como consecuencia de esto surgió la idea y aplicación de los voladizos sucesivos.

El objetivo del informe es dar a conocer y evaluar el sistema "Carro de Avance" en la ejecución de viaductos, posteriormente se presenta una aplicación desarrollada en el puente sobre la Vía de Evitamiento del proyecto Tren Eléctrico Línea 1 Tramo 2, en la cual se explica su estructuración y los elementos participantes. Además se presenta la descripción del proceso de montaje básico y se presenta el costo de alquiler generado por dicho encofrado.

El informe llega a establecer lineamientos generales para la elección adecuada de un sistema de encofrados para superestructuras de puentes, además se analiza el presupuesto y se detallan valores de comparación para futuros proyectos de características similares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Partes Principales de un puente de concreto	8
Figura 1.2 Puente Romano de madera a través del Danubio	9
Figura 1.3 Sistema Hennebique	10
Figura 1.4 Puente colgante de Pucayacu	12
Figura 1.5 Construcción del Puente de San Luis	13
Figura 1.6 Proyecto "Metro de Lima"	14
Figura 1.7 Vigas de Lanzamiento	14
Figura 1.8 Puente Koberni	15
Figura 1.9 Puente tipo losa	17
Figura 1.10 Puente sección cajón de una celda	18
Figura 1.11 Puente de viga sección I	18
Figura 1.12 Puente reticulado Chaullay - La Convención , Cusco	18
Figura 1.13 Puente Salinas - Santa Rosa, Amazonas	19
Figura 1.14 Puente Atumpampa - Tarapoto, San Martin	19
Figura 1.15 Puente Continental - Tarapoto, San Martin	20
Figura 1.16 Puente Aporticado	20
Figura 1.17 Ejecución con andariveles	22
Figura 2.1 Cimbra para ejecución de viaducto	24
Figura 2.2 Ejecución Puente Koberni	25
Figura 2.3 Esquema de avance	25
Figura 2.4 Carro de Avance DOKA	26
Figura 2.5 Carro de Avance ALSINA	27
Figura 2.6 Carro de Avance ULMA	27
Figura 2.7 Carro de Avance PERI	27
Figura 2.8 Alzado, Carro de Avance	28
Figura 2.9 Planta y Alzado de Carril Doble L=5.90 m	30
Figura 2.10 Planta y Alzado de Carril Simple L=6.79 m	30
Figura 2.11 Vista Sección de fijación de los carriles	31
Figura 2.12 Vista Planta y Elevación de fijación de los carriles	31
Figura 2.13 Carriles instalados sobre dovela '0'	31
Figura 2.14 Alzado Estructura Principal	32
Figura 2.15 Arriostres MK-120 de las Estructuras Principales	33
Figura 2.16 Vista Sección del Apoyo Delantero	33

Figura 2.17 Vista Alzado del Apoyo Trasero	34
Figura 2.18 Esquema de izado de Estructura Principal	34
Figura 2.19 Izado de la Estructura Principal	34
Figura 2.20 Vista vigas transversales U-500	35
Figura 2.21 Vista planta encofrado de fondo	36
Figura 2.22 Vista sección encofrado exterior	36
Figura 2.23 Vista sección de viga 240 suspendida	37
Figura 2.24 Esquema del pre montaje del encofrado de fondo	37
Figura 2.25 Proceso de izado del encofrado de fondo y exterior	38
Figura 2.26 Vista sección encofrado interior, exterior y fondo	39
Figura 2.27 Vista planta y elevación de carriles de desplazamiento	39
Figura 2.28 Montaje encofrado interior (Fase 1)	40
Figura 2.29 Montaje encofrado interior (Fase 2)	40
Figura 2.30 Montaje encofrado interior (Fase 3)	40
Figura 2.31 Montaje completo del Carro de Avance	41
Figura 2.32 Vista elevación de retiro de anclajes de los carriles	42
Figura 2.33 Vista sección de retiro de anclajes de los carriles	42
Figura 2.34 Movimientos del cilindro horizontal (Gato 30 t)	43
Figura 2.35 Desplazamiento del Cilindro Horizontal	43
Figura 2.36 Vista elevación de colocación de anclajes de los carriles	44
Figura 2.37 Destensado con cilindros huecos	45
Figura 2.38 Viga carril de encofrado interior	45
Figura 2.39 Encofrado Exterior	46
Figura 2.40 Descenso del encofrado de fondo, mediante los cilindros huecos	47
Figura 2.41 Transferencia de cargas al anclaje trasero del carril	49
Figura 2.42 Fases del proceso hidráulico de avance del carro	49
Figura 2.43 Tensado anclaje trasero	50
Figura 2.44 Soporte delantero	50
Figura 2.45 Posicionamiento del conjunto trasero (Pasos 1 y 2)	51
Figura 2.46 Posicionamiento del conjunto trasero (Pasos 3 y 4)	51
Figura 2.47 Encofrado de fondo y exterior	52
Figura 2.48 Posición 1 y 2	53
Figura 2.49 Posición 3 y 4	53
Figura 2.50 Posición 5 y 6	53
Figura 2.51 Posición final del encofrado interior	54

Figura 2.52 Gato hidráulico 200 t	55
Figura 2.53 Gato hidráulico 30 t / 18 t	56
Figura 2.54 Central hidráulica 250/700 bar	57
Figura 2.55 Esquema de conexiones	57
Figura 3.1 Red básica del Metro de Lima	58
Figura 3.2 Ubicación del Puente	59
Figura 3.3 Alzado	59
Figura 3.4 Sección Típica	60
Figura 3.5 Ejecución de tramo central	60
Figura 3.6 Longitud de Arranque (Carros Independientes)	61
Figura 3.7 Longitud de Arranque (Carros Conectados)	61
Figura 3.8 Ancho de viaducto máximo permitido	62
Figura 3.9 Longitud dovela permitido	62
Figura 3.10 Sistema de Ejecución Convencional	64
Figura 3.11 Sistema Carro de avance	65
Figura 3.12 Soporte Puente Santa Rosa	66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1 Clasificación del puente	59
Cuadro 3.2 Cronograma Proyectado (Sist. Convencional)	63
Cuadro 3.3 Cronograma Proyectado (Sist. Carro de Avance)	65
Cuadro 3.4 Presupuesto (Sist. Convencional)	67
Cuadro 3.5 Presupuesto (Sist. Carro de Avance)	68

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el Perú presenta un fuerte crecimiento en la última década, el cual se ve reflejado en el gran número de obras de Ingeniería que se vienen ejecutando; Es por ello que en muchos puentes construidos a lo largo de éstos últimos diez años, se muestra interés por mejorar y optimizar sus procesos constructivos, que conlleven a tiempos de ejecución más cortos lo cual es de gran importancia para las empresas contratistas que compiten entre sí para la adjudicación de las obras, haciendo de esta industria cada vez más competitiva que años atrás.

La ingeniería de puentes no es ajena a esto, y dado el gran déficit vial en nuestro país y la mayor inversión que se está realizando en el desarrollo de proyectos viales que involucran la construcción de puentes, se hace necesario el conocimiento y aplicación de nuevos sistemas de construcción para viaductos o superestructuras de los puentes.

El presente informe busca evaluar los nuevos sistemas utilizados para el encofrado de superestructuras en puentes y poder establecer criterios para su elección en los diversos tipos de puentes. Además se explican los criterios básicos para la estructuración del sistema de construcción por voladizos sucesivos y el proceso de montaje. Así también establecer los costos de alquiler que este sistema genera.

La metodología empleada es de tipo descriptiva y aplicativa, en el desarrollo de los capítulos se presentan las bases teóricas que permitan sustentar las aplicaciones desarrolladas.

El capítulo I **Generalidades** presenta los criterios básicos requeridos para un mejor entendimiento del informe, se explican las técnicas constructivas utilizadas en la actualidad, la clasificación de los tipos de puentes, las consideraciones para el diseño de falsos puentes y los estudios básicos necesarios para la estructuración de un sistema de soporte y encofrado.

En el capítulo II **Sistemas Carro de Avance** se detalla la tipología de los Carros de Avance, sus componentes y características, además del montaje respectivo.

En el capítulo III **Aplicación del Carro de Avance en el Puente sobre la Vía de Evitamiento, Metro de Lima** se describe el puente y su ubicación dentro del proyecto Tren Eléctrico, se explican los criterios tomados para la estructuración de la estructura de soporte y encofrado, los criterios de armado y montaje de los diversos equipos utilizados, posteriormente se presentan los criterios utilizados para la realización de los metrados y se evalúa el costo total del alquiler de la estructura de soporte convencional en comparación con el sistema Carro de Avance.

En el capítulo IV **Conclusiones y recomendaciones** se presentan las principales conclusiones a las que se llegó con el presente informe y se dan recomendaciones para la ampliación y difusión de estudios relacionados.

Se presentan también cuatro anexos, los cuales permiten consolidar los conceptos desarrollados en los capítulos estudiados. Aquí se presentan los planos generales del proyecto y los planos de la estructura de soporte y encofrado utilizados, se presenta el panel fotográfico y se detallan características adicionales de los diversos sistemas de encofrados tratados.

Se espera que el presente informe sirva de consulta para el estudio de los sistemas de encofrados en puentes para el alumnado universitario y profesionales en general y sea la base de futuros estudios e investigaciones de nuevas tecnologías en esta rama de la ingeniería.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

En el desarrollo del presente informe se utilizan términos sobre puentes, soportes y encofrados, para efectos de que no haya confusión en la interpretación de los términos a utilizar, se presenta a continuación:

PUENTE: Es una estructura que permite salvar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río, un valle, un cañón, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier obstáculo, para dar continuidad a un vía.

SUPERESTRUCTURA: Es la parte del puente que soporta directamente las cargas, consiste en el tablero constituido por vigas, diafragmas, aceras, postes, pasamanos, capa de rodadura, etc.

SUBESTRUCTURA: Es el conjunto de pilares y estribos (muros de contención en los costados) que soportan a la superestructura y retienen el terreno de los accesos, ver figura 1.1.

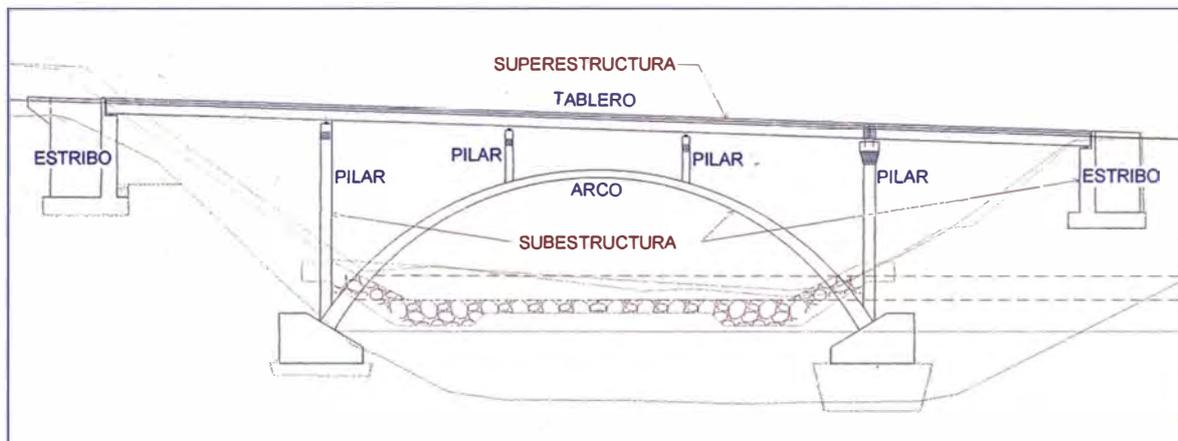


Figura 1.1 Partes principales de un puente de concreto

ENCOFRADO: Es un sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al concreto antes de fraguar, dichos moldes deben resistir las diversas cargas que actúan sobre él (carga por gravedad, presión lateral, carga de viento, etc.).

FALSO PUENTE: Comprende la construcción de una estructura temporal para soportar las formas de la estructura de un puente que ha de ser vaciado con concreto, mientras éste no alcance su capacidad autoportante necesaria.

DOVELA: Es cada porción del tablero en el proceso de ejecución de un puente segmentado, la dovela que se encuentra sobre el pilar se denomina "dovela cero".

1.2 ESTADO DEL ARTE EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

1.2.1 DESARROLLO EN LA HISTORIA

Ha llegado de antiguas civilizaciones diferentes tipos de estructuras de puentes, incluyendo los viejos puentes de madera con trozos de tronco invertidos, que todavía existen en los puentes de la dinastía Han (206 a.C. - 220 d.C.), provistos de arcos elaborados con troncos, y que servían para cruzar pequeños canales.

Tanto en Oriente como en Occidente, se pueden encontrar ejemplos de antiguos puentes de arcos de mampostería. Los primeros ejemplos reconocibles están fechados en el año 1000 a.C., y están contruidos en Persia.

Aproximadamente 500 años más tarde, los romanos empezaron a utilizar los arcos semicirculares porque son más fáciles de adaptar y de prefabricar. Aunque estos arcos son menos eficaces que los antiguos contruidos en China, los arcos semicirculares podían ser más grandes, gracias a los diferentes avances romanos.



Figura 1.2 Puente romano de madera a través del Danubio

A finales del siglo XVII y del siglo XVIII, la construcción continuaba empleando métodos artesanales, mientras se iban acumulando instrumentos más sofisticados.

A mediados del siglo XIX, el material más importante para la ingeniería, el acero, se estaba convirtiendo en un elemento muy abundante. Se empleó para la manufactura de los ferrocarriles, las armas, las calderas de alta presión para los barcos y locomotoras a vapor.

El acero contiene hierro quebradizo adulterado con carbón, y tiene un comportamiento de tensión lineal recta. Si soporta demasiada carga el acero cede, pero todavía sigue funcionando, al aguantar la carga con los otros componentes (esta característica de elasticidad es muy importante para el diseño de estructuras grandes).

Las tecnologías se desarrollan y maduran en grados diferentes. El acero por ejemplo, se desarrolló con mucha facilidad, su calidad se puede controlar y su comportamiento es simple de analizar. El concreto no es tan estable y a veces aparecen problemas de forma secuencial y que demuestran su complejidad. En la segunda mitad del siglo XIX, se realizaron experimentos con el concreto, con el desarrollo de muchos modelos intelectuales acerca del comportamiento del material.

El experimento de François Hennebique (1842 - 1921) fue universalmente aceptado, para convertirse en el inicio del estudio del comportamiento del concreto armado. Los puentes de Hennebique estaban formados por arcos sencillos que comprimían los materiales o utilizaban vigas simples reforzadas. Fue a través de la manipulación de un puente de arco de concreto, que se consiguió el refinamiento en el uso del concreto armado.

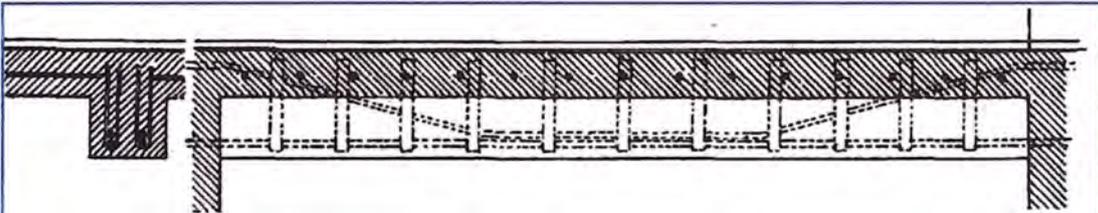


Figura 1.3 Sistema Hennebique

A mediados del siglo XX, después de la Segunda Guerra Mundial empezó la preocupación por la estética, este conflicto y la consiguiente reconstrucción inspiró nuevas maneras de construir puentes en las décadas siguientes; y los avances que definen la época actual pueden ser considerados como producto de la Guerra Fría y de la carrera armamentista.

A finales de la década de los sesentas y setentas se produjeron la mayor parte de los desastres ocurridos en los puentes, los cuales se han producido en la fase de construcción. Un proceso de "innovación encubierta", las extensiones de la

práctica establecida que habían demostrado ser cruciales se evidencia en la serie de errores que se cometieron.

Los paradigmas de los tipos de puentes modernos comienzan a establecerse considerando la cuestión estética; como uno de los deberes del ingeniero. Junto con estas nuevas concepciones, en los últimos años, también han tenido lugar avances materiales e innovaciones técnicas, otro componente básico de la práctica actual. Los nuevos instrumentos y software de diseño han hecho posible que seamos capaces de analizar y describir cualquier forma, de determinar el comportamiento de los materiales bajo cualquier condición y a largo plazo, por eso ahora podemos probar todos los aspectos imaginables antes de construir.

La construcción contemporánea de puentes se amplía en tres direcciones. Hay ahora mayores travesías que realizar para aumentar el crecimiento económico, uniendo incluso grandes metrópolis. De todos modos, el tamaño de los puentes tiene un límite teórico. La fuerza aumenta proporcionalmente al cuadrado de su dimensión, la sección del elemento de soporte, mientras que el propio peso aumenta hasta el cubo de la dimensión, su volumen. A medida que las estructuras se van haciendo más grandes, llega un punto en que se hunden por su propio peso.

Todavía queda mucho para llegar a esos límites, pero siguen apareciendo nuevos materiales que se empiezan a usar dependiendo de su longevidad, Las cuerdas de parafil, increíblemente resistentes pero también muy caras y de dudosa longevidad, han demostrado ser muy útiles para el anclaje en las profundidades del mar. Otros plásticos, con propiedades estructurales de "diseño" inventadas para cada aplicación, se están examinando para utilizarlos en las vigas y en los soportes, ya que resultan muy económicos. Nos encontramos en el periodo inicial de prueba, a la que se someten los nuevos materiales, y para dentro de poco tiempo se espera la aparición de formas completamente nuevas, inspiradas en un profundo análisis de las posibilidades de los materiales.

En el Perú desde la época pre-incaica, la construcción de puentes se hacía indispensable debido a la realidad geográfica andina. Los puentes más comunes

fueron hechos con troncos de árboles y elaborados con trenzas de diversas fibras. En el caso de los puentes con troncos se utilizaron solo en los lugares en donde la geografía se lo permitía, y para esto era necesario una base de piedra que eran labrados para que los maderos encajen.

Los puentes colgantes también fueron muy comunes en la zona andina, eran contruidos con fibras vegetales que estaban fijadas a unas sólidas bases de piedra a cada lado.

Los ríos también eran cruzados por oroyas, las cuales se hacían con cuerdas de ichu o lianas tan gruesas como una pierna, estas cuerdas eran amarradas a peñas de una orilla a otra y de esta colgaba una canasta.



Figura 1.4 Puente colgante de Pucayacu

Con el pasar de los años y los avances tecnológicos como la utilización del acero o el concreto armado descrito anteriormente, se dio pase a las nuevas tendencias en la construcción de puentes actualmente.

1.2.2 TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS Y EQUIPOS PARA SUPER ESTRUCTURAS DE PUENTES

Con el correr de los años se desarrollaron también diversos sistemas para poder construir los puentes, los cuales cada vez presentan mayores exigencias constructivas con grandes luces, mayores alturas y menores tiempos de ejecución. Los principales sistemas utilizados en la actualidad son:

a) SISTEMA CONVENCIONAL CON MADERA

Es un sistema antiguo de construcción y aún tomado como alternativa principalmente para puentes pequeños, utilizando encofrados y estructuras de soporte (falso puente) de madera. Sin embargo para puentes de mayores dimensiones resulta improductiva su utilización debido a que presenta una serie de inconvenientes como son su escaso número de usos, la gran mano de obra requerida, dificultad en el armado, colocación, etc.

Para puentes de mayores dimensiones y con alto grado de complejidad se pueden utilizar soluciones combinadas entre estructuras de soporte metálicas y estructuras y encofrados de madera.

En la figura siguiente se puede apreciar el soporte en la ejecución del Puente de San Luis sobre el río Mississippi, siendo pioneros en la construcción por voladizos sucesivos atirantados.



Figura 1.5 Construcción del Puente de San Luis

b) SISTEMA CON SOPORTE Y ENCOFRADO METÁLICO

Sistemas de gran demanda en la actualidad debido al gran número de empresas especialistas en encofrados que se encuentran en nuestro medio y que han traído al mercado nuevos sistemas con piezas metálicas estandarizadas para dar solución rápida y sencilla a diversos tipos de estructuras, y que además por el material del que están hechas presentan una gran cantidad de usos posibles.

Existen gran variedad de sistemas de apuntalamiento, encofrados y falsos puentes que se puede utilizar para la construcción de superestructuras de puentes. En la figura siguiente se muestra un soporte para la ejecución de un viaducto, en la parte izquierda se presenta un soporte con torres y celosías metálicas y en la parte derecha un soporte con puntales.



Figura 1.6 Proyecto "Metro de Lima" - Fuente: Archivo Ulma Encofrados Perú S.A.

c) SISTEMA CON VIGAS DE LANZAMIENTO

Al tratarse de puentes o viaductos con vanos de dimensiones considerables, se puede optar por el sistema de viga autolanzable, minimizando de esta forma los costes de la obra y reduciendo los plazos de ejecución. Este sistema consiste en lanzar vigas o cerchas metálicas apoyadas sobre los pilares del viaducto, luego de éstas vigas se colgará el encofrado para la superestructura del puente, no obstante es un sistema que aun no ha ingresado al mercado peruano. En la figura 1.7 se puede apreciar la configuración de las vigas de lanzamiento para el encofrado de la superestructura de un puente.



-- Figura 1.7 Vigas de Lanzamiento - Fuente: Archivo Ulma Encofrados Perú S.A.

d) SISTEMA CON CARROS DE AVANCE

La construcción de voladizos sucesivos es el que utiliza los Carros de Avance como medio de ejecución de dichos voladizos.

Los Carros de Avance posibilitan el posicionamiento y sujeción de cada una de las dovelas que al final conformarán el tablero del viaducto. Los carros están constituidos por una estructura metálica móvil que incorpora los encofrados, así como plataformas de trabajo y protección.

Este sistema permite obtener secciones incluso con inclinación variable como es el caso de los puentes en arco. Dicho sistema es muy utilizado cuando se requiere cubrir grandes alturas y/o grandes luces. Es un sistema que ya se encuentra en el mercado nacional. En la figura N°1.5 se puede apreciar el trabajo con este sistema.



Figura 1.8 Puente Kobemi - Fuente: Archivo Ulma Encofrados Perú S.A.

Como se observa en esta clasificación de técnicas constructivas, el temario que se puede desprender sobre dichas técnicas es bastante grande y cada uno es lo suficientemente amplio para hacer una buena investigación, sin embargo el presente informe estudiará específicamente el sistema planteado en este ítem, dada su reciente utilización en los puentes que se van construyendo en nuestro país.

1.3 NORMATIVIDAD Y REGLAMENTACIÓN

Para un adecuado uso de los diversos criterios en la ingeniería de puentes se requiere normar y reglamentar los diversos procedimientos a utilizar, tanto en los diseños, procesos constructivos, materiales a utilizar, etc.

1.3.1 AASHTO LRFD Design Specification, Construction Specification

De la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), dicha entidad norteamericana presenta y explica los diversos criterios a tomar en cuenta para el análisis, diseño y construcción de los puentes, siendo una reglamentación muy utilizada no solo en el ámbito norteamericano sino seguida también por muchos otros países a nivel mundial, siendo el Perú uno de ellos.

1.3.2 MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES

Elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en el año 2003, es la principal guía a seguir para la elaboración de proyectos de puentes en nuestro país, presenta los criterios y requerimientos mínimos necesarios para el análisis, diseño y construcción de puentes carreteros y peatonales.

En su mayor parte en los aspectos referidos al análisis y diseño es una adaptación de las especificaciones de la AASHTO que son las que tradicionalmente se han venido utilizando en nuestro medio.

1.3.3 NORMAS UNE EN (UNA NORMA ESPAÑOLA – NORMA EUROPEA)

Son normas españolas elaboradas por los comités técnicos de normalización (CTN). Los nuevos sistemas de encofrados metálicos presentados en éste informe, los cuales son en todos los casos de procedencia española de la marca ULMA CONSTRUCCIÓN, cuentan con una serie de componentes y piezas para los cuales se ha seguido los criterios dados por las diversas normas UNE EN para su fabricación, configuración y lograr su posterior certificación, que le permita dar el respaldo adecuado para las diversas obras en donde serán utilizadas.

1.4 TIPOS DE PUENTES

Es muy variada la tipología de puentes existentes, sin embargo se les puede clasificar de acuerdo a los siguientes criterios:

1.4.1 POR SU FUNCIONALIDAD

De acuerdo al tipo de uso que se les va a dar a los puentes pueden ser:

Puentes carreteros: Para soportar tránsito vehicular.

Puentes ferroviarios. Para el pase de ferrocarriles.

Puentes peatonales: Para el paso de personas.

Acueductos: Canales elevados, para el transporte de líquidos.

1.4.2 POR EL MATERIAL DE LA SUPERESTRUCTURA

De acuerdo a los materiales utilizados se puede clasificar en:

Puentes de acero: de vigas, armaduras, arcos, colgantes o atirantados.

Puentes de concreto: concreto armado o presforzado (pretensado o postensado) de losa, vigas, arcos o atirantados.

Puentes de madera: de troncos o madera aserrada.

Puentes de sección compuesta: formados generalmente por vigas de acero con tablero de concreto sea armado o presforzado.

1.4.3 POR EL SISTEMA ESTRUCTURAL

De acuerdo a la forma de la superestructura se presenta la siguiente clasificación:

Puentes tipo losa: Pudiendo ser de losa maciza o celular (aligerada) en concreto armado o presforzado.

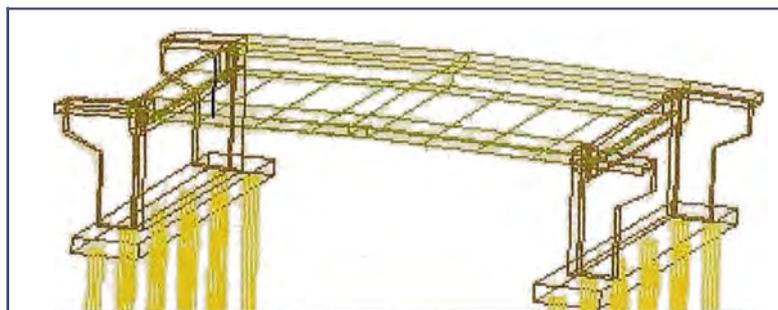


Figura 1.9 Puente tipo losa

Puentes de sección cajón: La sección cajón consta de una losa inferior, una losa superior y almas, la losa superior materializa la plataforma.



Figura 1.10 Puentes sección cajón de una celda

Puentes de viga "I", "T": Puentes que presentan vigas de forma de "I" o "T" de concreto armado o presforzadas, colocadas o vaciadas en el sitio.

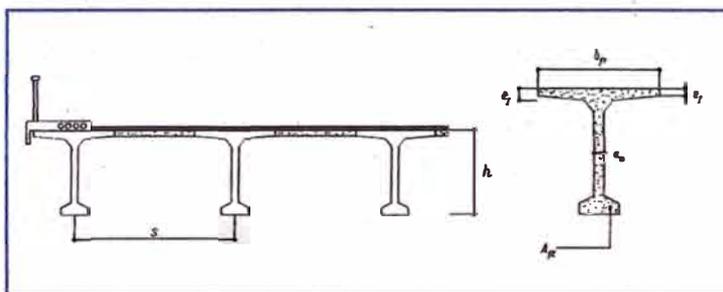


Figura 1.11 Puentes de viga sección I

Puentes reticulados: Conformado por vigas longitudinales exteriores, arriostradas en su parte superior mediante un sistema reticulado para formar un conjunto estructural, diseñado para actuar simplemente sobre estribos de concreto.



Figura 1.12 Puentes reticulado Chaullay - La Convención. Cusco

Puentes tipo arco: Siendo usado generalmente para cubrir grandes luces, de acuerdo a la posición del tablero pueden ser de tablero superior, intermedio o inferior.



Figura 1.13 Puente Salinas - Santa Rosa, Amazonas

Puentes atirantados: La viga de rigidez es el elemento principal del tablero la cual es soportada por cables o tirantes que se sujetan a la torre o torres de soporte.



Figura 1.14 Puente Atumpampa - Tarapoto, San Martín

Puentes colgantes: La viga de rigidez se cuelga por medio de péndolas del cable portante (suspensión indirecta) el cual está suspendido de las torres.

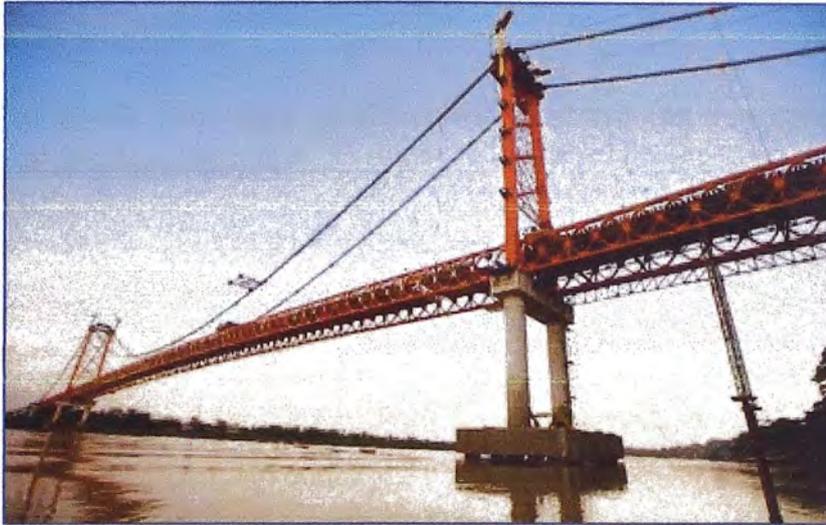


Figura 1.15 Puente Continental - Madre de Dios

Puentes aporticados: El tablero es monolítico generalmente con los pilares y/o estribos formando pórticos.

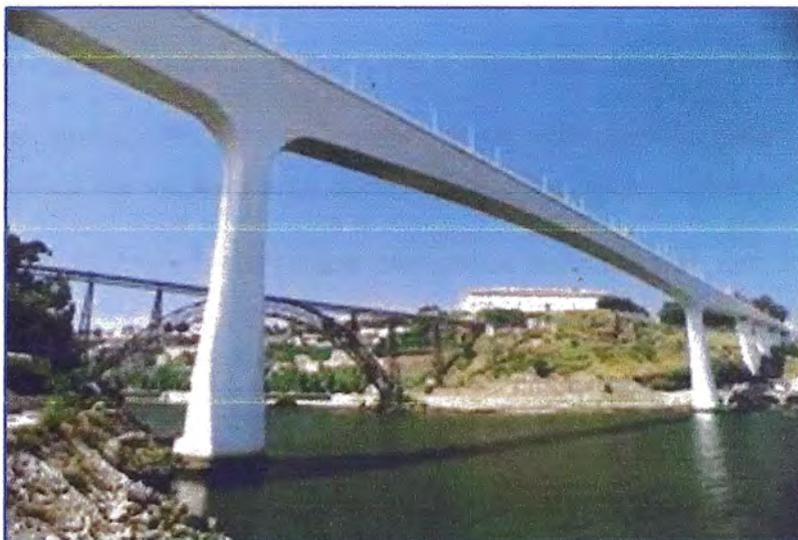


Figura 1.16 Puente Aporticado

1.4.4 POR EL TIPO DE APOYO

Se pueden clasificar en:

a) Puentes Isostáticos:

Puente simplemente apoyado: Las vigas longitudinales o armaduras se apoyan en aparatos tipo articulación fija en un lado y móvil en el otro.

Puente tipo Gerber: Son puentes que introducen articulaciones entre sus apoyos para generar isostaticidad en la estructura.

b) Puentes Hiperestáticos:

Puentes continuos: Las vigas longitudinales o armaduras son continuas y se apoyan en tres o más apoyos.

Puentes aporricados: El tablero y apoyos son monolíticos.

1.4.5 POR EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Puentes provisionales o temporales: Son fácilmente desmontables y transportables, generalmente son metálicos.

Puentes definitivos: Puentes construidos para quedar en su posición de manera definitiva.

1.4.6 POR EL PROCESO CONSTRUCTIVO

De acuerdo al procedimiento constructivo a seguir los puentes pueden ser:

Vaciados en sitio: Cuando todos los elementos estructurales serán vaciados en su posición final, se requiere gran cantidad de encofrados para este caso.

Prefabricados: Cuando los diversos elementos estructurales son fabricados en una planta y son trasladados y colocados en su posición final mediante grúas.

Compuestos: Presenta elementos vaciados en sitio y prefabricados de acuerdo a las necesidades de la obra.

Dovelas: Sistema diseñado para puentes de grandes luces y en los cuales resulta antieconómica o complicada desde el punto de vista constructivo la construcción con apoyo de falsos puentes y sistemas convencionales, generalmente se realiza con el equipo denominado Carro de Avance.

1.4.7 POR EL TRAZO GEOMÉTRICO

De acuerdo a características viales y geométricas se pueden clasificar en:

Puentes rectos: En planta el tablero es un rectángulo.

Puentes esviados: En planta el tablero es un paralelogramo.

Puentes curvos: En planta el tablero es un trapecio circular.

Para el desarrollo del presente informe nos enfocaremos en los grandes puentes de sección cajón construidos en concreto postensado, que requieren un procedimiento de ejecución por voladizos sucesivos.

1.5 PUENTE POR VOLADIZOS SUCESIVOS

Las primeras obras por voladizos sucesivos en concreto armado que se realizaron, fue con dovelas prefabricadas que se transportan mediante andariveles hasta su posición en los extremos de los voladizos.

Los medios auxiliares utilizados inicialmente impiden mover grandes pesos, por lo que las dovelas son de pequeño tamaño y completan la anchura total del tablero con dos cajones.

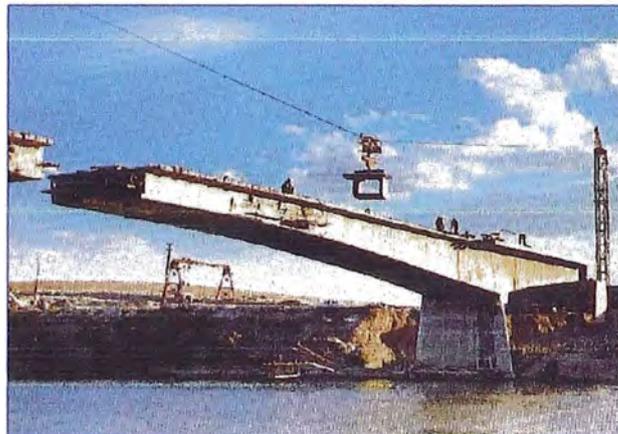


Figura 1.17 Ejecución con andariveles

El primer puente construido por voladizos sucesivos fue el de Santa Catarina, sobre el río Peixe en Brasil, y fue en el año 1931 por el Ing. Baumgarten. Tuvo poca repercusión en el ámbito de la construcción, pues sólo se aplicó el procedimiento a 3 o 4 puentes más de pequeña importancia. (Fernández Manterola)

Este procedimiento se retoma veinte años después, y se aplica en el puente de Balduinstein, sobre el río Lahn, tramo compensado de modo natural con 62.10 m

de luz libre, en el cual quedan fijadas las características del sistema con avance por carro, para la época se consideró como una novedad. (Fernández Manterola)

A principio de los setenta se realizan los primeros puentes construidos por carros de avance, con las dovelas vaciadas "in situ". Este procedimiento permite la ejecución de dovelas con grandes dimensiones, completándose el tablero con cajones únicos para anchuras importantes. Al poco tiempo, el puente construido por voladizos sucesivos, inicialmente recto en planta, pasa a utilizarse también para trazados curvos y grandes alturas.

Hoy en día esta técnica constructiva sigue en vigor, utilizándose en todas sus variantes para puentes y viaductos de grandes luces y alturas.

CAPÍTULO II

SISTEMA CARRO DE AVANCE

La construcción de puentes de concreto por voladizos sucesivos con Carro de Avance para ejecutar 'in situ', se inicia como tal después de la Segunda Guerra Mundial para reconstruir la gran cantidad de puentes destruidos. El sistema fue iniciado en Alemania en 1950 con el Puente de Lahn y después, para grandes luces con el puente de Bendorf (Pérez y Herrero, 1995). Con la experiencia de los puentes construidos se considera que el rango óptimo desde el punto de vista económico se encuentra entre los 125 m y los 175 m.

Se define el sistema constructivo 'in situ' a la ejecución de la estructura en el mismo emplazamiento de la obra, siendo el método constructivo de estructuras de concreto más antiguo. Desde el punto de vista de la ejecución de un puente no siempre es aplicable, teniendo en cuenta los requerimientos de apuntalamiento para el encofrado (cimbra) que dependen del emplazamiento y de la geometría del puente. Actualmente se cuenta con sistemas de encofrados y cimbras modulares que permiten lograr notables reducciones en los tiempos de montaje y la posibilidad de ser reutilizados. En la figura siguiente se muestra el soporte del encofrado con cimbras y cerchas metálicas para la ejecución del viaducto de Basagoiti en España.

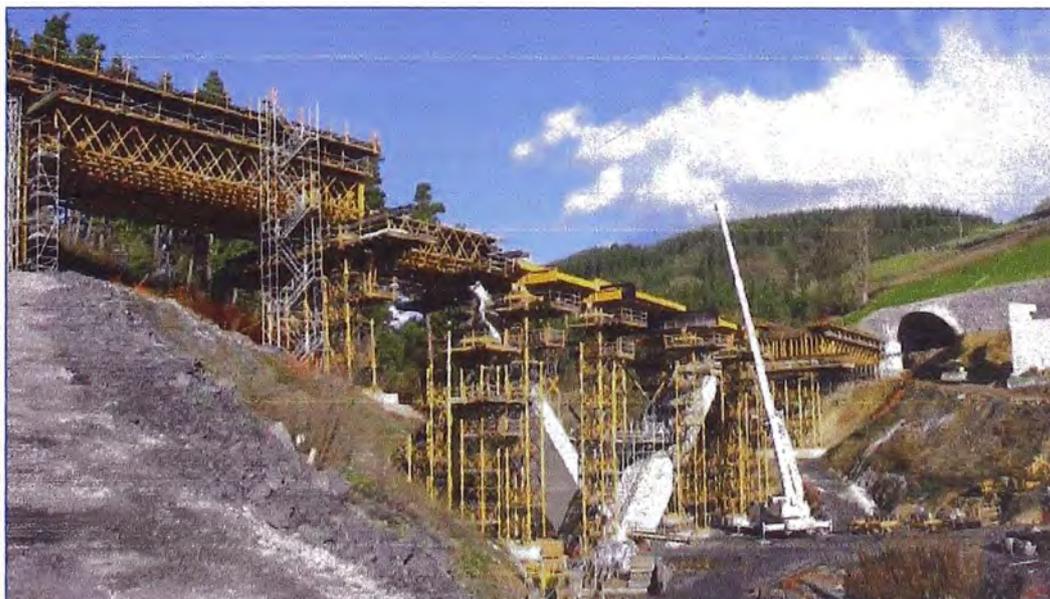


Figura 2.1 Cimbra para ejecución de viaducto - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

Mientras que el sistema constructivo por voladizos sucesivos con dovelas ejecutadas 'in situ', consiste en la construcción equilibrada del tablero, a un lado y otro de cada pilar en tramos. El tablero se subdivide en dovelas cuya longitud oscila entre 3 m y 5 m que se van construyendo una a continuación de la otra, de esta manera los voladizos van aumentando.



Figura 2.2 Ejecución Puente Koberni - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

Para construir las dovelas se utilizan carros que se anclan en la parte ya ejecutada. Ejecutando las dovelas sucesivamente sobre los carros, se va avanzando en forma de "T" desde los pilares hacia el centro de cada vano, conectando allí con el voladizo anterior mediante una dovela "llave".

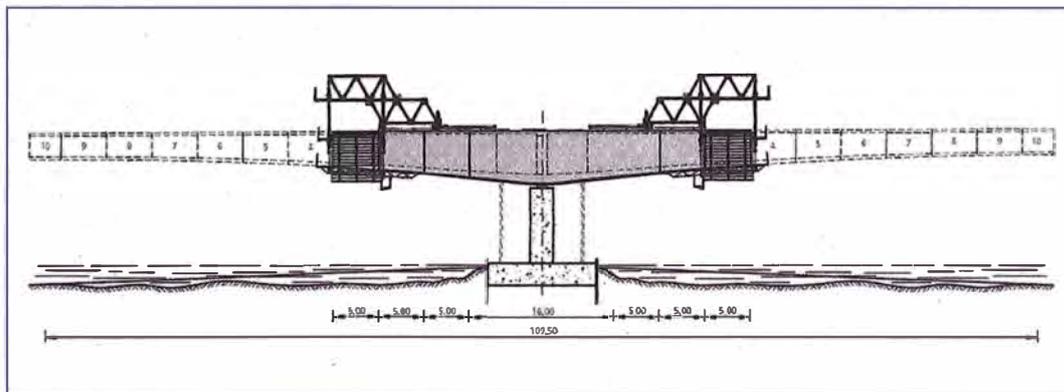


Figura 2.3 Esquema de avance - Fuente: Catálogo General, Ulma

Al inicio de cada voladizo hay que construir la primera dovela sobre la parte superior del pilar. Esta dovela es conocida como la dovela 0, se construye con un encofrado convencional y ha de tener la longitud suficiente para que se puedan montar los carros de avance sobre ella. A partir de esta dovela la construcción se continúa con los carros de avance que cuelgan el encofrado para la siguiente dovela de la parte ya construida. El vaciado se realiza de forma que no se presente más del peso de una dovela como carga desequilibrada a cada lado del pilar.

2.1 TIPOLOGÍA DE CARROS DE AVANCE

Existen diversos tipos de carros de avance a nivel mundial, entre las grandes compañías que proveen este tipo de soluciones se encuentran:

- ✓ DOKA
- ALSINA
- ✓ ULMA
- PERI



Figura 2.4 Carro de avance DOKA - Fuente: www.doka.com



Figura 2.5 Carro de avance ALSINA - Fuente: www.alsina.com



Figura 2.6 Carro de avance ULMA - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.



Figura 2.7 Carro de avance PERI - Fuente: www.peri.de

2.2 PRINCIPALES PARTES QUE CONFORMAN UN CARRO DE AVANCE

Las partes principales que conforman el Carro de Avance son los siguientes:

- ✓ Carriles de avance
- ✓ Estructura Principal
- ✓ Encofrado de Fondo
- ✓ Encofrado Interior
- ✓ Encofrado Exterior

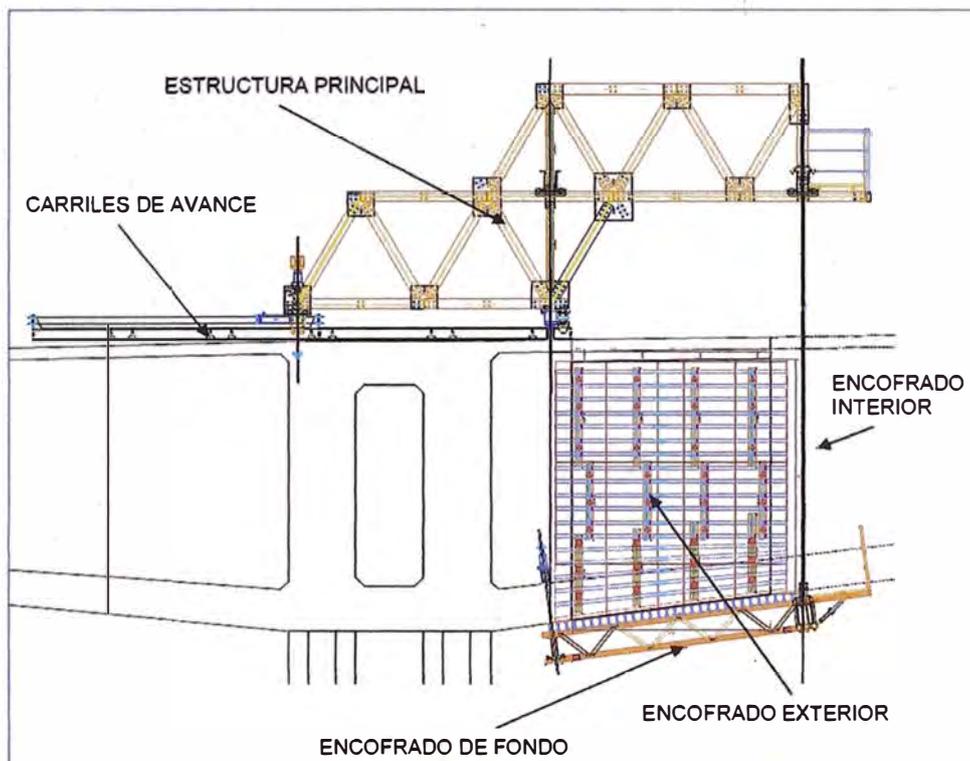


Figura 2.8 Alzado, Carro de Avance - Fuente: Elaboración Propia

2.3 MONTAJE

En el siguiente diagrama se muestra el orden para el montaje del Carro de Avance:



2.3.1 CARRILES DE AVANCE

Son las estructuras sobre las cuales se realiza el avance del carro, mediante dispositivos hidráulicos.

2.3.1.1 RECURSOS Y TIEMPOS

La cuadrilla típica de personal será de 4 operarios, apoyados por una grúa.

El tiempo estimado de pre-montaje será de 02 días.

El tiempo estimado de montaje sobre dovela será 01 día.

2.3.1.2 PRE MONTAJE

Los carriles de avance se componen de dos partes:

La parte delantera está formada por carriles dobles, estos se encuentran unidos entre sí en los extremos anterior y posterior.

La parte trasera la constituye un carril simple que se une a la parte delantera.

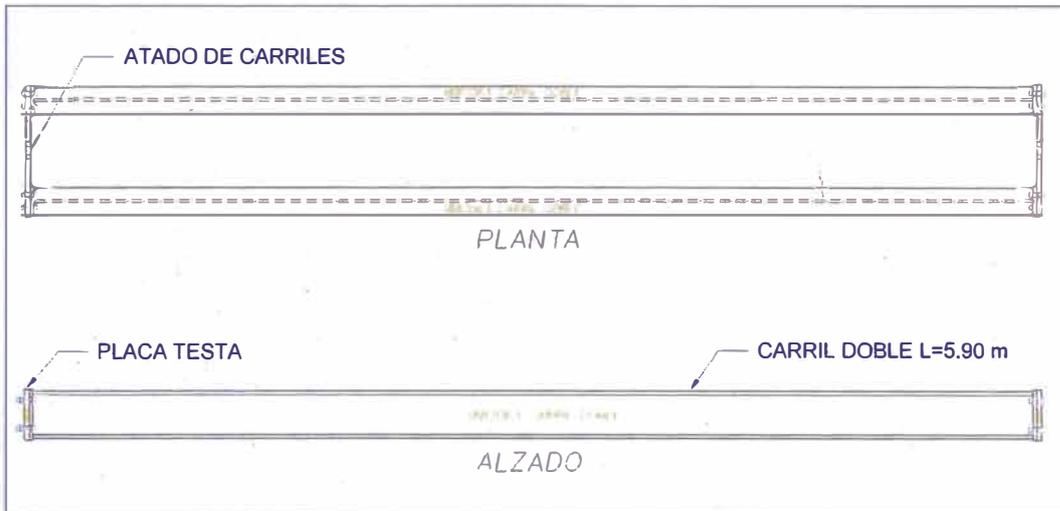


Figura 2.9 Planta y Alzado de Carril Doble L=5.90 m - Fuente: Elaboración Propia



Figura 2.10 Planta y Alzado de Carril Simple L=6.79 m - Fuente: Elaboración Propia

El carril simple cuenta en los extremos con orificios, para el pase de 4 barras roscadas tipo DW20, sobre las que se monta el sistema hidráulico de avance, así como el tren de rodadura trasero de la estructura.

2.3.1.3 MONTAJE SOBRE DOVELA '0'

Los carriles de avance estarán fijados sobre la dovela '0', mediante elementos anclados al concreto.

Sobre los anclajes se conectan unos elementos para la fijación del carril simple y el carril doble.

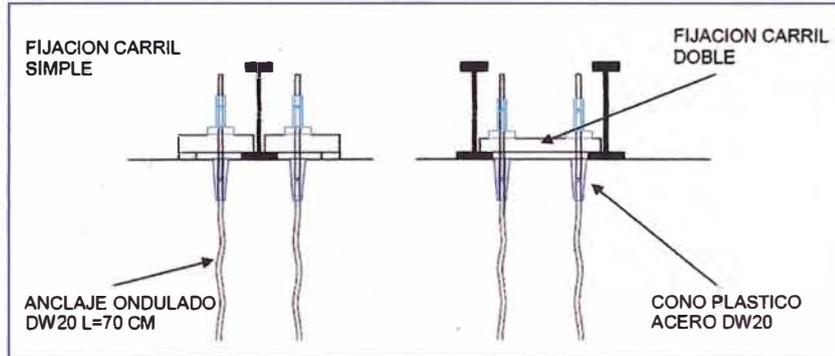


Figura 2.11 Vista Sección de fijación de los carriles - Fuente: Elaboración Propia

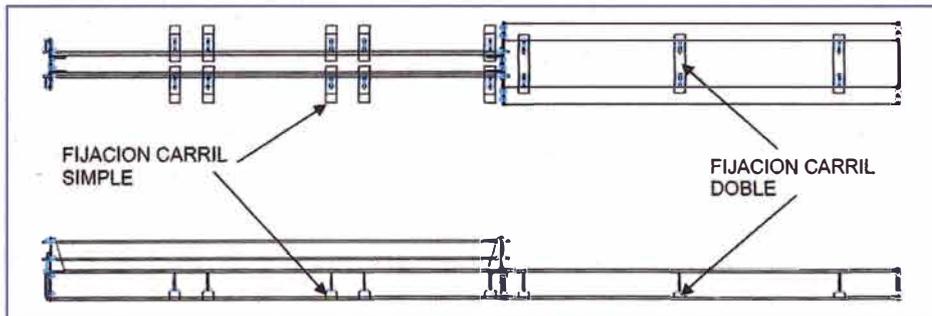


Figura 2.12 Vista Planta y Elevación de fijación de los carriles - Fuente: Elaboración Propia



Figura 2.13 Carriles instalados sobre la dovela '0' - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

2.3.2 ESTRUCTURA PRINCIPAL

La estructura principal es la encargada de soportar las solicitaciones transmitidas por los encofrados y a su vez transmitir las a la dovela ejecutada, donde se encuentra debidamente anclada.

Esta estructura se desplaza sobre la viga carril y es la que da movimiento a todo el conjunto.

2.3.2.1 RECURSOS Y TIEMPOS

La cuadrilla típica de personal será de 12 operarios, apoyados por una grúa

El tiempo estimado de pre-montaje será de 07 días.

El tiempo estimado de montaje sobre dovela será de 03 días.

2.3.2.2 PRE MONTAJE

La estructura principal está formada principalmente por Vigas HEA-240, Placas HEA, Apoyo Trasero, Apoyo Delantero, Tornillos M30x60, Arandelas M30 y Tuercas M30.

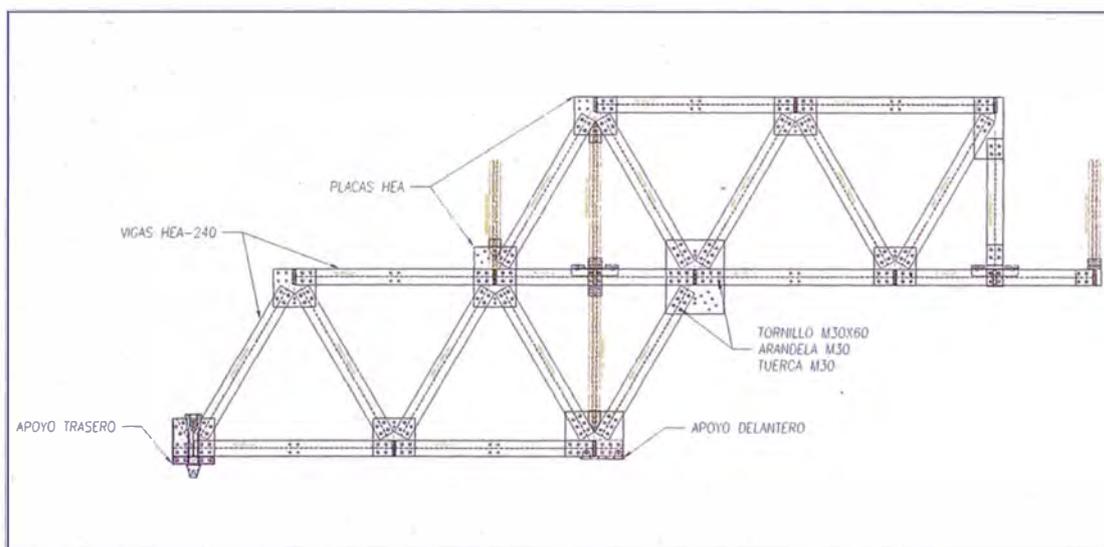


Figura 2.14 Alzado Estructura Principal - Fuente: Elaboración Propia

Una unidad de Carro de Avance, está formada por dos estructuras principales, las cuales están debidamente arriostradas, de forma transversal mediante riostras MK-120.

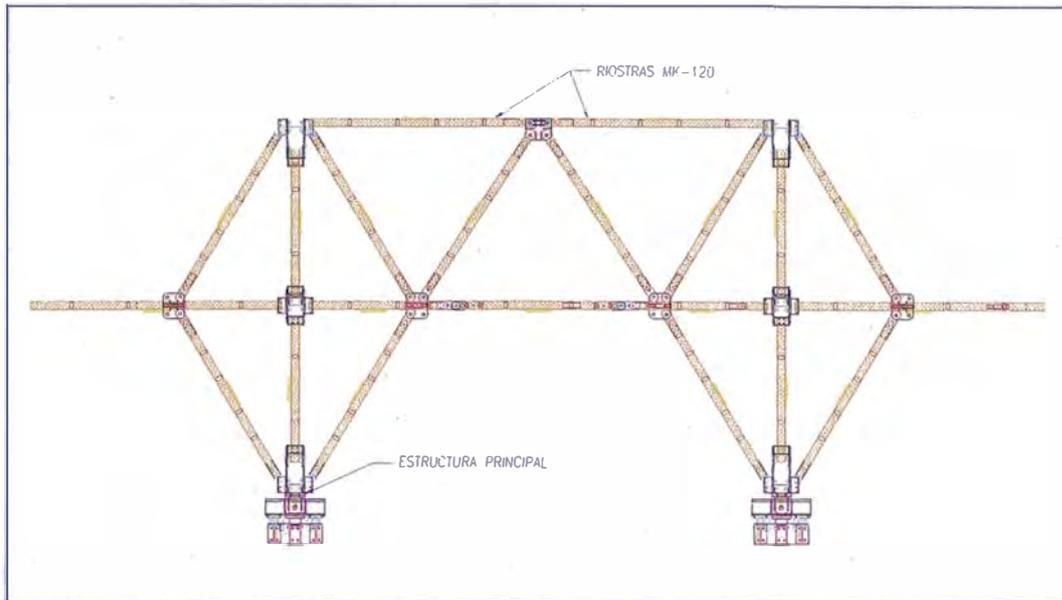


Figura 2.15 Arriostres MK-120 de las Estructuras Principales - Fuente: Elaboración Propia

Las estructuras principales se apoyan sobre los carriles de avance, mediante elementos fijados en la parte delantera y trasera.

En la parte delantera se conectan los elementos Gato Hidráulico 200 t, Viga Articulación Roller, la guía Roller y los Roller 400 kN.

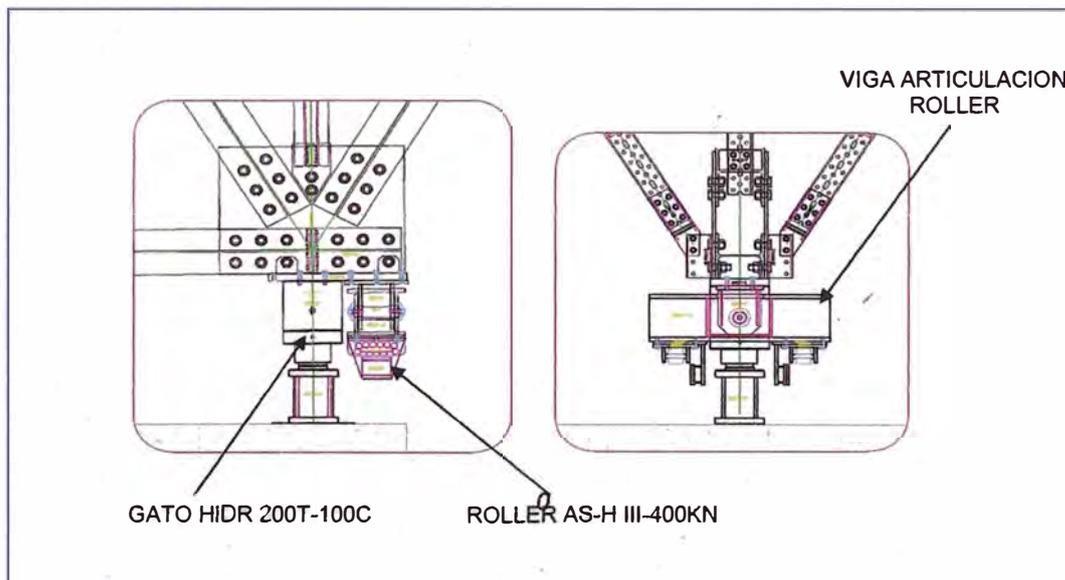


Figura 2.16 Vista Sección del Apoyo Delantero - Fuente: Elaboración Propia

En la parte trasera se conectan los elementos Gato Hidráulico 100 t, Tren trasero de rodadura y Perfil de retenida DU 260.

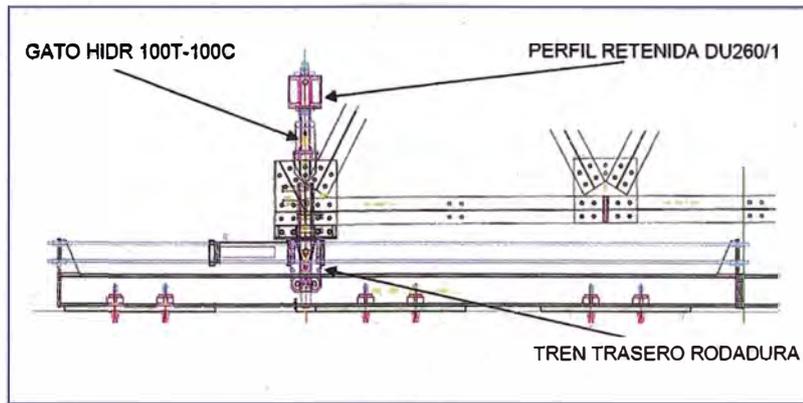


Figura 2.17 Vista Alzado del Apoyo Trasero - Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.3 MONTAJE SOBRE LA DOVELA '0'

Con una grúa se procederá al izado de las dos estructuras principales debidamente arriestradas, cada estructura se instalará sobre los carriles de avance, dichos carriles deben estar anclados correctamente a la dovela '0'.

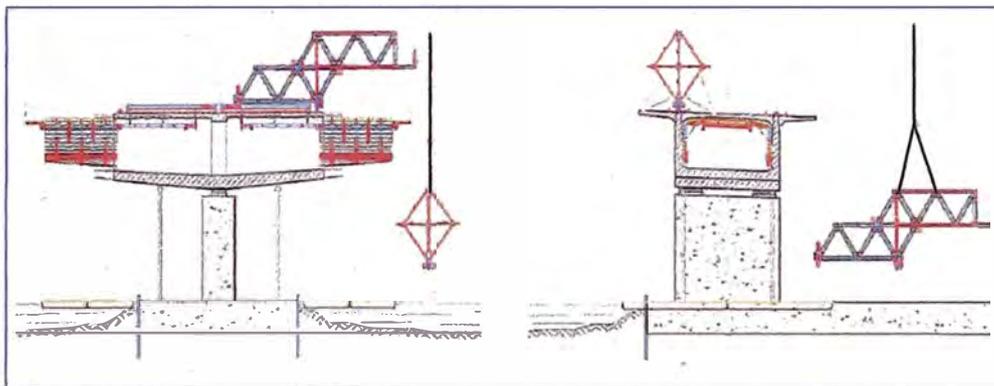


Figura 2.18 Esquema de Izado de Estructura Principal - Fuente: Ulma C y E, S. Coop



Figura 2.19 Izado de la Estructura Principal - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

2.3.3 ENCOFRADO DE FONDO Y EXTERIOR

El encofrado de fondo brinda la superficie horizontal por debajo de la dovela '0'. Este encofrado se encuentra debidamente reforzado y será el que transmita las cargas del concreto a la estructura principal, mediante las barras que se suspenden de las vigas U-500 que se encuentran sobre la Estructura Principal.

El encofrado exterior brinda las formas, para los hastiales y losa exterior superior. Este encofrado se apoya en una estructura que se suspende de las vigas U-500.

2.3.3.1 RECURSOS Y TIEMPOS

La cuadrilla típica de personal será de 12 operarios, apoyados por una grúa

El tiempo estimado de pre-montaje será de 14 días.

El tiempo estimado de montaje sobre dovela será de 06 días.

2.3.3.2 PRE MONTAJE

El encofrado de fondo se compone de 2 vigas transversales de sección U-500 y de una serie de vigas longitudinales en celosía formadas por riostras MK-120, que abrazan a las vigas transversales. Las dos celosías laterales exteriores de ambos lados se arriostran horizontalmente entre sí mediante barras DW20 en cruz de San Andrés. Sobre el emparrillado de celosías MK-120 se montan las plataformas de trabajo.

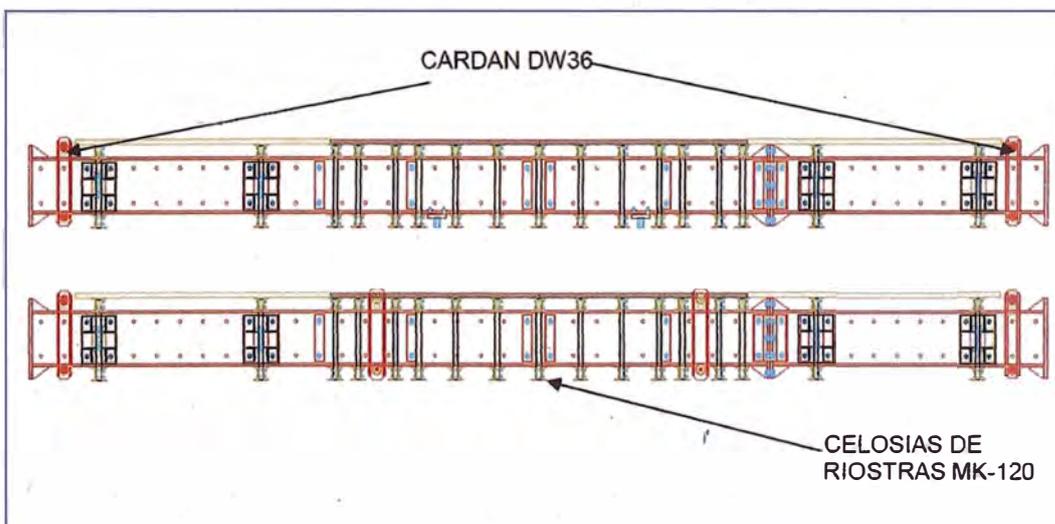


Figura 2.20 Vista vigas transversales U-500 - Fuente: Elaboración Propia

En las vigas U-500 se montan los sistemas tipo "cardan" para recibir las barras de suspensión.

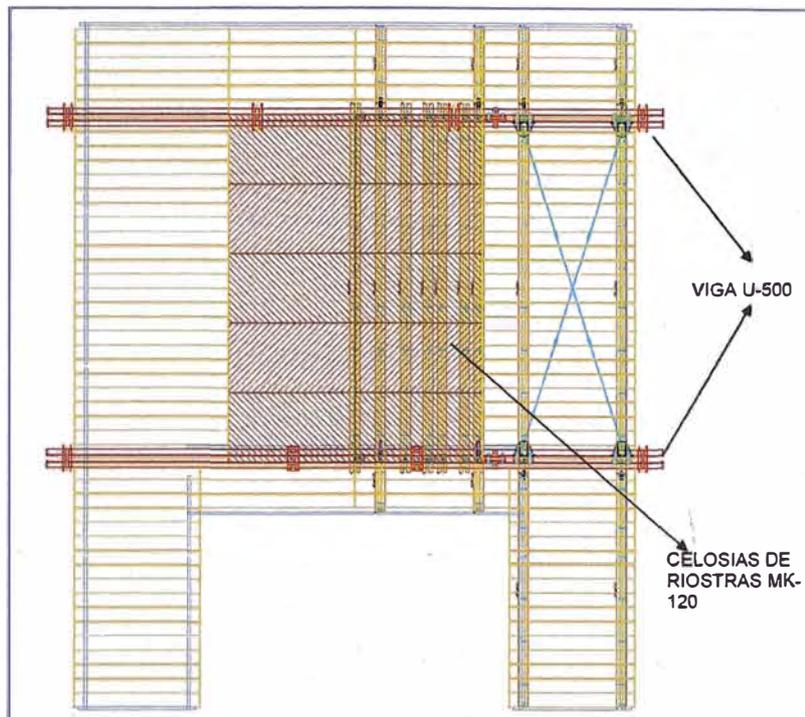


Figura 2.21 Vista planta encofrado de fondo - Fuente: Elaboración Propia

Mientras tanto, el encofrado exterior se compone de dos partes: Las vigas 240 suspendidas de la viga DU-500 y el encofrado compuesto por el hastial exterior y losa superior exterior.

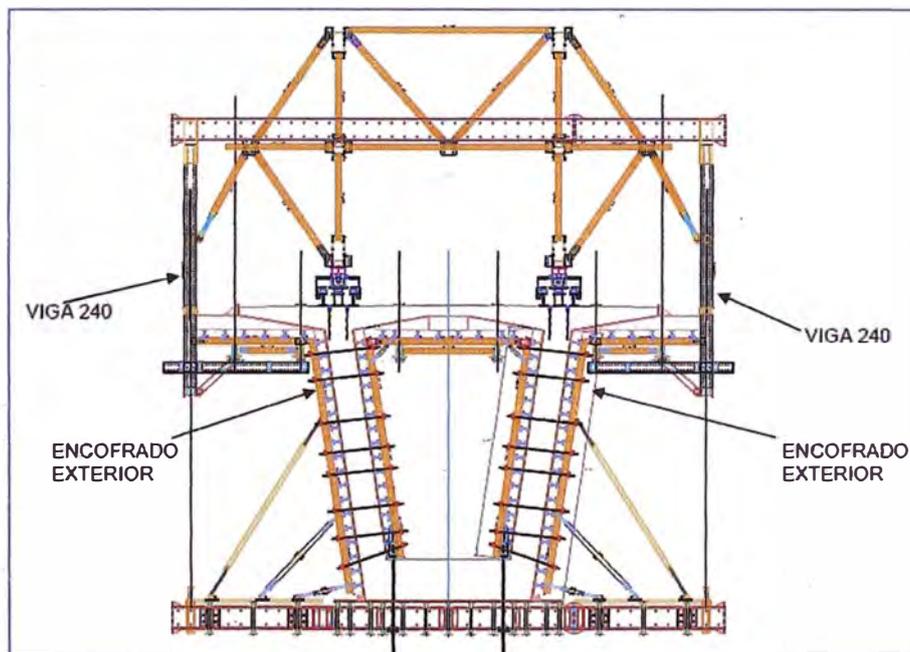


Figura 2.22 Vista sección encofrado exterior - Fuente: Elaboración Propia

La viga 240 suspendida está formada por los elementos principales: UPN-240 y una fijación vertical suspendida.

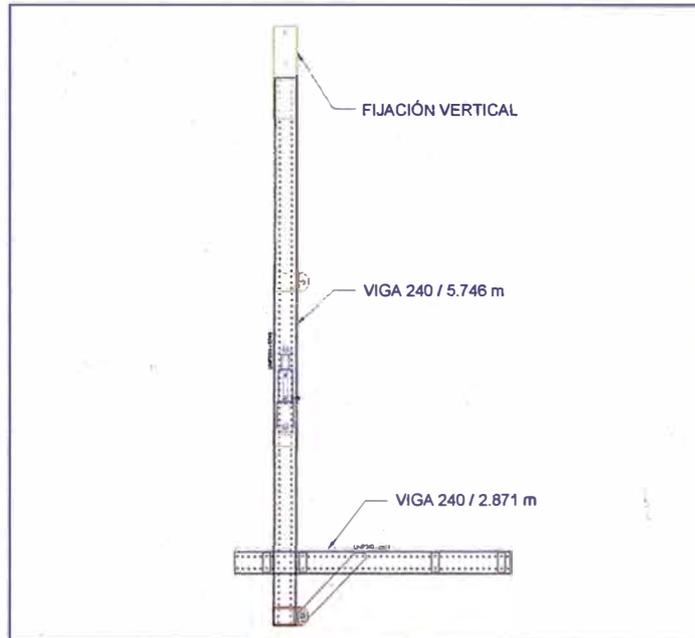


Figura 2.23 Vista alzado de viga 240 suspendida - Fuente: Elaboración Propia

2.3.3.3 MONTAJE SOBRE DOVELA '0'

El pre montaje del encofrado de fondo, se realiza en la proyección vertical de su posición, sobre el terreno.

Al encofrado de fondo se le instala el encofrado exterior de hastial y losa exterior superior.

Mediante un sistema hidráulico instalado sobre las vigas U-500, se realiza el izado de todo el conjunto, siguiendo la proyección vertical, hasta lograr su correcta posición.

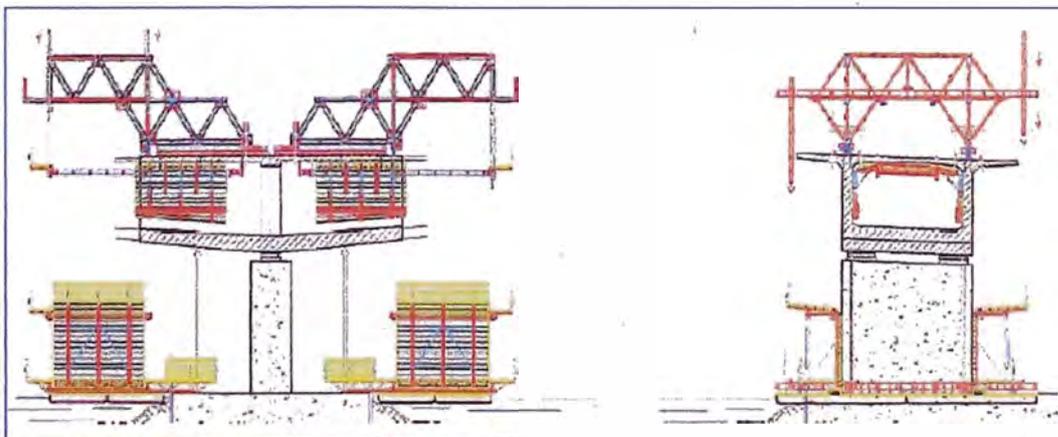


Figura 2.24 Esquema del pre montaje del encofrado de fondo
Fuente: Ulma C y E, S. Coop



Figura 2.25 Proceso de izado del encofrado de fondo y exterior - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.3.4 ENCOFRADO INTERIOR

El encofrado interior brinda las formas, para los hastiales y losa interior superior. Este encofrado se apoya en una estructura que se encuentra anclada en la losa superior, y que está formada por perfiles UPN-300.

2.3.4.1 RECURSOS Y TIEMPOS

La cuadrilla típica de personal será de 12 operarios, apoyados por una grúa

El tiempo estimado de pre-montaje será de 07 días.

El tiempo estimado de montaje sobre dovela será de 03 días.

2.3.4.2 PRE MONTAJE

El encofrado interior se compone de tres partes: Los carriles de desplazamiento, formado por perfiles UPN-300, el encofrado de losa interior, superior y los encofrados interiores de los hastiales, cuelgan articulados del encofrado de losa interior superior.

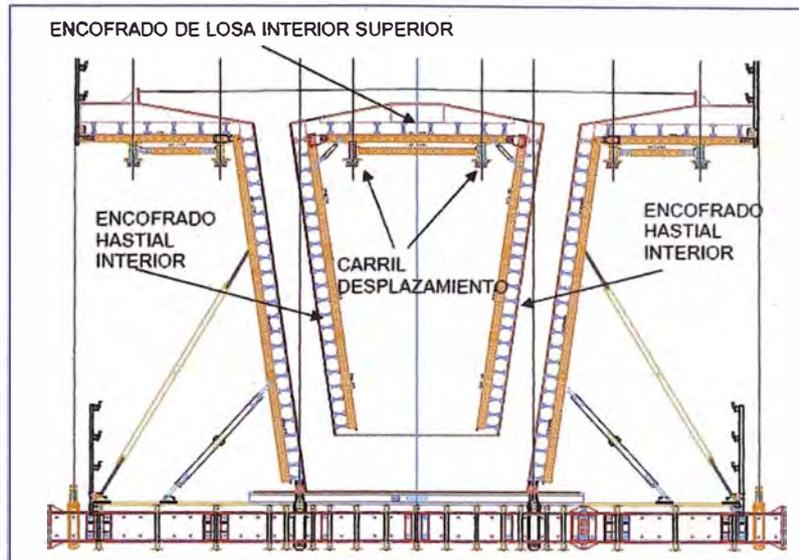


Figura 2.26 Vista sección encofrado interior, exterior y fondo - Fuente: Elaboración Propia

Los carriles de desplazamiento están formados principalmente por los elementos: UPN-300, riostras MK-120 y tubo regulable carril interior.

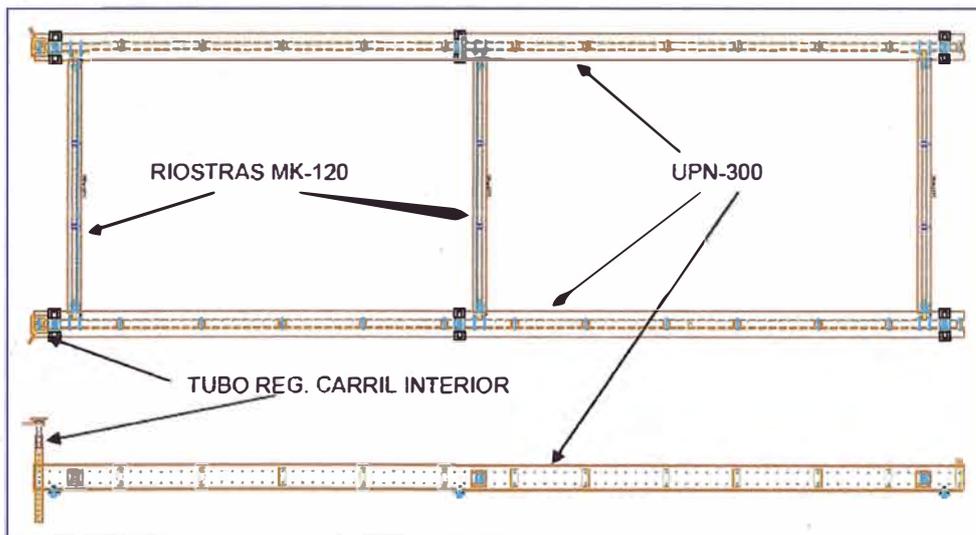


Figura 2.27 Vista planta y elevación de carriles de desplazamiento - Fuente: Elaboración Propia

2.3.4.3 MONTAJE SOBRE DOVELA '0'

El montaje del encofrado interior con los carriles de desplazamiento, se realiza una vez finalizado la instalación de las estructuras principales.

Con apoyo de un elemento denominado Carro Portapoleas y de unas poleas diferenciales, se suspende los carriles de desplazamiento y mediante procesos controlados se va introduciendo estos dentro del cajón interior de la dovela '0'.

En este proceso se instala los encofrados interiores de los hastiales, que estarán suspendidos del encofrado de losa interior.

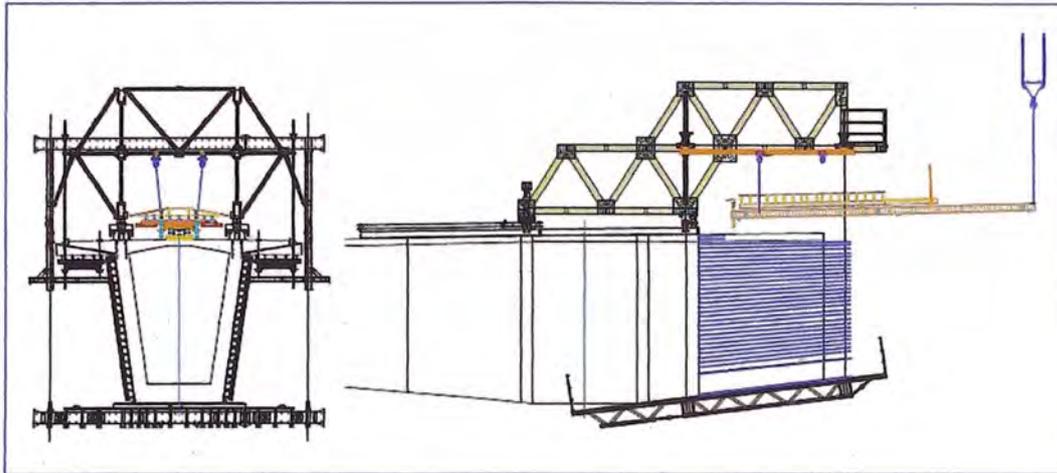


Figura 2.28 Montaje encofrado interior (Fase 1) - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

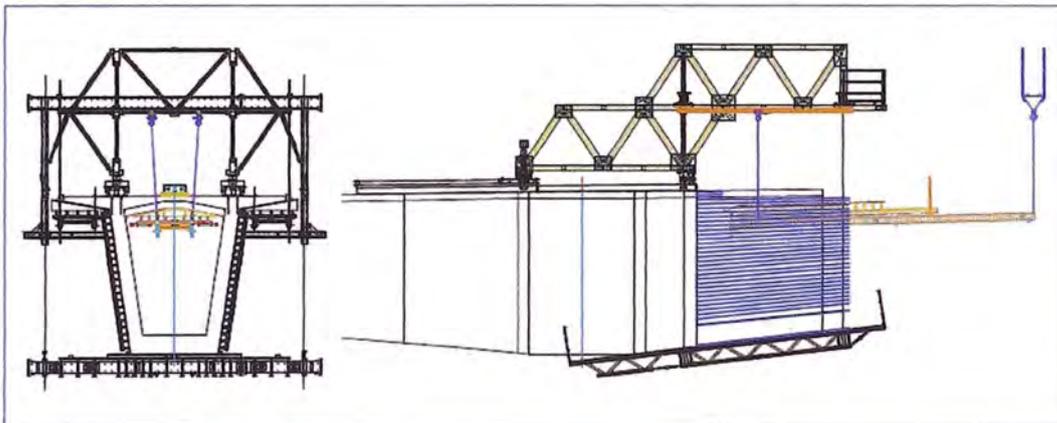


Figura 2.29 Montaje encofrado interior (Fase 2) - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

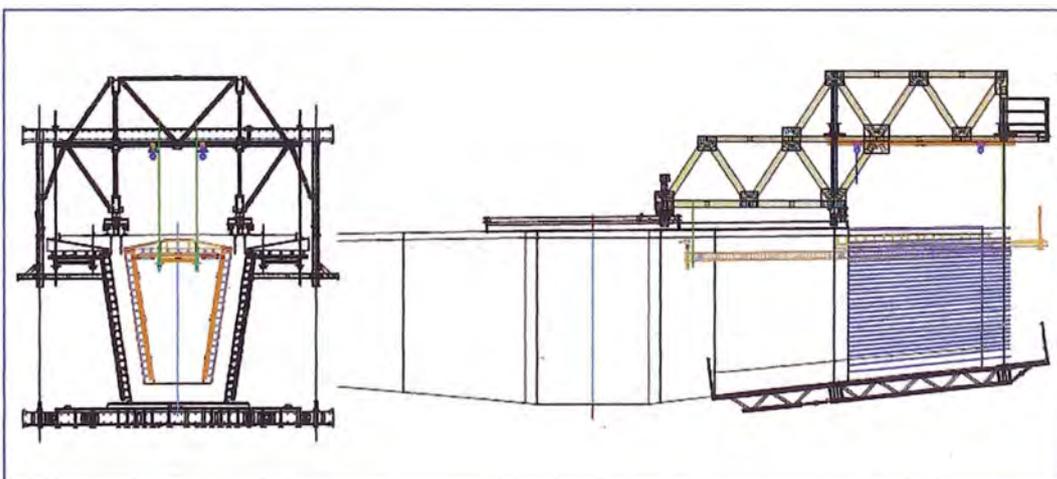


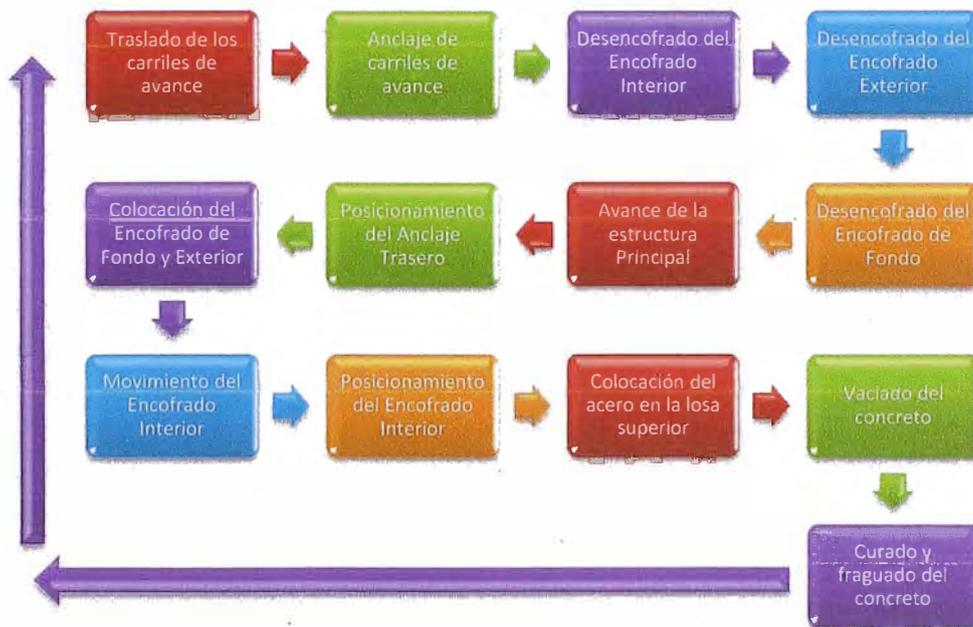
Figura 2.30 Montaje encofrado interior (Fase 3) - Fuente: Ulma C y E, S. Coop



Figura 2.31 Montaje Completo del Carro de Avance - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.4 CICLO DE TRABAJO

Concluido el proceso del pos tensado, las operaciones de un Carro de Avance en un ciclo de trabajo son las siguientes:



2.4.1 TRASLADO DE LOS CARRILES DE AVANCE

Concluido el vaciado y luego que el concreto haya alcanzado la resistencia pre establecida, se puede iniciar el traslado de los carriles de avance para permitir posteriormente el avance del carro.

Para el traslado de los carriles de avance se hará uso del sistema hidráulico de traslación y se podrá comenzar una vez hayan sido retirados todos los anclajes de los carriles de avance. Este proceso se realizará en pasos de 50 cm de longitud, hasta que los carriles hayan alcanzado su posición definitiva.

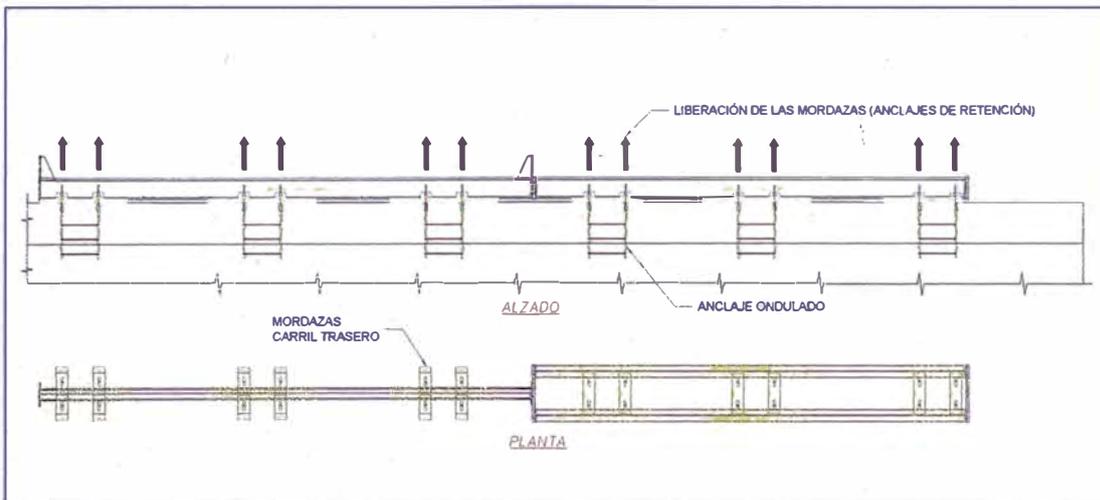


Figura 2.32 Vista elevación de retiro de anclajes de los carriles - Fuente: Elaboración Propia

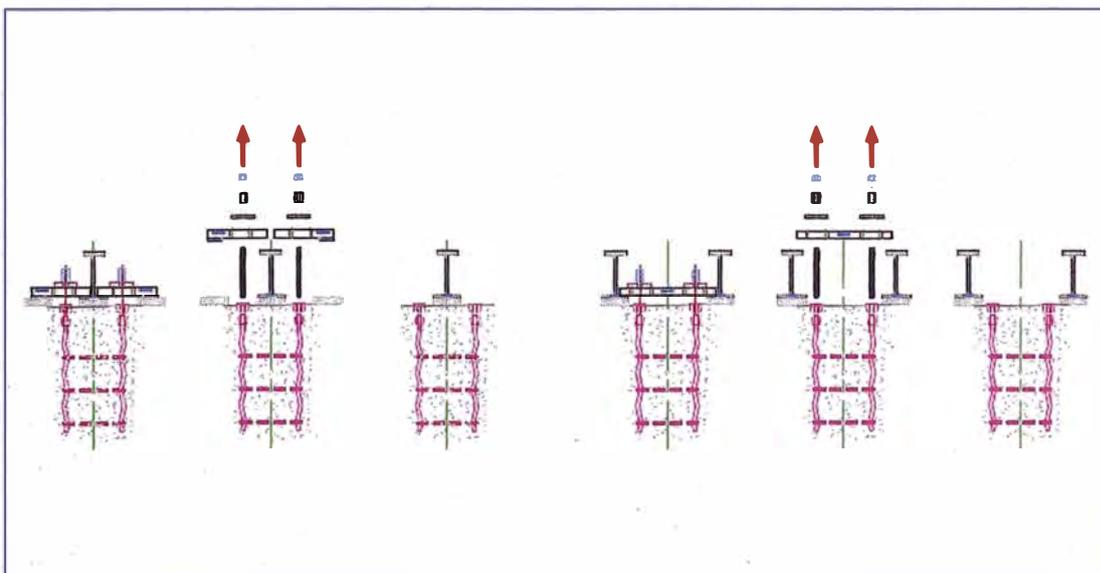


Figura 2.33 Vista sección de retiro de anclajes de los carriles - Fuente: Elaboración Propia

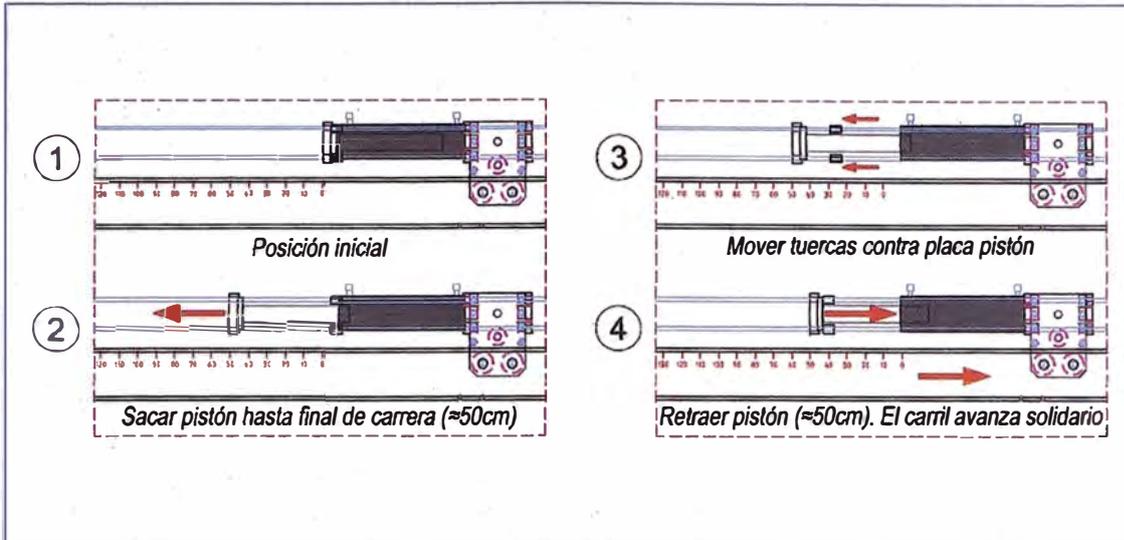


Figura 2.34 Movimientos del cilindro horizontal (Gato de 30 t) para traslación de los carriles de avance) - Fuente: Elaboración Propia



Figura 2.35 Desplazamiento del Cilindro Horizontal - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.4.2 ANCLAJE DE LOS CARRILES DE AVANCE

Tan pronto como los carriles alcanzan su ubicación final se deben situar las placas de apoyo (de acero) en su posición correcta. A continuación se ajusta la correcta posición de los carriles y se procede al anclaje de los mismos con sus correspondientes placas de anclaje.

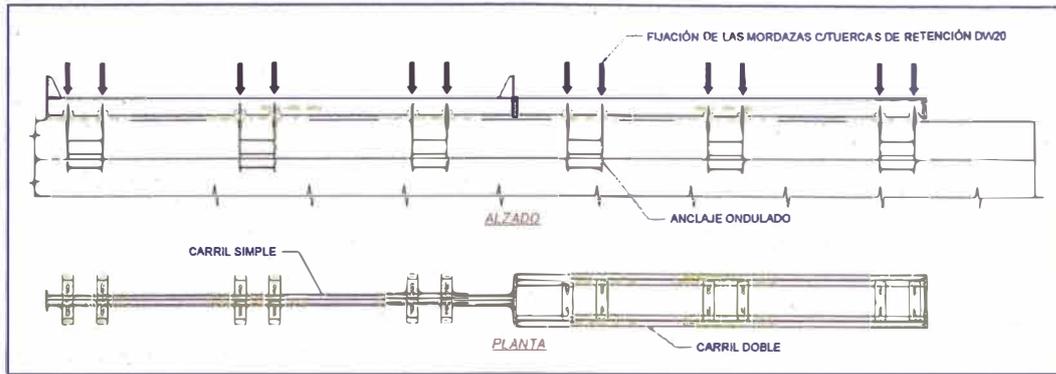


Figura 2.36 Vista elevación de colocación de anclajes de los carriles - Fuente: Elaboración Propia

2.4.3 DESENCOFRADO DEL ENCOFRADO INTERIOR

Para el desencofrado se deben seguir las siguientes actividades:

Destensar con los cilindros huecos las barras ancladas a la dovela anterior, de tal manera que no quede el encofrado de la losa empotrada en su parte trasera y se pueda realizar el descenso de la misma con los cilindros de 200 t, situados en los soportes delanteros de la superestructura portante.

Destensar con los cilindros de los soportes traseros (una vez destensadas todas las barras de los encofrados ancladas a la dovela anterior) las barras del soporte trasero.

Descender la superestructura portante con los cilindros delanteros, de acuerdo al procedimiento siguiente:

Se dará presión muy ligeramente a éste, para permitir aflojar la tuerca de seguridad que lleva montada como elemento resistente durante la fase de vaciado, descendiendo hasta que quede unos milímetros por encima de la parte roscada del émbolo. A continuación se retrae ligeramente el émbolo del cilindro hasta que la parte delantera del encofrado de techo se despegue del concreto.

La tuerca de seguridad del cilindro hidráulico de 200 t siempre estará correctamente posicionada en el vaciado, el cilindro no debe trabajar hidráulicamente en la fase de vaciado.



Figura 2.37 Destensado con cilindros huecos - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

Seguidamente se aprietan los husillos traseros de palanca (situados en el extremo trasero de los carriles de encofrado interior UPN-300) hasta que hagan contacto con el concreto del techo.

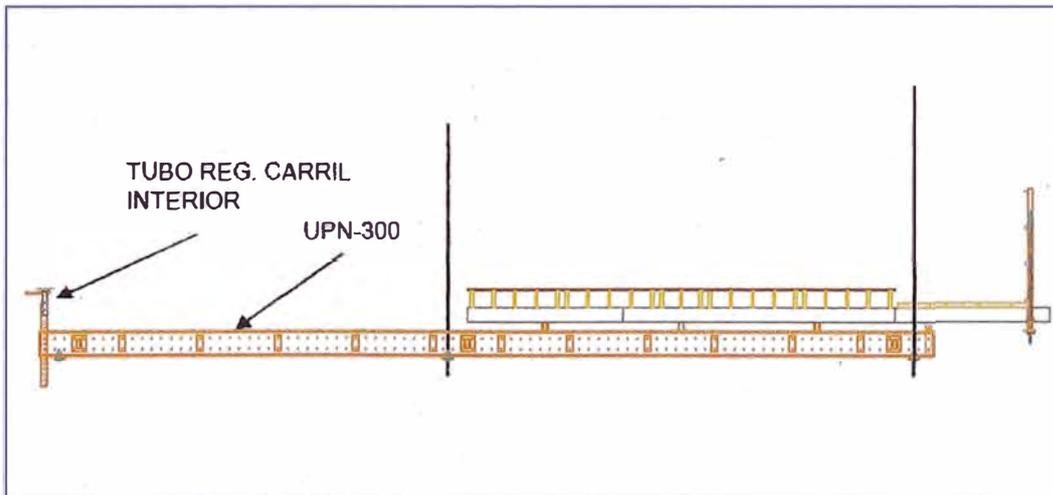


Figura 2.38 Viga carril de encofrado interior - Fuente: Elaboración Propia

En este punto se procede a aflojar las barras delanteras de suspensión del encofrado interior, subiéndolas lo suficiente para liberar el carril UPN-300. El encofrado interior permanece suspendido en su parte intermedia por la barra anclada a la losa superior de la dovela previamente ejecutada y haciendo palanca con el husillo contra el concreto; pero queda liberado del conjunto del

carro, de tal manera que durante el avance del carro el encofrado interior permanece en su posición de vaciado.

Para el desencofrado de los paneles verticales de encofrado interior, se accionarán los tensores que están conectados al encofrado de la losa superior interior, así como los tensores que conectan los encofrados confrontados de los hastiales.

2.4.4 DESENCOFRADO DEL ENCOFRADO EXTERIOR

El encofrado exterior se divide en dos partes: la superior comprende el encofrado para el volado de la losa exterior y la inferior incluye el encofrado para la cara exterior de los hastiales.

Se procede a un ligero despegue del encofrado lateral en contacto con el concreto. Posteriormente se desciende el encofrado conjuntamente con la superestructura mediante la operación de descenso del cilindro de 200 t.

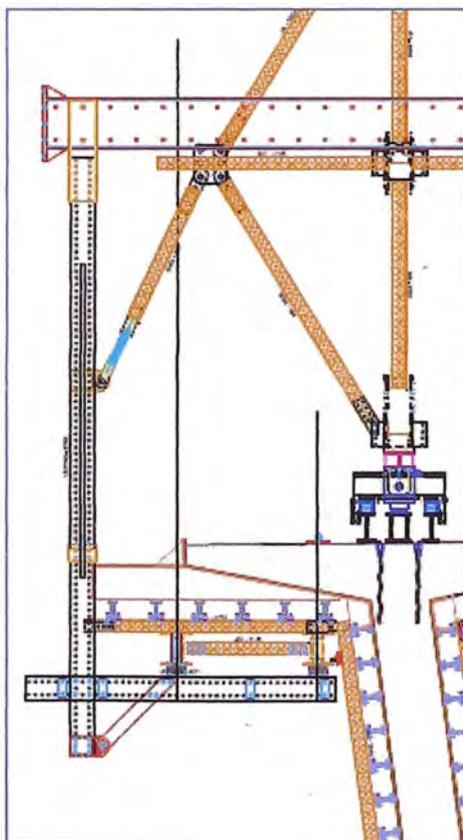


Figura 2.39: Encofrado Exterior - Fuente: Elaboración Propia

Previamente a esta operación de descenso con los cilindros de 200 t es necesario:

- ✓ Destensar con los cilindros huecos las barras suspendidas al perfil de cuelgue.
- ✓ Destensar con el cilindro trasero (una vez destensadas todas las barras de los encofrados ancladas a la dovela anterior) las barras del soporte trasero.

2.4.5 DEENCOFRADO DEL ENCOFRADO DE FONDO

Previamente al descenso del encofrado exterior, interior y de fondo, conjuntamente con la superestructura mediante el cilindro hidráulico de 200 t, es necesario destensar las barras DW36, de su precarga o tesado inicial aplicado previamente al vaciado del concreto. Para ello se utilizan los cilindros hidráulicos huecos.

Una vez destensadas las barras y descendido del carro con los cilindros de 200 t procedemos a separar la losa inferior unos centímetros del concreto de la dovela ejecutada para avanzar el conjunto.

Para ello se inicia con la retirada de los anclajes centrales mediante los cilindros huecos.

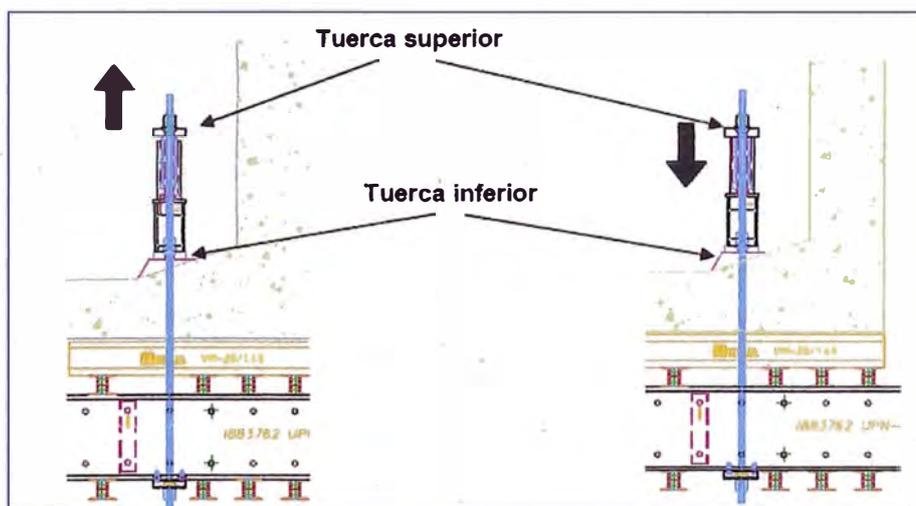


Figura 2.40 Descenso del encofrado de fondo, mediante los cilindros huecos
Fuente: Elaboración Propia

Al dar carga al cilindro y presionar el encofrado contra el concreto se eleva la tuerca superior, lo que permitirá aflojar la tuerca inferior y poder retirar la barra.

Ahora la losa en su parte trasera está suspendida de los anclajes exteriores y en su parte delantera de las barras de suspensión conectadas al perfil delantero por los elementos denominados cardán.

Se procede al afloje de las tuercas de las barras de suspensión y de seguridad de las barras extremas. Aproximadamente entre 5 y 10 centímetros.

Se va descendiendo lentamente los anclajes extremos de la losa inferior hasta que se realiza la transferencia de carga a las barras extremas. La secuencia de descenso es aplicada con los cilindros huecos de forma similar a como se ha indicado.

Una vez se asegure que la transferencia de carga ha sido realizada se procede a la retirada de las barras de la losa inferior y al avance del carro.

2.4.6 AVANCE DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

Para avanzar hidráulicamente la superestructura es necesario que el camino por donde ésta va a manejarse se encuentre libre de obstáculos.

Las barras tensadas a la dovela anterior deben haber sido retiradas.

El cilindro hidráulico de 200 t del soporte delantero en un primer momento se le liberó de carga y se descendió. En un segundo momento se volvió a descender hasta que los rollers (rodillos) queden apoyados sobre los carriles.

El cilindro del soporte trasero se liberó de carga, en primera instancia liberando la tuerca de seguridad y en segunda instancia previamente al avance se tiene que retirar las barras de atado tal y como se indica a continuación:

Se indicó que se destensaban las barras de los soportes traseros, liberándolas de carga, usando los cilindros con tuerca del soporte trasero. Esta operación se hará previamente al descenso del carro con el cilindro de 200 t. El destensado se

realiza liberando de carga la tuerca de seguridad pero las barras de atado mantiene su misma posición.

Al retirar las barras traseras se ha de asegurar que las transferencia de cargas al anclaje trasero del carril se ha realizado correctamente.

Para ello mientras se maniobra con el cilindro trasero ha de quedar el tren de rodadura en contacto con la parte interior del ala superior del carril.

El bulón deberá estar con la holgura correcta para que la transmisión de cargas se realice por las piezas del tren de rodadura trasera y no por las barras de atado.

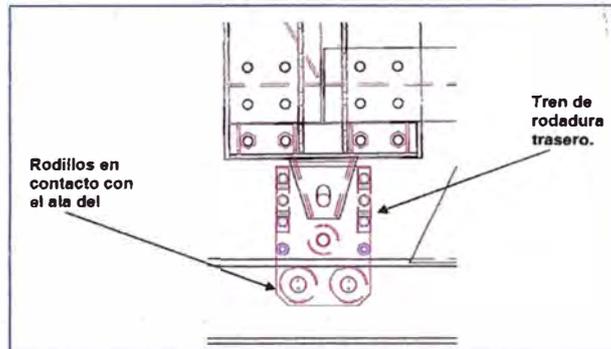


Figura 2.41 Transferencia de cargas al anclaje trasero del carril
Fuente: Elaboración Propia

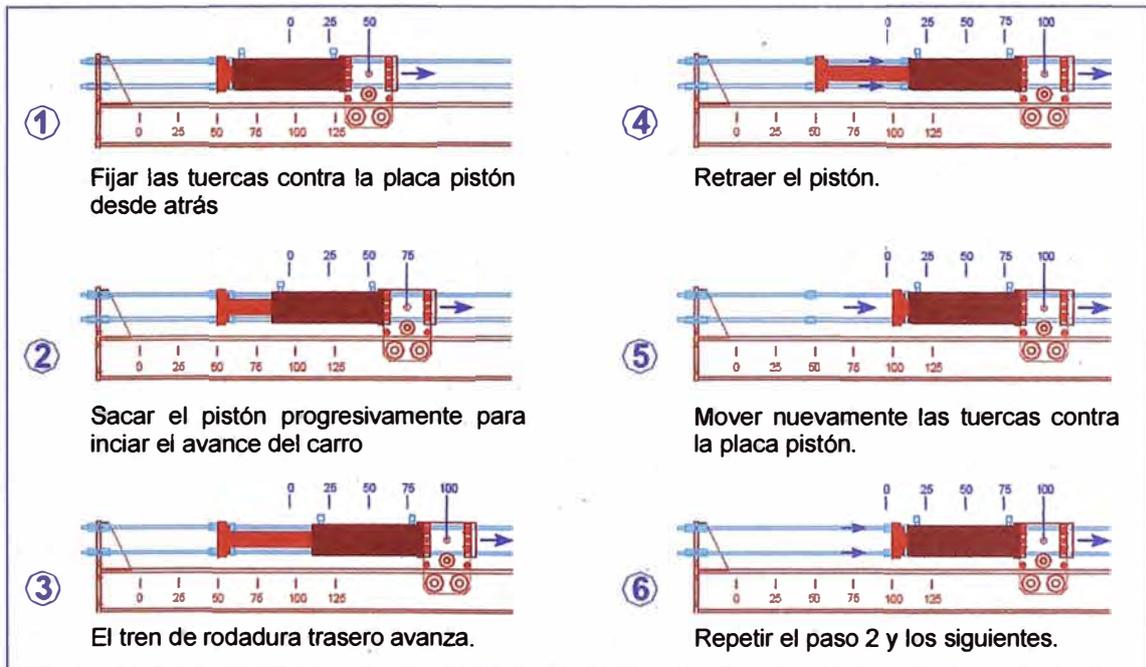


Figura 2.42 Fases del proceso hidráulico de avance del carro
Fuente: Elaboración Propia

2.4.7 POSICIONAMIENTO DEL ANCLAJE TRASERO

Una vez que el carro ha llegado a su nueva posición se colocan inmediatamente las barras DW36 del anclaje trasero, asegurando de esta forma el carro frente al vuelco. Las barras traseras se colocarán a cota pero sin darles carga de tesado con el cilindro trasero.

En este posicionamiento las ruedas del tren de rodadura trasero deben de quedar separadas 1 cm del ala del carril para que éstas no trabajen durante el vaciado. Esta será la posición correcta del anclaje trasero y para ello los husillos son colocados en su posición dejando la holgura de 1 cm que se elimina al accionar el sistema hidráulico trasero.

Posteriormente se eleva el cilindro de 200 t y se ajusta mediante un seguro y finalmente se le da presión al cilindro trasero para el tesado de las barras traseras, con ésta operación el carro está en posición y ahora sólo quedará el ajuste de los encofrados.

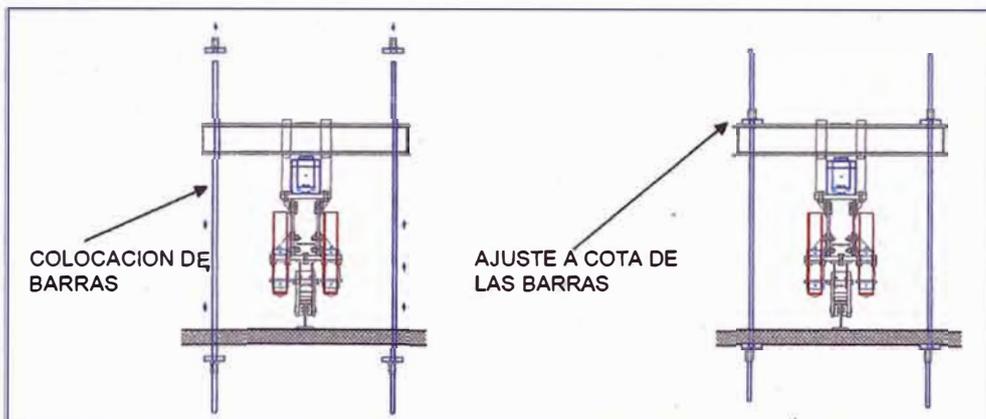


Figura 2.43 Tensado anclaje trasero - Fuente: Elaboración Propia



Figura 2.44 Soporte delantero - Fuente: Elaboración Propia

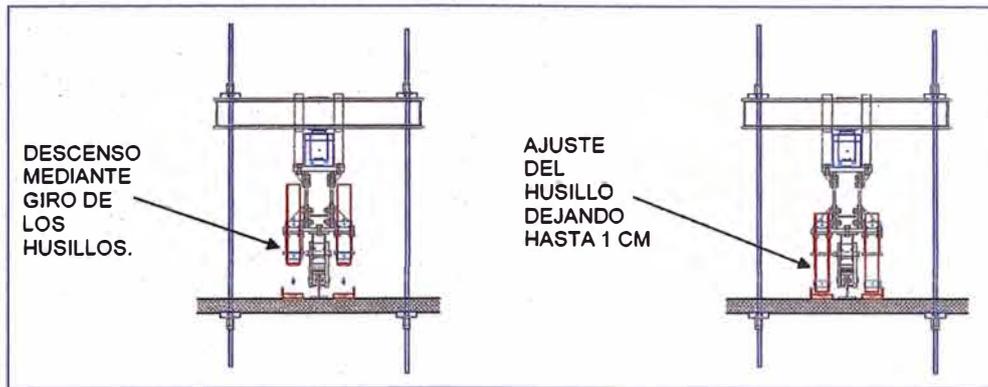


Figura 2.45 Posicionamiento del conjunto trasero (Pasos 1 y 2) - Fuente: Elaboración Propia

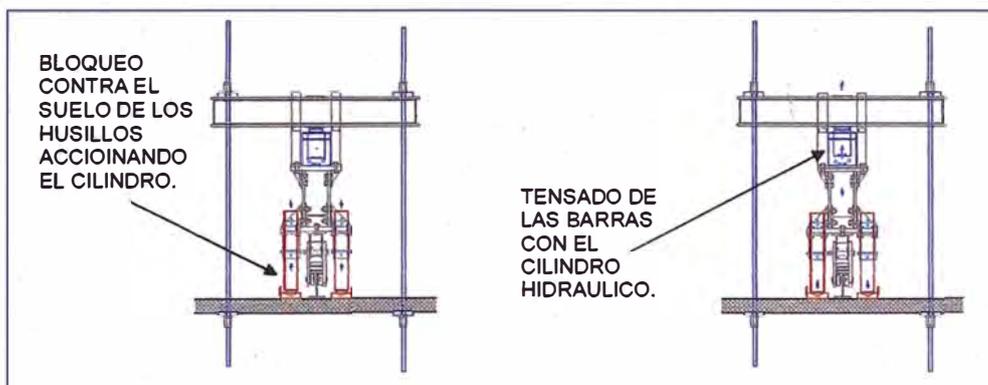


Figura 2.46 Posicionamiento del conjunto trasero (Pasos 3 y 4) - Fuente: Elaboración Propia

2.4.8 COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO DE FONDO Y EXTERIOR

Después que la estructura principal ha sido avanzada y colocada en su posición, se ajusta el encofrado de fondo con las barras laterales. Una vez posicionada en su lugar se colocan los anclajes traseros que van colocados a través de los agujeros pasantes dejados en la losa inferior de la anterior dovela (100 mm de diámetro como medida recomendada).

Posteriormente a esta operación se realiza el tensado de estas barras con el cilindro hueco hasta las 36 t para la barra DW36 y 4 t para la barra DW20.

El encofrado exterior se colocará en su correcta posición, alineándolo con el eje longitudinal del puente y dando en altimetría las correctas cotas, de acuerdo a las contraflechas indicadas en los análisis previos.



Figura 2.47 Encofrado de fondo y exterior - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.4.9 MOVIMIENTO DEL ENCOFRADO INTERIOR

Una vez que todo el sistema, carro y encofrado ha sido colocado a cota y correctamente anclado con sus adecuadas cargas de pretensado en las barras, se procede a la colocación del acero de refuerzo de la losa inferior y hastiales.

Para ello el encofrado interior permanece en una posición más retrasada.

El desplazamiento del encofrado interior ocurre en varias etapas que se describen a continuación:

Posición 1: Representa el encofrado interior antes del movimiento de este. En esta posición, el encofrado interior está colgado en la UPN 300 en su parte delantera a la penúltima dovela de concreto y se apoya en el extremo final sobre un husillo de concreto.

Posición 2: Se coloca al encofrado interior en la parte delantera con un polipasto de 3 t, cercano al husillo trasero se dispondrá de otra barra de suspensión (anclaje trasero) para asegurar la estabilidad del encofrado en la posición 3.

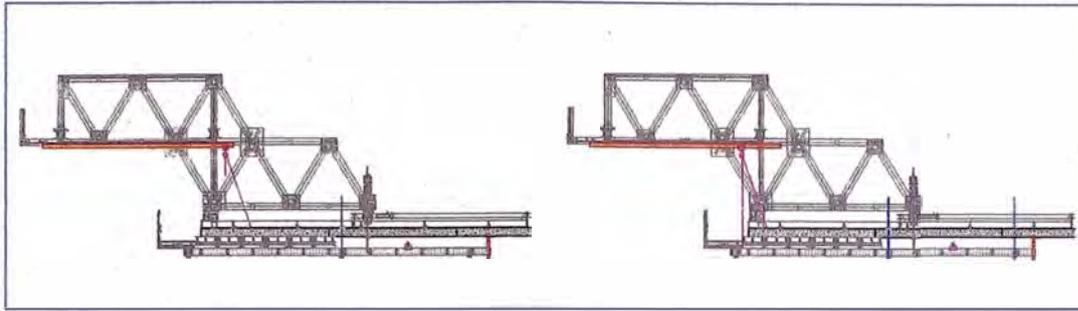


Figura 2.48 Posición 1 y 2 - Fuente: Elaboración Propia

Posición 3: Se retira la barra central y se coloca en su lugar la barra con el carro rodador que permitirá el avance del UPN300 a través del sistema de rodadura a este anclaje. Esta barra no debe de ser apretada.

Posición 4: Se retirará la barra de anclaje trasero y se descenderá también el husillo trasero. En esta posición el encofrado quedará suspendido del polipasto delantero y del sistema de rodadura anclado a la losa superior en la penúltima dovela.

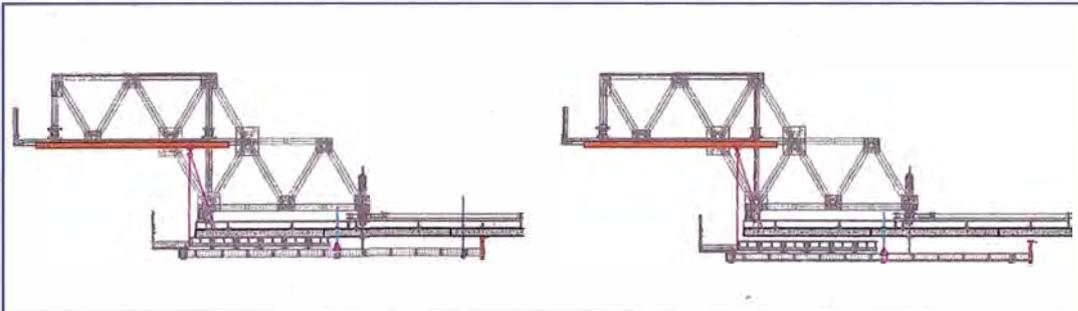


Figura 2.49 Posición 3 y 4 - Fuente: Elaboración Propia

Posiciones 5 y 6: El encofrado interior se mueve hasta que esté en su posición y puede ser re-anclado, se debe asegurar que la transferencia de cargas en cada posición se realice adecuadamente.

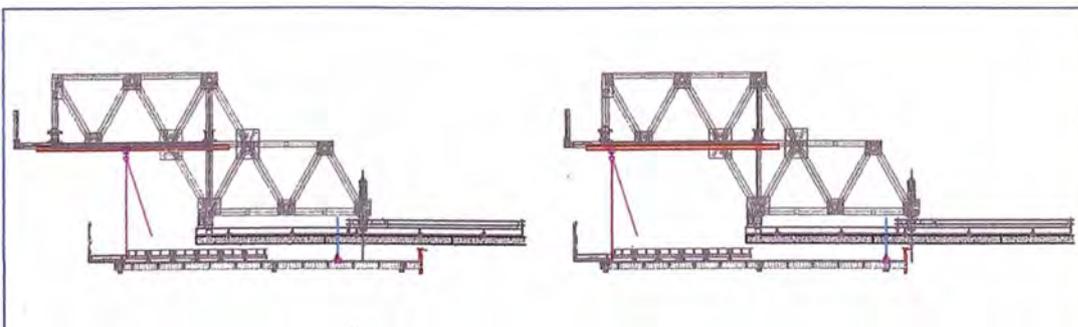


Figura 2.50 Posición 5 y 6 - Fuente: Elaboración Propia

2.4.10 POSICIONAMIENTO DEL ENCOFRADO INTERIOR

Una vez que el encofrado interior se ha movido hacia adelante, se colocarán las dos barras DW20 de cada viga UPN300 (L = 6 m) que de esta forma suspenden el encofrado de la superestructura delantera.

Se retiran los polipastos de cadena de 3 t y el anclaje de rodadura que ha quedado en la parte trasera. También se despega el husillo 5 cm del concreto.

A continuación, se pretensan las barras de tensión trasera DW20 contra la sección de concreto anterior. Las cargas de tensado de cada barra será de 4 t.

Durante el vaciado del concreto el husillo trasero en los perfiles UPN-300, no deberá estar en contacto con el concreto.

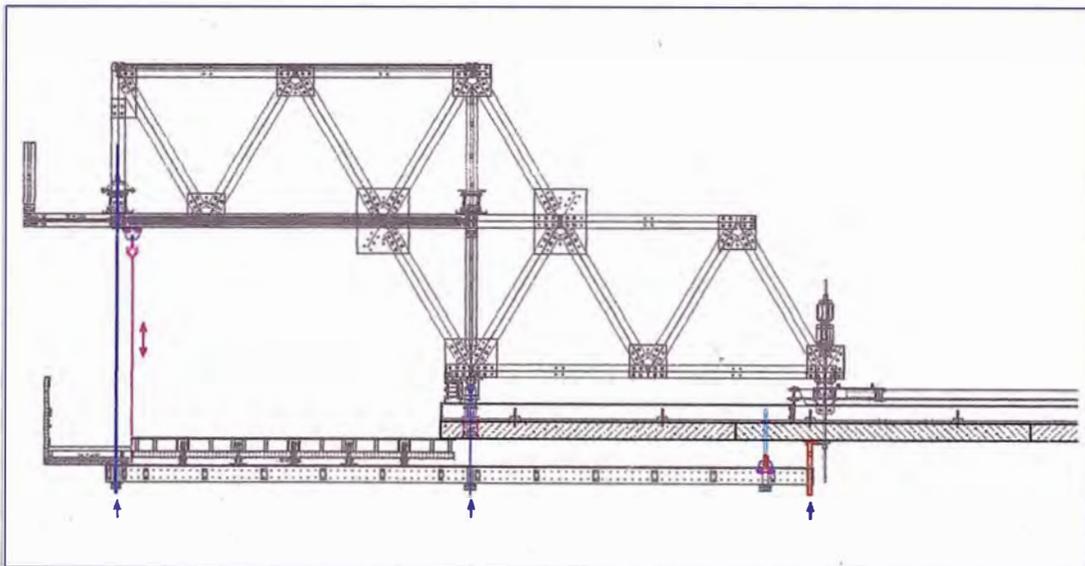


Figura 2.51 Posición final del encofrado interior - Fuente: Elaboración Propia

2.4.11 COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA SUPERIOR

Una vez colocado a cota el encofrado de losa superior, se coloca el acero de refuerzo y todos los elementos necesarios para el posicionamiento y vaciado de posteriores dovelas, taladros de PVC o similar para el paso de barras de anclaje.

2.4.12 VACIADO DE CONCRETO

Después de que todas las operaciones se han completado se procede al vaciado de concreto, dicho vaciado tiene que ser equilibrado y vertido de acuerdo a los procedimientos estándar determinados por la obra.

2.4.13 CURADO Y FRAGUADO DEL CONCRETO

Una vez que el concreto haya alcanzado la resistencia deseada se puede iniciar el desencofrado. Siempre conforme a las indicaciones dadas por el proyectista y llevadas a cabo por las indicaciones de la obra.

Para aprovechar durante el tiempo de espera se pueden quitar las tapas frontales y laterales, pero siempre conforme a las indicaciones marcadas en la obra. De la misma forma se puede comenzar con el desencofrado de los hastiales interiores pero respetando también las indicaciones marcadas por el proyectista a través de la obra.

2.5 SISTEMA HIDRÁULICO

2.5.1 CILINDRO DE APOYO

Como elemento hidráulico de apoyo, se utilizan unos cilindros que tienen una capacidad de carga de 200 t a 670 bar, con un área de 304.5 cm², la carrera es de 100 mm y la rótula de la cabeza permite una inclinación de 5°.



Figura 2.52 Gato hidráulico 200 t - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

El cilindro cuenta con válvula de retorno que se fija mecánicamente para recibir las cargas de concreto con una tuerca de seguridad. El cilindro cuenta con un circuito de retorno de aceite equipado con una válvula de seguridad tarada a 150 bar para permitir el correcto descenso del cilindro.

2.5.2 CILINDRO DE AVANCE

Para el avance se utilizan cilindros de doble efecto y tienen una capacidad de empuje de 30 t y 18 t de tiro para 200 bar. Área de empuje de 153.9 cm² y área de tiro de 90.3 cm² con una carrera de 520 mm. El cilindro tiene un circuito de retorno en donde la entrada de aceite para el empuje se hace en la cabeza y el retorno se hace por la base. El cilindro tiene en la base y en la cabeza una placa con cuatro taladros pasantes de 25 mm para permitir el paso de las barras DW de 20 mm para el avance.



Figura 2.53 Gato hidráulico 30 t / 18 t - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.5.3 CENTRAL HIDRÁULICA

Consta de una bomba hidráulica para las operaciones de los cilindros de 200 t y los cilindros de avance de 30 t /18 t, cuenta con un tanque de 140 litros y utiliza aceite de viscosidad 32 cSt (centistokes). Administra una presión máxima de 700 bares para los cilindros de 200 t y de 200 bares para los cilindros de avance, la central tiene también un medidor de presión que indica la presión real a la que están trabajando los cilindros.



Figura 2.54 Central hidráulica 250/700 bar - Fuente: Ulma C y E, S. Coop

2.5.4 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

Para la operación de la central hidráulica, se tiene presente el siguiente esquema, que indica las conexiones de entrada y salida del aceite para los dos tipos de cilindros.

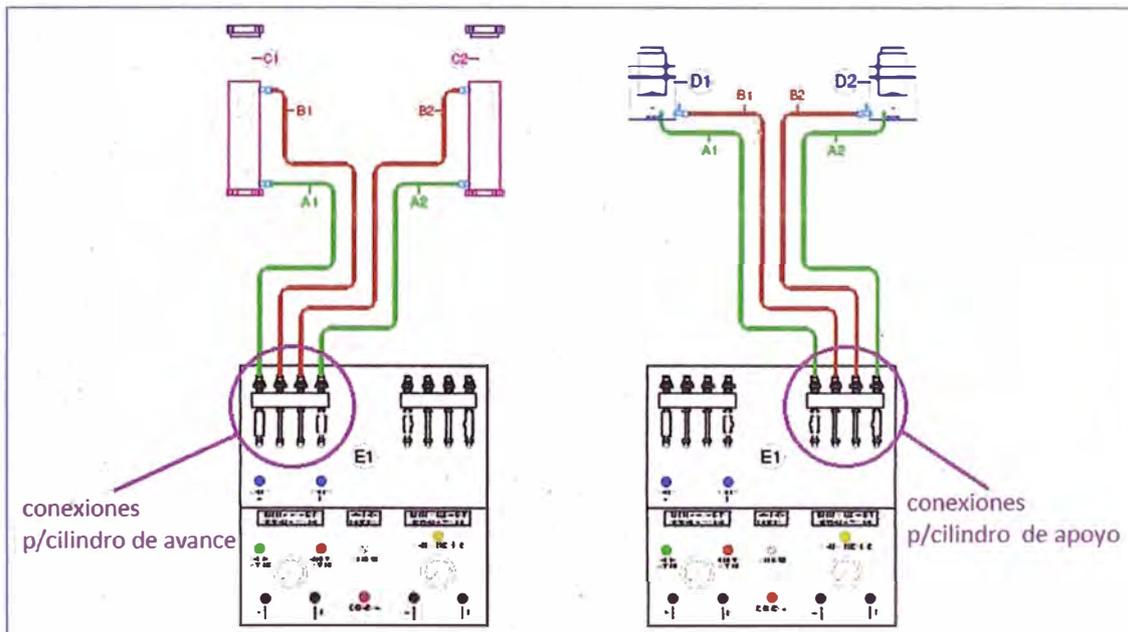


Figura 2.55 Esquema de las conexiones - Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL CARRO DE AVANCE EN EL PUENTE SOBRE LA VÍA DE EVITAMIENTO, METRO DE LIMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1.1 GENERALIDADES

El Metro de Lima es un sistema de transporte masivo que recorre la ciudad de Lima. La red básica comprende 6 Líneas o ejes viales interconectadas entre sí, la Línea 1 se subdivide en dos tramos: Tramo 1 y Tramo 2, el primero ya se encuentra en funcionamiento mientras tanto el segundo está en ejecución.

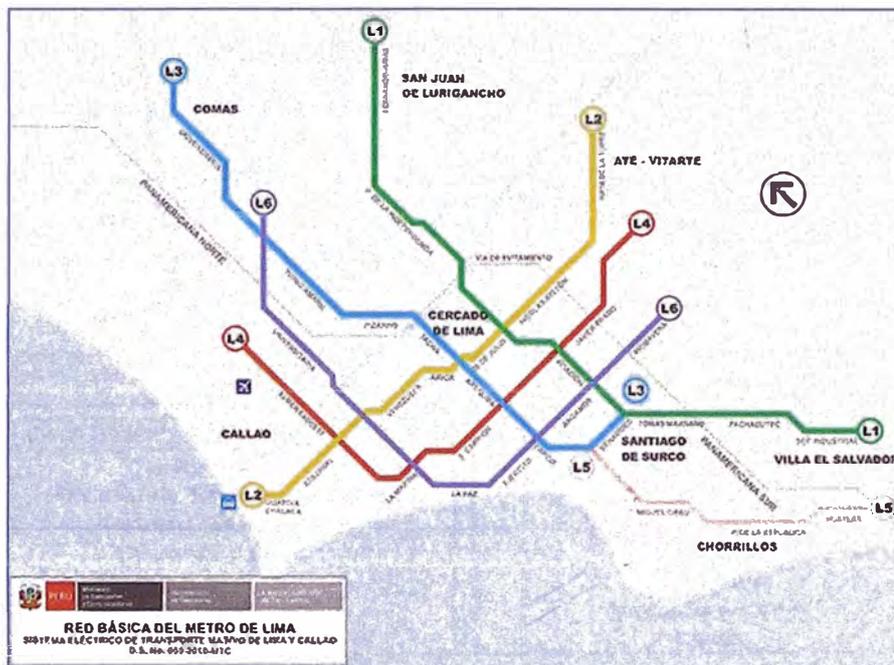


Figura 3.1 Red Básica del Metro de Lima - Fuente: website AATE

Esta primera Línea recorre la ciudad de Sur a Norte desde el distrito de Villa El Salvador hasta San Juan de Lurigancho, comprende un trazo aéreo con un sistema de viaducto elevado, es en este contexto que se encuentran los puentes para sortear el río Rímac y la Vía de Evitamiento.

La Línea 1 tiene una longitud total de 33.88 km, cuenta con un taller de mantenimiento, un patio de maniobras, 26 estaciones de pasajeros en 9 distritos y se espera que el recorrido total de la Línea 1 tenga una duración de 45 minutos.

3.1.2 PUENTE SOBRE LA VÍA DE EVITAMIENTO

Es un puente de tres tramos de sección cajón variable apoyado sobre pilares de concreto, este puente cruza la Vía de Evitamiento y el futuro viaducto "Vía Parque Rímac", en la siguiente figura se muestra un esquema de ubicación del puente.



Figura 3.2 Ubicación del Puente - Fuente: Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se muestra las clasificación del puente:

Cuadro 3.1 Clasificación del puente

PUENTE SOBRE VÍA DE EVITAMIENTO	
CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	TIPO
Funcionalidad	Ferroviario
Material de Superestructura	Concreto
Sistema Estructural	Vigas Sección Cajón
Tipo de Apoyo	Continuo
Tiempo de Vida Útil	Definitivo
Proceso Constructivo	Vaciado en sitio
Trazo Geométrico	Recto

Fuente: Elaboración Propia

Este puente tiene una longitud total de 274 metros y una ancho de tablero de 8.36 metros para el ferrocarril de doble vía.

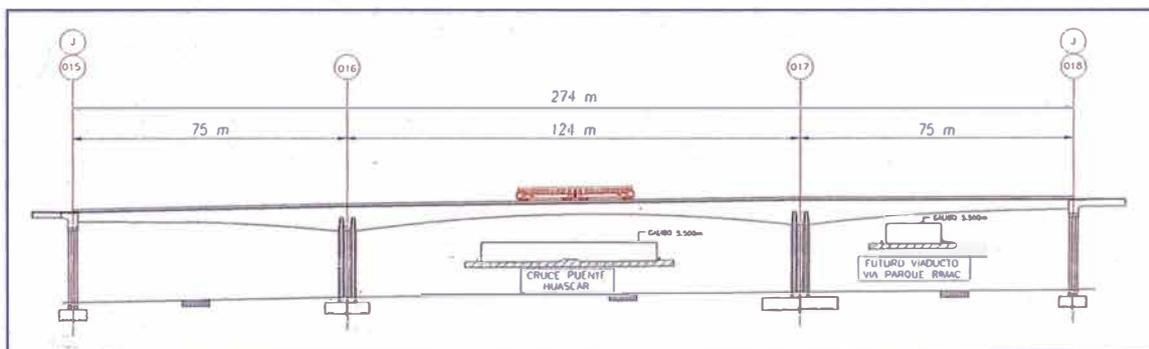


Figura 3.3 Alzado - Fuente: Consorcio Tren Eléctrico

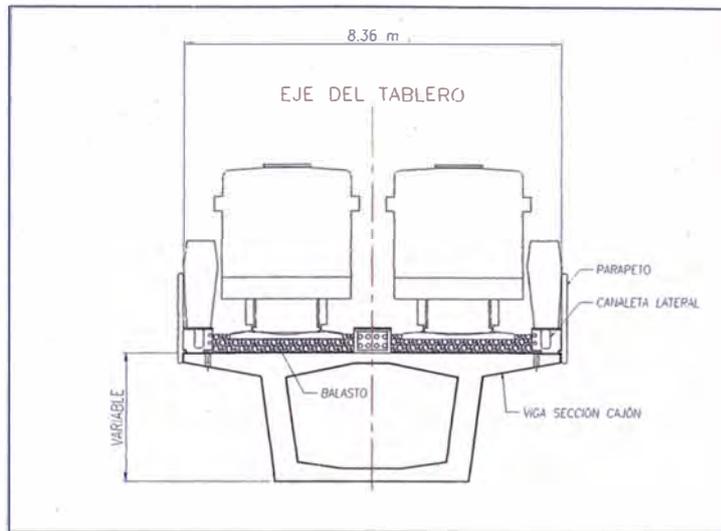


Figura 3.4 Sección Típica - Fuente: Consorcio Tren Eléctrico

3.2 PREFERENCIA DE EJECUCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS

La construcción del puente por el método de voladizos sucesivos se encuentra relacionada directamente con la imposibilidad de disponer soportes intermedios sobre la Vía de Evitamiento, y causar el cierre de esta importante vía durante el tiempo que necesite la ejecución del Viaducto, de esta manera evitar congestión vehicular y por consiguiente un malestar en los usuarios.

Actualmente se observa que aumentan las situaciones en las que la construcción de los viaductos condiciona el plazo de la obra o se convierte en un factor determinante e importante del presupuesto. Por lo tanto se vuelve necesario utilizar nuevos sistemas de construcción que permitan resolver la ejecución con rapidez, economía y calidad requeridas.



Figura 3.5 Ejecución de tramo central - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

3.3 CARRO DE AVANCE

Se ha empleado el Carro de Avance de la Compañía ULMA, los requerimientos para usar este sistema son:

- LONGITUD DE ARRANQUE DOVELA CERO

- ✓ 2 CARROS INDEPENDIENTES

- Longitud de Arranque ≥ 14 m

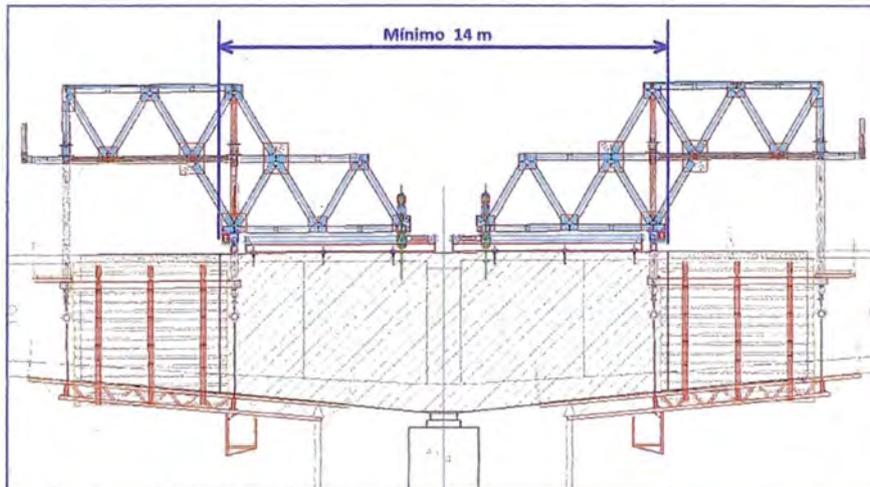


Figura 3.6 Longitud de Arranque (Carros Independientes) - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

- ✓ 2 CARROS CONCETADOS

- Longitud de arranque ≥ 10 m

- Primer vaciado ≥ 4 m

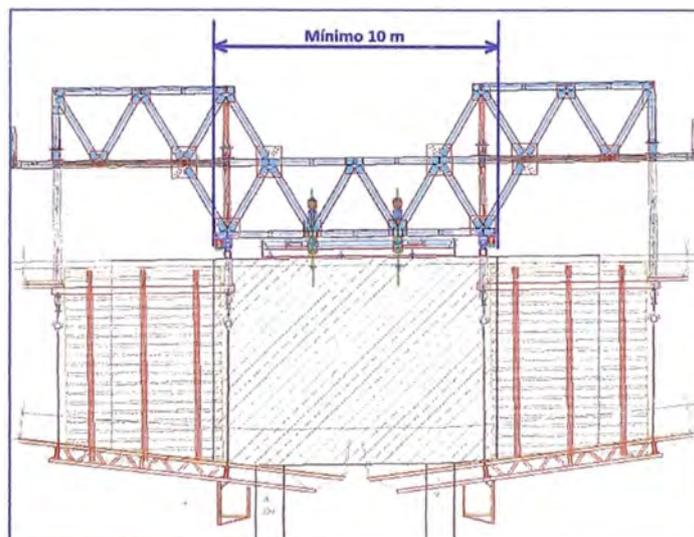


Figura 3.7 Longitud de Arranque (Carros Conectados) - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

- ANCHO SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE ≤ 14 m

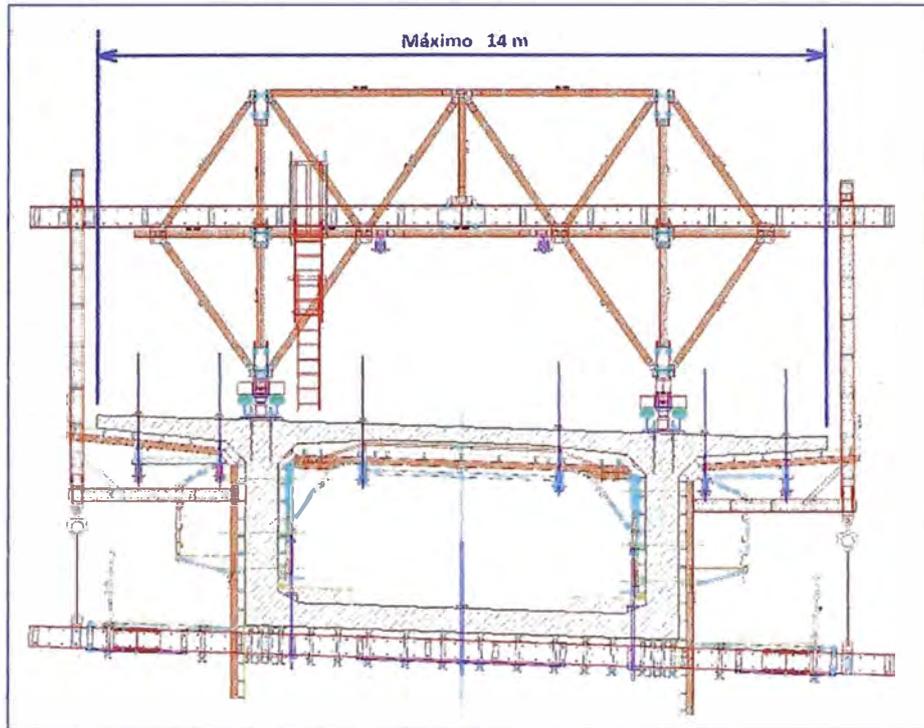


Figura 3.8 Ancho de viaducto máximo permitido - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

- LONGITUD DE DOVELA ≤ 5 m

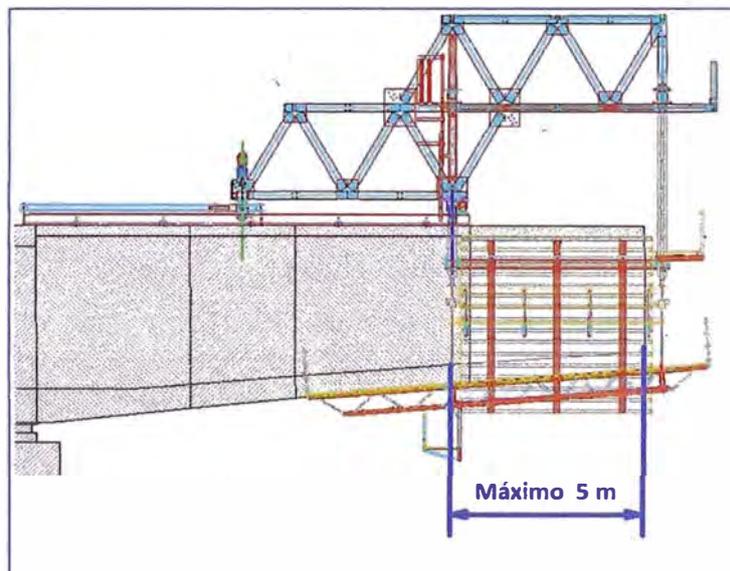


Figura 3.9 Longitud dovela permitido - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

- PESO MÁXIMO DE DOVELA ≤ 2000 KN (200 t)

3.4 COMPARACIÓN DEL SISTEMA CARRO DE AVANCE VS SOLUCIÓN CON SOPORTE CONVENCIONAL

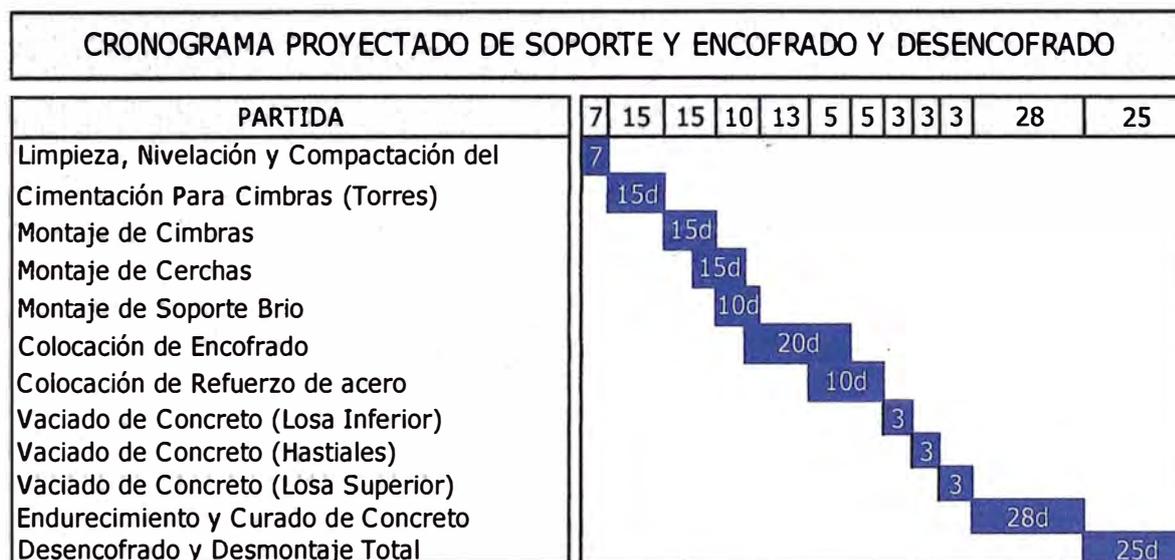
Después de presentar la información del sistema "Carro de Avance", en el presente capítulo se expondrán similitudes y diferencias de los dos sistemas. Esta comparación se hará tomando en cuenta el rendimiento en la ejecución y el costo de alquiler.

3.4.1 COMPARATIVO DE RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN

3.4.1.1 SISTEMA CONVENCIONAL

El sistema convencional es el apeo o soporte del encofrado para la ejecución del viaducto apoyado directamente desde el suelo. Para fines comparativos se considerará el hipotético caso donde no existan interferencias con estructuras existentes (Puente Vía de Evitamiento), ver figura 3.10.

Cuadro 3.2 Cronograma Proyectado (Sist. Convencional)



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior podemos apreciar que el tiempo total demandado para la ejecución del puente (Desde el Montaje de Soporte hasta el desmontaje) es: **132 días**.

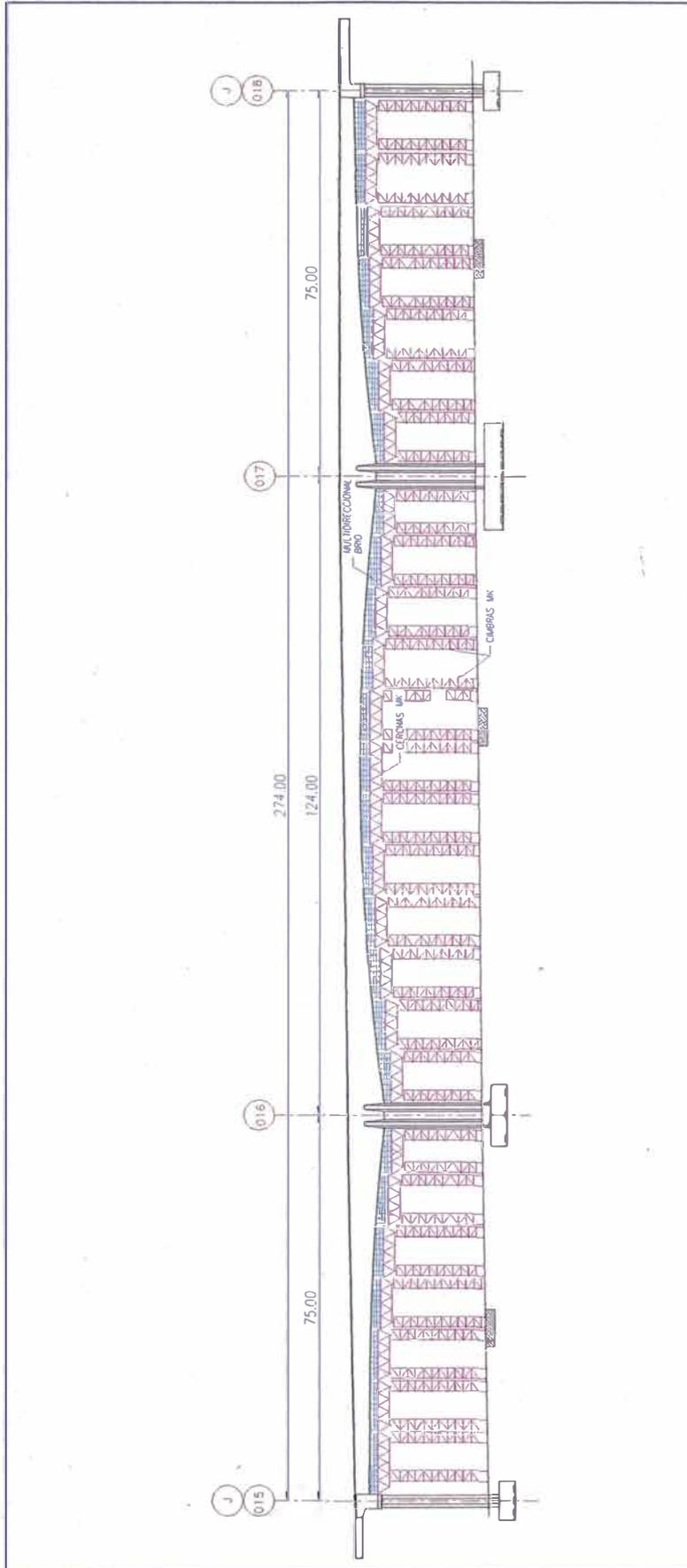


Figura 3.10 Sistema de Ejecución Convencional - Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2 SISTEMA CARRO DE AVANCE

El sistema Carro de Avance inicia su operación desde los dos pilares centrales (O16 y O17), su ejecución es una media de cuatro dovelas en simultáneo por semana sin considerar la ejecución de la dovela cero y tampoco la dovela de cierre, ver figura 3.11.

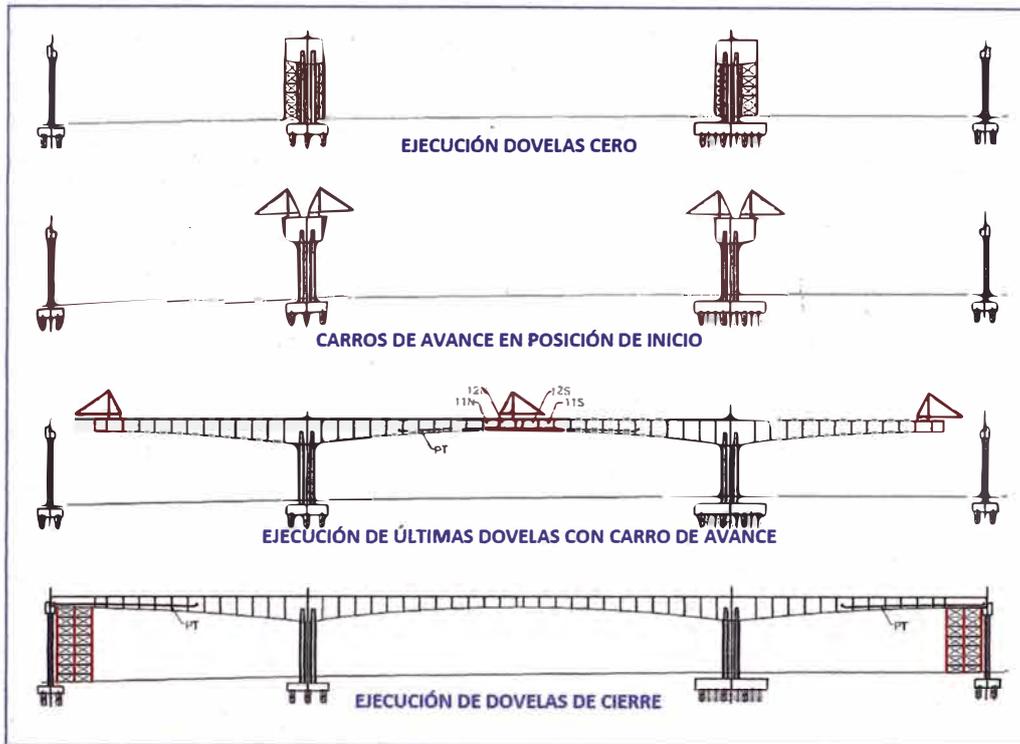


Figura 3.11 Sistema Carro de Avance - Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 3.3 Cronograma Projectado (Sist. Carro de Avance)

CRONOGRAMA PROYECTADO DE MONTAJE, EJECUCIÓN Y DESMONTAJE									
PARTIDA	11	2	1	6	14	7	3	80	25
Ejecución Dovelas Cero		20 d							
Premontaje Carriles		2							
Montaje Carriles			1						
Premontaje Estructura Principal			7d						
Montaje Estructura Principal				3					
Premontaje Encofrado de Fondo y Ext.				14 d					
Montaje Encofrado de Fondo y Ext.					6				
Premontaje Encofrado Interior					7d				
Montaje Encofrado Interior						3			
Ejecución 48 Dovelas							80d		
Ejecución Dovelas de Cierre									25d
Desmontaje Carro de Avance									20d

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior podemos apreciar que el tiempo total demandado para la ejecución del puente (Dovela Cero hasta la dovela de cierre) es: **149 días.**

3.4.2 COMPARATIVO DE PRESUPUESTO

3.4.2.1 SISTEMA CONVENCIONAL

Realizar el soporte y encofrado con apoyo desde el suelo a lo largo de todo el puente implica disponer de una gran cantidad de equipo en obra, esto aumenta el presupuesto significativamente en la partida de encofrados.

A continuación se muestra un resumen de metrado y presupuesto proyectado en función de la solución similar planteada en la ejecución del puente Santa Rosa $L = 42 \text{ m}$, $H = 17 \text{ m}$ (Tramo U34-U35, Viaducto del Metro de Lima, San Juan de Lurigancho).



Figura 3.12 Soporte Puente Santa Rosa - Fuente: Ulma C y E, S. Coop.

Cuadro 3.4 Presupuesto, Setiembre 2012 (Sist. Convencional)

ITEM	DESCRIPCION	JGOS	MES	UNID.	METRADO	PRECIO ALQUILER		
						UNITARIO (Soles)/mes	PARCIAL (Soles)	Peso Aprox. (Kg.)
01.00	SUPERESTRUCTURA PUENTE SOBRE VÍA EVITAMIENTO $L_{\text{tramo}} = 274.00$ m							
01.01	FALSO PUENTE MK. Se considera las cimbras MK y cerchas.	1.00	4.00	jgo.	1.00	356,933.29	1,427,733.16	469,674.42
01.02	CIMBRA BRÍO. Se considera las riostras MK, Vigas VM20 y Sistema Brío para encofrado de losa inferior.	1.00	3.50	jgo.	1.00	142,309.59	498,083.57	249,791.16
01.03	CIMBRA BRÍO. Se considera las Vigas VM20 y Sistema Brío para encofrado de losa superior en el tramo central y en los volados.	1.00	3.50	jgo.	1.00	83,381.28	291,834.48	99,406.44
01.04	Encofrado de elementos verticales (Hastiales del cajón) con sistema de encofrado Comain.	1.00	2.00	m2	3,895.20	56.00	436,262.40	194,760.00
TOTALES							S/. 2,653,913.61	1,013,632.02
COSTO/mi de puente							S/. 9,685.82	
Los precios no incluyen I.G.V No incluye transportes, equipos ubicados en almacén No se incluye soluciones de madera No incluye plataformas de trabajo ni escaleras de acceso Información exclusiva para fines académicos								

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2.2 SISTEMA CARRO DE AVANCE

Para acelerar los tiempos y realizar trabajos de forma simultánea sobre los dos pilares, se suministraron equipos de material completos. En total se emplearon 4 carros, 2 por cada pilar para la ejecución del tablero, a diferencia del soporte desde el suelo con equipo convencional el

presupuesto de este sistema ya no incluye las partidas de limpieza, nivelación, compactación, etc. del suelo de fundación para soporte.

En el siguiente cuadro se aprecia un resumen de metrado y presupuesto de la estructura principal, el encofrado y los elementos involucrados del sistema (ver planos en el anexo N°2).

Cuadro 3.5 Presupuesto, Febrero 2013 (Sist. Carro de Avance)

ITEM	DESCRIPCIÓN	JGOS	MES	UNID.	METRADO	PRECIO ALQUILER			Peso Aprox. (Kg.)
						UNITARIO (Soles)/mes	PARCIAL (Soles)		
01.00	SUPERESTRUCTURA PUENTE SOBRE VÍA EVITAMIENTO $L_{tramo} = 274.00$ m								
01.01	SOPORTE DOVELAS CERO. Incluye Encofrado	2.00	1.00	igo.	1.00	52,956.29	105,912.58	143,133.26	
01.02	CARRO DE AVANCE. Incluye Encofrado de Fondo, Encofrado interior y Encofrado Exterior	4.00	4.50	igo.	1.00	58,964.28	1,061,356.98	249,791.16	
01.03	SOORTE DOVELAS DE CIERRE. Incluye Encofrado	2.00	1.00	igo.	1.00	62,388.10	124,776.20	153,811.24	
TOTALES							S/. 1,292,045.76	546,735.66	
COSTO/mi de puente							S/. 4,715.50		

Los precios no incluyen I.G.V
No incluye transportes, equipos ubicados en almacén
No se incluye soluciones de madera
No incluye plataformas de trabajo ni escaleras de acceso
Información exclusiva para fines académicos

Fuente: Elaboración Propia

PCAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

En el presente trabajo se observa que una de las ventajas más importantes del sistema constructivo de voladizos sucesivos, es poder realizar la ejecución del viaducto o superestructura en completa independencia de factores (viales o naturales como un río) que se presenten en la parte inferior del puente.

La industria de la construcción en su objetivo de optimizar la ejecución de un proyecto, como lo es el plazo de una obra, economizar el proceso y mejorar la calidad, ha estado en constante desarrollo de sistemas de ejecución. Por ejemplo después de tener que sortear quebradas o ríos con el sistema de soporte desde el suelo, se encontró que la construcción con avance en voladizo podía llegar a ser una solución más limpia y eficaz.

Así mismo en cuanto al aspecto económico, se observa que el costo de alquiler del equipo involucrado en un soporte convencional es hasta un 100% mayor en comparación con el equipo del sistema Carro de Avance, es por ello que es significativo tener en cuenta este sistema de construcción para las empresas contratistas que ejecuten puentes.

Se indicó que el alquiler del equipo con el sistema de Carro de Avance para la ejecución del Puente sobre la Vía de Evitamiento tiene un costo por metro lineal de S/. 4715.50, no incluye I.G.V. ni descuentos que se pueden negociar en el contrato de alquiler, este valor se puede considerar como un ratio para estimar la partida de soporte y encofrados de viaductos con características similares.

En el aspecto de tiempos de ejecución, la propuesta de los carros de avance superan ligeramente en comparación a un soporte convencional, esto debido a que la ejecución de cada dovela tiene que esperar un tiempo prudente mínimo de cinco días, para que alcance la resistencia requerida del concreto durante el postensado con las dovelas anteriormente ejecutadas.

Pero los aspectos de tiempo de ejecución y economía no se pueden evaluar independientemente. La velocidad de construcción obtenida por un sistema genera consecuencias directas en la economía del proyecto.

4.2 RECOMENDACIONES

La compañía especialista y proveedora del sistema "Carro de Avance", tiene la responsabilidad de asesorar y supervisar el procedimiento de montaje y movimiento del sistema, así mismo deberá sustentar todos los planos que emita para su montaje.

Se requiere mayor difusión de la construcción por voladizos sucesivos que puedan ser impartidas de manera introductoria en cursos de pregrado, ello puede permitir lograr futuros ingenieros afines al diseño y construcción de puentes con mejor perspectiva, además que utilizando este sistema se puede rentabilizar la obra en tiempos y costes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor, 1º Edición, Lima-Perú 2010.
- Aranis García-Rossell César, Análisis y Diseño de Puentes de Concreto Armado, ACI UNI 1º Edición, Lima-Perú, 2006.
- Consorcio Tren Eléctrico, 15 de Octubre 2013, 13:00 h, <http://www.consorciotrenelectrico.com.pe/>
- Ferrovial Agroman Constructora, Curso de Encofrados, España.
- Matthew Wells, Puentes, Madrid-España, 2002,
- MTC, Manual de Diseño de Puentes, Lima-Perú, 2003.
- Pacheco Zuñiga Julio, El maestro de obra, Sencio 2º Edición, Lima-Perú, 2006.
- Pastor G. Luis, Puentes y Obras de Arte, Ed. Ciencias, Lima-Perú, 2000.
- Regal Alberto, Los Puentes del Antiguo Perú, FIC-UNI, 1965.
- Ramírez Goicochea Luis Enrique, "Procesos Constructivos del Puente Tsejtsi en Arco de Concreto Postensado de 80 m.", Titulación por Examen Profesional FIC-UNI, 1995.
- Ulma Construcción, Catalogo General de Productos, España.
- Ulma Construcción, Guía de Usuario CARRO CVS, España.
- Ulma Construcción, Guía de Usuario CIMBRA MK, España.
- Ulma Construcción, Guía de Usuario ESTRUCTURA MK, España.
- Ulma Construcción, Guía de Usuario BRIO, España.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS ORIGINALES

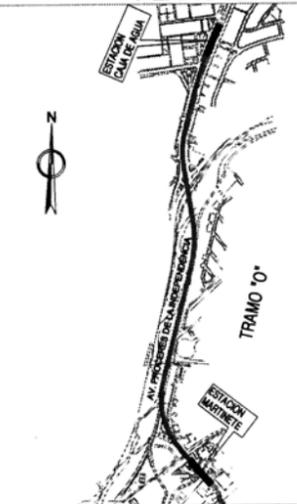
ANEXO 2: PLANOS DE MONTAJE

ANEXO 3: PLANOS DE OBRA

ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 1: PLANOS ORIGINALES

PLANO LLAVE



LEYENDA

- Notas:
- 1- LAS DIMENSIONES DEL PUENTE EN ESTA HOJA SON MEDIDAS A LA LINEA CENTRAL DE PUENTE.
 - 2- PARA LOCALIZAR EL DRENAJE, VER HOJA DE SECCIÓN TÍPICA.

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REBOMAR	Cód. 3	

02	27-Jul-12	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI
01	25-Jun-12	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI
0A	07-May-12	EMITIDO PARA REVISIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI

Clients: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

Contractors: **CONSORCIO TREN ELÉCTRICO**

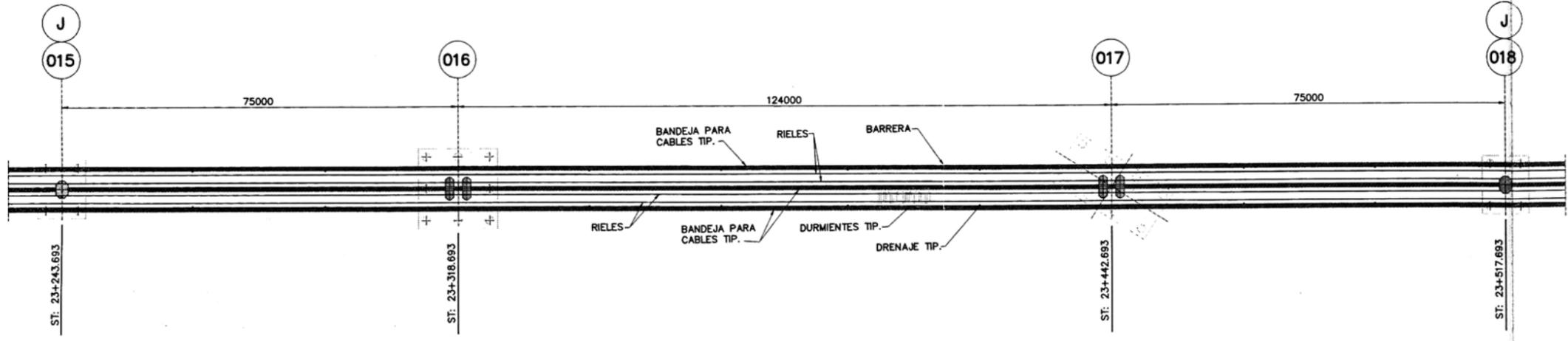
Projectors: **ODEBRECHT** and **TYLIN INTERNATIONAL** (engineers | planners | scientists)

Proyecto: EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECÁNICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1, TRAMO 2, AV. GRAU - SAN JUAN DE LURIGANCHO

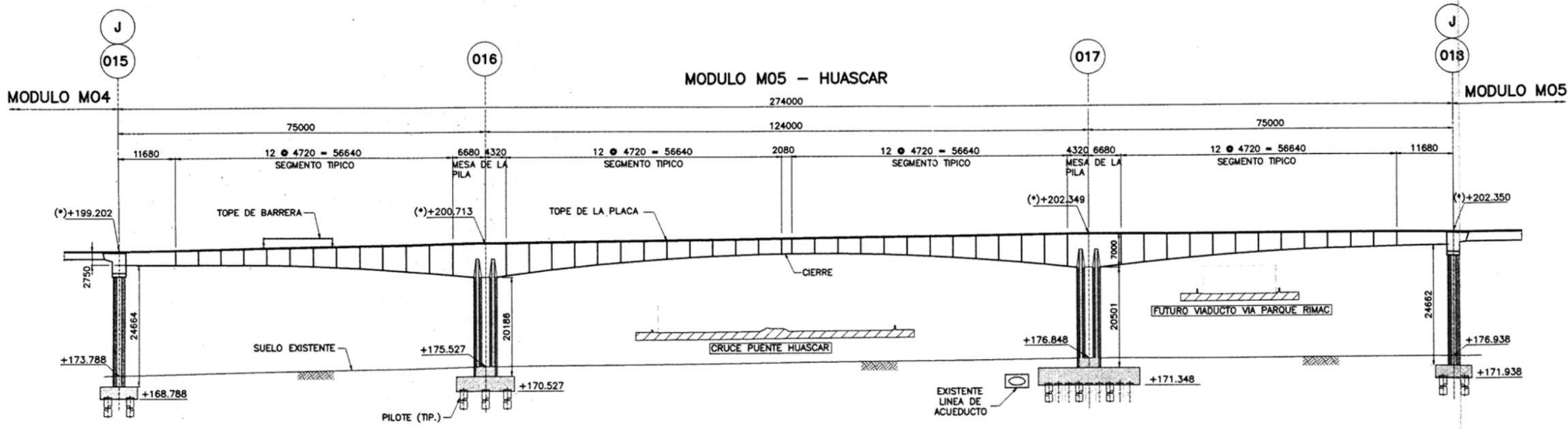
Codigo:	Rev.
C T E L T Y L P V E E S T D W G 3 2 5 0 3 0 2	

Plano: PUENTE SOBRE VIA EVITAMIENTO PLANTA DE PUENTE 1

Escala: 1:500

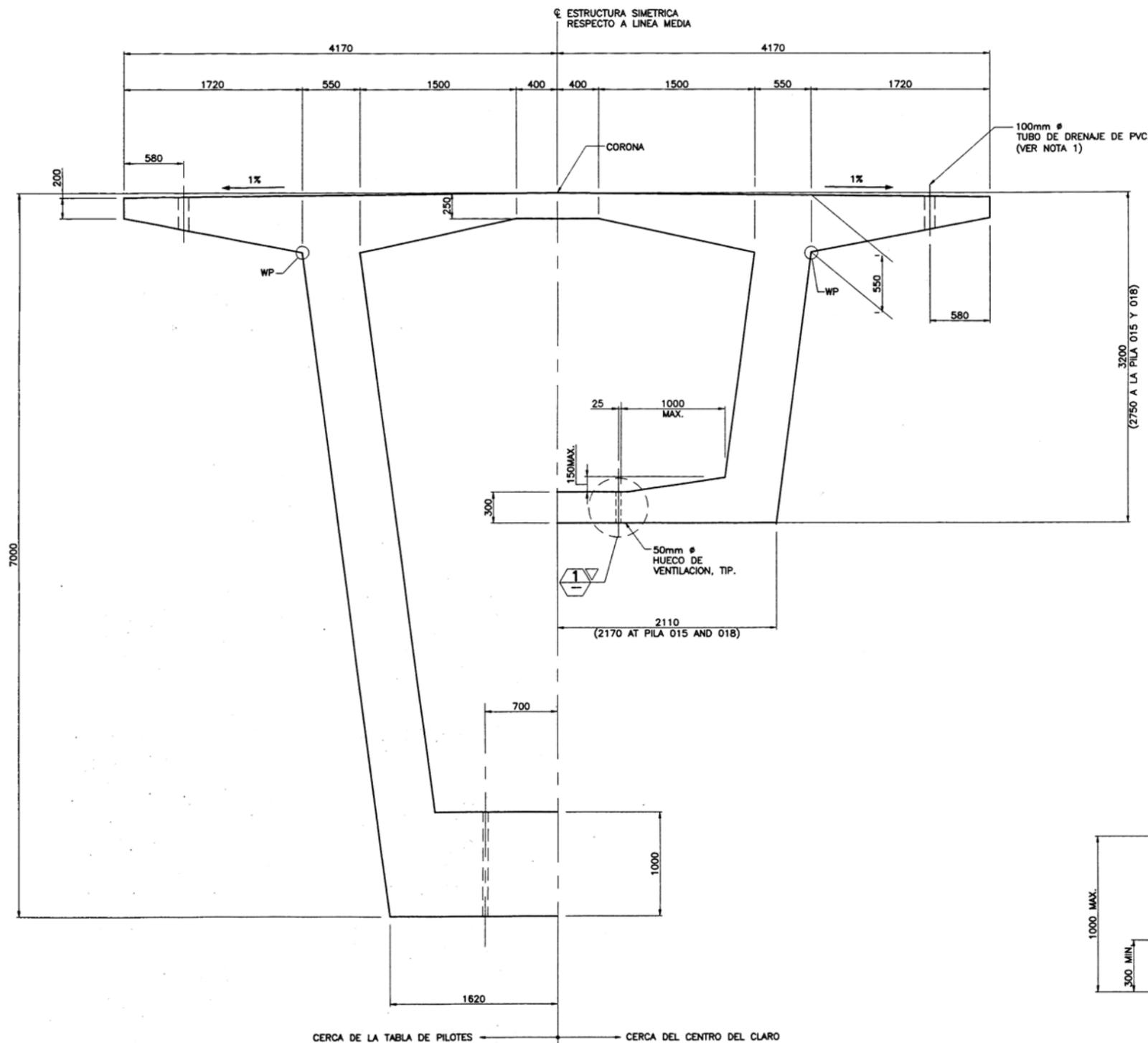


PLANTA
ESC: 1:500

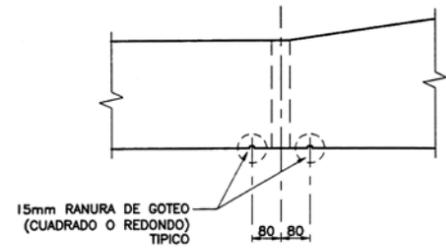


ELEVACIÓN
ESC: 1:500

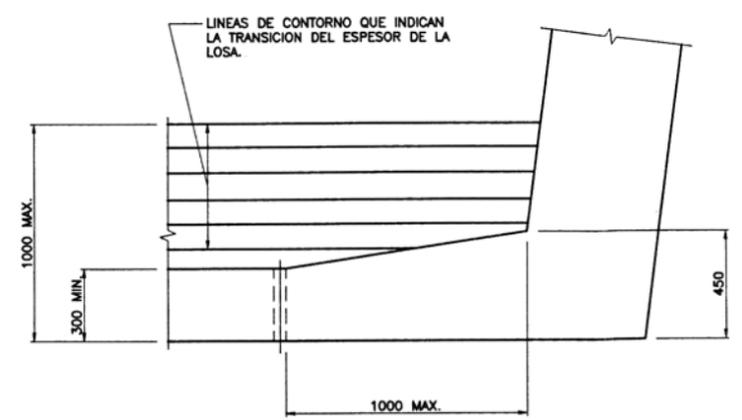
L:\Prensa\01 - CAMBIOS DE REVISION\PUENTE VIA EVITAMIENTO\PLANOS ESTRUCTURAS\CEL-TYL-PVE-EST-0W6-32503_02.dwg



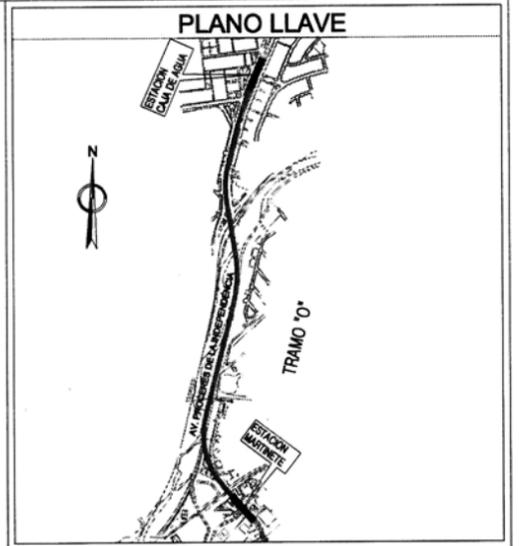
SECCION TIPICA
ESC: 1:25



1 DETALLE DE VENTILACION
ESCALA 1:10



DESARROLLO INFERIOR DE LA LOSA
ESC: 1:15



LEYENDA

Notas:
 1- PARA EL DRENAJE DE LA PLACA VER HOJA DE "MISCELANEOS".
 2- PARA DIMENSIONES EN VIGAS TIPO CAJA DE VARIOS SEGMENTOS ENTRE LA PILA Y EL CENTRO DEL CLARO LAS HOJAS "SECCIONES TÍPICAS 2" Y "SECCIONES TÍPICAS 3".

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CONSORCIO	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
CEBEL	REVISAR Y REEMBAR	Cód. 3	

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión	PREP.	REV.	VERIF.	APROB.
01	25-Jun-12	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI
0A	07-May-12	EMITIDO PARA REVISIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI

Clien: **MTCA** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

Contratista: **CONSORCIO TREN ELÉCTRICO**

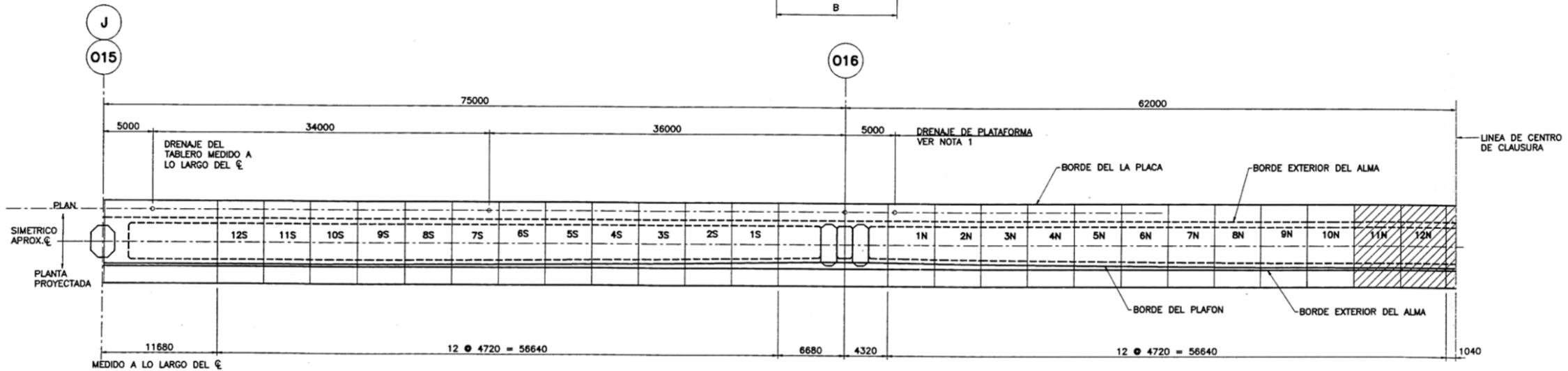
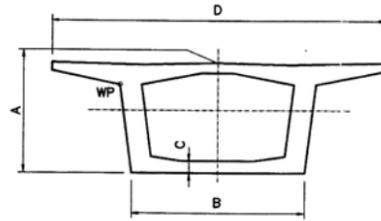
Proyectista: **ODEBRECHT** (TYL) **INTERNATIONAL** (engineers | planners | scientists)

Proyecto: **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECÁNICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1, TRAMO 2, AV. GRAU - SAN JUAN DE LURIGANCHO**

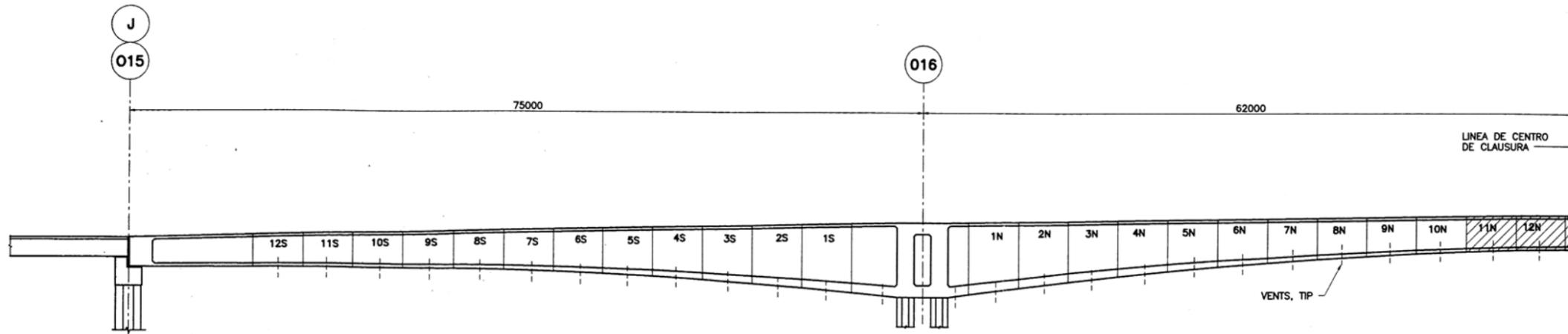
Código: **C T E L T Y L P V E E S T D W G 3 2 5 1 8 0 1**

Plano: **PUENTE SOBRE VIA EVITAMIENTO SECCION TIPICA 1**

Escala: **INDICADA**



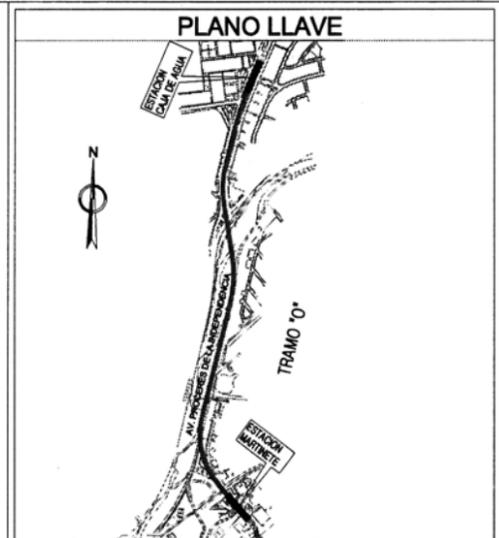
PLANTA PARCIAL
ESC: 1:250



SECCIÓN LONGITUDINAL
ESC: 1:250

SEG. No.	L	12S	11S	10S	9S	8S	7S	6S	5S	4S	3S	2S	1S	1N	2N	3N	4N	5N	6N	7N	8N	9N	10N	11N	12N	SEG. No.
8340	75000																									
	DIM. A	2750	3033	3320	3600	3880	4160	4440	4720	5000	5280	5560	5840	6120	6400	6680	6960	7240	7520	7800	8080	8360	8640	8920	9200	
	DIM. B	4340	4285	4230	4175	4120	4065	4010	3955	3900	3845	3790	3735	3680	3625	3570	3515	3460	3405	3350	3295	3240	3185	3130	3075	
	DIM. C	300	315	321	327	332	337	342	347	352	357	362	367	372	377	382	387	392	397	402	407	412	417	422	427	
	DIM. D	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	8340	

L = DISTANCIA AL E DE LA PILA



LEYENDA

f'c28 = 42 MPa
 f'c28 = 55 MPa

Notas:
1- PARA DETALLES DE DRENAJE DE PLATAFORMA VER HOJA DE DETALLES MISCELANEOS.

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
CONSORCIO CEBEL	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
CONSORCIO PÓYRY	REVISAR Y REFINAR	Cód. 3	

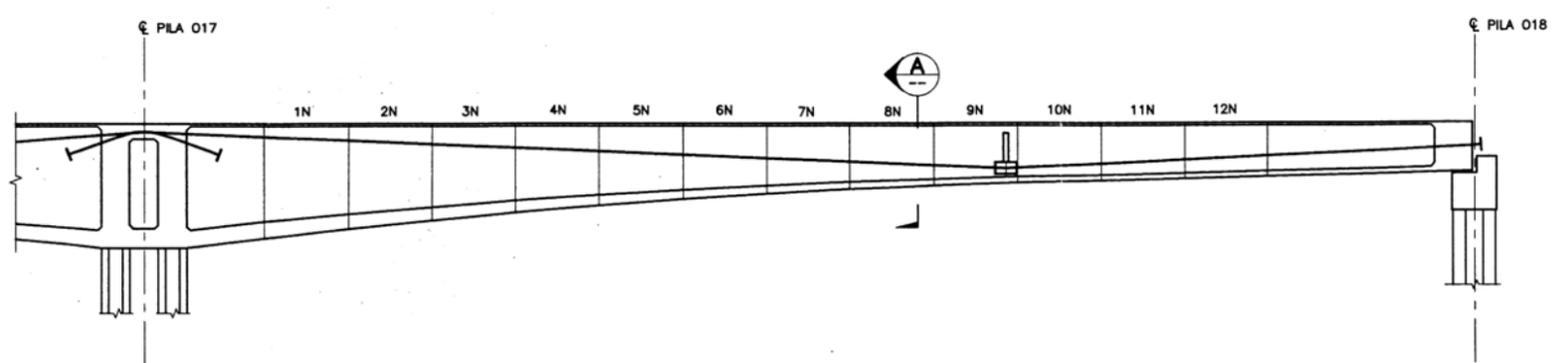
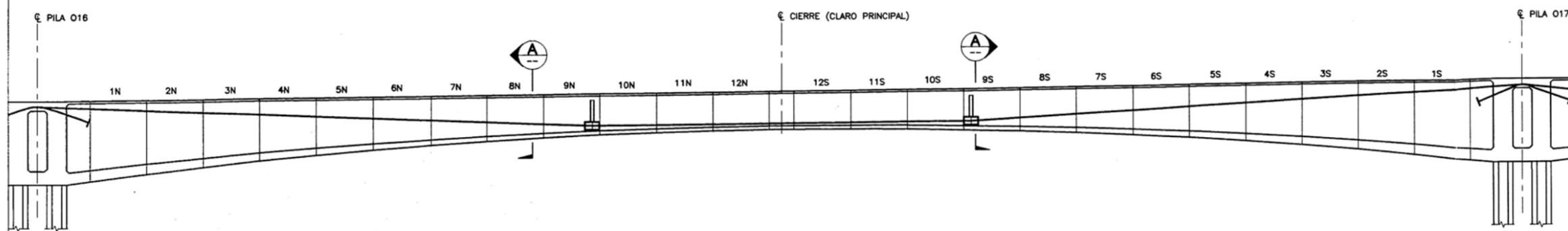
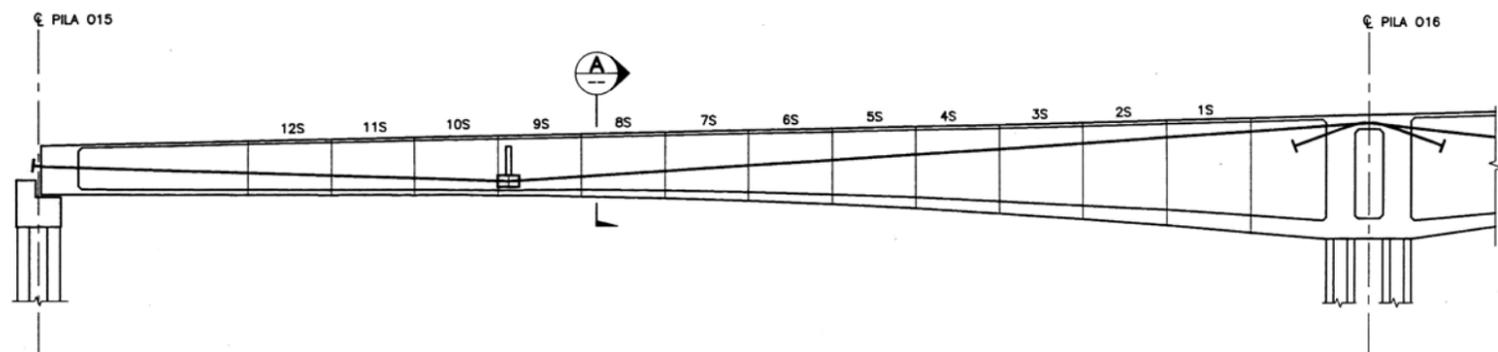
02	27-Jul-12	APROBADO PARA CONSTRUCCION	TYL	TYL	MCO	WVI
01	25-Jun-12	APROBADO PARA CONSTRUCCION	TYL	TYL	MCO	WVI
0A	07-May-12	EMITIDO PARA REVISION	TYL	TYL	MCO	WVI

Cliente: **MTCA**
 Contratista: **CONSORCIO TREN ELÉCTRICO**
 Proyectista: **ODEBRECHT TYLIN INTERNATIONAL**

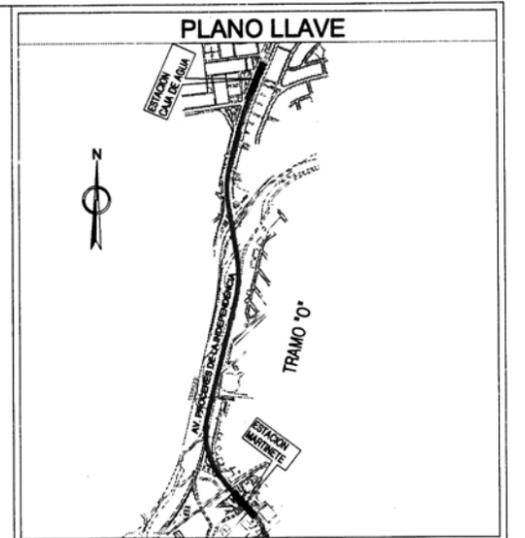
Proyecto: **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1, TRAMO 2, AV. GRAU - SAN JUAN DE LURIGANCHO**
 Código: **C T E L T Y L P V E E S T D W G 3 2 5 1 9 0 2**
 Plano: **PUENTE SOBRE VIA EVITAMIENTO SECCION TIPICA 2**
 Escala: **INDICADA**

E:\TRAMO II-PROYECTO TREN ELÉCTRICO\RENDOV\2012-07-31_Huascar_bridga\cod\CTEL-TY-LPVE-EST-DWG-32519_02.dwg

E:\TRAMO II-PROYECTO TREN ELECTRICO\RENZO\2012-07-31 Huascar bridge\cad\CTEL-TYL-PVE-EST-DWG-32526_02.dwg



SECCION LONGITUDINAL
ESC: 1:200



LEYENDA

- Notas:
1. PARA FUTURA FUERZA DE TENSION: 3700 KN POR TENDON. TOTAL 4 TENDONES POR CADA CLARO.
 2. PARA LA SECCION A, VER HOJA DE "DETALLES DE TENDONES FUTUROS".

Referencias:

Supervisión:	APROBADO SIN COMENTARIOS	Cód. 1	Firma:
	APROBADO CON COMENTARIOS	Cód. 2	
	REVISAR Y REDEFINIR	Cód. 3	

Rev.	Fecha DD-MM-AA	Descripción de la revisión	PREP.	REV.	VERIF.	APROB.
02	27-Jul-12	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI
01	25-Jun-12	APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI
0A	07-May-12	EMITIDO PARA REVISIÓN	TYL	TYL	MCO	WVI

Cliente:	Contratista:	Proyectista:
		TYL IN INTERNATIONAL engineers planners scientists

Proyecto: **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES Y ELECTROMECÁNICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSPORTE MASIVO DE LIMA Y CALLAO LINEA 1, TRAMO 2, AV. GRAU - SAN JUAN DE LURIGANCHO**

Código: **C T E L T Y L P V E E S T D W G 3 2 5 2 6 0 2**

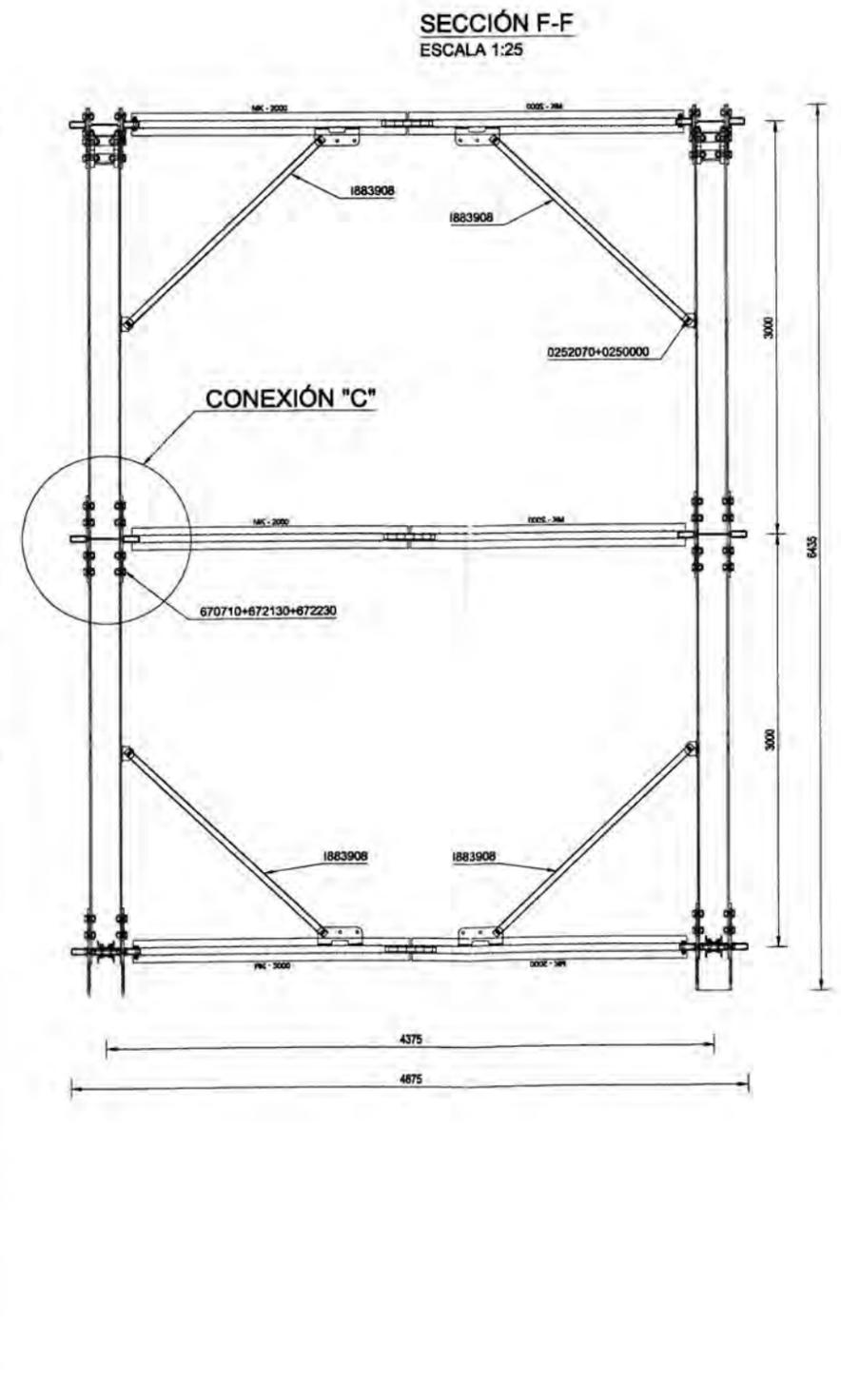
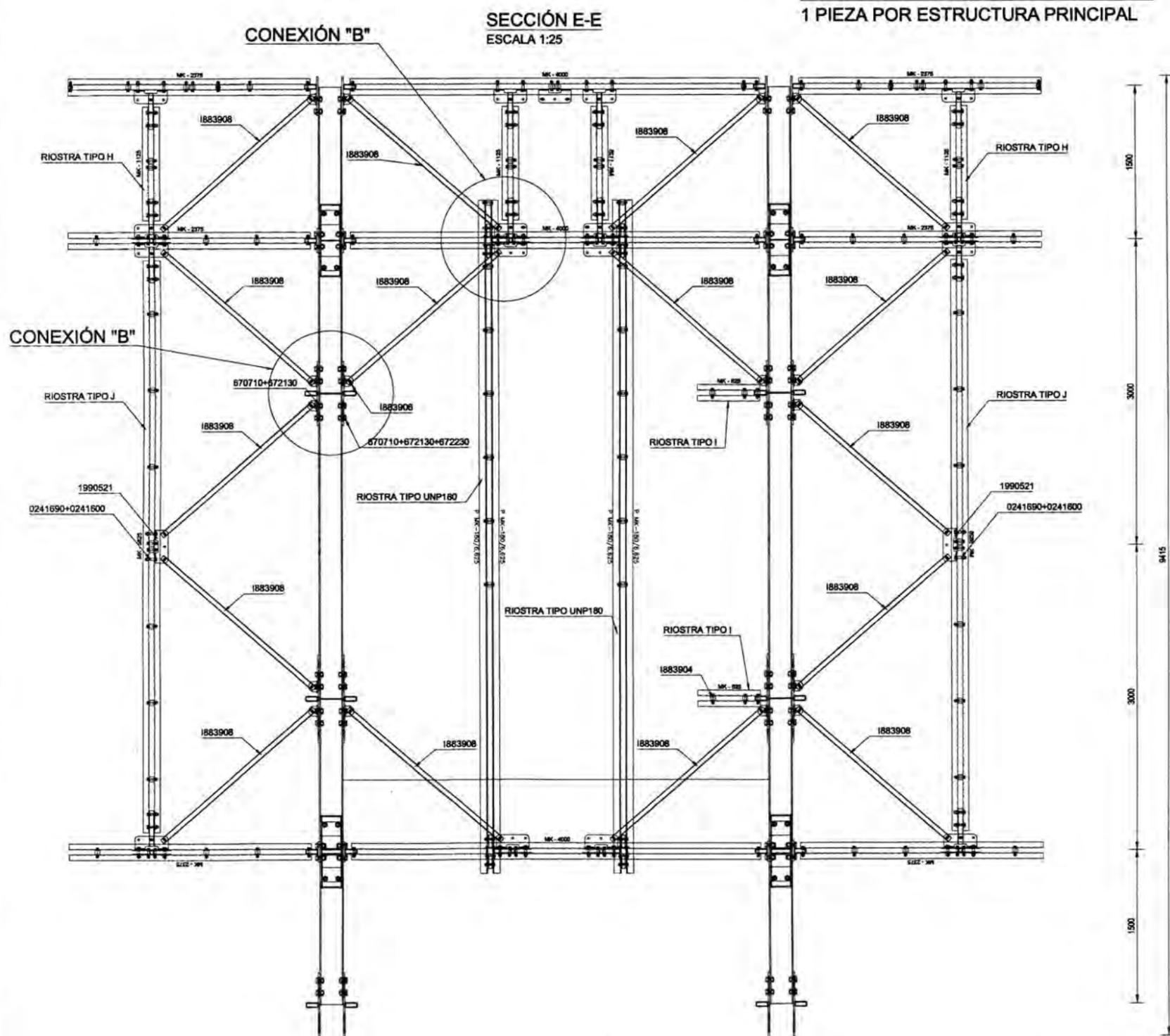
Plano: **PUENTE SOBRE VIA EVITAMIENTO PLANO DE TENDONES FUTUROS**

Escala: **INDICADA**

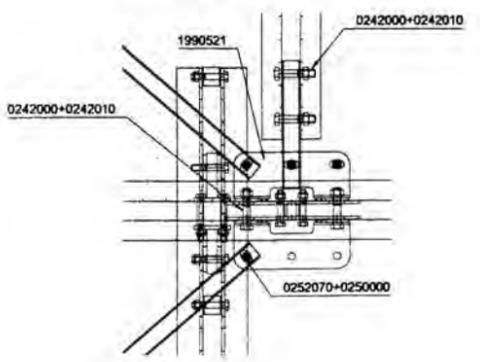
ANEXO 2: PLANOS DE MONTAJE

REFUERZO HORIZONTAL

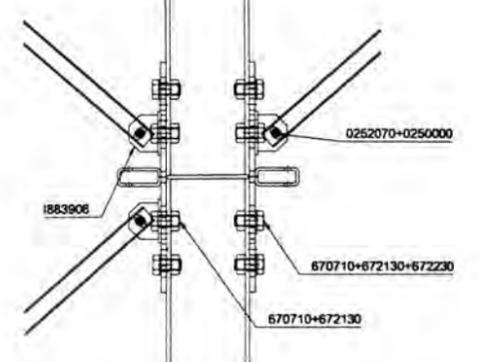
1 PIEZA POR ESTRUCTURA PRINCIPAL



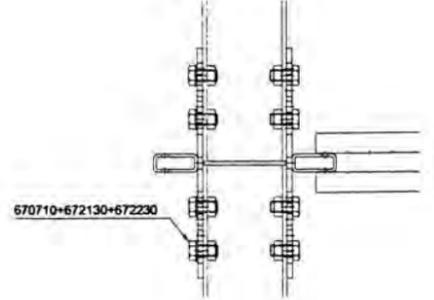
CONEXIÓN "A"
ESCALA 1:10



CONEXIÓN "B"
ESCALA 1:10



CONEXIÓN "C"
ESCALA 1:10



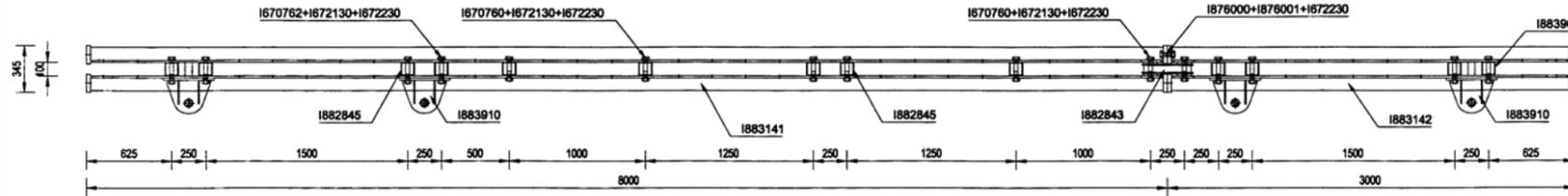
**EXCLUSIVO PARA
USO ACADÉMICO**

DATOS DEL PROYECTO	
PROYECTO	TREN ELÉCTRICO TRAM 2
SUB-PROYECTO	PUNTO SOBRE VÍA DE ALIMENTACIÓN FUENTE HILASCH
ESTADIO	CONDOMIO TREN ELÉCTRICO
INDICACION	MONTAJE DE REFUERZO HORIZONTAL DE ENCRUJADO TRILAS GRUPO HEA-200
FECHA	15/03/2011
PROYECTISTA	CVS-MT-03
REVISOR	
APROBADO	

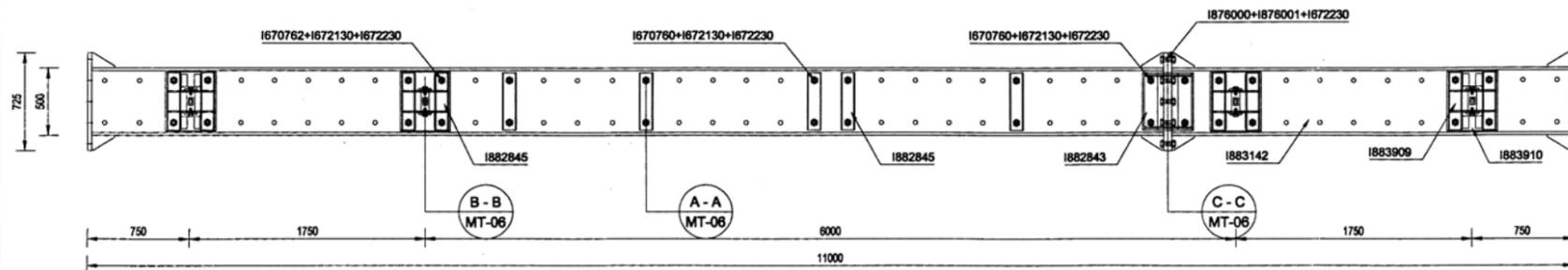
MONTAJE DE LA VIGA PRINCIPAL INFEROR

2 PIEZAS POR ESTRUCTURA PRINCIPAL

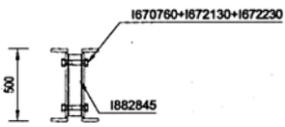
VISTA DE PLANTA
Scale 1:25



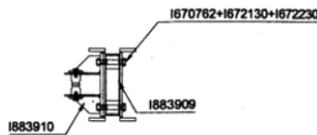
SECCIÓN LONGITUDINALMENTE
ESCALA 1:25



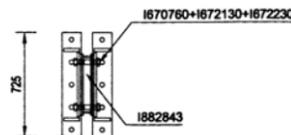
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:25



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:25



SECCIÓN C-C
ESCALA 1:25

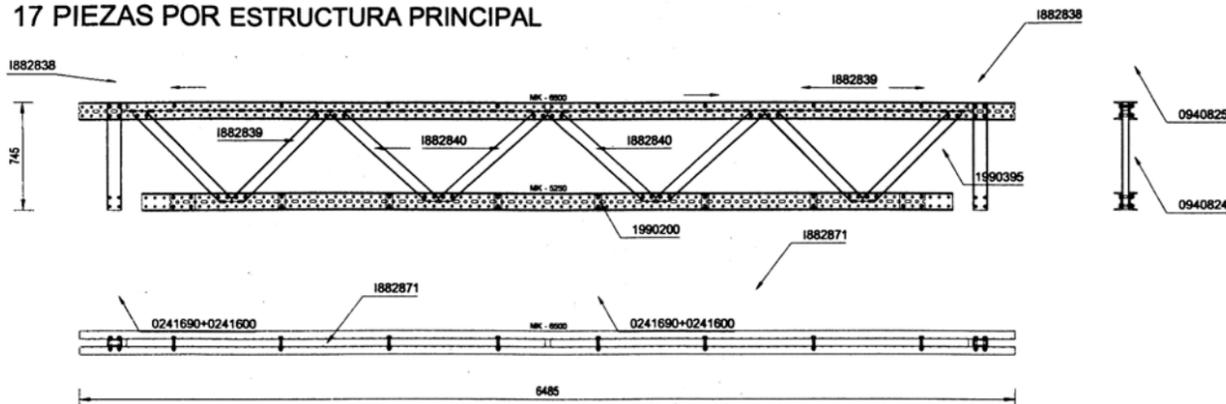


MONTAJE ENCOFRADO INFERIOR

ESCALA 1:25

REFUERZO INFERIOR

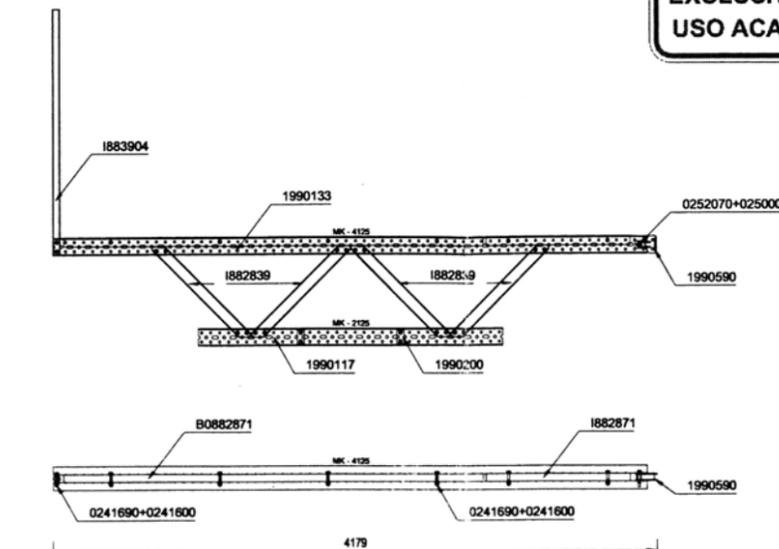
17 PIEZAS POR ESTRUCTURA PRINCIPAL



PLATAFORMA DE TRABAJO LATERAL

4 PIEZAS POR ESTRUCTURA PRINCIPAL

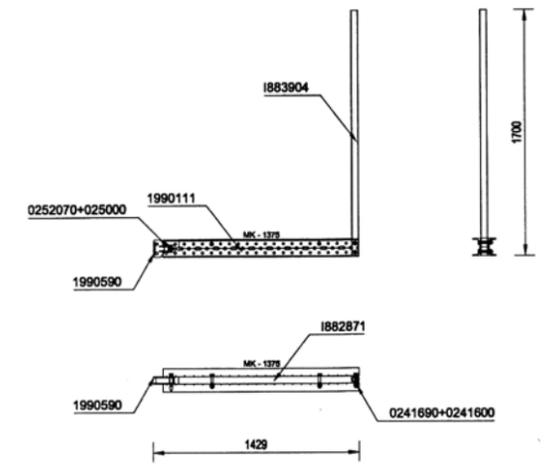
ESCALA 1:25



PARTE INFERIOR DE ENCOFRADO		
CODIGO	DESCRIPCIÓN	KG/PIEZA
0212100	TENSOR 1" 0,36-0,52 (D20)	2,4
0241600	TUERCA M16 DIN-934-8.8	0,1
0241618	TORNILLO M16x180 DIN-931-8.8	0,2
0241690	TORNILLO M16x90 DIN-931-8.8	0,1
025000	PASADOR R/5	0,0
0252070	BULÓN E20x70	0,3
0940824	PERFIL MK-120 / 5,250	63,0
0940825	PERFIL MK-120 / 6,500	78,0
1900110	TENSOR E 1-1,55	18,8
1990105	PERFIL MK-120 / 0,625	7,5
1990109	PERFIL MK-120 / 1,125	13,5
1990111	PERFIL MK-120 / 1,375	16,5
1990117	PERFIL MK-120 / 2,125	25,5
1990133	PERFIL MK-120 / 4,125	49,5
1990200	CASQUILLO MK-120/82	0,5
1990395	UNIÓN ORTOGONAL MK	6,5
1990570	CABEZAL BARANDILLA MK	0,9
1990590	NUDO AXIAL M D20 MK	1,5
1870780	VM HEADBOLT TE M30X160 - 8.8 ZN UNI 5737	1,1
1870782	VM HEADBOLT TE M30X180 - 8.8 ZN UNI 5737	1,2
1872130	VM NUT M30 E CL.8 ZN UNI 5588	0,2
1872230	ARANDELA M30 ZN UNI 6592	0,05
1800100	AC TIE ROD DW 20 IN LM	2,8
1800645	VM COUPLER DW20 SW36 L130	0,8
1800650	VM NUT DW20 SW36 L60	0,3
1878521	VM BOLT TE M36x140 - 10.9 UNI 5739	1,5
1878522	VM HEXNUT M36 CL.10/6S ZN UNI 5588/934	0,4
1878523	VM WASHER M36	0,1
1882838	MC TUBE 100x50x4 L=737,5MM	9,3
1882839	TUBO CERCHA FONDO 80X50X4/795	15,30
1882840	TUBO CERCHA FONDO 80X50X4/841	13,03
1882841	SO COUPLER UNP500 DW36	132,7
1882843	CP CONNECTION PLATE LNP500	48,3
1882845	CP SPACER UNP500 100x100x8 L=425MM	7,9
1882871	MT SQUARE-TIMBER 60x52 L=2900MM TREATED	4,3
1883209	MC HOLDER PLATE 600730	5,0
1883212	CP COUPLER UNP500 DW28	106,5
1883904	MC PARAPET D=48MM L=1700MM	5,8
1883909	CP SPACER UNP500 PLATFORM	14,9
1883910	CP CONNECTOR BRACING BOTTOM FORMWORK	47,5
1883141	PERFIL UPN-600 / 8	770,00
1883142	PERFIL UPN-600 / 3	318,00
1876000	TORNILLO M30X90 UNI 5737-10	0,85
1876001	TUERCA M30 UNI 5588-10	0,23

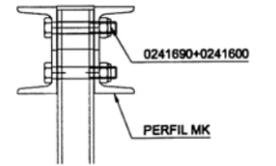
PLATAFORMA DE TRABAJO FRONTAL

8 PIEZAS POR ESTRUCTURA PRINCIPAL

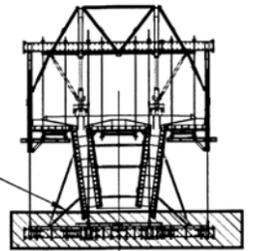


DETALLES DE CONEXIÓN

CONEXIÓN "A"
ESCALA 1:5



ESTRUCTURA PRINCIPAL
S/E



NOTA GENERAL			
1. TODAS LAS PLANES DE CONSTRUCCIÓN DEBEN SER REALIZADAS EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADAS EN UN SOLO PLANO. EN CASO DE HABER PLANES DE CONSTRUCCIÓN EN VARIOS PLANOS, DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
2. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
3. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
4. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
5. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
6. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
7. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
8. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
9. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
10. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
11. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
12. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
13. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
14. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
15. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
16. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
17. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
18. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
19. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
20. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
21. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
22. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
23. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
24. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
25. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
26. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
27. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
28. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
29. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
30. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
31. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
32. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
33. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
34. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
35. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
36. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
37. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
38. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
39. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
40. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
41. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
42. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
43. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
44. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
45. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
46. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
47. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
48. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
49. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
50. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
51. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
52. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
53. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
54. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
55. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
56. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
57. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
58. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
59. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
60. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
61. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
62. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
63. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
64. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
65. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
66. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
67. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
68. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
69. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
70. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
71. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
72. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
73. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
74. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
75. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
76. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
77. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
78. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
79. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
80. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
81. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
82. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
83. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
84. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
85. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
86. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
87. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
88. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
89. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
90. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
91. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
92. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
93. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
94. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
95. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
96. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
97. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
98. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
99. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			
100. EL DISEÑO DEBEN SER REALIZADO EN UN SOLO PLANO Y DEBERÁN SER ENTREGADOS EN UN SOLO PLANO.			

EXCLUSIVO PARA
USO ACADÉMICO

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.
Av. Argentina 2882 - Lima, Central 62-6300

TREN ELÉCTRICO TRAMO 2
PUENTE SOBRE VÍA DE EVITAMIENTO
PUENTE MARISCAR

CONSORCIO TREN ELÉCTRICO

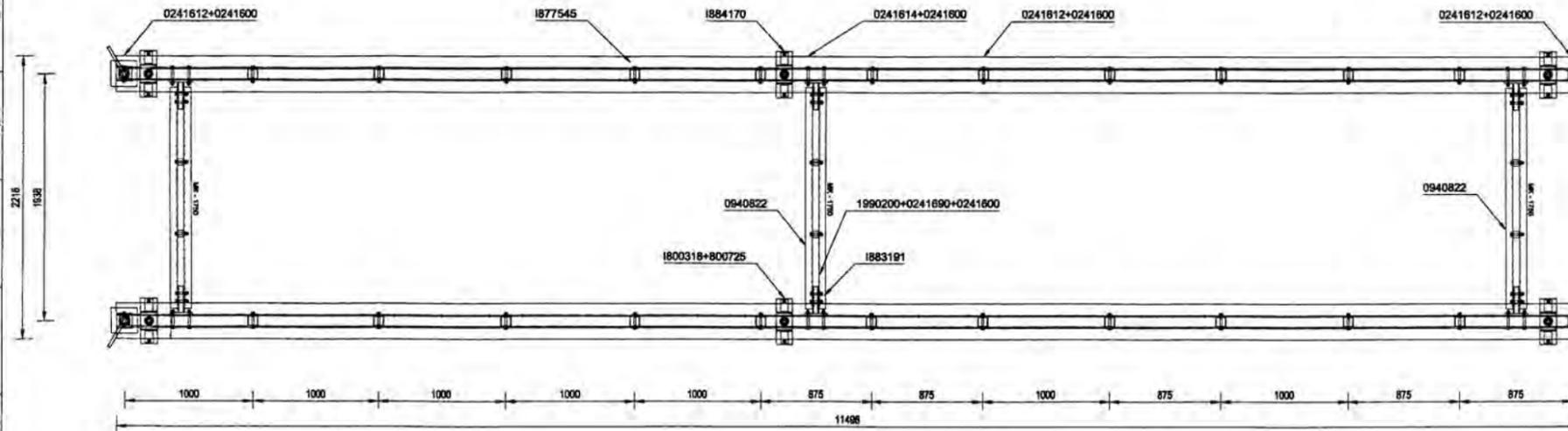
MONTAJE DEL FONDO DEL ENCOFRADO

REVISOR: []
E. COMPENSA: []
PROYECTISTA: []
DISEÑADOR: []

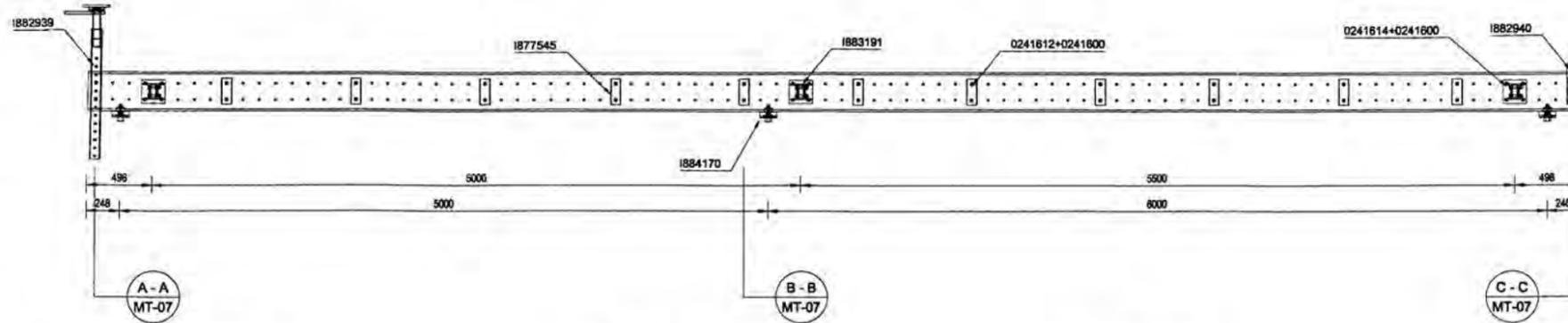
CYS-INT-06
02 DE 02

MONTAJE DEL ENCOFRADO DE SUSPENSION INTERNA
1 PIEZA POR ESTRUCTURA PRINCIPAL

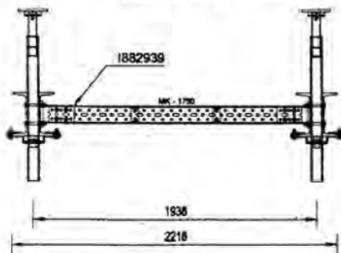
VISTA DE PLANTA
ESCALA 1:25



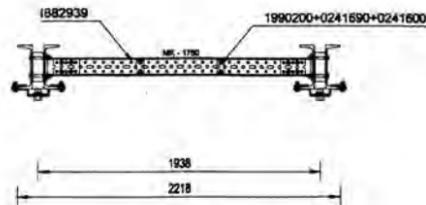
SECCIÓN LONGITUDINAL
ESCALA 1:25



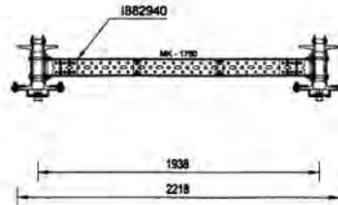
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:25



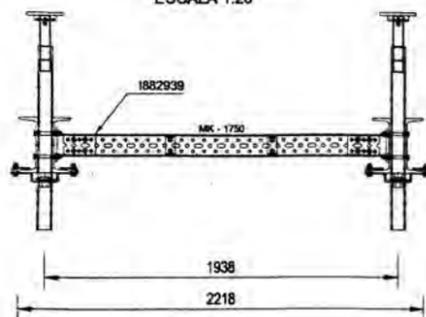
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:25



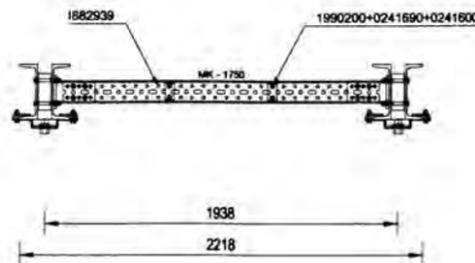
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:25



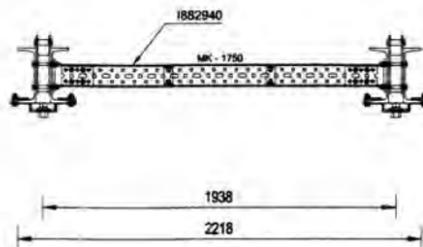
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:20



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:20

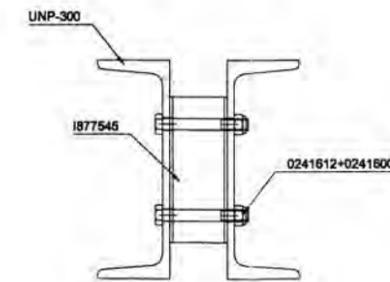


SECCIÓN C-C
ESCALA 1:20

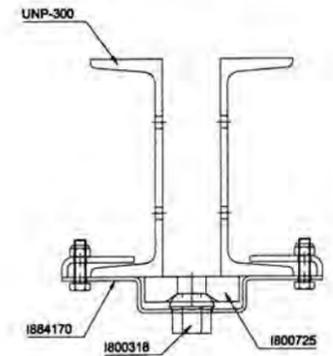


DETALLES DE CONEXIÓN

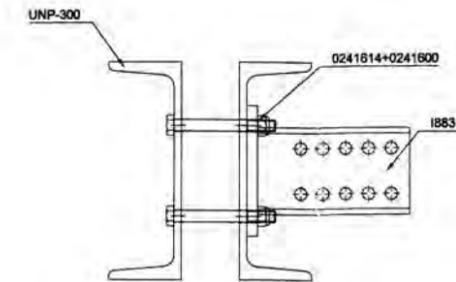
CONEXIÓN "A"
ESCALA 1:5



CONEXIÓN "B"
ESCALA 1:5



CONEXIÓN "C"
ESCALA 1:5



ESTRUCTURA PRINCIPAL
S/E



**EXCLUSIVO PARA
USO ACADÉMICO**

BLOQUE DEL ENCOFRADO EN SUSPENSION		
Code	Description	kg / pieza
0241600	TUERCA M16 DIN-934-6.8	0,1
0241612	TORNILLO M16x120 DIN-931-6.8	0,2
0241614	TORNILLO M16x140 DIN-931-6.8	0,2
0241690	TORNILLO M16x90 DIN-931-6.8	0,1
0940822	PERFIL MK-120 / 2,875	34,5
1990110	PERFIL MK-120 / 1,250	15,0
1990200	CASQUILLO MK-120/52	0,5
800318	VM NUT DW26,5 SW50 CONICAL	7,1
800725	AC PLATE DW26,5 1.30/130/35 F30 CONICAL	4,3
80877545	CP SPACER UNP-300	1,9
80882870	CP PROFILE UNP300 L=6500MM	300,2
80882936	CP PROFILE UNP300 L=11500MM	531,3
80882939	ID REG. TUBE FOR INTERNAL FORMWORK	30,9
80882940	SP CRANE HOOK FOR INNER PANEL 3T	3,0
80883191	MC CONNECTION BEAM UNP300	5,9
80884170	MC HOLDER PLATE 800725	3,4

NOTAS GENERALES

1. TODOS LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION DEBERAN SER DE MARCA RECONOCIDA Y DE CALIDAD ADECUADA PARA EL USO QUE SE LES DA EN ESTE PROYECTO. SE DEBE ENTENDER QUE EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE ESTE PROYECTO SON RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR Y QUE EL CLIENTE SE RESPONSABILIZA DE LA VERIFICACION Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO.
2. EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE ESTE PROYECTO DEBE SER REALIZADO POR UN INGENIERO EN MATERIA DE ESTRUCTURAS Y DEBE SER APROBADO POR EL CLIENTE.
3. EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE ESTE PROYECTO DEBE SER REALIZADO DE ACORDO A LAS NORMAS VIGENTES EN LA ZONA DE APLICACION DEL PROYECTO.
4. EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE ESTE PROYECTO DEBE SER REALIZADO DE ACORDO A LAS NORMAS VIGENTES EN LA ZONA DE APLICACION DEL PROYECTO.
5. EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE ESTE PROYECTO DEBE SER REALIZADO DE ACORDO A LAS NORMAS VIGENTES EN LA ZONA DE APLICACION DEL PROYECTO.

INDICADORES DE REVISIONES DE CUADRO

NO.	FECHA	DESCRIPCION	APROB.
01	01/01/2018	CONSTRUCCION DEL PROYECTO	S.A.C.

INDICADORES DE REVISIONES DE PLANO

NO.	FECHA	DESCRIPCION	APROB.
01	01/01/2018	CONSTRUCCION DEL PROYECTO	S.A.C.

ULMA
ULMA Encofrados Perú S. A.
Av. Argentina 2882 Lima, Central 834-0000
www.ulma.com

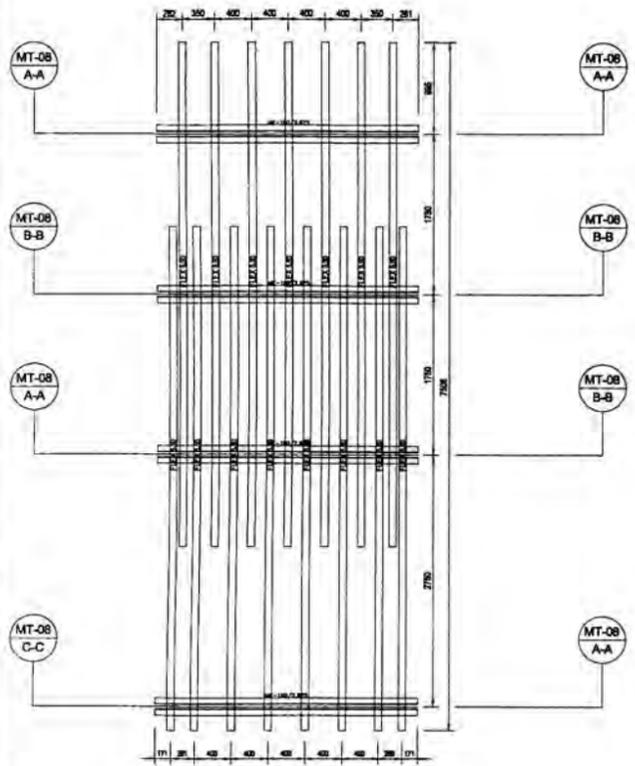
PROYECTO: TREN ELECTRICO TRAMO 2
UBICACION: PUENTE SOBRE VIA DE ENLACE PUENTE HUANUCO
CLIENTE: CONSORCIO TREN ELECTRICO
DESCRIPCION: MONTAJE DEL ENCOFRADO DE LOSA DE SUSPENSION INTERNA

REVISIONES:

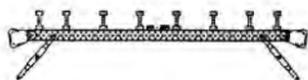
NO.	FECHA	DESCRIPCION	APROB.
01	01/01/2018	CONSTRUCCION DEL PROYECTO	S.A.C.

PROYECTO: CYS-MT-07

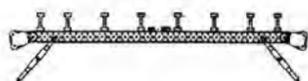
POSICIÓN DE LAS VIGAS ULMAFLEX 2pcs.
ESCALA 1:40



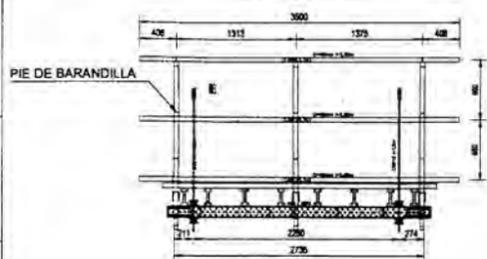
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



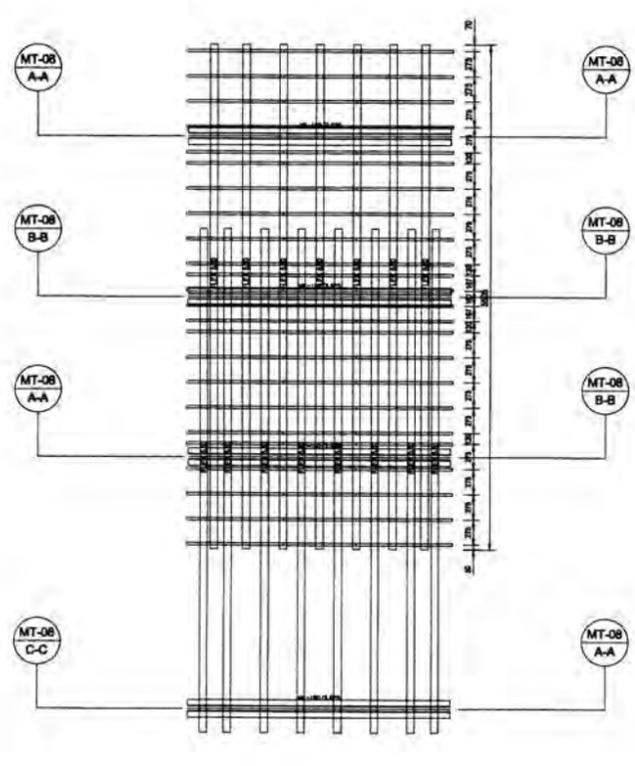
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40



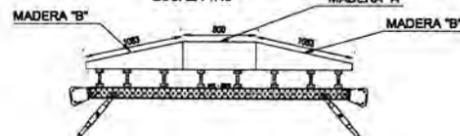
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40



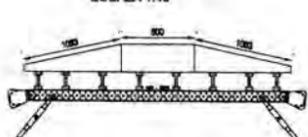
POSICIÓN DE LA MADERA
ESCALA 1:40



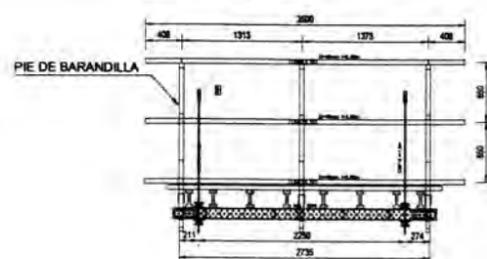
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



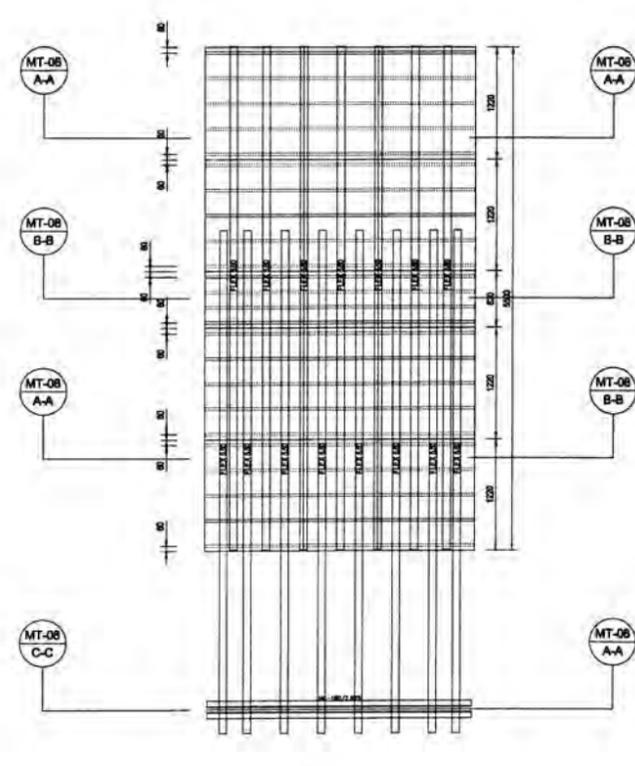
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40



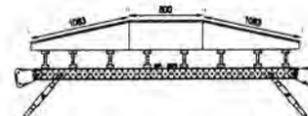
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40



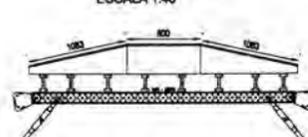
POSICIÓN DE LA MADERA CONTRACHAPADA
ESCALA 1:40



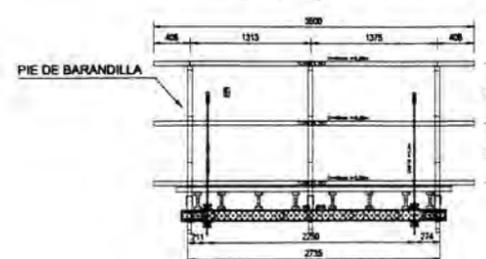
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



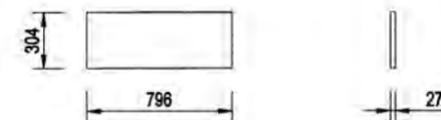
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40



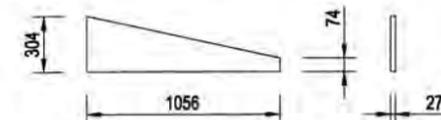
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40



DETALLE MADERA "A" 48 PIEZAS
ESCALA 1:20

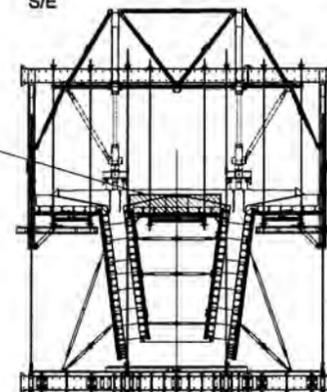


DETALLE MADERA "B" 96 PIEZAS
ESCALA 1:20



ESTRUCTURA PRINCIPAL
S/E

ZONA ESTUDIADA

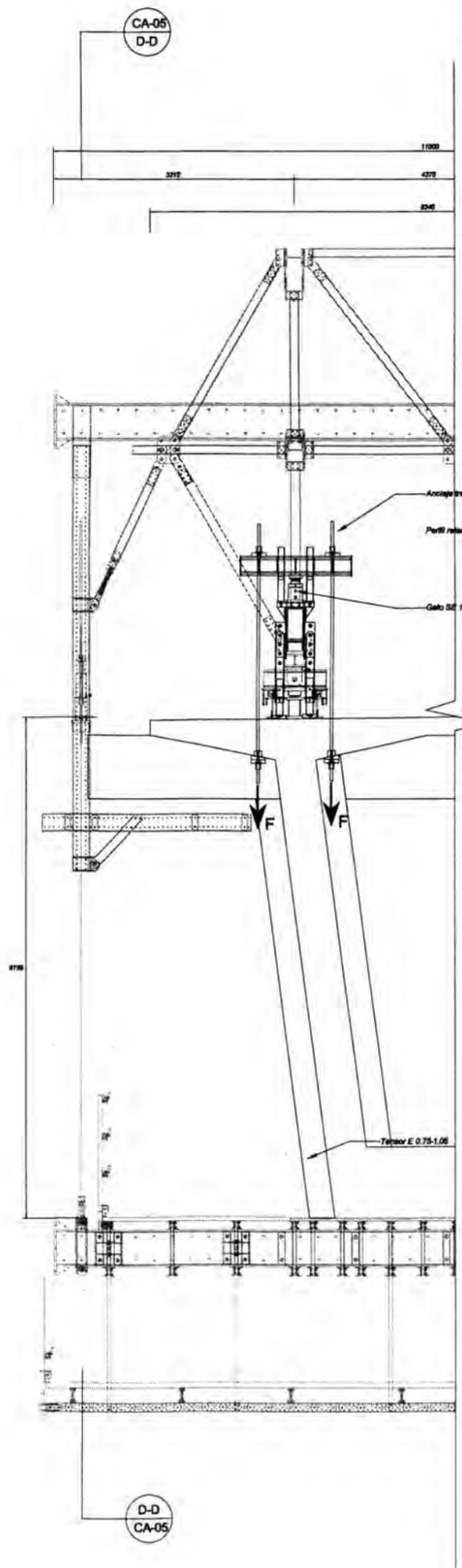


EXCLUSIVO PARA
USO ACADÉMICO

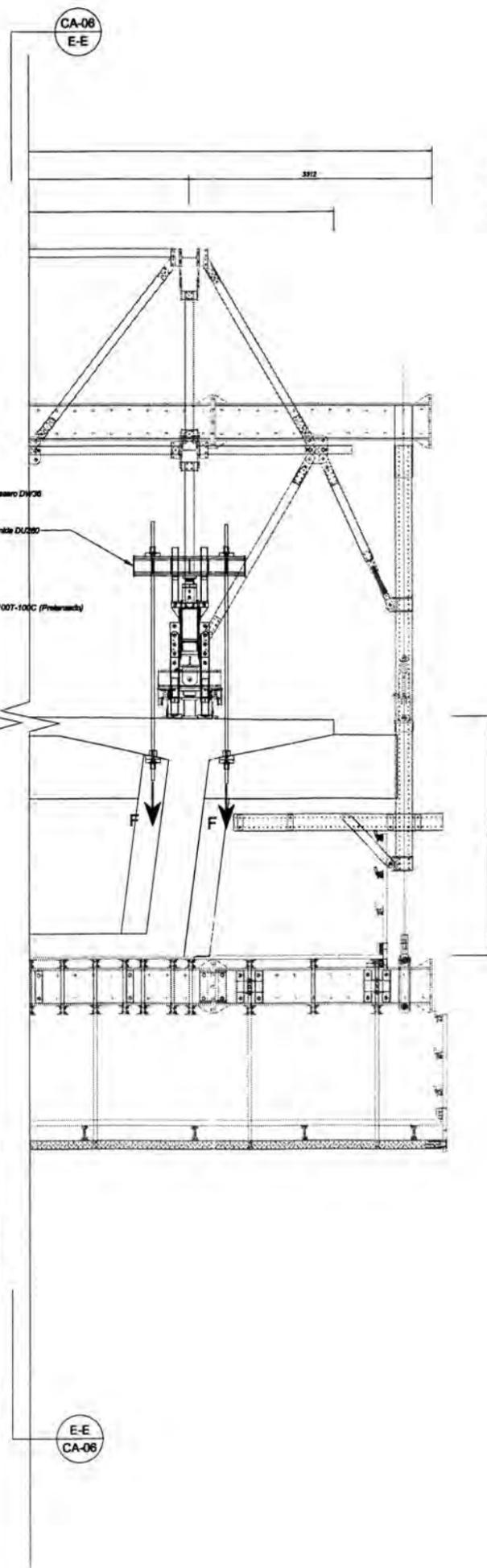
NOTAS GENERALES			
1.	TODOS LOS PLANOS DE PROYECTO DEBEN SER ENTREGADOS CON LA OPORTUNIDAD DE SER CONSULTADOS POR EL CLIENTE EN CUALQUIER MOMENTO DE LA OBRA, SIN COSTO PARA EL EJECUTOR, EN LA MEDIDA QUE SE REQUIERAN PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, DEBEN ENTREGARSE CON LA OPORTUNIDAD DE SER CONSULTADOS POR EL CLIENTE EN CUALQUIER MOMENTO DE LA OBRA, SIN COSTO PARA EL EJECUTOR.		
2.	EL EJECUTOR DEBE ENTREGAR A LA OBRA TODOS LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, DEBEN ENTREGARSE CON LA OPORTUNIDAD DE SER CONSULTADOS POR EL CLIENTE EN CUALQUIER MOMENTO DE LA OBRA, SIN COSTO PARA EL EJECUTOR.		
3.	EL EJECUTOR DEBE ENTREGAR A LA OBRA TODOS LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, DEBEN ENTREGARSE CON LA OPORTUNIDAD DE SER CONSULTADOS POR EL CLIENTE EN CUALQUIER MOMENTO DE LA OBRA, SIN COSTO PARA EL EJECUTOR.		
4.	EL EJECUTOR DEBE ENTREGAR A LA OBRA TODOS LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, DEBEN ENTREGARSE CON LA OPORTUNIDAD DE SER CONSULTADOS POR EL CLIENTE EN CUALQUIER MOMENTO DE LA OBRA, SIN COSTO PARA EL EJECUTOR.		
PROGRAMA DE ENTREGA DE PLANOS			
FECHA	DESCRIPCIÓN	OPERA	
15/05/2015	ENTREGA PARA SU REVISIÓN	A.R.C.	
NOMBRE DE CLIENTE RELACIONADO			
INDICACION			
NOMBRE DE MEMBRO DE PLANO			
NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	OPERA
01	15/05/2015	ENTREGA PARA SU REVISIÓN	A.R.C.
 ULMA Encofrados Perú S. A. Av. Argentina 2882 Lima, Correo 853.800			
PROYECTO			
TREN ELECTRICO TRAMO 2			
OBJETO DEL PROYECTO			
PUENTE SOBRE VÍA DE ENTRENAMIENTO			
PUENTE HANCOCK			
CLIENTE			
CONSORCIO TREN ELECTRICO			
NOMBRE DEL ENCARGADO DE OBRAS			
MONTAJE DEL ENCOFRADO DE LONJA			
SUPERFICIE INTERIOR			
ESCALA: 1:40 PLAN: 01			
PROYECTO: 01 PLAN: 01 ESCALA: 1:40 CYS-MT-08			

ANEXO 3: PLANOS DE OBRA

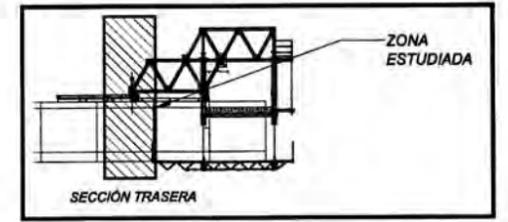
Sección de Dovela 1N
Ejes O16-O17



Sección de Dovela 12N
Ejes O16-O17



Sección Típica Trasera
C-C
Esc: 1/40



EXCLUSIVO PARA
USO ACADÉMICO

NOTA GENERAL			
1.	TODOS LOS PLAZOS ESTABLECIDOS EN ESTOS PLANOS SON DE CARÁCTER ESTIMADO Y DEBEN SER VERIFICADOS DURANTE EL DESARROLLO DE LA OBRA. EN CASO DE RETRASOS EN LA ENTREGA DE MATERIALES O EN LA EJECUCIÓN DE OBRAS, EL CONTRATISTA DEBE ASUMIR LAS RESPONSABILIDADES CORRESPONDIENTES.		
2.	EL CONTRATISTA DEBE GARANTIZAR LA CALIDAD DE LOS MATERIALES Y LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. EN CASO DE DEFECTOS EN LA EJECUCIÓN, EL CONTRATISTA DEBE REPARAR O REEMPLAZAR LOS ELEMENTOS DEFECTIVOS A SU COSTO.		
3.	TODA LA OBRA DEBE SER EJECUTADA DE ACUERDO A LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO. CUALQUIER MODIFICACIÓN DEBEN SER APROBADAS POR EL INGENIERO ENCARGADO DEL PROYECTO ANTES DE EJECUTARSE.		
4.	EL CONTRATISTA DEBE GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. DEBE IMPLEMENTAR LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD NECESARIAS Y PROPORCIONAR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL ADECUADOS.		
5.	EL CONTRATISTA DEBE MANTENER EL ORDEN Y LIMPIEZA EN EL SITIO DE LA OBRA DURANTE TODA LA DURACIÓN DEL PROYECTO. DEBE IMPLEMENTAR LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA EVITAR EL DAÑO A LAS OBRAS VECINAS Y AL ENTORNO.		
6.	EL CONTRATISTA DEBE GARANTIZAR EL ACCESO Y USO DE LAS OBRAS VECINAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. DEBE IMPLEMENTAR LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA EVITAR EL DAÑO A LAS OBRAS VECINAS Y AL ENTORNO.		
RESUMEN DE DATOS DEL DISEÑO			
PROYECTO: PUNTO DE PASADIZO DE PASADIZO			
DISEÑO: PUNTO DE PASADIZO DE PASADIZO			
Escala: 1/40			
FECHA: 15/03/2017			
DISEÑADOR: [Nombre]			
REVISOR: [Nombre]			
AUTORIZADOR: [Nombre]			
EMPRESA: ULMA			
DIRECCIÓN: [Dirección]			
TELÉFONO: [Teléfono]			
CORREO: [Correo]			
PROYECTO: TREN ELÉCTRICO TRAMO II			
SUB-PROYECTO: PUENTE SOBRE VÍA DE ENTRENAMIENTO PUENTE PASADIZO			
SITIO: CONSORCIO TREN ELÉCTRICO			
SECCIÓN: SECCIÓN INTERMEDIA DE ESTRUCTURA CARRIL DE AVANCE			
Escala: 1/40			
FECHA: 15/03/2017			
DISEÑADOR: [Nombre]			
REVISOR: [Nombre]			
AUTORIZADOR: [Nombre]			
EMPRESA: ULMA			
DIRECCIÓN: [Dirección]			
TELÉFONO: [Teléfono]			
CORREO: [Correo]			

ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01 Dovela Cero - Eje O16



Foto 02 Pre montaje Estructura Principal



Foto 03 Izado Estructura Principal



Foto 04 Presentación Encofrado Exterior y de fondo



Foto 05 Estructura Principal en posición de inicio



Foto 06 Escalera de Acceso a la Dovela Cero

**CONSTRUCCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS MEDIANTE CARROS DE AVANCE CON APLICACIÓN EN EL PUENTE
SOBRE VÍA EVITAMIENTO, METRO DE LIMA
Bach. Elvis Raúl Camarena Camarena**



Foto 07 Ejecución Dovela 01



Foto 08 Ejecución Dovela 03

CONSTRUCCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS MEDIANTE CARROS DE AVANCE CON APLICACIÓN EN EL PUENTE
SOBRE VÍA EVITAMIENTO, METRO DE LIMA
Bach. Elvis Raúl Camarena Camarena



Foto 09 Ejecución Dovela 06



Foto 10 Vista Posterior del Carro de Avance



Foto 11 Vista Encofrado Interior



Foto 12 Vista Frontal del Carro de Avance



Foto 13 Ejecución Dovela 08



Foto 14 Vista Encofrado Exterior

CONSTRUCCIÓN POR VOLADIZOS SUCESIVOS MEDIANTE CARROS DE AVANCE CON APLICACIÓN EN EL PUENTE
SOBRE VÍA EVITAMIENTO, METRO DE LIMA
Bach. Elvis Raúl Camarena Camarena



Foto 15 Ejecución Dovela 09



Foto 16 Ejecución Dovela 10



Foto 17 Ejecución Dovela 11 (Extremo)



Foto 18 Ejecución Dovela de Cierre Central



Foto 19 Ejecución Dovela de Cierre Extremo



Foto 20 Viaducto Ejecutado