

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Mejora de diseño para optimizar la transitabilidad en  
los accesos del proyecto ampliación del servicio de  
transitabilidad vehicular y peatonal del puente  
Huaycoloro en el distrito de San Juan de Lurigancho,  
Lima – Lima, 2018**

Cesar Augusto Champi Delgado

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## RESUMEN

La metodología BIM es una metodología de trabajo colaborativo para la creación y gestión de un proyecto. Nació en los Estados Unidos a principios de los 70 y fue desarrollándose de tal forma que para el 2009 el 49% de las empresas de EE. UU. ya lo utilizaban. En Canadá se impusieron estándares y normativas BIM desde el año 2015; en Europa se tiene a Francia en donde se exige la implementación de esta metodología en proyectos de más de 20 millones de euros; en Holanda, ya en 2015 aproximadamente, el 75% de los proyectos se realizaban en BIM; en Reino Unido desde el 2016 es de carácter obligatorio en las inversiones públicas.

En el Perú, actualmente se viene adaptando esta metodología a través de la ejecución del Plan BIM Perú, la cual se inició por el Decreto Supremo N. 237-2019-EF. Plan Nacional de Competitividad y Productividad promulgado con fecha 28 de julio de 2019, este plan tiene como objetivo lograr la implementación del BIM en todas las fases del ciclo de vida de todas las inversiones públicas.

El presente proyecto ha sido elaborado sobre la base de la elaboración del estudio a nivel de expediente técnico del proyecto “Ampliación del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal del puente Huaycoloro en la región de Lima, Provincia de Lima, en el distrito de San Juan de Lurigancho”, de acuerdo al contrato N° 001-2018-MDSJL suscrito entre la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho y Limberg Waldyr Luque Ortiz con fecha 04 de enero de 2018 y aprobado con fecha 30 de mayo de 2018. El proyecto tomó como base el estudio de preinversión, nivel de perfil y durante el desarrollo del estudio se evidenciaron las deficiencias del estudio de perfil en el diseño geométrico en los accesos de las vías cercanas al puente; por lo tanto, con el fin de cumplir con uno de los objetivos principales del proyecto “Adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal” se desarrolló un rediseño del proyecto en el que participaron un equipo de especialistas a quienes acompañó un equipo BIM que se encargó de desarrollar esta metodología durante la elaboración del estudio.

Debido a la envergadura y la longitud del puente se ocupó el cargo de coordinador BIM y a la vez, se realizaron actividades de Modelador BIM de infraestructura vial en Civil 3D, así mismo se contó con un modelador en Revit estructural el cual se fue responsable del detallamiento de las estructuras del puente, finalmente estos modelos fueron integrados en el software INFRAWORKS donde se exportó el respectivo formato universal IFC.

## **ABSTRACT**

The BIM methodology is a collaborative work methodology for the creation and management of a project. This methodology was born in the United States in the early 70's and was developing in such a way that by 2009 49% of US companies were already using it; in Canada BIM standards and regulations were imposed since 2015; in Europe we have France which requires the implementation of this methodology in projects of more than 20 million euros, in Holland already, in 2015 approximately, 75% of the projects were carried out in BIM, in United Kingdom since 2016 it is mandatory in public investments.

In Peru, this methodology is currently being adapted through the implementation of the BIM Peru Plan, which was initiated by Supreme Decree N. 237-2019-EF. National Competitiveness and Productivity Plan enacted on July 28, 2019, this plan aims to achieve the implementation of BIM in all phases of the life cycle of all public investments.

This project has been prepared based on the preparation of the technical file level study of the project "Expansion of vehicular and pedestrian trafficability service of the Huaycoloro bridge in the region of Lima, Province of Lima in the district of San Juan de Lurigancho", according to contract No. 001-2018-MDSJL signed between the District Municipality of San Juan de Lurigancho and Limberg Waldyr Luque Ortiz dated January 04, 2018 and approved on May 30, 2018, the project took as a basis the preinvestment study at profile level and during the development of the study, the deficiencies of the profile study in the geometric design in the accesses of the roads near the bridge were evidenced, therefore in order to meet one of the main objectives of the project "Adequate conditions of vehicular and pedestrian trafficability" a redesign of the project was developed with the participation of a team of specialists who were accompanied by a BIM team that was responsible for developing this methodology during the preparation of the study.

Due to the size and length of the bridge, the position of BIM Coordinator was filled and at the same time activities of BIM modeler of road infrastructure in Civil 3D were performed, likewise a structural Revit modeler was used for the detailing of the bridge structures, finally

these models were integrated into the INFRAWORKS software where the respective universal IFC format was exported.

## ÍNDICE

<b>Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>4</b>
<b>Índice .....</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo I Aspectos generales de la empresa y/o institución.....</b>	<b>9</b>
1.1. Datos generales de la institución.....	9
1.2. Actividades principales de la institución y/o empresa .....	9
1.3. Reseña histórica de la institución y/o empresa.....	10
1.4. Organigrama de la institución y/o empresa .....	10
1.5. Visión y misión .....	11
1.5.1 Visión.....	11
1.5.2 Misión .....	11
1.6. Bases legales o documentos administrativos.....	11
1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales .....	11
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución y/o empresa.....	11
<b>Capítulo II Aspectos generales de las actividades profesionales .....</b>	<b>13</b>
2.1. Antecedentes o diagnóstico situacional.....	13
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional.....	14
2.3. Objetivos de la actividad profesional .....	15
2.4. Justificación de la actividad profesional.....	15
2.5. Resultados esperados .....	16
<b>Capítulo III Marco teórico .....</b>	<b>17</b>

3.1. Planteamiento del problema.....	17
3.1.1 Descripción de la realidad problemática.....	17
3.1.2 Formulación del problema.....	17
3.1.3 Objetivos del proyecto.....	18
3.2. Marco teórico.....	18
3.2.1 Historia de los puentes.....	18
3.2.2 Definición de puente.....	20
3.2.3 Clasificación de puentes.....	20
3.2.4 Partes de un puente.....	21
3.2.5 Criterios generales para el diseño del puente.....	21
3.2.6 Diseño estructural de puentes con AASHTO 2017.....	23
3.3. Desarrollo del proyecto.....	55
3.3.1 Ubicación:.....	55
3.3.2 Diagnóstico de la situación actual.....	56
3.3.3 Proyecto mejoramiento puente Huaycoloro – estudio de perfil.....	59
3.3.4 Mejora de diseño geométrico.....	66
3.3.5 Mejora de diseño estructural.....	70
<b>Capítulo IV Descripción de las actividades profesionales.....</b>	<b>89</b>
4.1. Descripción de actividades profesionales.....	89
4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales.....	89
4.1.2 Alcance de las actividades profesionales.....	89
4.1.3 Entregables de las actividades profesionales.....	90
4.2. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	91

4.2.1 Metodologías .....	91
4.2.2 Técnicas.....	91
4.2.3 Instrumentos .....	92
4.2.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades .....	92
4.3. Ejecución de las actividades profesionales .....	93
4.3.1 Cronograma de actividades realizadas. ....	93
4.3.2 Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.....	93
<b>Capítulo V Resultados .....</b>	<b>98</b>
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	98
5.2. Logros alcanzados .....	99
5.3. Dificultades encontradas .....	99
5.4. Planteamiento de mejoras.....	99
5.4.1 Metodologías propuestas .....	99
5.4.2 Descripción de la implementación .....	100
5.5. Análisis .....	100
5.6. Aporte del bachiller en la empresa y/o institución.....	101
<b>Conclusiones .....</b>	<b>102</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>103</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>104</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>105</b>

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN**

#### **1.1. Datos Generales de la Institución**

Razón Social: Limberg Waldyr Luque Ortiz

RUC: 10295972110

Dirección: Av. Dolores Mza. A lote. 3 Urb. los Jacintos - Arequipa

Representante Legal: Limberg Waldyr Luque Ortiz

Teléfono: 953 713 214

Correo electrónico: wluque623@yahoo.es

#### **1.2. Actividades principales de la institución y/o empresa**

- Actividades especializadas de construcción
- Actividades profesionales, científicas y técnicas
- Consultoría de proyectos
- Ejecución de obras

### 1.3. Reseña histórica de la institución y/o empresa

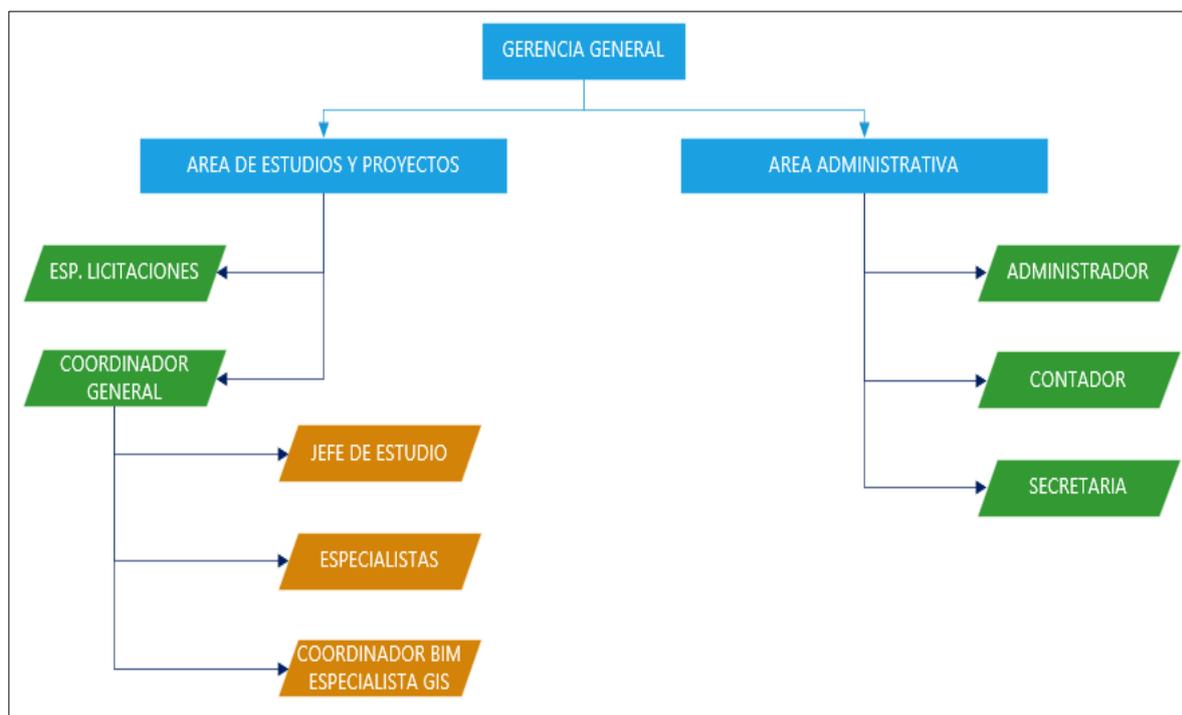
El ingeniero Limberg Waldyr Luque Ortiz es egresado de la universidad de San Agustín de Arequipa de la Facultad de ingeniería civil, cuenta con más de 15 años de experiencia en la consultoría de proyectos de infraestructura vial, edificaciones y saneamiento.

### 1.4. Organigrama de la institución y/o empresa

La empresa se divide en dos áreas: el área de estudios y proyectos que se encarga de las licitaciones y la ingeniería de los proyectos; y el área administrativa de acuerdo al siguiente organigrama.

**Figura 1**

Organigrama general LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ



Nota: Elaboración del autor

## **1.5. Visión y misión**

### **1.5.1 Visión**

Buscamos ser una de las mejores empresas consultoras a nivel nacional en el desarrollo de proyectos con el más alto profesionalismo, aplicando las nuevas tecnologías y soluciones originales para nuestros clientes.

### **1.5.2 Misión**

Limberg Waldyr Luque Ortiz es una empresa de ingeniería dedicada a la consultoría de obra con presencia nacional que brinda a sus clientes un servicio integral con calidad y responsabilidad basándose en los valores éticos e innovaciones tecnológicas.

## **1.6. Bases legales o documentos administrativos.**

- Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, y sus modificatorias.
- Decreto Legislativo N° 1486, Decreto Legislativo que establece disposiciones para mejorar y optimizar la ejecución de las inversiones públicas
- Decreto Supremo N° 284-2018-EF, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1252 y su modificatoria.
- Decreto Supremo N° 289-2019-EF

## **1.7. Descripción del área donde realiza sus actividades profesionales**

El bachiller realizó sus actividades profesionales en el área de estudios y proyectos, el cual se dedica al desarrollo de los componentes de ingeniería de los estudios desarrollados por la empresa.

## **1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la institución y/o empresa**

El bachiller ocupa el cargo de coordinador BIM y especialista GIS en los proyectos de la empresa y tiene como siguientes responsabilidades:

- Revisión y análisis de la data obtenida de los trabajos de campo topografía, estudio de suelos.

- Análisis y compatibilización de la data de interferencias con servicios públicos en formato GIS
- Elaboración de mapas y confección de tablas de datos en ArcGIS
- Desarrollo del diseño geométrico en civil 3d en coordinación con los especialistas y el jefe de estudio
- Coordinación con el especialista en suelos y pavimentos para la definición de la estructura del pavimento y la cuantificación de los volúmenes de material
- Coordinación con el especialista en obras de arte para el planteamiento de las obras de arte
- Desarrollo del modelo en civil 3d de pavimentación y obras de arte
- Cuantificación de volúmenes de movimiento de tierra, volúmenes de concreto, áreas de pavimentación en civil 3d
- Desarrollo de maqueta en infraworks con presentación 3d con datos paramétricos
- Exportación en formato IFC

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

#### 2.1 Antecedentes o diagnóstico situacional

En la actualidad, el desarrollo de estudios a nivel de expediente técnico y/o preinversión se realizan mediante metodologías tradicionales empleando, muchas veces, solo el AUTOCAD y haciendo un análisis en 2 dimensiones sobre el proyecto. Estos diseños basados en dibujos con líneas debían pasar por distintos procesos y ser compatibilizados de forma manual por las distintas especialidades dando paso a errores que se traducen en adicionales y ampliaciones que incrementan el costo de obra.

En la actualidad, países desarrollados vienen aplicando la metodología BIM en sus proyectos. La denominación de esta metodología proviene del acrónimo inglés *Building Information Modeling* (BIM), con el cual nos referimos a una metodología (no a un simple software) que permite generar un modelo virtual del edificio y/o infraestructura capaz de contener toda la información relacionada con el mismo (arquitectónica, estructural,

saneamiento y eficiencia energética, etc.); información que no solo concierne a la fase del proyecto, sino al entero ciclo de vida de la construcción.

En el Perú, se ha incorporado el Plan BIM Perú como medida de política que define la estrategia nacional para la implementación progresiva de adopción y uso de BIM en los procesos de las fases del ciclo de inversión desarrollados por las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, de manera articulada y concertada, y en coordinación con el sector privado y la academia teniendo como marco legal el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, aprobado el 28 de julio de 2019, mediante el Decreto Supremo N. 237-2019-EF que establece como medida de política 1.2 la adopción progresiva de la metodología BIM en el sector público.

En el Decreto Supremo N. 289-2019-EF, se aprueban las disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública de las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

La empresa Limberg Waldyr Luque Ortiz, en aras de ser parte de este cambio, implementó en su área de estudios y proyectos el espacio para un coordinador BIM, en este caso, a cargo del bachiller.

## **2.2 Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional**

Actualmente, el BIM es reconocido como una herramienta importante en las políticas globales y nacionales dedicadas al desarrollo de la infraestructura y la construcción de cada país. Si analizamos el estado de difusión del *Building Information Modeling* en algunos países: Reino Unido, países escandinavos están a la vanguardia; otros como Australia y Canadá se están acercando al BIM de forma gradual, pero decisiva.

En los países latinoamericanos, los procesos de digitalización en el sector AEC tuvieron un inicio tardío en comparación con los países europeos o norteamericanos; sin embargo, su vigor e impulso hacia el objetivo está permitiendo su rápida propagación.

El pasado 9 de septiembre de 2019, se publicó en Perú en el diario oficial "El Peruano" el decreto que contiene las disposiciones para la integración gradual del BIM en proyectos

públicos, el cual estima que para el año 2025 se deberá tener un marco regulatorio para todas las instituciones y para el 2030 se dará la obligatoriedad en todo el sector público a través de su respectiva norma.

En ese sentido, es necesario que las distintas empresas dedicadas al rubro de la consultoría y construcción vayan incorporando la metodología BIM en sus procesos y colaborar con la implementación de esta tecnología en nuestro país.

### **2.3 Objetivos de la actividad profesional**

Los objetivos que tiene el coordinador BIM en la empresa son:

- Mejorar la administración de datos e información compleja de proyectos
- Gracias a los modelos 3D, facilitar la comprensión de un proyecto y un mejor manejo de las expectativas de los clientes.
- Facilitar la comunicación, trazabilidad y transparencia de la información, optimizando los flujos de trabajo.
- Facilitar la integración, actualización y coordinación de toda la información generada por los diferentes actores de un proyecto, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario.
- Permitir la prevención y solución de los problemas de manera anticipada, lo que disminuye los inconvenientes durante la construcción y duplicidad del trabajo.
- Optimizar la planificación de costos y plazos, lo que conllevará a una mayor producción en menor tiempo y recursos.
- Permitir la simulación del comportamiento de un proyecto, posibilitando la optimización del diseño, uso, eficiencia energética, mejorando así su sustentabilidad en el tiempo.
- Permitir la simulación y planificación de medidas de seguridad y prevención de riesgos.
- Facilitar el uso de componentes constructivos prefabricados, haciendo más eficiente la construcción.

### **2.4 Justificación de la actividad profesional**

- Modelado de condiciones existentes, emplear un modelo para identificar las condiciones existentes y futuras de un determinado emplazamiento. Estudiar las repercusiones en el entorno que un edificio puede ocasionar desde su diseño, hasta la construcción y vida útil.

- Estimación de costes, emplear el modelo para el control de costes en cada una de las fases del proyecto: construcción, operación y mantenimiento.
- Planificación 3D y 4 D, emplear el modelo para poder planificar el trabajo en función del tiempo. Este uso permite marcar hitos y poder gestionar la planificación de la obra.
- Análisis de emplazamiento, usar el modelo para estudiar la ubicación adecuada del edificio o infraestructura dentro de un emplazamiento.
- Revisión del diseño, utilizar el modelo para la toma de decisiones, revisión espacial y arquitectónica del edificio.
- Análisis de las ingenierías, usar el modelo para poder realizar análisis, cálculos y estudios relativos a estructuras, instalaciones, estudios energéticos, climatización, mecánica, etc.
- Autoría de diseño Utilizar el modelo para extraer toda la documentación gráfica necesaria para cubrir el alcance del proyecto contratado. Proyecto básico, de ejecución.
- Coordinación 3D, utilizar los modelos para la detección de interferencias entre las diferentes especialidades, permitiendo eliminar los conflictos en fase previa a obra.
- Control y planificación 3D usar el modelo para organizar y decidir la mejor ubicación e instalación concreta de un determinado equipo en obra. Planificación de tiempos y trabajos para ubicación de dichos equipos.
- Diseño en la construcción usar el modelo para resolver el diseño de elementos y estructuras complejas en fase de obra.
- Gestión de activos usar el modelo para poder gestionar a corto y largo plazo las repercusiones financieras de cambios físicos en el edificio. Programar dichos costes, con la ayuda del modelo se pueden controlar las inversiones de costes de posibles modificaciones.

## **2.5 Resultados esperados**

Con la implementación de la metodología BIM en los proyectos se espera:

- Mejorar la calidad de los proyectos.
- Evitar adicionales y ampliaciones en obra
- Reducir los plazos de entrega y costos de los proyectos.
- Desarrollo de diseños más eficientes y sustentables, disminuyendo el consumo de energía y emisiones.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Planteamiento del problema

##### **3.1.1 Descripción de la realidad problemática**

El puente Huaycoloro está ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho en Lima. Este puente resultó afectado por el fenómeno del niño en el año 2017, es por ello que se ha planteado la ampliación del puente. El expediente técnico para la ejecución del proyecto presenta deficiencias en el diseño geométrico en la transitabilidad de los accesos, a causa de ello, se plantea el presente proyecto a fin de brindar adecuadas condiciones de transitabilidad en los accesos cercanos al puente.

##### **3.1.2 Formulación del problema**

###### **3.1.2.1 Problema principal**

¿Cómo mejorar las condiciones de transitabilidad y operabilidad en los accesos del proyecto de ampliación del puente Huaycoloro?

### **3.1.2.2 Problemas específicos**

¿Cómo optimizar el diseño geométrico del proyecto de ampliación del puente Huaycoloro?

¿Cómo adecuar el planteamiento de la infraestructura del puente Huaycoloro para mejorar las condiciones de transitabilidad en los accesos?

### **3.1.3 Objetivos del proyecto**

#### **3.1.3.1 Objetivos principal**

Proveer adecuadas condiciones de transitabilidad y operatividad en los accesos del proyecto de ampliación del puente Huaycoloro.

#### **3.1.3.2 Objetivos específicos**

Desarrollar un diseño geométrico que permita brindar adecuadas condiciones de transitabilidad y operatividad en los accesos del proyecto de ampliación del puente Huaycoloro.

Desarrollar el planteamiento de la infraestructura de acuerdo a las mejoras desarrolladas en el diseño geométrico

## **3.2 Marco teórico**

### **3.2.1 Historia de los puentes**

Los primeros puentes de la historia fueron hechos por la naturaleza; tan simple como un tronco caído sobre un arroyo.

Los primeros puentes construidos por seres humanos eran probablemente tramos de troncos o tablones de madera acomodados por el hombre primitivo y, finalmente, piedras usando un simple apoyo y una viga transversal. La mayor parte de estos primeros puentes construidos no podían soportar pesos pesados o fuertes corrientes de agua. Fueron estas deficiencias que llevaron al desarrollo y a la evolución progresiva de la construcción cada vez mejor de los puentes.

No fue hasta la llegada de los romanos cuando la construcción de puentes sufrió su primer gran avance en términos de construcción, por ejemplo, el arco. Los puentes de arco contruidos con piedras y cemento permitían soportar grandes cargas y también eran muy resistentes a las inclemencias meteorológicas sin ningún inconveniente. Tanto es así que no son pocos los puentes romanos que se siguen utilizando en nuestros días y que forman parte de la red de carreteras, como el puente de Alcántara. Por desgracia, la caída del imperio romano tuvo graves consecuencias ya que la mayor parte de las estructuras se vio más como un punto débil en términos de defensa estratégica que como una ventaja, es por ello que fueron destruidas. No obstante, el patrón tecnológico que hubo en este aspecto fue tal que la técnica constructiva (piedras, madera y arco) apenas varió desde los romanos hasta el imperio napoleónico.

Años después, se comenzaron a construir puentes de ladrillo y cemento. Parece increíble, sin embargo, aunque el cemento ya había sido utilizado por los romanos, el uso de este recurso volvió a ser un descubrimiento en las técnicas constructivas; esta tecnología se había perdido con el paso del tiempo y nadie había vuelto a usarla.

Se tuvo que esperar hasta el siglo XVIII para volver a ver nuevos avances en estas construcciones. Hans Ulrich, Johannes Grubenmann y otros comenzaron a desarrollar las vigas, facilitando de esa manera la construcción de puentes robustos.

Hubert Gautier escribe en 1716 el primer libro que se conoce en la historia sobre ingeniería para la construcción de puentes.

Afortunadamente, no hubo que esperar otros seiscientos años para seguir innovando, pues durante el siglo XIX llegaron grandes avances en la construcción de puentes. En primer lugar, el hierro, que, pese a no dar buenos resultados debido a su escasa fuerza elástica para soportar grandes cargas, abrió el camino hacia algo innovador y definitivo: el acero. Comenzó así una revolución constructiva que llenó nuestra orografía de puentes metálicos, sobre todo a raíz del desarrollo de la tecnología creada por Gustave Eiffel que permitió crear puentes en sitios inauditos y poder crear nuevas vías de comunicación en sitios impensables. Aún hoy, son numerosos los ejemplos que sobreviven de este tipo de puentes.

### 3.2.2 Definición de puente

Según Belmonte, los puentes son “una obra de arte destinadas a salvar depresiones de terreno, pasos sobre corrientes de agua o cruces a desnivel permitiendo la circulación ininterrumpida de peatones, vehículos, agua y otros” (Belmonte G., 1990). Con respecto a lo indicado por el autor, podemos agregar que a los puentes que soportan un canal o conductos de agua se les denomina acueductos; a los que cruzan autopistas o vías de tren se llaman pasos elevados.

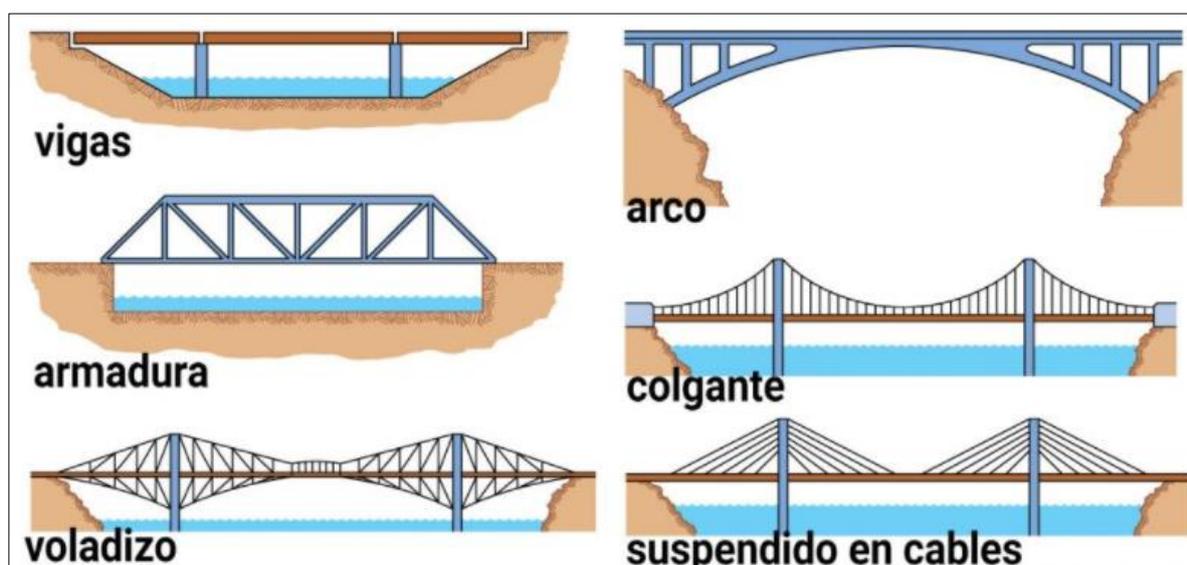
### 3.2.3 Clasificación de puentes

Los puentes se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Según su función: los puentes pueden ser peatonales, carreteros, ferroviarios.
- Por los materiales: pueden ser de madera, mampostería, acero estructura, concreto armado, concreto presforzado.
- Por el tipo de estructura: vigas, armadura, voladizo, arco, colgante y suspendidos por cables.

**Figura 2**

Tipos de puentes según su estructura



Nota: Figura obtenida de la Enciclopedia Británica, Inc.

### **3.2.4 Partes de un puente**

Los puentes se dividen en dos partes constitutivas: la superestructura y la infraestructura.

- a) Superestructura: Está constituida, en general, por todos los elementos que constituyen el tramo horizontal; por ejemplo, las vigas, diafragmas, tablero, aceras, postes, pasamanos, capa de rodadura, etc.
- b) Infraestructura o subestructura: Son los componentes estructurales del puente que soportan el tramo horizontal, los componentes más importantes son los estribos, pilares, cimentación, etc.
- c) Así mismo, existen elementos intermedios que sirven para transmitir los esfuerzos entre la superestructura y la subestructura denominados aparatos de apoyo.

### **3.2.5 Criterios generales para el diseño del puente**

#### **3.2.5.1 Estudios básicos de ingeniería**

Para el diseño de un puente debemos tener en consideración los siguientes estudios de ingeniería básica:

- a) Estudios topográficos: el cual tiene como objetivo principal posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- b) Estudios de hidrología e hidráulica: este estudio nos permite establecer la ubicación óptima del cruce, caudal de diseño, nivel de aguas máximas extraordinarias, galibo recomendable, profundidad de socavación, obras de protección.
- c) Estudio geológico y geotécnico: este estudio definirá las propiedades físicas y mecánicas de los suelos y/o rocas, zonificación geológica de la zona, descripción de la geomorfología, recomendaciones sobre las cimentaciones del puente y recomendaciones sobre las canteras.
- d) Estudios de riesgo sísmico: tendrá la finalidad de determinar espectros de diseño que definan los componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de cota de cimentación.
- e) Estudio de tráfico: de este estudio se obtendrá los conteos y clasificación vehicular, tráfico actual (IMDA) y tráfico proyectado, ESAL de diseño (pavimentación)

- f) Estudios de trazo de la vía: definición del alineamiento horizontal y perfil longitudinal del eje en los tramos de accesos, definición de los anchos de calzada bermas y cunetas en las diferentes zonas de los accesos.

Adicionalmente a estos estudios, existen estudios complementarios que forman parte de los estudios para la construcción de puentes:

- a) Estudio de impacto ambiental: según la clasificación anticipada para proyectos del sector transporte, el instrumento a desarrollar para el proyecto es a nivel de DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL, no obstante, al ser un proyecto enmarcado en la reconstrucción con cambios ha sido exonerado de la certificación ambiental y solo se ha propuesto un plan de mitigación ambiental.
- b) CIRA: el proyecto se desarrolla dentro de un área urbana consolidada, es por ello que no es necesario tramitar el CIRA ante el ministerio de cultura. En el expediente se desarrolla una propuesta de plan de manejo arqueológico para el control de las excavaciones.
- c) Estudio de gestión de riesgos: este fue desarrollado en función de los lineamientos establecidos por el OSCE.

#### **3.2.5.2 Selección del tipo de puente.**

Para elegir el tipo de puente más adecuado, es necesario disponer previamente de los datos mencionados con anterioridad para el proyecto de un puente, luego conitnuar con las etapas que se especifican a continuación:

Fijar en forma aproximada la infraestructura, la luz de los tramos y el tipo de superestructura, fijando además los posibles sistemas de fundación, así como sus profundidades aconsejables en función de la capacidad portante del terreno incluidas las profundidades estimadas de socavación. Una vez fijada esta cota y la de la rasante, se obtendrá la altura de las pilas, las cuales ya dan una primera idea de la longitud de los tramos, porque, según lo muestran los proyectos más satisfactorios, se establece que esta luz generalmente está comprendida entre 25 y 4.5 veces la altura de la pila medida desde la cota de fundación hasta la parte superior de su coronamiento. Tratándose de pilotaje, este punto más bajo corresponde a la sección de empotramiento de los pilotes en el terreno incluida la máxima profundidad de socavación y la consistencia del terreno.

Luego, conforme a las luces obtenidas se deberá realizar un análisis sobre el tipo de superestructura a utilizar considerando las recomendaciones presentadas en la tabla 1.

**Tabla 1**

Tipos de puentes según luces

Tipo de Estructura	Material	Rango de luces (m)
<b>Losa</b>	C. Armado	0 a 12
	C. Presforzado	10 a 40
<b>Vigas</b>	C. Armado	12 a 25
	C. Presforzado	25 a 325
	Acero	30 a 300
<b>Arco</b>	Concreto	80 a 390
	Acero	130 a 400
	Acero ret.	240 a 520
<b>Reticulado</b>	Acero	100 a 600
	Concreto	50 a 500
<b>Colgante</b>	Acero	300 a 2000

Nota: Tabla obtenida de la página [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com)

Luego, se determina el grado de continuidad o hiperestaticidad de la obra porque en relación a los tramos isostáticos son más económicos y monolíticos, aunque cuando se trata de obras viales con muchos puentes, estos pueden ser estandarizados mediante tramos isostáticos prefabricados y por economía puede inclinarse más hacia esta última técnica.

### **3.2.6 Diseño estructural de puentes con AASHTO 2017**

#### **3.2.6.1 Definiciones:**

En la normativa AASHTO 2017 se tiene las siguientes definiciones:

- Colapso: Cambio significativo de la geometría del puente que hace que éste ya no sea apto para su uso.
- Diseño: Dimensionamiento y detallado de los elementos y conexiones de un puente.
- Ductilidad: Propiedad de un elemento o conexión que permite una respuesta inelástica.
- Estado límite: Condición más allá de la cual el puente o elemento deja de satisfacer los requisitos para los cuales fue diseñado.

- Estado límite correspondiente a eventos extremos: Estados límites relacionados con eventos tales como sismos, cargas de hielo y colisiones de vehículos o embarcaciones con periodos de recurrencia mayores que el periodo de diseño del puente.
- Estado límite de resistencia: Estados límites relacionados con la resistencia y la estabilidad.
- Estados límites de servicio: Estados límites relacionados con las tensiones, deformaciones y fisuración.
- Factor de carga: Factor que considera fundamentalmente la variabilidad de las cargas, la falta de exactitud de los análisis y la probabilidad de la ocurrencia simultánea de diferentes cargas, pero que también se relaciona con aspectos estadísticos de la resistencia a través del proceso de calibración.
- Factor de modificación de las cargas: Factor que considera la ductilidad, redundancia e importancia operativa del puente.
- Factor de resistencia: Factor que considera fundamentalmente la variabilidad de las propiedades de los materiales, las dimensiones estructurales y la calidad de la mano de obra junto con la incertidumbre en la predicción de la resistencia, pero que también se relaciona con aspectos estadísticos de las cargas a través del proceso de calibración.
- Modelo: Idealización de una estructura a los fines de análisis.
- Periodo de diseño: Periodo de tiempo en el cual se basa el cálculo estadístico de las cargas transitorias. Para la AASHTO (2017) el periodo de diseño es de 75 años.
- Resistencia nominal: Resistencia de un elemento o conexión a las solicitaciones, según lo indicado por las dimensiones especificadas en la documentación técnica y por las tensiones admisibles, deformaciones o resistencias especificadas de los materiales.
- Solicitación: Deformación, tensión o esfuerzo resultante (es decir, fuerza axial, esfuerzo de corte, momento torsor o flector) provocado por las cargas aplicadas, deformaciones impuestas o cambios volumétricos.
- Vida de servicio: Periodo de tiempo durante el cual se espera que el puente esté en operación.

### 3.2.6.2 Filosofía de diseño

Los puentes se deben diseñar considerando los estados límites especificados con el fin de lograr los objetivos de constructibilidad, seguridad y serviciabilidad, tomando en cuenta debidamente los aspectos relacionados con la inspeccionabilidad, economía y estética. (AASHTO, 2017).

Las hipótesis del método de los estados límites de resistencia se fundamenta en las siguientes hipótesis y los ensayos que las verifican:

- Se admite que las secciones planas antes de la flexión, permanecen planas después de que la sección se deforme, es decir que las deformaciones son proporcionales al eje neutro.
- No se considera el diagrama de compresión del concreto como rectilíneo, por lo que no se acepta la proporcionalidad entre deformación y tensión del mismo.
- Admite la adherencia perfecta entre la interfaz del concreto y el acero dado que las varillas usadas hoy en día son corrugadas y garantizan en gran proporción dicha hipótesis.
- Se considera despreciable el aporte del hormigón a tracción, hipótesis que no influye apreciablemente en la exactitud de los resultados.
- Resultados experimentales en vigas demuestran que la deformación del hormigón en el instante de la falla o rotura (fisura),  $\epsilon_{ut}$ , varía entre 0.0032 y 0.0037 para hormigones de 140 a 350 kgf /cm<sup>2</sup>, por lo que se asume un valor más conservador y seguro de magnitud de 0.003.

### 3.2.6.3 Estados límites

A menos que se especifique lo contrario, cada uno de los elementos y conexiones deben satisfacer la ecuación 1 para cada uno de los estados límites. Para los estados límites de servicio y correspondientes a eventos extremos los factores de resistencia se deben tomar igual a 1.0. Todos los estados límites se deben considerar de igual importancia (AASHTO, 2017).

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \Phi R_n = R_r \quad (1)$$

Donde:

$\eta_i$ : Factor de modificación de carga

$\gamma_i$ : Factor de carga

*Qi: Efectos de carga*

*Rn: Resistencia nominal*

*$\Phi$ : Factor de reducción de resistencia*

#### **3.2.6.4 Estado límite de servicio**

El estado límite de servicio será tomado en cuenta como una restricción sobre los esfuerzos, deformaciones y ancho de grietas bajo condiciones regulares de servicio. Este proporciona ciertos requisitos basados en la experiencia que no siempre se pueden derivar exclusivamente a partir de consideraciones estadísticas o de resistencia. (MTC, 2018)

#### **3.2.6.5 Estados límite de fatiga y fractura**

El estado límite de fatiga será tomado en cuenta como un juego de restricciones en el rango de esfuerzos causados por un solo camión de diseño que ocurre en el número esperado de ciclos correspondientes a ese rango de esfuerzos.

El estado límite de fractura será tomado en cuenta como un conjunto de requisitos de tenacidad del material.

El estado límite de fatiga intenta limitar el crecimiento de grietas bajo cargas repetitivas para prevenir la fractura durante la vida de diseño de puentes. (MTC, 2018).

#### **3.2.6.6 Estado límite de resistencia**

El estado límite de resistencia debe ser considerado para asegurar la resistencia y estabilidad. Ambas: local y global son dadas para resistir las combinaciones de cargas especificadas estadísticamente que se espera que un puente experimente durante su vida de diseño.

Bajo el estado límite de resistencia, se pueden producir tensiones muy elevadas y daños estructurales, pero se espera que la integridad estructural global se mantenga. (MTC, 2018)

### **3.2.6.7 Estado límite de evento extremo**

El estado límite de evento extremo debe ser considerado para asegurar la supervivencia estructural de un puente durante un sismo importante o durante inundaciones o cuando es colisionado por un buque, vehículos o flujos de hielo, posiblemente bajo condiciones severas de socavación.

### **3.2.6.8 Ductilidad**

El sistema estructural de un puente será proporcionado y detallado de tal forma que se asegure en los estados límites de resistencia y evento extremo el desarrollo de significantes deformaciones inelásticas visibles antes de la falla.

Se puede aceptar el uso de aparatos disipadores de energía para proveer ductilidad.

Los disipadores de energía pueden ser sustituidos por sistemas convencionales de resistencia sísmica dúctil

Valores de  $nD$  para el estado límite de resistencia:

$nD \geq 1,05$  para elementos y conexiones no dúctiles

= 1,00 para diseños y detalles convencionales que cumplen con estas especificaciones.

$\geq 0,95$  para elementos y conexiones para los cuales se han especificado medidas adicionales para mejorar la ductilidad más allá de lo requerido por estas especificaciones.

Para todos los demás estados límites:

$nD = 1,00$  (MTC, 2018)

### **3.2.6.9 Redundancia**

Se define la redundancia como la capacidad del sistema estructural de un puente de llevar cargas después de ser dañados o fallados uno o más de sus miembros.

Deberán usarse rutas múltiples de carga y estructuras continuas a menos que se tengan razones convincentes de lo contrario.

Los principales elementos y componentes cuya falla se anticipa que provocará el colapso del puente se deben diseñar como elementos de falla crítica y el sistema estructural

asociado como sistema no redundante. Alternativamente, los elementos de falla crítica en tensión se pueden diseñar como de fractura crítica.

Los elementos y componentes cuya falla se anticipa no provocará el colapso del puente se deben diseñar como elementos de falla no crítica y el sistema estructural asociado como sistema redundante.

Para el estado límite de resistencia

$$nD \geq 1.05 \text{ para miembros no redundantes}$$

= 1.00 para niveles convencionales de redundancia, elementos de fundación donde % ya cuenta para redundancia

≥ 0.95 para niveles excepcionales de redundancia más allá de la continuidad de la viga y sección transversal cerrada a la torsión.

Para los demás estados límite:

$$nD = 1.00$$

Para cada combinación de carga y estado límite considerado, la clasificación de redundancia de los miembros, es decir si son redundantes o no redundantes, estará basado en la contribución de los miembros a la seguridad del puente. (MTC, 2018)

Importancia operativa

Este será aplicado solamente a los estados límite de resistencia y evento extremo.

El propietario puede declarar si un puente, una conexión o una componente estructural tienen importancia operativa.

Para el estado límite de resistencia:

$$nD \geq 1.05 \text{ para puentes críticos o esenciales}$$

$$= 1.00 \text{ para puentes típicos}$$

$$\geq 0.95 \text{ para puentes de relativa menor importancia}$$

Para los demás estados límites:

$$nD = 1.00 \text{ (MTC, 2018)}$$

Nota: Observar que para los estados límites de servicio y fatiga,  $n = 1.0$  ( $nD = nR = nI = 1$ )

Aunque en muchas estructuras cada uno de los modificadores de carga será 1.0, para un número limitado de puentes los valores son distintos de 1.0.

A continuación, se detallan:

**Tabla 2**

Valores adoptados por el departamento de transportes del estado de Minnesota

Modificador	Valor	Condición
<b>Ductilidad (<math>n_d</math>)</b>	1.00	Estructuras de acero, puentes de madera estructuras de concreto
	1.05	Estructuras de concreto no dúctiles
<b>Redundancia (<math>n_R</math>)</b>	1.00	Redundantes
	*	1.05
<b>Importancia (<math>n_i</math>) **</b>	0.90	Puentes temporales
	0.95	ADT < 500
	1.00	500 ≤ ADT ≤ 40,000
	1.05	Cruces ríos mayores o con ADT > 40,000 o en puentes de vías interestatales.

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

\* Las estructura tipo viga con 4 o más vigas por tramo se consideran redundantes.

\*\* Usar el modificador de carga por importancia solo para el diseño de la superestructura; no aplicable al diseño de cubiertas en puentes con cubiertas sobre vigas.

Usar solo en puentes nuevos.

ADT=Trafico promedio diario.

**Tabla 3**

Combinaciones y factores de carga

Combinación de cargas estado límite	DC	LL	WA	WS	W	FR	TU	TG	SE	Usar sólo uno por vez			
	DD				L					EQ	JC	cr	cv
	DW	IM											
	EH	CE											
	EV	BR											
	ES	PL					CR						
	EL	LS					SH						
RESISTENCIA l(a menos que se especifique lo contrario)		1.75	1.00	-	-	1.00	0,5&1,20	YT G	Ys s	-	-	-	-

MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

RESISTENCIA II	Yp	1.35	1.00	-	-	1.00	0,5&1,20	Yro	Ys	-	-	-	-
									s				
RESISTENCIA III	Yp	-	1.00	1.40	-	1.00	0,5&1,20	Yro	Ys	-	-	-	-
									x				
RESISTENCIA IV	Yo	-	1.00	-	-	1.00	0,5&1,20	-	-	-	-	-	-
RESISTENCIA V	YP	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0,5&1,20	YT	Ys	-	-	-	-
								G	s				
EVENTO EXTREMO I	Yo	1.00	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
EVENTO EXTREMO II	YP	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1,WI,20	Yro	Ys	-	-	-	-
									x				
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1,WI,20	-	-	-	-	-	-
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1,WI,20	Yro	Ys	-	-	-	-
									x				
SERVICIO IV	1.00	-	1.00	0.70	-	1.00	1,WI,20	-	1.0	-	-	-	-
FATIGA Solo LL, IM y CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

Notas:

El mayor de los dos valores especificados para los factores de carga a aplicar a TU, se deberá utilizar para las deformaciones, y el menor valor se deberá utilizar para todas las demás sollicitaciones.

El factor de carga para sobrecarga  $\gamma_{EQ}$  en la combinación de evento extremo I se deberá determinar en base a las características específicas de cada proyecto. En ediciones anteriores de AASHTO se usaba  $\gamma_{EQ} = 0$ , y aunque este tema no ha sido resuelto, se debería considerar la posibilidad de sobrecarga parcial con sismos, es decir  $\gamma_{EQ} < 1.0$ , Podría ser razonable  $\gamma_{EQ} = 0.5$ , para un amplio rango de valores de tráfico.

Los factores de carga  $\gamma_{TG}$  y  $\gamma_{SE}$  se deben adoptar en base a las características específicas de cada proyecto,  $\gamma_{TG}$  se puede tomar si no hay información: 0.0 en estados límites de resistencia y evento extremo, 1.0 en estado límite de servicio cuando no se

considera la sobrecarga, y 0.50 en el estado límite de servicio cuando se considera la sobrecarga.  $\gamma_{SE}$  se puede tomar si no hay información: 1.0.

**Tabla 4**Factores de carga permanente  $\gamma_p$ 

Tipo de carga	Factor de carga	
	Mínimo	Máximo
<i>IX</i> : Elemento y accesorios	125	090
<i>DO</i> : Fricción negativa (downdrag)	180	045
<i>011'</i> : Superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos	150	065
<i>EH</i> : Empuje horizontal del suelo		
• Activo	1.50	0.90
• En reposo	1.35	0.90
<i>EI</i> : Tensiones residuales de montaje	100	100
<i>EI'</i> : Empuje vertical del suelo		
• Estabilidad global		
• Muros de sostenimiento y estribos	1.00	N/A
• Estructura rígida enterrada	1.35	1.00
• Marcos rígidas	1.30	0.90
• Estructuras flexibles enterradas u otras, excepto alcantarillas metálicas rectangulares	1.35	0.90
rectangulares	1.95	0.90
rectangulares	1.50	0.90
• Alcantarillas metálicas rectangulares flexibles		
<i>ES</i> : Sobrecarga de sucio	150	075

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

**Tabla 5**Factores de carga para cargas  $\gamma_p$ 

Componente del puente	<i>PS</i>	<i>CR. SH</i>
Superestructuras - segmentadas subestructuras de concreto soportando superestructuras segmentadas (ver 3.12.4.3. 12,5)	1.0	Ver <i>YP para DC</i> , Ta blo 3.4.1-2

Superestructuras de concreto - no segmentadas	1.0	1.0
Subestructuras soportando	0.5	0.5
Superestructuras no segmentadas	1.0	1.0
• usando 11		
• usando $I(ff < T, 11$		
Subestructuras de acero	1.0	1.0

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

### 3.2.6.10 Tipos de cargas en el diseño de puentes

El diseño estructural de puentes necesita cubrir el efecto de una gran variedad de cargas o fuerzas, tales como las cargas gravitatorias de los elementos de la estructura, cargas de impacto debido al movimiento de los vehículos, efectos del sismo en el puente, entre otros.

Es importante que los ingenieros identifiquen de forma exhaustiva todas las cargas posibles que puedan ser aplicadas al puente durante su vida útil, incluso durante su fase constructiva. De esta forma, uno podrá escoger apropiadamente los modelos de carga para el análisis estructural y combinar razonablemente los efectos de las diferentes cargas que se presenten.

El documento AASHTO LRFD (2014) abarca una gran variedad de las cargas que soportan los puentes y sus efectos. Muchos documentos referentes al diseño de puentes dividen las cargas en dos categorías, las cuales son cargas permanentes y transitorias. Es importante resaltar que no todas las cargas deben ser consideradas en un diseño. Así, por ejemplo, a un puente ubicado en la costa no debería aplicarse los efectos de cargas de hielo. A continuación, se describirán estos dos grupos y sus principales componentes.

#### 3.2.6.11 Cargas permanentes

Son aquellas que actúan durante toda la vida útil de la estructura sin variar significativamente o que varían en un solo sentido hasta alcanzar un valor límite.

Corresponden a este grupo el peso propio de los elementos estructurales y las cargas muertas adicionales tales como las debidas al peso de la superficie de rodadura o al balasto,

los rieles y durmientes de ferrocarriles. También se consideran cargas permanentes el empuje de tierra, sobrecarga de tierra, la fricción superficial negativa, y otros. (MTC, 2018)

a) Cargas muertas DC, DW y EV

El peso propio (DC) se determinará considerando todos los elementos que sean indispensables para que la estructura funcione como tal. Las cargas muertas (DW) incluirán el peso de todos los elementos no estructurales, tales como veredas, superficies de rodadura, balasto, rieles, durmientes, barandas, postes, tuberías, ductos y cables.

El peso propio y las cargas muertas serán estimados sobre la base de las dimensiones indicadas en planos y en cada caso considerando los valores medios de los correspondientes pesos específicos.

A falta de una información precisa, podrán usarse los pesos específicos de la tabla siguiente:

**Tabla 6**

**Tabla de pesos unitarios**

<b>MATERIAL</b>	<b>(kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>
Agua dulce	9.8	(1000)
Agua salada	10.0	(1020)
Acero	76.9	(7850)
Aluminio	27.4	(2800)
Arena, tierra o grava sueltas, arcilla	15.7	(1600)
Arena, tierra o grava compactas	18.9	(1900)
Asfalto, Macadam	22.0	(2200)
Concreto ligero	17.4	(1740)
Concreto normal	23.5	(2400)
Concreto Armado	25.0	(2500)
Hierro forjado	70.6	(7200)

Balasto	22.0	(2250)
Madera	10.0	(1020)
Mampostería de piedra	26.6	(2700)
Rieles y accesorios (por metro lineal de vía férrea)	3 kN/m	300kgfhn

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes MTC – 2018

b) Cargas de suelo: EH, ES y DD

Las cargas que inciden en los estribos y otras partes de la estructura que retienen tierra deberán diseñarse para resistir las correspondientes presiones del empuje del suelo (EH), sobrecarga del suelo (ES) y fricción superficial negativa (DD) (Downdrag), las mismas que serán calculadas de acuerdo con los principios de la mecánica de suelos.

Las características supuestas para el material de relleno deberán ser verificadas con el material en obra y, en caso sea necesario, deberán hacerse los ajustes necesarios para corregir cualquier discrepancia.

En todos los casos el diseño incluirá un sistema de drenaje del material de relleno. No obstante, deberá considerarse la posibilidad que el suelo se sature total o parcialmente, a uno o a ambos lados de la estructura de contención.

Cuando se prevea tráfico a una distancia horizontal, medida desde la parte superior de la estructura, menor o igual a la mitad de su altura, las presiones serán incrementadas añadiendo una sobrecarga vertical no menor que la equivalente a 0,60 m de altura de relleno. Cuando se diseñe una losa de aproximación soportada en un extremo del puente, no será necesario considerar dicho incremento de carga.

En caso la estructura de contención forme parte de un pórtico rígido, solamente podrá considerarse en el diseño de losas o vigas hasta el 50% de cualquier efecto favorable debido al empuje de tierra. (MTC, 2018)

### 3.2.6.12 Cargas variables

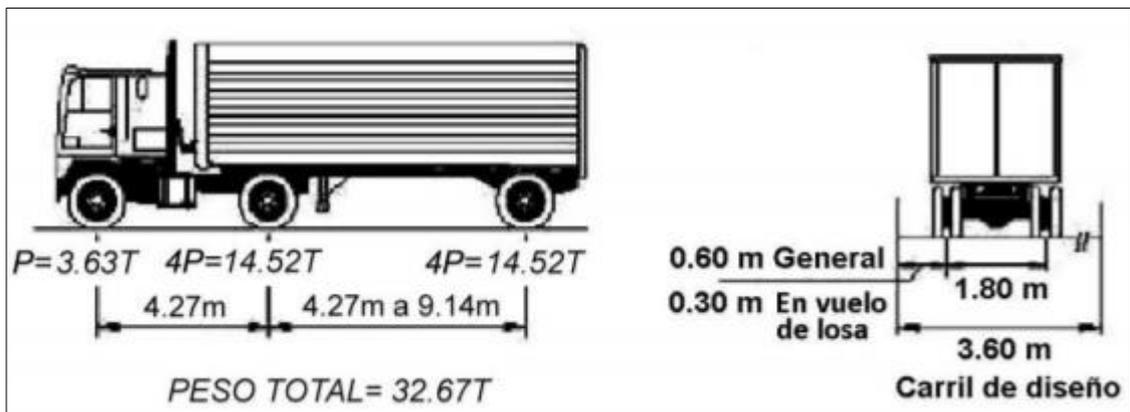
Son aquellas para las que se observan variaciones frecuentes y significativas en términos relativos a su valor medio. Las cargas variables incluyen los pesos de los vehículos (LL) y personas (PL), así como los correspondientes efectos dinámicos, las fuerzas de frenado y aceleración, las fuerzas centrífugas, las fuerzas laterales sobre rieles. También corresponden a este grupo las fuerzas aplicadas durante la construcción, las fuerzas debidas a empuje de agua y subpresiones, los efectos de variaciones de temperatura, las acciones de sismo y las acciones de viento. (AASHTO, 2017)

#### 3.2.6.12.1 Sobrecarga vehicular (LL)

Se considera la sobrecarga vehicular sobre las calzadas de puentes designada como HL93 del reglamento AASHTO, que consiste en una combinación del camión de diseño (Figura 3) o tándem de diseño (Figura 4) y la carga de carril de diseño (Figura 5).

**Figura 3**

Camión de diseño HL-93

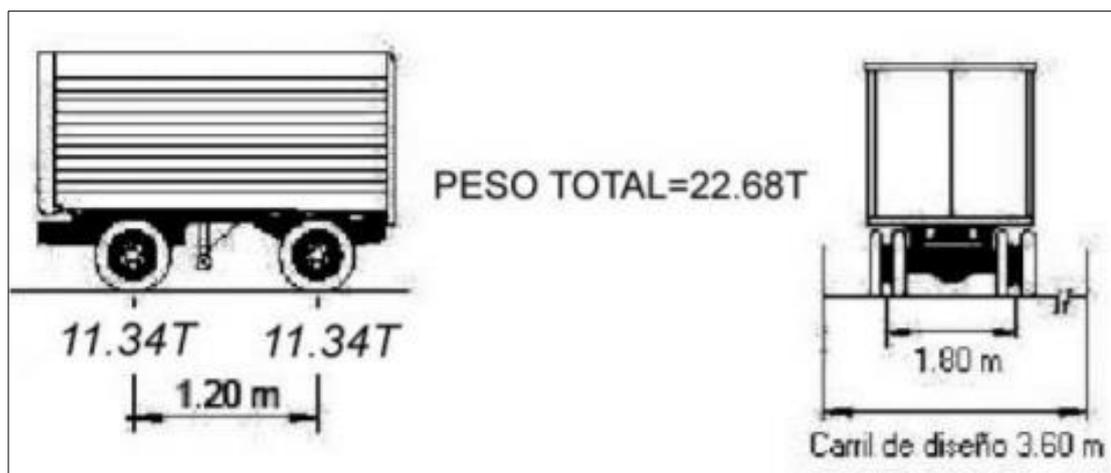


Nota: Figura obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez

Serquen 2017

**Figura 4**

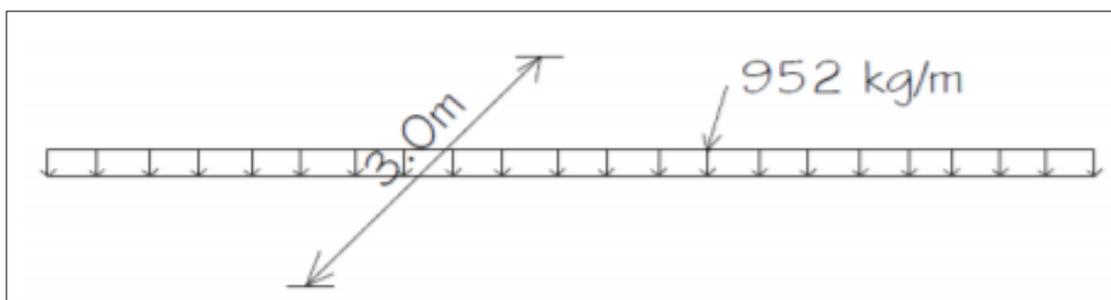
Tándem de diseño



Nota: Figura obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

**Figura 5**

Carga de Carril de Diseño



Fuente: Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

Carga de fatiga

Para el chequeo por fatiga se utiliza un camión similar al camión de diseño, pero con los ejes posteriores separados 9.14m. (Rodríguez, 2012).

Presencia de múltiples sobrecargas

La sollicitación extrema correspondiente a sobrecargas se determinará considerando las posibles combinaciones de carriles cargados, multiplicando por un factor de presencia múltiple. No es aplicable al estado límite de fatiga.

**Tabla 7**

**Factor de presencia múltiple**

Número de vías cargadas	Factor presencia múltiple, m
-------------------------	------------------------------

<b>1</b>	1.20
<b>2</b>	1.00
<b>3</b>	0.85
<b>4 ó más</b>	0.65

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC-2018

No es aplicable para el estado de fatiga, para el cual se utiliza la carga de fatiga sin importar el número de carriles. Los factores de distribución de los Art. 4.6.2.2 y 4.6.2.3 (excepto cuando se utiliza el método estático) se deberán dividir por 1.20. Las cargas peatonales se pueden considerar como un carril cargado.

Incremento por carga dinámica: IM

Los efectos estáticos del camión o tándem de diseño, a excepción de las fuerzas centrífugas y de frenado, se deberán mayorar en los siguientes porcentajes:

**Tabla 8**

*Incremento por carga Dinámica IM*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (IM)</b>
<b>Elementos de unión en el tablero (para todos los estados /límite)</b>	75%
<b>Para otros elementos</b>	
• <b>Estados límite de fatiga y fractura</b>	15%
• <b>Otros estados límite</b>	33%

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

No se aplica a cargas peatonales ni a cargas de carril de diseño. Tampoco en muros de sostenimiento no solicitados por reacciones verticales de la superestructura ni en componentes de fundaciones que estén completamente por debajo del nivel del terreno.

En caso de componentes enterrados como en el caso de alcantarillas, el porcentaje se deberá tomar como:  $IM=33(1.0-0.41D_E) \geq 0\%$

Siendo  $DE$  = profundidad mínima de la cubierta de tierra sobre la estructura (m).

### **3.2.6.12.2 Sobrecarga peatonal (PL)**

Se deberá aplicar una carga peatonal de 0.075 ksf en todas las aceras de más de 2 ft de ancho, y esta carga se deberá considerar simultáneamente con la sobrecarga vehicular de diseño. Los puentes exclusivamente para tráfico peatonal y/o ciclista se deberán diseñar de acuerdo con Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges

### **3.2.6.13 Fuerzas centrífugas**

Se toman como el producto entre los pesos por eje del camión o tándem de diseño y el factor C, dado por:

$$C = f \frac{V^2}{gR}$$

Siendo:

f = 1.0 para el estado de fatiga y 4/3 para otras combinaciones

V = velocidad de diseño de la carretera (m/s)

R = radio de curvatura del carril de circulación (m)

g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

Las fuerzas centrífugas se aplican horizontalmente a una distancia de 1.80 m sobre la calzada. Se deben emplear además los factores de presencia múltiple.

No se aplica el incremento por carga dinámica IM. Se desprecia la carga de carril (sobrecarga distribuida).

### **3.2.6.14 Fuerzas de frenado**

Se toma como el mayor valor de:

- 25 por ciento de los pesos por eje del camión o tándem de diseño
- 5 por ciento del camión o tándem de diseño más la carga de carril

La fuerza de frenado se debe ubicar en todos los carriles de diseño que se consideren cargados y que transporten tráfico en la misma dirección. Se emplean los factores de

presencia múltiple. No se aplica el incremento por carga dinámica IM. Se asumirá que estas fuerzas actúan horizontalmente a una distancia de 1.80 m sobre la superficie de la calzada.

### **3.2.6.15 Carga sobre veredas, barandas y sardineles**

#### **a. Sobrecargas de vereda**

Se deberá aplicar una carga peatonal de 366 kg/m<sup>2</sup> en todas las aceras de más de 0.60m de ancho, y esta carga se deberá considerar simultáneamente con la sobrecarga vehicular de diseño, excepto cuando los vehículos pueden subir sobre la vereda. Si la condición de carga incluye cargas peatonales combinadas con uno o más carriles con sobrecarga vehicular, las cargas peatonales se pueden considerar como un carril cargado.

Los puentes para uso peatonal y para el tráfico de bicicletas se diseñan para una carga viva de 420 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, deberá evaluarse también la posible circulación de vehículos de emergencia o mantenimiento los cuales no se incrementan por efectos dinámicos ni son combinados con la carga viva de diseño.

#### **b. Fuerzas sobre sardineles**

Los sardineles se diseñarán para resistir una fuerza lateral no menor que 760 kg por metro de sardinel, aplicada en el tope del sardinel o a una elevación de 0.25 m sobre el tablero si el sardinel tuviera mayor altura.

#### **c. Fuerzas sobre barandas**

Las fuerzas se toman de la tabla siguiente. Se aplica el estado límite de evento extremo para el diseño. No es necesario aplicar las cargas transversales y longitudinales simultáneamente con las cargas verticales.

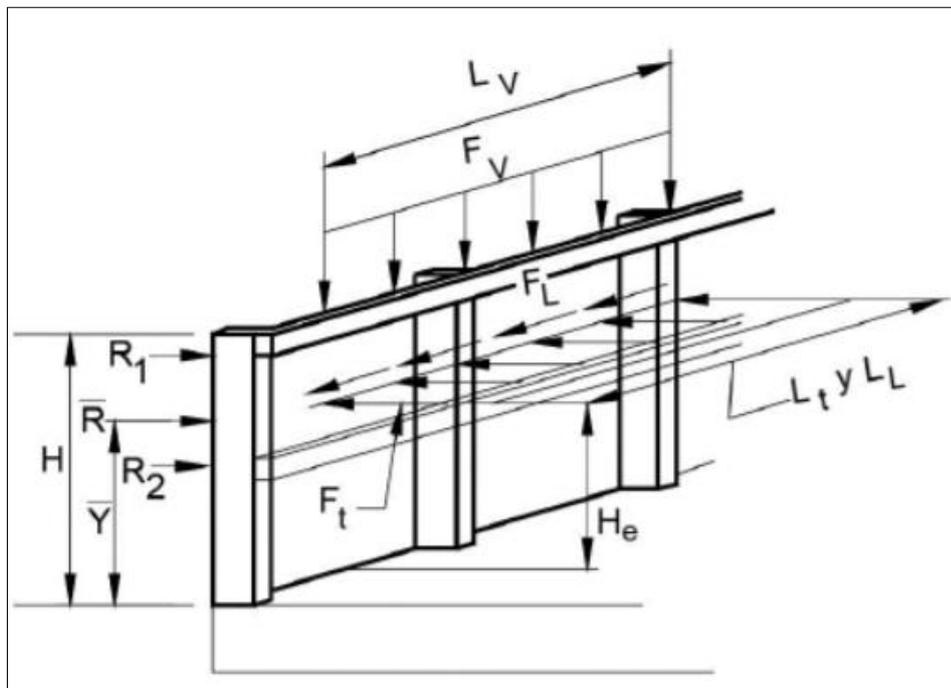
**Tabla 9**  
Fuerzas de diseño para barandas

Fuerzas de diseño y simbología	4 Ni veles de Ensayo para las Barandas											
	5	TL-1	6	TL-2	7	TL-3	8	TL-4	9	TL-5	10	TL-6
Transversal $F_1$ (N)	11	60,000	12	120,000	13	240,000	14	240,000	15	550,000	16	780,000
Longitudinal $F_1$ (N)	17	20,000	18	40,000	19	80,000	20	80,000	21	183,000	22	260,000
Vertical descendente $F_1$ (N)	23	20,000	24	20,000	25	20,000	26	80,000	27	355,000	28	355,000
$L_1$ y $l_i$ (mm)	29	1220	30	1220	31	1220	32	1070	33	2440	34	2440
L.(mm)	35	5500	36	5500	37	5500	38	5500	39	12,200	40	12,200
$lL$ , (mín.) (mm)	41	460	42	510	43	610	44	810	45	1070	46	1420
Mínima altura del riel $11$ (mm)	47	685	48	685	49	685	50	810	51	1070	52	2290

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

**Figura 6**

Fuerzas de diseño en baranda metálica



Nota: Figura obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017 de Arturo Rodríguez Serquen 2017

**3.2.6.16 Fuerza de colisión de un vehículo: CT**

Los estribos y pilas de puentes ubicados a 9.0 m o menos del borde de la calzada se deberán diseñar para una fuerza estática equivalente de 272t, la cual se asume actúa en una dirección de 0° a 15° con el borde del pavimento en un plano horizontal, a una altura de 1.5 m sobre el nivel del terreno.

No es necesario aplicar esta fuerza, en el caso de estructuras protegidas por terraplenes o barreras antichoques.

**3.2.6.17 Cargas hidráulicas: WA**

Presión hidrostática: Actúa de forma perpendicular a la superficie, y se calcula como el producto entre la altura de la columna de agua sobre el punto considerado, la densidad del agua y g (aceleración de la gravedad).

Flotabilidad: Fuerza de levantamiento tomada como la sumatoria de las componentes verticales de las presiones hidrostáticas. Actúa sobre todos los componentes debajo del nivel de agua.

Presión de Flujo: La presión de flujo de agua, actuando en la dirección longitudinal de las subestructuras se tomará como:

$$p = 52.6 C_D V^2$$

Donde:

p = presión del agua (kg/m<sup>2</sup>)

V = velocidad del agua para la inundación de diseño (resistencia y servicio) y para la inundación de control (evento extremo) en m/s

CD = coeficiente de arrastre para pilas

**Tabla 10**

Coeficiente de arrastre longitudinal

<i>Tipo de estructura</i>	<i>Co</i>
<i>Pilar con extremo semicircular</i>	<i>0.7</i>

<i>Pilar con extremo plano</i>	1.4
<i>Pilar con extremo en ángulo de 90° o menos</i>	0.8
<i>Troncos u otros escombros</i>	1.4

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

La fuerza de arrastre longitudinal será el producto entre la presión de flujo longitudinal y la proyección de la superficie expuesta a dicha presión.

Carga Lateral: La presión lateral uniformemente distribuida que actúa sobre una subestructura debido a un caudal de agua que fluye formando un ángulo  $\theta$  respecto del eje longitudinal de la pila será:

$$5 \quad P = 52.6 C_L V^2$$

Donde:

$p$  = presión lateral (kg/m<sup>2</sup>)

$C_L$  = coeficiente de arrastre lateral

#### **Tabla 11**

Coeficiente de arrastre lateral

<b>Ángulo, <math>\theta</math>, entre la dirección deL flujo y el eje longitudinal de la pila <math>C_L</math></b>	<b>Cl</b>
<b>0 grados</b>	0.0
<b>5 gados</b>	05
<b>10 grados</b>	07
<b>20 grados</b>	09
<b>;, 30 grados</b>	10

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

Carga del Oleaje: Se deberá considerar si se anticipa que se pueden desarrollar fuerzas de oleaje significativas.

Empuje hidrodinámico: Presiones adicionales originadas por la masa del agua al ocurrir un sismo podrán estimarse con las fórmulas de Westergard o cualquier otro procedimiento equivalente.

Socavación: Se deberá considerar en los estados límites de resistencia y servicio. El nivel de cimentación del puente debe estar por lo menos 1.0m por debajo de la profundidad de socavación calculada.

### 3.2.6.18 CARGA de viento: WL y WS

WL = viento sobre la sobrecarga

WS= viento sobre la estructura

Presión horizontal del viento: La carga de viento se asume está uniformemente distribuida sobre el área expuesta al viento. Para puentes a más de 9.15m sobre el nivel del terreno o del agua, la velocidad de viento de diseño se deberá ajustar con:

$$V_{DZ} = 2.5V_0 \left( \frac{V_g}{V_B} \right) \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right)$$

Donde:

$V_{DZ}$  = velocidad del viento de diseño a la altura de diseño Z (km/h)

$V_0$  = velocidad friccional (km/h)

$V_g$  = velocidad del viento a 9.15m sobre el nivel del terreno o agua de diseño (km/h).

En ausencia de datos  $V_g = V_B = 160$  km/h

$V_B$  = velocidad básica del viento igual a 160 km/h a una altura de 9.15m

$Z_0$  = longitud de fricción que trae el viento aguas arriba (m)

$Z$  = altura de la estructura > 9.15m

**Tabla 12**

Valores de las Constantes  $V_0$  y  $Z_0$

Condic ión	Terreno abierto Área Suburbana	Terreno abierto		Área Suburbana		Área urbana	
		8 20	13 2	1	17	120	193
$V_0$	mph	km/11	0 9mph	6 km/h	0 mph	Km/h	

<i>Zo</i>	0.23	<i>TOm</i>	3	100	8	250
	11	<i>m</i>	2811	0 mm	2011	0 mm

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

Presión de viento sobre las estructuras: WS

$$P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{160} \right)^2$$

*PD* = presión del viento de diseño (kg/m<sup>2</sup>)

*PB* = presión básica del viento (kg/m<sup>2</sup>)

**Tabla 13**

Presiones básicas *PB* correspondientes a *VB=160 KPH*

COMPONENTE DE LA SUPERESTRUCTURA	CARGA A BARLOVENTO (Kg/m <sup>2</sup> )	CARGA A SOTAVENTO (Kg/m <sup>2</sup> )
Reticulados, columnas y arcos	245	1 22
Vigas	245	No Aplicable
Grandes superficies planas	1 95	No Aplicable

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

La carga de viento total no se deberá tomar menor que 445 kg/m en el plano de un cordón a barlovento ni 223 kg/m en el plano de un cordón a sotavento de un componente reticulado o en arco, ni se deberá tomar menor que 445 kg/m en componentes de vigas o vigas cajón.

Cargas de las Superestructuras: Si el viento no se considera normal a la estructura, la presión básica del viento *PB* para diferentes ángulos de dirección del viento se puede tomar según la Tabla 13. El ángulo de oblicuidad se deberá medir a partir de una perpendicular al eje longitudinal. Las presiones transversal y longitudinal se deberán aplicar simultáneamente.

**Tabla 14**

*PB* para diferentes ángulos de ataque (*VB= 160 KPH*)

Ángulo de oblicuidad del viento (°)	Reticulados, columnas y arcos		Vigas	
	Carga lateral Kg/m <sup>2</sup>	Carga longitudinal Kg/m <sup>2</sup>	Carga lateral Kg/m <sup>2</sup>	Carga longitudinal Kg/m <sup>2</sup>

0	3G5	0	245	0
15	342	60	215	30
30	317	137	200	60
45	230	200	160	78
60	117	245	83	93

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

Para los puentes viga y losa comunes que tienen longitud de tramos individuales no mayores a 38m y una altura máxima de 9.15m sobre el nivel del terreno o agua, se pueden utilizar las siguientes cargas de viento:

245 kg/m<sup>2</sup>, transversal

60 kg/m<sup>2</sup>, longitudinal

Fuerzas aplicadas directamente a la subestructura: Las fuerzas transversales y longitudinales a aplicar directamente a la subestructura se deberán calcular en base a una presión básica del viento supuesta de 195 Kg/m<sup>2</sup>.

Para direcciones del viento oblicuas respecto de la estructura, esta fuerza se deberá resolver en componentes perpendiculares a las elevaciones posterior y frontal de la subestructura.

Presión de viento sobre los vehículos WL: Si hay vehículos presentes, la presión del viento de diseño se aplicará tanto a la estructura como a los vehículos. La presión del viento sobre los vehículos se debe representar como una fuerza interrumpible y móvil de 150 kg/m actuando normal a la calzada y 1.80m sobre la misma, y se deberá transmitir a la estructura.

Si el viento sobre los vehículos no es normal a la estructura, las componentes de fuerza normal y paralela aplicadas a la sobrecarga viva se pueden tomar como:

**Tabla 15**

*Componentes del viento sobre la carga*

Ángulo de oblicuidad respecto a la normal a la superficie (°)	Componente normal (kg/m)	Componente paralela (kg/m)
0	150	0
15	130	18
30	122	36
45	98	48

---

Nota: Tabla obtenida del libro Puentes con AASHTO 2017, Arturo Rodríguez Serquen 2017

Para los puentes viga y losa comunes que tienen longitud de tramos individuales no mayores a 38m y una altura máxima de 9.15m sobre el nivel del terreno o agua, se pueden utilizar las siguientes cargas de viento:

150 Kg/m, transversal

60 Kg/m, longitudinal

Presión vertical del viento: En el diseño de puentes y componentes estructurales que pueden ser sensibles al viento, se debe considerar una fuerza de viento vertical ascendente de 100kg/m<sup>2</sup> por el ancho del tablero, incluyendo los parapetos y aceras, como una carga lineal longitudinal. Se debe aplicar solo para los estados límites Resistencia III y Servicio IV que no involucran viento actuando sobre la sobrecarga, y solo cuando la dirección del viento se toma perpendicular al eje longitudinal del puente. Se aplicará en el punto correspondiente a un cuarto del ancho del tablero a barlovento juntamente con las cargas de viento horizontales especificadas.

Inestabilidad aeroelástica: Todos los puentes y sus componentes estructurales, cuya relación longitud de tramo/ancho o profundidad sea superior a 30, se deberán considerar sensibles al viento, y por lo tanto deberán considerar en su diseño, solicitaciones aeroelásticas.

### **3.2.6.19 Efectos sísmicos: E**

Las cargas sísmicas se toman como solicitaciones horizontales determinadas en base al coeficiente de respuesta elástica,  $C_{sm}$ , y al peso equivalente de la superestructura, ajustados por el factor de modificación de respuesta,  $R$ .

#### Procedimiento general

Se usarán los coeficientes de aceleración del terreno máxima  $PGA(0.0s)$  y los de periodos espectrales corto  $S_s(0.2s)$  y largo  $S_l(1.0s)$  para 5% de amortiguamiento crítico. Dichos valores se determinan con los mapas de isoaceleración obtenidos para un suelo tipo roca B.

Clases de sitio

Los sitios se clasifican según la Tabla 3.10.3.1-1, de acuerdo a su rigidez determinada por la velocidad de la onda de corte superior a 100ft. La prueba de penetración estándar (SPT), el número de golpes y la resistencia al corte de las muestras de suelo no drenadas también pueden usarse para la clasificación.

**Tabla 16***Definición de clase de sitio*

<b>Clases de sitio</b>	<b>Tipo de suelo y perfil</b>
<b>A</b>	Roca dura con medida de velocidad de onda de corte, $v_s > 5,000$ ft/s
<b>B</b>	Roca con $2,500$ ft $1s < V_s < 5,000$ ft/s
<b>C</b>	Suelo muy denso y roca suelo $1,200$ ft/s $< V_s < 2,500$ ft/s, o con cualquiera $N > 50$ golpes/ft. o $S_u > 2.0$ ksf
<b>D</b>	Suelo rígido con $600$ ft/s $< v_s < 1,200$ ft/s, o con cualquiera $15 < N < 50$ golpes/ft, o $1.0 < S_u < 2.0$ ksf
<b>E</b>	Perfil de suelo con $v_s < 600$ ft/s o con cualquiera $N < 15$ golpes/ft o $S_u < 1.0$ ksf. o cualquier perfil con más de 10 ft de arcilla blanda definida como suelo con $PI > 20$ , $w > 40$ por ciento y $S_u < 0.5$ ksf
<b>F</b>	Suelos que requieren evaluaciones específicas de sitio, tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 10</math>ft de turba o arcilla altamente orgánica donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>• Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 25</math> ft con <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>• Estratos de arcillas de buen espesor, blandas o semirrígidas (<math>H &gt; 120</math> ft)</li> </ul>

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

**Excepciones:**

Cuando las propiedades del suelo no son conocidas con suficiente detalle para determinar la clase de sitio, se emprenderá una investigación de sitio suficiente para definir su clase. Las clases de Sitio E o F no serán supuestas a no ser que la entidad determine la clase de sitio E o F o estas sean establecidas por datos geotécnicos.

Donde:

$V_s$  = Promedio de la velocidad de onda de corte para perfiles de suelo superiores a los 100 ft

$N$  = Promedio de la cantidad de golpes (golpes/ft) de la prueba SPT (ASTM D1586) para perfiles de suelo superiores a 100 ft

Su = Promedio de resistencia al corte no drenado en ksf (ASTM D2166 o ASTM D2850) para perfiles de suelo superiores a 100 ft

PI = Índice plástico (ASTM D4318)

w = Contenido de humedad (ASTM D2216)

Factores de Sitio

Los factores de sitio  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$ , serán usados en el período cero y en el rango de períodos corto y largo. Estos factores se determinan usando la clase de sitio dada en la Tabla 3.10.3.1-1, y los valores de los coeficientes PGA,  $S_s$  y  $S_l$  que se elaboren mediante estudios para las distintas zonas del país.

**Tabla 17**

Valores de factor de sitio,  $F_{pga}$  en periodo-cero en el espectro de aceleración

Clase de sitio	Coeficiente aceleración pico del tenen (PGA) 1				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F2	*	*	*	*	*

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

**Notas:**

Usar línea recta de interpolación para valores intermedios de PGA.

Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

**Tabla 18**

Valores de factor de sitio,  $F_a$ , para rango de periodo corto en el espectro de aceleración.

Clase de sitio	Coeficiente aceleración espectral en periodo de 0.2 sec (SS)1				
	SS>0.25	SS = 0.50	SS=0.75	SS=1.00	SS> 1.25
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0

<b>D</b>	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
<b>E</b>	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
<b>F2</b>	*	*	*	*	*

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

### Tabla 19

Valores de factor de sitio,  $F_v$ , para rango de periodo largo en el espectro de aceleración

Clase de sitio	Coeficiente aceleración espectral en periodo 1.0 Sec (S1)1				
	SS>0.25	SS = 0.50	SS=0.75	SS=1.00	SS> 1.25
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
<b>D</b>	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
<b>E</b>	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
<b>F2</b>	*	*	*	*	*

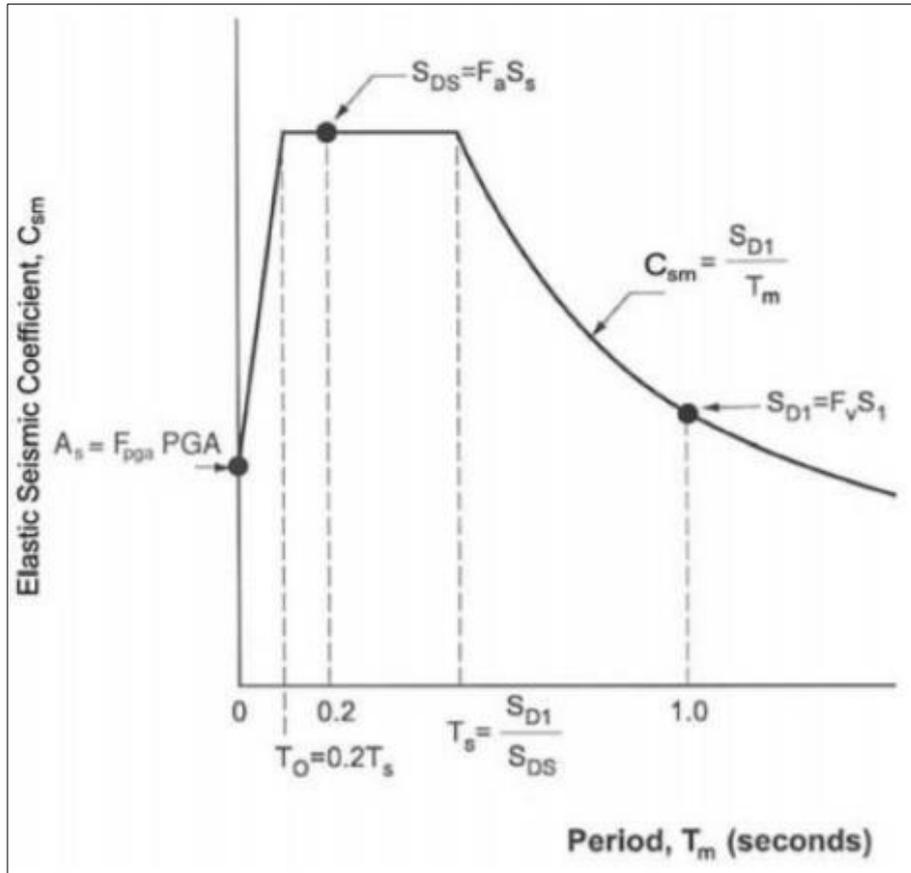
Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

#### Espectro de respuesta de diseño

El espectro de respuesta al 5% de diseño amortiguado se efectúa tal como se especifica en la Fig. 3.10.4.1-1. Este espectro se calcula usando los picos mapeados de los coeficientes de aceleración del terreno y los coeficientes de aceleración espectral escalados en los periodos corto, largo de los factores de sitio  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$  respectivamente.

### Figura 7

#### Espectro de respuesta de diseño



Nota: Figura obtenida del Manual de puentes MTC – 2018

Coeficiente de respuesta sísmico elástico

Para periodos menores o iguales a  $T_0$ , el coeficiente sísmico elástico para el movimiento  $m$ th de vibración,  $C_{sm}$ , será:

$$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s)(T_m/T_0)$$

Donde:

$$A_s = F_{pga}(PGA)$$

$$S_{DS} = F_a S_s$$

PGA= coeficiente de aceleración pico del terreno sobre la roca (Sitio Clase B)

SS = coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en 0.2 segundos de periodo sobre roca (Sitio Clase B)

$T_m$  = periodo de vibración del modo  $m$ th (s)

$T_0$  = periodo de referencia usado para definir la figura espectral =  $0.2T_s$ (s)

$T_s$  = esquina del periodo en el cual los cambios de espectro de ser independientes del periodo pasan a ser transversalmente proporcional al periodo =  $SDI/SDS$  (s)

Para periodos mayores o iguales a  $T_0$  y menores o iguales a  $T_s$ , el coeficiente de respuesta sísmico elástico será tomado como:

$$C_{sm} = S_{DS}$$

Para periodos mayores que  $T_s$ , el coeficiente de respuesta sísmico elástico será tomado como:

$$C_{sm} = S_{DI}/T_m$$

donde:

$$SDI = FVS_1$$

$S_1$  = coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en periodo de 1.0 seg sobre roca (sitio clase B)

Categoría según la importancia del puente

Puentes críticos: Son puentes que deben permanecer abiertos para el tránsito de todos los vehículos luego del sismo de diseño y poder ser usados por los vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después de un sismo importante (periodo de recurrencia de 2500 años).

Puentes esenciales: son aquellos que deberían como mínimo estar abiertos para el tránsito de vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño (periodo de recurrencia de 1000 años).

**Tabla 20**

*Zonas sísmicas*

Acceleration Coefficient, $S_m$	Seismic Zone
$S_0 < 0.15$	1
$0.15 < S_m < 0.30$	2
$0.30 < S_m \leq 0.50$	3
$0.50 < S_m$	4

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

Factores de modificación de repuesta: Las solicitaciones sísmicas de diseño para las subestructuras y las uniones entre partes de estructuras listadas en la tabla 3.10.7.1-1, se determinarán dividiendo las solicitaciones obtenidas mediante un análisis elástico por el correspondiente factor de modificación de respuesta R, especificado en las tablas 3.10.7.1-1 y 3.10.7.1-2 respectivamente.

A modo de alternativa, al uso de los factores R especificados en la tabla 3.10.7.1- 2, para conexiones, las uniones monolíticas entre elementos estructurales; por ejemplo, las uniones columna-zapata pueden diseñarse para transmitir las máximas solicitaciones que se pueden desarrollar por la rotulación inelástica de las columnas o los cabezales multicolumna que conectan especificado en el Art. 3.10.9.4.3.

Si se utiliza un método de análisis inelástico de historia tiempo, el factor de modificación de respuesta R, se deberá tomar igual a 1.0 para toda la subestructura y todas las uniones.

**Tabla 21**

*Factores de modificación de respuesta - subestructuras*

Subestructura	Categoría según la importancia		
	Critica	Esencial	Otras
Pilar tipo muro - mayor dimensión	1.5	1.5	2.0
Caballetes de pilotes de hormigón armado	1,5	2,0	3,0
Solo pilotes verticales con pilotes inclinados	1,5	1,5	2,0
Columnas simples	1 5	20	30
Caballete de pilotes de acero o pilotes compuestos de acero y hormigón	1.5	3.5	5.0
Solo pilotes verticales			
Con pilotes inclinados	1.5	2.0	3.0
Caballetes multicolumna	1.5	3.5	5.0

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC - 2018

**Tabla 22**

Factores de modificación de respuesta - Uniones

Unión	Todas las categorías
Superestructura - estribo	0.8
Juntas de expansión dentro de un tramo de la superestructura	0.8
Columnas, pilares o caballetes de pilotes - Viga cabecera o superestructura	1.0
Columnas o pilares - Fundaciones	1.0

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC – 2018

Aplicación Se deberá asumir que las cargas sísmicas actúan en cualquier dirección lateral. Las solicitaciones sísmicas elásticas se deben combinar de la siguiente manera:

100% del valor absoluto en una de las direcciones ortogonales combinado con 30% del valor absoluto en la segunda dirección ortogonal.

100% del valor absoluto en la segunda dirección ortogonal combinado con 30% del valor absoluto en la primera dirección ortogonal.

Deformaciones superpuestas: TU, TG, SH, CR, SE, PS

#### Temperatura uniforme (TU)

Se deben considerar las solicitaciones internas que la fluencia lenta (creep) y la contracción provocan en los componentes. Si es conveniente, se debe incluir el efecto de gradiente de temperatura. Para calcular los efectos provocados por la deformación de origen térmico, se deberá usar la diferencia entre el límite inferior o superior extendido y la temperatura básica supuesta de la construcción en el diseño. La temperatura de referencia básica será la temperatura ambiente promedio durante las 48 horas antes del vaciado del concreto o antes de la colocación de aquellos elementos que determinan la hiperestaticidad de la estructura.

**Tabla 23***Rangos de temperatura*

Material	Costa	Sierra	Selva
<b>Concreto armado o prees forzado</b>	10 <sup>º</sup> a 40 <sup>º</sup> C	-10 <sup>º</sup> a +35 <sup>º</sup> C	10 <sup>º</sup> a 50 <sup>º</sup> C
<b>Acero</b>	5 <sup>º</sup> a 50 <sup>º</sup> C	-20 <sup>º</sup> a +50 <sup>º</sup> C	10 <sup>º</sup> a 60 <sup>º</sup> C
<b>Madera</b>	10 <sup>º</sup> a 40 <sup>º</sup> C	-10 <sup>º</sup> a +35 <sup>º</sup> C	10 <sup>º</sup> a 50 <sup>º</sup> C

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC – 2018

Gradiente de temperatura (TG)

En superestructuras de concreto o de acero con tablero de concreto, se supondrá un gradiente de temperatura, adicionalmente a los cambios de temperatura especificados. Las diferencias de temperatura T1 y T2 corresponderán a los valores positivos dados en la tabla, o valores negativos obtenidos multiplicando aquellos de la tabla por – 0.5.

**Tabla 24***Temperaturas que definen los gradientes (°C)*

Región	Sin asfalto		5 cm asfalto		10 cm asfalto	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Costa	40	15	35	15	30	15
Sierra	40	5	35	5	30	5
Selva	50	20	45	20	40	20

Nota: Tabla obtenida del Manual de puentes del MTC – 2018

Contracción diferencial (SH)

Cuando corresponda deberán determinarse las deformaciones por contracción diferencial entre hormigones de diferentes edades o composiciones, y entre el hormigón y el acero.

Fluencia lenta (CR)

Las deformaciones por fluencia lenta del hormigón (creep) y la madera deben estar de acuerdo con las disposiciones de las secciones 5 y 8. Al determinar las solicitaciones y deformaciones provocadas por la fluencia lenta se deberá considerar la dependencia del tiempo y el cambio de las tensiones de compresión.

### Asentamiento (SE)

Se deberán considerar las solicitaciones provocadas por los valores extremos de los asentamientos diferenciales que ocurren en la subestructura.

### Fuerzas secundarias de elementos postensados (PS)

La aplicación de fuerzas de postensado sobre una estructura continua produce reacciones en los apoyos y fuerzas internas denominadas fuerzas secundarias, las cuales serán consideradas.

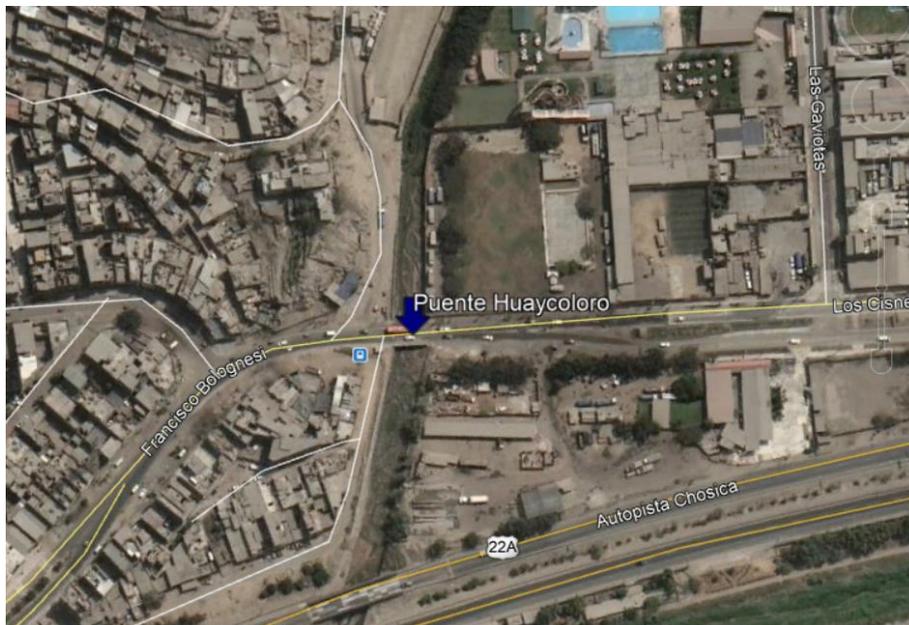
## **3.3 Desarrollo del proyecto**

### **3.3.1 Ubicación:**

El puente está ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima. Este puente enlaza la av. Campoy con la av. Los Cisnes cruzando el río Huaycoloro.

### **Figura 8**

Ubicación del puente Huaycoloro



Nota: Figura obtenida del Google Earth.

### 3.3.2 Diagnóstico de la situación actual.

El puente existente es de tipo viga-losa, tiene una antigüedad aproximada de 30 años. Una luz de 14.60 metros con un ancho de 9.20 metros, cuenta con 2 calzadas de 3.60 metros de ancho y 02 veredas de 0.70 metros; está ubicado a 3.30 sobre el nivel de la quebrada del río Huaycoloro, está conformado por 4 vigas que tienen un peralte de 1.20m y espaciadas a 1.80m con vigas de amarre a cada 5 metros de 0.60 x 0.30.

#### Figura 9

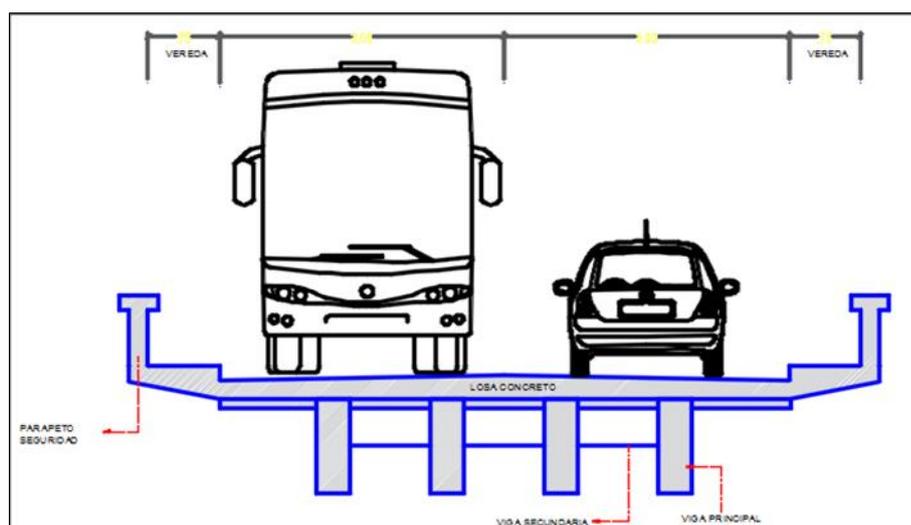
Vista actual puente Huaycoloro



Nota: Fotografía tomada el año 2019

#### Figura 10

Sección existente puente Huaycoloro



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro.

En el año 2017, se presentó el fenómeno del niño con una intensidad alta que afectó a los países de Perú y Ecuador. Este fenómeno ocasionó inundaciones y huaycos que afectaron diversos distritos del Perú y San Juan de Lurigancho fue uno de los distritos más afectados por este fenómeno que causó daños en su infraestructura (puentes, vías, colegios, etc.). El puente Huaycoloro fue uno de los afectados.

**Figura 11**

Vista aérea puente Huaycoloro fenómeno del Niño 2017



Fuente: Fotografía tomada por América Noticias

**Figura 12**

Vista puente Huaycoloro fenómeno del niño 2017



Nota: Fotografía tomada por América Noticias.

El fenómeno del Niño afectó la estructura del puente dañando de forma severa las vigas del puente, los cimientos y la losa (ver anexo 04 ficha de inspección de puente).

**Figura 13**

Viga con daño estructural



Nota: Fotografía tomada en inspección de campo

**Figura 14**

Daño estructural en apoyos



Nota: Fotografía tomada en inspección de campo

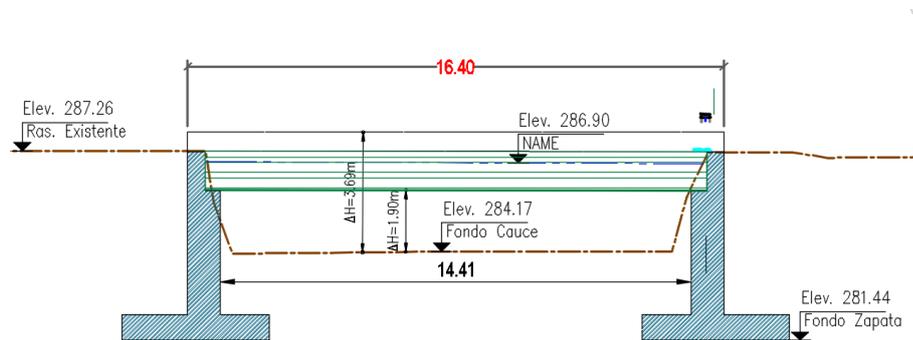
Conforme a lo expuesto, es necesario el reemplazo del puente por lo que se elaboró el proyecto "Mejoramiento del puente Huaycoloro en el distrito de San Juan de Lurigancho provincia y departamento de Lima".

### 3.3.3 Proyecto mejoramiento puente Huaycoloro – estudio de perfil

El problema principal del puente existente es su galibo, actualmente se encuentra a 3.20m sobre el nivel de la quebrada del río Huaycoloro; además las vigas peraltadas de 1.20m de alto reduciendo el alto efectivo a 2.00 metros estrangulando el flujo de la quebrada produciendo aniegos en las zonas cercanas al puente.

**Figura 15**

Perfil situación actual



Nota: Figura obtenida del expediente técnico.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron estudios básicos de ingeniería como topografía, mecánica de suelos y geotecnia e hidrología que sirvieron como base para el desarrollo de la ingeniería del proyecto obteniendo los siguientes parámetros de diseño.

Tipo material = GP

Qadm = 4 kg/cm<sup>2</sup> (Anexo 07)

Nivel socavación = 282.20 msnm (Anexo 06)

Nivel de fondo de tablero mínimo = 288.40 msnm (Anexo 06)

NAME = 286.90 msnm (Anexo 06)

IMDA = 3122 Veh/día (Anexo 04)

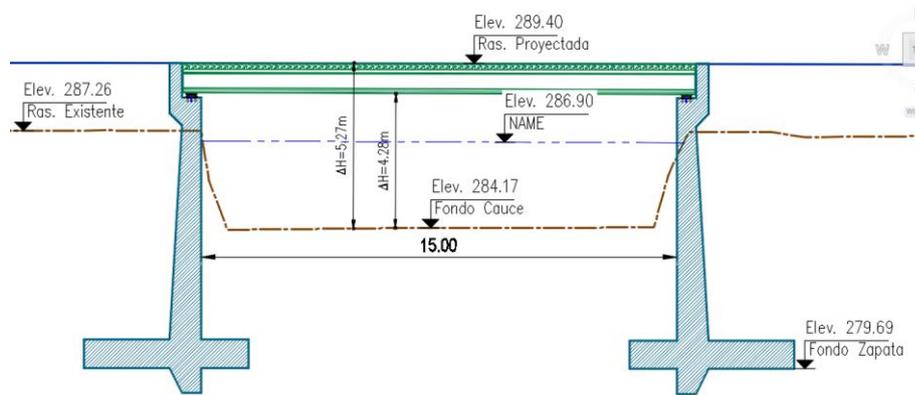
% Vehículos pesados = 20.50%

De acuerdo a lo datos presentados, el estudio de perfil se planteó ampliar el puente de 02 carriles (1 por sentido) a 04 carriles; es decir, 02 por cada sentido. La rasante del puente se ha proyectado a 289.40 msnm con una losa de 20cm y un sistema de vigas pretensadas

tipo BN de 0.80m de peralte resultando que el fondo de viga se encuentre a 288.40 msnm, el nivel de fondo de zapata.

**Figura 16**

Perfil puente proyectado estudio de perfil

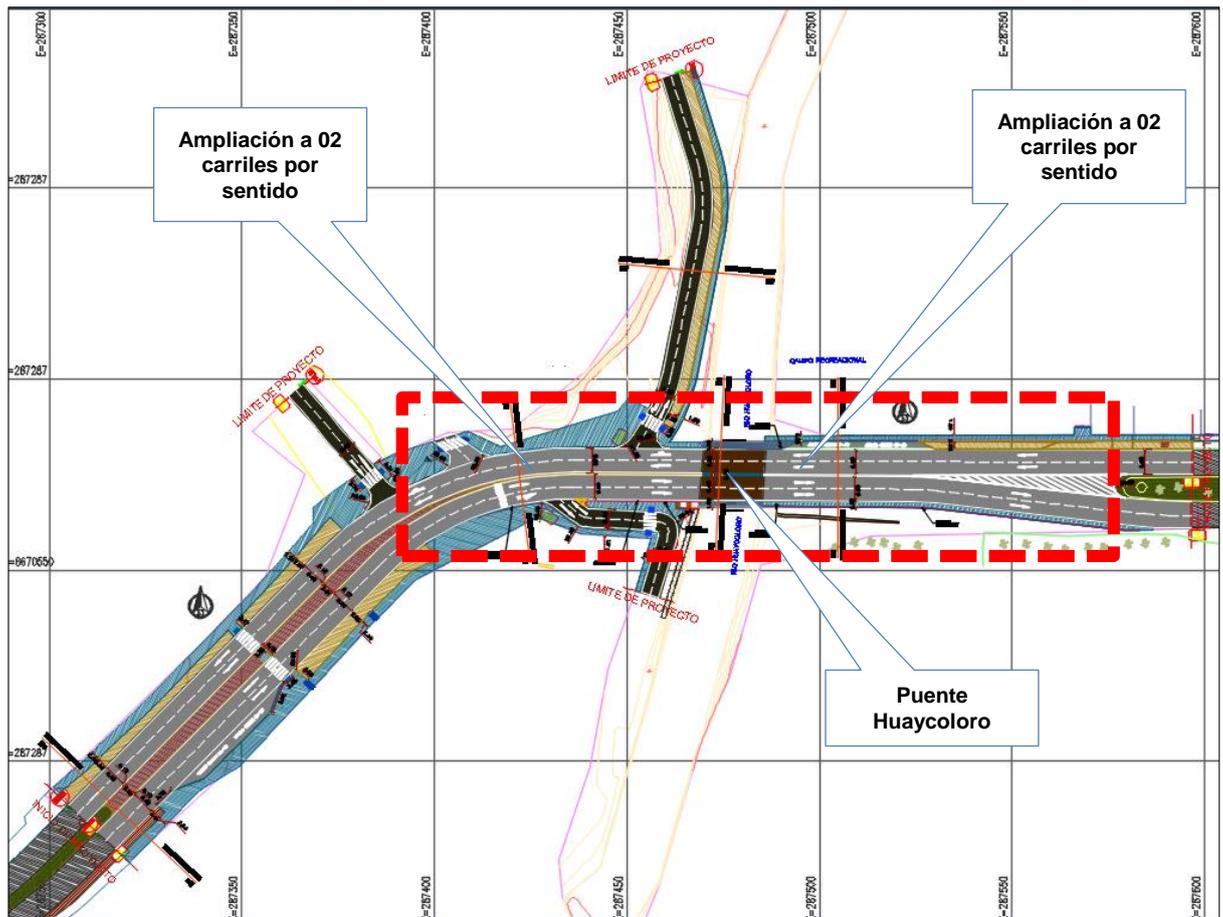


Nota: Figura obtenida del estudio de perfil.

Los accesos al puente han sido modificados ampliando a 02 carriles por sentido y elevando el nivel de rasante hasta llegar al nivel de 289.40 msnm.

**Figura 17**

Trazo en planta – estudio de perfil

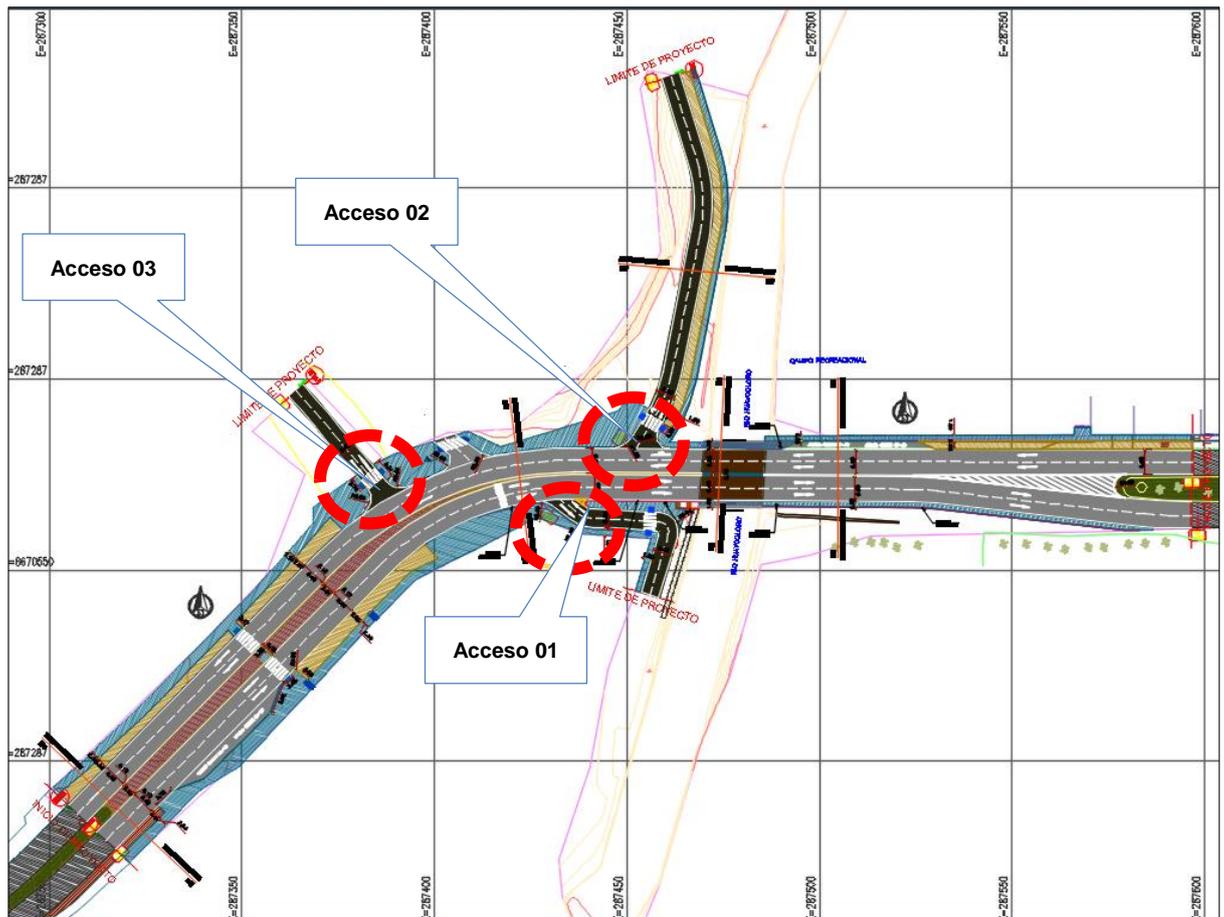


Nota: Figura obtenida del estudio a nivel de perfil

El estudio de perfil ha considerado las características técnicas determinadas por los estudios básicos de ingeniería; no obstante, se ha podido apreciar que este no ha considerado un diseño apropiado para los accesos de las vías adyacentes.

**Figura 18**

Accesos a vías adyacentes

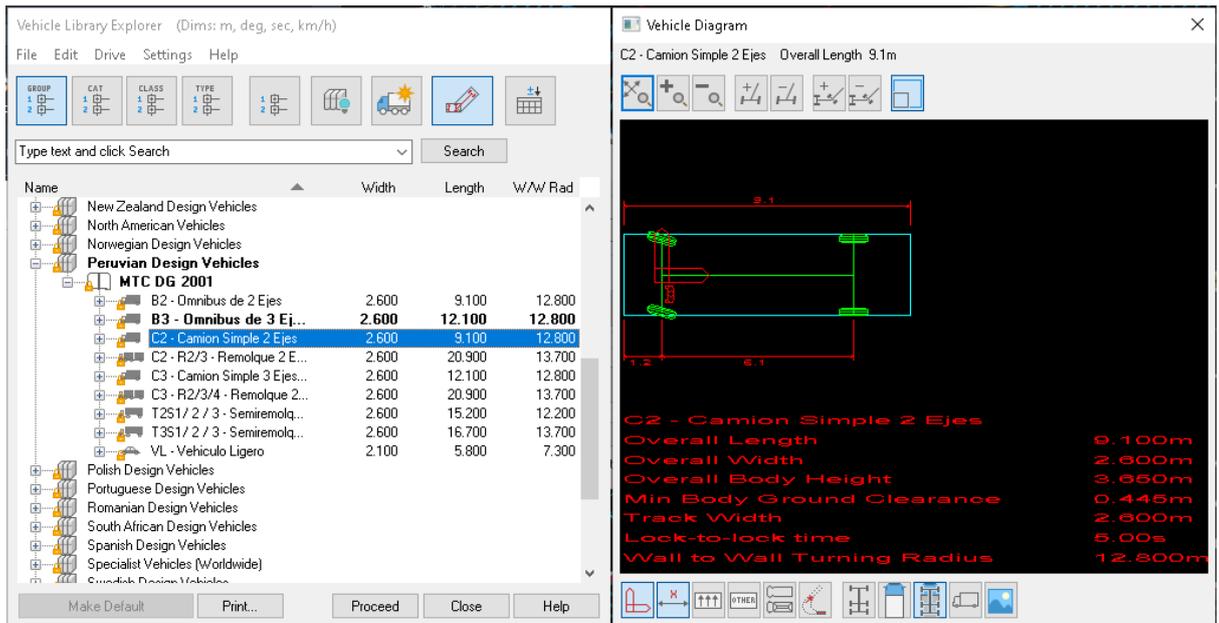


Nota: Figura obtenida del estudio a nivel de perfil

Los accesos 01, 02 y 03 han sido diseñados considerando los vehículos ligeros como vehículo de diseño; sin embargo, de acuerdo a los flujogramas del estudio de tráfico (ver anexo 5, flujograma IMDA), se entiende que por el acceso 01 ingresan un promedio de 02 camiones en un día; en el acceso 02, un promedio de 03; y en el acceso 03, un promedio de 03 camiones; es por ello que se procedió a realizar la corrida de los giros en ingreso y salida de estos accesos con un camión tipo C-2. E esta corrida fue realizada con el Software Civil3d a través del módulo VehicleTrackin de la compañía Autodesk.

**Figura 19**

Configuración de vehículo de diseño

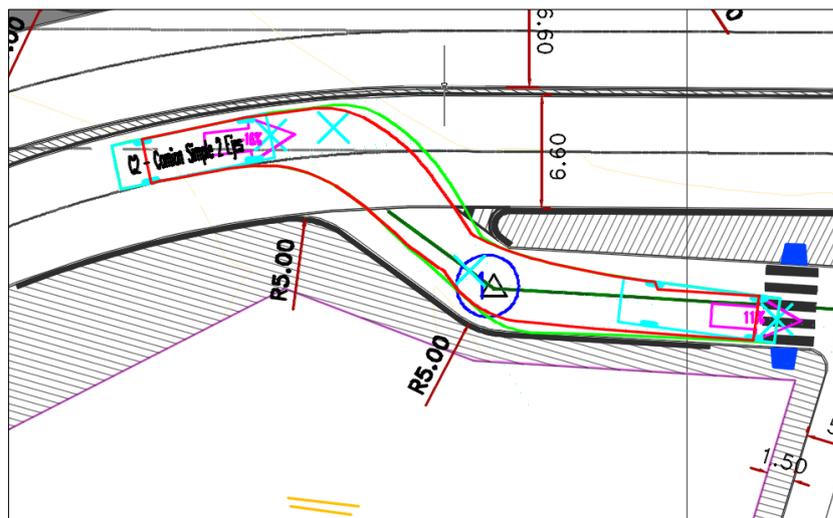


Nota: Figura obtenida del programa Autodesk VehicleTracking, dimensiones del camion compatibles con el DG-2018

En el acceso 01, para el ingreso de camiones se debe ingresar desde el carril izquierdo de la via principal e ingresar realizando dos curvas ocupando casi el 100% del ancho del acceso (ver figura 20), para la salida se ve que el radio de giro para dar una vuelta de 180° siendo imposible la salida de los camiones (ver figura 21).

**Figura 20**

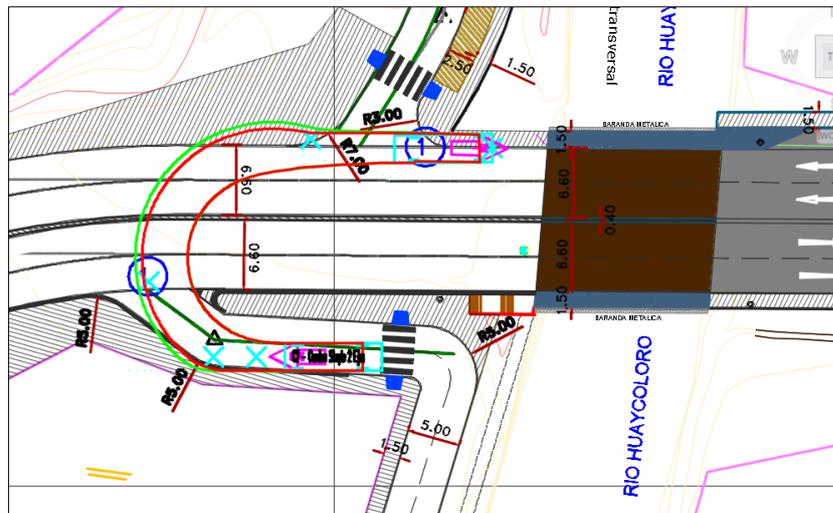
Acceso 01 Ingreso de camión C-2



Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de Diseño geometrico del estudio de perfil

**Figura 21**

Acceso 01 Salida de camión C-2

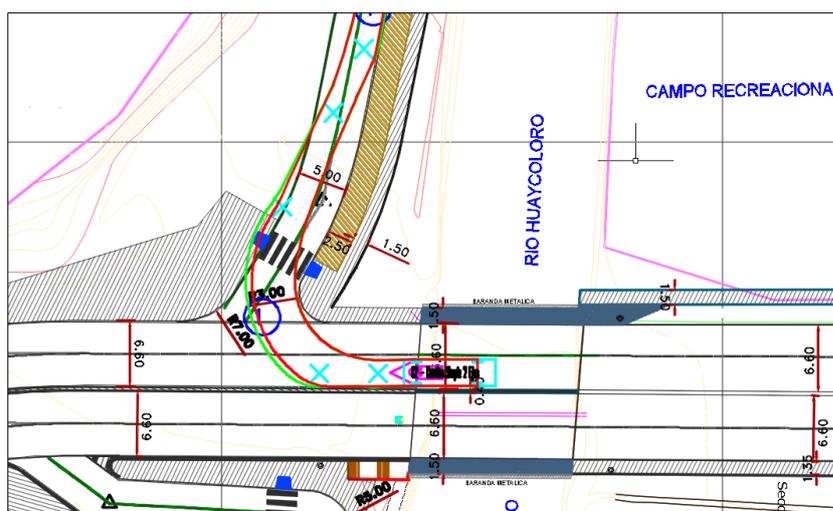


Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de Diseño geometrico del estudio de perfil

En el acceso 02, para el ingreso de camiones se debe ingresar desde el carril izquierdo de la via principal sobrepasando el ancho existente (ver figura 22), para la salida se tiene un giro suave no obstante se invade parte del carril izquierdo de la via principal (ver figura 23).

**Figura 22**

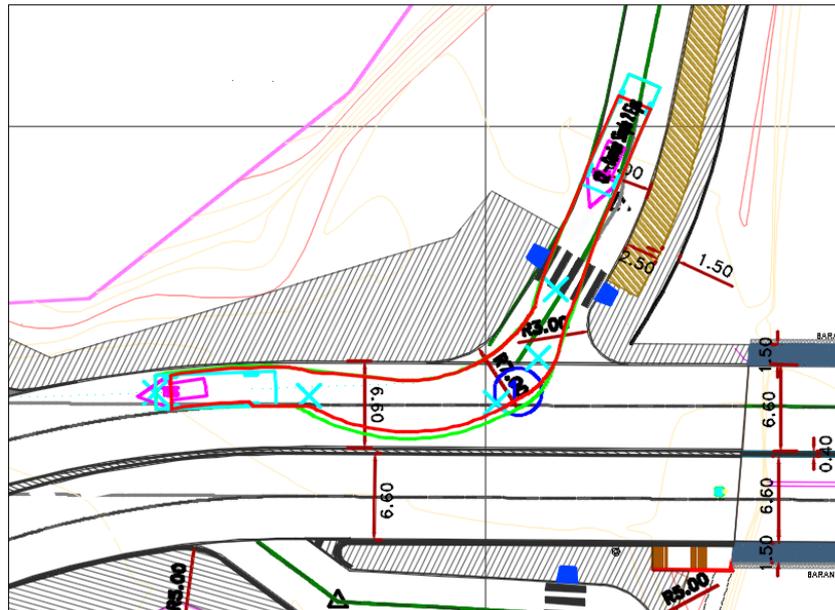
Acceso 02 Ingreso de camión C-2



Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de Diseño geometrico del estudio de perfil

**Figura 23**

Acceso 02 Salida de camión C-2

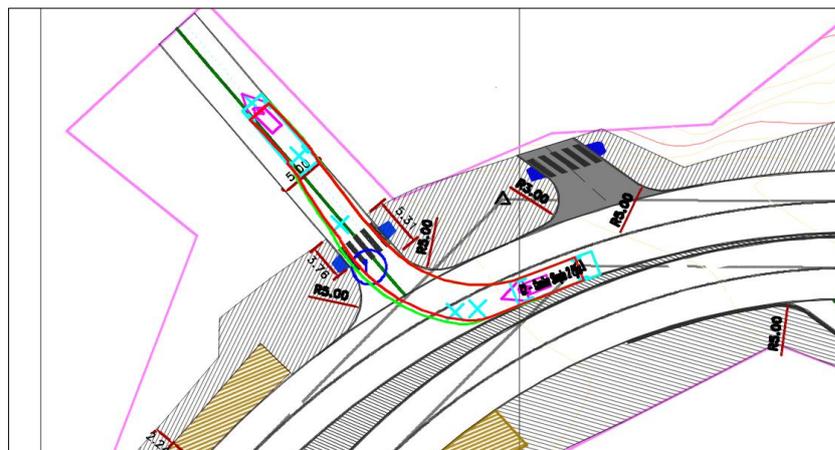


Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de Diseño geométrico del estudio de perfil

En el acceso 03, para el ingreso de camiones se debe ingresar desde el carril izquierdo de la via principal e ingresar sobrepasando el ancho existente, para la salida se tiene un giro suave sin presentar problemas para salir.

**Figura 24**

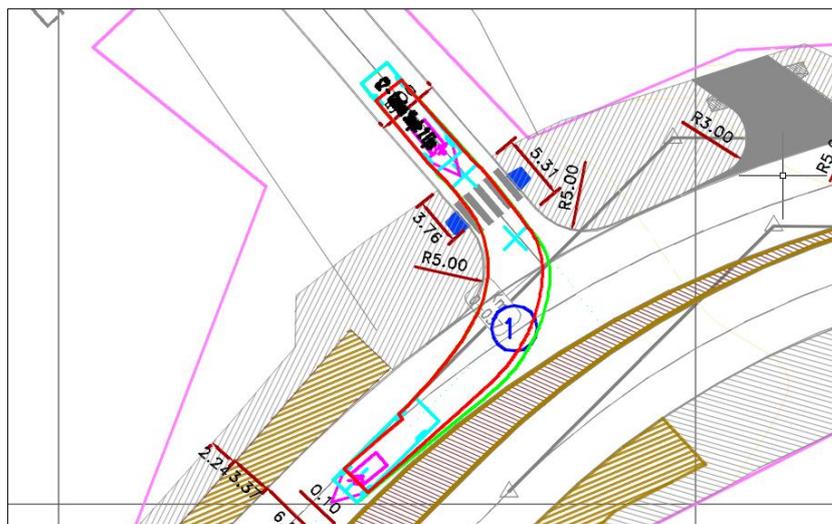
Acceso 03 Ingreso de camión C-2



Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de diseño geométrico del estudio de perfil

**Figura 25**

Acceso 03 Salida de camión C-2



Nota: Figura elaborada con autodesk vehicletracking sobre el plano de Diseño geométrico del estudio de perfil

De acuerdo a lo presentado, tenemos que el diseño geométrico de los accesos a las vías anexas al puente presenta deficiencias que no permiten el tránsito apropiado de camiones C-2, en tal sentido, es necesario realizar una mejora de diseño que optimice la transitabilidad en estos accesos.

### **3.3.4 Mejora de diseño geométrico**

La mejora del diseño geométrico en la etapa de perfil fue elaborada por los especialistas con la participación del coordinador BIM.

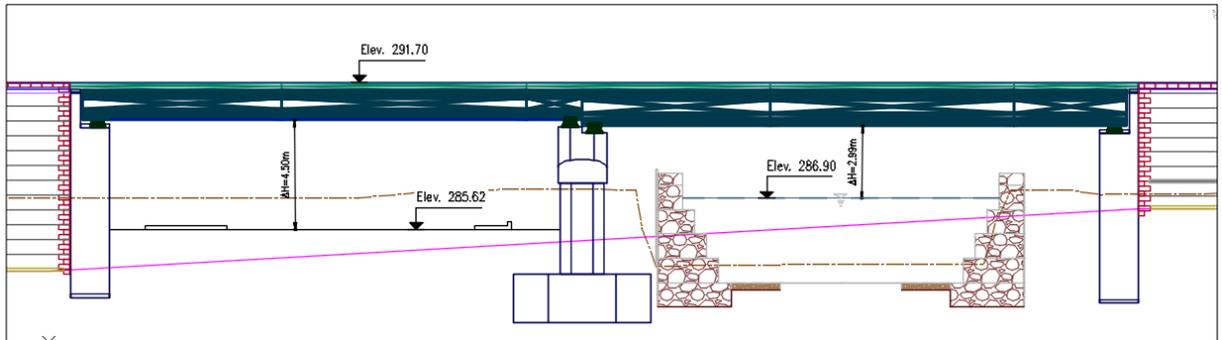
Para las mejoras al diseño geométrico, se han considerado tanto el DG-2018 del MTC como la GH – 020 Componentes de diseño urbano del RNE.

Considerando que el acceso 01 y el acceso 02 deben contar con un diseño geométrico apropiado que permita el ingreso y salida de camiones C-2, se modificó el proyecto considerando elevar la rasante hasta la cota de 291.70 msnm permitiendo plantear un puente de 02 tramos con una longitud total de 44.30m el primer tramo con una luz de 22.90m servirá como un paso a desnivel que permita una circulación libre de los accesos 01,02 y 03 con una altura libre de 4.50m el segundo tramo del puente con una luz de 20.40m permitirá cruzar la

quebrada del río Huaycoloro con un galibo de 2.99m sobre el nivel de aguas máximo extraordinario

**Figura 26**

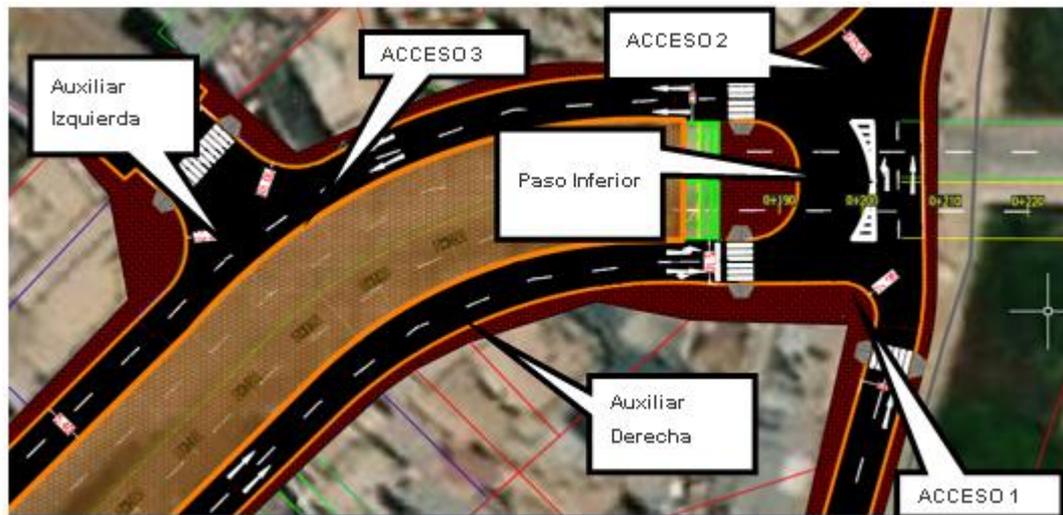
Perfil puente Huaycoloro expediente técnico



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 27**

Planta de paso inferior puente Huaycoloro

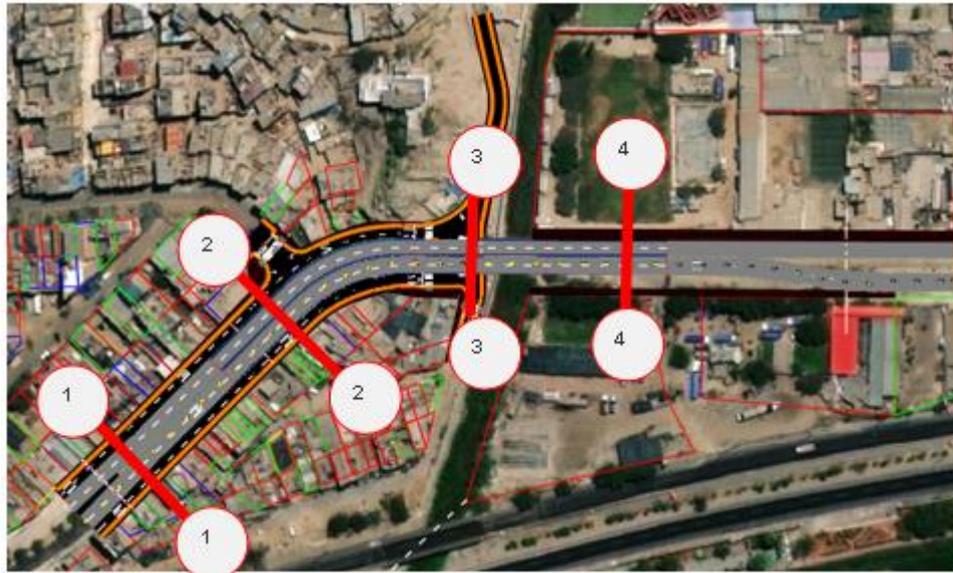


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

Al acceso, se ingresa mediante la auxiliar derecha y se realiza el giro directo hacia la izquierda. Se ha considerado un radio de 4.50 para vehículos ligeros, la salida se realiza mediante el paso inferior y girando hacia la auxiliar izquierda. Al acceso 2, se ingresa mediante la auxiliar derecha girando por el paso inferior. Al acceso 3, se ingresa a través de la auxiliar derecha se gira en U utilizando el paso inferior y luego ingresar por el acceso que tiene un radio de 8.00 necesario para camiones.

**Figura 28**

Planta de paso inferior puente Huaycoloro

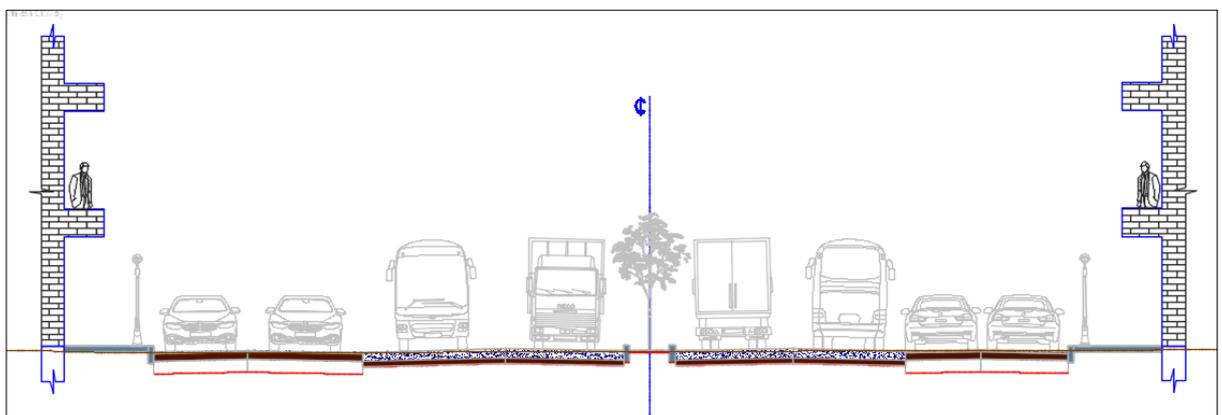


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

Con la finalidad de dejar ingresos con radios de ingreso apropiados y que no interfieran con la circulación de la vía principal (Av. Campoy), se propone desde la progresiva 0+000 a la progresiva 0+085 realizar un estrechamiento de la vía principal disminuyen el ancho del separador central y dejando espacio para 2 vías auxiliares de 5.40 de ancho a ambos lados con veredas de 1.50m.

**Figura 29**

Sección 1-1

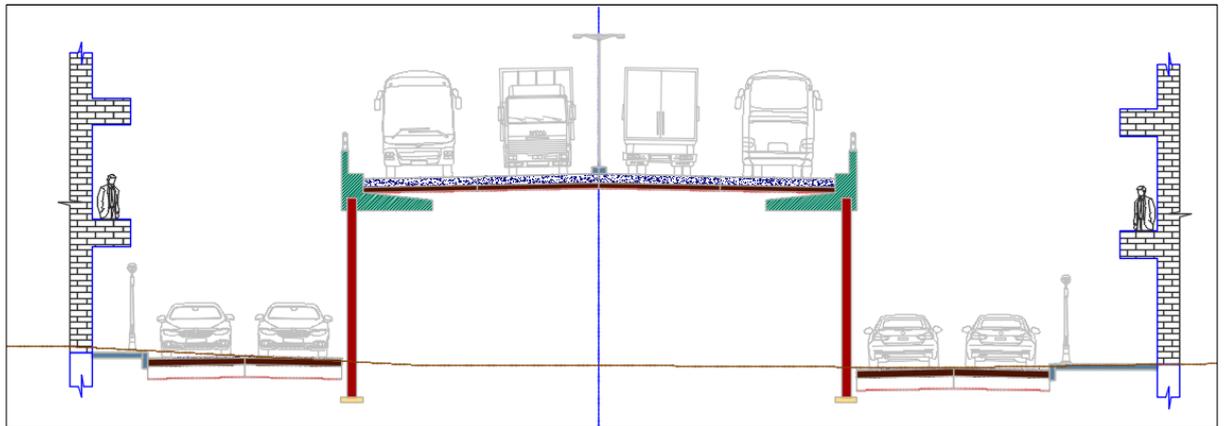


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

A partir de la progresiva 0+085, la vía principal se eleva por sobre las vías auxiliares sobre un muro de tierra armada en un tramo de 100 metros elevándose hasta 6.35 metros sobre el nivel de la rasante de la vía auxiliar

**Figura 30**

Sección 2-2

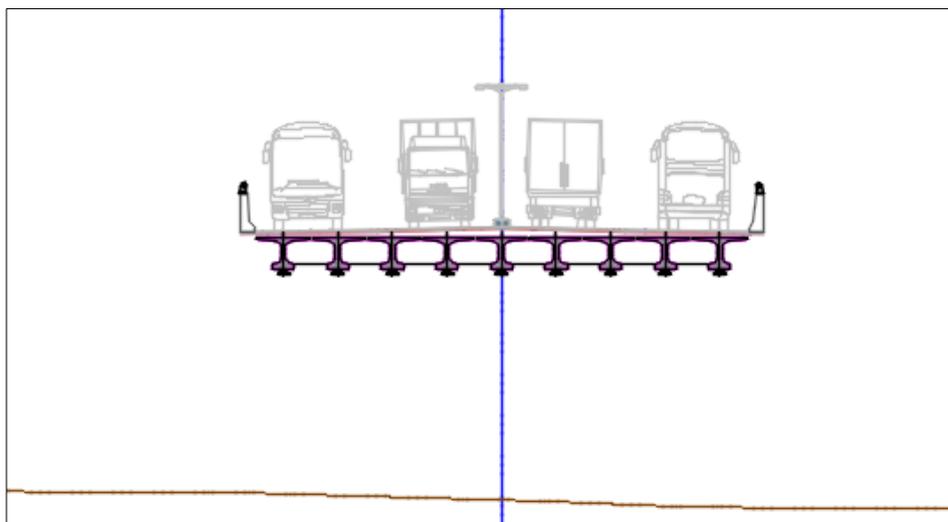


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

De la progresiva 0+185, inicia el puente de 52 metros de longitud dividido en 02 tramos el primero de 28 metros y el segundo de 24 metros la altura libre es de 4.25 metros hasta el nivel de rasante de la vía inferior.

**Figura 31**

Sección 3-3

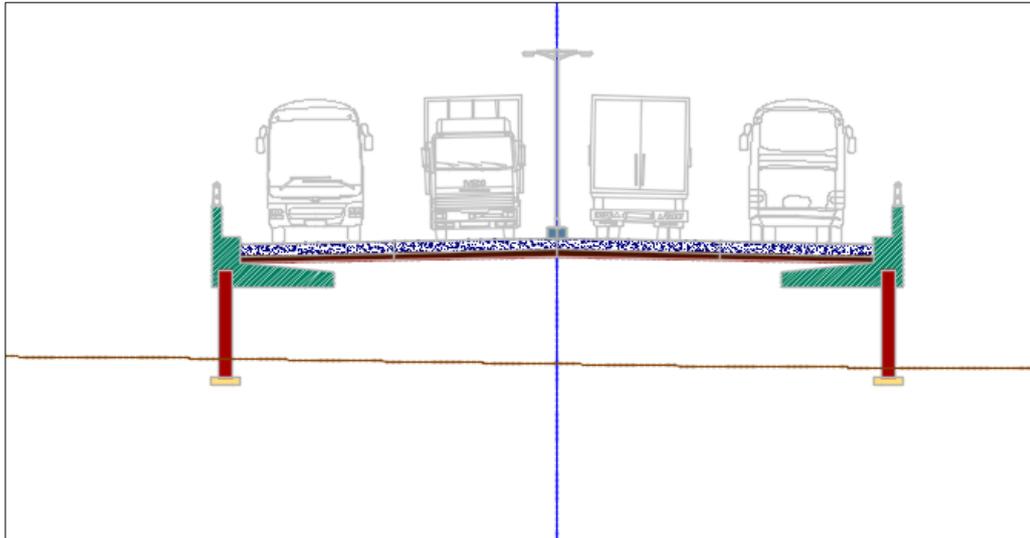


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

Luego de cruzar el río Huaycoloro, se construirá la rampa con muros de tierra armada hasta empalmar con la rasante existente.

**Figura 32**

Sección 4-4



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

### **3.3.5 Mejora de diseño estructural**

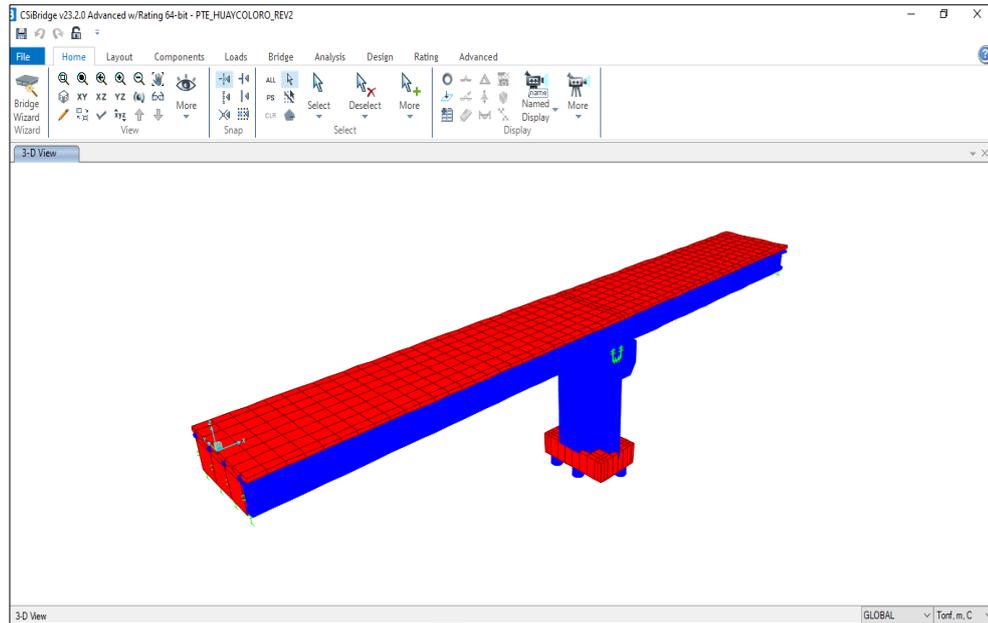
Para el desarrollo de la nueva infraestructura, se propone un puente de 52 metros de Larco con 2 tramos: el primero con una luz de 28 metros y el segundo con una luz de 24; el análisis estructural se desarrollará en el software CSI BRIDGE 2020, el cálculo de las vigas en una planilla MATHCAD y el cálculo de los estribos mediante el software GEO5 módulo estribos.

#### **3.3.5.1 Modelamiento estructural**

El modelo estructural fue elaborado con el programa CSI BRIDGE. La estructura seleccionada es un puente tipo viga losa con vigas postensadas con una losa de 25 cm el ancho total es 14.40 m y comprende 2 calzadas de 3.30 metros y defensas laterales de 0.40 de ancho.

**Figura 33**

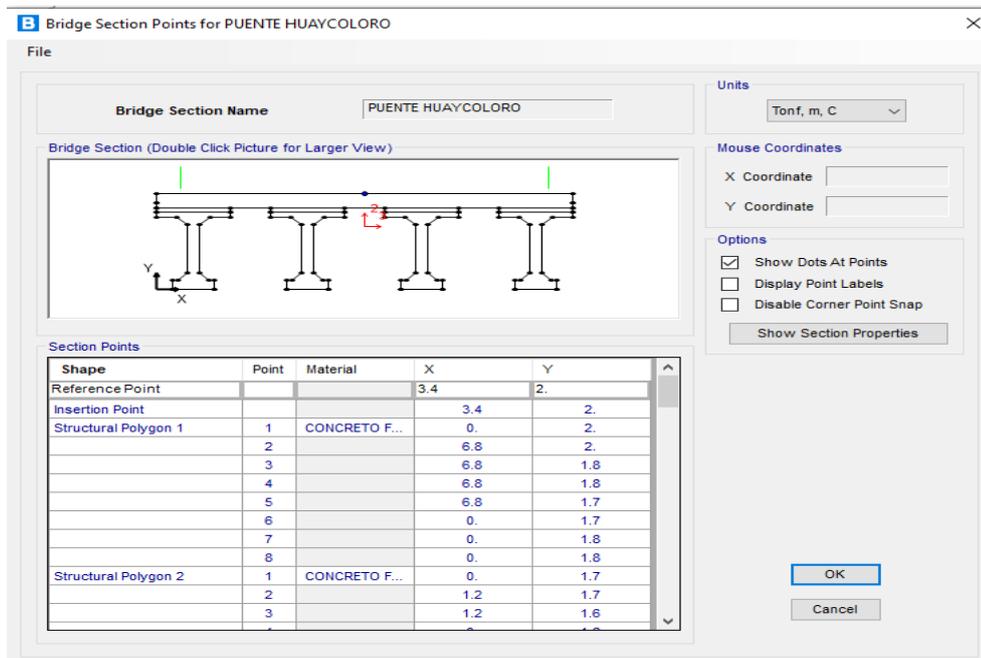
Modelo estructural CSI Bridge



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 34**

Definición de la superestructura

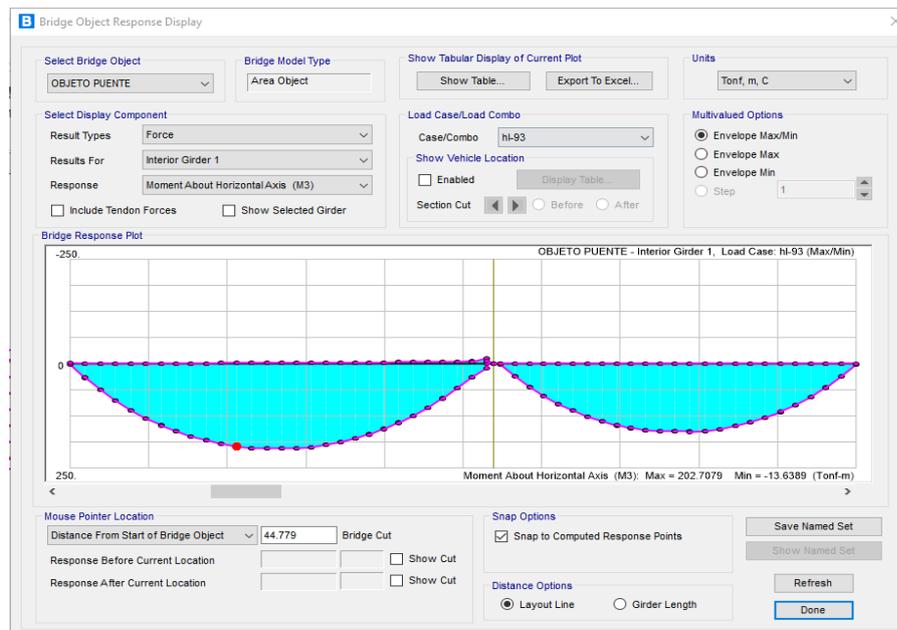


Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

En el cálculo de los elementos estructurales, de acuerdo al código AASHTO LRFD y para fines de análisis de la estructura, se consideraron las cargas y combinaciones presentadas en el ítem 3.6.11 los resultados obtenidos fueron:

**Figura 35**

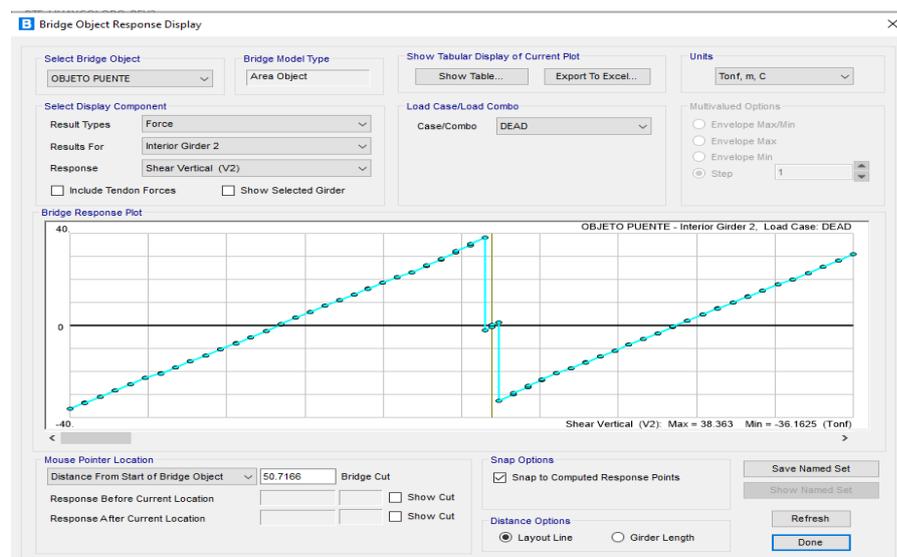
Resultados Momento flector carga viva + impacto



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 36**

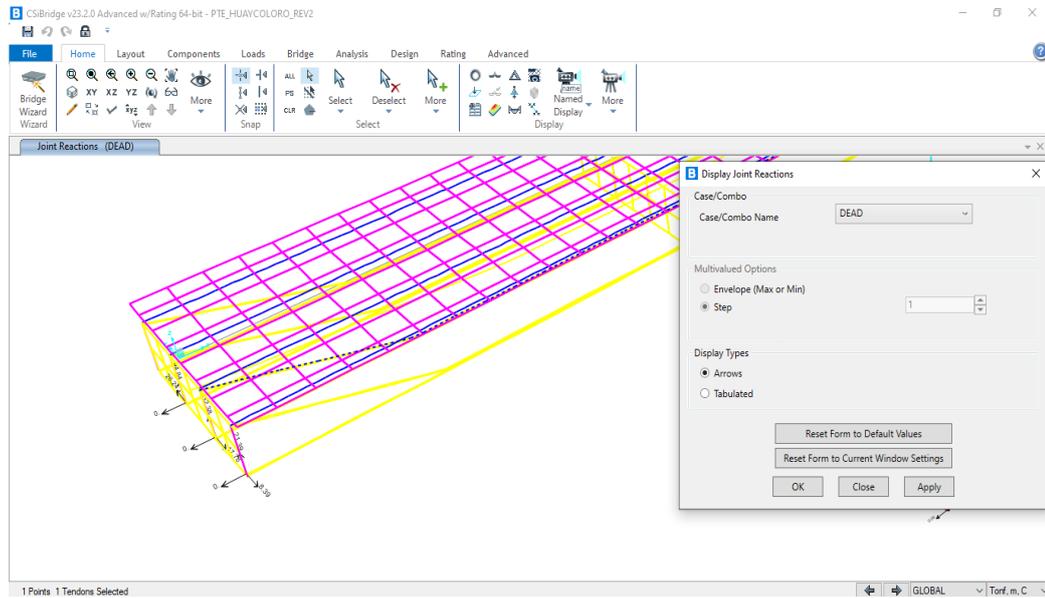
Resultados fuerza cortante por carga viva + impacto



Fuente: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 37**

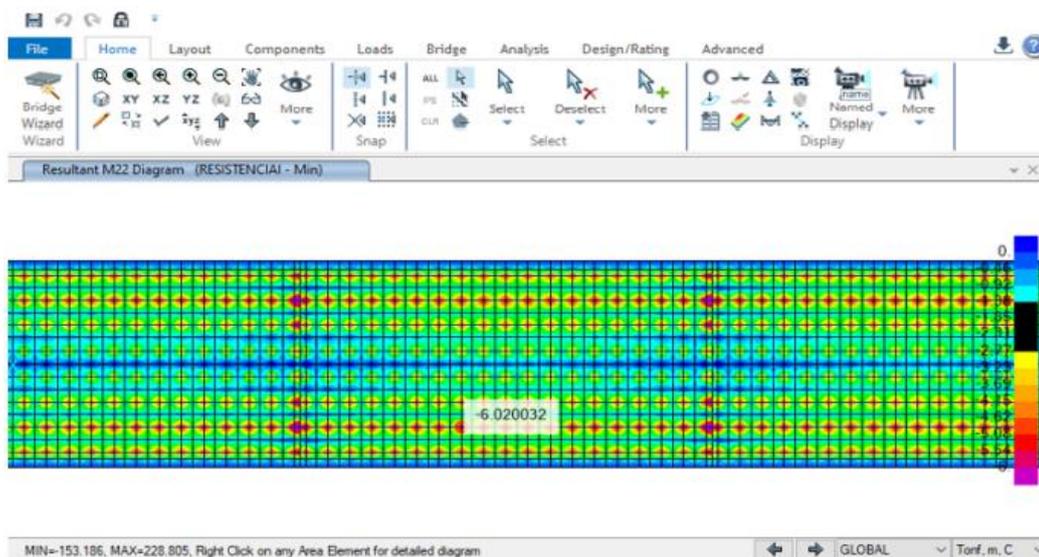
Resultados fuerzas en los apoyos



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 38**

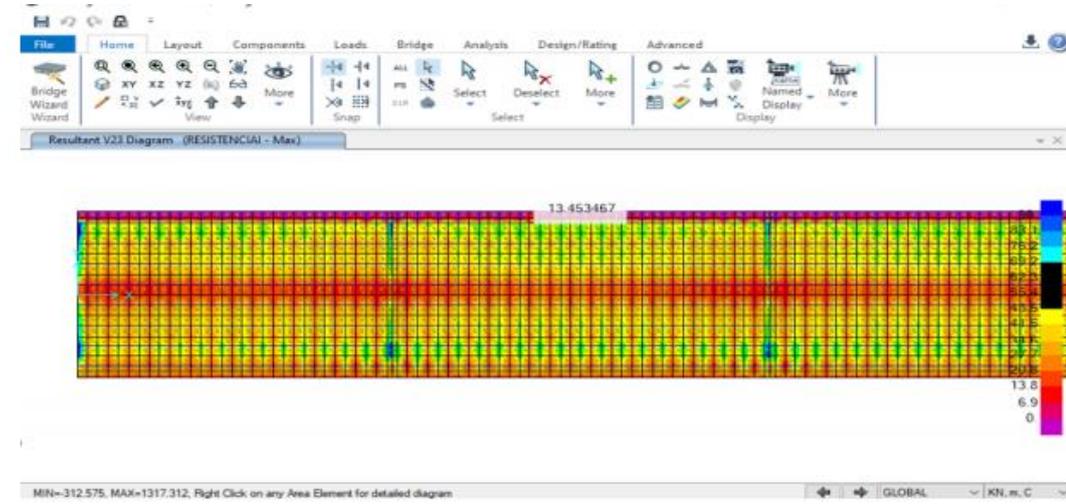
Resultados momento flector en losas inferiores



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

**Figura 39**

Resultados momento flector en losas inferiores



Nota: Figura obtenida del expediente técnico puente Huaycoloro

### 3.3.5.2 Calculo estructural

#### 3.3.5.2.1 Diseño de la losa y el tablero

##### A.- Materiales y Geometría

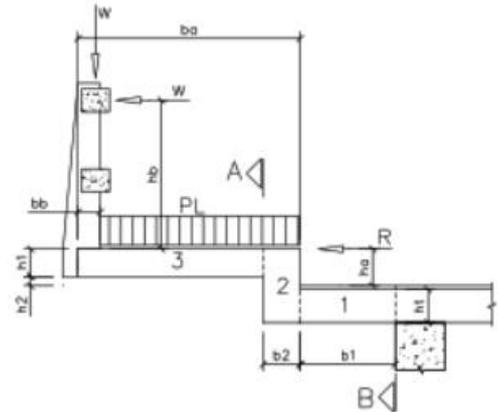
$f'_c =$ 28 Mpa	$Luz =$ 23.00 m
$f_y =$ 420 Mpa	$A =$ 4.00 m
$PE_{f_{fA}} =$ 23.544 KN/m <sup>3</sup>	$ht =$ 0.18 m
$PE_{f_r} =$ 22.759 KN/m <sup>4</sup>	$cr =$ 0.02 m
	Numero de Vigas = 2.00
	$s =$ 2.4 m
	$b =$ 0.05 m
	$b_w =$ 0.18 m
	Diafragma: $h =$ 1.22 m
	$b =$ 0.20 m

##### B.- Diseño de Losas Interiores en Tramo

Solicitaciones:	Diseño:
$M_{DC} =$ 1.67 kN-m/m	$b =$ 1.00 m
$M_{DW} =$ 0.18 kN-m/m	$ds =$ 0.15 m
$M_{LLHIM+LS} =$ 27.39 kN-m/m Tabla A4-1 (AASHTO LRFD)	$A_s =$ 9.76 cm <sup>2</sup> /m
$M_u =$ 50.29 kN-m/m	$A_{smin} =$ 4.04 cm <sup>2</sup> /m
$M_{cr} =$ 18.00 kN-m/m	<b>Disposición = <math>\emptyset 16c/20</math></b> (10.05 cm <sup>2</sup> )
	Distribución: $D =$ 0.67
	$A_{dist} =$ 6.54 cm <sup>2</sup> /m
	<b>Disposición = <math>\emptyset 12c/15</math></b> (7.54 cm <sup>2</sup> )

**D.- Diseño de Losa de Volado y Acera**

Acera, $ba =$	0.80 m	$ha =$	0.20 m
$bb =$	0.12 m	$hb =$	0.81 m
$b1 =$	0.48 m	$h1 =$	0.15 m
$b2 =$	0.20 m		
$g_b =$	1.25 kN/m		
$x_A =$	0.54 m	$EA =$	1.59 m
$x_B =$	1.32 m	$EB =$	2.05 m
		$x_A(m)$	$x_B(m)$
$p1 =$	2.01 kN/m	0.00	0.35
$p1_{DW} =$	0.22 kN/m	0.00	0.35
$p2 =$	1.88 kN/m	0.00	0.68
$p3 =$	2.12 kN/m	0.30	1.08



$M_{DC(A)} = 1.31 \text{ kN/m-m}$

$M_{DC(B)} = 5.93 \text{ kN/m-m}$   
 $M_{DW(B)} = 0.07 \text{ kN/m-m}$

**1.- ELU: Resistencia-I (Carga Peatonal)**

$q_{LP} =$	3.60 kN/m
$P_{bh} =$	0.89 kN
$w =$	0.89 kN/m
$M_{PL(A)} =$	1.95
$N_{PL(A)} =$	1.29
$M_U(A) =$	5.05
$N_U(A) =$	2.26

**Momentos (kN/m-m); Normales (kN/m)**

$M_{PL(B)} =$	5.32	$N_{PL(B)} =$	1.29
$M_U(B) =$	16.83	$N_U(B) =$	2.26

**2.- ELU: Resistencia-I (Carga Vehicular)**

$R =$	7.30 kN/m	$P =$	72.50 kN
$X_v =$	0.28 m	$E_v =$	1.38 m
$M_{LL(A)} =$	0.00	$N_{PL(A)} =$	0.00
$M_U(A) =$	1.64	$N_U(A) =$	0.00

**Momentos (kN/m-m); Normales (kN/m)**

$M_{LL(B)} =$	22.12	$N_{PL(B)} =$	7.30
$M_U(B) =$	46.23	$N_U(B) =$	12.78

**3.- ELU: Resistencia-I (Una rueda sobre la Acera)**

$x_A =$	0.18 m	$EA =$	1.29 m
$x_B =$	0.96 m	$EB =$	1.94 m
$M_{LL(A)} =$	13.46	$N_{PL(A)} =$	0.00
$M_U(A) =$	15.09	$N_U(A) =$	0.00

**Momentos (kN/m-m); Normales (kN/m)**

$M_{LL(B)} =$	47.82	$N_{PL(B)} =$	0.00
$M_U(B) =$	55.35	$N_U(B) =$	0.00

**4.- Evento Extremo II (Colisión de Vehículos)**

$M_{CT(A)} =$	14.55	$N_{CT(A)} =$	0.00
$M_U(A) =$	15.86	$N_U(A) =$	0.00

**NIVEL DE ENSAYO: TL-4**

$M_{CT(B)} =$	19.25	$N_{CT(B)} =$	0.00
$M_U(B) =$	25.26	$N_U(B) =$	0.00

**Refuerzo Necesario:**

CASO	$A_s \text{ (cm}^2\text{/m)}$	
	Acera Sec. A-A	Volado Sec. B-B
1	1.16	3.17
2	0.36	9.11
3	3.41	10.81
4	3.59	4.75
$A_{s_{min}}$	2.40	2.90

**Disposición de Refuerzo**

**Acera Sección A-A**

$A_s : \phi 12c/20$	(5.65 cm <sup>2</sup> )
Adist : $\phi 10c/20$	(3.93 cm <sup>2</sup> )

**Volado Sección B-B**

$A_s : \phi 12c/20$	
+ $\phi 12c/20$	(11.31 cm <sup>2</sup> )
Adist : $\phi 12c/15$	(7.54 cm <sup>2</sup> )

3.3.5.2.2 Diseño de la viga postensada

**DISEÑO DE VIGAS POSTENSADAS DE PUENTES CON AASHTO LRFD**

**A) DATOS DE DISEÑO**

- Longitud de la Plataforma del Puente  $L := 20.35 \text{ m}$
- Resistencia Característica del Concreto Pretensado  $f'_{c} := 420 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia Característica del Concreto Armado  $f'_{ca} := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia de fluencia del Acero (No Preesforzado)  $f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- Esfuerzo Permisible de compresión (Fibra inferior)  $f'_{ci} := 350 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- Resistencia a la tracción del acero de pretensado  $f_{pu} := 270 \text{ ksi}$
- Peso unitario del Concreto  $\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
- Diámetro de Torones  $\theta_T := \frac{1}{2} \text{ in}$       $A_u := 0.987 \text{ cm}^2$
- Pérdidas  $p := 15\%$
- % de fuerza después de las pérdidas  $R := (1 - p) = 0.85$

**B) PREDIMENSIONAMIENTO**

Altura de la Viga  $h_1 := \frac{L}{15} = 53 \text{ in}$

$h_2 := \frac{L}{20} = 40 \text{ in}$

Elección de la VIGA AASTHO

$I_{AASTHO} :=$  Seleccionar: Viga : 4

Espesor de losa  $t := 25 \text{ cm}$

Separación de Vigas  $S := 1.60 \text{ m}$

Viga	h (in)
"TIPO 1"	28
"TIPO 2"	36
"TIPO 3"	45
"TIPO 4"	54
"TIPO 5"	63
"TIPO 6"	72

[Ver Esquema](#)

[Ver Propiedades de la Viga AASTHO TIPO I](#)

**DISTANCIAS DE NUCLEO**

$k_1 := \frac{W_b}{A_v} = 33.941 \text{ cm}$   $W_t = 145971.958 \text{ cm}^3$

$k_2 := \frac{W_t}{A_v} = 28.676 \text{ cm}$   $A_v = 789 \text{ in}^2$

## SOLICITACIONES DE CARGAS

### MOMENTOS MAXIMOS APLICADOS

Peso Propio Viga AASHTO	$M_{pp} := 63.50 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Losa Húmeda (ancho Tributario)	$M_l := 50 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Diafragma	$M_d := 10.5 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Asfalto	$M_{Dw} := 18.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Carga Viva+Impacto HL-93	$M_{L\_IMP} := 165 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total inicial	$M_o := M_{pp} + M_l + M_d = 124 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total de Servicio	$M_s := M_{Dw} + M_{L\_IMP} = 183.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total Aplicado	$M_t := M_o + M_s = 307.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$

### ESFUERZOS PERMISIBLES

#### INICIALES (TRANSFERENCIA)

Fibra Superior:

$$f_{ti} := 0.80 \cdot \sqrt{f'_{ci} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 14.967 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fibra Inferior:

$$f_{ci} := -0.60 \cdot f'_{ci} = -210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### APLICADOS (EN SERVICIO)

Fibra Superior:

#### CASO 1: CARGA TOTAL

$$f_{cas1} := -0.60 \cdot f'_c = -252 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### Distribución de los Torones en cada Vaina

**Nota :** La Ubicación de las Vainas es de Orden superior a inferior según la cantidad de vainas a utilizar.

Ver Esquema

Cantidad total de torones:

Vainas	torones
1	6
2	6
3	12
4	12
5	0
6	0

$$\#_{strada} := \sum \overrightarrow{\text{torones}} = 36$$

**Nota :** La Cantidad Total de torones por vaina es máximo 12.

**1. ESTADO DE SERVICIO I****A) En condiciones iniciales**

## • Fibra Superior

$$f_{tsi} = -\frac{P_i}{A_v} + \frac{P_i \cdot e}{W_t} - \frac{M_o}{W_t} \quad f_{tsi} = -27.467 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if(ftsi < ftsi, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

## • Fibra Inferior

$$f_{csi} = -\frac{P_i}{A_v} - \frac{P_i \cdot e}{W_b} + \frac{M_o}{W_b} \quad f_{csi} = -147.916 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if(|fcsi| < |fcsi|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

**B) En condiciones finales**

$$P = R \cdot P_i$$

## • Fibra Superior

CASO 1 CARGA TOTAL

$$f_{cs1} = -\frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_t}{W_t} \quad f_{cs1} = -161.661 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if(|fcs1| < |fcs1|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

CASO 2 PREESFORZADO+CARGAS PERMANENTES

$$f_{cs2} = -\frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_o + M_{DW}}{W_t} \quad f_{cs2} = -48.626 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if(|fcs2| < |fcs2|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

## • Fibra Inferior

$$f_{ts} = -\frac{P}{A_v} - \frac{P \cdot e}{W_b} + \frac{M_t}{W_b} \quad f_{ts} = -8.868 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

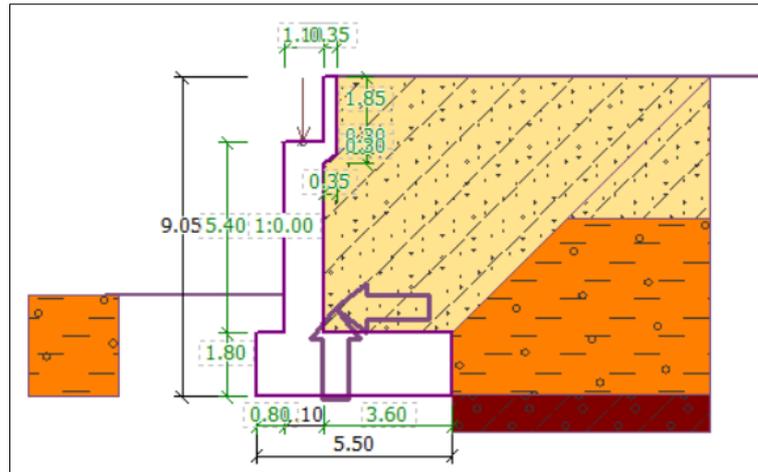
`if(fts ≤ fts, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

**3.3.5.2.3 Diseño de los estribos**

El diseño de los estribos se realizó en el programa GEO5 en el módulo de estribos, se ingresó los datos de la geometría.

**Figura 40**

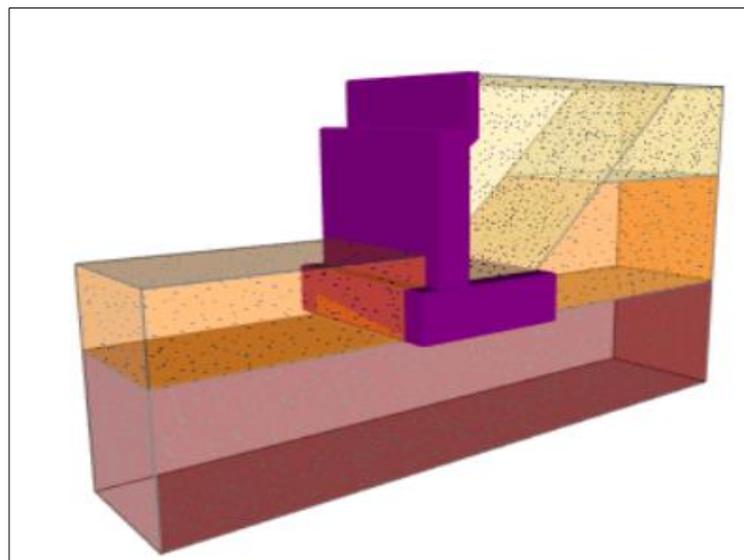
Ingreso de la Geometría en el software GEO5



Nota: Figura elaborada en el programa GEO5 – Modulo Estribos

**Figura 41**

Vista geometría 3D – GEO5



Nota: Figura obtenida del programa GEO5 – Modulo Estribos

Luego de ingresada la geometría del estribo se procedido a ingresar las características del suelo obtenidas del estudio de mecánica de suelos (Anexo 7) y las cargas obtenidas en el análisis estructural en el ítem 3.3.5.1 obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 42**

Comprobación de volteo y deslizamiento Geo5

No. ^	Force	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	Applic. point		Coe
				x [m]	z [m]	[-]
1	Weight - wall	0.00	382.84	2.22	-2.52	
2	Earthq.- constr.	-97.62	-48.81	2.22	-2.52	
3	FF resistance	36.19	0.03	0.40	-0.97	
4	Weight - earth wedge	0.00	189.71	3.13	-3.77	
5	Earthquake - soil wedge	-49.94	-24.97	3.13	-3.77	
6	Active pressure	-211.60	272.63	4.30	-3.25	
7	Earthq.- act.pressure	-193.33	254.07	3.50	-5.86	
8	Bridge reactions	3.91	38.28	1.30	-7.20	
9	Appr. plate react.	0.00	0.00	2.25	-9.05	

Check for slip  
**Verification**  
**OVERTURNING:** SATISFACTORY (97.7%)  
**SLIP:** SATISFACTORY (86.1%)

Nota: Figura obtenida del programa GEO5 – Modulo Estribos

Para finalizar, se realizó la verificación del armado de la pantalla y cimentación por cortante y flexión considerando la cuantía mínima.

**Figura 43**

Comprobación por cortante y flexión de pantalla

Dimensioning: + - [1] In detail

No. ^	Force	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	Applic. x [m]
1	Weight - wall	0.00	155.13	0.64
2	Earthq.- constr.	-39.56	-19.78	0.64
3	FF resistance	4.90	0.00	0.00
4	Active pressure	-119.36	34.19	1.13
5	Earthq.- act.pressure	-96.95	22.50	1.29
6	Bridge reactions	3.91	38.28	0.50
7	Appr. plate react.	0.00	0.00	1.45

— Place of dim.  
 Wall stem    Depth:  [m]

Reinforced concrete

Cover:  [mm]    No. of bars:  [pcs]

Cross-sec. width:  [m]    Bar diam.:  [mm]

— Dimensioning

**SHEAR:** SATISFACTORY (65.9%)  
**FLEXURE+ PRESSURE:** SATISFACTORY (72.3%)  
**DESIGN PRINCIPLES:** SATISFACTORY (77.7%)

Nota: Figura obtenida del programa GEO5 – Modulo Estribos

**Figura 44**

Comprobación por cortante y flexión de cimentación

No. ▲	Force	F <sub>x</sub> [kN/m]	F <sub>z</sub> [kN/m]	Appl x [m]
1	Weight - wall	0.00	382.82	2.2
2	Earthq.- constr.	-97.62	-48.81	2.2
3	FF resistance	34.06	0.03	0.4
4	Weight - earth wedge	0.00	189.71	3.1
5	Earthquake - soil wedge	-49.94	-24.97	3.1
6	Active pressure	-211.59	272.63	4.3
7	Earthq.- act.pressure	-193.33	254.06	3.5
8	Bridge reactions	3.91	38.28	1.3
9	Appr. plate react.	0.00	0.00	2.2

Wall jump	Depth:	0.10 [m]
<input checked="" type="checkbox"/> Reinforced concrete		
Cover:	15.0 [mm]	No. of bars: 5.00 [pcs]
Cross-sec. width:	1.00 [m]	Bar diam.: 25.0 [mm]
Required reinforcement area: 0.0 mm <sup>2</sup>		
Inputted reinforcement area: 2454.4 mm <sup>2</sup>		
— Dimensioning		
SHEAR:	SATISFACTORY	(0.0%)
FLEXURE:	SATISFACTORY	(0.0%)
DESIGN PRINCIPLES:	SATISFACTORY	(0.0%)

Nota: Figura obtenida del programa GEO5 – Modulo Estribos

**3.3.5.3 Modelamiento BIM**

Para el desarrollo del modelamiento BIM, el bachiller, en calidad de Coordinador BIM, y teniendo como parte de sus responsabilidades el modelamiento de la infraestructura vial, desarrollo con el equipo BIM el modelo conforme al flujo de trabajo para el proyecto establecido en el anexo 12.

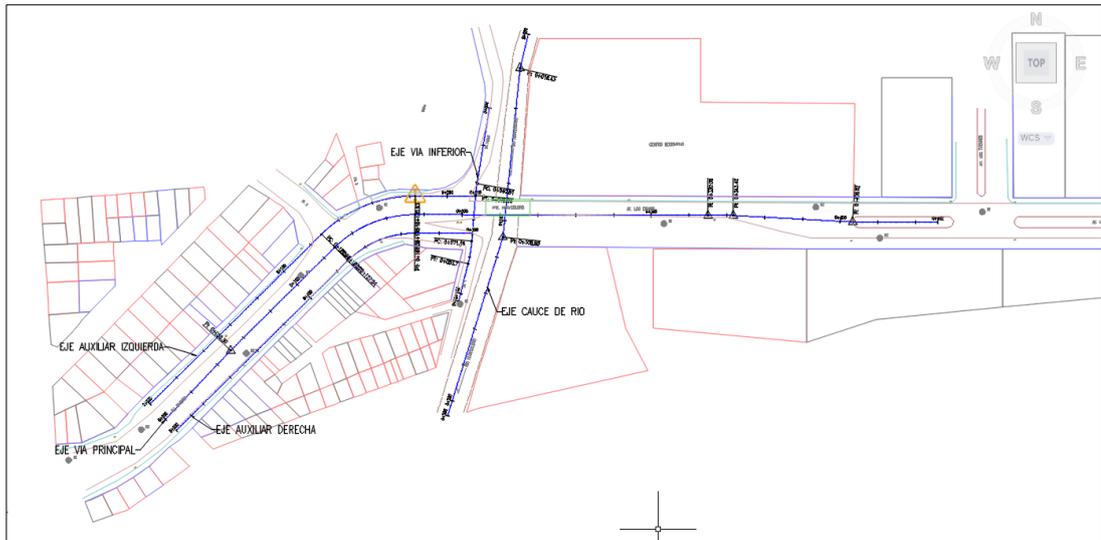
**3.3.5.3.1 Trazo geometría vial**

El trazo de la geometría ha sido desarrollado en el programa Civil 3D en este se han trazado los alineamientos necesarios para el modelo teniendo un total de 05 ejes.

- Eje vía principal – viaducto
- Eje auxiliar derecha
- Eje auxiliar izquierda
- Eje vía inferior
- Eje cauce de río

**Figura 45**

Vista en planta – ejes principales

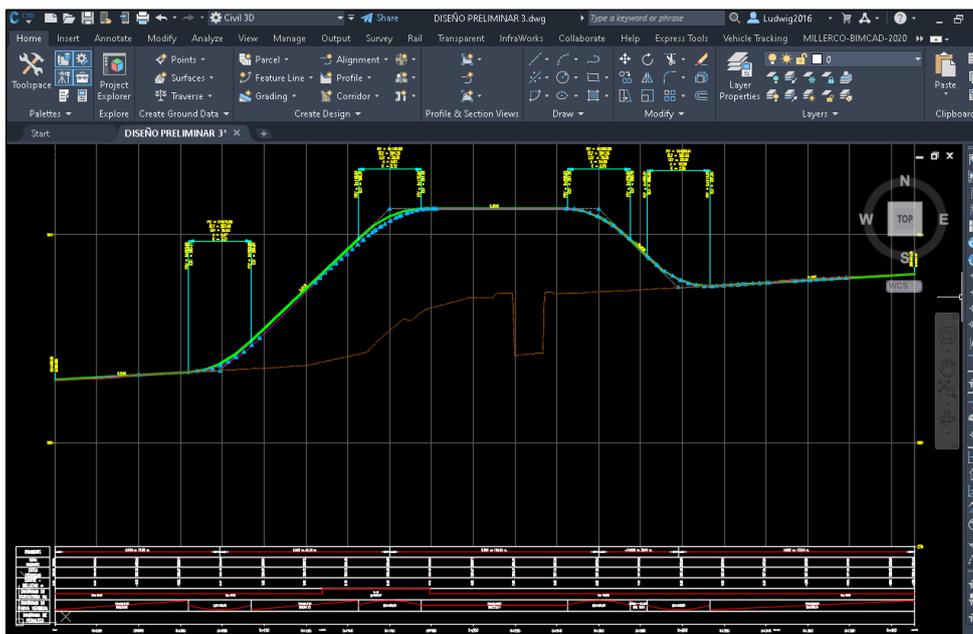


Nota: Figura obtenida del programa Civil 3D.

Luego de planteado los alineamientos, se procede a realizar los perfiles y el trazo de la rasante de cada vía cuidando que la cota de empalme sea la misma en cada alineamiento que se intersecta.

**Figura 46**

Vista en perfil – eje principal

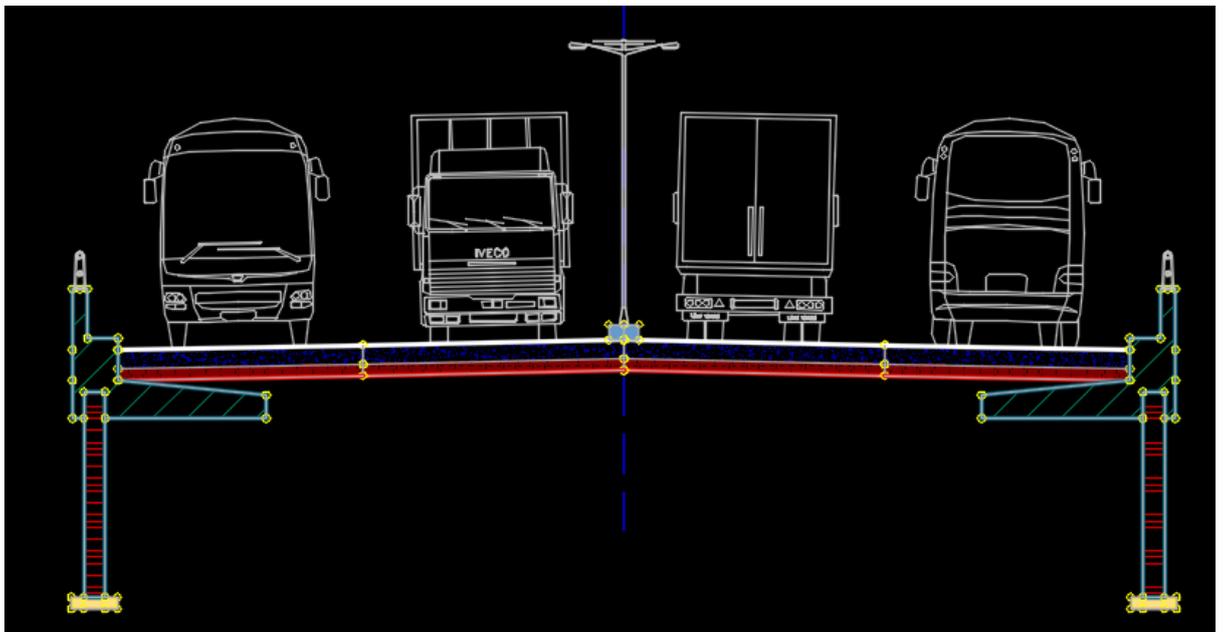


Nota: Figura obtenida del programa Civil 3D.

Una vez trazados los alineamientos y rasantes, se procede a definir los assemblys. Estos son las secciones que corresponde a cada tramo en evaluación con lo que se define los corredores.

**Figura 47**

Assembly para corredor principal con muro armado



Nota: Figura obtenida del programa Civil 3D.

Una vez trazado los corredores y trabajadas las intersecciones, se guarda el archivo para vincularlo al infraworks.

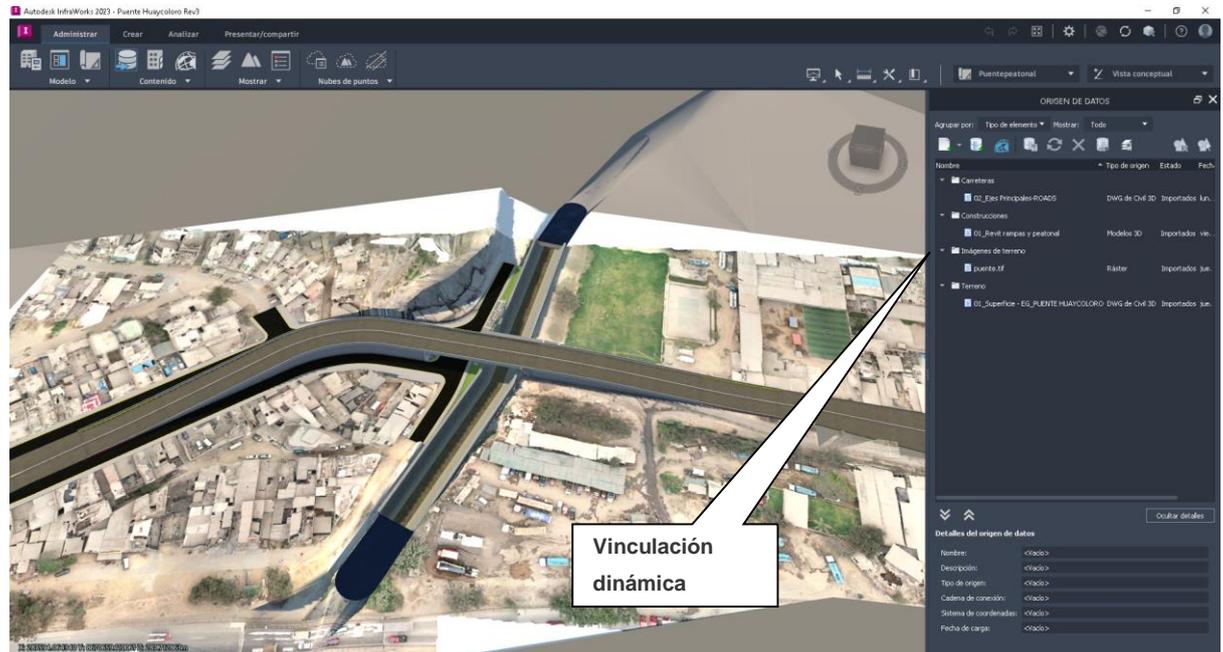
### **3.3.5.3.2 DISEÑO CONCEPTUAL**

Infraworks es un software de diseño conceptual de infraestructuras y construcción, que permite a los profesionales de los sectores de la arquitectura, ingeniería y construcción, modelar, analizar y visualizar los contenidos de un diseño dentro de un entorno 3D.

El software infraworks tiene la capacidad de dibujar rápidamente vías y otras obras lineales; no obstante, en nuestro caso lo usaremos como un software de integración y visualización 3D en el que los archivos de Civil 3D con el diseño vías y el Revit con las obras de arte se encuentre vinculados dinámicamente.

**Figura 48**

Vista superior modelo infraworks – vinculación Civil 3d y Revit



Nota: Figura obtenida del programa Infraworks

En el programa, definiremos la estructura del puente planteado conforme a las dimensiones calculadas en los ítems anteriores.

**Figura 49**

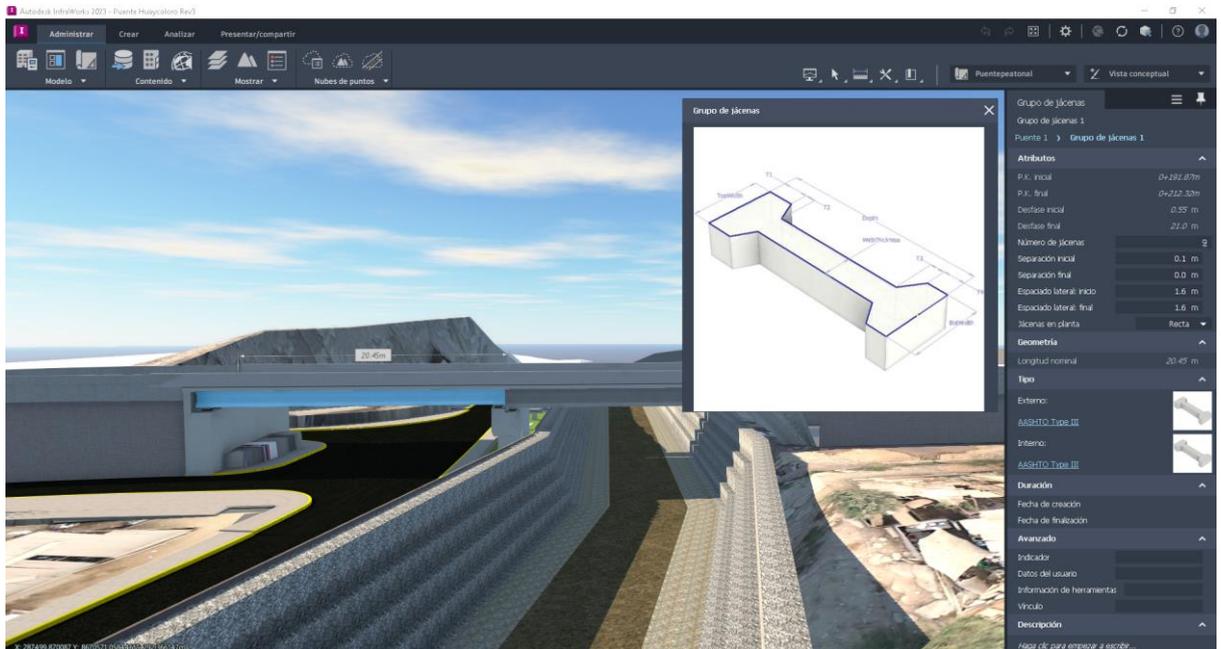
Definición del elemento puente



Nota: Figura obtenida del programa Infraworks

**Figura 50**

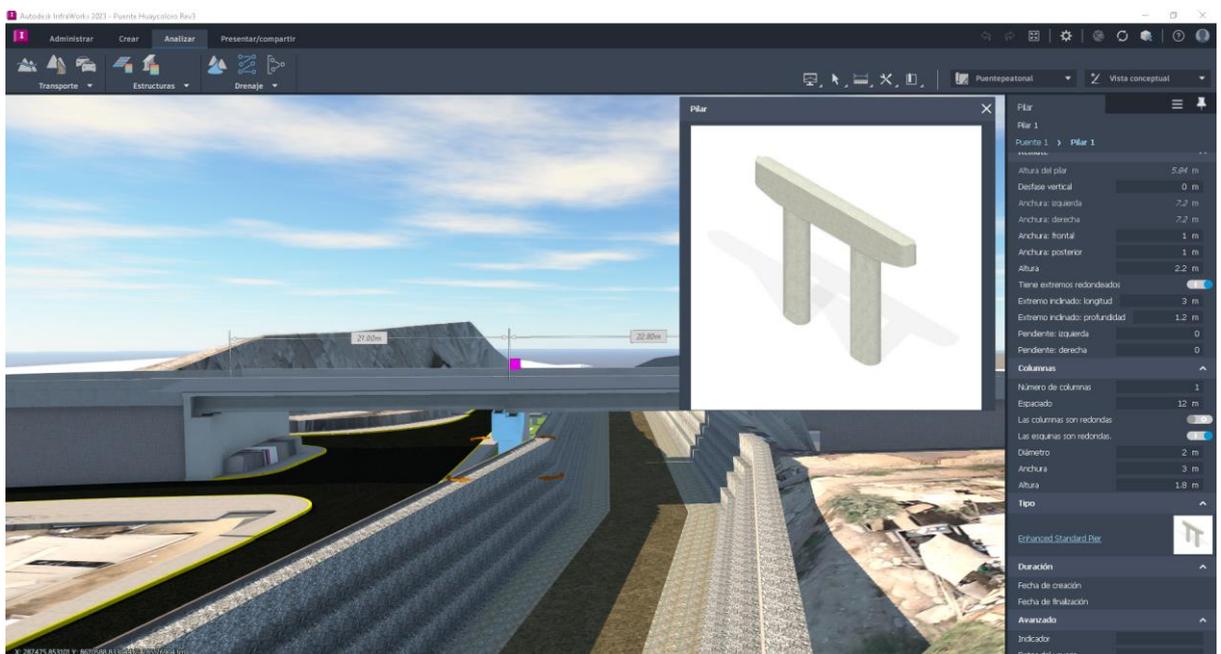
Definición del elemento viga



Nota: Figura obtenida del programa InRoads

**Figura 51**

Definición del elemento pilar



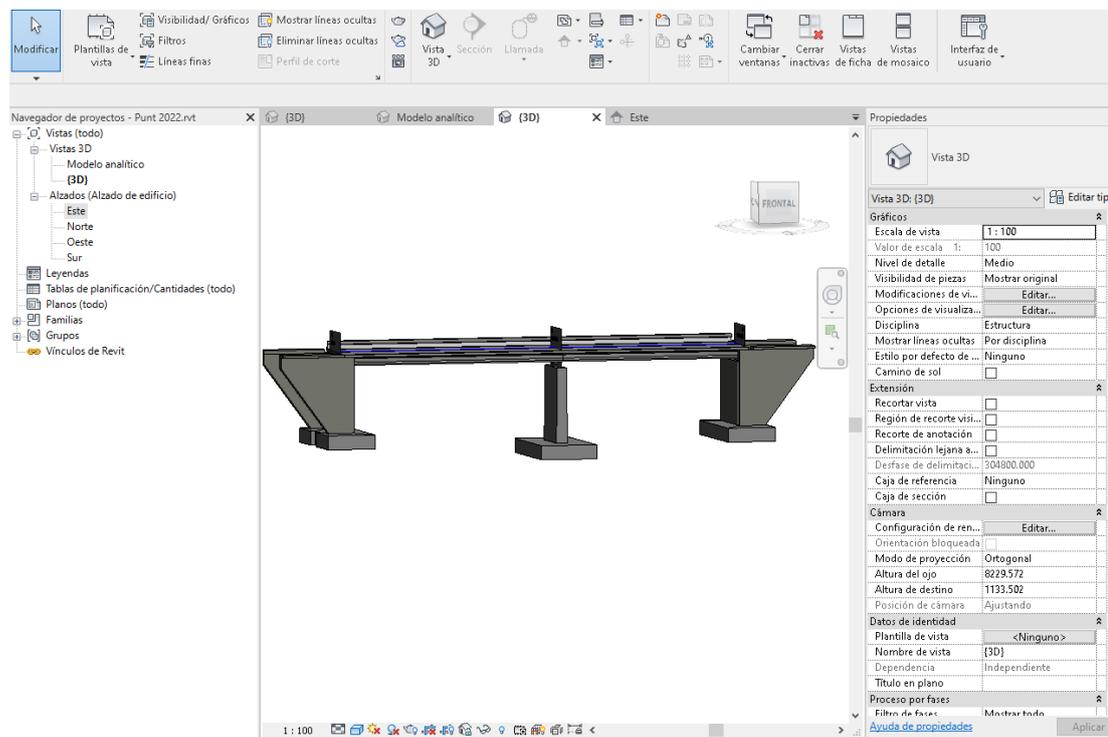
Nota: Figura obtenida del programa InRoads

### 3.3.5.3.3 DETALLAMIENTO Y OBRAS DE ARTE

Mediante la importación de elementos desde el infraworks a Revit a través de la herramienta import civil structures.

**Figura 52**

Definición del elemento puente

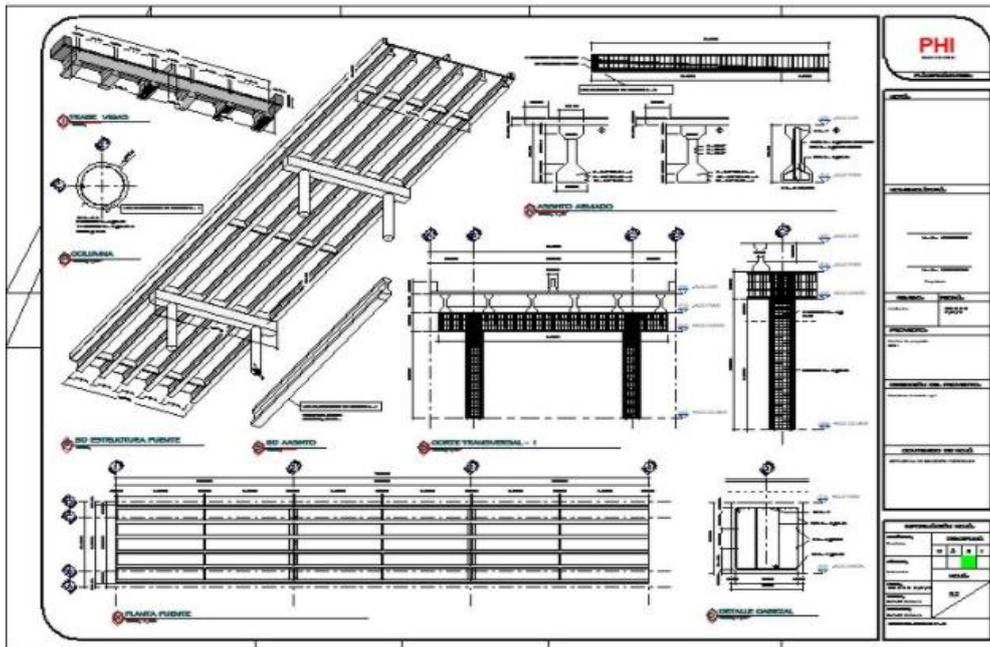


Nota: Figura obtenida del programa Revit

En el programa Revit, se procedió a detallar los aceros de los elementos estructurales como (vigas, pilares, estribos, etc.) y las laminas de los planos en los formatos establecidos por la empresa.

**Figura 53**

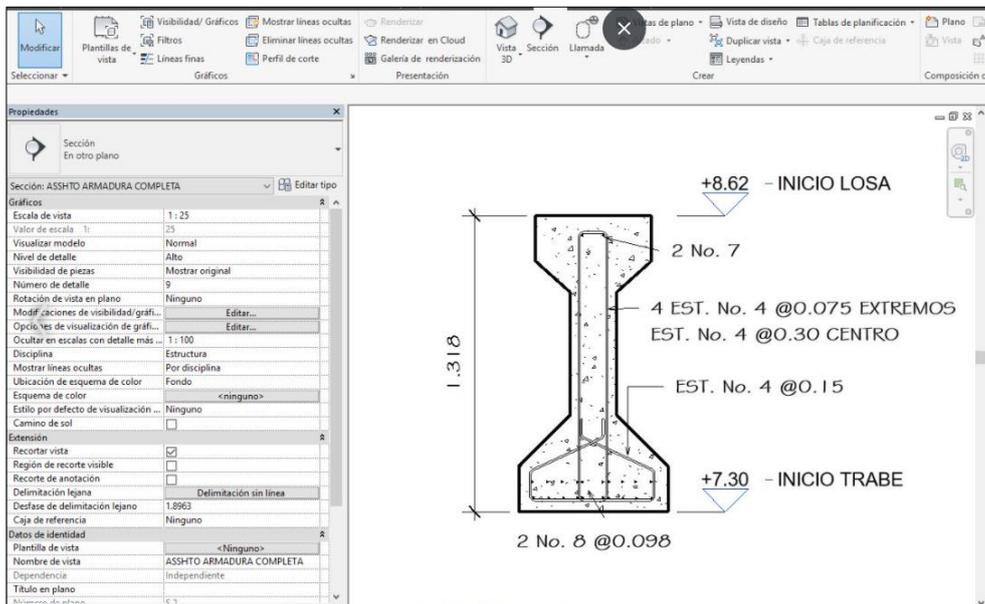
Armado de Planos en Revit - estructuras



Nota: Figura obtenida del programa Revit

**. Figura 54**

Armado de planos en Revit - estructuras



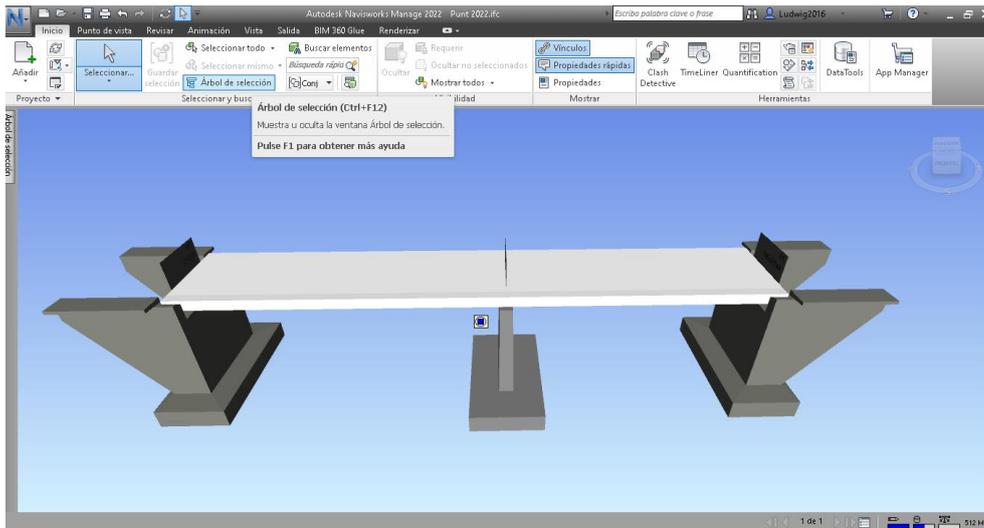
Nota: Figura obtenida del programa Revit

### 3.3.5.3.4 COORDINACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Una vez obtenidos los modelos del Revit, se importó al programa Navisworks en el cual se realizó la búsqueda de interferencias mediante el módulo CLASH DETECTION y se procedió a realizar el Timeliner.

**Figura 55**

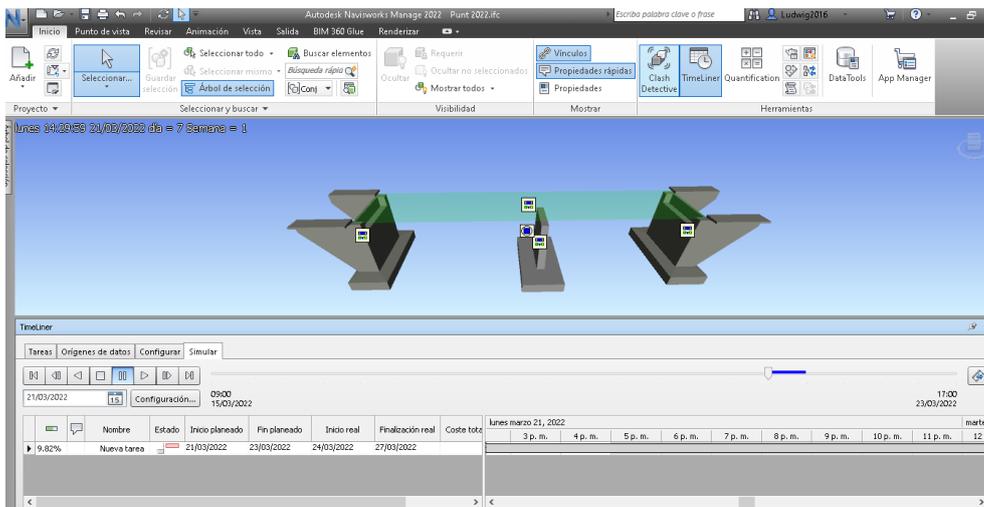
Importación modelo puente a Navisworks



Nota: Figura obtenida del programa Naviswork

**Figura 56**

Importación modelo puente a Navisworks



Nota: Figura obtenida del programa Naviswork

## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES**

#### **4.1 Descripción de actividades profesionales**

##### ***4.1.1 Enfoque de las actividades profesionales***

El bachiller, en su cargo de coordinador BIM, desarrolla su trabajo en la implementación de la metodología BIM en los proyectos de la empresa, tanto en edificaciones como en infraestructura. En el presente proyecto, estuvo a cargo del modelamiento y coordinación del modelo BIM del proyecto Mejoramiento del puente Huaycoloro.

##### ***4.1.2 Alcance de las actividades profesionales***

El alcance de las actividades del bachiller son las siguientes:

- Desarrollo del flujo de trabajo para la implementación de la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento del puente Huaycoloro.
- Revisión de los planos e informes de las distintas especialidades del proyecto puente Huaycoloro, a fin de detectar posibles incompatibilidades (estudio de suelos, estudio topográfico, hidrología, diseño geométrico, señalización, estructuras)

- Dirección y desarrollo del modelo BIM en los mediante el uso de software especializado como Civil 3d, Infracworks, Revit y Naviswork del Proyecto puente Huaycoloro.
- Análisis de las interferencias de las especialidades mediante la coordinación BIM en Naviswork.
- Dirección del cálculo de metrados automatizados obtenidos mediante la metodología BIM del Proyecto puente Huaycoloro.
- Elaboración del cronograma de obra y desarrollo de la presentación 4D del proyecto.
- Exportación del fichero IFC.
- Feedback de los procesos realizados e implementación en los nuevos flujos de trabajo para los futuros proyectos de la empresa (ver anexo 14)

#### **4.1.3 Entregables de las actividades profesionales**

En el desarrollo de los estudios, el coordinador BIM tiene los siguientes hitos de revisión:

- Flujo de trabajo BIM: el coordinador BIM deberá establecer el flujo de trabajo para la implementación de la metodología BIM para el desarrollo del proyecto Mejoramiento puente Huaycoloro, este flujo de trabajo deberá contener los *Outputs* necesarios por cada especialidad que son necesarios para el desarrollo del modelo de información (ver imagen 69).
- Informe de compatibilidad: el coordinador BIM en primera instancia realizará una revisión de los planos de las distintas especialidades, con el fin de verificar incompatibilidades antes del desarrollo de modelo de información; no obstante, durante el desarrollo del modelo BIM se presentaran incompatibilidades que serán resueltas en proceso y en coordinación con los especialistas.
- Modelo BIM: el coordinador presenta el modelo BIM del proyecto con las especialidades compatibilizadas en formato nativo del programa utilizado (Revit, Civil3D, Infracworks y Naviskwork).
- Metrados: el coordinador extraerá la información del proyecto y ordena los datos para presentar plantillas de metrados paramétricas del proyecto Mejoramiento del puente Huaycoloro.
- Programación de obra: en coordinación con los especialistas desarrolla el cronograma de obra y elabora la presentación 4D del proyecto.
- Presentación archivo IFC: se presenta el archivo IFC de formato universal del proyecto Mejoramiento del Puente Huaycoloro.

#### **4.1.4 Aspectos técnicos de la actividad profesional**

##### **4.1.4.1 Metodologías**

Para la implementación de la metodología BIM en los proyectos se ejecuta el plan de ejecución BIM el cual se desarrolla de la siguiente forma:

- Identificación de los objetivos y metas: es definir claramente el valor potencial de BIM en el proyecto y para los miembros del equipo del proyecto a través de la definición de los objetivos generales para la implementación de la metodología BIM en el proyecto Mejoramiento del puente Haycoloro.
- Diseño del proceso de ejecución (flujo de trabajo): Una vez que el equipo ha identificado lo que se espera del BIM, se necesitará un mapeo de procesos para la planificación de la implementación BIM. El mapa debe mostrar la secuencia y la interacción entre los primeros procesos que se realizan. Esto permite que todos los miembros del equipo comprendan claramente cómo sus procesos de trabajo interactúan con los procesos realizados por otros miembros del equipo estableciendo los *outputs* de cada especialidad para el modelamiento BIM.
- Revisión preliminar de compatibilización de especialidades: Una vez realizado el flujo de trabajo, se reciben los anteproyectos de las especialidades y junto con el director de estudio se evalúa la compatibilidad de estas, así mismo, en la etapa de desarrollo del modelo se encontrarán distintas incompatibilidades que serán resueltas mediante coordinación con el jefe de estudio y los especialistas.
- Desarrollo del nivel de modelamiento: Una vez que se han desarrollado los mapas de procesos adecuados, los intercambios de información que se producen entre los participantes en el proyecto deben ser claramente identificados. Es importante que los miembros del equipo en particular entiendan con claridad el contenido de la información.
- Definición de la infraestructura de soporte: Finalmente, luego de definir el alcance que el BIM va tener, se necesita realizar un mapeado de los procesos que se requieren para lograr los objetivos. El equipo tiene que desarrollar la infraestructura necesaria en el proyecto de apoyo al proceso BIM planeado.

##### **4.1.4.2 Técnicas**

Reunión de presentación, se desarrollará al inicio del proyecto y definirá los objetivos y metas para el desarrollo del estudio

- Reuniones de coordinación: Se propone el uso de las sesiones ICE (Integrated Construction Engineering), donde se combinará el análisis de ingeniería (resolver

problemas respecto a la edificación e interferencias entre las especialidades), y la formación de equipos de trabajos multidisciplinarios, en esta sola actividad.

- Revisión de interferencias: tanto al inicio como en el proceso de modelado el coordinador BIM deberá evaluar las distintas interferencias e incompatibilidades entre las especialidades comunicando al jefe de estudio y coordinando con los especialistas.
- Modelamiento BIM mediante software: el coordinador formará parte del equipo de modelamiento y asume la dirección de este.
- Presentación del Modelo y reportes de metrados: finalizando el modelado y en coordinación con el jefe de estudio y los especialistas el coordinador BIM presentará el reporte de salida del software.
- Elaboración del cronograma de obra: en coordinación con el jefe de estudio y los especialistas desarrollará el cronograma de obra en los softwares para el desarrollo de la presentación 4D.

#### **4.1.4.3 Instrumentos**

- Acta de reunión de inicio: En esta acta, se deberán definir las características del modelamiento BIM el nivel de detalle requerido, la data necesaria a ser proporcionada por los especialistas.
- Acta de Reunión de coordinación: este instrumento tendrá como información con base en los acuerdos y compromisos asumidos según la necesidad del proyecto.
- Reporte de observaciones: servirá para informar sobre observaciones, intereseencias o incompatibilidades, deberá definir las especialidades que presentan la observación, un código de observación, tipo de reporte, ubicación, planos, imagen referencial de lo observado.
- Formato de seguimiento de observación: Este formato servirá para hacer un seguimiento a las respuestas de los reportes de observación, contendrá el código del reporte de observación, especialidad a la que corresponde, fecha de emisión de reporte, estado.
- Software de modelado: se utilizará el software de modelado BIM de acuerdo al tipo de proyecto (REVIT, CIVIL 3D, INFRAWORKS)
- Software de programación y coordinación BIM (PROJECT y NAVISWORK)

#### **4.1.5 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades**

- Equipo de cómputo con procesador Core i9
- Servidor FTP

- Proyector 4K
- Plotter
- Materiales de escritorio
- Drone Phanto 4 pro

## **4.2 Ejecución de las actividades profesionales**

El Coordinador BIM desarrolla sus actividades de acuerdo al plan de ejecución BIM que se presenta en el anexo 15 desarrollado en la primera etapa de sus actividades. Desarrollará todas las actividades en coordinación con los especialistas y el jefe de estudio.

### **4.2.1 Cronograma de actividades realizadas.**

El proyecto fue desarrollado en un plazo de 45 días el cronograma se adjunta en el Anexo

### **4.2.2 Proceso y secuencia operativa de las actividades profesionales.**

#### **4.2.2.1 Elaboración del flujo de trabajo BIM para el proyecto**

El suscrito desarrollo el flujo de trabajo para la elaboración del proyecto con la metodología BIM presentando el EDT puente Huaycoloro (anexo 12) y el cronograma (anexo 13), para esto se realizaron reuniones de coordinación con el Jefe de estudio y los especialistas donde se establecieron plazos para la ejecución de sus especialidades.

Personal:

- Jefe de Estudio
- Especialistas
- Coordinador BIM

Materiales

- Pizarra
- Plumones
- Hojas A4, lapiceros

Equipos

- Laptop Core i7
- Proyector

Software

- WBS Schedule Pro
- Microsoft Project
- Microsoft Visio

#### 4.2.2.2 Revisión de informes y estudios básicos

En esta etapa, el suscrito revisó los estudios básicos junto con los especialistas detectando posibles incompatibilidades, además se comenzó con la etapa de vinculación de información teniendo un archivo base en Civil 3d de la topografía y otro archivo de la ortofoto obtenido de la fotogrametría estos archivos se vinculan al civil 3D y se obtiene el modelo base de situación actual.

**Figura 57**

Importación modelo puente a Navisworks



Nota: Figura obtenida del programa Naviswork

Personal:

- Jefe de Estudio
- Especialistas
- Coordinador BIM

- Cadista

#### Equipos

- Laptop Core I7

#### Software

- Autodesk Civil 3D
- Autodesk Inroads

### **4.2.2.3 Desarrollo del modelo BIM**

En el cargo de coordinador BIM, el bachiller tuvo como responsabilidad dirigir a los miembros del equipo de modelamiento y desarrollar el modelo en civil 3d. Estos modelos fueron vinculados al programa Inroads, las actividades detalladas se describen en el ítem 3.3.5.3.

#### Personal:

- Jefe de estudio
- Especialistas
- Coordinador BIM
- Cadista
- Modelador Revit

#### Equipos

- Laptop Core I7
- CPU Core I7

#### Software

- Autodesk Civil 3D
- Autodesk Inroads
- Autodesk Revit
- CSI Bridge
- Mathcad Prime

#### **4.2.2.4 Cuantificación y desarrollo del presupuesto**

Para esta actividad, se tomó como base los volúmenes obtenidos del Civil 3d y las cuantificaciones obtenidas de los modelos en Revit. Estos fueron procesados en planillas Excel y pasados al programa Powercost para el desarrollo del presupuesto.

##### Personal:

- Jefe de estudio
- Especialista en costos
- Coordinador BIM
- Técnico en metrados
- Modelador Revit

##### Equipos

- Laptop Core I7
- CPU Core I7

##### Software

- Autodesk Civil 3D
- Autodesk Revit
- Excel
- Powercost

#### **4.2.2.5 Programación**

Luego de obtenido los presupuestos, se desarrolló el cronograma de obra el cual fue importado al Naviswork obteniendo el *timeliner* del proyecto.

Para esta actividad, se tomó como base los volúmenes obtenidos del Civil 3d y las cuantificaciones obtenidas de los modelos en Revit. Estos fueron procesados en planillas Excel y pasados al programa Powercost para el desarrollo del presupuesto.

##### Personal:

- Jefe de estudio
- Especialista en costos
- Coordinador BIM

Equipos

- Laptop Core I7
- CPU Core I7

Software

- MSProject
- Autodesk Naviswork

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **4.3 Resultados finales de las actividades realizadas**

El resultado principal fue la aprobación del expediente técnico por la municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho adjunto en el anexo 02.

#### **4.4 Logros alcanzados**

El logro principal fue la aprobación del estudio, obteniendo la conformidad sin incurrir en ningún tipo de penalidad y aplicando la metodología BIM.

- Identificación de los objetivos y metas: Se definió los objetivos y metas de la incorporación de la metodología BIM en la elaboración del expediente técnico.
- Diseño del proceso de ejecución (flujo de trabajo): Se logró implementar el flujograma de trabajo para el desarrollo del proyecto mediante la metodología BIM (anexo 14).
- Revisión preliminar de compatibilización de especialidades y revisión de estudios básicos: Se logró revisar los problemas referentes al estudio de reinversión y se revisó la información de los estudios básicos incorporando estos en el modelo Infracad.

- Desarrollo del nivel de modelamiento: Se logró desarrollar los modelos en Civil 3d, CSI BRIDGE y REVIT que fueron vinculados al modelo federado en Infraworks.
- Definición de la infraestructura de soporte: Se utilizó como estructura soporte el Infraworks con vinculación dinámica como se evidencia en el ítem 3.3.5.3

#### **4.5 Dificultades encontradas**

Durante el desarrollo del proyecto se encontraron las siguientes dificultades:

- Identificación de los objetivos y metas: En esta etapa, se evidenció el desconocimiento por parte de los especialistas sobre la metodología BIM y su importancia.
- Diseño del proceso de ejecución (flujo de trabajo): Durante esta etapa, se tuvieron dificultades en establecer los plazos para el desarrollo de los estudios básicos y la definición del software a usar y el formato de salida de los productos.
- Revisión preliminar de compatibilización de especialidades y revisión de estudios básicos: Para esta etapa se tuvo como principal inconveniente que el estudio de preinversión fue entregado solo en formato PDF dificultando la toma de medidas y distancia en la evaluación.
- Desarrollo del nivel de modelamiento: el principal problema fue la definición de la infraestructura de soporte, para ello se utilizó como estructura soporte el Infraworks con vinculación dinámica como se evidencia en el ítem 3.3.5.3

#### **4.6 Planteamiento de mejoras**

##### ***4.6.1 Metodologías propuestas***

- a. Desarrollo de estándares de calidad para la implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura vial:
  - Topografía: densidad de puntos mínima 1000 pts./Km
  - Diseño geométrico:
- b. Capacitar a los especialistas sobre la importancia de la metodología BIM mediante cursos que aborden los siguientes temas:
  - Plan BIM Perú
  - Flujos de trabajo BIM
  - Gestión BIM de proyectos

- Software a nivel básico como Civil 3d, Revit e Infraworks
- c. Establecer protocolos de coordinación para la detección y solución de incompatibilidades, elaborando formatos RFI (Request for information) los cuales deben ser atendidos por los especialistas.

#### **4.6.2 Descripción de la implementación**

La implementación de la metodología BIM permite mejorar el control de la información técnica y de gestión del proyecto. Esto se refleja en una reducción de sobrecostos y atrasos durante la ejecución de los proyectos y una reducción significativa de consultas de obra, en ese sentido, es importante que las empresas inicien el proceso de implementación de la metodología BIM en los proyectos. En nuestro caso, esta implementación fue realizada de acuerdo al siguiente detalle:

- a. Logística: Fue necesario la contratación de personal, la compra de equipos, licencias y materiales.
- b. Personal: Se contrató especialistas y modeladores con experiencia en proyectos de infraestructura vial.
- c. Equipos: Se adquirió equipos (PC, Laptops) que soporten los softwares de modelamiento BIM.

#### **4.7 Análisis**

El bachiller, en su cargo de coordinador BIM, desarrolla su trabajo en la implementación de la metodología BIM en los proyectos de infraestructura vial de la empresa tomando como base para el desarrollo del plan de ejecución BIM (ver anexo 15) la guía BIM nacional elaborada por el ministerio de Economía y Finanzas.

Así mismo, para la implementación de la metodología BIM, se requirió que la empresa desarrolle una gestión logística que permitió la contratación de profesionales con experiencia en el desarrollo de proyectos viales con puentes y además la contratación de personal técnico con experiencia en modelamiento 3D de puentes con Revit y modelamiento 3d de vías con

Civil 3D; los cuales trabajaron de forma semirremota si es necesaria la implementación de un servidor SYNOLOGI.

En cuanto a personal necesario, este fue dividido en dos grupos: el primer grupo conformado por el equipo de especialistas (07 profesionales), siendo dirigido por el Jefe de estudios (ver anexo 11) y el segundo el equipo BIM conformado por los cadistas, modeladores en Civil 3d y modeladores en Revit (3 técnicos).

El equipamiento también es una parte fundamental de la implementación, pues es necesario que los modeladores dispongan de computadoras con procesadores Core I7 con 8 GB de memoria RAM y tarjeta de video dedicada de 4GB, además se necesitó un servidor NAS SYNOLOGI con 4 terabytes de capacidad conectada a una red con acceso a internet.

Para el modelamiento, fue necesario el uso de softwares adecuados como Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, Autodesk Infracore, CSI Bridge y Geo5.

El cumplimiento de todos estos puntos dio por resultado una implementación adecuada de la metodología para el proyecto puente Huaycoloro el cual permitió el correcto desarrollo del expediente técnico y su respectiva aprobación por parte de la municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho (ver anexo 2).

#### **4.8 Aporte del bachiller en la empresa y/o institución**

El bachiller en su cargo de coordinador BIM estuvo a cargo de lo siguiente:

- Implementación de la metodología BIM mediante la vinculación dinámica del modelado 3D de la infraestructura vial en Civil 3D y el modelado de las obras de arte y estructuras en Revit.
- Coordinación BIM entre los modeladores (cadista, trazador en Civil 3D y modelador en Revit) y los especialistas detallados en el anexo 13.
- Desarrollo del plan de ejecución BIM para proyectos de infraestructura vial de la empresa (ver anexo 15)

## CONCLUSIONES

- La empresa LIMBERG WALDY LUQUE ORTIZ cumplió con la elaboración del contrato de elaboración del expediente técnico del Proyecto puente Huaycoloro (ver anexo1) conforme a lo solicitado en sus términos de referencia siendo aprobado por la subgerencia de estudios y proyectos de la municipalidad (ver anexo 2).
- El suscrito cumplió con sus objetivos como coordinador BIM del proyecto por lo que la empresa emite el respectivo certificado de trabajo (ver anexo 3).
- Se concluye que el bachiller en su cargo de coordinador BIM desarrolla actividades de ingeniería, debiendo tener conocimientos sólidos sobre el diseño y concepción de proyecto referentes a puentes.
- El bachiller se capacita de manera constante en la aplicación de las nuevas tecnologías para el desarrollo de los proyectos.
- El bachiller, como coordinador BIM, viene implementando la metodología en la empresa conforme a las nuevas solicitudes nacionales (PLAN BIM PERU)

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar estándares de la metodología BIM en proyectos de infraestructura vial
- Se recomienda que los profesionales se capaciten en las nuevas tecnologías y la metodología BIM

## BIBLIOGRAFÍA

**AASHTO. 2017.** *AASHTO LFRD Bridge desing Especifications*. Washington : IHS markit, 2017.

**Belmonte G., Hugo E. 1990.** *PUENTES*. La Paz : Ramirez, 1990.

**Ministerio de Economía y Finanzas. 2021.** *Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Lima : MEF, 2021.

**MTC. 2018.** *Manual de Puentes*. Lima : Ministerios de transportes y comunicaciones, 2018.

**Rodriguez, Serquen Arturo. 2012.** *Puentes con AASHTO-LFRD 2010*. Lima : Rodriguez Serquen, 2012.

## **ANEXOS**

**Anexo 01: Contrato expediente técnico Puente Huaycoloro**



**MUNICIPALIDAD  
DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

"San Juan de Lurigancho, Cuna de Emprendedores"

ADJUDICACION SIMPLIFICADA N° 080-2017-CS/MDSJL

---

**CONTRATO N° 001-2018-MDSJL**

**CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CÓDIGO UNIFICADO N° 2386551**

Conste por el presente documento, la contratación del **SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CÓDIGO UNIFICADO N° 2386551**, que celebra de una parte la **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**, con RUC N° 20131378034, con domicilio legal en Jr. Los Amautas N° 180, Urb. Zárate, Distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia y Departamento de Lima, debidamente representado por su Gerente Municipal **SR. EDILBERTO SANCHEZ SANCHEZ**, identificado con D.N.I. N° 08326633, designado mediante Resolución de Alcaldía N° 114-2016-MDSJL, de fecha 29 de Enero del 2016, a quien en adelante se denominará **LA ENTIDAD**; y de otra parte el Sr. **LUQUE ORTIZ LIMBERG WALDYR**, identificado con R.U.C N° 10295972110 y con D.N.I N° 29597211, con domicilio en Avenida Dolores Urbanización Los Jacintos A-3 Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa, a quien en adelante se le denominará **EL CONTRATISTA** en los términos y condiciones siguientes:

**CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES**  
Con fecha 07 de diciembre del 2017, los miembros titulares del **COMITÉ DE SELECCIÓN**, designado mediante Resolución de Gerencia Municipal N° 396-2017-GM/MDSJL de fecha 22 de noviembre del 2017, adjudicó la Buena Pro de la **ADJUDICACIÓN SIMPLIFICADA N° 080-2017-CS/MDSJL – Primera Convocatoria**, a favor de **EL CONTRATISTA**, para la **CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CÓDIGO UNIFICADO N° 2386551**, cuyos detalles e importe constan en los documentos integrantes del presente contrato.

**CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO**  
El presente contrato tiene por objeto la **CONTRATACIÓN DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CÓDIGO UNIFICADO N° 2386551**.

**CLÁUSULA TERCERA: MONTO CONTRACTUAL**  
El monto total del presente contrato asciende a la suma total de **S/. 340, 000.00 (Trescientos Cuarenta Mil con 00/100 Soles)** que incluye todos los impuestos de Ley.  
Este monto comprende el costo del servicio de consultoría, todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y, de ser el caso, los costos laborales conforme la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que pueda tener incidencia sobre la ejecución de la prestación materia del presente contrato.

**CLÁUSULA CUARTA: DEL PAGO**  
La Entidad realizará el pago de la contraprestación pactada a favor del contratista en pagos parciales, en función a entregables definidos en los Términos de Referencia de la elaboración del expediente técnico.  
Para efectos del pago de las contraprestaciones ejecutadas por el contratista, la Entidad debe contar con la siguiente documentación:  

- ✓ Informe del funcionario responsable de la Subgerencia de Estudios y Proyectos, emitiendo la conformidad de la prestación efectuada.
- ✓ Comprobante de pago.

 Para tal efecto el responsable de otorgar la conformidad de la prestación deberá hacerlo en un plazo que no excederá de los veinte (20) días de producida la recepción.  
La Entidad debe pagar las contraprestaciones pactadas a favor del contratista dentro de los quince (15) días calendario siguientes a la conformidad de los servicios, siempre que se verifiquen las condiciones establecidas en el contrato para ello.  
En cada caso concreto, dependiendo de la naturaleza del contrato, podrá adicionarse la información que resulte pertinente a efectos de generar el pago.

**Municipalidad de San Juan de Lurigancho**  
Sede Central: Jr. Los Amautas 180 - Urb. Zárate | Central Telefónica: 458 0509 - Fax. 376 2666  
[www.munisjl.gob.pe](http://www.munisjl.gob.pe)



**MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

ADJUDICACION SIMPLIFICADA N° 080-2017-CS/MDSJL

"San Juan de Lurigancho, Cuna de Emprendedores"

INGENIERO CIVIL  
LIMBERG WALDYR LACUE ORTIZ  
Reg. Del Colegio de Ingenieros N° 7362

En caso de retraso en el pago por parte de La Entidad, salvo que se deba a caso fortuito o fuerza mayor, El Contratista tendrá derecho al pago de intereses legales conforme a lo establecido en el artículo 39° de la Ley de Contrataciones del Estado y el artículo 149° de su Reglamento, los que se computan desde la oportunidad en que el pago debió efectuarse.

**CLÁUSULA QUINTA: DEL PLAZO DE LA EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN**

El plazo de ejecución contractual es de cuarenta y cinco (45) días calendario después de suscrito el contrato y deberá presentar los siguientes entregables:

ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	PLAZO
INFORME 01	ESTUDIOS BÁSICOS	30 DIAS (días después de suscrito contrato)
INFORME FINAL	EXPEDIENTE TÉCNICO	45 DIAS (días después de suscrito contrato)

El pago será realizado de acuerdo a lo siguiente:

ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN	%
INFORME 01	ESTUDIOS BÁSICOS	40 %
INFORME FINAL	EXPEDIENTE TÉCNICO	60%

**CLÁUSULA SEXTA: PARTES INTEGRANTES DEL CONTRATO**

El presente contrato está conformado por las bases integradas, la oferta ganadora, así como los documentos derivados del procedimiento de selección que establezcan obligaciones para las partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA: GARANTÍAS**

- De fiel cumplimiento del contrato? S/. 34, 000.00 (Treinta y Cuatro Mil con 00/100 Soles) a través de la retención que debe efectuar la Entidad, durante la primera mitad del número total de pagos a realizarse, de forma prorrateada en cada pago, con cargo a ser devuelto a la finalización del mismo.

**CLÁUSULA OCTAVA: CONFORMIDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

La conformidad de la prestación del servicio se regula por lo dispuesto en el artículo 143° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado. La conformidad será otorgada por la Sub Gerencia de Estudios y Proyectos.

De existir observaciones, La Entidad, debe comunicar las mismas a El Contratista, indicando claramente el sentido de estas, otorgándole un plazo para subsanar no menor de cinco (5) ni mayor de veinte (20) días, dependiendo de la complejidad. La Entidad puede resolver el contrato, sin perjuicio de aplicar las penalidades que correspondan, desde el vencimiento del plazo para subsanar.

Este procedimiento no resulta aplicable cuando la consultoría manifiestamente no cumpla con las características y condiciones ofrecidas, en cuyo caso La Entidad no otorga la conformidad, según corresponda, debiendo considerarse como no ejecutada la prestación, aplicándose las penalidades respectivas.

**CLÁUSULA NOVENA: DECLARACIÓN JURADA DEL CONTRATISTA**

EL CONTRATISTA declara bajo juramento que se compromete a cumplir las obligaciones derivadas del presente contrato, bajo sanción de quedar inhabilitado para contratar con el Estado en caso de incumplimiento.

**CLÁUSULA DÉCIMA: RESPONSABILIDAD POR VICIOS OCULTOS**

La conformidad del servicio por parte de La Entidad no enerva su derecho a reclamar posteriormente por defectos o vicios ocultos, conforme a lo dispuesto por el artículo 40° de la Ley de Contrataciones del Estado y 146° de su Reglamento.

El plazo máximo de responsabilidad del contratista es de UN (01) año contado a partir de la conformidad otorgada por La Entidad.

En aplicación de lo dispuesto en el artículo 126° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, la garantía de fiel cumplimiento debe ser emitida por una suma equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato original y mantenerse vigente hasta la conformidad de la recepción de la prestación a cargo del contratista.

Municipalidad de San Juan de Lurigancho

Sede Central: Jr. Los Amatas 180 - Urb. Zárate | Central Telefónica: 458 0509 - Fax. 376 2666  
[www.munisjl.gob.pe](http://www.munisjl.gob.pe)



**MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

"San Juan de Lurigancho, Cuna de Emprendedores"

ADJUDICACION SIMPLIFICADA N° 080-2017-CS/MDSJL

LIBERTE Y JUSTICIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. Del Colegio de Ingenieros N° 7382



**CLÁUSULA UNDÉCIMA: PENALIDADES**

Si El Contratista incurre en retraso injustificado en la ejecución de las prestaciones objeto del contrato, La Entidad le aplica automáticamente una penalidad por mora por cada día de atraso, de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{Penalidad Diaria} = \frac{0.10 \times \text{Monto}}{F \times \text{Plazo en días}}$$

Donde:  
F= 0.40 para plazos menores o iguales a sesenta (60) días.

Tanto el monto como el plazo se refieren, según corresponda, al contrato vigente o ítem que debió ejecutarse o en caso que estos involucraran obligaciones de ejecución periódica, a la prestación parcial que fuera materia de retraso.

Se considera justificado el retraso, cuando EL CONTRATISTA acredite, de modo objetivamente sustentado, que el mayor tiempo transcurrido no le resulta imputable. Esta calificación del retraso como justificado no da lugar al pago de gastos generales de ningún tipo, conforme el artículo 133° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

**CLÁUSULA DUODÉCIMA: RESOLUCIÓN DEL CONTRATO**

Cualquiera de las partes podrá resolver el contrato, de conformidad con el literal d) del inciso 32.3 del artículo 32° y artículo 36° de la Ley de Contrataciones del Estado y el artículo 135° de su Reglamento. De darse el caso, LA ENTIDAD procederá de acuerdo a lo establecido en los artículos 136° y 177° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

**CLÁUSULA DÉCIMO TERCERA: ANTICORRUPCIÓN**

EL CONTRATISTA declara y garantiza no haber, directa o indirectamente, o tratándose de una persona jurídica a través de sus socios, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores o personas vinculadas a las que se refiere el artículo 248-A, ofrecido, negociado o efectuado, cualquier pago o, en general, cualquier beneficio o incentivo ilegal en relación al contrato.

Asimismo, el CONTRATISTA se obliga a conducirse en todo momento, durante la ejecución del contrato, con honestidad, probidad, veracidad e integridad y de no cometer actos ilegales o de corrupción, directa o indirectamente o a través de sus socios, accionistas, participacionistas, integrantes de los órganos de administración, apoderados, representantes legales, funcionarios, asesores y personas vinculadas a las que se refiere el artículo 248-A.

Además, EL CONTRATISTA se compromete a comunicar a las autoridades competentes, de manera directa y oportuna, cualquier acto o conducta ilícita o corrupta de la que tuviera conocimiento; y adoptar medidas técnicas, organizativas y/o de personal apropiadas para evitar los referidos actos o prácticas.

**CLÁUSULA DÉCIMO CUARTA: RESPONSABILIDAD DE LAS PARTES**

Cuando se resuelva el contrato por causas imputables a algunas de las partes, se debe resarcir los daños y perjuicios ocasionados, a través de la indemnización correspondiente. Ello no obsta la aplicación de las sanciones administrativas, penales y pecuniarias a que dicho incumplimiento diere lugar, en el caso que éstas correspondan.

Lo señalado precedentemente no exime a ninguna de las partes del cumplimiento de las demás obligaciones previstas en el presente contrato.

**CLÁUSULA DÉCIMO QUINTA: MARCO LEGAL DEL CONTRATO**

En lo no previsto en este contrato, en la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento, en las directivas que emita el OSCE y demás normativa especial que resulte aplicable, serán de aplicación supletoria las disposiciones pertinentes del Código Civil vigente, cuando corresponda, y demás normas de derecho privado.

**CLÁUSULA DÉCIMO SEXTA: SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS**

Las controversias que surjan entre las partes durante la ejecución del contrato se resuelven mediante conciliación o arbitraje, según el acuerdo de las partes.

Cualquiera de las partes tiene derecho a iniciar el arbitraje a fin de resolver dichas controversias dentro del plazo de caducidad previsto en los artículos 122°, 137°, 140°, 143°, 146°, 147° y 149° del Reglamento de la Ley de





**MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

"San Juan de Lurigancho, Cuna de Emprendedores"

ADJUDICACION SIMPLIFICADA N° 080-2017-CS/MDSJL

Contrataciones del Estado o, en su defecto, en el inciso 45.2) del artículo 45° de la Ley de Contrataciones del Estado. El arbitraje será de tipo INSTITUCIONAL.

Facultativamente, cualquiera de las partes tiene el derecho a solicitar una conciliación dentro del plazo de caducidad correspondiente, según lo señalado en el artículo 183° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, sin perjuicio de recurrir al arbitraje, en caso no se llegue a un acuerdo entre ambas partes o se llegue a un acuerdo parcial. Las controversias sobre nulidad del contrato solo pueden ser sometidas a arbitraje.

El Laudo arbitral emitido es inapelable, definitivo y obligatorio para las partes desde el momento de su notificación, según lo previsto en el inciso 45.9] del artículo 45° de la Ley de Contrataciones del Estado.

**CLÁUSULA DÉCIMO SÉPTIMA: FACULTAD DE ELEVAR A ESCRITURA PÚBLICA**

Cualquiera de las partes podrá elevar el presente contrato a Escritura Pública corriendo con todos los gastos que demande esta formalidad.

**CLÁUSULA DÉCIMO OCTAVA: DOMICILIO PARA EFECTOS DE LA EJECUCIÓN CONTRACTUAL**

Las partes declaran el siguiente domicilio para efecto de las notificaciones que se realicen durante la ejecución del presente contrato:

DOMICILIO DE LA ENTIDAD: Jr. Los Amautas N° 180, Urb. Zárate, Distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia y Departamento de Lima.

DOMICILIO DEL CONTRATISTA: Avenida Dolores Urbanización Los Jacintos A-3 Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

La variación del domicilio aquí declarado de alguna de las partes debe ser comunicada a la otra parte, formalmente y por escrito, con una anticipación no menor de quince (15) días calendario.

De acuerdo con las bases, la oferta y las disposiciones del presente contrato, las partes firman cuatro ejemplares, tres (03) para LA ENTIDAD y uno (01) para el CONTRATISTA señal de conformidad en la ciudad de San Juan de Lurigancho, a los CUATRO (04) días del mes de ENERO del 2018.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO  
 ROBERTO SANCHEZ SANCHEZ  
 GERENTE MUNICIPAL



LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Del Colegio de Ingenieros N° 73623

"EL CONTRATISTA"

**Anexo 02:** Conformidad de servicio



**MUNICIPALIDAD  
DE SAN JUAN DE LURIGANCHO**

“San Juan de Lurigancho, Cuna de Emprendedores”

“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”

**CONSTANCIA DE PRESTACION**

Mediante la presente dejamos constancia que el Sr. **LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ** con RUC N° **10295972110** ha cumplido a cabalidad con atender la CONTRATACION DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO: AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CODIGO UNIFICADO N° 2386551 solicitado por la SUB GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho.

A continuación, se detalla las características de la contratación:

**ENTIDAD** : Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho  
**N° DE CONTRATO** : N° 001-2018-MDSJL  
**CONTRATISTA** : LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ  
**OBJETO** : CONTRATACION DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO: AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CODIGO UNIFICADO N° 2386551  
**MONTO EJECUTADO** : **S/. 340,000.00** (Trescientos cuarenta mil con 00/100 Soles)  
**PERIODO DE CONTRATACION** : Cuarenta y cinco (45) días calendario, que comprende quince (15) días para el entregable 01 y cuarenta y cinco (45) días para el informe final, contabilizados desde el día de la firma del contrato.

Por lo que extendemos la presente CONSTANCIA DE PRESTACION de la CONTRATACION DEL SERVICIO DE CONSULTORIA DE OBRA PARA LA ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO DEL PROYECTO: AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, CODIGO UNIFICADO N° 2386551 solicitado por la SUB GERENCIA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS de la Municipalidad Distrital de San Juan de Lurigancho, prestado por el Sr. **LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ**, **la que se cumplió sin ninguna penalidad**

San Juan de Lurigancho, 06 de diciembre de 2018

Atentamente

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
SAN JUAN DE LURIGANCHO  
  
NELSON OYARZABAL MINOPE  
Sub Gerente de Estudios y Proyectos

**Anexo 03:** Certificado de trabajo del bachiller



LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ

## CERTIFICADO DE TRABAJO

El que suscribe, Limberg Waldyr Luque Ortiz, identificado con R.U.C. N° 10295972110 y con DNI N° 29597211, con domicilio en Avenida Dolores Urbanización Los Jacintos A-3, Distrito de José Luis Bustamante y Rivero, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

Certifica:

Que, **Sr. Cesar Augusto Champi Delgado**, identificado con DNI N° 45775843, ha participado en la elaboración del Estudio como **COORDINADOR BIM y ESPECIALISTA GIS**, en el Servicio de Consultoría de Obra para la Elaboración del Expediente Técnico del Proyecto: Ampliación del Servicio de transitabilidad vehicular y peatonal del Puente Huaycoloro - distrito de san Juan De Lurigancho - Código Unificado N° 2386551.

Características del proyecto:

- Construcción de puente de concreto armado con vigas pretensadas, con estribos de concreto armado, con 02 carriles por sentidos de 3.00 metros de ancho por carril, separador central de 0.40 y veredas en ambos costados de 1.50 m. tendrá un parapeto de seguridad de concreto armado de 0.80m y baranda de seguridad con una altura de 020. M a ambos lados del puente.

Dicho servicio de consultoría se desarrolló durante el mes de enero del 2018 mes de mayo del 2018.

Durante el desarrollo de sus funciones, el referido Ingeniero, demostró su profesionalismo y capacidad en las labores encomendadas, por tal motivo se expide el presente certificado a solicitud del interesado y para fines que estime conveniente.

Lima, 15 de Enero del 2019

  
.....  
**LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ**  
R.U.C. N° 10295972110  
DNI N° 29597211  
CONSULTOR

Anexo 04: Ficha de inspección puente

 MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TECNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"	 OFICINA TECNICA LOGUE 10712
--	--	---

FORMATO 1 - INVENTARIO DE PUENTES

HOJA 1/ 5

I.- IDENTIFICACION Y UBICACION: PUENTE HUAYCOLORO AV. CAMPOY SAN JUAN DE LURIGANCHO			
Departamento Político	: Lima	Altitud	: 300 msnm
Departamento Vial	:	Latitud	: 13° 0' 21.76" grad
Provincia	: Lima	Longitud	: 72° 38' 49.26" grad
Distrito	: San Juan de Luri.	Poblado	: Campoy
		Ruta Nacional #	: Av. Campoy
		Kilometraje	: 3+125
II.- DATOS GENERALES			
Puente Sobre <sup>(1)</sup>	: Quebrada	Numero Proyecto	:
Nombre	: Huaycoloro	Año Construcción	: No especifica
Longitud Total	: 16.40 m.	Ultima Inspección	: No especifica mm/dd/aa
Ancho Calzada	: 8.60 m.	Ultimo Trabajo	: No especifica
Ancho Vereda	: 0.75 m.	Tipo Servicio <sup>(3)</sup>	: Camiones hasta cierta carga
Altura Libre Superior	: -- m.	Flujo Trafico	: 3500 Veh/dia
Altura Libre Inferior	: 0.50 m.	Año	: 2018
Num. Vías de Transito	: Dos	% Camiones y Buses	: 22 %
Sobrecarga Diseño	: --	Cond. Ambientales <sup>(4)</sup>	: Moderado
Alineamiento <sup>(2)</sup>	: Recto Angl.		
III.- TRAMOS			
Número de tramo	: Uno	Longitud 1º Tramo	: 16.40 m
Tramos <sup>(5)</sup>	:	Longitud 2º Tramo	:
Longitud Total	: 16.4 m	Longitud 3º Tramo	:
Longitud restantes	:	Longitud restantes	:
III.A.- TRAMO 1 (PRINCIPAL)		III.B. TRAMO 2	
Categoría / Tipo <sup>(6)</sup>	: Reticulado	Categoría / Tipo <sup>(6)</sup>	:
Características Secundarias	:	Características Secundarias	:
Cond. De Borde <sup>(7)</sup>	: Simple apoyada	Cond. De Borde <sup>(7)</sup>	:
Material Predominante <sup>(8)</sup>	: Concreto Armado	Material Predominante <sup>(8)</sup>	:
<b>Sobre (1)</b>	- Rio - Quebrada Seca - Quebrada	- Canal - Carretera - FFCC	- Valle (Viaducto Elevado) - Zona Urbana (Viaducto Elevado)
<b>Alineamiento (2)</b>	- Recto - Curvo - Esviado	<b>Tipo de Servicio (3)</b>	- Irrestricto X - Solo Automóviles - Solo Camiones - Camiones hasta cierta carga - Fuera de servicio
<b>Condiciones Ambientales (4)</b>	- Severo - Moderado - Benigno	<b>Tramo (5)</b>	- Iguales - Desiguales
<b>Categoría/Tipo (6)</b>	<b>Definitivo</b> - Losa - Losa con Vigas - Portico - Arco - Reticulado - Colgante - Atirantado	<b>Provisional</b> - Modular - Tipo Yawata - Otros	<b>Alcantarilla</b> - Marco - Circular/Ovalda - Arco - Portico - Otros
<b>Condición de Borde (7)</b>	- Simple Apoyado - Continuo - Gerber - Articulado	- Empotrado - Sobre el terreno - Otros	<b>Material Predominante Tramo (8)</b> - Concreto Armado - Concreto Preesforzado - Acero Estructural - Planchas de Acero corrugado - Cables de Acero - Madera - Otros

  
 Juan Alfredo Huanca Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 70283

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TECNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - I LIMA"	 LINDBERG WALBYH INGENIEROS
--	--	--

**FORMATO 1 - INVENTARIO DE Puentes**

**HOJA 2/ 5**

<b>IV.- TABLERO DE RODADURA</b>					
<b>IV.A- LOSA</b>			<b>IV.B- VIGA</b>		
Material <sup>(9)</sup>	:	Concreto armado	Tipo <sup>(11)</sup>	:	Viga transversal
Espesor	:	0.20 m.	Nº Vigas	:	4
Superficie de Desgaste <sup>(10)</sup>	:	Concreto vaciado con losa	Material <sup>(12)</sup>	:	Concreto Armado
			Forma <sup>(13)</sup>	:	Separacion : 1.850 m
			Peralte	:	1.80 m Ancho Base : 0.80 m
<b>V.- SUBESTRUCTURA</b>					
<b>V.A- ESTRIBO IZQUIERDO</b>			<b>V.B- ESTRIBO DERECHO</b>		
<b>ELEVACION</b>			<b>ELEVACION</b>		
Tipo <sup>(14)</sup>	:	Gravedad	Tipo <sup>(14)</sup>	:	Gravedad
Material <sup>(15)</sup>	:	Concreto Ciclopeo	Material <sup>(15)</sup>	:	Concreto Ciclopeo
<b>CIMENTACION</b>			<b>CIMENTACION</b>		
Tipo <sup>(16)</sup>	:	Roca	Tipo <sup>(16)</sup>	:	Caisson
Material <sup>(17)</sup>	:	---, ---	Material <sup>(17)</sup>	:	Armado
<b>VI.- PILARES</b>					
<b>IV.A- PILAR 1</b>		<b>IV.B- PILAR 2</b>		<b>IV.C- PILAR 3</b>	
<b>ELEVACION</b>		<b>ELEVACION</b>		<b>ELEVACION</b>	
Tipo <sup>(18)</sup>	:	x	Tipo <sup>(18)</sup>	:	x
Material <sup>(19)</sup>	:	x	Material <sup>(19)</sup>	:	x
<b>CIMENTACION</b>		<b>CIMENTACION</b>		<b>CIMENTACION</b>	
Tipo <sup>(20)</sup>	:	x	Tipo <sup>(20)</sup>	:	x
Material <sup>(21)</sup>	:	x	Material <sup>(21)</sup>	:	x

<b>Material Losa (9)</b>	- Concreto armado - Concreto preesforzado - Plancha metálica corrugada - Madera - Otros	<b>Superficie de Desgaste (10)</b>	- Astalfo - Concreto (vaciado con losa) - Concreto pobre - Madera - Metalica
<b>Tipo Viga (11)</b>	- No aplicable - Viga longitudinal - Viga Transversal - Otros	<b>Material Viga (12)</b>	- Concreto armado - Concreto preesforzado - Metálica - Madera - Otros
		<b>Forma Viga (13)</b>	- Rectangular - 1 - Cajón - Reticulada
<b>SUBESTRUCTURA</b>			
<b>Tipo Elevacion (14)</b>	- Gravedad - Cantilever - Portico - Cajón - Otros	<b>Material Elevación (15)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado - Mamposteria de piedra - Madera
		<b>Tipo Cimentación (16)</b>	- Zapata - Caisson - Pilotes - Otros
		<b>Material Cimentación (17)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros
<b>PILARES</b>			
<b>Tipo Elevacion (18)</b>	- Columna Capitel - Columna Tarjeta - Portico - Otros	<b>Material Elevación (19)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera - Otros
		<b>Tipo Cimentación (20)</b>	- Zapata - Caisson - Pilotes - Otros
		<b>Material Cimentación (21)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero - Madera

  
 Juan Alfredo Huanca Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 70283

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TÉCNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ"	 LIMA DESIGN INSTITUTE LIMA - PERÚ
--	--	---

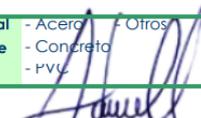
**FORMATO 1 - INVENTARIO DE Puentes**

**HOJA 3/ 5**

<b>VII.- MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE</b>					
<b>VII.A- MACIZO IZQUIERDO</b>			<b>VII.B- MACIZO DERECHO</b>		
<b>ELEVACION</b>			<b>ELEVACION</b>		
Tipo <sup>(22)</sup>	:	x	Tipo <sup>(22)</sup>	:	x
Material <sup>(23)</sup>	:	x	Material <sup>(23)</sup>	:	x
<b>CIMENTACION</b>			<b>CIMENTACION</b>		
Tipo <sup>(24)</sup>	:	x	Tipo <sup>(24)</sup>	:	x
Material <sup>(25)</sup>	:	x	Material <sup>(25)</sup>	:	x
<b>VIII.- DETALLES</b>					
<b>VIII.A- BARANDAS</b>			<b>VIII.B- VEREDAS Y SARDINELES</b>		
Tipo <sup>(26)</sup>	:	Postes y pasamanos	Ancho de Veredas	:	0.40 m.
Material <sup>(27)</sup>	:	Acero	Altura de sardinel	:	0.20 m.
			Material <sup>(28)</sup>	:	Concreto
<b>VIII.C.- APOYOS</b>					
<b>APOYO 1</b>		<b>APOYO 2</b>		<b>APOYO 3</b>	
Tipo <sup>(29)</sup>	:	Eslabon y Pin	Tipo <sup>(29)</sup>	:	Eslabon y Pin
Material <sup>(30)</sup>	:	Acero	Material <sup>(30)</sup>	:	Acero
Ubicación	:		Ubicación	:	
Número	:		Número	:	
<b>VIII.D.- JUNTAS DE EXPANSION</b>			<b>VIII.E- DRENAJE DE CALZADA</b>		
Tipo <sup>(31)</sup>	:		Tipo <sup>(33)</sup>	:	Canaleta
Material <sup>(32)</sup>	:		Material <sup>(34)</sup>	:	Concreto
<b>IX.- ACCESOS</b>					
<b>IX.A- ACCESO IZQUIERDO</b>			<b>IX.B- ACCESO DERECHO</b>		
Longitud de Transición	:	20 m	Longitud de Transición	:	20 m
Alineamiento <sup>(35)</sup>	:	Paralelo	Alineamiento <sup>(35)</sup>	:	Paralelo
Ancho de Calzada	:	m	Ancho de Calzada	:	m
Ancho Total de Bermas	:	m.	Ancho Total de Bermas	:	m.
Pendiente Alta	:		Pendiente Alta	:	
Visibilidad <sup>(36)</sup>	:	Buena	Visibilidad <sup>(36)</sup>	:	Buena

MACIZOS / CAMARAS DE ANCLAJE					
<b>Tipo Elevacion (22)</b>	- Macizo - Hueco - Otros	<b>Material Elevacion (23)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado	<b>Tipo Cimentación (24)</b>	- Zapata - Otros
<b>Material Cimentación (25)</b>	- Concreto Simple - Concreto armado - Acero				

DETALLES					
<b>Tipo Barandas (26)</b>	- Postes y pasamanos - Parapeto - Guardavias - No hay	<b>Material Barandas (27)</b>	- Concreto - Acero - Madera - Mixto	<b>Material Veredas (28)</b>	- Concreto - Acero - Madera
<b>Tipo Apoyos (29)</b>	- Articulado - Deslizante - Roller - Rocker	<b>Material Apoyos (30)</b>	- Eslabon y pin - No Hay	<b>Tipo Juntas (31)</b>	- Vacio - Tipo Peine - Tipo compresible/ expandible
<b>Material Juntas (32)</b>	- Metalico - Jebe - Mastic Epoxico - Otros	<b>Tipo Drenaje (33)</b>	- Tubo - Canaleta - Otros	<b>Material Drenaje (34)</b>	- Acero - Concreto - PVC
<b>Alineamiento (35)</b>	- Paralelo - Perpendicular - Inclinado - Curva a ___ m.				
<b>Visibilidad (36)</b>	- Buena - Regular - Mala				

  
 Juan Alfredo Huanca Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 70283

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TÉCNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ"	 OFICINA REGIONAL DE LIMA
---	--	--

FORMATO 1 - INVENTARIO DE Puentes

HOJA 4/ 5

<b>X.- SEGURIDAD VIAL</b>				
<b>X.A.- ACCESO IZQUIERDO</b>		<b>X.B.- ACCESO DERECHO</b>		
Señal Informativa <sup>(37)</sup> :	No tiene	Señal Informativa <sup>(37)</sup> :	No tiene	
Señal Preventiva <sup>(38)</sup> :	No tiene	Señal Preventiva <sup>(38)</sup> :	No tiene	
Señal Reglamentaria <sup>(39)</sup> :	No tiene	Señal Reglamentaria <sup>(39)</sup> :	No tiene	
Señal Horizontal <sup>(40)</sup> :	No tiene	Señal Horizontal <sup>(40)</sup> :	No tiene	
<b>XI.- SOBRECARGA</b>				
Carga de Diseño :		Carga Maxima Actual :		
Sobreesfuerzo :		Señalización de Carga :		
<b>XII.- RUTA ALTERNA - Tipo Otras Rutas</b>				
<b>XII.A.- VADO</b>		<b>XII.B.- PUENTE PARALELO</b>		
Distancia de Puente :		Posibilidad de Construir:	No	
Periodo de Funcionamiento :		Longitud Total :	m.	
Profundidad de Aguas min :		Subestructura <sup>(42)</sup> :		
Naturaleza de suelo <sup>(41)</sup> :	Conglomerado	Tipo :		
Variante Existente :	Necesidad de construirlo:			
<b>XIII.- CONDICION DEL SECTOR DE LA CARRETERA</b>				
Condicion de Carretera <sup>(43)</sup> :	Bueno			
<b>XIV.- SUELO DE CIMENTACION</b>				
<b>ESTRIBO IZQUIERDO</b>	<b>ESTRIBO DERECHO</b>	<b>PILAR 1</b>	<b>PILAR 2</b>	<b>PILAR 3</b>
Material <sup>(44)</sup> :	Conglomerado			
Comentarios :				
<b>XV.- NIVELES DE LAS AGUAS</b>				
Aguas Maximas :	1.00 m.	Periodo de Aguas Maximas :	4 meses	
Aguas Minimas :	0.30 m.	Periodo de Estiaje :	8 meses	
Aguas Extraordinarias :	0.00 m.	Frecuencia de Retorno :	100 años	
Galibo determinado en Campo :	m.	Fecha (mm/dd/aa) :		
Galibo determinado del Plano :	m.	Galibo Aguas Maximas :	m.	
<b>XVI.- CAPACIDAD HIDRAULICA DEL PUENTE</b>				
Longitud Aceptable :	Si	Longitud Requerida :	m.	
Altura Aceptable :	No	Altura Adicional Requerida :	1.5 m.	
Necesita Encauzamiento :	Si	Longitud de Encauzamiento :	30 m.	
Socavación del Cauce :	Si	Profundidad de Socavacion :	3.5 m.	
<b>SEGURIDAD VIAL</b>				
Señal Informativa (37)	Cartel del puente			
Señal Preventiva (38)	Cartel rombo amarillo			
Señal Reglamentaria (39)	Cartel rectangular negro - rojo (Ceda paso, no adelantar, velocidad maxima)			
Señalización Horizontal (40)	Marcas de caizaaa			
Naturaleza del Suelo (41)	- Roca - Conglomerado - Piedra	- Arena - Arcilla - Otros		
Condicion de Carretera (43)	- Buena - Regular	- Mala - Muy Mala		
Subestructura (42)	- Similar al existente - Diferente			
Material Suelo Cimentación (44)	- Roca - Conglomerado - Piedra	- Arena - Arcilla - Otros		

  
 Juan Alfredo Huanca Mamani  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 70283





MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

 <p>MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>	<p>EXPEDIENTE TÉCNICO "AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"</p>	 <p>OFICINA TÉCNICA DE PLANEACIÓN URBANA Y DISTRITAL</p>
---	---	---

FORMATO 2 -INVENTARIO DE Puentes

HOJA 3/ 3

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

**OBSERVACION:**

EL PUENTE EXISTENTE, HA SUFRIDO DAÑOS ESTRUCTURALES DEBIDO AL FENOMENO DEL NIÑO DEL 2017 PRESENTANDO FALLAS EN LAS VIGAS Y LA CIMENTACION

**INSPECTOR:**  
CESAR A. CHAMPI DELGADO

**FECHA DE INSPECCION** : 04/01/2018

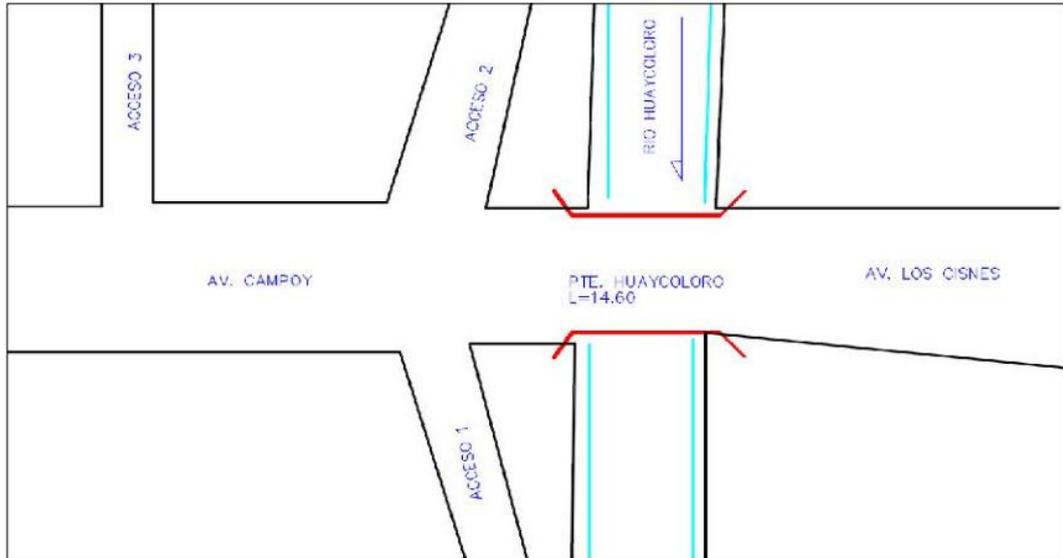
**SUPERVISOR:**  
ING. ALFREDO HUANCA

**FECHA DE REVISION** : 31/01/2018

  
Juan Alfredo Huanca Mamani  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 70283

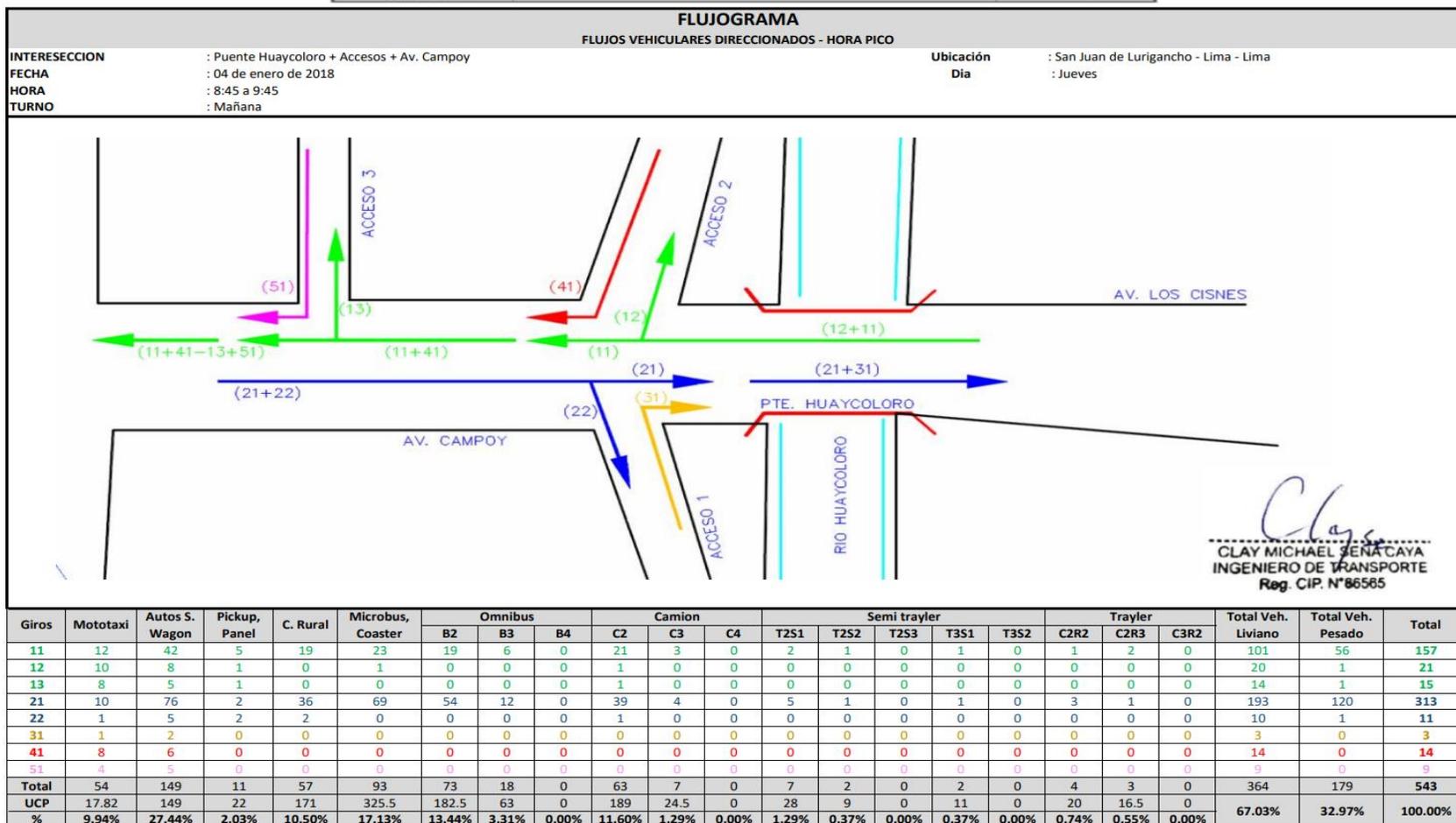
 <p>MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>	<p>EXPEDIENTE TÉCNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"</p>	 <p>OFICINA TÉCNICA DE ESTUDIOS Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS</p>
---	---	---

### CROQUIS



  
Juan Alfredo Huanca Mamani  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 70283

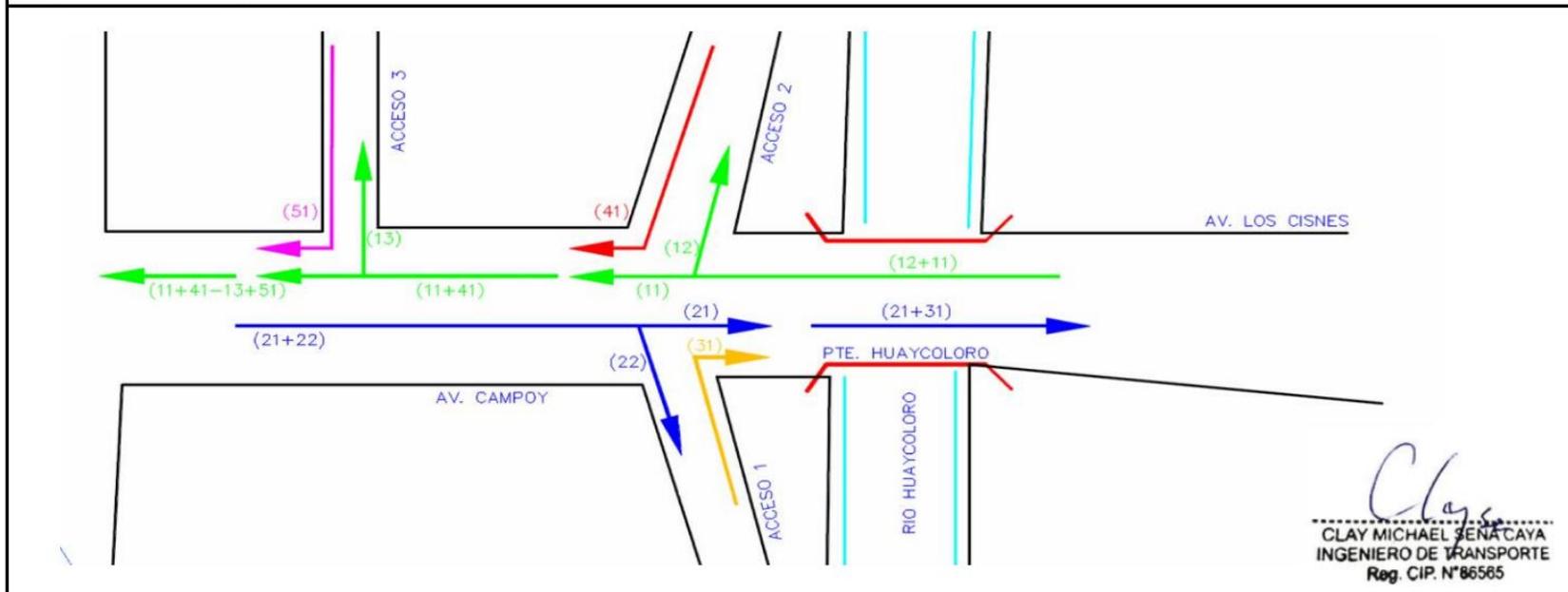
## Anexo 05: Flujo de tráfico



# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TECNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"	 LIMBERG WALDYR LUGO ORTÍZ
---	--	---

FLUJOGRAMA			
FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONADOS - IMDA			
INTERSECCION	: Puente Huaycoloro + Accesos + Av. Campoy	Ubicación	: San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
FECHA	: 04 de enero de 2018	Día	: Jueves
HORA	: 8:45 a 9:45		
TURNO	: Mañana		

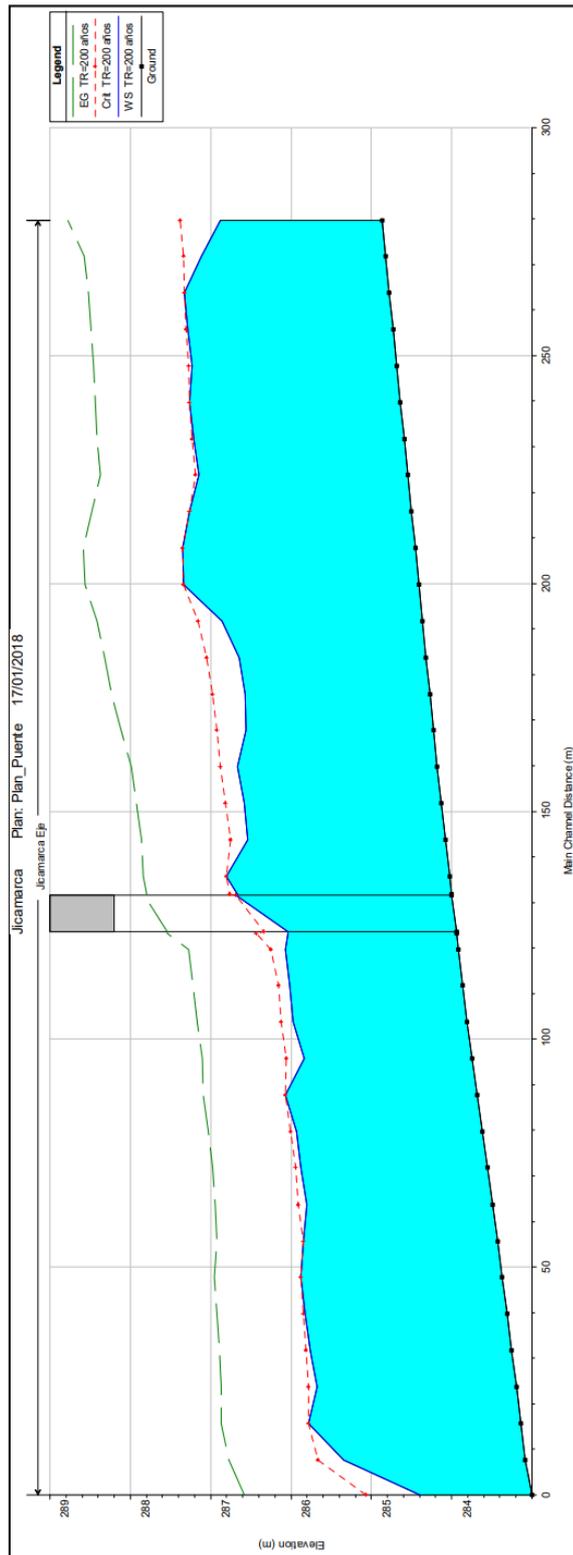


Giros	Mototaxi	Autos S. Wagon	Pickup, Panel	C. Rural	Microbus, Coaster	Omnibus			Camion			Semi trayler				Trayler			Total Veh. Liviano	Total Veh. Pesado	Total	
						B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	C2R2	C2R3				C3R2
11	122	388	45	209	161	114	42	0	105	12	0	10	6	0	5	0	3	6	0	925	303	1228
12	30	24	3	1	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	3	64
13	24	15	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	3	45
21	60	468	18	324	483	135	60	0	98	12	0	8	3	0	2	0	3	3	0	1353	324	1677
22	2	10	4	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2	22
31	3	6	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	3	13
41	24	18	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	1	44
51	12	15	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	1	29
<b>Total</b>	277	944	74	539	648	250	102	0	214	24	0	18	9	0	8	0	6	9	0	2482	640	3122
<b>UCP</b>	91.41	944	148	1617	2268	625	357	0	642	84	0	72	40.5	0	44	0	30	49.5	0	79.50%	20.50%	100.00%
<b>%</b>	8.87%	30.24%	2.37%	17.26%	20.76%	8.01%	3.27%	0.00%	6.85%	0.77%	0.00%	0.58%	0.29%	0.00%	0.26%	0.00%	0.19%	0.29%	0.00%			

Anexo 06: Conclusiones resultados estudio de hidrología

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TECNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"	 LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ
---	---	--

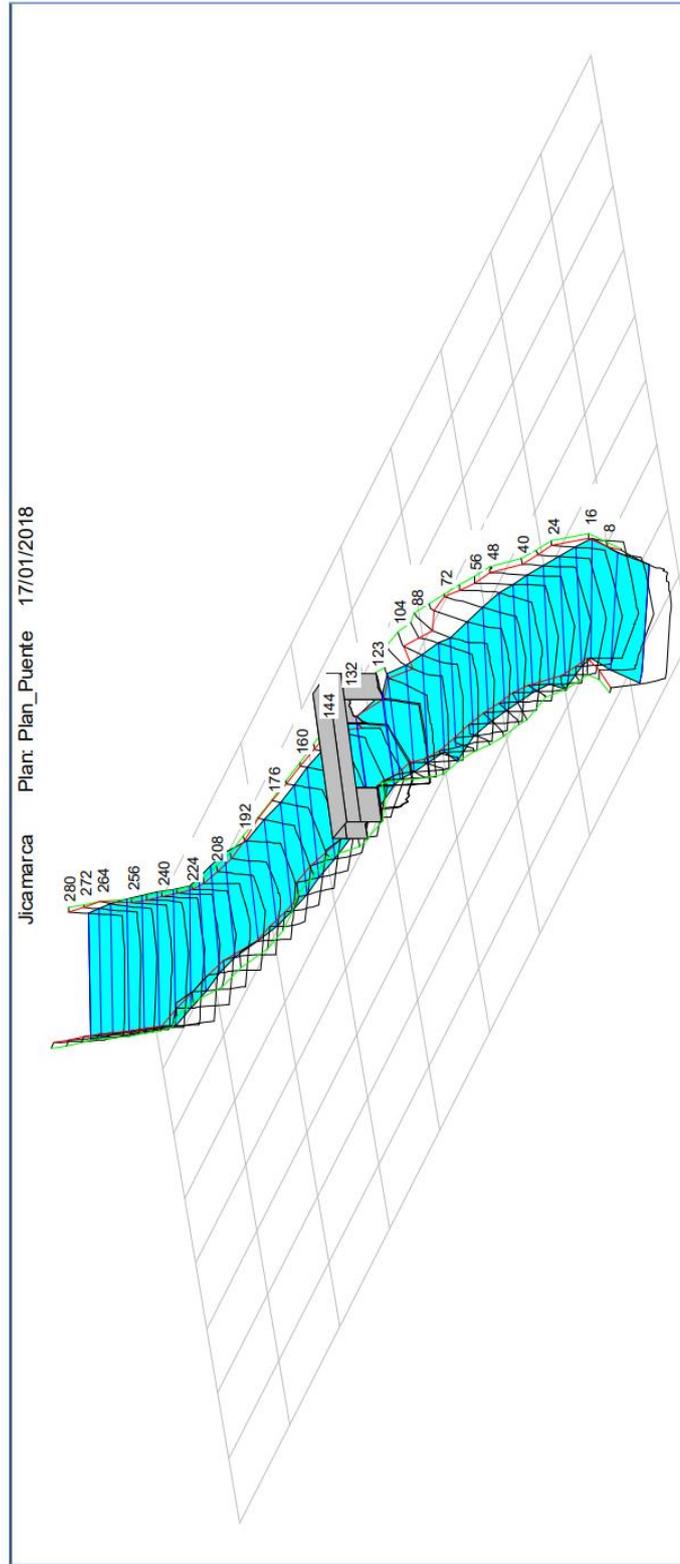
Figura N° 5.3. Perfil del flujo longitudinal del eje del río Jicamarca que cruza el puente Huachipa proyectado



  
 RENE ANTONIO  
 HUACHOS CANCHARI  
 INGENIERO AGRICOLA  
 Reg. CIP N° 125804

 <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>	<p>EXPEDIENTE TECNICO "AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"</p>	 <p>LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ</p>
--	---	---

Figura N° 5.4. Vista Isométrica del Modelamiento – Puente Huachipa Proyectado



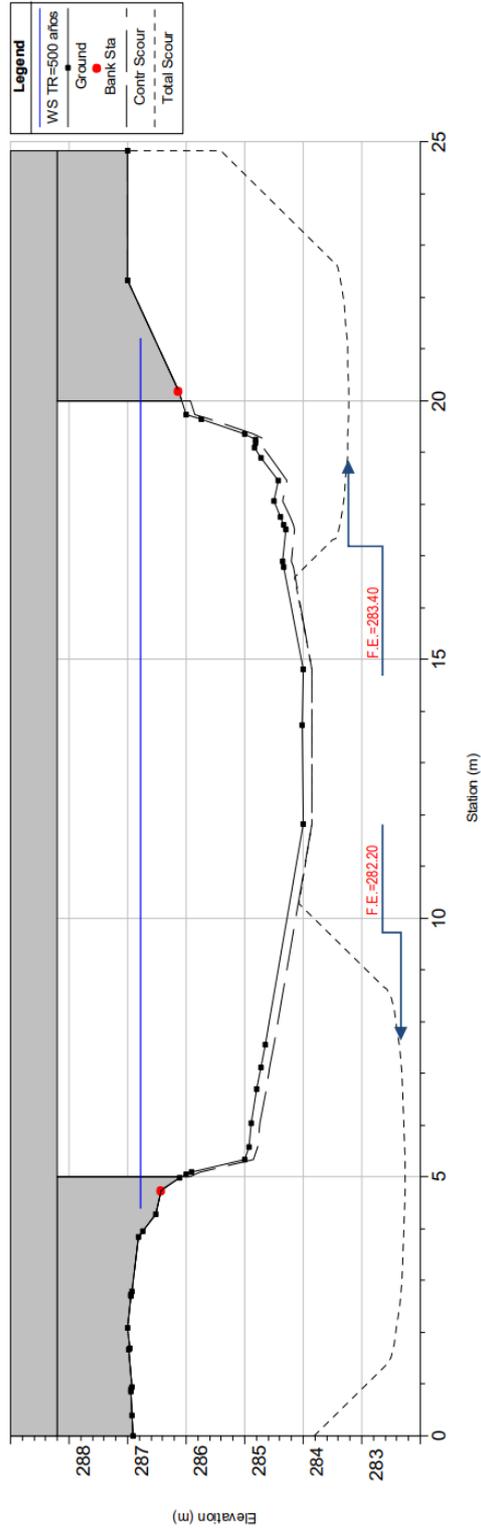
  
RENE ANTONIO  
HUACHOS CANCHARI  
INGENIERO AGRÍCOLA  
Reg. CIP N° 125804

 MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO	EXPEDIENTE TECNICO <b>"AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD                  VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO,                  DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA"</b>	 LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ
--	--	--

Figura N° 6.1. Perfil de socavación – Puente Huachipa Proyectado

Luz : 15.00m  
 $Q_{50 años}$  : 182.30 m<sup>3</sup>/s  
 $D_{50}$  : 8.5 mm

Bridge Scour RS = 127.5



  
 RENE ANTONIO  
 HUACHOS CANCHARI  
 INGENIERO AGRICOLA  
 Reg. CIP N° 125804

Responsable: R.H.C.	Documento: INFORME DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	Página: 49 de 70
------------------------	--	---------------------

	EXPEDIENTE TECNICO <b>“AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD          VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO,          DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA”</b>	
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO		LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ

## 7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La quebrada Jicamarca (Huaycoloro), hasta el sitio donde se ubicará el puente, es un curso de agua que drena un área de cuenca de 491.41 km<sup>2</sup>.
- De acuerdo con la morfología de la subcuenca de la quebrada Jicamarca (Huaycoloro), se puede determinar que esta presenta una tendencia a las avenidas de significativa magnitud.
- Para el análisis hidrológico se utilizó la información de las estaciones meteorológicas Autisha y Arahuy, siendo la información básica correspondiente a datos de precipitación máxima en 24 horas.
- Las precipitaciones máximas en 24 horas registrados en las Estaciones Autisha y Arahuy corresponden a una banda de datos equivalentes a 53 y 54 años respectivamente, siendo las lecturas máximas de 30.80 mm para el año 2006 en la estación Autisha y de 46.50 mm para el año 1980 en la estación Arahuy.
- El análisis hidrológico de la subcuenca permitió definir caudales máximos de avenida en el sitio del puente proyectado para períodos de retorno de 200 y 500 años, cuyos valores son 106.20 m<sup>3</sup>/s y 182.30 m<sup>3</sup>/s respectivamente. Estos caudales se obtuvieron tras la aplicación de un modelo hidrológico Precipitación - Escorrentía, empleando el software HEC – HMS.
- Para estimar los niveles del río asociados a los caudales de diseño se elaboró un modelo hidráulico de la quebrada Jicamarca (Huaycoloro) en el programa HEC-RAS. Dicho modelo abarcó un tramo de 380 m en el cual se definieron un total de 37 secciones transversales y donde además se estimaron las condiciones de rugosidad y de control hidráulico.
- La elevación de la superficie del agua en la sección del puente para una crecida con período de retorno de 200 años llega a la cota 286.90m. Finalmente, teniendo en cuenta un galibo de 1.50 m. se recomienda que el nivel de fondo de tablero del puente a proyectar se encuentre como mínimo a una cota de 288.40 m.s.n.m.
- Se estimaron fondos de excavación para la cimentación de los estribos izquierdo y derecho, a profundidades cuyas cotas sean igual o menor a 282.20 m.s.n.m. y 283.20 m.s.n.m. respectivamente
- Se recomienda la limpieza periódica del cauce de la quebrada Jicamarca (Huaycoloro) cercana al área de ubicación del puente Huachipa, debido a que el material de arrastre puede ocasionar modificaciones en las secciones transversales del cauce, desviando la dirección normal del curso del agua.

  
 RENE ANTONIO  
 HUACHOS CANCHARI  
 INGENIERO AGRÍCOLA  
 Reg. CIP Nº 125804

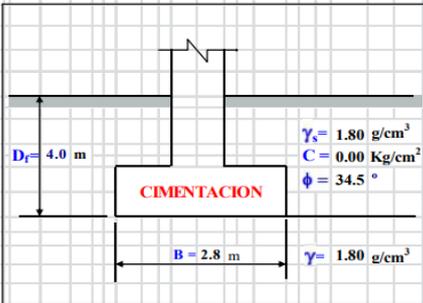
Responsable: <b>R.H.C.</b>	Documento: <b>INFORME DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA</b>	Página: <b>50 de 70</b>
-------------------------------	---	----------------------------

**Anexo 07:** Conclusiones resultados de estudio de mecánica de suelos

 <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>	<p>EXPEDIENTE TECNICO</p> <p>“AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA”</p>	 <p>LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ</p>
--	--	---

**3.1. ANALISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE ÚLTIMA.**

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO	
Tipo de Suelo	<b>Matriz</b>
GP	<b>GRAVA ARENOSA</b>
REALIZADO	: Ing. G.G.V.
FECHA	:
DF	: 4.00 m (Profundidad)
CIMENTACION CORRIDA	
Cohesión	C = 0.00 Kg/cm <sup>2</sup>
Angulo de fricción	φ = 34.50 °
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ <sub>s</sub> = 1.80 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ = 1.80 g/cm <sup>3</sup>
Ancho de la cimentación	B = 2.80 m
Largo de la cimentación	L = 10.00 m
Profundidad de la cimentación	D <sub>f</sub> = 4.00 m
Factor de seguridad	FS = 3.00
$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$	
Calculando los factores de capacidad de carga y forma:	
<b>Factores de capacidad de carga</b>	<b>Factores de forma</b>
N <sub>q</sub> = 31.299058	S <sub>q</sub> = 1.192439
N <sub>c</sub> = 44.085403	S <sub>c</sub> = 0.19879
N <sub>γ</sub> = 44.397055	S <sub>γ</sub> = 0.888
N <sub>q</sub> /N <sub>c</sub> = 0.71	
tan φ = 0.69	
Reemplazando en la formula se tiene:	q <sub>ult</sub> = 368.07 Tn/m <sup>2</sup>
Finalmente	
<b>Capacidad última de carga</b>	q <sub>ult</sub> = 36.81 Kg/cm <sup>2</sup>
Con: FS = 3.00	
Se tiene finalmente:	
<b>Capacidad admisible de carga</b>	q <sub>adm</sub> = 12.27 Kg/cm <sup>2</sup>



$$S_c = \left( \frac{N_q}{N_c} \right) * \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 + \left( \frac{B}{L} \right) * Tg \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \left( \frac{B}{L} \right)$$

En donde el Qadm es 12.27 K/cm2, El cálculo del asentamiento

  
**Genaro Manuel Giani Vasquez**  
 Especialista en Mecánica de  
 Suelos y Pavimentos  
 CIP: 60180

Responsable: <b>G.M.G.V</b>	Documento: <b>MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA</b>	Página: <b>13 de 23</b>
--------------------------------	---	----------------------------

 <p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>	<p>EXPEDIENTE TECNICO</p> <p>“AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA”</p>	 <p>LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ</p>
--	--	---

ASENTAMIENTO ( $S_i$ )			
Cimentación Cuadrada			
Presión por carga admisible	$q_{adm} = 12.27$ Kg/cm <sup>2</sup>		
Relación de Poisson	$\mu = 0.25$		
Módulo de Elasticidad	$E_s = 190$ Kg/cm <sup>2</sup>		
Asentamiento permisible	$S_i(max) = 2.5$ cm		
Ancho de la cimentación	$B = 2.8$ m		
Factor de forma	$I_r = 1.16$ m/m		
	$I_r = 1.2$		
Asentamiento	$S_i = 0.040$ m		
Asentamiento	$S_i = 4.00$ cm		
Presión por carga	$q_{adm} = 12.27$ Kg/cm <sup>2</sup>	$S_i = 1.96$ cm	OK!
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm} = 2.50$ Kg/cm <sup>2</sup>	$S_i = 0.40$ cm	OK!

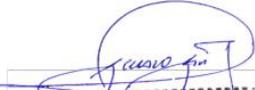
$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \sqrt{\frac{L}{B}} \beta_z$$

En caso de zapata corrida en caso de asentamiento CUMPLE

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El perfil del suelo es homogéneo y está formado por suelos fluviales eólicos pleistocénicos del origen cuaternario, compuesto por suelos GP gravo arenoso
- En el proceso de perforación de las calicatas no se observó problema de estabilidad en las paredes por el efecto de arco que se produce en este tipo de excavación.
- A la profundidad de excavación alcanzada, No se detectó el Nivel freático.
- Los resultados indican que para una estructura que se utilice una cimentación Corrida cuya profundidad será de 4.00 mts con las características de terreno predominante, la capacidad admisible es de 12.27 k/cm2.
- En cuanto al asentamiento tolerable se adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada (2,54cm), según Terzaghi y Peck (1967).
- El área en estudio se encuentra en la Zona 4 de la Zonificación Sísmica del Perú, por lo tanto los parámetros sísmicos correspondientes son los siguientes:

  
**Genaro Manuel Giron Vázquez**  
 Especialista en Mecánica de  
 Suelos y Pavimentos  
 CIP: 60180

Responsable: <b>G.M.G.V</b>	Documento: <b>MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA</b>	Página: <b>14 de 23</b>
--------------------------------	---	----------------------------

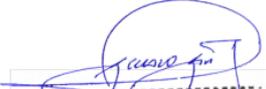
	<p>EXPEDIENTE TECNICO</p> <p>“AMPLIACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL PUENTE HUAYCOLORO, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA”</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO</p>		<p>LIMBERG WALDYR LUQUE ORTIZ</p>

Factor de Zona	Z = 0,45g
Perfil del suelo tipo	T = S2
Período predominante suelo s1	TP = 0,4 Periodo de perfil de suelo s1
suelo s1	TL = 2.5 Periodo de perfil de suelo s1

- La inspección Geotécnica realizada mediante las inspecciones con perforación diamantina determina que el suelo presenta un estrato uniforme con alta compactación por lo que es adecuado para la cimentación del puente.
- Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de proyecto, en especial a los agregados.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas sólo se aplicarán al área estudiada.

REFERENCIAS

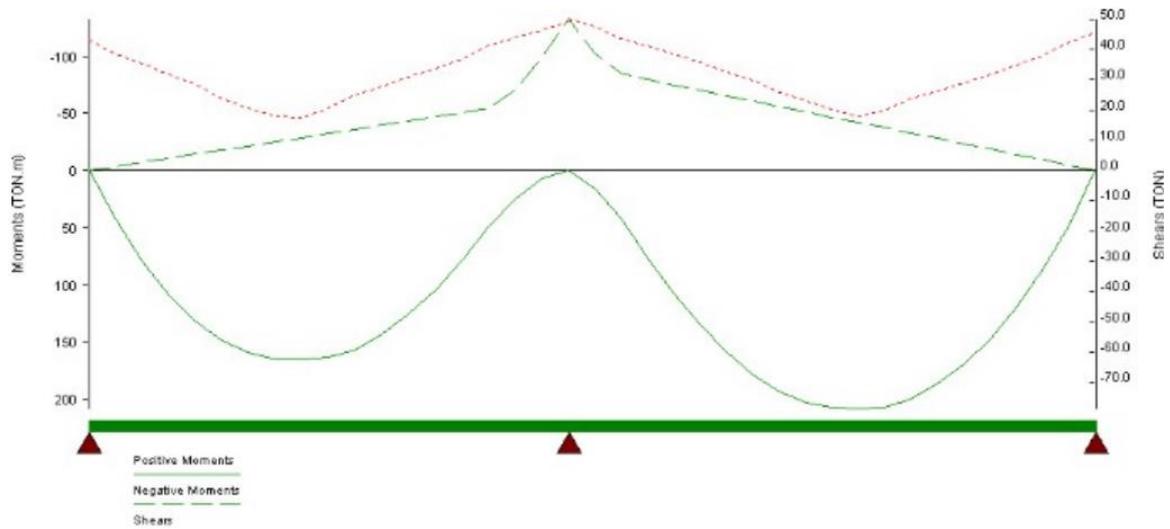
Norma técnica de Edificación E-50, Suelos y Cimentaciones, y la Norma técnica de Edificación E-30, Diseño Sismo Resistente, ambas del Reglamento Nacional de Edificaciones, del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica CE.010 para Pavimentos Urbanos, normas para diseños de puentes del MTC.

  
**Genaro Manuel Gionti Vasquez**  
 Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentos  
 CIP: 60180

<p>Responsable: <b>G.M.G.V</b></p>	<p>Documento: <b>MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA</b></p>	<p>Página: <b>15 de 23</b></p>
--	---	------------------------------------

**Anexo 08: Resultados de análisis estructural viga postensada**

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial vial.cacd@gmail.com cel 95206318	 <b>CESAR CHAMPI DELGADO</b> <small>INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA</small>
Job: Puente Huaycoloro Tramo 1 Project: Proyecto Puente Huaycoloro	Job No.: CACD Calc. By: CACD Checked:
Line Beam Loader v12.03    Run: 13/07/2022 22:36:54	



**AASHTO LRFD Seventh Edition with 2015 Interim Revisions**

**Live Loads**

Design Lane Load - 3.6.1.2.4  
 - This is applied to adverse influence areas only.

Design Truck - 3.6.1.2.2  
 - Axles not contributing to the effect are neglected.

Design Tandem - 3.6.1.2.3

Double Design Truck - 3.6.1.3.1

- This is checked for negative moment and reaction at interior supports only.  
 - The effect of the two trucks is factored by 90%.

Double Tandem - 3.6.1.3.1

- This is checked for negative moment and reaction at interior supports only.  
 - The dynamic load allowance applied to the effects for each design vehicle (Article 3.6.2) is 33%.

**Other Parameters**

- Vehicles are moved along the bridge in the direction from both left to right and right to left.
- Loads are tested at increments no larger than 0.5m and are converged to within 1% of estimated optimum.
- Loads are derived for a 3.658m wide single carriageway with 1 lane without multiple presence factor (3.6.1.1.2).
- Results omit Gamma Factors (Table 3.4.1-1).

**Maximum Positive Moment Envelope for STRENGTH I and SERVICE**

Distance	Moment	Associated
m	TON.m	shear
m	TON	TON
SPAN 1		
0	0	

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



CESAR CHAMPI DELGADO  
 INGENIERIA Y TOPOGRAFIA

Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

1.103	43.02	35	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=9.937m Sp=4.267m
2.205	79.28	31.3	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=10.93m Sp=4.267m
3.308	108.9	27.64	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=11.92m Sp=4.267m
4.411	132.1	24.01	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=12.92m Sp=4.267m
5.513	148.8	5.652	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=13.91m Sp=4.267m
6.616	158.6	6.466	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=2.396m Sp=4.267m
7.719	164.7	2.946	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=3.389m Sp=4.267m
8.821	165	0.5128	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=4.383m Sp=4.267m
9.924	163.4	0.7626	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=14.41m Sp=4.267m
11.03	156.5	16.83	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=15.4m Sp=4.267m
12.13	143.1	20.25	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck --> Ch=16.4m Sp=4.267m
13.23	125.5	14.77	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=4.88m Sp=4.267m
14.33	104.1	18.12	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
15.44	78	21.41	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.95m Design Truck <-- Ch=6.867m Sp=4.267m
16.54	49.06	31.97	UDL 0.9374TON/m 7.071m<->19.95m Design Tandem -x- Ch=15.84m
17.64	25.37	17.53	UDL 0.9374TON/m 13.91m<->19.95m
18.75	7.235	3.041	UDL 0.9374TON/m 17.68m<->19.95m Design Truck --> Ch=28.2m Sp=4.999m
19.85	0		
SPAN 2			
19.85	0		
20.94	16.02	29.6	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->23.93m Design Tandem -x- Ch=21.57m
22.03	42.08	18.3	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->31.37m Design Tandem -x- Ch=22.57m
23.12	76.4	22.35	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=31.55m Sp=4.267m
24.21	107.5	28.25	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=32.79m Sp=4.267m
25.3	135.3	25.18	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=33.78m Sp=4.267m
26.39	158.6	22.06	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
27.48	178.5	26.39	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=23.26m Sp=4.267m
28.57	193.2	4.903	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=24.26m Sp=4.267m
29.66	202.6	1.707	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=25.25m Sp=4.267m
30.75	206.7	1.496	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=26.24m Sp=4.267m
31.84	208.6	4.697	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=36.27m Sp=4.267m
32.93	207.1	1.528	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=37.26m Sp=4.267m

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

34.02	199.9	20.75	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=38.26m Sp=4.267m
35.11	186.1	15.7	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=26.74m Sp=4.267m
36.2	169.5	18.98	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=27.73m Sp=4.267m
37.29	147.4	22.28	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=28.73m Sp=4.267m
38.38	119.6	25.6	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=29.72m Sp=4.267m
39.47	86.03	28.92	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=30.71m Sp=4.267m
40.56	46.7	42.52	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=31.96m Sp=4.267m
41.64	0		

[ <-> Range of distances loaded ]  
 [ --> Ch= Direction and Front Axle Position ]  
 [ -x- Ch= Centre Point Position ]  
 [ Sp= Variable span dimension ]

## Maximum Negative Moment Envelope for STRENGTH I and SERVICE

Distance m	Moment TON.m	Associated shear TON	
SPAN 1			
0	0		
1.103	-3.6	3.265	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
2.205	-7.2	3.265	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
3.308	-10.8	3.267	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
4.411	-14.4	3.267	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
5.513	-18.01	3.267	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
6.616	-21.61	3.27	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
7.719	-25.21	3.272	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
8.821	-28.82	3.272	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
9.924	-32.42	3.276	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
11.03	-36.03	3.283	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
12.13	-39.66	3.282	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
13.23	-43.27	3.288	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
14.33	-46.89	3.29	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
15.44	-50.52	3.289	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
16.54	-54.44	4.819	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->7.319m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
17.64	-70.06	22.16	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->13.84m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



CESAR CHAMPI DELGADO  
 INGENIERIA Y TOPOGRAFIA

Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

18.75	-98.4	28.68	Double Design Truck <-- Ch=0.5596m Sp=23.9m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->17.69m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m
19.85	-132.5	32.83	Double Design Truck <-- Ch=2.303m Sp=23.9m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->41.64m Double Design Truck <-- Ch=3.548m Sp=23.9m
SPAN 2			
19.85	-132.5	30.35	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->41.64m Double Design Truck <-- Ch=3.548m Sp=23.9m
20.94	-102.4	25.01	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 23.69m<->41.64m Double Design Truck <-- Ch=4.793m Sp=23.9m
22.03	-84.78	6.964	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 31.12m<->41.64m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
23.12	-79.42	4.278	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
24.21	-74.76	4.287	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
25.3	-70.08	4.286	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
26.39	-65.42	4.291	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
27.48	-60.74	4.291	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
28.57	-56.07	4.288	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
29.66	-51.4	4.293	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
30.75	-46.72	4.284	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
31.84	-42.06	4.287	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
32.93	-37.39	4.287	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
34.02	-32.72	4.292	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
35.11	-28.04	4.283	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
36.2	-23.38	4.288	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
37.29	-18.7	4.29	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
38.38	-14.03	4.291	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
39.47	-9.347	4.288	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
40.56	-4.674	4.289	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m
41.64	0		Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m

[ <-> Range of distances loaded ]  
 [ --> Ch= Direction and Front Axle Position ]  
 [ Sp= Variable span dimension ]

## Maximum Shear Envelope for STRENGTH I and SERVICE

Distance m	Shear TON	Associated moment TON.m
SPAN 1		

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



CESAR CHAMPI DELGADO  
 INGENIERIA Y TOPOGRAFIA

Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

0	43.09	0	UDL 0.9374TON/m 0m<->19.95m Design Truck --> Ch=8.696m Sp=4.267m
1.103	38.44	42.51	UDL 0.9374TON/m 1.116m<->19.95m Design Truck --> Ch=10.06m Sp=4.267m
2.205	35.07	77.61	UDL 0.9374TON/m 2.109m<->19.95m Design Truck --> Ch=11.06m Sp=4.267m
3.308	31.81	105.6	UDL 0.9374TON/m 3.101m<->19.95m Design Truck --> Ch=12.05m Sp=4.267m
4.411	28.64	126.9	UDL 0.9374TON/m 4.094m<->19.95m Design Truck --> Ch=13.04m Sp=4.267m
5.513	23.91	133.7	UDL 0.9374TON/m 5.582m<->19.95m Design Truck --> Ch=14.53m Sp=4.267m
6.616	20.45	136.3	UDL 0.9374TON/m 6.575m<->19.95m Design Truck <-- Ch=2.768m Sp=4.267m
7.719	17.87	139.1	UDL 0.9374TON/m 7.567m<->19.95m Design Truck <-- Ch=3.761m Sp=4.267m
8.821	17.48	120.9	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->8.683m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=-0.08836m Sp=4.267m
9.924	20.42	122.9	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->9.676m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=0.9053m Sp=4.267m
11.03	24.93	129.7	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->11.29m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=2.396m Sp=4.267m
12.13	27.9	119.5	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->12.32m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=3.389m Sp=4.267m
13.23	30.87	103.9	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->13.34m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=4.383m Sp=4.267m
14.33	33.8	82.98	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->14.37m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=5.377m Sp=4.267m
15.44	36.72	57	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->15.41m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=6.37m Sp=4.267m
16.54	41.04	31.52	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->16.97m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=7.861m Sp=4.267m
17.64	43.81	-3.954	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->17.99m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=8.855m Sp=4.267m
18.75	46.46	-42.27	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->18.98m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=9.848m Sp=4.267m
19.85	48.94	-82.48	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.97m UDL 0.9374TON/m 20.58m<->41.64m Design Truck <-- Ch=10.84m Sp=4.267m
SPAN 2			
19.85	50.05	-64.18	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->18.98m UDL 0.9374TON/m 19.56m<->41.64m Design Truck --> Ch=28.57m Sp=4.267m
20.94	47.56	-20.24	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 20.58m<->41.64m Design Truck --> Ch=29.56m Sp=4.267m
22.03	43.68	15.84	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 22.12m<->41.64m Design Truck --> Ch=31.05m Sp=4.267m
23.12	41.04	52.16	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 23.14m<->41.64m

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



CESAR CHAMPI DELGADO  
 INGENIERIA Y TOPOGRAFIA

Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

24.21	38.37	84.05	Design Truck --> Ch=32.04m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 24.16m<->41.64m
25.3	35.55	110.8	Design Truck --> Ch=33.04m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 25.3m<->41.64m
26.39	32.63	133	Design Truck --> Ch=34.03m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 26.29m<->41.64m
27.48	29.84	147	Design Truck --> Ch=35.02m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 27.28m<->41.64m
28.57	25.84	149.2	Design Truck --> Ch=36.27m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 28.76m<->41.64m
29.66	23.18	155.2	Design Truck --> Ch=37.76m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 29.76m<->41.64m
30.75	20.4	156.4	Design Truck --> Ch=38.75m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 30.62m<->41.64m
31.84	18.02	154.5	Design Truck <-- Ch=26.74m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m UDL 0.9374TON/m 31.61m<->41.64m
32.93	19.91	173.6	Design Truck <-- Ch=27.73m Sp=4.267m UDL 0.9374TON/m 19.77m<->32.73m Design Truck <-- Ch=23.88m Sp=4.267m
34.02	23.72	180.9	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->34.21m Design Truck <-- Ch=25.37m Sp=4.267m
35.11	26.08	170.6	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->35.2m Design Truck <-- Ch=26.24m Sp=4.267m
35.11	26.08	170.6	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->35.2m Design Truck <-- Ch=26.24m Sp=4.267m
36.2	28.81	157	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->36.2m Design Truck <-- Ch=27.24m Sp=4.267m
37.29	31.64	138.2	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->37.32m Design Truck <-- Ch=28.23m Sp=4.267m
38.38	34.72	114.8	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->38.34m Design Truck <-- Ch=29.47m Sp=4.267m
39.47	37.89	83.03	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->39.37m Design Truck <-- Ch=30.47m Sp=4.267m
40.56	42.54	46.46	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->40.92m Design Truck <-- Ch=31.96m Sp=4.267m
41.64	45.55	0	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=32.95m Sp=4.267m

[ <-> Range of distances loaded ]  
 [ --> Ch= Direction and Front Axle Position ]  
 [ Sp= Variable span dimension ]

## Support Reactions for STRENGTH I and SERVICE - Including Dynamic Load Allowance

Number	Maximum TON	Minimum TON	
1	43.09		UDL 0.9374TON/m 0m<->19.95m Design Truck --> Ch=8.696m Sp=4.267m
		-3.265	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
2	76.62		UDL 0.9374TON/m 0.124m<->41.64m Double Tandem --> Ch=25.14m Sp=9.366m
		0	
3	45.55		UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=32.95m Sp=4.267m

# MEJORA DE DISEÑO PUENTE HUAYCOLORO LIMA - 2018

Cesar Champi Delgado Topografía e Ingeniería  
 Coordinador BIM - Especialista GIS en infraestructura vial  
 vial.cacd@gmail.com  
 cel 95206318



CESAR CHAMPI DELGADO  
 INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA

Job: Puente Huaycoloro Tramo 1  
 Project: Proyecto Puente Huaycoloro

Job No.: CACD  
 Calc. By: CACD  
 Checked:

Line Beam Loader v12.03 Run: 13/07/2022 22:36:54

-4.289 UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m  
 Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m

[ <-> Range of distances loaded ]  
 [ --> Ch= Direction and Front Axle Position ]  
 [ Sp= Variable span dimension ]

---

**Support Reactions for STRENGTH I and SERVICE - Excluding Dynamic Load Allowance**

Number	Maximum TON	Minimum TON	
1	34.42		UDL 0.9374TON/m 0m<->19.95m Design Truck --> Ch=8.696m Sp=4.267m
		-2.66	UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck --> Ch=34.78m Sp=4.267m
2	63.38		UDL 0.9374TON/m 0.124m<->41.64m Double Tandem --> Ch=25.14m Sp=9.366m
		0	
3	36.59		UDL 0.9374TON/m 19.77m<->41.64m Design Truck <-- Ch=32.95m Sp=4.267m
		-3.478	UDL 0.9374TON/m 0.124m<->19.89m Design Truck <-- Ch=5.874m Sp=4.267m

[ <-> Range of distances loaded ]  
 [ --> Ch= Direction and Front Axle Position ]  
 [ Sp= Variable span dimension ]

---

Anexo 09: Cálculo viga postensada



Cesar A. Champi Delgado  
 Coordinador BIM, Especialista GIS  
 Proyectos de Infraestructura Vial  
 Ruc 20601071178  
 Cel 955206318  
 Email vial.cacd@gmail.com

Calculo de Viga Postensada

DISEÑO DE VIGAS POSTENSADAS DE PUENTES CON AASHTO LRFD

A) DATOS DE DISEÑO

- Longitud de la Plataforma del Puente  $L := 20.35 \text{ m}$
  - Resistencia Característica del Concreto Pretensado  $f'_{ci} := 420 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
  - Resistencia Característica del Concreto Armado  $f'_{ca} := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
  - Resistencia de fluencia del Acero(No Preesforzado)  $f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
  - Esfuerzo Permisible de compresión (Fibra inferior)  $f'_{ci} := 350 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
  - Resistencia a la tracción del acero de pretensado  $f_{pu} := 270 \text{ ksi}$
  - Peso unitario del Concreto  $\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
  - Diámetro de Torones  $\theta_T := \frac{1}{2} \text{ in}$
  - Pérdidas  $A_u := 0.987 \text{ cm}^2$
  - % de fuerza después de las pérdidas  $p := 15\%$
- $R := (1 - p) = 0.85$

B) PREDIMENSIONAMIENTO

	Viga	h (in)
$h_1 := \frac{L}{15} = 53 \text{ in}$	"TIPO 1"	28
Altura de la Viga	"TIPO 2"	36
$h_2 := \frac{L}{20} = 40 \text{ in}$	"TIPO 3"	45
Elección de la VIGA AASTHO	"TIPO 4"	54
$I_{AASTHO} := \text{Seleccionar: Viga: 4}$	"TIPO 5"	63
Espesor de losa <span style="float: right;"><math>t := 25 \text{ cm}</math></span>	"TIPO 6"	72
Separación de Vigas <span style="float: right;"><math>S := 1.60 \text{ m}</math></span>		

[Ver Esquema](#)

[Ver Propiedades de la Viga AASTHO TIPO I](#)

DISTANCIAS DE NUCLEO

$$k_1 := \frac{W_b}{A_v} = 33.941 \text{ cm} \qquad W_t = 145971.958 \text{ cm}^3$$

$$k_2 := \frac{W_t}{A_v} = 28.676 \text{ cm} \qquad A_v = 789 \text{ in}^2$$



## PROPIEDADES DE LA SECCION COMPUESTA

Ver Propiedades de la Sección Compuesta

## SOLICITACIONES DE CARGAS

### MOMENTOS MAXIMOS APLICADOS

Peso Propio Viga AASHTO	$M_{PP} := 63.50 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Losa Húmeda (ancho Tributario)	$M_I := 50 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Diafragma	$M_d := 10.5 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Asfalto	$M_{DW} := 18.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Carga Viva+Impacto HL-93	$M_{L,IMP} := 165 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total inicial	$M_o := M_{PP} + M_I + M_d = 124 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total de Servicio	$M_s := M_{DW} + M_{L,IMP} = 183.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$
Momento total Aplicado	$M_t := M_o + M_s = 307.3 \text{ tonnef}\cdot\text{m}$

## ESFUERZOS PERMISIBLES

### INICIALES (TRANSFERENCIA)

Fibra Superior:

$$f_{ti} := 0.80 \cdot \sqrt{f'_{ci} \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 14.967 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fibra Inferior:

$$f_{ci} := -0.60 \cdot f'_{ci} = -210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

### APLICADOS (EN SERVICIO)

Fibra Superior:

### CASO 1: CARGA TOTAL

$$f_{cs1} := -0.60 \cdot f'_c = -252 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

### CASO 2: PRESFORZADO + CARGAS PERMANENTES

$$f_{cs2} := -0.45 \cdot f'_c = -189 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Fibra Inferior: (tabla.5.9.4.2.2-1)

$$f_{ts} := 0 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Tendones no adherentes}$$

### MODULO DE SECCIONES REQUERIDOS

Contraseña del área protegida

$$\text{Verificación}_1 := \text{if}(S_{1min} < W'_t, \text{"Cumple"}, \text{"Verificar Sección"}) = \text{"Cumple"}$$

$$\text{Verificación}_2 := \text{if}(S_{2min} < W'_b, \text{"Cumple"}, \text{"Verificar Sección"}) = \text{"Cumple"}$$



Cesar A. Champi Delgado  
 Coordinador BIM, Especialista GIS  
 Proyectos de Infraestructura Vial  
 Ruc 20601071178  
 Cel 955206318  
 Email vial.cacd@gmail.com

### DISTRIBUCIÓN DE CABLES

Tensión al instante de transferencia (tabla 5.9.3-1)  $f_{pi} := 0.70 \cdot f_{pu}$

Cantidad de Vainas  $\#v_{ainas} := 4$

Recubrimiento mínimo  $r_{min} := 3 \text{ cm}$

Separación de eje a eje (Apoyo)  $Sep := 22 \text{ cm}$

Posición del cable más superior respecto del centroide de la sección (en el Apoyo)  $y_{sup\_ap} := 40 \text{ cm}$

Diámetro de la Vaina  $\phi_{vaina} := 7.3 \text{ cm}$

Diámetro del estribo  $\phi_{est} := 12 \text{ mm}$

$A_M := y_b + y_{sup\_ap} - (\#v_{ainas} - 1) \cdot Sep = 36.814 \text{ cm}$  mín.: 25cm

Ver Esquema

#### Distribución de los Torones en cada Vaina

**Nota :** La Ubicación de las Vainas es de Orden superior a inferior según la cantidad de vainas a utilizar.

Ver Esquema

Cantidad total de torones:

Vainas	torones
1	6
2	6
3	12
4	12
5	0
6	0

$$\#_{strads} := \sum \overrightarrow{\text{torones}} = 36$$

**Nota :** La Cantidad Total de torones por vaina es máximo 12.

Contraseña del área protegida

### POSICIÓN DE LOS CABLES

Contraseña del área protegida

Las posiciones de los cables respecto de la base de la viga son:

En el apoyo

En el Centro

$$Pos\_Apoyo = \begin{bmatrix} 102.814 \\ 80.814 \\ 58.814 \\ 36.814 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

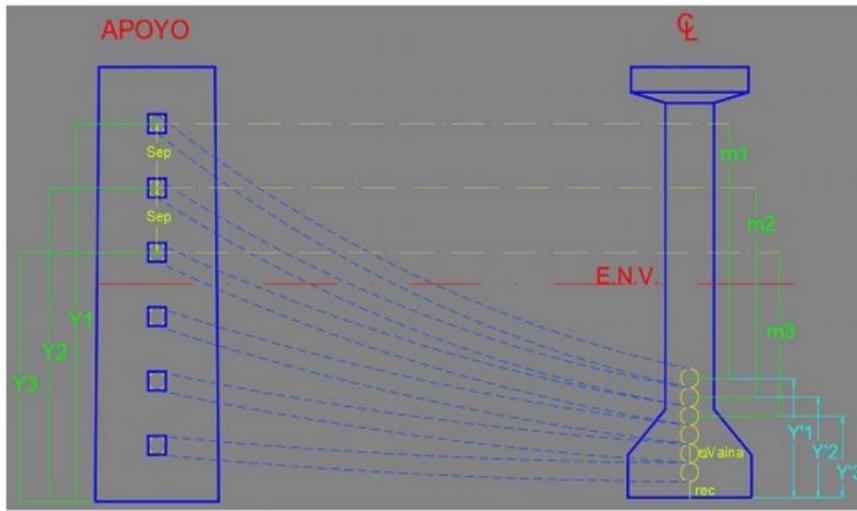
$$Pos\_Centro = \begin{bmatrix} 29.75 \\ 22.45 \\ 15.15 \\ 7.85 \end{bmatrix} \text{ cm}$$

**Nota:** Hay  $n_{cab\_enc}=2$  cables encima del eje neutro.

La excentricidad equivalente representa el centroide de los cables como un solo cable ideal.

$$e_{equiv} = 46.448 \text{ cm}$$

**MOMENTOS ESTATICOS DE TORONES**



• Verificamos que :  $y' \geq r_{min}$  Disminuir excentricidad

→ **POSICIÓN DE LAS VAINAS**

Coord. Apoyo (cm)	Coord. Cl (cm)	Coord. Cl SAP 2000 (cm)	Preesf. (tonf)	Excentricidad
y1 = 102.81	y'1 = 29.75	m1 = -73.06	P1 = 78.692	33.06
y2 = 80.81	y'2 = 22.45	m2 = -58.36	P2 = 78.692	40.36
y3 = 58.81	y'3 = 15.15	m3 = -43.66	P3 = 157.383	47.66
y4 = 36.81	y'4 = 7.85	m4 = -28.96	P4 = 157.383	54.96
y5 = 0.00	y'5 = 0.00	m5 = 0.00	P5 = 0.000	0.00
y6 = 0.00	y'6 = 0.00	m6 = 0.00	P6 = 0.000	0.00

## COMPROBACIÓN DE ESFUERZOS EN CENTRO DE LUZ SECCIÓN SIMPLE (Solo la Viga)

Cargas aplicadas al SAP2000 Sección Simple			
Tipo	Aplicación	Lineal kg/m	Superf kg/m <sup>2</sup>
LOSA	En el ala	965.8977718	1901.373567
DIAFRAGMA	En el alma	202.8385321	998.2211224
ASFALTO	En el ala	353.5185845	695.9027253
VIVA	En el ala	3187.462647	6274.53277

### 1. ESTADO DE SERVICIO I

#### A) En condiciones iniciales

- Fibra Superior

$$f_{ti} = -\frac{P_1}{A_v} + \frac{P_1 \cdot e}{W_t} - \frac{M_o}{W_t} \quad f_{ti} = -27.467 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $f_{ti} < f_{ti}$ , "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

- Fibra Inferior

$$f_{ci} = -\frac{P_1}{A_v} - \frac{P_1 \cdot e}{W_b} + \frac{M_o}{W_b} \quad f_{ci} = -147.916 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $|f_{ci}| < |f_{ci}|$ , "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

#### B) En condiciones finales

$$P = R \cdot P_i$$

- Fibra Superior

#### CASO 1 CARGA TOTAL

$$f_{CS1} = -\frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_t}{W_t} \quad f_{CS1} = -161.661 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $|f_{CS1}| < |f_{CS1}|$ , "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

#### CASO 2 PREESFORZADO+CARGAS PERMANENTES

$$f_{CS2} = -\frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_o + M_{DW}}{W_t} \quad f_{CS2} = -48.626 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $|f_{CS2}| < |f_{CS2}|$ , "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

- Fibra Inferior

$$f_{TS} = -\frac{P}{A_v} - \frac{P \cdot e}{W_b} + \frac{M_t}{W_b} \quad f_{TS} = -8.868 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $f_{TS} \leq f_{TS}$ , "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"

## 2. ESTADO DE SERVICIO III

### A) En condiciones iniciales

#### Fibra Superior

$$f_{t2} = -\frac{P_1}{A_v} + \frac{P_1 \cdot e}{W_t} - \frac{M_o}{W_t} \quad f_{t2} = -27.467 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if (ft2 < fti, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

#### Fibra Inferior

$$f_{c2} = \frac{P_1}{A_v} - \frac{P_1 \cdot e}{W_b} + \frac{M_o}{W_b} \quad f_{c2} = -147.916 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if (|fc2| < |fci|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

### B) En condiciones finales

$$P = R \cdot P_1$$

#### • Fibra Superior

#### CASO 1 CARGA TOTAL

$$f_{CS11} = \frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_o + M_{DW} + 0.80 \cdot M_{L,IMP}}{W_t} \quad f_{CS11} = -139.054 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if (|fCS11| < |fCS1|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

#### CASO 2 PREESFORZADO+CARGAS PERMANENTES

$$f_{CS22} = \frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e}{W_t} - \frac{M_o + M_{DW}}{W_t} \quad f_{CS22} = -48.626 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if (|fCS22| < |fCS2|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

#### • Fibra Inferior

$$f_{TS.} = -\frac{P}{A_v} - \frac{P \cdot e}{W_b} + \frac{M_o + M_{DW} + 0.80 \cdot M_{L,IMP}}{W_b} \quad f_{TS.} = -27.968 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

`if (fTS. ≤ fts, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

**ESTADO DE SERVICIO III**

**A) En condiciones iniciales**

• **Fibra Superior**

$$f_{t2\_c} = -\frac{P_1}{A_{sc}} + \frac{P_1 \cdot e}{W'_t} - \frac{M_o}{W'_t} \quad f_{t2\_c} = 7.716 \frac{kgf}{cm^2}$$

`if (ft2_c < fti, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

• **Fibra Inferior**

$$f_{c2\_c} = -\frac{P_1}{A_{sc}} - \frac{P_1 \cdot e_{sc}}{W'_b} + \frac{M_o}{W'_b} \quad f_{c2\_c} = -151.507 \frac{kgf}{cm^2}$$

`if (|fc2_c| < |fci|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

**B) En condiciones finales**

$$P = R \cdot P_1$$

• **Fibra Superior**

CASO 1 CARGA TOTAL

$$f_{CS11\_c} = -\frac{P}{A_{sc}} + \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_t} - \frac{M_o + M_{DW} + 0.80 \cdot M_{L.IMP}}{W'_t} \quad f_{CS11\_c} = -35.883 \frac{kgf}{cm^2}$$

`if (|fCS11_c| < |fCS1|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

CASO 2 PREESFORZADO+CARGAS PERMANENTES

$$f_{CS22\_c} = -\frac{P}{A_{sc}} + \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_t} - \frac{M_o + M_{DW}}{W'_t} \quad f_{CS22\_c} = -2.714 \frac{kgf}{cm^2}$$

`if (|fCS22_c| < |fCS2|, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

• **Fibra Inferior**

$$f_{TS\_c} = -\frac{P}{A_{sc}} - \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_b} + \frac{M_o + M_{DW} + 0.80 \cdot M_{L.IMP}}{W'_b} \quad f_{TS\_c} = -65.993 \frac{kgf}{cm^2}$$

`if (fTS_c ≤ fts, "Cumple", "No Cumple") = "Cumple"`

## COMPROBACIÓN DE ESFUERZOS EN CENTRO DE LUZ SECCIÓN COMPUESTA (Viga + Losa)

Cargas aplicadas al SAP2000 Sección Compuesta			
Tipo	Aplicación	Lineal kg/m	Superf kg/m2
DIAFRAGMA	En el alma	202.84	998.22
ASFALTO	En la losa	353.52	270.61
VIVA	En la losa	3187.46	2439.89
LOSA (Complementaria)	En la losa	80.16	61.36

**Nota:** Asignar la carga "LOSA (Complementaria)" únicamente al modelo por elementos solidos 3D SAP2000 Sección Compuesta

### ESTADO DE SERVICIO I

#### A) En condiciones iniciales

##### • Fibra Superior

$$f_{ti\_c} = -\frac{P_1}{A_{sc}} + \frac{P_1 \cdot e_{sc}}{W'_t} - \frac{M_o}{W'_t} \quad f_{ti\_c} = 7.716 \frac{kgf}{cm^2}$$

$if(f_{ti\_c} < f_{ti}, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

##### • Fibra Inferior

$$f_{ci\_c} = -\frac{P_1}{A_{sc}} - \frac{P_1 \cdot e_{sc}}{W'_b} + \frac{M_o}{W'_b} \quad f_{ci\_c} = -151.507 \frac{kgf}{cm^2}$$

$if(|f_{ci\_c}| < |f_{ci}|, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

#### B) En condiciones finales

$$P = R \cdot P_1$$

##### • Fibra Superior

#### CASO 1 CARGA TOTAL

$$f_{CS1\_c} = -\frac{P}{A_{sc}} + \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_t} - \frac{M_t}{W'_t} \quad f_{CS1\_c} = -44.175 \frac{kgf}{cm^2}$$

$if(|f_{CS1\_c}| < |f_{CS1}|, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

#### CASO 2 PREESFORZADO+CARGAS PERMANENTES

$$f_{CS2\_c} = -\frac{P}{A_v} + \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_t} - \frac{M_o + M_{DW}}{W'_t} \quad f_{CS2\_c} = -2.714 \frac{kgf}{cm^2}$$

$if(|f_{CS2\_c}| < |f_{CS2}|, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$

##### • Fibra Inferior

$$f_{TS\_c} = -\frac{P}{A_{sc}} - \frac{P \cdot e_{sc}}{W'_b} + \frac{M_t}{W'_b} \quad f_{TS\_c} = -53.725 \frac{kgf}{cm^2}$$

$if(f_{TS\_c} \leq f_{ts}, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$



Cesar A. Champi Delgado  
 Coordinador BIM, Especialista GIS  
 Proyectos de Infraestructura Vial  
 Ruc 20601071178  
 Cel 955206318  
 Email vial.cacd@gmail.com

## VERIFICACION POR ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA I

### MOMENTO APLICADO:

$$M_u := 1.25 \cdot M_o + 1.5 \cdot M_{DW} + 1.75 \cdot M_{L,IMP} = 471.2 \text{ (tonnef}\cdot\text{m)}$$

### MOMENTO RESISTENTE DE LA VIGA:

Tensión en el acero de Preesforzado  $f_{pe} := \frac{R \cdot P_{total}}{\#strads \cdot A_u} = 11294.8 \frac{kgf}{cm^2}$

$$if(f_{pe} \geq 0.5 \cdot f_{pu}, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

Factor para cables de Pretensado tabla (C5.7.3.1.1-1)  $k := 0.28$

Área del refuerzo de tensión del acero (no Preesforzado)  $A_s := 0 \text{ cm}^2$

Refuerzo de tensión del acero (no Preesforzado)  $f_s := 0 \frac{kgf}{cm^2}$

Área del refuerzo de compresión del acero (no Preesforzado)  $A'_s := 0 \text{ cm}^2$

Refuerzo de compresión del acero (no Preesforzado)  $f'_s := 0 \frac{kgf}{cm^2}$

Contraseña del área protegida

### Verificación de altura de compresión

$$c := if(c_1 < t, c_1, if(c_2 < t + t_e, c_2, \text{"aumentar altura de la viga"})) = 15.283 \text{ cm}$$

Contraseña del área protegida

$$Verificación_4 := if(M_u < \phi M_n, \text{"Cumple"}, \text{"No Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

**Anexo 10:** Infografías puente Huaycoloro

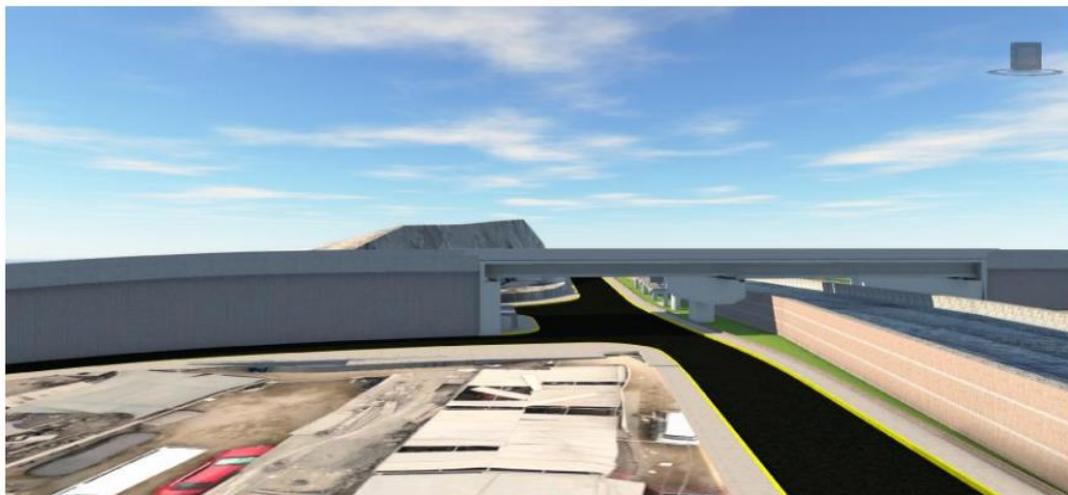


**CESAR AUGUSTO CHAMPI DELGADO**  
COORDINADOR BIM - ESPECIALISTA GIS  
RUC: 10457758435

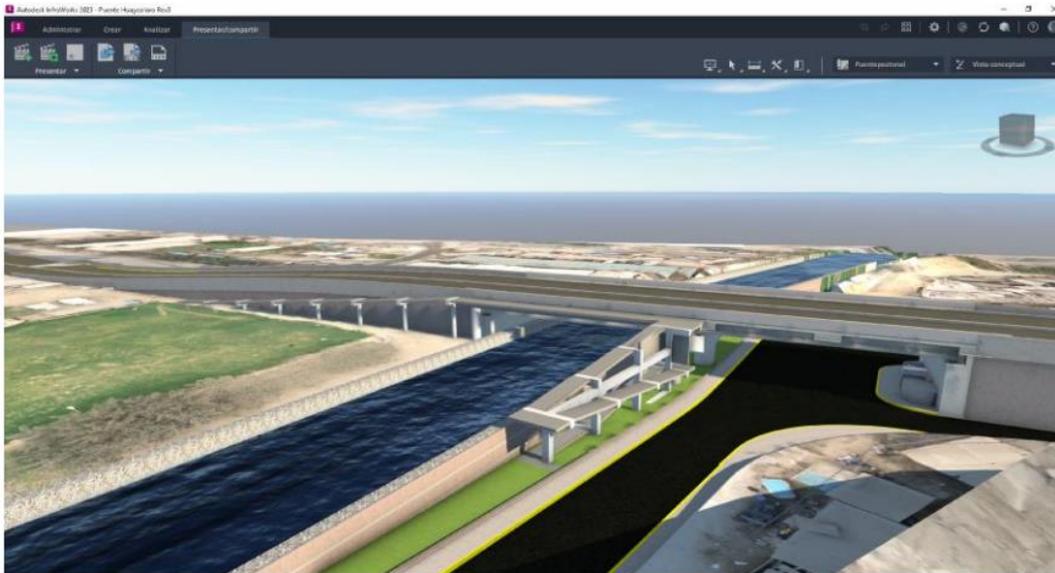
**INFOGRAFIA PUENTE HUAYCOLORO**



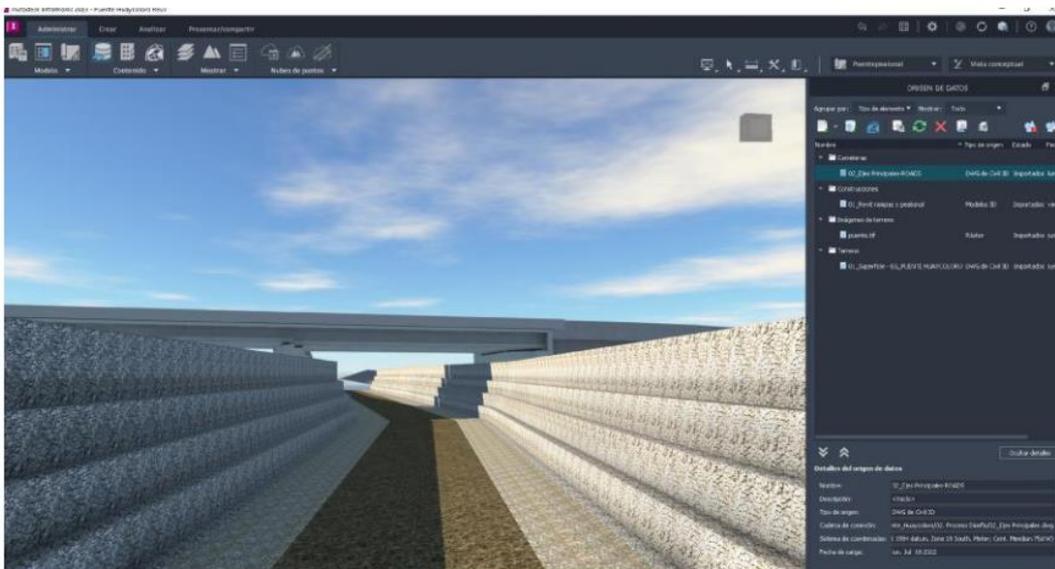
**Vista en Planta – Proyecto Puente Huaycoloro**



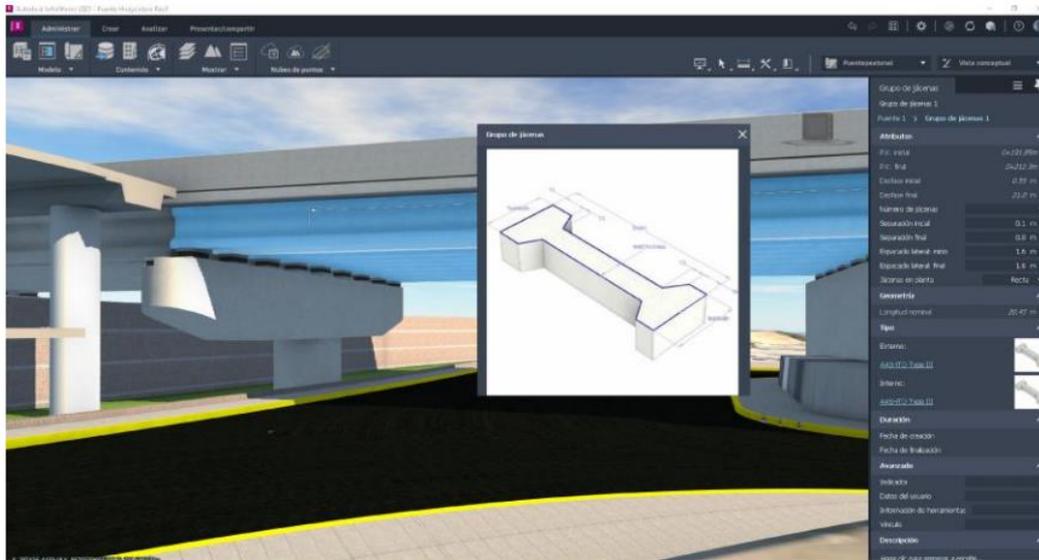
**Vista Lateral Paso a desnivel**



**Rampa Peatonal – Puente Huaycoloro**



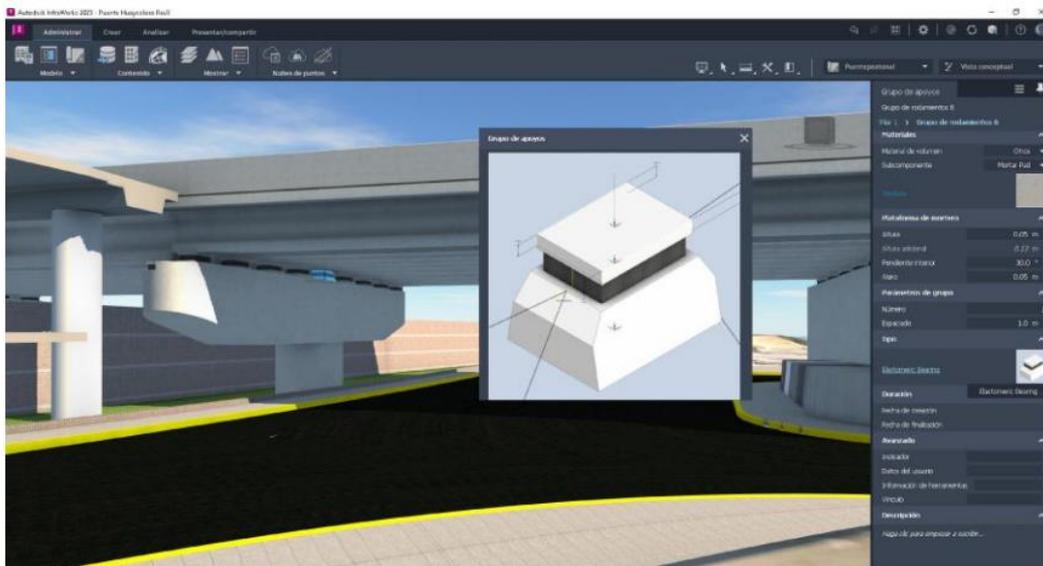
**Encauzamiento Rio Huaycoloro**



Definición de Tipo de Viga



Definición de pilar



**Definición apoyo**



**Modelo Paramétrico – Puente Huaycoloro**

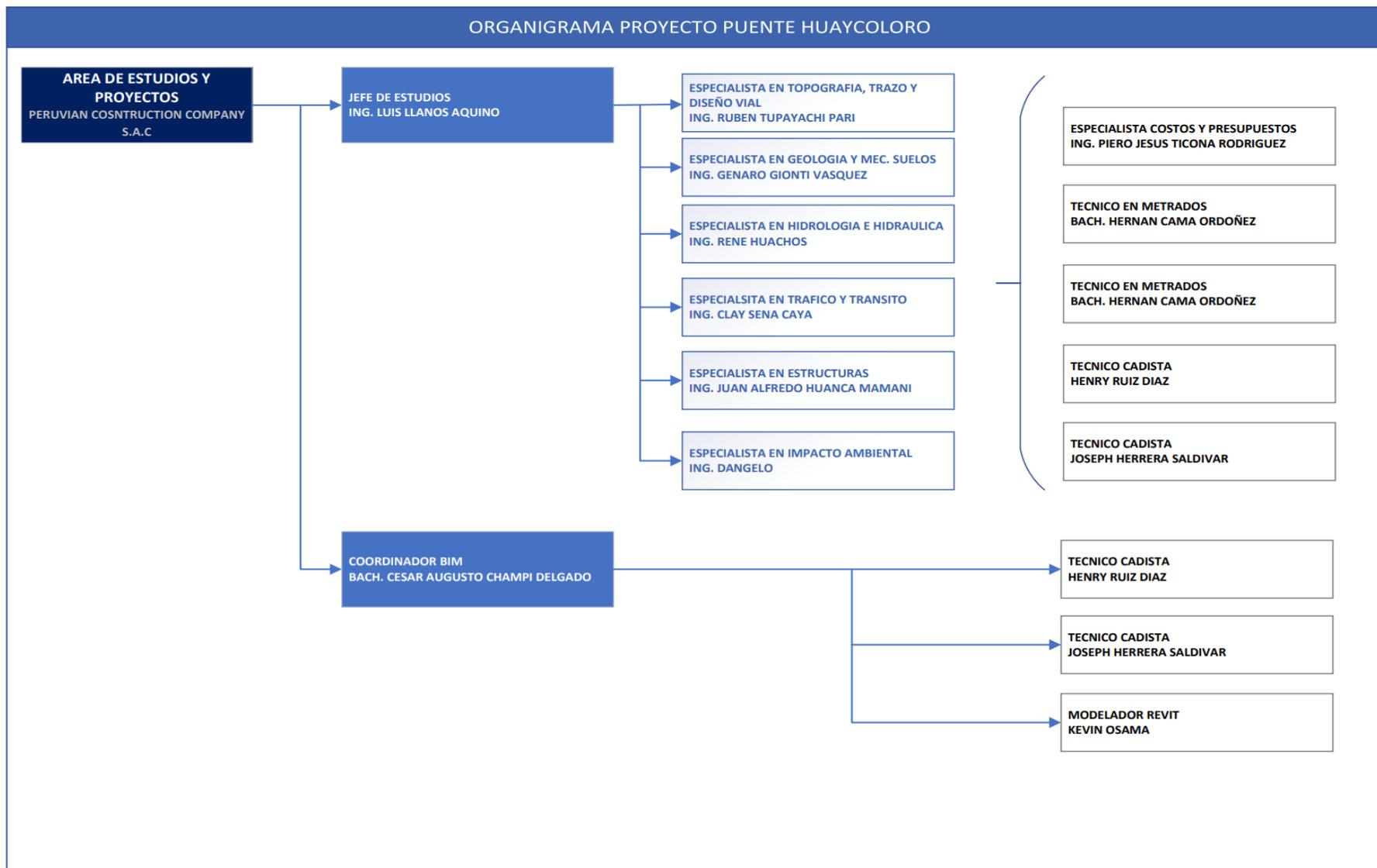


**CESAR AUGUSTO CHAMPI DELGADO**  
COORDINADOR BIM - ESPECIALISTA GIS  
RUC: 10457758435

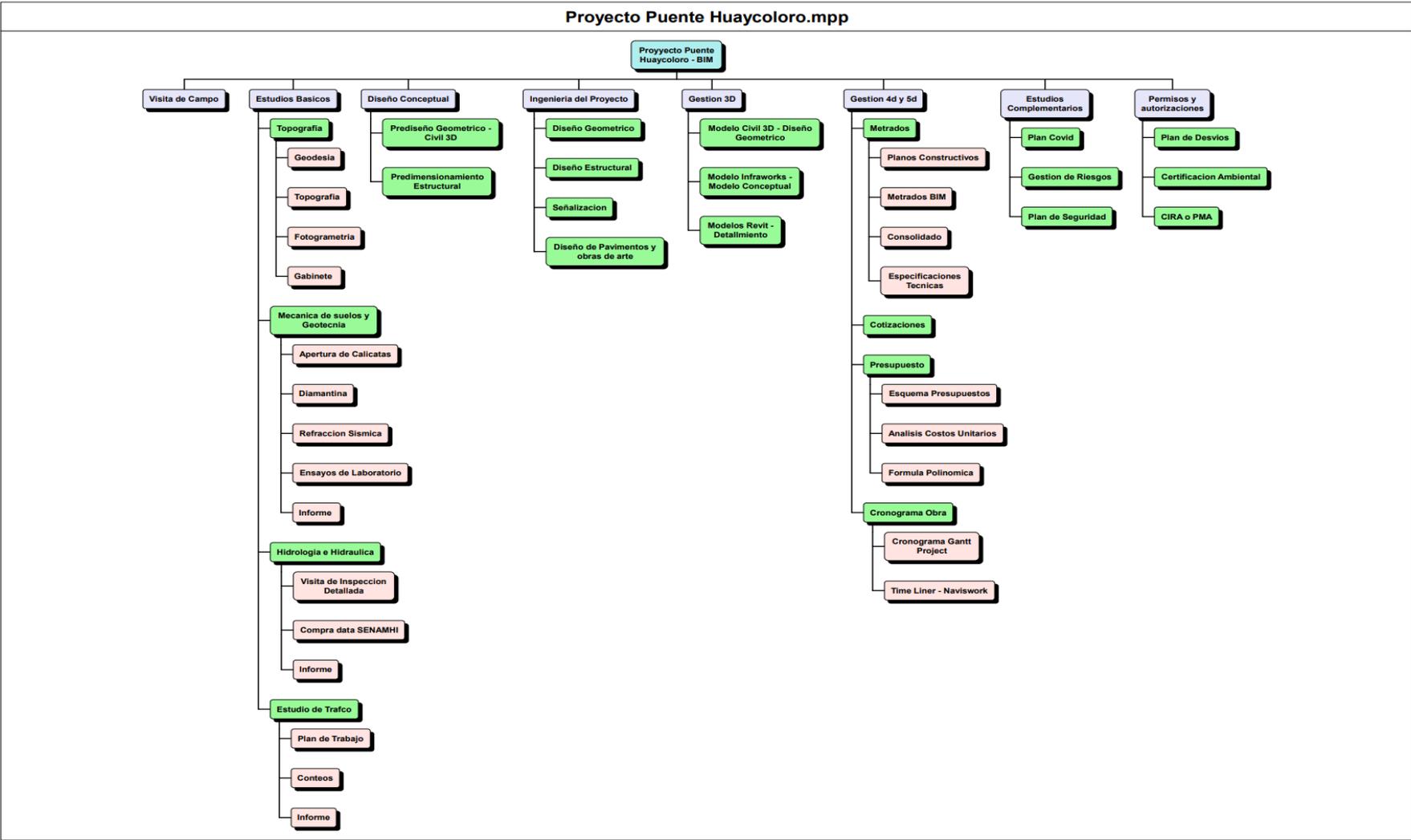


**Subestructuras del modelo**

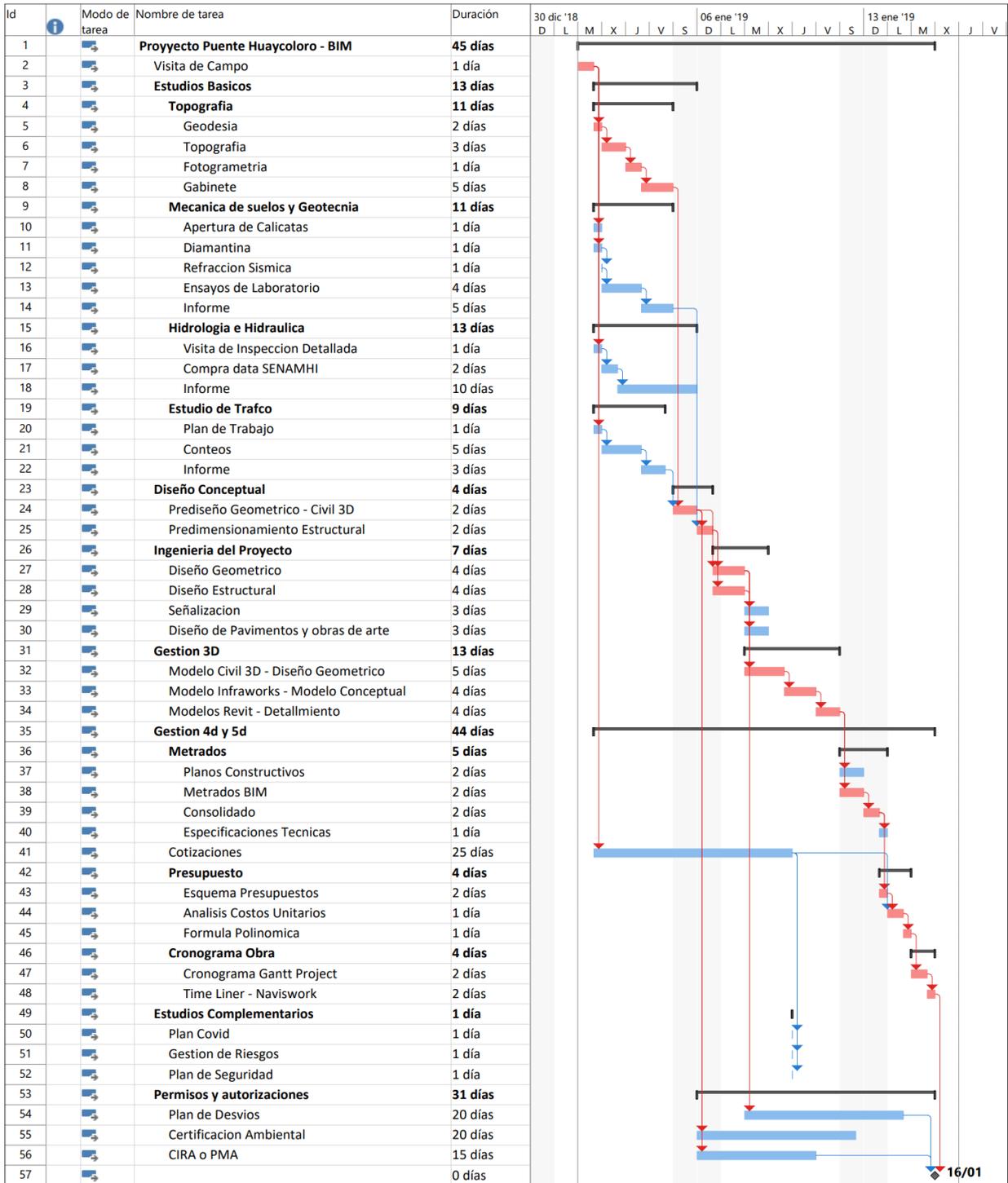
## Anexo 11: Organigrama proyecto puente Huaycoloro



Anexo 12: EDT proyecto puente Huaycoloro



## Anexo 13: Cronograma proyecto puente Huaycoloro

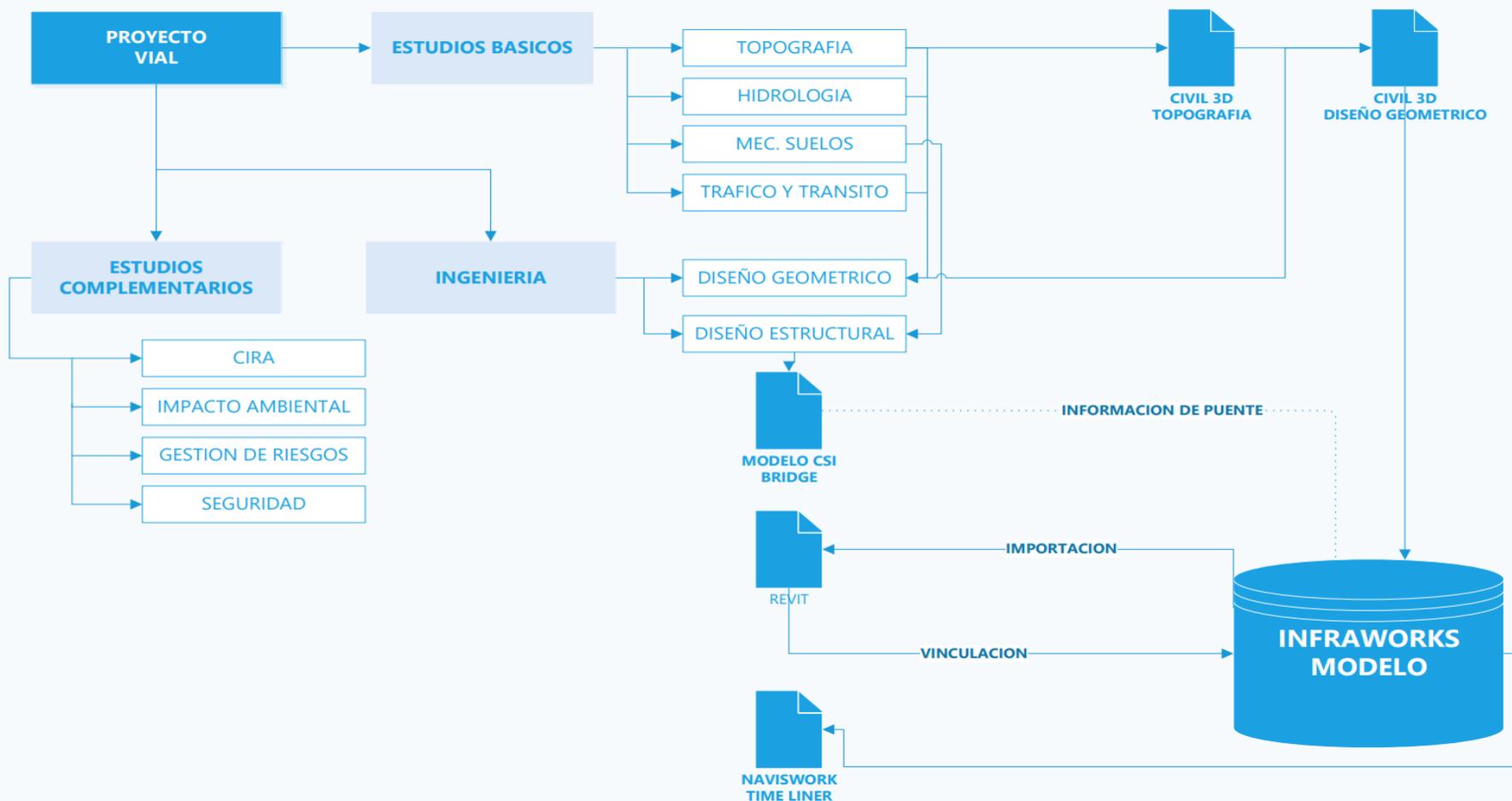


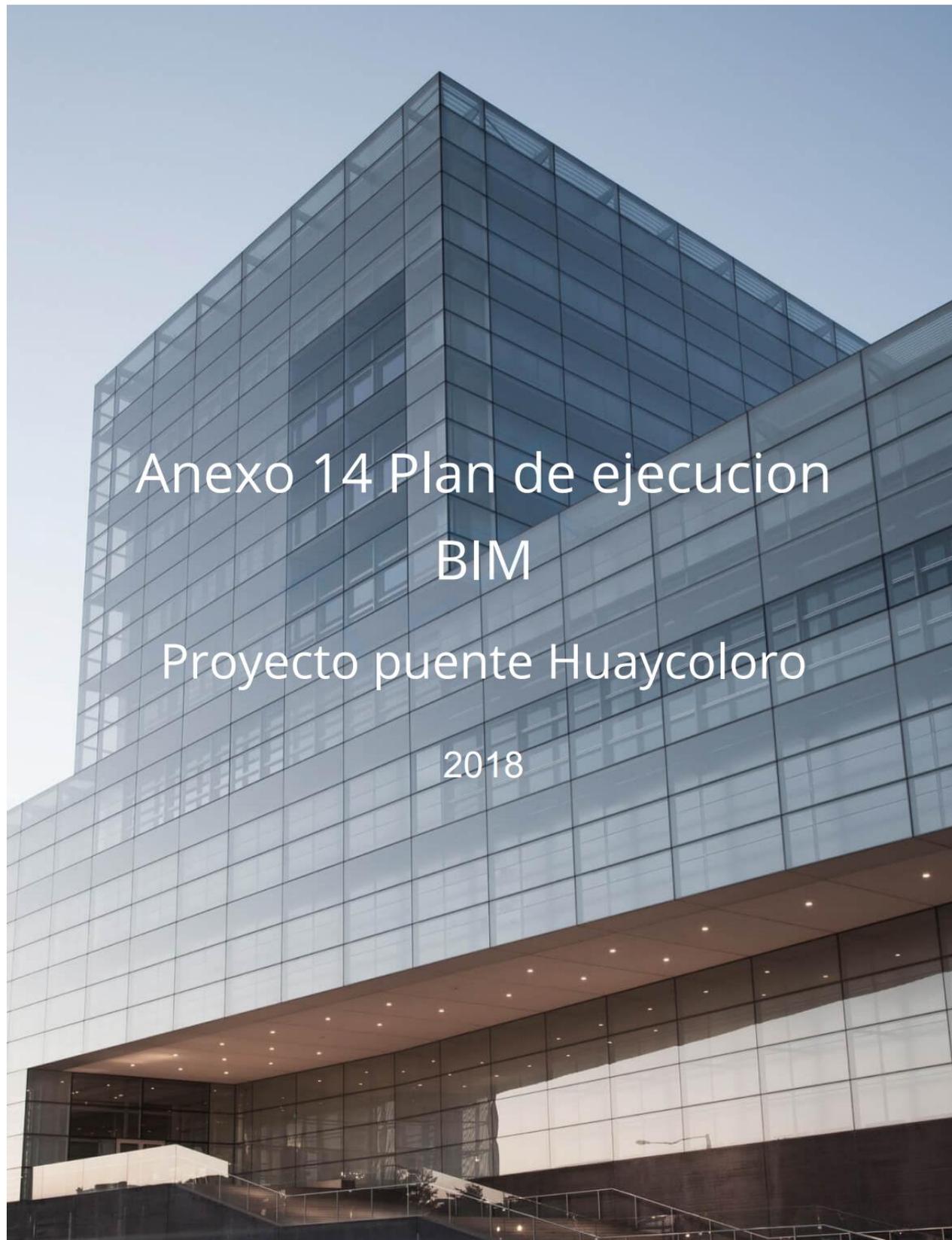
Proyecto: PProyecto puente Hua  
Fecha: mié 20/07/22

Tarea	[Barra azul]	Resumen inactivo	[Barra gris]	Tareas externas
División	[Barra punteada]	Tarea manual	[Barra verde]	Hito externo
Hito	[Diamante]	solo duración	[Barra verde con línea]	Fecha límite
Resumen	[Barra con línea]	Informe de resumen manual	[Barra roja]	Tareas críticas
Resumen del proyecto	[Barra con línea]	Resumen manual	[Barra roja punteada]	División crítica
Tarea inactiva	[Barra gris]	solo el comienzo	[Barra azul con línea]	Progreso
Hito inactivo	[Diamante gris]	solo fin	[Barra azul con línea]	Progreso manual

## Anexo 14: Flujo de trabajo BIM proyectos viales de la empresa

### FLUJO DE TRABAJO IMPLEMENTACION METODOLOGIA BIM – PERUVIAN CONSTRUCTION COMPANY S.A.C. PROYECTOS VIALES





Anexo 14 Plan de ejecución  
BIM

Proyecto puente Huaycoloro

2018

# Proyecto puente Huaycoloro

2018

01



## TIPO DE PROYECTO

Puente



## UBICACIÓN

puente huaycoloro, Francisco Bolognesi, San Juan de Lurigancho 15457, Perú

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

## BEP

BIM Execution Plan (BEP) - Plan de Ejecución BIM:  
el BEP comunica cómo los Adjudicatarios  
cumplirán los requisitos de intercambio de  
información (EIR) de la parte Contratante

### Estado:

EN PROGRESO: 23

COMPARTIDO: 0

PUBLICADO: 0

## 1 INTRODUCTION

- 1.1 Gestión Exitosa de la Información
- 1.2 Porqué Usamos BIM
- 1.3 Nuestras Metas Estrategicas BIM

## 2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

- 2.1 Detalles Adicionales de Proyecto

## 3 USOS BIM

- 3.1 Roles BIM
- 3.2 Tabla de Usos de Proyecto BIM
- 3.3 Hoja de Trabajo de Análisis de Usos BIM
- 3.4 Coordinación 3D / Detección de Interferencias
- 3.5 4D Fase de Planificación [Cronograma]
- 3.6 5D Estimación de Costos [Presupuesto]

## 4 PROCESOS

- 4.1 Entrega de Modelo
- 4.2 Coordinadas del Proyecto
- 4.3 Reuniones de Proyecto
- 4.4 Hitos de Coordinación
- 4.5 Coordinación Fase de Construcción 3D
- 4.6 Control de Calidad del Modelo

## 5 ESTÁNDARES

- 5.1 Estándares del Proyecto
- 5.2 Contenedor de Información / Estándar de Codificación de Archivos
- 5.3 Definiciones de Geometría y Confiabilidad
- 5.4 \*Abreviaturas Especialidades

## 6 TECNOLOGÍA

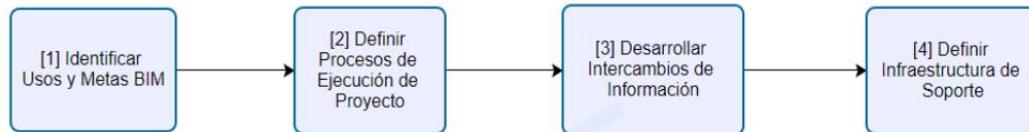
- 6.1 Versiones de Software
- 6.2 Formatos [extensiones] de Archivos
- 6.3 Computadoras / Hardware

## 1 Introduction

### 1.1 Gestión Exitosa de la Información

Un proyecto exitoso requiere un **plan inteligente, un alcance ajustado, procesos colaborativos, un acuerdo de equipo, tecnología de apoyo y flujos de trabajo sólidos para el seguimiento, control y verificación.**

En este proyecto, seguiremos cuatro pasos para garantizar que todos los equipos cumplan con los requisitos de **Intercambio de Información del Proyecto [Exchange Information Requirements]**:



1. Identificar el modelo de mayor valor / usos BIM que admitirán los requisitos de información de intercambio
2. Diseñar y documentar procesos óptimos de ejecución de proyectos
3. Definir los entregables BIM en la tabla de Intercambios de Información.
4. Desarrollar la infraestructura en la tabla de contratos, procedimientos de comunicación, tecnología y control de calidad para apoyar la implementación.

Para obtener los máximos beneficios de nuestra implementación BIM, una vez que se hayan definido y designado el **Plan y Alcance**, los Equipos de trabajo **programarán** sus propias tareas, nuestro equipo **hará un seguimiento** del progreso de las tareas asignadas y **verificará** que las tareas estén completas **antes de compartir el modelo descrito para cada uso definido.**

### 1.2 Porqué Usamos BIM

Las principales razones por las que usamos BIM son:

1. Eliminar desperdicios
2. Incrementar la productividad
3. Mejorar de la calidad del diseño
4. Adecuarnos a la demanda de la industria
5. Satisfacer los requisitos del propietario / parte que los designa
6. Obtener una ventaja competitiva
7. Mejorar la innovación corporativa

## 📢 1.3 Nuestras Metas Estrategicas BIM

02

Objetivos estratégicos para el uso de BIM durante las fases de diseño y construcción:

- Estandarizar el proceso de producción y mantener la uniformidad entre proyectos.
- Crear una estructura de datos estandarizada que permita reutilizar los datos y eliminar la información redundante y conflictiva
- Reducir el desperdicio utilizando un proceso de construcción virtual para simular actividades de diseño y construcción
- Permitir que los modelos de diseño y construcción se utilicen para operaciones de construcción sin agregar costos o tiempo significativos [y adicionales] al proceso de diseño y construcción.
- Comunicación visual de las condiciones del sitio para la planificación y evaluaciones de salud / seguridad / riesgos
- Presupuesto y estimación de costos más precisos, asegurando que el proyecto se construya con la menor cantidad posible de variaciones / conflictos
- Detección Total de Interferencias entre modelos que reducen la solicitud de datos de RFI sobre la ubicación del objeto, con énfasis en la prevención de interferencias
- Utilización de modelos 3D para realizar informes, revisiones y toma de decisiones oportunas
- Aseguramiento de existencia de documentación de diseño coordinada y de calidad para estimar el costo de construcción
- Aseguramiento de estudios de constructibilidad y metodología del diseño que hayan sido evaluadas antes de que se emitan los documentos para la construcción.

BEP

## 2 Información del Proyecto

02

### 2.1 Detalles Adicionales de Proyecto

Tipo:	Información:
Propietario del Proyecto:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE LURIGANCHO
Tipo de Contrato / Método de Entrega:	CONTRATO CONSULTORIA DE OBRA
Número de Contrato:	001-2018-MDSJL
Información Adicional del Proyecto:	MEJORAMIENTO PUENTE HUAYCOLORO - SJL - LIMA

TEST

## 3 Usos BIM

## © 3.1 Roles BIM

Para cada uso BIM, aquí se registran los roles y responsabilidades de todos los participantes (Gerentes de BIM, Gerentes de proyecto, Técnicos, Delineantes, etc.) identificados y el esfuerzo estimado requerido.

Uso BIM	Equipo Responsable	Contacto Principal	Esfuerzo Estimado
DISEÑO	ESPECIALISTAS	JEFE DE ESTUDIO	100%
COORDINACION	COORDINADOR BIM	COORDINADOR BIM	100%
MODELO	MODELADORES BIM	COORDINADOR BIM	100%

## © 3.2 Tabla de Usos de Proyecto BIM

Uso BIM	Descripción	Prioridad (Alta/ Media/ Baja)	Plan/ Diseño/ Construcción/ Operación			
			P	D	C	O
1. Levantamiento de condiciones existentes	INCORPORAR LA TOPOGRAFIA AL MODELO BIM	ALTA	P	D	C	O
2. Estimación de cantidades y costos	CALCULO DE VOLUMENES EN CIVIL 3D Y CUANTIFICACIONES EN REVIT	ALTA	P	D	C	O
3. Planificación de fases	NAVISWORK	MEDIA	P	D	C	
4. Análisis del cumplimiento del programa espacial (zonificación)	GIS	BAJA	P	D		
5. Análisis de ubicación	INFRAWORKS	ALTA	P	D		
6. Coordinación 3D	INFRAWORKS	ALTA	P	D	C	
7. Diseño de Especialidades [Creación del Diseño]	CIVIL 3D, REVIT	ALTA		D		
8. Revisión de diseño	ESPECIALISTAS	ALTA		D		

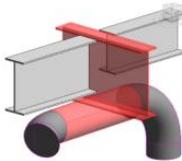
Uso BIM	Descripción	Prioridad (Alta/ Media/ Baja)	Plan/ Diseño/ Construcción/ Operación			
			P	D	C	O
9. Análisis estructural	ESPECIALSITA ESTRUCTURAS	ALTA		D		
10. Análisis lumínico	ESPECIALISTA ELECTRICO	MEDIA		D		
11. Análisis energético	NO APLICA	--		D		
12. Análisis mecánico	NO APLICA	--		D		
13. Otros análisis de ingeniería	TRAFICO	MEDIA		D		
14. Evaluación de sustentabilidad	NO APLICA	--		D		
15. Validación normativa	NO APLICA	--		D		
16. Planificación de obra	NO APLICA	--			C	
17. Diseño sistemas constructivos	NO APLICA	--			C	
18. Fabricación Digital	NO APLICA	--			C	
19. Control de obra	MUNICIPALIDAD	ALTA			C	
20. Modelación as-Built	CONTRATISTA	ALTA			D	O
21. Gestión de activos	MUNICIPALIDAD	MEDIA				O
22. Análisis de sistemas	NO APLICA	--				O
23. Mantenimiento preventivo	CONTRATISTA	BAJA				O
24. Gest. y seguimiento de espacios	CONTRATISTA	BAJA				O
25. Plan. y gestión de emergencias	JEFE DE ESTUDIO	BAJA				O

### © 3.3 Hoja de Trabajo de Análisis de Usos BIM

Uso BIM*	Valor aportado al Proyecto (Alto/Medio/Bajo)	Parte Responsable	Valor aportado a la Parte Responsable (A/M/B)	Clasificación de capacidad (A/M/B)	Notas (recursos adicionales o competencias requeridas)	Uso Aprobado? (S/N)
1	ALTO	CONSULTOR	A	A	DRONE	S
2	ALTO	CONSULTOR	A	A		S
3	ALTO	CONSULTOR	A	A		S
5	ALTO	CONSULTOR	A	A		S

NOTA: Revisar los usos de la Guía de la Guía Nacional BIM - Peru

### © 3.4 Coordinación 3D / Detección de Interferencias



Coordinación

Un proceso en el que los elementos del modelo se analizan utilizando un software de Detección de Interferencias [Clash Detection] para resaltar posibles conflictos de instalación.

El objetivo es actualizar el diseño para eliminar posibles colisiones del sistema antes de comenzar trabajos de obra "in situ".

#### Valor Potencial:

- Coordinar proyecto de construcción a través de un modelo.
- Reducir y eliminar los conflictos de campo; lo que reduce significativamente los RFI en comparación con otros métodos
- Previsualizar [el proceso] la construcción
- Aumentar la productividad
- Reducir los Costos de Construcción; potencialmente menor crecimiento de costos (derivados de órdenes de cambio)
- Disminuir el tiempo de construcción

Free Version

plannerly

- Aumentar la productividad "in situ"
- Mayor precisión en dibujos de lo realmente construido [As Built]

02

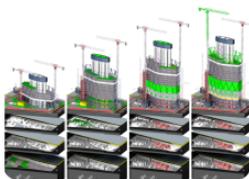
**Recursos Requeridos:**

- Software de Diseño (Civil 3D, Revit, Infracore)
- Aplicación para revisión de modelo (Naviswork)

**Competencias de Equipo Requeridas:**

- Manejo de Software de Diseño
- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D
- Fuerte comprensión de procesos constructivos, constructibilidad e integración de todos los sistemas de edificios/instalaciones

## © 3.5 4D Fase de Planificación [Cronograma]



Planificación [Fases]

Un proceso en el que se utiliza un modelo 4D (modelos 3D con la dimensión adicional del tiempo) para planificar de manera efectiva la ocupación por etapas en una renovación, modernización, adición o para mostrar la secuencia de construcción y los requisitos de espacio en un sitio de construcción.

El modelado 4D es una poderosa herramienta de visualización y comunicación que puede brindarle a un equipo de proyecto, incluida la Parte MDSJL, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.

**Valor Potencial:**

- Mejor comprensión del cronograma de fases por parte de la Parte MDSJL y los participantes del proyecto y mostrar la ruta crítica del proyecto
- Planes dinámicos de ocupación por fases que ofrecen múltiples opciones y soluciones a los conflictos de espacio
- Integración de la planificación de los recursos humanos, materiales y de equipo con el modelo para programar y estimar mejor los costos del proyecto
- identificación de conflictos de espacio y espacios de trabajo resueltos antes del proceso de construcción
- Fines de marketing y publicidad

BEP

- Identificación de problemas de cronograma, secuencia o escalonamiento
- Proyectos más fácilmente construibles, operables y mantenibles
- Supervisión del estado de adquisición de los materiales del proyecto.
- Mayor productividad y menor desperdicio en los lugares de trabajo
- Transmisión de las complejidades espaciales del proyecto, planificación de la información y apoyo de la realización de análisis adicionales

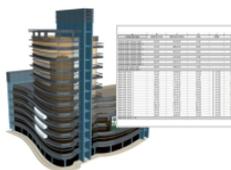
#### Recursos Requeridos:

- Software de Diseño
- Software de Cronogramas
- Software de Modelado 4D

#### Competencias de Equipo Requeridas:

- Conocimiento de programación de la construcción y del proceso general de construcción. Donde un modelo 4D está conectado a un cronograma y, por lo tanto, queda integrado con el cronograma al que está vinculado.
- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D.
- Conocimiento de software 4D: importación de geometría, administración de enlaces a cronogramas, producción y control de animaciones, etc.

### © 3.6 5D Estimación de Costos [Presupuesto]



5D Estimación de Costos

Un proceso en el que BIM se puede utilizar para ayudar en la generación de cómputo de cantidades precisas y estimaciones de costos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.

Este proceso permite que el equipo de proyecto vea los efectos de cambios de los costos, durante todas las fases del proyecto, lo que puede ayudar a frenar los sobrecostos presupuestarios excesivos debido a las modificaciones realizadas al proyecto. Específicamente, BIM puede proporcionar las consecuencias de costo de adiciones y modificaciones, con el potencial de ahorrar tiempo y dinero desde las etapas más iniciales de diseño de un proyecto.

#### Valor Potencial:

- Cuantificación precisa de los materiales modelados

- Generación de cantidades rápido para ayudar en el proceso de toma de decisiones
- Generación de estimaciones de costos más ágiles
- Mejor representación visual de los elementos del proyecto y de la construcción que deben ser estimados
- Generación de información de costos para la Parte **MDSJL** durante la fase inicial de toma de decisiones del diseño y durante todo el ciclo de vida, incluidos los cambios durante la construcción.
- Ahorro de tiempo del estimador al reducir el tiempo de obtención de la cantidades
- Permite a los estimadores enfocarse en actividades de mayor valor agregado en la estimación, tales como: identificación de ensamblajes de construcción, generación de precios y factores de riesgo, que son esenciales para estimaciones de alta calidad.
- Una estimación de costos desarrollada por BIM puede ayudar a realizar un seguimiento de los presupuestos a lo largo de la construcción mediante la integración a un cronograma de construcción (como un modelo 4D).
- Exploración fácil de diferentes opciones y conceptos de diseño dentro del presupuesto de la Parte **MDSJL**
- Determinación rápida de los costos de objetos específicos
- Facilidad para obtener nuevas estimaciones a través de este proceso altamente visual

#### Recursos Requeridos:

- Software de Estimación basado en Modelo
- Software de Diseño
- Modelo de diseño construido con precisión
- Datos de costos (incluidos esquemas Masterformat y Uniformat)

#### Competencias de Equipo Requeridas:

- Capacidad para definir procedimientos de modelado de diseño específicos que producen información para cálculos de cantidades precisos
- Capacidad para obtener cantidades según el nivel de estimación apropiado (por ejemplo, ROM, SF, etc.) por adelantado
- Capacidad de manipular modelos para adquirir cantidades utilizables para la estimación [del presupuesto]

## 4 Procesos

02

### 4.1 Entrega de Modelo

Información	Equipo	Frecuencia	Formato
Modelo de Diseño Geometrico	BIM	Semanal	Dwg
Modelo 3d	BIM	Semanal	Sqlite
Obras de arte	BIM	Semanal	rvt

### 4.2 Coordenadas del Proyecto

Identifique la ubicación espacial del proyecto: coordenadas del mundo real y sistema de nivel.

Coordenadas físicas del proyecto:	
Sistema de Coordenadas	WGS 84
Zona	18S
Altura	285 msnm
Rotación / Posicionamiento de Proyecto	0 grados

El sitio/civil se alineará con las coordenadas del plano estatal.

Será necesario seleccionar el origen del edificio y tener una ubicación física real para que actúe como un punto de control (por ejemplo, el punto de referencia en la esquina sur oeste del sitio). Se puede colocar un mojón físico (si aún no existe) en el sitio de el proyecto (ejemplo; +5,+5,+1 desde el límite de la propiedad). Considere condiciones susceptibles de cambio o alteración, como el tráfico de vehículos para evitar tener que reubicar el mojón de referencia.

Este Mojón / Marcador de Origen debe colocarse en los Planos del Sitio y en todos los modelos (Diseño, Ingeniería, Taller, Fabricación, Civil, etc...) Se puede colocar un Texto 3D cerca del punto de origen (marcador) con las coordenadas del edificio (ejemplo: Origen = N472,250, E2,228,070 - rotación 24,5 grados).

Determine un punto de control "Origen del edificio" dentro del edificio, por lo general (ejemplo: Columna/ línea de rejilla A1 como losa final es N 520 pies, E 785 pies/ altura 4.5 pies desde el "mojón de referencia". Por lo general, las disciplinas Arquitectónica y Estructural coordinarán esto desde el inicio y todos los demás modelos de diseño posteriormente.

Nota para todos los usuarios de Revit: el marcador de origen, el "Punto base" y la "Coordenada compartida" deben estar todos en el mismo lugar en sus modelos. Luego puede usar la información del

Free Version

**plannerly**

sitio para "ubicar" el proyecto para estudios solares, días de calor, iluminación, etc. Necesitará una segunda "Ubicación del sitio" creada para la exportación IFC para que el proyecto este muy alejado del origen generando inconvenientes.

02

#### 4.3 Reuniones de Proyecto

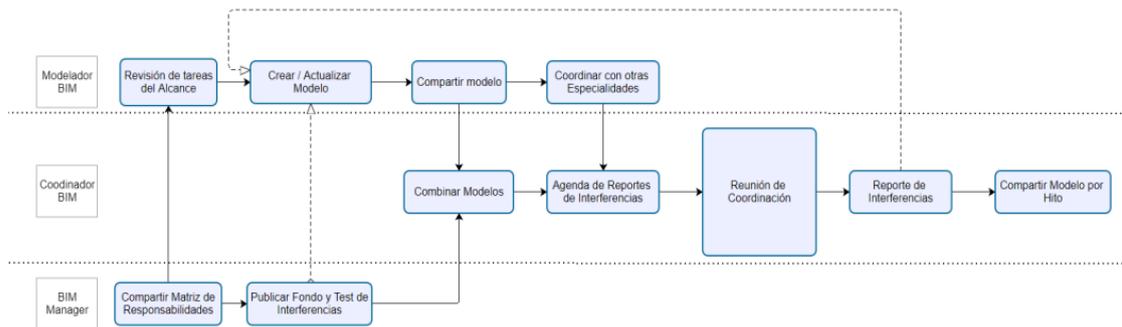
Tipo de Reunión	Etapas del proyecto	Frecuencia	Participantes	Ubicación
Definición de Usos BIM	1	Semanal	Todos	Lima
Intro al Plan de Ejecución BIM	1	Semanal	Todos	Lima
Coordinación del Diseño	2	Semanal	Todos	Lima
Revisión del Progreso de Usos BIM Use	2	Semanal	Todos	Lima

#### 4.4 Hitos de Coordinación

Hito	Fecha
Visita de Campo	DIA 3
Estudios Basicos de Ingenieria	DIA 10
Diseño Geometrico	DIA 20
Diseño Estructural	DIA 25
Integracion Modelo Infraworks	DIA 30
Detallamiento Revit	DIA 35
Cuantificacion	Dia 38
Presupuesto	Dia 40

#### 4.5 Coordinación Fase de Construcción 3D

BEP



02

#### 4.6 Control de Calidad del Modelo

Revisión	Definición	Responsable	Software Usado	Frecuencia
Visual	Asegurarse de que no haya componentes del modelo no deseados y que se haya seguido la intención del diseño.	Coordinador BIM	Infrworks	Diaria
Interferencias	Detección problemas en el modelo donde dos componentes de construcción están en conflicto, incluidos los blandos y los duros.	Coordinador BIM	Naviswork	Semanal
Standards	Asegurarse de que se han seguido los estándares BIM y AEC CADD (fuentes, dimensiones, estilos de línea, niveles/capas, etc.)	Coordinador BIM	Autocad	Semanal
Integridad	Descripción del proceso de validación de control de calidad utilizado para garantizar que el conjunto de datos de la instalación del proyecto no tenga elementos indefinidos, incorrectamente definidos o duplicados y el proceso de notificación de elementos no conformes y planes de acción correctivos.	Coordinador BIM	--	Semanal

BEP

## 5.1 Estándares del Proyecto

En este proyecto se aplicarán las siguientes **Normas y Anexos (Internacionales, Locales y estándar)**:

FUNCIÓN	ESTANDARD	DESCRIPCIÓN
Gestión de la Información	ISO 19650 Series	Producción colaborativa de información de arquitectura, ingeniería y construcción. Organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de construcción (BIM).
Anexo Nacional	Por Ejemplo: Anexo UK	Se requieren detalles adicionales para aclarar la implementación dentro de un país específico. Conformado por los protocolos nacionales.
Medios de estructuración y clasificación de la información.	Unifomat II, Uniclass, Omniclass Table 21, Revit Categories, Disciplines, other...	Clasificación utilizada para categorizar el alcance del trabajo y los entregables del modelo
Método de asignación para el nivel de necesidad de información	ISO 17412-1	Modelado de información de construcción - Nivel de necesidad de información - Parte 1: Conceptos y principios - usando el módulo Plannerly <b>Alcance</b>
Precisión y tolerancia	USIBD LOA / BS 5606	Al capturar la información de activos existentes, la geometría que se reproduce deberá tener en cuenta las tolerancias de construcción descritas en USIBD LOA / BS 5606 según corresponda.
Numeración de espacios	ISO 4157-2	Convención de numeración de espacios para nombres y números de habitaciones
Denominación de Contenedores	ISO 19650 - National Annex	La convención acordada para la denominación de la identificación del contenedor de información
Nombre de tipo y componente	ISO 4157-1	El tipo acordado y la convención de nomenclatura de componentes. Todas las designaciones primarias se escribirán en su totalidad

FUNCIÓN	ESTANDARD	DESCRIPCIÓN
Gestión de documentos	ISO 7200	Todos los contenedores de información intercambiados deberán cumplir con ISO 7200 al incluir, como mínimo, todos los campos de datos obligatorios especificados en los bloques de título y encabezados de documentos.
Gestión de Activos	ISO 55000 Series	Orientación sobre los factores que debe tener en cuenta una organización a la hora de gestionar sus activos
Mantenimiento de instalaciones	BS 8210	Orientación detallada sobre la gestión del mantenimiento de las instalaciones y el código de prácticas
Instrucciones para el diseño y la construcción	BS 8536	Recomendaciones para la sesión informativa de diseño y construcción para garantizar que el diseño tenga en cuenta el rendimiento esperado del activo / instalación en uso durante su vida operativa planificada.

02

## 5.2 Contenedor de Información / Estándar de Codificación de Archivos

Ejemplo: ABC123-IBL-A1-ZZ-M3-A-0001\_BLDG1

Proyecto (2-6 caracteres)	Autor [a] (3-6 caracteres)	Volumen (único para cad rol)	Niveles (2 caracteres)	Tipo (2 caracteres de la lista)	Rol (1 caracter de la lista)	Número (4 caracteres)	Descripción
ABC123	IBL	A1	01	M3	A	0001	_BLDG1

Revise las listas de selección y la explicación adicional de Siân Morris: [Infinite-BIM-BS1192-Naming-Dymistified.pdf](#)

## 5.3 Definiciones de Geometría y Confiabilidad

Geometría	Descripción
Simbólica	Geometría que muestra la existencia de un sistema o elemento: puede ser simplemente una línea 2D, un símbolo o un volumen masivo.

BEP

Geometría	Descripción
Genérica	Geometría identificable como marcador de posición que representa la forma aproximada y la magnitud general del objeto.
Elementos detallados	Extensiones y formas geométricas necesarias para garantizar que los componentes modelados posteriormente encajan alrededor y dentro del espacio disponible, integrados con los principales elementos cercanos o adjuntos.

Fiabilidad	Descripción
Preliminar	Los detalles e información sobre geometría, propiedades y función son preliminares. Todas las suposiciones hechas a partir de la geometría requerirán una verificación adicional.
Propuesta	Los detalles y la información sobre la geometría, las propiedades y la función se han considerado pero no se han coordinado. La forma, el tamaño, la ubicación, la orientación, la cantidad, la funcionalidad y el comportamiento se pueden derivar del modelo; sin embargo, pueden estar sujetos a mejoras y/o modificaciones.
Coordinada	Los detalles y la información sobre geometría, propiedades y función están adecuadamente definidos y coordinados con otras disciplinas. La forma, el tamaño, la ubicación, la orientación, la cantidad y el detalle se pueden medir directamente desde el modelo para la construcción.
As-Built	Elementos y componentes verificados / validados medidos / representados al nivel de precisión: (LOA 10 a 50).

#### 🌐 5.4 \*Abreviaturas Especialidades

Abreviatura	Disciplina	Observaciones
DG	Diseño Geometrico	
EST	Estructuras	
HID	Hidrologia	
SÑ	Señalización	

### 6.1 Versiones de Software

## **OPEN BIM™**

No exigimos el uso de ninguna herramienta de software específica; sin embargo, cualquier software propuesto para su uso en nuestros proyectos debe acordarse y agregarse a la tabla de software en este **Plan** antes de su uso. **Compartir los formatos tecnológicos previstos desde el principio ayudará a nuestros equipos a lograr la máxima interoperabilidad para todos.**

DISCIPLINA	USO	SOFTWARE + LINK	VERSION
Todos	BIM Management Platform	<a href="#">Plannerly</a>	Siempre Actual
Common Data Environment (CDE)	File Sharing	Googledrive	Siempre actual
Topografía	Diseño	Civil 3D	2018
Diseño Geométrico	Diseño	Civil 3D	2018
Estructuras	Diseño	Revit	2018
Modelo 3D	Diseño	Infraworks	2018
Interferencias	Deteccion de interferencias	Naviswork	2018

### 6.2 Formatos [extensiones] de Archivos

## **OPEN BIM™**

Estamos comprometidos con los **estándares openBIM™**. Como regla general, requerimos que todos los envíos BIM se proporcionen en dos formatos: el **formato nativo**, que depende de la herramienta seleccionada por el autor de la información, **y el formato IFC**.

TIPO DE ARCHIVO	FORMATO	VERSION
Modelos Gráficos	Nativo + IFC	2x3 / 4
Intercambios de Información	Excel	2013 / 2016
Documentación	PDF	

ID de documento: IYZH7G0ZLBZ9TJAYS2MIFQ

Free Version



TIPO DE ARCHIVO	FORMATO	VERSION
Planos	DWG	2018
Modelos obras de arte	RVT	2018
Modelo 3D	SQL	2018

02

6.3 Computadoras / Hardware

Uso BIM + Propietario	Hardware	Imagen	Especificaciones (Procesador, Sistema Operativo, Memoria, Almacenamiento, Tarjeta Gráfica, etc.)
Diseño   BIM Manager	The Stryker		CPU: 9900K Overclocked 4.9-5.3Ghz SSD: 512GB 970 Pro NVMe SSD RAM: 32GB DDR4 Max Speed GPU: 2070 8GB Nvidia RTX
Acceso a Modelo   Managers	The Stryker M-Series		CPU: 9900K Boost to 5.0Ghz SSD: 512GB 970 Pro NVMe SSD RAM: 32GB DDR4 Max Speed GPU: 2070 8GB Nvidia RTX

BEP

ID de documento: IYZH7G0ZLBZ9TJAYS2MIFQ

Free Version

**plannerly**

Uso BIM + Propietario	Hardware	Imagen	Especificaciones (Procesador, Sistema Operativo, Memoria, Almacenamiento, Tarjeta Gráfica, etc.)
Visualización del sitio   Equipo de Construcción	iPad		Wi-Fi + Cellular 128GB iPad Pro with UAG Case

02

TEST