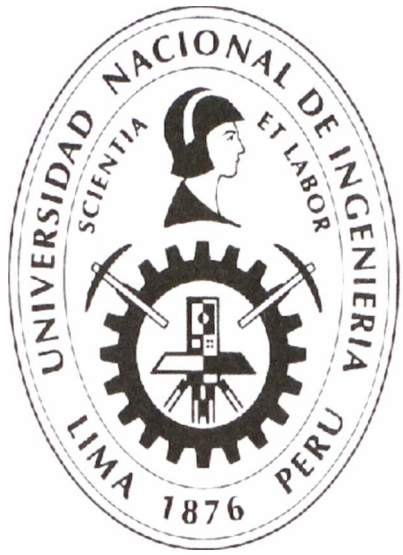
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



CONCEPCIÓN, DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE AYNAMAYO

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JORGE LUIS ROMOACCA SERRANO

Lima- Perú

2015

A mis padres, Raimundo y Susana

Pilares fundamentales en mi formación, por obsequiarme más que la vida, darme su confianza, su apoyo constante e incondicional y por enseñarme a ser una persona integra en lo personal y profesional, muchas gracias a ellos.

A mi hermano Andrés y mi familia

Por el inmenso cariño que les tengo y por estar a mi lado cuando los necesito.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN 3
LISTA DE CUADROS 4
LISTA DE FIGURAS 6
LISTA DE FOTOS 8
LISTA DE TABLAS 10
INTRODUCCIÓN 11

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL PROYECTO 12
1.1 UBICACIÓN DE LA OBRA 12
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 13
1.3 PLANIFICACION DE OBRA 15
1.3.1 Consideraciones previas a la planificación del proyecto 16
1.3.2 Planeamiento del proyecto 17

CAPÍTULO II: ESTRUCTURAS PROVISIONALES DEL PUENTE AYNAMAYO 21
2.1 MARCO TEÓRICO 21
2.1.1 Métodos de construcción para puentes en arco 21
2.1.2 Descripción de la estructura provisional 25
2.1.3 Componentes de la estructura provisional 26
2.2 ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA EN ARCO 27
2.2.1 Alternativas de ejecución 27
2.2.2 Planeamiento 28
2.2.3 Programación y cronograma 35
2.2.4 Procedimiento constructivo 39
2.3 ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA SUPERIOR 61
2.3.1 Alternativas de ejecución 61
2.3.2 Planeamiento 64
2.3.3 Programación y cronograma 66
2.3.4 Procedimiento constructivo 71

CAPÍTULO III: ANALISIS DE COSTOS 90
3.1 PRESUPUESTO DEL PROYECTO 90

3.1.1 Costos Directos 90
3.1.2 Costos Indirectos 91
3.1.3 Presupuesto referencial 92
3.1.3 Presupuesto contractual 95
3.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA PARTIDA FALSO PUENTE 98
3.2.1 Costo presupuestado 98
3.2.2 Costo real ejecutado 99
3.2.2.1 Sub partida: Estructura provisional para la losa en arco 99
3.2.2.2 Sub partida: Estructura provisional para la losa superior 103
3.2.3 Impacto en el presupuesto 106

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE EN OBRA 107
4.1 LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION 107
4.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL 107
4.2.1 Objetivos del plan 108
4.2.2 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional 108
4.2.3 Responsabilidades en la implementación y ejecución del plan 109
4.2.4 Requerimientos específicos 112
4.3 ANALISIS DE RIESGOS EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PROVISIONAL 122
4.3.1 Montaje de la estructura provisional para la losa en arco 122
4.3.2 Montaje de la estructura provisional para la losa superior 126
4.4 ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL 130
4.4.1 Objetivos 130
4.4.2 Análisis de los impactos ambientales 130
4.4.3 Plan de manejo ambiental 142

CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 149
5.1 CONCLUSIONES 149
5.2 RECOMENDACIONES 150

BIBLIOGRAFÍA 152
ANEXOS 154

RESUMEN

Los primeros puentes tipo arco de concreto armado, edificados a comienzos del siglo XX, empleaban el cimbrado como método tradicional de construcción, la cual utilizaba inmensas estructuras provisionales hechas de madera. Este método presentaba la desventaja que al crecer la luz del arco, lo convierte a uno de alto costo y con importantes dificultades técnicas en su diseño y ejecución. Y es debido precisamente a ello, que a mediados del siglo XX dejaron de edificarse momentáneamente los puentes de este tipo. Años más tarde, surgieron nuevos métodos de ejecución, unos más complejos que otros dependiendo de factores propios de cada proyecto.

El propósito de la presente tesis es conceptualizar la idea de un modelo para las estructuras provisionales involucradas en la edificación de la superestructura de un puente en arco, además de diseñar y describir el proceso constructivo de estas, que consiste en detallar la secuencia de las actividades y/o procedimientos constructivos para el montaje de las estructuras provisionales basándose en los planos de diseño, desarrollando así una metodología sencilla para el montaje de esta, de tal manera que se pueda ponerla en práctica, implementarla y mejorarla en futuros proyectos similares.

La estructura provisional es comúnmente llamada "falso puente", que según el manual de diseño de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), debe ser diseñado para proporcionar la rigidez y resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas impuestas y producir en la estructura final, la geometría y formas indicadas en los planos sin que se produzcan asentamientos.

La presente tesis trata de detallar la ejecución de un método constructivo para este tipo de estructuras, de manera que sea la óptima, tomando en cuenta los factores de magnitud, desplazamiento y equipamiento aplicado en un proyecto en particular.

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro N° 01 Faseo de actividades para la construcción del puente 20

Cuadro N° 02 EDT de la estructura provisional para la losa en arco 29

Cuadro N° 03 Cronograma de actividades: estructura provisional para la losa en arco 37

Cuadro N° 04 Organigrama de obra 38

Cuadro N° 05 EDT de la estructura provisional para la losa superior 66

Cuadro N° 06 Cronograma de actividades: estructura provisional para la losa superior 68

Cuadro N° 07 Metodología de la gestión del riesgo 112

Cuadro N° 08 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco 123

Cuadro N° 09 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco (continuación) 124

Cuadro N° 10 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco (continuación) 125

Cuadro N° 11 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior 127

Cuadro N° 12 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior (continuación) 128

Cuadro N° 13 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior (continuación) 129

Cuadro N° 14 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico 132

Cuadro N° 15 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico (continuación) 133

Cuadro N° 16 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico (continuación) 134

Cuadro N° 17 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico 135

Cuadro N° 18 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico (continuación) 136

Cuadro N° 19 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico (continuación) 137

Cuadro N° 20 Matriz de evaluación de impactos ambientales 138

Cuadro N° 21 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación) 139

Cuadro N° 22 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación) 140

Cuadro N° 23 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación) 141

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura N° 01 Ubicación de la obra 13

Figura N° 02 Cuenca del río Aynamayo 13

Figura N° 03 Puente Aynamayo – Elevación Longitudinal 14

Figura N° 04 Puente Aynamayo – Vista de losa en planta 15

Figura N° 05 Puente Aynamayo – Sección transversal típica 15

Figura N° 06 Construcción por voladizos sucesivos atirantados 22

Figura N° 07 Estructuras provisionales para el puente Aynamayo 26

Figura N° 08 Estructura provisional para el arco: primera alternativa 27

Figura N° 09 Estructura provisional para el arco: segunda alternativa 27

Figura N° 10 Isométrico de los arcos metálicos modulares 28

Figura N° 11 Puente colgante – Obras provisionales 29

Figura N° 12 Procedimiento de montaje de la estructura 34

Figura N° 13 Detalle del macizo de apoyo en la margen izquierda 42

Figura N° 14 Detalle del macizo de apoyo en la margen derecha 43

Figura N° 15 Elevación de las torres provisionales 44

Figura N° 16 Detalle del anclaje, fijación y amarre de los cables de transporte 45

Figura N° 17 Detalle de la viga "E-Beam" 53

Figura N° 18 Empleo de listones de madera para el encofrado del arco 53

Figura N° 19 Sistema de Paneles Manuales 54

Figura N° 20 Vista en planta de la distribución de planchas para el encofrado 54

Figura N° 21 Puntales Telescópicos HD 62

Figura N° 22 Detalle de la viga "Súper Stud" 63

Figura N° 23 Sistema EZ Deck 64

Figura N° 24 Elementos de la estructura provisional – Sección transversal 70

Figura N° 25 Elementos de la estructura provisional para el apuntalamiento del tablero 71

Figura N° 26 Elementos de la estructura provisional para el apuntalamiento de columnas 71

Figura N° 27 Sistema de apoyo para la estructura provisional encima del arco 73

Figura N° 28 Empernado de E-Beams 74

Figura N° 29 Sección transversal de la losa superior – vaciado del concreto 79

Figura N° 30 Sección longitudinal de la losa superior – vaciado del concreto 79

LISTA DE FOTOS

Pág.

Foto N° 01 Construcción sobre cimbra 21

Foto N° 02 Empleo del tablero como cordón de tracción 23

Foto N° 03 Empleo de cordones de tracción temporales 24

Foto N° 04 Construcción por abatimiento 25

Foto N° 05 Fabricación de los módulos metálicos 40

Foto N° 06 Primer pre montaje de la estructura en taller 40

Foto N° 07 Presentación de los módulos granallados listos para el pintado 41

Foto N° 08 Segundo pre montaje de la estructura 41

Foto N° 09 Macizo de apoyo - margen izquierda 45

Foto N° 10 Macizo de apoyo - margen derecha 46

Foto N° 11 Acondicionamiento de las torres provisionales 46

Foto N° 12 Torre provisional – margen izquierda 47

Foto N° 13 Torre provisional montada – margen derecha 47

Foto N° 14 Montaje del módulo de arranque – margen derecha 49

Foto N° 15 Montaje del módulo de arranque – margen izquierda 50

Foto N° 16 Vista de la torre provisional y los cables en el montaje 50

Foto N° 17 Vista panorámica del procedimiento de izaje 51

Foto N° 18 Vista de la estructura metálica armada completamente 51

Foto N° 19 Colocación de los listones de madera y vigas E-Beam en los módulos 56

Foto N° 20 Colocación de los paneles y frisos para el vaciado del concreto 56

Foto N° 21 Colocación del acero en la losa en arco 57

Foto N° 22 Vaciado de la losa en arco de concreto 57

Foto N° 23 Colocación de toldos en caso de lluvias 58

Foto N° 24 Encofrado de las articulaciones 59

Foto N° 25 Vaciado de mortero en las articulaciones 60

Foto N° 26 Encofrado y colocación del acero en las columnas 60

Foto N° 27 Elevación de las columnas por tramos 61
Foto N° 28 Puesta en obra de los elementos EFCO 74
Foto N° 29 Inicio del montaje de la estructura provisional 75
Foto N° 30 Sistema E-Z Deck para el apuntalamiento del tablero 75
Foto N° 31 Sistema E-Z Deck montado completamente en un tramo 76
Foto N° 32 Empleo de cuñas de madera para el apoyo de los gatos 76
Foto N° 33 Reforzamiento del apoyo con tablones de madera 77
Foto N° 34 Vista panorámica de la estructura provisional montada 77
Foto N° 35 Instalación del encofrado para la losa superior 81
Foto N° 36 Instalación del encofrado para las veredas 81
Foto N° 37 Colocación del acero en la losa superior 82
Foto N° 38 Vaciado del tramo central de la losa superior 82
Foto N° 39 Abastecimiento del concreto – margen derecha 83
Foto N° 40 Abastecimiento del concreto – margen izquierda 83
Foto N° 41 Vista panorámica de la losa superior concluido el vaciado 84
Foto N° 42 Sujeción de los módulos metálicos al arco de concreto para el desmontaje 84
Foto N° 43 Desmontaje de la estructura provisional para el arco de concreto – margen derecha 85
Foto N° 44 Desmontaje de la estructura provisional para el arco de concreto – margen izquierda 85
Foto N° 45 Acabado de las veredas 87
Foto N° 46 Instalación de las barandas metálicas 88
Foto N° 47 Colocación de la carpeta asfáltica 88
Foto N° 48 Vista panorámica del puente concluido 89

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla N° 01 Equipos encima de la losa en arco para el apuntalamiento del tablero 69

Tabla N° 02 Equipos fuera de la losa en arco para el apuntalamiento del tablero 69

Tabla N° 03 Equipos para el apuntalamiento de las columnas 70

Tabla N° 04 Presupuesto referencial 92

Tabla N° 05 Presupuesto contractual 95

Tabla N° 06 Resumen presupuesto referencial y contractual 97

Tabla N° 07 Análisis de costos presupuestado para la partida "Falso puente" 98

Tabla N° 08 Propuesta de la partida "Estructura provisional para la superestructura" 99

Tabla N° 09 Metrado de la estructura provisional para la losa en arco 100

Tabla N° 10 Flete para tipo de transporte normal 102

Tabla N° 11 Volumen de concreto en los macizos de apoyo 102

Tabla N° 12 Análisis de costos unitarios realmente ejecutado para la sub partida "Estructura provisional para la losa en arco" 103

Tabla N° 13 Análisis de costos unitarios realmente ejecutado para la sub partida "Estructura provisional para la losa superior" 105

Tabla N° 14 Costo final para la partida "Estructura provisional para la superestructura" 105

Tabla N° 15 Determinación de la magnitud del riesgo 113

Tabla N° 16 Acciones a tomar en cada magnitud de riesgo 114

INTRODUCCIÓN

La presente tesis consta de cinco capítulos, las cuales se resumen a continuación:

En el primer capítulo se describe las generalidades del proyecto donde se aplicó el montaje de las estructuras provisionales, la ubicación de la obra, las consideraciones más importantes para su ejecución, así como la planificación y el seguimiento a todo el proyecto.

En el siguiente capítulo es donde se abarca el tema principal de la tesis, la estructura provisional para la superestructura del puente del proyecto, la cual se dividieron en dos grupos, una estructura para la losa en arco y otra para la losa superior. Se dan algunas alternativas planteadas para su ejecución, el planeamiento y programación para estas estructuras provisionales y la descripción del procedimiento del montaje de estas.

Posteriormente se realiza un análisis de costos donde se presenta el presupuesto total del proyecto y se hace hincapié en el análisis del costo unitario de las estructuras provisionales para la superestructura del puente, en la cual se plantea una división en dos sub partidas, una para cada grupo, realizándose de esa manera el análisis de costos unitarios realmente ejecutado de estas estructuras, para un posterior análisis del impacto de esta sobre el presupuesto total del proyecto.

En el capítulo subsiguiente se detalla una propuesta del plan de seguridad y salud ocupacional, el cual se puede adecuar al proyecto de la presente tesis u otros proyectos similares, para luego realizar un análisis de riesgos de la actividad del montaje de las estructuras provisionales. Adicionalmente se describe el plan de manejo ambiental que se efectuó en el estudio de impacto ambiental para la ejecución del proyecto.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del presente trabajo.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 UBICACIÓN DE LA OBRA

El área de estudio que comprende el proyecto: "Construcción del Puente Aynamayo y Accesos" se encuentra ubicada hidrográficamente sobre el río Aynamayo, que es uno de los afluentes del Tulumayo, el cual junto con los ríos Tarma y Chanchamayo, forman la cuenca del Perené, uno de los más importantes del sector por su entorno paisajístico.

Datos generales de la localización del proyecto:

. Departamento/Región: Junín
. Provincia: Chanchamayo
. Distrito: Vitoc - Monobamba
. Región Geográfica: Selva
. Centros Poblados: Viscatan, San Emilio, Mina San Vicente.
. Progresiva Vía: Km 13 + 553 de la carretera Vitoc – Monobamba

Para acceder al lugar de la obra, se parte desde la ciudad de Lima por la ruta 020 PTE. STA. ANITA – MATUCANA – LA OROYA, luego se recorre la ruta 020A LAS VEGAS – TARMA – SAN RAMON en la dirección hacia Chanchamayo recorriendo un total de 300km en un tiempo aproximado de 6 horas. La zona de la obra se encuentra en el km 13+500 de la carretera que va desde San Ramón hacia el distrito de Vitoc. En la figura N°01 se ilustra esta ubicación.
Geográficamente se ubica en las siguientes coordenadas:

	Vértice margen izquierda:	**Vértice margen derecha:**
Norte	8 759 352,50 m.	8 759 360,12 m.
Este	462 805,81 m.	462 723,62 m.
Altitud	1 052,00 msnm.	1 048,00 msnm.

Figura N° 01 Ubicación de la obra
Fuente: Expediente técnico de obra

En la figura N°02 se ilustra la cuenca del río Aynamayo como afluente del río Tulumayo, donde se indica la localización exacta del puente.

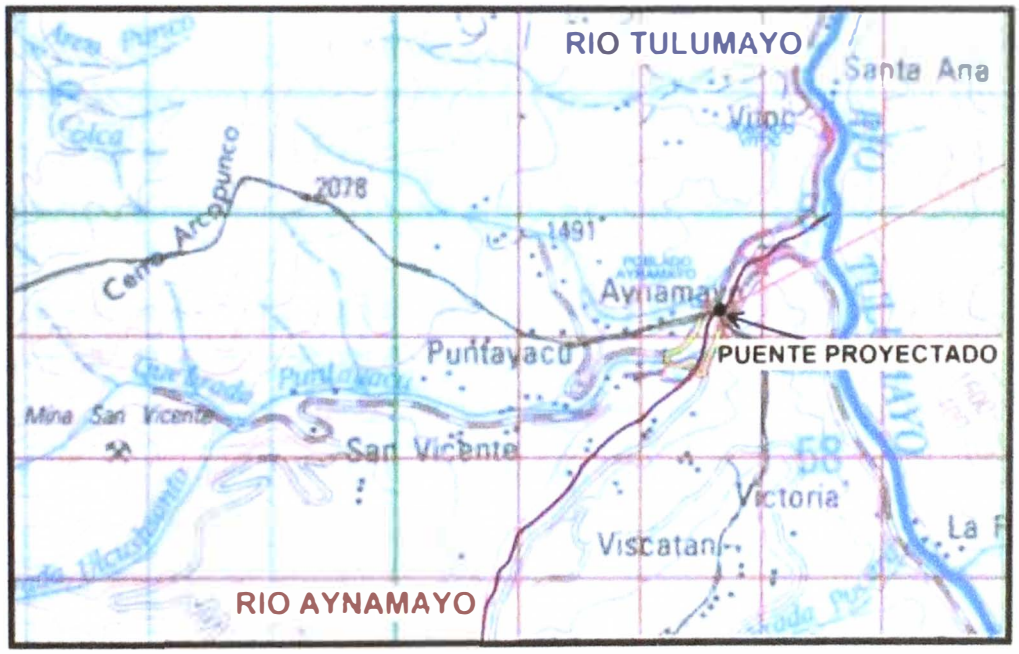


Figura N° 02 Cuenca del río Aynamayo
Fuente: Elaboración propia

1.2 DESCRIPCION DE LA OBRA

El proyecto "Construcción del Puente Aynamayo y Accesos" involucra la construcción del puente Aynamayo y la habilitación de los accesos por ambas márgenes, presenta las siguientes características:

a) El puente es una estructura tipo arco de concreto, de tablero superior, siendo la luz del puente entre los ejes de apoyos de estribos de 45.00 m. medidos a lo largo del eje de la vía. En la margen izquierda presenta dos pilares y en la derecha, uno solo. Además de cinco columnas elevadas simétricamente por encima del arco de concreto, todo ello se puede visualizar en la figura N° 03, donde se presenta la elevación longitudinal del puente y en la figura N° 04, donde se aprecia la vista en planta del puente.

b) El tipo de cimentación es superficial con estribos en los extremos y dados de concreto para el anclaje del arco anclados directamente en la roca.

c) La superestructura es del tipo losa de 0.45m de espesor, con un peralte a dos aguas de 2% vaciada "in situ", la cual está conformada por 9 tramos cuya distancia entre ejes de apoyos es de 5.00m.

d) La sección transversal del puente corresponde a un ancho de calzada de 5.50m (la cual permite el desarrollo del sobre ancho aguas abajo establecidas por el especialista en trazo vial), con veredas de 0.75m de ancho c/u incluyendo las barandas, ver figura N° 05.

e) Los volúmenes de concreto de infraestructura y superestructura conjuntamente son de 468.21 m^3, donde la roca fija es el tipo de material en la cual se apoya el arco de concreto y los estribos. Los volúmenes de corte necesarios para formar los accesos en ambas márgenes es de 21609.16 m^3 aprox.

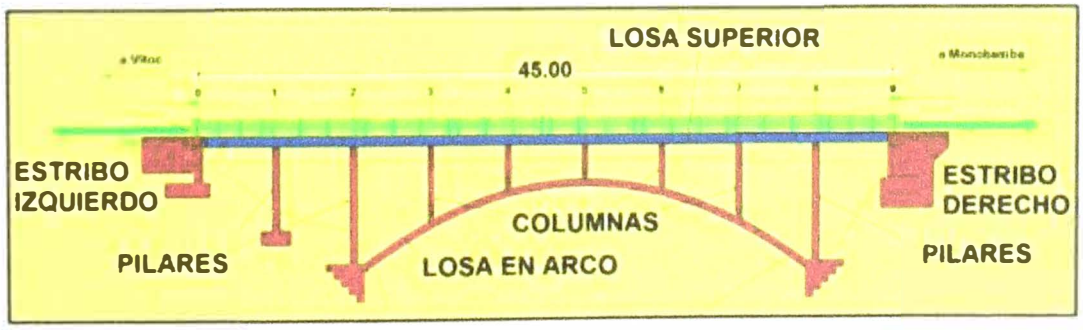


Figura N° 03 Puente Aynamayo – Elevación Longitudinal
Fuente: Elaboración propia

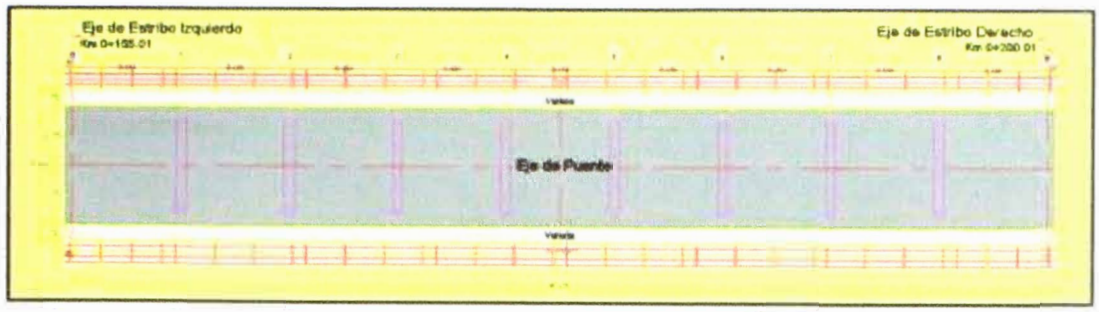


Figura N° 04 Puente Aynamayo – Vista de losa en planta
Fuente: Elaboración propia

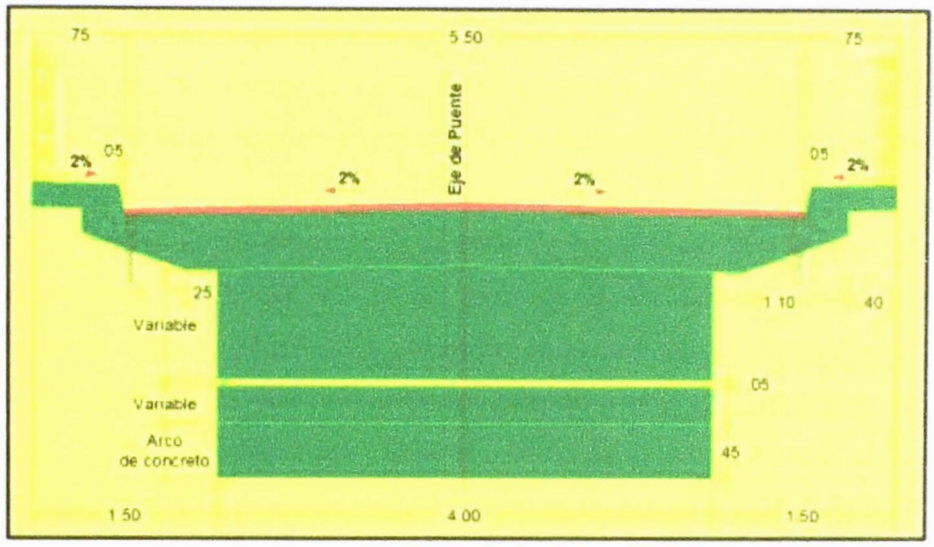


Figura N° 05 Puente Aynamayo – Sección transversal típica
Fuente: Elaboración propia

1.3 PLANIFICACION DE OBRA

En la planificación del proyecto "Construcción del Puente Aynamayo y Accesos" se considera dos etapas importantes: el planeamiento y la programación de las actividades que serán necesarias en todo el proceso de construcción del puente, entendiéndose por planeamiento al conjunto de decisiones que deben tenerse en cuenta para realizar exitosamente los objetivos del proyecto; y la programación que implica asignar el personal, dinero y suministros a cada actividad especifica, así como relacionar estas actividades entre sí, elaborando tablas y gráficos en los que muestran los tiempos de duración, de inicio y de terminación de cada una de las actividades en base a los rendimientos del personal y equipos según la experiencia adquirida, conformando así, el plan macro del proyecto.

1.3.1 Consideraciones previas a la planificación del proyecto

Previo al planeamiento de los trabajos, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Plazo: Según el contrato N° 206-2013-MTC/21 conmemorado entre Provías Descentralizado y el contratista, el plazo contractual para la construcción del puente Aynamayo y accesos, es de 210 días calendario equivalente a 7 meses, la cual se desarrolló entre noviembre del 2013 hasta junio del 2014. En este plazo de ejecución no se tomó en cuenta la posible paralización de los trabajos, en caso de que lluvias intensas se produjeran en la zona, lo que no permitiría el normal desenvolvimiento de las obras. Dentro del alcance y para efectos de la presente tesis, no se tomará en cuenta las condiciones contractuales derivadas del mismo.

b) Reconocimiento de campo: El puente Aynamayo se dispuso en un tramo apreciablemente recto del río y en una zona en donde la pendiente es relativamente alta e igual a 5.00%. Además, se instaló un campamento cercano a la obra con un área de 400 m2, correspondiente a una oficina para el ingeniero residente, ingeniero supervisor, talleres, comedor y un área de almacén de materiales contigua a la oficina. La fuente de agua prevista para uso durante las actividades constructivas es la correspondiente al rio Tulumayo, el cual estuvo localizado a 1 km del estribo derecho del puente Aynamayo.

c) Condiciones Climáticas: De acuerdo con la información hidrológica obtenida de la zona del proyecto brindada por SENAMHI, los meses donde las precipitaciones son intensas corresponden entre enero y marzo. Por lo que se consideró que entre estos meses, el ritmo de construcción de los puentes puede verse mermado debido a las condiciones climatológicas.

d) Materiales e insumos: El abastecimiento de materiales e insumos se realizó principalmente del distrito de San Ramón y la ciudad de La Merced. Aquellos que resultaron difíciles de conseguir o requirieran de pedido especial, fueron conseguidos en Lima. En cuanto a los agregados para el concreto, la cantera ubicada en el km 12+550 de la carretera San Ramón – Vitoc, fue usada para la extracción del agregado fino, con un volumen de 7500 m3 y un rendimiento de 70%. También se realizó el análisis en la cantera km 1+800 de la carretera San

Ramón – Vitoc para ser utilizada como agregado fino, pero la distancia de transporte de los materiales hasta la zona de trabajo son más de 10 kms, lo que encarecería la obra, por lo cual se utilizó solo la cantera del km 12+550, la que se encuentra a 1 km aproximadamente de la obra. El agregado grueso fue obtenido en la zona del Predegal ubicado en el peaje salida de San Ramón, ubicado en el km 3+00 desde San Ramón hacia Lima. El transporte de materiales se realizó en volquetes de capacidad de 10 m3.

Los depósitos de materiales excedentes de obra fueron colocados en la parte superior de la zona de extracción de la cantera de agregados teniendo en cuenta que se encuentra lejos de cursos naturales de agua, en zona estable, no existe ningún tipo de agricultura, y no se ubican viviendas cercanas, entre otras consideraciones.

e) Subcontratas: Se realizó subcontratas para la fabricación de las barandas metálicas del puente y la estructura provisional para la superestructura.

La fabricación de las barandas y señalizaciones se ejecutó en concordancia con los planos suministrados del proyecto, al igual que la estructura provisional para la superestructura que consiste uno para la losa en arco y otra para la losa superior.

1.3.2 Planeamiento del proyecto

Considerando todo lo mencionado previamente se describe las actividades que se dispusieron para la ejecución del proyecto:

Se tiene definido dos objetos de construcción:

a).- Puente Aynamayo

El orden de la ejecución de los trabajos que hizo posible lograr este objetivo, fue básicamente de la siguiente forma:

- Habilitación e implementación del campamento de obra.
- Trazo y replanteo topográfico.
- Excavación y construcción de los estribos y zapatas, encima de las cuales, irán los pilares, hasta el nivel de apoyo de la superestructura.
- Construcción de la estructura provisional para la losa en arco
- Construcción del arco de concreto.
- Construcción de las columnas sobre el arco.

- Construcción de la estructura provisional para la losa superior.
- Construcción de la losa superior.
- Construcción de la elevación final de los estribos, losas de acceso, barandas metálicas, señalización y seguridad vial.
- Colocado de la carpeta asfáltica.

b).- Habilitación de los Accesos

El orden de la ejecución de los trabajos que hicieron posible lograr este objetivo, fue básicamente de la siguiente forma:

Acceso izquierdo
- Actividades de limpieza y desbroce
- Corte de material a nivel de rasante
- Corte de roca suelta a nivel de cimentación de estribos
- Eliminación de material de corte a botadero

Acceso derecho
- Actividades de limpieza y desbroce
- Corte de roca fija
- Corte de roca fija a nivel de cimentación de estribos
- Eliminación de material de corte a botadero

El cronograma contractual toma como premisa esta secuencia de actividades a desarrollar, y plantea un cronograma maestro para el proyecto empleando el diagrama Gantt. Este documento contractual se anexa al final de la presente tesis.

A manera resumida, el proyecto consta de las siguientes partidas y subpartidas según el cronograma contractual:

1 PUENTE
1.1 Obras preliminares
1.2 Movimiento de tierras
1.3 Concreto simple
1.4 Concreto armado
1.5 Varios

1.6 Señalización y seguridad vial

2 ACCESOS

2.1 Movimiento de tierras

2.2 Pavimentos

3 IMPACTO AMBIENTAL

3.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

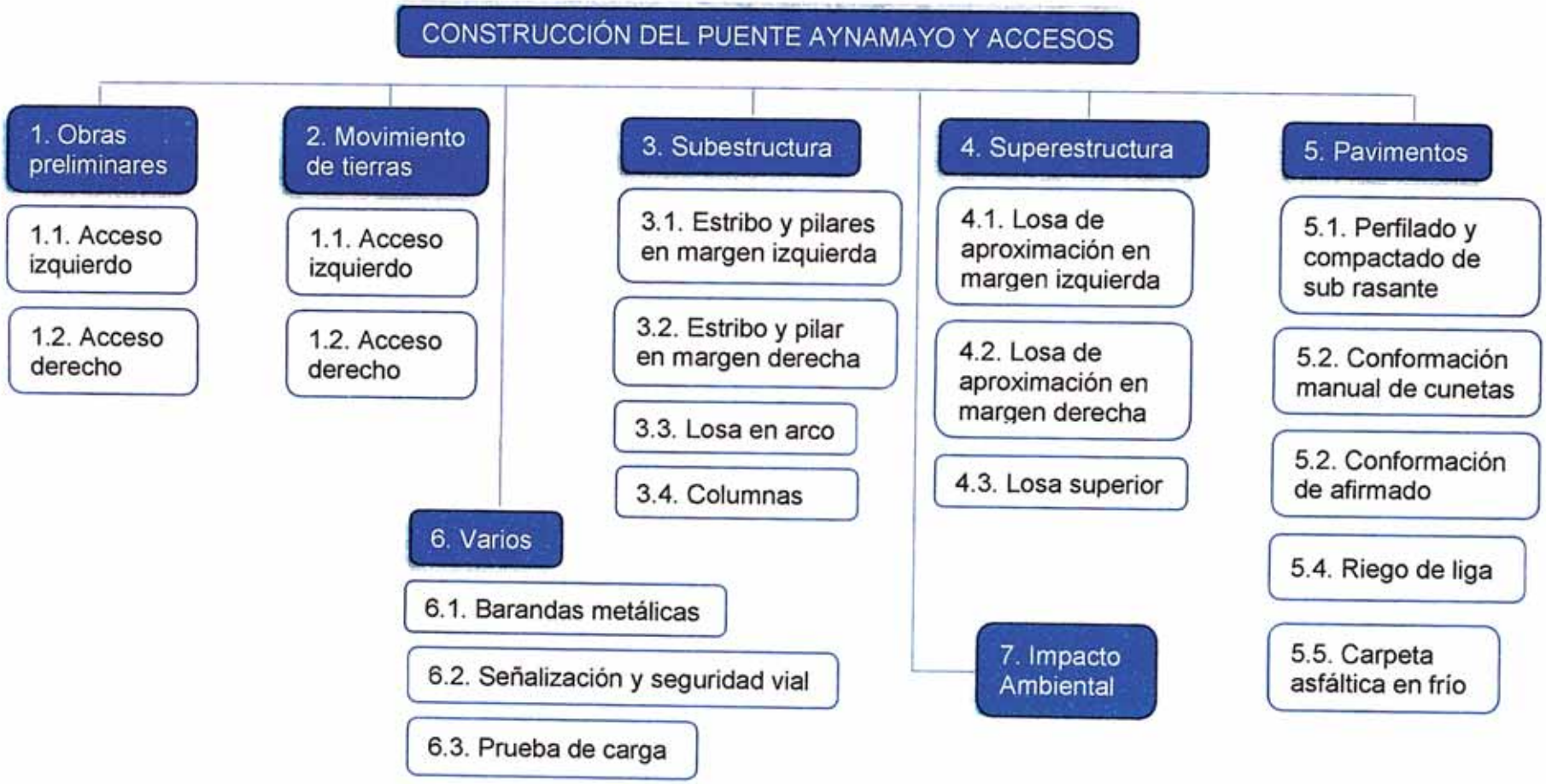
3.2 Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

3.3 Programa de contingencias

3.4 Programa de abandono de obra

Para la construcción del puente y los accesos se desarrolló un faseo de las actividades a desarrollar y así facilitar el seguimiento y control de todo el proyecto, esto se muestra en el cuadro N° 01 que se muestra a continuación:

Cuadro N°01 Faseo de actividades para la construcción del puente



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

ESTRUCTURAS PROVISIONALES DEL PUENTE AYNAMAYO

2.1 MARCO TEORICO

Previamente al desarrollo del presente capítulo de esta tesis y para poder tener un mayor panorama en el campo de la edificación de puentes, se dará un sencillo marco teórico para conocer los métodos de construcción de los puentes en arco, específicamente para las losas en arco de concreto, siendo aquellos métodos las más conocidas y usadas en este rubro de la edificación.

2.1.1 Métodos de construcción para puentes en arco

a) Construcción sobre cimbra o cimbrado

Este fue el método tradicional de construcción que se ha aplicado para los puentes arco de concreto desde hace mucho tiempo, resultando todo un reto de ingeniería cuando la distancia entre el nivel de fondo del arco y el nivel de aguas máximas del río es considerable, tal como se muestra en la foto N°01.

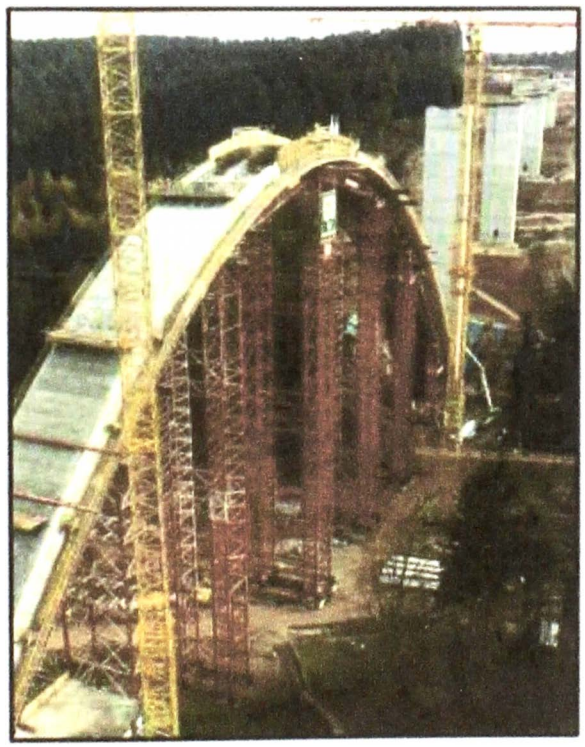


Foto N°01 Construcción sobre cimbra
Fuente: Internet

b) Construcción por voladizos sucesivos atirantados

El método se basa en el atirantamiento de las secciones hormigonadas desde una torre provisional, ver figura N°06. En este procedimiento las estructuras parciales por las que atraviesa el arco en construcción nada tienen que ver con la estructura final, siendo preciso, por tanto, un sistema de atirantamiento auxiliar.

En un inicio este método de ejecución era conocido y empleado en el montaje de las cimbras, luego se fue aplicando a la construcción de un arco propiamente en puentes metálicos utilizándose atirantamientos provisionales hasta cerrar los voladizos. Recién a mediados del siglo XX es que se emplea este procedimiento para la construcción de puentes de concreto, aunque este método se empleó de forma parcial, únicamente en los arranques de los arcos. Lo restante se construía sobre una cimbra metálica apoyada en los voladizos atirantados ya edificados. Al igual que los voladizos, la cimbra se atirantaba desde las pilas extremas.

En la actualidad, este sistema es comúnmente utilizado en la construcción de puentes postensados.

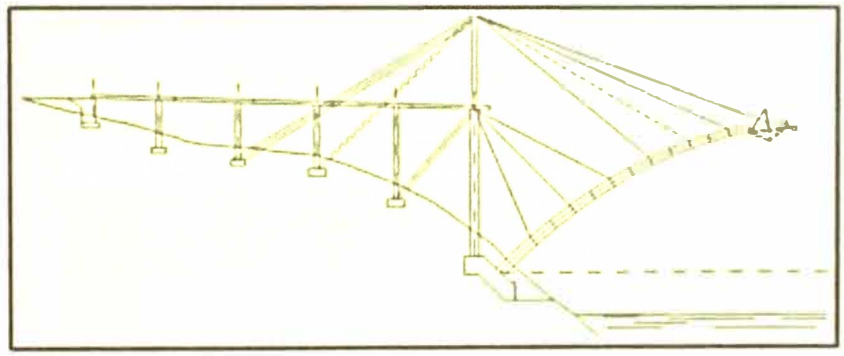


Figura N° 06 Construcción por voladizos sucesivos atirantados
Fuente: Internet

c) Construcción por voladizos sucesivos con diagonales temporales (Ménsula triangulada): Se trata de una variante del sistema de avance en voladizo atirantado, aunque en este caso se logra una estructura de tipo triángulo, una celosía tipo Pratt de gran eficacia estructural, cuyo empotramiento se consigue anclando el cordón de tracción al terreno. Este método crea una estructura triangulada avanzando en ménsula desde los arranques del arco. Para resistir la tracción debida a la flexión en los arranques por el trabajo en voladizo, hasta que se produce el cierre en clave, es necesario anclar el cordón superior mediante un sistema de retenidas, transmitiendo así la tracción generada al

terreno. Una vez cerrada la clave se liberan los anclajes de retenida y se suprime la triangulación provisional.

En este procedimiento, el arco funciona como cordón comprimido, las pilas como montantes de la celosía y las diagonales temporales desempeñan el papel de las diagonales de tracción. Para el cordón superior puede emplearse el propio tablero, o, incluso, emplear un cordón superior provisional. La triangulación se completa en este caso con el semiarco, las pilas definitivas del tablero y tirantes provisionales para las diagonales temporales. Una vez cerrado el arco se desmontan las retenidas, las diagonales temporales y el cordón superior, y se construye el tablero sobre el arco completo. Es frecuente la disposición de tirantes intermedios auxiliares, de menor entidad que las diagonales temporales, hasta completar el recuadro entre cada dos montantes, retirándose estos elementos al completar el recuadro y disponer las diagonales temporales.

Dependiendo de las características del puente arco, el sistema de ménsula triangulada con diagonales temporales podría plantearse, desde un punto de vista constructivo, a través de dos variantes diferentes:

Empleo del tablero como cordón de tracción, ver foto N°02.

Empleo de cordones de tracción temporales, ver foto N°03.

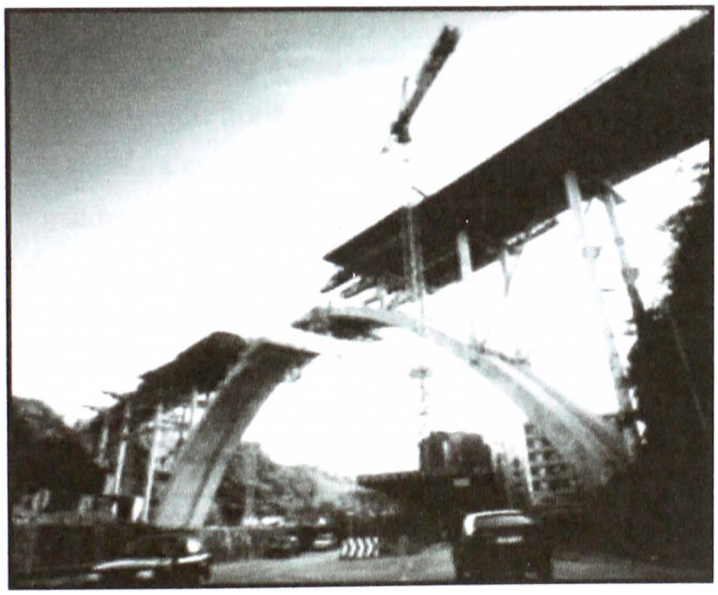


Foto N° 02 Empleo del tablero como cordón de tracción

Fuente: Internet

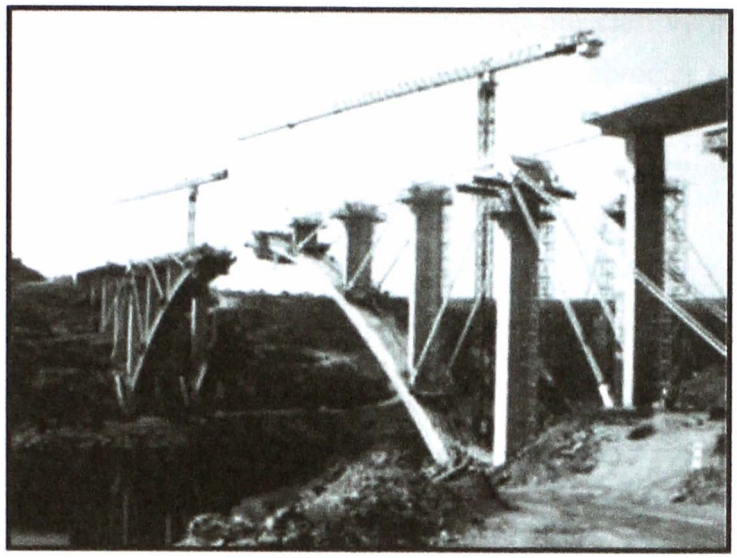


Foto N° 03 Empleo de cordones de tracción temporales

Fuente: Internet

d) Construcción por abatimiento: El procedimiento consiste en la construcción vertical de los semiarcos, y una vez terminada, abatirlos mediante un giro alrededor de su extremo inferior. Posteriormente, y una vez situados en su posición, se procede al cierre en clave. Para la realización de este giro es necesario desplazar inicialmente el conjunto mediante cilindros hidráulicos dispuestos horizontalmente, hasta que el peso del semiarco actúe a favor, creando un efecto de desequilibrio que facilita el proceso, momento a partir del cual, resulta preciso el empleo de retenidas para lograr un descenso controlado del conjunto. Cada uno de los semiarcos quedaba sometido a esfuerzos de flexión, crecientes al incrementar su proyección horizontal, por lo que aparecen puntos de retenida importantes en posiciones intermedias que, en su posición final, previo al cierre, se asimilaran considerablemente en su consumo de acero a los métodos de avance en voladizo atirantadas.

Un ejemplo de este método se dio en la construcción del puente "Arcos de Alconétar" en el 2006, que presenta el arco de mayor luz construido en el mundo con este procedimiento y que está localizado en España, donde el sistema constructivo desarrollado se ha caracterizado por su rapidez y singularidad basado en la construcción de piezas de grandes dimensiones fuera de su emplazamiento definitivo, su manipulación y montaje mediante el empleo de elementos auxiliares especiales. Entre las fases de construcción, cabe destacar por su

espectacularidad, el montaje de dos semiarcos en posición vertical y posterior abatimiento hasta su cierre en clave, tal como se puede apreciar en la foto N°04.

Foto N° 04 Construcción por abatimiento

Fuente: Internet

De los métodos descritos anteriormente, el método de construcción sobre cimbra o cimbrado fue el que se utilizó para la edificación del puente de la presente tesis. Entendido el procedimiento general de la construcción, se procederá a describir el tema del presente capítulo, donde se enfocará únicamente a la construcción de la superestructura del puente, para la cual se empleará estructuras provisionales.

2.1.2 Descripción de la estructura provisional

Una estructura provisional, tal como su nombre lo indica, es toda estructura que se construye en forma provisional o temporal de manera que sea la base o soporte para la edificación de una estructura principal, que se ejecutará al término de este. Los encofrados son los ejemplos más comunes en este tipo de estructuras.

En la presente tesis, el alcance de este capítulo abarca todo lo concerniente a la estructura provisional destinada a la construcción de la superestructura del puente Aynamayo, la cual consta de dos componentes: la primera, una estructura provisional para la construcción de la losa en arco llamada comúnmente "falso puente", la cual es de vital importancia debido a que resiste al elemento principal (losa de concreto en arco) hasta que logre ser autoportante. Y la segunda, que es

una estructura provisional para la edificación de la losa superior o superestructura (tablero superior).

Sobre el falso puente, el manual de diseño de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) indica que debe ser diseñado para proporcionar la rigidez y resistencia suficientes para soportar con seguridad todas las cargas impuestas y producir en la estructura final, la geometría y las formas indicadas en los planos, sin producir asentamientos, además que se debe construir en etapas planificadas en forma tal que permitan anticipar el asentamiento y deflexión originados por esta, así como el alineamiento vertical y la curvatura indicados en los planos para la estructura permanente.

2.1.3 Componentes de la estructura provisional

La estructura provisional para la superestructura del puente Aynamayo consta de dos partes claramente diferenciadas:

- Una estructura provisional para la losa en arco
- Una estructura provisional para la losa superior

Esta última es dependiente de la primera, es decir se debe instalar la estructura provisional para la losa en arco, y una vez concluida esta, se monte la estructura provisional para la losa superior encima de la losa ya construida. En la figura N°07 se muestra un esquema gráfico de estos componentes ubicados en el puente del proyecto.

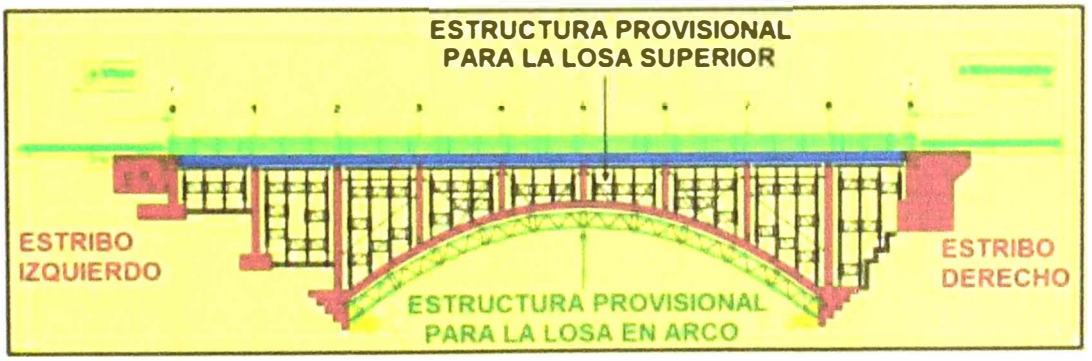


Figura N°07 Estructuras provisionales para el puente Aynamayo

Fuente: Elaboración propia

2.2 ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA EN ARCO

2.2.1. Alternativas de ejecución

Se plantearon dos alternativas para definir el método constructivo:

- Empleando estructuras metálicas tipo Bailey o similar compuesto por dos castillos de apoyos y un puente doble Bailey lanzado sobre estos castillos. Esta alternativa daba lugar a que los castillos tenían que apoyarse sobre terreno firme o plataformas de concreto ciclópeo sobre un área determinada, debiendo de compactar dicha zona.

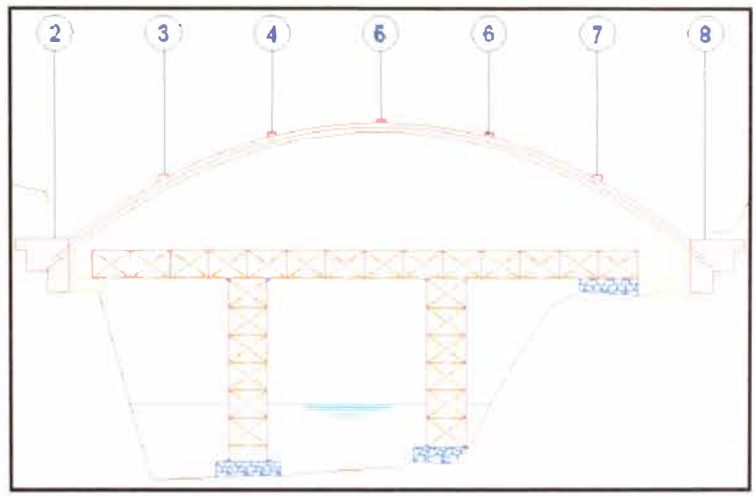


Figura N°08 Estructura provisional para el arco: primera alternativa

Fuente: Elaboración propia

- Empleando cerchas metálicas, la cual es una estructura soporte inclusive para luces mucho mayores entre los apoyos, sobre la que se dispone el encofrado de forma. Es fácil de adaptar y de reforzar en función de los requisitos de la obra.

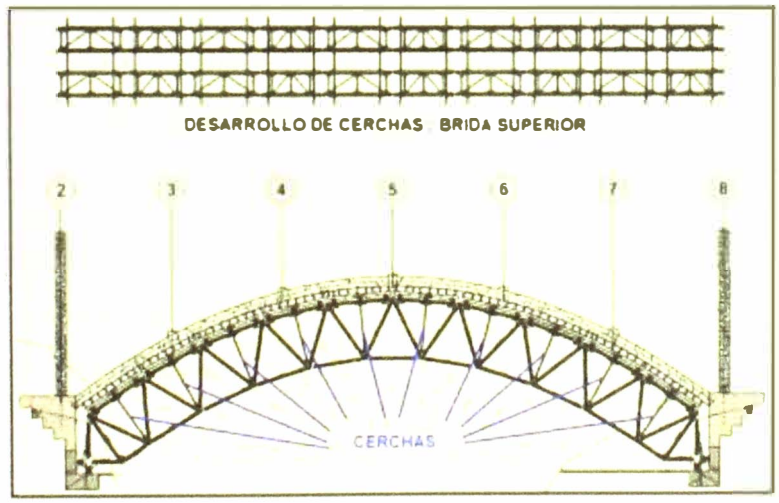


Figura N°09 Estructura provisional para el arco: segunda alternativa

Fuente: Elaboración propia

Debido los criterios básicos de magnitud, emplazamiento y equipamiento, además de las características del puente, la topografía y la disponibilidad del área de trabajo, la estructura provisional para la losa en arco se eligió la segunda alternativa utilizando arcos de celosía compuestos por módulos metálicos, las cuales serían fabricadas.

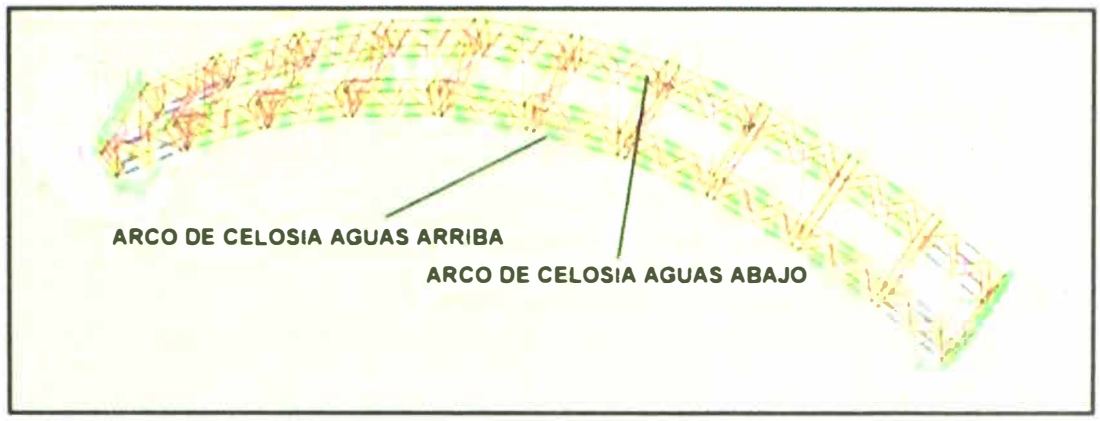


Figura N°10 Isométrico de los arcos metálicos modulares
Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Planeamiento

Se optó por una estructura en arco compuesta por módulos metálicos con un sistema de montaje en cantiléver o voladizo. Dicha estructura fue ideada por 2 arcos metálicos, cada uno de ellos compuesta a su vez por 10 módulos metálicos, los cuales se ensamblaron uno por uno a través de pines y cartelas soldados a tubos. Estos módulos se montan empezando por ambas márgenes y cerrando en la clave.

Para realizar el procedimiento descrito en el plan de montaje de la estructura provisional, se necesitó armar un puente colgante para utilizarlo en el traslado de cada módulo metálico a la posición final, la cual estuvo conformado por las siguientes obras provisionales:

- Cables de transporte
- Torres metálicas provisionales
- Anclajes de los cables
- Apoyos para las torres provisionales

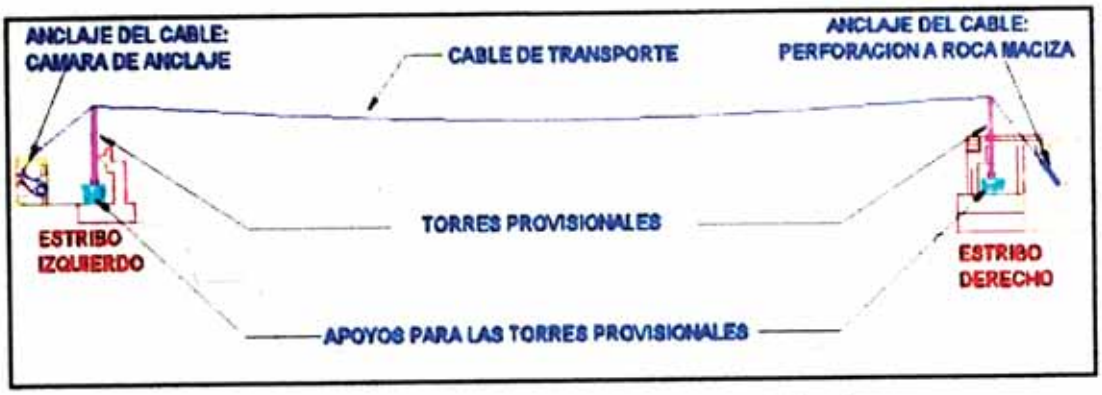


Figura N°11 Puente colgante – Obras provisionales

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°02 EDT de la estructura provisional para la losa en arco

Fuente: Elaboración propia

a) Diseño

- El diseño de la estructura metálica provisional para la losa en arco se incluye como anexo de la presente tesis.
- A continuación se detalla el dimensionamiento y diseño de las obras provisionales necesarias para la ejecución del puente colgante

- Verificación de los cables

Se efectúa la verificación de la sección en el cable donde se colgaran los módulos metálicos para su colocación en su posición final.

METRADO DE CARGAS

Se calculará para la carga total sobre un arco metálico que recibirá el cable durante el montaje recibiendo el total del peso

$P = P_P + P_{S/C}$ (Ton)

P: Carga total sobre un arco metálico

P_P: Carga por peso propio del arco metálico

$P_{S/C}$: Sobrecarga temporal generado por arriostres, maniobras, etc. (20% P_P)

P_P = (Peso de la estructura)/2 = 8 177.9/2 = 4088.95 Kg ≈ 4.1 Ton

$P_{S/C}$ = 20% P_P = 0.82 Ton

P = 4.92 Ton ≈ 5 Ton

Cables alma de acero de 1 1/8" de diámetro

El cable resiste 51.30 Ton, considerando una fatiga de 30%, el factor de seguridad que se presenta será:

F.S. = (51.30 x 70%) / 5 = 7.18... OK

- Verificación de cargas sobre las torres

Se asume que sobre la torre provisional actúa también el total de la carga transmitida por el arco metálico (P = 5 Ton). Se verificará el uso de tubos de acero sin costura SCHEDULE 40 de 8" de diámetro.

- Diámetro: 8" = 20.32 cm
- Diámetro exterior: D = 8.625" = 21.91 cm
- Espesor de la pared: t = 0.82 cm
- Longitud: L = 4m
- Radio de giro: r = 7.5 cm
- Fy = 2450 Kg/cm2
- E = 2030000 Kg/cm2
- Presión admisible: P_O = 1570 psi = 110 Kg/cm^2
- Carga actuante sobre la torre: P = 5 Ton

Resistencia a la flexión:

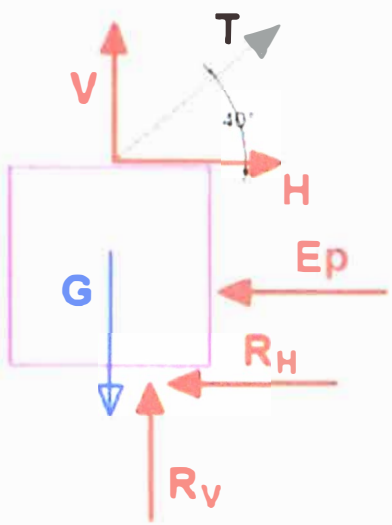
$$\frac{D}{t} < 2\sqrt{\frac{E}{Fy}} \Rightarrow 26.72 < 57.57\ldots \text{ Ok}$$

Resistencia a la compresión:

$$\frac{KL}{r} \leq 120 \Rightarrow 106.66 \leq 120\ldots \text{ Ok}$$

- Verificación de las cámaras de anclaje

Macizos de anclaje de 1x1.5x1m



T: Fuerza de tracción del cable fiador = P = 5Ton

V: Componente vertical = TSen40° = 3.21 Ton

H: Componente horizontal = TCos40°= 3.83Ton

G: Peso del macizo = 1x1.5x1x2.4 = 3.6Ton

μ: Coeficiente de rozamiento entre el macizo y terreno = 0.50

$\gamma = 2\ \mathrm{Ton/m^3}$

$\phi = 30°$

$$K_p = \mathrm{Cot}^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) = 3$$

$$E_p = \frac{K_p.\gamma.h^2}{2}.B = 3\mathrm{Ton}$$

Condición de estabilidad al desplazamiento:

$$H - Ep \leq (G - V)\,\mu$$

$$\Rightarrow\ 3.83 - 3 \leq (3.60 - 3.21) \times 0.55$$

$$0.83 \leq 0.21 \ldots\ldots \text{OK}$$

b) Fabricación y puesta en obra

Esta etapa comprende: procura y habilitación de los elementos, fabricación, pre montajes y la puesta en obra.

La primera es donde se eligió al proveedor que elaboraría la estructura metálica garantizando el suministro de los materiales, servicios, repuestos y consumibles que requieran la elaboración de esta. La fase de procura y habilitación concluyó antes de la fabricación y cuando se tuvo todo listo para esta actividad, siendo desarrollada por la empresa Inversiones Metálicas S.A. – INMETSA con RUC 20161864812. El diseño de estos elementos y de los diferentes componentes del arco se efectuó de acuerdo a las Normas del Reglamento AASHTO LRFD 2007.

Para la fabricación, la estructura provisional para la losa en arco fue diseñada con tubos estándar de acero estructural A53 GrB, Fy = 2450 Kg/cm^2 y acero estructural A709 Grado 50, Fy = 3500 Kg/cm^2 con estándares de calidad propios de una estructura de un puente, de acuerdo a lo indicado en el diseño y planos del

proyecto, concebido como 2 arcos metálicos, cada uno de ellos compuesta a su vez por 10 módulos metálicos, los cuales se ensamblaron a través de pines y cartelas soldados a tubos. Los módulos iniciales o de arranque en cada margen fueron de tuberías metálicas de pared gruesa (SCH80) y el resto, de calidad estándar SCH40. Para las uniones entre módulo frente a frente de aguas arriba con aguas abajo, se emplearon tubos SC40 1 ½".

El pre montaje se realizó en taller con el fin de verificar que las dimensiones sean de acuerdo a lo estipulado en los planos de diseño, además de la verificación del encaje de los pines en las articulaciones de cada módulo.

c) Obras provisionales

Las obras provisionales necesarias para el montaje del puente colgante provisional y para el procedimiento de montaje son:

- Trabajos preliminares

Se acondicionó el área apropiada (en la margen derecha) para preparar todo lo necesario para la identificación y ordenamiento de las secciones y elementos de la estructura provisional, así como los equipos, herramientas y accesorios que faciliten el montaje del puente, siendo imprescindible:

- Apoyos para las torres provisionales

Se necesitó construir dados de concreto que sirviera como apoyo para la instalación de las torres provisionales, estos dados de 1.2x1x1m fueron ubicados en la parte posterior de los estribos en cada margen por encima de la zapata, donde fueron sujetadas por medio de 4 varillas de ¾".

- Anclajes para los cables de transporte

Para el anclaje de los cables en cada margen, se optó por instalar cámaras de anclaje de concreto en la margen izquierda de 1x1.5x1m, mientras que en la margen derecha se necesita anclar a la roca maciza, para la cual se realizó perforaciones de 1.5m y se rellenó con un epóxico para su adherencia a la roca.

- Macizos de apoyo

Estos macizos fueron construidos en cada margen y sirvieron como apoyo y anclaje para el montaje del módulo metálico inicial, donde fueron construidos al

pie de la zapata de los pilares en los ejes 2 y 8, con un enmallado simple y dowells que se anclaron a la roca, siendo necesario que el macizo tenga la mayor cantidad de peso para que soporte el voladizo de la estructura metálica provisional. Además se dejaron 4 cajuelas por cada arco en los macizos, que es donde se alojaron los pernos de anclaje de los módulos de arranque o iniciales.

- Torres provisionales

Las torres provisionales sirvieron como apoyos provisionales para soportar el cable de transporte. Estos se concibieron a partir de tubos de 8" SCH40 que fueron sujetados a los dados de concreto previamente descritos como trabajos preliminares, instalados cuidadosamente siguiendo el alineamiento del arco, además quedaron arriostradas con ángulos metálicos.

- Cables de transporte

Estos cables son los elementos principales que sirvieron como transporte de los módulos metálicos componentes de cada arco. Estos cables se tensaron, para luego sujetarlos hacia la cámara de anclaje en la margen izquierda, y en la derecha, se anclaron a la roca maciza mediante perforaciones y rellenándose con epóxico, en ambos, se emplearon 5 grampas de 1" para el amarre de éstos. El cable a utilizar, fue de tipo alma de acero de 1 1/8" de diámetro.

d) Montaje

Concluido las obras provisionales que forman el puente colgante para el montaje de la estructura metálica provisional, el montaje se dio inicio con el anclaje de los módulos iniciales a los macizos de apoyo en cada margen mediante los pernos de sujeción en las respectivas cajuelas. El abastecimiento de los módulos para el montaje fue por el margen izquierdo, debido a que contó con una mayor área de trabajo donde se realizó una presentación de los módulos previo al montaje siguiendo la secuencia indicada en el plano de marcas. El resto de los módulos metálicos se ensamblaron a través de pines y cartelas soldados a tubos.

Los siguientes módulos fueron ensamblándose uno tras otro a través de los pines con punta roma y atándose con sus pasadores, una vez fijado se amarró con eslingas y cables a las torres provisionales de manera que no permitiera el volteo de estos módulos.

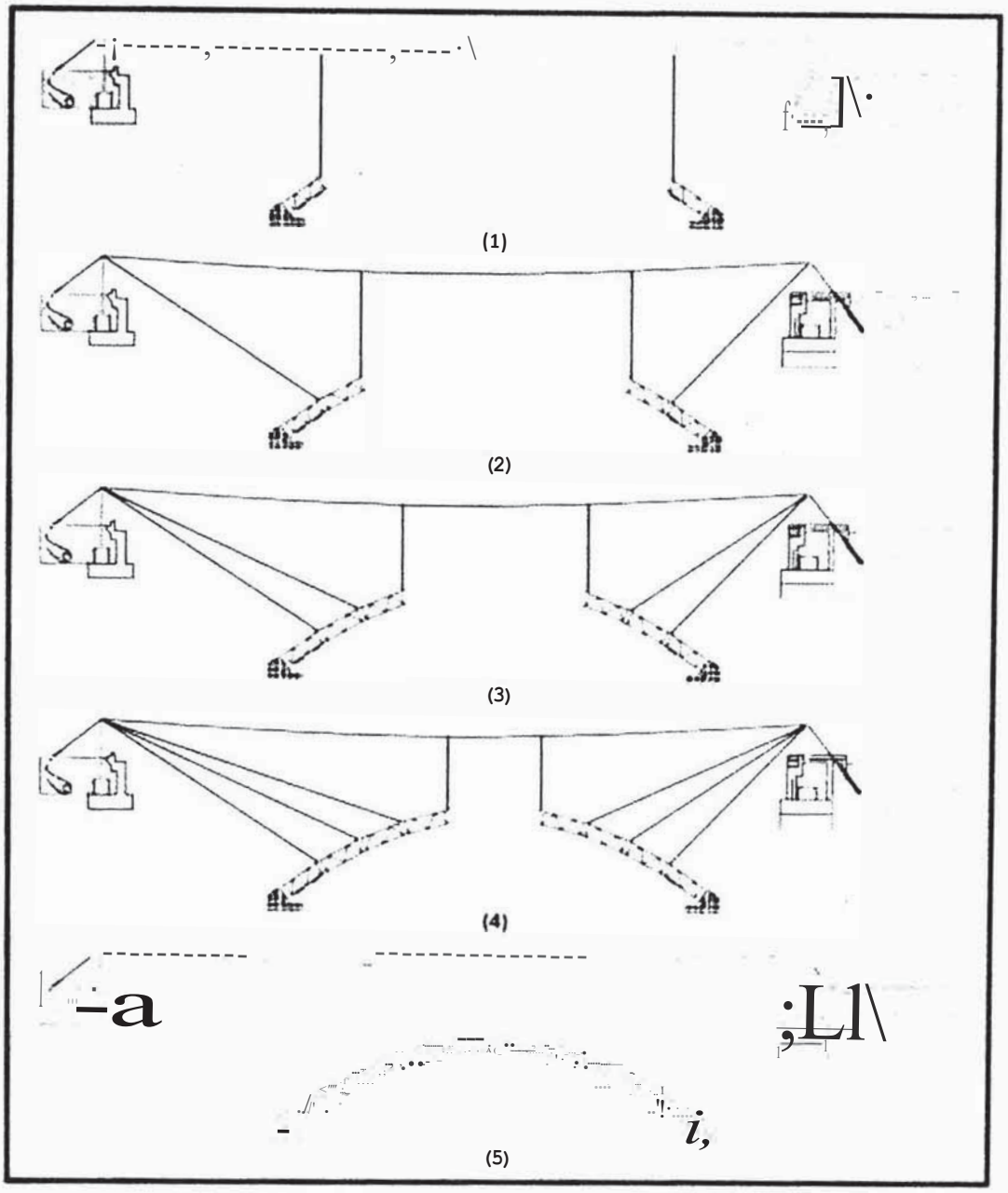


Fig. N° 12 Procedimiento de montaje de la estructura

Fuente: Elaboración propia

e) Desmontaje

Para el desmontaje de la estructura se previó realizarse después de vaciada la losa superior o tablero del puente. Con anterioridad a ello, se dejó unos anclajes de acero en forma de gancho que permitieron hacerlo una vez liberado, sostenerlo de manera colgada por tramos del arco de concreto del puente.

Primero se extrajeron todos los elementos que forman parte del encofrado de la losa en arco (tablones de madera, vigas metálicas y los listones de madera) las

cuales se apoyaron en los módulos metálicos, de esta manera se fue liberando a la estructura provisional de la presión del arco.

Estos elementos una vez sueltas y apoyados en los módulos metálicos se ataron por un extremo y se fueron extrayendo lateralmente hasta dejarlas colgando y poder cogerlas, tirando para ellos las cuerdas de atado.
Una vez que todos los módulos metálicos fueron liberados de la presión de los elementos de encofrado, se procedió a atar estos módulos a los anclajes de acero ubicados en la losa en arco, aplicándole tensión hasta que permita zafar el mismo por el centro. Luego se fue desmontando en partes, del centro hacia los apoyos, para atarlo a cables colocados con anterioridad que pasaban por las bases de las columnas del arco y estaban anclados hacia las laderas del rio. Los elementos metálicos se fueron bajando mediante rondanas guiadas por cuerdas hacia la ladera del rio.

2.2.3. Programación y cronograma

a) Mano de obra

En la zona no existe mano de obra calificada con experiencia en montajes de estructuras metálicas, por lo que se consideró contratar desde la ciudad de Lima, la mano de obra especializada en este trabajo.

Personal mínimo requerido en obra:
- 01 Capataz especialista en montaje y lanzamiento de estructuras.
- 01 Operario montajista con experiencia en estructuras metálicas.
- 03 Ayudantes montajistas con experiencia en estructuras metálicas.

b) Logística de materiales

- Cada componente de la estructura metálica provisional para la losa en arco se fabricó en taller, respetando el diseño estructural definitivo y cumpliendo los estándares de calidad mínimos para este tipo de estructuras.
- Los tubos metálicos de 8" SCH40, así como los ángulos 3" x 3" x 1/2" que se emplearon para la elaboración de las torres provisionales fueron utilizados del depósito del contratista, la cual habían sido usados en proyectos anteriores y aún se encontraban en condiciones aceptables.

- Los cables de transporte así como las herramientas menores (grapas, guardacable, epóxico, varillas para anclaje) se adquirieron en la ciudad de San Ramón.
- Las herramientas para el montaje (tecles, rondanas, tirfor) fueron suministradas por la mano de obra especializada en montaje.

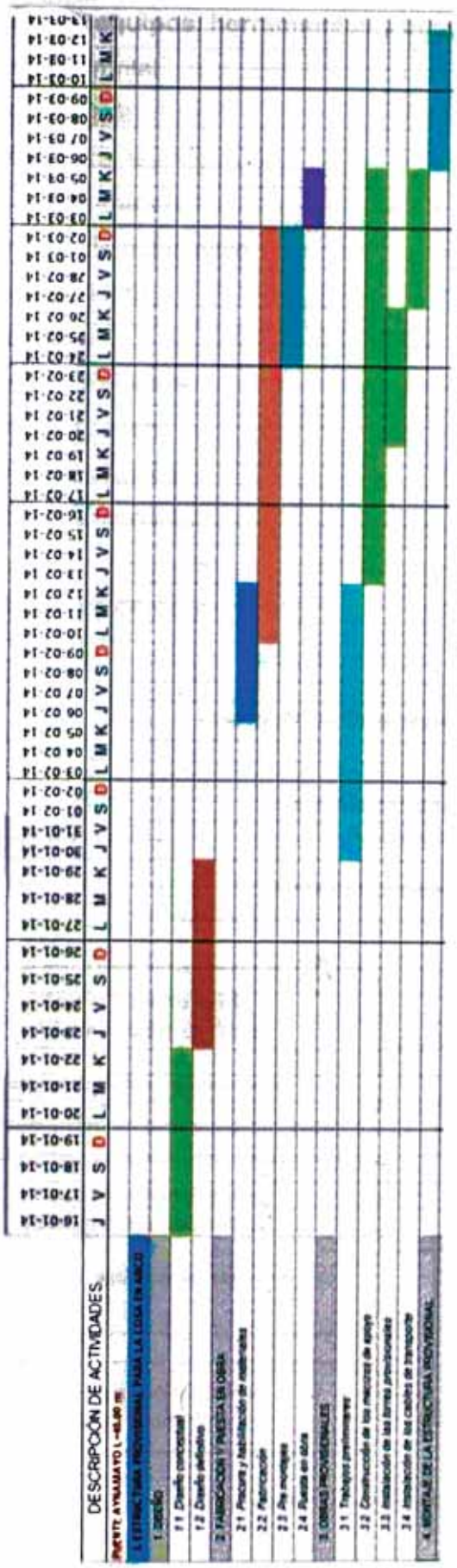
c) Condiciones locales

En las ciudades más próximas a la zona del proyecto no se presentó ningún taller con las condiciones necesarias que se solicitaron para la fabricación de una estructura provisional de este tipo, por lo que se elaboró en la ciudad de Lima. La única vía de acceso a la obra es la carretera San Ramón – Vitoc, la cual presenta poco volumen de tránsito pero existen gran cantidad de pequeñas quebradas que en días lluviosos, obstruye y dificulta el adecuado tránsito.

d) Condiciones de acceso y climatología

Para acceder al lugar de la obra, se parte desde la ciudad de Lima por la ruta 020 PTE. STA. ANITA – MATUCANA – LA OROYA, luego se recorre la ruta 020A LAS VEGAS – TARMA – SAN RAMON en la dirección hacia Chanchamayo recorriendo un total de 300km en un tiempo aproximado de 6 horas. La zona de la obra se encuentra en el km 13+500 de la carretera que va desde San Ramón hacia el distrito de Vitoc. Las condiciones climatológicas son severas en la zona, el periodo de lluvias característico es desde el mes de enero a marzo, por lo que se considera que entre estos meses, el ritmo de construcción de los puentes puede verse mermado debido a las condiciones climáticas.

e) Cronograma de actividades



Cuadro N° 03 Cronograma de actividades: estructura provisional para la losa en arco

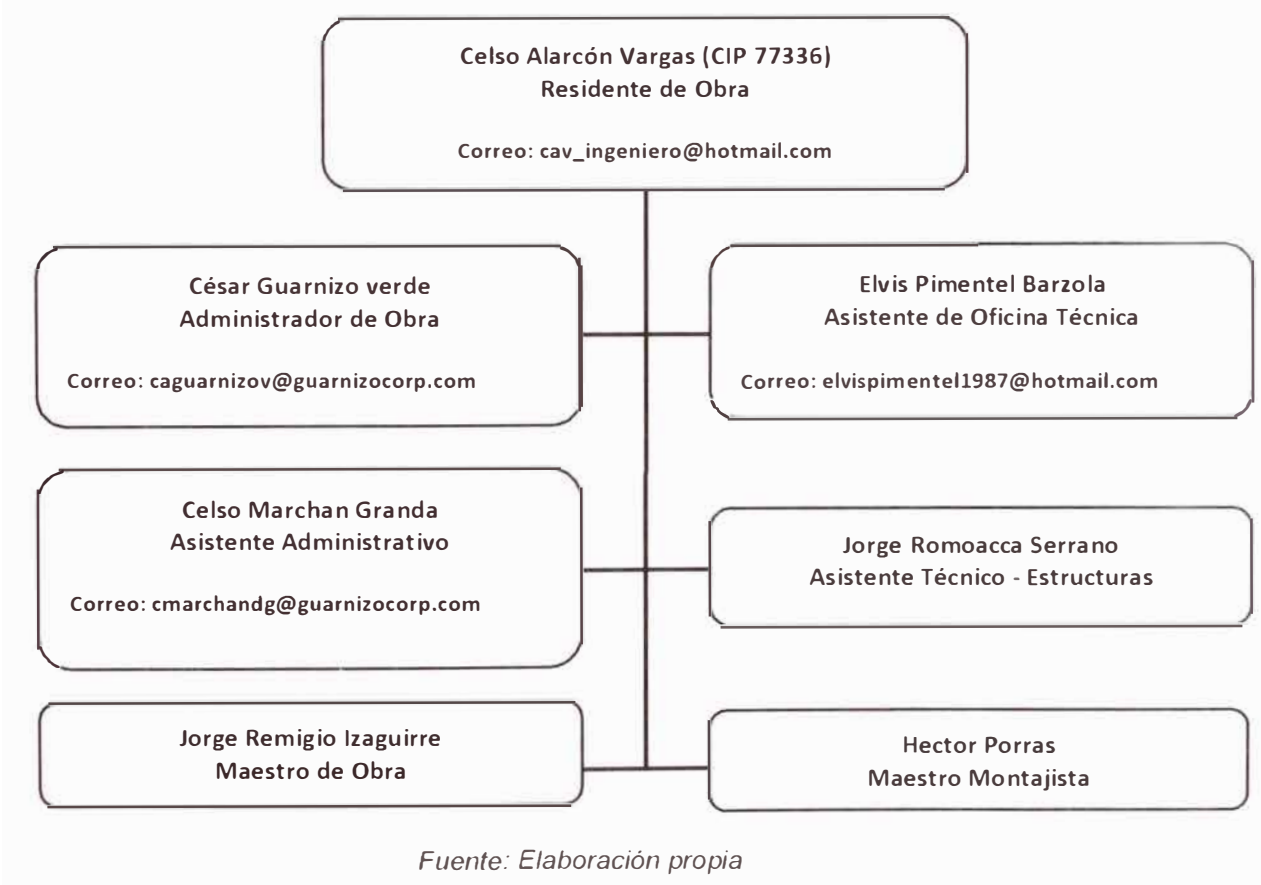
Fuente: Elaboración propia

f) Relación de equipos, herramientas y accesorios

- 01 Cargador frontal
- Cables para izaje
- 01 Compresora neumática
- 01 Martillo neumático
- Equipo de corte automático
- 01 Moto soldadora
- 01 Amoladora
- 01 Juego de rondanas
- 04 Tecles de cadena
- 04 Tecles de palanca
- Herramientas menores

g) Organigrama de obra

Cuadro N°04 Organigrama de obra



Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que el montaje de los arcos metálicos modulares es un punto importante en toda la obra a pesar de que no forma parte de la ruta crítica del proyecto. Esto debido a que una vez construido el falso puente y terminado la losa en arco de concreto, este último nos servirá de apoyo para el encofrado de las columnas y la losa superior.

Debido a la geografía de la zona de trabajo, se tuvieron que establecer medidas de seguridad a fin de evitar accidentes fatales que posteriormente, se lamenten, y para ello, la residencia de obra programó mediante la asistencia técnica, unas charlas mostrando los equipos de seguridad, su uso y la forma de como asignarlos en cada fase que conllevara peligro. Parte de estas medidas se detallarán en el capítulo IV de la presente tesis: seguridad y cuidado del medio ambiente en obra.

2.2.4 Procedimiento constructivo

a) Fabricación, control de calidad y puesta en obra de la estructura

Como se indicó previamente en el planeamiento, la fabricación de la estructura se realizó en un taller ubicado en Lima. Las estructuras se construyeron en módulos y fueron debidamente marcados de acuerdo a la posición final que tendrán durante su montaje en obra.

Se realizaron dos pre montajes, el primero, con los módulos sin el tratamiento de granallado ni de pintura. El segundo pre montaje se efectuó con los módulos ya tratados y listos para llevar a obra (granallados y pintados), siendo la finalidad de este, la comprobación en el ajuste de pernos entre cada módulo con sus respectivos arriostres. En este último pre montaje, los módulos se ensamblaron por pares con sus respectivos arriostres, siendo innecesaria la articulación entre módulos para formar el arco, ya que ello se realizó en el primer pre montaje.

Los pernos de anclaje de ¾" de diámetro, que se emplearon en los módulos de arranque con el macizo de apoyo, fueron "arriostradas" mediante barras metálicas soldadas a estas, dicha operación se efectuó para cada apoyo en cada uno de los 4 módulos de arranque (4 apoyos por cada módulo de arranque) elaborados en forma de canastillas para ofrecer una mayor resistencia a la tracción en todo el proceso de montaje del resto de módulos.

Concluido el control de calidad en taller, las estructuras modulares fueron trasladadas a obra con un plano de marcas que indica la secuencia adecuada para ser utilizadas en el proceso de montaje en obra.

A continuación se muestran las fotos N° 05 al N° 08, donde se puede apreciar la elaboración de los módulos metálicos y los premontajes realizados en el taller de fabricación.

Foto N° 05 Fabricación de los módulos metálicos

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 06 Primer pre montaje de la estructura en taller

Fuente: Elaboración propia

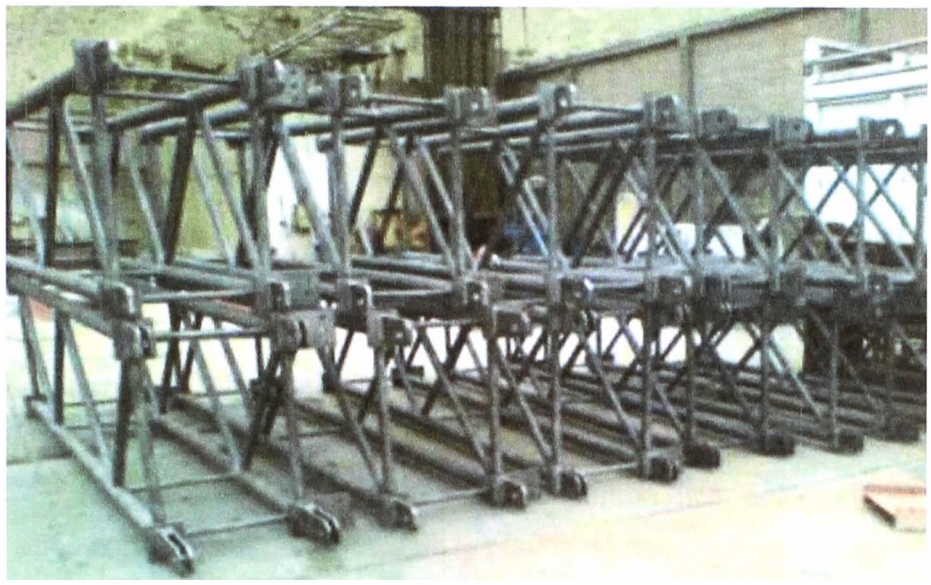


Foto N° 07 Presentación de los módulos granallados listos para el pintado

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 08 Segundo pre montaje de la estructura en taller

Fuente: Elaboración propia

b) Instalación de las obras provisionales

- Construcción de los macizos de apoyo.- está referido a los macizos de concreto que se deberán de construir al lado de los cimientos de los pilares del eje 2 y eje 8, que están en la parte izquierda y derecha respectivamente, que es donde se deben anclar los módulos de arranque que forman el arco. En los apoyos se están considerando 4 conexiones, compuestas de 4 anclajes de diámetro ¾" para cada uno de los arranques del arco. Para la colocación de pernos de anclaje en estos macizos, se realizaron unas cajuelas en estos, cabe resaltar que los anclajes para que puedan entrar en servicio, deben tener un tiempo de fragua de 4 días como mínimo, es por ello que el vaciado de esas estructuras se realizó en dos etapas. Se consideró además que estos apoyos deben estar debidamente fijados y rellenados con grouting por debajo de la platina de acero y revisar que no quede vacío alguno.

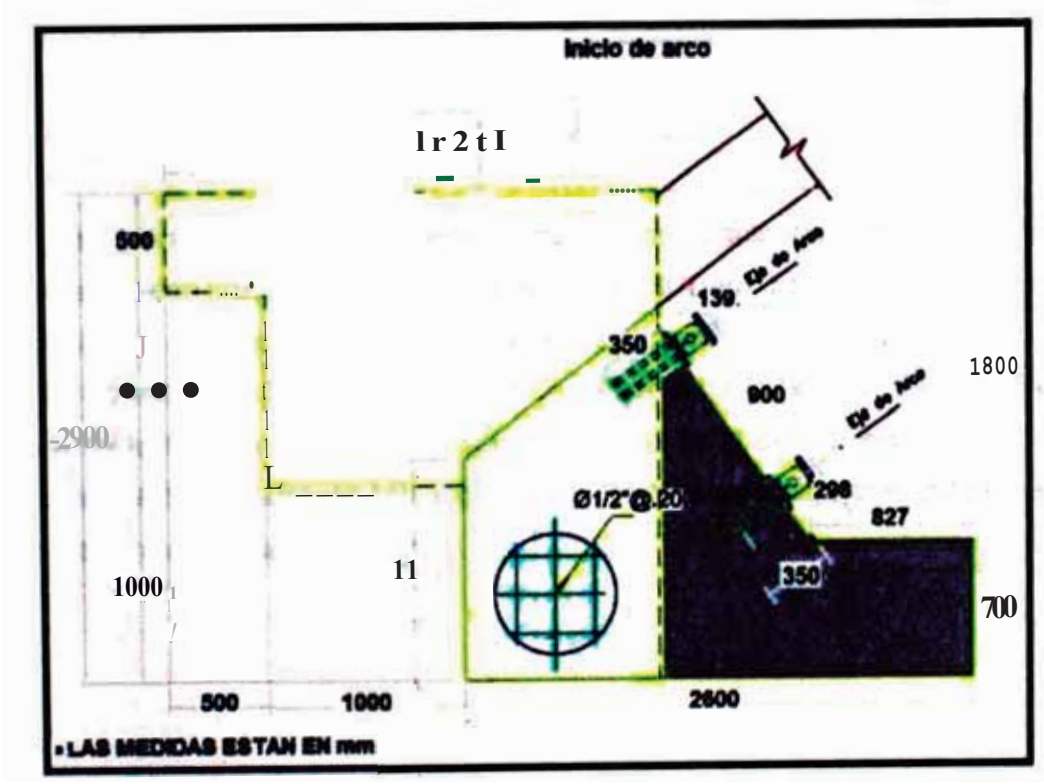


Figura N° 13 Detalle del macizo de apoyo en la margen izquierda

Fuente: Elaboración propia

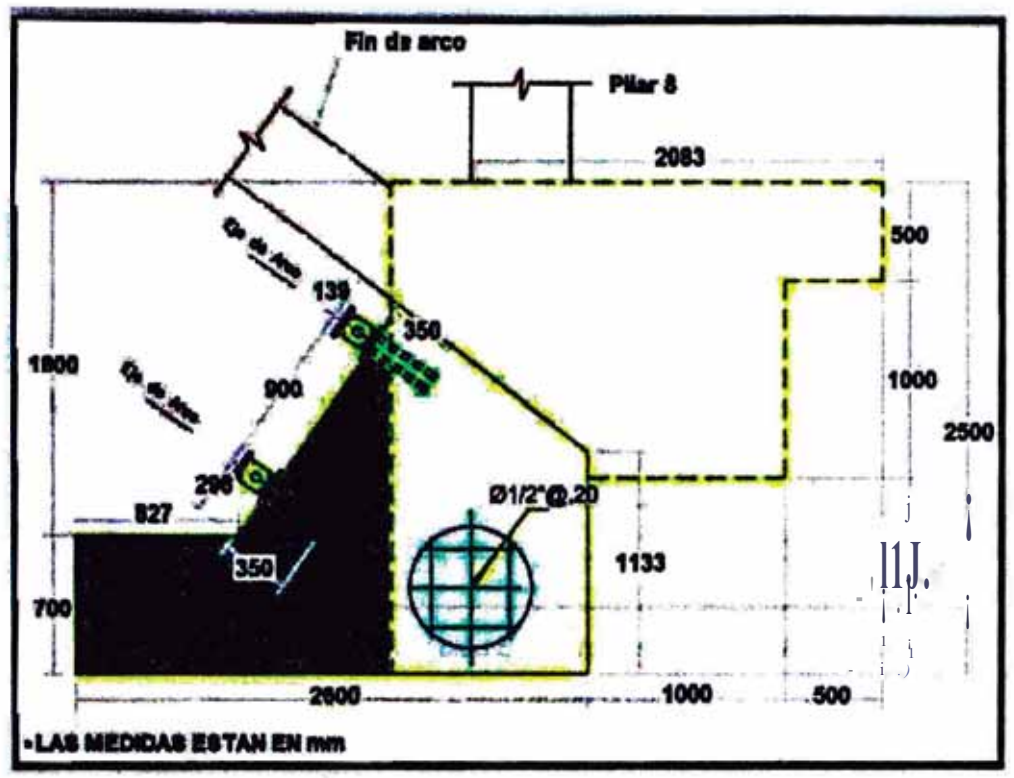


Figura N°14 Detalle del macizo de apoyo en la margen derecha
Fuente: Elaboración propia

- Instalación de las torres provisionales.- se emplearon torres metálicas, elaboradas con tubos de 8" de calidad estándar (SCH40), hechas en obra, que se colocaron en ambas márgenes en la parte posterior de cada estribo, sujetadas por medio de 4 varillas de ¾" a unos dados de concreto de 1x1x0.5m, siendo 2.5m la altura de la torre que permanece por encima del nivel del estribo. Estas torres además fueron arriostradas con ángulos 3" x 3" x ½" para asegurar el alineamiento correcto en el proceso del montaje.

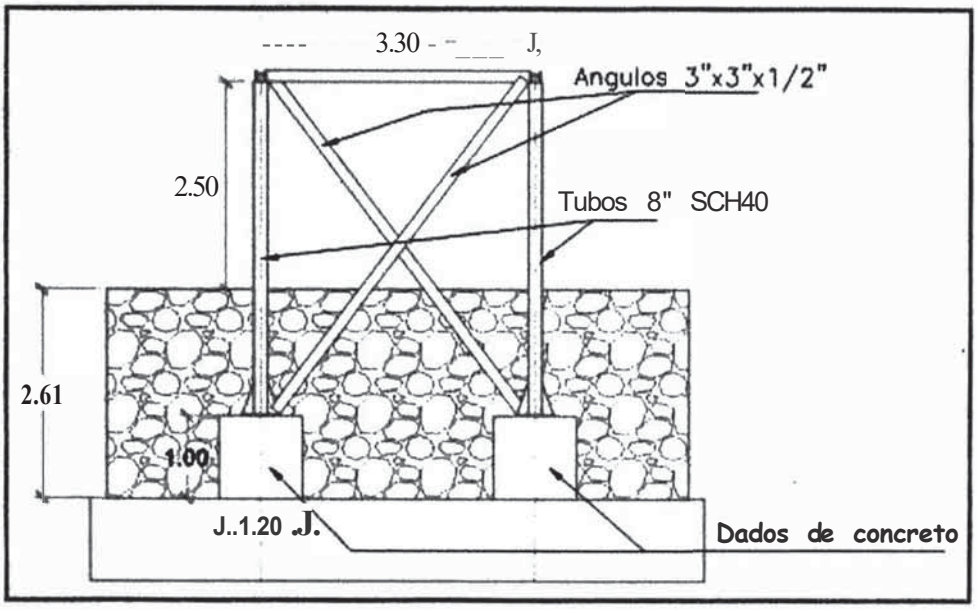


Figura N° 15 Elevación de las torres provisionales
Fuente: Elaboración propia

- ***Instalación de los cables de transporte.-*** estos elementos se utilizan para el izaje y traslado de cada uno de los módulos que componen los arcos a su posición final por medio de rondanas y tecles de cable, siguiendo la secuencia correcta especificada en el plano de marcas. Para ello, se emplearon cables de alma de acero de fibra cáñamo de 1 1/8", las cuales se anclaron en dados de concreto, sujetadas con varillas de ½" en la margen izquierda. Y en la margen derecha, el anclaje de estos se realiza en roca maciza, para lo cual, se realizó perforaciones con compresora y tractil, llegando a 1.5m de profundidad, y rellenándose con Cherna Epox Adhesivo 32, para su adherencia a la roca. En el amarre de los cables, se emplearon 5 grapas de 1" cada 0.12m con un guardacable de 1" de diámetro.

Se consideró que estos cables de transporte tengan una flecha de montaje menor a un metro por comodidad al momento de ensamblar cada módulo correspondiente.

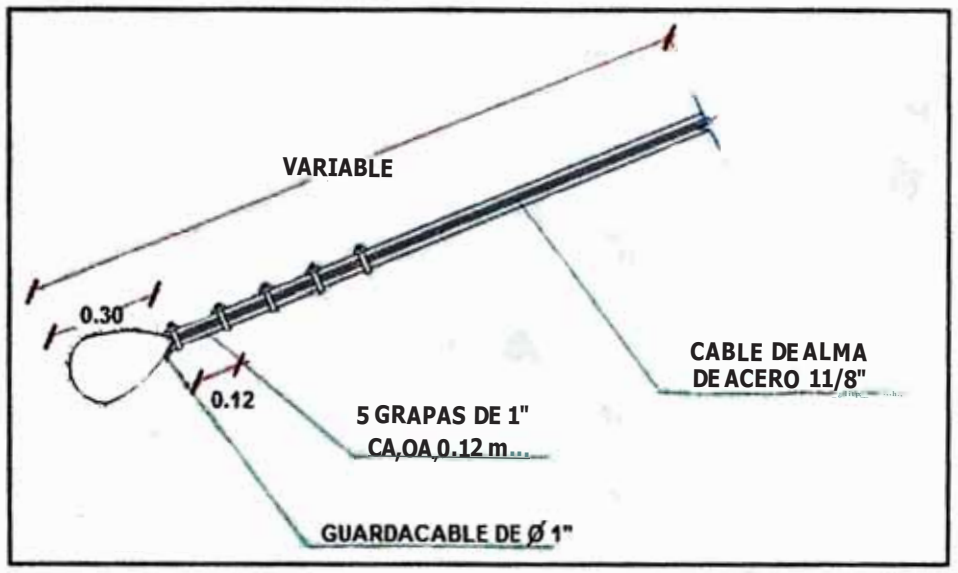


Figura N° 16 Detalle del anclaje, fijación y amarre de los cables de transporte
Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestran las fotos N° 09 al N° 13, donde se detallan las estructuras provisionales para el falso puente metálico descritas en esta sección.

Foto N° 09 Macizo de apoyo - margen izquierda
Fuente: Elaboración propia

Foto N° 10 Macizo de apoyo - margen derecha

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 11 Acondicionamiento de las torres provisionales

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 12 Torre provisional – margen izquierda

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 13 Torre provisional montada – margen derecha

Fuente: Elaboración propia

c) Aseguramiento y control de calidad en el montaje de la estructura

Se realizó un pre montaje de la estructura provisional en obra, de acuerdo a la secuencia indicada en el plano de marcas del fabricante. Los módulos se fijaron con pines y se colocaron los arriostres centrales de manera simétrica, todo ello con el fin de mostrar a la mano obrera, la correcta instalación de la estructura y facilitando de esa manera, el montaje de este.

El montaje se empezó colocando los módulos en la margen derecha, debiéndose realizar el armado de manera simultánea en ambas márgenes del río, los módulos centrales tienen en sus conexiones "ojo chino" para no tener inconvenientes en el empalme. Mediante cables se atirantó cada par de módulos, tanto en aguas arriba como en aguas abajo, hacia las torres provisionales durante todo el proceso del montaje. Las estructuras de los pilares y los estribos se culminaron previamente para tener acceso libre al vaciado del concreto en el arco del puente. Además se consideró que el módulo del arco en la parte superior o clave, tendría de 5cm a 7cm de contraflecha, según lo indicado por el ingeniero estructural, considerando que con el peso del encofrado y el del concreto sufrirá un asentamiento estimado en esta dimensión. En ambos arcos debe tenerse la misma contraflecha.

Además se realizaron aseguramientos de control de calidad importantes en todo el proceso de montaje de esta estructura provisional metálica tales como controles topográficos y/o altimétricos, así como la verificación de equipos utilizados anteriormente listados. Al final de la tesis, se anexan los controles topográficos que se aplicaron para este montaje.

Estos controles fueron documentados para llevar un registro de los niveles y alineamientos. Una vez alineado y nivelado el falso puente debe hacerse una revisión del sistema de apoyos en los respectivos macizos, asegurándose que los elementos de apoyo estén alineados con los módulos que componen la estructura provisional metálica.

La plancha de apoyo estuvo totalmente asentada y firme en el macizo de concreto en la inclinación ya establecida. Esto es importante ya que esta zona será la que soporte todo el arco metálico, encofrados y el concreto del arco mientras se encuentre fresco.

Como parte del seguimiento y control del montaje del falso puente metálico, se realizó un check list con los siguientes puntos a verificar:

a) Inspección de la correcta ubicación de todos los módulos que componen la estructura, de acuerdo al plano de marcas, tanto aguas arriba como aguas abajo.

b) Alineamiento longitudinal de los módulos.

c) Correcto torque de cada uno de los pernos en todas las conexiones.

d) Seguridad (pasador) que debe tener cada PIN de conexión entre módulos que componen cada uno de los arcos.

e) Cotas de cada módulo, los cuales deben estar totalmente niveladas, las de aguas arriba con respecto a las de aguas abajo.

A continuación se presentan las fotos N° 14 al N° 15 donde se puede visualizar el procedimiento de montaje de los módulos de cada arco metálico.

Foto N° 14 Montaje del módulo de arranque – margen derecha

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 15 Montaje del módulo de arranque – margen izquierda

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 16 Vista de la torre provisional y los cables en el montaje

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 17 Vista panorámica del procedimiento de izaje

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 18 Vista de la estructura metálica armada completamente

Fuente: Elaboración propia

d) Vaciado de la losa en arco de concreto

- Encofrado del arco

Previo al armado del encofrado de la losa en arco, se realizó el mantenimiento y aseguramiento de los macizos de apoyo de los arcos metálicos, realizando la limpieza y la colocación de unas cuñas de madera con topes por debajo del apoyo del arco metálico como medida de prevención. Debido a la curvatura del intradós del arco de concreto, se consideró construir un encofrado con listones de madera cepilladas de manera que se obtenga la curvatura del intradós, estas se encajaron en las tuberías metálicas rectas de cada módulo. Estos listones, también fueron codificados para que se colocaran en los respectivos módulos, tal cual se iba habilitando.

Se necesitaron vigas transversales para que se apoyaran en los listones de madera, las cuales fueron colocadas encima de cada módulo metálico previamente, y recién sobre ella, realizar el encofrado para el fondo de la losa en arco. Debido a ese requerimiento, se solicitó el diseño de estas vigas a la empresa EFCOFORM, los cuales más adelante se convertirían en los proveedores de la estructura provisional para la losa superior. Esta empresa ofertó el alquiler de unas vigas metálicas trapezoidales llamadas "E-Beam" de 4800m de longitud, para colocarlas en el fondo de la viga tipo arco con una separación de 300mm entre ellas, el detalle de estas vigas se aprecia en la figura N° 17.

Se consideró suministrar 104 vigas "E" de 4800mm, para que sea empleado de acuerdo a su requerimiento, siendo la fijación e instalación de las vigas a criterio de la contratista, para la cual se realizó el trazo de las vigas E-Beam en los listones de madera ubicadas en cada módulo del arco, siendo la separación máxima de estas vigas de 30cm. La colocación de las vigas E-Beam se realizó en forma simétrica, desde el centro de la luz hacia la margen derecha e izquierda, asegurándose primero con topes de madera para evitar desplazamientos, principalmente en los inicios de ambas márgenes y luego, atándose con alambres hacia los tubos de acero de los módulos, el empleo de los listones de madera para el encofrado se ilustra en la figura N° 18.

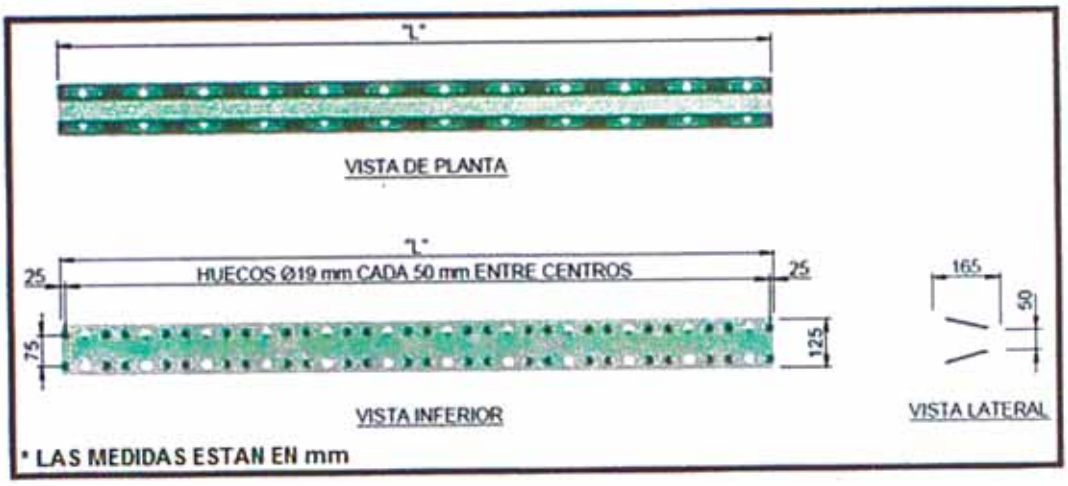


Figura N° 17 Detalle de la viga "E-Beam"

Fuente: Planos de diseño preliminar EFCO

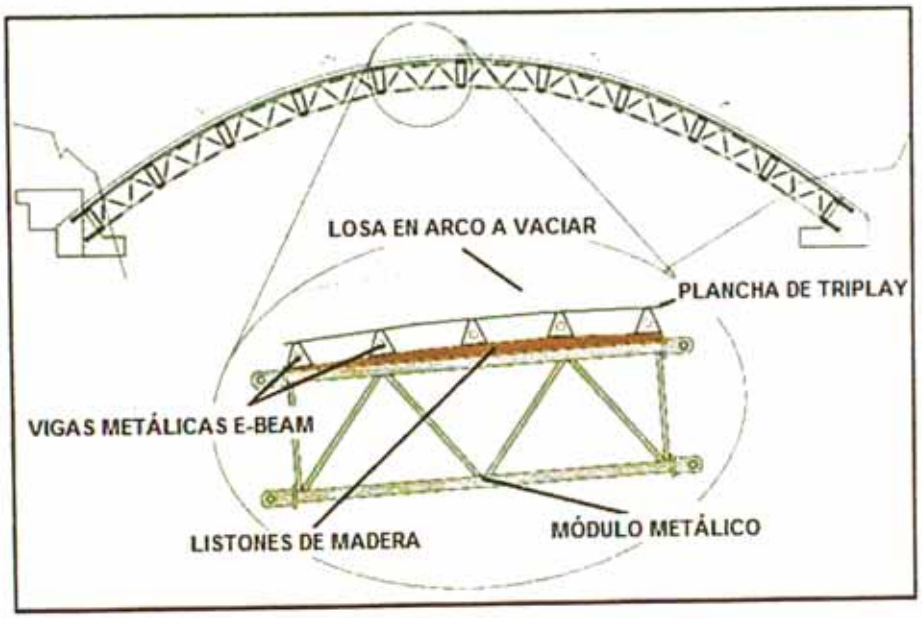


Figura N° 18 Empleo de listones de madera para el encofrado del arco

Fuente: Elaboración propia

Concluido la parte del acondicionamiento para el encofrado de la losa en arco, se procedió al encofrado para el fondo de la losa propiamente dicho. La compañía EFCOFORMS recomendó el uso del sistema de Paneles Manuales que consta de paneles como caras de contacto y accesorios como grapas para la unión de los mismos. EFCOFORMS propuso el empleo de paneles de 600x1200, para que se coloque de forma transversal al puente para que los pueda usar como encofrado de fondo de arco, estos se muestran en la figura N° 19.

Figura N° 19 Sistema de Paneles Manuales
Fuente: Planos de diseño preliminar EFCO

Aunque al final se terminó por emplear planchas de triplay de 2.50m x 1.25m pintada en los bordes y con laca desmoldante, en 13 tramos, 4 por cada uno, utilizándose en total: 13x4 = 52 planchas para el fondo de losa. Para la habilitación del encofrado lateral del arco, se emplearon frisos de 1.22m x 0.45m, 2 por tramo y en ambos lados (aguas arriba y aguas abajo), utilizándose en total: 26x2 = 52 paneles. Esta distribución de paneles se muestra en la figura N° 20.

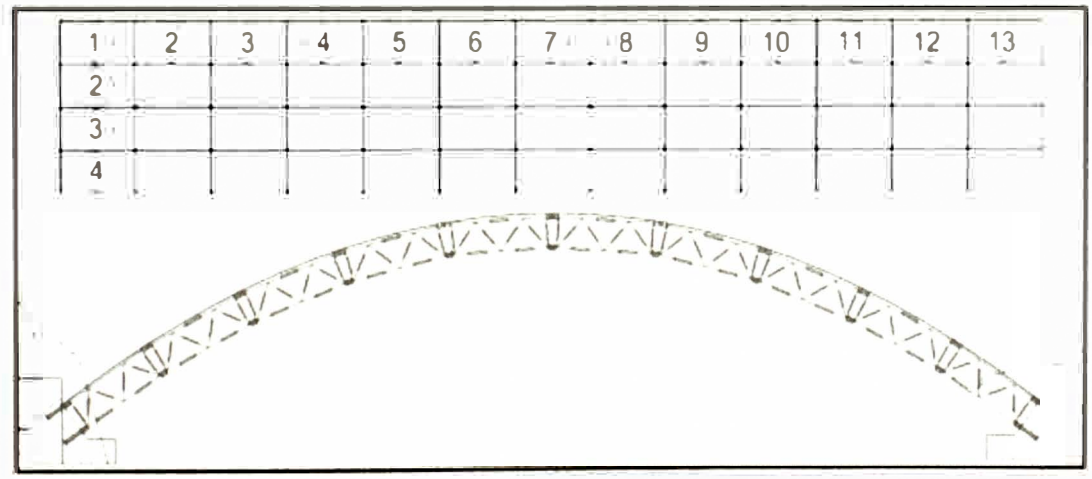


Figura N° 20 Vista en planta de la distribución de planchas para el encofrado
Fuente: Elaboración propia

- Acero de refuerzo y concreto para la losa en arco

La distribución del acero en la losa en arco se siguió de acuerdo a los planos estructurales teniendo en cuenta que se debe dejar el acero de refuerzo del inicio

de columnas previo a la articulación de las columnas en cada eje. En los puntos de control para la inspección en la colocación del acero se consideraron los recubrimientos, longitud de traslape, espaciamientos, etc., debido a que la losa en arco es la actividad con mayor dificultad en toda la obra.

Concluida la colocación del acero y los frisos del encofrado, se procedió al planeamiento para el vaciado del concreto de f'c=280Kg/cm^2 para la losa en arco. Se armó unos andamios a base de troncos de madera en cada margen del arco para el desplazamiento de buggis durante el vaciado. Se dispuso de 2 mezcladoras de tolva operativas, empleados en cada margen, 3 vibradores de concreto.

De acuerdo al diseño de mezcla de concreto, para un volumen de 60m3 de concreto necesarios para la losa en arco, se empleó un volumen de 40m3 para piedra, 30m3 para la arena y 625 bolsas de cemento, además de 2 cilindros de aditivo acelerante, uno en cada margen. Se dejaron unos insertos de alambre #8 para la colocación de largueros para el encofrado de las articulaciones en cada eje donde irán las columnas, así como para apoyos de tornapuntas de estas. El vaciado del concreto se realizó de forma simétrica desde ambas lados, de manera que no haya una excesiva diferencia de carga sobre los arcos metálicos modulares montados. Durante esta actividad, se empleó reglas de madera de longitud 4.50 m para la nivelación del concreto, asi como biseles de 1"x1" para los bordes inferior y superior del arco.

Una vez concluido la losa en arco de concreto, se procede a elevar las columnas intermedias encima del arco, cinco en total, siendo primero necesarios el correcto encofrado y vaciado de las articulaciones en cada columna, respetando el diseño estructural. Este diseño nos dice que toda estructura a construir encima del arco del concreto, deberán ejecutarse después de obtener el 90% de la resistencia del concreto, la cual se llega a los 14 días en condiciones normales.

A continuación se muestran las fotos del N° 19 al N° 23 donde se describe el proceso del encofrado y vaciado de la losa en arco.

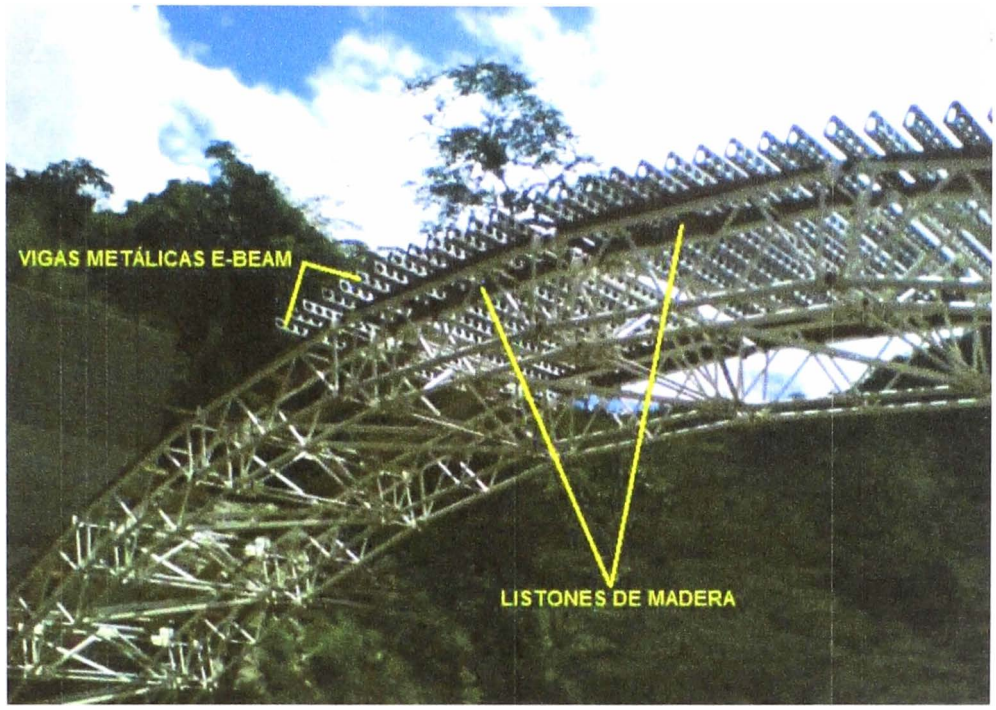


Foto N° 19 Colocación de los listones de madera y vigas E-Beam en los módulos

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 20 Colocación de los paneles y frisos para el vaciado del concreto

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 21 Colocación del acero en la losa en arco

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 22 Vaciado de la losa en arco de concreto

Fuente: Elaboración propia

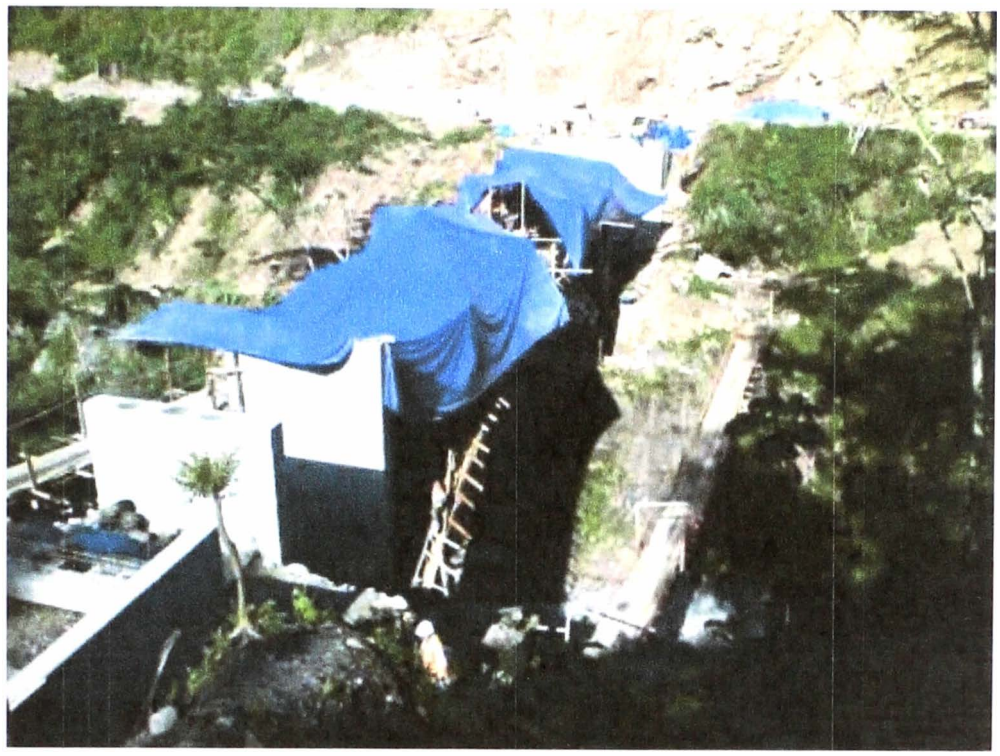


Foto N° 23 Colocación de toldos en caso de lluvias

Fuente: Elaboración propia

e) Vaciado de las columnas o placas de concreto

Según el diseño estructural de las columnas de concreto que van encima de la losa en arco, estas se elevan encima de unas articulaciones hechas de mortero

- Encofrado y mortero de articulaciones

Para el encofrado de la articulación se utilizó planchas de triplay de 19mm de espesor, sujetados por unos bastidores de madera de 2" x 3" de altura variable que estaban apoyados en el concreto del arco ubicados en cada arranque de placas; estos bastidores deben conservar la misma cota superior, ya que será la base del encofrado de la parte superior de la placa. A su vez, se arriostraron con pernos de diámetro 5/8" colocadas cada 0.40m, las cuales a su vez, se colocaron en una funda de tubo PVC de 3/4" Además se habilitaron cuñas parabólicas de madera tornillo laqueadas 2" x 6" para el encofrado del mortero que se colocará en la articulación.

El mortero empleado en las articulaciones fue de f'c=280Kg/cm², y previo a ello, se tuvo que vaciar concreto desde el nivel de la losa en arco hasta el nivel donde empieza la articulación, especificado en los planos estructurales. El acero de refuerzo en las columnas sirve como amarre con la articulación.

- Encofrado y concreto de las columnas

Encofrar una columna o placa de concreto es típico y es por esto que resulta comprensible obviar el detalle de la construcción de estos elementos, por lo que solo se muestra exposiciones fotográficas al respecto. Para el vaciado del concreto en las columnas se utilizó una mezcla de f'c = 280 Kg/cm², la cual se efectuó por niveles.

A continuación se muestra las secuencias del encofrado y vaciado de las articulaciones así como la elevación de las columnas en las fotos N° 24 a la N° 28.

Foto N° 24 Encofrado de las articulaciones
Fuente: Elaboración propia

Foto N° 25 Vaciado de mortero en las articulaciones

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 26 Encofrado y colocación del acero en las columnas

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 27 Elevación de las columnas por tramos

Fuente: Elaboración propia

2.3 ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA SUPERIOR

2.3.1 Alternativas de ejecución

Se plantearon dos alternativas para definir el método constructivo:

- Empleando una estructura hecha totalmente de madera, utilizando cuartones de dimensiones considerables arriostrados adecuadamente en ambos sentidos, con un alto costo por la cantidad de madera a utilizar, debido a la poca disponibilidad de esos elementos en esa época del año, además de la mano de obra a incluir.

- Empleando una estructura metálica alquilada por un proveedor. Para ello se solicitó un diseño preliminar de esta estructura a la compañía EFCOFORMS, por lo que esta compañía ofertó lo siguiente:

a) Apuntalamiento para columnas

Para el apuntalamiento de las columnas, EFCOFORMS sugirió el empleo de puntales telescópicos, las cuales se pueden apoyar hacia la viga en arco que se encuentra en la parte inferior. Con estos sistemas se pueden armar puntales, para soportar y alinear las columnas ya vaciadas, tal como se puede apreciar en la figura N° 21.

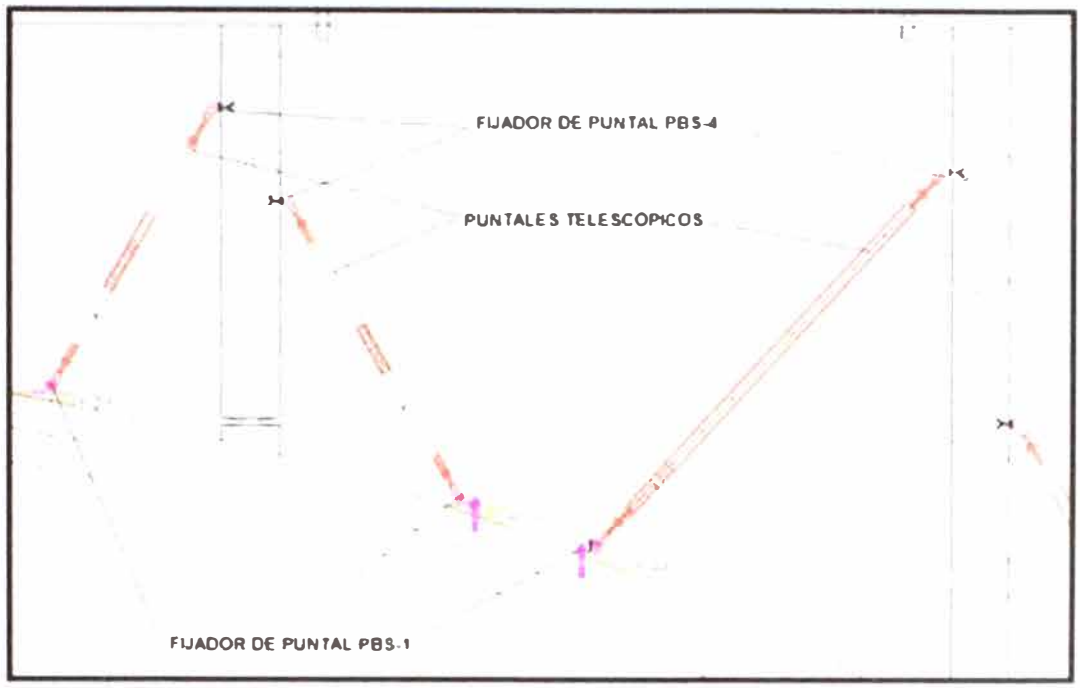


Figura N° 21 Puntales Telescópicos HD
Fuente: Planos de diseño preliminar EFCO

b) Apuntalamiento para la losa superior – Sistema EZ-Deck

Para el apuntalamiento de la superestructura, EFCOFORMS sugirió el sistema EZ DECK, el cual consta de 05 elementos básicos (postes, marcos, gatos, cabezales y vigas). Con este sistema se puede armar un apuntalamiento de alturas variables de 2.25 en algunos paños y hasta 7.50 en otros.

Este apuntalamiento se puede apoyar sobre la viga tipo en arco, que tiene 4.00m de ancho y transversalmente consta de cuatro apoyos separados cada 1.20m, sobre los cuales se colocara una viga primaria conformada por vigas dobles Súper Stud o Z-Beam, ver detalle en la figura N° 22, para soportar el volado de 1.95, hasta el extremo del puente. Sobre estas vigas primarias se coloca una plataforma conformada por vigas E-Beam, sobre los cuales a su vez se apoya el fondo del puente.

Es importante señalar que para el uso de estos u otros equipos en el montaje de la estructura provisional para la losa superior, se garantizó que el arco de concreto tenga la consistencia suficiente y ser capaz de soportar el peso que transmitirá todo el sistema para soportar la superestructura del puente.

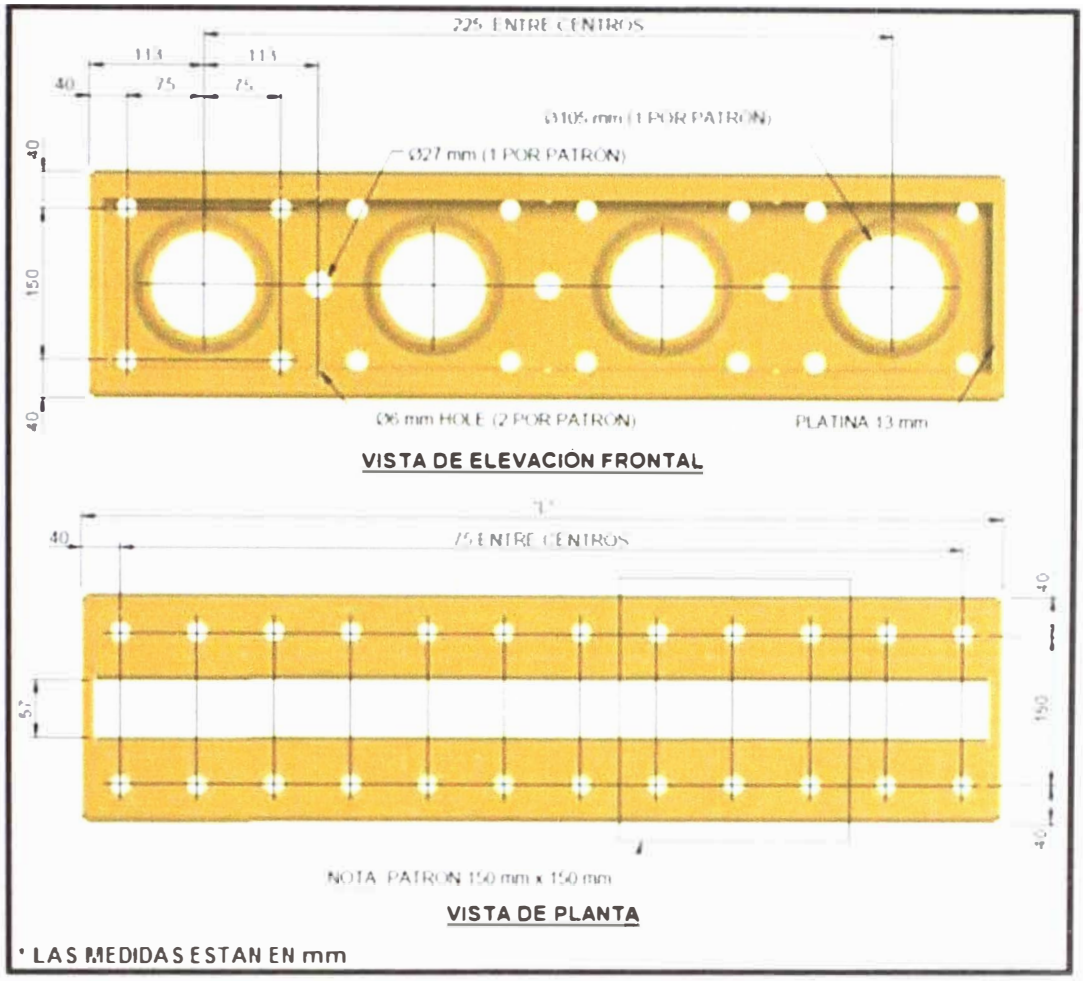


Figura N° 22 Detalle de la viga "Súper Stud"

Fuente: Planos de diseño preliminar EFCO

En la figura N° 23 se ilustra el sistema E-Z Deck con los 5 elementos que lo conforman.

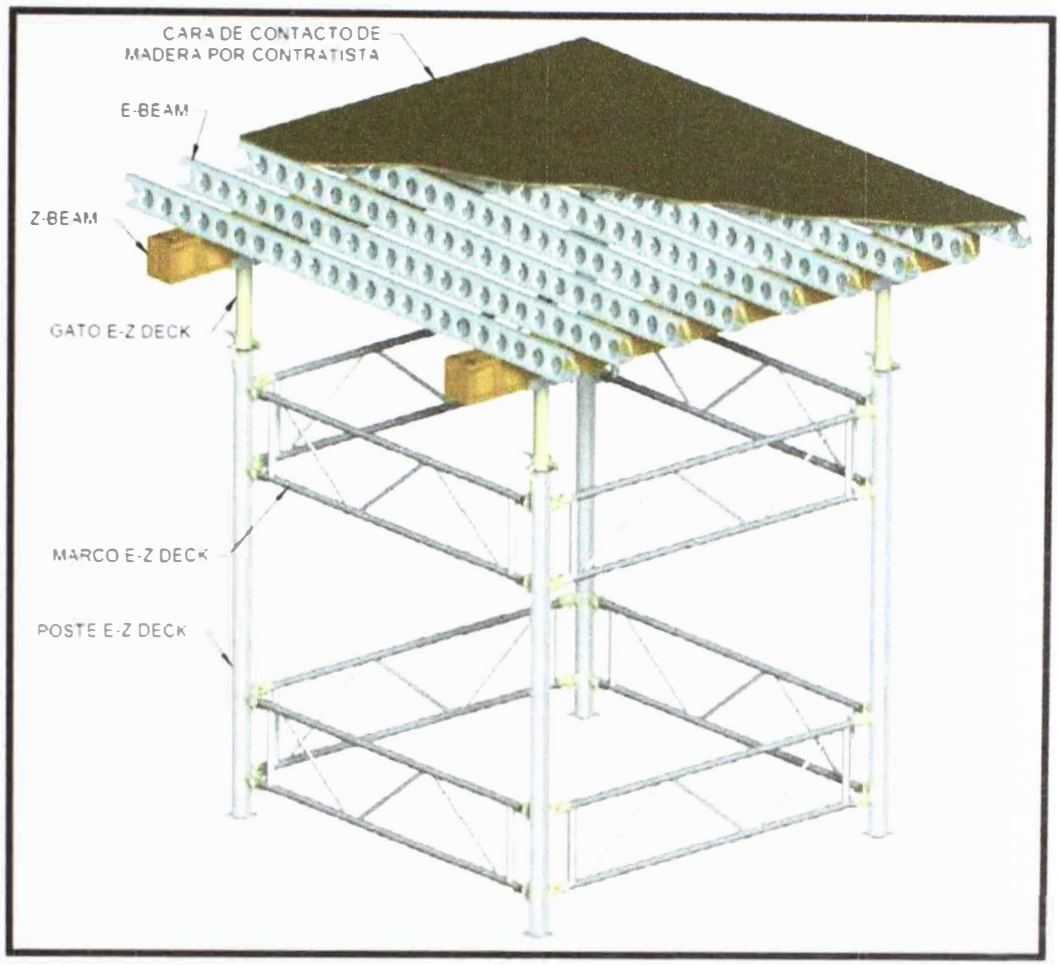


Figura N° 23 Sistema EZ Deck

Fuente: Planos de diseño preliminar EFCO

2.3.2 Planeamiento

a) Diseño

Luego de un análisis de técnico – económico de las alternativas de las estructuras provisionales para la losa superior se optó por un sistema de encofrado que se alquiló de un proveedor. La compañía EFCO se encargó de realizar el diseño definitivo de todo el sistema, el cual estuvo constituido de:

- Apuntalamiento de las columnas, empleando puntales telescópicos HD
- Apuntalamiento de la losa superior, utilizando el sistema EZ-Deck.

b) Trabajos preliminares

Se acondicionó el área apropiada que se encuentra fuera del arco de concreto, entre los pilares de los ejes 0 y 2 en la margen izquierda y entre los ejes 8 y 9 en

la margen derecha, compactando y reforzando el terreno que servirá como apoyo para la instalación de las torres EZ-Deck.

Para la instalación de las torres EZ-Deck encima del arco de concreto, se emplearon cuñas de madera para que las torres se logren adaptar a la curvatura de la losa en arco de concreto, para la cual se hizo el acondicionamiento y corte de los troncos de madera de acuerdo a lo requerido en cada tramo del arco. Esto también se realizó para la instalación de los puntales telescópicos. Además de la instalación de los anclajes encima de la losa del arco que sirvieron como topes para los puntales telescópicos.

c) Montaje de la estructura

El montaje de esta estructura se hizo de forma manual únicamente, siendo el armado de las torres EZ-Deck de abajo hacia arriba, sin la necesidad de alguna grúa o algún otro tipo de maquinaria para izaje. Estas torres se ensamblaron a través de pernos y tuercas, teniéndose especial cuidado en el espaciamiento y distribución de estos en cada unión de elementos EFCO que componen la torre EZ-Deck. Este montaje consta de tres fases:

- 1° fase: se apuntalaron las columnas entre los ejes 3 y 4, 5 y 6, 7 y 8. Seguidamente se ensamblaron las torres entre los ejes restantes
- 2° fase: se apuntalaron las columnas entre los ejes 2 y 3, 4 y 5, 6 y 7. Luego se retiraron los puntales que se instalaron en la fase anterior, esto para no obstruir el armado de las torres en esos tramos que se realiza inmediatamente después.
- 3° fase: concluido el armado de las torres en todos los tramos encima y fuera del arco de concreto, se reapuntaló las columnas entre los ejes 3 y 4, 5 y 6, 7 y 8

d) Desmontaje de la estructura

Se tendrá en cuenta las especificaciones técnicas en la que manifiesta que el costado de las vigas se podrá desencofrar a las 24 horas, columnas 7 días, y losas 14 días. Además de la resistencia adquirida por el concreto en la cual tenga una resistencia mínima del 85% de la resistencia final. Para el desencofrado de la losa se tuvo en cuenta las recomendaciones de la empresa EFCO.

Se aflojó pausadamente la presión sobre los postes a través de los mecanismos inferiores de dichos sistemas hasta obtener el espacio suficiente que permita retirar el encofrado debajo de la losa y así sucesivamente retirando las soleras y vigas, el cual también permitió hacer el desencofrado de la vereda.

Se tuvo en cuenta la seguridad del personal, la seguridad de los encofrados al retirarlos, para lo cual se utilizaron los medios y equipos adecuados que permitan un desencofrado seguro y sin riesgos a satisfacción de la supervisión.

Cuadro N°05 EDT de la estructura provisional para la losa superior

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Programación y cronograma

a) Mano de obra

En la zona no existe mano de obra calificada con experiencia en montajes de estructuras metálicas, por lo que se consideró contratar mano de obra especializada en estos trabajos de la ciudad de Lima, quienes ya tenían experiencia en el montaje de estructuras con la misma compañía.

Personal mínimo requerido en obra:

- 01 Capataz especialista en montaje y lanzamiento de estructuras.
- 01 Operario montajista con experiencia en estructuras metálicas.
- 03 Ayudantes montajistas con experiencia en estructuras metálicas.

b) Logística de materiales

- Cada elemento de la estructura metálica provisional para la losa superior es suministrado y alquilado por la compañía EFCO.
- Las herramientas menores se adquirirán en la ciudad de San Ramón, de acuerdo a las exigencias previstas del diseño.

c) Condiciones locales

La única vía de acceso a la obra es la carretera San Ramón – Vitoc, la cual presenta poco volumen de tránsito pero existen gran cantidad de pequeñas quebradas que en días lluviosos, obstruye y dificulta el adecuado tránsito.

d) Condiciones de acceso y climatología

Para acceder al lugar de la obra, se parte desde la ciudad de Lima por la ruta 020 PTE. STA. ANITA – MATUCANA – LA OROYA, luego se recorre la ruta 020A LAS VEGAS – TARMA – SAN RAMON en la dirección hacia Chanchamayo recorriendo un total de 300km en un tiempo aproximado de 6 horas. La zona de la obra se encuentra en el km 13+500 de la carretera que va desde San Ramón hacia el distrito de Vitoc. Las condiciones climatológicas son severas en la zona, el periodo de lluvias característico es desde el mes de enero a marzo, por lo que se considera que entre estos meses, el ritmo de construcción de los puentes puede verse mermado debido a las condiciones climáticas.

e) Cronograma de actividades

Cuadro N° 06 Cronogram de a tividades: es ura provisional para la losa s erio

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J
	04-04-14	05-04-14	06-04-14	07-04-14	08-04-14	09-04-14	10-04-14	11-04-14	12-04-14	13-04-14	14-04-14	15-04-14	16-04-14	17-04-14	18-04-14	19-04-14	20-04-14	21-04-14	22-04-14	23-04-14	24-04-14	25-04-14	26-04-14	27-04-14	28-04-14	29-04-14	30-04-14	01-05-14	02-05-14
PUENTE AYNAMAYO L=45.00 m																												
II. ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA SUPERIOR																												
1. DISEÑO																												
1.1 Diseño conceptual																												
1.2 Diseño definitivo																												
2. TRABAJOS PRELIMINARES																												
2.1 Cuñas de madera																												
2.2 Anclajes sobre el arco																												
3. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA																												
3.1 Puesta en obra																												
3.2 Apuntalamiento para losa																												
3.2 Apuntalamiento para columna																												

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	L	M	K	J	V	S	D
	02-06-14	03-06-14	04-06-14	05-06-14	06-06-14	07-06-14	08-06-14
PUENTE AYNAMAYO L=45.00 m							
II. ESTRUCTURA PROVISIONAL PARA LA LOSA SUPERIOR							
4. DESMONTAJE DE LA ESTRUCTURA							

Fuente: Elaboración propia

f) Relación de equipos, herramientas y accesorios

En las siguientes tablas detallaremos la lista de herramientas y/o equipos específicos propuestos por EFCO en su diseño para el apuntalamiento del tablero superior y en las figuras N° 24 a la figura N° 26 se ilustran estos elementos en el puente del proyecto.

EQUIPOS EFCO PARA APUNTALAMIENTO DEL TABLERO			
DESCRIPCIÓN	Und	DESCRIPCIÓN	Und
E-Beam de 2100mm	98	Llave 32mm	6
E-Beam de 4200mm	50	E-Z Deck Poste de 1320mm	12
E-Beam de 4500mm	104	E-Z Deck Poste de 1830mm	16
Super Stud de 3600mm	96	E-Z Deck Poste de 2660mm	24
Super Stud de 1800mm	48	E-Z Deck Poste de 3490mm	8
Angulo Exterior Cr de 5'-0"	48	E-Z Deck Gato corto	36
E-Z Deck Cabezal A Super Stud	48	E-Z Deck Gato largo	48
E-Z Deck Marco de 1220mm	64	E-Z Deck Arandela de plástico	168
Perno R-Rap 19x38mm	500	E-Z Deck Retenedor de gato	84
Perno R-Rap 19x50mm	2225	E-Z Deck Llave p/gato c/ext.	2
Tuerca R-Rap 19mm	2725	E-Z Deck Marco de 3050mm	44

Tabla N° 01 Equipos encima de la losa en arco para el apuntalamiento del tablero

Fuente: Elaboración propia

EQUIPOS EFCO PARA APUNTALAMIENTO DEL TABLERO			
DESCRIPCIÓN	Und	DESCRIPCIÓN	Und
E-Beam de 2100mm	14	E-Z Deck Poste de 1320mm	12
E-Beam de 4200mm	75	E-Z Deck Poste de 1830mm	6
E-Beam Clip Apt.	39	E-Z Deck Poste de 2660mm	12
Super Stud de 3600mm	48	E-Z Deck Poste de 3490mm	6
Super Stud de 1800mm	24	E-Z Deck Gato largo	38
Perno R-Rap 19x38mm	180	E-Z Deck Arandela de plástico	76
Perno R-Rap 19x50mm	1125	E-Z Deck Retenedor de gato	38
Perno 13x40 c/tuerca (50)	1	E-Z Deck Llave p/gato	1
Tuerca R-Rap 19mm	1305	E-Z Deck Cabezal A Super Stud	38
Angulo Exterior Cr de 5'-0"	24	E-Z Deck Marco de 1220mm	34
Llave 32mm	4	E-Z Deck Marco de 3050mm	25

Tabla N° 02 Equipos fuera de la losa en arco para el apuntalamiento del tablero

Fuente: Elaboración propia

EQUIPOS EFCO PARA APUNTALAMIENTO DE COLUMNAS	
DESCRIPCIÓN	**Und**
Perno R-Rap 19x100mm	72
Perno R-Rap 19x125mm	36
Tuerca R-Rap 19mm	108
Puntal Telesc. 1500-2700mm HD	12
Puntal Telesc. 3600-6100mm HD	24
Fijador de puntal Pbs-1	24
Fijador de puntal Pbs-4	48

Tabla N° 03 Equipos para el apuntalamiento de las columnas

Fuente: Elaboración propia

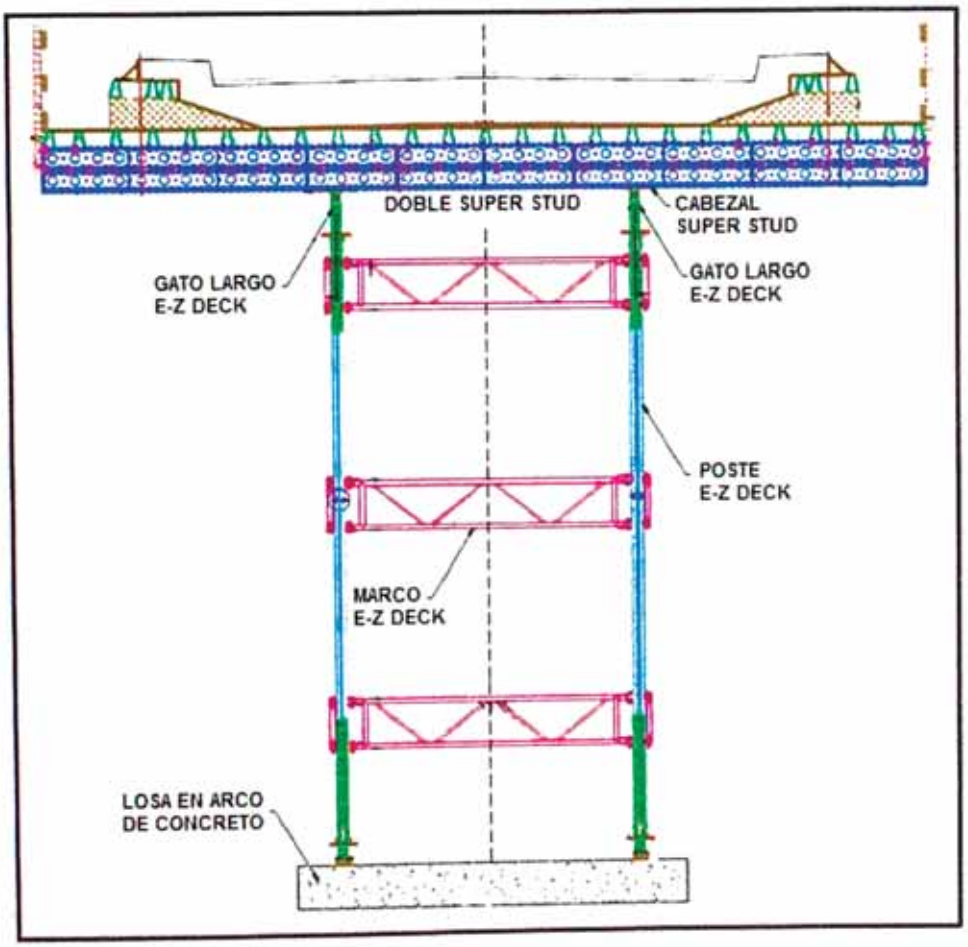


Figura N° 24 Elementos de la estructura provisional – Sección transversal

Fuente: Planos de diseño definitivo EFCO

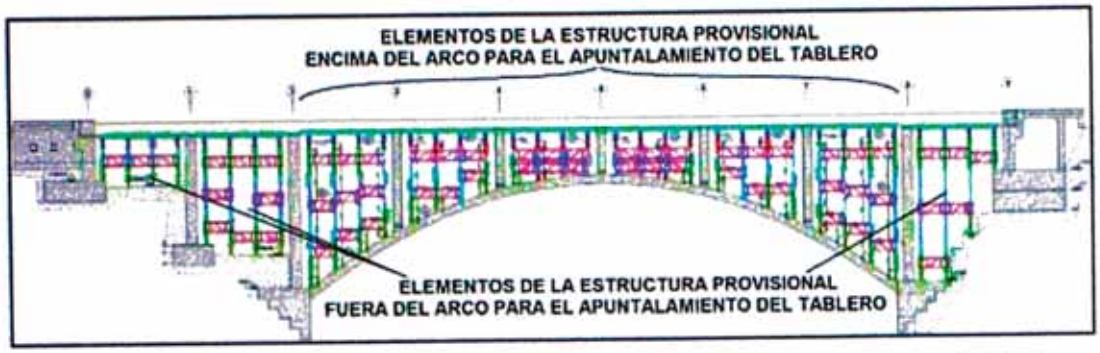


Figura N° 25 Elementos de la estructura provisional para el apuntalamiento del tablero

Fuente: Elaboración propia

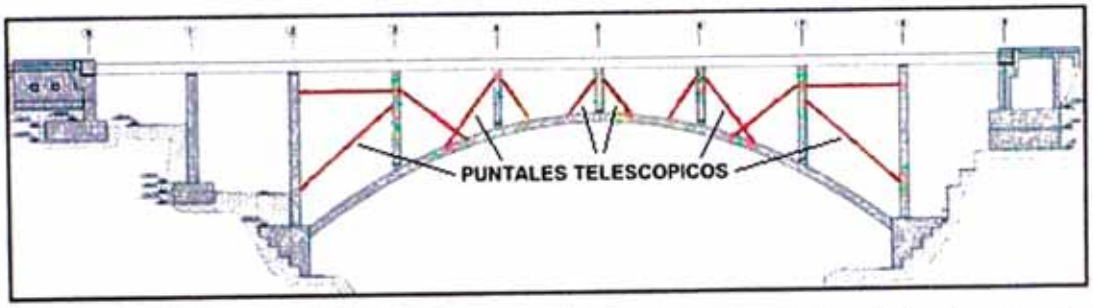


Figura N° 26 Elementos de la estructura provisional para el apuntalamiento de columnas

Fuente: Planos de diseño definitivo EFCO

2.3.4 Procedimiento constructivo

a) Montaje de la estructura

Concluida la puesta en obra del material por parte de EFCO, se procedió a realizar el montaje según lo descrito en los planos de montaje dados por la misma compañía, en los que indica la secuencia del armado de las torres y de los apuntalamientos para las placas o columnas.

Previo al montaje de la estructura provisional, se tuvo en cuenta lo siguiente:

a) El contratista se hizo responsable de asegurar que el montaje, uso y mantenimiento de los equipos y materiales indicados en los planos se haya realizado conforme con todas las leyes, regulaciones, ordenanzas y/o códigos vigentes. Además de la exactitud y suficiencia de detalles y dimensiones en la obra.

b) Todos los planos de montaje fueron revisados por el ingeniero residente para verificar la exactitud con respecto a los planos y especificaciones del proyecto.

c) Las capacidades de carga indicadas para los equipos sujetos al concreto mediante perforaciones o elementos empotrados en el mismo dependen esencialmente de la resistencia y calidad de este, por ello, el ingeniero residente verificó que el concreto posea las caracteristicas necesarias para soportar las cargas a las que será sometido.

d) El contratista se hizo responsable de informar a todo el personal involucrado en el uso correcto de los equipos para el montaje de la estructura, además de toda la información contenida en los planos de diseño de la estructura provisional y asegurar que hayan sido entendidas.

e) La modificación o reparación de un componente cualquiera de la estructura provisional equipo debe ser autorizada por la misma compañía y ser efectuada por personal calificado.

f) Todo el equipo de propiedad del contratista fue inspeccionado por el usuario antes del montaje. Se descartó equipos con daños estructurales.

Durante la ejecución de los trabajos de montaje, se tuvo en cuenta lo siguiente:
a) Se tuvo que idear un sistema de apoyo para la estructura provisional encima de la losa en arco, debido a que la curvatura de la misma no permitía un asentamiento adecuado de la estructura. Por lo que se ideó colocar cuñas de madera diseñado de diferentes dimensiones para cada tramo encima del arco tanto para las torres E-Z Deck, como para los puntales telescópicos que se utilizaron en el apuntalamiento de las columnas, tal como se ilustra en la figura N° 27. Este sistema de apoyo se ideó de manera que brinde seguridad y que no falle cuando la estructura provisional, una vez armada, soporte su propia carga y la del concreto fresco del tablero superior.

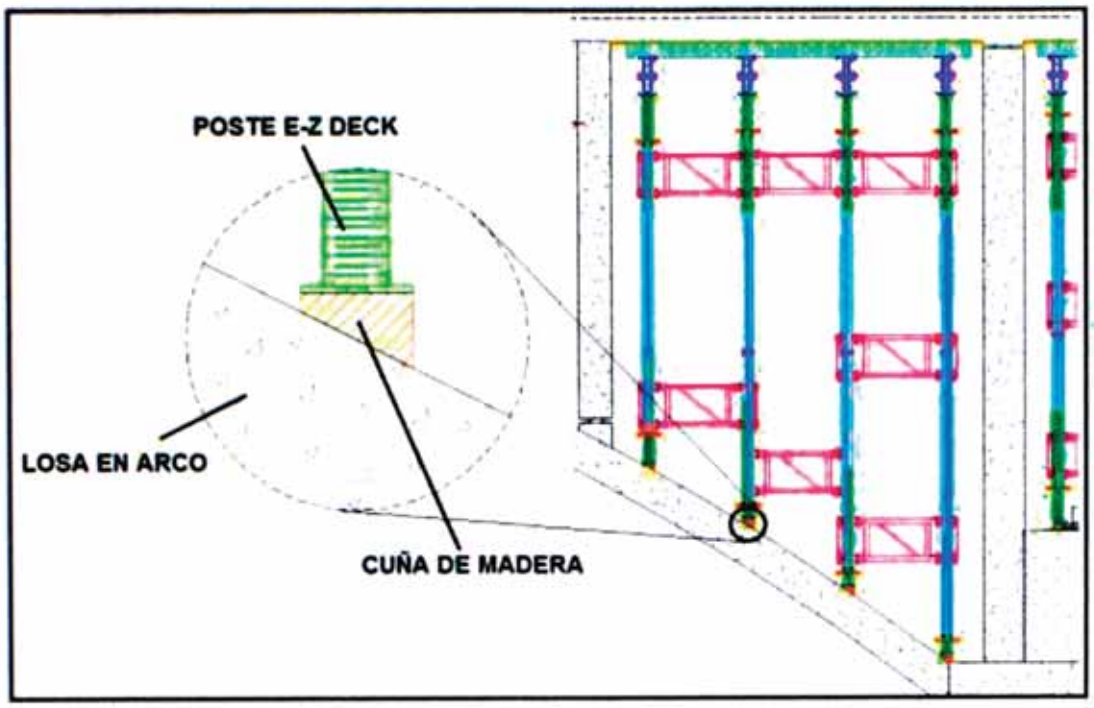


Figura N° 27 Sistema de apoyo para la estructura provisional encima del arco
Fuente: Planos de diseño definitivo EFCO

b) El diseño de arriostramiento horizontal solo tomó en cuenta el 2% del peso propio total de losa y encofrado, mas no la fuerza sísmica, por tal, no incluye el análisis ni diseño sismorresistente.

c) Se aseguró que el nivel del encofrado de losa este arriostrado en todas las direcciones a elementos estructurales vaciados previamente, como son los pilares.

d) Los E-Beams bajo losa se distribuyeron cada 375mm como máximo, se colocaron centrados respectos a los postes, al igual que las vigas Super Stud. Estos se empernan a las Super Stud en cada unión con perno rosca rápida de 19mm de diámetro con tuerca y con clip E-Beam en donde los agujeros de las E-Beams y Super Studs no coincidan, tal como se muestra en la figura N° 28.

El procedimiento del montaje de la estructura provisional se describe en los planos de montaje mostrados en los anexos en la parte final de la presente tesis.

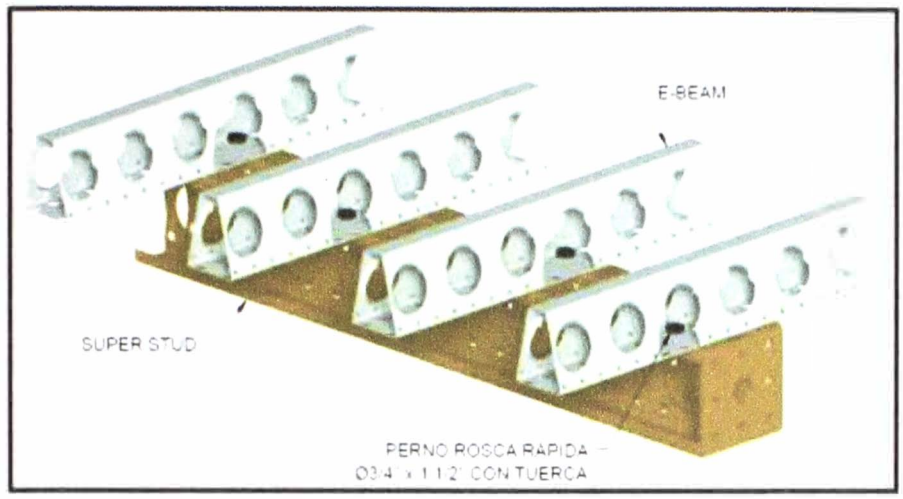


Figura N° 28 Empernado de E-Beams

Fuente: Planos de diseño definitivo EFCO

La puesta en obra de los elementos EFCO, el montaje de la estructura y el reforzamiento de los apoyos con cuñas y tablones de madera se pueden apreciar en las fotografías siguientes.

Foto N° 28 Puesta en obra de los elementos EFCO

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 29 Inicio del montaje de la estructura provisional

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 30 Sistema E-Z Deck para el apuntalamiento del tablero

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 31 Sistema E-Z Deck montado completamente en un tramo

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 32 Empleo de cuñas de madera para el apoyo de los gatos

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 33 Reforzamiento del apoyo con tablones de madera

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 34 Vista panorámica de la estructura provisional montada

Fuente: Elaboración propia

b) Vaciado de la losa superior

- Encofrado de la losa superior o tablero

Finalizado el trabajo del montaje de la estructura provisional EFCO, se procedió al encofrado de la losa superior con paneles similares a lo usado para la losa en arco, teniendo en cuenta:

- El apoyo de neopreno compuesto (dureza 60) ubicados en los ejes 0, 1, 2, 8 y 9 (4 por cada eje).
- Los dispositivos sísmicos ubicados en los estribos (2 en la margen izquierda y 3 en la margen derecha)
- Los tubos de drenaje de PVC ϕ3", para lo cual se debió realizar unas perforaciones en la base del encofrado para su respectiva colocación. Estos tubos están destinados a evacuar rápidamente el agua de la superficie de la calzada, a fin de evitar el deterioro de la misma y de crear condiciones inseguras para el tráfico vehicular. Estos elementos son de 80 cm de longitud y van dispuestos cada 4m, las cuales se colocaron en la esquina formada por la losa y la vereda, según lo indicado en los planos.

- Acero de refuerzo y concreto de la losa superior

La distribución del acero en la losa o tablero superior se siguió de acuerdo a lo estipulado en los planos estructurales, verificándose con mucho cuidado, durante la inspección de la colocación del acero, cada punto de control establecido tales como recubrimientos, longitud de traslape, espaciamientos, etc., debido a que la losa superior es la última estructura importante y con la que se debe tener un cuidado especial durante todo el proceso de su construcción.

El concreto empleado en la losa superior fue de f'c=280Kg/cm^2. Se programó que el vaciado de concreto se empezara con el tramo central partiendo del eje del puente hacia los extremos, tal y como se indica en las figuras N° 29 y N° 30, y para ello se plantearon dos frentes de trabajo: una en la margen derecha, donde se empleó dos mezcladoras de tolva, y otra en la margen izquierda, donde se alquiló un carmix. El equipo se dispuso de esa forma porque se tenía previsto que el rendimiento del equipo alquilado sea mayor a las dos mezcladoras de tolva dispuestas en un extremo (se suponía que el rendimiento del carmix era de 9m^3/hora mientras que el de la mezcladora era 3m^3/hora aprox.). El vaciado por la

margen izquierda se retrasó un par de horas por unos problemas técnicos con el carmix.

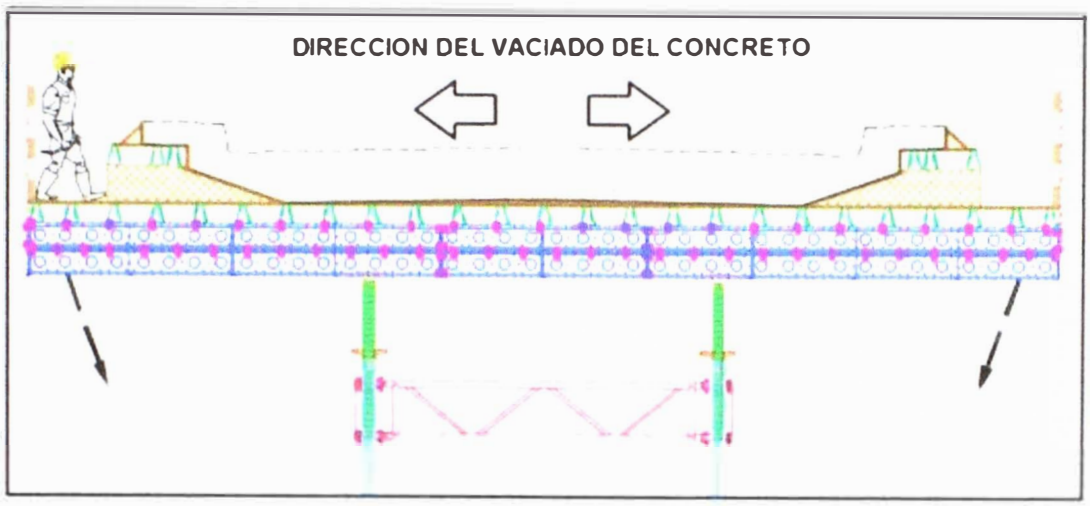


Figura N° 29 Sección transversal de la losa superior – vaciado del concreto
Fuente: Planos de diseño definitivo EFCO

Figura N° 30 Sección longitudinal de la losa superior – vaciado del concreto
Fuente: Elaboración propia

El tiempo de movilizado, acarreo, y maniobra en general, fue de 10 min aprox. esto debido por la poca área de movilización que tenia el carmix, y por la eficiencia del operario dando en total unos 40 min aprox. Según dosificación del concreto, se necesitaban 10.3 bolsas de cemento para $1m^3$ de concreto, por lo que con 24 bolsas, resulta 2.3 m^3. Con lo que el rendimiento del carmix es de $2.3m^3$ en 40 min = $3.45m^3$/hora, solo un poco más del rendimiento de una mezcladora.

Teniendo en cuenta que el rendimiento de la máquina y del recurso humano descendería a medida que pase el tiempo realizando el vaciado además de la poca disponibilidad tecnológica que se contaba en obra, cabía la posibilidad de no poder terminar el vaciado en el tiempo previsto y tener que realizarlo en dos

etapas, y es por ello que se dispuso a negociar con la mano obrera, obteniendo un acuerdo y donde se pactó el vaciado continuo y en una sola etapa.

Es importante señalar que mientras se efectuaba el vaciado, siempre se tuvo que estar al pendiente de la estructura provisional: revisando las cuñas de apoyo y verificando que los pernos se encuentren ajustados, por seguridad de la estructura.

Pasada la medianoche, se concluyó el vaciado de la mitad de la losa correspondiente a la zona de la margen derecha. Y a partir de ese momento, se aumenta el rendimiento del vaciado en el otro frente, al unirse una de las mezcladoras con el carmix ya establecido en la frente de la margen izquierda. Se continuaron los trabajos del vaciado por más de dos turnos, produciéndose incluso una lluvia de magnitud considerable que retraso aún más el avance. Por todos estos inconvenientes que se suscitaron a lo largo del trabajo, el vaciado se extendió por más de 24 horas, pero con la satisfacción de concluirlo en una sola etapa.

En las fotos N° 35, 36 y 37 se muestran la instalación del encofrado y colocación del acero en la losa superior y veredas. En las fotos N° 38 al N° se ilustra la actividad del vaciado de concreto además del desmontaje de la estructura provisional para la losa en arco y para la losa superior.

Foto N° 35 Instalación del encofrado para la losa superior

Fuente: Elaboración propia

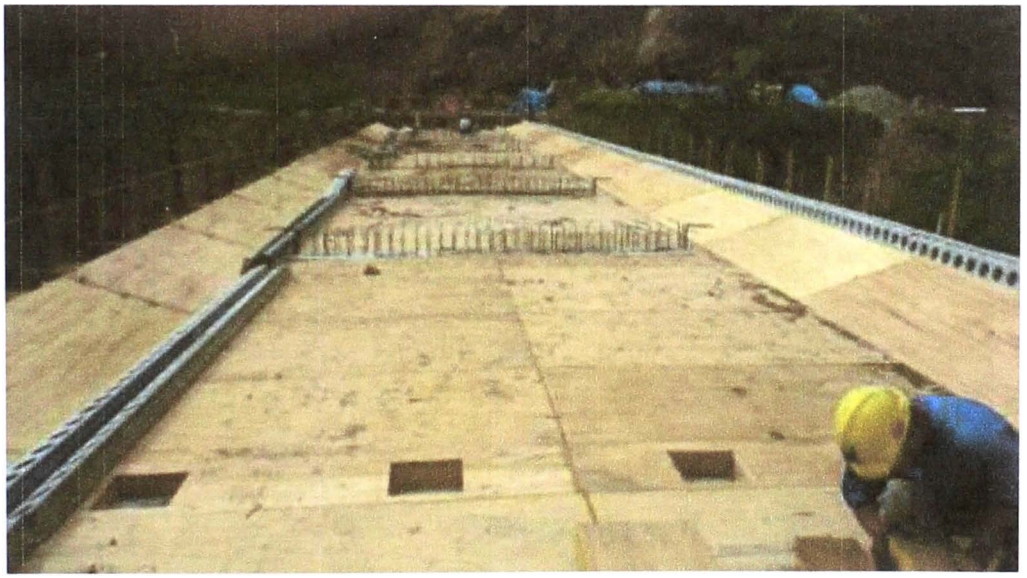


Foto N° 36 Instalación del encofrado para las veredas

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 37 Colocación del acero en la losa superior

Fuente: Elaboración propia

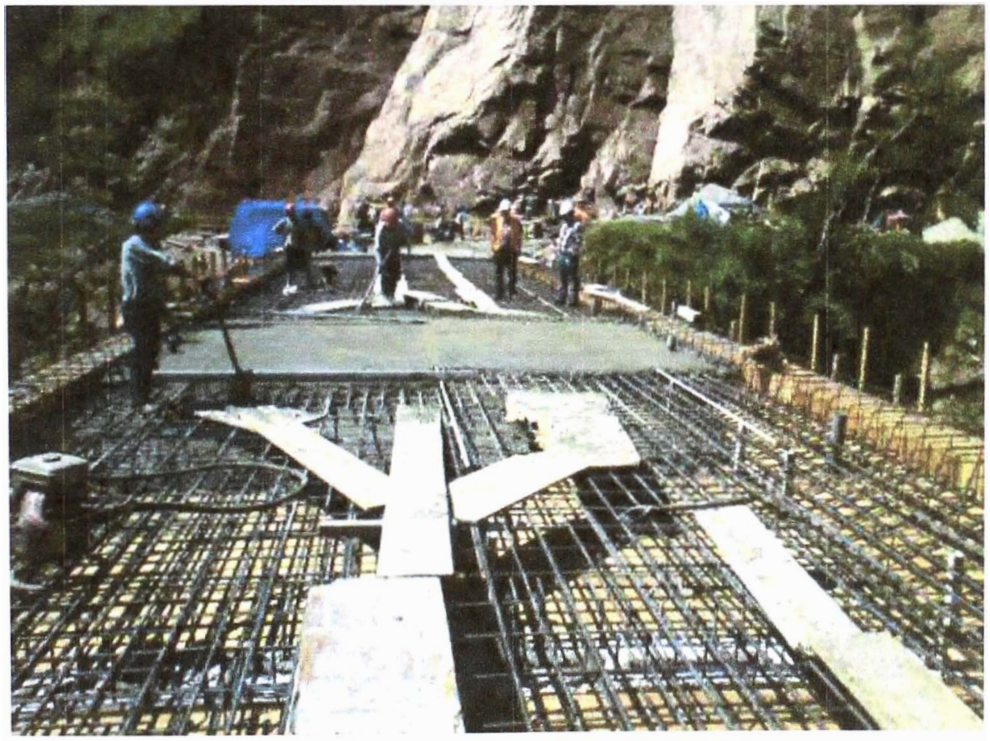


Foto N° 38 Vaciado del tramo central de la losa superior

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 39 Abastecimiento del concreto – margen derecha

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 40 Abastecimiento del concreto – margen izquierda

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 41 Vista panorámica de la losa superior concluido el vaciado

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 42 Sujeción de los módulos metálicos al arco de concreto para el desmontaje

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 43 Desmontaje de la estructura provisional para el arco de concreto – margen derecha

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 44 Desmontaje de la estructura provisional para el arco de concreto – margen izquierda

Fuente: Elaboración propia

d) Acabados, barandas, veredas y carpeta asfáltica

Esta etapa se constituye como la última del proceso constructivo y forma el perfil estético de la superestructura en general.

- *Barandas metálicas*

Este trabajo comprende la construcción de las barandas de acero estructural, a lo largo de las veredas del puente y el pintado de las superficies de las barandas con pintura epóxica de acuerdo a las especificaciones y a los planos correspondientes.

Los postes, pasamanos y barras longitudinales fueron de tubos de acero estructural. Los postes se llevaron a obra ya ensamblados y soldados de fábrica. Se instaló en primer lugar, la plancha de base, para luego encajar a través de pernos de anclaje y fijándose con tuercas, las barandas sobre este. Se debe limpiar la superficie a pintar de polvo, aceite y grasa. Se aplicó las capas de imprimante anticorrosivo y luego las de esmalte de acabado, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

- *Veredas*

Esta actividad comprende los trabajos necesarios para la ejecución de las veredas: el encofrado, la distribución del acero y el vaciado del concreto. El encofrado de la vereda se realizó conjuntamente con el encofrado de la losa superior. El acero se encuentra empotrada a la losa del tablero, por lo que se armó al mismo tiempo que se efectuó la distribución del acero en la losa superior. Para el vaciado de concreto para la vereda se empleó una mezcla de resistencia f'c=210Kg/cm², donde se fue frotachando y puliendo la superficie terminada. Durante este proceso, el acabado se aplicó en el concreto endurecido a manera de un piso de cemento frotachado de espesor 1.50cm. La cantidad de agua fue la mínima permitida para lograr una buena trabajabilidad, con la finalidad de obtener la máxima resistencia posible de la mezcla.

Se dio un acabado antideslizante de la superficie de las veredas y cuidando de obtener la pendiente de 2 % indicado en los planos correspondientes.

Foto N° 46 Instalación de las barandas metálicas

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 47 Colocación de la carpeta asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Foto N° 48 Vista panorámica del puente terminado

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE COSTOS

3.1 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

3.1.1- Costos Directos

Es la suma de los costos de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución del proyecto.

Estos costos que se analizan en cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto. Sin embargo, el efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud porque siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costos de una misma partida, ello debido a los diferentes criterios que se pueden asumir, así como a la experiencia del ingeniero que elabore los mismos.

Para el caso del proyecto de la presente tesis se consideró los siguientes aspectos:

a) Mano de Obra: Los costos de la Mano de Obra que han intervenido en la ejecución de las partidas de la obra han sido elaborados en base al acta de Negociación Colectiva en Construcción Civil 2013 – 2014 suscrita entre CAPECO y FTCCP. Teniendo vigencia de un año (desde 01 Junio de 2013 al 31 de Mayo de 2014).

b) Equipo Mecánico: Los costos utilizados corresponden a los costos de alquiler horario del equipo mecánico, según publicaciones especializadas (Revistas: Costos, Constructivo, etc.) y cuyas tarifas fueron calculadas en base a valores de elaboración y a criterios técnicos recopilados de las empresas propietarias de equipos y de los manuales de fabricantes, que han servido de base para la cotización actual en el mercado, en lo que se refiere a maquinaria nacional e importada.

La determinación de la tarifa contempló lo siguiente en sus costos:
- Costos de Posesión: Depreciación, interés de capital invertido, obligaciones tributarias, seguros y almacenaje.
- Costos de Operación: Mantenimiento y reparación, combustible, lubricantes, filtros, neumáticos o sistemas de tracción, operadores (incluyendo leyes sociales)

c) Materiales de Construcción: Se consideró los costos de los materiales puestos en obra, considerando el almacenamiento, manipuleo y merma de ser el caso; teniendo como centro de abastecimiento los siguientes lugares:
- Lima: Alambre, clavos, pernos, barra helicoidal c/accesorios, acero, cemento, madera, alcantarilla TMC, asfalto, aditivos, neopreno, madera, triplay, pintura, disolvente, tuberías, calamina.
- San Ramón: agregados

Los fletes fueron calculados tomando en cuenta el D.S. Nº 010-2006-MTC y su modificatoria N° 033-2006-MTC, que aprueba el estudio de "Metodología de Determinación de Costos para el Servicio Público de Transportes de Pasajeros en Ómnibus y de Carga en Camión".

d) Herramientas: Se consideró como costo por desgaste de herramientas el 3% del importe de la mano de obra.

e) Especificaciones Técnicas: Para las especificaciones generales, se tomó en cuenta las Especificaciones Técnicas Generales para Carreteras EG-2000. Las especificaciones particulares fueron propias para el presente proyecto.

f) Metrados: Corresponden a las obtenidos del estudio realizado en la zona según las unidades propias de medición para cada partida especifica y cuyos cálculos se sustentaron en las planillas de metrados y planos correspondientes, los cuales fueron reflejados con la mayor aproximación las cantidades reales de trabajo acorde a la necesidad de la obra.

3.1.2- Costos Indirectos:

En este grupo se encuentran todos aquellos que no han sido considerados como costos directos y que además no pueden aplicarse a una partida determinada,

sino al conjunto de la obra, pero que son indispensables para la ejecución de la obra. Para el proyecto de la presente tesis, y para cualquier otro en general, estos costos se dividen en:

a) Gastos Generales: Entre los componentes y costos considerados en este rubro, se consideraron a los gastos generales fijos, las cuales comprende gastos por campamentos, obras provisionales y gastos de licitación y liquidación. Y los gastos generales variables, que a su vez estos comprenden los gastos por dirección técnica y administrativa, así como gastos financieros y por seguros.

b) Utilidad: Es un porcentaje del costo directo del presupuesto que es percibido por el contratista, y que forma parte del movimiento económico general de la empresa con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

3.1.3- Presupuesto referencial:

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PUENTE				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	und	1.00	139,817.73	139,817.73
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ACCESOS (inicio de obra)	KM	0.39	1,082.01	421.98
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (Proceso Constructivo)	m2	5,704.35	5.84	33,313.40
01.01.04	LIMPIEZA Y DESBROCE	HA	0.72	2,988.94	2,152.04
01.01.05	FALSO PUENTE METALICO	GLB	1.00	167,756.61	167,756.61
01.01.06	REUBICACION DE POSTE DE CONCRETO	und	1.00	114.82	114.82
01.01.07	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	7.00	4,554.93	31,884.51
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO (Zona Selva)	m3	403.93	4.32	1,744.98
01.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA	m3	148.55	20.16	2,994.77
01.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	201.02	28.03	5,634.59
01.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	46.11	38.87	1,792.30
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=1.10 KM	m3	351.46	7.93	2,787.08
01.03	CONCRETO SIMPLE				
01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 (Zapata Pilar, Macizo, Falsa Zapata)	m3	75.68	304.05	23,010.50
01.03.02	MORTERO a/c =0.20 PARA PROTECCION DE BARRAS HELICOIDALES	m3	0.03	419.90	12.60
01.03.03	MORTERO a/c =0.20 PARA PROTECCION DE PLACA DE SUJECION	m3	0.03	419.90	12.60
01.04	CONCRETO ARMADO				
01.04.01	ENCOFRADOS				
01.04.01.01	ENCOFRADO Y DESENC. CARA NO VISTA EN SECO	m2	232.55	59.22	13,771.61
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENC. CARA VISTA EN SECO	m2	422.61	97.62	41,255.19

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.04.01.03	ENCOFRADO Y DESENC. CARA VISTA EN LOSA Y VIGA ARCO	m2	493.69	74.13	36,597.24
01.04.01.04	ENCOFRADO Y DESENC. CARA NO VISTA EN VEREDAS	m2	42.14	42.99	1,811.60
01.04.02	CONCRETO				
01.04.02.01	CONCRETO FC=280 KG/CM2	m3	204.07	378.75	77,291.51
01.04.02.02	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	168.56	358.29	60,393.36
01.04.02.03	MORTERO FC=280 KG/CM2	m3	0.40	354.46	141.78
01.04.03	ARMADURA DE REFUERZO				
01.04.03.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pantalla, Alas, Estribo Izquierdo)	kg	1,003.26	3.62	3,631.80
01.04.03.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pantalla, Cajon, Alas, Estribo Derecho)	kg	2,307.36	3.62	8,352.64
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pilares, Columnas, Viga Arco)	kg	10,199.84	3.80	38,759.39
01.04.03.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Losa)	kg	11,396.84	3.49	39,774.97
01.04.03.05	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Losa de Aproximacion)	kg	933.48	3.62	3,379.20
01.04.03.06	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Veredas)	kg	1,227.06	3.62	4,441.96
01.05	VARIOS				
01.05.01	BARANDAS METALICAS	m	91.60	525.30	48,117.48
01.05.02	APOYO DE NEOPRENE EN ESTRIBOS	und	8.00	673.91	5,391.28
01.05.03	APOYO DE NEOPRENE EN PILARES	und	12.00	673.91	8,086.92
01.05.04	ACABADO EN VEREDAS CEMENTO FROTACHADO E=1.5 cm. MORTERO C.A 1:2	m2	64.12	15.36	984.88
01.05.05	JUNTA EN LOSA DE APROXIMACION	m	14.28	38.77	553.64
01.05.06	JUNTA DE DILATACION EN DURMIENTE	m	7.00	252.27	1,765.89
01.05.07	TUBOS DE DRENAJE D=3", L=0.60M	und	22.00	31.62	695.64
01.05.08	RIEGO DE LIGA	m2	251.90	2.26	569.29
01.05.09	CARPETA ASFALTICA EN FRIO DE 2"	m2	251.90	30.90	7,783.71
01.05.10	BARRA HELICOIDAL A615 G75	m	15.80	46.57	735.81
01.05.11	TUBOS DE PVC D=2" PARA PROTECCION DE BARRAS HELICOIDALES	m	15.30	6.37	97.46
01.05.12	TUERCA DE FIJACION PARA BARRA HELICOIDAL	und	4.00	7.50	30.00
01.05.13	PLACA DE SUJECION PARA BARRA HELICOIDAL	und	4.00	7.64	30.56
01.05.14	DISPOSITIVOS SISMICOS	und	5.00	211.29	1,056.45
01.05.15	JUNTA DE DILATACION EN ESTRIBOS	m	11.00	218.92	2,408.12
01.05.16	PRUEBA DE CARGA	und	1.00	11,942.14	11,942.14
01.06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				
01.06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	7.10	351.19	2,493.45
01.06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS R-30	und	3.00	550.67	1,652.01
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS R-2	und	1.00	485.25	485.25
01.06.04	SEÑALES PREVENTIVAS	und	8.00	460.76	3,686.08
01.06.05	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA SEÑALES INFORMATIVAS	und	6.00	1,767.70	10,606.20
01.06.06	REUBICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS	und	1.00	33.62	33.62
01.06.07	GUARDAVIAS (INC. TERMINAL)	m	35.88	243.45	8,734.99
01.06.08	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	105.83	12.82	1,356.74
02	ACCESOS				
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN MATERIAL COMUN (ZONA SELVA)	m3	3,423.89	6.72	23,008.54
02.01.02	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN ROCA SUELTA (ZONA SELVA)	m3	12,151.95	16.36	198,805.90
02.01.03	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN ROCA FIJA (ZONA SELVA)	m3	6,031.20	22.28	134,375.14

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.01.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES (ZONA SELVA)	m3	118.47	3.25	385.03
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGADOR Y VOLQUETE D=1.10 KM	m3	15,740.06	7.93	124,818.68
02.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGADOR Y VOLQUETE D=0.10 KM	m3	5,860.00	6.39	37,445.40
02.01.07	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	2,302.57	0.87	2,003.24
02.01.08	CONFORMACION MANUAL DE CUNETAS EN ZONA DE CORTE	m	373.28	4.76	1,776.81
02.02	PAVIMENTOS				
02.02.01	CONFORMACION DE AFIRMADO E=0.15 m (ZONA SELVA)	m3	366.90	7.92	2,905.85
03	IMPACTO AMBIENTAL				
03.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORA Y CORRECTIVAS				
03.01.01	RETIRO Y COLOCACION DE TOP SOIL	m3	260.00	2.72	707.20
03.01.02	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	und	1.00	3,493.25	3,493.25
03.01.03	CHARLAS INFORMATIVAS Y MATERIALES	und	2.00	168.50	337.00
03.01.04	REFORESTACION DEL AREA DE CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS	HA	0.13	6,089.32	791.61
03.01.05	REFORESTACION DEL TALUDES	HA	0.19	6,089.32	1,156.97
03.01.06	ADQUISISCION DE CONTENEDORES	und	3.00	46.18	138.54
03.01.07	TRANSPORTE Y DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS	GLB	1.00	2,856.00	2,856.00
03.01.08	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21,951.52	4.93	108,220.99
03.01.09	SEÑALES AMBIENTALES	und	2.00	392.90	785.80
03.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL				
08.02.01	MONITOREO DE AGUA, AIRE, Y RUIDO	und	1.00	8,150.00	8,150.00
03.03	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS				
08.03.01	CONTINGENCIAS	GLB	1.00	10,022.12	10,022.12
03.04	PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA				
08.04.01	LIMPIEZA Y RESTAURACION DE CAMPAMENTO	m2	400.00	0.74	296.00
08.04.02	LIMPIEZA Y RECUPERACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	900.00	0.74	666.00
	COSTO DIRECTO				**1,525,496.44**
	GASTOS GENERALES		**28.85%**		**440,183.50**
	UTILIDAD		**10.00%**		**152,549.64**
	SUBTOTAL				**2,118,229.58**
	IGV		**18.00%**		**381,281.32**
	TOTAL PRESUPUESTO				**2,449,510.90**

Tabla N° 04 Presupuesto referencial

Fuente: Expediente técnico de obra

3.1.4- Presupuesto contractual:

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PUENTE				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	und	1.00	100,000.00	100,000.00
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ACCESOS (inicio de obra)	KM	0.39	1,082.01	421.98
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (Proceso Constructivo)	m2	5,704.35	5.84	33,313.40
01.01.04	LIMPIEZA Y DESBROCE	HA	0.72	2,988.94	2,152.04
01.01.05	FALSO PUENTE METALICO	GLB	1.00	167,756.61	167,756.61
01.01.06	REUBICACION DE POSTE DE CONCRETO	und	1.00	114.82	114.82
01.01.07	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	7.00	4,554.93	31,884.51
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO (Zona Selva)	m3	403.93	10.00	4,039.30
01.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA FIJA	m3	148.55	20.16	2,994.77
01.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	201.02	30.00	6,030.60
01.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	46.11	50.00	2,305.50
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=1.10 KM	m3	351.46	10.00	3,514.60
01.03	CONCRETO SIMPLE				
01.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 (Zapata Pilar, Macizo, Falsa Zapata)	m3	75.68	304.05	23,010.50
01.03.02	MORTERO a/c =0.20 PARA PROTECCION DE BARRAS HELICOIDALES	m3	0.03	419.90	12.60
01.03.03	MORTERO a/c =0.20 PARA PROTECCION DE PLACA DE SUJECION	m3	0.03	419.90	12.60
01.04	CONCRETO ARMADO				
01.04.01	ENCOFRADOS				
01.04.01.01	ENCOFRADO Y DESENC. CARA NO VISTA EN SECO	m2	232.55	59.22	13,771.61
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENC. CARA VISTA EN SECO	m2	422.61	97.62	41,255.19
01.04.01.03	ENCOFRADO Y DESENC. CARA VISTA EN LOSA Y VIGA ARCO	m2	493.69	74.13	36,597.24
01.04.01.04	ENCOFRADO Y DESENC. CARA NO VISTA EN VEREDAS	m2	42.14	42.99	1,811.60
01.04.02	CONCRETO				
01.04.02.01	CONCRETO FC=280 KG/CM2	m3	204.07	378.75	77,291.51
01.04.02.02	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	168.56	358.29	60,393.36
01.04.02.03	MORTERO FC=280 KG/CM2	m3	0.40	354.46	141.78
01.04.03	ARMADURA DE REFUERZO				
01.04.03.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pantalla, Alas, Estribo Izquierdo)	kg	1,003.26	4.00	4,013.04
01.04.03.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pantalla, Cajon, Alas, Estribo Derecho)	kg	2,307.36	4.00	9,229.44
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Pilares, Columnas, Viga Arco)	kg	10,199.84	4.00	40,799.36
01.04.03.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Losa)	kg	11,396.84	4.00	45,587.36
01.04.03.05	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Losa de Aproximación)	kg	933.48	4.00	3,733.92
01.04.03.06	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 (Veredas)	kg	1,227.06	4.00	4,908.24
01.05	VARIOS				
01.05.01	BARANDAS METALICAS	m	91.60	525.30	48,117.48
01.05.02	APOYO DE NEOPRENE EN ESTRIBOS	und	8.00	673.91	5,391.28
01.05.03	APOYO DE NEOPRENE EN PILARES	und	12.00	673.91	8,086.92
01.05.04	ACABADO EN VEREDAS CEMENTO FROTACHADO E=1.5 cm. MORTERO C.A 1:2	m2	64.12	15.36	984.88
01.05.05	JUNTA EN LOSA DE APROXIMACION	m	14.28	38.77	553.64

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.05.06	JUNTA DE DILATACION EN DURMIENTE	m	7.00	252.27	1,765.89
01.05.07	TUBOS DE DRENAJE D=3", L=0.60M	und	22.00	31.62	695.64
01.05.08	RIEGO DE LIGA	m2	251.90	2.26	569.29
01.05.09	CARPETA ASFALTICA EN FRIO DE 2"	m2	251.90	30.90	7,783.71
01.05.10	BARRA HELICOIDAL A615 G75	m	15.80	46.57	735.81
01.05.11	TUBOS DE PVC D=2" PARA PROTECCION DE BARRAS HELICOIDALES	m	15.30	6.37	97.46
01.05.12	TUERCA DE FIJACION PARA BARRA HELICOIDAL	und	4.00	7.50	30.00
01.05.13	PLACA DE SUJECION PARA BARRA HELICOIDAL	und	4.00	7.64	30.56
01.05.14	DISPOSITIVOS SISMICOS	und	5.00	211.29	1,056.45
01.05.15	JUNTA DE DILATACION EN ESTRIBOS	m	11.00	218.92	2,408.12
01.05.16	PRUEBA DE CARGA	und	1.00	20,000.00	20,000.00
01.06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				
01.06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	7.10	351.19	2,493.45
01.06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS R-30	und	3.00	550.67	1,652.01
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS R-2	und	1.00	485.25	485.25
01.06.04	SEÑALES PREVENTIVAS	und	8.00	460.76	3,686.08
01.06.05	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA SEÑALES INFORMATIVAS	und	6.00	1,767.70	10,606.20
01.06.06	REUBICACION DE SEÑALES PREVENTIVAS	und	1.00	33.62	33.62
01.06.07	GUARDAVIAS (INC. TERMINAL)	m	35.88	243.45	8,734.99
01.06.08	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	105.83	12.82	1,356.74
02	ACCESOS				
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN MATERIAL COMUN (ZONA SELVA)	m3	3,423.89	10.00	34,238.90
02.01.02	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN ROCA SUELTA (ZONA SELVA)	m3	12,151.95	16.36	198,805.90
02.01.03	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES EN ROCA FIJA (ZONA SELVA)	m3	6,031.20	22.28	134,375.14
02.01.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES (ZONA SELVA)	m3	118.47	4.00	473.88
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGADOR Y VOLQUETE D=1.10 KM	m3	15,740.06	8.00	125,920.48
02.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/CARGADOR Y VOLQUETE D=0.10 KM	m3	5,860.00	6.00	35,160.00
02.01.07	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	2,302.57	2.00	4,605.14
02.01.08	CONFORMACION MANUAL DE CUNETAS EN ZONA DE CORTE	m	373.28	10.00	3,732.80
02.02	PAVIMENTOS				
02.02.01	CONFORMACION DE AFIRMADO E=0.15 m (ZONA SELVA)	m3	366.90	10.00	3,669.00
03	IMPACTO AMBIENTAL				
03.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS MITIGADORA Y CORRECTIVAS				
03.01.01	RETIRO Y COLOCACION DE TOP SOIL	m3	260.00	2.72	707.20
03.01.02	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	und	1.00	3,493.25	3,493.25
03.01.03	CHARLAS INFORMATIVAS Y MATERIALES	und	2.00	168.50	337.00
03.01.04	REFORESTACION DEL AREA DE CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS	HA	0.13	6,089.32	791.61
03.01.05	REFORESTACION DEL TALUDES	HA	0.19	6,089.32	1,156.97
03.01.06	ADQUISISCION DE CONTENEDORES	und	3.00	46.18	138.54
03.01.07	TRANSPORTE Y DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS	GLB	1.00	2,856.00	2,856.00
03.01.08	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21,951.52	4.93	108,220.99
03.01.09	SEÑALES AMBIENTALES	und	2.00	392.90	785.80
03.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL				

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
08.02.01	MONITOREO DE AGUA, AIRE, Y RUIDO	und	1.00	8,150.00	8,150.00
03.03	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS				
08.03.01	CONTINGENCIAS	GLB	1.00	10,022.12	10,022.12
03.04	PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA				
08.04.01	LIMPIEZA Y RESTAURACION DE CAMPAMENTO	m2	400.00	0.74	296.00
08.04.02	LIMPIEZA Y RECUPERACION DE PATIO DE MAQUINAS	m2	900.00	0.74	666.00
	COSTO DIRECTO				**1,523,055.67**
	GASTOS GENERALES		**29.58%**		**450,502.63**
	UTILIDAD		**2.00%**		**30,461.11**
	SUBTOTAL				**2,004,019.41**
	IGV		**18.00%**		**360,723.49**
	TOTAL PRESUPUESTO				**2,364,742.90**

Tabla N° 05 Presupuesto contractual

Fuente: Propuesta técnica económica

Resumen:

Financiamiento: Recursos Ordinarios Tesoro Publico

Modalidad: Precios Unitarios

PRESUPUESTO REFERENCIAL		PRESUPUESTO CONTRACTUAL	
1. Puente	S/ 862,350.37	*1. Puente*	S/ 844,452.95
2. Accesos	S/ 525,524.59	*2. Accesos*	S/ 540,981.24
3. Impacto ambiental	S/ 137,621.48	*3. Impacto ambiental*	S/ 137,621.48
Total Costo Directo	S/ 1,525,496.44	Total Costo Directo	S/ 1,523,055.67
Gastos generales	S/ 440,183.50	Gastos generales	S/ 450,502.63
Utilidad (10%)	S/ 152,549.64	Utilidad (10%)	S/ 30,461.11
Parcial	S/ 2,118,229.58	Parcial	S/ 2,004,019.41
IGV (18%)	S/ 381,281.32	IGV (18%)	S/ 360,723.49
Total Presupuesto	**S/ 2,499,510.90**	**Total Presupuesto**	**S/ 2,364,742.90**

Tabla N° 06 Resumen presupuesto referencial y contractual

Fuente: Elaboración propia

3.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA PARTIDA FALSO PUENTE

3.2.1 Costo presupuestado:

Se presenta la tabla N° 07 donde se muestra el análisis de costos unitarios al detalle de la partida falso puente que se obtuvo del expediente técnico, siendo la misma que el contratista ofertó en su propuesta, basándose en la cotización de la estructura provisional por parte de la compañía ULMA.

A.C.U. PRESUPUESTADO				
Partida 01.01.05	**Falso Puente Metálico**			
Rendimiento: GLB/DIA				
Descripción Recurso	**Und.**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra				
Capataz	hh	19.20	20.93	401.86
Oficial	hh	192.00	13.81	2,651.52
Peón	hh	1,152.00	12.45	14,342.40
				17,395.78
Materiales				
Flete	Kg	96,350.00	0.10	9,635.00
Nudos especiales para el arco de las cerchas	GLB	1.00	27,948.00	27,948.00
				37,583.00
Equipos				
Herramientas manuales	%MO	3.00	17,395.78	521.87
Cables para izaje	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00
Soporte de tablero, torres Aluprop y vigas Ulmaflex	mes	2.00	23,648.22	47,296.44
Cerchas MK y vigas Ulmaflex	mes	2.00	31,379.76	62,759.52
Grua hiab s/camion de 5 ton.	hm	40.00	25.00	1,000.00
				112,777.83
	Costo unitario por: GLB			S/. 167,756.61

Tabla N° 07 Análisis de costos presupuestado para la partida "Falso puente"

Fuente: Expediente técnico de obra

3.2.2 Costo real ejecutado:

En la comparación de los A.C.U. de las partidas "Falso Puente" que involucra todo el sistema provisional para la superestructura del puente, se propone denominarlo **"Estructura provisional para la superestructura"** y además por el procedimiento descrito del montaje de toda la estructura, se propone fragmentar en dos sub partidas tal como se presenta en la tabla N° 08.

ITEM	DESCRIPCION	Und.	Metrado
01.01.05	**Estructura provisional para la superestructura**		
01.01.05.01	Estructura provisional para la losa en arco	GLB	1.00
01.01.05.01	Estructura provisional para la losa superior	GLB	1.00

Tabla N° 08 Propuesta de la partida "Estructura provisional para la superestructura"
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.1 Sub partida: Estructura provisional para la losa en arco

Comprende todas las estructuras necesarias para el montaje de los arcos metálicos modulares fabricados que se describió en el capítulo anterior.

a) Mano de obra

- Inicio del montaje de la estructura: 10/03/14
- Fin del montaje de la estructura: 23/03/14
- Duración: 2 semanas = 12 días laborables
- Cuadrilla: 1 operario + 3 oficiales
- Rendimiento: 1/12 Glb/día = 0.0833 Glb/día
- H-H operario: (8x1)/0.0833 = 96 h-h
- H-H oficial: (8x3)/0.0833 = 288 h-h
- H-H capataz: 10% H-H operario = 9.60 h-h

b) Materiales

Los materiales empleados en la elaboración de esta estructura metálica se describieron brevemente en el capítulo anterior, en la tabla N° 09 se detalla el metrado de esta estructura.

METRADO ARCOS METÁLICOS MODULARES					
MODULO INICIAL (4)	**Long (m)**	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
Tubo SCH80 3"	2.622	40.04	4	160.2	
Tubo SCH40 1 1/2"	0.822	3.33	4	13.3	
Tubo SCH40 1 1/2"	1.134	4.59	8	36.7	
Tubo SCH40 1"	0.508	1.27	7	8.9	
				219.1	876.4
MODULO INTERMEDIO (16)	**Long (m)**	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
Tubo SCH40 3"	2.822	31.86	4	127.4	
Tubo SCH40 1 1/2"	0.822	3.33	4	13.3	
Tubo SCH40 1 1/2"	1.134	4.59	8	36.7	
Tubo SCH40 1"	0.508	1.27	7	8.9	
				186.3	2980.8
UNION (20)	**Long (m)**	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
Tubo SC40 1 1/2"	2.2	8.99	2	18	
Tubo SC40 1 1/2"	1.382	5.6	2	11.2	
				29.2	584
EJES (orejas)		**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
Eje 1 3/4"		1.71	16	27.36	
Eje apoyo 1 3/4"		1.22	72	87.84	
				115.2	115.2
PERNOS		**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
Pernos 3/4" (apoyos)		0.9	64	57.6	
Pernos 5/8" (union)		0.12	240	28.8	
				86.4	86.4
OREJAS (1/2")		**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
155x125x12.5		1.9	120	228.0	
204x125x12.5		2.5	16	40.0	
209x125x12.5		2.56	16	41.0	
218x125x12.5		2.67	16	42.7	
244x125x12.5		2.99	16	47.8	
215x125x12.5		2.64	8	21.1	
				420.6	420.64

METRADO ARCOS METÁLICOS MODULARES				
OREJAS (1")	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
155x125x12.5	3.8	68	258.4	
204x125x12.5	5	8	40.0	
209x125x12.5	5.13	8	41.0	
218x125x12.5	5.35	8	42.8	
244x125x12.5	5.99	8	47.9	
215x125x12.5	5.27	4	21.1	
			451.2	451.24
PLANCHA (3/4")	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
150x175x19 (lado exterior)	3.92	80	313.6	
250x175x19 (lado interior)	7.83	80	626.4	
300x200x19 (apoyo)	8.95	16	143.2	
			1083.2	1083.2
PLANCHA (1/2")	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
175x260x12.5 (en union)	4.46	80	357.2	
258x171x12.5 (arriostre sup.)	4.33	40	173.2	
169x204x12.5 (arriostre sup.)	3.38	20	67.7	
			598.1	598.1
ANGULOS (Arriostres)	**P.U. (Kg)**	**Cantidad**	**P. Parcial (Kg)**	**P. Total (Kg)**
3"x3"x8mmx2856	27.33	32	874.4	
3"x3"x8mmx2809	26.88	4	107.5	
			981.9	981.9
PESO TOTAL				**8177.9**

Tabla N° 09 Metrado de la estructura provisional para la losa en arco

Fuente: Elaboracion propia

c) Cálculo del flete

Para el cálculo del flete a obra de esta estructura metálica se tomó en cuenta el D.S. Nº 010-2006-MTC y su modificatoria N° 033-2006-MTC, que aprueba el estudio de "Metodología de Determinación de Costos para el Servicio Público de Transportes de Pasajeros en Ómnibus y de Carga en Camión", las cuales son analizadas en el expediente técnico de obra. En la tabla N° 10 se presenta un resumen de este cálculo.

Ruta		Tipo	Distancia Virtual	Tarifa S/ x TM	Factor	Tarifa S/ x TM
De	a					
1. Lima - San Ramón			**369.39**	**67.86**	1.1815	**80.17**
Lima	San Ramón	Asfaltada	369.39	67.86		
2. San Ramón - Obra			**28.46**	**15.39**		**18.18**
San Ramón	Obra	Afirmada	28.46	15.39	1.1815	
				TOTAL (S/ x TM)		**98.35**
				TOTAL (S/ x Kg)		**0.10**

Tabla N° 10 Flete para tipo de transporte normal
Fuente: Expediente técnico de obra

d) Concreto para macizos de apoyos

Es el concreto usado para las estructuras temporales necesarias para el inicio del montaje de esta estructura provisional en ambas márgenes, para el cálculo del costo de ésta se hizo referencia a la partida *01.03.01 Concreto f'c = 175 Kg/cm²* que se ha extraído del presupuesto. Los volúmenes de concreto necesario para estos macizos se observa en la siguiente tabla.

Concreto para los macizos de apoyos		
	Und	**Metrado**
Margen derecha	m3	6.50
Margen izquierda	m3	6.50
Total		**13.00**

Tabla N° 11 Volumen de concreto en los macizos de apoyo
Fuente: Elaboración propia

También fue considerado la sub partida encofrado y desencofrado cara no vista en seco para los macizos de apoyo, así como los equipos necesarios para realizar el acondicionamiento de las torres metálicas provisionales (equipo de corte automático y la motosoldadora) además de los equipos para las perforaciones que servirán para los anclajes de los cables de izaje en la margen derecha (compresora neumática y tractil), utilizando para cada equipo un promedio de 4 horas máquina para su respectiva tarea. Con lo mencionado anteriormente se elabora la tabla N° 12, donde se indica el análisis de costos unitarios realmente ejecutado en la estructura provisional para la losa en arco.

A.C.U. EJECUTADO				
Sub Partida 01.01.05.01	**Estructura provisional para la losa en arco**			
Rendimiento GLB/DIA: 1 op.+3 oficiales				
Descripción Recurso	**Und.**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra				
Capataz	hh	9.60	20.93	200.93
Operario	hh	96.00	16.10	1,545.60
Oficial	hh	288.00	13.81	3,977.28
				5,723.81
Materiales				
Flete	Kg	8,177.90	0.10	817.79
Falso puente metálico	GLB	1.00	70,545.00	70,545.00
				71,362.79
Equipos				
Herramientas manuales	%MO	3.00	5,723.81	171.71
Cargador s/llantas	hm	0.50	176.41	88.21
Cables para izaje	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00
Martillo neumático	hm	4.00	3.79	15.16
Compresora neumática	hm	4.00	170.15	680.60
Eq. de corte automático	hm	4.00	15.00	60.00
Motosoldadora de 250A	hm	4.00	18.00	72.00
				2,287.68
Sub partida				
Concreto f'c = 175 Kg/cm^2 para macizos de apoyo	m3	13.00	304.10	3,953.30
Encofrado para macizos de apoyo	m2	14.72	52.88	778.39
				4,731.69
	Costo unitario directo por : GLB			S/. 84,105.97

Tabla N° 12 Análisis de costos unitarios realmente ejecutado para la sub partida "Estructura provisional para la losa en arco"

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Sub Partida: Estructura provisional para la losa superior

Comprende todas las estructuras necesarias para el montaje del equipo de encofrados EFCO alquilado, la cual también se describió en el capítulo anterior

a) Mano de obra

- Inicio del montaje de la estructura: 26/04/14
- Fin del montaje de la estructura: 10/05/14
- Duración: 2 semanas = 12 días laborables
- Cuadrilla: 1 operario + 3 oficiales

- Rendimiento: 1/12 Glb/día = 0.0833 Glb/día
- H-H operario: (8x1)/0.0833 = 96 h-h
- H-H oficial: (8x3)/0.0833 = 288 h-h
- H-H capataz: 10% H-H operario = 9.60 h-h

b) Materiales

Se considerará solo el flete a obra de los equipos EFO, para la cual se contabilizaron 2 viajes en total para el traslado de todos los equipos alquilados, siendo la cantidad en cada entrega (en Kg) de estos:

1era entrega: 12 622 Kg

2da entrega: 16 675 Kg

Dando un total de 29297 Kg de equipo EFCO transportado de la planta a obra, la cual se tendrá en cuenta para el cálculo del costo del flete para esta subpartida.

c) Equipos

Los materiales empleados para el armado del encofrado EFCO como estructura provisional para la losa superior ya fueron descritos en el capítulo previo.

El costo de alquiler de los equipos son los siguientes:

- Apuntalamiento para pilares:

$ 4 500 = S/ 12 600 (tipo de cambio = S/ 2.80) por mes

- Soporte de tablero, sistema EZ-Deck:

$ 18 000 = S/ 50 400 (tipo de cambio = S/ 2.80) por mes

Además de emplear el camión volquete de 10m3, para el traslado de equipos de un margen a otro. Se muestra la tabla N° 13 a continuación, donde se procede a realizar el análisis de costos unitarios realmente ejecutado en la estructura provisional para la losa superior.

A.C.U. EJECUTADO				
Sub Partida 01.01.05.02	**Estructura provisional para la losa superior**			
Rendimiento GLB/DIA: 1 op.+3 oficiales				
Descripción Recurso	**Und.**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
Mano de Obra				
Capataz	hh	9.60	20.93	200.93
Operario	hh	96.00	16.10	1,545.60
Oficial	hh	288.00	13.81	3,977.28
				5,723.81
Materiales				
Flete	Kg	29,297.00	0.10	2,929.70
				2,929.70
Equipos				
Herramientas manuales	%MO	3.00	5,723.81	171.71
Camión volquete 10m3	hm	0.20	239.10	47.82
Apuntalamiento para pilares	mes	2.00	12,600.00	25,200.00
Soporte de tablero, sistema EZ-Deck	mes	2.00	50,400.00	100,800.00
				126,219.53
	Costo unitario directo por : GLB			S/. 134,873.04

Tabla N° 13 Análisis de costos unitarios realmente ejecutado para la sub partida "Estructura provisional para la losa superior"

Fuente: Elaboración propia

Con los costos unitarios directos mostrados en las tablas N° 12 y N° 13, se procede a realizar el cálculo del costo total realmente ejecutado para la partida propuesta "Estructura Provisional para la superestructura", la cual se resume en la tabla N° 14.

Partida 01.01.05	Estructura Provisional para la superestructura	
Sub Partida 01.01.05.01	**Estructura provisional para la losa en arco**	**S/. 84,105.97**
Sub Partida 01.01.05.02	**Estructura provisional para la losa superior**	**S/. 134,873.04**
	Costo unitario directo por : GLB	S/. 218,979.01

Tabla N° 14 Costo final para la partida "Estructura provisional para la superestructura"

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Impacto en el presupuesto

- Monto presupuestado (presupuesto base y contractual) para toda la estructura provisional: S/. 167,756.61
- Monto realmente ejecutado para toda la estructura provisional: S/. 218,979.01
- **Sobrecosto (diferencia): S/. 51,222.40**

- Monto del presupuesto: S/. 2, 364,742.90
- **Impacto: (51,222.40 / 2, 364,742.90) x 100% = 2.17 % del monto presupuestal**

El costo de la partida falso puente que figura en el expediente técnico es producto de una primera cotización, el contratista asumió que lo realizaría con ese sistema, por lo que consideró el mismo monto en su presupuesto, que después de ganar la obra se convirtió en el presupuesto contractual. El costo real ejecutado para la misma partida es con el que se hizo la obra, el cual corresponde al diseño que se empleó en la estructura provisional para el arco y el sistema de encofrado alquilado que se utilizó en la estructura provisional para la losa superior, pensando en que el primero será una estructura para ser usada en otros puentes, por lo tanto resultó más cara, pero tiene la ventaja de pasar a ser patrimonio del contratista.

Según el presupuesto contractual, se puede apreciar además que esta partida pasa de ser del segundo al de mayor incidencia en el monto total, siendo necesario un mayor refinamiento al momento de analizar los costos unitarios de estructuras provisionales de este tipo para proyectos de puentes de igual o similares condiciones.

CAPÍTULO IV

SEGURIDAD Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE EN OBRA

4.1 LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

La construcción es uno de los sectores de la actividad económica de nuestro país donde el nivel de riesgo de accidentes laborales es mayor en comparación a otros sectores económicos. La pérdida de salud de los trabajadores, en forma de lesiones, incapacidades permanentes o muertes producidas por los accidentes además de los bajos niveles de productividad y de calidad, son consecuencias de una falta de gestión adecuada de la seguridad y salud del trabajo, lo que se traduce finalmente en pérdidas de competitividad para las empresas del sector.

Hay que señalar también que el tema de la seguridad y salud en la construcción no es solamente importante por ser esta una actividad esencialmente peligrosa, sino también porque la prevención de los accidentes de trabajo en las obras exige de una gran especificidad, tanto por la naturaleza particular del trabajo de construcción, como por el carácter temporal de las obras del sector.

La norma técnica de edificación G050 sobre seguridad en la construcción vigente en el Perú indica que todo proyecto de construcción debe contar con un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, la cual debe contener los mecanismos técnicos y administrativos suficientes que garanticen la integridad física y la salud de los trabajadores y de terceras personas, durante la ejecución de las actividades previstas en obra. Este plan de seguridad es el que se propone en la siguiente sección de este capítulo, el cual se puede adecuar al proyecto de la presente tesis u otros proyectos similares.

4.2 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

El plan de seguridad y salud ocupacional tiene como objetivo brindar una estrategia que logre alcanzar los objetivos trazados en materia de prevención de riesgos para evitar cualquier tipo de accidentes que afecte a algún trabajador directo e indirecto que labore en el proyecto. La seguridad de los colaboradores debe estar claramente establecida en la Política de Prevención de Riesgos de la

contratista, siendo el objetivo fundamental de este, proteger la integridad física de los trabajadores.

El residente de obra es responsable de que se implemente el plan de seguridad y salud ocupacional, antes del inicio de los trabajos contratados, así como de garantizar su cumplimiento en todas las etapas ejecución de la obra.

Los subcontratistas deberán cumplir los lineamientos del plan de seguridad y salud ocupacional del contratista titular y tomarlos como base para elaborar sus planes específicos para los trabajos que tengan asignados en la obra.

4.2.1 Objetivos del plan

- Reducir de forma sistemática los accidentes de trabajo y enfermedades en la empresa contratista, proporcionando a los trabajadores un ambiente de trabajo en el cual la salud ocupacional esté identificada y controlada.
- Fomentar una red integrada de información sobre seguridad y salud en el trabajo que promueva la elaboración, implementación y evaluación de las acciones de promoción y prevención.
- Promover el cumplimiento de la normativa sobre seguridad y salud en el trabajo, mediante el fortalecimiento de la fiscalización y la promoción de mecanismos de autoevaluación de los sistemas de gestión.
- Promover el compromiso individual de cada trabajador, de modo que al desarrollar todas las actividades laborales inherentes a los distintos cargos existentes en la empresa, se realice con un alto grado de seguridad.
- Fortalecer las capacidades de los actores del sistema de seguridad y salud en el trabajo para el desarrollo de acciones eficaces de promoción y prevención.
- Fomentar el dialogo y la participación efectiva de los actores sociales en el sistema de seguridad y salud en el trabajo.

4.2.2 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional

La prevención de riesgos ocupacionales es la base para una gestión activa de la seguridad y salud ocupacional en el trabajo. Al proceso para la prevención de riesgos ocupacionales se le denomina gestión del riesgo ocupacional y se desarrolla en tres etapas:

a) Reconocimiento.- Donde se deben identificar los factores de riesgo en el lugar de trabajo de moderada o potencial nocividad para la seguridad y salud de los trabajadores. Se deberá realizar un reconocimiento sanitario de las condiciones de trabajo y factores de riesgo del ambiente laboral, y un análisis ocupacional que permita conocer los riesgos especificos a cada trabajo. Esta etapa deberá estar enmarcada en una planificación previa con el fin de obtener conocimiento sobre la actividad que se desarrollará y realizar el levantamiento de la información directa con el personal directivo y trabajadores.

b) Evaluación.- Consiste en estimar la magnitud de aquellos riesgos ocupacionales reconocidos previamente, consiguiendo la información necesaria para adoptar las medidas preventivas. Este proceso tiene un triple propósito: determinar la capacidad que tienen los agentes ambientales de ocasionar daño a la salud o malestar a los trabajadores, determinar los límites permisibles de un contaminante a los cuales pueden estar expuestos los trabajadores contando con una razonable seguridad y un control de los agentes ambientales mediante la aplicación de procedimientos para eliminarlos o reducirlos a niveles de exposición no perjudiciales para el trabajador.

c) Control.- Los métodos para controlar los factores de riesgo son mediante un control primario, donde su objetivo es eliminar la generación del factor de riesgo, un control secundario, donde tiene como objetivo limitar el contacto con el factor de riesgo reduciendo la cantidad de personas expuestas y el tiempo de exposición, y finalmente un control terciario, la cual presenta como objetivo la protección del trabajador limitando el tiempo de exposición, realizando controles en prácticas de trabajo y operaciones, capacitaciones, exámenes médicos, etc.

4.2.3 Responsabilidades en la implementación y ejecución del plan

a) Residente de Obra

- Asumir la responsabilidad legal en la aplicación e implementación del plan de seguridad y salud ocupacional.
- Proveer de los equipos de seguridad personal y colectiva, para todo el personal.
- Fomentar un enfoque preventivo en todas las actividades del proyecto
- Conducir las revisiones de gestión / verificaciones de lugar.

- Revisar y aprobar todas las medidas de seguridad en el proyecto
- Apoyo a la Línea de Mando en la aplicación de cualquier acción disciplinaria en caso de incumplimiento de las normas de Prevención de Riesgos establecidas.
- Informar todos los incidentes al Gerente General y/o Gerente de Proyecto de la empresa contratista
- Notificar a las autoridades competentes en caso de algún incidentes / accidentes relevante según se requiera.
- Asistir en la rehabilitación y asegurarse de que se preste apoyo a los trabajadores lesionados y a sus familias.
- Asegurarse que todos los subcontratistas cumplan con el plan de seguridad y salud ocupacional de la empresa para subcontratistas.

b) Jefe de Prevención de Riesgos de la Obra

- Entrenamiento, revisiones y auditorías en prevención de riesgos.
- Desarrollar las matrices de peligros y de control de operaciones respectivas.
- Desarrollar los informes respectivos mensuales de cumplimiento del programa de prevención de riesgos a la residencia de obra y jefatura de PdR

Mantener debidamente archivada toda la documentación referida al cumplimiento de este plan y demás registros requeridos.

- Asistir y apoyar en las reuniones diarias y semanales de seguridad.
- Control y emisión de procedimientos operativos de seguridad en el proyecto.
- Revisión de todas las medidas de prevención de riesgos una vez instaladas a fin de verificar su efectividad y realizar los ajustes necesarios.
- Conducir inspecciones regulares en el área de trabajo así como verificar específicamente la presencia de peligros ambientales potenciales.
- Establecer procedimientos de respuesta en emergencias.
- Establecer con todos los subcontratistas los requerimientos prevención de riesgos antes de comenzar las obras.
- Revisar los procedimientos de trabajo de los subcontratistas a fin de asegurarse de que se propongan y conserven los estándares aceptables.
- Asegurarse de que se desarrollen las reuniones diarias de capacitación ante del inicio de cualquier labor a realizar, las cuales deben quedar debidamente registradas según lo establecido en el procedimiento operativo de capacitación. Estas capacitaciones estarán a cargo de los ingenieros, supervisores, maestros y/o capataces de la obra.

c) Supervisores y capataces

- Asegurarse de que todo el personal sea informado de los procedimientos operativos de seguridad y el método para realizar la tarea.
- Asegurarse de que los colaboradores hayan recibido el equipo de protección personal adecuado y que lo utilicen correctamente y en todo momento.
- Asegurarse de que todas las medidas de control para prevenir incidentes que afecten el medio ambiente están implementadas y funcionan correctamente.
- Tomar medidas correctivas a fin de eliminar o controlar cualquier peligro potencial en el lugar de trabajo.
- Informar e investigar todos los incidentes y accidentes según los procedimientos operativos establecidos.
- Contribuir en el desarrollo de las capacitaciones diarias de seguridad (5 minutos).
- Asegurarse de que la reunión integral semanal de prevención de riesgos se realicen regularmente.
- Asegurarse de que la maquinaria pesada, equipos y herramientas funcionen de modo eficiente y seguro en todo momento.
- Asegurarse de que las medidas de seguridad designadas para tareas específicas se encuentren implementadas antes de comenzar los trabajos.
- Asegurarse de que todo el personal tenga conocimiento de la ubicación del puesto de primeros auxilios y el procedimiento de emergencia para recibir atención.

d) Trabajadores

- Comprender y cumplir los procedimientos operativos de seguridad de la empresa.
- Informar de manera inmediata cualquier accidente o incidente ocurrido.
- Utilizar el equipo de protección personal (EPP) de manera adecuada y según sea instruido.
- Notificar a su supervisor de algún peligro potencial que resulte de las prácticas laborales que realiza.
- Utilizar de modo seguro y apropiado las herramientas, equipos, vehículos e instalaciones
- Asistir a trabajar en buenas condiciones salud, tanto mentales como físicas, informar si está bajo la prescripción de algún medicamento o drogas.

4.2.4 Requerimientos específicos

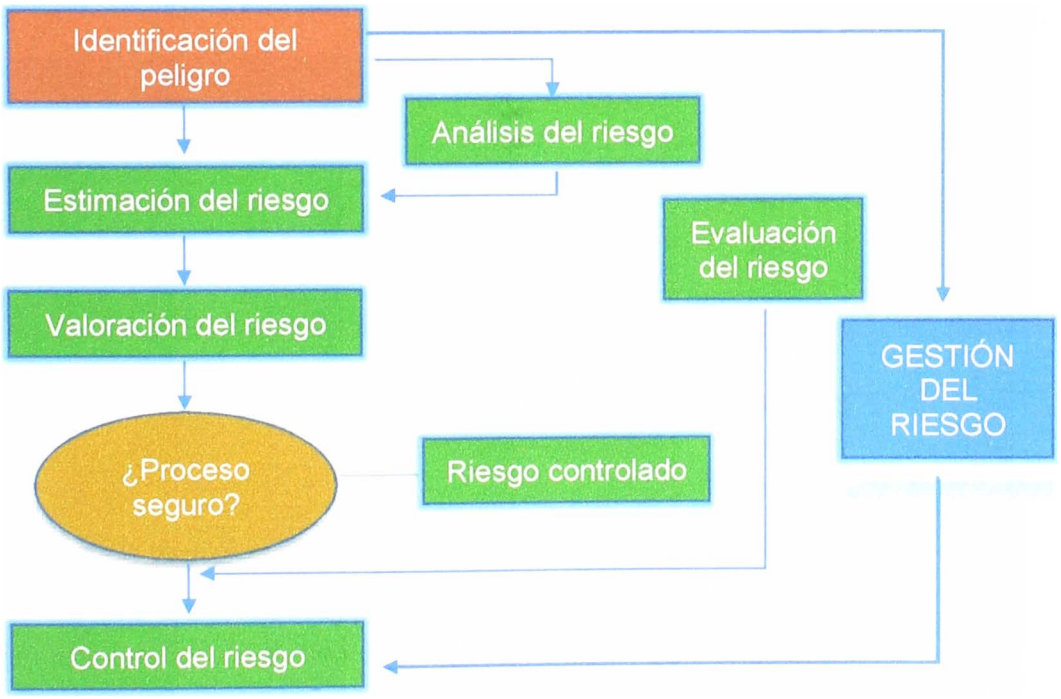
a) Análisis de riesgos

- Metodología de evaluación de riesgos laborales

La evaluación de riesgos deberá hacerse en todas las áreas y puestos de trabajo de la empresa contratista, dado el permanente cambio que implica la construcción de una obra civil debe hacerse además, una evaluación inicial de la obra y una revisión periódica de la misma.

Esto supone la actualización del plan de prevención y la identificación de supuestos nuevos peligros que con toda seguridad aparecerán. El resultado de una evaluación de riesgos servirá para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Se debe contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de los riesgos.

En el siguiente cuadro se muestra un diagrama de flujo sobre la metodología de la gestión del riesgo.



Cuadro N° 07 Metodología de la gestión del riesgo

Fuente: Internet

- Determinación de la magnitud del riesgo

Una vez identificados los riesgos, se procederá a establecer su magnitud. Para cada riesgo detectado, debe estimarse la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

Para evaluar las consecuencias o severidad del daño se debe considerar las partes del cuerpo que se verán afectadas y la naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Para evaluar la probabilidad de que ocurra el daño, se tendrá en cuenta el criterio:

. Probabilidad Alta: si el daño ocurrirá siempre o casi siempre

. Probabilidad Media: si el daño ocurrirá en algunas ocasiones

. Probabilidad Baja: si el daño ocurrirá raras veces

En la tabla N° 14, se resume el criterio de la determinación de la magnitud del riesgo.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino (L)	Dañino (D)	Extremadamente dañino (ED)
PROBABILIDAD	Baja (B)	Trivial (T)	Tolerable (TO)	Moderado (MO)
	Media (M)	Tolerable (TO)	Moderado (MO)	Importante (I)
	Alta (A)	Moderado (MO)	Importante (I)	Intolerable (IN)

Tabla N° 15 Determinación de la magnitud del riesgo

Fuente: Internet

- Toma de decisiones

En la tabla siguiente se indican las acciones que se deben realizar en forma general ante una actividad de riesgo con una magnitud determinada.

MAGNITUD DEL RIESGO	ACCIONES A TOMAR
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad del daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponde a un trabajo que se está realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla N° 16 Acciones a tomar en cada magnitud de riesgo

Fuente: Internet

La evaluación de los riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso.

b) Procedimientos de trabajo

- Uso de equipos de protección personal (EPP)

El EPP debe cumplir con las Normas Técnicas Peruanas de INDECOPI o a falta de éstas, con normas técnicas internacionalmente aceptadas además debe estar certificado por un organismo acreditado. La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección y cuando proceda, el reemplazo de los componentes deteriorados del EPP, debe efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El EPP estará destinado, en principio, a uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.

Previo a cada uso, el trabajador debe realizar una inspección visual del EPP a fin de asegurar que se encuentre en buenas condiciones. El trabajador a quién se le asigne un EPP inadecuado, en mal estado o carezca de éste, debe informar a su inmediato superior, quien es el responsable de gestionar la provisión o reemplazo.

El EPP básico, de uso obligatorio mientras el trabajador permanece en obra se compone de:

- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores de oídos
- Protectores visuales
- Protección respiratoria
- Arnés de seguridad
- Guantes de seguridad
- Equipos de protección para trabajos en caliente

- Orden y limpieza en áreas de trabajo

- Las áreas de trabajo, vías de circulación, vías de evacuación y zonas seguras deben estar limpias y libres de obstáculos.
- Los pisos de las áreas de trabajo, vías de circulación, vías de evacuación y zonas seguras deberán estar libres de sustancias tales como grasas, aceites u otros, que puedan causar accidentes por deslizamiento.

- Los cables, conductores eléctricos, mangueras del equipo de oxicorte y similares se deben tender evitando que crucen por áreas de tránsito de vehículos o personas, a fin de evitar daños a estos implementos y/o caídas de personas.
- El almacenaje de materiales, herramientas manuales y equipos portátiles, debe efectuarse cuidando de no obstaculizar vías de circulación, vías de evacuación y zonas seguras.
- Los materiales e insumos sobrantes no deben quedar en el área de trabajo, sino ser devueltos al almacén de la obra, al término de la jornada laboral.
- Los servicios higiénicos deben mantenerse limpios en todo momento. Si se tienen pozos sépticos o de percolación se les debe dar mantenimiento periódico.

- Trabajos en altura

- El equipo personal de detención de caídas debe estar compuesto de arnés y línea de enganche y los sistemas de línea de vida horizontales y verticales instalados en obra, deben ser verificados periódicamente por una persona competente quién mantendrá un registro de las inspecciones realizadas hasta el final de la obra. La periodicidad de revisión se establecerá a través de un programa de inspeccione planteado en función de la frecuencia y condiciones de uso de los equipos.
- En trabajos de montaje, mantenimiento y reparación de estructuras, la línea de enganche debe estar acoplada a un sistema retráctil. El ascenso y descenso a través de la estructura durante la instalación del sistema de detención de caídas, se hará con doble línea de enganche con amortiguador de impacto.
- Todo arnés y línea de vida que haya soportado la caída de un trabajador, debe descartarse de inmediato.
- Sólo se deberá permitir fijar la línea de enganche a la estructura del andamio cuando no exista otra alternativa, en cuyo caso debe garantizarse la estabilidad del andamio con anclajes laterales de resistencia comprobada (arriostres), para evitar su desplazamiento o volteo, en caso deba soportar la caída del trabajador.
- El piso donde se armará el andamio o plataforma de trabajo será nivelado y firme.
- Un andamio no debe ser colocado sobre tierra, fango, césped, grava o superficies irregulares.
- Los soportes, bases y cuerpo para todo andamio o plataforma de trabajo será de buena calidad, rígido, estable y con capacidad suficiente para soportar una carga

equivalente a cuatro veces la carga máxima que se pretende usar en el andamio incluyendo el peso del mismo andamio.

- El trabajador que se le haya asignado tareas o trabajos asociados con la construcción, uso, inspección o desarme de andamios o plataformas de trabajo, deberá ser capacitada en trabajos en altura para que obtenga la comprensión, conocimiento y habilidad para realizar tales tareas o trabajo de una manera segura.
- Cuando se use andamios con dos cuerpos juntos o de estructuras circulares, el traslape entre tablones no debe ser menos de 30cm.
- El uso de arnés de seguridad amarrado a una línea de vida o estructura resistente más cercana será obligatorio durante todo el tiempo que el trabajador se encuentre sobre un andamio.
- El prevencionista de riesgos deberá asegurarse que el Check List para cada andamio ha sido confeccionado y firmado.
- La movilización de elementos mayores de 3 m de longitud será efectuado por 2 personas, una en cada extremo.

- Operaciones de izaje de cargas

- Los equipos de elevación y transporte deberán ser montados y operados de acuerdo a lo establecido por el fabricante y por el manual de operaciones correspondientes al equipo.
- El ascenso de personas sólo se realizará en equipos de elevación habilitados especialmente para tal fin.
- El prevencionista deberá inspeccionar visualmente el área de trabajo para identificar peligros potenciales antes de mover la grúa, los que serán informados a los operadores, para prevenir los riesgos que puedan suponer.
- El prevencionista asesorará al supervisor de este trabajo en la elaboración del análisis de seguridad del trabajo, con participación de todo el personal involucrado en la tarea, identificando los riesgos y estableciendo las medidas de corrección y control.
- Los equipos de izar que se construyan o importen, tendrán indicadas en lugar visible las recomendaciones de velocidad y operación de las cargas máximas y las condiciones especiales de instalación tales como contrapesos y fijación.
- El área de maniobra deberá encontrarse restringida y señalizada.

- Los puntos de fijación y arriostramiento serán seleccionados de manera de asegurar la estabilidad del sistema de izar con un margen de seguridad.
- Las tareas de armado y desarmado de las estructuras de los equipos de izar, serán realizadas por personal entrenado y autorizado.
- Los estrobos, cadenas, cables y demás equipos de izaje deben ser cuidadosamente revisados antes de usarlos. Aquellos que se encuentren en malas condiciones deben ser retirados del proyecto en forma inmediata.
- Las poleas de los ganchos deberán contar con limitadores de izaje operativos.
- Los ganchos deberán elegirse en función de los esfuerzos a que estarán sometidos.
- Se deberá prestar especial atención en caso de que existan cables eléctricos en el área de maniobra. En caso positivo, esta condición deberá ser evaluada por el prevencionista.

c) Capacitación y sensibilización del personal de obra

El programa de capacitación, entrenamiento y sensibilización es el elemento de soporte más importante dentro del sistema de gestión de seguridad y salud.

- Objetivos

- Proporcionar la formación requerida para asegurar la competencia del personal para ejecutar las actividades y tareas que puedan tener impacto en relación a la seguridad y salud.
- Divulgar y explicar los roles y responsabilidades del personal en relación al cumplimiento de los elementos del sistema, así como crear conciencia en el personal de la importancia que tiene el cumplir con los planes, procedimientos, estándares, instructivos y requisitos de los mismos.

- Evaluación

El personal deberá ser evaluado para asegurar que haya adquirido la competencia y concientización requeridas para el perfil del puesto y asegurarse el nivel de aprendizaje del trabajador. El tipo de evaluación se deberá realizar a través de un registro personalizado de desempeño, la cual se medirá semanalmente.

- Programas

Los programas de capacitación, entrenamiento y sensibilización comprenden:

- Charla de Inducción a la línea de mando
- Inducción al personal nuevo
- Charlas semanales
- Charlas específicas
- Charlas de inicio de jornada (charlas de cinco minutos)

- Elementos de sensibilización

Tiene como objetivo motivar al personal para alcanzar un mejor desempeño de sus funciones, logrando su atención y participación en la identificación y control de riesgos, para lo cual se deben difundir carteles y afiches de seguridad alusivos a la prevención de accidentes instalados estratégicamente en las diferentes áreas de trabajo del proyecto, así como acondicionar periódicos murales en los frentes de trabajo donde se deben publicar temas y avisos alusivos a la prevención de riesgos, renovándolos semanalmente.

d) Gestión de no conformidades

Se debe establecer un procedimiento para el manejo de las no conformidades (incumplimiento de un requisito, estándar, procedimiento, etc.) y tomar acciones correctivas o preventivas teniendo como base la información que podría obtenerse de quejas de organismos reguladores, auditorias, controles operativos, investigación de incidentes, inspecciones, revisiones generales.

Los incidentes con lesión, enfermedad o fatalidad que ocurran en la obra deberán ser informados de inmediato al jefe de prevención de riesgos de la oficina principal y a la oficina de recursos humanos, vía correo electrónico o por teléfono y en un plazo que no exceda las 24 horas se debe presentar el informe correspondiente por escrito con la descripción detallada, las causas de su ocurrencia y las acciones de correctivas tomadas.

. **Acciones preventivas:** son acciones que se deberán tomar en cuenta para eliminar la causa o causas de una no conformidad potencial u otra situación potencial no deseable

. **Acciones correctivas:** son acciones que se deben tomar para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable tomando en cuenta situaciones en peligro expuestas anteriormente

. **Acciones mitigadoras:** son acciones que se deben tomar para eliminar las causas inmediatas de una no conformidad detectada u otra situación indeseable (no previene eficazmente que algo vuelva a suceder)

e) Plan de respuesta ante emergencias

El plan de respuesta ante emergencias tiene como objetivos:

- Conocer los procedimientos necesarios para controlar situaciones de emergencias que puedan afectar a las personas y/o a la propiedad, asignando funciones y fijando responsabilidades.
- Proteger la vida de los trabajadores y los daños que puedan ocurrir a las instalaciones y bienes de la empresa.
- Minimizar las pérdidas que se generen después de una emergencia.
- Controlar cualquier tipo de emergencia que se genere durante la ejecución de la obra.
- Evacuar hacia las zonas de seguridad al personal comprometido por la emergencia.

. **Tipos de emergencia**

- Plan de respuesta a emergencias médicas

- Primera respuesta ante sucesos no deseados que pongan en peligro la vida de una persona. Todo esfuerzo que se realice deberá ser ejecutado ocasionando el menor daño posible, en el peor de los casos, buscar siempre el mal menor: sano > luxación > fisura > hemorragia > fractura > lisiado > muerte
- Se deberá detener las labores en el área comprometida, retirando al personal, sin mover maquinarias, herramientas y/o todas aquellas partes que se encuentren involucradas en el accidente a fin mantener evidencias o testigos para el proceso de investigación.
- Ubicar a la persona más cercana al punto que tenga comunicación y activar la alarma de emergencia especificando la clase de emergencia y dar la mayor cantidad de información.
- No retirar al accidentado a menos que su vida esté en peligro (incendios, electrocución, derrumbes, contaminación, asfixia, ahogamiento, etc.).

- Plan de respuesta en caso de incendios

- Todo el personal deberá ser instruido en procedimiento de combate contra incendios.
- Los sistemas de alarma deberán ser activados cuando se realicen simulacros de evacuación en caso de incendios.
- Los extintores deben ser inspeccionados mensualmente y de acuerdo a las circunstancias. El extintor deberá contar con una tarjeta de identificación donde se anotará la fecha de inspección y la persona que la realizó.
- Todo el personal cercano a la zona de emergencia deberá de abandonar el área de trabajo trasladándose a un lugar seguro y/o evacuar a la zona segura o al punto de evacuación.
- Después de un incendio revise las instalaciones eléctricas, líneas de gas y otros antes de volver a la zona de trabajo, así mismo antes de volver a conectar los equipos.

- Plan de respuesta en caso de sismos

- Se deberá de dirigir hacia el punto de reunión de todo el personal que se ubica demarcado al ingreso a la obra, reportándose a su superior e informando cualquier novedad.
- En caso que alguna persona haya sufrido lesión alguna, se deberá comunicar al capataz quien a su vez informará al prevencionista, el cual verificará la magnitud de la lesión procediéndose a la evaluación y toma de acción debida.
- En caso de que, luego de la verificación del personal por parte del capataz, faltase alguna persona, procede a informar inmediatamente al prevencionista, el cual dispondrá la búsqueda del personal faltante, siguiendo los procedimientos de rescate en coordinación con los bomberos y defensa civil.

- Plan de respuesta en caso de vandalismo

- Se debe comunicar de inmediato al prevencionista de obra y al personal de control de acceso a la instalación (vigilancia) a fin de alertar mediante sonidos persistentes de silbato o de sirenas a todos los trabajadores.
- Informar la ejecución de obras de construcción civil a la dependencia policial de la jurisdicción.
- Establecer un medio de enlace con la policía, a fin de mantener informado sobre los posibles sucesos de violencia.

- Designar a un empleado que mantenga buenas relaciones con los trabajadores de la obra.
- Contar con los números telefónicos actualizados de las instituciones; bomberos, PNP, Hospitales, etc.
- Establecer la prioridad de protección de los medios logísticos, designando responsables de protección.
- Tomar y/o guardar todas las informaciones o elementos probatorios que permitan esclarecer responsabilidades.

f) Mecanismos de supervisión y control.

La responsabilidad de supervisar el cumplimiento de estándares de seguridad y salud y procedimientos de trabajo, quedará delegada en el jefe inmediato de cada trabajador.

El responsable de la obra debe colocar el plan de seguridad y salud ocupacional en un lugar visible para ser presentado a los inspectores de seguridad del ministerio de trabajo. Además se deberá entregar una copia del plan a los representantes de los trabajadores.

4.3 ANALISIS DE RIESGOS EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PROVISIONAL:

Teniendo en cuenta las indicaciones mencionadas sobre el procedimiento de la identificación de riesgos en una actividad de construcción, se identificaron los riesgos que se tomaron en cuenta en el montaje de las estructuras provisionales para la construcción de la superestructura del puente Aynamayo, así como las medidas preventivas propuestas.

4.3.1 Montaje de la estructura provisional para la losa en arco

Para evaluar, mitigar y prevenir procesos peligrosos, hay que referirse a una zona definida. La zona en cuestión es aquella donde se inicia el proceso, donde se sigue su curso y donde se producen los efectos. Para esta actividad, la zona de trabajo es al aire libre sobre el cauce del rio, siendo el potencial peligro, la caída a esta zona. En los siguientes cuadros se muestra la identificación de los peligros, la magnitud del riesgo y las medidas preventivas para la actividad del montaje del falso puente metálico en arco.

Cuadro N° 08 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X				X			- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno - Buscar los accesos y recorridos más adecuado y libre de obstáculos - No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno
Sepultamiento, aplastamiento o golpes con materiales desprendidos	X					X			X			- No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno - Llevar casco de seguridad - Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, lluvias, incendios		X				X				X		- Informarse sobre la meteorología en la zona del trabajo - Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal - Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.)

Cuadro N° 09 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X		- Los operarios que no trasladen el módulo, deberán mantenerse alejados de los mismos durante el montaje de cada uno de los módulos - No se trasladarán los módulos metálicos por encima de los operarios
Vuelco de los módulos metálicos		X				X				X		- Colocar los módulos según las instrucciones de montaje, evitando el montaje en momentos de fuertes vientos, o condiciones climáticas adversas
Caida de objetos por desplome y manipulación		X				X				X		- No se podrá efectuar el transporte de los módulos por encima de los operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas

Cuadro N° 10 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa en arco (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes por objetos y herramientas		X			X					X		- Los módulos se acopiarán lo más cerca posible del punto de montaje, teniendo presente la necesidad de efectuar trabajos y su correcta estabilidad
Atrapamientos por o entre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza - Realizar las operaciones de manipulación y montaje de los módulos metálicos por un equipo formado y siguiendo las indicaciones del plan de montaje
Caída de trabajadores desde la estructura metálica en arco al cauce del río		X				X				X		- Los operarios que dirigen las labores de montaje y desmontaje de la estructura metálica en arco deberán disponer de arnés de seguridad y una línea de vida

4.3.2 Montaje de la estructura provisional para la losa superior

Hay que referirse a una zona definida para evaluar, mitigar y prevenir procesos peligrosos. La zona en cuestión es aquella donde se inicia el proceso, donde se sigue su curso y donde se producen los efectos. Para esta actividad, la zona donde se realizan los trabajos es en el arco de concreto, donde el potencial peligro sigue siendo las caídas al cauce del río.

La compañía EFCO, que suministró el alquiler del sistema de encofrado para la losa superior, facilitó algunos alcances con respecto a la seguridad de sus equipos usados para tal fin:

- Es responsabilidad del contratista asegurar que todo el andamiaje y los accesos al encofrado cumplan con las leyes, normas y códigos aplicables.
- Si por condiciones de la obra o por cualquier otra circunstancia, los brazos de andamio y los postes EFCO no se pueden usar como se indica en el plano, es responsabilidad del contratista suministrar una alternativa adecuada de andamiaje y accesos.
- Los brazos de andamio EFCO se han diseñado para soportar trabajadores únicamente, no para almacenamiento de materiales como acero de refuerzo o equipos pesados.
- El contratista debe inspeccionar que el andamiaje no esté dañado, caso contrario deberá retirarse y no utilizarse.
- Durante el montaje y desmontaje del equipo EFCO, el nivel de los marcos EZ Deck pueden servir como una plataforma de andamio de trabajo ligero. Los marcos están diseñados para soportar una plataforma de 120 Kg/m^2, el área no debe exceder los 6m^2 por marco, los tablones de andamio deben tener una luz máxima de 2.4m
- Para volados iguales o mayores a 600 mm, se deberá asegurar E-Beams y Z-Beams para evitar su volcamiento durante el armado del equipo y el vaciado.

En los cuadros siguientes se detallan la identificación de los peligros, la magnitud del riesgo y las medidas preventivas analizadas para esta actividad.

Cuadro N° 11 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Caídas al mismo nivel por tropiezos, al salvar obstáculos o por deslizamiento del terreno		X			X				X			- Conocimiento y reconocimiento previo del terreno - Buscar los accesos y recorridos más adecuado y libre de obstáculos - No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno
Sepultamiento, aplastamiento o golpes con materiales	X					X			X			- No transitar por zonas con peligro de desprendimiento o corrimientos de terreno - Llevar casco de seguridad - Localizar un lugar estable y seguro para colocar la estación de medición

Cuadro N° 12 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Riesgos por causas naturales: vientos, tormentas, lluvias, incendios		X				X				X		- Informarse sobre la meteorología en la zona del trabajo - Mantener contacto continuo en desplazamientos a zonas deshabitadas o de difícil acceso o en previsión de temporal - Llevar elementos de localización y comunicación (mapas detallados, GPS, teléfono móvil, radio, etc.)
Caída de trabajadores desde la torre E-Z Deck		X			X					X		- Uso de arnés de seguridad y línea de vida en el montaje y desmontaje de la estructura provisional
Caída de los elementos EFCO y/o herramientas por desplome y manipulación		X			X					X		- Realizar el montaje de los elementos EFCO con mano de obra calificada y siguiendo las indicaciones de los planos de montaje - No efectuar el transporte de los módulos por encima de los operarios ni se permitirá circular o estacionarse debajo de las mismas

Cuadro N° 13 Análisis de riesgos para el montaje de la estructura provisional para la losa superior (continuación)

RIESGOS IDENTIFICADOS	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo					MEDIDAS PREVENTIVAS
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN	
Golpes por objetos y herramientas		X			X					X		- Los elementos EFCO se acopiarán lo más cerca posible del punto de montaje, teniendo presente la necesidad de efectuar trabajos y su correcta estabilidad
Atrapamientos por o entre objetos		X			X				X			- Mantener el entorno de trabajo en buen estado de orden y limpieza - Realizar las operaciones de manipulación y montaje de elementos EFCO por un equipo formado y siguiendo las indicaciones del plan de montaje

4.4 ESTUDIO IMPACTO AMBIENTAL

Cuando se edifica un puente, inminentemente se modificará el medio y en consecuencia las condiciones socio económicas, culturales y ecológicas del ámbito donde se construirá el mismo; y es allí que surge la necesidad de una evaluación bajo un enfoque global ambiental. La mayoría de veces, esta modificación es positiva para los objetivos sociales y económicos que se pretenden alcanzar, pero en muchas otras ocasiones, la falta de un debido planeamiento en su ubicación, fase de construcción y etapa de operación puede conducir a serios desajustes debido a la alteración del medio.

4.4.1 Objetivos

- Identificar en forma oportuna el problema ambiental
- Establecer las condiciones ambientales de la zona de estudio
- Definir el grado de agresividad del medio ambiente sobre la subestructura y la superestructura del puente
- Establecer el impacto que pueden tener las obras del puente y sus accesos sobre el medio ambiente, a nivel de procedimientos constructivos
- Recomendar las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento para garantizar la durabilidad del puente

4.4.2 Análisis de los impactos ambientales

El presente análisis de la identificación de impactos ambientales referidos a los impactos de la etapa de construcción y operación; a fin establecer las medidas y planes técnicos que permiten reducir la afectación a niveles aceptables o límites permisibles.

Al respecto, el análisis ambiental del proyecto vial ha seguido la siguiente secuencia:

- Identificación de Impactos ambientales de la etapa de construcción y operación. Para lo cual se aplicó la matriz de identificación de impactos ambientales.
- Evaluación de Impactos ambientales, para lo cual se aplicó la matriz de evaluación de impactos ambientales.

a) Identificación de los impactos ambientales

Se identificaron y evaluaron de manera estricta los impactos ambientales con mayor grado de probabilidad que se pudieran presentar durante la etapa de

construcción y etapa de operación; del proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa - efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

Para la identificación de los impactos ambientales se determinó las actividades que se iban a desarrollar durante las etapas del proyecto, así como los principales aspectos ambientales que generan estos impactos. Al respecto, las principales acciones del proyecto generadores de impactos son:

- Desbroce y limpieza del terreno para trabajos de topografía y otros
- Excavación para cimentación de estribos
- Construcción de estructuras de concreto del puente
- Corte para accesos
- Conformación del terraplén
- Circulación de maquinaria de construcción
- Explotación de las canteras
- Uso de fuentes de agua
- Transporte de material
- Funcionamiento del campamento y patio de maquinas
- Abandono de instalaciones provisionales
- Uso del depósito de material excedente (DME)

Una vez determinados los aspectos ambientales, en la matriz de interacción de identificación de impactos ambientales se interrelacionan con los elementos ambientales de los medios físico, biológico y socioeconómico y cultural, identificando los impactos positivos y negativos, que podrían ser generados por el proyecto vial.

En los cuadros siguientes se presenta la matriz de identificación de los impactos ambientales que se analizaron en el estudio de impacto ambiental para el proyecto de construcción del puente Aynamayo y accesos.

Cuadro N° 14 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTES AMBIENTALES					
	MEDIO FISICO				MEDIO BIOLOGICO	
	Aire	Suelo	Agua	Relieve	Flora	Fauna
1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO PARA TRABAJOS DE TOPOGRAFIA Y OTROS	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo puntual de la afectación de la calidad del suelo	No aplica	Alteración puntual del relieve del área	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local
2. EXCAVACION PARA CIMENTACION DE ESTRIBOS	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo puntual de la afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración de la vegetación natural	Perturbación de la fauna local
3. CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO DEL PUENTE	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración de la vegetación natural	Perturbación de la fauna local
4. CORTE PARA ACCESOS	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 15 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico (continuación)

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTES AMBIENTALES					
	MEDIO FISICO				MEDIO BIOLOGICO	
	Aire	Suelo	Agua	Relieve	Flora	Fauna
5. CONFORMACION DE TERRAPLEN	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo de afectación puntual de la calidad del suelo	No aplica	Alteración puntual del relieve del área	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local
6. CIRCULACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo puntual de la afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del rio Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local
7. EXPLOTACION DE LAS CANTERA	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del rio Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración de la vegetación natural	Perturbación de la fauna local
8. USO DE FUENTES DE AGUA	No aplica	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del rio Aynamayo	No aplica	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 16 Matriz de identificación de impactos ambientales – medios físico y biológico (continuación)

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTES AMBIENTALES					
	MEDIO FISICO				MEDIO BIOLOGICO	
	Aire	Suelo	Agua	Relieve	Flora	Fauna
9. TRANSPORTE DE MATERIAL	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	No aplica	No aplica	No aplica	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local
10. FUNCIONAMIENTO DEL CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo puntual de la afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Aynamayo	Alteración puntual del relieve del área	Alteración de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local
11. ABANDONO DE INSTALACIONES PROVISIONALES	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	Riesgo de afectación de la calidad del agua del río Aynamayo	No aplica	Alteración de la vegetación natural	Perturbación de la fauna local
12. USO DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	Alteración de la calidad del aire por emisión de polvo	No aplica	No aplica	Alteración puntual del relieve del área	Alteración puntual de la vegetación natural	Perturbación puntual de la fauna local

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 17 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTE AMBIENTAL				
	MEDIO SOCIOECONÓMICO				
	Paisaje	**Transito vial**	**Empleo**	**Salud y Seguridad**	**Economía**
1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO PARA TRABAJOS DE TOPOGRAFIA Y OTROS	Alteración puntual de la calidad del paisaje local	No aplica	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	No aplica
2. EXCAVACION PARA CIMENTACION DE ESTRIBOS	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
3. CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO DEL PUENTE	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
4. CORTE PARA ACCESOS	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 18 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico (continuación)

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTE AMBIENTAL				
	MEDIO SOCIOECONÓMICO				
	Paisaje	**Transito vial**	**Empleo**	**Salud y Seguridad**	**Economía**
5. CONFORMACION DE TERRAPLEN	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
6. CIRCULACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
7. EXPLOTACION DE LAS CANTERA	Alteración puntual del paisaje local	No aplica	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
8. USO DE FUENTES DE AGUA	Alteración puntual del paisaje local	No aplica	No aplica	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	No aplica

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 19 Matriz de identificación de impactos ambientales – medio socioeconómico (continuación)

MATRIZ CAUSA - EFECTO	COMPONENTE AMBIENTAL				
	MEDIO SOCIOECONÓMICO				
	Paisaje	**Transito vial**	**Empleo**	**Salud y Seguridad**	**Economía**
9. TRANSPORTE DE MATERIAL	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
10. FUNCIONAMIENTO DEL CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	Alteración puntual del paisaje local	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
11. ABANDONO DE INSTALACIONES PROVISIONALES	No aplica	Perturbación puntual del tránsito vial	Generación de empleo	Riesgo de Afecciones respiratorias en el personal de obra	Dinamización de la economía local
12. USO DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	Alteración puntual del paisaje local	No aplica	Generación de empleo	No aplica	No aplica

Fuente: Expediente técnico de obra

b) Evaluación de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales, se procede con la correspondiente evaluación de los impactos ambientales generados durante la etapa de construcción del puente; para ello, se consideró la ubicación de los factores ambientales del área de influencia, así como el carácter lineal de las actividades constructivas de la obra proyectada. En los cuadros siguientes se muestran la matriz de evaluación de impactos para el proyecto.

		IMPACTOS AMBIENTALES		
COMPONENTES AMBIENTALES		1.DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO PARA TRABAJOS DE TOPOGRAFIA Y OTROS	2.EXCAVACION PARA CIMENTACION DE ESTRIBOS	3.CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO DEL PUENTE
Medio físico	Aire	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Suelo	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
	Agua	NO APLICA	IRRELEVANTE	MODERADO
	Relieve	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
Medio biológico	Flora	MODERADO	MODERADO	MODERADO
	Fauna	MODERADO	MODERADO	MODERADO
Medio socio - económico	Paisaje	MODERADO	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Tránsito	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
	Empleo	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	MODERADO
	Salud y seguridad	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Economía	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE

Cuadro N° 20 Matriz de evaluación de impactos ambientales

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 21 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación)

		IMPACTOS AMBIENTALES		
COMPONENTES AMBIENTALES		4.CORTE PARA ACCESOS	5.CONFORMACION DE TERRAPLEN	6.CIRCULACION DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION
Medio físico	Aire	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Suelo	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
	Agua	NO APLICA	IRRELEVANTE	MODERADO
	Relieve	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
Medio biológico	Flora	MODERADO	MODERADO	MODERADO
	Fauna	MODERADO	MODERADO	MODERADO
Medio socio - económico	Paisaje	MODERADO	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Tránsito	IRRELEVANTE	MODERADO	MODERADO
	Empleo	IRRELEVANTE	!RRELEVANTE	MODERADO
	Salud y seguridad	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Economía	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 22 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación)

		IMPACTOS AMBIENTALES		
COMPONENTES AMBIENTALES		7.EXPLOTACION DE CANTERAS	8. USO DE FUENTES DE AGUA	9. TRANSPORTE DE MATERIAL
Medio físico	Aire	MODERADO	NO APLICA	MODERADO
	Suelo	MODERADO	IRRELEVANTE	NO APLICA
	Agua	IRRELEVANTE	MODERADO	NO APLICA
	Relieve	MODERADO	NO APLICA	NO APLICA
Medio biológico	Flora	MODERADO	IRRELEVANTE	MODERADO
	Fauna	MODERADO	IRRELEVANTE	MODERADO
Medio socio - económico	Paisaje	MODERADO	MODERADO	MODERADO
	Tránsito	MODERADO	NO APLICA	MODERADO
	Empleo	IRRELEVANTE	NO APLICA	IRRELEVANTE
	Salud y seguridad	MODERADO	IRRELEVANTE	MODERADO
	Economía	IRRELEVANTE	NO APLICA	IRRELEVANTE

Fuente: Expediente técnico de obra

Cuadro N° 23 Matriz de evaluación de impactos ambientales (continuación)

		IMPACTOS AMBIENTALES		
COMPONENTES AMBIENTALES		10.FUNCIONAMIENTO DEL CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	11.ABANDONO DE INSTALACIONES PROVISIONALES	12.USO DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE
Medio físico	Aire	MODERADO	MODERADO	MODERADO
	Suelo	MODERADO	MODERADO	NO APLICA
	Agua	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	NO APLICA
	Relieve	MODERADO	NO APLICA	MODERADO
Medio biológico	Flora	MODERADO	IRRELEVANTE	MODERADO
	Fauna	MODERADO	MODERADO	MODERADO
Medio socio - económico	Paisaje	MODERADO	NO APLICA	MODERADO
	Tránsito	MODERADO	MODERADO	NO APLICA
	Empleo	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE
	Salud y seguridad	MODERADO	MODERADO	NO APLICA
	Economía	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE	IRRELEVANTE

Fuente: Expediente técnico de obra

4.4.3 Plan de manejo ambiental

a) Medidas preventivas, correctivas y compensatorias

- Medidas para restaurar las zonas afectadas por la ejecución del proyecto.

Durante el cierre del proyecto se debe realizar la revegetación y restauración de hábitats en las áreas directamente afectadas por las actividades de construcción y se debe realizar en aquellas áreas donde existió vegetación antes de la construcción. La revegetación debe comprender el área del campamento, caminos de accesos, depósito de material excedente, y otros como los bordes de la carretera afectados a lo largo del trazo.

El programa de re vegetación tiene por finalidad restaurar en forma rápida la cobertura vegetal de las zonas intervenidas, basándose en el comportamiento de la ecología de cada zona, estructura y composición similares a las que existía anteriormente, minimizar y/o evitar los procesos de erosión

Control de erosión

- Para manejar el flujo de las corrientes superficiales sobre el talud y los excedentes de agua sobre rellenos y laderas, hasta la entrega o disposición en el drenaje natural, con el fin de evitar la erosión, se deben diseñar y construir estructuras de vertimiento cuyo propósito es el de disipar la energía de la corriente en pendientes fuertes. El contratista debe retirar el material suelto sobre el pavimento para alcanzar los niveles de servicio exigidos en los documentos de licitación.
- Se debe monitorear las obras estructurales y de bioingeniería (control, prevención, y mitigación de movimientos de masa, erosión, inundaciones, etc.) para minimizar las pérdidas recurrentes.
- Se debe colocar un enrocado en la parte inferior de los estribos del puente como protección contra la erosión en esa zona

- Medidas ambientales para la protección de los cursos de agua y preservación de su calidad.

Las principales acciones impactantes relacionadas con el recurso hídrico son la alteración del patrón de drenaje y la alteración de la calidad del agua superficial. Estas se alteran por los cambios producidos sobre el relieve por el desbroce, por

las actividades de corte y relleno por la turbidez, como resultado del arrastre de sedimentos o sólidos en suspensión por las precipitaciones pluviales hacia los cursos o fuentes naturales de agua.

Y es por ello que como parte del programa para la protección de los cursos de agua, el contratista debe seguir las siguientes medidas:

- Proteger la fuente de agua contra la contaminación que podrían generar las cisternas, para este efecto se les dotará del equipo hidráulico necesario para extraer y depositar el agua en los vehículos.
- No verter sin tratamiento previo a las aguas superficiales, residuos sólidos y/o líquidos domésticos, hidrocarburos, lubricantes, grasas y aceites, provenientes generalmente de las canteras, campamento de obra y depósito de material excedente así como desmontes, cemento, concreto u otros elementos contaminantes.
- Disponer que el lugar de llenado de las cisternas permanezca limpio, evitando se produzcan derrames accidentales de combustibles y/o lubricantes por parte del operador de la cisterna o de su ayudante.
- Establecer que las aguas residuales, producidas en el campamento, zona de lavado de vehículos y otras instalaciones, sean derivadas a los sistemas de purificación de aguas.
- Garantizar que los vertidos de las aguas residuales producidas en el campamento, zona de lavado de vehículos y otras instalaciones, se realice a través de sistemas de cunetas hacia los sistemas de purificación de aguas, desde el cual, previa comprobación de cumplimiento de la ley de Recursos Hídricos y con la aprobación de la autoridad hídrica (Junta de usuarios), se derivará hacia canales de regadío, aguas superficiales, entre otros; según sea el caso.
- Realizar actividades de protección de las fuentes de agua seleccionadas en coordinación y autorización con la entidad competente (Autoridad Local del agua) así como el no obstruir, por ningún concepto, los cruces de agua superficial.

- Medidas ambientales para el control de emisiones atmosféricas y ruidos.

Durante la etapa de construcción del puente, las principales fuentes de emisión de gases y partículas son los vehículos, generadores y maquinarias, así como los movimientos de tierra. Ocasionado por el incremento de gases de combustión impactando directamente sobre la calidad del aire. Así mismo, durante las

actividades constructivas, las maquinarias generan altos niveles de ruido (de 80 a 90dBA) cuyos efectos pueden llegar a afectar en algunos casos a los transeúntes, fauna silvestre de la zona. Se debe de tener en cuenta además de las actividades de voladuras para los cortes en roca fija, ya que el ruido es elevado, localizado y de corto tiempo.

Como parte del programa de control de emisiones atmosféricas y ruidos, el contratista debe tener en cuenta lo siguiente:

- Efectuar actividades de humedecimiento periódico, a través del uso de camiones cisternas, mangueras u otros, para humedecer las áreas de construcción en las zonas de trabajo donde se genere excesiva emisión de material en partículas, especialmente en las zonas de tránsito de las maquinarias, canteras, accesos, campamentos, zonas de depósitos de material excedente y en las áreas más sensitivas ambientalmente.
- Garantizar que los equipos y maquinarias de uso para las actividades constructivas estén en buen estado de funcionamiento, a fin de minimizar las emisiones a la atmósfera de elementos tóxicos y partículas.
- Mantener húmedo todo material suelto y/o en partículas que se transporte, incluyendo materiales constructivos y excedentes de obra, para impedir la dispersión de partículas en el aire por acción del viento.
- Evitar la exposición del personal de obra a la inhalación, ingestión, absorción cutánea o por contacto, de cualquier gas, vapor, humo o polvos que excedan los niveles máximos permisibles establecidos en la normatividad ambiental.
- Garantizar la implementación de sistemas operativos a sus maquinarias y vehículos; de tal forma, que no se generen ruidos fuertes y molestos.
- Efectuar labores de mantenimiento de la maquinaria pesada y equipos de combustión interna, para no incrementar el nivel de ruido de los mismos.
- Cuando el personal de obra labore en zonas con niveles sonoros superiores a los niveles de seguridad, deben utilizar dispositivos o controles de ingeniería factibles. Si tales controles no logran reducir los niveles de ruido a estándares de seguridad, deberá proporcionarse y utilizarse el equipo de protección personal auditivo, para reducirlos hasta alcanzar dichos estándares.
- Transportar en vehículos todo material y/o escombro de obra, los cuales deberán ser humedecidos en su superficie a fin de minimizar la emisión de polvo,

estableciendo la cantidad de material que se cargará de modo que no se exceda la capacidad de carga

- Medidas ambientales para controlar el manejo de desechos sólidos y domésticos.

A fin de lograr un procedimiento adecuado y como parte del programa de manejo de residuos sólidos, el contratista debe considerar lo siguiente:

- Capacitar a todos los miembros del personal sobre las prácticas seguras de manejo de residuos indicando las ventajas de la implementación.
- Ubicar contenedores para residuos sólidos y distribuirlos en todas las áreas, siendo etiquetados y dispuestos con su respectiva tapa previamente, a fin que los residuos no sean expuestos a la intemperie, evitando la generación de vectores infecciosos que atenten contra la salud del personal de obra y población local.
- Incentivar prácticas para la minimización de residuos sólidos, siendo el propósito de este, evitar el manejo de residuos sólidos o mucho mejor aún, no generarlos.
- Instruir al personal encargado de la manipulación y transporte de residuos sólidos sobre los procedimientos apropiados para efectuar un transporte ambientalmente seguro desde el punto de recolección hasta el destino final.
- Ubicar los depósitos de material excedente de obra fuera del cauce del río, de las zonas de medias laderas y de zonas inestables.
- Disponer los materiales excedentes de obra de tal manera de no formar depresiones, a fin de no generar fuentes de vectores infecciosos, teniendo en cuenta que en la zona del proyecto, las temperaturas son muy altas.
- Colocar los materiales en los depósitos de materiales excedentes cumpliendo con el adecuado tratamiento de compactación para cada capa a instalarse, el talud que garantice estabilidad y la formación de terrazas según el diseño del depósito.

- Medidas ambientales para controlar el vertimiento de aguas residuales y residuos peligrosos

. Aguas Residuales

Se considera como aguas residuales o residuos líquidos, aquellos residuos que provienen de los servicios higiénicos y la cocina del campamento de obra, así como los provenientes de la limpieza de maquinarias y equipos, siendo necesario

el manejo de estos residuos para evitar la contaminación de los suelos, el agua, la vegetación, etc. El sistema de eliminación de los residuos líquidos debe estar compuesto por un micro relleno sanitario.

A continuación se describen algunas recomendaciones generales para optimizar la implementación del sistema de tratamiento indicado:

- El piso de la zona de lavado o mantenimiento de las maquinarias se impermeabilizará mediante losas de concreto, para evitar la infiltración de aguas aceitosas; deberá contar además, con un sistema de drenaje (cuneta perimetral) conectado a la trampa de grasas.
- Deben limpiarse periódicamente todas las estructuras de drenaje, especialmente los canales y tuberías conductoras de aguas aceitosas, para evitar su obstrucción.
- El área donde se ubicará el micro relleno sanitario, debe tener cerco perimétrico para evitar accidentes.

. Residuos Peligrosos

Son considerados los que provienen del mantenimiento de motores de los equipos y/o maquinarias; al respecto, el manejo de cada tipo de residuo debe efectuarse de la siguiente manera:

- Aceite usado: El aceite usado debe ser recolectado en tambores o en tanques de recolección de aceite usado. Estos deben ser colocados en zonas que cuenten con estanques de contención de fugas o derrames secundarios, dentro del área de almacenamiento de residuos peligrosos del campamento de obra, hasta su disposición final.
- Baterías usadas: Siempre que las baterías sean reemplazadas, las mismas deber ser transportadas al lugar de resguardo de baterías de repuesto. Las baterías usadas deber ser almacenadas en una instalación cerrada para su posterior disposición en depósitos de seguridad autorizados.
- Filtros Usados: Siempre que se reemplacen los filtros, los usados no debe ser desechados en el relleno sanitario sin asegurarse de que no estén contaminados con hidrocarburos u otras sustancias consideradas peligrosas. Los filtros contaminados deben ser transportados a un depósito de seguridad autorizada de residuos peligrosos.

- Trapos Sucios o Contaminados: Los trapos sucios u otros materiales contaminados con hidrocarburos deben ser recolectados y dispuestos en depósitos de seguridad autorizados, fuera de la zona del proyecto.
- Neumáticos Usados: Los neumáticos usados deben ser transportados a empresas de reciclaje; o pueden ser donados a colegios o instituciones educativos de la zona, como parte de juegos infantiles.

Asimismo, como parte del programa de Manejo de Residuos peligrosos, el contratista debe comprometerse a:

- Reducir la cantidad de residuos y hacer que los trabajadores también se comprometan a hacerlo.
- Establecer programas de capacitación para trabajadores sobre reducción de residuos, manejo de residuos peligrosos y respuestas ante emergencias.
- Realizar evaluaciones de residuos peligrosos para registrar las fuentes, tipos y cantidades de residuos peligrosos que estén siendo generados o producidos y para señalar las áreas potenciales de reducción.
- Construir un área de almacenamiento de residuos peligrosos dentro de las áreas de trabajo. Esta área de almacenamiento deberá estar equipada con la debida señalización, equipos de respuesta a contingencias y prevención de incendios.
- Disponer de unidades y personal responsable para el transporte de los residuos peligrosos.
- Identificar todos los contenedores mediante etiquetas, donde aquellos que son calificados como contenedores de residuos peligrosos y que serán transportados fuera de los límites de las instalaciones de trabajo para su posterior tratamiento o disposición, serán documentados.

b) Seguimiento y monitoreo ambiental

La función del monitoreo ambiental debe ser realizada por el coordinador ambiental del contratista; la misma que debe abarcar a dar el seguimiento a las medidas para el control de la erosión, la calidad del agua, la calidad del aire, así como de la protección de las especies silvestres, los recursos hídricos, la vegetación, etc.

Algunas de estas funciones deben ser:

- Registrar las medidas de restauración de las áreas alteradas.

- Observar y registrar el espacio geográfico en que se realizan las actividades de rehabilitación y la autorización para la utilización del mismo.
- Registrar las actividades relacionadas con las prácticas de recolección y disposición de residuos.
- Documentar con fotografías, la condición de los espacios de trabajo antes, durante y después de la construcción.
- Identificar los problemas ambientales potenciales y recomendar al contratista de las acciones apropiadas, antes de que dichos problemas ocurran.
- Comunicar y brindar capacitación sobre temas y asuntos ambientales específicos del proyecto al contratista.

El coordinador ambiental debe preparar los informes rutinarios mensuales de cumplimiento de los programas ambientales durante toda la etapa de construcción para la emisión al cliente. Además, debe preparar informes especiales cuando ocurra algún evento extraordinario, caso que no sucedió en el proyecto.
Estos informes mensuales deben contener los logros de los programas contenidos en el Plan de Acción Preventivo Correctivo, entre los cuales tenemos a:

- Control de la explotación de canteras
- Control de la calidad del agua
- Control de la calidad del aire
- Control de los niveles sonoros
- Revegetación
- Monitoreo del manejo de desechos solidos
- Control de derrames de combustible
- Monitoreo de fauna
- Control de las actividades de desbroce

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1.- Para la evaluación del alcance, costo y tiempo de una estructura provisional para la superestructura de un puente en arco de tablero superior es necesario efectuar un análisis de la estructura para la losa en arco y otra para la losa superior, cada una por separado.

2.- El montaje de las estructuras provisionales requeridas para construir la losa en arco de concreto resulta ser la actividad más importante del proyecto y deben estar considerados en la ruta crítica de la obra.

3.- La selección de los arcos metálicos modulares resultaron ser la solución más adecuada como estructura provisional para la construcción de una losa en arco, ya que se logró realizar de una manera práctica y sencilla, siendo el procedimiento de montaje variable para otros arcos de longitudes mayores, dependiendo de las condiciones topográficas de la zona de trabajo.

4.- Es importante prever y considerar el planeamiento y la programación para la ejecución de las actividades necesarias en el montaje de una estructura metálica provisional, proporcionando los requerimientos mínimos tales como el recurso humano, los equipos y materiales a emplear en dicha actividad, la cual no había sido previsto para el presente proyecto.

5.- El control de calidad que se requiere durante el montaje de los arcos metálicos modulares para la losa en arco debe incluir verificaciones topográficas (altimétricas) tomadas periódicamente con el fin de monitorear el comportamiento de esta estructura y de realizar las correcciones necesarias si fuera el caso, mientras que la inspección de calidad para el montaje del sistema de encofrados para la losa superior debe incluir revisiones de espaciamientos y empernado entre los elementos e inspecciones en los sistemas de apoyos.

6.- Se determinó un sobrecosto en más del 2% del monto presupuestal para la partida falso puente, aunque la estructura provisional para la losa en arco presenta la ventaja de ser propiedad del contratista, por lo que puede ser reutilizada o alquilada para otros proyectos de puentes que requieran de estas estructuras, convirtiéndose en un elemento activo para beneficio del contratista a largo plazo.

7.- En base a la comparación de costos en la partida del falso puente entre el presupuesto contractual y el real ejecutado, se concluye que esta partida se convirtió en la de mayor incidencia del monto presupuestal, lo que determina el grado de importancia y su ajuste necesario en los análisis de costos unitarios cuando se presente una estructura de este tipo en otros proyectos de puentes de similares condiciones.

8.- Es importante implementar un plan de seguridad y salud ocupacional haciendo énfasis en los riesgos analizados para el montaje de las estructuras provisionales mencionadas, lo cual carecía en el proyecto.

5.2 RECOMENDACIONES

1.- Es necesario realizar un planeamiento regional que abarque los requerimientos y/o servicios en zonas cercanas al proyecto, debido a que no siempre se puede contar con la totalidad de estos, especialmente cuando se trata de obras públicas ubicadas fuera de la capital.

2.- En la fabricación de estructuras metálicas para puentes que se realizan en taller, sean provisionales o permanentes, se recomienda realizar pre montajes las veces que sean necesarias antes de ser trasladas a obra, con el fin de minimizar los riesgos en costo y tiempo durante el montaje.

3.- El contratista debe realizar un "check list" (lista de verificación) de los equipos, las certificaciones de estas, herramientas y todos los insumos requeridos para los procesos a ejecutar, ya que son prioridad para garantizar la integridad del proyecto y de la mano de obra.

4.- Se recomienda considerar las condiciones climáticas del lugar para ejecutar un apropiado mantenimiento de las estructuras provisionales mencionadas, siendo indispensable proteger de la humedad del lugar con toldos u otros elementos que sirvan de protección debido a que el clima en la zona es lluvioso en casi todo del año. Además se recomienda realizar un mantenimiento periódico de los módulos metálicos fabricados con un tratamiento de pintura cada medio año para proteger de las condiciones desfavorables del medio donde se utilice.

5.- Como proceso constructivo en todo tipo de puentes, se recomienda considerar siempre una contraflecha apropiada para el montaje de estructuras metálicas que sean sometidas a flexión debido a cargas impuestas por el peso de la estructura misma, el tránsito de personas y del concreto vaciado cuando se haya concluido el montaje y puesto en servicio.

6.- Es recomendable planificar y programar un plan de trabajo general para todo el proyecto, el cual debe detallar la estrategia a usar en la construcción, para luego desarrollar planes de trabajo específicos detallados minuciosamente para las actividades críticas como es el caso de la construcción de las estructuras provisionales para la superestructura del puente.

7.- Se recomienda que el vaciado de concreto para la losa en arco se debe ejecutar en forma simétrica empezando desde ambas márgenes concluyendo en la clave de la misma, de igual manera para la losa superior, teniendo en cuenta que para este último, el vaciado en forma transversal se debe empezar desde el centro de la losa hacia los extremos donde se ubican las veredas.

8.- Finalmente se sugiere tomar en cuenta las consideraciones de seguridad indicadas por la compañía proveedora de los equipos de encofrado, siguiendo siempre el procedimiento establecido en los planos de montaje dados por esta empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aquino Vasquez Denis Anibal, Manual de construcción de puentes de concreto, Trabajo de graduación Universidad de El Salvador, San Salvador, 2004.

2. Bonilla Delgado Hermes, Análisis, diseño y proceso constructivo de un puente de hasta 15m, Proyecto final de Licenciatura en Ingeniería en Construcción Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago – Costa Rica, 2012.

3. Demchenko Yulia, Sistemas de Construcción de Puentes Arcos, Trabajo Fin de Master Universidad Politécnica de Madrid, Madrid – España, 2011.

4. Inga Baez, José, Montaje de puentes colgantes. Puente Herreria, Tesis de Grado para optar el Título Profesional, UNI-FIC, Lima – Perú, 1981.

5. Mendiburu Zeballos Luis Miguel, Técnicas de lanzamientos de puentes, Tesis de Grado para optar el Título Profesional, UNI-FIC, Lima – Perú, 1994.

6. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Lima – Peru, 2013.

7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Puentes, Lima – Peru, 2003.

8. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma G. 050, El Peruano, Lima – Perú, 2007.

9. Ramírez Goicochea Luis Enrique, Procesos Constructivos del Puente Tsej Tsi en Arco de Concreto Postensado de 80m, Tesis de Grado para optar el Título Profesional UNI-FIC, Lima – Perú, 1995.

10. Rosales Rosales Luis – Vilchez Vallejos Dante Rafael, Propuesta de un plan de seguridad, salud y medio ambiente para una obra de construcción y la estimación del costo de su implementación, Tesis para optar el Título Profesional PUCP, Lima – Perú, 2012.

11. Segami Murakami Carlos Eduardo, Puente en Arco de Concreto Armado con Tímpano relleno, Tesis de Grado para optar el Título Profesional UNI-FIC, Lima – Perú, 1986.

12. Tokumori Arakakiko Juan Carlos, Planeamiento, programación y control de obras de construcción de puentes, para optar el Título Profesional Tesis de Grado UNI-FIC, Lima – Perú, 1996.