# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

## MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN ESTRUCTURAS METÁLICAS

**Tema:** "Análisis de los desplazamientos de los apoyos superiores de las torres durante la simulación de las fases de construcción de un puente colgante sobre el río Jatun Yacu."

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Ingeniería Civil con mención en Estructuras Metálicas

**Modalidad de Titulación:** Proyecto de Titulación con Componentes de Investigación Aplicada y/o de Desarrollo

**Autor:** Ing. Pablo José Jácome Villacrés

**Directora:** Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Msc.

Ambato – Ecuador

2025

**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica**

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg., e integrado por los señores: Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg. e Ing. Oscar Iván Analuiza Maiza, Mg., designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: "ANÁLISIS DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS APOYOS SUPERIORES DE LAS TORRES DURANTE LA SIMULACIÓN DE LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE COLGANTE SOBRE EL RÍO JATUN YACU" elaborado y presentado por el señor, Ing. Pablo José Jácome Villacrés, para optar por el Titulo de cuarto nivel de Magíster en Ingeniería Civil con Mención en estructuras Metálicas; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

---

*Ing. Santiago Paúl Cabrera Anda, Mg.*
**Presidente y Miembro del Tribunal**

---

*Ing. Wilson Santiago Medina Robalino, Mg.*
**Miembro del Tribunal**

---

*Ing. Oscar Iván Analuiza Maiza, Mg.*
**Miembro del Tribunal**

# AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: **"ANÁLISIS DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE LOS APOYOS SUPERIORES DE LAS TORRES DURANTE LA SIMULACIÓN DE LAS FASES DE CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE COLGANTE SOBRE EL RÍO JATUN YACU",** le corresponde exclusivamente al: Ing. Pablo José Jácome Villacrés, Autor bajo la Dirección de la Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Msc., Directora del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

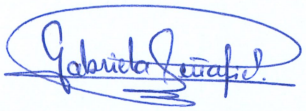


---

*Ing. Pablo José Jácome Villacrés*

*C.C.: 1804325494*

**AUTOR**



---

*Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Msc.*

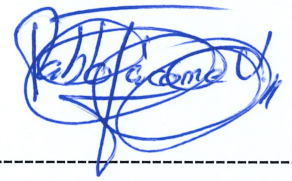
*C.C.: 1804420220*

**DIRECTORA**

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



---

*Ing. Pablo José Jácome Villacrés*

*C.C.: 1804325494*

# ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....i

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.....ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ..... iii

DERECHOS DE AUTOR .....iv

AGRADECIMIENTO .....xiv

DEDICATORIA .....xv

RESUMEN EJECUTIVO .....xvi

ABSTRACT.....xvii

CAPÍTULO I.....1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....1

1.1. Introducción .....1

1.2. Justificación.....2

1.3. Objetivos .....3

1.3.1. General .....3

1.3.2. Específicos .....3

CAPÍTULO II .....4

MARCO TEÓRICO.....4

2.1. Antecedentes investigativos .....4

2.1. Fundamentación científica ..... 8
2.1.1. Definición de puente ..... 8
2.1.2. Puentes colgantes y sus características fundamentales ..... 8
2.1.3. Elementos de un puente colgante ..... 9
2.1.3.1. Torres ..... 9
2.1.3.2. Cajones de Anclaje ..... 10
2.1.3.3. Tablero - Losa ..... 11
2.1.3.4. Vigas Longitudinales y Vigas Transversales ..... 11
2.1.3.5. Cable Principal y Péndolas ..... 12
2.1.3.6. Dovelas ..... 13
2.1.3.7. Apoyos superiores de torres ..... 14
2.1.4. Proceso constructivo ..... 15
2.1.4.1. Planificación ..... 15
2.1.4.2. Coordinación de ingenierías ..... 16
2.1.4.3. Implementación de tecnología en el proceso constructivo ..... 17
2.1.5. Carga viva por vehículo – camión de diseño ..... 17
2.1.5.1. Tándem de diseño ..... 17
2.1.6. Métodos de elementos finitos ..... 18
2.1.7. Objetos y elementos ..... 18
2.1.7.1. Membrana ..... 18

2.1.7.2. Plate ..... 19
2.1.7.3. Shell ..... 20
2.1.7.4. Sólidos ..... 20
2.1.7.5. Frame, cable y tendón ..... 20
2.1.8. Introducción de las secciones de los elementos del puente colgante ..... 21
CAPÍTULO III ..... 23
MARCO METODOLÓGICO ..... 23
3.1. Tipo de investigación ..... 23
3.2. Población o muestra ..... 23
3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender ..... 23
3.4. Recolección de información ..... 23
3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico ..... 24
CAPÍTULO IV ..... 27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 27
4.1. Descripción del proyecto ..... 27
4.2. Definición de la geometría del proyecto ..... 29
4.3. Materiales empleados en el proyecto ..... 31
4.4. Modelamiento del puente colgante para el análisis por elementos finitos ..... 32
4.4.1. Introducción de las características de los materiales y del puente colgante ..... 32
4.4.2. Generación del modelo tridimensional del puente colgante ..... 38

4.4.3. Integración del convoy de carga vehicular....39

4.5. Análisis del proceso constructivo del puente colgante ....40

4.6. Interpretación de resultados de la simulación del proceso constructivo del puente colgante ....46

4.7. Análisis de la posición final de operación del apoyo superior de torre ....49

4.7.1. Precarga del cable principal del puente colgante ....49

4.7.2. Análisis de posición final del apoyo superior de la torre ....50

4.8. Verificación de la hipótesis....53

CAPÍTULO V ....56

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....56

5.1. Conclusiones ....56

5.2. Recomendaciones....57

5.3. Bibliografía ....57

5.4. Anexos ....62

# ÍNDICE DE TABLAS

**TABLA I.** Datos Generales del Proyecto. ..... 29

**TABLA II.** Especificaciones de los Materiales del Puente Colgante ..... 32

**TABLA III.** Cálculo de deformaciones tensiones en la simulación de las fases de construcción del puente colgante ..... 47

**TABLA IV.** Cálculo de esfuerzos en cable principal del puente colgante..... 53

**TABLA V.** Demanda / Capacidad del cable principal ..... 53

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Esquema de un Puente Colgante. ..... 8

**Figura 2.** Esquema de una Torre de un Puente Colgante. ..... 10

**Figura 3.** Esquema del funcionamiento del Cajón de Anclaje. ..... 10

**Figura 4.** Esquema del funcionamiento del Tablero de un Puente Colgante. ..... 11

**Figura 5.** Esquema del Sistema de Vigas de la Super estructura. ..... 12

**Figura 6.** Tipos de cable según el número de hilos. ..... 12

**Figura 7.** Tendido de los Cables Principales de un Puente Colgante. ..... 13

**Figura 8.** Unión Cable Principal – Péndola. ..... 13

**Figura 9.** Sistema de vigas que conforman una Dovela de la Super estructura. ..... 14

**Figura 10.** Sistema de Apoyo Superior de Torre de un Puente Colgante. ..... 14

**Figura 11.** Fases del Sistema Constructivo de un Puente Colgante. ..... 16

**Figura 12.** Camión de diseño norma AASHTO. ..... 17

**Figura 13.** Tándem de diseño norma AASHTO. ..... 18

**Figura 14.** Grados de libertad del elemento Membrana. ..... 19

**Figura 15.** Grados de libertad del elemento Plate. ..... 19

**Figura 16.** Grados de libertad del elemento Shell. ..... 20

**Figura 17.** Grados de libertad del elemento Frame. ..... 21

**Figura 18.** Ubicación del puente colgante en estudio. ..... 27

**Figura 19.** Estado actual del puente colgante. ..... 28

**Figura 20.** Estado Actual del puente sobre el río Jatun Yacu. ..... 28

**Figura 21.** Implantación Sección Longitudinal del Puente. ..... 30

**Figura 22.** Implantación Sección Longitudinal del Puente. ..... 30

**Figura 23.** Dimensionamiento de la Torre ..... 30

**Figura 24.** Sección transversal de la superestructura. ..... 31

**Figura 25.** Componentes del Apoyo Superior de la Torre. ..... 31

**Figura 26.** Propiedades del Hormigón 350Kg/cm2. ..... 33

**Figura 27.** Propiedades del Hormigón 280Kg/cm2. ..... 34

**Figura 28.** Propiedades del Acero ASTM A709 Gr50. ..... 35

**Figura 29.** Propiedades del Acero ASTM A588 Gr50. ..... 36

**Figura 30.** Propiedades del Acero ASTM A36 Gr36. ..... 36

**Figura 31.** Propiedades del Acero de Refuerzo ASTM A615 Gr60 ..... 37

**Figura 32.** Propiedades del Acero en Cables ASTM A416 Gr270 ..... 37

**Figura 33.** Representación del Modelo 3D del Puente Colgante. ..... 38

**Figura 34.** Representación de la Torre del Puente Colgante. ..... 39

**Figura 35.** Configuración de los elementos en dovela tipo. ..... 39

**Figura 36.** Configuración del Apoyo Superior de Torre del Puente Colgante. ..... 39

**Figura 37.** Configuración del Convoy de Carga por pasos. ..... 40

**Figura 38.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Mayor Demanda). ..... 40

**Figura 39.** Construcción de las Torres en el proyecto.....41

**Figura 40.** Montaje de los apoyos superiores en las torres del puente.....41

**Figura 41.** Detalle de los apoyos superiores en las torres del puente.....42

**Figura 42.** Montaje de Cables Principales en el proyecto.....42

**Figura 43.** Montaje de sistema de Vigas y Perfilería de Arriostramiento.....43

**Figura 44.** Carga del tablero de Hormigón Dovela 1 en cada extremo del puente. .....43

**Figura 45.** Carga del tablero de Hormigón Dovelas 9. .....43

**Figura 46.** Carga del Tablero de Hormigón Dovelas 11.....44

**Figura 47.** Carga del Tablero de Hormigón Dovela Central.....44

**Figura 48.** Puente colgante ya completado con todas las cargas adicionales. .....44

**Figura 49.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Demanda Inicial).....45

**Figura 50.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Mayor Demanda). .....45

**Figura 51.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Demanda Final).....45

**Figura 52.** Precarga al cable principal por carga a la deformación.....49

**Figura 53.** Esquema de ubicación del apoyo superior en la torre del puente.....50

**Figura 54.** Desplazamiento (cm) del apoyo superior por peso propio total de la estructura del puente colgante y tensión axial de 1706.00 Ton en el cable principal.....51

**Figura 55.** Desplazamiento (cm) del apoyo superior por la envolvente del peso del convoy vehicular aplicada en la estructura del puente colgante y tensión axial de 418.34 Ton en el cable principal. .....51

**Figura 56.** Esquema del funcionamiento del apoyo superior de la torre en sus desplazamientos inicial, final y de operación del puente colgante. .....52

# AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutora de tesis por su apertura, su guía y su sabiduría, elementos fundamentales que me acompañaron desde el inicio en el desarrollo de este proyecto.

Expreso mi gratitud al personal de titulación de posgrados de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica y, particularmente, al Ing. Carlos Navarro, por el soporte ofrecido a lo largo de todo el proceso de titulación.

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi madre y hermanos, por el apoyo constante que hizo posible la consecución de este objetivo. Y de manera muy especial, lo dedico a la memoria de mi padre (+), quien desde el cielo sigue cuidando cada paso que doy.

Asimismo, agradezco a todas aquellas personas que en su momento me brindaron su incondicional apoyo y confianza, y cuya guía fue fundamental para alcanzar este objetivo; considero que este logro es también suyo.

# RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación aborda una temática poco explorada en la literatura técnica: el análisis del comportamiento de los apoyos superiores de las torres en puentes colgantes, tanto durante el proceso constructivo como en su etapa de servicio. Esta falta de información práctica ha motivado el desarrollo de un estudio basado en un proyecto real, con el objetivo de simular condiciones cercanas a la realidad y obtener datos confiables sobre los desplazamientos generados por el peso de los elementos estructurales.

Para abordar esta problemática, se llevó a cabo una investigación aplicada utilizando un proyecto real de puente colgante. El objetivo principal es el desarrollo de un modelo tridimensional mediante software especializado lo cual permitió simular las diversas fases constructivas de la superestructura, así como la aplicación de un convoy de carga hipotético y aleatorio para evaluar el comportamiento en servicio.

El análisis permitió observar las tensiones en el cable principal y los desplazamientos resultantes, identificando que la suma de los movimientos generados durante la construcción y por la carga vehicular excedía el recorrido disponible en los apoyos superiores. Ante esta situación, fue necesario aplicar iterativamente una precarga al cable principal en las zonas laterales del puente para corregir el comportamiento estructural.

Finalmente, tras ajustar la deformación inicial del cable como precarga, se validó que los desplazamientos durante las fases de construcción y operación se mantenían dentro de los límites aceptables, garantizando el correcto funcionamiento de los apoyos superiores y del sistema estructural del puente colgante.

**DESCRIPTORES:** APOYO SUPERIOR, DESPLAZAMIENTO, MODELO TRIDIMENSIONAL, PRECARGA, PUENTE COLGANTE.

# ABSTRACT

This research addresses a topic rarely explored in technical literature: the analysis of the behavior of upper tower supports in suspension bridges, both during the construction process and in their service life. This lack of practical information motivated the development of a study based on a real-world project, aiming to simulate near-reality conditions and obtain reliable data on the displacements generated by the weight of the structural elements.

To address this problem, an applied research was conducted using a real suspension bridge project. The main objective was the development of a three-dimensional model using specialized software, which allowed for the simulation of various construction phases of the superstructure, as well as the application of a hypothetical and random load convoy to evaluate in-service behavior.

The analysis allowed for the observation of stresses in the main cable and the resulting displacements, identifying that the sum of movements generated during construction and by vehicular load exceeded the available travel in the upper supports. Given this situation, it was necessary to iteratively apply a pre-stress to the main cable in the lateral zones of the bridge to correct the structural behavior.

Finally, after adjusting the initial cable deformation as pre-stress, it was validated that the displacements during the construction and operation phases remained within acceptable limits, ensuring the correct functioning of the upper supports and the overall suspension bridge structural system.



**KEYWORDS:** UPPER SUPPORT, DISPLACEMENT, THERE – DIMENSIONAL MODEL, PRE-STRESS, SUSPENSION BRIDGE.

# CAPÍTULO I

# EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Introducción

Una red vial es una parte fundamental del desarrollo social y económico de los pueblos, de manera que se impulsa la calidad de vida humana entre ellos; aquí es importante señalar que la infraestructura es pieza primordial para el desarrollo colectivo. Aunque las vías no pueden ser realizadas por las estructuras especiales que son los puentes, estructuras que sirven para vencer grandes accidentes geográficos que se pueden presentar y más aún cuando estos comprenden de grandes luces a salvar en las que implique construir puentes colgantes.

En la actualidad hay mucha información sobre el diseño de los puentes colgantes, sin embargo, no existe información suficiente que afirme la investigación sobre los procesos constructivos de estas estructuras especiales y más aún en el detalle de montaje cada elemento, sistema y mecanismo en específico.

El tema que vamos a desarrollar sobre el análisis de desplazamientos en los apoyos superiores de las torres durante las fases de construcción, lo cual significa optimizar los recursos económicos para garantizar la seguridad estructural de un puente colgante. De modo que se requiere un profundo conocimiento de los aspectos constructivos involucrados, lo cual facilite identificar y mitigar riesgos potenciales. Complementariamente, esta investigación servirá como referencia para futuras investigaciones focalizadas en el sistema constructivo y en especial en el análisis de los apoyos superiores de las torres para puentes de características similares.

En la presente investigación se va a enfocar en el análisis de los desplazamientos que se producen en los Apoyos Superiores de las Torres durante cada fase del proceso constructivo del puente colgante. Vale la pena aclarar que los Apoyos Superiores de

las torres son elementos encargados de soportar el peso total de la superestructura que transmite el cable principal hacia las torres. El análisis de los desplazamientos de los Apoyos Superiores de las torres es un procedimiento importante porque toma en cuenta la tensión y fuerzas laterales que actúan y transmite el cable principal hacia las torres. Es necesario resaltar que el análisis de los desplazamientos de los Apoyos Superiore de las torres se lo realizará mediante la simulación del proceso constructivo del puente colgante, en donde se estudiará el equilibrio y la simetría de la aplicación de las cargas durante las fases de construcción.

## 1.2. Justificación

Con el paso del tiempo, debido al crecimiento poblacional se ha requerido la expansión de las zonas pobladas hacia puntos de difícil acceso. Una vez que se encuentran asientos poblacionales, nace la necesidad de crear vías de acceso para generar desarrollo socio – económico de los pueblos. En la unión de los pueblos, es común enfrentar accidentes geográficos que dificultan un recorrido lineal y continuo. Ante estas barreras, la ingeniería civil ha ofrecido soluciones técnicas como son los puentes, los cuales superan los obstáculos naturales y garantizan una conectividad segura y eficiencia de la conectividad de los pueblos.

Los puentes tienen varias clasificaciones según por su uso, por la longitud a salvar, por el tipo de estructura, etc.; en la presente investigación se va a enfocar principalmente en los puentes colgantes. Son estructuras que conforman principalmente de cables principales, los cuales soportan el peso del tablero y están anclados en los extremos a unas estructuras especiales de apoyo y anclaje.[1]

Las principales partes de un puente colgante incluyen los anclajes en los extremos, las torres, el cable principal, las péndolas y la viga de rigidez, que forma parte esencial del tablero principal. Uno de los componentes clave, en el cual se centrará esta investigación, es el apoyo superior de la torre. Este elemento es fundamental para asegurar que los cables principales se mantengan firmemente

sujetos y con la tensión adecuada, lo que permite soportar el peso total de la superestructura del puente. Además, el apoyo superior está expuesto a desplazamientos horizontales debido al movimiento de esta.[2]

Durante la fase de construcción, el apoyo superior de la torre experimenta desplazamientos horizontales causados por el montaje de la superestructura. En esta etapa, la posición inicial de este elemento no es completamente fija y definida, ya que se ajusta de manera controlada cada vez que se aplica tensión a los cables principales de la superestructura.

Al concluir esta investigación, se podrán analizar los desplazamientos de los anclajes superiores de las torres lo que permitirá determinar las posiciones iniciales y finales de los elementos y así establecer su posición de operación.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. General

Analizar el desplazamiento de los apoyos superiores de las torres durante la simulación de las fases de construcción del puente colgante sobre el río Jatun Yacu para obtener sus desplazamientos y ajustar sus posiciones finales de operación.

### 1.3.2. Específicos

a) Recolectar la información estructural del puente para plantear el modelo matemático acorde a la memoria técnica y planos del diseño.
b) Simular las fases de construcción del montaje de la superestructura utilizando un software de cálculo para determinar la tensión del cable principal y los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres para cada fase.
c) Determinar el punto inicial de los apoyos superiores de las torres para ajustar sus posiciones finales de operación en el centro de las torres.

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes investigativos

En nuestro medio, la investigación sobre el cálculo de diseño y la aplicación de sistemas constructivos de los puentes colgantes es limitada, de modo que, no se dispone de una bibliografía específica en la que detalle los efectos que el cable principal transmite los esfuerzos y desplazamientos en los apoyos superiores de las torres, durante las fases de construcción como en la operación del puente.

Para la mayoría de los profesionales de la construcción de nuestro país, es un tema que no ha sido objeto de investigación específica. Por tal razón, la presente investigación se encaminará en el análisis de los efectos de los desplazamientos del apoyo superior de la torre durante las fases de construcción y la operación del puente colgante.

Zhang W. [3]en su investigación explica la configuración geométrica del cable principal, más el radio del apoyo superior de torre, en la cual forma un arco característico que corresponde a la curvatura natural del cable en esa ubicación. A partir de esta curvatura, es posible determinar de manera precisa el punto de intersección (IP) en el que se encuentra el apoyo superior y el cable principal, permitiendo así un matrimonio entre estos elementos.

Wang L. [4] propone un modelo analítico (LLSA) para predecir el desempeño antideslizante en el apoyo superior de la torre. Mediante el desarrollo de una metodología que utiliza la aplicación de placas HF, las cuales adicionan la fricción en los alambres del cable principal mejorando sujeción de los elementos.

Tan H. [5] introdujo el método USGT durante las fases de construcción en donde aplica la forma de tensado simultanea y simétrica de las péndolas transmitiendo las cargas de la superestructura al cable principal. Permitiendo a la viga principal

experimente cambios en el momento flector sin generar cargas y desplazamientos desiguales que afecten en los apoyos superiores de las torres. Este proceso de tensado de las péndolas debe seguir una secuencia desde las torres hacia el punto medio del puente, el cual reduce las fuerzas desequilibrantes en el sistema, la longitud o número de péndolas de extensión y el fenómeno de relajación de la fuerza en las péndolas, acelerando así el proceso constructivo.

Chen Z. [6] estudió la respuesta dinámica de la estructura de soporte superior de una torre sometida a cargas de viento a través de simulaciones en un túnel de viento aplicando dos tipos de interpretaciones estadísticas. Su investigación revela variaciones en los desplazamientos en función del ángulo de incidencia del viento y la estabilidad del sistema.

Wang L. [7] establece un modelo de análisis de deslizamiento no uniforme entre las hebras del cable y el apoyo superior de la torre, en donde simulan historiales de deslizamientos para predecir indicadores claves para el proceso montaje y funcionamiento del puente colgante.

Zhao L. [8] desarrolló un instrumento GNSS de bajo costo en el cual consiste un sistema universal de monitoreo de puentes en tiempo real, en donde monitorea el empuje que ejerce en el apoyo superior de la torre durante la construcción del puente colgante Guojiatuo del río Yangtze.

Zhou X. [9] presenta un nuevo método para calcular la resistencia por fricción y la forma de las hebras del cable principal de los puentes colgantes. El método es preciso y eficiente, y puede utilizarse para el diseño y análisis de este tipo de estructuras en donde muestra la influencia de la fricción entre las hebras del cable principal y el apoyo superior de la torre.

Zhang W. [10] desarrolla un algoritmo matemático en donde integra factores como las características de los materiales, la tensión en el cable principal y la carga que transmitida por el cable principal a la torre.

Zhang Q. [11] en el estudio demuestra que el apoyo superior de la torre mejora significativamente la seguridad antideslizante del cable principal en puentes colgantes, con el ajuste de los parámetros como la rigidez de la torre, la distribución de carga y la relación flecha – luz de un puente colgante.

Zhang W. [12] analiza en detalle el comportamiento de un puente colgante de doble cable y tres torres bajo diferentes condiciones de carga. En el estudio muestra cómo la distribución de la carga, la rigidez de las torres y otros factores influyen en la forma del cable principal, las fuerzas internas y los desplazamientos del puente.

Deng X. [13] presenta un nuevo método practico más preciso para calcular la posición inicial de los apoyos superiores de las torres de los puentes colgantes, tomando en cuenta la interacción entre las diferentes partes del puente con un sistema de ecuaciones para obtener una solución más precisa que la convencional a partir de una forma sencilla de iniciar los cálculos.

Hu Z. [14] presenta un método analítico para calcular la forma del cable principal en un puente colgante de tres torres en especial para vanos cortos. El método utiliza la forma del puente ideal y la forma del cable sin aplicación de cargas como base para calcular la alineación final del puente. El método está desarrollado en MATLAB para realizar cálculos iterativos y la entrega de los resultados son de alta precisión en comparación de los valores iniciales de diseño.

Shah Y. [15] realizan derivaciones a las formulaciones matemáticas para elementos del cable catenario elástico, en donde demuestran la matriz de rigidez para la catenaria elástica es simétrica en donde influye módulo de elasticidad y el error de la carga muerta de la viga de rigidez afectan en la longitud sin tensión del cable principal produciendo el pre – deflexión del apoyo superior de la torre. Este procedimiento es útil para asegurar la desviación de longitudinal y la deflexión en el apoyo superior de la torre permanezca dentro de los límites controlables ayudando a monitorear los elementos durante la construcción del puente.

Zhong C. [16] el articulo utiliza un modelo constructivo elastoplástico ideal y multilineal para lograr el análisis con elementos finitos del apoyo superior de la torre y el cable principal utilizando un factor de seguridad para la optimización del sistema.

Wang L. [17] plantean la división del sistema de cables y el apoyo superior de la torre en donde implementan un modelo numérico proporcionando una solución para resolver el mecanismo interactivo de contacto del sistema.

Wang L. [18] proporciona información y aspectos importantes para el diseño y análisis de puentes colgantes, al profundizar en la compresión del comportamiento de los cables y el apoyo superior de la torre bajo diferentes condiciones de carga.

Shah Y. [19] en el artículo estudia la influencia de la temperatura y la desviación del arco del tramo lateral en el ángulo de deflexión del apoyo superior de la torre y el cable principal incluyendo la tensión del cable principal del puente colgante Feng Chu en Xiangyang.

Chong H. [20] analiza el impacto de la carga de contacto y la carga de fatiga en el desgaste y la vida útil del cable principal, en donde concluyeron que a medida que la tensión de contacto y la carga de fatiga aumenta, incrementa el área de falla del cable. Esto ayuda a determinar la vida útil del cable principal en función de la carga y los ciclos de fatiga.

Yu L. [21] presenta un nuevo método para ajustar la tensión del cable principal de puentes colgantes, en el cual toma como en cuenta aspectos importantes como definir el método de ajuste, validación con mediciones reales en el cual optimiza el proceso del ajuste considerando pruebas adicionales del cable para garantizar la tensión del cable sea la adecuada.

Wang L. [22] analiza el comportamiento de los cables en puentes colgantes específicamente entre el cable principal y el apoyo superior de la torre, donde toma en cuenta la resistencia a la fricción, las fuerzas laterales, dimensión del cable

principal, numero de hilos, la separación del apoyo superior y la aplicación de placas VF para aumentar la fricción lateral y mejorar la seguridad del puente.

## 2.1. Fundamentación científica

### 2.1.1. Definición de puente

Un puente es una estructura especial que es diseñada para superar un accidente geográfico u obstáculo, con el propósito principal de dar continuidad a una vía, ya sea terrestre, ferroviaria o incluso acuática perimiendo el flujo de operación seguro y eficiente.[23]

### 2.1.2. Puentes colgantes y sus características fundamentales

Un puente colgante se define por su tablero suspendido mediante cables de acero, estos cables están apoyados en las torres y anclados en los extremos del puente. Esto permite salvar grandes luces de longitud, como son los ríos anchos o valles profundos.

Tal como se muestra en la Figura 1, los puentes están conformados por dos partes fundamentales:

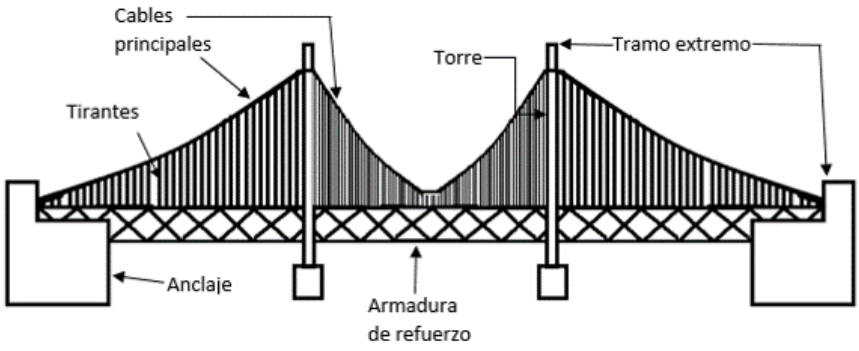



**Figura 1.** Esquema de un Puente Colgante. [24]

La superestructura conformada por: Tablero (encargado de transmitir todas las cargas que transitan), vigas longitudinales y transversales, cables principales, péndolas y apoyos superiores de las torres.

La infraestructura conformada por: Pilares, estribos, cajones de anclaje y cimientos.

Los puentes colgantes tienen las siguientes características:[25], [26]

- Su versatilidad en salvar grandes luces para salvar el obstáculo.
- Tiene un o más tramos centrales y dos laterales.
- Los elementos de la estructura están sujetos a fuerzas de tracción, compresión, gravitatoria y de corte.
- Pueden constituirse de acero o una combinación de acero y hormigón armado.
- El cable principal se ancla en los extremos del puente y se apoya en las torres.
- La carga del tráfico que circula sobre el puente es transferida al tablero mediante las péndolas.
- El tablero puede ser segmentado en dovelas para su ensamblaje durante la construcción.
- Los apoyos superiores de las torres están diseñados para soportar las cargas verticales y los desplazamientos horizontales del cable principal.

### 2.1.3. Elementos de un puente colgante

#### 2.1.3.1. Torres

Las torres son elementos clave para la estabilidad de un puente colgante, ya que transmiten las fuerzas generadas en la superestructura hacia el suelo. Estas pueden estar construidas con distintos materiales: la cimentación suele ser de hormigón armado, mientras que las columnas pueden ser de hormigón armado, acero o incluso madera, dependiendo del caso. Esto se observa en la Figura 2.



**Figura 2.** Esquema de una Torre de un Puente Colgante. [23]

Las torres, comparten una característica importante que son mucho más rígidas en el sentido transversal al puente que en el longitudinal, esta diferencia de rigideces constituye un parámetro de diseño relevante para la concepción estructural integral del puente colgante. [27]

#### 2.1.3.2. Cajones de Anclaje

Los cajones de anclaje son estructuras de hormigón armado que actúan como contrapeso hacia la respuesta de la tensión que produce el cable principal en sus extremos. Su trabajo es brindar la estabilidad mediante la carga gravitatoria de su propio peso, al equilibrar la componente vertical de la tensión. Asimismo, el empuje pasivo proporciona la resistencia necesaria para equilibrar la componente horizontal de las fuerzas actuantes.[27] Tal como se ilustra en la Figura 3.

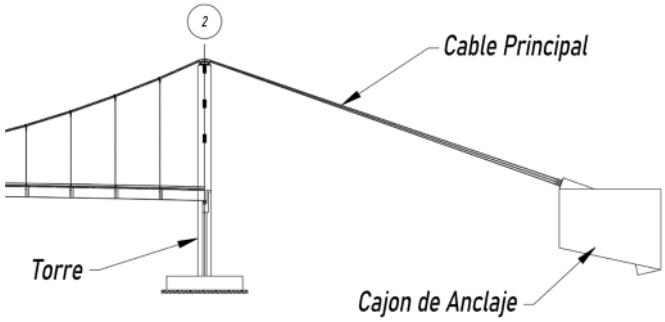



**Figura 3.** Esquema del funcionamiento del Cajón de Anclaje.

### 2.1.3.3. Tablero - Losa

Como elemento de carga principal es el tablero o losa, esta estructura puede ser de hormigón armado, preesforzado o metal (con o sin capa de rodadura). Este soporta el peso de los vehículos que transitan, el cual es transmitido hacia las péndolas y por consiguiente al cable principal del puente colgante.[25] Como se evidencia en la Figura 4.

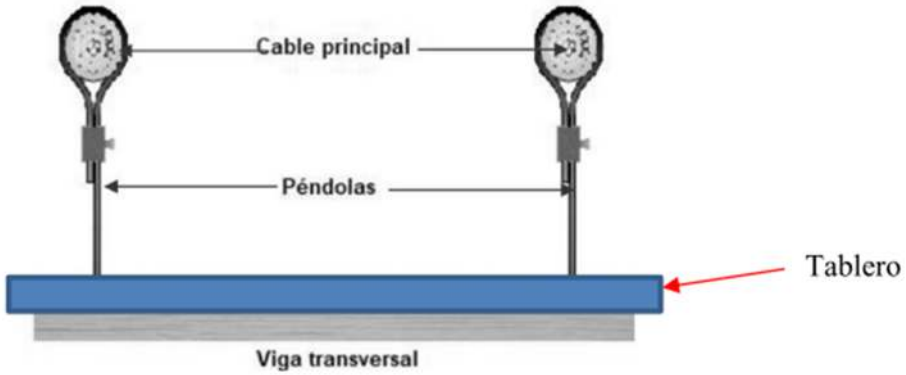



**Figura 4.** Esquema del funcionamiento del Tablero de un Puente Colgante. [28]

### 2.1.3.4. Vigas Longitudinales y Vigas Transversales

Las vigas longitudinales tienen como función recibir las cargas concentradas que actúan en el tablero y repartirlas uniformemente sobre las péndolas y el cable principal, lo cual permite mantener la forma de los cables de las péndolas. Además, a que aportan con la rigidez longitudinal del puente.[25].

Las vigas transversales se encargan de distribuir el peso lateralmente y mantener la forma y rigidez del tablero en sentido transversal del puente colgante, Tal como se observa en la Figura 5.

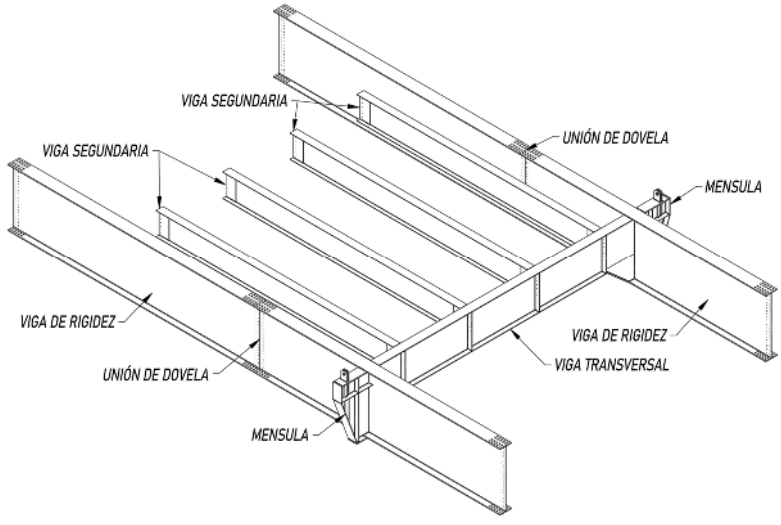



**Figura 5.** Esquema del Sistema de Vigas de la Super estructura.

### 2.1.3.5. Cable Principal y Péndolas

Los cables son elementos más importantes para resistir las cargas extremas en la estructura de un puente colgante. El cable puede presentar diversas configuraciones, pero todas ellas se basan en el empleo de alambres delgados de alta resistencia que forman una o más capas de alambres colocadas helicoidalmente alrededor de un alambre central recto. [26] Como se muestra en la Figura 6.

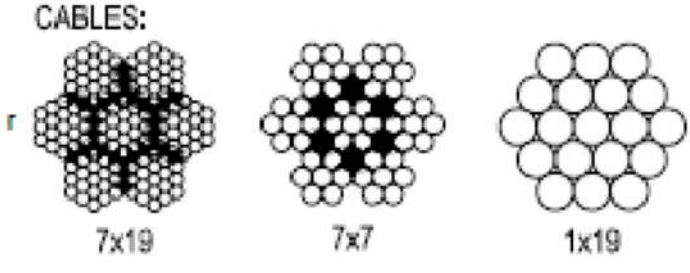



**Figura 6.** Tipos de cable según el número de hilos. [29]

Según el tamaño y tipo de configuración del cable se usará como Cable Principal o Cable para Péndolas, como se observa en la Figura 7.



**Figura 7.** Tendido de los Cables Principales de un Puente Colgante. [23]

Las péndolas están conformadas por cables de acero y elementos articulados en sus extremos, lo cual permite transmitir las cargas del tablero, vigas longitudinales y transversales del puente colgante. El espaciamiento entre péndolas se coloca de manera que coincidan con los nodos en la viga transversal principal. [26] Como se ilustra en la Figura 8.

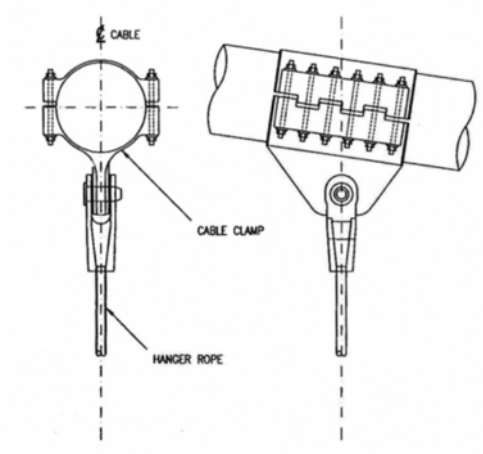



**Figura 8.** Unión Cable Principal – Péndola. [26]

### 2.1.3.6. Dovelas

Es un tramo de la superestructura del puente que está compuesto de vigas longitudinales y vigas transversales de forma monolítica, de las cuales se colocarán

desde el tramo central del puente hacia sus extremos de forma simultánea y sincronizada, como se evidencia en la Figura 9.



**Figura 9.** Sistema de vigas que conforman una Dovela de la Super estructura. [30]

### 2.1.3.7. Apoyos superiores de torres

Los apoyos superiores de las torres en puentes colgantes son componentes cruciales situados en su parte más alta. Sirven de soporte al cable principal en el punto donde se unen los tramos laterales con el central, y contribuyen con la reducción de los desplazamientos de dicho cable.[3] De acuerdo en la Figura 10.

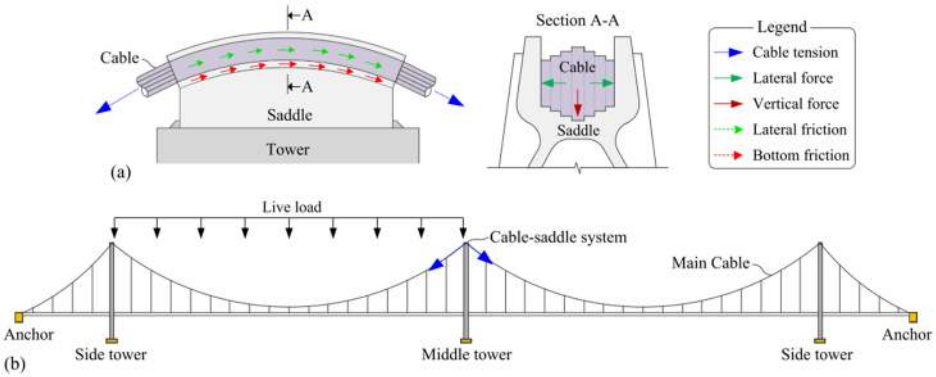



**Figura 10.** Sistema de Apoyo Superior de Torre de un Puente Colgante. [18]

### 2.1.4. Proceso constructivo

El proceso constructivo de un puente colgante demanda una planificación meticulosa, la coordinación de un equipo multidisciplinario, la implementación de tecnología apropiada y la ejecución precisa de cada una de las fases de construcción.

#### 2.1.4.1. Planificación

En este proceso se encarga de la implementación de todos los estudios preliminares como son:

- Topográfico: este estudio genera a detalle la topografía del proyecto, el cual tiene como objetivo principal implantar la estructura del proyecto.
- Geotécnicos: se encarga de comprender las características del suelo en el sitio donde se construirán las estructuras y su objetivo principal es evaluar la capacidad de soporte y su constitución.
- Hidrológicos: este estudio es importante para comprender el comportamiento dinámico del agua del rio en el proyecto el cual se encarga de analizar los datos históricos y actuales de los caudales, evaluar las crecidas para el análisis de la magnitud y frecuencia de los eventos, y el estudio de la erosión en los márgenes del río y sedimentación en el lecho.
- Estructurales: se basan en los resultados obtenidos de los análisis de los estudios de apoyo anteriormente descritos y tiene como objetivo principal la evaluación de la resistencia y el comportamiento de los materiales que conforma la estructura del puente. Por medio del análisis estructural se determinan los esfuerzos y deformaciones que se genera en cada uno de los componentes del puente bajo diversas estados y condiciones de carga, como el peso propio, las cargas dinámicas producidas por el tráfico y las fuerzas externas, como el viento y el sismo.

- Además, con el análisis de cada componente descrita se puede definir la geometría optima de la estructura, garantizando la estabilidad, seguridad y eficiencia cumpliendo de los requisitos de diseño y las condiciones de entorno donde se construirá.

#### 2.1.4.2. Coordinación de ingenierías

Esto representa una de las etapas clave en el proceso constructivo, aquí, como si de un complejo engranaje se tratara, cada especialista aporta su saber hacer en específico. Para obtener una adecuada secuencia de actividades en el proceso constructivo del puente. Esto se puede observar en la Figura 11.

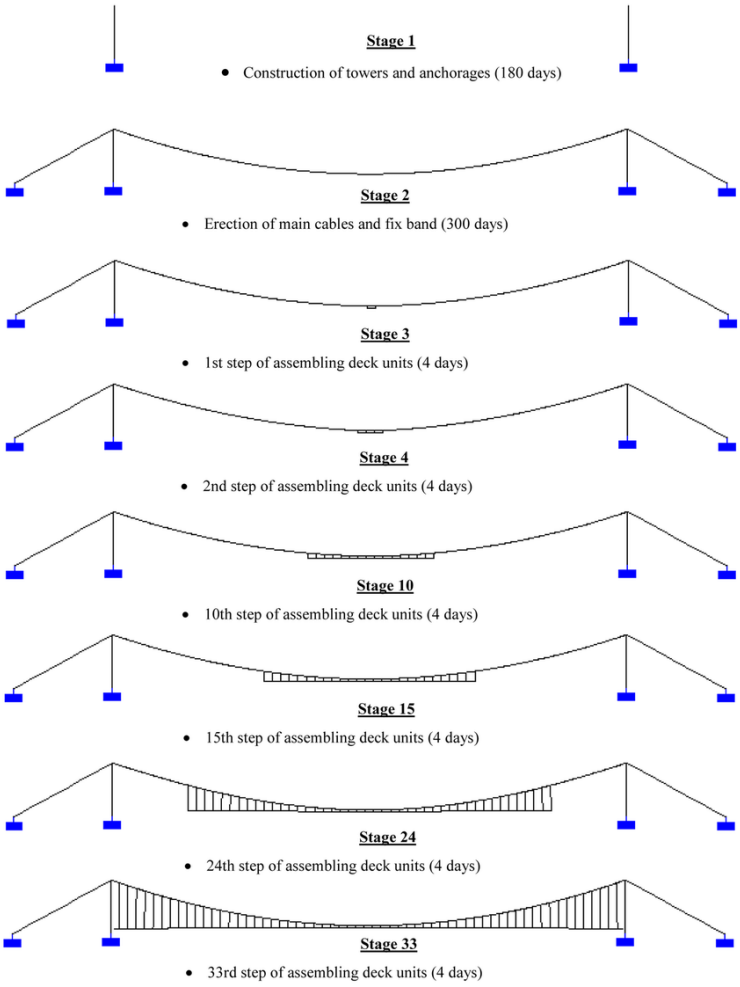



**Figura 11.** Fases del Sistema Constructivo de un Puente Colgante. [30]

#### 2.1.4.3. Implementación de tecnología en el proceso constructivo

La integración de la tecnología de punta está revolucionando la construcción de puentes colgantes. Desde los softwares de diseño y simulación que anticipan el comportamiento estructural, hasta equipos especializados para el izado y tendido preciso del cable principal con el apoyo de sistemas de medición avanzado que monitorean la obra en tiempo real.

### 2.1.5. Carga viva por vehículo – camión de diseño

El diseño del puente colgante se rige por las normas AASHTO, las cuales establecen los criterios y vehículos tipo que deben considerarse en el análisis estructural. Uno de estos vehículos de diseño se muestra en la Figura 12.

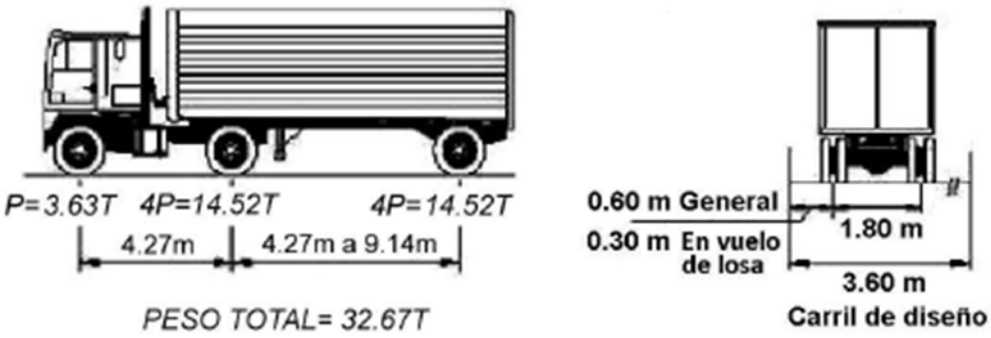



**Figura 12.** Camión de diseño norma AASHTO. [23]

#### 2.1.5.1. Tándem de diseño

Se simula la acción de vehículos pesados caracterizados por ejes traseros ubicados a corta distancia entre sí, específicamente con cargas puntuales de 11.34 toneladas separadas longitudinalmente por 1.20 metros, lo que representa una carga total de 22.68 toneladas. En la sección transversal, dichos ejes presentan una separación lateral de 1.80 metros, [31] Según se observa en la Figura13.




**Figura 13.** Tándem de diseño norma AASHTO. [23]

### 2.1.6. Métodos de elementos finitos

El Método de Elementos Finitos (MEF), se basa en la reducción del problema con infinitos grados de libertad, en un problema con número finito de variables asociadas a puntos característicos denominados nodos. La idea general del (MEF) consiste en la división de un medio continuo en un conjunto de pequeños elementos interconectados por una serie de puntos comunes entre si llamados nodos. Así las ecuaciones que rigen el comportamiento del continuo regirán también el del elemento.[32]

### 2.1.7. Objetos y elementos

#### 2.1.7.1. Membrana

En el modelado de estructuras, se utiliza un elemento finito bidimensional con tres o cuatro nodos. Cada nodo tiene tres posibles movimientos o grados de libertad: dos de desplazamiento (U1 y U2) y uno de rotación. La resistencia de este elemento a la deformación (rigidez) se determina por su área y las propiedades elásticas del material.[33] según lo mostrado en la Figura 14.

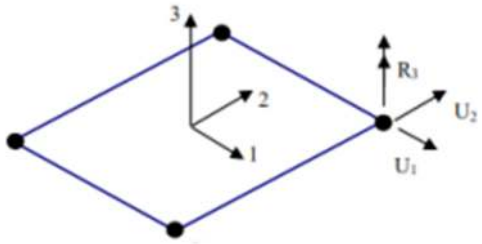



**Figura 14.** Grados de libertad del elemento Membrana. [33]

Este elemento, debido a cómo puede moverse, solo reacciona a fuerzas que están en su misma dirección plana. Si queremos analizarlo con fuerzas que lo empujan de frente o de atrás (perpendiculares), necesitamos asegurarnos de que todos sus puntos de conexión estén fijos para que no se mueva libremente. Pero si las fuerzas actúan de lado a lado, dentro de su plano, podemos calcular cuánto se estirará, comprimirá o girará en sus puntos de conexión. Por eso, se usa para simular paredes que resisten fuerzas en su mismo plano, como los muros de corte.[33]

#### 2.1.7.2. Plate

En el modelado de las estructuras, se utiliza un elemento finito bidimensional con tres o cuatro nodos, cada nodo tiene tres posibles movimientos o grados de libertad: dos de rotación (R1 y R2) y uno de desplazamiento. La resistencia de este elemento a la deformación (rigidez) se determina por su módulo de elasticidad y su inercia. Por lo que, a sus grados de libertad, el elemento plate soporta cargas perpendiculares a su plano y se puede emplear para analizar y diseñar losas macizas o muros de contención planos.[33] Como se lo puede apreciar en la Figura 15.

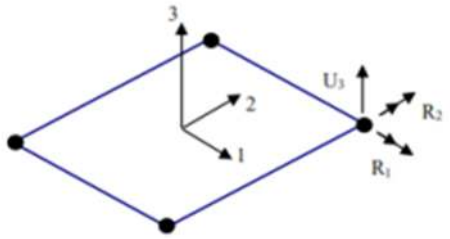



**Figura 15.** Grados de libertad del elemento Plate. [33]

### 2.1.7.3. Shell

En el modelado de las estructuras, se utiliza un elemento finito bidimensional con tres o cuatro nodos, cada nodo tiene seis posibles movimientos o grados de libertad: tres de desplazamiento y tres de rotación (U1, U2, U3, R1, R2, R3). El elemento Shell tiene los grados de libertad de los elementos membrana y plate, por lo que soporta carga perpendiculares y paralelas al plano. En los programas de cálculo se pueden asignar como Thin o Tick: Se emplea como Thin cuando al elemento no se debe considerar las deformaciones transversales por corte y se utiliza Tick cuando al elemento si se debe considerar los efectos de cortante. Un elemento Shell es considerado como Thin, si su relación altura/espesor es menor que 20, de lo contrario es considerado como Thin.[33] Así se evidencia en la Figura 16.

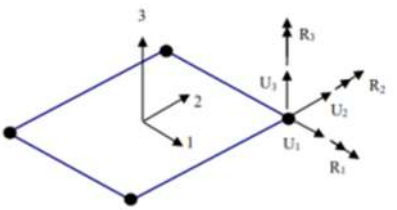



**Figura 16.** Grados de libertad del elemento Shell. [33]

### 2.1.7.4. Sólidos

En el modelado 3D de objetos sólidos, la geometría virtual debe reflejar con precisión la forma real de cada elemento. Esto facilita la comprensión visual del modelo y agiliza el proceso de diseño. Este modelo se conoce como modelo de análisis y consiste en juntas y elementos finitos tradicionales. Los resultados del análisis se muestran en el modelo de análisis.[34]

### 2.1.7.5. Frame, cable y tendón

El elemento barra, fundamental en la modelización de estructuras, se caracteriza por poseer seis grados de libertad en cada nodo, tres traslacionales y tres rotacionales en cada extremo (U1, U2, U3, R1, R2, R3). Su simulación puede

extenderse al régimen no lineal mediante la incorporación de rótulas plásticas concentradas. Asimismo, la conexión entre elementos Frame, Cable y Tendón pueden realizarse a través de links con comportamiento no lineal. Alternativamente, la modelización del comportamiento no lineal puede hacerse mediante modelos de plasticidad distribuida o concentrada, fundamentados en una discretización basada en fibras.[33] De acuerdo con lo ilustrado en la Figura 17.

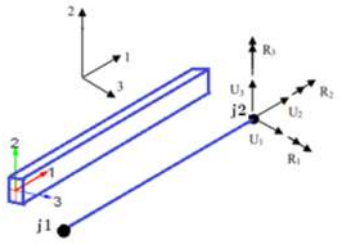



**Figura 17.** Grados de libertad del elemento Frame. [33]

Cada elemento tiene su particularidad en la asignación en cuanto al tipo de material y la sección transversal del elemento. Esto se determina la finalidad para que se está empleando cada tipo de elemento.

### 2.1.8. Introducción de las secciones de los elementos del puente colgante

Aquí se definen las dimensiones de los elementos estructurales del puente colgante, que permiten generar un modelo 3D para el análisis de los desplazamientos del apoyo superior de las torres en cada fase constructiva.

La generación de las torres en el modelo estructural se realizó mediante el uso de elementos de tipo sólido, a los cuales se incorporaron las dimensiones geométricas necesarias conforme a los requerimientos del diseño. Este proceso se inicia con la elaboración de una modelación tridimensional basada en entidades de área (superficies planas), que posteriormente fueron extruidas para conformar volúmenes sólidos.

Este mismo procedimiento de modelado se aplica al componente denominado apoyo superior de la torre, con el objetivo de capturar de manera más precisa el comportamiento estructural de dicho elemento. Al emplear elementos sólidos, se logra una simulación más detallada y realista de los desplazamientos, especialmente en condiciones de carga que reflejan con mayor fidelidad el entorno operativo real de la estructura.

Para los elementos metálicos, que comprenden las vigas de rigidez, vigas transversales, ménsulas, vigas secundarias y arriostramientos, se utiliza los elementos tipo Frame. Estos elementos permiten definirse de manera directa en el software de cálculo, especificando las características dimensionales requeridas.

El tablero de hormigón se define con sección tipo Shell. Este elemento se puede generar de manera directa en el software de cálculo, especificando las características y dimensiones requeridas.

Para la definición de las péndolas, se utiliza los elementos tipo Frame con comportamiento de cable. En estos elementos, es posible generar la sección del cable mediante la asignación de su área efectiva. Esta configuración permite liberar los momentos en los ejes 2-2 y 3-3, lo cual facilita obtener resultados más cercanos al comportamiento real de la estructura.

El cable principal se puede modelar utilizando un elemento tipo Frame, ya que este tipo de elemento permite una mayor flexibilidad en el proceso de modelado estructural. En particular, facilita la representación precisa de la geometría curva característica de una catenaria, que es la forma natural que adopta un cable suspendido bajo su propio peso. Esta elección permite una aproximación más realista del comportamiento estructural del cable principal, asegurando una adecuada distribución de esfuerzos y deformaciones a lo largo de su longitud.

# CAPÍTULO III

# MARCO METODOLÓGICO

## 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo analítica con enfoque cuantitativo en el cual se centraliza el comportamiento de los apoyos superiores de las torres, en donde, busca evaluar su comportamiento bajo diferentes estados de carga durante las distintas fases de construcción; además, se desea obtener el desplazamiento final y de operación del puente colgante.

## 3.2. Población o muestra

El puente sobre el río Jatun Yaku en el cantón Tena de la provincia de Napo, se utiliza como caso del estudio para desarrollar un análisis generalizable a otros puentes colgantes. Los resultados obtenidos en este caso particular pueden servir como referencia para futuras investigaciones.

## 3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender

La simulación de las fases de construcción de un puente colgante permite determinar con mayor precisión las posiciones iniciales, finales y de operación de los apoyos superiores de las torres.

## 3.4. Recolección de información

La técnica que se empleó fue la observación y análisis de la información de los planos de diseño originales de la consultoría del puente colgante sobre el río Jatun Yaku, de manera que, esta información reposa en el archivo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, sin embargo, ese proyecto perteneció a la empresa liquidada “EP Ecuador Estratégico”, esta información es gratuita y de libre acceso, sin embargo, no se tuvo acceso a la memoria de cálculo. En una segunda etapa, se decidió

realizar una visita técnica in situ, lo que permitió observar con mayor claridad diversos detalles y obtener una comprensión técnica más precisa de la información recopilada.

## 3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico

El procesamiento de la información no aplica un diseño experimental por tratarse de un tema específico, sin embargo, se pudo usar varias simulaciones de las fases de construcción para obtener los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres. No obstante, esto dejó como base inicial para futuras investigaciones sobre el estudio de los apoyos superiores de las torres en puentes colgantes. Para el procesamiento de la información se optó por trabajar en 3 fases.

### Fase 1

La etapa inicial del estudio consistió en la recopilación exhaustiva de la documentación técnica y administrativa referente al proyecto del puente colgante sobre el río Jatun Yacu. Esta información, de carácter público, fue consultada y obtenida de los archivos oficiales del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). Como segunda etapa de esta fase preliminar, fue con la programación y la ejecución de una visita técnica al emplazamiento de la obra. El objetivo principal de esta inspección in situ para realizar una evaluación visual directa del estado actual de las estructuras y del progreso general del proyecto. Durante esta visita, se pudo constatar de manera fehaciente que los trabajos de construcción se encuentran actualmente suspendidos, confirmando la paralización del proyecto en su etapa de ejecución.

El estado de paralización de las obras en el puente brindó una oportunidad idónea para realizar un levantamiento de datos exhaustivo directamente en el sitio. Aprovechando la disponibilidad y accesibilidad de los elementos constructivos existentes debido a la suspensión, se procedió a su medición y caracterización detallada de dichos elementos. La información física y dimensional recopilada in situ fue fundamental para contrastarla y validarla posteriormente frente a los planos y especificaciones técnicas obtenidas en la etapa documental inicial.

## Fase 2

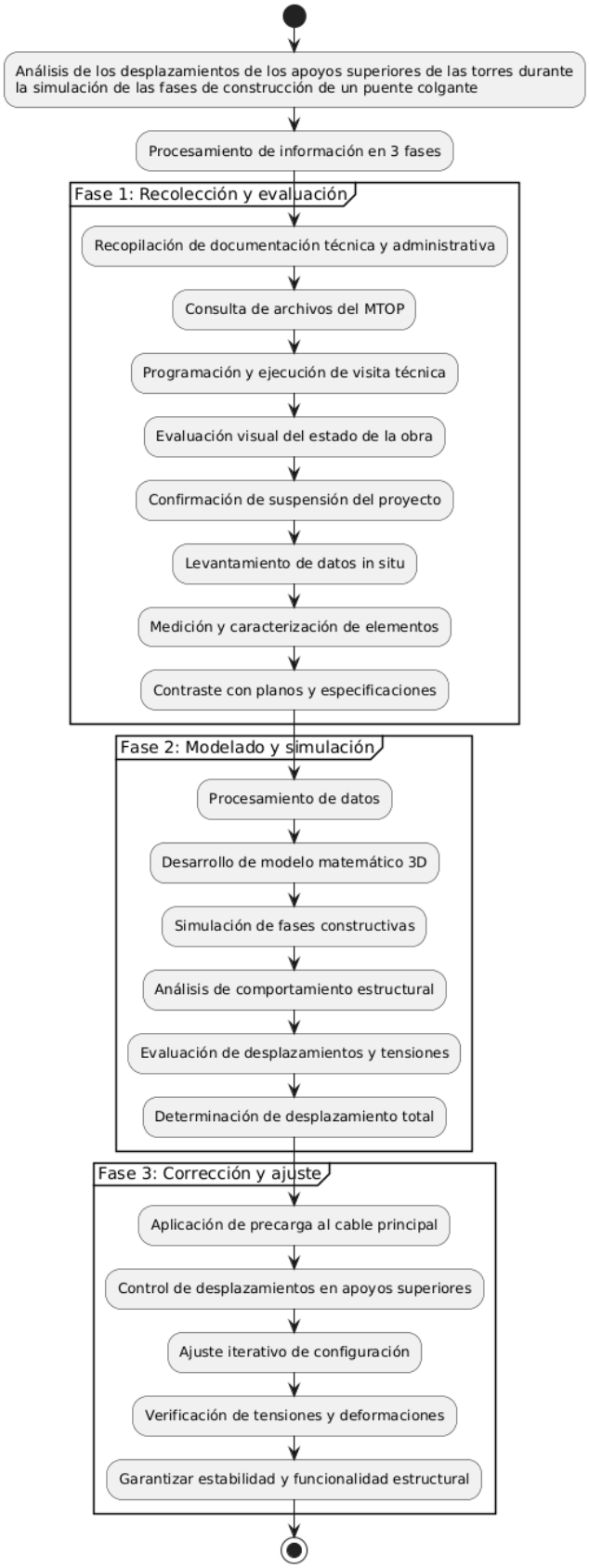
Una vez concluido el levantamiento de la información necesaria, se procedió al procesamiento de los datos mediante el desarrollo de un modelo matemático tridimensional. Este modelo sirvió como herramienta fundamental para la simulación de las distintas fases del proceso constructivo de un puente colgante. A través de estas simulaciones, fue posible analizar el comportamiento estructural en cada etapa, particularmente el desplazamiento del apoyo superior de la torre y la variación en la tensión del cable principal. Esta información resultó clave para determinar el desplazamiento total inducido por la estructura durante su construcción, lo cual permitió llevar a cabo un análisis más preciso sobre la viabilidad y adecuación del emplazamiento del apoyo superior de la torre.

## Fase 3

Una vez determinado el desplazamiento total de la estructura, se procedió a aplicar un proceso de corrección en los apoyos superiores de las torres mediante la implementación de una precarga en el cable principal, específicamente en los tramos laterales del puente. Esta estrategia permitió controlar y reducir los desplazamientos de los apoyos superiores de las torres, los cuales cuentan con un recorrido limitado para absorber movimientos estructurales.

Se realizó el proceso de ajuste de forma iterativa, buscando alcanzar una configuración óptima que garantice la estabilidad y funcionalidad de la estructura durante y después del proceso constructivo inclusive su operación. Durante cada iteración, se verificó que el cable principal operara dentro de los rangos admisibles de tensión y deformación, evitando así condiciones de sobrecarga o esfuerzos excesivos que pudieran comprometer la integridad del sistema.

A continuación, se detalla en resumen el proceso utilizado en el siguiente diagrama de flujo:


Análisis de los desplazamientos de los apoyos superiores de las torres durante la simulación de las fases de construcción de un puente colgante
Procesamiento de información en 3 fases
Fase 1: Recolección y evaluación
Recopilación de documentación técnica y administrativa
Consulta de archivos del MTOP
Programación y ejecución de visita técnica
Evaluación visual del estado de la obra
Confirmación de suspensión del proyecto
Levantamiento de datos in situ
Medición y caracterización de elementos
Contraste con planos y especificaciones
Fase 2: Modelado y simulación
Procesamiento de datos
Desarrollo de modelo matemático 3D
Simulación de fases constructivas
Análisis de comportamiento estructural
Evaluación de desplazamientos y tensiones
Determinación de desplazamiento total
Fase 3: Corrección y ajuste
Aplicación de precarga al cable principal
Control de desplazamientos en apoyos superiores
Ajuste iterativo de configuración
Verificación de tensiones y deformaciones
Garantizar estabilidad y funcionalidad estructural

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. Descripción del proyecto

La presente investigación se enfoca en el análisis de los desplazamientos de los apoyos superiores de las torres durante las fases de construcción del puente colgante sobre el río Jatun Yacu, ubicado en el cantón Tena, provincia de Napo.

En la Figura 18 muestra la ubicación del proyecto con las siguientes coordenadas UTM: Este 175048.66 m; Sur 9879630.82 m; Elevación: 522m.s.n.m.; Zona 18 M.




**Figura 18.** Ubicación del puente colgante en estudio.

Actualmente, el puente se encuentra con los trabajos suspendidos desde el año 2020. Hasta la fecha de paralización, se habían ejecutado los elementos

correspondientes a los cajones de anclaje, las torres, y se había avanzado parcialmente con el montaje de los cables principales. Por lo tanto, el proyecto aún está pendiente de completar la instalación de la superestructura en su totalidad, como se puede apreciar en las Figura 19 y 20.



**Figura 19.** Estado actual del puente colgante.



**Figura 20.** Estado Actual del puente sobre el río Jatun Yacu.

En la Tabla I, se detallan los datos generales más relevantes del proyecto:

**TABLA I.**

Datos Generales del Proyecto.

| | |
|---|---|
| Obra: | Contratación del Puente Colgante sobre el Río Jatun Yacu Sector La Serena, Ubicado en el Cantón Tena, Provincia de Napo. |
| Entidad: | Ecuador Estratégico EP. |
| Contratista: | Empresa pública Hidroequinoccio EP. |
| Código de Obra No.: | RE-EEEP-003-2017 |
| Monto Contratado: | USD 8’377.040,38 más el impuesto al valor agregado (IVA). |
| Plazo de Ejecución: | 360 días. |

## 4.2. Definición de la geometría del proyecto

En esta investigación se toma como caso de estudio la construcción del puente colgante sobre el río Jatun Yaku, el cual presenta las siguientes características estructurales:

El diseño del proyecto corresponde a un puente colgante completamente simétrico, con una luz libre entre torres de 202,40 metros. A cada extremo, entre el anclaje y la torre, se extienden 90,00 metros. La estructura incorpora una viga con una sección transversal de 11,75 metros de ancho, sobre la cual se apoya un tablero de hormigón de 10,70 metros de ancho.

Las torres alcanzan una altura total de 44,35 metros, y las péndolas están dispuestas con una separación regular de 8,80 metros. El puente está diseñado para soportar dos carriles vehiculares de 3,80 metros de ancho cada uno, además de contar con pasamanos y una vereda peatonal de 1,25 metros de ancho. Para el cálculo estructural, se consideró la carga del vehículo tipo HL-93.

Las dimensiones del puente colgante se presentan más claramente en las Figuras 21, 22, 23, 24 y 25:

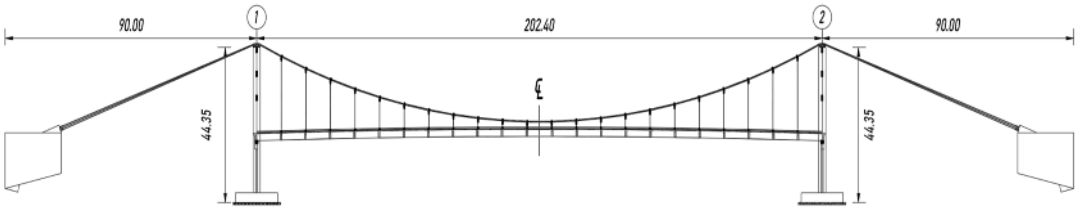



**Figura 21.** Implantación Sección Longitudinal del Puente.

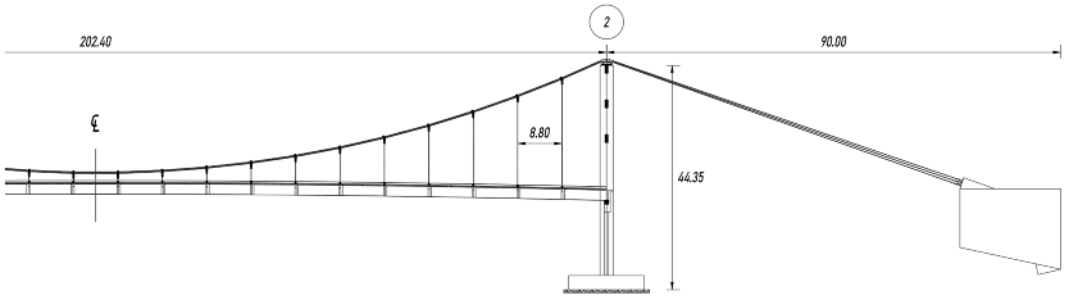



**Figura 22.** Implantación Sección Longitudinal del Puente.

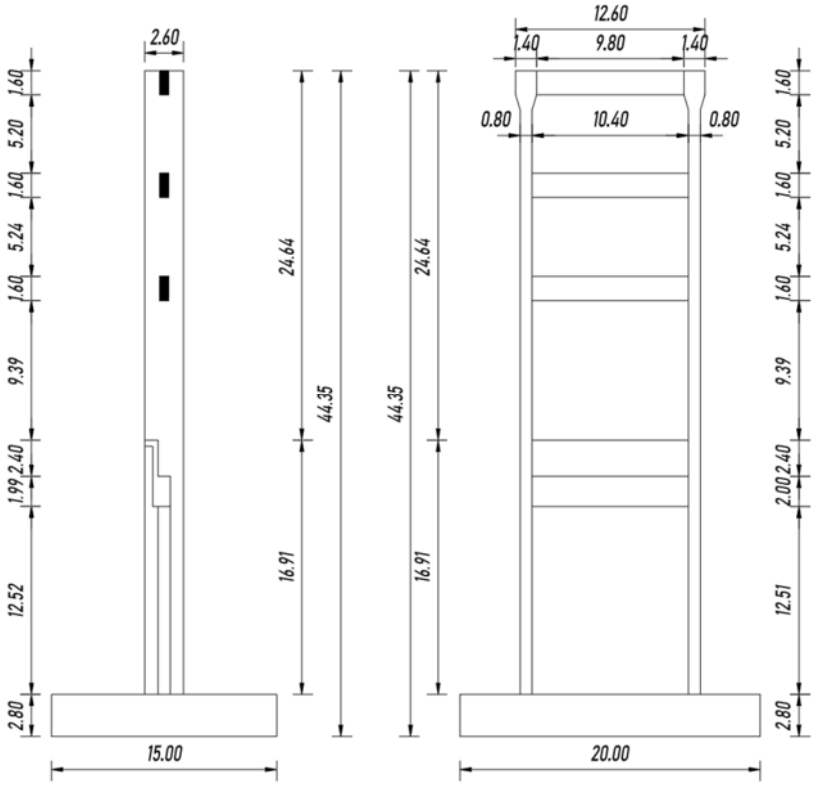



**Figura 23.** Dimensionamiento de la Torre

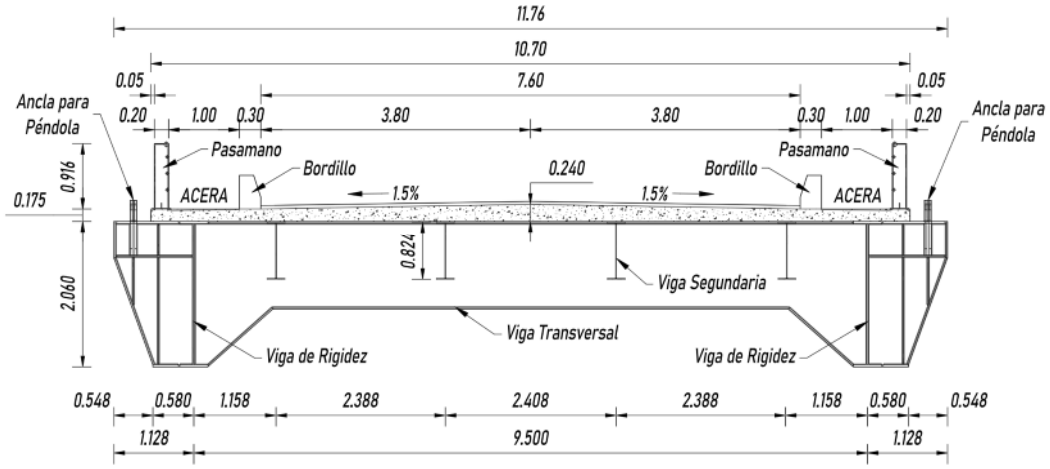
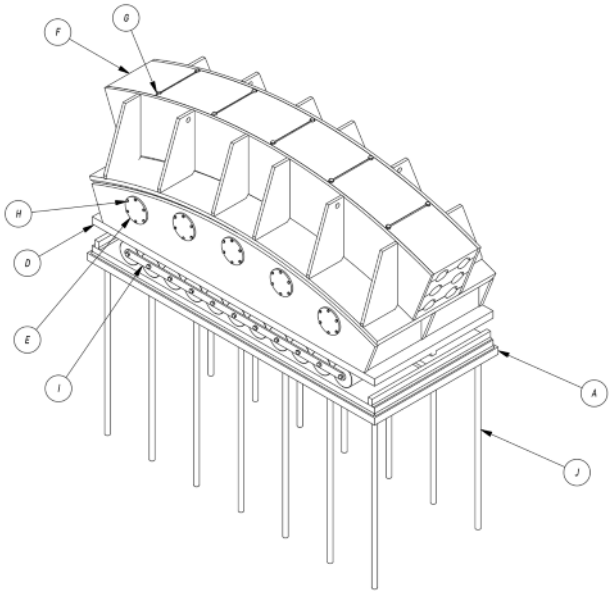



**Figura 24.** Sección transversal de la superestructura.




| LISTADO DE PARTES | | |
|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD |
| A | BASE FIJA | 1 |
| D | CONJUNTO SUPERIOR | 1 |
| E | TAPAS | 10 |
| F | MORDAZAS GUIA | 1 |
| G | PERNOS M17 | 10 |
| H | PERNOS M8 | 60 |
| I | CONJUNTO RODILLO | 1 |
| J | ANCLAJE BASE | 14 |

**Figura 25.** Componentes del Apoyo Superior de la Torre.

## 4.3. Materiales empleados en el proyecto

En el desarrollo de la presente investigación se considera de manera fundamental las características de los materiales especificados en los planos del diseño original del proyecto, según se detalla en la Tabla II.

**TABLA II.**

Especificaciones de los Materiales del Puente Colgante

| Material | Resistencia |
|---|---|
| **Hormigones** | |
| Columnas Torre | f'c = 350 Kg/cm2 |
| Tablero de hormigón | f'c = 280 Kg/cm2 |
| Macizo de Anclaje | f'c = 280 Kg/cm2 |
| Muros Cajón | f'c = 280 Kg/cm2 |
| Replantillo | f'c = 180 Kg/cm2 |
| **Aceros** | |
| Acero de refuerzo (Barras) | Fy = 4200 Kg/cm2 |
| Planchas de acero ASTM A-588 | Fy = 3500 Kg/cm2 |
| Planchas de acero ASTM A-709 | Fy = 3500 Kg/cm2 |
| Perfiles de arriostramiento ASTM A-36 | Fy = 2520 Kg/cm2 |
| **Cables** | |
| Cable Principal, Ø = 86mm | Fu = 17700 Kg/cm2; E = 1.5x105 N/mm2; Pu = 669 Ton; Ps = 37.4 Kg/ml. |
| Cable Péndola, Ø = 36mm | Fu = 16700 Kg/cm2; E = 1.5x105 N/mm2; Pu = 119.10 Ton; Ps = 7.10 Kg/ml. |

## 4.4. Modelamiento del puente colgante para el análisis por elementos finitos

El análisis de los elementos estructurales, así como de los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres, se llevará a cabo mediante un modelo de elementos finitos. Este enfoque permitirá procesar las diferentes acciones de carga inherentes al proceso constructivo del puente colgante.

### 4.4.1. Introducción de las características de los materiales y del puente colgante

Para la definición de las propiedades del hormigón utilizadas en el análisis estructural, se consideraron una serie de parámetros físicos y mecánicos

fundamentales. Entre estos, se incluye el peso volumétrico del material, que permite establecer las cargas propias que actúan sobre los elementos estructurales. Asimismo, se incorporó el módulo de elasticidad, el cual determina la rigidez del hormigón frente a deformaciones bajo esfuerzos normales.

También se introdujo el coeficiente de Poisson, que representa la relación entre la deformación lateral y longitudinal cuando el material es sometido a carga axial. Junto a esto, se consideró el coeficiente de expansión térmica, parámetro crucial para evaluar el comportamiento del hormigón ante variaciones de temperatura.

El módulo de corte fue otro de los valores definidos, necesario para estimar la resistencia del material frente a esfuerzos tangenciales. Finalmente, se establecieron los esfuerzos de compresión admisibles correspondientes a cada tipo de hormigón utilizado en el modelo.

Todas estas propiedades se detallan en las Figuras 26 y 27, donde se especifican los valores adoptados para cada uno de los casos analizados.

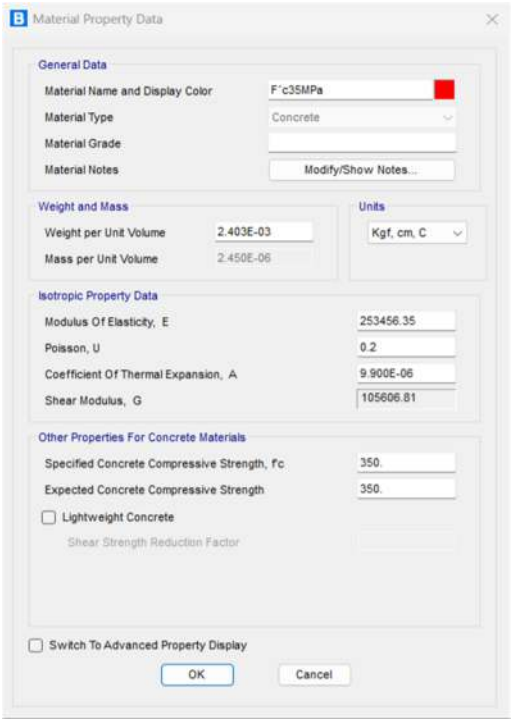



**Figura 26.** Propiedades del Hormigón 350Kg/cm2.

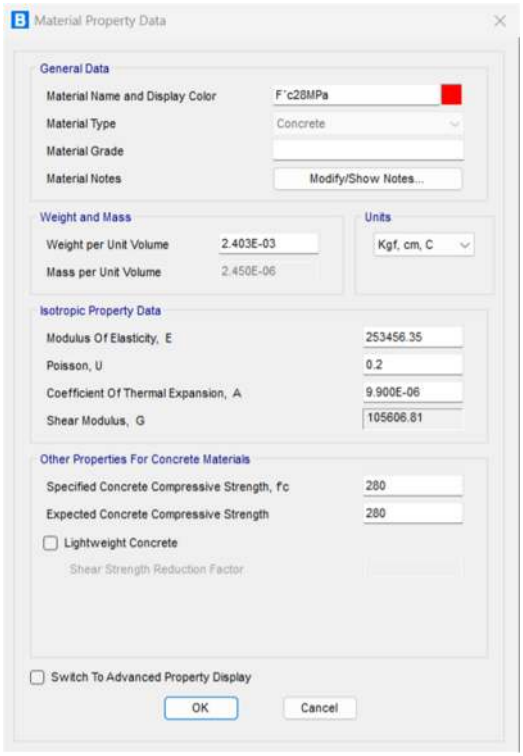



**Figura 27.** Propiedades del Hormigón 280Kg/cm2.

De manera similar al proceso seguido para el hormigón, se especificaron detalladamente las propiedades mecánicas y físicas del acero estructural, de lo cables para péndolas y del cable principal utilizado en el análisis. Estas propiedades son fundamentales para caracterizar el comportamiento del material ante distintas condiciones de carga y para garantizar la precisión en la simulación del modelo estructural.

En primer lugar, se estableció el peso volumétrico del acero, valor necesario para el cálculo de las cargas gravitatorias que actúan sobre los elementos metálicos. Posteriormente, se definió el módulo de elasticidad, parámetro esencial que describe la rigidez del acero frente a deformaciones elásticas bajo esfuerzos normales.

Asimismo, se consideró el coeficiente de Poisson, el cual indica la relación entre la deformación longitudinal y transversal del acero bajo carga axial, así como el coeficiente de expansión térmica, indispensable para evaluar los efectos de variaciones de temperatura sobre la estructura metálica.

También se incluyó el módulo de corte, que permite analizar el comportamiento del acero frente a esfuerzos tangenciales, especialmente en situaciones de torsión o cortante.

En cuanto a la resistencia del material, se definieron dos esfuerzos clave: el esfuerzo de tracción al límite elástico, que representa el máximo esfuerzo que el acero puede soportar sin experimentar deformaciones permanentes, y el esfuerzo de tracción al límite de fluencia, que indica el punto a partir del cual el material comienza a deformarse de manera plástica de forma irreversible.

Estas propiedades mecánicas y físicas del acero se detallan en las Figuras 28, 29, 30, 31 y 32, donde se especifican los valores adoptados para cada una de ellas, de acuerdo con las normas técnicas aplicables y las características particulares del proyecto.

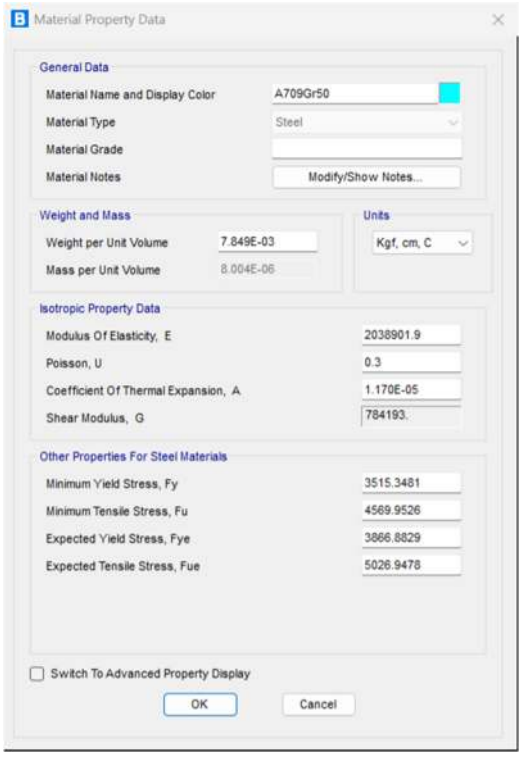



**Figura 28.** Propiedades del Acero ASTM A709 Gr50.

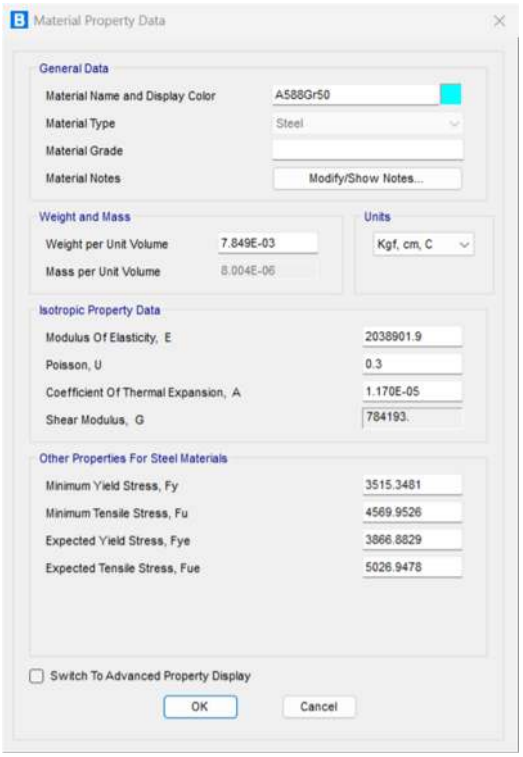



**Figura 29.** Propiedades del Acero ASTM A588 Gr50.

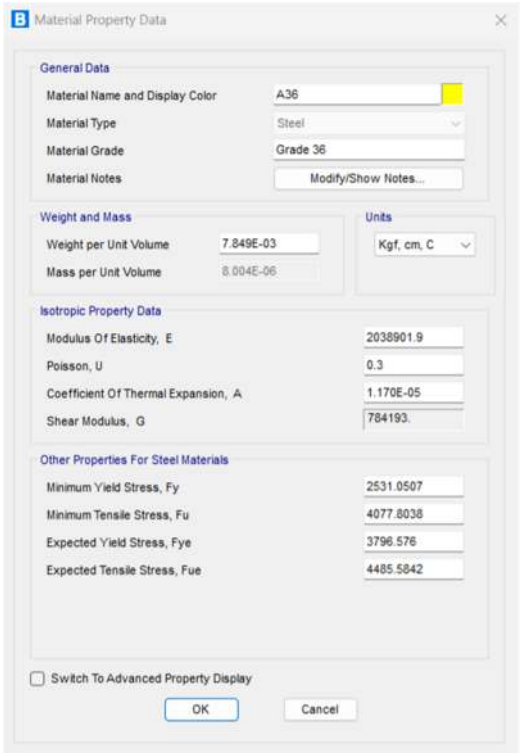



**Figura 30.** Propiedades del Acero ASTM A36 Gr36.

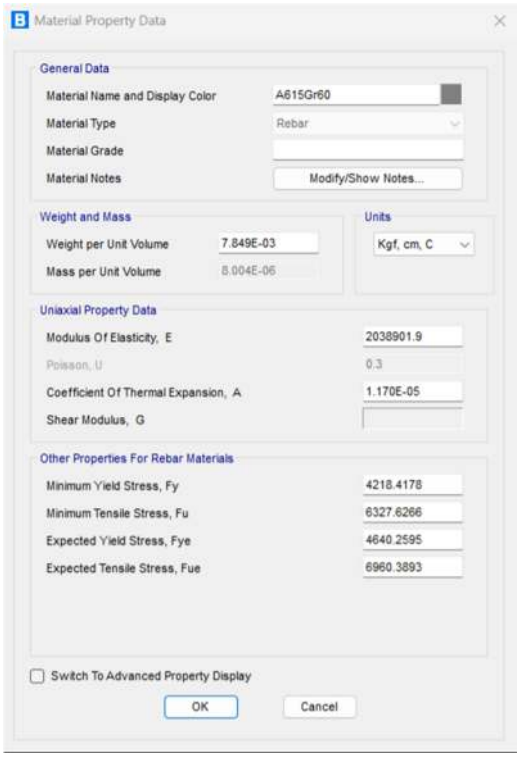



**Figura 31.** Propiedades del Acero de Refuerzo ASTM A615 Gr60

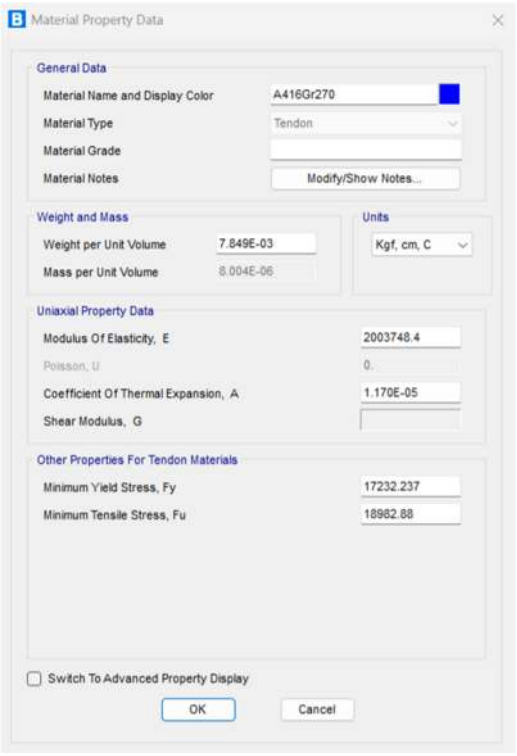



**Figura 32.** Propiedades del Acero en Cables ASTM A416 Gr270

### 4.4.2. Generación del modelo tridimensional del puente colgante

Con los materiales ya definidos y sus propiedades especificadas, se avanza hacia la fase de modelado computacional. Este paso implicó generar la representación geométrica tridimensional de todos los elementos estructurales clave del puente colgante (torres, cables principales, péndolas, tablero, vigas, anclajes, etc.). A continuación, se asignan las secciones transversales adecuadas a cada uno de estos elementos modelados, definiendo así sus características geométricas y, por ende, sus propiedades resistentes y de rigidez. En las Figuras 33, 34, 35 y 36 permiten visualizar el resultado de este proceso integrado es un modelo tridimensional completo de la estructura, que sirve como base para la simulación de las fases de construcción y su respectivo análisis.

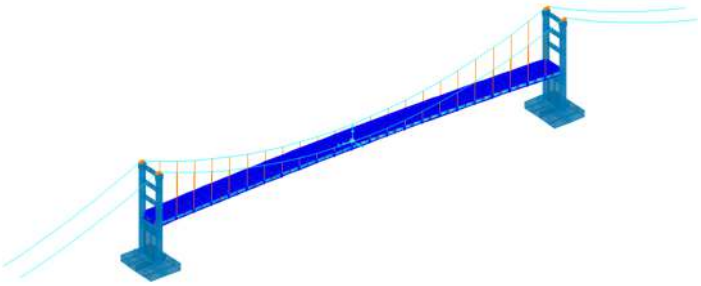


**Figura 33.** Representación del Modelo 3D del Puente Colgante.

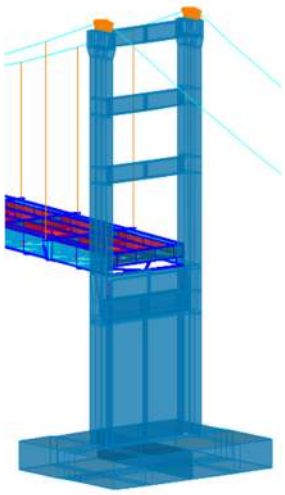


**Figura 34.** Representación de la Torre del Puente Colgante.

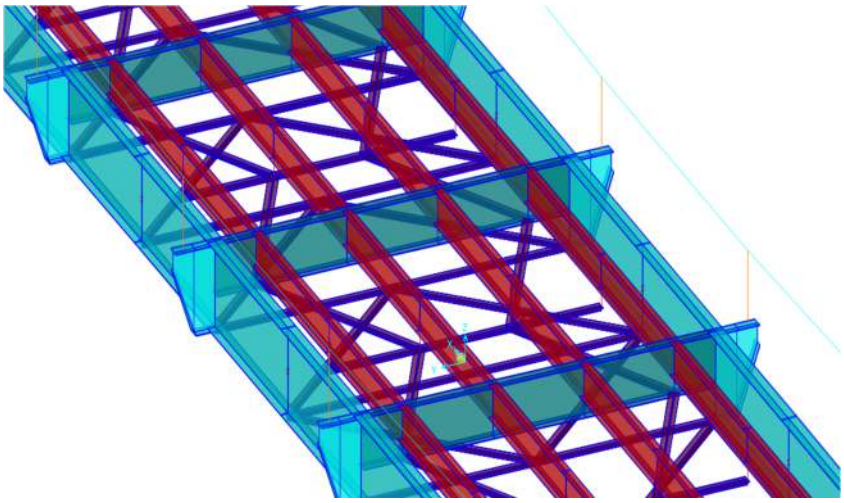


**Figura 35.** Configuración de los elementos en dovela tipo.

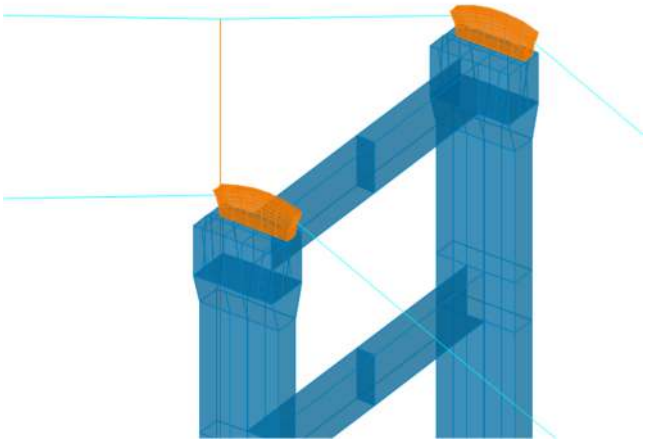


**Figura 36.** Configuración del Apoyo Superior de Torre del Puente Colgante.

### 4.4.3. Integración del convoy de carga vehicular

La carga viva vehicular para el diseño se representa mediante el camión tipo HL-93, vehículo normalizado y especificado en los planos del proyecto. Es fundamental reconocer que, durante su vida útil, el puente colgante estará sometido a una amplia gama de condiciones de tráfico vehicular real. Por ello, para el análisis de prueba de carga, se ha establecido la siguiente condición de carga crítica (hipotética) donde el puente está sometido a 9 vehículos HL-93 en cada carril evento muy raro en

su vida operacional del puente, la cual se ilustra detalladamente en las Figuras 37 y 38.

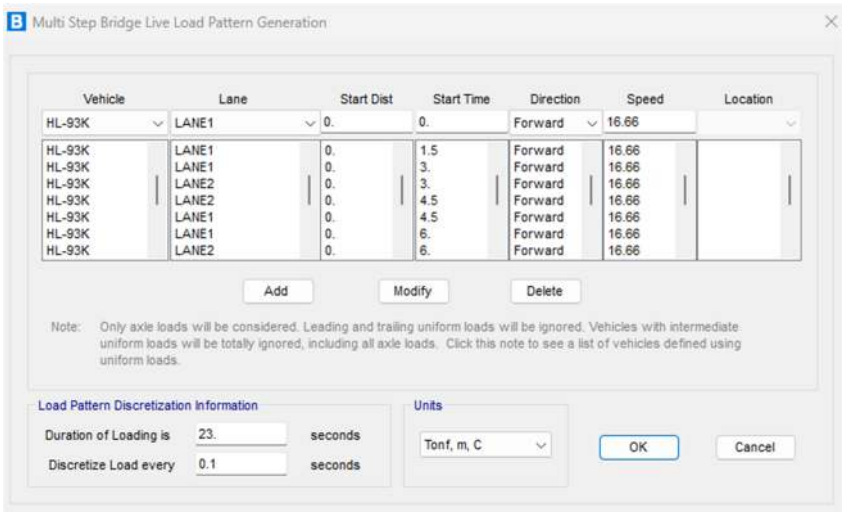



**Figura 37.** Configuración del Convoy de Carga por pasos.

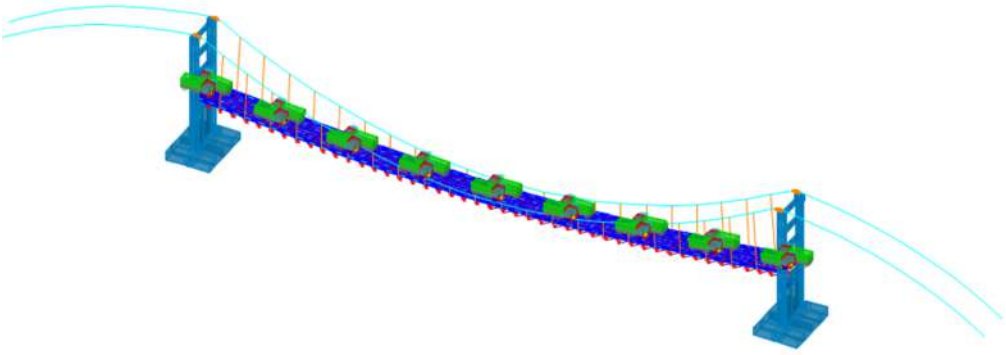


**Figura 38.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Mayor Demanda).

## 4.5. Análisis del proceso constructivo del puente colgante

En esta investigación se llevó a cabo un análisis del proceso constructivo avanzado mediante simulación por etapas, con el objetivo de evaluar el comportamiento de la superestructura del puente colgante durante su montaje secuencial. Uno de los resultados más relevantes de este estudio es la caracterización detallada de los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres, provocados

por la incorporación progresiva del peso de la superestructura, el cual es aplicado automáticamente por el programa en cada fase. Esto permite identificar con claridad cómo varía la posición de dichos apoyos en función de la etapa específica de construcción.

Esta diferenciación es crucial para el control geométrico y la verificación de la estabilidad a lo largo de todo el proceso de montaje.

Para aplicación de cargas al cable principal se realizará de la siguiente manera:

1) Construcción de Cajones de Anclaje y Torres en cada extremo del proyecto, como se indica en la Figura 39.



**Figura 39.** Construcción de las Torres en el proyecto.

2) Montaje de los apoyos superiores en las torres: se deben colocar y centrar correctamente sobre las columnas, asegurando su alineación longitudinal y transversal, como se muestra en las Figuras 40 y 41.



**Figura 40.** Montaje de los apoyos superiores en las torres del puente.

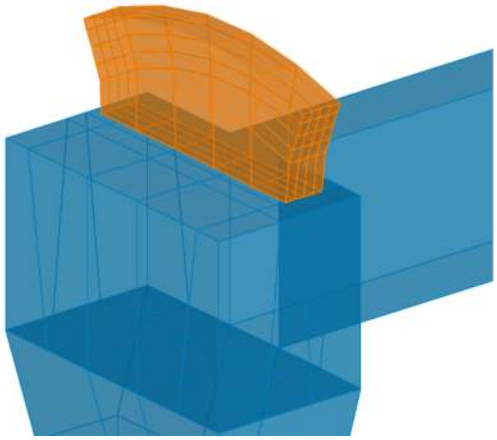


**Figura 41.** Detalle de los apoyos superiores en las torres del puente.

3) Montaje de los cables principales en las torres: en este procedimiento se define la geometría de la catenaria del cable principal, con una longitud de desarrollo de 208,842 m en el vano central y 74,162 m en cada uno de los vanos laterales. La Figura 42 muestra el esquema correspondiente.

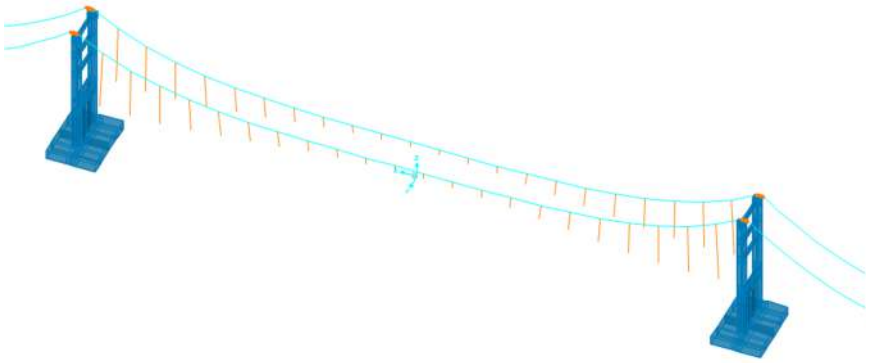


**Figura 42.** Montaje de Cables Principales en el proyecto.

4) Montaje de vigas de rigidez, vigas transversales, vigas secundarias y perfilería de arriostramiento: este procedimiento se realiza mediante la instalación de dovelas, cada una con un peso de 15,46 toneladas. El puente está compuesto por un total de 23 dovelas, lo que representa un peso total de 355,76 toneladas. Como se evidencia en la Figura 43.

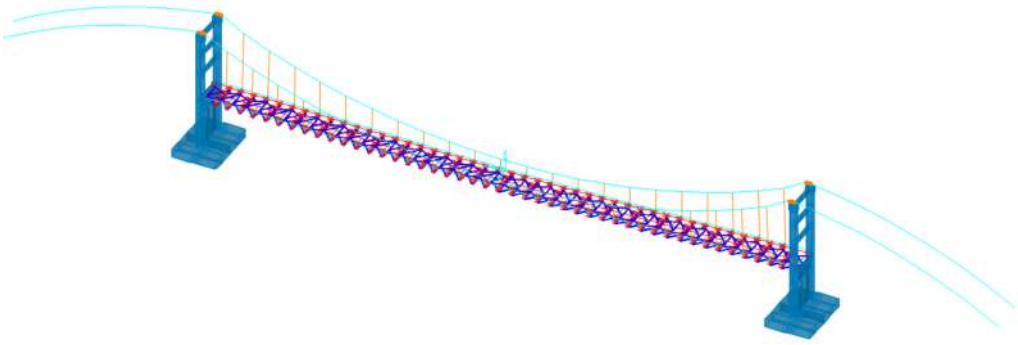


**Figura 43.** Montaje de sistema de Vigas y Perfilería de Arriostramiento.

5) Carga del tablero de hormigón: se realiza simultáneamente desde los extremos hacia el centro del puente, en orden simétrico. Cada una de las 23 secciones pesa 44,80 toneladas, sumando un total de 1.030,35 toneladas. El proceso se observa en las Figuras 44, 45, 46 y 47.

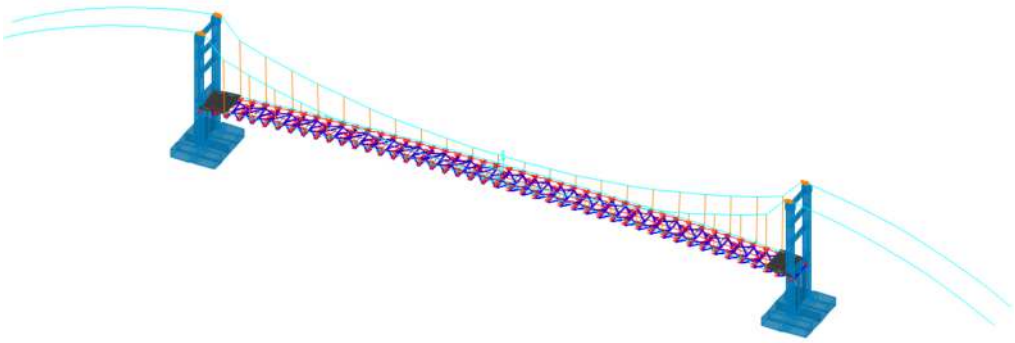


**Figura 44.** Carga del tablero de Hormigón Dovela 1 en cada extremo del puente.

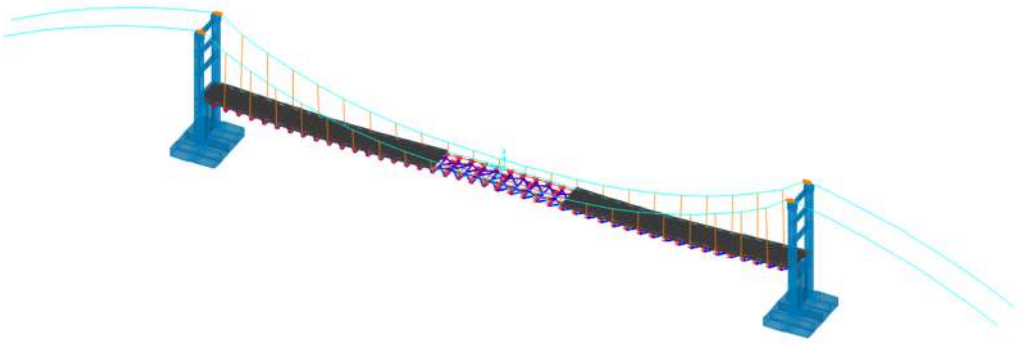


**Figura 45.** Carga del tablero de Hormigón Dovelas 9.

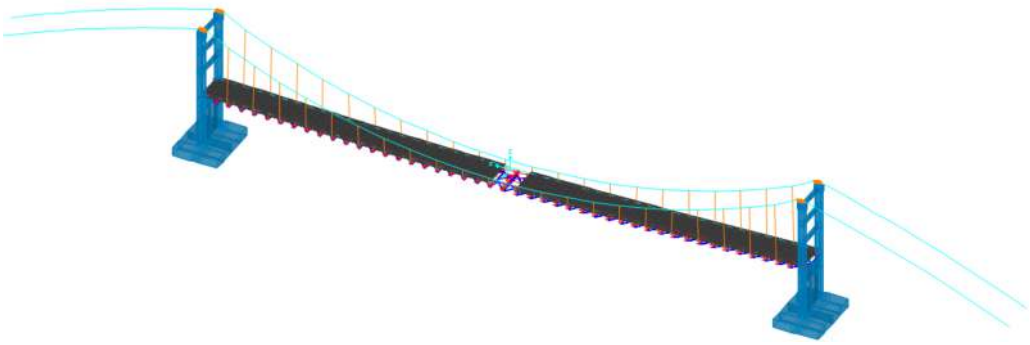


**Figura 46.** Carga del Tablero de Hormigón Dovelas 11.

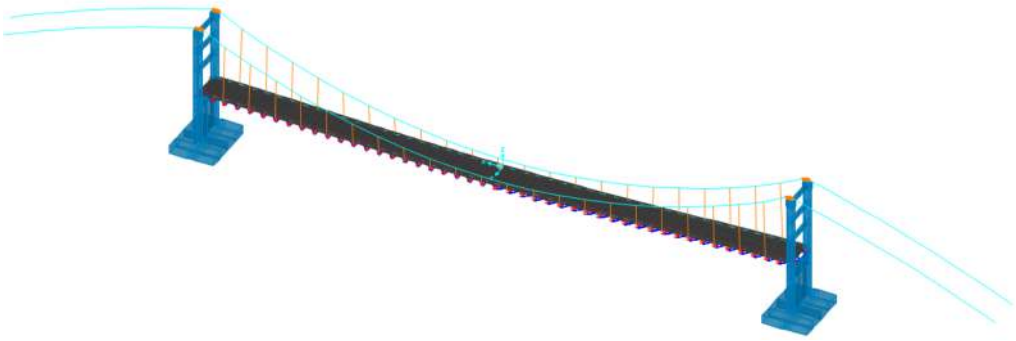


**Figura 47.** Carga del Tablero de Hormigón Dovela Central.

6) Posteriormente se adicionan cargas como son los bordillos, protecciones y la carga de asfalta como recubrimiento del tablero de hormigón del puente. Según se observa en la Figura 48.

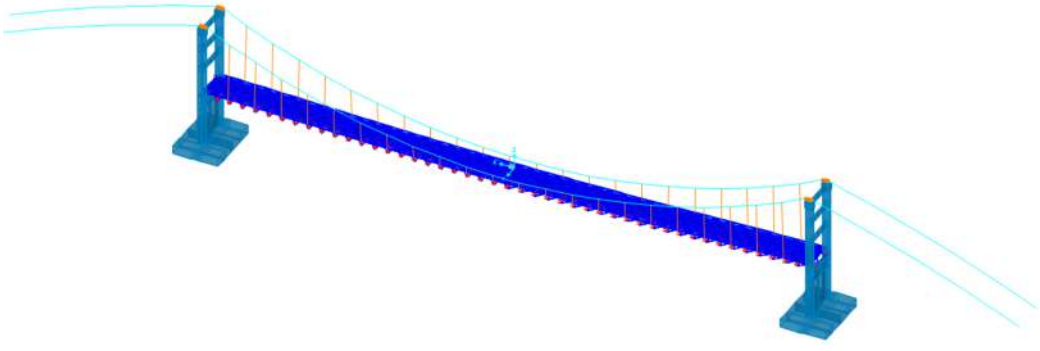


**Figura 48.** Puente colgante ya completado con todas las cargas adicionales.

7) Finalmente, se procede a aplicar el convoy de cargas previamente definido, como se ilustra en las Figuras 49, 50 y 51.

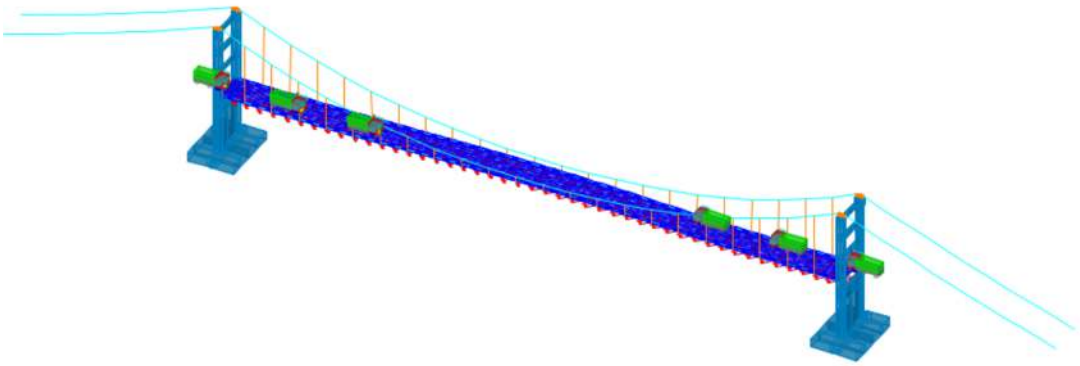


**Figura 49.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Demanda Inicial).

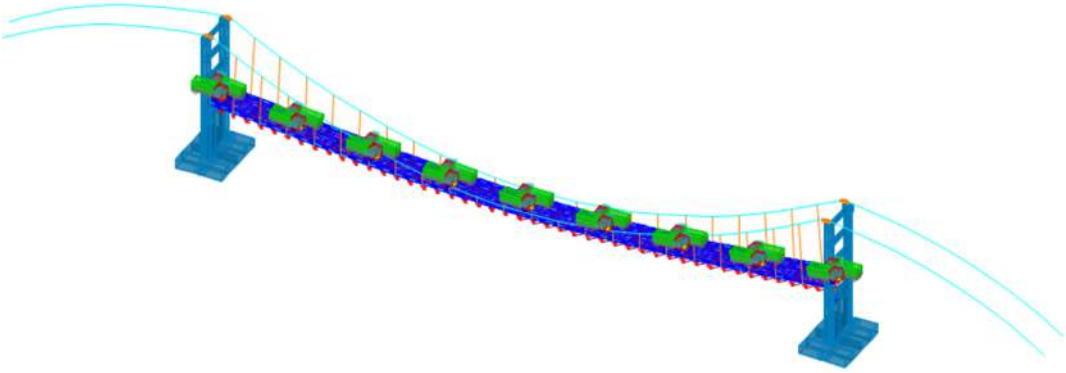


**Figura 50.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Mayor Demanda).

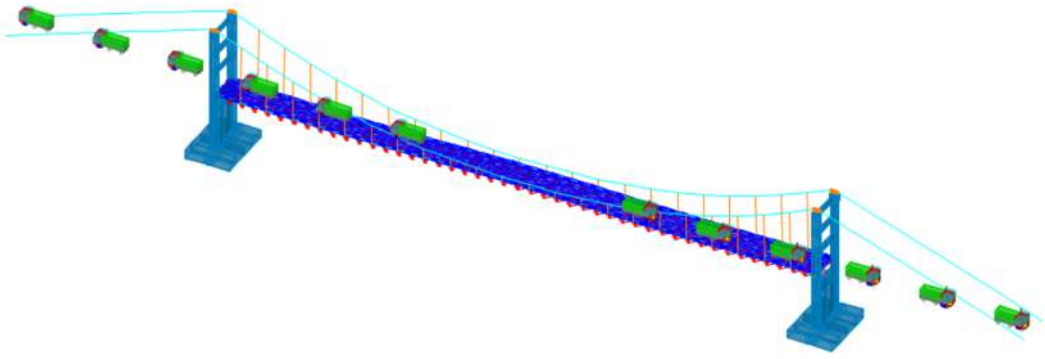


**Figura 51.** Convoy de la carga vehicular en el puente (Demanda Final).

## 4.6. Interpretación de resultados de la simulación del proceso constructivo del puente colgante

Una vez realizado el análisis del proceso constructivo del puente, se presenta la siguiente tabla resumen. Esta Tabla III detalla los desplazamientos en el apoyo superior de la torre y la tensión en el cable principal, determinados para cada una de las fases previamente descritas.

### Simbología para la TABLA III.

**Apoyo Torre 1**

↔ Sin desplazamiento

← Desplazamiento hacia el tramo lateral izquierdo del puente

→ Desplazamiento hacia el tramo central del puente

**Apoyo Torre 2**

↔ Sin desplazamiento

→ Desplazamiento hacia el tramo lateral derecho del puente

← Desplazamiento hacia el tramo central del puente

**TABLA III.**

Cálculo de deformaciones tensiones en la simulación de las fases de construcción del puente colgante

| ÍTEM | FASE DE CONSTRUCCIÓN | APOYO TORRE 1 | | | | APOYO TORRE 2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LECTURA DESPLAZAMIENTO ACUMULADO (cm) | DIFERENCIA DE DESPLAZAMIENTOS (cm) | TENSIÓN TRAMO LATERAL (Ton) | TENSIÓN TRAMO CENTRAL (Ton) | LECTURA DESPLAZAMIENTO ACUMULADO (cm) | DIFERENCIA DE DESPLAZAMIENTOS (cm) | TENSIÓN TRAMO LATERAL (Ton) | TENSIÓN TRAMO CENTRAL (Ton) |
| 1 | Construcción de Torres y Cajones de Anclaje | ↔ | | | | ↔ | | | |
| 2 | Montaje de Apoyo Superiores en las Torres del Puente | ↔ | | | | ↔ | | | |
| 3 | Montaje de los Cables Principales en las Torres | ← | -1.39 | 1.39 | 66.74 | 63.83 | → | -1.41 | 1.41 | 66.72 | 64.48 |
| 4 | Montaje de Vigas de Rigidez, Vigas Transversales, Vigas Segundarias y Perfilería para Arriostramiento | ← | 18.70 | 20.09 | 295.92 | 301.00 | ← | 18.67 | 20.08 | 295.96 | 300.97 |
| 5 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 1) | → | 19.55 | 0.85 | 316.81 | 332.47 | ← | 19.52 | 0.85 | 316.73 | 333.09 |
| 6 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 2) | → | 20.88 | 1.33 | 352.65 | 378.10 | ← | 20.86 | 1.34 | 352.69 | 378.72 |
| 7 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 3) | → | 22.58 | 1.70 | 404.35 | 438.16 | ← | 22.56 | 1.70 | 404.36 | 438.28 |
| 8 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 4) | → | 24.51 | 1.93 | 471.72 | 511.19 | ← | 24.49 | 1.93 | 471.73 | 511.80 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 5) | → | 26.58 | 2.07 | 554.25 | 598.05 | ← | 26.56 | 2.07 | 554.12 | 598.66 |
| 10 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 6) | → | 28.72 | 2.14 | 650.29 | 697.03 | ← | 28.70 | 2.14 | 650.15 | 697.64 |
| 11 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 7) | → | 30.90 | 2.18 | 758.01 | 806.38 | ← | 30.88 | 2.18 | 757.85 | 806.99 |
| 12 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 8) | → | 33.09 | 2.19 | 875.02 | 924.03 | ← | 33.07 | 2.19 | 874.89 | 924.64 |
| 13 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 9) | → | 35.26 | 2.17 | 998.93 | 1047.74 | ← | 35.24 | 2.17 | 998.73 | 1048.35 |
| 14 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 10) | → | 37.41 | 2.15 | 1127.05 | 1175.23 | ← | 37.39 | 2.15 | 1126.82 | 1175.83 |
| 15 | Carga del Tablero de Hormigón en simultaneo desde los extremos hacia el centro del puente (Dovelas 11) | → | 39.51 | 2.10 | 1256.09 | 1304.28 | ← | 39.50 | 2.11 | 1256.66 | 1304.89 |
| 16 | Carga del Tablero de Hormigón del centro del puente (Dovela Central) | → | 40.54 | 1.03 | 1321.80 | 1368.74 | ← | 40.52 | 1.02 | 1324.50 | 1369.34 |
| 17 | Carga de Asfalto en el Tablero de Hormigón del Puente | → | 76.13 | 35.59 | 1419.40 | 1468.81 | ← | 76.50 | 35.98 | 1422.09 | 1469.41 |
| 18 | Carga de los Bordillos en el Tablero de Hormigón del Puente. | → | 96.59 | 20.46 | 1483.67 | 1533.87 | ← | 97.42 | 20.92 | 1486.33 | 1534.45 |
| 19 | Carga de la Protecciones en el Tablero de Hormigón del Puente. | → | 98.13 | 1.54 | 1488.29 | 1538.55 | ← | 98.92 | 1.50 | 1490.95 | 1539.13 |
| 20 | Carga de la carga Vehicular en el Tablero del Puente. | → | 113.49 | 15.36 | 1896.18 | 1956.89 | ← | 114.28 | 15.36 | 1898.78 | 1957.47 |

Como se observa en la tabla anterior, el apoyo superior de la torre presenta un desplazamiento total de 114.28 cm y soporta una tensión de 1957.47 Ton, valores derivados del proceso constructivo del puente.

## 4.7. Análisis de la posición final de operación del apoyo superior de torre

El dispositivo del apoyo superior de la torre posee un rango total de desplazamiento de 30 centímetros, una medida que requiere una gestión precisa para garantizar la integridad estructural y el rendimiento óptimo del puente, se ha implementado un procedimiento de ajuste controlado al cable principal. Este proceso incluye la aplicación de una precarga en deformación estratégica al cable principal del puente.

### 4.7.1. Precarga del cable principal del puente colgante

El análisis de la inducción de la precarga en el cable principal se realizó modificando la carga de deformación en los tramos laterales del puente. Mediante simulación iterativa, este enfoque permitió simular precisamente el comportamiento del sistema bajo condiciones controladas y determinar la precarga en el cable principal sea de – 5.55 cm a la carga de deformación de dicho cable, ver en la Figura 52.

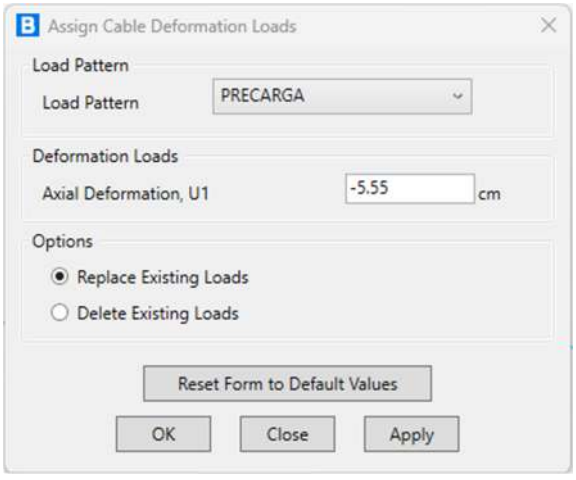



**Figura 52.** Precarga al cable principal por carga a la deformación.

### 4.7.2. Análisis de posición final del apoyo superior de la torre

Es importante recordar que la posición del apoyo superior debe coincidir, o al menos estar muy próxima, al eje de la columna de la torre. Por esta razón, durante la fase de construcción se considera un desplazamiento de 15 cm hacia la zona lateral del puente, y otros 15 cm hacia la zona central, destinado a la operación del mismo. Este eje representa el punto de equilibrio del sistema estructural. Por lo tanto, durante las etapas de construcción y precarga en el cable principal, la deformación inducida por el peso propio de la estructura debe concentrarse en una zona cercana al eje central, con una inclinación hacia el tramo lateral.

Una vez que el puente entre en operación y esté sometido a la carga vehicular, el comportamiento del apoyo superior debe ajustarse hacia el tramo central del puente. En otras palabras, el apoyo superior de la torre debe tener un desplazamiento de funcionamiento que oscile alrededor del eje de la columna, garantizando así un comportamiento estable y equilibrado en sentido longitudinal. Este comportamiento se representa gráficamente en la Figura 53 que se muestra a continuación.

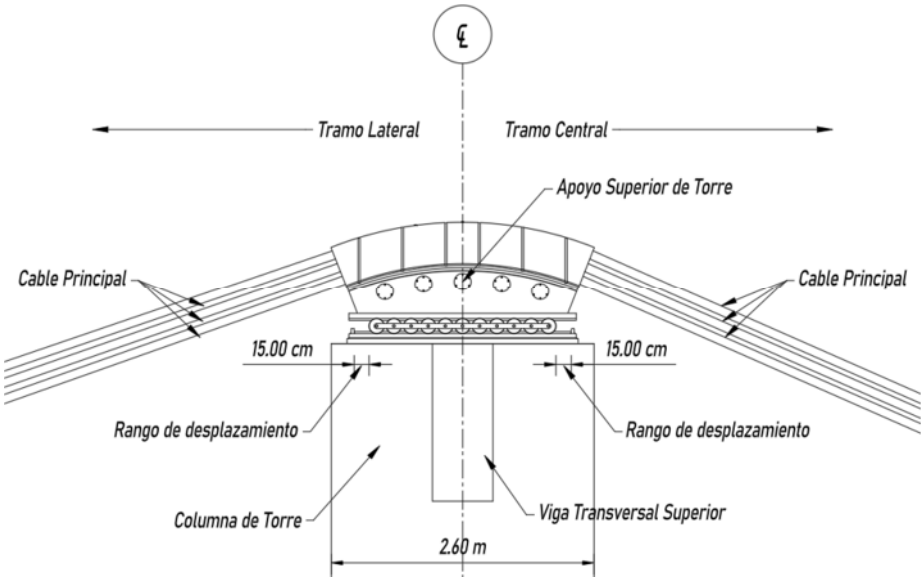



**Figura 53.** Esquema de ubicación del apoyo superior en la torre del puente

Considerando la posición de trabajo del apoyo superior, tal como se ilustra en la imagen anterior, se procede a definir una combinación de carga que incluya el peso propio total de la estructura para determinar la posición final del sistema, esto se lo puede evidenciar en la Figura 54.

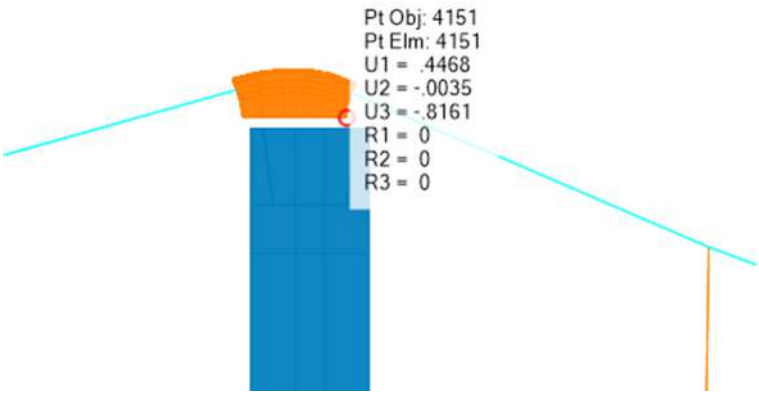



**Figura 54.** Desplazamiento (cm) del apoyo superior por peso propio total de la estructura del puente colgante y tensión axial de 1706.00 Ton en el cable principal.

Adicionalmente, la siguiente imagen muestra el desplazamiento causado por la carga del convoy vehicular en la estructura del puente colgante, como explica la Figura 55.

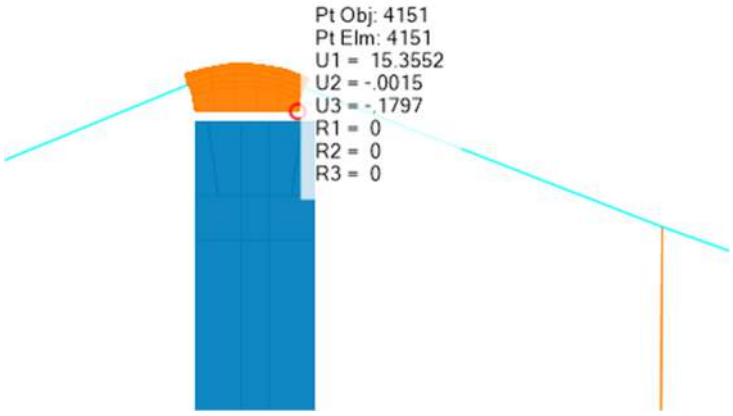



**Figura 55.** Desplazamiento (cm) del apoyo superior por la envolvente del peso del convoy vehicular aplicada en la estructura del puente colgante y tensión axial de 418.34 Ton en el cable principal.

Entonces a continuación se presenta el siguiente esquema de trabajo donde detalla las posiciones iniciales, finales y de operación del apoyo superior de la torre del puente colgante. Es importante notar la simetría del puente, lo que implica que los desplazamientos y tensiones en todos los apoyos superiores son de igual magnitud, como se aprecia en la Figura 56.

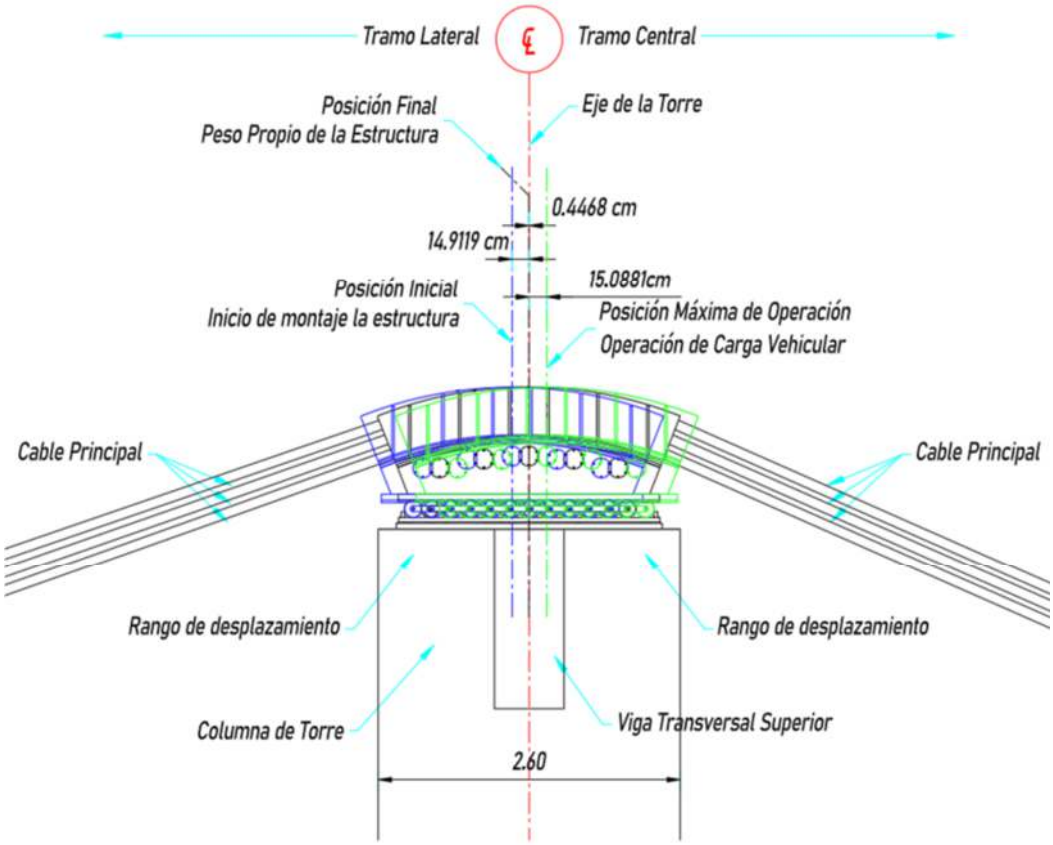



**Figura 56.** Esquema del funcionamiento del apoyo superior de la torre en sus desplazamientos inicial, final y de operación del puente colgante.

Asimismo, se analizaron las tensiones y esfuerzos generados por el peso propio de la estructura y la envolvente de peso del convoy vehicular, cuyos resultados se presentan en la Tabla IV.

**TABLA IV.**
Cálculo de esfuerzos en cable principal del puente colgante

| Tipo de Carga Aplicada | Ø del Cable (cm) | Área del Cable (cm2) | Tensión en Cable (Ton) | Esfuerzo en Cable (Kg/cm2) |
|---|---|---|---|---|
| **Peso total de la estructura** | 19.01 | 283.83 | 1706.00 | 6010.64 |
| **Envolvente del peso del convoy vehicular** | | | 418.34 | 1473.91 |
| **Peso Total + Carga Vehicular** | | | **2124.34** | **7484.55** |

Tras analizar los resultados previos, se procedió a verificar la capacidad del cable principal del puente colgante frente a las demandas calculadas. Dicha verificación se evidencia en la Tabla V.

**TABLA V.**
Demanda / Capacidad del cable principal

| Carga Aplicada | Ø del Cable (cm) | Área del Cable (cm2) | Esfuerzo al Fy del Cable (Kg/cm2) | Tensión al Fy del Cable (Ton) | Tensión en Cable (Kg) | Esfuerzo en Cable (Kg/cm2) | Demanda / Capacidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Peso Total + Carga Vehicular** | 19.01 | 283.83 | 14179.97 | 4024.700 | 2124.340 | 7484.55 | **52.78%** |

## 4.8. Verificación de la hipótesis

Mediante la simulación de las fases de construcción del montaje de la superestructura del puente colgante utilizando un software de cálculo, se analizaron los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres y la tensión axial en el cable principal. Los resultados de estos análisis permitirán validar o refutar la hipótesis planteada.

La simulación de las fases de construcción de un puente colgante permite determinar con mayor precisión las posiciones iniciales, finales y de operación de los apoyos superiores de las torres.

Con la simulación de las fases de construcción se pudo observar el impacto de la precarga en el comportamiento del puente. Inicialmente, sin precarga en el cable principal, los apoyos superiores experimentan un desplazamiento de 98.00 cm y una tensión axial de 1,539.13 toneladas. La aplicación de una precarga de -5.55 cm en la deformación del cable principal resulta en una notable reducción del desplazamiento de los apoyos superiores a 14.47 cm, con un aumento concomitante de la tensión axial a 1,706.00 toneladas.

La carga correspondiente únicamente al convoy vehicular induce desplazamientos de 15.35 cm en los apoyos superiores del puente y una tensión axial adicional de 418.34 toneladas en el cable principal.

La combinación de los desplazamientos generados por el peso total de la estructura y la carga del convoy vehicular permite determinar las posiciones de montaje inicial y final de la superestructura. Durante esta etapa de montaje, los desplazamientos en los apoyos superiores varían en un rango de 14.47 cm, pasando de una posición inicial de -14.91 cm a una posición final de -0.44 cm. Adicionalmente, se consideran 15.35 cm de desplazamiento correspondientes a la carga de operación del convoy vehicular. De esta manera, el desplazamiento total calculado se encuentra dentro del límite de 30 cm disponible para el apoyo superior de la torre, utilizándose en su totalidad esta capacidad.

La tensión axial total en el cable principal, resultado de la combinación del peso de la superestructura y la envolvente del convoy vehicular, es de 2,124.34 toneladas. Dado que la resistencia a la fluencia del cable principal es de 4,024.70 toneladas, se determina que la relación demanda/capacidad es del 52.78% de la capacidad del cable principal.

En conclusión, los desplazamientos en los apoyos superiores de las torres, resultantes de las fases de construcción y la carga del convoy vehicular, permitieron determinar las posiciones iniciales, finales de construcción y de operación del puente colgante. De esta forma, se acepta la hipótesis de que la simulación de las fases de

construcción contribuye a determinar las posiciones de trabajo de los apoyos superiores en la torre del puente colgante.

# CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Conclusiones

- La recopilación de información documental, complementada con la visita técnica in situ, constituye un paso esencial para obtener un entendimiento claro y preciso de las dimensiones y características del proyecto. Esto permite que el desarrollo de la presente investigación fuera fiel a la realidad, sentando las bases para la adecuada construcción del modelo matemático del puente colgante.

- La simulación de las fases de construcción del montaje de la superestructura, realizada mediante un software de cálculo estructural, permitió un análisis detallado del comportamiento del puente colgante en cada etapa del proceso. Los resultados mostraron que, sin aplicar precarga al cable principal, el desplazamiento en el apoyo superior de la torre, considerando el peso total de la estructura, varió entre 0.00 cm y 98,92 cm, con una tensión axial de 1,539.13 toneladas. En contraste, al aplicar una precarga equivalente a una deformación de -5.55 cm en el cable principal, los desplazamientos se redujeron significativamente, registrándose valores entre -14.91 cm y -0.44 cm con un rango de desplazamiento de 14.47 cm, y una tensión axial aumentada a 1,706.00 toneladas.

- Se determina que, bajo la acción de la carga del convoy en su envolvente, los apoyos superiores de la torre experimentan un desplazamiento máximo de 15.36 cm, mientras que la tensión axial máxima alcanza un valor de 418.34 toneladas.

- El análisis de la posición de operación de los apoyos superiores de la torre permitió establecer que la aplicación de una precarga en el cable principal contribuye significativamente en reducir y controlar los desplazamientos en dichos apoyos. Esta medida resulta especialmente efectiva para mantener la estabilidad y el control estructural durante las distintas fases de construcción y en operación del puente colgante.

- A partir de los resultados del análisis, se pudo establecer con precisión las posiciones de los apoyos superiores de las torres con respecto al eje central de la columna, basándose en los desplazamientos calculados. Para el proceso constructivo la posición inicial se encuentra a 14.91 cm hacia el tramo lateral del puente, la posición final está a 0.44 cm en la misma dirección, y el rango de operación por carga vehicular implica un movimiento de hasta 15.00 cm en dirección al tramo central del puente desde la posición final.

- Asimismo, se determinó la carga total, compuesta por el peso propio de la estructura y la envolvente del convoy vehicular, resultando en 2,124.34 toneladas. La capacidad a fluencia del cable principal es de 4,024.70 toneladas. Por lo tanto, la demanda sobre el cable representa el 52.78% de su capacidad.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda profundizar la investigación sobre el proceso constructivo de puentes colgantes, especialmente en lo relacionado con el análisis de sensibilidad, con el fin de identificar cómo influyen diversos factores, tales como las variaciones de temperatura, la velocidad del viento y, en general, las condiciones climáticas del sitio de emplazamiento del proyecto.

- Se sugiere realizar un análisis económico por fase de construcción del puente colgante. Este análisis proporcionará una visión clara de la inversión en mano de obra, herramientas y equipos necesarios para el desarrollo de las actividades inherentes a cada etapa constructiva.

## 5.3. Bibliografía

[1] T. Huff, *LRFD Bridge Design: Fundamentals and Applications*, Firts Edicion. CRC Press, 2022. doi: 10.1201/9781003265467/LRFD-BRIDGE-DESIGN-TIM-HUFF/ACCESSIBILITY-INFORMATION.

[2] A. Cilento, “PUENTES Y PUENTES COLGANTES”, *Tecnología y Construcción*, vol. 16, núm. II, pp. 1–140, 2000, Consultado: el 21 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/3775

[3] W. ming Zhang, H. xu Zou, J. qi Chang, y T. cheng Liu, “Estimating design positions of suspension bridge tower saddles in the completed bridge state: An analytical approach”, *Eng Struct*, vol. 300, p. 117178, feb. 2024, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2023.117178.

[4] L. Wang, R. Shen, C. Wang, S. Zhang, y Y. Wang, “Theoretical and Experimental Studies of the Antislip Capacity between Cable and Saddle Equipped with Horizontal Friction Plates”, *Journal of Bridge Engineering*, vol. 24, núm. 4, p. 04019005, abr. 2019, doi: 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001360.

[5] H. Tan, Z. Hou, Z. Qiu, J. Ji, y D. Chen, “The USGT Method for Suspender Tensioning of Self-Anchored Suspension Bridges”, *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, núm. 1, p. 6619924, ene. 2021, doi: 10.1155/2021/6619924.

[6] Z. Chen *et al.*, “Study on Wind-Induced Dynamic Response and Statistical Parameters of Skeleton Supported Saddle Membrane Structure in Arching and Vertical Direction”, *Buildings 2024, Vol. 14, Page 1339*, vol. 14, núm. 5, p. 1339, may 2024, doi: 10.3390/BUILDINGS14051339.

[7] L. Wang, R. Shen, T. Wang, L. Bai, N. Zhou, y S. Gu, “A methodology for nonuniform slip analysis and evaluation of cable strands within saddle”, *Eng Struct*, vol. 303, p. 117551, mar. 2024, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2024.117551.

[8] L. Zhao *et al.*, “A Novel Low-Cost GNSS Solution for the Real-Time Deformation Monitoring of Cable Saddle Pushing: A Case Study of Guojiatuo Suspension Bridge”, *Remote Sensing 2022, Vol. 14, Page 5174*, vol. 14, núm. 20, p. 5174, oct. 2022, doi: 10.3390/RS14205174.

[9] X. Zhou, H. Han, X. Zheng, Y. Chen, y Z. Liang, “Algorithm for Locating the Datum Strand of a Suspension Bridge Considering the Influence of Friction and the Change in Tangent Point of the Cable Saddle”, *Applied Sciences 2022, Vol. 12, Page 7565*, vol. 12, núm. 15, p. 7565, jul. 2022, doi: 10.3390/APP12157565.

[10] W. ming Zhang, C. yu Yang, Z. wei Wang, y Z. Liu, “An analytical algorithm for reasonable central tower stiffness in the three-tower suspension bridge with

unequal-length main spans", *Eng Struct*, vol. 199, p. 109595, nov. 2019, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2019.109595.

[11] Q. Zhang, H. Guo, Y. Bao, Z. Cheng, y D. Jia, "Antislip Safety of Double-Cable Multispan Suspension Bridges with Innovative Saddles", *Journal of Bridge Engineering*, vol. 25, núm. 5, p. 04020021, may 2020, doi: 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001544.

[12] W. Zhang, C. Yang, y J. Chang, "Cable Shape and Construction Parameters of Triple-Tower Double-Cable Suspension Bridge with Two Asymmetrical Main Spans", *Journal of Bridge Engineering*, vol. 26, núm. 2, p. 04020127, feb. 2021, doi: 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001674.

[13] X. Deng y H. Zhao, "Improved algorithm for determining cable saddle pre-offsets considering the coupling effect of tower and splay saddles", *Scientific Reports 2022 12:1*, vol. 12, núm. 1, pp. 1–13, dic. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-26676-z.

[14] Z. Hu, Y. I. Shah, X. Li, y J. Huang, "Main Cable Shape of Short Span in Three-Tower Suspension Bridge", *Structural Engineering International*, vol. 32, núm. 4, pp. 547–555, oct. 2022, doi: 10.1080/10168664.2022.2028273.

[15] Y. I. Shah, Z. Hu, y J. Huang, "Main cable structure analysis and construction control of short span suspension bridge within three-tower", *Structures*, vol. 69, p. 107417, nov. 2024, doi: 10.1016/J.ISTRUC.2024.107417.

[16] C. Zhong, R. Shen, y H. Wang, "Research on ultimate bearing capacity state and structure optimization of main cable saddle", *Structures*, vol. 33, pp. 28–40, oct. 2021, doi: 10.1016/J.ISTRUC.2021.04.032.

[17] L. Wang *et al.*, "Sliced numerical model for lateral interaction of cable-saddle system considering sufficient wire-discretization", *J Constr Steel Res*, vol. 219, p. 108761, ago. 2024, doi: 10.1016/J.JCSR.2024.108761.

[18] L. Wang, R. Shen, S. Zhang, L. Bai, X. Zhen, y R. Wang, "Strand element analysis method for interaction between cable and saddle in suspension bridges", *Eng Struct*, vol. 242, p. 112283, sep. 2021, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2021.112283.

[19] Y. I. Shah, Z. Hu, y J. Huang, "Study on tension control method of anchor span for three tower suspension bridge", *Structures*, vol. 58, p. 105431, dic. 2023, doi: 10.1016/J.ISTRUC.2023.105431.

[20] H. Chong, D. Wang, B. Wang, X. Shen, y M. A. Wahab, “Gradual Deterioration Behavior of the Load-Bearing Strength of Main Cable Wires in a Suspension Bridge”, *Applied Sciences 2023, Vol. 13, Page 129*, vol. 13, núm. 1, p. 129, dic. 2022, doi: 10.3390/APP13010129.

[21] L. Yu, W. Xu, D.-B. Zhang, X.-M. Ma, y Y.-H. Wu, “Strain Incremental Adjustment Method of Cable Force of Composite Saddle Anchor Span of Single-Tower Single-Span Ground-Anchored Suspension Bridge”, 2021, doi: 10.1155/2021.

[22] L. Wang, R. Shen, N. Ma, S. Zhang, L. Gu, y R. Wang, “Discrete analytical model for lateral mechanical behavior of cable-saddle system in suspension bridges”, *Eng Struct*, vol. 221, p. 111087, oct. 2020, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2020.111087.

[23] A. Rodríguez S., *Puentes con AASHTO LRFD 2020 9th edition Arturo Rodríguez Serquen*, Novena Edición. Lima, 2022.

[24] Mafersautri, “PUENTES COLGANTES: Sobre los puentes Colgantes”. Consultado: el 25 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://puentescolgantesmfsu.blogspot.com/2015/12/sobre-los-puentes-colgantes.html

[25] J. L. Núñez Meneses, “ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL DE UN PUENTE COLGANTE VEHICULAR TIPO DE 100 METROS DE LONGITUD ANTE CARGAS SÍSMICAS Y DE VIENTO, SEGÚN AASHTO LRFD 2017 Y NEC 2015.”, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2022. Consultado: el 6 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/items/fb49aea8-a32b-4ddc-a784-c4f58e260cc4

[26] L. Zegarra C., “Análisis y diseño de puentes colgantes”, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007. Consultado: el 2 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://tesis.pucp.edu.pe/items/448dbf88-54d3-4409-9fab-91f22ac5b974

[27] I. Percy y F. Camacho Rioja, “Puentes de Grandes Luces Los Puentes Colgantes”, *Revistas Bolivianas - Revistas Electrónicas en Línea*, vol. 7, Santa Cruz, pp. 34–47, 2009. Consultado: el 28 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?pid=S1991-64692009000200006&script=sci_arttext&tlng=es

[28] R. F. Andrade Changuan, “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PUENTE COLGANTE MIXTO DE 110m DE LONGITUD Y 4.5m DE ANCHO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS DE MÁXIMO 1000KG.”, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Quito, 2023.

[29] J. M. Torres Reyes, “Diseño de un puente de hamaca en el río gobernador, comunidad Santa Sofía, Yepocapa, Chimaltenango y dos sistemas de captación de agua pluvial, en el casco urbano de Siquinalá, Escuintla”, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2021. Consultado: el 15 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/

[30] M. Günaydin, A. Can AltuniSik, S. Adanur, y B. Sevim, “Construction stage analysis of fatih sultan mehmet suspension bridge”, *Structural Engineering and Mechanics*, Trabzon, pp. 2–18, el 28 de mayo de 2014. doi: 10.12989/sem.2012.42.4.489.

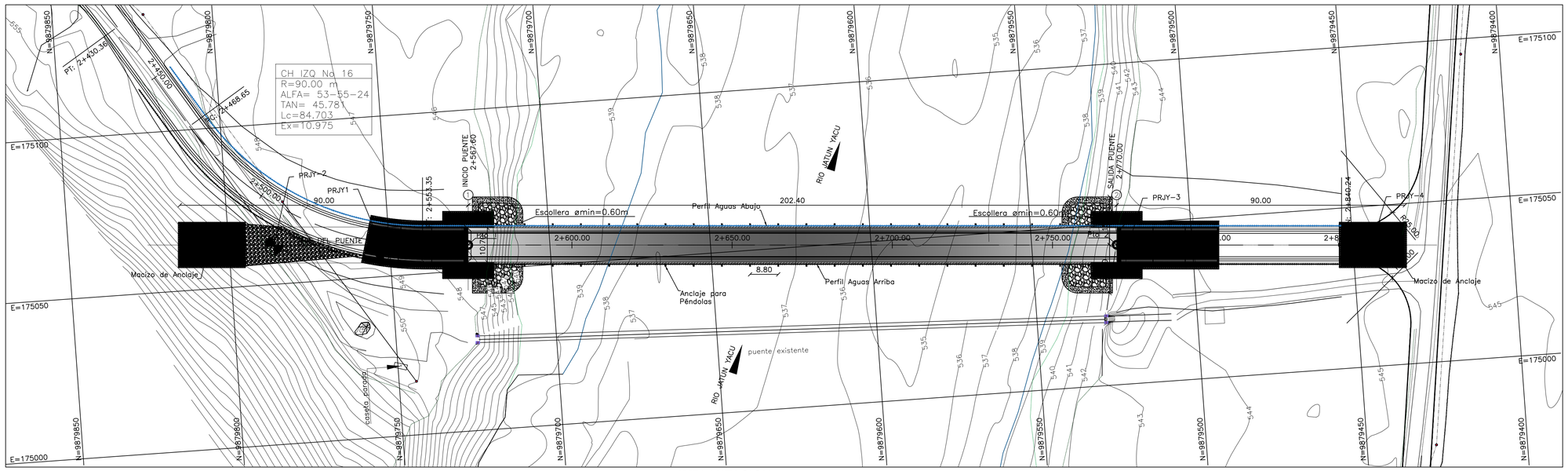
[31] C. A. Reinoso Bonilla, “Análisis comparativo de la conducta sísmica del puente Norte de la ciudad de Salcedo en base a un rediseño del sistema estructural actual con base fija y aisladores sísmicos”, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2025.

[32] F. J. Manjarrés Arias y E. R. Santillán Mariño, “ANÁLISIS ESTRUCTURAL A CARGAS DE IMPACTO FRONTAL DE UN BUS TIPO INTERPROVINCIAL MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁSTER (MSc) EN”, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, 2016. Consultado: el 7 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16531/1/CD-7196.pdf

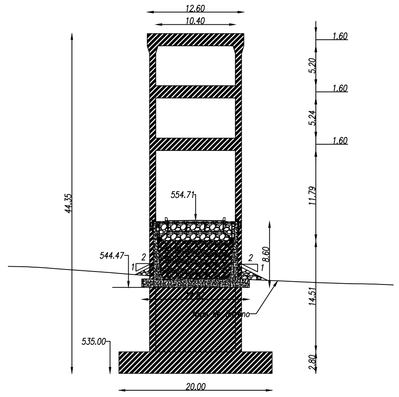
[33] D. Estebes Yaranga, “RECOMENDACIONES PARA EL MODELADO NO LINEAL DE MUROS ACOPLADOS DE HORMIGÓN ARMADO CON ELEMENTOS TIPO SHELL Y FRAME MEDIANTE UN SOFWARE COMERCIAL”, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos UPC BARCELONATECH, Barcelona, 2019. Consultado: el 7 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/2117/190116

[34] S. K. Montilla Barrios, *Manual de Usuario Programa SAP2000*, EDUNILA., vol. III. Foz do Iguazú: UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/364819724

## 5.4. Anexos

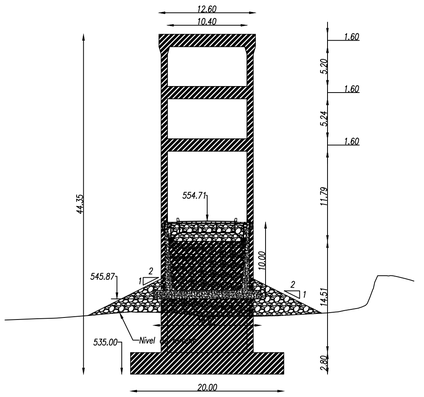



**IMPLANTACION** _____ Esc—1:750



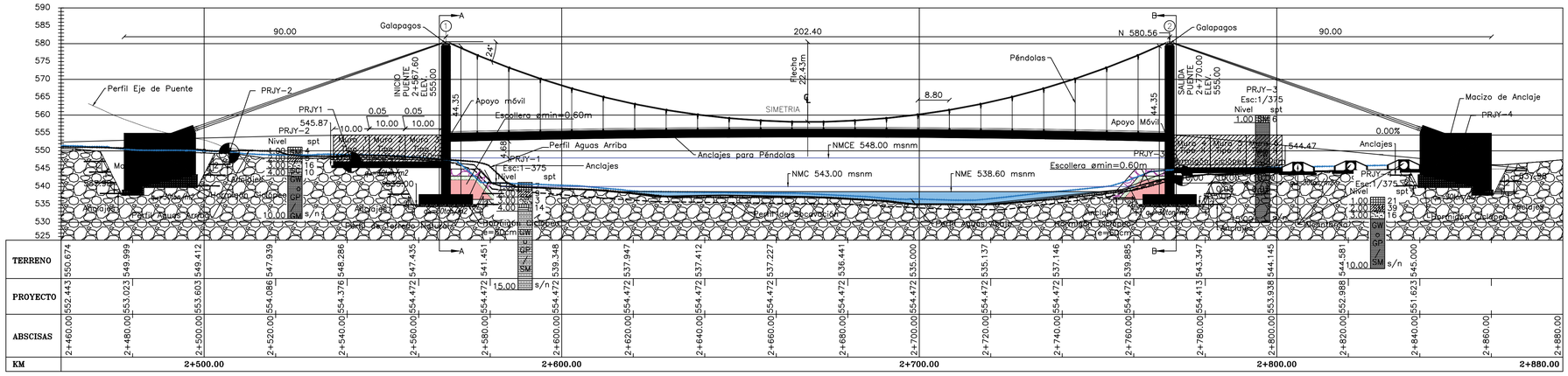

**MUROS (A-A)**

Esc—1:400

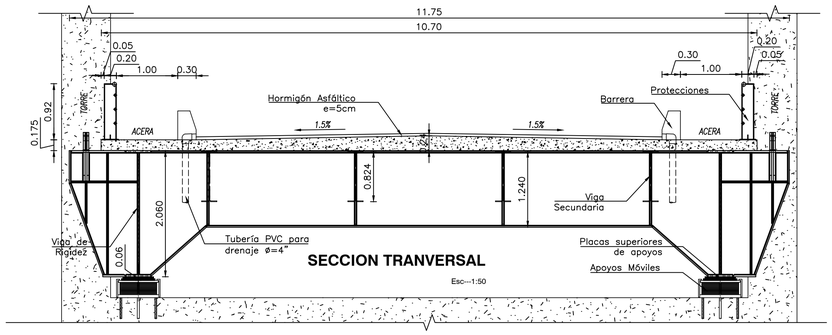



**MUROS (B-B)**

Esc—1:400

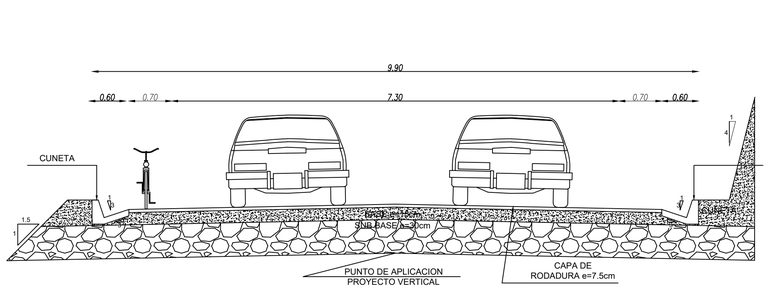



**ELEVACION** _____ Esc—1:750




**SECCION TRANVERSAL**

Esc—1:50




**SECCIÓN TÍPICA DE LA VÍA** _____ Esc—1:50

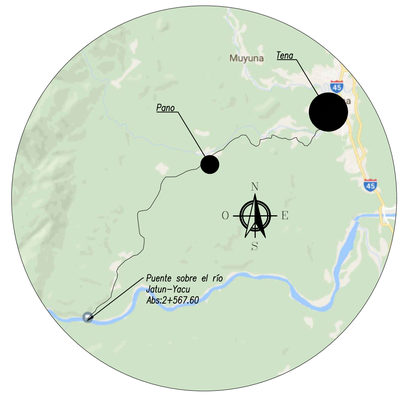
CUADRO DE COORDENADAS

| | PUNTO | NORTE | ESTE | COTA |
|---|---|---|---|---|
| Inicio | Pto 1 | 9879724.81 | 175057.89 | 555.00 |
| Fin | Pto 2 | 9879522.92 | 175043.55 | 555.00 |

RESUMEN DE DATOS HIDRÁULICOS

| Q100 (m3/s) | H100 (m) | S100 (m/m) | A100 (m2) | P100 (m) | R100 (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 6877.60 | 9.00 | 0.005 | 1657.00 | 210.50 | 7.87 |

| B100 (m) | V100 (m/s) | F | NMCE (msnm) | Luz Diseño (m) | Gálibo (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 200.00 | 4.15 | 0.50 | 548.00 | 202.40 | 4.68 |




**UBICACION**

Esc—S/E

NOTAS GENERALES

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1

ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

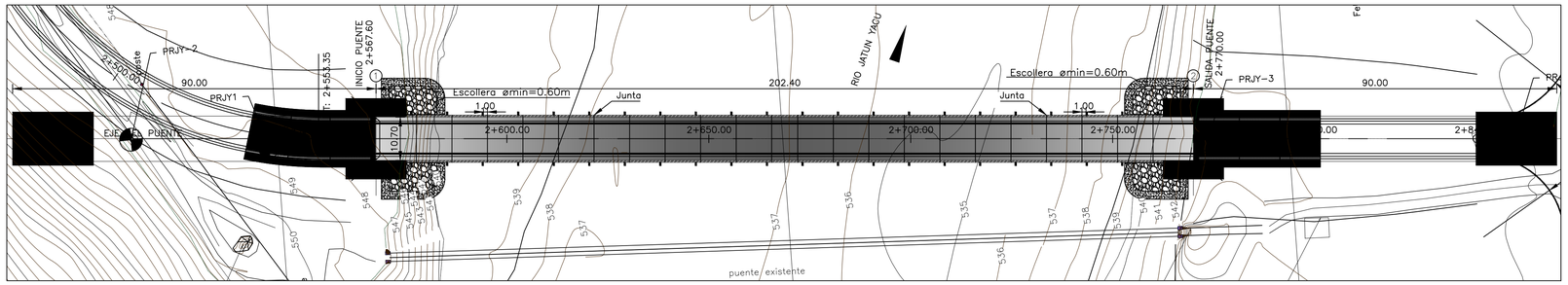
PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN :
IMPLANTACION DEL PUENTE SOBRE EL RÍO JATUNYACU, UBICADO EN LA PROVINCIA DE NAPO, CANTÓN TENA, PARROQUIA TALAG.

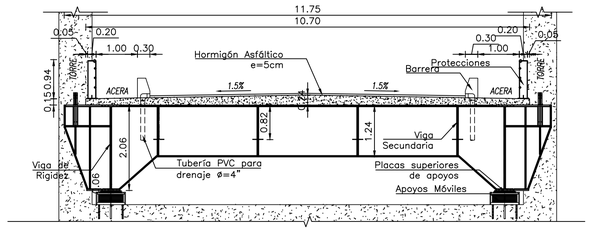
DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-001

HOJA : 01 DE 23

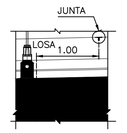
REV. 0



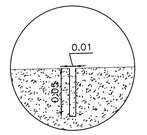

**IMPLANTACION** Esc—1:750



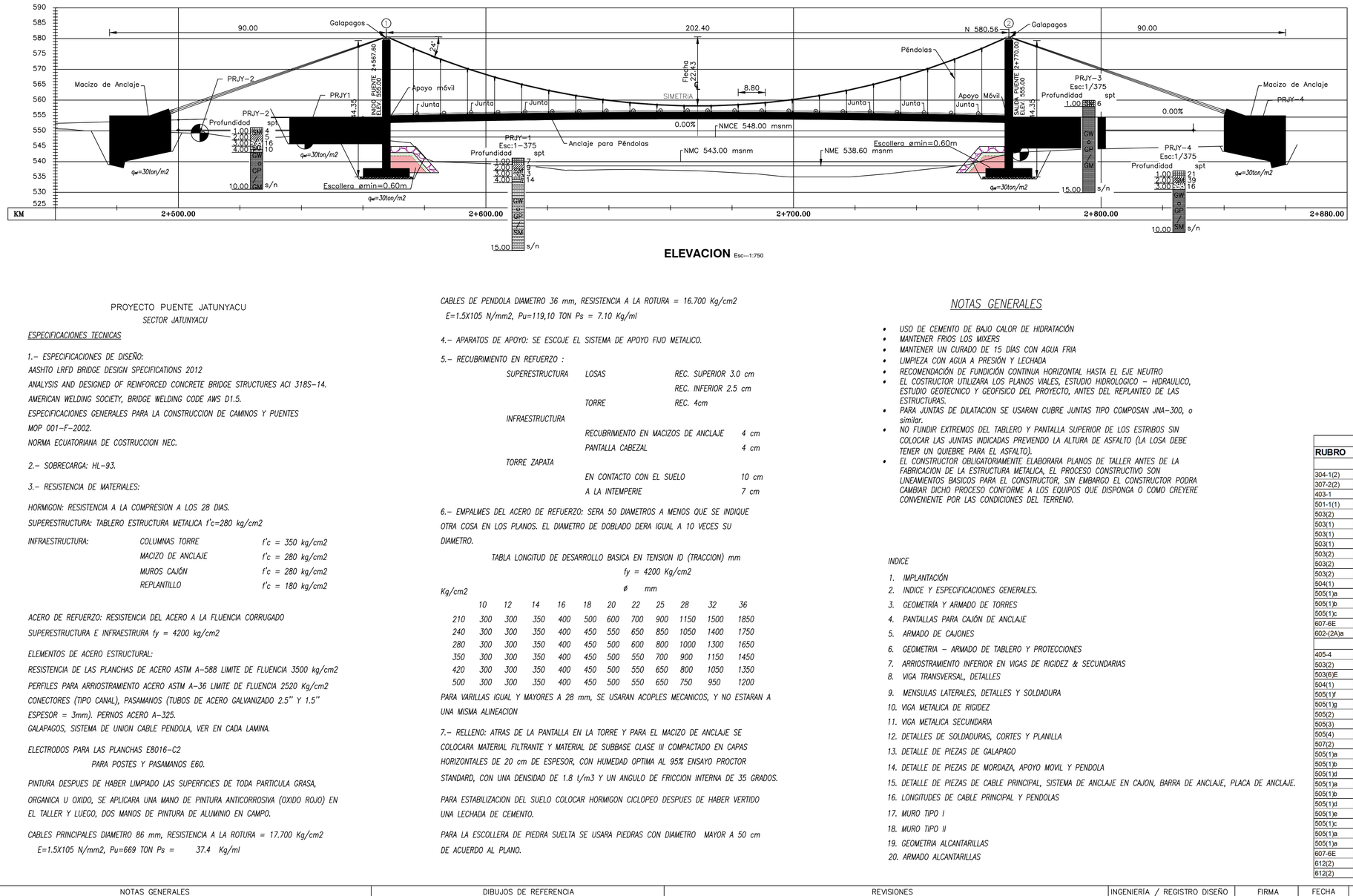

**SECCION TRANSVERSAL** Esc—1:75




**JUNTA** Esc—1:50




**DETALLE JUNTA** Esc—1:5




**ELEVACION** Esc—1:750

PROYECTO PUENTE JATUNYACU

*SECTOR JATUNYACU*

*ESPECIFICACIONES TECNICAS*

*1.– ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:*

*AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 2012*

*ANALYSIS AND DESIGNED OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE STRUCTURES ACI 318S–14.*

*AMERICAN WELDING SOCIETY, BRIDGE WELDING CODE AWS D1.5.*

*ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES*

*MOP 001–F–2002.*

*NORMA ECUATORIANA DE COSTRUCCION NEC.*

*2.– SOBRECARGA: HL–93.*

*3.– RESISTENCIA DE MATERIALES:*

*HORMIGON: RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS.*

*SUPERESTRUCTURA: TABLERO ESTRUCTURA METALICA f'c=280 kg/cm2*

| | | |
|---|---|---|
| *INFRAESTRUCTURA:* | *COLUMNAS TORRE* | *f'c = 350 kg/cm2* |
| | *MACIZO DE ANCLAJE* | *f'c = 280 kg/cm2* |
| | *MUROS CAJÓN* | *f'c = 280 kg/cm2* |
| | *REPLANTILLO* | *f'c = 180 kg/cm2* |

*ACERO DE REFUERZO: RESISTENCIA DEL ACERO A LA FLUENCIA CORRUGADO*

*SUPERESTRUCTURA E INFRAESTRUA fy = 4200 kg/cm2*

*ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL:*

*RESISTENCIA DE LAS PLANCHAS DE ACERO ASTM A–588 LIMITE DE FLUENCIA 3500 kg/cm2*

*PERFILES PARA ARRIOSTRAMIENTO ACERO ASTM A–36 LIMITE DE FLUENCIA 2520 Kg/cm2*

*CONECTORES (TIPO CANAL), PASAMANOS (TUBOS DE ACERO GALVANIZADO 2.5" Y 1.5"*

*ESPESOR = 3mm). PERNOS ACERO A–325.*

*GALAPAGOS, SISTEMA DE UNION CABLE PENDOLA, VER EN CADA LAMINA.*

*ELECTRODOS PARA LAS PLANCHAS E8016–C2*

*PARA POSTES Y PASAMANOS E60.*

*PINTURA DESPUES DE HABER LIMPIADO LAS SUPERFICIES DE TODA PARTICULA GRASA, ORGANICA U OXIDO, SE APLICARA UNA MANO DE PINTURA ANTICORROSIVA (OXIDO ROJO) EN EL TALLER Y LUEGO, DOS MANOS DE PINTURA DE ALUMINIO EN CAMPO.*

*CABLES PRINCIPALES DIAMETRO 86 mm, RESISTENCIA A LA ROTURA = 17.700 Kg/cm2*

*E=1.5X105 N/mm2, Pu=669 TON Ps = 37.4 Kg/ml*

*CABLES DE PENDOLA DIAMETRO 36 mm, RESISTENCIA A LA ROTURA = 16.700 Kg/cm2*

*E=1.5X105 N/mm2, Pu=119,10 TON Ps = 7.10 Kg/ml*

*4.– APARATOS DE APOYO: SE ESCOJE EL SISTEMA DE APOYO FIJO METALICO.*

*5.– RECUBRIMIENTO EN REFUERZO :*

| | | |
|---|---|---|
| *SUPERESTRUCTURA* | *LOSAS* | *REC. SUPERIOR 3.0 cm* |
| | | *REC. INFERIOR 2.5 cm* |
| | *TORRE* | *REC. 4cm* |
| *INFRAESTRUCTURA* | | |
| | *RECUBRIMIENTO EN MACIZOS DE ANCLAJE* | *4 cm* |
| | *PANTALLA CABEZAL* | *4 cm* |
| *TORRE ZAPATA* | | |
| | *EN CONTACTO CON EL SUELO* | *10 cm* |
| | *A LA INTEMPERIE* | *7 cm* |

*6.– EMPALMES DEL ACERO DE REFUERZO: SERA 50 DIAMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS. EL DIAMETRO DE DOBLADO DERA IGUAL A 10 VECES SU DIAMETRO.*

*TABLA LONGITUD DE DESARROLLO BASICA EN TENSION ID (TRACCION) mm*

*fy = 4200 Kg/cm2*

| *Kg/cm2* | *ø mm* | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *10* | *12* | *14* | *16* | *18* | *20* | *22* | *25* | *28* | *32* | *36* |
| *210* | *300* | *300* | *350* | *400* | *500* | *600* | *700* | *900* | *1150* | *1500* | *1850* |
| *240* | *300* | *300* | *350* | *400* | *450* | *550* | *650* | *850* | *1050* | *1400* | *1750* |
| *280* | *300* | *300* | *350* | *400* | *450* | *500* | *600* | *800* | *1000* | *1300* | *1650* |
| *350* | *300* | *300* | *350* | *400* | *450* | *500* | *550* | *700* | *900* | *1150* | *1450* |
| *420* | *300* | *300* | *350* | *400* | *450* | *500* | *550* | *650* | *800* | *1050* | *1350* |
| *500* | *300* | *300* | *350* | *400* | *450* | *500* | *550* | *650* | *750* | *950* | *1200* |

*PARA VARILLAS IGUAL Y MAYORES A 28 mm, SE USARAN ACOPLES MECANICOS, Y NO ESTARAN A UNA MISMA ALINEACION*

*7.– RELLENO: ATRAS DE LA PANTALLA EN LA TORRE Y PARA EL MACIZO DE ANCLAJE SE COLOCARA MATERIAL FILTRANTE Y MATERIAL DE SUBBASE CLASE III COMPACTADO EN CAPAS HORIZONTALES DE 20 cm DE ESPESOR, CON HUMEDAD OPTIMA AL 95% ENSAYO PROCTOR STANDARD, CON UNA DENSIDAD DE 1.8 t/m3 Y UN ANGULO DE FRICCION INTERNA DE 35 GRADOS.*

*PARA ESTABILIZACION DEL SUELO COLOCAR HORMIGON CICLOPEO DESPUES DE HABER VERTIDO UNA LECHADA DE CEMENTO.*

*PARA LA ESCOLLERA DE PIEDRA SUELTA SE USARA PIEDRAS CON DIAMETRO MAYOR A 50 cm DE ACUERDO AL PLANO.*

## *NOTAS GENERALES*

- *USO DE CEMENTO DE BAJO CALOR DE HIDRATACIÓN*
- *MANTENER FRIOS LOS MIXERS*
- *MANTENER UN CURADO DE 15 DÍAS CON AGUA FRIA*
- *LIMPIEZA CON AGUA A PRESIÓN Y LECHADA*
- *RECOMENDACIÓN DE FUNDICIÓN CONTINUA HORIZONTAL HASTA EL EJE NEUTRO*
- *EL COSTRUCTOR UTILIZARA LOS PLANOS VIALES, ESTUDIO HIDROLOGICO – HIDRAULICO, ESTUDIO GEOTECNICO Y GEOFISICO DEL PROYECTO, ANTES DEL REPLANTEO DE LAS ESTRUCTURAS.*
- *PARA JUNTAS DE DILATACION SE USARAN CUBRE JUNTAS TIPO COMPOSAN JNA–300, o similar.*
- *NO FUNDIR EXTREMOS DEL TABLERO Y PANTALLA SUPERIOR DE LOS ESTRIBOS SIN COLOCAR LAS JUNTAS INDICADAS PREVIENDO LA ALTURA DE ASFALTO (LA LOSA DEBE TENER UN QUIEBRE PARA EL ASFALTO).*
- *EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE ELABORARA PLANOS DE TALLER ANTES DE LA FABRICACION DE LA ESTRUCTURA METALICA, EL PROCESO CONSTRUCTIVO SON LINEAMIENTOS BASICOS PARA EL CONSTRUCTOR, SIN EMBARGO EL CONSTRUCTOR PODRA CAMBIAR DICHO PROCESO CONFORME A LOS EQUIPOS QUE DISPONGA O COMO CREYERE CONVENIENTE POR LAS CONDICIONES DEL TERRENO.*

*INDICE*


1. *IMPLANTACIÓN*
2. *INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES.*
3. *GEOMETRÍA Y ARMADO DE TORRES*
4. *PANTALLAS PARA CAJÓN DE ANCLAJE*
5. *ARMADO DE CAJONES*
6. *GEOMETRIA – ARMADO DE TABLERO Y PROTECCIONES*
7. *ARRIOSTRAMIENTO INFERIOR EN VIGAS DE RIGIDEZ & SECUNDARIAS*
8. *VIGA TRANSVERSAL, DETALLES*
9. *MENSULAS LATERALES, DETALLES Y SOLDADURA*
10. *VIGA METALICA DE RIGIDEZ*
11. *VIGA METALICA SECUNDARIA*
12. *DETALLES DE SOLDADURAS, CORTES Y PLANILLA*
13. *DETALLE DE PIEZAS DE GALAPAGO*
14. *DETALLE DE PIEZAS DE MORDAZA, APOYO MOVIL Y PENDOLA*
15. *DETALLE DE PIEZAS DE CABLE PRINCIPAL, SISTEMA DE ANCLAJE EN CAJON, BARRA DE ANCLAJE, PLACA DE ANCLAJE.*
16. *LONGITUDES DE CABLE PRINCIPAL Y PENDOLAS*
17. *MURO TIPO I*
18. *MURO TIPO II*
19. *GEOMETRIA ALCANTARILLAS*
20. *ARMADO ALCANTARILLAS*


**RESUMEN DE MATERIALES**

| RUBRO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD |
|---|---|---|---|
| | **INFRAESTRUCTURA** | | |
| 304-1(2) | MATERIAL DE PRERSTAMO IMPORTADO (CAMA DE ARENA PARA ALCANTARILLAS Y ARENA PARA DIQUE) | m3 | 3561.61 |
| 307-2(2) | EXCAVACION Y RELLENO PARA PUENTES (MACIZO DE ANCLAJE, TORRE, ALCANTARILLA) | m3 | 10160.49 |
| 403-1 | SUBBASE CLASE III | m3 | 7538.53 |
| 501-1(1) | ESCOLLERA PIEDRA SUELTA (φ >0.60 m ) | m3 | 6117.50 |
| 503(2) | HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE B f'c=280 kg/cm2 (MACIZO DE ANCLAJE) | m3 | 3026.40 |
| 503(1) | HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE A f'c=350 kg/cm2 (TORRE) | m3 | 2390.70 |
| 503(1) | HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE A f'c=280 kg/cm2 (MUROS CAJÓN) | m3 | 1649.10 |
| 503(1) | HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE A f'c=280 kg/cm2 (ALCANTARILLAS) | m3 | 109.50 |
| 503(2) | HORMIGON CICLOPEO f'c=180 kg/cm2 (TORRES) | m3 | 448.80 |
| 503(2) | HORMIGON CICLOPEO f'c=180 kg/cm2 (MACIZOS) | m3 | 1367.40 |
| 503(2) | HORMIGON CICLOPEO f'c=180 kg/cm2 (MUROS) | m3 | 560.65 |
| 504(1) | ACERO DE REF. EN BARRAS fy=4200kg/cm2 (MACIZO-ANCLAJE, TORRE, MUROS, ALCANTARILLAS) | kg | 502917.24 |
| 505(1)a | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO A871-65 (ANCLAJE) | kg | 163735.20 |
| 505(1)b | SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE ACERO A325 (ANCLAJE) | kg | 53884.80 |
| 505(1)c | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO A29M (ANCLAJE) | kg | 35942.40 |
| 607-6E | TUBO PVC 4" (DRENAJE) | m | 132.00 |
| 602-(2A)a | TUBERÍA DE ACERO CORRUGADO (DIAM=2.40 e=3mm) | m | 100.75 |
| | **SUPER - ESTRUCTURA** | | |
| 405-4 | CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN SITIO e=5 cm | m2 | 1540.00 |
| 503(2) | HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE B f'c=280 km/cm2 | m3 | 484.00 |
| 503(6)E | JUNTA DE DILATACION | m | 21.40 |
| 504(1) | ACERO DE REFUERZO EN BARRAS fy=4200 km/cm2 | kg | 99026.79 |
| 505(1)f | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE, ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 (PROTECCIONES) | kg | 8165.92 |
| 505(1)g | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE, ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 (ARRIOSTRAMIENTOS) | kg | 44086.16 |
| 505(2) | SUMINISTRO ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 (VIGA) | kg | 369534.58 |
| 505(3) | FABRICACION ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 (VIGA) | kg | 369534.58 |
| 505(4) | MONTAJE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 (VIGA) | kg | 369534.58 |
| 507(2) | PINTURA DE ACERO ESTRUCTURAL ( 736692.66 kg) | GL | 1.00 |
| 505(1)a | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO A871-65 (GALAPAGOS) | kg | 21350.80 |
| 505(1)b | SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE ACERO A325 (GALAPAGOS) | kg | 294.40 |
| 505(1)d | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO AISI 4340 (GALAPAGOS) | kg | 21578.00 |
| 505(1)a | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO A871-65 (PENDOLAS & ANCLAJE EN CAJON) | kg | 11240.80 |
| 505(1)b | SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE ACERO A325 (PENDOLAS & ANCLAJE EN CAJON) | kg | 831.60 |
| 505(1)d | SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE ACERO AISI 4340 (PENDOLAS) | kg | 592.00 |
| 505(1)e | SUMINISTRO FABRICACION Y MONTAJE ACERO A615 (PENDOLAS) | kg | 74.40 |
| 505(1)c | SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE ACERO A29M (PENDOLAS & ANCLAJE EN CAJON) | kg | 6507.60 |
| 505(1)a | SUMINISTRO Y MONTAJE CABLE ACERO TIPO OZ DIAMETRO 36 mm | kg | 2726.51 |
| 505(1)a | SUMINISTRO Y MONTAJE CABLE ACERO TIPO OZ DIAMETRO 86 mm | kg | 159604.95 |
| 607-6E | TUBO PVC 4" (DRENAJE) | m | 100.00 |
| 612(2) | METAL MISCELANEO PARA PUENTES (TUBO H.G. ø= 2.5" ESP=3mm) | m | 404.80 |
| 612(2) | METAL MISCELANEO PARA PUENTES (TUBO H.G. ø= 1.5" ESP=2mm) | m | 1214.40 |

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG–021–2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES PUENTE SOBRE EL RÍO JATUNYACU, UBICADO EN LA PROVINCIA DE NAPO, CANTÓN TENA, PARROQUIA TALAG.

TAMAÑO : A1

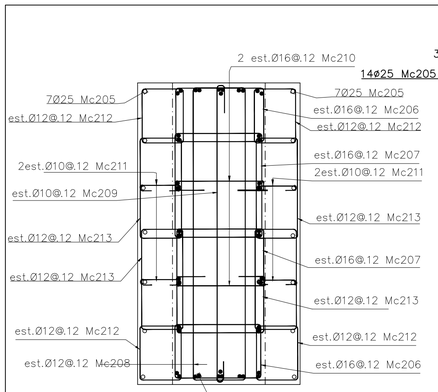
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG–021–2015–040–010–002

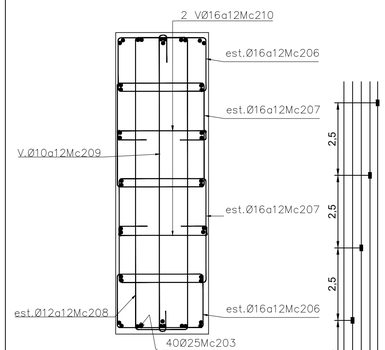
HOJA : 02 DE 23

REV. 0

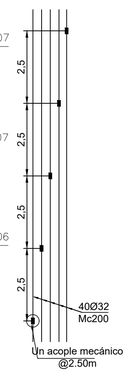
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.



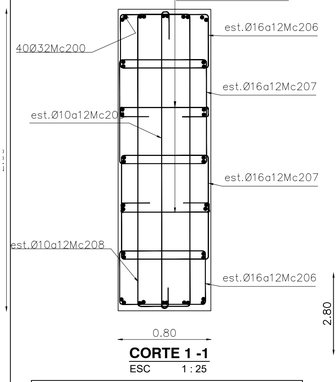

**CORTE 3 - 3**
ESC 1 : 25




**CORTE 2 - 2**
ESC 1 : 25



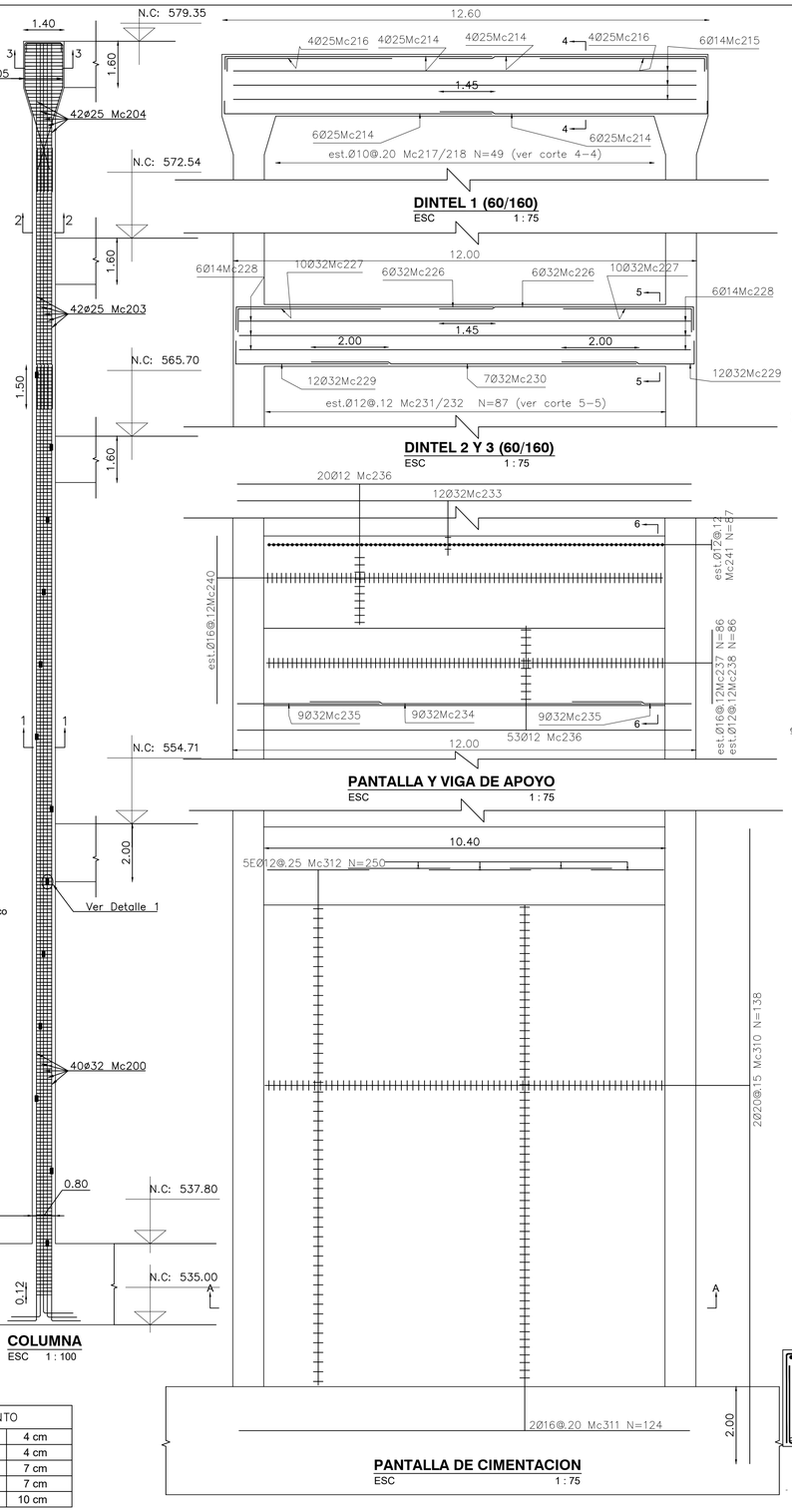

**DETALLE 1**
ESC 1 : 100



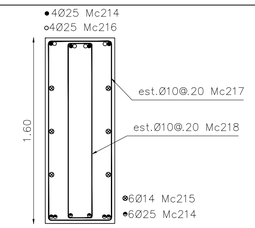

**CORTE 1 -1**
ESC 1 : 25

| CANTIDAD DE MATERIALES UNA TORRE | | |
|---|---|---|
| ELEMENTO | f'c(Kg/cm2) | VOLUMEN (m3) |
| DINTELES | 350 | 30 |
| COLUMNAS | | 331.7 |
| ALETA Y CABEZAL | | 57 |
| PANTALLA | | 83 |
| ZAPATA | | 840 |
| TOTAL | 350 | 1341.7 |
| REPLANTILLO | 180 | 30 |

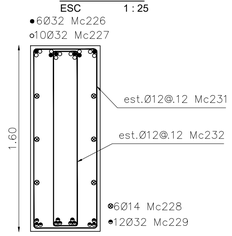
| RECUBRIMIENTO | |
|---|---|
| DINTELES | 4 cm |
| COLUMNA | 4 cm |
| PANTALLA | 7 cm |
| ZAPATA SUPERIOR | 7 cm |
| ZAPATA INFERIOR | 10 cm |



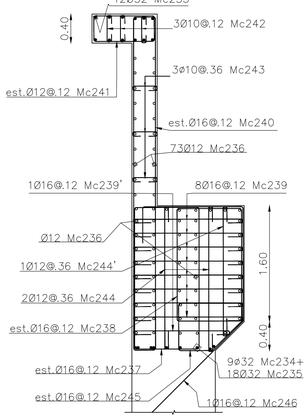

**PANTALLA DE CIMENTACION**
ESC 1 : 75



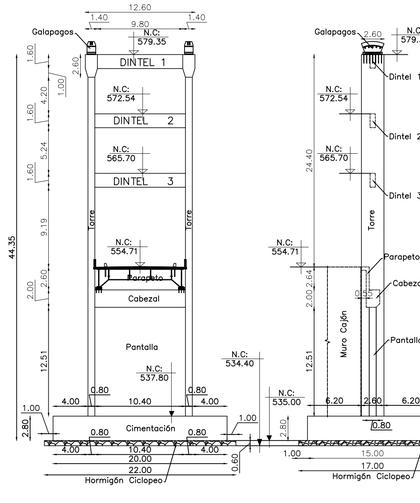

**CORTE 4 - 4**
ESC 1 : 25




**CORTE 5 - 5**
ESC 1 : 25



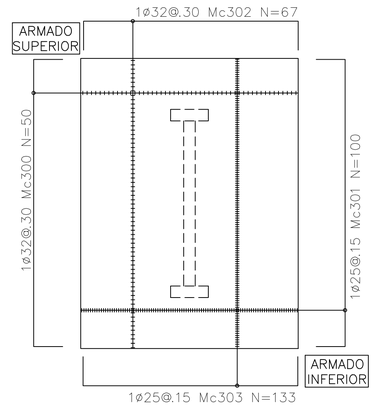

**CORTE 6 - 6**
ESC 1 : 40



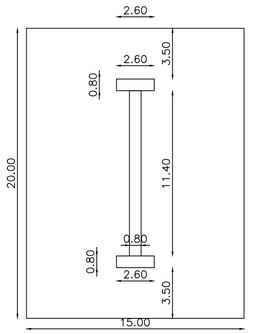

**VISTA FRONTAL**
ESC 1 : 300




**VISTA LATERAL**
ESC 1 : 300




**ARMADO ZAPATA**
ESC 1 : 200



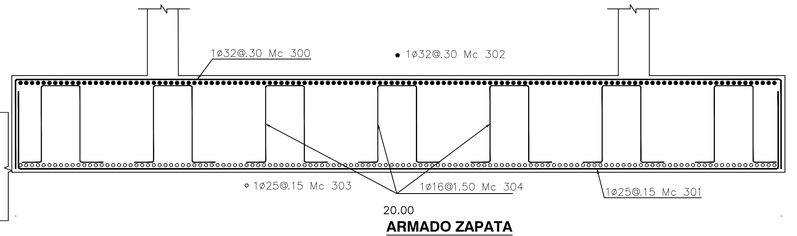

**GEOMETRIA ZAPATA**
ESC 1 : 200




**CORTE A - A**
ESC 1 :100

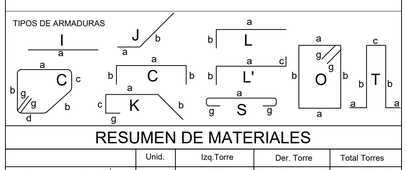



**CORTE 7 - 7**
ESC 1 : 75




**ARMADO ZAPATA**
ESC 1 : 75

TIPOS DE ARMADURAS




## PLANILLA DE ACERO 1 TORRE

| Mc | TIPO | φ | # | dimensiones a | b | c | d | ganchos | TRASLAPE | longitud desarrollada | longitud total | OBSERV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **COLUMNA x 2** | | | | | | | | | | | | |
| 200 | L | 32 | 80 1x | 33.00 | 1x | 1 | | | | 34.00 | 2720.00 | ACOPLE MECÁNICO |
| 203 | I | 25 | 84 1x | 9.00 | | | | | | 9.00 | 756.00 | |
| 204 | I | 25 | 84 1x | 5.10 | | | | | | 5.10 | 428.40 | |
| 205 | K | 25 | 28 1x | 1.50 | 1x | 3 | 1.25 | 1x 0.30 | | 6.05 | 169.40 | |
| 206 | O | 16 | 1444 2x | 0.75 | 2x | 0.5 | | 2x 0.15 | | 2.80 | 4043.20 | |
| 207 | O | 16 | 1444 2x | 0.75 | 2x | 0.9 | | 2x 0.15 | | 3.60 | 5198.40 | |
| 208 | O | 12 | 722 2x | 0.45 | 2x | 2.55 | | 2x 0.10 | | 6.20 | 4476.40 | |
| 209 | S | 10 | 722 1x | 2.55 | | | | 2x 0.10 | | 2.75 | 1985.50 | |
| 210 | S | 16 | 1444 1x | 0.75 | | | | 2x 0.15 | | 1.05 | 1516.20 | |
| 211 | S | 10 | 2888 1x | 0.28 | | | | 2x 0.10 | | 0.48 | 1371.80 | a.Var(0.15-0.4) |
| 212 | O | 12 | 2888 2x | 0.28 | 2x | 0.45 | | 2x 0.10 | | 1.65 | 4765.20 | a.Var(0.15-0.4) |
| 213 | O | 12 | 2888 2x | 0.28 | 2x | 0.85 | | 2x 0.10 | | 2.45 | 7075.60 | a.Var(0.15-0.4) |
| **DINTEL 1** | | | | | | | | | | | | |
| 214 | L | 25 | 20 1x | 7.00 | 1x | 0.3 | | | | 7.30 | 146.00 | |
| 215 | I | 14 | 6 1x | 12.00 | | | | | | 12.00 | 72.00 | |
| 216 | L | 25 | 8 1x | 4.30 | 1x | 0.3 | | | | 4.60 | 36.80 | |
| 217 | O | 10 | 49 2x | 0.55 | 2x | 1.5 | | 2x 0.10 | | 4.30 | 210.70 | |
| 218 | O | 10 | 49 2x | 0.20 | 2x | 1.5 | | 2x 0.10 | | 3.60 | 176.40 | |
| **DINTEL 2 Y 3** | | | | | | | | | | | | |
| 226 | L | 32 | 24 1x | 7.00 | 1x | 0.5 | | | | 7.50 | 180.00 | |
| 227 | L | 32 | 40 1x | 3.70 | 1x | 0.5 | | | | 4.20 | 168.00 | |
| 228 | I | 14 | 12 1x | 11.70 | | | | | | 11.70 | 140.40 | |
| 229 | L | 32 | 48 1x | 3.80 | 1x | 0.5 | | | | 4.30 | 206.40 | |
| 230 | L | 32 | 14 1x | 8.30 | | | | | | 8.30 | 116.20 | |
| 231 | O | 12 | 174 2x | 0.55 | 2x | 1.5 | | | | 4.10 | 713.40 | |
| 232 | O | 12 | 174 2x | 0.20 | 2x | 1.5 | | | | 3.40 | 591.60 | |
| **PANTALLA Y VIGA DE APOYO** | | | | | | | | | | | | |
| 233 | I | 32 | 12 1x | 11.80 | | | | | | 11.80 | 141.60 | |
| 234 | I | 32 | 9 1x | 8.50 | | | | | | 8.50 | 76.50 | |
| 235 | L | 32 | 18 1x | 3.70 | 1x | 0.5 | | | | 4.20 | 75.60 | |
| 236 | I | 12 | 73 1x | 11.80 | | | | | | 11.80 | 861.40 | |
| 237 | O | 16 | 86 2x | 0.85 | 2x | 1.9 | | 2x 0.20 | | 5.90 | 507.40 | |
| 238 | O | 16 | 86 2x | 0.85 | 2x | 1.5 | | 2x 0.20 | | 4.90 | 421.40 | |
| 239 | S | 16 | 688 1x | 1.50 | | | | 2x 0.20 | | 1.90 | 1307.20 | |
| 239 | S | 16 | 86 1x | 1.30 | | | | 2x 0.20 | | 1.70 | 146.20 | |
| 240 | O | 16 | 86 2x | 0.25 | 2x | 4.6 | | 2x 0.20 | | 10.10 | 868.60 | |
| 241 | O | 12 | 86 2x | 0.85 | 2x | 0.35 | | 2x 0.10 | | 2.60 | 223.60 | |
| 242 | S | 10 | 258 1x | 0.35 | | | | 2x 0.10 | | 0.55 | 141.90 | |
| 243 | S | 10 | 86 1x | 0.30 | | | | 2x 0.10 | | 0.50 | 43.00 | |
| 244 | S | 12 | 56 1x | 1.95 | | | | 2x 0.20 | | 2.35 | 131.60 | |
| 244 | S | 12 | 78 1x | 1.75 | | | | 2x 0.20 | | 2.15 | 167.70 | |
| 245 | D | 16 | 86 1x | 0.85 | 2x | 0.55 | 0.25 0.45 | 2x 0.10 | | 2.85 | 245.10 | |
| 246 | K | 16 | 86 1x | 1.55 | 1x | 1.8 | 1.35 | 1x 0.50 | | 5.20 | 447.20 | |
| **ZAPATA** | | | | | | | | | | | | |
| 300 | C | 32 | 50 1x | 19.80 | 2x | 2 | | | | 23.80 | 1190.00 | ACOPLE MECÁNICO |
| 301 | C | 25 | 100 1x | 19.80 | 2x | 2 | | | 1x 1.25 | 25.05 | 2505.00 | |
| 302 | C | 32 | 67 1x | 14.80 | 2x | 2 | | | | 18.80 | 1259.60 | ACOPLE MECÁNICO |
| 303 | C | 25 | 133 1x | 14.80 | 2x | 2 | | | 1x 1.25 | 20.05 | 2666.65 | |
| 304 | T | 16 | 84 2x | 0.50 | 2x | 2.5 | 1.00 | | | 7.00 | 588.00 | |
| **PANTALLA DE CIMENTACIÓN** | | | | | | | | | | | | |
| 310 | I | 20 | 138 1x | 16.50 | | | | | 1x 1.00 | 17.50 | 2415.00 | |
| 311 | C | 16 | 124 1x | 11.70 | 2x | 1 | | | 1x 0.80 | 14.50 | 1798.00 | |
| 312 | O | 12 | 7250 2x | 0.65 | 2x | 2.65 | | 2x 0.10 | | 6.80 | 1700.00 | |

**RESUMEN DE MATERIALES 1 TORRE**

**ACERO**

| DIAMETRO | 10 mm | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | 20 | 22 mm | 25 mm | 32 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO/m | 0.617 kg | 0.888 kg | 1.208 kg | 1.578 kg | 1.998 kg | 2.466 kg | 2.984 kg | 3.853 kg | 6.313 kg |
| LONGITUD | 3929.30 | 20599.00 | 212.40 | 17086.90 | 0.00 | 2415.00 | 0.00 | 6708.25 | 6133.90 |
| PESO (kg) | 2422.56 | 18288.08 | 256.67 | 26968.87 | 0.00 | 5955.75 | 0.00 | 25849.30 | 38725.42 |

**TOTAL DE ACERO 118466.66 kg**

**HORMIGÓN**

HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE A fc=350 kg/cm2

| | |
|---|---|
| COLUMNAS | 179.50 m3 |
| CABEZAL | 42.45 m3 |
| PANTALLA + PARAPETO | 104.20 m3 |
| DINTELES | 29.20 m3 |
| CIMENTACIÓN | 840.00 m3 |
| TOTAL | 1195.35 m3 |

HORMIGON CICLOPEO fc=180 Kg/cm2

| | |
|---|---|
| TOTAL | 224.40 m3 |

## RESUMEN DE MATERIALES

| | Unid. | Izq.Torre | Der. Torre | Total Torres |
|---|---|---|---|---|
| VOLUMEN DE HORMIGÓN | m3 | 1195.35 | 1195.35 | 2390.70 |
| VOL. HOMIGÓN CICLOPEO | m3 | 224.40 | 224.40 | 448.80 |
| ACERO DE REFUERZO | Kg | 118466.66 | 118466.66 | 236933.32 |

## ESPECIFICACIONES

| | |
|---|---|
| RESISTENCIA DEL HORMIGON | f'c = 350 Kg/cm2 |
| RESISTENCIA DEL HORMIGON CICLOPEO | f'c = 180 Kg/cm2 |
| ACERO DE REFUERZO: CORRUGADO DE DUREZA NATURAL | fy = 4200 Kg/cm2 |

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

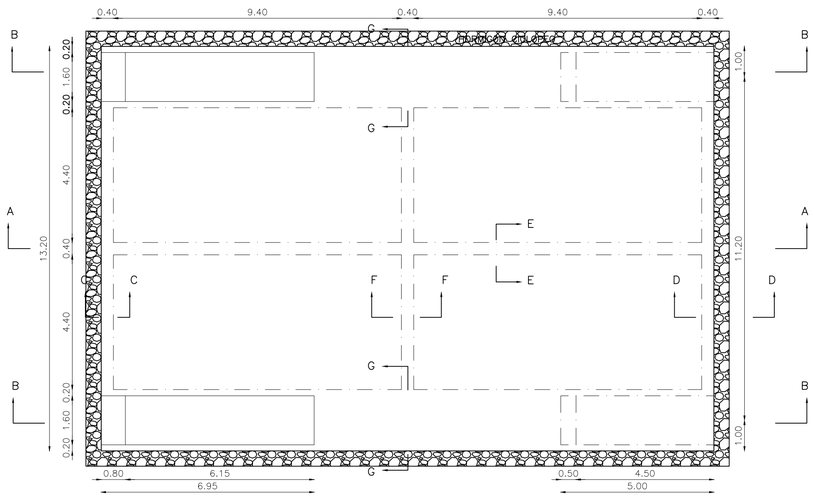
DESCRIPCIÓN : GEOMETRIA Y ARMADO DE TORRES

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-003

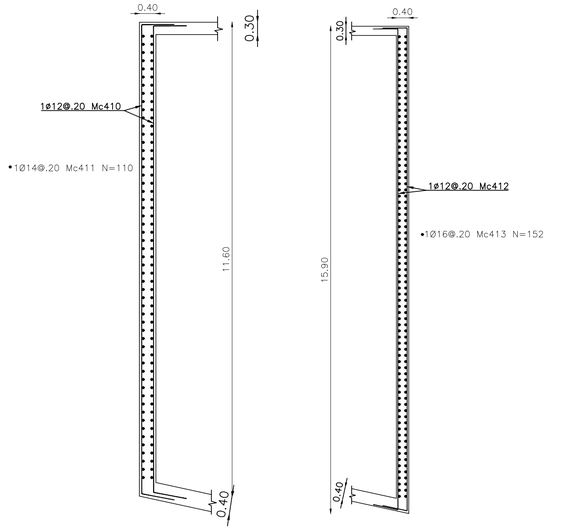
HOJA : 03 DE 23

REV. 0

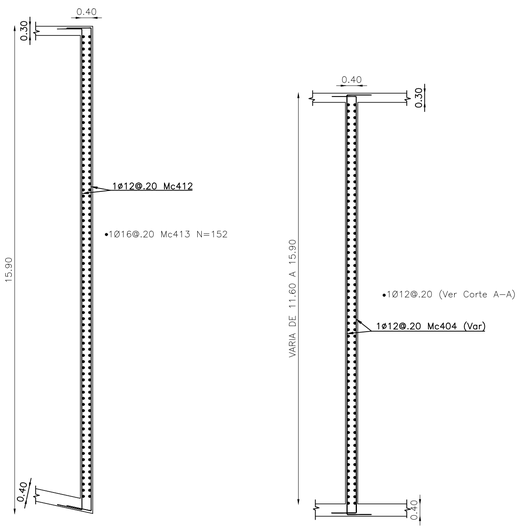
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.




## GEOMETRÍA CAJÓN DE ANCLAJE (PLANTA)
Esc - - - 1:100



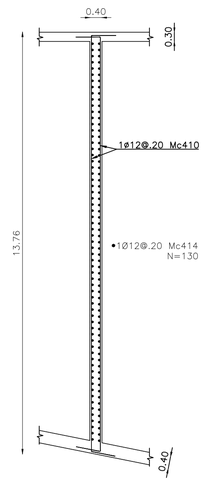

## CORTE C-C
Esc - - - 1:75




## CORTE D-D
Esc - - - 1:100




## CORTE E-E
Esc - - - 1:100




## CORTE F-F
Esc - - - 1:100

| Volumen de Hormigón | | | |
|---|---|---|---|
| ELEMENTO | VOL. UNITARIO | CANTIDAD | VOL. TOTAL |
| Anclajes | 12.23 | 2 | 24.46 |
| Dientes inferiores | 8.15 | 2 | 16.3 |
| Pantallas Laterales | 549.95 | 2 | 1099.9 |
| Pantalla central longitudinal | 110 | 1 | 110 |
| Pantalla frontal | 55.8 | 1 | 55.8 |
| Pantalla posterior | 41 | 1 | 41 |
| Pantalla central transversal | 48.4 | 1 | 48.4 |
| Losa superior | 49.64 | 1 | 49.64 |
| Losa inferior | 67.7 | 1 | 67.7 |
| | | TOTAL | 1513.2 |

## PLANILLA DE ACERO 1 MACIZO DE ANCLAJE

| Mc | TIPO | φ | # | dimensiones a | b | c | d | ganchos | TRASLAPE | longitud desarrollada | longitud total | OBSERV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PANTALLAS Y CABEZAL** | | | | | | | | | | | | |
| 402 | I | 12 | 112 | 1x 19.90 | | | | | 1.00 0.60 | 20.50 | 2296.00 | |
| 403 | I | 12 | 38 | 1x 11.75 | | | | | | 11.75 | 446.50 | long.A Var(3.65-19.9) |
| 404 | C | 12 | 200 | 1x 13.65 | 2 0.80 | | | | 1.14 0.60 | 15.93 | 3186.50 | long.A Var(11.5-15.8) |
| 405 | I | 14 | 342 | 1x 19.90 | | | | | 1.00 0.70 | 20.60 | 7045.20 | |
| 406 | I | 14 | 96 | 1x 12.45 | | | | | 1.04 0.70 | 13.18 | 1264.92 | long.A Var(5.5-19.45) |
| 407 | I | 14 | 66 | 1x 2.60 | | | | | | 2.60 | 171.60 | long.A Var(0.3-4.9) |
| 408 | C | 14 | 600 | 1x 14.20 | 2 0.80 | | | | 1.18 0.70 | 16.63 | 9977.00 | long.A Var(11.5-16.9) |
| 409 | C | 25 | 8 | 1x 4.50 | 1 3.00 | 2.70 | | | | 10.20 | 81.60 | |
| 410 | C | 12 | 134 | 1x 11.50 | 2 0.80 | | | | 0.96 0.60 | 13.68 | 1832.45 | |
| 411 | I | 14 | 110 | 1x 13.10 | | | | | 1.09 0.70 | 13.86 | 1525.06 | |
| 412 | C | 12 | 134 | 1x 15.80 | 2 0.80 | | | | 1.32 0.60 | 18.19 | 2437.46 | |
| 413 | I | 16 | 152 | 1x 13.10 | | | | | 1.09 0.80 | 13.97 | 2123.95 | |
| 414 | I | 12 | 130 | 1x 13.10 | | | | | 1.09 0.60 | 13.76 | 1788.15 | |
| 415 | C | 12 | 130 | 1x 13.60 | | | | | 1.13 0.60 | 14.28 | 1856.40 | |
| 416 | I | 12 | 1040 | 1x 0.95 | | | | 2 0.15 | | 1.25 | 1300.00 | |
| 420 | O | 18 | 62 | 2x 2.50 | 2 1.50 | | | 2 0.25 | | 8.50 | 527.00 | |
| 421 | O | 18 | 46 | 2x 1.90 | 2 1.50 | | | 2 0.25 | | 7.30 | 335.80 | |
| 422 | O | 18 | 30 | 2x 1.30 | 2 1.50 | | | 2 0.25 | | 6.10 | 183.00 | |
| 423 | C | 32 | 30 | 1x 1.50 | 2 4.30 | | | | | 10.10 | 303.00 | |
| 424 | C | 32 | 8 | 1x 1.50 | 2 2.65 | | | | | 6.80 | 54.40 | long. B Var(1.6-3.65) |
| 425 | I | 25 | 30 | 1x 9.00 | | | | | | 9.00 | 270.00 | |
| **LOSA SUPERIOR E INFERIOR** | | | | | | | | | | | | |
| 430 | I | 16 | 260 | 1x 13.10 | | | | | 1x 0.80 | 13.90 | 3614.00 | |
| 431 | I | 16 | 74 | 1x 20.30 | | | | | 1x 0.80 | 21.10 | 1561.40 | |
| 432 | I | 16 | 252 | 1x 13.10 | | | | | 1x 0.80 | 13.90 | 3502.80 | |
| 433 | I | 14 | 74 | 1x 19.90 | | | | | 1x 0.70 | 20.60 | 1524.40 | |

### RESUMEN DE MATERIALES 1 MACIZO DE ANCLAJE

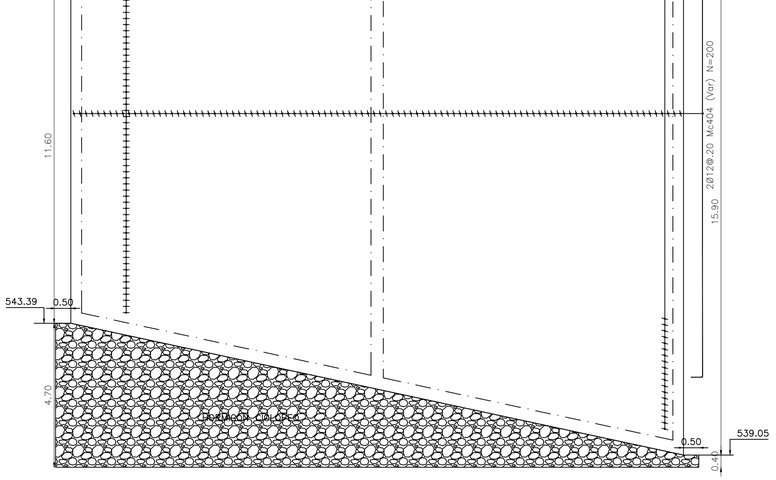
**ACERO**

| DIAMETRO | 10 mm | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | 20 | 22 mm | 25 mm | 32 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO/m | 0.617 kg | 0.888 kg | 1.208 kg | 1.578 kg | 1.998 kg | 2.466 kg | 2.984 kg | 3.853 kg | 6.313 kg |
| LONGITUD | 0.00 | 15143.46 | 21508.18 | 10802.15 | 1045.80 | 0.00 | 0.00 | 351.60 | 357.40 |
| PESO (kg) | 0.00 | 13444.58 | 25990.78 | 17049.42 | 2089.07 | 0.00 | 0.00 | 1354.84 | 2256.39 |
| | | | | | | | | TOTAL DE ACERO | 62185.07 kg |

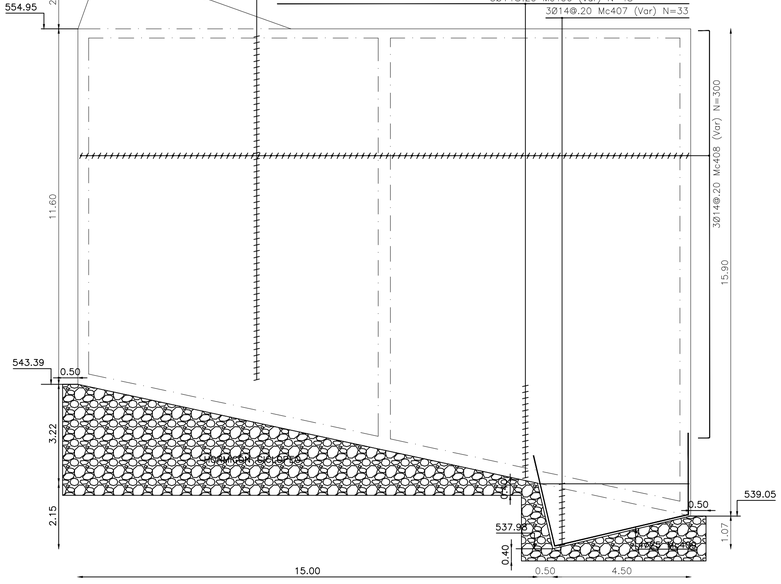
**HORMIGÓN**

HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE b fc=280 kg/cm2
PANTALLAS + CABEZALES 1510.75 m3

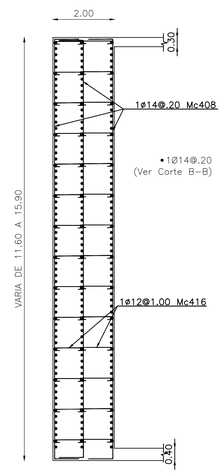
TOTAL 1510.75 m3




## CORTE A-A
Esc - - - 1:100

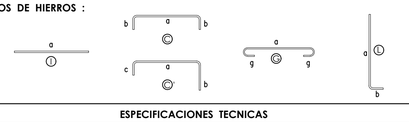



## CORTE B-B
Esc - - - 1:100




## CORTE G-G
Esc - - - 1:100

**TIPOS DE HIERROS :**




| ESPECIFICACIONES TECNICAS | |
|---|---|
| - NORMAS DE DISEÑO: | AASHTO 2010<br>ACI 318-10<br>NEC-SE-DS-15 |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - ESTRUCTURA | f'c = 280 kg/cm² |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - REPLANTILLO | f'c = 180 kg/cm² |
| - ACERO DE REFUERZO: | fy = 4200 kg/cm² |
| - RECUBRIMIENTOS: | En contacto con el suelo: 7.50 cm<br>Mínimo 5.00 cm |
| - ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO) | σ = 20 Kg/cm² |
| - LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS(m) SINO SE INDICA OTRA DIMENSION | |
| - LAS MEDIDAS PREVALECEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO | |
| - EL CONSTRUCTOR COMPROBARA EN CAMPO LAS DIMENSIONES, COTAS Y OTROS VALORES | |

## RESUMEN DE MATERIALES

| | Unid. | Izq.Macizo | Der.Macizo | Total Macizos |
|---|---|---|---|---|
| VOLUMEN DE HORMIGÓN | m3 | 1513.20 | 1513.20 | 3026.40 |
| ACERO DE REFUERZO | Kg | 62185.07 | 62185.07 | 124370.14 |
| VOL. REPLANTILLO | m3 | 29.26 | 29.26 | 58.52 |
| VOL. HORMIGÓN CICLOPEO | m3 | 683.70 | 683.70 | 1367.40 |

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

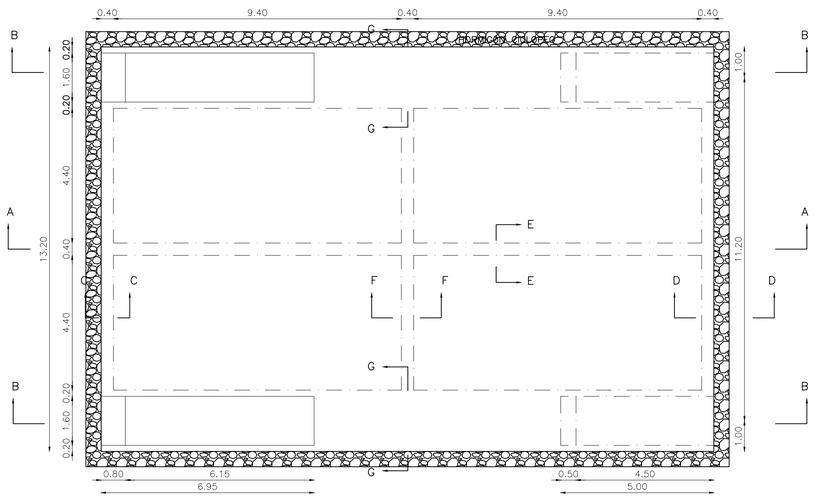
CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m aba: 2+567.60

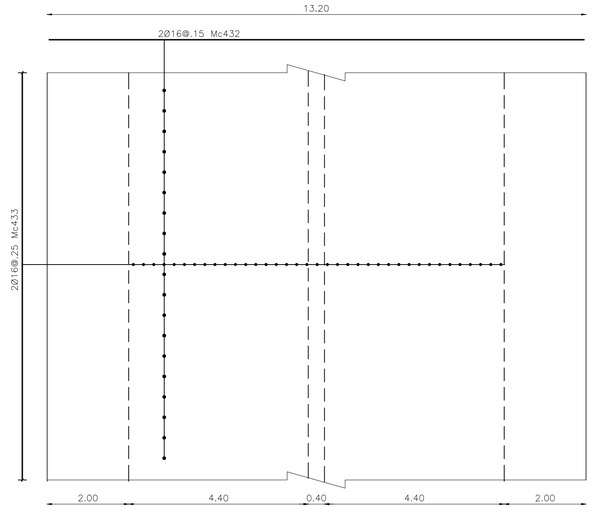
DESCRIPCIÓN : PANTALLAS PARA CAJÓN DE ANCLAJE

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-004 | HOJA : 04 DE 23 | REV. 0

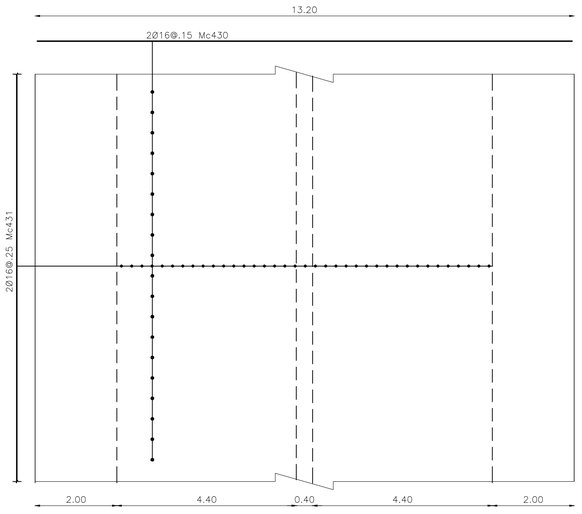
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.




## PLANTA - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS
Esc - - - 1:100

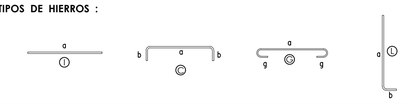



## DISPOSICIÓN DE ARMADURA LOSA DE TAPA
Esc - - - 1:75



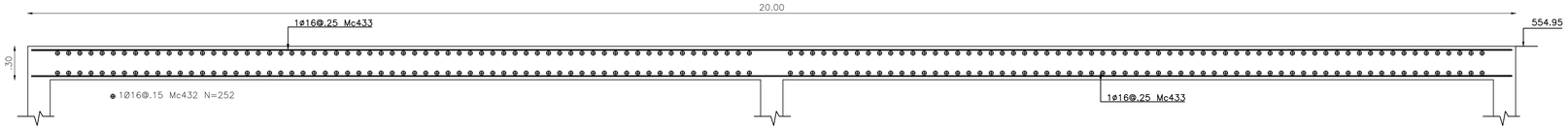

## DISPOSICIÓN DE ARMADURA LOSA DE FONDO
Esc - - - 1:75

**TIPOS DE HIERROS :**

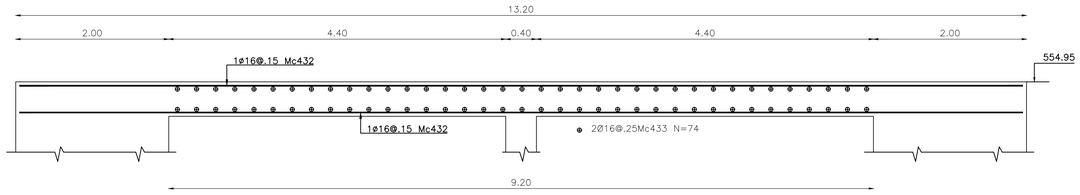



| ESPECIFICACIONES TECNICAS | |
|---|---|
| - NORMAS DE DISEÑO: | AASHTO 2010<br>ACI 318-10<br>NEC-SE-DS-15 |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - ESTRUCTURA | f'c = 280 kg/cm² |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - REPLANTILLO | f'c = 180 kg/cm² |
| - ACERO DE REFUERZO: | fy = 4200 kg/cm² |
| - RECUBRIMIENTOS: | En contacto con el suelo: 7.50 cm<br>Mínimo 5.00 cm |
| - ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO) | σ = 20 Kg/cm² |
| - LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS(m) SINO SE INDICA OTRA DIMENSION | |
| - LAS MEDIDAS PREVALECEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO | |
| - EL CONSTRUCTOR COMPROBARA EN CAMPO LAS DIMENSIONES, COTAS Y OTROS VALORES | |

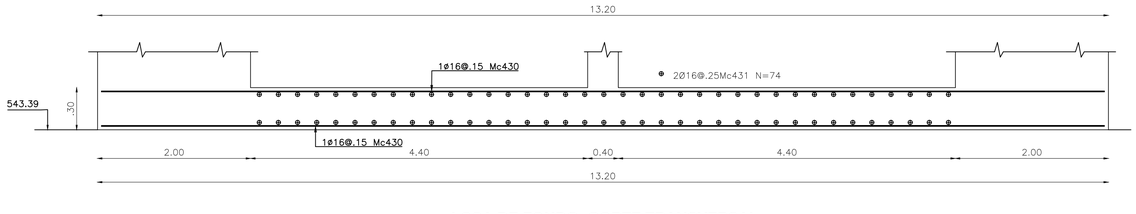
NOTA: Planilla de aceros en lámina 4



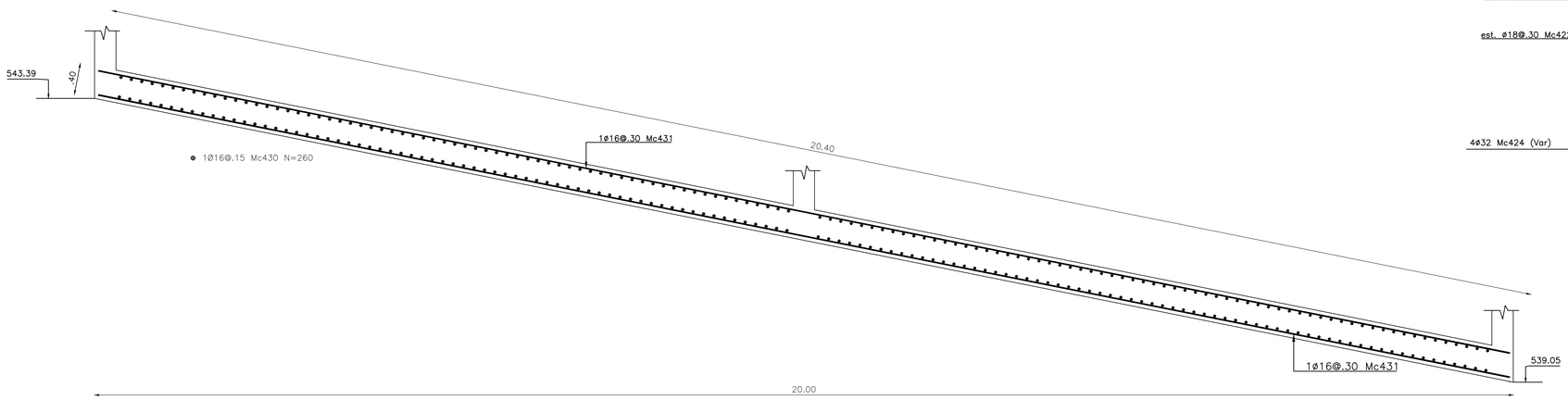

## LOSA DE TAPA: CORTE LONGITUDINAL
Esc - - - 1:40



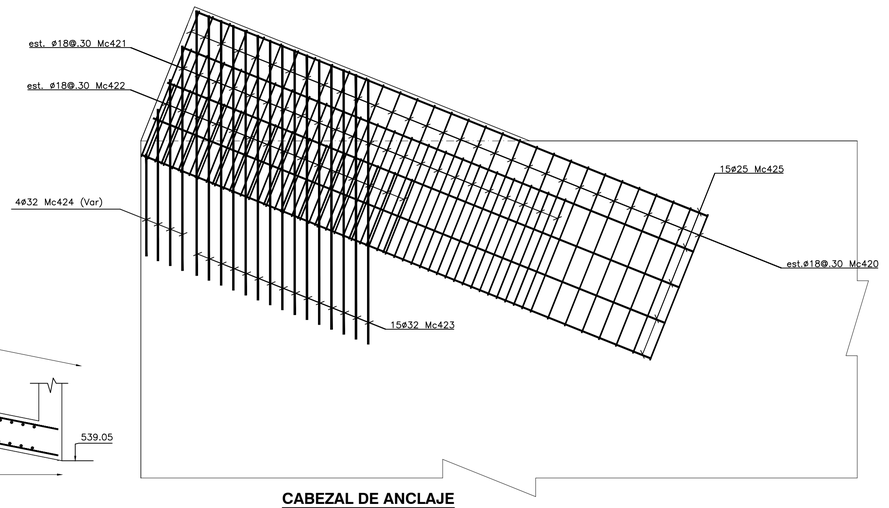

## LOSA DE TAPA: CORTE TRANSVERSAL
Esc - - - 1:40




## LOSA DE FONDO: CORTE TRANSVERSAL
Esc - - - 1:40




## LOSA DE FONDO: CORTE LONGITUDINAL
Esc - - - 1:40




## CABEZAL DE ANCLAJE
Esc - - - 1:50

| NOTAS GENERALES |
|---|
| |

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : ARMADO DE CAJONES

TAMAÑO : A1

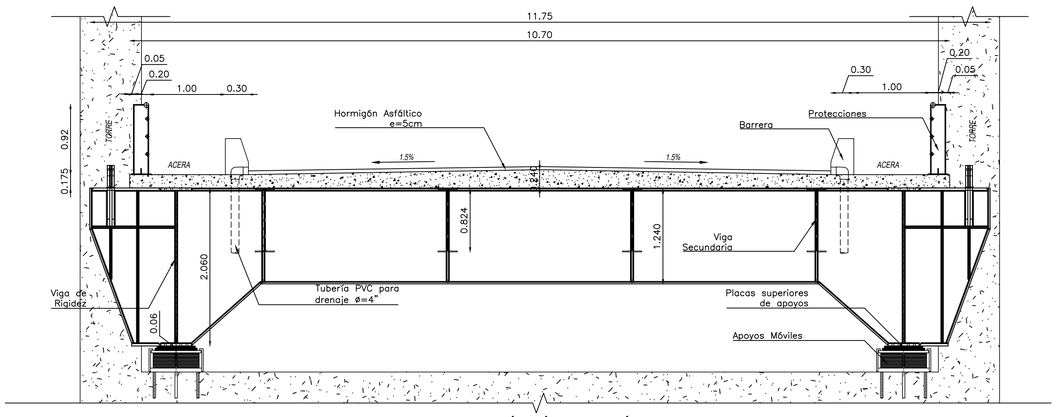
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-005

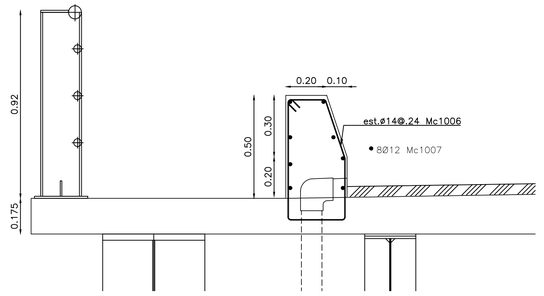
HOJA : 05 DE 23

REV. 0

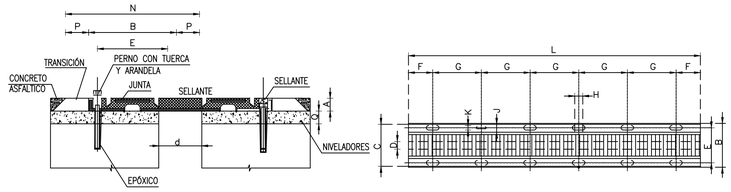
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.




## SECCIÓN TÍPICA DE VÍA
ESC 1 : 40



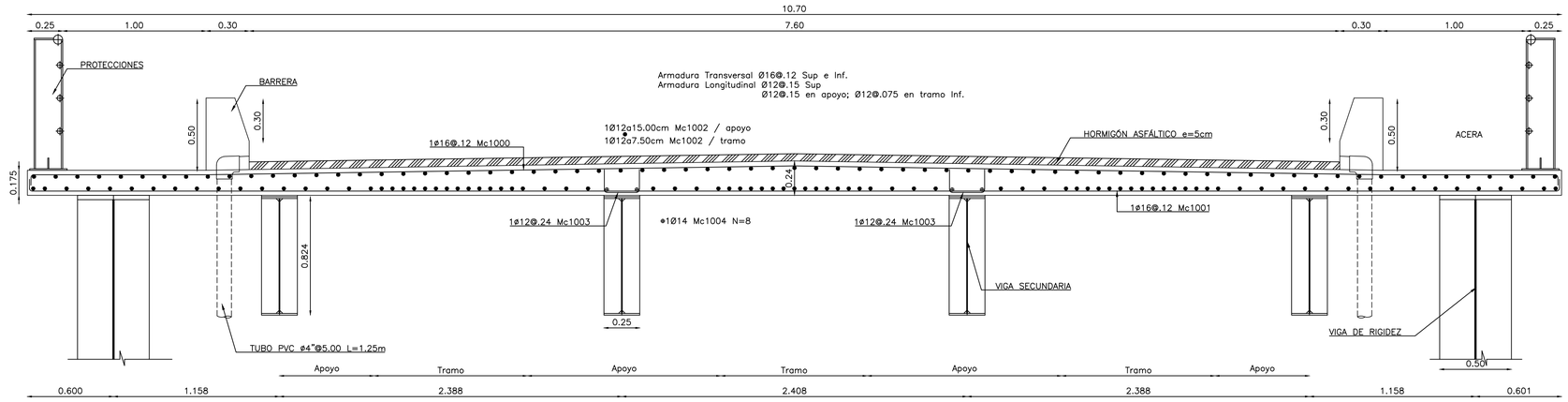

## CORTE TRANSVERSAL PARAPETO
ESC 1 : 15




RECORRIDO GRANDE JNA 100-160-230-330

| TIPO DE JUNTA | MOVIMIENTO PERMITIDO | DIMENSIONES (mm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | B | C | D | d A TEMPERATURA PROMEDIO | E | F | G | H | J | K | L | M | N | P | Q |
| JNA-100 | 100 mm | 54 | 590 | 578 | 232 | 94 | 498 | 152 | 305 | 62 | 22 | 54 | 1829 | 11 | 740 | 75 | VARIABLE |

## DETALLE DE JUNTA DE DILATACION CON SELLO PRECOMPRIMIDO
ESC S/ESC




## CORTE TRANSVERSAL DE LA LOSA
ESC 1 : 20

## PLANILLA DE ACERO LOSA

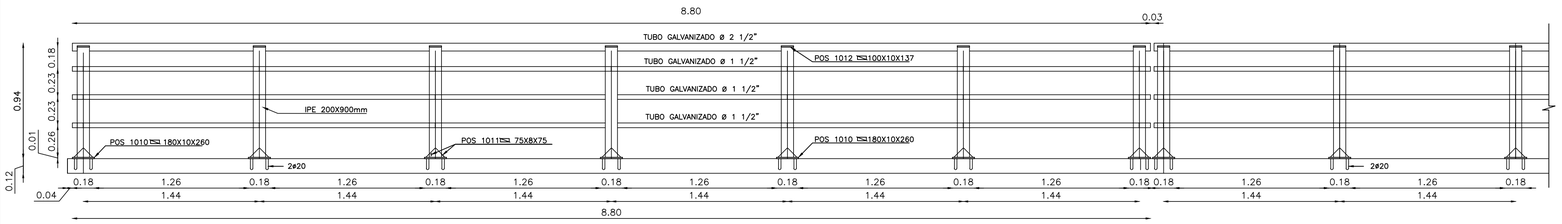
| Mc | TIPO | φ | # | dimensiones a | b | c | d | ganchos | TRASLAPE | longitud desarrollada | longitud total | OBSERV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **LOSA** | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | C' | 16 | 1691 | 2x 5.33 | 2x 0.12 | | | | | 10.90 | 18431.90 | |
| 1001 | C | 16 | 1691 | 1x 10.64 | 2x 0.12 | | | | | 10.88 | 18398.08 | |
| 1002 | I | 12 | 164 | 1x 202.90 | | | | | 17x 0.60 | 213.05 | 34938.38 | |
| 1003 | U | 12 | 1688 | 1x 0.20 | 2x 0.2 | | | | | 0.60 | 1012.80 | |
| 1004 | I | 14 | 8 | 1x 202.90 | | | | | 17x 0.70 | 214.74 | 1717.89 | |
| **PARAPETOS** | | | | | | | | | | | | |
| 1006 | Q | 14 | 1688 | 1x 0.60 | 2x 0.3 | 0.20 | 0.30 | 2x 0.10 | | 1.90 | 3207.20 | |
| 1007 | I | 12 | 16 | 1x 202.90 | | | | | 17x 0.60 | 213.05 | 3408.72 | |

### RESUMEN DE MATERIALES

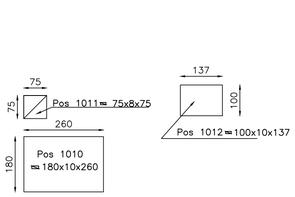
| ACERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO | 10 mm | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | 20 | 22 mm | 25 mm | 32 mm |
| PESO/m | 0.617 kg | 0.888 kg | 1.208 kg | 1.578 kg | 1.998 kg | 2.466 kg | 2.984 kg | 3.853 kg | 6.313 kg |
| LONGITUD | 0.00 | 39360.90 | 4925.09 | 36829.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO (kg) | 0.00 | 34945.16 | 5951.54 | 58130.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | | TOTAL DE ACERO | 99026.79 kg |

| HORMIGÓN | |
|---|---|
| HORMIGON ESTRUCTURAL CEMENTO CLASE b f'c=280 kg/cm2 | |
| LOSA Y PARAPETOS | 484.00 m3 |
| TOTAL | 484.00 m3 |

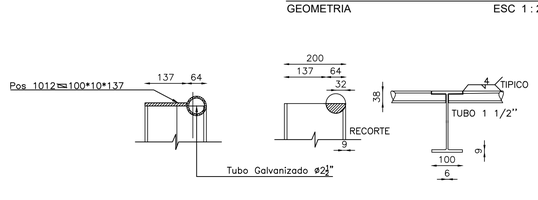
| | | | |
|---|---|---|---|
| ACERO A-36 | PROTECCIONES POSTES Y PASAMANOS | 1 MODULO | 46 MODULOS |
| | IPE - 200 L=0,9m 7 U Ps=22.40 Kg/m | 141.12Kg | 6491.52 Kg |
| | PLACA POS 1010 (180X10X260) 7 U | 25.90 Kg | 1191.40 Kg |
| | PLACA POS 1011 (75X8X75 / 2) 7 U | 2.80 Kg | 128.80 Kg |
| | PLACA POS 1012 (100X10X137) 7 U | 7.70 Kg | 354.20 Kg |
| fy=4200 Kg/cm2 | 2 Ø 20 mm L=0.30m 14 U | 10.35 Kg | 476.10 Kg |
| ACERO A-36 | TUBO HG Ø2½" e=3mm Ps=4.62 Kg/m | 8.80 m | 404.80 m |
| | TUBO HG Ø1½" e= 2mm Ps=1.88 Kg/m L=1214 | 26.40 m | 1214.40 m |



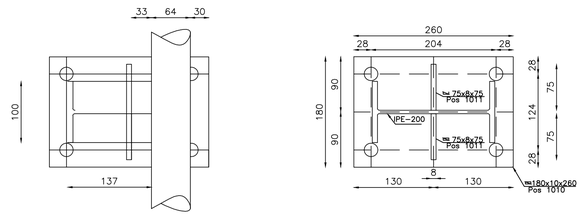

## PASAMANO - MODULO DE 8.80m
GEOMETRIA ESC 1 : 25



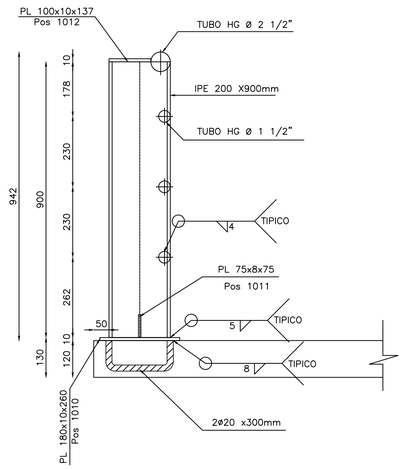

## DETALLE DE PLACAS
ESC 1 : 10




## DETALLE POSTE - PASAMANO
ESC 1 : 10

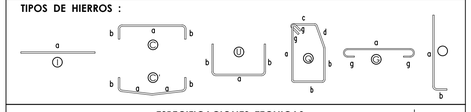



## DETALLES DE COLUMNETA
ESC 1 : 5




## CORTE TRANSVERSAL PASAMANO
ESC 1 : 10

**TIPOS DE HIERROS :**



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

| | |
|---|---|
| - NORMAS DE DISEÑO: | AASHTO 2010<br>ACI 318-10<br>NEC-SE-DS-15 |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - ESTRUCTURA | f'c = 280 kg/cm² |
| - HORMIGON RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS - REPLANTILLO | f'c = 180 kg/cm² |
| - ACERO DE REFUERZO: | fy = 4200 kg/cm² |
| - RECUBRIMIENTOS: | Mínimo 5.00 cm |
| - ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO) | σ = 20 Kg/cm² |

- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS(m) SINO SE INDICA OTRA DIMENSION
- LAS MEDIDAS PREVALECEN SOBRE LA ESCALA DE DIBUJO
- EL CONSTRUCTOR COMPROBARA EN CAMPO LAS DIMENSIONES, COTAS Y OTROS VALORES

### RESUMEN DE MATERIALES

| | Unid. | | Total |
|---|---|---|---|
| HORMIGON ASFALTICO esp=5cm | m2 | | 1 540.00 |
| TUBO PVC Ø4" (DRENAJE) | m | | 100.00 |
| JUNTA DE DILATACION | m | | 21.40 |
| VOLUMEN DE HORMIGÓN | m3 | | 484.00 |
| ACERO DE REFUERZO | Kg | | 99 026.79 |
| ACERO A-36 | Kg | | 8 165.92 |
| TUBO HG Ø2½" e=3mm | m | | 404.80 |
| TUBO HG Ø1½" e=2mm | m | | 1 214.40 |

| NOTAS GENERALES |
|---|
| |

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | | |
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : GEOMETRIA – ARMADO DE TABLERO Y PROTECCIONES

TAMAÑO : A1

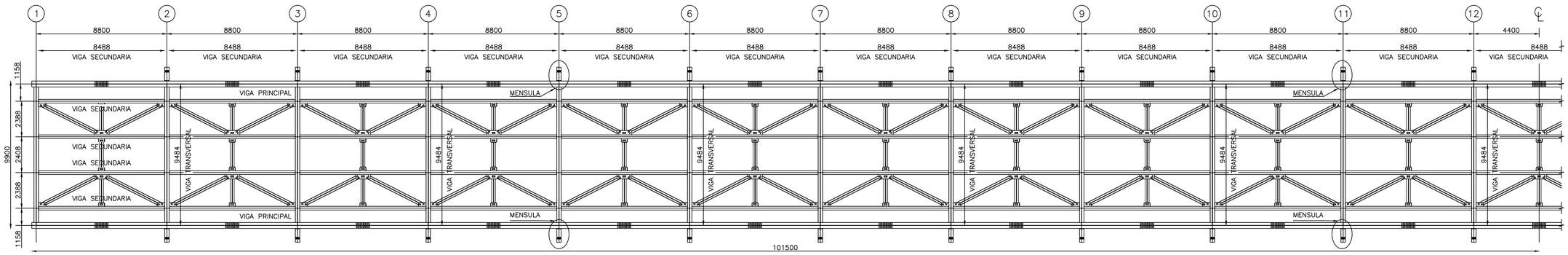
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-006

HOJA : 06 DE 23

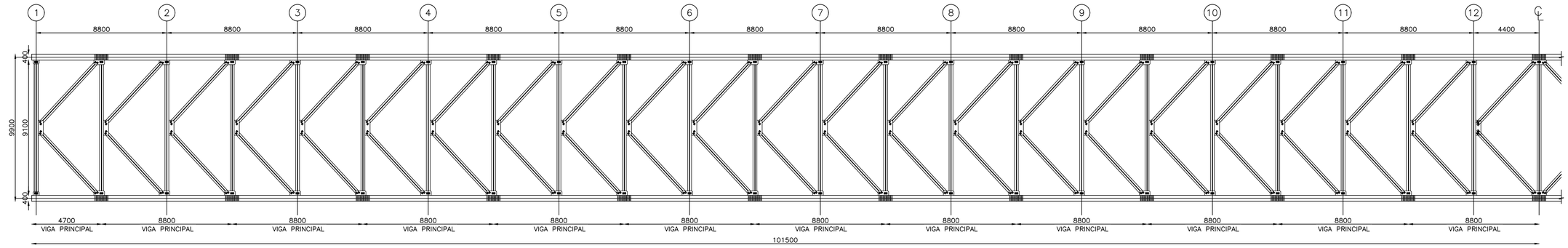
REV. 0

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.



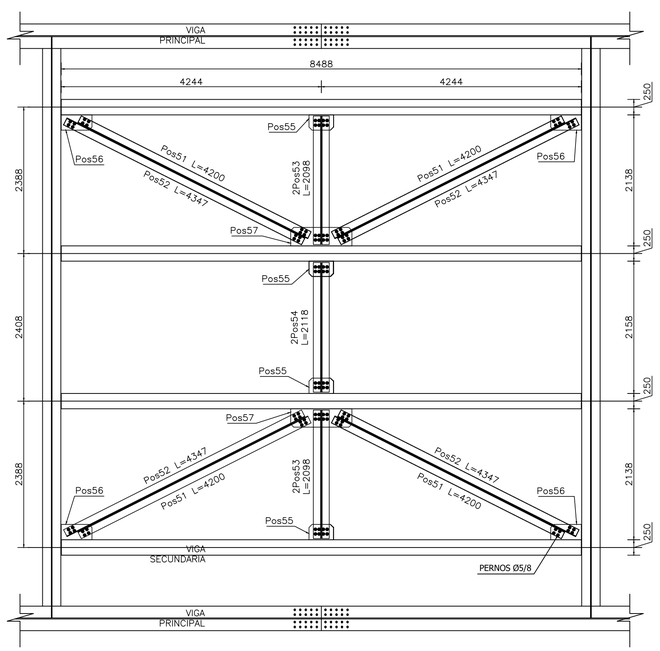

## ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL INFERIOR - VIGAS SECUNDARIAS

Esc 1:150



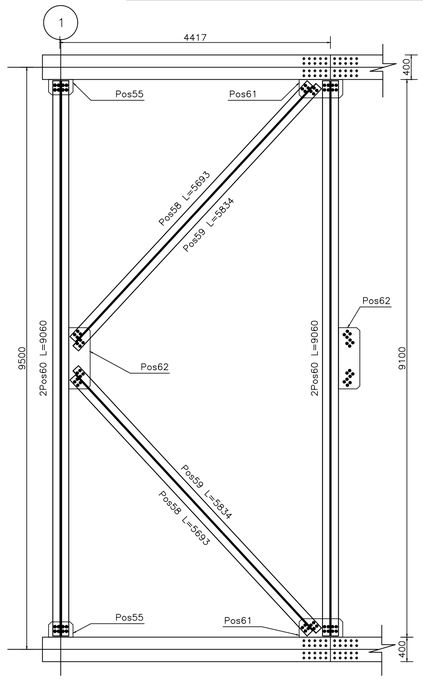

## ARRIOSTRAMIENTO HORIZONTAL INFERIOR - VIGAS DE RIGIDEZ

Esc 1:150



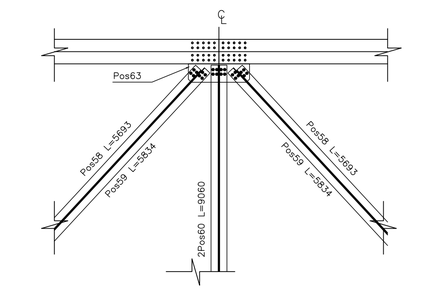

### ARRIOSTRAMIENTO HORZ. VIGAS SECUNDARIAS

DETALLE Esc 1:50



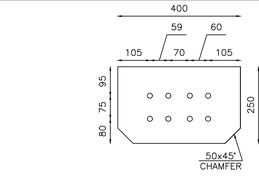

### ARRIOSTRAMIENTO HORZ. VIGAS DE RIGIDEZ

DETALLE EN EL APOYO Esc 1:50



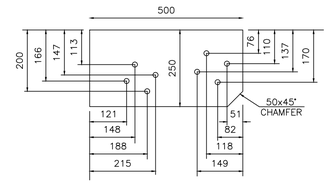

### ARRIOSTRAMIENTO HORIZ. VIGAS DE RIGIDEZ

DETALLE EN EL CENTRO Esc 1:50



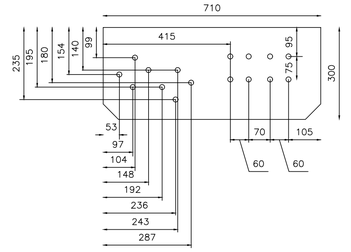

### Pos 55 - DETALLE PERFORACIONES

PL 250x10x400 Esc 1:10



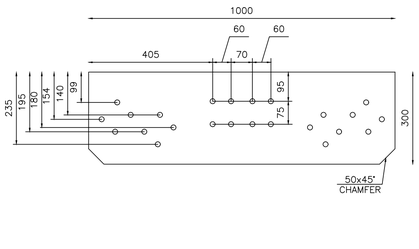

### Pos 56 - DETALLE PERFORACIONES

PL 250x10x500 Esc 1:10



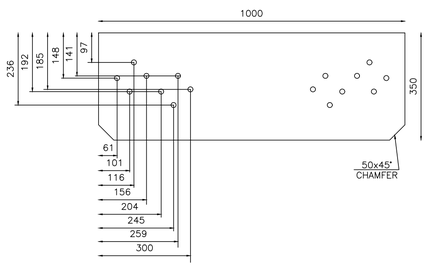

### Pos 62 - DETALLE PERFORACIONES

PL 300x10x710 Esc 1:10



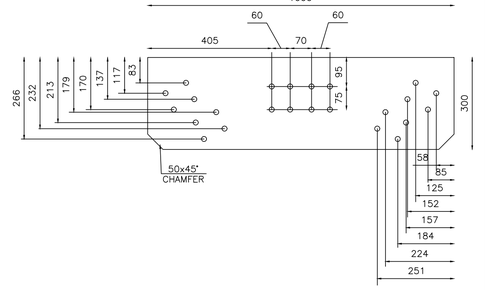

### Pos 63 - DETALLE PERFORACIONES

PL 300x10x1000 Esc 1:10



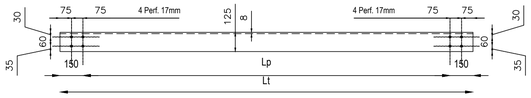

### Pos 61 - DETALLE PERFORACIONES

PL 350x10x1000 Esc 1:10




### Pos 57 - DETALLE PERFORACIONES

PL 300x10x1000 Esc 1:10




### L 125x125x8

Esc 1:20

| POS | Sección | Lt | Lp | No | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| 51 | L 125x125x8 | 4200 | 3900 | 92 | Arriostramiento Horizontal |
| 52 | L 125x125x8 | 4347 | 4047 | 92 | Arriostramiento Horizontal |
| 53 | L 125x125x8 | 2098 | 1798 | 92 | Arriostramiento Horizontal |
| 54 | L 125x125x8 | 2118 | 1818 | 46 | Arriostramiento Horizontal |
| 58 | L 125x125x8 | 5693 | 5393 | 92 | Arriostramiento Horizontal |
| 59 | L 125x125x8 | 5834 | 5534 | 92 | Arriostramiento Horizontal |
| 60 | L 125x125x8 | 9060 | 8760 | 94 | Arriostramiento Horizontal |

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : ARRIOSTRAMIENTO INFERIOR EN VIGAS DE RIGIDEZ Y EN VIGAS SECUNDARIAS, DETALLES

TAMAÑO : A1

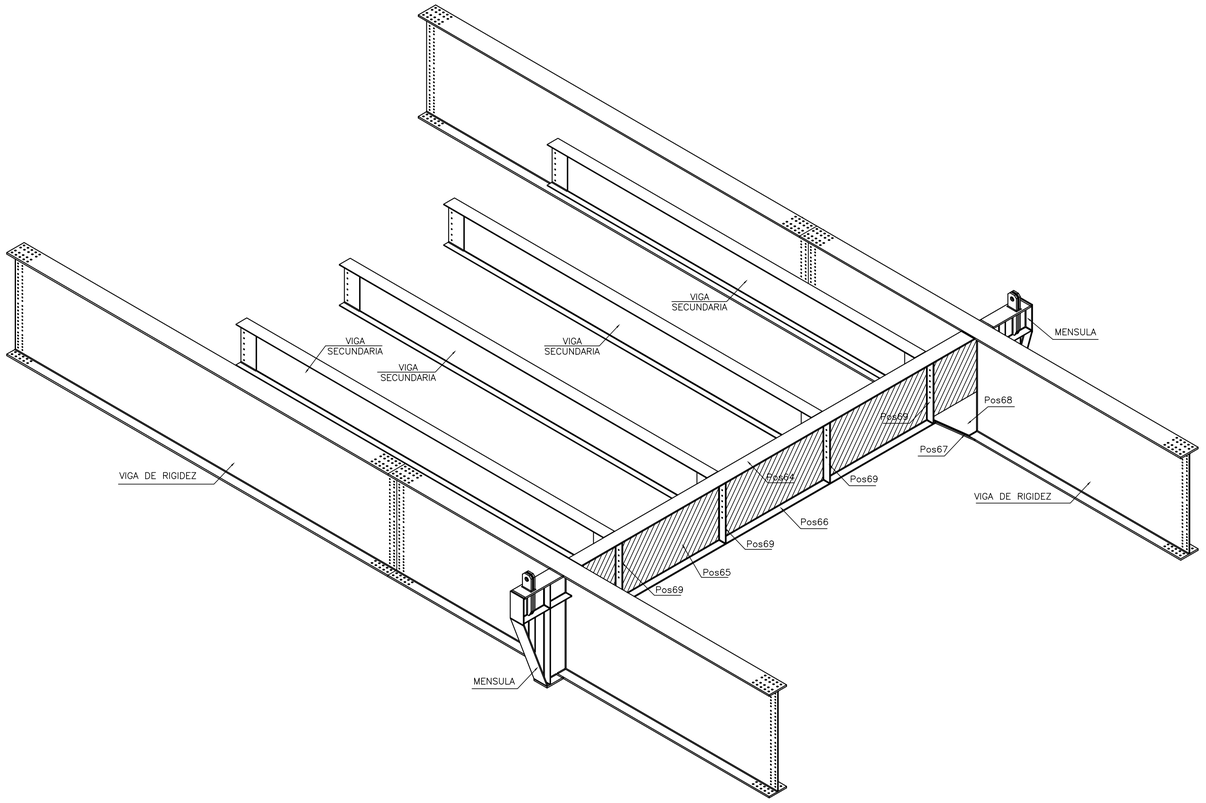
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-007

HOJA : 07 DE 23

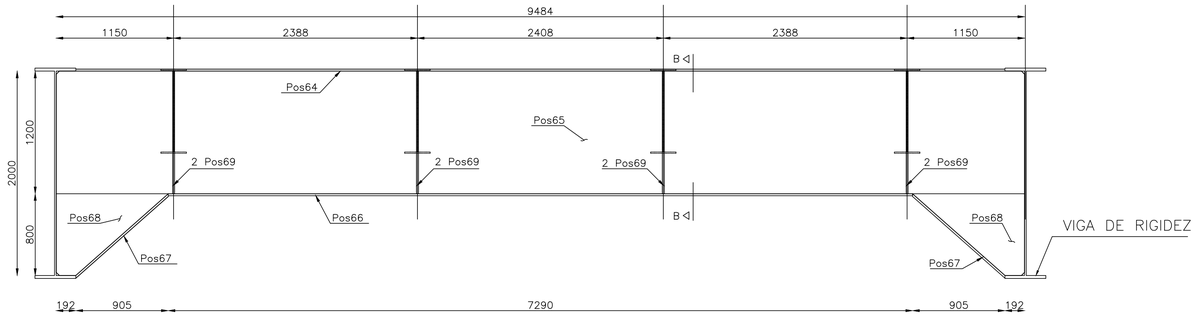
REV. 0

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.



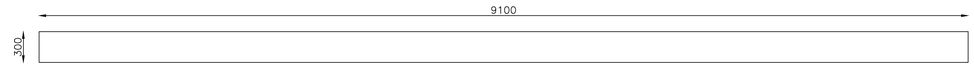

## VIGA TRANSVERSAL - ISOMETRÍA

Esc: S/Esc



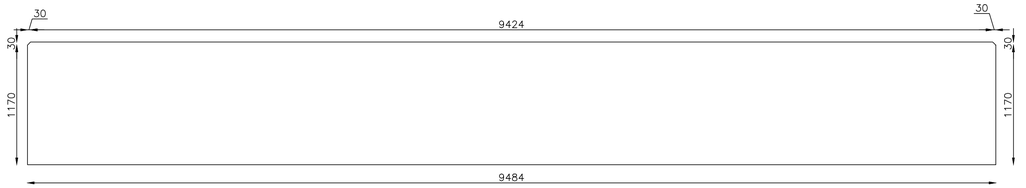

## VIGA TRANSVERSAL

VISTA EN ELEVACION Esc 1:30



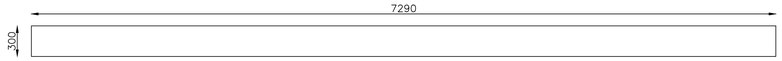

## Pos64

PL 300x20x9100 Esc 1:30



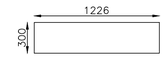

## Pos65

PL 1200x12x9484 Esc 1:30



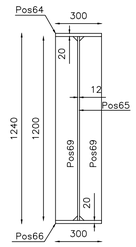

## Pos66

PL 300x20x7290 Esc 1:30



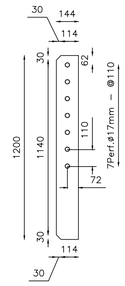

## Pos67

PL 300x20x1226 Esc 1:30



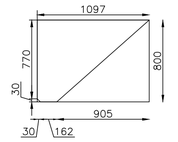

## CORTE A-A

VIGA TRANSVERSAL Esc 1:20




## Pos69 - RIGIDIZ. VERT.

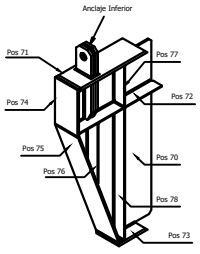
PL 144x20x1200 Esc 1:20



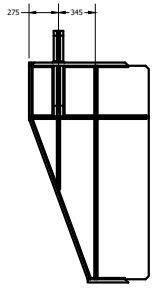

## Pos68

PL 800x12x1097 Esc 1:30

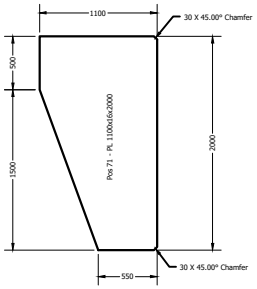
| NOTAS GENERALES | DIBUJOS DE REFERENCIA | | REVISIONES | | | | | | INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA | | CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NÚMERO | DESCRIPCIÓN | REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ | ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 | | PROYECTO : ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60 |
| | GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES | A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 | Francisco • Fernández CONSULTOR | |
| | | | B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 | | DESCRIPCIÓN : VIGA TRANSVERSAL, DETALLES |
| | | | 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO | GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 | | |
| ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP. | | | | | | | | | APROBACION DEL CLIENTE : | | | TAMAÑO : A1<br>ESCALA : INDICADAS | DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-008 / HOJA : 08 DE 23 / REV. 0 |



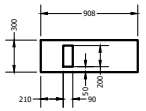

**ELEMENTOS DE MENSULA**
VISTA EN ISOMETRIA Esc: 3/40avo



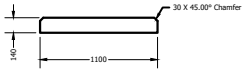

**ELEMENTOS DE MENSULA**
VISTA FRONTAL Esc: 1:25



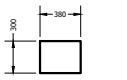

**Pos70 - ALMA DE MENSULA**
PL 1100x16x2000 Esc: 1:25



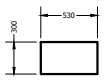

**Pos71 - PATIN SUPERIOR**
PL 300x16x908 Esc: 1:25



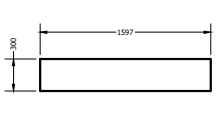

**Pos72 - RIGIDIZADOR HORIZONTAL**
PL 140x12x1100 Esc: 1:25



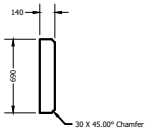

**Pos73 - PATIN INFERIOR**
PL 300x16x380 Esc: 1:25



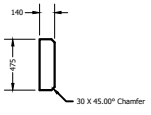

**Pos74 - PATIN LATERAL 1**
PL 300x16x530 Esc: 1:25



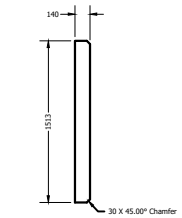

**Pos75 - PATIN LATERAL 2**
PL 300x20x1597 Esc: 1:25



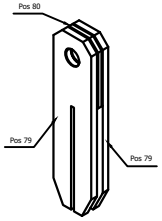

**Pos76 - RIGIDIZADOR VERTICAL 1**
PL 140x12x690 Esc: 1:25



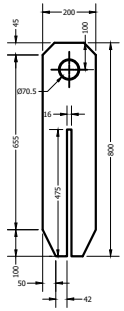

**Pos77 - RIGIDIZADOR VERTICAL 2**
PL 140x12x475 Esc: 1:25



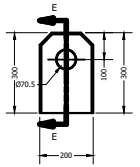

**Pos78 - RIGIDIZADOR VERTICAL 3**
PL 140x12x1513 Esc: 1:25



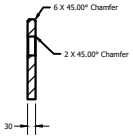

**ELEMENTOS DE ANCLAJE INFERIOR**
Esc: 3/40avo



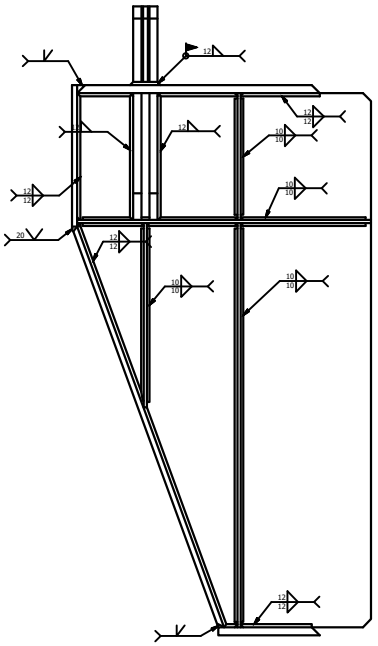

**Pos79 - PLACA DE ANCLAJE**
PL 200x16x800 Esc: 1:10



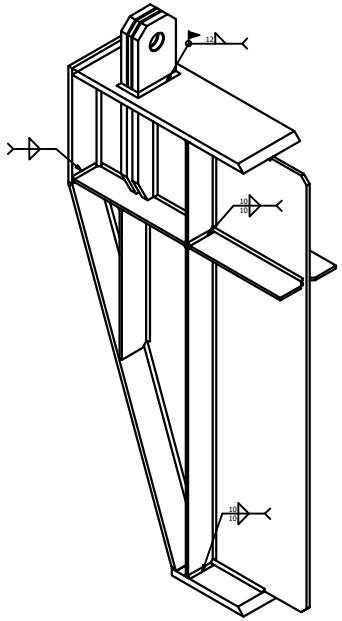

**Pos80 - ESPACIADOR**
PL 300x16x300 Esc: 1:10



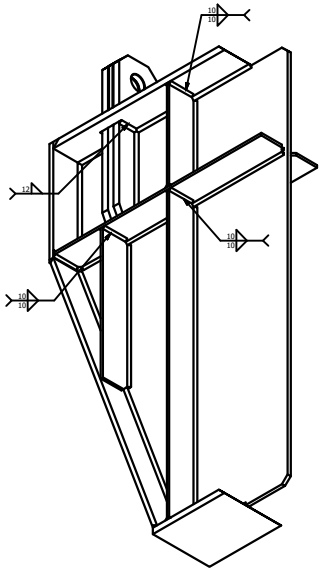

**CORTE E-E**
Esc: 1:10



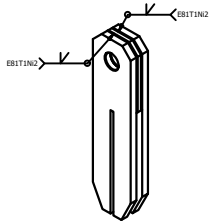

**DETALLE DE SOLDADURAS DE MENSULA**
Esc: 1:10




**DETALLE DE SOLDADURAS DE MENSULA**
Esc: 1:10




**DETALLE DE SOLDADURAS DE MENSULA**
Esc: 1:10




**DETALLE DE SOLDADURAS ANCLAJE INFERIOR**
Esc: 1:10

# NOTAS IMPORTANTES

## ESPECIFICACIONES GENERALES

1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS (mm), EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
2.- LAS MEDIDAS PREVALECEN SOBRE LA ESCALA DEL DIBUJO
3.- LA FIJACIÓN DE LAS PLANCHAS DE CUBIERTA METÁLICA, DEBERÁ REALIZARSE SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

## ACERO ESTRUCTURAL

| | |
|---|---|
| 1.- ACERO EN VIGAS Y PLACAS | ASTM A588 |
| 2.- ACERO EN PERNOS | ASTM A325 |
| 3.- ACERO EN DISPOSITIVOS DE ANCLAJE Y GALAPAGOS | AISI 4340 |
| 4.- ACERO EN PERFILES METALICOS | ASTM A36 |

5.- CODIGOS UTILIZADOS

- AASHTO., "LRFD Bridge Design Specifications",5ta edición, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2010.
- AASHTO., "LRFD Bridge Design Specifications",3ra edición, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2006.
- AASHTO., "LRFD Bridge Design Specifications",2da edición, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2000.
- AASHTO/AWS D1.5M/D1.5:2002,BRIDGE WELDING CODE.
- Bridge Engineering Handbook., Editado por Wai-Fah Chen y Lian Duan, Boca Raton: CRC Press, 2000.
- Especificaciones AASHTO para el Diseño de Puentes por el Método LRFD, Unidades SI, "2da Edición 1998, traducción al español por el CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LOS REGLAMENTOS NACIONALES DE SEGURIDAD PARA OBRAS CIVILES (CIRSOC) de Argentina.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP - 001-F 2002.

## *SOLDADURA*

1.- LOS SOLDADORES EN TALLER Y EN OBRA DEBERÁN TENER CALIFICACIÓN AWS PARA LAS DIFERENTES POSICIONES Y PROCESOS.
2.- MATERIALES DE APORTE:

| ESPECIFICACIÓN ELECTRODO | CLASIFICACIÓN | PROCESO DE |
|---|---|---|
| AWS A5.1 | E8018-A1 | (SMAW - ARCO METÁLICO PROTEGIDO). |
| AWS A5.20 | E81T-1N2 | (FCAW - ALAMBRE TUBULAR CON NÚCLEO FUNDENTE Y PROTECCIÓN GASEOSA. PARA SOLDADURAS EN TALLER). |

5.- EL CONTRATISTA ELABORARÁ LA ESPECIFICACIÓN PARA EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS), CON SUS RESPECTIVOS REPORTES DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR).
6.- DEBERÁ REALIZARSE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A LAS SOLDADURAS DE LA ESTRUCTURA DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA NORMA AWS D1.5, ASÍ COMO TAMBIEN INSPECCIONES VISUALES DE SOLDADURA AL 100% DE LAS UNIONES SOLDADAS DURANTE LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE.
7.- TODAS LAS SOLDADURAS DE LA ESTRUCTURA SE DEBERÁN REALIZAR CON UN FILETE NO MENOR A 6m Y UTILIZANDO ELECTRODOS E8018 O E81T1N2 SEGUN SEA EL PROCESO UTILIZADO, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

CONDICIONES DE USO DE LOS ELECTRODOS E80-18.

- LOS ELECTRODOS DE BAJO HIDRÓGENO DEBERÁN SER COMPRADOS EN RECIPIENTES HERMÉTICAMENTE SELLADOS.
- INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA ABERTURA DEL RECIPIENTE, LOS ELECTRODOS DEBERÁN SER USADOS, O EN SU DEFECTO MANTENIDOS EN HORNOS PORTÁTILES A TEMPERATURAS DE AL MENOS 120ºC.
- LOS ELECTRODOS QUE NO HAYAN SIDO USADOS DENTRO DE LAS PRIMERAS CUATRO HORAS LUEGO DE LA ABERTURA DEL RECIPIENTE Y QUE NO HAYAN SIDO MANTENIDOS DENTRO DE LOS HORNOS PORTÁTILES DEBERÁN SER SECADOS AL MENOS 2 HORAS ENTRE 250ºC Y 400ºC. ASOCIAR LA MENOR TEMPERATURA AL MAYOR TIEMPO; SI SE SECA A 250ºC, HACERLO DURANTE 2 HORAS.
- TODOS LOS SOLDADORES DEBERÁN UTILIZAR UN HORNO PORTÁTIL INDIVIDUAL, EL CUAL SE MANTENDRÁ OPERATIVO DURANTE LAS TAREAS DE SOLDADO.

## PINTURA

1.- PREPARACIÓN DE SUPERFICIE: CALIDAD TIPO SSPC3. LAS SUPERFICIES DEBERÁN ESTAR SECAS Y SIN CORROSIÓN VISIBLE ANTES DE LA APLICACIÓN DEL PRODUCTO.
2.- ACABADO: APLICAR DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVA DE COLORES IGUALES. CADA CAPA TENDRÁ UN ESPESOR DE PELÍCULA SECA DE 50 MICRAS. TOTAL=100MICRAS.
3.- SEGUIR LAS RECOMENDACIONES DEL PROVEEDOR DE PINTURA PREVIO, DURANTE Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN.
4.- EL CONTROL DE CALIDAD DEBERÁ INCLUIR PRUEBAS DE ESPESOR DE PELÍCULA SECA (EPS).

**NOTAS GENERALES**

LA PLANILLA DE CUANTIFICACION DE MATERIALES SE ENCUENTRA EN LAMINA 12

TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE AUTOS YACU L=200.00m sobre E=667.00

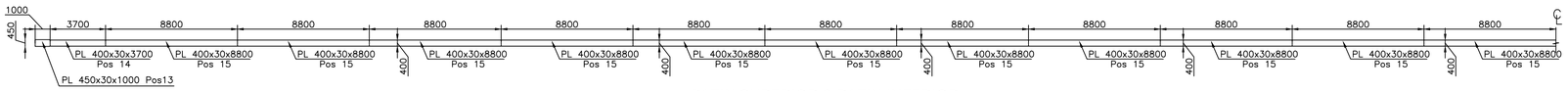
DESCRIPCIÓN : MENSULAS LATERALES, DETALLES, CORTES Y SOLDADURAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-000

HOJA : 09 DE 23

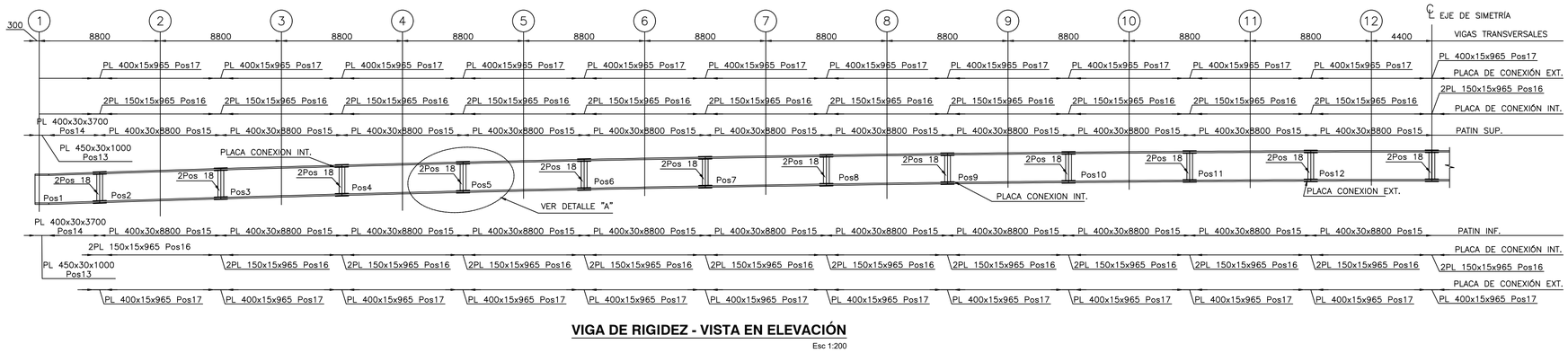
REV. 0

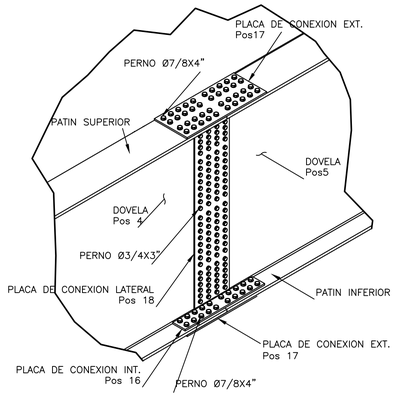
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.




## PATIN SUPERIOR & PATIN INFERIOR

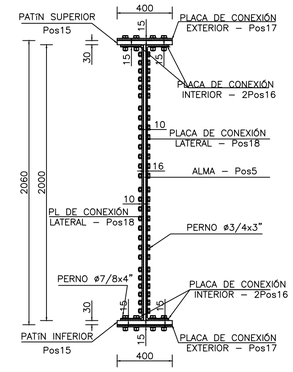
Esc 1:200




## DETALLE "A" - CONEXIÓN APERNADA

ISOMETRÍA S/Esc

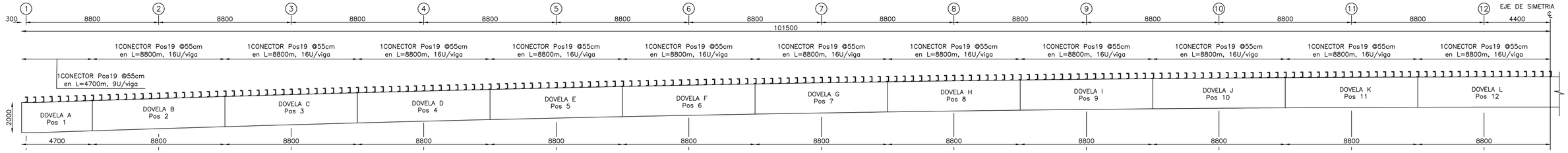



## DETALLE "A" - CONEXIÓN APERNADA

VISTA EN CORTE Esc 1:100

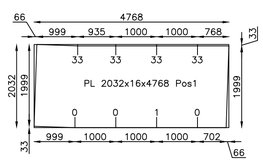
## VIGA DE RIGIDEZ - VISTA EN ELEVACIÓN

Esc 1:200



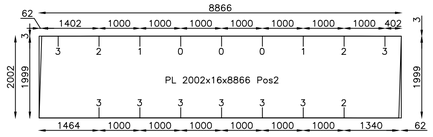

## VIGA DE RIGIDEZ - DETALLE DE DISTRIBUCIÓN - DOVELAS / CONECTORES DE CORTE

S/Esc



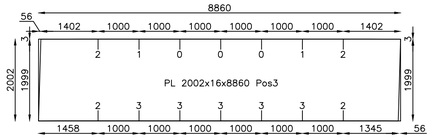

## DOVELA "A" - Pos1

Esc 1:75



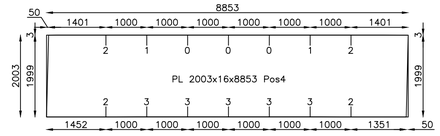

## DOVELA "B" - Pos2

Esc 1:75



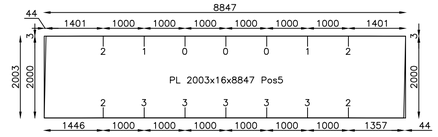

## DOVELA "C" - Pos3

Esc 1:75



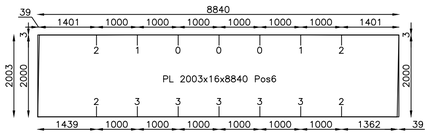

## DOVELA "D" - Pos4

Esc 1:75



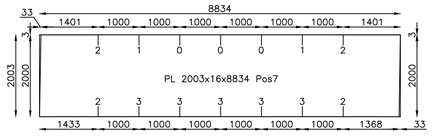

## DOVELA "E" - Pos5

Esc 1:75



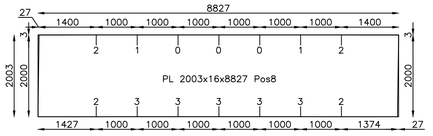

## DOVELA "F" - Pos6

Esc 1:75



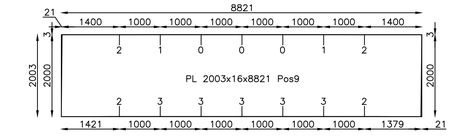

## DOVELA "G" - Pos7

Esc 1:75



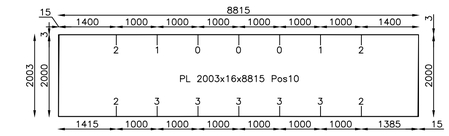

## DOVELA "H" - Pos8

Esc 1:75



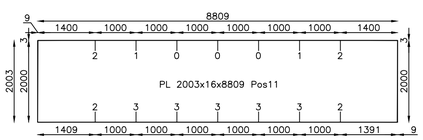

## DOVELA "I" - Pos9

Esc 1:75



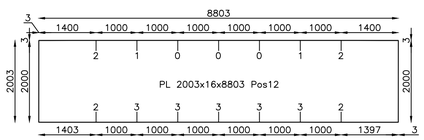

## DOVELA "J" - Pos10

Esc 1:75



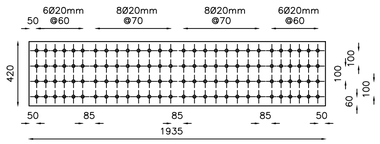

## DOVELA "K" - Pos11

Esc 1:75



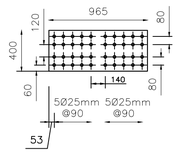

## DOVELA "L" - Pos12

Esc 1:75



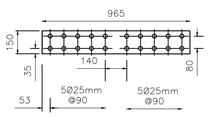

## PLACA DE CONEXIÓN LATERAL

PL 420x10x1935 Pos 18 Esc 1:30



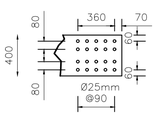

## PLACA DE CONEXIÓN EXTERIOR

PL 400x15x965 Pos 17 Esc 1:30



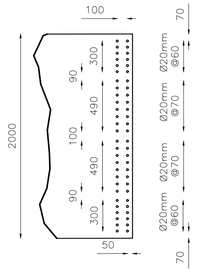

## PLACA DE CONEXIÓN INTERIOR

PL 150x15x965 Pos 16 Esc 1:30




## DETALLE DE PERFORACIONES

PATIN SUP & INF - VIGA DE RIGIDEZ Esc 1:30




## DETALLE DE PERFORACIONES

ALMA - VIGA DE RIGIDEZ Esc 1:30

| NOTAS GENERALES |
|---|
| EL DETALLE DE CONECTOR DE CORTE SE ENCUENTRA EN LAMINA 11 |

| DIBUJOS DE REFERENCIA | |
|---|---|
| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

| REVISIONES | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ | |
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO | |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

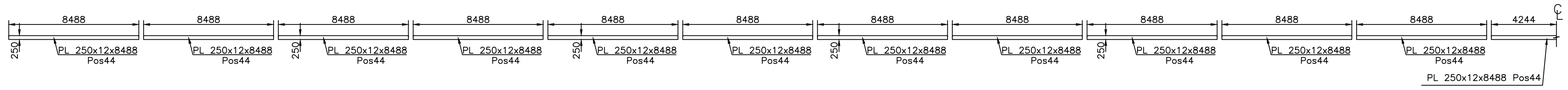
DESCRIPCIÓN :
VIGA METÁLICA DE RIGIDEZ – 203m
VIGA EN ELEVACION, DOVELAS, GEOMETRIA Y DETALLES

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-010

HOJA : 10 DE 23

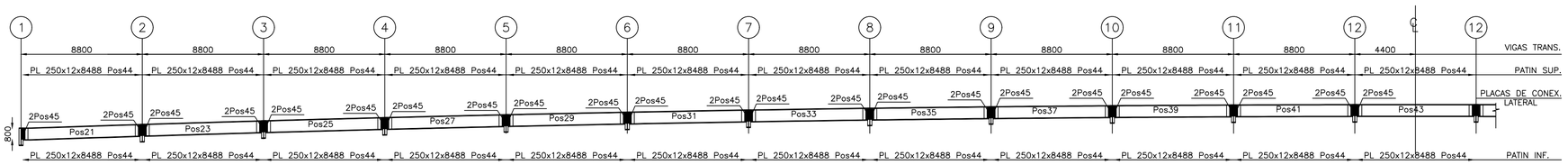
REV. 0

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.



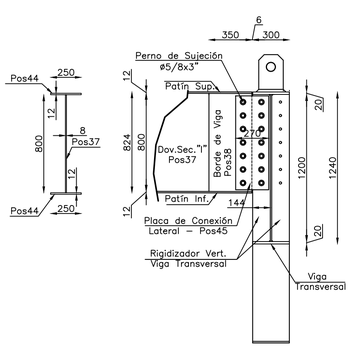

## PATIN SUPERIOR & PATIN INFERIOR

Esc 1:200



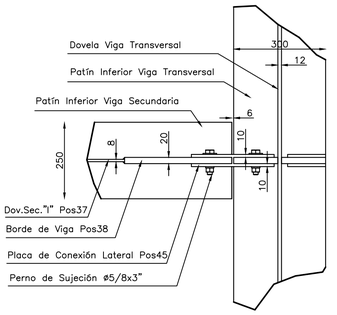

## VIGA SECUNDARIA - VISTA EN ELEVACIÓN

Esc 1:200



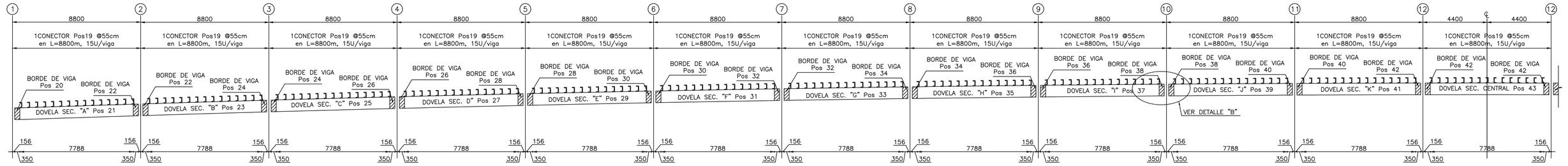

## DETALLE "B" - CONEXIÓN APERNADA

SECCION TRANSVERSAL VISTA LATERAL Esc 1:25



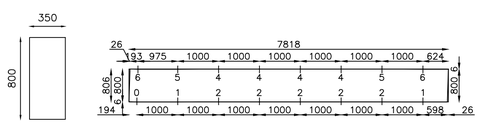

## DETALLE "B" - CONEXIÓN APERNADA

VISTA EN PLANTA Esc 1:10




## VIGA SECUNDARIA - DETALLE DE DISTRIBUCIÓN - DOVELAS / CONECTORES DE CORTE

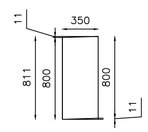
S/Esc



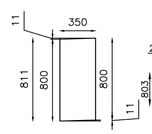

**Pos20**
PL 350x20x800 Esc 1:30



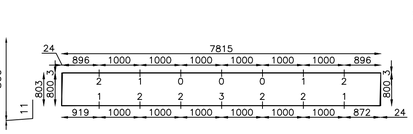

**DOVELA SEC "A" - Pos21**
PL 806x8x7818 Esc 1:75



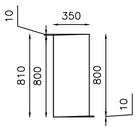

**Pos22**
PL 350x20x811 Esc 1:30



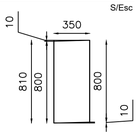

**Pos22**
PL 350x20x811 Esc 1:30



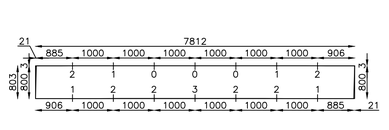

**DOVELA SEC "B" - Pos23**
PL 803x8x7815 Esc 1:75



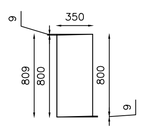

**Pos24**
PL 350x20x810 Esc 1:30



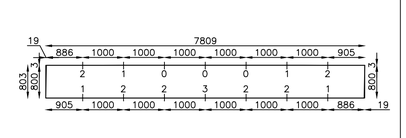

**Pos24**
PL 350x20x810 Esc 1:30



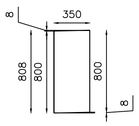

**DOVELA SEC "C" - Pos25**
PL 803x8x7812 Esc 1:75



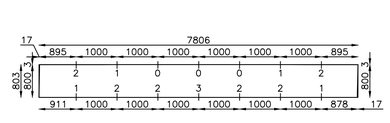

**Pos26**
PL 350x20x809 Esc 1:30



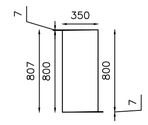

**DOVELA SEC "D" - Pos27**
PL 803x8x7809 Esc 1:75



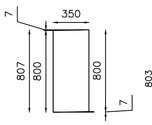

**Pos28**
PL 350x20x808 Esc 1:30



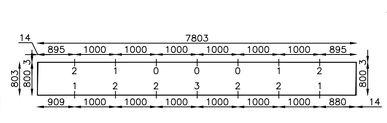

**DOVELA SEC "E" - Pos29**
PL 803x8x7806 Esc 1:75



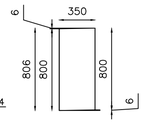

**Pos30**
PL 350x20x807 Esc 1:30



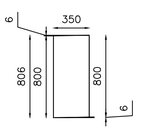

**Pos30**
PL 350x20x807 Esc 1:30



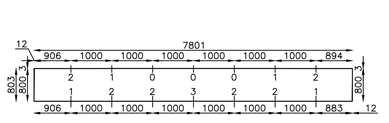

**DOVELA SEC "F" - Pos31**
PL 803x8x7803 Esc 1:75



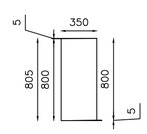

**Pos32**
PL 350x20x806 Esc 1:30



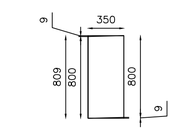

**Pos32**
PL 350x20x806 Esc 1:30



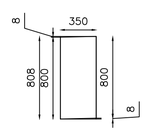

**DOVELA SEC "G" - Pos33**
PL 803x8x7801 Esc 1:75



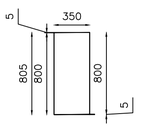

**Pos34**
PL 350x20x805 Esc 1:30



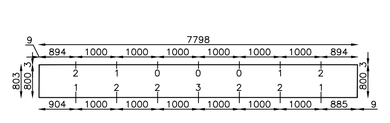

**Pos26**
PL 350x20x809 Esc 1:30



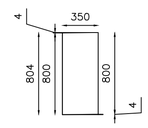

**Pos28**
PL 350x20x808 Esc 1:30



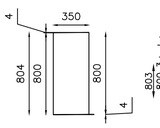

**Pos34**
PL 350x20x805 Esc 1:30



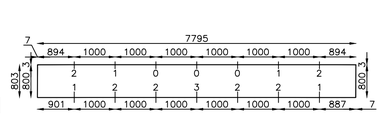

**DOVELA SEC "H" - Pos35**
PL 803x8x7798 Esc 1:75



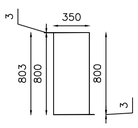

**Pos36**
PL 350x20x804 Esc 1:30



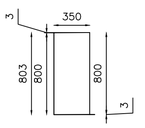

**Pos36**
PL 350x20x804 Esc 1:30



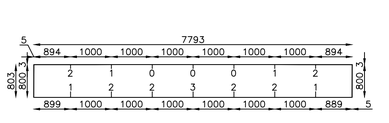

**DOVELA SEC "I" - Pos37**
PL 803x8x7795 Esc 1:75



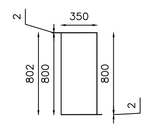

**Pos38**
PL 350x20x803 Esc 1:30



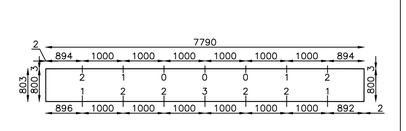

**Pos38**
PL 350x20x803 Esc 1:30



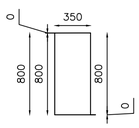

**DOVELA SEC "J" - Pos39**
PL 803x8x7793 Esc 1:75



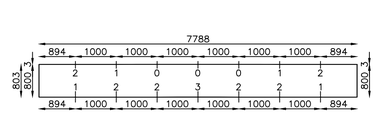

**Pos40**
PL 350x20x802 Esc 1:30



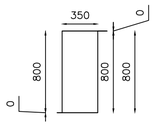

**DOVELA SEC "K" - Pos41**
PL 803x8x7790 Esc 1:75



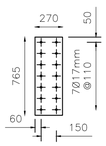

**Pos42**
PL 350x20x800 Esc 1:30




**DOVELA SEC CENTRAL - Pos43**
PL 803x8x7788 Esc 1:75




**Pos42**
PL 350x20x800 Esc 1:30




**Pos45 - PLACA DE ANCLAJE**
PL 270x10x765 Esc 1:30




**DETALLE DE PERFORACIONES**
ALMA - VIGA SECUNDARIA Esc 1:30




**DETALLE DE CONECTORES DE CORTE**
POS 19 Esc 1:20




**Pos40**
PL 350x20x802 Esc 1:30




**Pos42**
PL 350x20x801 Esc 1:30

| NOTAS GENERALES |
|---|
| |

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

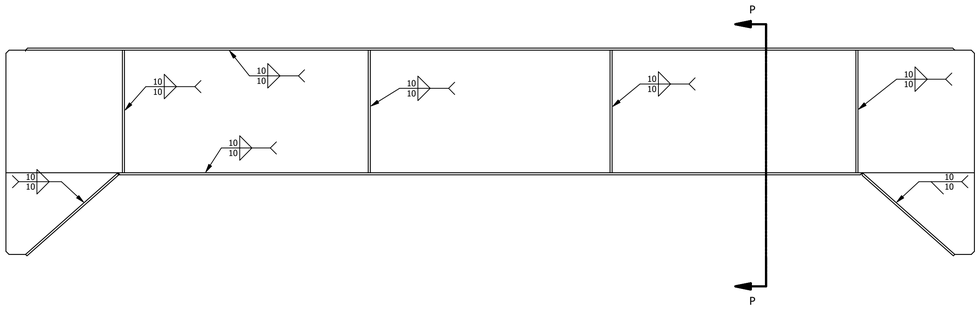
DESCRIPCIÓN :
VIGA METÁLICA SECUNDARIA – 203m
VIGA EN ELEVACION, DOVELAS, GEOMETRIA Y DETALLES

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-011

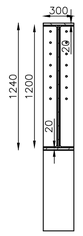
HOJA : 11 DE 23

REV. 0




## DETALLE TIPICO DE SOLDADURAS EN VIGA TRANSVERSAL

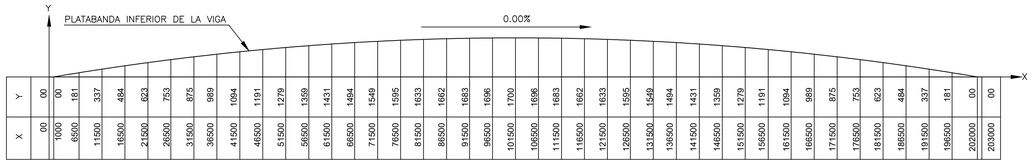
Esc 1:30




CORTE P-P
ESCALA 1/30

## CORTE P-P

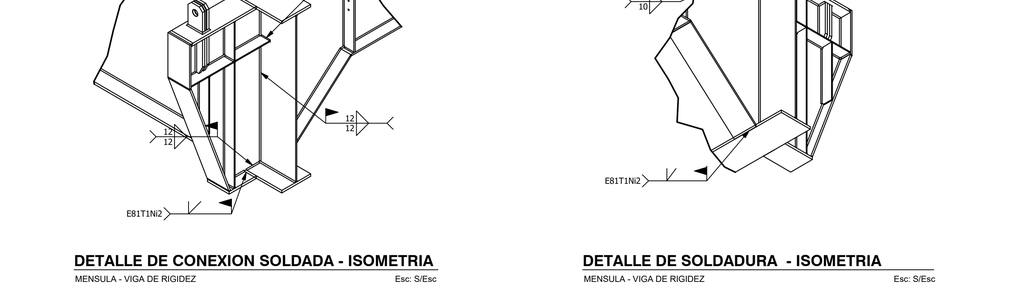
Esc 1:30




| X | 00 | 1000 | 6500 | 11500 | 16500 | 21500 | 26500 | 31500 | 36500 | 41500 | 46500 | 51500 | 56500 | 61500 | 66500 | 71500 | 76500 | 81500 | 86500 | 91500 | 96500 | 101500 | 106500 | 111500 | 116500 | 121500 | 126500 | 131500 | 136500 | 141500 | 146500 | 151500 | 156500 | 161500 | 166500 | 171500 | 176500 | 181500 | 186500 | 191500 | 196500 | 202000 | 203000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y | 00 | 00 | 181 | 337 | 484 | 623 | 753 | 875 | 989 | 1094 | 1191 | 1279 | 1359 | 1431 | 1494 | 1549 | 1595 | 1633 | 1662 | 1683 | 1696 | 1700 | 1696 | 1683 | 1662 | 1633 | 1595 | 1549 | 1494 | 1431 | 1359 | 1279 | 1191 | 1094 | 989 | 875 | 753 | 623 | 484 | 337 | 181 | 00 | 00 |

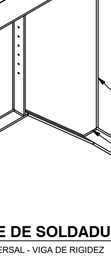
## DETALLE DE CAMBER

Esc: S/Esc



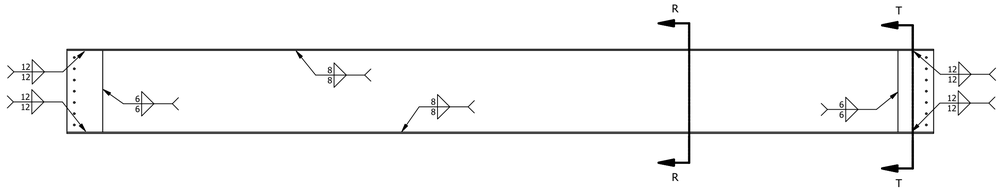

## DETALLE TIPICO DE SOLDADURAS EN VIGA DE RIGIDEZ

Esc 1:30



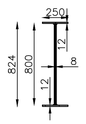

## CORTE Q-Q

Esc 1:30




## DETALLE TIPICO DE SOLDADURAS EN VIGA SECUNDARIA

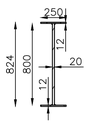
Esc 1:30




CORTE R-R
ESCALA 1/30

## CORTE R-R

Esc 1:30




CORTE T-T
ESCALA 1/30

## CORTE T-T

Esc 1:30




## DETALLE DE CONEXION SOLDADA - ISOMETRIA

MENSULA - VIGA DE RIGIDEZ Esc: S/Esc



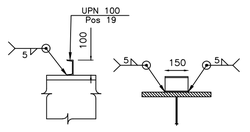

## DETALLE DE SOLDADURA - ISOMETRIA

MENSULA - VIGA DE RIGIDEZ Esc: S/Esc




## DETALLE DE SOLDADURA - ISOMETRIA

VIGA TRANSVERSAL - VIGA DE RIGIDEZ Esc: S/Esc




## DETALLE DE CONECTOR DE CORTE

Esc 1:20

## PLANILLA DE ACERO

| POS | DIMENSIONES | | | No | PESO(Kg) | PESO TOTAL(Kg) | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PERFIL | SECCION | LONGITUD | | | | |
| **PARA UN PUENTE DE 203m** | | | | | | | |
| 1 | ⏀ | 2032 x 16 | 4768 | 4 | 1216.89 | 4867.56 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 2 | ⏀ | 2002 x 16 | 8866 | 4 | 2229.37 | 8917.48 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 3 | ⏀ | 2002 x 16 | 8860 | 4 | 2227.86 | 8911.44 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 4 | ⏀ | 2003 x 16 | 8853 | 4 | 2227.21 | 8908.84 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 5 | ⏀ | 2003 x 16 | 8847 | 4 | 2225.70 | 8902.80 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 6 | ⏀ | 2003 x 16 | 8840 | 4 | 2223.94 | 8895.76 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 7 | ⏀ | 2003 x 16 | 8834 | 4 | 2222.43 | 8889.72 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 8 | ⏀ | 2003 x 16 | 8827 | 4 | 2220.67 | 8882.68 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 9 | ⏀ | 2003 x 16 | 8821 | 4 | 2219.16 | 8876.64 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 10 | ⏀ | 2003 x 16 | 8815 | 4 | 2217.65 | 8870.60 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 11 | ⏀ | 2003 x 16 | 8809 | 4 | 2216.14 | 8864.56 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 12 | ⏀ | 2003 x 16 | 8803 | 2 | 2214.63 | 4429.26 | A-588 Alma Viga de Rigidez |
| 13 | ⏀ | 450 x 30 | 1000 | 8 | 105.98 | 847.84 | A-588 Patin Sup. & Inf. Viga de Rigidez |
| 14 | ⏀ | 400 x 30 | 3700 | 8 | 348.54 | 2788.32 | A-588 Patin Sup. & Inf. Viga de Rigidez |
| 15 | ⏀ | 400 x 30 | 8800 | 88 | 828.96 | 72948.48 | A-588 Patin Sup. & Inf. Viga de Rigidez |
| 16 | ⏀ | 150 x 15 | 965 | 184 | 17.04 | 3135.36 | A-588 Placa de Conex. Int. Viga de Rig. |
| 17 | ⏀ | 400 x 15 | 965 | 92 | 45.45 | 4181.40 | A-588 Placa de Conex. Ext. Viga de Rig. |
| 18 | ⏀ | 420 x 10 | 1935 | 92 | 63.80 | 5869.60 | A-588 Placa de Conex. Lat. Viga de Rig. |
| 19 | UPN 100 | | 150 | 2120 | 10.60 kg/m | 3370.80 | A-588 Conectores de Corte |
| 20 | ⏀ | 350 x 20 | 800 | 8 | 43.96 | 351.68 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 21 | ⏀ | 806 x 8 | 7818 | 8 | 395.72 | 3165.76 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 22 | ⏀ | 350 x 20 | 811 | 16 | 44.56 | 712.96 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 23 | ⏀ | 803 x 8 | 7815 | 8 | 394.10 | 3152.80 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 24 | ⏀ | 350 x 20 | 810 | 16 | 44.51 | 712.16 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 25 | ⏀ | 803 x 8 | 7812 | 8 | 393.95 | 3151.60 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 26 | ⏀ | 350 x 20 | 809 | 16 | 44.45 | 711.20 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 27 | ⏀ | 803 x 8 | 7809 | 8 | 393.80 | 3150.40 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 28 | ⏀ | 350 x 20 | 808 | 16 | 44.40 | 710.40 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 29 | ⏀ | 803 x 8 | 7806 | 8 | 393.64 | 3149.12 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 30 | ⏀ | 350 x 20 | 807 | 16 | 44.34 | 709.44 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 31 | ⏀ | 803 x 8 | 7803 | 8 | 393.49 | 3147.92 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 32 | ⏀ | 350 x 20 | 806 | 16 | 44.29 | 708.64 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 33 | ⏀ | 803 x 8 | 7801 | 8 | 393.39 | 3147.12 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 34 | ⏀ | 350 x 20 | 805 | 16 | 44.23 | 707.68 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 35 | ⏀ | 803 x 8 | 7798 | 8 | 393.24 | 3145.92 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 36 | ⏀ | 350 x 20 | 804 | 16 | 44.18 | 706.88 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 37 | ⏀ | 803 x 8 | 7795 | 8 | 393.09 | 3144.72 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 38 | ⏀ | 350 x 20 | 803 | 16 | 44.12 | 705.92 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 39 | ⏀ | 803 x 8 | 7793 | 8 | 392.99 | 3143.92 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 40 | ⏀ | 350 x 20 | 802 | 16 | 44.07 | 705.12 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 41 | ⏀ | 803 x 8 | 7790 | 8 | 392.84 | 3142.72 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 42 | ⏀ | 350 x 20 | 801 | 16 | 44.01 | 704.16 | A-588 Borde de Viga Secundaria |
| 43 | ⏀ | 803 x 8 | 7788 | 4 | 392.74 | 1570.96 | A-588 Alma Viga Secundaria |
| 44 | ⏀ | 250 x 12 | 8488 | 184 | 199.89 | 36779.76 | A-588 Patin Sup. & Inf. Viga Secundaria |
| 45 | ⏀ | 270 x 10 | 765 | 368 | 16.21 | 5965.28 | A-588 Placa de Conex. Lat. Viga Secundaria |
| 51 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 4200 | 92 | 14.75 kg/m | 5699.40 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 52 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 4347 | 92 | 14.75 kg/m | 5898.88 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 53 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 2098 | 92 | 14.75 kg/m | 2846.99 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 54 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 2120 | 46 | 14.75 kg/m | 1438.42 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 55 | ⏀ | 250 x 10 | 400 | 96 | 7.85 | 753.60 | A-588 Arriost. Horiz. Viga de Rig. & Secund. |
| 56 | ⏀ | 250 x 10 | 500 | 92 | 9.81 | 902.52 | A-588 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 57 | ⏀ | 300 x 10 | 1000 | 46 | 23.55 | 1083.30 | A-588 Arriost. Horizontal Inf. Viga Secundaria |
| 58 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 5693 | 92 | 14.75 kg/m | 7725.40 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 59 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 5834 | 92 | 14.75 kg/m | 7916.74 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 60 | L 125x125x8 | 125 x 8 | 9060 | 94 | 14.75 kg/m | 12561.69 | A-36 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 61 | ⏀ | 350 x 10 | 1000 | 88 | 27.48 | 2418.24 | A-588 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 62 | ⏀ | 300 x 10 | 710 | 46 | 16.72 | 769.12 | A-588 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 63 | ⏀ | 300 x 10 | 1000 | 2 | 23.55 | 47.10 | A-588 Arriost. Horizontal Inf. Viga de Rigidez |
| 64 | ⏀ | 300 x 20 | 9100 | 24 | 428.61 | 10286.64 | A-588 Viga Transversal |
| 65 | ⏀ | 1200 x 12 | 9484 | 24 | 1072.07 | 25729.68 | A-588 Viga Transversal |
| 66 | ⏀ | 300 x 20 | 7290 | 24 | 343.36 | 8240.64 | A-588 Viga Transversal |
| 67 | ⏀ | 300 x 20 | 1226 | 48 | 57.74 | 2771.52 | A-588 Viga Transversal |
| 68 | ⏀ | 800 x 12 | 1097 | 48 | 82.67 | 3968.16 | A-588 Viga Transversal |
| 69 | ⏀ | 144 x 20 | 1200 | 192 | 27.13 | 5208.96 | A-588 Viga Transversal |
| 70 | ⏀ | 1100 x 16 | 2000 | 44 | 276.32 | 12158.08 | A-588 Mensula |
| 71 | ⏀ | 300 x 30 | 908 | 44 | 64.15 | 2822.60 | A-588 Mensula |
| 72 | ⏀ | 140 x 12 | 1100 | 88 | 14.51 | 1276.88 | A-588 Mensula |
| 73 | ⏀ | 300 x 30 | 380 | 44 | 26.85 | 1181.40 | A-588 Mensula |
| 74 | ⏀ | 300 x 20 | 530 | 44 | 24.96 | 1098.24 | A-588 Mensula |
| 75 | ⏀ | 300 x 20 | 1597 | 44 | 75.22 | 3309.68 | A-588 Mensula |
| 76 | ⏀ | 140 x 12 | 690 | 88 | 9.10 | 800.80 | A-588 Mensula |
| 77 | ⏀ | 140 x 12 | 475 | 88 | 6.26 | 550.88 | A-588 Mensula |
| 78 | ⏀ | 140 x 12 | 1513 | 88 | 19.95 | 1755.60 | A-588 Mensula |
| 79 | ⏀ | 200 x 30 | 800 | 88 | 37.68 | 3315.84 | A-588 Anclaje Inferior |
| 80 | ⏀ | 200 x 30 | 300 | 44 | 14.13 | 621.72 | A-588 Anclaje Inferior |
| **ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 588 (kg)** | | | | | | 369534.58 | |
| **ACERO ESTRUCTURAL ASTM A 36 (kg)** | | | | | | 44087.51 | |
| **PESO TOTAL ESTRUCTURA (kg)** | | | | | | 413622.09 | |

## RESUMEN DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| ACERO ESTRUCTURAL A-588 | 369 534,58 kg |
| ACERO ESTRUCTURAL A-36 | 44 086,16 kg |
| PINTURA ACERO ESTRUCTURAL (413 620.74 Kg) | 1,00 u |

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN :
DETALLES DE SOLDADURAS, CORTES Y PLANILLA
DETALLE DE CAMBER

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-012

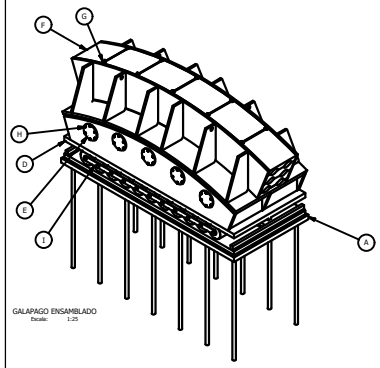
HOJA : 12 DE 23

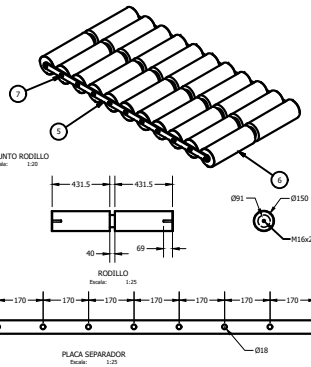
REV. 0

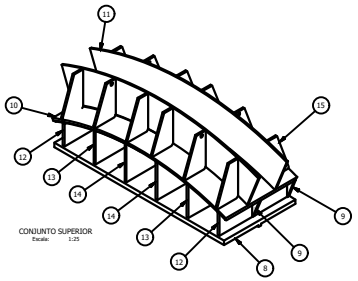
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| A | BASE FIJA | 1 | |
| D | CONJUNTO SUPERIOR | 1 | |
| E | TAPAS | 10 | |
| F | MORDAZAS GUIA | 1 | |
| G | PERNOS M17 | 10 | |
| H | PERNOS M8 | 60 | |
| I | CONJUNTO RODILLO | 1 | |

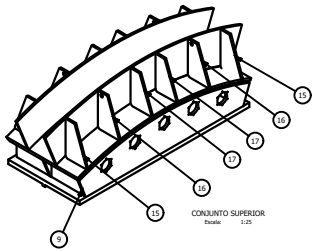
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 5 | PLACA SEPARADOR | 2 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 6 | RODILLO | 11 | ACERO AISI 4340 |
| 7 | PERNO M16 x 25 | 22 | ACERO A325 |

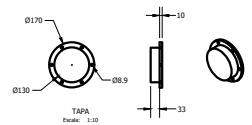
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 8 | PLACA DE DESLIZAMIENTO | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 9 | PLACA LATERAL INTERMEDIA | 3 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 10 | PLACA BASE CIRCULAR | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 11 | PLACA GUIA DE MORDAZAS | 2 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 12 | RIGIDIZADOR CUADRADO 1 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 13 | RIGIDIZADOR CUADRADO 2 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 14 | RIGIDIZADOR CUADRADO 3 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 15 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 1 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 16 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 2 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 17 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 3 | 4 | ACERO ASTM A588Gr50 |



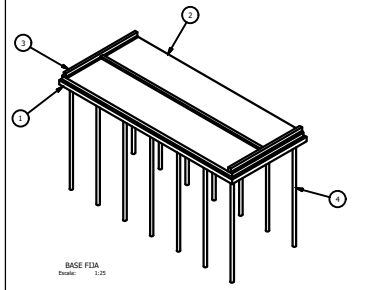



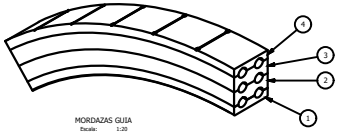



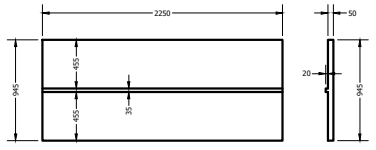



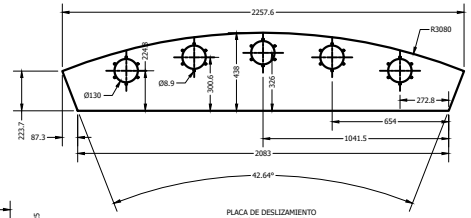

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 1 | PLACA INFERIOR | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 2 | PLACA DE DESLIZAMIENTO | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 3 | TOPE | 2 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 4 | EJE DE ANCLAJE | 14 | ACERO ASTM A588Gr50 |

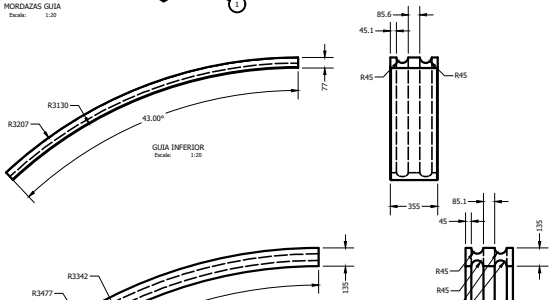


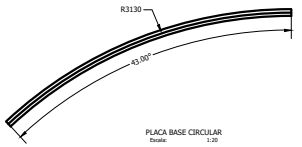



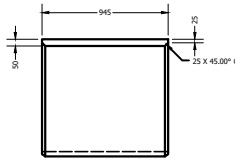

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 1 | GUIA INFERIOR | 1 | ACERO AISI 4340 |
| 2 | GUIA INTERMEDIA 1 | 1 | ACERO AISI 4340 |
| 3 | GUIA INTERMEDIA 2 | 1 | ACERO AISI 4340 |
| 4 | GUIA SUPERIOR | 1 | ACERO AISI 4340 |

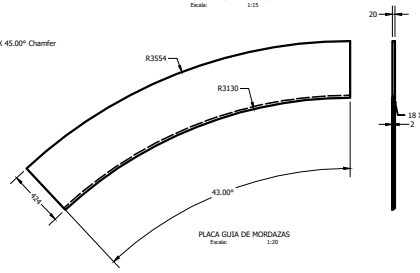


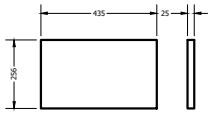



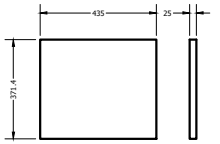



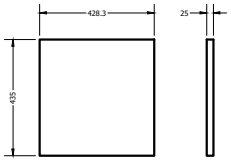



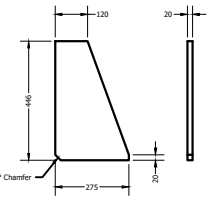



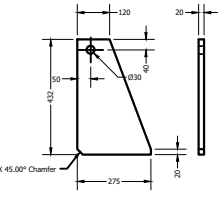



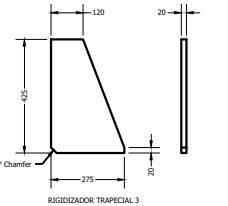



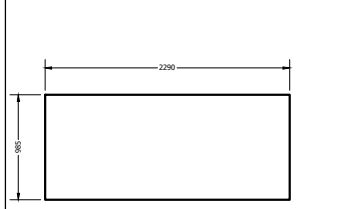



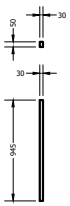



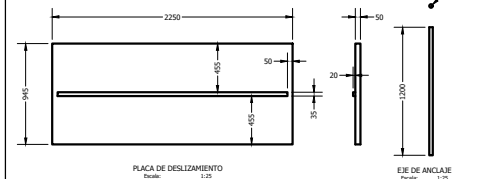




| RESUMEN DE MATERIALES ( GALAPAGO) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | DIMENSIONES (mm) ANCHO | DIMENSIONES (mm) ESPESOR | DIMENSIONES (mm) LONGITUD | ÁREA (cm²) | PESO UNITARIO (kg.) | PESO TOTAL (kg.) | OBSERVACIONES |
| 1 | PLACA INFERIOR | 1 | 985 | 30 | 2290 | 296 | 531.20 | 531.20 | ASTM A671-65 |
| 2 | PLACA DE DELIZAMIENTO | 1 | 945 | 50 | 2250 | 473 | 834.60 | 834.60 | ASTM A671-65 |
| 3 | TOPE | 2 | 50 | 30 | 945 | 15 | 11.10 | 22.20 | ASTM A671-65 |
| 4 | EJE DE ANCLAJE | 14 | 804 | | 1200 | 8 | 7.60 | 106.40 | ASTM A671-65 |
| | | | | | | | TOTAL = | 1506.20 | ASTM A671-65 |
| 8 | PLACA DE DELIZAMIENTO | 1 | 945 | 50 | 2250 | 473 | 834.60 | 834.60 | ASTM A671-65 |
| 9 | PLACA LATERAL INTERMEDIA | 3 | 438 | 30 | 2258 | 131 | 232.90 | 698.70 | ASTM A671-65 |
| 10 | PLACA BASE CIRCULAR | 1 | 945 | 50 | 3130 | 473 | 1161.00 | 1161.00 | ASTM A671-65 |
| 11 | PLACA GUIA DE MORDAZAS | 2 | 642 | 20 | 2605 | 128 | 262.50 | 525.00 | ASTM A671-65 |
| 12 | RIGIDIZADOR CUADRADO 1 | 4 | 256 | 25 | 435 | 64 | 21.90 | 87.60 | ASTM A671-65 |
| 13 | RIGIDIZADOR CUADRADO 2 | 4 | 271 | 25 | 435 | 93 | 31.70 | 126.80 | ASTM A671-65 |
| 14 | RIGIDIZADOR CUADRADO 3 | 4 | 435 | 25 | 428 | 109 | 36.60 | 146.40 | ASTM A671-65 |
| 15 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 1 | 4 | 446 | 20 | 275 | 89 | 19.20 | 77.20 | ASTM A671-65 |
| 16 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 2 | 4 | 432 | 20 | 275 | 86 | 18.70 | 74.80 | ASTM A671-65 |
| 17 | RIGIDIZADOR TRAPECIAL 3 | 4 | 425 | 20 | 275 | 85 | 18.30 | 73.20 | ASTM A671-65 |
| | | | | | | | TOTAL = | 381 0.70 | ASTM A671-65 |
| | | | 9425 | | 43 | 94 | 3.20 | 32.00 | A325 |
| | | | | | | | TOTAL = | 32.00 | A325 |
| 1 | GUIA INFERIOR | 1 | 355 | 77 | 3307 | 273 | 688.20 | 688.20 | AISI 4340 |
| 2 | GUIA INTERMEDIA 1 | 1 | 355 | 135 | 3477 | 479 | 1308.10 | 1308.10 | AISI 4340 |
| 3 | GUIA INTERMEDIA 2 | 1 | 355 | 135 | 3342 | 479 | 1257.30 | 1257.30 | AISI 4340 |
| 4 | GUIA SUPERIOR | 1 | 355 | 77 | 3554 | 273 | 762.60 | 762.60 | AISI 4340 |
| | | | | | | | TOTAL = | 4016.20 | AISI 4340 |
| | | | 227 | | 464 | 2 | 0.80 | 0.80 | A325 |
| | | | | | | | TOTAL = | 0.80 | A325 |
| | | | 62 | | 30 | 0.62 | 0.60 | 0.60 | A325 |
| | | | | | | | TOTAL = | 0.60 | A325 |
| 5 | PLACA SEPARADOR | 2 | 50 | 10 | 1750 | 5 | 6.90 | 13.80 | ASTM A671-65 |
| | | | | | | | TOTAL = | 13.80 | ASTM A671-65 |
| 6 | RODILLO | 11 | 17671 | | 903 | 177 | 125.30 | 1378.30 | AISI 4340 |
| | | | | | | | TOTAL = | 1378.30 | AISI 4340 |
| 7 | PERNO M16 X 25 | 22 | 201 | | 943 | 2 | 1.80 | 33.00 | A325 |
| | | | | | | | TOTAL = | 33.00 | A325 |
| | | | | | | | | 10005.80 | |
| | TOTAL ACERO ASTM A671-65= | | | | | | | 5337.70 | |
| | TOTAL ACERO A325= | | | | | | | 73.60 | |
| | TOTAL AISI 4340= | | | | | | | 5394.50 | |
| | | | | | | | | 43023.20 | |
| | TOTAL ACERO ASTM A671-65= | | | | | | | 21350.80 | |
| | TOTAL ACERO A325= | | | | | | | 294.40 | |
| | TOTAL AISI 4340= | | | | | | | 21378.00 | |

**NOTAS GENERALES**

LOS ELEMENTOS DESCRITOS EN ESTE PLANO, SON REFERENCIALES Y CONTIENEN LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS QUE EL SISTEMA DEBE CUMPLIR. EL CONSTRUCTOR DEBE GARANTIZAR QUE EL FABRICANTE DEL SISTEMA CUMPLA AL MENOS CON LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS AQUI DESCRITOS.

EL ACERO DE LOS ELEMENTOS MAQUINADOS DEBEN SER AISI 4340 O SIMILAR, EL ACERO DE PLACAS DEBERÁ SER ASTM A588

TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco · Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1

ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE ANCHO VACU L=200.00m sobre R=607.00

DESCRIPCIÓN : DETALLE DE PIEZAS DE GALAPAGO RESUMEN DE MATERIALES

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-012

HOJA : 13 DE 23

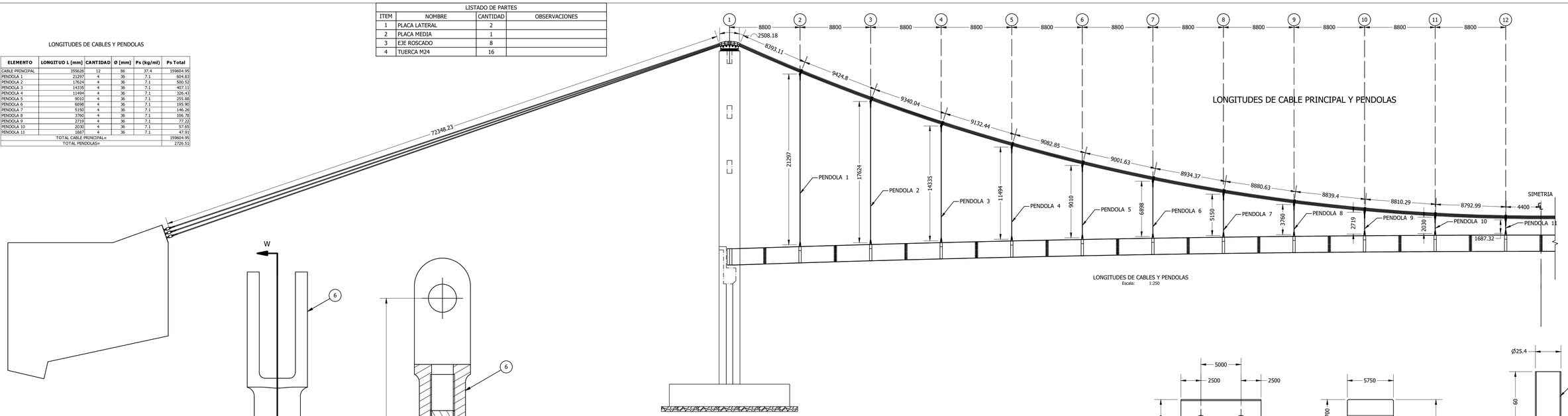
REV. 0

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP. THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

LONGITUDES DE CABLES Y PENDOLAS

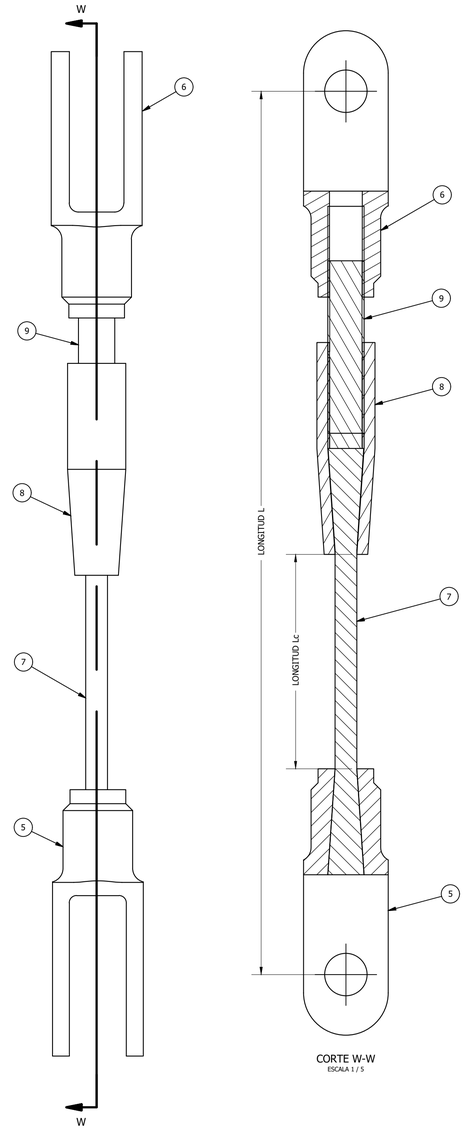
| ELEMENTO | LONGITUD L [mm] | CANTIDAD | Ø [mm] | Ps (kg/ml) | Ps Total |
|---|---|---|---|---|---|
| CABLE PRINCIPAL | 355626 | 12 | 86 | 37.4 | 159604.95 |
| PENDOLA 1 | 21297 | 4 | 36 | 7.1 | 604.83 |
| PENDOLA 2 | 17624 | 4 | 36 | 7.1 | 500.52 |
| PENDOLA 3 | 14335 | 4 | 36 | 7.1 | 407.11 |
| PENDOLA 4 | 11494 | 4 | 36 | 7.1 | 326.43 |
| PENDOLA 5 | 9010 | 4 | 36 | 7.1 | 255.88 |
| PENDOLA 6 | 6898 | 4 | 36 | 7.1 | 195.90 |
| PENDOLA 7 | 5150 | 4 | 36 | 7.1 | 146.26 |
| PENDOLA 8 | 3760 | 4 | 36 | 7.1 | 106.78 |
| PENDOLA 9 | 2719 | 4 | 36 | 7.1 | 77.22 |
| PENDOLA 10 | 2030 | 4 | 36 | 7.1 | 57.65 |
| PENDOLA 11 | 1687 | 4 | 36 | 7.1 | 47.91 |
| TOTAL CABLE PRINCIPAL= | | | | | 159604.95 |
| TOTAL PENDOLAS= | | | | | 2726.51 |

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 1 | PLACA LATERAL | 2 | |
| 2 | PLACA MEDIA | 1 | |
| 3 | EJE ROSCADO | 8 | |
| 4 | TUERCA M24 | 16 | |




LONGITUDES DE CABLE PRINCIPAL Y PENDOLAS

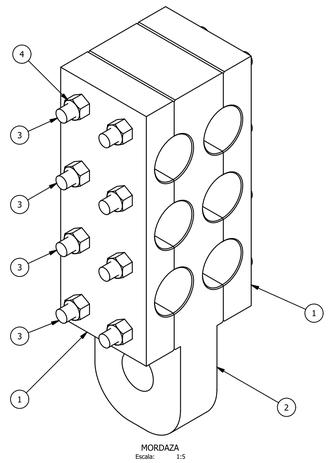
LONGITUDES DE CABLES Y PENDOLAS
Escala: 1:250



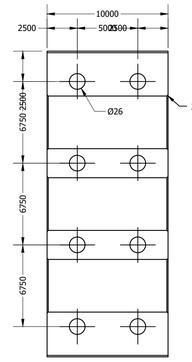

PENDOLA
Escala: 1:5



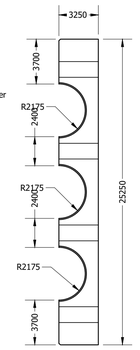

CORTE W-W
ESCALA 1 / 5

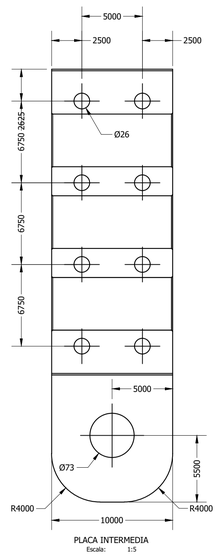



MORDAZA
Escala: 1:5

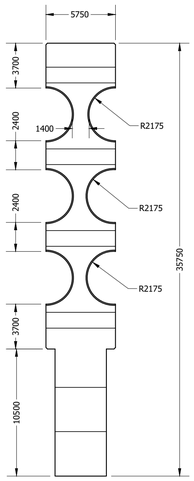


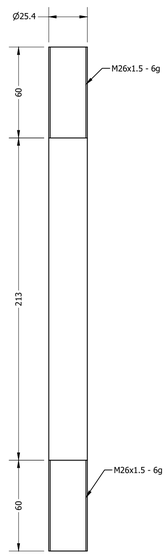

PLACA LATERAL
Escala: 1:5



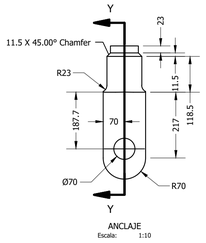




PLACA INTERMEDIA
Escala: 1:5



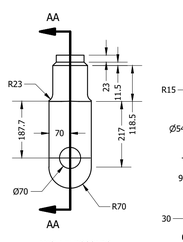




EJE ROSCADO
Escala: 1:2

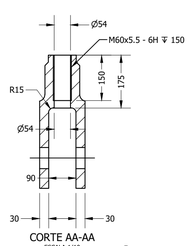



ANCLAJE
Escala: 1:10

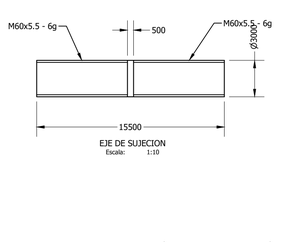
CORTE Y-Y
ESCALA 1/10



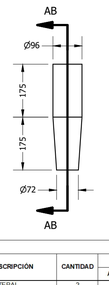

ANCLAJE ROSCADO
Escala: 1:10

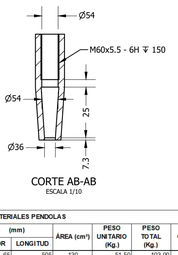



CORTE AA-AA
ESCALA 1/10



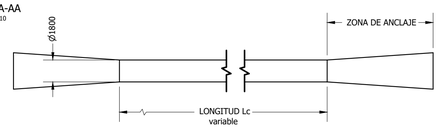

EJE DE SUJECION
Escala: 1:10




CORTE AB-AB
ESCALA 1/10

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 5 | ANCLAJE | 1 | |
| 6 | ANCLAJE ROSCADO | 1 | |
| 7 | CABLE 36mm | 1 | |
| 8 | EJE DE SUJECION | 1 | |
| 9 | UNION ROSCADA | 1 | |




CABLE Ø36mm
Escala: 1:5

RESUMEN DE MATERIALES PENDOLAS

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | DIMENSIONES (mm) ANCHO | ESPESOR | LONGITUD | ÁREA (cm²) | PESO UNITARIO (Kg.) | PESO TOTAL (Kg.) | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | PLACA LATERAL | 2 | 200 | 65 | 505 | 130 | 51.50 | 103.00 | ASTM A871-65 |
| 2 | PLACA MEDIA | 1 | 200 | 115 | 715 | 230 | 129.10 | 129.10 | ASTM A871-65 |
| 3 | EJE ROSCADO | 8 | 507 | | 333 | 5 | 1.30 | 10.40 | A325 |
| 4 | TUERCA M24 | 16 | 452 | | 30 | 5 | 0.10 | 1.60 | A325 |
| 14 | ANCLAJE | 1 | 28348 | | 280 | 283 | 62.30 | 62.30 | ASTM A29M |
| 15 | ANCLAJE ROSCADO | 1 | 28348 | | 280 | 283 | 62.30 | 62.30 | ASTM A29M |
| 16 | CABLE 36mm | VER LAMINA 16 | | | | | | 366.90 | |
| 17 | EJE DE SUJECIÓN | 1 | 15427 | | 192 | 154 | 23.30 | 23.30 | ASTM A29M |
| 18 | UNION ROSCADA | 1 | 2827 | | 310 | 28 | 6.90 | 6.90 | A325 |
| PESO TOTAL= | | | | | | | | 366.90 | |
| TOTAL ACERO A871-65= | | | | | | | | 232.10 | |
| TOTAL ACERO A325= | | | | | | | | 18.90 | |
| TOTAL ASTM A29M= | | | | | | | | 147.90 | |
| PESO TOTAL 44 PENDOLAS= | | | | | | | | 17551.60 | |
| TOTAL ACERO A871-65= | | | | | | | | 10212.40 | |
| TOTAL ACERO A325= | | | | | | | | 831.60 | |
| TOTAL ASTM A29M= | | | | | | | | 6507.60 | |

NOTAS GENERALES

LOS ELEMENTOS DESCRITOS EN ESTE PLANO, SON REFERENCIALES Y CONTIENEN LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS QUE EL SISTEMA DEBE CUMPLIR. EL CONSTRUCTOR DEBE GARANTIZAR QUE EL FABRICANTE DEL SISTEMA CUMPLA AL MENOS CON LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS AQUI DESCRITOS.

EL ACERO DE LOS ELEMENTOS MAQUINADOS DEBEN SER AISI 4340 O SIMILAR, EL ACERO DE PLACAS DEBERÁ SER ASTM A588

TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

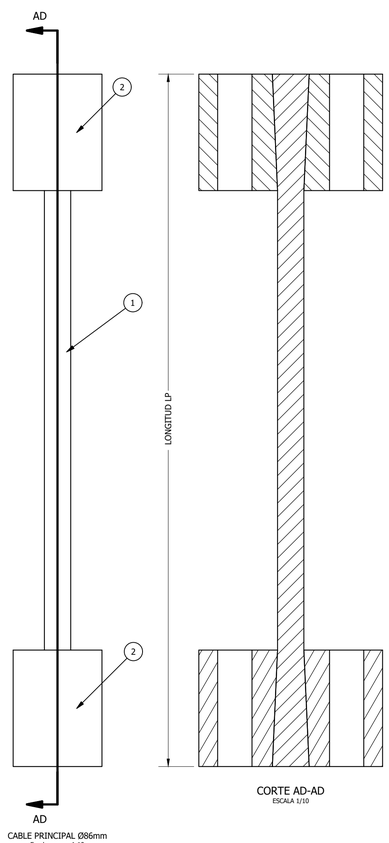
DESCRIPCIÓN : DETALLE DE PIEZAS DE MORDAZA, APOYO MOVIL Y PENDOLA

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-014

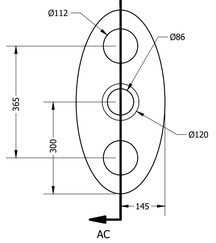
HOJA : 14 DE 23

REV. 0

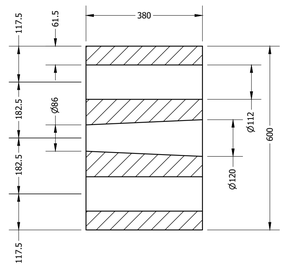
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 1 | CABLE 86mm | 1 | |
| 2 | ANCLAJE DE CABLE | 2 | |



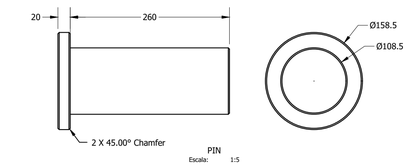

CABLE PRINCIPAL Ø86mm
Escala: 1:10



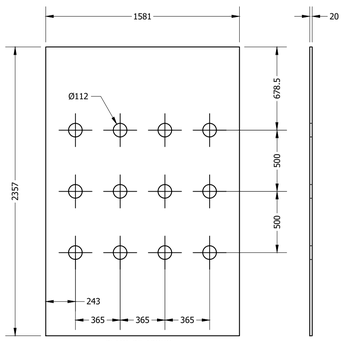

ANCLAJE DE CABLE
Escala: 1:10



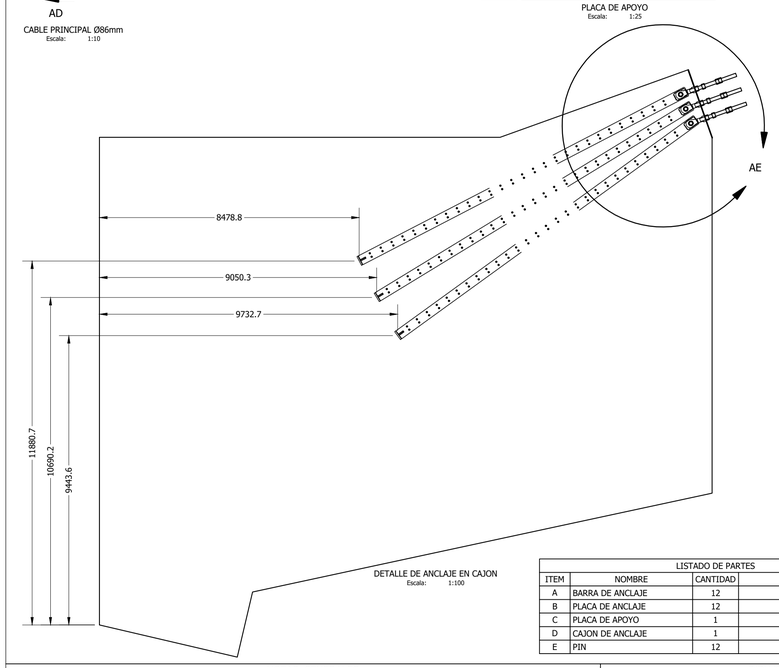

SECTION AC-AC
SCALE 1/10




PIN
Escala: 1:5

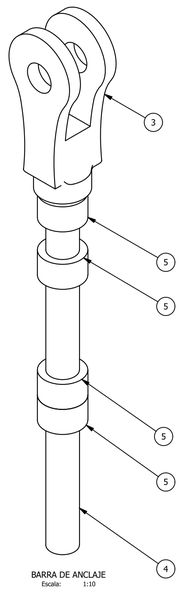



PLACA DE APOYO
Escala: 1:25



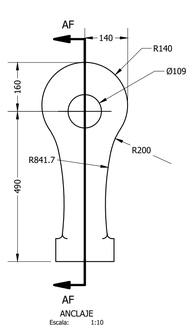

DETALLE DE ANCLAJE EN CAJON
Escala: 1:100

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 3 | ANCLAJE | 1 | |
| 4 | EJE ROSCADO | 1 | |
| 5 | TUERCA | 4 | |

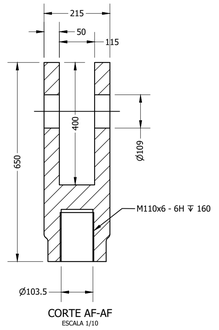



BARRA DE ANCLAJE
Escala: 1:10

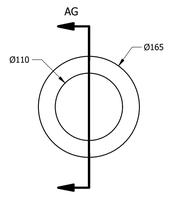
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 6 | PLACA BASE | 1 | |
| 7 | REFUERZO PERFORADO | 2 | |
| 8 | PLACA INFERIOR | 1 | |
| 9 | RIGIDIZADOR RECTANGULAR | 2 | |
| 10 | CONECTOR DE CORTE | 112 | |



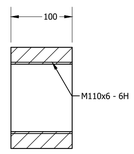

ANCLAJE
Escala: 1:10



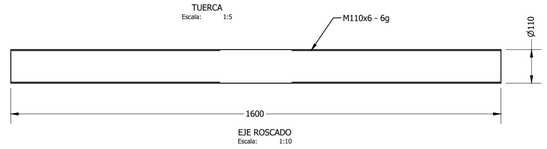

CORTE AF-AF
ESCALA 1/10



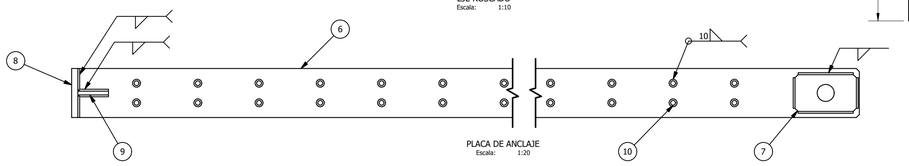

TUERCA
Escala: 1:5



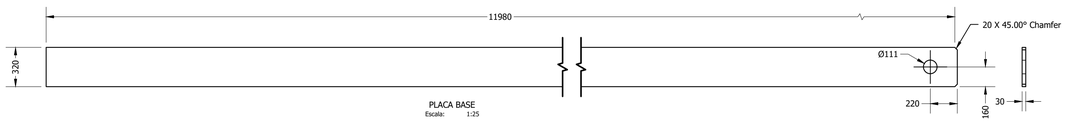

CORTE AG-AG
ESCALA 1 / 5



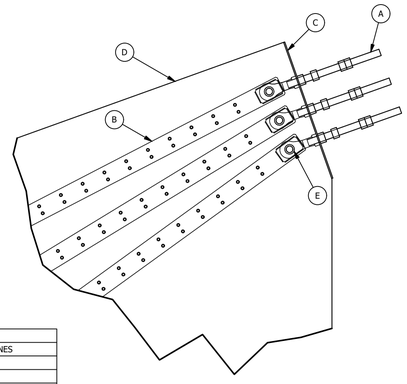

EJE ROSCADO
Escala: 1:10



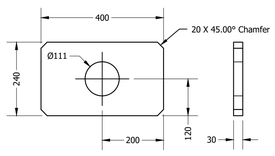

PLACA DE ANCLAJE
Escala: 1:20



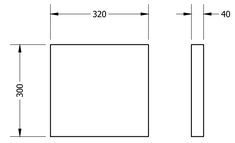

PLACA BASE
Escala: 1:25




DETALLE DE ELEMENTOS DE ANCLAJE AE
ESCALA 1 / 50



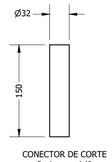

REFUERZO PERFORADO
Escala: 1:10




PLACA INFERIOR
Escala: 1:10



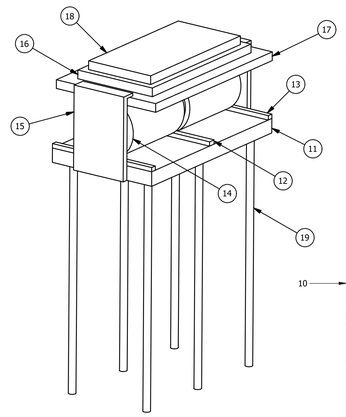

RIGIDIZADOR RECTANGULAR
Escala: 1:10



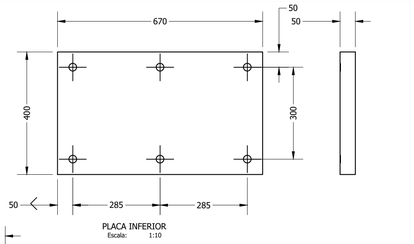

CONECTOR DE CORTE
Escala: 1:10

| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| A | BARRA DE ANCLAJE | 12 | |
| B | PLACA DE ANCLAJE | 12 | |
| C | PLACA DE APOYO | 1 | |
| D | CAJON DE ANCLAJE | 1 | |
| E | PIN | 12 | |

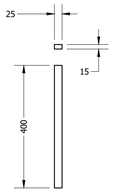
| LISTADO DE PARTES | | | |
|---|---|---|---|
| ITEM | NOMBRE | CANTIDAD | OBSERVACIONES |
| 11 | PLACA INFERIOR | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 12 | PLACA GUIA INFERIOR | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 13 | PLACA SEPARADOR | 2 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 14 | RODILLO | 1 | ACERO AISI 4340 |
| 15 | PLACA LATERAL | 2 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 16 | PLACA SUPERIOR 1 | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 17 | PLACA SUPERIOR 2 | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 18 | PLACA SUPERIOR 3 | 1 | ACERO ASTM A588Gr50 |
| 19 | BARRA DE ANCLAJE | 6 | ACERO ASTM A615Gr60 |



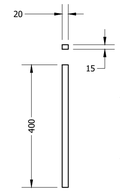

APOYO MOVIL
Escala: 1:5



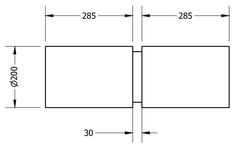

PLACA INFERIOR
Escala: 1:10



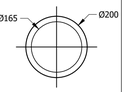

PLACA GUIA INFERIOR
Escala: 1:10

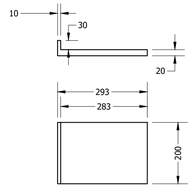



PLACA SEPARADOR
Escala: 1:10

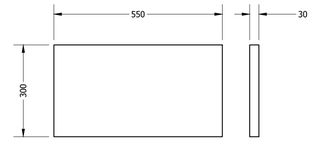



RODILLO
Escala: 1:10

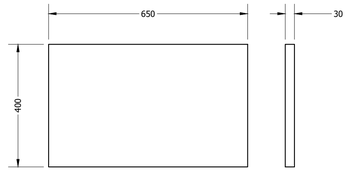


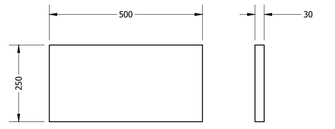

PLACA LATERAL
Escala: 1:10



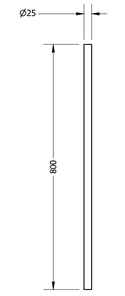

PLACA SUPERIOR 1
Escala: 1:10




PLACA SUPERIOR 2
Escala: 1:10




PLACA SUPERIOR 3
Escala: 1:10




BARRA DE ANCLAJE
Escala: 1:10

**RESUMEN DE MATERIALES 1 ANCLAJE**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | DIMENSIONES (mm) ANCHO | DIMENSIONES (mm) ESPESOR | DIMENSIONES (mm) LONGITUD | ÁREA (cm²) | PESO UNITARIO (Kg.) | PESO TOTAL (Kg.) | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CABLE 86mm | | | | VER LAMINA 17 | | | | |
| 2 | ANCLAJE DE CABLE | 2 | 380 | 290 | 600 | 1102 | 519.00 | 1038.00 | ASTM A29M |
| | | | | | | TOTAL= | | 1038.00 | ASTM A29M |
| A | BARRA DE ANCLAJE | 12 | | | | | | | |
| 3 | ANCLAJE | 1 | 74215 | | 280 | 742 | 163.10 | 163.10 | ASTM A29M |
| | | | | | | TOTAL= | | 1957.20 | ASTM A29M |
| 4 | EJE ROSCADO | 1 | 3421 | | 1600 | 34 | 43.00 | 43.00 | A325 |
| 5 | TUERCA | 4 | 11879 | | 100 | 119 | 9.30 | 37.20 | A325 |
| | | | | | | TOTAL= | | 962.40 | A325 |
| B | PLACA DE ANCLAJE | 12 | | | | | | | |
| 6 | PLACA BASE | 1 | 320 | 30 | 11980 | 96 | 902.80 | 902.80 | ASTM A871-65 |
| 7 | REFUERZO PERFORADO | 2 | 240 | 30 | 400 | 72 | 45.20 | 45.20 | ASTM A871-65 |
| 8 | PLACA INFERIOR | 1 | 300 | 40 | 320 | 120 | 30.10 | 30.10 | ASTM A871-65 |
| 9 | RIGIDIZADOR RECTANGULAR | 2 | 120 | 25 | 200 | 30 | 4.70 | 9.40 | ASTM A871-65 |
| 10 | CONECTOR DE CORTE | 112 | | | 804 | 150 | 8 | 0.90 | 100.80 | ASTM A871-65 |
| | | | | | | TOTAL= | | 13059.60 | ASTM A871-65 |
| C | PLACA DE APOYO | 1 | 2357 | 20 | 1581 | 471 | 585.00 | 585.00 | ASTM A871-65 |
| | | | | | | TOTAL= | | 585.00 | ASTM A871-65 |
| D | CAJON DE ANCLAJE | | | | VER LAMINA 4 | | | | |
| E | PIN | 12 | 10485 | | 260 | 105 | 21.40 | 256.80 | A325 |
| | | | 19731 | | 20 | 197 | 3.10 | 37.20 | A325 |
| | | | | | | TOTAL= | | 3528.00 | ASTM A325 |
| | | | | | | PESO TOTAL= | | 21130.20 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A871-65= | | 13644.60 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A325= | | 4490.40 | |
| | | | | | | TOTAL ASTM A29M= | | 2995.20 | |
| | | | | | | PESO TOTAL 12 ANCLAJES= | | 253562.40 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A871-65= | | 163735.20 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A325= | | 53884.80 | |
| | | | | | | TOTAL ASTM A29M= | | 35942.40 | |

**RESUMEN DE MATERIALES APOYO MÓVIL**

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | DIMENSIONES (mm) ANCHO | DIMENSIONES (mm) ESPESOR | DIMENSIONES (mm) LONGITUD | ÁREA (cm²) | PESO UNITARIO (Kg.) | PESO TOTAL (Kg.) | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | PLACA INFERIOR | 1 | 400 | 50 | 670 | 200 | 105.20 | 105.20 | ASTM A871-65 |
| 6 | PLACA GUIA INFERIOR | 1 | 25 | 15 | 400 | 4 | 1.20 | 1.20 | ASTM A871-65 |
| 7 | PLACA SEPARADOR | 2 | 20 | 15 | 400 | 3 | 0.90 | 1.80 | ASTM A871-65 |
| 8 | RODILLO | 1 | 31416 | | 600 | 314 | 148.00 | 148.00 | AISI 4340 |
| 9 | PLACA LATERAL | 1 | 200 | 20 | 293 | 40 | 9.20 | 18.40 | ASTM A871-65 |
| | | 2 | 200 | 10 | 30 | 20 | 0.50 | 1.00 | ASTM A871-65 |
| 10 | PLACA SUPERIOR 1 | 1 | 300 | 30 | 550 | 90 | 38.90 | 38.90 | ASTM A871-65 |
| 11 | PLACA SUPERIOR 2 | 1 | 400 | 30 | 650 | 120 | 61.20 | 61.20 | ASTM A871-65 |
| 12 | PLACA SUPERIOR 3 | 1 | 250 | 30 | 500 | 75 | 29.40 | 29.40 | ASTM A871-65 |
| 13 | BARRA DE ANCLAJE | 6 | 491 | | 800 | 5 | 3.10 | 18.60 | ASTM A615 |
| | | | | | | PESO TOTAL= | | 423.70 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A871-65= | | 257.10 | |
| | | | | | | TOTAL AISI 4340= | | 148.00 | |
| | | | | | | TOTAL ASTM A615= | | 18.60 | |
| | | | | | | PESO TOTAL APOYOS= | | 1694.80 | |
| | | | | | | TOTAL ACERO A871-65= | | 1028.40 | |
| | | | | | | TOTAL AISI 4340= | | 592.00 | |
| | | | | | | TOTAL ASTM A615= | | 74.40 | |

**NOTAS GENERALES**

LOS ELEMENTOS DESCRITOS EN ESTE PLANO, SON REFERENCIALES Y CONTIENEN LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS QUE EL SISTEMA DEBE CUMPLIR. EL CONSTRUCTOR DEBE GARANTIZAR QUE EL FABRICANTE DEL SISTEMA CUMPLA AL MENOS CON LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS AQUI DESCRITOS.

EL ACERO DE LOS ELEMENTOS MAQUINADOS DEBEN SER AISI 4340 O SIMILAR, EL ACERO DE PLACAS DEBERÁ SER ASTM A588

TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS, SALVO QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

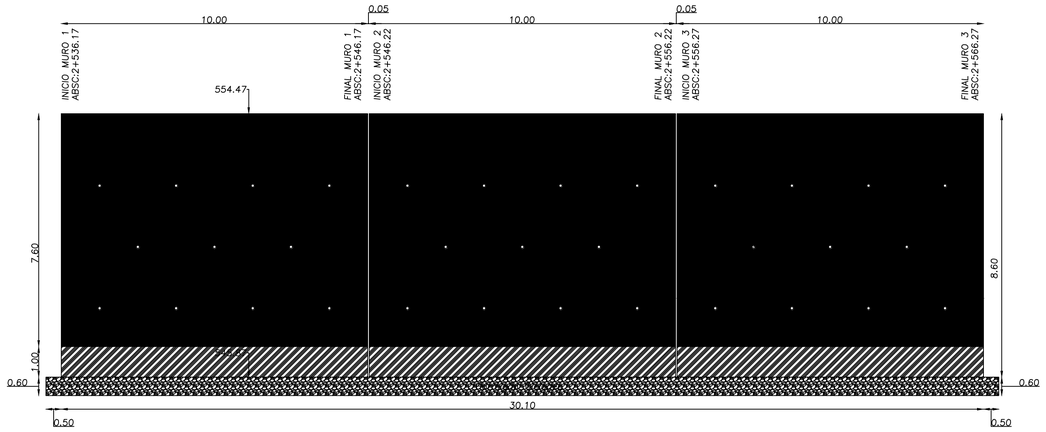
Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

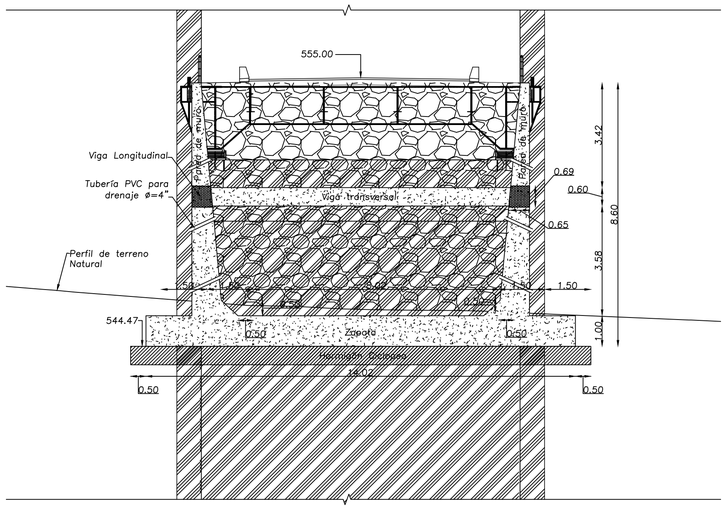
PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : DETALLE DE PIEZAS DE CABLE PRINCIPAL, SISTEMA DE ANCLAJE EN CAJON, BARRA DE ANCLAJE, PLACA DE ANCLAJE Y APOYO MOVIL

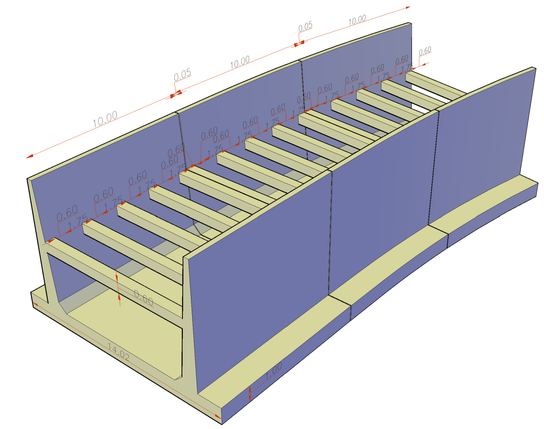
| TAMAÑO : A1 | DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-015 | HOJA : 15 DE 23 | REV. 0 |
|---|---|---|---|
| ESCALA : INDICADAS | | | |

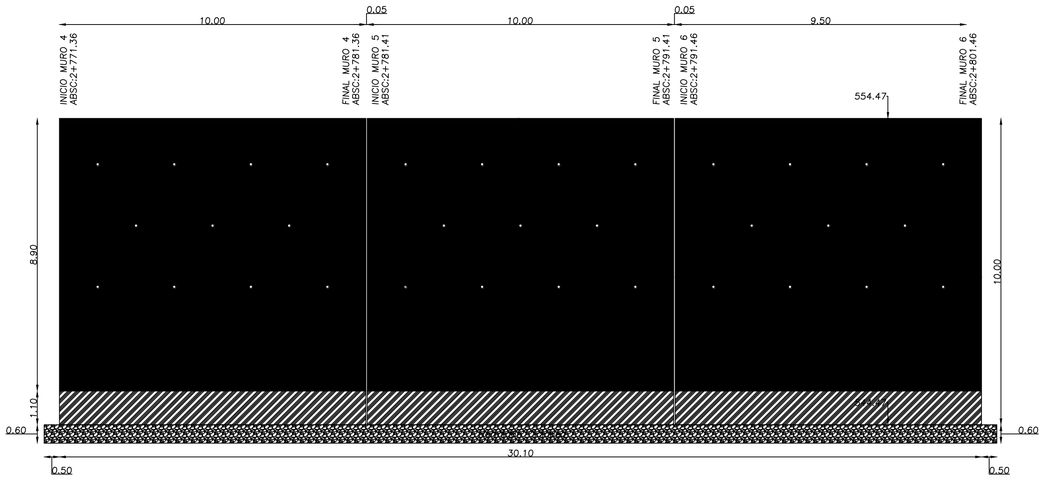



GEOMETRÍA DE MUROS, ELEVACIÓN LATERAL 1:100

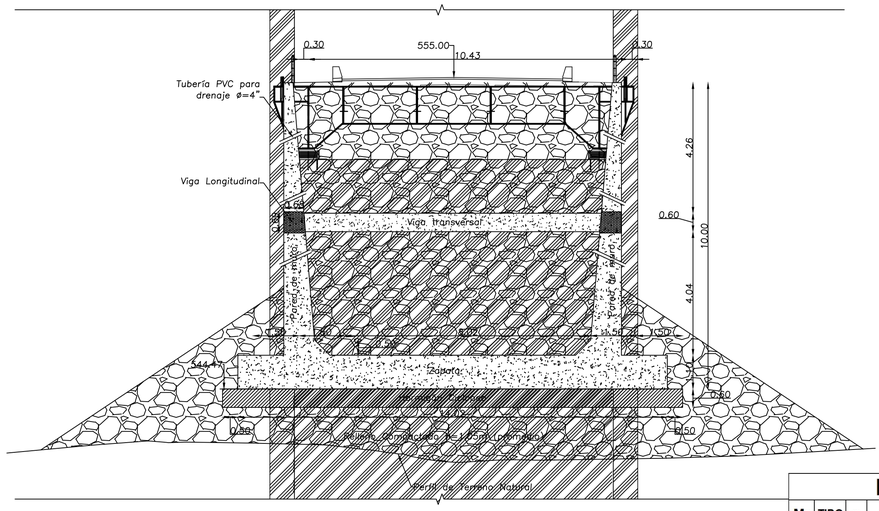



GEOMETRÍA DE MUROS, ELEVACIÓN FRONTAL 1:100

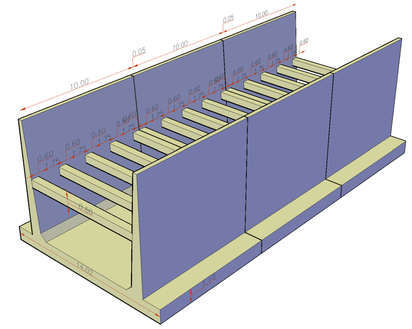

10.00
0.05
10.00
0.05
10.00
0.60
0.60
0.60



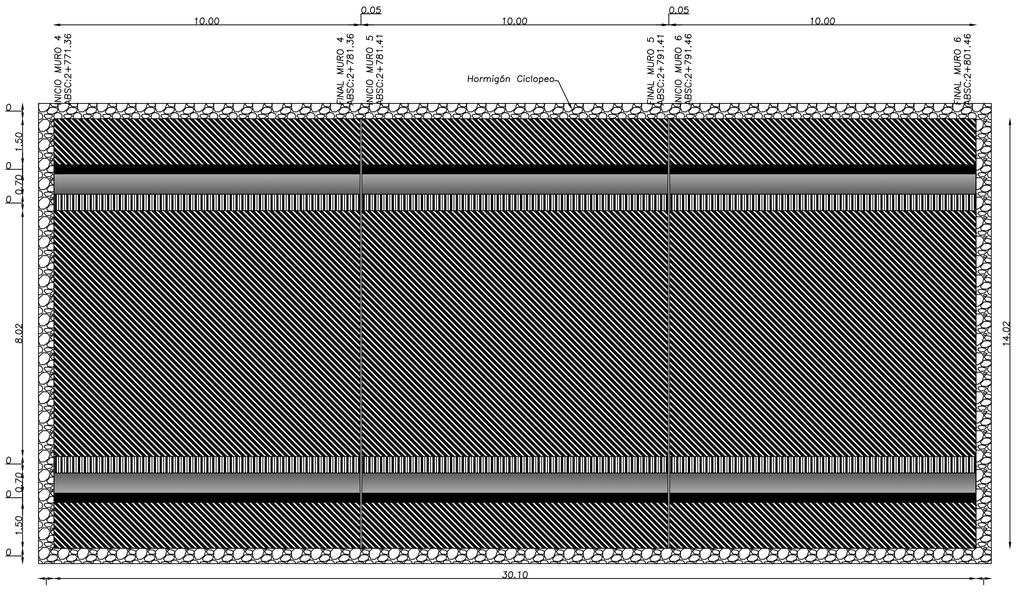

GEOMETRÍA DE MUROS, ELEVACIÓN LATERAL 1:100



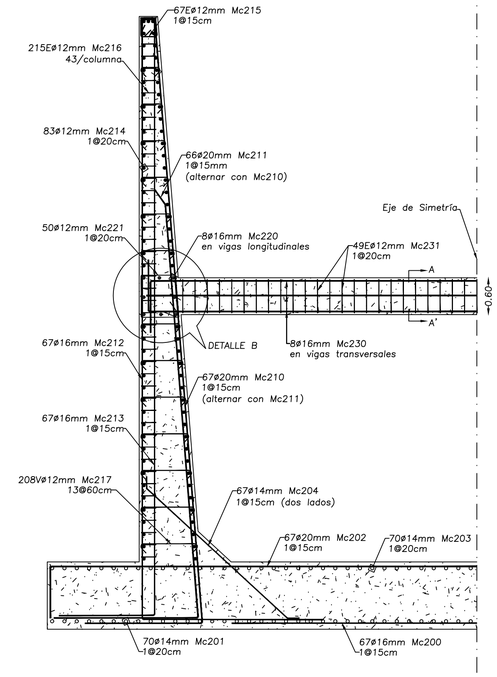

GEOMETRÍA DE MUROS, ELEVACIÓN FRONTAL 1:100



ISOMETRÍA DE MUROS TIPO II S/E




GEOMETRÍA DE MUROS, PLANTA 1:100




ARMADO DE MURO TIPO II 1:50




VIGA TRANSVERSAL (A–A') 1:30




VIGA LONGITUDINAL 1:30

| Volumen de Hormigón f'c=280 Kg/cm2 Muro tipo II | | | |
|---|---|---|---|
| Elemento | Número | Vol. Unitario | Vol. Total |
| Cimentacion | 1 | 154.20m3 | 154.20m3 |
| Paredes Laterales | 2 | 59.10m3 | 118.20m3 |
| Vigas Transversales | 5 | 3.50m3 | 17.50m3 |
| Total para un muro cajón | | | 289.90m3 |
| Total para tres muros cajón | | | 869.70m3 |

# PLANILLA DE ACERO MURO TIPO I L=10m

| Mc | TIPO | φ | # | dimensiones a | b | c | d | ganchos | TRASLAPE | longitud desarrollada | longitud total | OBSERV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CIMENTACIÓN** | | | | | | | | | | | | |
| 200 | I | 16 | 67 | 1x 8.00 | | | | | | 8.00 | 536.00 | |
| 201 | V | 14 | 70 | 1x 9.80 | | | | 2x 0.25 | | 10.30 | 721.00 | |
| 202 | C | 20 | 67 | 1x 13.90 | 2x 0.70 | | | | 1x 1.00 | 16.30 | 1092.10 | |
| 203 | C | 14 | 70 | 1x 9.80 | 2x 0.70 | | | | | 11.20 | 784.00 | |
| 204 | C' | 14 | 134 | 1x 2.90 | 2x 0.30 | | | | | 3.50 | 469.00 | |
| **PARED MURO x 2** | | | | | | | | | | | | |
| 210 | J | 20 | 134 | 1x 9.85 | 1x 1.85 | 0.20 | | | | 11.90 | 1594.60 | |
| 211 | J' | 20 | 132 | 1x 6.75 | 1x 1.85 | 0.30 | | | | 8.90 | 1174.80 | |
| 212 | C' | 16 | 134 | 1x 9.70 | 1x 2.10 | 0.20 | | | | 12.00 | 1608.00 | |
| 213 | C' | 16 | 134 | 1x 9.70 | 1x 1.50 | 0.20 | | | | 11.40 | 1527.60 | |
| 214 | I | 12 | 166 | 1x 9.90 | | | | | | 9.90 | 1643.40 | |
| 215 | O | 12 | 134 | 2x 0.25 | 2x 0.25 | | | 2x 0.10 | | 1.20 | 160.80 | |
| 216 | O | 12 | 430 | 2x 0.25 | 2x 0.60 | | | 2x 0.15 | | 2.00 | 860.00 | |
| 217 | V | 12 | 416 | 1x 0.55 | | | | 2x 0.10 | | 0.75 | 312.00 | a.VAR(0.2-0.9) |
| **VIGA LONGITUDINAL x 2** | | | | | | | | | | | | |
| 220 | I | 16 | 16 | 1x 9.90 | | | | | | 9.90 | 158.40 | |
| 221 | O | 12 | 100 | 2x 0.60 | 2x 0.60 | | | 2x 0.15 | | 2.70 | 270.00 | |
| **VIGA TRANSVERSAL x 5** | | | | | | | | | | | | |
| 230 | L | 16 | 40 | 1x 10.70 | 1x 0.80 | | | | | 11.50 | 460.00 | |
| 231 | O | 12 | 245 | 2x 0.65 | 2x 0.69 | | | 2x 0.15 | | 2.98 | 730.10 | |

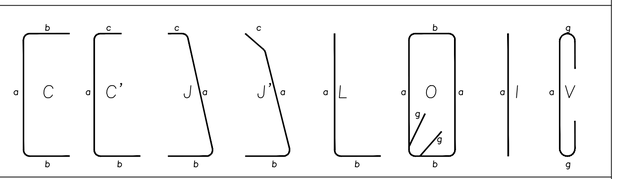
## RESUMEN DE ACERO

| DIAMETRO | 10 mm | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | 20 | 22 mm | 25 mm | 32 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO/m | 0.617 kg | 0.888 kg | 1.208 kg | 1.578 kg | 1.998 kg | 2.466 kg | 2.984 kg | 3.853 kg | 6.313 kg |
| LONGITUD | 0.00 | 3976.30 | 1974.00 | 4290.00 | 0.00 | 3861.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO (kg) | 0.00 | 3530.22 | 2385.41 | 6771.06 | 0.00 | 9523.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**TOTAL DE ACERO PARA 1 MURO 22209.72 kg**

**TOTAL DE ACERO PARA 3 MURO 66629.17 kg**

## TIPOS DE ACEROS




## RESUMEN DE MATERIALES

| | |
|---|---|
| Acero de refuerzo en barras fy=4200 Kg/cm2 | 66 628.17 Kg |
| Volumen de hormigón estructural clase B f'c=280 Kg/cm2 | 869.70 m3 |
| Hormigón ciclopeo | 280.30 m3 |
| Tubería PVC para drenaje ø=4" | 66.00 m |
| Relleno compactado Sub-Base clase III | 2965.00 m3 |

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón estructural clase B f'c=280 Kg/cm2

Hormigón no estructural clase C f'c=210 Kg/cm2

Acero de refuerzo en barras con resistencia a la fluencia fy=4200 Kg/cm2

NOTAS GENERALES

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1

ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

GG-021-2015

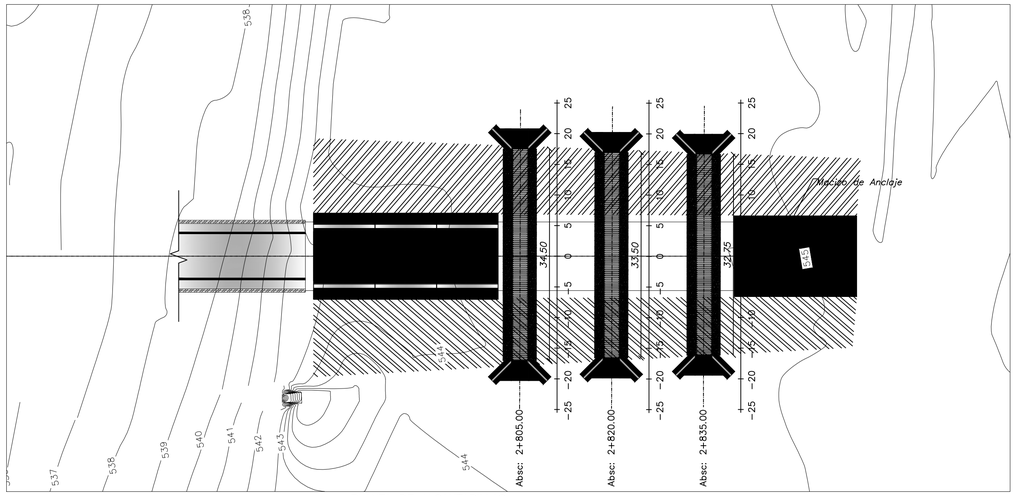
PROYECTO : ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : MURO TIPO II

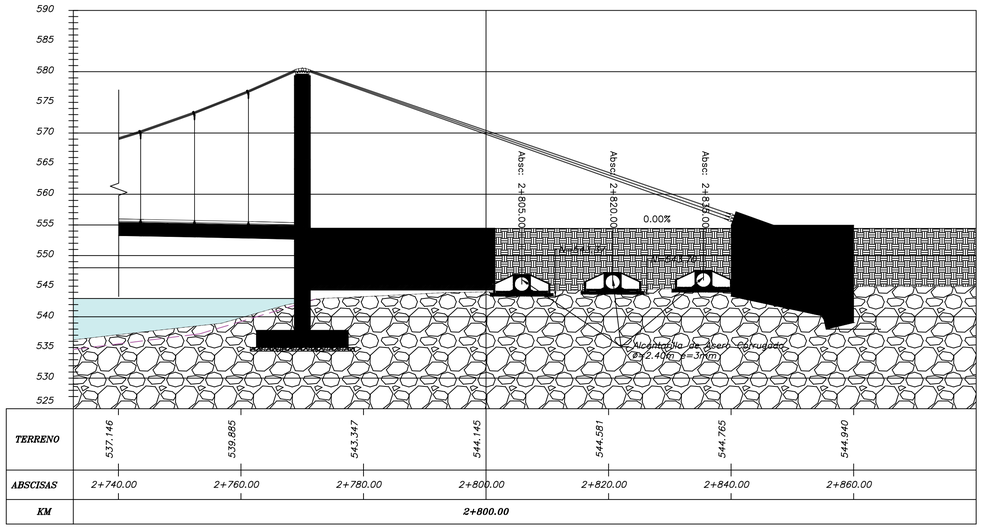
DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-017

HOJA : 17 DE 23

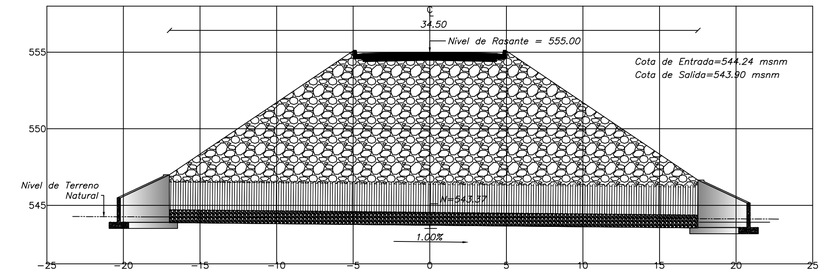
REV. 0



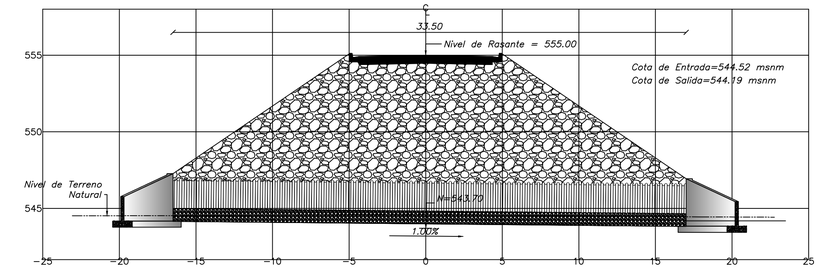

PLANTA DE ALCANTARILLAS 1:500



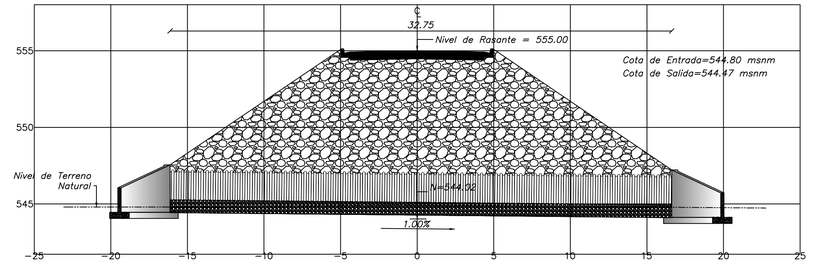

ELEVACIÓN DE ALCANTARILLAS 1:500



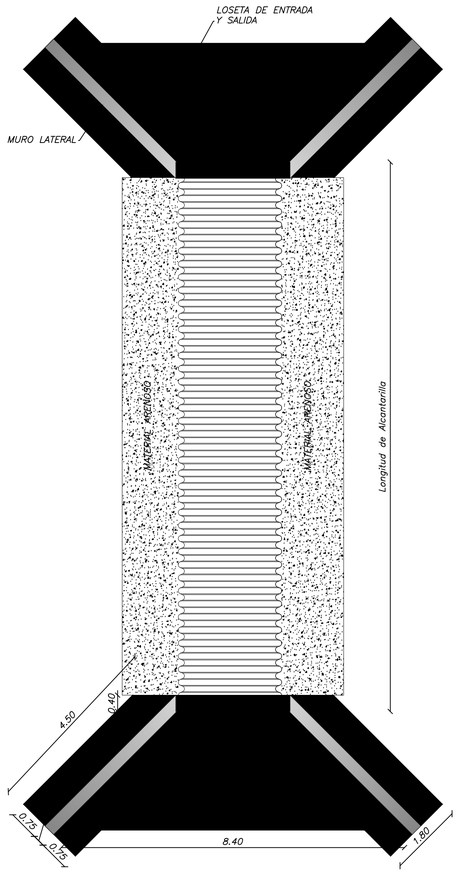

ESQUEMA ALCANTARILLA ABSC: 2+805.00 1:200



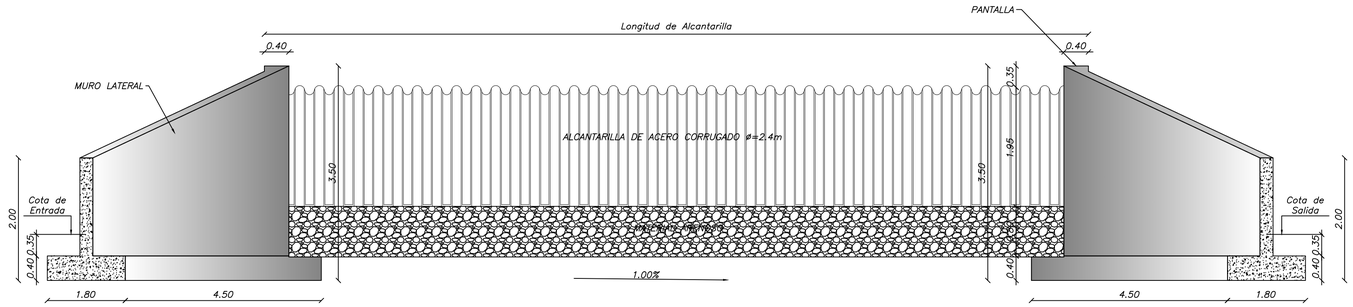

ESQUEMA ALCANTARILLA ABSC: 2+820.00 1:200



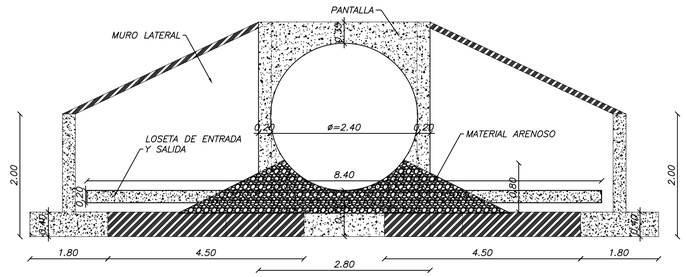

ESQUEMA ALCANTARILLA ABSC: 2+835.00 1:200




GEOMETRÍA GENERAL DE ALCANTARILLA (PLANTA) 1:75




GEOMETRÍA GENERAL DE ALCANTARILLA (LATERAL) 1:50




GEOMETRÍA GENERAL DE ALCANTARILLA (FRONTAL) 1:50

| NOTAS GENERALES |
|---|
| *Esta lámina se complementa con la lámina N° 19.* |

| DIBUJOS DE REFERENCIA | | REVISIONES | | | | | | INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NÚMERO | DESCRIPCIÓN | REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ | ELABORADO POR : | | |
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES | A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| | | B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | | ING. DE DISEÑO. : | | |
| | | 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO | ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| | | | | | | | | REVISADO POR : | | |
| | | | | | | | | DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| | | | | | | | | GERENTE TECNICO: | | |
| | | | | | | | | ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| | | | | | | | | APROBACION DEL CLIENTE : | | |

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

Francisco • Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

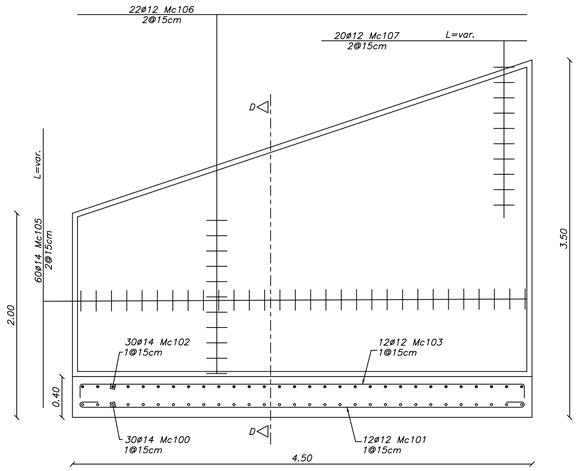
DESCRIPCIÓN : GEOMETRÍA ALCANTARILLAS

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

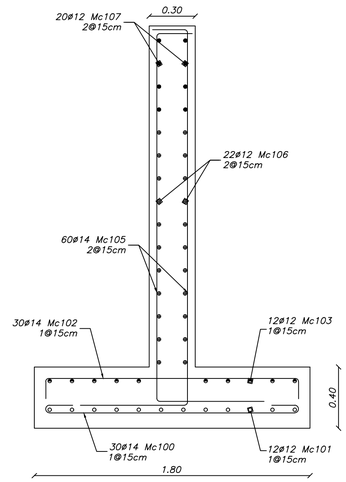
DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-018

HOJA : 18 DE 23

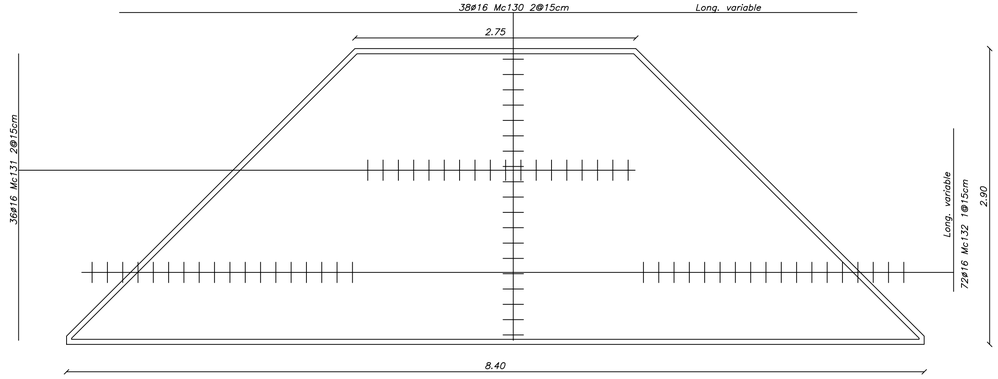
REV. 0



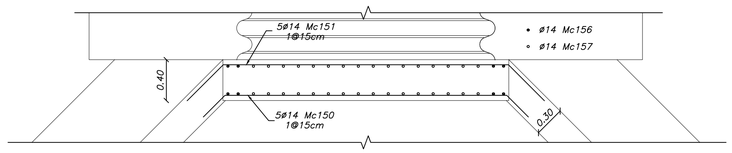

ARMADURA MUROS LATERALES (LATERAL) 1:30




ARMADURA MUROS LATERALES (CORTE D–D) 1:20




LOSETA DE ENTRADA Y SALIDA 1:30




ARMADURA PANTALLA (CORTE A–A) 1:30

| VOLUMEN DE HORMIGÓN f'c=280 Kg/cm2 (una alcantarilla) | | | |
|---|---|---|---|
| ELEMENTO | CANTIDAD | VOLUMEN/U | VOLUMEN/T |
| Cimentación muro | 4 | 3.25 | 13 |
| Cuerpo muro | 4 | 3.15 | 12.6 |
| Pantalla | 2 | 2.15 | 4.3 |
| Loseta | 2 | 3.3 | 6.6 |
| TOTAL | | | 36.5 |

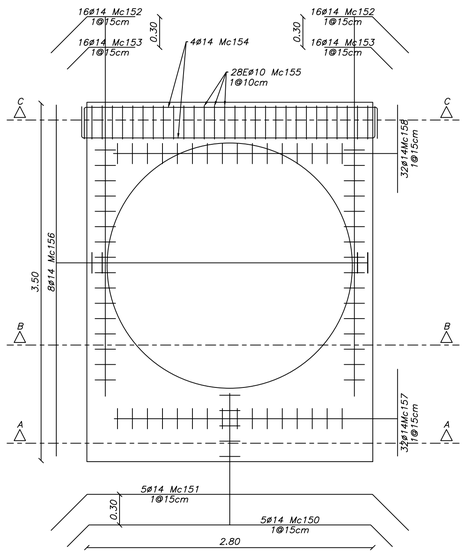
| DESGLOSE DE CANTIDADES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Estación | long. Alcantarilla (m) | Material Arenoso (m3) | Excavación (m3) | Hormigón (m3) |
| 2+805.00 | 34.50 | 86.25 | 96.26 | 36.50 |
| 2+820.00 | 33.50 | 83.75 | 74.71 | 36.50 |
| 2+835.00 | 32.75 | 81.88 | 56.33 | 36.50 |
| TOTAL | 100.75 | 251.88 | 227.29 | 109.50 |

## PLANILLA DE ACERO ENTRADA Y SALIDA DE ALCANTARILLA

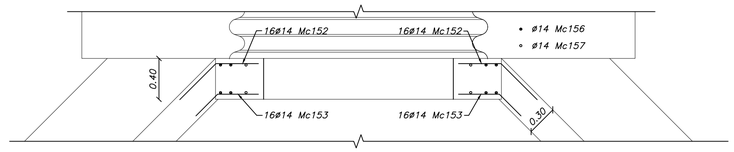
| Mc | TIPO | φ | # | dimensiones a | | b | | c | d | ganchos | TRASLAPE | longitud desarrollada | longitud total | OBSERV. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MURO LATERAL x 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | V | 14 | 120 | 1x | 1.60 | | | | | 2x 0.30 | | 2.20 | 264.00 | |
| 101 | V | 12 | 48 | 1x | 4.30 | | | | | 2x 0.30 | | 4.90 | 235.20 | |
| 102 | C | 14 | 120 | 1x | 1.60 | 2x | 0.20 | | | | | 2.00 | 240.00 | |
| 103 | C | 12 | 48 | 1x | 4.30 | 2x | 0.20 | | | | | 4.70 | 225.60 | |
| 105 | C' | 14 | 240 | 1x | 2.55 | 1x | 0.20 | 0.70 | | | | 3.45 | 828.00 | a.VAR(1.8-3.3) |
| 106 | I | 12 | 88 | 1x | 4.40 | | | | | | | 4.40 | 387.20 | |
| 107 | I | 12 | 80 | 1x | 2.05 | | | | | | | 2.05 | 164.00 | a.VAR(0.1-4.05) |
| LOSETA x 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | I | 16 | 76 | 1x | 5.50 | | | | | | | 5.50 | 418.00 | a.VAR(2.65-8.3) |
| 131 | I | 16 | 72 | 1x | 2.80 | | | | | | | 2.80 | 201.60 | |
| 132 | I | 16 | 144 | 1x | 1.50 | | | | | | | 1.50 | 216.00 | a.VAR(0.15-2.8) |
| PANTALLA 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | U | 14 | 10 | 1x | 2.75 | 2x | 0.30 | | | | | 3.35 | 33.50 | |
| 151 | U | 14 | 10 | 1x | 2.80 | 2x | 0.50 | | | | | 3.80 | 38.00 | |
| 152 | J | 14 | 64 | 1x | 0.65 | 1x | 0.50 | | | | | 1.15 | 73.60 | a.VAR(0.25-1) |
| 153 | J | 14 | 64 | 1x | 0.70 | 1x | 0.30 | | | | | 1.00 | 64.00 | a.VAR(0.3-1.05) |
| 154 | C | 14 | 8 | 1x | 2.85 | 2x | 0.30 | | | | | 3.45 | 27.60 | |
| 155 | O | 10 | 56 | 2x | 0.30 | 2x | 0.30 | | | 2x 0.10 | | 1.40 | 78.40 | |
| 156 | I | 14 | 16 | 1x | 3.40 | | | | | | | 3.40 | 54.40 | |
| 157 | I | 14 | 64 | 1x | 0.90 | | | | | | | 0.90 | 57.60 | a.VAR(0.55-1.25) |
| 158 | I | 14 | 64 | 1x | 0.60 | | | | | | | 0.60 | 38.40 | a.VAR(0.25-0.95) |

| RESUMEN DE ACERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO | 10 mm | 12 mm | 14 mm | 16 mm | 18 mm | 20 | 22 mm | 25 mm | 32 mm |
| PESO/m | 0.617 kg | 0.888 kg | 1.208 kg | 1.578 kg | 1.998 kg | 2.466 kg | 2.984 kg | 3.853 kg | 6.313 kg |
| LONGITUD | 78.40 | 1012.00 | 1719.10 | 835.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PESO (kg) | 48.34 | 898.47 | 2077.38 | 1318.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| TOTAL DE ACERO PARA UNA ALCANTARILLA | | | | | | | | | 4343.05 kg |
| TOTAL DE ACERO PARA TRES ALCANTARILLAS | | | | | | | | | 13029.14 kg |

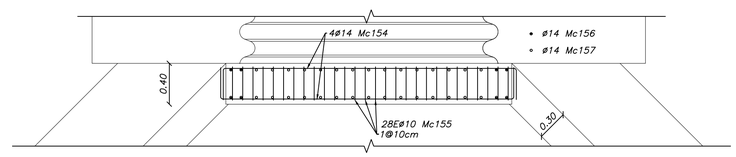
| RESUMEN DE MATERIALES PARA TRES ALCANTARILLAS | | |
|---|---|---|
| ELEMENTO | UNIDAD | VALOR |
| Volumen de hormigón estructural f'c=280 Kg/cm2 clase B | m3 | 109.50 |
| Acero de refuerzo en barras fy=4200 Kg/cm2 | Kg | 13029.14 |
| Excavación para estructuras | m3 | 227.29 |
| Material arenoso | m3 | 251.88 |
| Alcantarilla de acero corrugado | ml | 100.75 |



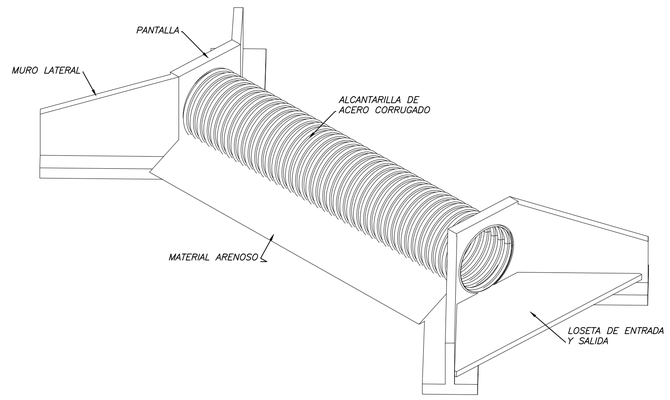

ARMADURA PANTALLA (FRONTAL) 1:30




ARMADURA PANTALLA (CORTE B–B) 1:30

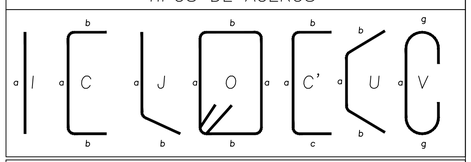



ARMADURA PANTALLA (CORTE C–C) 1:30




ISOMETRÍA DE ALCANTARILLA S/E

## TIPOS DE ACEROS




## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Hormigón estructural clase B f'c=280Kg/cm2
Acero de refuerzo con resistencia a la fluencia fy=4200 Kg/cm2
Alcantarilla de acero corrugado ø=2.40 m e=3.00 mm

NOTAS GENERALES

DIBUJOS DE REFERENCIA

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CAICEDO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco • Fernández CONSULTOR

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE JATUN YACU
L=202.40m abs: 2+567.60

DESCRIPCIÓN : ARMADO DE ALCANTARILLAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-019

HOJA : 19 DE 23

REV. 0

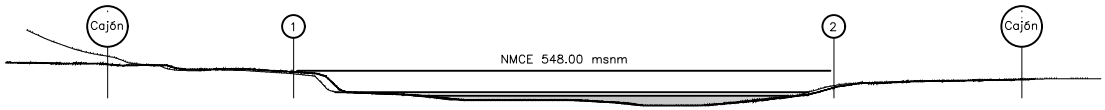
ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

# PROCESO CONSTRUCTIVO

## 1

ETAPA 1.-

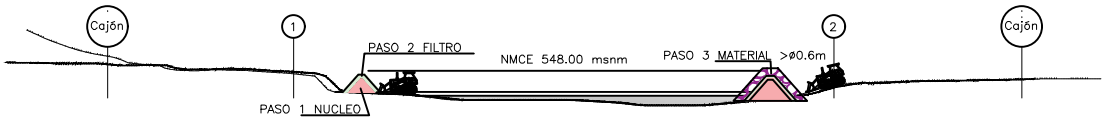
La construcción del puente debe iniciar con el desbroce y limpieza del área de implantación de la estructura.
Replanteo del eje principal del puente, así como la localización de los ejes para cajones de anclaje y pilas
Posteriormente se conformará el camino piloto hacia cada una de los elementos de la infraestructura como son pilas y cajones de anclaje, esto con la finalidad de que la maquinaria pueda ingresar sin ningún inconveniente para realizar las excavaciones.




## 2

ETAPA 2.-

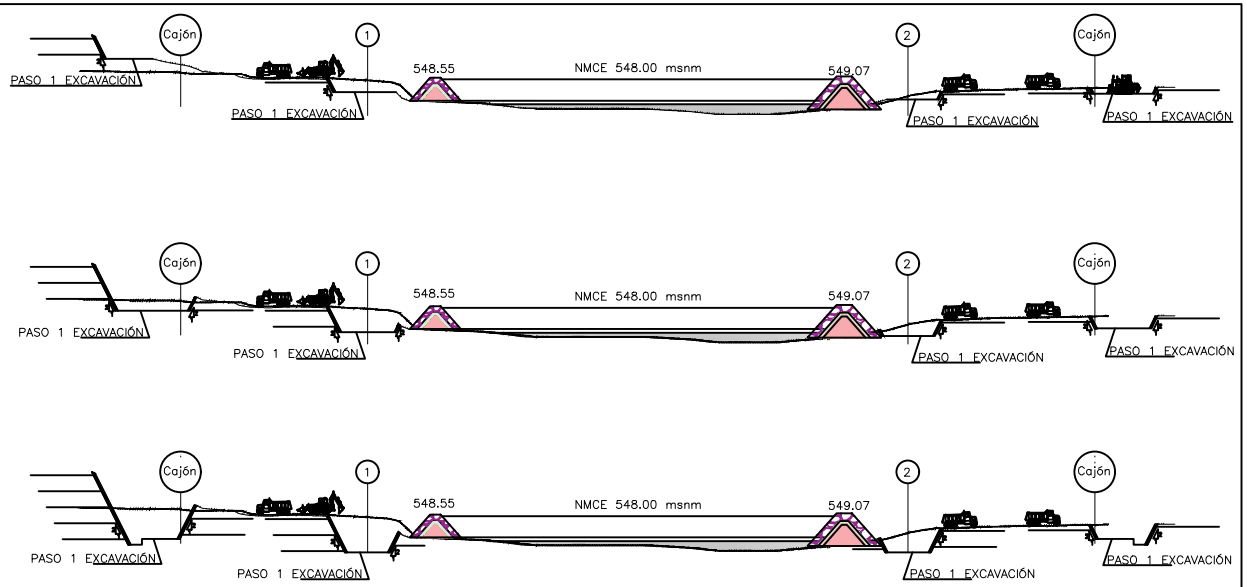
Los diques de protección durante la construcción tienen el objeto de resguardar las excavaciones de las pilas de posibles inundaciones en caso de una creciente extraordinaria, para el efecto se replanteará el eje de los mismos y se procederá a su construcción de acuerdo a lo indicado, esto es: una primera capa de material tomado de las márgenes del rio con un buen contenido de finos que permita la generación de un núcleo impermeable, una segunda capa de material con diámetro medio de 10cm que cumpla el efecto de filtro y finalmente, un manto constituido con material de gran diámetro con diámetro medio mayor a 0.60 metros.




## 3

ETAPA 3.-

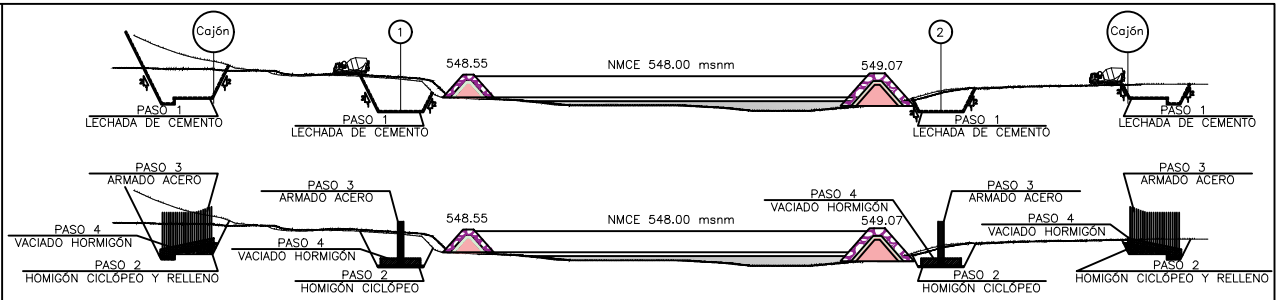
SE recomienda que las excavaciones se inicien en temporada de estiaje. Siguiendo las recomendaciones proporcionadas en el estudio de suelos para la inclinación en taludes, se utilizará la maquinaria apropiada para realizar las excavaciones.
Se iniciará con la excavación hasta el nivel requerido para la cimentación de las torres y cajones de anclaje, se deberá excavar 0.60 metros adicionales al nivel de desplante para la colocación de la capa de hormigón ciclópeo. Las excavaciones deberán permanecer durante todo el tiempo libre de agua para lo cual necesariamente deberá disponerse de bombas sumergibles que eviten la acumulación de líquido en esta área de trabajo.




## 4

ETAPA 4.-

Antes de iniciar con la colocación del replantillo se deberá realizar un regado de lechada de cemento con el objeto de conseguir consolidación del material de base en toda el área excavada, luego se colocará en el fondo de la excavación un replantillo de hormigón ciclópeo f'c=180 Kg/cm2 + 40% de piedra con un espesor de 0.60 m, en toda el área excavada.
En esta etapa se debe iniciar el corte y doblado del acero de refuerzo para las zapatas
Cuando el replantillo haya fraguado, se empezará con la colocación y armado del acero de refuerzo para las zapatas, siguiendo las indicaciones de los planos de taller.
Se debe tener listos los encofrados para las zapatas, una vez que se haya acabado de armar el acero de refuerzo se debe proceder a colocar los encofrados.
La armadura principal de arranque de las torres y pantallas debe también ser colocada en esta etapa.
Cuando se haya verificado que toda la armadura se encuentra en la posición correspondiente se procederá al vaciado del hormigón para las zapatas.
Un aspecto importante para el hormigonado debido a las dimensiones de las cimentaciones es el procedimiento que el Constructor deberá seguir para el mismo, ya que se debe evitar el calor de hidratación mediante el uso de esquemas de enfriamiento como nitrógeno líquido o hielo seco.




**NOTAS GENERALES**

-NORMAS DE DISEÑO : AASTHO LRFD 2010
-SOBRECARGA: HS - MOP O CARGA EQUIVALENTE MAYORADA 25%
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=3500 Kg/cm2
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=2520 Kg/cm2
-NORMAS PARA SOLDADURA : AWS D1.5
-SOLDADURA : ELECTRODOS E 8016-C2 PARA TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA EN TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA DE ALUMINIO EN EL CAMPO
-DEBERÁ COMPROBARSE LA CALIDAD DEL ACERO ESTRUCTURAL, MEDIANTE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES DE IMPORTACION
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE ELABORARÁ PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO DEACUERDO A LOS PLANOS DE DISEÑO
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE REALIZARÁ EL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DE LA ESTRUCTURA DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE, DE TAL FORMA QUE AL FINAL DEL MONTAJE, HORMIGONADO DE LOSA, COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA Y PASAMANOS, LAS VIGAS CUMPLAN CON EL CÁMBER DE DISEÑO PROPUESTO.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| | | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|---|
| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | | | |
| ELABORADO POR : | DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : | ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : | DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: | ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | | |

Francisco Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE ANTON TACU L=200.00m abs 0+007.00

DESCRIPCIÓN : PROCESO CONSTRUCTIVO

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-020

HOJA : 20 DE 22

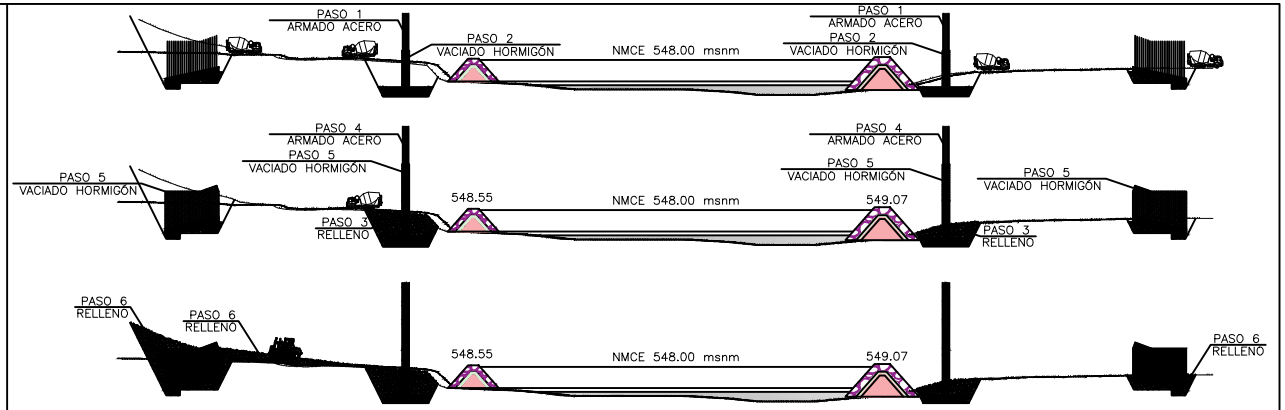
REV. 0

# PROCESO CONSTRUCTIVO

## 5

ETAPA 5.-

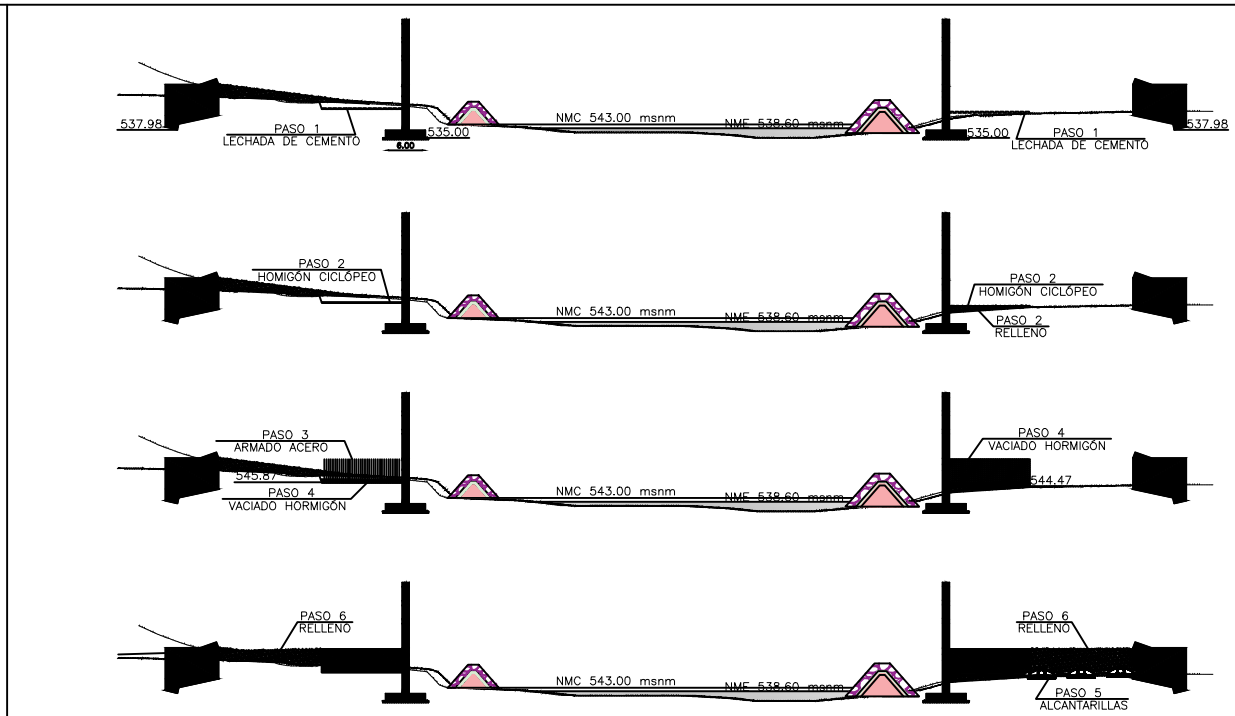
Cuando el hormigón de la cimentación haya adquirido la resistencia necesaria, se retirarán los encofrados de la misma.
Se continúa con el corte y doblado del acero de refuerzo para las torres y cajones de anclaje.
Se iniciará con la colocación y armado del acero de refuerzo para las torres y pantallas de cajones, siguiendo las indicaciones de los planos de taller.
Se debe tener listos el sistema de encofrados para los elementos, y se colocarán tanto interna como exteriormente.
Las columnas serán construidas por tramos, y para facilidad de armado estos serán de máximo 12 metros
Cuando se haya verificado que toda la armadura se encuentra en la posición correspondiente se procederá al vaciado del hormigón para el primer tramo.
Una vez hormigonado el primer tramo de se continúa con el armado del acero de refuerzo para el tramo siguiente y se deberá deslizar los encofrados para el tramo correspondiente.
En los muros de los cajones de anclaje y en las torres se deberá colocar una protección anticorrosiva en las paredes con contacto con el relleno. Para el caso de los cajones de anclaje, una vez que se retire los encofrados del primer tramo se realizará la colocación de lastre compactados simultáneamente con los rellenos exteriores. En las torres también se realizará el relleno compactado por cada tramo y se repetirá el procedimiento hasta alcanzar el nivel natural del terreno.
En los cajones de anclaje se colocarán los sistemas de anclaje correspondientes.
Se repetirá el procedimiento hasta su altura total. En las pilas se deberá dejar las preparaciones para posteriormente colocar los apoyos y galápagos.
Es importante indicar que para el cajón de la margen izquierda se deberá realizar el relleno compactado exterior de la parte frontal hasta que se alcance el relleno de la vía




## 6

ETAPA 6.-

Una vez que se haya alcanzado el nivel de relleno compactado tal que sea el de la cimentación para los muros, se deberá realizar los mismos procedimientos que se utilizaron para la construcción de los cajones de anclajes es decir:
Antes de iniciar con la colocación del replantillo se deberá realizar un regado de lechada de cemento con el objeto de conseguir consolidación del material de base en toda el área, luego se colocará un replantillo de hormigón ciclópeo f'c=180 Kg/cm2 + 40% de piedra con un espesor de 0.60 m, en toda el área
En esta etapa se debe iniciar el corte y doblado del acero de refuerzo para las zapatas
Cuando el replantillo haya fraguado, se empezará con la colocación y armado del acero de refuerzo para las zapatas, siguiendo las indicaciones de los planos de taller.
Se debe tener listos los encofrados para las zapatas, una vez que se haya acabado de armar el acero de refuerzo se debe proceder a colocar los encofrados.
La armadura principal de pantallas debe también ser colocada en esta etapa.
Cuando se haya verificado que toda la armadura se encuentra en la posición correspondiente se procederá al vaciado del hormigón para las zapatas.
Un aspecto importante para el hormigonado debido a las dimensiones de las cimentaciones es el procedimiento que el Constructor deberá seguir para el mismo, ya que se debe evitar el calor de hidratación mediante el uso de esquemas de enfriamiento como nitrógeno líquido o hielo seco.
Cuando el hormigón de la cimentación haya adquirido la resistencia necesaria, se retirarán los encofrados de la misma.
Se continúa con el corte y doblado del acero de refuerzo para las pantallas y se iniciará con la colocación y armado del acero de refuerzo, siguiendo las indicaciones de los planos de taller.
Se debe tener listos el sistema de encofrados para los elementos, y se colocarán tanto interna como exteriormente.
Cuando se haya verificado que toda la armadura se encuentra en la posición correspondiente se procederá al vaciado del hormigón para el primer tramo.
Una vez hormigonado el primer tramo de se continúa con el armado del acero de refuerzo para el tramo siguiente y se deberá deslizar los encofrados para el tramo correspondiente. Se deberá colocar una protección anticorrosiva en las paredes con contacto con el relleno, una vez que se retire los encofrados del primer tramo se realizará la colocación de lastre compactados simultáneamente con los rellenos exteriores.
Se repetirá el procedimiento hasta su altura total.
Para el margen derecho se deberá realizar la construcción de cabezales de entrada y salida de las alcantarillas y la colocación de las mismas en los niveles indicados y se proseguirá con los rellenos hasta alcanzar el nivel de subrasante correspondiente.




**NOTAS GENERALES**

-NORMAS DE DISEÑO : AASTHO LRFD 2010
-SOBRECARGA: HS - MOP O CARGA EQUIVALENTE MAYORADA 25%
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=3500 Kg/cm2
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=2520 Kg/cm2
-NORMAS PARA SOLDADURA : AWS D1.5
-SOLDADURA : ELECTRODOS E 8016-C2 PARA TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA EN TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA DE ALUMINIO EN EL CAMPO
-DEBERÁ COMPROBARSE LA CALIDAD DEL ACERO ESTRUCTURAL, MEDIANTE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES DE IMPORTACION
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE ELABORARÁ PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO DEACUERDO A LOS PLANOS DE DISEÑO
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE REALIZARÁ EL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DE LA ESTRUCTURA DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE, DE TAL FORMA QUE AL FINAL DEL MONTAJE, HORMIGONADO DE LOSA, COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA Y PASAMANOS, LAS VIGAS CUMPLAN CON EL CÁMBER DE DISEÑO PROPUESTO.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco · Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015 ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE ANTON TACU L=200.00m ubic 0+007.50

DESCRIPCIÓN : PROCESO CONSTRUCTIVO

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-021

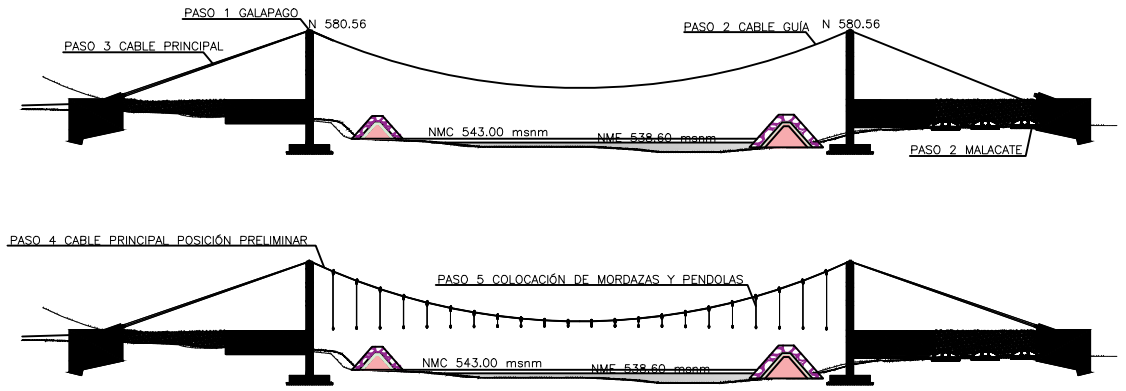
HOJA : 21 DE 22

REV. 0

7

ETAPA 7.-

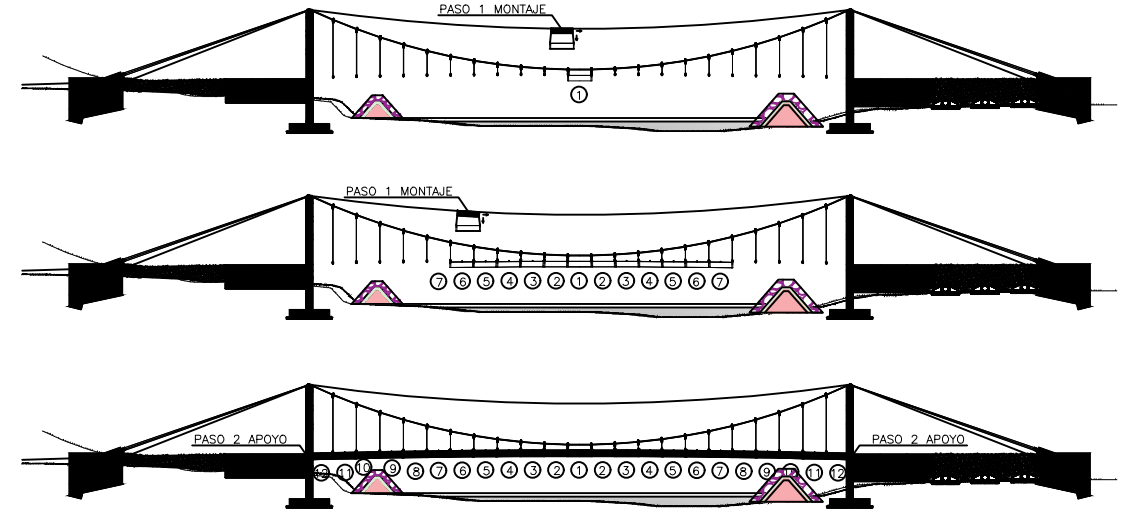
Como primer paso se colocarán los galápagos, libres de forma tal que permitan el paso de los cables.
Para efecto del montaje de cables se realizará un alineamiento de los mismos y se marcará la ubicación de las péndolas y galápagos y se procederá a su colocación de acuerdo con las facilidades que tenga el constructor, se recomienda ubicar cables guía con los cuales y con la utilización de un malacate se tirará del cable hasta colocar en su posición preliminar.
Una vez colocados los cables principales se procede con la colocación de mordazas y péndolas de acuerdo a lo indicado en los planos. El constructor deberá definir la longitud de corte de los cables una vez que se determine el exacto módulo de elasticidad de los mismos con el objeto de obtener la geometría descrita en planos de diseño, una vez que se han producido todas las elongaciones en el cable por efecto de las cargas que afectan a los mismos durante la construcción. Deberá llevarse un registro de la forma de los cables a lo largo del proceso constructivo




8

ETAPA 8.-

El constructor deberá proveer de un sistema de montaje para la estructura metálica, se recomienda la utilización de un teleférico que permita movimientos horizontales y verticales de forma tal que las dovelas que conforman el puente puedan ubicarse en los sitios correspondientes indicados en planos. La secuencia de colocación se realizará a partir de la dovela central y las siguientes dovelas se colocarán de manera secuencial a cada lado de la dovela central como se indica.
Se realizará la soldadura de ménsulas y vigas transversales, y la sujeción de las dovelas laterales a las péndolas respectivas. Se colocará los apoyos móviles antes del lanzamiento de la última dovela
Se realizará una evaluación de la posición de los cables. El constructor deberá determinar la forma de los cables luego de esta etapa




**NOTAS GENERALES**

-NORMAS DE DISEÑO : AASTHO LRFD 2010
-SOBRECARGA: HS - MOP O CARGA EQUIVALENTE MAYORADA 25%
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=3500 Kg/cm2
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 - LIMITE DE FLUENCIA Fy=2520 Kg/cm2
-NORMAS PARA SOLDADURA : AWS D1.5
-SOLDADURA : ELECTRODOS E 8016-C2 PARA TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA EN TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA DE ALUMINIO EN EL CAMPO
-DEBERÁ COMPROBARSE LA CALIDAD DEL ACERO ESTRUCTURAL, MEDIANTE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES DE IMPORTACION
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE ELABORARÁ PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO DEACUERDO A LOS PLANOS DE DISEÑO
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE REALIZARÁ EL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DE LA ESTRUCTURA DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE, DE TAL FORMA QUE AL FINAL DEL MONTAJE, HORMIGONADO DE LOSA, COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA Y PASAMANOS, LAS VIGAS CUMPLAN CON EL CÁMBER DE DISEÑO PROPUESTO.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| INGENIERÍA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE AZUAY TACU
L=206.40m abs 0+067.60

DESCRIPCIÓN : PROCESO CONSTRUCTIVO

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-022

HOJA : 22 DE 23

REV. 0

9

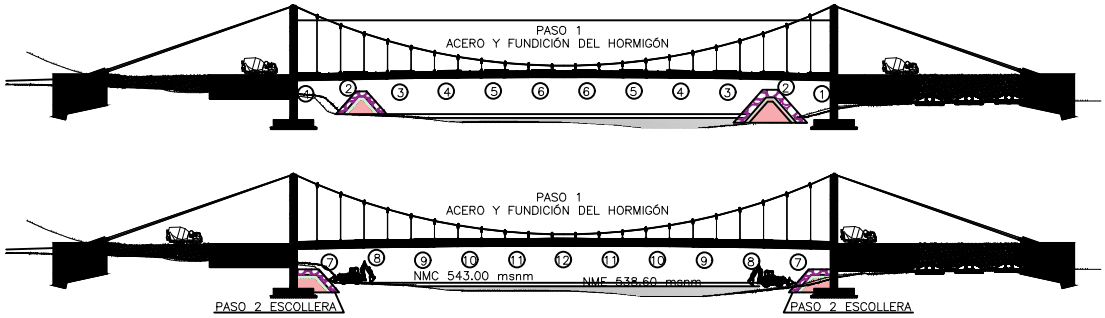
ETAPA 9.-

Una vez que se ha montado la estructura metálica se procede a la colocación de encofrados, armado del acero de refuerzo, y fundición de acuerdo a la secuencia indicada en planos. Una vez terminado el proceso de hormigonado se procederá a verificar la forma de los cables.
Se colocarán juntas en el tablero una vez terminado el hormigonado en los sitios de unión de dovelas

10

ETAPA 10.-

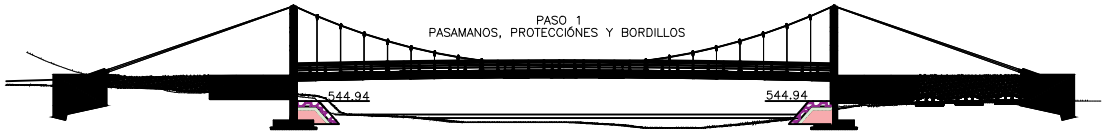
Las escolleras se conformarán con el material de los diques de protección, el objetivo es el de resguardar las pilas de la socavación producida por las crecientes, para el efecto procederá a su construcción de acuerdo a lo indicado esto es: una primera capa de material tomado de las márgenes del rio con un buen contenido de finos que permita la generación de un núcleo impermeable (3 en el gráfico), una segunda capa de material con diámetro medio de 10cm que cumpla el efecto de filtro (2 en el gráfico) y finalmente un manto constituido con material de gran diámetro con diámetro medio mayor a 0.60 metros.

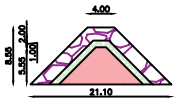



11

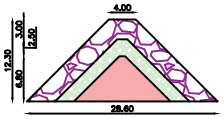
ETAPA 11.-

En esta etapa se procede a la colocación de pasamos de protección peatonal y bordillos de protección vehicular y la capa de rodadura, se procederá a verificar la forma de los cables, y posteriormente se realizará la pintura final de las estructuras metálicas, las mismas que llegarán pre pintadas a la obra y se colocará la señalización horizontal y vertical correspondiente

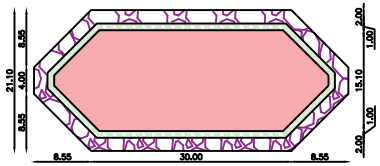


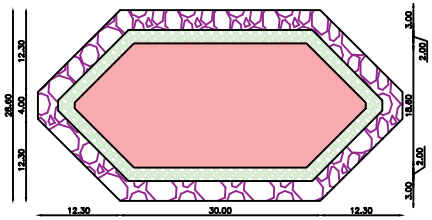

ELEVACIÓN DIQUE IZQUIERDO
Escala: 1:100




ELEVACIÓN DIQUE DERECHO
Escala: 1:100



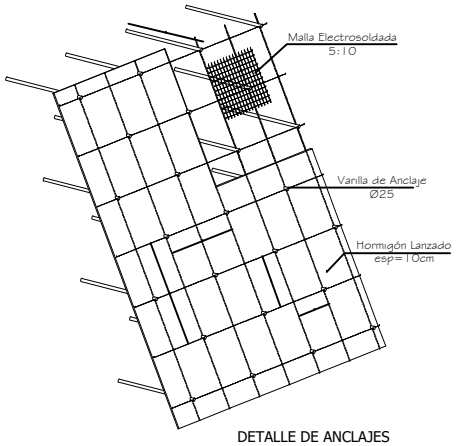

PLANTA DIQUE IZQUIERDO
Escala: 1:100



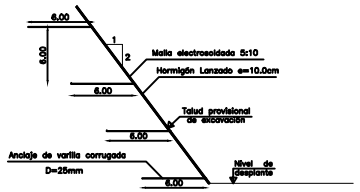

PLANTA DIQUE DERECHO
Escala: 1:100

| DIQUE IZQUIERDO | |
|---|---|
| RUBRO | CANTIDAD |
| ESCOLLERA | 1890.88 m3 |
| SUB BASE CLASE III | 695.91 m3 |
| ARENA | 1393.92 m3 |

| DIQUE DERECHO | |
|---|---|
| RUBRO | CANTIDAD |
| ESCOLLERA | 4226.62 m3 |
| SUB BASE CLASE III | 1907.62 m3 |
| ARENA | 1915.81 m3 |




DETALLE DE ANCLAJES
Escala: S:E




ESQUEMA LATERAL DE
DISTRIBUCIÓN DE ANCLAJES
Escala: S:E

** Se utilizará distribuciones similares para el margen derecho*
*** Se utilizará distribuciones similares para todos los lados de la excavación*

## RESUMEN DE MATERIALES

| | TALUD |
|---|---|
| ANCLAJES DE VARILLA CORRUGADA D=25mm | 3.190,28 Kg |
| VOLUMEN DE HORMIGON ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 e=10cm | 419,72 m2 |
| MALLA ELECTRO-SOLDADA 5:10 | 4.197,20 m2 |
| ESCOLLERA | 6.117,50 m3 |
| SUB BASE CLASE III | 2.603,53 m3 |
| ARENA | 3.309,73 m3 |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

MALLA ELECTRO-SOLDADA 5:10 fy= 5000 Kg/cm2
HORMIGON ESTRUCTURAL f'c= 210 Kg/cm2

**NOTAS GENERALES**

-NORMAS DE DISEÑO : AASTHO LRFD 2010
-SOBRECARGA: HS - MOP O CARGA EQUIVALENTE MAYORADA 25%
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-588 : LIMITE DE FLUENCIA Fy=3500 Kg/cm2
-ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 : LIMITE DE FLUENCIA Fy=2520 Kg/cm2
-NORMAS PARA SOLDADURA : AWS D1.5
-SOLDADURA : ELECTRODOS E 8016-C2 PARA TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA EN TALLER Y EN CAMPO
-SE DARA DOS MANOS DE PINTURA DE ALUMINIO EN EL CAMPO
-DEBERA COMPROBARSE LA CALIDAD DEL ACERO ESTRUCTURAL, MEDIANTE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES DE IMPORTACION
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE ELABORARÁ PLANOS DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE ACERO DEACUERDO A LOS PLANOS DE DISEÑO
-EL CONSTRUCTOR OBLIGATORIAMENTE REALIZARÁ EL ANÁLISIS DE DEFLEXIONES DE LA ESTRUCTURA DURANTE EL PROCESO DE MONTAJE, DE TAL FORMA QUE AL FINAL DEL MONTAJE, HORMIGONADO DE LOSA, COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA Y PASAMANOS, LAS VIGAS CUMPLAN CON EL CÁMBER DE DISEÑO PROPUESTO.

**DIBUJOS DE REFERENCIA**

| NÚMERO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| GG-021-2015-40-002 | INDICE Y ESPECIFICACIONES GENERALES |

**REVISIONES**

| REV. | DESCRIPCIÓN | FECHA | ELABORÓ | REVISÓ | APROBÓ |
|---|---|---|---|---|---|
| A | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | DIC/2015 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| B | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | OCT/2016 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | |
| 0 | EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE | ENE/2017 | F.FERNÁNDEZ | F.FERNÁNDEZ | C.CARCHIO |

| INGENIERIA / REGISTRO DISEÑO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|
| ELABORADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| ING. DE DISEÑO. : ING. PATRICIO VITERI | | ENE/2017 |
| REVISADO POR : DR. FRANCISCO FERNANDEZ | | ENE/2017 |
| GERENTE TECNICO: ING. EDUARDO LASCANO | | ENE/2017 |
| APROBACION DEL CLIENTE : | | |

Francisco Fernández CONSULTOR

CLIENTE : ECUADOR ESTRATEGICO EP

PROYECTO : GG-021-2015
ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE ANTON TACU
L=200.00m ABer 8+067.00

DESCRIPCIÓN : PROCESO CONSTRUCTIVO

TAMAÑO : A1
ESCALA : INDICADAS

DIBUJO N°. GG-021-2015-040-010-022

HOJA : 23 DE 23

REV. 0

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE EEEP. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE EEEP.
THIS DRAWING CONTAINS PROPIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION EEEP.