



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey
Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan
de Lurigancho, Lima

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Flores Huamán, Máximo (orcid.org/ 0000-0002-8286-6902)

ASESOR:

Mg. Berrú Camino, José Miguel (orcid.org/ 0000-0001-8434-3219)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria.

A mis queridos padres que con amor y ejemplos me formaron, a mi amada esposa Josefina, mis hijos Ester, Efraín, Erik, Edy y Steven, orgullo y motivación, a mis nietos que con esfuerzo y trabajo se pueden lograr objetivos.

A mis compañeros de trabajo, de estudio, y amigos que me alentaron a salir adelante a ser útiles a la familia y la sociedad

Agradecimiento.

A Dios por la vida y las bendiciones, A mis compañeros de la universidad por su amistad y compañerismo en nuestra formación de estudios, a profesores de la universidad que con motivación forjaron en nosotros las herramientas en la carrera que nos apasiona.

A mi centro de labores el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Dirección de Puentes y Obras de Arte, a donde me formé y continúo compartiendo experiencias de campo y escritorio, recorriendo el país entero construyendo puentes. Gracias Bendito Dios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Anexos	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.1.1 Tipo de investigación: Aplicada	14
3.1.2 Diseño de investigación: No experimental.....	14
3.1.3 Corte de investigación:Transeccional o transversal	14
3.1.4 Nivel de investigación: Descriptivos	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.2.1 Variables	15
3.2.2 Definición conceptual	15
3.2.3 Definición operacional.....	15
3.2.4 Variable independiente: Evaluación y diseño estructural	15
3.2.5 Variable dependiente: Rehabilitación	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.3.1 Población.....	16
3.3.1 Muestra.....	16
3.4. Técnica e instrumento de recolección de dato	17
3.4.1 Técnica de datos	17
3.4.2 Instrumentación.....	17
3.4.3 Validez.....	17

3.4.4 Confiabilidad	17
3.5. Métodos de Análisis de datos.....	17
3.6. Aspecto ético.....	17
IV. RESULTADOS	18
4.1 Especificación de los Materiales	19
4.2 Filosofía de diseño	19
4.3 Deflexión	19
4.4 Análisis Estructural.....	20
4.4.1 Combinación de carga	20
4.5 Verificación de la superestructura	20
4.6 Diseño estructural del fabricante	21
4.7 Diseño estructural de acuerdo con la demanda	21
4.8 Diseño estructural.....	22
4.8.1 Viga de travesero principal	22
4.9 Resultado del diseño	24
4.10 Diseño de vigueta de la cubierta de rodadura	25
4.11 Resultado del diseño de la vigueta de la cubierta de rodadura	27
4.12 Diseño del anclaje de los apoyos.....	30
4.13 Diseño de la soldadura de la cubierta de rodadura	34
4.14 Inspección: Viga trasnversal fracturada y vigueta de cubierta...	36
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIÓN.....	41
VII.RECOMENDACIÓN	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Cargas, combinaciones y factores de cargas</i>	12
<i>Tabla 2 Cargas, factores para cargas permanentes</i>	12
Tabla 3 Puentes modulares tipo Bailey instalados en el distrito de Lurigancho ...	16
Tabla 4 Datos estructurales del fabricante: momento flector y fuerza cortante lím	20
Tabla 5 Cuadro de deflexiones máximas	21
<i>Tabla 6 Cálculo de compacidad</i>	22
<i>Tabla 7 Cálculo Z_x, S_x y R_y de la viga transversal</i>	23
<i>Tabla 8 Cálculo (M_n) en la viga transversal</i>	23
<i>Tabla 9 Diseño por corte en la viga transversal</i>	24
<i>Tabla 10 Cálculo de compacidad en la vigueta de rodadura</i>	25
<i>Tabla 11 Cálculo de Z_x, S_x y R_y para la vigueta de rodadura</i>	26
<i>Tabla 12 Cálculo (M_n) en la vigueta de rodadura</i>	26
<i>Tabla 13 Diseño por corte</i>	27

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Puente modular tipo Bailey de doble vía, actual</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 Cronología de los modelos fabricados por Mabey & Johnson</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 Camión de diseño</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 Tándem de diseño.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 Carga de carril de diseño</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6 Momentos resultantes</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7 Resultados de Diseño de la viga transversal por CSI BRIDGE V23.1... </i>	<i>24</i>
<i>Figura 8 Momentos resultantes</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9 Resultados de diseño de la vigueta por CSI BRIDGE V23.1</i>	<i>27</i>
<i>Figura 10 Resultados</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11 Resultados de la viga de diseño por el mismo programa.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12 Comprobación final del puente.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13 Comprobación final del puente.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14 Resultados de flexión por CSI BRIDGE V23.1 para carga viva.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15 Fuerzas en los apoyos del puente.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16 Momento en la vigueta de rodadura (del análisis estructural)</i>	<i>33</i>
<i>Figura 17 Plano de detalle de la soldadura de diseño en la cubierta</i>	<i>33</i>
<i>Figura 18 Ficha de Inspección de la viga transversal.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 19 Ficha de Inspección de la vigueta de la cubierta de rodadura.....</i>	<i>36</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Matriz de consistencia</i>	49
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables 1.....	50
Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables 2	51
Anexo 4: Especificaciones técnicas del acero	52
Anexo 5: Certificado de calidad vigas H – aceros Arequipa.....	53
Anexo 6: Catálogo de perfiles vigas H – alas anchas WF estándar.....	54
Anexo 7: INEI. Flujo vehicular peajes Lma, Carret. Central.Corcona 6.2%	58
Anexo 8: INEI. Flujo vehicular total, en Lima, aumento el 7.2%.....	59
Anexo 9: Continuación de II-Marco Teórico	60
Anexo 10: Ingeniería de Proyecto. Continuación del IV-Resultados	71
Anexo 11: Panel Fotográfico.....	85
Anexo 12: Planos.....	85
Anexo 13: Informe de estudio de tráfico	99
Anexo 14: Informe de Memoria de Cálculo.....	117
Anexo 15: Informe de Topográfico.....	180
Anexo 16: Informe Hidrológico.....	203
Anexo 17: Informe de estudios geológicos y estudio de suelos... ..	220
Anexo 18: Experiencia de la empresa encargada en el mantenimiento... ..	240
Anexo 19: Fichas de inspección y evaluación	242
Anexo 20: Validación de variables	266
Anexo 21: Resultado del Turniti	272

Resumen

El objetivo de la investigación es determinar como la evaluación y diseño estructural se relaciona con la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé de alto tráfico vehicular, Esta investigación es de tipo aplicada, alcance descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal, ya que lo que busca es evaluar la estructura para determinar las fallas y a su vez mejorar su diseño para lo cual se procede a la recolección de datos en campo a través de observación, en un tiempo determinado, sin manipular las variables. Se realizó el análisis estructural de la capacidad resistente del puente, según normativas AASHTO 2017, Manual de Puentes MTC 2018, datos del fabricante Harzone, estudios de tráfico y el modelo del camión T3S3, se realizó el análisis en hojas Excel y el programa CSI BRIDGE, encontrando momentos para la viga principal de 1094.503 kip.in, en la vigueta de rodadura 4.092 kip.in con ratios de 31.1% y 3.4% respectivamente. Se realiza el diseño estructural, según normativa AISC-16, cálculo en hojas Excel y en el CSI BRIDGE, las vigas de travesero mejoró su ratio en D/C de 12.4%, asimismo las viguetas de rodadura mejoraron su ratio de D/C de 2.5% siendo óptimo.

Palabras Claves: Puente Bailey, análisis, diseño, capacidad

Abstract

The objective of the research is to determine how the evaluation and structural design is related to the rehabilitation of the Bailey Huaycoloro bridge of the Ramiro Prialé highway with high vehicular traffic. This research is of an applied type, descriptive level, non-experimental and cross-sectional design. since what it seeks is to evaluate the structure to determine the faults and in turn improve its design for which data is collected in the field through observation, in each time, without manipulating the variables. The structural analysis of the resistant capacity of the bridge was carried out, according to AASHTO 2017 regulations, MTC 2018 Bridge Manual, Harzone manufacturer data, traffic studies and the T3S3 truck model, the analysis was carried out in Excel sheets and the CSI BRIDGE program, finding moments for the main beam of 1094.503 kip.in, in the running beam 4.092 kip.in with ratios of 31.1% and 3.4% respectively. The structural design is carried out, according to AISC-16 regulations, calculation in Excel sheets and in the CSI BRIDGE, the transom beams improved their D/C ratio of 12.4%, likewise the rolling joists improved their D/C ratio of 2.5% being optimal.

Keywords: Bailey Bridge, analysis, design, capacity.

I. INTRODUCCIÓN

Un puente es una estructura que da continuidad a una vía por interrupción geográfica, desorden climático, necesidad humana de acortar distancias. Uno de los grandes pioneros en la construcción de puentes fueron los romanos, quienes tuvieron la necesidad de comunicación con otras ciudades que pertenecían a su imperio. La tecnología para la construcción de puentes ha avanzado hay materiales como el cemento y aceros de gran calidad, la problemática sucede cuando estos puentes fallan y colapsan por diferentes factores incomunicando y generando malestares. El Perú geográficamente se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, la Cordillera de los Andes, la Corriente Marina de Humboldt, el Anticiclón del Pacífico, la Línea Ecuatorial, el Trópico de Capricornio entre otros, hacen que se formen fenómenos y desastres naturales como los sismos; el Fenómenos del Niño, el Fenómeno del Niño Costero; éste último del 2017 reapareció después de 92 años (1925) ocasionando desastres en el centro y norte del Perú, trajo consigo lluvias torrenciales, huaycos que dañaron las plataformas de las carreteras, los ríos aumentaron sus máximos caudales, desbordando, arrastrando y destruyendo lo que encontraban a su paso, así los puentes por muy pesados y bien contruidos que fueran, consiguientemente en Lima la capital, el rio Huaycoloro se sobrecargó de su máximo caudal desbordándose, arrancó y levantó uno de los dos puentes de concreto armado de 20m de luz, colocándolo encima del otro puente de la autopista Ramiro Prialé de dos carriles por vías, generando un caos social y perjuicio económico a los usuarios y pobladores de la gran Lima de los distritos como Lurigancho, San Juan de Lurigancho, y distritos del centro, norte y sur de Lima que usan el puente para trasladarse a los diferentes lugares de la ciudad; la emergencia fue atendida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Municipalidad de Lima Metropolitana por convenio, colocando en cuatro días un nuevo puente modular tipo Bailey de doble vía, estructura metálica HARZONE de fabricación china, de 42.672 m. de doble vía, tipo de construcción TDR3*, peso: 164,597.82kg. sobrecarga HL-93, La realidad problemática, se manifiesta al año de su puesta en servicio, la estructura metálica del puente empezó a presentar un rápido deterioro en los principales componentes de la superestructura del puente modular, en las cubiertas el desgaste de la superficie de acabado epóxico, desgaste de la plancha metálica, deformación, pandeos, hundimiento, fisuras y a fracturarse las viguetas de los tableros de piso;

así como también fisuras en las alas superiores y alma de las vigas transversales que soportan los tableros de la rodadura del puente, hasta que colapso una viga transversal fracturándose totalmente en el lado de aguas arriba, del quinto modulo del puente dirección Huachipa-Lima, afectando también otros elementos y accesorios menores, aflojamiento y cizallamiento de pernos acortando la vida útil del puente y comprometiendo la seguridad de los usuarios y el de la misma estructura, motivo por la cual es objeto del presente estudio. se realizaron pocas inspecciones y evaluaciones. Se plantea el problema general y los problemas específicos. Según Kerlinger (2002). “Se conoce como el problema principal donde se expresa el propósito general y la hipótesis pronunciaci3n debe ser clara, concisa y eficaz” (p.23).

Problema general ¿C3mo la *evaluaci3n y dise1o estructural* se relaciona con *la rehabilitaci3n del puente* Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?

Entonces los problemas espec3ficos de la investigaci3n son los siguientes:

PE1: ¿De qu3 manera el deterioro de las cubiertas de la *rodadura* influye en la rehabilitaci3n del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?

PE2: ¿De qu3 manera el deterioro de las vigas transversales de la *rodadura* influye en la rehabilitaci3n del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?

PE3: ¿C3mo la falta de implementaci3n en los accesos, se1ales de tr3nsito y seguridad vial influyen *la rehabilitaci3n* del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?

Objetivo general: Determinar como la *evaluaci3n y dise1o estructural* se relaciona con *la rehabilitaci3n* del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022

OE1: Determinar que la *evaluaci3n y dise1o* de las cubiertas de rodadura incide en *la rehabilitaci3n* del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prial3, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.

OE2: Determinar que la *evaluaci3n y dise1o* de las vigas transversales de rodadura incide en *la rehabilitaci3n* del puente Bailey Huaycoloro de la autopista

Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.

OE3: Determinar que la implementación en los accesos, señales de tránsito y seguridad vial inciden *en la rehabilitación* del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.

JUSTIFICACION, Según Méndez (2012) *“puede ser de carácter: teórico, práctico o metodológico. modelo práctico cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema, o por lo menos propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo”*

Justificación Práctica, las inspecciones así como la evaluación estructural se realiza por los constantes deterioros de los principales componentes de la estructura metálica del puente modular, daños patológicos, fatigas estructurales, calidad de los materiales, las sobrecargas actuales, imprudencia de conductores, que perjudican a las estructuras metálicas del puente modular Bailey; por lo que también se realizará un análisis y diseño estructural acorde con el manual AASHTO LRFD, manual de Puentes MTC 2018, previamente se realizan monitoreos al puente conforme a los manuales de Inspección de Puentes del MTC 2019, Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras MTC 2016, Manual de Seguridad Vial MTC 2017. Justificación Social, el puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé es el inicio de la carretera central PE-22, una de las más importantes que une la Vía de Evitamiento que atraviesa la ciudad de Lima hacia el sur con la Panamericana Sur la PE-1S y hacia el norte con la Panamericana Norte PE.1N, la autopista Ramiro Prialé integrante de la carretera central vía importante de interconexión con la sierra y selva central, que permite el transporte de personas y el traslado de mercancías de la gran Lima con el interior del país dinamizando su actividad económica y social. Delimitación. Espacial, evaluar el grado de deterioro de los elementos de la superestructura metálica del puente modular tipo Bailey de 42.672m y doble vía de la autopista de alto tráfico Ramiro Prialé para la rehabilitación del puente y su continuidad de servicio. Temporal, estudiar la evaluación y diseño estructural para la rehabilitación del puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé que se realizó durante los meses de abril a julio del año 2022. Económica, cuantificar los estudios realizados en campo y gabinete se financió por cuenta propia.

II. MARCO TEÓRICO

La investigación se apoya en estudios realizados por antecesores en trabajos similares. Antecedentes internacionales: Cabezas Velastegui & Zapata Gómez (2018) afirmaron lo siguiente, que luego de realizar las evaluaciones a la estructura Bailey sobre el río Córdova, de una longitud: 52 m., configuración (TDR), y según tabla N°7 (de momentos flectores admisibles para carga viva). Manual Bailey y Uniflote, el puente modular está a su máxima capacidad, y que tampoco se podría reforzar la superestructura por factores de diseño ya establecidas; asimismo realizaron una evaluación estructural para la carga viva HL-93 recomendado por la norma AASHTO LRFD 2014, de cuyo resultado de momento y esfuerzo máximo sobrepasan los esfuerzos resistentes, por cual no cumple con los requisitos requeridos. (pág. 326). El puente Huaycoloro de 42.672 m. de la autopista Ramiro Prialé en Lima, presenta problemas algo similares y con variables que perjudican y dañan el puente debilitándolo cada vez más, se nota fisuras en sus elementos principales, soldaduras reventadas, deformación en los tableros de la rodadura y fracturas en sus viguetas; por lo que se realizará una evaluación estructural para ver la capacidad resistente del puente. Ding, Zhang, & TK Au (2016) analizan las fuerzas externas de las cargas vivas producidas por los camiones pesados cuando cruzan las juntas de expansión tipo modular (MBEJ) y su repercusión en el puente que reducen el impacto dinámico gracias a un elemento amortiguador de resortes distribuidos y espaciados que se instalan en el interior de las (MBEJ), también se evalúan las fuerzas de corte, así como los momentos de flexión de la superestructura, con lo cual se mejora la durabilidad del puente. (pág. 661). Investigación de gran aporte para ser aplicado en puentes instalados en las carreteras de primer nivel y autopistas como el puente de la Ramiro Prialé a donde la afluencia vehicular es intensa como los camiones T3S3 que atraviesan el puente a velocidad ocasionando vibraciones y resonancias acortando la vida útil de la superestructura de los puentes modulares tipo Bailey. Hidalgo Venegas (2018). Describió que no se debe depender de los puentes temporales de las empresas fabricantes que nos venden desde Europa y el Asia y América del Norte haciendo que los costos se cuantifiquen con el traslado desde esos lugares, además los tiempos de espera desde la fabricación hasta su llegada al país, luego hasta el lugar de las emergencias, el puente propuesto se puede adquirir en el país con el presupuesto más económico y de menor peso (pág. 60). El investigador vislumbra

la opción de diseñar y fabricar en el país estos puentes modulares temporales, toda vez que tendrían menor costo y se fabricarían en menor tiempo ahorrando el transporte y no depender de los fabricantes extranjeros. En el caso del puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé se requiere un diseño estructural con más capacidad de carga resistente acorde a las actuales cargas como los camiones de 6 ejes T3S3. Si podemos diseñar y fabricar en nuestro propio país. Antecedentes nacionales: De la Vega (2016). Realiza trabajos de evaluación y rehabilitación de puentes carrozables de estructura metálica en la zona de la Región de Junín y Pasco, finalidad que los puentes sean seguros y haya tránsito sin riesgos, se identificó las zonas débiles aplicando el factor de carga "LRFR" así como en la idealización, encontró resultados con las que concluye que el puente Pan de Azúcar y puente San Félix necesitan reforzamiento y el puente Paucartambo recomienda realizar un nuevo diseño o el cambio de la superestructura. La finalidad de este trabajo tiene mucha similitud con lo tratado en la presente investigación, se quiere hallar es la capacidad portante de la superestructura del puente Huaycoloro si está apto o no para seguir en servicio, por lo que también se hará una evaluación estructural de la superestructura de tal forma que se opte por los resultados. Gómez y Moreno (2018), indican que al puente modular Bailey de Chuquicara, realizaron un modelamiento al puente Bailey con el software CSI BRIDGE, comparando valores con la finalidad de comparar lo que las norma indican que cumplan lo establecido, encontrando que para el estado límite de servicio la deflexión máxima es de 0.037 menor a lo que indica la norma AASHTO de 0.038 y para el estado límite de resistencia se encontró 0.7 con lo cual se deduce que los esfuerzos no exceden los admisibles, se puede utilizar el puente. (pág. 92). La similitud con el puente Huaycoloro son del tipo de estructuras modulares tipo Bailey, se encuentran en servicio, pero en escenarios distintos uno en una autopista de alto tráfico vehicular y el otro en una carretera de segundo nivel, ambos puentes fueron diseñados para una sobrecarga HL-93 sin embargo las diferencias son inmensas; estas superestructuras son prácticas en carreteras de segundo y tercer nivel, no siendo su eficiencia igual en autopistas como la Ramiro Prialé de intenso tráfico a donde los deterioros son más frecuentes e intensos. Umpire Portacarrero, (2015) halló en su evaluación estructural al puente Nachoz, valores aceptables de acuerdo con las sobrecargas HL-93 de la norma AASHTO- LRFD a pesar de haber sido

diseñada el puente con la norma francesa C-30, encontró que el máximo momento positivo se halla a 0.4m de la luz efectiva, el momento negativo se encontró el momento máximo a 13.78m del apoyo. Al evaluar por flexión: 1726.7 kip-ft para momento positivo con la S/C HL-93 y 1759.0 kip-ft para momento negativo con S/C HL-93S generando más momento crítico en la zona media del puente cerca al apoyo (pág. 72). Al puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé también se realizará una evaluación estructural con las normas AASHTO LRFD para una sobrecarga HL-93, y comprobar los parámetros aceptables para un buen servicio. Teófilo Michel Tirado Díaz, (2018) indica como resultado de investigación que el mantenimiento periódico mejoró la rehabilitación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Se eliminó el oxido y pintura deteriorada, realizaron el arenado, pintado, cambio de pernos de alta resistencia. (pág. 55). En el puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé se realizan inspecciones y mantenimiento con el cambio de cubiertas, vigas transversales, accesorios menores, pernos de alta resistencia a los cuales se ajustan con torquímetro, rehabilitando el puente para la continuidad de servicio.

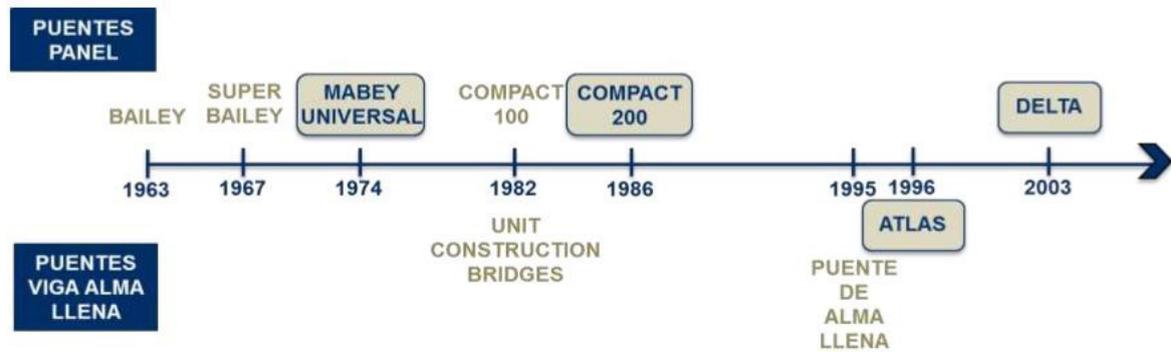
Marco conceptual. Puente, es la estructura que se coloca en un obstáculo natural o artificial dando continuidad a una vía ya sea un camino de herradura, carretera, línea férrea, transporte de tuberías, acueductos, viaductos, pasos elevados, etc. Partes fundamentales que conforma un puente. Superestructura, conformada por elementos principales como el tablero, vigas transversales, vigas longitudinales (paneles), diafragmas, sistemas de suspensión reciben las cargas las vivas y que transmiten los esfuerzos hacia los apoyos y estos a los estribos. Subestructura, compuesto por estribos, cimentación, zapatas, y anclaje de pilotes. Puente modular compuesto por paneles de forma rectangular de perfiles de acero estructural, cada panel está compuesto de dos cordones superior e inferior unidos por tres montantes uno al medio y a los costados, asimismo están los diagonales en forma de rombo, en los extremos de los cordones van unos muñones de interconexión, los perfiles tienen perforaciones con placas para los pernos, un panel por lado con travesero conforma un módulo, cuerpo o armadura básica y un conjunto de módulos conforma el puente los que se unen con bulones de alta resistencia. Son puentes temporales de fácil traslado, instalación, bajo costos, de uso práctico para el emplazamiento en las carreteras y autopistas como la Ramiro Prialé que interconecta las vías más

importantes para el desplazamiento de sur a norte y hacia el centro de la ciudad de Lima. Estos puentes Bailey se pueden instalar como nuevos, reemplazar puentes antiguos, fatigados, colapsados como el puente Huaycoloro en el 2017 por el Fenómeno del Niño Costero y que se restableció el servicio del tránsito por la autopista Ramiro Prialé en pocos días. Puentes Bailey es su nombre original, es una estructura de acero modular intercambiables entre los componentes del mismo tipo, conformada por paneles que se ensamblan con bulones en sus extremos para formar armaduras en filas longitudinales simples, dobles o triples de acuerdo con requerimientos de longitud y capacidades de soporte, unidas por travesaños arriostrados que soportan los tableros ortotrópico de la superficie de rodamiento suficientemente fuertes para soportar el paso de vehículos de transportes; Inicialmente fue diseñado por británico Donald Coleman Bailey (1901 – 1985), durante la segunda guerra mundial iniciándose la producción en julio de 1941 exclusivamente de uso militar, acabada la segunda guerra mundial se utilizó en toda Europa y los EE. UU. para reconstruir la infraestructura, hoy continúa en servicio con diseños más acorde a las nuevas cargas que circulan en las carreteras en todos los países y continentes; actualmente utilizados en su mayoría para reemplazar los puentes colapsados (por fatiga, desastres naturales o negligencia humana, deterioros, o mejorar la sobrecarga), temporales (por obras viales, falso puente, badenes) o como definitivos. Características de diseño: para cargas actuales, los puentes de ahora tiene una protección y acabado de galvanizado de inmersión en caliente, componentes completamente intercambiables, montado fácilmente en el campo, utilizando pasadores y pernos no requiere soldadura en sitio, el puente tipo Bailey en estudio es de la marca HARZONE (fabricación china). **Figura 1** Puente modular tipo Bailey de doble vía actual



Fuente: Propia

Figura 2 Cronología de los modelos fabricados por Mabey & Johnson

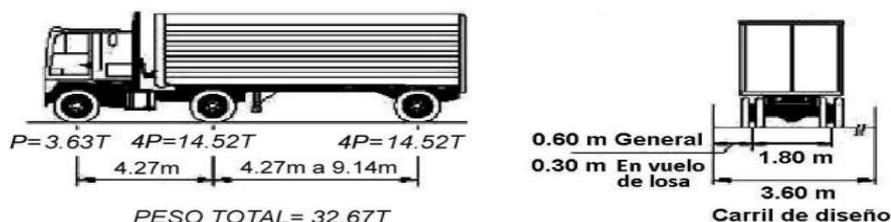


Nota. Cronograma de modelos del fabricante Mabey & Johnson de Mabey

Definición de Estados Limites. Requisitos que deben cumplir un óptimo resultado estructural según normas que garantice la resistencia estructural, la durabilidad y servicialidad. Resistencia I: Combinación de cargas que representa el uso vehicular normal del puente, sin viento. “Cargas y Combinación de Cargas, son pesos que afectan a la superestructura en cargas permanentes y cargas transitorias. Los puentes deben diseñarse para resistir diferentes combinaciones de carga para cada caso correspondientes al tipo de carga como lo indica en el en la AASTHO LRFD.” “Cargas permanentes, son consideradas las cargas de peso propio de los elementos estructurales y no estructurales descritas en la AASHTO LRFD, consideradas como: (DC) componentes estructurales, (DW) capa de rodadura, barandas e instalaciones. Los pesos serán considerados de acuerdo el peso específico del material multiplicado por sus longitudes. El número de carriles de diseño está determinado por la relación $w/3.6$ en m, siendo w el ancho de calzada. En los casos que los carriles sean menores a 3.60 m de ancho de vía, el número de carriles de diseño debe ser igual al carril de circulación, al igual al ancho del carril de circulación”. Manual de Puentes MTC-2018, (pág. 91) “Cargas vivas de vehículos, el vehículo designado como carga es el HL-93, teniendo la siguiente combinación. Camión de diseño o tándem de diseño. Carga de distribuida de diseño. “Para el cómputo de deflexiones se considera el mayor de los resultados obtenidos con el camión de diseño solo o con la mayoración de sobrecarga

distribuida más 25% del camión de diseño” (3.6.1.3.2 AASHTO). “Camión de diseño, camión modelo AASHTO, de tres ejes en el 1° llevará 3.63 t., el 2°. Eje igualmente 14.52 t. distancia a 4.27 m. y el 3° eje con 14.52 t. a una distancia de 4.27 m. a 9.14 m.; asimismo el Carril de Diseño tendrá entre ejes 1.80 m. de (0.60 m.+ 0.30 m. en vuelo de losa) totalizando 3.60 m. de carril de diseño”.

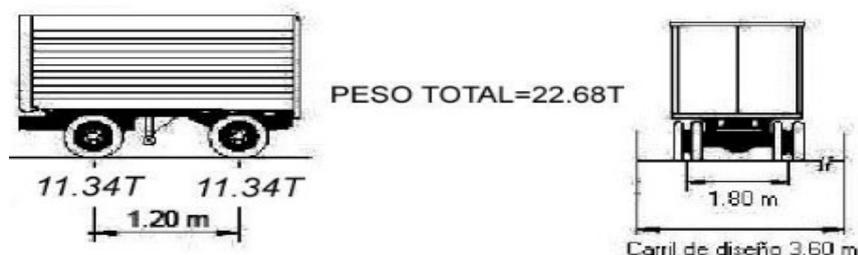
Figura 3 Camión de diseño



Fuente Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Tándem de diseño, camión de las siguientes características, camión o remolque de dos ejes pares distanciados a 1.20 m., cada lleva 11.34 t. haciendo un total de 22.68 t.

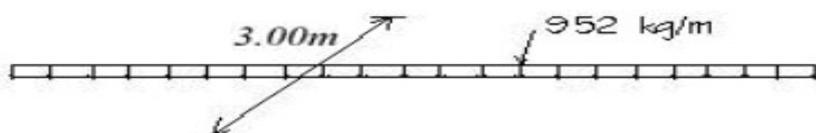
Figura 4 Tándem de diseño



Fuente Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Sobrecarga distribuida (carga de carril de diseño) Sobrecarga de 952 kgf/m distribuida uniformemente en dirección longitudinal sobre un ancho de 3 m. en dirección transversal. Aplicable también en el tándem de diseño, no se consideran efectos dinámicos. (Fuente: Manual puentes MTC. 2018)

Figura 5 Carga de carril de diseño



Fuente Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Tabla 1 Factores de carga y combinaciones

Table 3.4.1-1—Load Combinations and Load Factors

Load Combination Limit State	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use One of These at a Time				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Strength I (unless noted)	γ_p	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength II	γ_p	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength III	γ_p	—	1.00	1.00	—	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Strength IV	γ_p	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Strength V	γ_p	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Extreme Event I	1.00	γ_{EQ}	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	—
Extreme Event II	1.00	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00
Service I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Service III	1.00	γ_{LL}	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	—	—	—	—	—
Service IV	1.00	—	1.00	1.00	—	1.00	1.00/1.20	—	1.00	—	—	—	—	—
Fatigue I— LL, IM & CE only	—	1.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fatigue II— LL, IM & CE only	—	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fuente: Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Nota: Combinaciones de carga para realizar el análisis y el diseño estructural en el programa CSI BRIDGE V23.1.

Tabla 2: Factores de carga para cargas permanentes

Table 3.4.1-2—Load Factors for Permanent Loads, γ_p

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag	Load Factor		
	Maximum	Minimum	
DC: Component and Attachments	1.25	0.90	
DC: Strength IV only	1.50	0.90	
DD: Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.40	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O’Neill and Reese (2010) Method	1.25	0.35
DW: Wearing Surfaces and Utilities	1.50	0.65	
EH: Horizontal Earth Pressure	• Active	1.50	0.90
	• At-Rest	1.35	0.90
	• AEP for anchored walls	1.35	N/A
	EL: Locked-in Construction Stresses	1.00	1.00
EV: Vertical Earth Pressure	• Overall Stability	1.00	N/A
	• Retaining Walls and Abutments	1.35	1.00
	• Rigid Buried Structure	1.30	0.90
	• Rigid Frames	1.35	0.90
	• Flexible Buried Structures		
	o Metal Box Culverts, Structural Plate Culverts with Deep Corrugations, and Fiberglass Culverts	1.50	0.90
	o Thermoplastic Culverts	1.30	0.90
o All others	1.95	0.90	
ES: Earth Surcharge	1.50	0.75	

Fuente: Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Nota: Factores de las cargas muertas, es importante entender que se tomó el caso más conservador (máximo) para el análisis y diseño

III. MÉTODO

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación: Aplicada, Valderrama (2015), indica,

Este tipo de investigación es práctica, super dinámica, y hallar resultados para aportar resultados en beneficio y bienestar a la sociedad. Se aplican las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad. (p. 39)

Se tiene que realizar las evaluaciones a la superestructura, llevar un control del continuo deterioro e informar a la entidad para su intervención oportuna.

3.1.2 Diseño de investigación: No Experimental, Hernández et al., (2014),

La investigación No Experimental, Estructurado, predeterminado, precede a la recolección de datos puesto que la investigación está basada en la observación del fenómeno en su estado natural, no se manipula la variable intencionalmente, solo se observan los fenómenos tal cual se encuentran para analizarlos, sin variar de forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. (p.152).

Al puente Huaycoloro no se le realizará ningún experimento, pero si observaciones de los deterioros de estructura metálica especialmente en los tableros de la rodadura, viga transversal, paneles, para poderlas intervenir a tiempo antes que ocurra su colapso parcial o total de la superestructura.

3.1.3 Corte de investigación: Transeccional o Transversal: Hernández et al. (2014), señala “es la selección de datos en un tiempo específico, cuya finalidad es describir variables y analizar su función e interrelación en un momento dado” (p.154).

Se tomarán los datos en el momento, en fecha hoy, lo ocurrido se anotarán los daños en los elementos del puente Huaycoloro y serán medidos, examinados y analizado paso a paso, solamente se mantendrá la información en su contexto natural y no se realizará cambios.

3.1.4 Nivel de investigación: Descriptivo; Hernández (2014), “las transeccionales descriptivos averiguan la incidencia de los niveles de una o más variables en una población. Consiste en ubicar en una o diversas variables grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, y proporcionar su descripción.” (p. 155)

Describe los sucesos que ocurren en la estructura metálica del puente, define y mide los deterioros, así como cuantifica los fenómenos.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables

Hernández et al. (2014), menciona “la operacionalización se fundamenta en la definición conceptual y operacional de la variable” (p. 211). Variable 1:

3.2.2 Definición conceptual, definición de las variables u objetos de la investigación.

Definir la variable, La evaluación de la estructura del puente para poder identificar daños o anomalías por el uso y paso del tiempo

3.2.3 Definición operacional, con la que se resuelven los problemas en el diseño estructural, mediante fórmulas establecidas para encontrar valores que satisfagan lo solicitado.

Se realizó evaluación preliminar como acción preventiva de lo que se encuentre en los diversos componentes de la superestructura como los daños y factores que han estado ocasionando los daños que ponen en riesgo la integridad del puente, se valdrá de los manuales como la Guía de inspección de puentes del MTC.

3.2.4 Variable independiente: Evaluación y Diseño Estructural

Las sobrecargas permanentes que sobrepasan las cargas admisibles para la cual fue diseñado un puente metálico Bailey influyen negativamente en el comportamiento de los componentes estructurales sometidos a flexión que ocasionan deformaciones, fisuras y fracturas en los componentes y por ende al colapso de la superestructura del puente metálico; motivos por las que se debe realizar permanentes inspecciones y evaluaciones más aun por tratarse de puentes instalados en autopistas de alto tráfico como la Ramiro Prialé.

3.2.5 Variable dependiente: Rehabilitación

Es de máxima prioridad realizar inspecciones permanentes en los puentes temporales instalados en vías de alto tráfico como la autopista Ramiro para identificar los deterioros, debilitamientos estructurales por “n” factores de servicio que pueda presentar en este tipo de puentes e intervenir oportunamente para su pronta rehabilitación.

Manual de inspección de Puentes MTC 2019, y Manual de Seguridad Vial 2017.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Hernández et al. (2014), menciona “Grupo de casos que concuerdan con determinadas especificaciones población o universo *Lepkowski, 2008b*” (p.174).

Los puentes Bailey instalados en la zona de estudio, son puentes de fabricación inglesa o USA: Bailey, Mabey Johnson (Compact 200), Acrow Bridge. Acrow Corporation of America- Acrow bridge. China puentes Harzone-Catic. Los puentes tipo Bailey se ha usado en el Perú desde (1965) de un solo carril, hoy tenemos puentes de dos carriles, existen diseños de mayor capacidad de carga con mejor acero y más funcional para tres y cuatro carriles en puentes modulares.

Tabla 3 Puentes modulares tipo Bailey instalados en el distrito de Lurigancho

PUENTES MODULARES TIPO BAILEY INSTALADOS EN DOS DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE LIMA											
N°	Nombre puente	Vía / Tramo	Luz: m.	Vías	Año	Capc/Tn	Estructura	Pasarela	Región	Provincia	Distrito
1	Pedregal	Quebrada Pedregal	27.432	1	2015	48 Tn	Acrow DSR2	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Rayito de Sol	Rayito de Sol	27.432	1	2015	48 Tn	Acrow DSR2	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	La Capitana	Rio Huaycoloro- Capitana	51.816	1	2017	48 Tn	Acrow DDR2	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Las Torres	Rio Huaycoloro- Capitana	51.816	2	2018	48 Tn	Harzone DDR2	2	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Santa Clara I	Rio Rimac- Santa clara	103.80	1	2010	48 Tn	Acrow TSR3	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Santa Clara I	Rio Rimac- Santa clara	103.80	1	2010	48 Tn	Bailey DSR2	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Santa Clara II	Rio Rimac- Santa clara	103.80	1	2011	48 Tn	Acrow TSR3	0	Lima	Lima	Lurigancho Chosica
1	Huachipa II	Rio Rimac- Vitarte	155.95	1	2011	48 Tn	Harzone DDR2	0	Lima	Lima	San Juan de Lurigancho
1	Huaycoloro	Rio Huaycoloro-Ramiro Prialé	42.672	2	2015	48 Tn	HARZONE TSR3	1	Lima	Lima	San Juan de Lurigancho

Fuente: Elaboración propia , se observan todos los puentes a lo largo del distrito de Lurigancho los cuales son puentes modulares de diferentes fabricantes y cada uno tiene un diseño en específico.

3.3.2 Muestra.

Hernández et al. (2014), “es una porción de la población, subconjunto de elementos que pertenecen al conjunto, definido en sus características” (p. 175)

La muestra y muestreo corresponde al puente modular tipo Bailey “Huaycoloro” de la marca Harzone de procedencia china instalada y ubicada en la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, provincia Lima, departamento Lima.

3.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

3.4.1 Técnica de datos. se basó en la observación en la inspección visual y la toma de datos al puente modular Huaycoloro.

3.4.2 Instrumentación, fichas técnicas, revisión de expedientes, manual de puentes del MTC., manual y planos del Fabricante de puentes Harzone, cálculos AASHTO LRFD, toma de vistas fotográficas de elementos y la superestructura, procesamiento de datos en hojas de cálculo de Excel.

3.4.3 Validez

Hernández et al. (2014), indica “la confiabilidad es el grado en que el instrumento que se aplica produce resultados óptimos e iguales” (p. 200).

El presente Proyecto de Investigación será validada por juicios de expertos, quienes revisarán los mecanismos estandarizados según las normativas vigentes, así como a los documentos fuente al que se recurre como los manuales de puentes del MTC. y el manual del fabricante HARZONE, AASHTO LRFD, de tal forma que la confiabilidad del instrumento sea alta.

3.4.4 Confiabilidad

Hernández et al. (2014), indica “la confiabilidad es el grado en que el instrumento que se aplica produce resultados óptimos e iguales” (p. 200).

Se corroborará con los resultados de los cálculos realizados basados en las normas AASHTO LRFD, manual de puentes MTC 2018, Software SAP 2000.

3.5 Métodos de Análisis de datos

Según Ávila (2006, “[...] en esta etapa se determina como analizar los datos y que herramientas de análisis estadísticos son adecuadas para éste propósito.” (p. 97)

Luego del procesamiento de datos, realizando la validez y confiabilidad del instrumento, las variables, la evaluación; entonces se podrá aplicar el reforzamiento o el nuevo diseño propuesto.

3.6 Aspecto ético.

Es importante que los principios éticos y morales prevalezcan en el respeto por el uso de la propiedad intelectual tales como libros, tesis, revistas, normas, etc., las cuales tendrán que estar citados correctamente según la norma estandarizada ISO 690 y 690-2a y a su vez el investigador está comprometido a respetar que los documentos brindados se usarán solo por motivos de investigación académica.

IV. RESULTADOS

4.1 Especificación de los Materiales

Las superestructuras de puentes modulares tipo Bailey son estructuras de acero con bajo nivel de carbono, de gran fluencia y resistencia construidos con perfiles laminados y clasificados por la norma ASTM en sus diversos componentes,

Norma ASTM, American Society for Testing and Materials, entidad encargada de designar y regular la calidad del acero para la construcción y aceros estructuras (perfiles). La ASTM norma las especificaciones técnicas para que los fabricantes del acero las aplique en sus producciones y se estandarice su uso en todas partes.

4.2 Filosofía del Diseño

El tipo de puente Modular se ha diseñado considerando escenarios de emergencia vial, con el objetivo de cubrir dicha necesidad de comunicación entre la población.

La determinación de los efectos de carga que actúan sobre las estructuras es un componente crítico para cuantificar la capacidad de carga máxima de los puentes. Siguiendo la filosofía de los estados límite, el proceso de análisis del estado límite último (ULS) permite la comparación de los efectos de la carga mayorada con la resistencia estructural mayorada, con el objetivo de garantizar que la resistencia mayorada sea mayor que los efectos de la carga mayorada. Uno de esos factores de carga aplicados a través del análisis ULS es el DLA, que es un aumento fraccional de la carga viva de diseño para tener en cuenta la influencia de la inercia de las cargas transitorias en los puentes (Pinkney et al., 2022)

Con el fin de proporcionar una imagen clara del comportamiento dinámico de los puentes estudiados, y dado que este estudio solo se centra en la respuesta dinámica vertical provocada por el paso del vehículo (Montenegro et al., 2021)

4.3 Deflexión

Se llama deflexión a la deformación que acompaña a la flexión de una viga, vigueta o entablado. La deflexión se presenta en algún grado en todas las vigas, y el ingeniero debe cuidar que la deflexión no exceda ciertos límites

establecidos. Es importante entender que una viga puede ser adecuada para soportar la carga impuesta sin exceder el esfuerzo flexionante admisible,

Las deflexiones serán estudiadas en el Estado Limite de Servicio usando la combinación de cargas Servicio I en la tabla 3.4.1.1. de AASHTO. Para tramos, excepto los voladizos, Manual de Puentes MTC, 2018 (pág. 614)

Según el artículo 3.6.1.3.2 de AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS

La deflexión producida por la carga de camión

Según el art. 2.5.2.6.2. AASHTO **2017**, la deflexión debe tomarse como la mayor: Que resulte del camión de diseño tomando junto con la carga del carril de diseño. Los requisitos para tableros ortótropos se deben considerar obligatorio. $L/800$ para longitudes.

4.4 Análisis Estructural

4.4.1 Combinación de carga

Se considerará la combinación de carga del peso muerto y de la carga viva a lo largo de la estructura según el Manual de puentes del MTC y por el método LRFD

4.5 Verificación de la superestructura

Se procederá a evaluar con respecto al cálculo estructural del Fabricante

Tabla 4 Datos estructural del fabricante: momento flector y fuerza cortante limite

Lista de Componentes del Puente Metálico Modular tipo CB200A de 42.67m					
dobles carril con pasarela					
Módulos:	14		Configuración:	TDR3*	
Luz (m):	42.67		Tipo de Nariz:	7SS - 2DS	
Ancho de Carill (m):	7.35		Carga de Diseño:	HL93	
Momento Flector límite:	57804	KN.M	Fuerza Cortante límite:	4269	KN

Nota. Elaboración Propia, como podemos observar, según la lista del fabricante ellos nos dan dichos valores límites en cuestión al Momento Flector, y Fuerza Cortante Límite

4.6 Diseño estructural del Fabricante

Tabla 5 Cuadro de deflexiones máximas

Luz (m)	Configuración	Deflexión por carga de carril (mm)	Deflexión por carga vehicular (mm)	Deflexión por carga de carril + 25% carga vehicular (mm)	Deflexión máxima (mm)
12.192	DS*	1.23	5.46	2.60	5.46
15.24	DS*	3.01	11.79	5.96	11.79
18.288	DSR2*	2.84	9.81	5.29	9.81
21.336	DSR2*	5.26	16.13	9.29	16.13
24.384	DSR2*	8.97	24.64	15.13	24.64
27.432	TSR2	11.70	29.03	18.96	29.03
30.48	TSR3*	14.60	32.95	22.84	32.95
33.528	DDR1**	10.87	22.50	16.50	22.50
36.576	TDR2*	9.18	17.53	13.56	17.53
39.624	TDR2*	12.65	22.40	18.25	22.40
42.672	TDR3*	14.05	23.20	19.85	23.20
45.72	TDR3*	18.51	28.62	25.67	28.62
48.768	TDR3*	23.96	34.83	32.67	34.83
51.816	TDR3*	30.54	41.87	41.01	41.87
54.864	TDR3H**	34.27	44.45	45.38	45.38
57.912	TDR3H**	42.54	52.36	55.63	55.63
60.96	TDR3H**	52.23	61.15	67.52	67.52

Notas. Cuadros de deflexiones para puentes de doble carril de 7.35m de calzada con pasarela, bajo la carga HL-93 los cuales nos servirán de base para analizar cuanta diferencia hay en lo que nuestro fabricante diseñó su puente y la realidad en el Puente Haycoloro debido al gran flujo vehicular de camiones T3S3

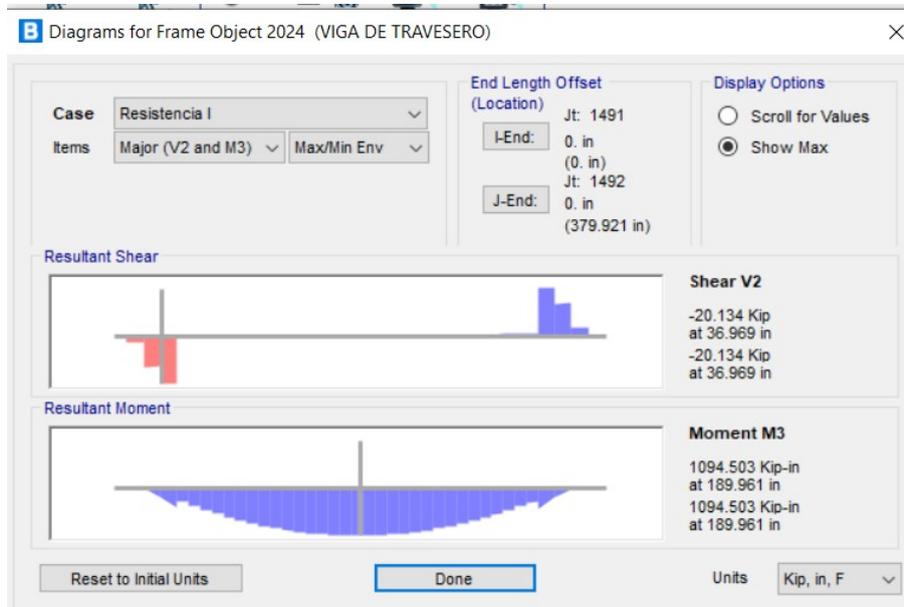
4.7 Diseño Estructural propio de acuerdo con la Demanda

De acuerdo con el análisis estructural dada por la memoria de cálculo se procede a realizar el diseño estructural de acuerdo a la norma AISC – 16 para el diseño de acero.

4.8 Diseño Estructural

4.8.1 Vigas de Travesero principal:

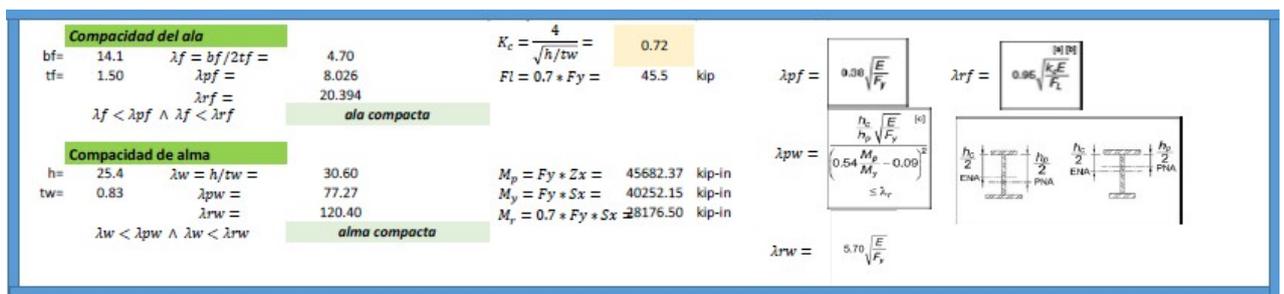
Figura 6 Momentos resultantes



Nota. elaboración Propia: Maximo Momento en Viga #4 (máximo momento en el total del puente en el que se realiza el cálculo para aumentar la capacidad de resistencia a flexión) a la cual se diseña el perfil adecuado para mejorar dicha capacidad según el AISC – 16

Paso 1

Tabla 6 Calculo de compacidad



Nota: Al analizar la compacidad se buscó que sea un perfil compacto con el objetivo de lograr la máxima capacidad de la viga y buscar solo 2 límites de falla los cuales son a fluencia y a pandeo torsional.

Paso 2

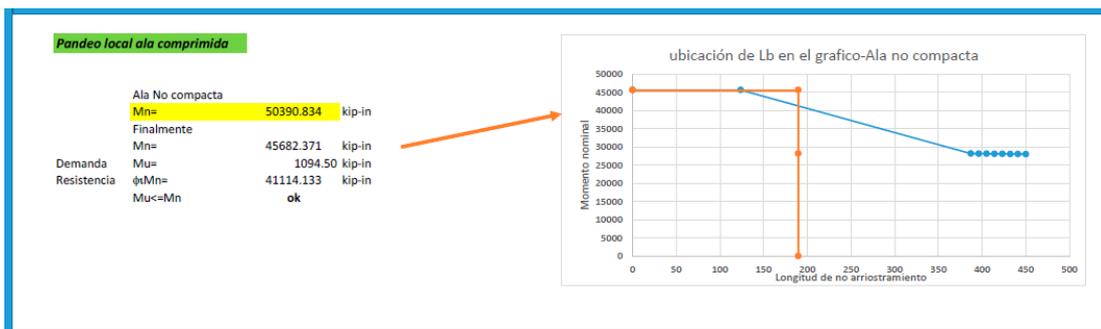
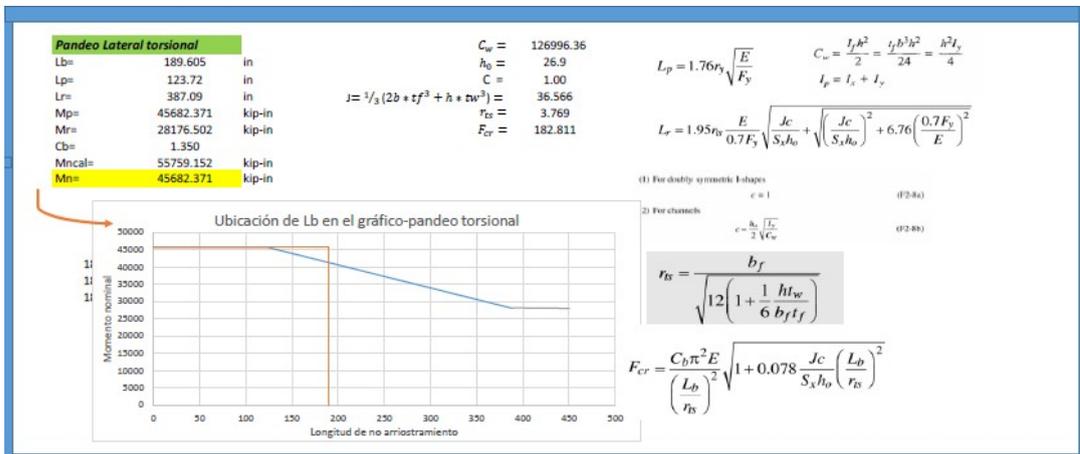
Tabla 7 Calculo Z_x , S_x y R_y de la vigueta de rodadura

Calculo del Z_x , S_x y R_y			
Area=Al	#E	y	Al _y
21.15	2	13.45	568.94
10.541	2	6.35	133.87
Modulo de sección inelastica			$Z_x = 702.81 \text{ in}^3$
Momento de inercia X-X			
l _o	#E	y	Al
3.966	2	13.45	21.15
141.680	2	6.35	10.541
			$I_x = 8793.55 \text{ in}^4$
			$S_x = 619.26 \text{ in}^3$
Momento de inercia Y-Y			
l _o	#E	l _y	
350.403	2	700.81	
0.605	2	1.21	
			$I_y = 702.02 \text{ in}^4$
			$R_y = 3.33 \text{ in}$

Nota: Se comprobó manualmente los datos brindados por la tabla del AISC Prop 15 en la cual nos facilitan estos valores, y se comprobó dichos valores corroboran dichos valores.

Paso 3

Tabla 8 Calculo (M_n) en la viga transversal



Nota: Al realizar el cálculo por pandeo – torsional se nota en la gráfica la tendencia que tiene el perfil W con relación a su longitud no arriostada (L_b) por lo que es fundamental definirla de manera adecuada y por consiguiente su C_b

Paso 4

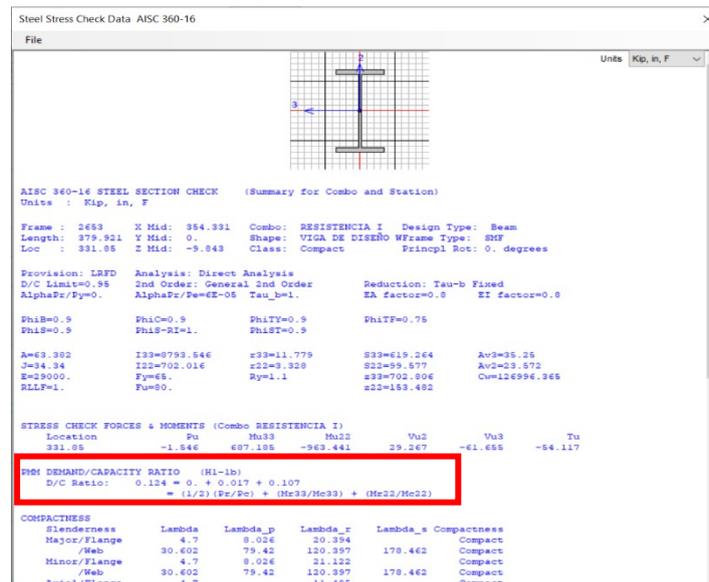
Tabla 9 Diseño por corte de la viga transversal

Diseño por Corte			
	Fy=	65.00	ksi
	E=	29000	ksi
	FL=0.7Fy=	45.5	ksi
0.35 <	kc=	0.76	< 0.76
	j=	36.56612993	
	c=	1	
	ho=	26.9	
	Verificación por Corte con Atiesadores		$1.10\sqrt{k_v E / F_y}$
	Aw=	21.082	in ²
	h/tw=	30.60240964	$1.37\sqrt{k_v E / F_y}$
	h=	25.4	
	a=	25.4	
	a/h=	1	
	kv=	10	
Lim-1	$1.10\text{raiz}(K_v E / f_y)$	73.47422363	
Lim-2	$1.37\text{raiz}(K_v E / f_y)$	91.5088058	
	Cv1=	1	
	Vc1=	822.198	kip
	Cv2=	1	
	2Aw/(Afc+Aft)=	0.99678487	
	h/bfc=	1.80141844	
	Vc2=	822.198	kip
	Sin flujo de corte		
	fVn=	739.9782	kip
	Vu=	0.096	kip
	Vu <= fVn	OK	
	Con flujo de corte		
	fVn=	739.9782	kip
	Vu=	0.096	kip
	Vu <= fVn	OK	

Nota: Al realizar el diseño a corte de la viga transversal según el AISC -16 se buscó el mismo valor de a y h con el fin de tener un Kv=10 para la verificación por Corte con atiesadores, los cuales ayudarán a evitar el corte en nuestra viga

4.9 Resultados del Diseño

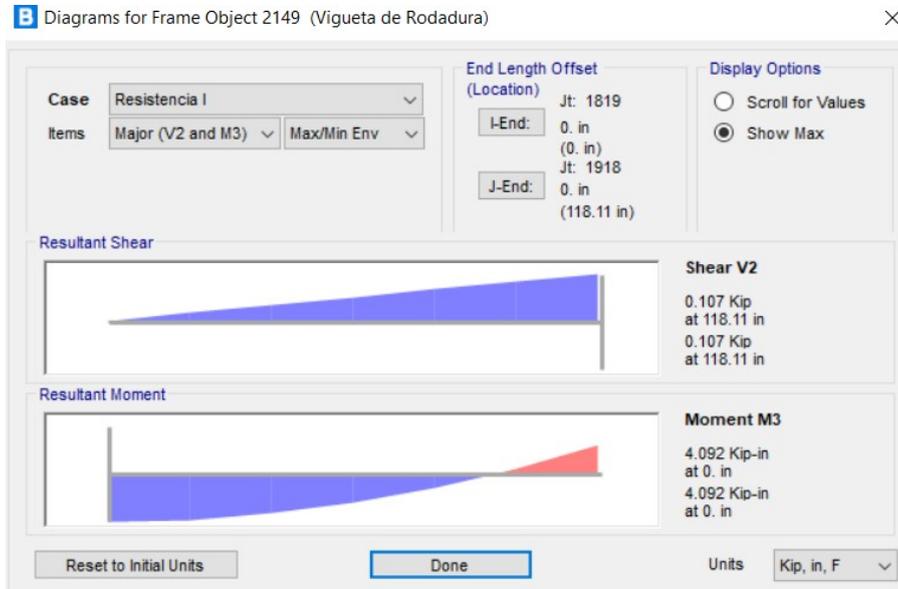
Figura 7 Resultados del diseño por CSI BRIDGE V23.1



Nota: Se observa que al realizar el diseño dentro del programa CSI BRIDGE coincide la capacidad de momento según el AISC -16 y corrobora que nuestro análisis y diseño fue correcto teniendo un ratio de 12.4 %.

4.10 Diseño de Vigueta de la cubierta de rodadura.

Figura 8 Momentos resultantes



Nota. Vigueta de Rodadura Metálica: Podemos observar la demanda máxima que sufre la vigueta a la cual diseñaremos el perfil adecuado para mejorar dicha capacidad según el AISC – 16.

Paso 1

Tabla 10 Calculo de compacidad en la vigueta de rodadura

Compacidad del ala		$R_c = \frac{4}{\sqrt{h/tw}} = 0.76$	$\lambda_{pf} = 0.08 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\lambda_{rf} = 0.08 \sqrt{\frac{E F_c}{F_y}}$
bf= 5.03	$\lambda_f = bf/2tf = 5.85$	$Fl = 0.7 * F_y = 45.5 \text{ kip}$		
tf= 0.43	$\lambda_{pf} = 8.026$			
	$\lambda_{rf} = 20.909$			
	$\lambda_f < \lambda_{pf} \wedge \lambda_f < \lambda_{rf}$			
	ala compacta			
Compacidad de alma		$M_p = F_y * Z_x = 809.38 \text{ kip-in}$	$\lambda_{pw} = \frac{h_t}{h_w} \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\lambda_{rw} = 5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
h= 4.6518	$\lambda_w = h/tw = 17.23$	$M_y = F_y * S_x = 713.70 \text{ kip-in}$	$\lambda_{rw} = \frac{h_t}{2} \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
tw= 0.27	$\lambda_{pw} = 77.40$	$M_r = 0.7 * F_y * S_x = 499.59 \text{ kip-in}$		
	$\lambda_{rw} = 120.40$			
	$\lambda_w < \lambda_{pw} \wedge \lambda_w < \lambda_{rw}$			
	alma compacta			

Nota: Al analizar la compacidad se buscó que sea un perfil compacto con el objetivo de lograr la máxima capacidad de la viga y buscar solo 2 límites de falla los cuales son a fluencia y a pandeo torsional

Paso 2

Tabla 11 Cálculo de Z_x , S_x y R_y en la viga de rodadura

Area=AI	#E	y	Aiy
2.1629	2	2.5409	10.99
0.627993	2	1.16295	1.46

Modulo de sección inelastica $Z_x = 12.45 \text{ in}^3$

lo	#E	y	AI	Ix
0.033	2	2.5409	2.1629	27.99
0.283	2	1.16295	0.627993	2.26

$I_x = 30.26 \text{ in}^4$
 $S_x = 10.98 \text{ in}^3$

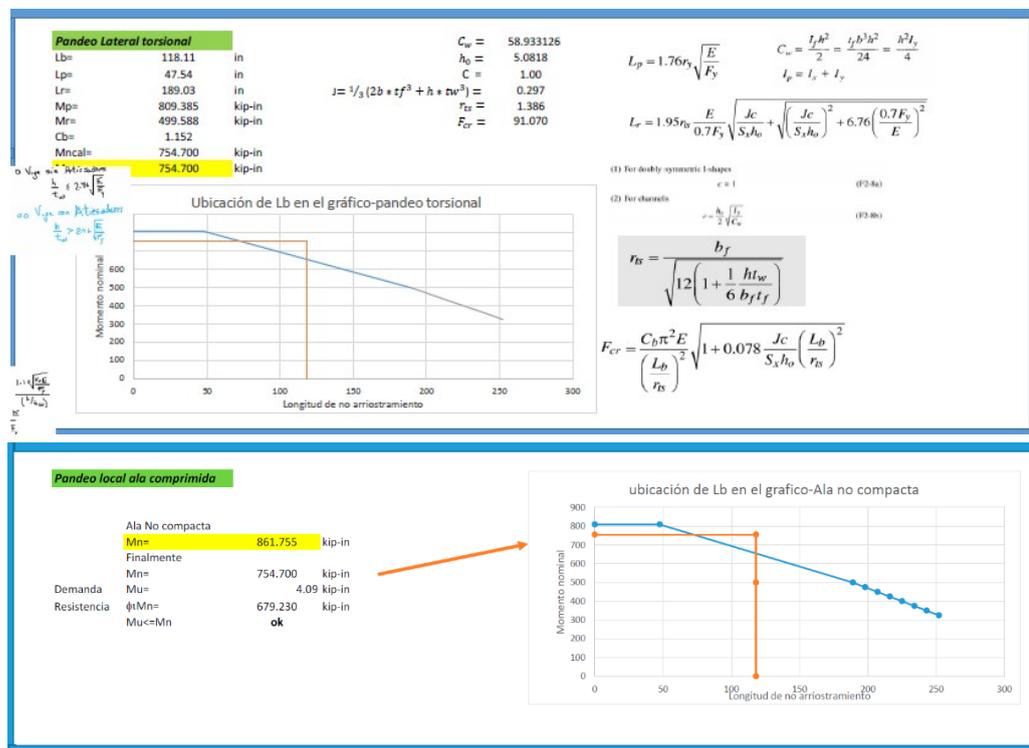
lo	#E	Iy
4.560	2	9.12
0.004	2	0.01

$I_y = 9.13 \text{ in}^4$
 $R_y = 1.28 \text{ in}$

Nota: Se comprobó manualmente los datos brindados por la tabla del AISC Prop 15 en la cual nos facilitan estos valores, y se comprobó dichos valores corroborando dichos valores.

Paso 3

Tabla 12 Cálculo del M_n en la viga de rodadura



Nota: Al realizar el cálculo por pandeo – torsional se nota en la gráfica la tendencia que tiene el perfil W con relación a su longitud no arriostada (L_b) por lo que es fundamental definirla de manera adecuada y por consiguiente su C_b

Paso 4

Tabla 13 Diseño por Corte

	Fy=	65.00 ksi	
	E=	29000.00 ksi	
	FL=0.7Fy=	45.50 ksi	$\frac{h}{t_w} \leq 2.46 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
0.35 <	kc=	0.76 < 0.76	
	j=	0.30	
	c=	1.00	
	ho=	5.08	$1.10 \sqrt{k_t E / F_y}$
	Verificación por Corte con Atiesadores		$1.37 \sqrt{k_t E / F_y}$
	Aw=	1.26 in ²	
	h/tw=	17.23	
	h=	4.65	
	a=	4.65	
	a/h=	1.00	
	kv=	10.00	
Lim-1	1.10raiz(KvE/fy)	73.47	
Lim-2	1.37raiz(KvE/fy)	91.51	
	Cv1=	1.00	
	Vc1=	48.98 kip	
	Cv2=	1.00	
	2Aw/(Afc+Aft)=	0.58	
	h/bfc=	0.92	
	Vc2=	48.98 kip	
	Sin flujo de corte		
	fVn=	44.09 kip	
	Vu=	0.10 kip	
	Vu <= fVn	OK	
	Con flujo de corte		
	fVn=	44.0851086 kip	
	Vu=	0.096 kip	
	Vu <= fVn	OK	

Nota: Al realizar el diseño a corte de la viga transversal según el AISC -16 se buscó el mismo valor de a y h con el fin de tener un Kv=10 para la verificación por Corte con atiesadores, los cuales nos ayudarán a evitar el corte en nuestra viga.

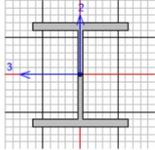
4.11 Resultado del diseño de la vigueta de la cubierta de rodadura

Figura 9 Resultados del diseño de la vigueta por CSI BRIDGE V23.1.

Steel Stress Check Data AISC 360-16

File

Units: Kip, in, F



AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : Kip, in, F

Frame : 2193 X Mid: 295.276 Combo: RESISTENCIA I Design Type: Beam
 Length: 118.11 Y Mid: -13.731 Shape: DISEÑO DE VIGA DFrame Type: SMF
 Loc : 78.74 Z Mid: -9.843 Class: Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis
 D/C Limit=0.95 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed
 AlphaPr/Fy=0.029 AlphaPr/Pe=0.056 Tau_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8

PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75
 PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=5.592 I33=30.26 r33=0.328 S33=10.98 Av3=3.605
 J=0.282 I22=9.128 r22=1.279 S22=3.625 Av2=1.488
 E=29000. Fy=65. Ry=1.1 z33=12.452 Cv=58.933
 RLLF=1. Fu=90. z22=6.524

STRESS CHECK FORCES & MOMENT (Combo RESISTENCIA I)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
78.74	10.581	6.207	-0.032	2.503E-04	0.002	-1.266E-05

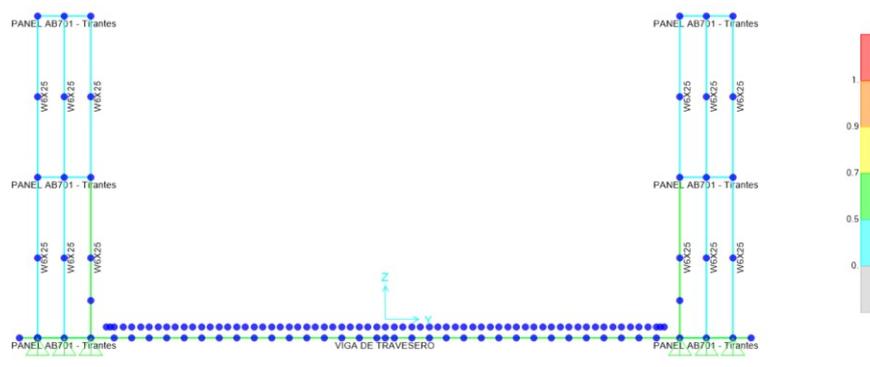
P/M DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-lb)
 D/C Ratio: 0.025 = 0.016 + 0.009 + 0.
 = (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness	Lambda	Lambda_p	Lambda_r	Lambda_s	Compactness
Major/Flange	5.849	8.026	20.909		Compact
/Web	17.229	79.42	120.957	178.462	Compact
Minor/Flange	5.849	8.026	21.122		Compact
/Web	17.229	79.42	120.957	178.462	Compact
Axial/Flange	5.849		11.785		Compact

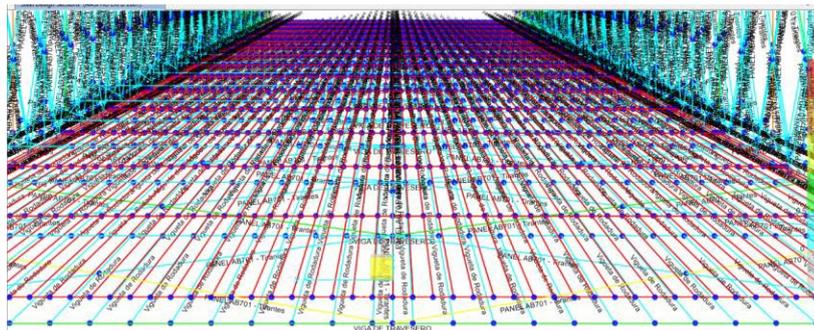
Nota. Observamos que el ratio es de 2.5% el cual es el adecuado para este diseño

Figura 10 Resultados



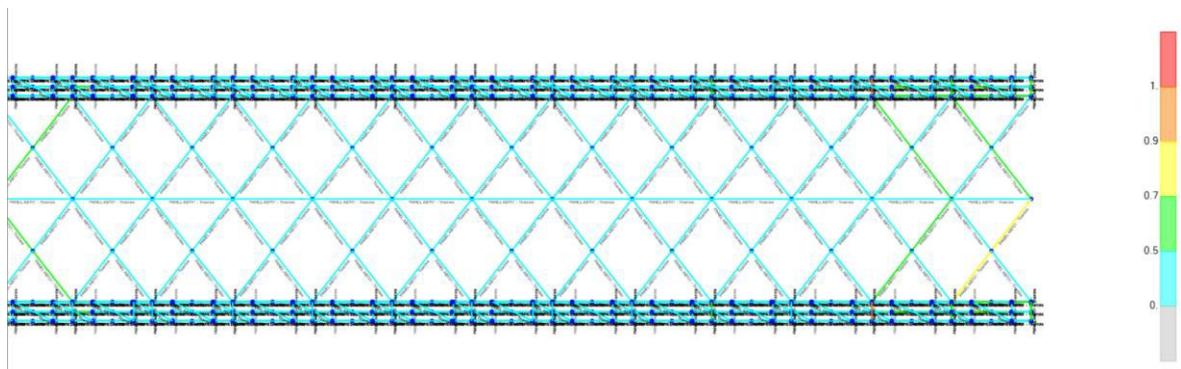
Nota: Comprobamos que las vigas están en color Azul intenso por lo que nos da de respuesta un adecuado diseño según el programa

Figura 11 Resultados de la viga de diseño por el mismo programa



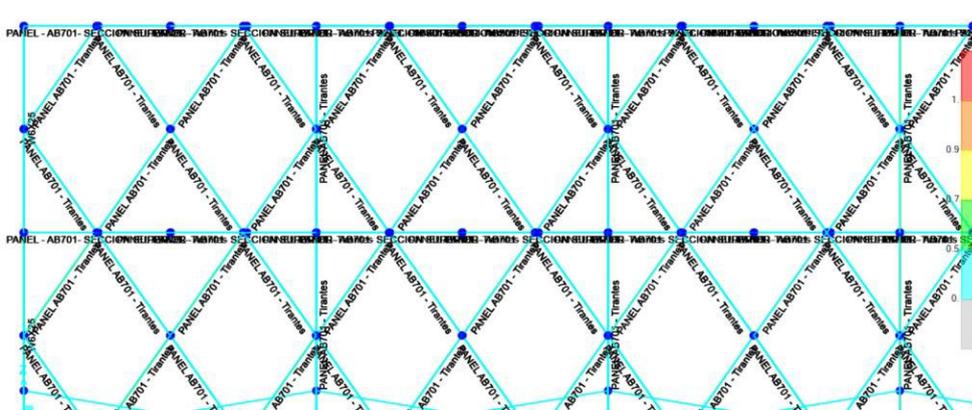
Nota: Se observó que el diseño de las viguetas y los arriostres tanto transversales como longitudinales son de acuerdo a lo proyectado en el diseño propuesto

Figura 12 Comprobación final del puente 1



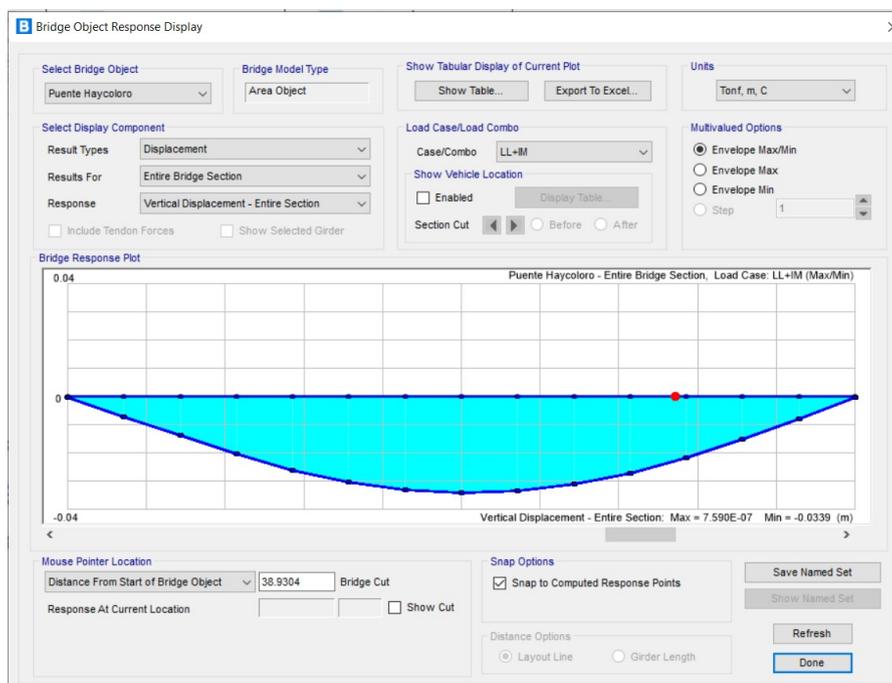
Nota: Se observó de igual forma a lo largo de los cordones de refuerzo y los paneles , así como de los templadores y arriostres una verificación adecuada según el AISC -16 y la AASHTO LRFD 2017

Figura 13 Comprobación final del puente 2



Nota: El diseño estructural según el AISC 2016 de las vigas transversales y viguetas de la cubierta de la rodadura es el adecuado comprobado mediante la normativa y elaborado por hojas de cálculo y por el programa CSI BRIDGE.

Figura 14 Resultados del deflexión por CSI BRIDGE V23.1 para Carga Viva



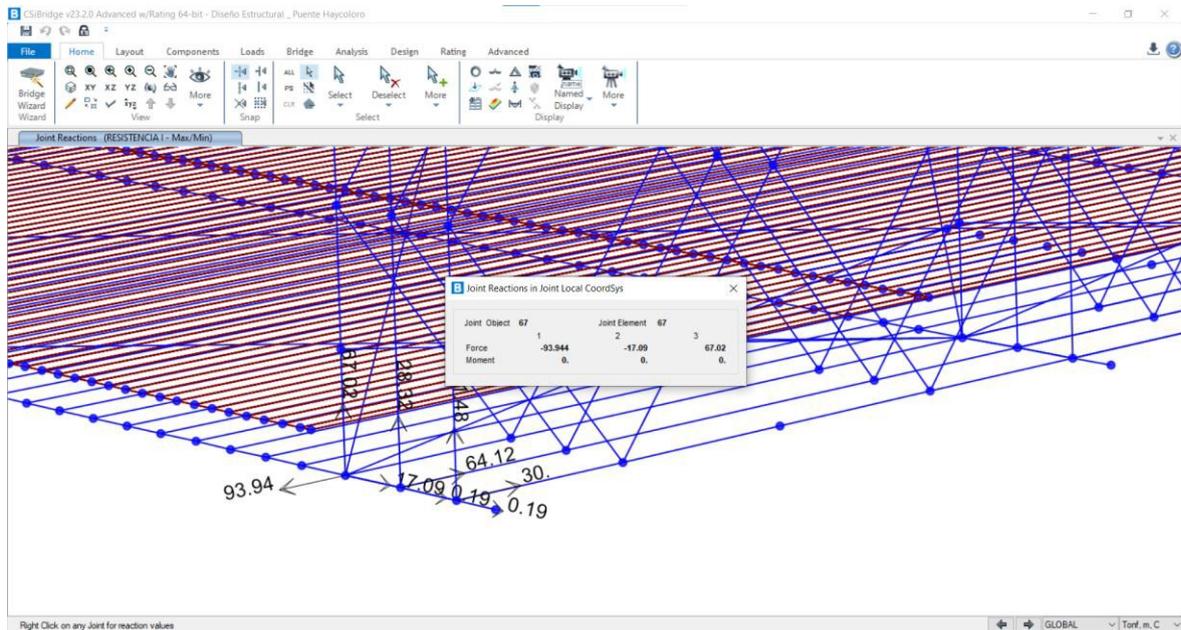
Nota: Para el cálculo de la deflexión por el programa CSI BRIDGE V23.1 se logró obtener un valor de 39mm de acuerdo a la normativa de la AASHTO LRFD 2017 y al manual de Puentes del MTC 2018 para la carga viva (LL + IM)

En ausencia de otros criterios, para las construcciones de acero, aluminio y/u concreto se pueden considerar los siguientes límites de deflexión:

- Carga vehicular, general..... Longitud/800,
El puente tiene una longitud de 42.67m
Entonces Max : $42.67/800 = 0.053m$
Tenemos del CSI BRIDGE para el diseño: 0.039m \longrightarrow ¡Cumple!

4.12 Diseño del anclaje de los apoyos

Figura 15 Fuerzas en los apoyos del puente



Utilizaremos Barra ASTM A36 para el Anclaje

Especificaciones de la barra de anclaje

Acero = ASTM A36

Fy = 36 ksi

D = 1 3/8 in (Barra Lisa)

Plano Estructural

Especificaciones del sismo

Peso sísmico

67.02 t = 147.75 kip

Coefficiente de Aceleración

0.28

Mapa de aceleraciones del Perú

18.77 t (La carga sísmica horizontal transversal máxima por rodamiento)

RESISTENCIA A LA CORTANTE

ACI 318-19 17.7

RESISTENCIA NOMINAL DE UN ANCLAJE EN CORTANTE

$$V_{SA} = 0.5 \cdot A_b \cdot f_{ub} \cdot N_s$$

AASHTO 6.13.2.12-1

$A_b = 1.48 \text{ in}^2$ (área transversal efectiva del anclaje a cortante)
 $f_{ub} = 68.4 \text{ ksi}$ (resistencia especificada a la tracción de la barra de anclaje)
 $V_{sa} = 50.78 \text{ kip}$ (resistencia nominal de un anclaje en cortante)

ACI R17.6.1.2

Número de barras de anclaje

= 2

 $R_u = 101.57 \text{ kips} = 46.07 \text{ tnf} > 18.77 \text{ tnf}$

D/C = 0.41

CALCULAMOS LA LONGITUD DE LA BARRA DE ANCLAJE

AASHTO 5.6.5

La resistencia al aplastamiento del hormigón se basa

$$P_r = \phi_b P_r$$

AASHTO 5.6.5-1

$$P_n = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_1 m$$

AASHTO 5.6.5-2

 $\phi_b = 0.7$ (Apoyo sobre Hormigon)

AASHTO 5.5.4.2

 $f'_c = 4 \text{ ksi}$ $P_n = 50.78 \text{ kip}$ (resistencia nominal al aplastamiento de un anclaje) $A_1 = 682 \text{ in}^2$ (área debajo del dispositivo de apoyo) $m = 1.51$ (factor de modificación)

AASHTO 5.6.5.3

 $A_2 = 1550 \text{ in}^2$ (área ideal aquí definida)

El factor de modificación se puede determinar de la siguiente manera

Si la superficie de apoyo es más ancha en todos sus lados que el área cargada

$$m = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2.0$$

AASHTO 5.6.5.3

Si el área cargada está sujeta a tensiones de aplastamiento distribuidas de forma no uniforme:

$$m = 0.75 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1.5$$

AASHTO 5.6.5.4

Definimos

$$Stress(brg) = \frac{\phi_b \cdot 0.85 \cdot P_n}{A_1}$$

De la AASHTO 5.6.5-2 entonces

$$Stress(brg) = \phi_b \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot m$$

$$Stress (brg) = 4.22 \text{ ksi}$$

Como la carga horizontal transversal total es :

$$Heq = 41.37 \text{ kip}$$

La carga transversal por perno de anclaje es entonces:

$$P1 (bolt) = \frac{Heq}{2}$$

$$P1bolt = 20.69 \text{ kip}$$

Usando la aproximación de la tensión de apoyo de arriba, se puede calcular el del perno área requerida del perno de anclaje que resiste la carga horizontal transversal

$$A3 = \frac{P1bolt}{\frac{Stress\ brg}{2}}$$

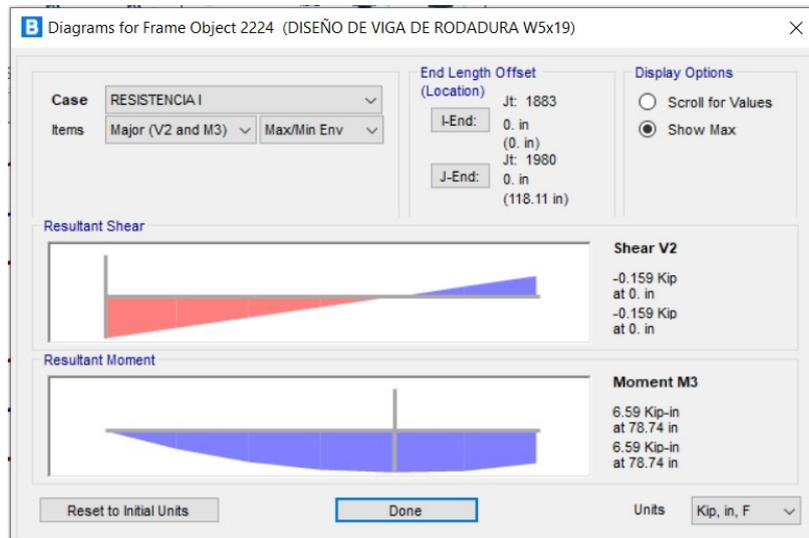
$$A3 = 9.80 \text{ in}^2 (\text{producto del diámetro del perno de anclaje y la longitud del perno de anclaje})$$

$$L (\text{embed}) = \frac{A3}{\text{Área de Barra de Anclaje}}$$

$$L \text{ embed} = 13.93 \text{ in} = 354 \text{ mm}$$

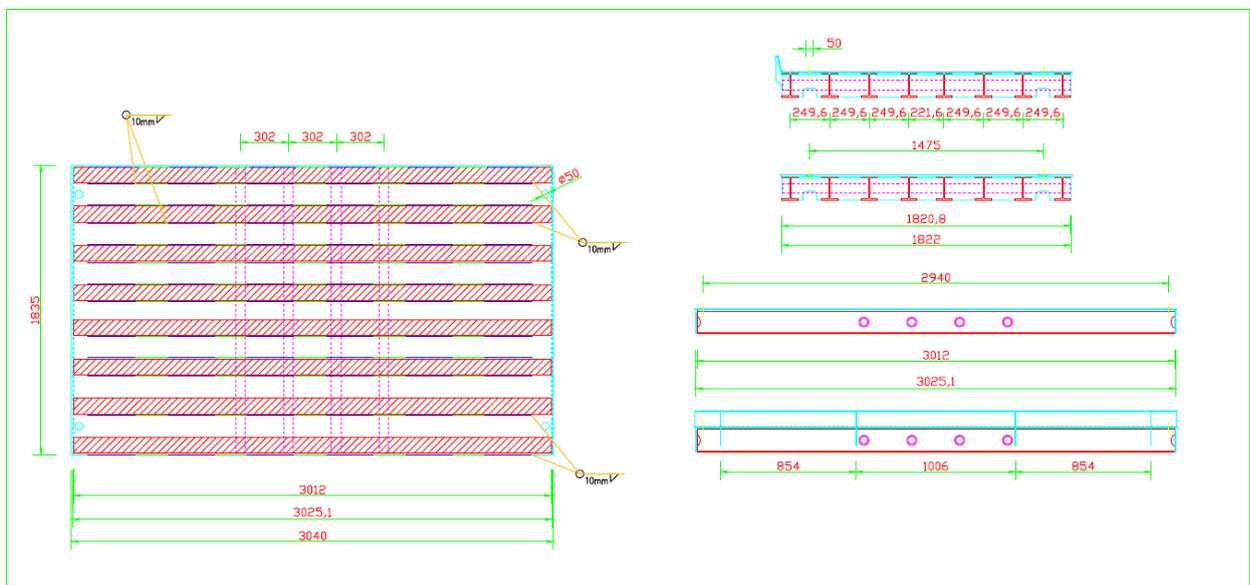
4.13 Diseño de Soldadura de la Cubierta de Rodadura

Figura 16 Momento en la vigueta de rodadura (del análisis Estructural)



Nota: Debido a que tenemos una cortante de 0.159kip realizaremos el diseño de la soldadura para este caso con el objetivo de que no fallen en ninguna de nuestras uniones de las viguetas de diseño con la rodadura metálica, es por ello que realizamos el siguiente diseño de soldadura con el respectivo plano adjuntado en los anexos, asimismo, la longitud de soldadura será de 30cm espaciado cada 20 cm en los 2 lados del ala de la Vigueta de Rodadura Metálica

Figura 17 Plano de detalle de la soldadura de diseño, en la cubierta



Nota: Se realizó dicha propuesta para dar el aseguramiento más exacto en cuestión a la posible falla por corte en la soldadura siendo lo más conservadores posible

0.1 DISEÑO A CORTE

AISC 360-16-16 CJ

Para fluencia en corte del elemento

$$R_n = 0.6F_y \cdot A_{gv}$$

AISC 360-16 -16 CJ4-3

$$\Phi_u = 1$$

Para LRFD

A_{gv} = área bruta solicitada a corte

Para el material base en el área de corte por fluencia

$$\begin{aligned} F_y &= 50 \\ A_{gv} &= 37.20 \\ \Phi R_n &= 1860 \end{aligned}$$

AISC 360-16-16 CJ4-3

Para ruptura en corte del elemento

$$R_n = 0.6F_u \cdot A_{nv}$$

AISC 360-16-16 CJ4-4

$$\Phi_u = 0.75$$

Para LRFD

A_{gv} = área neta solicitada a corte

Para soldadura en el área de corte por ruptura

$$\begin{aligned} F_{exxx} &= 70 \text{ ksi} \\ A_{gv} &= 37.20 \text{ in}^2 \\ \Phi R_n &= 1172 \text{ kip} \end{aligned}$$

AISC 360-16-16 Tabla J2.5

Para soldadura en la garganta por ruptura

AISC 360-16-16 CJ2a

$$\begin{aligned} F_{exxx} &= 70 \text{ ksi} \\ A_{gv} &= 37.20 \text{ in}^2 \\ \Phi R_n &= 828 \text{ kip} \end{aligned}$$

AISC 360-16-16 Tabla J2.3

$$\Phi R_n \text{ de Soldadura} = 828.46 \text{ kip}$$

Para el material base por ruptura

$$\begin{aligned} F_u &= 65 \text{ ksi} \\ A_{gv} &= 37.20 \text{ in}^2 \\ \Phi R_n &= 1088 \text{ kip} \end{aligned}$$

$$\Phi R_n \text{ del material base} = 1088 \text{ kip}$$

ΦR_n menor de soldadura y material base

$$\Phi R_n = 828.46 \quad \text{El corte podría darse primero en la soldadura}$$

Analizamos el corte por Fluencia y por ruptura y escogemos el menor

$$\Phi R_n = 828.46$$

$$\Phi R_n = 828.46 \text{ kip} < 0.159 \text{ kip} \quad (\text{Análisis estructural})$$

D/C = 0.0002 **Cumple para el perfil propuesto para diseño a Corte**

4.14 Inspección: Viga transversal fracturada y vigueta de cubierta

La rehabilitación del puente Huaycoloro se realizó permanentemente, se realizaron inspecciones periódicas, se levantaron fichas técnicas, asimismo se realizaron intervenciones de mantenimiento rutinario y preventivos a cargo de empresa con la reparación, cambio de elementos menores y pernos estructurales, tuercas y arandelas de alta resistencia ASTM F3125 que reemplazan al ASTM 325 del puente así como el ajuste de pernos. Con los continuos inspecciones y mantenimientos correctivos el puente modular sigue aún en servicio pero con constantes y deterioros acelerados.

Figura 18 Ficha de Inspección de la viga transversal

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
 <p>Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima</p>		<p>19</p>	
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr. Servicio	QUISPE INGENIEROS EIRL	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
<p>Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro</p> <p>TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A</p>			
			
<p>DESCRIPCION DEL ELEMENTO</p>			
<p>CB 410A TRAVESERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg</p>			
<p>EVALUACION VISUAL</p>			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
<p>SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA</p>			
<p>El TRAVESERO DE DOBLE VIA CB 410A, colapsó por fractura debido al tráfico intenso de los camiones pesados T353 y por la falta de atención oportuna ante la presencia de fisuras por el excesiva demanda del tráfico vehicular. La emergencia se atendió de inmediato, se solicitó al MTC vigas nuevas cediendo nueve vigas de las catorce vigas del puente.</p>			
<p>NOTA DEL ALUMNO:</p>			
<p>Por el colapso de la viga de tranversero de doble vía se paralizó por un día el tráfico de la autopista Ramiro Prialé, habilitando la berma central y utilizando el carril del sentido Lima a Huachipa como de doble sentido para ayudar el tránsito vehicular por esta zona del puente colapsado parcialmente, mientras se trabajaba en el mantenimiento estructural.</p>			

Nota: Elaboración Propia Fuente: Elaboración Propia (Se observa cómo la viga transversal ha fallado debido al gran flujo vehicular, al realizar la evaluación

visual tenemos un nivel de afectación Severo, una gravedad del daño Severo y un nivel de recuperación Leve por lo que nos da un claro indicio de que nuestro diseño mejorará notablemente este efecto disminuyendo su afectación

Figura 19 *Ficha de Inspección de la vigueta de la cubierta de la rodadura*

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN			
	Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Priale, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		FICHA 12
	Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector
Empr. Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	10/09/2019
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA LATERAL CB 600A			
			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg			
EVALUACIÓN VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
CB 600A CUBIERTA LATERAL, se aprecia la fractura de las viguetas de la cubierta por sobreesfuerzo de las llantas de los vehículos pesados T3S3, se reemplaza por otra nueva para mejorar el servicio del puente.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Es importante realizar las inspecciones de campo para evaluar las estructuras metálicas del puente y poder intervenir oportunamente antes que suceda la emergencias en los puentes metálicos.			

Nota : Fuente: Elaboración Propia (Se observa cómo la vigueta de rodadura ha fallado debido al gran flujo vehicular, al realizar la evaluación visual tenemos un nivel de afectación Moderado, una gravedad del daño Moderado y un nivel de recuperación Leve por lo que nos da un claro indicio de que nuestro diseño mejorará notablemente este efecto disminuyendo su afectación.

V. DISCUSIÓN

Se procede a analizar los ratios dados por la **memoria de cálculo** producto del **análisis estructural** con la demanda actual del Puente Huaycoloro, y los ratios del **diseño** propuesto

Tabla 14 Comparación de Ratios de Demanda - Capacidad

	Ratio (análisis Estructural)	Ratio (Diseño Estructural)
Vigas Transversales	31.10%	12.4%
Vigueta Rodadura	3.4 %	2.5%

Ilustración 1 Cuadro Resumen del Diseño Estructural

Nota :31.1% El ratio de la viga transversal que da el análisis estructural para el puente del fabricante con la demanda actual vehicular.

3.4 % El ratio de las viguetas de la cubierta que da el análisis estructural para el puente del fabricante con la demanda actual vehicular.

12.4% Es la ratio del diseño propuesto para los nuevos perfiles en las vigas

2.5% Es la ratio del diseño propuesto para las viguetas de rodadura

De acuerdo con los resultados tanto de la Memoria de Cálculo, así como en los Resultados del Diseño Estructural se observa una notable mejora en los ratios tanto de la Viga Transversal, así como en las Viguetas de rodadura considerando la demanda vehicular para el puente Huaycoloro; adicionalmente a esta, un adecuado sistema de señalización y sistema de seguridad dará una notable mejora en el diseño presentado.

(Cardoza; Villalobos), (2005), En su tesis "Evaluación estructural de un puente mediante la realización de una prueba de carga estática" El análisis de los efectos de las cargas y de la resistencia dada por los materiales ha sido la base para que los ingenieros hayan desarrollado procedimientos y técnicas de diseño que proporcionen márgenes de seguridad cada vez más satisfactorios. Estas técnicas y procedimientos han sido enfocados en función del material y el sistema estructural que rige. (pág. 374)

Coincidimos en parte debido a que estas técnicas y procedimientos van enfocados en función del material y el sistema estructural, sin embargo, consideramos que se deba evaluar la clase de carretera y autopista debido a que, en algunos puentes

como el Huaycoloro, su impacto directo de los camiones T3S3 influyen negativamente en la estructura metálica, debilitándola y disminuyendo su ciclo de vida

La norma AASHTO LRFD (2017). BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 8th Edition, considera el tipo de camión HL93-S el cual consiste en 6 ejes, asimismo consideran una combinación de carga distinta a la que ahora visualizamos en el Manual de Puentes del MTC tanto en las cargas de viento ya que el Manual de Puentes del MTC está desactualizada guiándose de la AASHTO BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 7th Edition (2014) en la que no se consideraban las 3 ráfagas de viento así como da el ASCE – 10 , sino como el método antiguo donde nos guiábamos del mapa Eólico, así como en las de Fatiga, por lo que se decide utilizar las combinaciones de carga de la norma AASHTO LRFD (2017)

El programa CSI Bridge, trabaja por defecto con la AASHTO LRFD por lo cual debemos definir manualmente las combinaciones de carga para así asegurarnos un adecuado diseño y no dejar a libre interpretación del programa, como muchas veces se conoce, el programa brinda los resultados que uno mismo coloca, por ende, debemos tener cuidado cuando analicemos una estructura y la diseñemos de acuerdo a la normativa vigente en cada país.

Gómez y Moreno (2018), En el puente Chuquicara el estado límite de servicio I ($1DC+1(LL+IM)$) la deformación del nudo más desfavorable es 0.037 no excediendo el valor límite establecido por AASHTO, por lo que el chequeo del puente modular resulta satisfactorio del mismo modo que para el estado límite de resistencia I ($1.25DC+1.75(LL+IM)$) todas las barras de la viga constituida por los paneles y los refuerzos superiores e inferiores, no exceden de su capacidad, obteniéndose ratios < 1.00 , lo que permite concluir que los esfuerzos no exceden los admisibles y la verificación es satisfactoria. (pág. 92)

El análisis de diseño realizado al puente Chuquicara realizaron el análisis por el estado límite de servicio I, encontrado comparaciones satisfactorias en relación con la normatividad de la AASHTO y que les permite concluir que los esfuerzos no exceden los admisibles.

Los puentes modulares tipo Bailey tienen un buen funcionamiento óptimo en carreteras de segundo y tercera clase sea en el interior del país, no así en carreteras y autopistas de 1ra. Clase de gran tráfico con camiones de más de 6 ejes T3S3

Teófilo Michel Tirado Díaz, (2018) indica como resultado de investigación que el mantenimiento periódico mejoró la rehabilitación del puente Capelo en el distrito de San Luis de Shuaro. Se eliminó el óxido y pintura deteriorada, realizaron el arenado, pintado, cambio de pernos de alta resistencia. Asimismo se concluye que el mantenimiento de la remoción del óxido y pinturas deterioradas ya no cumplían lo requerido la de proteger al puente del clima severo de la selva central tanto de las lluvias y el sol intenso, por lo que tuvieron que arenar primero con el equipo de arenar FINLEZ (2009), para luego realizar el pintado con pintura INTERPOXY FINISH 680 epóxica con base de zinc, como segunda capa el esmalte poliuretano poliéster, luego una vez seca la pintura se realizó la prueba del espesor de pintura con el equipo ELCOMETER encontrando registro de 10.2 mils quedando óptimo. (pág. 55).

Las inspecciones en el puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, se realizaron las inspecciones no tan seguidas motivo por lo cual no se han intervenido oportunamente en los mantenimientos del puente modular bailey, fueron constantes las intervenciones mediante servicios de mantenimiento preventivo y correctivo así como un mantenimiento general con el cambio de pernos flojos, cizallados los cuales una vez cambiados por otros nuevos se ajustaron con el torquimetro dándole el ajuste indicado por el fabricante, también se repararon tableros de la cubierta reconstruyéndolos en muchas ocasiones para que quede en óptimas condiciones, una de las vigas principales llegó a fracturarse colapsando este elemento, motivo por lo que no hubo tránsito por el puente; a su vez la Empresa Municipal Administradora de Peajes EMAPE encargada de la custodia del puente Huaycoloro solicitó mediante la Municipalidad Metropolitana de Lima el suministro de las 14 vigas nuevas para cambiarlas a todo el puente, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC quien atendió el pedido suministrando solamente 9 vigas con las que cambiaron las vigas más fatigadas, no hubo pase por 24 horas hasta que terminaron el intercambio de las vigas transversales más

dañadas, también se colocó pernos, tuercas y arandelas nuevas, así como accesorios menores, y pernos de alta resistencia ASTM F3125. Asimismo realizaron reparaciones y reforzamientos de soldadura en el alma y ala de las vigas transversales, así como también en las cubiertas de la rodadura del puente que fueron las que más sufrieron los impactos de la fuerza del peso de los camiones de seis ejes la T3S3,

VI. CONCLUSIONES

Se concluye en cómo la evaluación y diseño estructural se relaciona con la rehabilitación del puente Huaycoloro gracias a que mediante las fichas de evaluación y el pertinente estudio de tráfico, se pudo modelar y diseñar con un ratio mucho menor al del fabricante para la demanda vehicular correspondiente al puente

Se concluye que al determinar la evaluación y diseño estructural de las vigas de travesero mejoró el ratio de D/C de un 31.1 % del fabricante a un 12.4% propuesto en el diseño estructural; así como en las viguetas de rodadura mejoró el ratio de D/C de un 3.4% del fabricante a un 2.5% propuesto en el diseño estructural.

Se comparó los valores de la deflexión del puente del fabricante según tabla (23.2 mm) con la demanda vehicular actual con el vehículo de diseño T3S3 de (38.8 mm) del Análisis Estructural, encontrándose diferencias, sin embargo, sigue dentro del límite según AASHTO LRFD (2017) $L/800 = (53.33 \text{ mm})$ por lo que el puente sufrirá mayores daños debido a la demanda vehicular. La deflexión en el puente del fabricante con la demanda actual vehicular (38.8 mm) con los valores de la deflexión de nuestro diseño propuesto (33.9 mm) el cual se da un aumento en la deflexión debido al cambio de perfiles y debajo del límite propuesto por AASHTO LRFD (2017) $L/800 = (53.33 \text{ mm})$ el puente tendrá la seguridad ante la demanda vehicular.

Para el diseño de las vigas transversales de la rodadura del puente modular se optó los perfiles de sección "W27x217" A572 grado 65, con una fluencia de $F_y = 65 \text{ ksi}$, tensión 80 ksi. Para el diseño de las viguetas de las cubiertas de la rodadura del puente modular que son unas cubiertas orto-trópicas se eligió los perfiles de sección "W 5x19" A572 grado 65, de fluencia de $F_y = 65 \text{ ksi}$, y tensión 65 ksi. Se realizó el análisis estructural y diseñó en el CSI BRIDGE y normas de la AASHTO LRFD.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades públicas y empresas privadas, tomar como punto de partida el presente diseño propuesto para carreteras y autopistas de primera clase con alto flujo vehicular

Se recomienda a las entidades públicas realizar una constante inspección y evaluación dejada como modelo las fichas en los anexos con el fin de realizar el mantenimiento preventivo antes que lleguen al colapso y provoquen accidentes y/o inhabilitación del puente

Se recomienda al utilizar el programa CSI BRIDGE considerar constantemente la normativa vigente en cada país siguiendo los parámetros de la norma AASHTO LRFD (2017) debido a que en ocasiones el programa no realizará un cálculo más exacto

Se recomienda a las entidades públicas estar permanentemente atentos al estado actual de los puentes modulares, debido a que en muchas ocasiones se dejan abandonados hasta su colapso lo cual se puede evitar con un adecuado sistema de evaluación y mantenimiento

Se recomienda a las entidades y concesionarias de las autopistas y carreteras aplicar los reglamentos de tránsito y seguridad vial para que concienticen a los conductores a respetar las obras de arte de este tipo de puentes modulares

REFERENCIAS

- Kirlinger, Fred. (2002). Investigación del Comportamiento 3° ed, Mc Graw Hill
- Méndez Álvarez, Carlos E. (2012). Metodología Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas 2° ed.
- Blandón Blandón, Wilmer Antonio y Olivas Huete, Marvin José. 2015. Diseño del puente vehicular “Oscar Turcios” mediante la norma de construcción AASHTO – LFRD 2007. Tesis (Ingeniero Civil). Managua : Universidad nacional de ingeniería, 2015. pág. 180.
- García Peña, Mario Roberto. 2014. metodología para la inspección y mantenimiento de puentes de emergencia tipo Bailey. Tesis (Ingeniero civil). Guatemala : Universidad San Carlos de Guatemala, 2014. pág. 156.
- Gómez Medrano P.J. y Moreno Gráu. (2018). Evaluación del puente Chuquicara, distrito de Macate, Ancash - propuesta de solución – 2018. Tesis (Ingeniero Civil). Chimbote : Universidad Cesar Vallejo, 2018. pág. 256.
- Mayhua Matamoros, David. 2014. Evaluación de colapso del puente atirantado Yanango - Tarma - Junín. Tesis (Ingeniero civil). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2014. pág. 175.
- Mejía J. J. (2018). Evaluación estructural del puente Lacramarca ubicado en la panamericana norte. Propuesta de mejora, Chimbote – Áncash – 2018. Tesis (Ingeniero civil). Chimbote: Universidad César Vallejo, pág. 234.
- Officials, American Association of state highway and transportation. 2017. AASHTO LFRD Bridge Design Specifications. Washington : s.n., 2017. ISBN: 9781560516545.
- Rodríguez Serquén, Arturo. 2017. Puentes con AASHTO - LFRD 2014 (7th edition). Lima : s.n., 2017. ISBN: 9786124697494.
- Romoacca. J.L. (2015). Concepción, diseño y descripción del proceso constructivo en una estructura provisional para la superestructura del puente Aynamayo. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. pág. 154.
- Mabey Bridge. (1920-2019) Fabricante de puentes modulares de acero de alta calidad prediseñados de construcción rápida. <https://www.mabeybridge.com/home>

Valderrama Mendoza, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 5° ed.

Rumiche, Mogollón P.V. (2018). Instalación de puente modular provisional Contumazá. trabajo de suficiencia profesional (Ingeniero civil). Piura : Universidad de Piura, 2018.

Hernández Sampieri, R. Fernández C. Baptista L. (2014), Metodología de la Investigación.

Ding, Y., Zhang. W., y TK. Au, F. (2014) Efecto del impacto en las juntas de expansión del puente modular en el diseño del puente. (Departamento de Ingeniería civil). Universidad de Nigbo y Hong Kong China, Revista Elsevier, Recibido:25 setiembre 2014, revisado: 6 de setiembre 2016, Aceptado: 9 de setiembre 2016, Disponible: 17 de setiembre 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014102961630546>

6

García Rosell, C. A. (2006). Análisis y diseños de puentes de concreto armado. Lima: Fondo editorial del capítulo de estudiantes ACI de la Universidad Nacional de ingeniería.

Mayhua Matamoros, D. (2014). Evaluación de colapso del puente atirantado Yanango - Tarma - Junín. Tesis (Ingeniero civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Vargas Alas, L. G. (2012). ENSAYOS DE TENSIÓN AXIAL AL ACERO. Unidad de puentes – lanamme UCR. San José, Costa Rica: Programa de infraestructura del transporte (PITRA).

Mastrocola Vinueza, V. N., & Eloy Fernando, Y. c. (2007). mantenimiento para puentes metálicos tipo trabe, Bailey y de armadura. Tesis (Ingeniero civil). Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Carrillo Chopin, F. A., & López Peña, H. A. (2006). Aplicaciones de puente metálicos modulares en el salvador. Tesis (Ingeniero Civil). Salvador: Universidad del Salvador.

Macro, E. e. (2010). Manual de Diseño de Puentes. Lima: Macro E.I.R.L.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2018). Manual de diseño de puentes, directiva N° 19 - 2018 - MTC/14. Lima: MTC.

- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2019). Guía para inspección de puentes, Directiva N° 014 - 2019 - MTC/18. Lima: MTC.
- Cabezas Velastegui, C. F., & Zapata Gómez, S. M. (2018). Evaluación, desmontaje y reubicación de un puente Bailey, sobre el río Córdoba, con diseño de infraestructura, ubicado en la parroquia de Chuga, cantón de Pimampiro, en la provincia de Imbabura. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Hidalgo Venegas, H. J. (2018). Diseño de puente temporal para casos de emergencias. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Cartago.
- Umpire Portocarrero, J. A. (2015). Evaluación estructural del puente Nachoz en el tramo II Villa Rica - Puerto Bermúdez, Oxapampa. Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- CSI BRIDGE. (s.f.). Informática y Estructura, Walnut Creek, [https://www.csiespana.com/software/2/CSI BRIDGE](https://www.csiespana.com/software/2/CSI%20BRIDGE)
- Gerbo et al. (2016). New Bridge Forms Composed of Modular Bridge Panels. *Journal of Bridge Engineering*, 21(4).
- Pinkney et al. (2022). Dynamic load testing of a modular truss bridge using military vehicles. *Engineering Structures*, Volume 254.
- Montenegro et al. (2021). Probabilistic numerical evaluation of dynamic load allowance factors in steel modular bridges using a vehicle-bridge interaction model. *Engineering Structures*, Volume 226.
- Piotr Górski^aMonika Napieraj^aEduard Konopka^b (2020). Variability evaluation of dynamic characteristics of highway steel bridge based on daily traffic-induced vibrations. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108074>
- De Koker N., Viljoen C., Lenner R. Jacobsz S.W. (2020). Updating structural reliability efficiently using load measurement. <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2020.101939>
- EmadNorouzzadeh Tochaei ^aZheng Fang ^bTodd Taylor ^aSaeed Babanajad ^cFarhad Ansari ^a (2021). Monitoreo estructural y estimación de la vida de fatiga restante de detalles típicos de grietas soldadas en el Puente de Mahattan <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111760>

- Engineering Structures, Vol 231, 15 de marzo 2021, 111760 John Leander.
(2018). Reliability evaluation of the Eurocode model for fatigue assessment of Steel bridges. Journal of Constructional Steel Research 141 (2018) 1 -8
- Habib Ahmed ^aHung Manh La ^aKhiem Tran ^b (2020). Rebar detection for bridge deck inspection and evaluation using deep residual networks.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103393>
- Imane Bayane, Almol Mankar, Eugen Bruhwiler, John Dalsgaard Sornsen. (2019). Quantification of traffic and temperature effects on the fatigue safety of a reinforced concrete bridge deck based on monitoring data.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109357>
- Skoglund Oskar, Leander John, Karoumi Raid. (2020). Optimizing the Steel girders in a high strength Steel composite bridge
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110981>
- Ferraz Goncalo, Rossi Barbara. (2020). On the fatigue behaviour of hot dip galvanized structural Steel details.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104834>
- Manuel Angel Díaz García^aSergio Cicero^bÓscar Ramón Ramos Gutiérrez ^{ac}. (2019). Methodology for the Structural integrity assessment of the Constitution 1812 Bridge, over the Bay of Cadiz, Cadiz, España.
<https://doi.org/10.1016/j.prostr.2020.01.040>
- Maljaars Johan. (2020). Evaluation of traffic load for fatigue verification of european road bridges.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111326>
- Peralta I., Hube M.A. (2018). Deck rotation of straight bridges infuced by asymmetric characteristics and effect of transverse diaphragms.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.06.107>
Volume 173, 15 de octubre de 2018, páginas 729-743
- Shuaicheng Guo Ruizhe Si Qingli Dai Zhanping You Yunxiang Ma JiaqingWang. (2019). Critical review of corrosion development and rust removal techniques on the structural. environmental perfomance of corroded steel bridges.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.023>

- W.M. Sebastian. (2020). Bi-axial behaviours of abraded and rehabilitated FRP decks as anisotropic plates under concentrated wheel loading. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111704>
- YunSun^aYuqingLiu^aCongzheWang^bYizeZuo^cHaohuiXin^d.(2021). Web buckling mechanism of pultruded GFRP bridge deck profiles subjected to concentrated load. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.10.002>
- Evan J. Gerbo, S.M.ASCE; Casey M. Casias, S.M.ASCE; Ashley P. Thrall, A.M.ASCE; and Theodore P. Zoli, P.E., (2016). New Bridge Forms Composed of Modular Bridge Panels <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29BE.1943-5592.0000871>
- Castellanos, Carlos Andrés. (2014). Caracterización de puentes metálicos semipermanentes de emergencia tipo Bailey según normas colombianas. <http://ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/CARACTERIZACION%20DE%20PUENTES%20METALICOS%20SEMIPERMANENTES%20DE%20EMERGENCIA%20TIPO%20BAILEY%20SEGUN%20NORMAS%20COLOMBIANAS.pdf>
- EdouardBerton^{ab}NajibBouaanani^bCharles-PhilippeLamarche^aNathalieRoy^a.(2017). Finite element modeling of the impact of heavy vehicles on highway and pedestrian bridge decks. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817338742>
- MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. (2017). Convenio MTC. Se Instalación un puente de emergencia en la autopista Ramiro Prialé por el colapso del puente Huaycoloro de concreto armado a consecuencia del Fenómeno del Niño Costero. Entidad Pública a cargo de la administración, conservación y mantenimiento del puente tipo Bailey Huaycoloro.
- EMAPE S.A. EMPRESA MUNICIPAL ADMINISTRADORA DE PEAJE. (2017). Empresa a cargo de la administración, construcción, remodelación, conservación y mantenimiento del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé; así como de la Asistencia Técnica y Estudios de Ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Métodos	Técnica	Instrumento
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo la evaluación y diseño estructural se relaciona con la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar como la evaluación y diseño estructural se relaciona con la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Existe una relación relevante entre La evaluación y diseño estructural de la superestructura <i>con la</i> rehabilitación del puente tipo Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Evaluación y Diseño Estructural</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Rehabilitación</p>	<p>Cálculos estructurales</p> <p>Estudio del Tráfico</p> <p>Evaluación de la superestructura</p> <p>Subsanación del deterioro metálico</p> <p>Implementación en accesos, señales de tránsito y seguridad vial</p>	<p>Cálculo de Momento último</p> <p>Cálculo de Deformación</p> <p>Cálculo de la Cortante</p> <p>IMDA</p> <p>Tipo de Vehículos</p> <p>Inspecciones continuas,</p> <p>Cambio de las cubiertas de la rodadura</p> <p>Cambio de la viga transversal de la rodadura</p> <p>Resalto</p> <p>Muro de protección del puente</p> <p>Señales de Tránsito y Seguridad Vial</p>	<p>Tipo Investigación: Aplicada</p> <p>Alcance Descriptivo</p> <p>Diseño No Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población: Puentes tipo Bailey distrito de Lurigancho</p> <p>Muestra: Puente "Huaycoloro" Autopista Ramiro Prialé-Lima</p>	<p>Formato Cálculo</p> <p>Formato Cálculo</p> <p>Formato Cálculo</p> <p>Fichas formatos</p> <p>Fichas formatos</p> <p>Fichas Formatos</p> <p>Intervenciones-Mantenimiento</p> <p>Intervenciones-Mantenimiento</p> <p>Análisis Documental</p> <p>Análisis Documental</p>	<p>Kip-in</p> <p>mm</p> <p>kip</p> <p>Veh/día</p> <p>Conf/Vehic</p> <p>Formatos MTC</p> <p>Tiempos y durabilidad</p> <p>Tiempos y durabilidad</p> <p>Manual de Seguridad Vial MTC</p> <p>Manual de Seguridad Vial MTC</p> <p>Manual Dispositivos Control de Tránsito Calles, Carret MTC</p>
<p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1 ¿De qué manera el deterioro de las cubiertas de la rodadura influye en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1 Determinar que la evaluación y diseño de las cubiertas de rodadura inciden en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.</p>	<p>Hipótesis Específicos:</p> <p>HE.1 Existe una relación relevante entre la evaluación y diseño estructural de las cubiertas de la rodadura <i>con la</i> rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.</p>						
<p>PE.2 ¿De qué manera el deterioro de las vigas transversales de la rodadura influye en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?</p>	<p>OE.2 Determinar que la evaluación y diseño de las vigas transversales de la rodadura inciden en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.</p>	<p>HE.2 Existe una relación relevante entre la evaluación y diseño estructural de las vigas transversales de la rodadura <i>con la</i> rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022</p>						
<p>PE.3 ¿Cómo la falta de implementación en los accesos, señales de tránsito y seguridad vial influyen en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022?</p>	<p>OE.3 Determinar que la implementación en los accesos, señales de tránsito y seguridad vial inciden en la rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.</p>	<p>HE.3 Existe una relación relevante entre la falta de implementación en los accesos, señales de Tránsito y seguridad vial <i>con la</i> rehabilitación del puente tipo Bailey Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé, entre los distritos de Lurigancho y San Juan de Lurigancho, Lima 2022.</p>						

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable independiente	<p>Khounsida et al., (2019) Japón explicó: El comportamiento de carga y la capacidad de los los puentes Bailey existentes fueron estudiados y discutidos a través de experimentos y análisis estructural. Estática y Se midieron los <i>comportamientos dinámicos</i> de los puentes bajo carga específica de camiones con acelerómetros, medidores de desplazamiento y una estación total. Mientras tanto, el objetivo los puentes se modelaron en función de la condición real examinada en / en la encuesta in situ y las medidas para analizar los comportamientos de carga. La siguiente lista muestra el resultado del estudio.</p> <p>Yong Ding, Wei Zhang, Francis T.K.Au, (2016) EL Impacto dinámico provocado por un vehículo pesado al cruzar un puente modular pueden ser mayores que los indicados en el diseño del puente y pueden afectar negativamente en los elementos estructurales del puente.</p>	<p>Las sobrecargas permanentes que sobrepasan las cargas admisibles para la cual fue diseñado un puente metálico Bailey influyen negativamente en el comportamiento de los componentes estructurales sometidos a deflexiones que ocasionan deformaciones, fracturas y desgates de los componentes y por ende al colapso de la superestructura del puente metálico; motivos por las que se debe realizar permanentes inspecciones y evaluaciones más aun por tratarse de puentes instalados en autopistas de alto tráfico, vías de evitamiento con alto tráfico, y carreteras de primer nivel con alto tráfico, así como el puente Huaycoloro de la autopista Ramiro Prialé.</p> <p><i>"The Manual For Bridge Evaluation, AASTO 2018 3ra. Ed."</i> Manual de puentes MTC 2019</p>	Cálculos estructurales	Cálculo de Momento último	Kip-in
				Cálculo de Deflexión	mm
				Cálculo de cortante	kip
Evaluación y Diseño Estructural			Estudio del tráfico	IMDA Tipo de Vehículo	Veh/día Config/Veh.
			Evaluación de la super-estructura	Inspecciones continuas	Formatos MTC

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Diseño operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Dependiente Rehabilitación	Murillo (2019) señala: “El deterioro sufrido por los puentes, así como el grado de intervención en sus componentes requieren de inspecciones, evaluaciones de los daños de afectación del acero, para recomendar su inmediata reparación o cambio por otra nueva. así como las recomendaciones correctivas	Los deterioros se deben de atenderse de inmediato, reforzando las soldaduras, reponiendo los pernos cizallados, cambiando las piezas y sobre todo mejorando el diseño del fabricante ante tantas fallas y deterioros para mejorar el servicio del puente de tal manera que el puente esté rehabilitado. Manual de inspección de Puentes MTC 2019. Manual de Seguridad Vial 2017.	Subsanación del deterioro metálico	Cambio de la viga transversal de la rodadura	Tiempos y durabilidad
				Cambio de la viga transversal de la rodadura	Tiempos y durabilidad
				Reductor de velocidad	Manual de Puente MTC
			Inspección de puentes	Muro de Protección del puente	Manual de Puente MTC
				Señales de Tránsito y Seguridad Vial	Manual de Puente MTC

Anexo 4: Especificaciones Técnicas de Acero



CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.
 AV. ANTONIO MIRO QUESADA 425
 PISO 17, MAGDALENA DEL MAR
 LIMA 17, PERÚ.

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO : CANAL C(U)
 PLANTA : Callao CD
 CLIENTE : CONYMAQ S.A.C.

N° E-0FE65-0447343-5171512535-90015-1_1
 NORMAS TÉCNICAS : ASTM A36/A36M/A572 GR.50
 NORMA DE ENSAYO : ASTM A370/E8/E415
 FACTURA N° : 0FE65-0447343

DIMENSIÓN NOMINAL	N° DE COLADA	COMPOSICIÓN QUÍMICA (*)															LÍMITE DE FLUENCIA kg/mm ² /MPa	RESIST TRACCIÓN kg/mm ² /MPa	ALARGAM. EN 200 mm %	
		C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Cu (%)	Sn (%)	Al (%)	V (%)	Ti (%)	Nb (%)	B (ppm)				N (ppm)
3" x 5.00LB/PIE x 6M	351409	0.16	0.79	0.18	0.013	0.019	0.19	0.06	0.02	0.19	0.029	0.002	0.012	0.001	0.001	3	122	38.0	51.9	29.2
4" x 7.25LB/PIE x 6M	351840	0.16	0.86	0.18	0.016	0.018	0.15	0.07	0.02	0.22	0.016	0.002	0.014	0.001	0.000	2	128	384.0	542.0	27.0

(*) Análisis en la Cuchara.

Callao, 19/11/2021

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

 Ing. Ricardo Gutiérrez Lara. CIP 57087
 SUPERINTENDENTE DE METALURGIA



CARRETERA PANAMERICANA SUR N° 241, ICA, Pisco, Paracas. Teléfonos: (+51) 54232430, 54215341 Fax: 54219796.

CERTIFICADO DE CALIDAD

G-0FE94-0003384-5171512738-90016-

N° 0FE94-0003384

CLIE CONYMAQ
FECH 19/1

Con el presente documento certificamos que comercializamos Perfil W (h) de acero que cumple con norma:

ASTM A36/A36M/A572 GR.50

en las dimensiones: 8" X 40 LB/PIE X 30'

Garantizamos las propiedades mecánicas establecidas en la Norma ASTM A36/A36M/A572 GR.50:

Límite de Fluencia (f_y), mínimo = 345 MPa

Resistencia a la Tracción (R) = 450-

Alargamiento en 8"(200mm) mínimo = 18%

2"(50mm) mínimo = 21%

Soldabilidad: Buena

Composición Química:

C = 0.23% máximo

S = 0.050% máximo

Mn = 1.35(*)% máximo

P = 0.040% máximo

Para contenidos de % carbono menores a 0.23%, el %Mn puede llegar hasta 1.60%máx.

El producto cumple con las características dimensionales y de forma establecidas.

Se garantiza el producto para su uso estándar.

Atenta

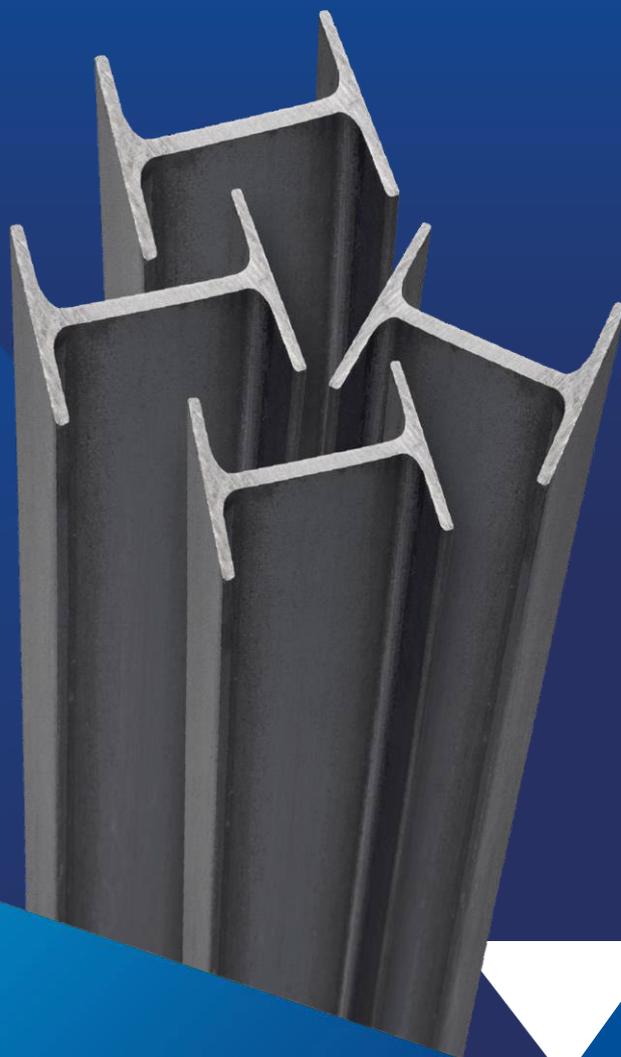
CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A


Ing. Ricardo Gutiérrez Lara. CIP 57087
SUPERINTENDENTE DE METALURGIA

Vigas H

Alas Anchas WF

ESTÁNDAR



**ACEROS
AREQUIPA**

LA **SEGURIDAD**
DE UN **FIERRAZO**

*Imágenes

Vigas H Alas Anchas WF

ESTÁNDAR AMERICANO

DENOMINACIÓN
VIGAS H ALAS ANCHAS (WF).

DESCRIPCIÓN

Producto laminado en caliente con sección en forma de "H" (con alas paralelas), de calidad estructural en cumplimiento con las normas ASTM A36, ASTM A572 Grado 50 o la ASTM A992. Asimismo, pueden presentarse en calidad dual.

USOS

En la fabricación de estructuras metálicas, edificios, puentes, grúas, **estructuras en general, cerchas, etc.**

NORMAS TÉCNICAS:

- Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36/ A36M, ASTM A572/ A572 M, ASTM A992/ A992M.
- Tolerancia Dimensional: ASTM A6 / A6M.

PRESENTACIÓN

Se comercializan en barras de 20, 30 y 40 pies. Otras longitudes a pedido.

DIMENSIONES ESTÁNDAR

DESIGNACIÓN NOMINAL	EL	T	ALA (b)	ESPESOR NOMINAL	
pulgada	ALMA (d)	pulgada	ALA (f)	ALA (w)	
6"	9.00	5.90	3.94	5.46	4.32
6"	12.00	6.03	4.00	7.11	5.84
6"	16.00	6.28	4.03	10.29	6.60
6"	15.00	5.99	5.99	6.60	5.84
6"	20.00	6.20	6.02	9.27	6.60
6"	25.00	6.38	6.08	11.56	8.13
8"	10.00	7.89	3.94	5.21	4.32
8"	13.00		4.00	6.48	5.84
8"	15.00	8.11	4.02	8.00	6.22
8"	18.00	8.14	5.25	8.38	5.84
8"	21.00	8.28	5.27	10.16	6.35
8"	24.00	7.93	6.50	10.16	6.22
8"	28.00	8.06	6.54	11.81	7.24
8"	31.00	8.00	8.00	11.05	7.24
8"	35.00	8.12	8.02	12.57	7.87
8"	40.00	8.25	8.07	14.23...---	9.14
8"		8.50	8.11	17.40	10.16
8"	58.00	8.75	8.22	20.57	12.95
8"	67.00	9.00	8.28	23.75	14.48
10"	12.00	9.87	3.96	5.33	4.83
10"	15.00	9.99	4.00	6.86	5.84
10"	17.00	10.11	4.01	8.38	6.10

DESIGNACIÓN NOMINAL	PERALTE ALTURA ALMA (d) pulgada	ALA (b) pulgada	ESPESOR NOMINAL		
			ALA (f)	ALMA (w)	
10"	19.00	10.24	4.02	10.03	6.35
10"	22.00	10.17	5.75	9.14	6.10
10"	26.00	10.33	5.77	11.18	6.60
10"	30.00	10.47	5.81	12.95	7.62
10"	33.00	9.73	7.96	11.05	7.37
10"	39.00	9.92	7.99	13.46	8.00
10"	45.00	10.10	8.02	15.75	8.89
10"	49.00	9.98	10.00	14.22	8.64
10"	54.00	10.09	10.03	15.62	9.40
10"	60.00	10.22	10.08	17.27	10.67
10"	68.00		10.13	19.56	11.94
10"	77.00	10.40	10.19	22.10	13.46
10"	88.00	10.84	10.27	25.15	15.37
10"	100.00	11.10	10.34	28.45	17.27
12"	14.00	11.91	3.97	5.72	5.08
12"	16.00	11.99	3.99	6.73	5.59
12"	19.00	12.16	4.01	8.89	5.97
12"	22.00	12.30	4.03	10.80	6.60
12"	26.00	12.22	6.49	9.65	5.84
12"	30.00	12.34	6.52	11.18	6.60
12"	35.00	12.50	6.56	13.21	7.62
12"	40.00	11.94	8.01	13.08	7.49
12"	45.00	12.06	8.05	14.61	8.51
12"	50.00	12.19	8.08	16.26	9.40
12"	53.00	12.06	10.00	14.61	8.76
12"	58.00	12.19	10.01	16.26	9.14
12"	65.00	12.12	12.00	15.37	9.91
12"	72.00	12.25	12.04	17.02	10.92
12"	79.00	12.38	12.08	18.67	11.94
12"	87.00	12.53	12.13	20.57	13.08
12"	96.00	12.71	12.16	22.86	13.97
12"	106.00	12.89	12.22	25.15	15.49
12"	120.00	13.12	12.32	28.07	18.03
12"	136.00	13.41	12.40	31.75	20.07
12"	152.00	13.71	12.48	35.56	22.10
14"	22.00		5.00	8.51	5.84
14"	26.00	13.91	5.03	10.67	6.48
14"	30.00	13.84	6.73	9.78	6.86
14"	34.00	13.98	6.75	11.66	7.24
14"	38.00	14.10	6.77	13.08	7.87
14"	43.00		8.00	13.46	7.75
14"	48.00		8.03	15.11	
14"	53.00		8.06	16.76	9.40
14"	61.00	13.89	10.00	16.38	9.53
14"	68.00	14.04	10.04	18.29	10.54
14"	74.00	14.17	10.07	19.94	11.43
14"	82.00	14.31	10.13	21.72	12.95
14"	90.00	14.02	14.52	21.72	11.18

QCQA01- F243 / 01/SEP 20

Previo acuerdo se comercializa en otras medidas.

Vigas H Alas Anchas WF

ESTANDAR AMERICANO

PROPIEDADES MECÁNICAS:

NORMA TÉCNICA	GRADO	LÍMITE DE FLUENCIA MPa	CARGA DE ROTURA MPa	ELONGACION %
ASTM A36/A36M		250	400-550	21(2") 20(8")
ASTM A572/A572M	SO	345	450min	21(2") 16(8")
ASTM A992/A992M		345	450-550	21(2") 18(8")

() Tamaño de probeta

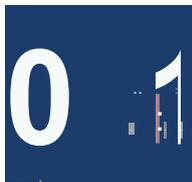
TOLERANCIAS:

De acuerdo al ASTM A 6/A 6M.

LONGITUD ESTÁNDAR:

30 pies y 40 pies.

QCQA01-f 243/01/ SEP 20



ISO 9001 CERTIFICADO N° 57219
CERTIFICATE N° 57220
ISO 45001 CERTIFICADO N° 57221

PERÚ

LIMA: Av. Antonio Miró Quesada N.º 425, piso 17, Magdalena del Mar
Tel. (51-01) 5171800

PISCO: Panamericana Sur, Km. 241, Ica, Tel. (51-056) 58 0830

AREQUIPA: Variante de Uchumayo Km 5.5, Cerro Colorado, Arequipa
Tel. (51-01) 5171800

BOLIVIA

LAPAZ: Calle E- Lote 14, manzano A-08, Urb. Anizalco
Cervecería Boliviana Nacional, Bellavista Viacha

Tel. (591) 7555819/77641658

SANTACRUZ: Urb. Parque Industrial Latinoamericano,

Unidad Industrial U106, Mz. 1, lote 4 - Wames

Tel. (591) 7555819/77641656

COCHABAMBA: Calle Tte. Monasterios 5/N Zona Maica- Cochabamba

Tel. (591) 7555819/69417963, E-mail: contactobolivia@caa.com.bo

COLOMBIA

CALI: Cra. 25 N.º 13-117, Yumbo, Parcelación Industrial Y
Valledel Cauca-Colombiana

Tel. (57) 324 4214893

E-mail: contactocolombia@acerosamejica.com

CHILE

ANOFAGASTA: Ruta A-26 KM 24, El Salar, Tel.: (66) 939249279

E-mail: contacto@acerosamerica.com

Encuétranos en www.acerosarequipa.com

Vigas H Alas Anchas WF

ESTÁNDAR AMERICANO

DESIGNACIÓN NOMINAL		PERALTE ALTURA ALMA (d) pulgada	ALA (b) pulgada	ESPESOR NOMINAL		DESIGNACIÓN NOMINAL		PERALTE ALTURA ALMA (d) pulgada	ALA (b) pulgada	ESPESOR NOMINAL	
pulgada	lb/pie			ALA (f)	ALMA (w)	pulgada	lb/pie			ALA (f)	ALMA (w)
14"	99.00	14.16	14.57	19.81	12.32	21"	201.00	23.03	12.58	41.40	23.11
14"	109.00	14.32	14.61	21.84	13.34	24"	55.00	7.01	12.83	10.03	
14"	120.00	14.48	14.67	23.88	14.99	24"	62.00	7.04	14.99	10.92	
14"	132.00	14.66	14.73	26.16	16.38	24"	68.00	8.97	14.86	10.54	
14"	145.00	14.78	15.50	27.69	17.27	24"	76.00	8.99	17.27	11.18	
14"			15.57	30.23	18.92	24"	84.00	9.02	19.56		
14"	176.00	15.22	15.65	33.27	21.08	24"	94.00	9.07	22.23	13.08	
14"	193.00	15.48	15.71	36.58	22.61	24"	104.00	12.75	19.05	12.70	
16"	26.00	15.69	5.50	8.76	6.35	24"	117.00	12.80	21.59	13.97	
16"	31.00	15.88	5.53	11.18	6.99	24"	131.00	12.86	24.38	15.37	
16"	36.00	15.86	6.99	10.92	7.49	24"	146.00	12.90	27.69	16.51	
16"	40.00	16.01	7.00	12.83	7.75	24"	162.00	12.96	30.99	17.91	
16"	45.00		7.04	14.35	8.76	24"	176.00	12.89	34.04	19.05	
16"	50.00	16.26	7.07	16.00	9.65	24"	192.00	12.95	37.08	20.57	
16"	57.00	16.43	7.12	18.16	10.92	24"	250.00	13.19	48.01	26.42	
16"	67.00	16.33	10.24	16.89	10.03	27"	84.00	9.96	16.26	11.68	
16"	77.00	16.52	10.30	19.30	11.56	27"	94.00	9.99	18.92	11.45	
16"	89.00	16.75	10.37	22.23	13.34	27"	102.00	10.02	21.08	13.08	
16"	100.00	16.97	10.43	25.02	14.86	27"	114.00	10.07	23.62	14.48	
18"	35.00	17.70	6.00	10.80	7.62	27"	129.00	10.01	27.94	15.49	
18"	40.00	17.90	6.02	13.34	8.00	27"	161.00	14.02	27.43	16.76	
18"	46.00	18.06	6.06	15.37	9.14	27"	235.00	14.19	40.89	23.11	
18"	50.00	17.99	7.50	14.48	9.02	27"	307.00	14.45	5	29.46	
18"	55.00	18.11	7.53	16.00	9.91	30"	90.00		15.49	11.94	
18"	60.00	18.24	7.56	17.65	10.54	30"	99.00		17.02	13.21	
18"	65.00	18.35	7.59	19.05	11.43	30"	108.00		19.30	13.84	
18"	71.00	18.47	7.64	20.57	12.57	30"	116.00	10.50	21.59	14.35	
18"	76.00	18.21	11.04	17.27	10.80	30"	124.00	10.52	23.62	14.86	
18"	86.00	18.39	11.09	19.56	12.19	30"	132.00	10.55	25.40	15.62	
18"	97.00	18.59	11.15	22.10	13.59	30"	148.00	10.48	29.97	16.51	
18"	106.00	18.73	11.20	23.88	14.99	33*	118.00	11.48	18.80	13.97	
18"	130.00	19.25	11.16	30.48	17.02	33*	152.00	11.57	26.80	16.13	
18"	158.00	19.72	11.30	36.58	20.57	33*	169.00	11.50	30.99	17.02	
21-	44.00	20.66	6.50	11.43	8.89	36"	150.00	11.98	23.88	15.88	
21-	50.00	20.83	6.53	13.59	9.65	36"	160.00	12.00	25.91	16.51	
21-		20.80	8.22	13.26	9.53	36"		12.12	32.00	19.43	
21-	57.00	21.06	6.56	16.51	10.29	36"	232.00	12.12	39.88	22.10	
21-	62.00	20.99	8.24	15.62	10.16						
21-		21.13	8.27	17.40	10.92						
21-	73.00	21.24	8.30	18.80	11.56						
21-	83.00	21.43	8.36	21.21	13.08						
21-	93.00	21.62	8.42	23.62	14.73						
21-	101.00	21.36	12.29	20.32	12.70						
21-		21.51	12.34	22.23	13.97						
21-	122.00	21.68	12.39	24.38	15.24						
21-	132.00	21.83	12.44	26.2	16.51						
21-	147.00	22.06	12.51	29.21	18.29						
21-	166.00	22.48	12.42	34.54	19.05						

QCQAOI-F243/01/SEP 20

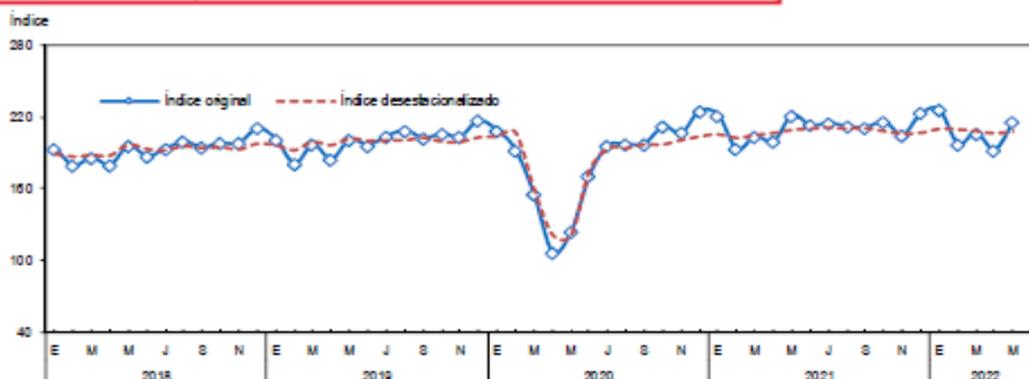
Previo acuerdo se comercializa en otras medidas.

ANEXO 7: INEI. Flujo vehicular por peajes de Lima, Carretera Central Corcona 6.2%

Flujo Vehicular por Unidades de Peaje

GRÁFICO N° 03

Perú: Evolución del Índice Nacional del Flujo de Vehículos Pesados de 3 a 7 ejes, 2018 - 2022 (Año Base 2007 = 100,0)



serie desestacionalizada con el programa AKIMA X-1.1.
Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

El índice de flujo de vehículos ligeros en las unidades de peaje, en mayo de 2022, creció en 11,7%.

CUADRO N° 04

Perú: Índice del Flujo de Vehículos Ligeros, 2020 - 2022 (Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ¹	Anual ²
Ene.	322,9	287,8	293,3	1,9	21,9
Feb.	306,5	258,8	272,0	5,1	24,8
Mar.	209,2	238,1	251,7	5,7	23,9
Abr.	85,1	205,8	234,5	14,0	19,2
May.	115,3	215,0	240,2	11,7	15,8
Jun.	132,5	237,0			
Jul.	212,2	302,7			
Ago.	221,8	285,1			
Set.	212,2	233,7			
Oct.	222,1	243,6			
Nov.	219,9	240,3			
Dic.	264,8	280,4			
Promedio	210,4	262,4			

¹ Respecto a similar mes del año anterior.
² Últimos doce meses, respecto a similar período anterior.
Nota: A partir de julio 2019, se publica el Índice del Flujo de Vehículos Ligeros con año base 2007.
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.
Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN
Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

En mayo de 2022, el índice del flujo de vehículos ligeros aumentó en 11,7%, con relación a igual mes de 2021.

Este comportamiento positivo se observó en las siguientes unidades de peaje: al norte, *Piura* (Loma Larga Baja 11,4%, Piura Sullana 7,5%, Chulucanas 6,4%), *San Martín* (Aguas Claras 9,4%), *La Libertad* (Virú 5,4%, Chicama 4,5%, Pacanguilla 1,6%), *Cajamarca* (Pomahuaca-Pucará 4,8%) y *Lambayeque* (Desvío Olmos 3,6%).

Igualmente, en el sur, se presentó una variación positiva en *Ica* (Marcona 32,6%, Jahuay Chíncha 4,2%), *Arequipa* (Uchumayo-Concesión 27,9%, Patahuasi 14,1%), *Moquegua* (Ilo 20,9%, Pampa Cuéllar 2,6%), *Apurímac* (Pichirhua 12,9%), *Ayacucho* (Pampa Galera 10,6%), *Puno* (Santa Lucía 8,3%, Caracoto 4,5%) y *Cusco* (Ccasacancha 7,5%).

En el centro, se incrementó en *Lima* (Serpentín de Pasamayo 14,8%, Variante de Pasamayo 9,2%, **Corcona 6,2%**) y *Junín* (Quiulla 0,7%).

Cabe resaltar, que el resultado favorable de los vehículos ligeros fue incentivado por el regreso a los centros de labores, el retorno a las clases presenciales, el dinamismo de las actividades comerciales por el Día de la Madre, la suspensión del horario de inmovilización social, la promoción del turismo y la ampliación al 100% en los aforos de los centros comerciales, aunado al avance de la vacunación de la tercera y cuarta dosis contra el COVID-19.

En los doce meses anteriores (junio 2021 - mayo 2022), el índice del flujo de vehículos ligeros subió en 15,8%.

ANEXO 6: INEI. Flujo vehicular por peajes de Lima, Carretera Central Corcona 6.2%

ANEXO 8: INEI. Flujo vehicular total, en Lima, aumentó el 7.2%

Flujo Vehicular por Unidades de Peaje

Comportamiento por ámbito geográfico del Flujo Vehicular, en Mayo 2022

El flujo vehicular total, en Lima, aumentó en 7,2%, impulsado por la celebración del Día de la Madre. En el interior del país, el flujo vehicular total fue superior en 4,7%, por la reactivación de la economía.

CUADRO Nº 05

Lima: Índice del Flujo Vehicular Total, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ¹	Anual ²
Ene.	246,9	230,7	237,3	2,9	20,8
Feb.	238,5	208,6	217,6	4,4	22,9
Mar.	185,2	205,9	216,1	5,0	22,2
Abr.	87,6	203,2	220,0	8,3	16,7
May.	119,4	209,2	224,3	7,2	12,8
Jun.	136,1	204,2			
Jul.	190,9	244,9			
Ago.	184,5	238,6			
Sep.	181,6	200,1			
Oct.	188,1	217,5			
Nov.	185,7	197,6			
Dic.	216,8	223,2			
Promedio	180,1	216,8			

¹Respecto a similar mes del año anterior.

²Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

CUADRO Nº 06

Interior del país: Índice del Flujo Vehicular Total¹, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ²	Anual ³
Ene.	239,9	225,4	230,2	2,1	17,9
Feb.	220,6	199,5	207,8	4,1	19,5
Mar.	156,5	194,2	202,7	4,4	17,8
Abr.	86,0	174,1	183,1	5,0	13,5
May.	103,7	190,1	199,2	4,7	9,5
Jun.	135,4	198,9			
Jul.	177,9	220,0			
Ago.	186,3	217,0			
Sep.	182,4	198,0			
Oct.	196,0	202,3			
Nov.	191,8	199,4			
Dic.	219,4	225,2			
Promedio	174,4	204,2			

¹No incluye el departamento de Lima.

²Respecto a similar mes del año anterior.

³Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

En Lima, el flujo de vehículos pesados se contrajo en 1,4%. De igual manera, en el interior del país disminuyó en 0,4%.

CUADRO Nº 07

Lima: Índice del Flujo de Vehículos Pesados, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ¹	Anual ²
Ene.	168,6	172,8	176,3	2,0	13,6
Feb.	160,3	153,7	157,1	2,2	14,2
Mar.	137,5	159,3	162,9	2,3	13,0
Abr.	88,5	184,1	199,1	-3,0	8,2
May.	110,8	179,3	176,7	-1,4	4,3
Jun.	144,6	187,3			
Jul.	155,0	172,6			
Ago.	163,3	176,0			
Sep.	156,6	185,7			
Oct.	167,1	170,7			
Nov.	163,8	182,5			
Dic.	173,9	170,8			
Promedio	149,2	188,8			

¹Respecto a similar mes del año anterior.

²Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

CUADRO Nº 08

Interior del país: Índice del Flujo de Vehículos Pesados¹, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ²	Anual ³
Ene.	174,0	179,7	185,3	3,1	15,5
Feb.	159,7	157,1	162,3	3,3	16,0
Mar.	123,4	186,1	171,7	3,4	13,6
Abr.	87,1	160,7	157,9	-1,7	9,0
May.	96,2	178,5	177,7	-0,4	4,6
Jun.	135,7	165,4			
Jul.	156,7	173,4			
Ago.	155,2	170,8			
Sep.	158,9	172,0			
Oct.	173,4	177,7			
Nov.	167,7	167,1			
Dic.	185,0	183,4			
Promedio	147,9	171,0			

¹No incluye el departamento de Lima.

²Respecto a similar mes del año anterior.

³Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

En Lima, el flujo de vehículos ligeros aumentó en 15,7%. A su vez, en el interior del Perú se expandió en 10,2%.

CUADRO Nº 09

Lima: Índice del Flujo de Vehículos Ligeros, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ¹	Anual ²
Ene.	354,1	310,2	321,2	3,5	27,5
Feb.	345,9	284,0	300,8	5,9	31,2
Mar.	250,6	270,0	289,2	7,1	31,0
Abr.	86,2	257,0	303,8	16,2	24,6
May.	131,2	250,4	289,8	15,7	20,8
Jun.	104,3	227,6			
Jul.	240,2	344,3			
Ago.	213,7	324,6			
Sep.	216,1	247,3			
Oct.	216,9	281,8			
Nov.	215,8	245,9			
Dic.	275,7	295,1			
Promedio	222,6	278,2			

¹Respecto a similar mes del año anterior.

²Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

CUADRO Nº 10

Interior del país: Índice del Flujo de Vehículos Ligeros¹, 2020 - 2022
(Año Base 2007 = 100,0)

Mes	2020	2021 P1	2022 P1	Variación Porcentual	
				Mensual ²	Anual ³
Ene.	313,6	281,0	284,9	1,4	20,1
Feb.	294,7	251,2	263,3	4,8	22,7
Mar.	196,8	228,5	240,4	5,2	21,6
Abr.	84,8	190,4	213,7	12,3	17,5
May.	110,5	204,4	225,3	10,2	14,1
Jun.	135,0	239,8			
Jul.	203,8	290,2			
Ago.	224,3	273,3			
Sep.	211,0	229,6			
Oct.	223,6	232,2			
Nov.	221,1	238,7			
Dic.	261,3	276,0			
Promedio	208,7	244,8			

¹No incluye el departamento de Lima.

²Respecto a similar mes del año anterior.

³Últimos doce meses, respecto a similar periodo anterior.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - PROVIAS Nacional.

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público-OSITRAN

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística e Informática - OTEI.

Nota: - Para el cálculo del índice del flujo vehicular del departamento de Lima, se consideran las siguientes unidades de peaje: Chica (Prov. Cañeta), Cercona (Prov. Huarochiri), El Pareiso (Prov. Huancavelica), Lunahuana (Prov. Cañete), Serpentin de Pacasmayo (Prov. Lima), Tunán (Prov. Barranca) y Variante de Pacasmayo (Prov. Lima).
- En el Callao y en los departamentos de Huancavelica, Loreto, Pasco y Ucayali no existen unidades de peaje.

ANEXO 9: Continuación del II - Marco Teórico

Partes principales del puente

Tablero, estructura tipo losa de material diverso sobre las vigas longitudinales, transversales y diafragmas que reciben las cargas vivas.

Vigas principales, elementos de soporte calculado para cargar la losa y todos los componentes de la superestructura, funcionan a flexión, pueden ser vigas de; concreto armado, pretensadas, tipo arco, pórticos, modulares, etc.

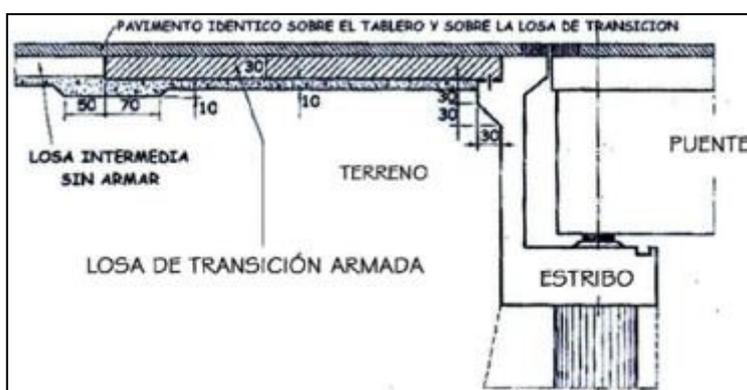
Diafragmas, elementos transversales tipo viga que unen las vigas principales, reciben las fuerzas laterales y rigidizan la superestructura.

Armadura, conjunto de elementos de soporte se unen en juntas o nodos, de materiales diversos, diseñados para soportar cargas y luces, con tablero superior e inferior.

Veredas, diseñadas para el tránsito de los peatones, ubicadas a los lados de la calzada con o sin barandas de protección. (Arturo Rodríguez Serquén, 2017)

Losa de transición (aproximación), es una pre-losa de ingreso al puente, ligada al estribo y el otro extremo al terraplén del acceso, tendrá un espesor mínimo de 0.20 m. del ancho de la rodadura del puente, de longitud indicadas en el expediente. Manual de Puentes MTC, (2018). (pag. 79)

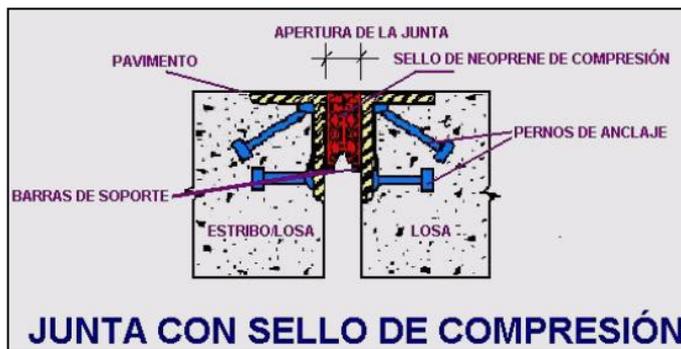
Losa de transición



Fuente Arturo Rodríguez Serquén, 2017

Juntas de expansión (dilatación). "Elemento que permiten las deformaciones longitudinales debida a cambios de temperatura, o sismos u otras acciones. (Manual de Puentes MTC. 2018)

Junta con sello de compresión



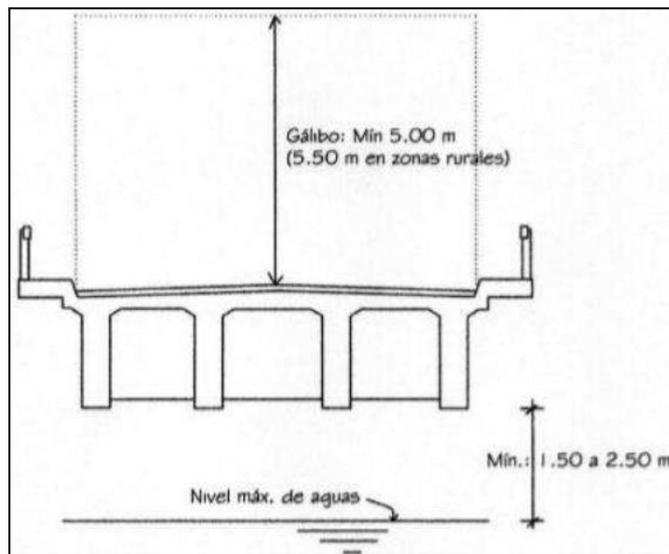
Tomado de (<https://ar.pinterest.com/pin/305541155969589732/>)

Subestructura, cuyos componentes estribos, pilares, cimientos soportan las fuerzas de las cargas vivas de la superestructura y que transmiten los esfuerzos directamente al terreno.

Estribos, estructura que conjuntamente con los cimientos soportan los empujes laterales del suelo, su función principal es la de soportar los extremos de la superestructura.

Pilares, estructura de columna enclavada bajo tierra, ubicado en las partes intermedias del puente, reciben las cargas y la transmiten al terreno. (Arturo Rodríguez Serquén, 2017). Gálidos, en puentes urbanos la distancia libre entre la base de la superestructura y el paso del tráfico vehicular, pavimento, gálibo vertical no será menor que 5.50 m., puentes con cursos de agua una altura libre de 1.50m sobre el nivel máximo de las aguas, ríos que arrastran palizadas y troncos una altura libre de 2.50m Ing. Arturo Rodríguez Serquen, Puentes AASHTO LRFD 2014., pag. 7

Sección transversal con medidas de galibo



Fuente Cap. I (I-7) Ing. Arturo Rodríguez Serquen, Puentes con AASHTO LRFD 2014. Edition, 2017.

Normatividad. *"Manual de Puentes, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú, diciembre 2018"*. Norma peruana que brinda los parámetros mínimos que deben tener en el diseño de puentes con la cual deben regirse los proyectistas para diseñar puentes carreteros y peatonales "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2014, 7th Edition".

Fuente: Cap. I (I-8) Ing. Arturo Rodríguez Serquen, Puentes con AASHTO LRFD 2014. Edition, 2017. Norma internacional de los Estados Unidos de Norte América que sirve de modelo patrón para adoptar sus normas en los países que opten por este método.

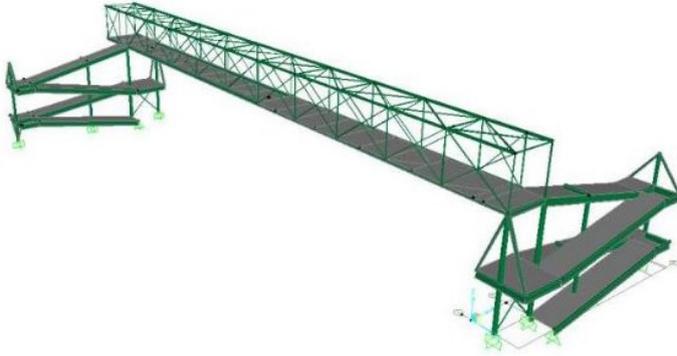
Clasificación de los puentes

"Según su función:

Peatonales, diseñado para el tránsito de personas

CLASIFICACIÓN DE PUENTES

Puente Peatonal



Tomado de ([https://www.researchgate.net/publication/322694501_Control de vibraciones verticales en puentes peatonales mediante amortiguadores de masa sintonizados](https://www.researchgate.net/publication/322694501_Control_de_vibraciones_verticales_en_puentes_peatonales_mediante_amortiguadores_de_masa_sintonizados))

Carreteros, diseñados para el tránsito de vehículos motorizados de carga y personas

Puente Carretero



Tomado de (<http://www.revistavivienda.com.ar/actualidad/noticias/mantenimiento-en-el-puente-carretero>)

Ferrovianos, diseñados para el paso de los trenes con transporte de pasajeros, mercaderías, minerales (trenes eléctricos, trenes a diésel)

Puente ferroviario



Tomado de (<https://blog.structuralia.com/el-puente-ferroviario-mas-alto-del-mundo-el-puente-chenab>)

Acueductos, diseñados para el traslado de líquidos por tuberías (petróleo, agua, químicos, ácidos, canal fluvial.)

Acueducto



Tomado de (<https://nosoloingenieria.com/puente-barcos-acuifero-magdeburgo/>)

Puentes para aviones en los aeropuertos, llamadas también mangas transportadoras directamente del avión al edificio de abordaje en los aeropuertos.

Puente para aviones



Tomado de (<https://www.hisour.com/es/jet-bridge-37996/>)

Por los materiales de construcción (según: Ing. Arturo Rodríguez Serquén)
Madera, diseñado para puentes peatonales, y carreteros de baja capacidad de peso (autos, motocarros,)

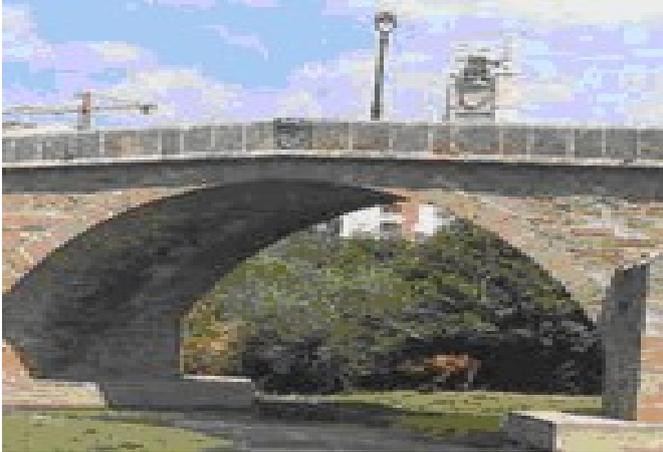
Puente de madera



Tomado de (<https://elblogingenierocivil.wordpress.com/tag/puentes-de-madera/>)

Mampostería (piedra), diseñados antiguamente con materiales como la piedra, ladrillos, etc...

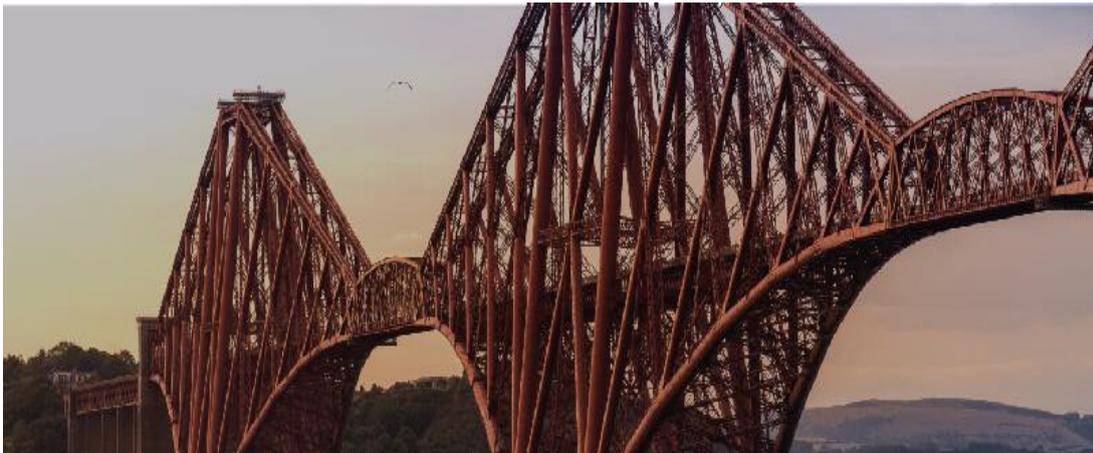
Puente de mampostería (piedra)



Tomado de (<https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/05/al-igual-que-la-madera-la-piedra-es-un.html>)

Acero Estructural

Puente de acero estructural



Tomado de (<https://www.midasoft.com/latinoamerica/learning/bridge/optimización-diseño-estructural-puentes-acero>)

Sección Compuesta

Puente de cajón o sección compuesta



Tomado de (<http://bloglanammeucr.blogspot.com/2018/03/puentes-tipo-cajon-un-clasico-vigente.html>)

Concreto Armado

Puente de concreto armado



Tomado de (<https://www.cuevadelcivil.com/2015/09/documento-manual-de-construccion-de.html>)

Concreto Presforzado

Puente presforzado



Tomado de (<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/inyeccion-en-los-cables-de-puentes-preesforzados>)

Por el tipo de estructura

Estructura de puentes simplemente apoyados

Estructura de puentes continuos

Estructura de puentes de Tramos múltiples

Estructuras de puentes Cantiléver (brazos voladizos)

Estructura de puentes en Arco

Estructura de puentes Atirantado (con cables rectos que sostienen el tablero)

Estructura de puentes Colgantes

Estructuras de puentes Levadizos (basculantes)

Estructuras de puentes Pontones: plataformas pequeños, flotantes, etc
(puentes de 10m.)

Por su geometría en planta

Estructuras de puentes Rectos

Estructuras de puentes Esviajados

Estructuras de puentes Curvos

Según el tiempo de vida

Puentes Definitivos: diseñado para un tiempo de vida de servicio de 75 años.

Puentes Temporales: por su función estos puentes pueden prestar un servicio limitado de 5 años. (Arturo Rodríguez Serquén, 2020)

ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA

Los estudios básicos, conjunto de estudios básicos de ingeniería, que permiten obtener información necesaria para realizar el anteproyecto y proyecto del puente, se tiene que tomar los parámetros técnicos del lugar para poder diseñar el puente.

Estudios Topográficos, elabora los planos topográficos de la zona del proyecto con escala de 1:500 así como de 1:2000, de curvas de nivel a intervalos de 1.00 m cada 100.00 m, así como la ubicación de los elementos estructurales, también sus dimensiones, los planos en la zona de ubicación deberá de indicar los accesos, a cada lado del puente, planos planimétrico a escala entre 1/100 y 1/250 considerando curvas de nivel a intervalos no mayores de 1 m y con secciones verticales tanto en perfil longitudinal así como en dirección transversal, autopistas y límites de condiciones de aguas máximas y mínimas así como meandros del río. Colocación de cotas y puntos de referencia, así como los B.M., también un levantamiento catastral de las zonas aledañas al puente, datos que servirán para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia, ecología y sus efectos del medio ambiente.

Estudio de hidrología e hidráulica, conlleva la real apreciación hidráulica del río, quebrada de la zona donde se ubica el puente en su cruce con el lecho y su comportamiento hidráulico, caudal de diseño, áreas de inundación, nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), profundidad de socavación potencial total, gálibo recomendable para el tablero, así como en las grandes avenidas del arrastre de sedimentos, bolonería, flujo de escombros, palizadas, troncos de árboles, los cuales deben ser considerados en la elaboración y cálculos del proyecto. Asimismo la información hidrométrica de entidades competentes de meteorología como del Ministerio de Agricultura, ANA, SENAMHI, caracterización hidrológica de la cuenca con respuesta lluvia – escorrentía, métodos de estimación del caudal máximo de diseño, para el cálculo del caudal de diseño a base de hidrogramas unitarios, modelamiento hidrológico con HEC-RAS, de las frecuencias que permita dependiendo de la intensidad frecuencias de Gumbet, Log-Pearson, etc. Los puentes ubicados en el cruce con un curso de agua deben ser diseñados de tal forma que los obstáculos sean previstos y no alteren con la velocidad de cauce.

Estudio geológicos y geotécnicos, da características geológicas de la diferentes formaciones geológicas y geotécnicas con descripción geomorfológica, zonificación geológica de la zona, da características físicas, mecánicas de los suelos, así como rocas, y sus capas, tipos de suelos, socavaciones, zonas de deslizamientos, huaycos, aluviones históricos, canteras identificación de fallas geológicas. La Geología y la rama de la estratigrafía estudia la identificación de las rocas y con el estudio de muestras identifica las capas o estratos de suelos, sitios rocosas, sedimentaciones se vale de los ensayos de penetración (SPT), cono estático (CPT), de permeabilidad así como refracción sísmica, de Proctor modificado y CBR, encontrada con los ensayos de laboratorio se han encontrado características de los diferentes tipos de suelos

Estudio sísmico, tener conocimiento de los espectros de diseño que tienen los componentes verticales y horizontales del sismo a nivel de la cota de cimentación para lo cual debemos contar con estudios de geología, realizar estatigrafía de los estratos y profundidades de la napa freática, tectónica y sismotectónica de suelos y de la prospección geofísica, el peligro sísmico en nuestra localidad dependerá de la zona sísmica 1, 2, 3, y 4, características del suelo, asimismo la recopilación de información sísmica de la localidad con un radio de 500 km, se sumirá como sismo de diseño al evento con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años de exposición con un retorno promedio aproximado de 1000 años. Para prevenir los sismos en puentes se diseñan con aisladores sísmicos y disipadores de energía para aminorar la fuerza en los apoyos de los pilares y estribos de los puentes.

Estudio de impacto ambiental, identifica el problema ambiental, se debe diseñar proyectos con mejoras ambientales, disminuyendo en lo posible los daños, en los estudios se tendrá que identificar el problema y su grado de agresividad e impactos adversos que mitigue su nivel de significancia, estos estudios están normados por la Ley N° 27446 y reglamentado por el D.S. N° 019-2009-MINAM

Estudio de tráfico, tiene por finalidad cuantificar, clasificar, y conocer el volumen de los vehículos que transitan por un punto, indispensable para determinar las características de diseño, como los estudios de tráfico (IMDA), volumen y clasificación de los vehículos para determinar las características geométricas y estructurales del puente.

Materiales

Acero, metal cuya aleación base es el hierro al 98.0%, carbono de 0.05%, y otros elementos químicos como el cobre (Cu), manganeso (Mn), níquel (Ni), aluminio (Al), silicio (Si), cromo (Cr), fósforo y azufre que influyen las propiedades fisicoquímicas que le dan mayor resistencia, dureza, desgaste, corrosión, maquinabilidad, endurecimiento; así como su deformación plástica, ductilidad, maleabilidad. Para la construcción de puentes metálicos, se emplean los aceros estructurales las cuales se obtienen por el laminado en frío o en caliente que satisfacen las especificaciones indicadas en el Artículo 9.2 del AASTHO LRFD.

Propiedad del acero

Propiedades del acero estructural

Peso específico	7.850 Kg/m ³
Módulo de elasticidad longitudinal (Módulo de Young)	2,1 x 10 ⁶ Kg/cm ²
Módulo de elasticidad transversal (Módulo de corte)	$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$
Coefficiente de Poisson	$\nu = 0,3$ (en rango elástico) $\nu = 0,5$ (en rango plástico)
Coefficiente de dilatación térmica	$\alpha = 11,7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Las unidades de fuerza expresadas aquí en Kg corresponden a kgf del sistema técnico MKS (metros-kilogramos fuerza-segundos). Igualmente para momentos, Kgm corresponde a m kgf.

Deterioro, son fallas de la estructura metálica con manifestaciones en deformaciones, fisuras, fracturas, así como desgastes del acero por fricción y corrosión por la humedad, pérdida de su dureza y otros que hacen que la estructura no de la seguridad de servicio para la cual fue diseñado.

ANEXO 10: INGENIERÍA DEL PROYECTO (Continua RESULTADOS IV)

INSPECCION DE PUENTES

Aspectos Generales

Conjunto de técnicas que se realizan para hallar las condiciones físicas y estructurales de un puente y conocer el estado situacional de la superestructura y realizar acciones de mantenimiento priorizando sus niveles de intervención.

Objetivos

El de asegurar el tránsito diario sin riesgo sobre la estructura del puente
identificar cualquier daño existente para solucionar con acciones correctivas
que eviten el deterioro progresivo del puente

Tipos de inspección:

Inspección inicial (del inventario)

Inspección rutinaria (periódica, o básica)

Inspección principal

Inspección especial

Estudio de Transitabilidad

Debido a que los vehículos que circulan por el puente, pasan directamente al Peaje en el inicio de la autopista Ramiro Prialé se solicitó dichos registros con fines académicos, los Estudios de Tráfico que realizaron con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en el Puente Ramiro Prialé, a la empresa EMAPE que continúan con su programa sobre mejoramiento de la infraestructura vial del transporte vehicular dentro de un sistema integrado de transporte público, ordenado y eficiente sobre la Infraestructura Vehicular, el cual como fin fundamental será otorgar mejores condiciones de movilidad a la población, repercutiendo en una mejora en la calidad de vida

Datos que serán de gran utilidad para analizar específicamente el periodo de años en el que se dieron mayores intervenciones en relación con el cambio de elementos como las Cubiertas de la Rodadura de Piso y las Vigas Transversales, así como accesorios menores.

Programa CSI BRIDGE

“Se utiliza el programa CSI BRIDGE debido a la flexibilidad en el tipo de estructuras metálicas ya que permite analizar estructuralmente debido a su poder de cálculo, análisis y dimensionamiento los cuales nos dan una fiabilidad en los resultados, por lo que realizaremos el modelado y el análisis mismo de la estructura con respecto a la demanda del Puente Huaycoloro” (CSI BRIDGE)

Elaboración de la Memoria de Cálculo

Se elabora la memoria de cálculo considerando la demanda vehicular que tiene el Puente Huaycoloro, esta misma será proporcionada gracias al análisis de los datos proporcionados por el estudio de transitabilidad por lo que con ello se

propone un Vehículo de diseño dictado por el Manual de Puentes del MTC 2018 para una carga HL-93

Aspectos Generales

Ubicación geográfica de la zona. – el puente modular Huaycoloro se encuentra ubicado sobre el río del mismo nombre en la autopista Ramiro Prialé km. 4.5, entre los distritos de San Juan de Lurigancho y el distrito de Lurigancho Chosica, ésta autopista de primera clase es componente e inicio de la Carretera Central de PE-22 cuya trayectoria: Emp. PE-1N (I.V. La Menacho) – Pte. Carlos Graña – I.V. Huachipa – Pte. Huachipa – Dv. Sta. Anita (Av. Las Torres – Av. Nicolas Ayllón) – Ricardo Palma – Pte. Ricardo Palma – Pte. Esperanza – Pte. La Cascada – Pte. Surco – Pte. Eduardo de Habich – Pte. Collana- Pte. Matucana- Matucana – San -Mateo - Pte. Chicla – Abra Anticona (4.818msnm) – Morococha – Pte. Pachachaca – Santa Rosa de Sacco – Emp. PE-3 (Repartición La Oroya). Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras – SINAC. MTC.

De allí la importancia que tiene la autopista Ramiro Prialé y sus puentes como el Puente Huaycoloro, hoy objeto de estudio, que interconecta no solamente con los distritos aledaños del norte, centro y sur de la gran Lima, sino también con la Carretera Central que une la sierra y selva del centro, norte y sur del Perú; de gran servicialidad por la zona transportando personas y mercancías del interior del país con la capital Lima y viceversa.

Ruta Chosica Lima

Localización del puente



El puente se encuentra localizado en las coordenadas UTM sistema WGS-84, zona 18 L y una altitud media 286 m.s.n.m.

Estribo inicial: 8670462.71 S- 287467.37 E

Estribo final: 8670451.43 S - 287424.33 E

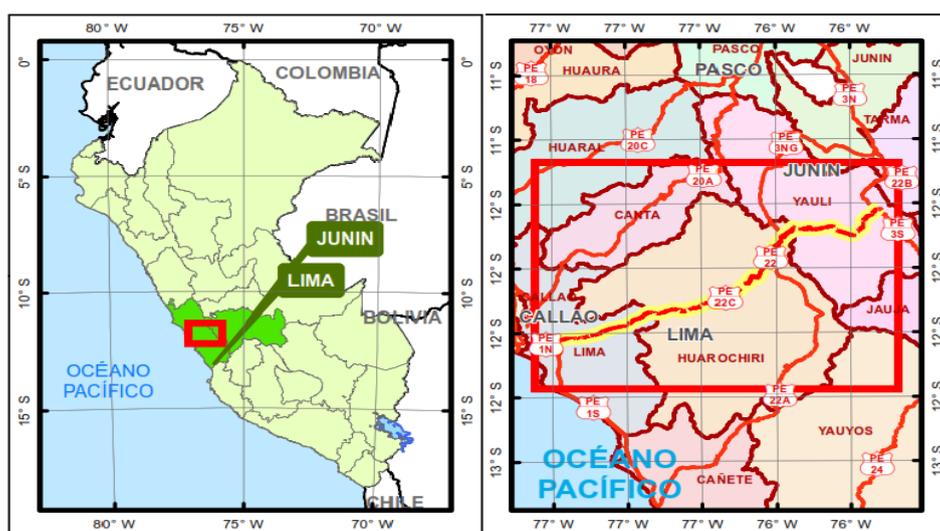
Ubicación Política

Distrito: San Juan de Lurigancho

Provincia: Lima

Departamento: Lima

Mapa de ubicación del puente Huaycoloro en la autopista Ramiro Prialé



ANEXO 11: SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

Aspectos Generales

Objetivo:

- Proveer a la autopista Ramiro Prialé elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesarios y orientar al usuario de la autopista antes de ingresar al puente Huaycoloro tenga cuidado y conocimiento de su proximidad e ingreso al puente modular Bailey Huaycoloro.
- Prevenir la seguridad e integridad de los usuarios de la autopista Ramiro Prialé en su ingreso al puente modular Huaycoloro.
- Reducir los riesgos de accidentes en la autopista Ramiro Prialé e ingreso al puente modular Huaycoloro.

Señalización

Marco Normativo:

- Manual de Disposiciones de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC 2018
- Directiva N° 1 - 2011- MTC/14 Reductores de Velocidad tipo resalto para el sistema nacional de carreteras (SINAC).

Clasificación de la vía

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA		
Clasificación		
Por Demanda	Por Orografía	Norma
IMD al 2050	Orografía llana	DG- 2018
70,000veh./día	Vía tipo 1	DG- 2018

Criterios de diseño geométrico

- Vehículo de diseño: T3S3
- Velocidad de diseño: 90 km/h

Señalización



Progresiva	Lado	Código	Dimensión	Forma	Tipo Señalización
0+500.00	D	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria
1+500.00	I	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria
3+500.00	D	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria
6+500.00	I	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria
7+500.00	D	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria
9+500.00	I	R - 30	1.00 x 1.00	Cuadrado	Reglamentaria

Nota: Excepto un kilómetro antes de la cercanía entrada al puente modular Huaycoloro. No Existe.

• **Señales reguladoras o reglamentarias:** Notifica a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye falta

Señalización: “Siga de Frente, o en un solo sentido”



Nota: Se sugiere colocar cada 800 m antes de ingresar y salir del puente puente a lo largo de la autopista Ramiro Prialé. No Existe

• Señalización: “Camiones a la Derecha”, “Camiones usar carril derecho”, “No Adelantar” Se colocará a lo largo de la autopista en lado derecho e izquierdo a cada 500m.
señalización



Se sugiere colocar cada 800 m antes de ingresar y salir del puente a lo largo de la autopista

- Señalización: “Transito Lento, mantener derecha”, “Mantenga su Derecha”

No Existe.

Señalización



En la proximidad de ingreso al puente Se sugiere colocar cada 400 m antes de ingresar lado de Huachipa. No Existe.

- Señalización: “Reducir la velocidad a 55KPH”, “Velocidad Máxima Camiones”

Señalización de velocidad



Proximidad de ingreso al puente Huaycoloro, se debe disminuir la velocidad de los vehículos motorizado especialmente de los camiones T3S3 a 35 KPH, Se sugiere colocar las señales cada 400 m antes de ingresar al puente hacia Huachipa. No Existe.

- **Señales de prevención:** advierten a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

- Señalización: “Mantenga su izquierda”, “Hombres Trabajando”, “Inicio de zona de Trabajo”.

señales de prevencion

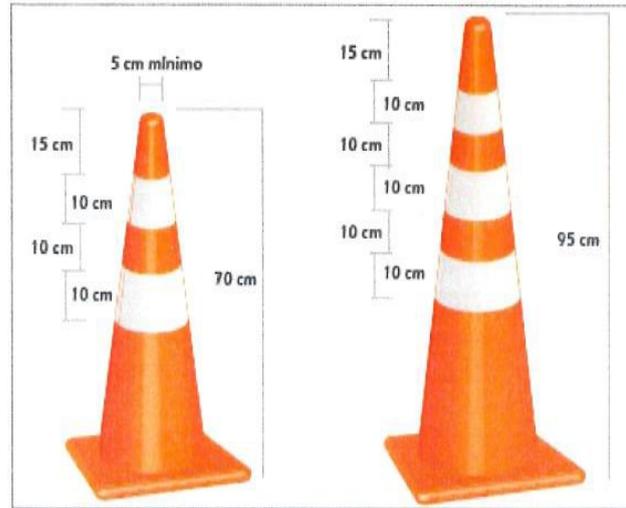


Aplica cuando se realicen trabajos de mantenimiento preventivo, mejoras a la estructura, en el puente Huaycoloro.

Delineadores o Canalizadores

- Figura: “Conos Delineadores y de Seguridad”.

Conos delineadores



Para canalizar carriles temporales de circulación y de seguridad

- **Señales de Información:** Es la de guiar a los usuarios y proporcionar información para que pueda llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información que pueda necesitar acerca de distancias a centros poblados y servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

Se debe colocar un letrero informativo con el nombre del puente, con incaciones de la longitud del puente y la advertencia de disminuirla velocidad.

Señales informativos



Colocar cerca de la entrada del puente Huaycoloro. No existe

Señal nocturna mensaje variable luminoso de carácter informativo de una línea complementaria con una señal reglamentaria de límite de velocidad como sistema inteligente de transporte.

“Mensaje Luminoso”



Debe implementarse la información nocturna antes de la entrada del puente Huaycoloro. NO Existe

Marcas en el Pavimento

Son utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación, sirven en algunos casos como suplemento a las señales y semáforos en el control de tránsito en otras de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

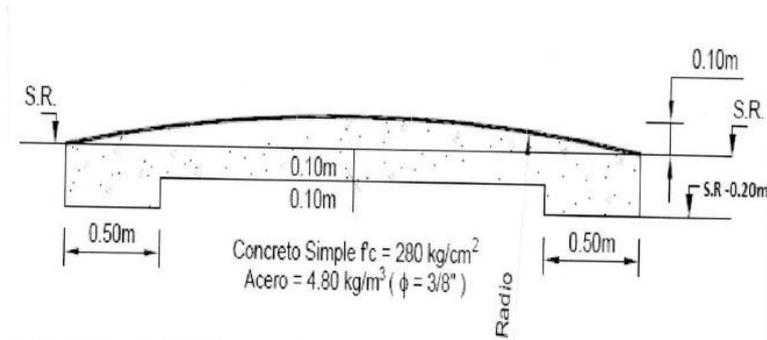
Seguridad Vial

Reductores de velocidad

Resalto

Dispositivo estructural fijo, que función la de reducir de velocidad a los vehículos motorizados en autopistas, carreteras, zonas urbanas, da seguridad de los peatones y disminuye los riesgos de accidentes.

“Reductor de Velocidad”.



Es muy importante la colocación de los Reductores de Velocidad en el ingreso al puente Huaycoloro, disminuyen la velocidad de todos los vehículos especialmente de los camiones T3S3.

Señalización preventiva: indicando la proximidad a un reductor de velocidad tipo resalto

señal de reductor de velocidad



Se colocará una señal preventiva cerca a la entrada del puente Huaycoloro, anunciando la cercanía a un rompemuelleres, Colocar cerca de la entrada del puente Huaycoloro.

Sistema de Contención de Vehículos tipo Barreras de Seguridad para Carretera y amortiguadores de Impacto

Dispositivos de seguridad que protege al peatón y a los vehículos, su cumplimiento es obligatorio hacerla cumplir por las autoridades su colocación para

salvaguardar a los peatones, ciclistas y animales no sufran accidentes y no crucen las carreteras.

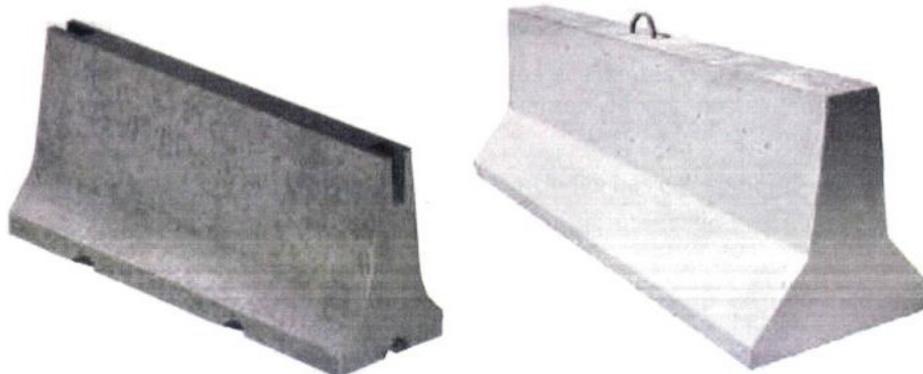
“Barreras semirrígidas”.



Se debe instalar especialmente tanto en la entrada y salida del puente Huaycoloro.

Fuente: Manual de Seguridad Vial MTC 2017.

“Barreras rígidas”.

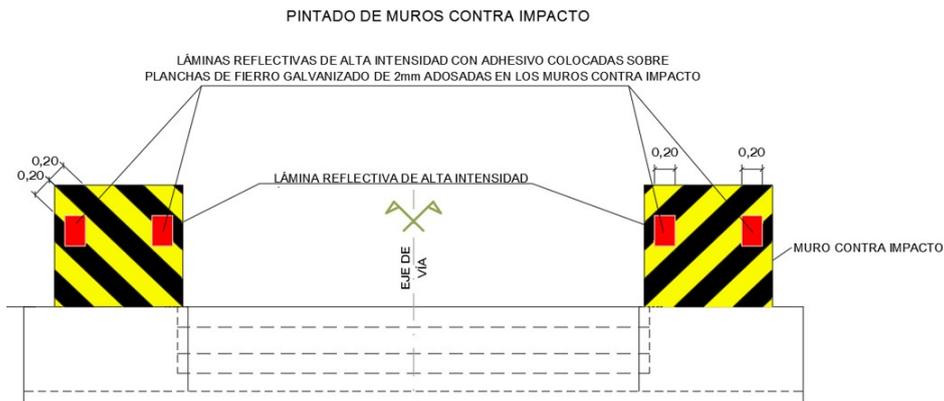


Nota: estructuras que se deben instalarse a lo largo de la autopista Ramiro Prialé hasta las cercanías de la entrada y salida del puente Huaycoloro, para evitar accidentes de los vehículos motorizados. Fuente: Manual de Seguridad Vial MTC 2017

Delineadores sobre el muro de protección o impacto del puente

Advierte al conductor sobre la existencia de estructuras: como el acceso a puentes, túneles, bifurcaciones, etc. con materiales retrorreflectivos de tipo IV.

“Barreras Rígidas contra impacto y Protección del puente”



estructuras que se deben instalarse en el ingreso y salida al puente Huaycoloro, protege a la estructura metálicas del puente, también lleva pintura de tráfico en diagonales de color amarillo y negro y micas reflectivas. No dispone Fuente: Manual de Seguridad Vial MTC 2017

Señal Postes de kilometrajes (I-2A)

Su finalidad iniciar la distancia con respecto al punto de inicio del carril de aceleración o de salida.

Señal: Poste de kilometraje (I2A)



Se sugiere colocar a antes de la entrada al puente, los demás hitos a cada kilómetro delante y detrás del puente Ramiro Prialé. No dispone. Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles. MTC 2018

Inspecciones al puente huaycoloro

Aspectos Generales

Técnicas que se realizan para aminorar los deterioros estructurales en el puente y conocer el estado situacional de la superestructura para realizar acciones de mantenimiento priorizando sus niveles de intervención.

Objetivos:

Asegurar el tránsito sin riesgo sobre la estructura del puente

identificar cualquier daño existente para solucionar con acciones correctivas que eviten el deterioro progresivo del puente, más aun tratándose de un puente provisional de emergencia en una autopista como la Ramiro Prialé por la cual transitan una cantidad intensa de vehículos automotores a través del puente Huaycoloro en su retorno e ingreso a la gran ciudad de Lima.

Procedimientos:

Al puente Huaycoloro está en servicio en una autopista de alto tránsito, especialmente por camiones pesados como la T3S3 que ingresan al puente modular a gran velocidad produciendo impactos dinámicos y vibraciones que

constantemente producen aceleraciones afectando al puente en su capacidad de servicio, es así que las estructuras han sufrido deflexiones, fisuras, y fracturas; se le ha estado monitoreando eventualmente encontrando deficiencias que no siempre se le han atendido con las intervenciones de mantenimientos preventivos o correctivos, en algunos casos se actuó muy tarde llegando a colapsar alguno de sus elementos importantes. Otro factor en el deterioro de la superestructura es la falta de elementos de señalización y precaución antes de ingresar al puente provisional

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO



Casi 120 kilómetros de vías fueron afectados por el desborde del río Huaycoloro el último martes. | Andina



“Fuente: Elaboración Propia”

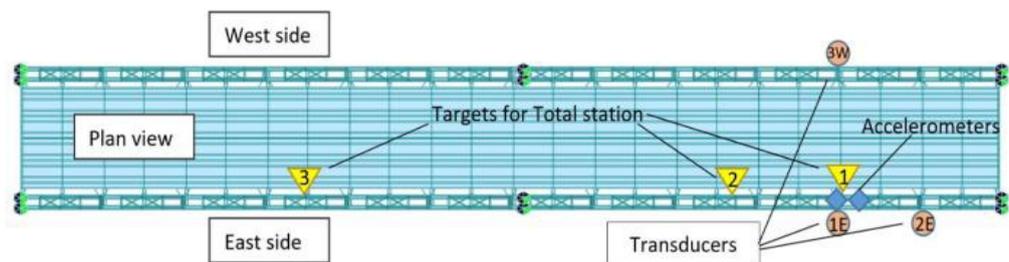
Figura 3. Puente Huaycoloro nuevo, montaje e instalación de la estructura metálica tipo Bailey de configuración panel triple doble reforzado en tres, con nariz de lanzamiento.



Figura 4. Puente Huaycoloro, apertura al tráfico de la nueva estructura metálica del puente tipo Bailey de la marca HARZONE china

Fig. 2 Target bridge A, Left: single span with the double panel, Right: standard configuration of Bailey bridge

The points to be Observed for displacement Measurement were set mainly at the middle and the quarter of the span to identify static behavior. Besides, acceleration responses in both vertical and transversal-horizontal directions under traffic loads were also measured to obtain the dynamic behavior and characteristics of the target bridge.



Puntos que se observan del comportamiento estático, respuestas de aceleración dirección vertical y horizontal bajo cargas de tráfico para obtener el comportamiento dinámico y las características del puente.

Figura 5. Puntos de medición del comportamiento estático y respuesta de aceleraciones en el comportamiento dinámico.



Figura 6. Puente Huaycoloro: Los tableros de la rodadura del puente HARZONE, sufren desprendimiento y doblado en la chapa de la cubierta



Figura 7. Puente Huaycoloro tipo Bailey: Los tableros de la rodadura del puente HARZONE, se fracturan internamente las viguetas de soporte, inclusive las chapas de amarre.



Figura 8. Puente Huaycoloro tipo Bailey: Internamente los tableros de la rodadura del puente HAR-ZONE, se puede verificar las fracturas transversales de las viguetas (el puente continúa en servicio)



Viga transversal cambiada por otra, falta instalas sus accesorios que lo estabilicen



Fisuración en el alma de la viga transversal



Fractura en la viga transversal, se quiebra la viga y afecta a los demás componentes



Figura 9. Puente Huaycoloro tipo Bailey: Cubierta de Canto del segundo módulo del tablero de la rodadura del puente HARZONE, es cambiado por otra cubierta reparada. (puente en funcionamiento)



Figura 10. Puente Huaycoloro tipo Bailey: Cubierta de Canto del módulo interno de la rodadura del puente HARZONE, es cambiado por una cubierta nueva. (puente en funcionamiento)

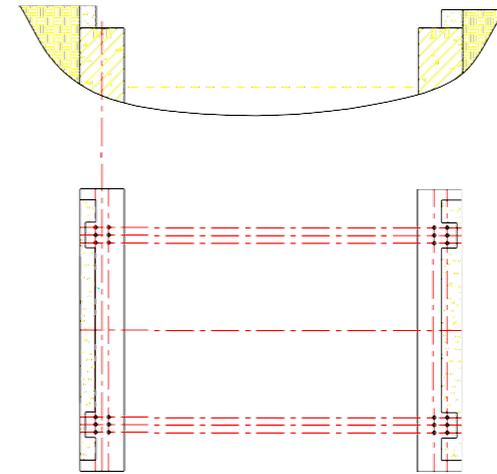


Figura 11. Puente Huaycoloro tipo Bailey: Cubierta de Canto del quinto módulo de la rodadura del puente HARZONE, es cambiado por una cubierta reparada. (puente en funcionamiento)

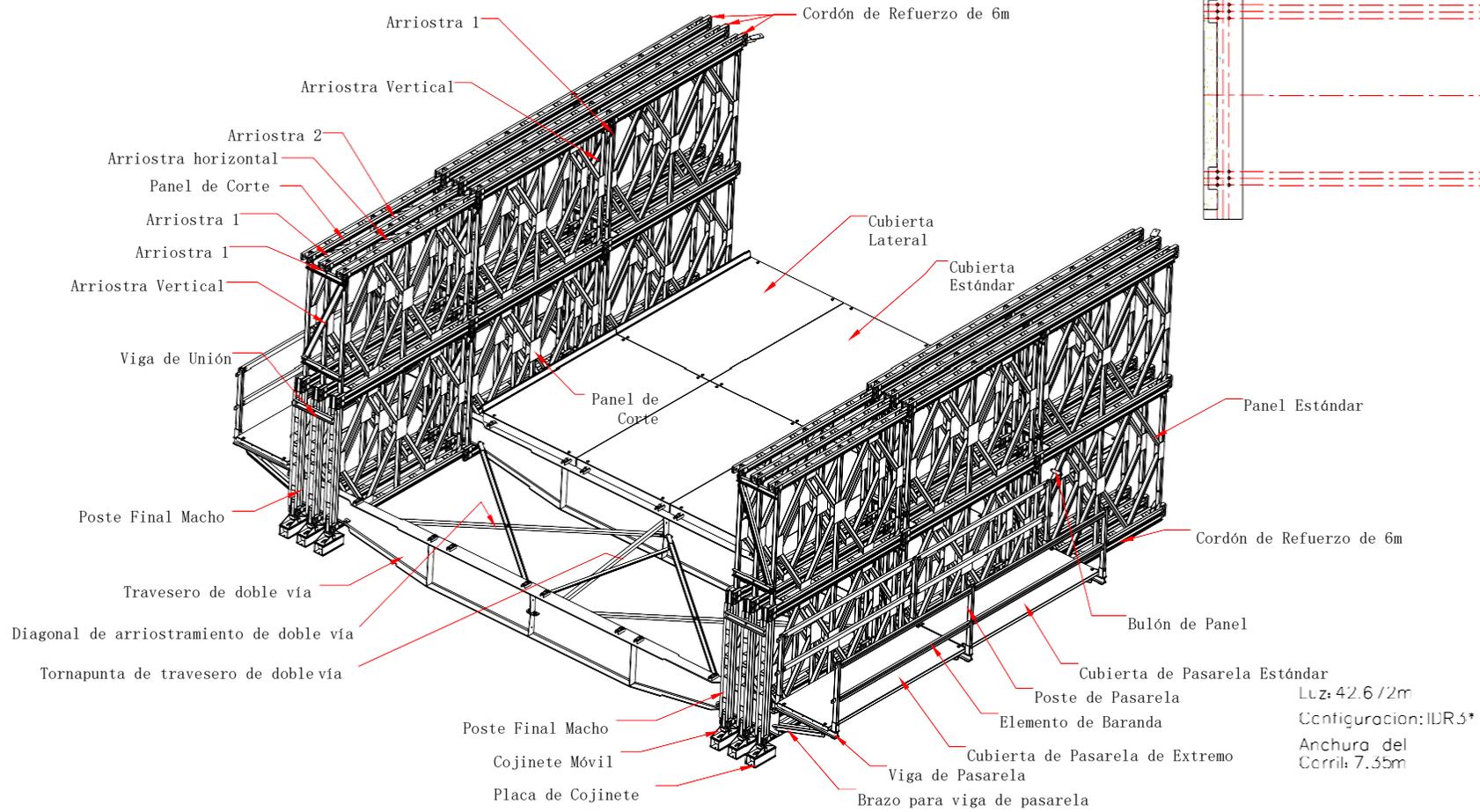


Alumno Máximo Flores Huamán en el montaje de puente Huaycoloro 2017

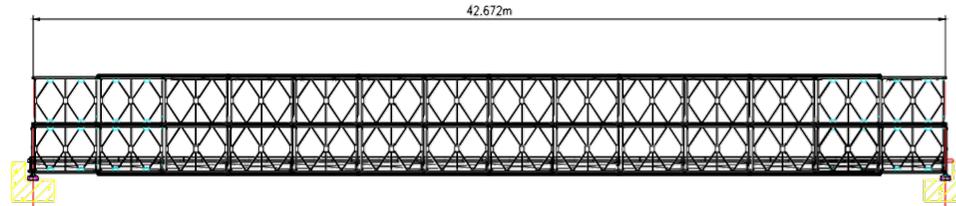
ESTRIBOS - PUENTE MODULAR TIPO CB200A



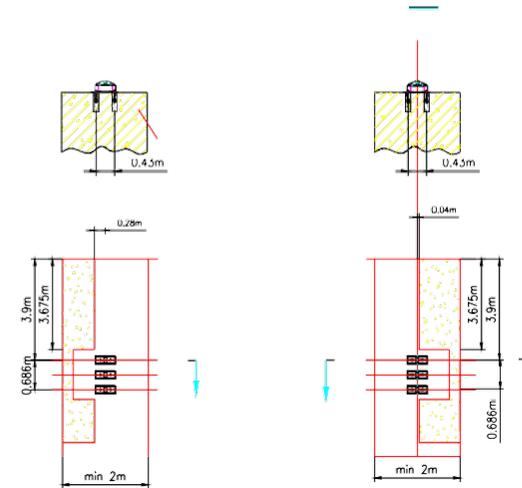
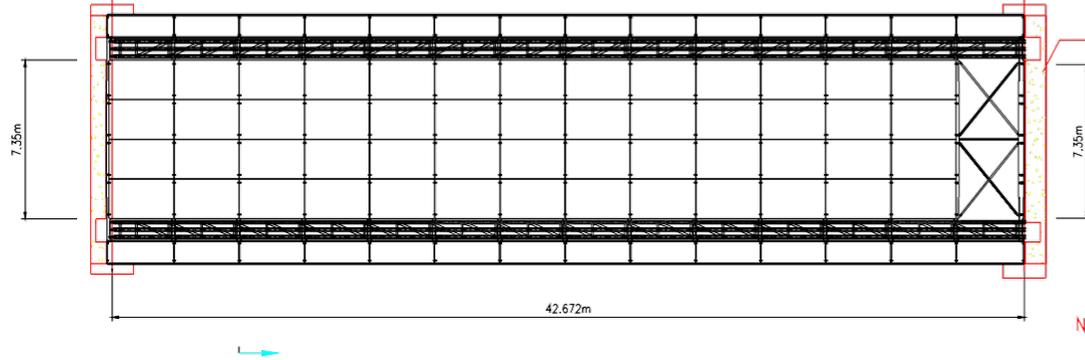
VISTA ISOMÉTRICA - PUENTE MODULAR TIPO CB200A



VISTA PERFIL – PUENTE MODULAR
TIPO CB200A



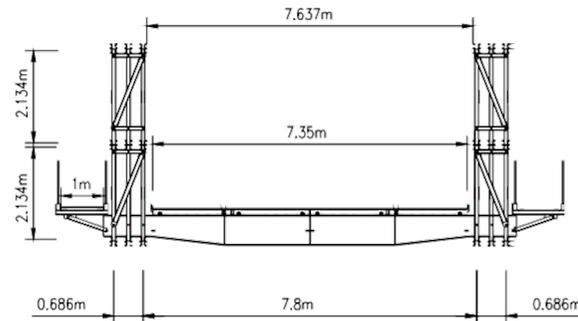
VISTA PLANTA – PUENTE MODULAR
TIPO CB200A



Nota

1. Ancho de carril: 7.35m
2. Configuración: TDR3*
3. Carga de Diseño: HL-93
4. Se realiza la segunda cimentación en la entrada/salida y en perno de cimentación después de lanzamiento de puente.

VISTA FRONTAL – PUENTE MODULAR
TIPO CB200A



8669600.000

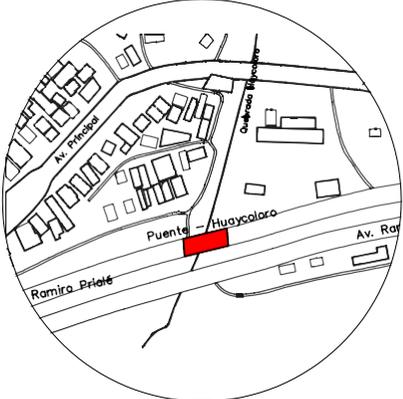
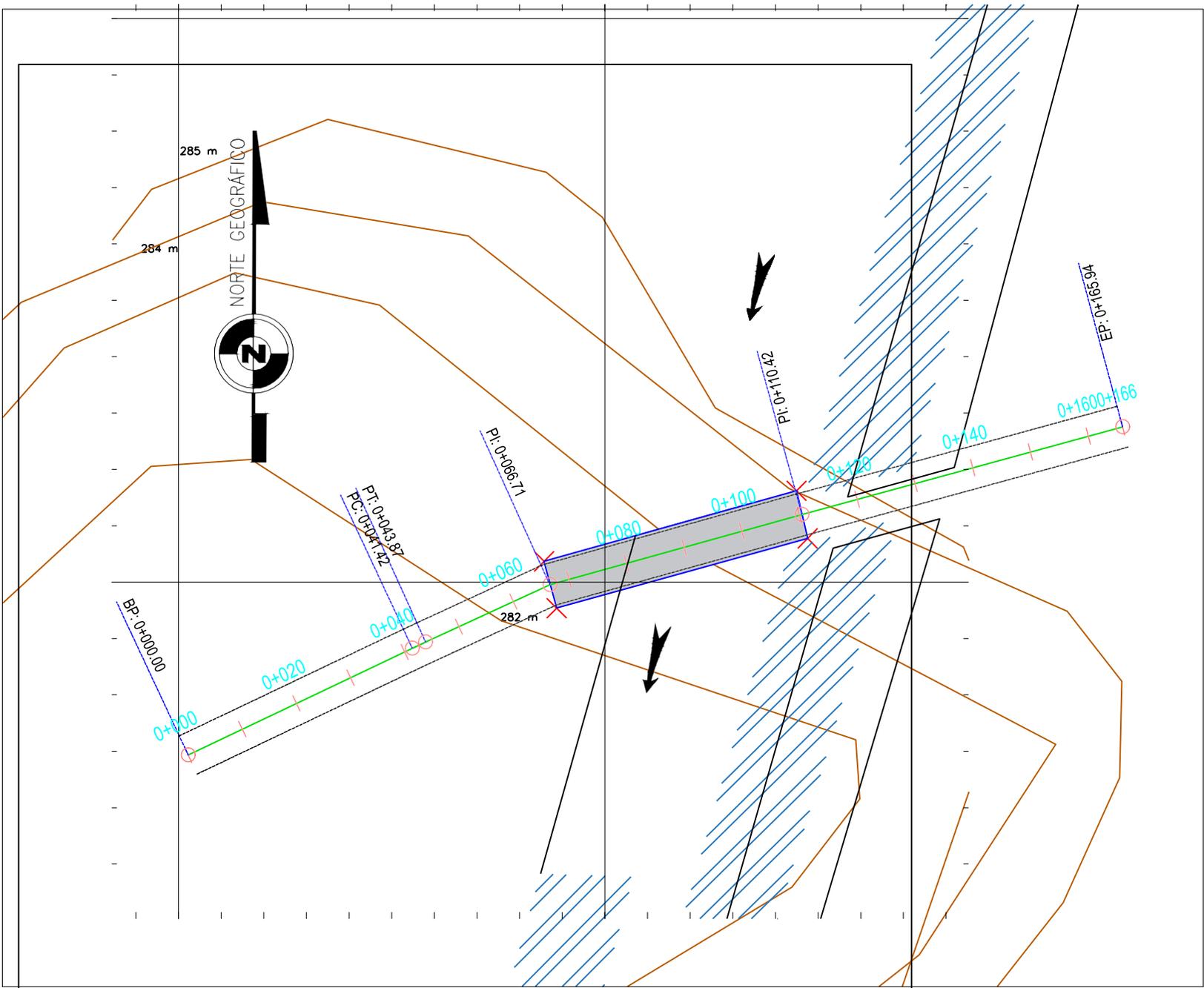
8669500.000

287100.000

287200.000

8669600.000

8669500.000



P O D U B I C I Ó N

DEPARTAMENTO
 PROVI
 STRITO SAN JUAN DE RIGANCHO

WGS8 8 S
 Cotas el Puente

Punto	Este	Norte
A	287426.04	8670447.30
B	287423.94	8670455.07
C	287468.02	8670458.88
D	287466.16	8670466.77

287100.000

287200.000

CLIENTE

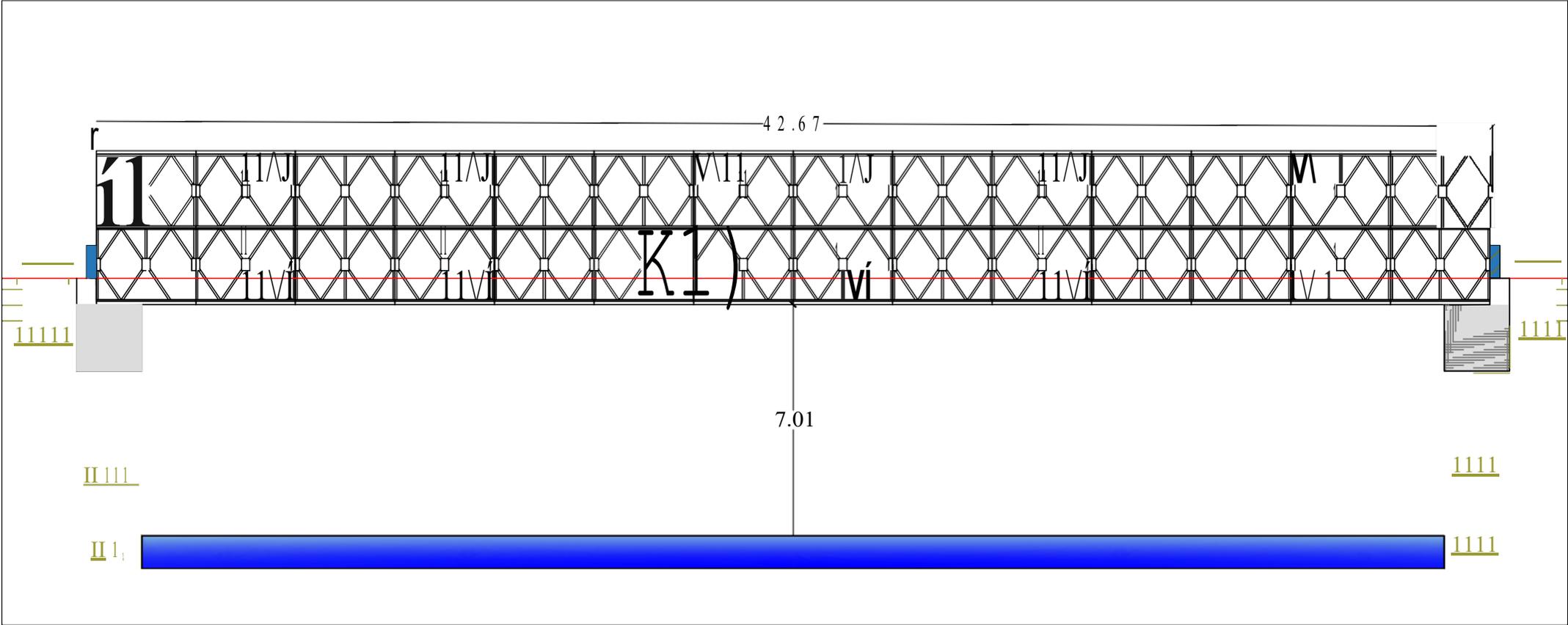


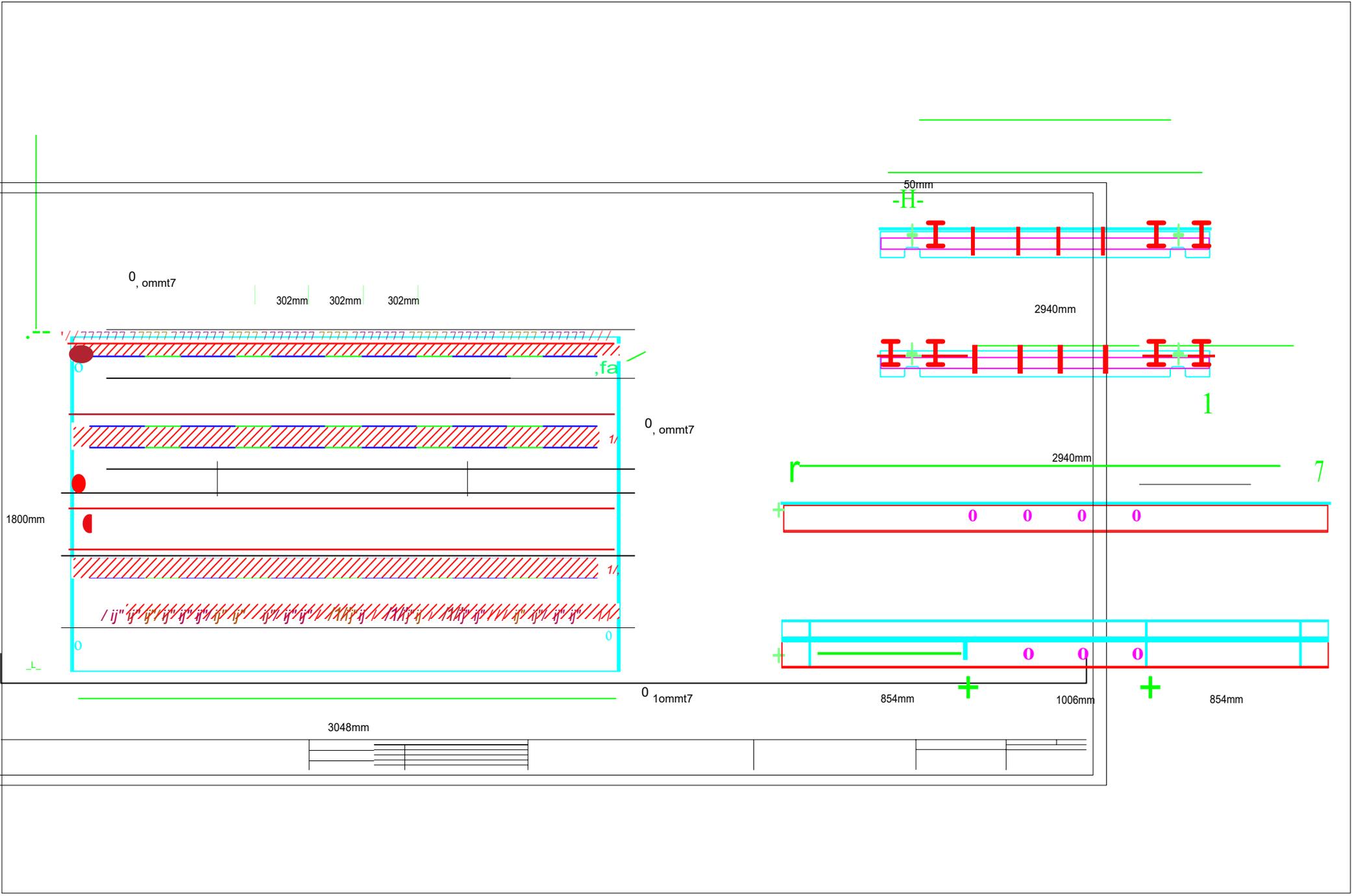
AUT. DE EDICIÓN		PLANO DE REFERENCIA		PROYECTO :	
FECHA	CONTRATO	Nº DE PLANO	DESCRIPCIÓN DEL PLANO	FECHA	PROYECTO :
		1	PLANO DE UBICACIÓN - PUENTE HUAYCOLORO		
		-	PROYECTO PARA ESTE		
		-			
		-			

"PLANO DE UBICACIÓN - HUACHIPA"
 FUENTE HUAYCOLORO

DEPARTAMENTO:	LIMA	ESCALA:	INDICADA
PROVINCIA:	LIMA	FECHA:	JUNIO DE 2022
DISTRITO:	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PLANO Nº :	1

PLANO DEL PUENTE MODULAR TIPO BAILEY - HAYCOLORO







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE ESTUDIO DE TRAFICO

TESIS: “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Priale, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho,



Elaborado por: Flores Huamán Máximo

CONTENIDO

INFORME DE ESTUDIO DE TRAFICO

1. GENERALIDADES
 - 1.1. OBJETIVOS
 - 1.1.1. General
 - 1.1.2. Especificos
2. UBICACION
3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN
 - 3.1. Alcances
 - 3.2. Metodología
4. ESTUDIO VOLUMETRICO
 - 4.1. Tramos homogéneos
 - 4.2. Estaciones de conteo vehicular
 - 4.3. Resultado del conteo vehicular
 - 4.4. Índice medio diario semanal (IMDS)
 - 4.5. Factor de corrección estacional (FCE)
5. DETERMINACION DE INDICE MEDIO DIARIO ANUAL
 - 5.1. Variación diaria
 - 5.2. Índice medio diario Anual (IMDA)
6. PROYECCIONES DE TRAFICO
 - 6.1. Trafico normal
7. ANEXOS
 - 7.1. Panel fotográfico

1. GENERALIDADES

El presente estudio resulta ser necesario para la realización del diseño y análisis de todas las estructuras que conforman una vía, a través del mismo se logra establecer las cargas y la frecuencia con la cual la vía será utilizada.

Para el proyecto “MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL PUENTE RAMIRO PRIALE, CRUCE AUTOPISTA RAMIRO PRIALE CON EL RIO HAYCOLORO DEL DISTRITO DE LURIGANCHO – PROVINCIA DE LIMA – DEPARTAMENTO DE LIMA”, el informe se realizó de acuerdo a la información enviada por EMAPE, flujo vehicular desde agosto del año 2018 hasta octubre del año 2020 la cual ha sido actualizado para evitar sub estimar la demanda por el estado de emergencia decretado por el gobierno peruano

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

Realizar el diagnóstico del estado actual de tránsito, y la evaluación del tráfico que viene circulando en la actualidad, cuantificando y clasificando por tipo de vehículos y determinar volúmenes vehiculares en las horas pico y a lo largo del día.

1.1.2. Especificos

- a) Determinar el tipo de vehículo más recurrente en este tramo de carretera.
- b) Establecer la cantidad y ubicación estratégica de las estaciones de conteo.
- c) Calcular el Índice Medio Diario Semanal (IMDS).
- d) Verificar los factores de corrección necesarios para el cálculo del IMDA.
- e) Determinar el IMDA actual y el proyectado de 30 años para cada tipo de vehículo.
- f) Conocer la demanda real en el periodo crítico (2019-2020) de vehículos pesados para estimar la carga en el Puente Haycoloro

2. UBICACION

El proyecto se encuentra dentro de una amplia red de vias a nivel de la ciudad y su vinculación al resto de la región

Tabla 1.

Coordenadas del proyecto

COORDENADAS GEOGRAFICAS			
PUNTO	PROGRESIVA	ESTE (E)	SUR (S)
INICIO	0+000	287467.37	8670462.71
FINAL	4+390	283462.99	8669109.89

Fuente: Elaboración propia

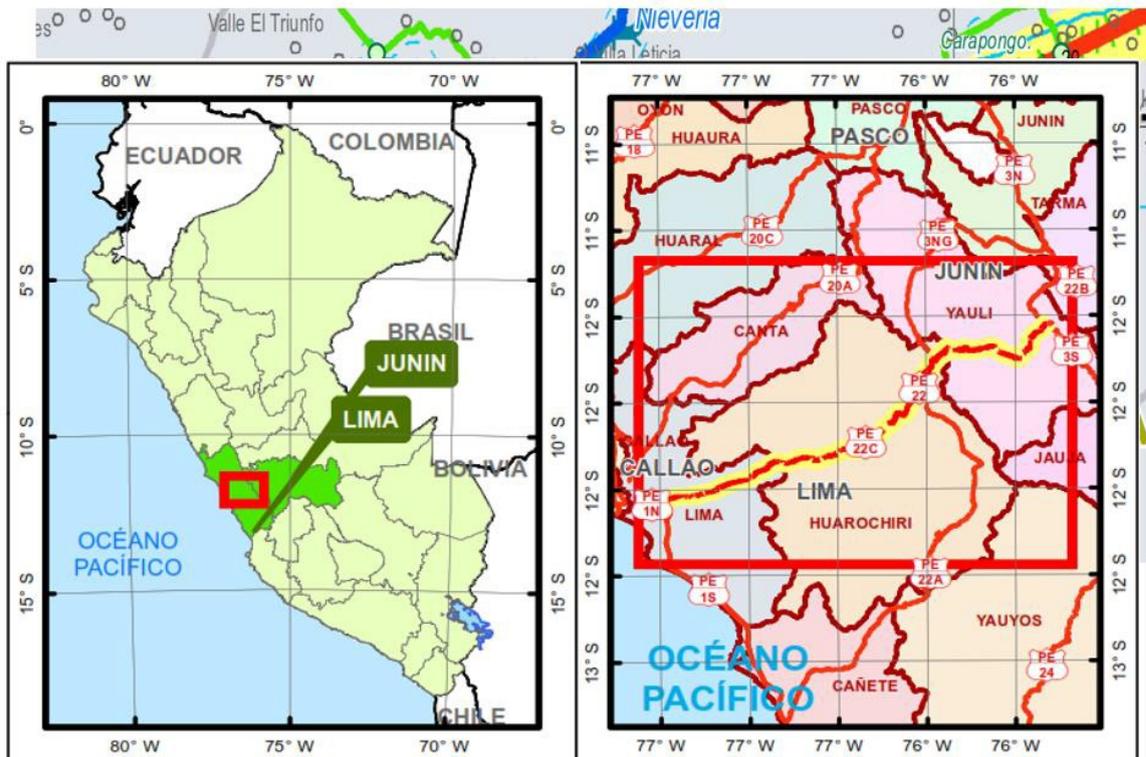


Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3. METODOLOGIA DE APLICACIÓN

3.1. Alcances

Para la realización del estudio de tráfico se consideró:

- Coordinación con Gerencia de EMAPE para la otorgación de la información del Peaje en el periodo (2018 – 2020)
- El informe se realizó de acuerdo a la información enviada por EMAPE. Flujo vehicular desde agosto del año 2018 hasta octubre del año 2020, se utilizó dicha información con objetivo de analizar la etapa más crítica de acuerdo al registro de mantenimiento correctivo dada por la entidad EMAPE

- Del flujo total del mes de mayo del año 2020, se obtuvo el IMDa, utilizando el equivalente a 07 días de la información recopilada, luego se halló factores de corrección por COVID por tipo de vehículos, utilizando conteos anteriores realizados en la misma zona (Dichos datos proporcionados por el PEAJE (Puente Haycoloro – Peaje)
- Se realizarán proyecciones de tráfico, tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional anual y la tasa de crecimiento anual del PBI.
- El periodo de diseño del proyecto será de 30 años.

3.2. Metodología

La metodología usada para el análisis volumétrico será a través de la utilización de dos fuentes de información: referenciales y directas.

Como fuentes referenciales tomamos los datos del Ministerio de Transportes y comunicaciones, mientras que las fuentes directas, serán los conteos de tráfico realizado en las estaciones de control.

El cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA), será utilizando la fórmula:

El informe se realizó de acuerdo a la información enviada por EMAPE, flujo vehicular desde agosto del año 2018 hasta octubre del año 2020, se utilizó la información recopilada en octubre del año 2020, Asimismo, información de conteos registrados del 25 al 31 de mayo del 2020, lo cual ha sido actualizado para evitar sub estimar la demanda por el estado de emergencia decretado por el gobierno peruano, donde los usuarios no están operando al 100%, por tanto, a fin de evitar la sub estimación del IMDA se ha afectado con factores hallados con información antes y durante el estado de emergencia

Metodología para el cálculo del IMDA

El índice Medio Diario Anual – IMDA se calculó con la fórmula siguiente

$$IMDA = IMD(Enero) \times FCE (Enero)$$

Donde :

IMD (Enero) es el promedio diario de los volúmenes de tráfico del mes de enero

IMDA es el índice Medio Diario Anual

FCE es el factor de corrección estacional para el mes de enero

$$IMD(Enero) = \frac{V_L + V_M + V_{MI} + V_J + V_V + V_S + V_D}{7}$$

Donde:

$V_L + V_M + V_{MI} + V_J + V_V + V_S + V_D$ son los volúmenes de tráfico registrados en los conteos de días lunes a domingo

4. ESTUDIO VOLUMETRICO

4.1. Tramos homogéneos

Son todos los lugares generadores de tráfico en la vía, en los cuales se producen las variaciones de tráfico de forma significativa.

El proyecto considera un solo tramo homogéneo comprendido entre el puente Haycoloro y el Peaje de Lima - Huachipa

Tabla 2.

Tramos homogéneos del proyecto.

TRAMO HOMOGENEO	INICIO	PROGRESIVA	FINAL	PROGRESIVA
Puente Haycoloro – Peaje Lima - Huachipa	Puente Haycoloro	0+000	Peaje Lima- Huachipa	4+390

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Estaciones de conteo vehicular

La información brindada por EMAPE es gracias a la información proporcionada por el Peaje “Lima – Carretera Central “ por el cual pasan los vehículos en ambas direcciones

Tabla 3.

Ubicación de estación de conteo.

TRAMO HOMOGENEO	ESTACION	PROGRESIVA	CODIGO
Peaje Lima - Huachipa	Peaje	4+390	E - 1

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Resultado del conteo vehicular

La estación de conteo E-1, permitió establecer los volúmenes de tráfico del tramo homogéneo de la carretera. La clasificación por día, tipo de vehículo y por sentido, se registró en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Conteo de tráfico en estación E-1 del mes de Mayo 2020

TRAFICO VEHICULAR E-1 (Veh/dia)								
Clasificación Vehicular	Tipo de Vehiculos	FC	IMDs	IMDa Entrada	IMDa Salida	IMDA	DlItrlb. %	Distrib. Por clasificación Vehicular (%)
Ligeros	Autos / S. Wagon	1.052754	8612	4083	4982	9065	17.84%	41.49%
	Pick Up / Panel	1.052754	5445	2471	3661	6132	12.07%	
	C. Rural	1.052754	3697	1781	2301	4382	8.62%	
	Micro	1.052754	1426	628	873	1501	2.95%	
	Omnibus B2	1.0612115	805	369	523	892	1.76%	
	Omnibus B3	1.0612115	370	275	292	567	1.12	2.87%
	Camión C2	1.0612115	5746	2851	3690	6541	12.87%	
	Camión C3	1.0612115	200	1274	1833	3107	6.11%	
	Camión C4	1.0612115	1018	619	667	1286	2.53%	55.64%
Camiones	T2S1/T2S2	1.0612115	711	325	538	863	1.70%	
	T2S3	1.0612115	1017	634	829	1263	2.49%	
	T3S1/T2S2	1.0612115	2475	1532	1487	3019	5.94%	
	T3S3/T3S4	1.0612115	9251	5381	6012	11393	22.42%	
	C2R2	1.0612115	11	14	0	14	0.03	

C2R3	1.061211 5	6	9	0	9	0.02	
C3R2	1.061211 5	23	15	14	29	0.59%	
C3R3/C3R 4	1.061211 5	39	21	25	47	0.94%	
TOTAL		43 5 8	22822	28 8 8	50810	100%	100%

Nota. Fuente Datos proporcionados por EMAPE – Peaje de Lima – Carretera Central

Información base: conteo vehicular – Estación 1 – del 25 al 31 de mayo del 2020

(Actualizado del 04 al 10 de enero del 2021)

4.4. Índice medio diario semanal (IMDS)

El índice medio diario semanal (IMDS), se define como el promedio del volumen diario registrado en el conteo vehicular, calculando utilizando la expresión:

$$IMDS = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la muestra

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

Tabla 5.

Índice medio diario semanal del proyecto.

Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
00-01	962	889	320	472	1298	928	1054	5923
01-02	932	873	470	540	895	735	931	5376
02-03	792	828	324	349	886	660	923	4762
03-04	608	674	293	445	777	607	985	4389
04-05	1782	1320	760	582	1255	1337	1233	8269
05-06	2186	2306	1554	1756	2033	1546	2406	13787
06-07	1786	1786	2165	1568	3121	2581	2906	15913

07-08	1769	1769	2673	2326	2772	3150	2851	17310
08-09	2102	2102	3662	2527	3295	3003	2850	19541
09-10	2288	2288	2643	1581	3525	2774	3169	18268
10-11	2390	2390	2586	2710	3198	3171	3230	19675
11-12	2236	2236	2182	2892	2955	2805	2753	18059
12-13	2153	2153	1920	2875	3396	2946	2835	18278
13-14	1566	1566	2454	2408	2657	2618	2883	16152
14-15	1886	1886	2655	2258	2079	2150	2196	15110
15-16	3077	3077	2621	2411	2136	1622	2069	17013
16-17	2980	2980	3017	2432	1996	1840	2110	17355
17-18	2847	2847	3679	2336	2156	1689	1847	17401
18-19	2227	2227	2979	1935	2198	1529	2116	15211
19-20	1740	1740	1874	1413	1281	1530	1523	11101
20-21	656	656	1320	1435	1491	1269	1511	8338
21-22	740	740	765	1457	1706	1511	1479	8398
22-23	341	341	601	1014	1505	1320	1494	6616
23-24	311	311	575	1038	1122	1011	1187	5555
TOTAL	40357	39985	44092	40760	49733	44332	48541	

Nota. Información base: Conteo vehicular – Estación 1 – del 25 al 31 de mayo del 2020
(Actualizado del 04 al 10 de enero del 2021), información brindada por EMAPE

4.5. Factor de corrección estacional (FCE)

El factor de corrección estacional (FCE), es una variable utilizada para eliminar las variaciones horarias y diarias del volumen de tráfico, producidos durante todo un año, estas variaciones son registradas por las estaciones de peaje.

El proyecto se encuentra dentro del área de influencia del peaje LIMA - HUACHIPA, cuyos datos de corrección se registran en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Factores de corrección de la unidad de peaje Lima - Huachipa del mes de mayo.

Tipo de Veh	Cant.	%	Equiv.	f_p	Factores
Autos	778	37.9	1	1	0.00 E_{autos}

C. Rural	115	5.6	1.25	1	1.405 $E_{C.Rural}$
Micro	38	1.9	2	1	1.857 E_{micro}
Bus	12	0.6	3	1	1.173 E_{bus}
Camion	621	30.4	2.5	1	45.53 $E_{camión}$
Semi Tryler	453	22.1	3.5	1	55.35 $E_{semitrayler}$
Trayler	31	1.5	3.5	1	3.788 $E_{trayler}$
Total	2046	100			105.3
Total UCP	4278				

Nota. Elaborado gracias a la información brindada por EMAPE (Peaje Lima – Chosica)

5. DETERMINACION DE INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

5.1. Variación diaria

Durante el proceso de conteo de tráfico se registraron variaciones de tránsito, en donde entre los días Lunes a Viernes se presenta un menor volumen de tráfico en comparación con los fines de semana en donde estos valores son mayores.



Figura 3. Variación Diaria estación E-1 Tramo: peaje Ramiro Priale – entrada a campoy

Fuente: Peaje Ramiro Priale – Entrada a Campoy – E1 (Sentido Chosica – Lima) información brindada por EMAPE

Variación horaria

El tráfico vehicular sufre variaciones horarias o también llamadas horas pico, en el proyecto se han determinado dichas variaciones entre 6:00 am – 8:00 am, 13:00 pm – 14:00 pm y 18:00 pm – 19:00 pm; debido a la demanda de los grandes vehículos que llegan a nuestra región.

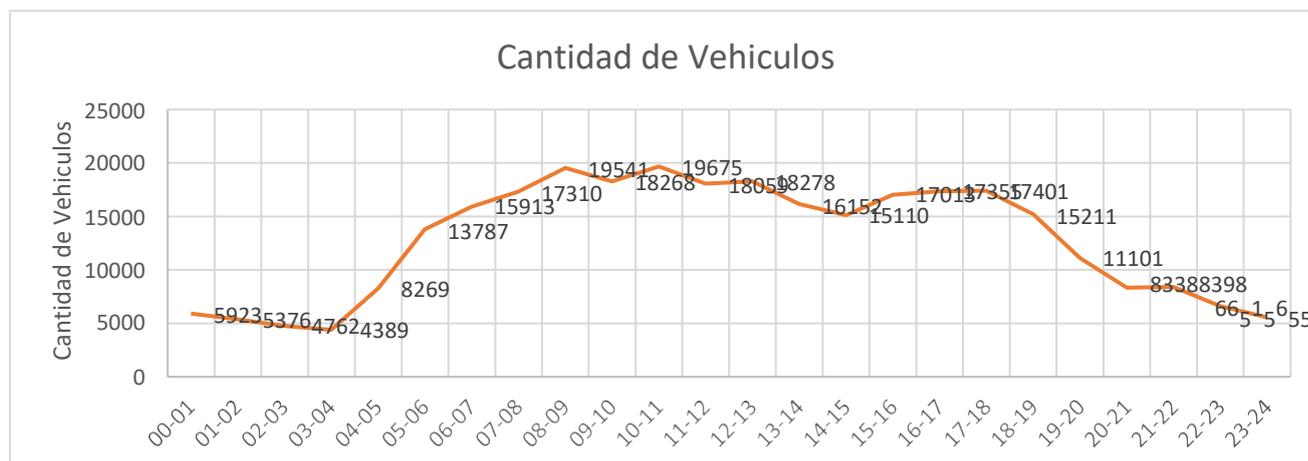


Figura 5. Variación horaria semanal de Mayo de 2020.

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Índice medio diario Anual (IMDA)

El índice medio diario anual se obtiene multiplicando el promedio semanal de tráfico con el factor de corrección para vehículos ligeros (autos, pick up, minivan, combi, bus) y vehículos pesados (camiones, semi tráiler y tráiler) respectivamente.

Tabla 7.
Cuento vehicular por día en estación E-1.

TRAFICO VEHICULAR E-1 (Veh/dia)								
Clasificación Vehicular	Tipo de Vehiculos	FC	IMDs	IMDa Entrada	IMDa Salida	IMDA	DlItrlb. %	Distrib. Por clasificación Vehicular (%)
Ligeros	Autos / S. Wagon	1.052754	8612	4083	4982	9065	17.84%	41.49%
	Pick Up / Panel	1.052754	5445	2471	3661	6132	12.07%	

	C. Rural	1.052754	3697	1781	2301	4382	8.62%	
	Micro	1.052754	1426	628	873	1501	2.95%	
	Omnibus B2	1.0612115	805	369	523	892	1.76%	2.87%
	Omnibus B3	1.0612115	370	275	292	567	1.12	
	Camión C2	1.0612115	5746	2851	3690	6541	12.87%	
	Camión C3	1.0612115	200	1274	1833	3107	6.11%	
	Camión C4	1.0612115	1018	619	667	1286	2.53%	
	T2S1/T2S2	1.0612115	711	325	538	863	1.70%	
	T2S3	1.0612115	1017	634	829	1263	2.49%	
Camiones	T3S1/T2S2	1.0612115	2475	1532	1487	3019	5.94%	55.64%
	T3S3/T3S4	1.0612115	9251	5381	6012	11393	22.42%	
	C2R2	1.0612115	11	14	0	14	0.03	
	C2R3	1.0612115	6	9	0	9	0.02	
	C3R2	1.0612115	233	158	141	299	0.59%	
	C3R3/C3R4	1.0612115	390	218	259	477	0.94%	
	TOTAL		43858	22822	28188	50810	100%	100%

Nota. Elaborado gracias a la información brindada por EMAPE (Peaje Lima – Chosica) Información base: conteo vehicular – Estación 1 – del 25 al 31 de mayo del 2020 (Actualizado del 04 al 10 de enero del 2021)

Demanda actual

Del IMDA encontramos que el tipo de vehículos con mayor presencia en la carretera son el de tipo Pick Up.

La siguiente tabla muestra en porcentajes la presencia por tipo de vehículos:

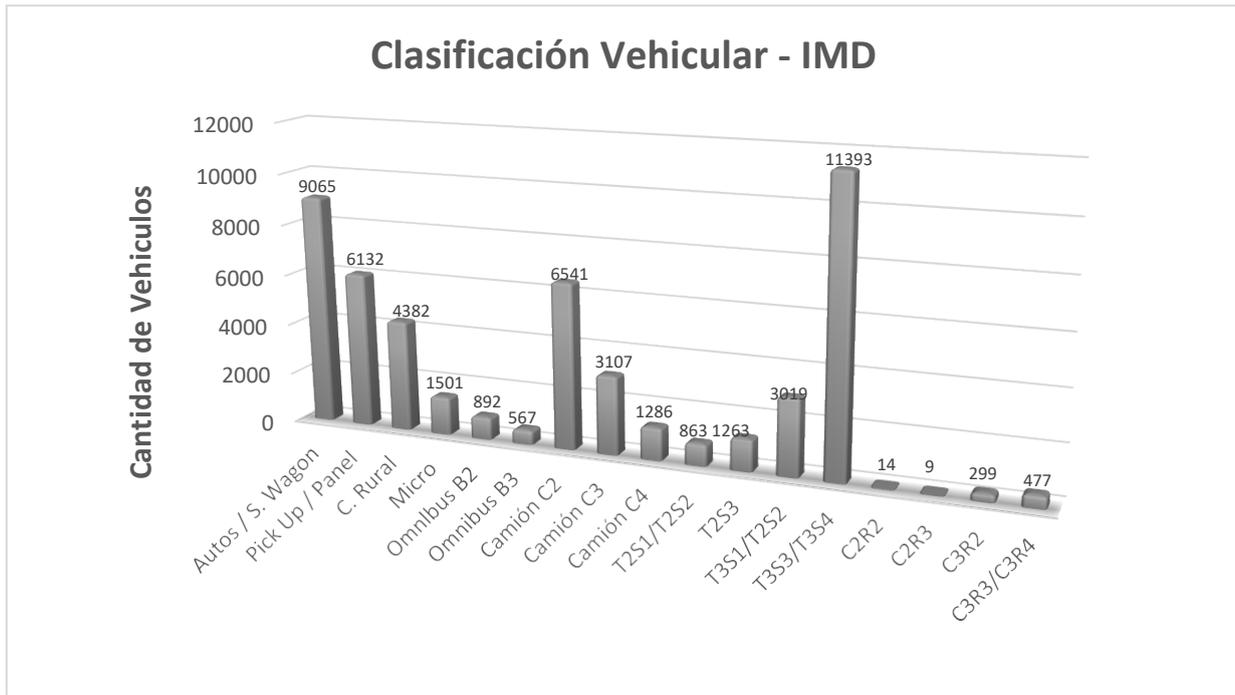


Figura 4. Clasificación vehicular estación E-1 tramo peaje ramiro Priale – entrada a Campoy

Fuente: Nota. Información base: Conteo vehicular – Estación 1 – del 25 al 31 de mayo del 2020 (Actualizado del 04 al 10 de enero del 2021), información brindada por EMAPE

Para lo cual primeramente se ha calculado el factor horario de máxima demanda con la siguiente fórmula

$$FHMD = \frac{\text{Total de la Hora Punta de cada Movimiento}}{\text{Total Hora anterior HP de 15 minutos de c/mov}}$$

Se proceda a calcular el factor de ajuste por presencia de vehículos pesados fHV

$$FHMD = \frac{100}{100 + P_T (E_T - 1) + P_B (E_B - 1) + P_R (E_R - 1)}$$

Donde

$P_B =$ Porcentaje de autobuses

$P_R =$ Porcentaje de vehículos recreativos

$P_T =$ Porcentaje de camiones

$E_R =$ Automóviles equivalentes a vehículos recreativo

$E_B = \text{Automóviles equivalentes a autobuses}$

Tabla 1 Factores para cada tipo de Vehículo

Tipo de Veh	Cant.	%	Equiv.	f_p	Factores
Autos	778	37.9	1	1	0.00 E_{autos}
C. Rural	115	5.6	1.25	1	1.405 $E_{C.Rural}$
Micro	38	1.9	2	1	1.857 E_{micro}
Bus	12	0.6	3	1	1.173 E_{bus}
Camion	621	30.4	2.5	1	45.53 $E_{camión}$
Semi Tryler	453	22.1	3.5	1	55.35 $E_{semitrayler}$
Trayler	31	1.5	3.5	1	3.788 $E_{trayler}$
Total	2046	100			105.3
Total UCP	4278				

Nota. Elaborado por EMAPE

$$V = 2046 \frac{\text{vehículos}^{\text{mixtos}}}{\text{sentido}} \frac{h}{\text{sentido}} (\text{ambos sentidos})$$

$$FHMD = 0.9$$

$$N = 2 \text{ carril } x \text{ sentido}$$

$$f_p = 1.00 (\text{viajeros comunes})$$

$$f_{HV} = 0.49$$

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$V_p = 1091 \frac{\text{vehículos livianos}}{h \cdot c}$$

Se calcula la velocidad de flujo libre estimada (FFS) en Km/h

$$FFS = BFFS - fLW - fLC - 3.22TRD^{0.84}$$

Donde:

$$BFFS = \text{velocidad a flujo libre base} \left(\frac{60 \text{ km}}{h} \right)$$

$$fLW = \text{ajuste por ancho de carril} (0 \text{ km})$$

$$fLC = \text{ajuste por distancia libre lateral derecha} (3.8 \text{ km})$$

Entonces:

$$FFS = 60 - 0 - 0 - 3.22x(2^{0.84})$$

$$FFS = 54 \frac{\text{km}}{h}$$

Aplicando la fórmula de la densidad se tiene los siguientes resultados para las estaciones de conteo:

$$D = \frac{V_p}{FFS}$$

$$D = 1091/54$$

$$D = 20.11 = \frac{20 \frac{\text{veh}}{\text{km}}}{\text{carril}}$$

Nivel de Servicio "D"

6. PROYECCIONES DE TRAFICO

La proyección del tráfico está compuesta por: el tráfico normal, tráfico derivado y el tráfico inducido por el mejoramiento de la vía.

6.1. Trafico normal

Es el tráfico utilizado actualmente en la carretera, cuyo crecimiento estará influenciado por el desarrollo de las actividades socioeconómicas del área de influencia del proyecto.

Para la proyección del tráfico normal hasta el periodo de diseño del proyecto (30 años desde el 2020 - 2040), se utilizan indicadores macro – económicos de la zona del proyecto.

Variables Macroeconómicas

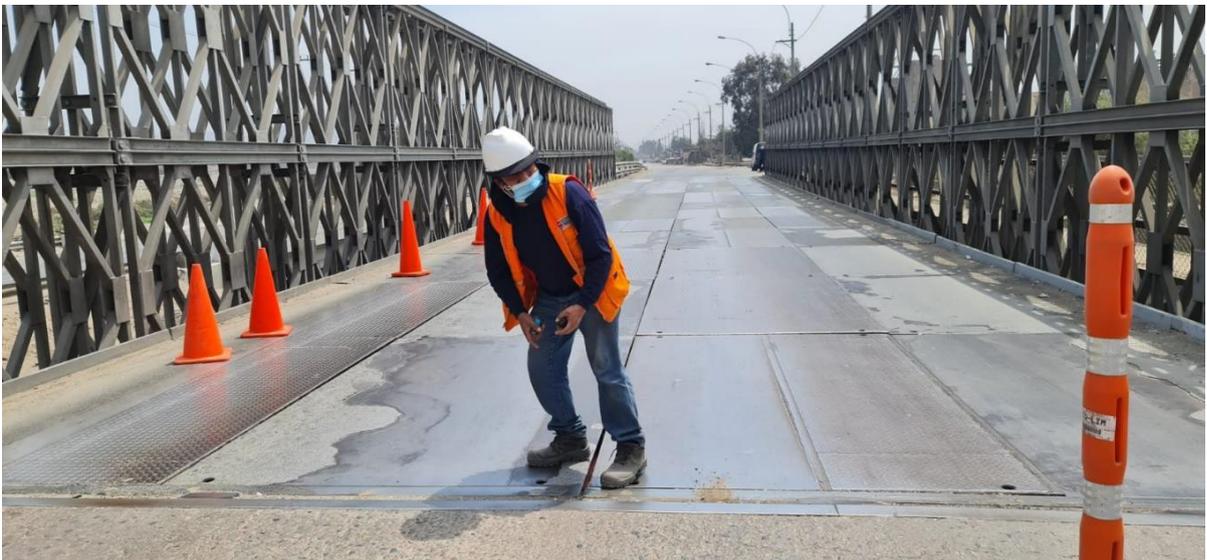
Los indicadores macro – económicos utilizados son: Tasa de crecimiento poblacional de la región Piura y Tasa anual departamental de PBI 2017; para vehículos ligeros y pesados respectivamente. Los valores adoptados se muestran en la siguiente tabla:

7. ANEXOS

7.1. Panel fotográfico







Uso: exclusivo Investigación Académica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

MEMORIA DE CÁLCULO

TESIS: “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho, Lima



Elaborado por: Máximo Flores Huaman

Contenido

1.	GENERALIDADES.....	3
2.	ALCANCES DEL ESTUDIO	3
3.	UBICACIÓN.....	3
4.	SUPERESTRUCTURA.....	3
5.	ESTUDIO DE TRÁFICO	4
6.	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO.....	5
7.	ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO	5
7.1.	ESTRUCTURACIÓN	5
7.2.	PREDIMENSIONAMIENTO.....	5
7.3.	DISEÑO VIAL.....	5
7.4.	MATERIALES.....	7
7.5.	SECCIONES	8
7.6.	CARGAS	11
7.7.	TIPOS DE CARGA	15
8.	RESULTADOS.....	20
9.	DISEÑO POR CSI BRIDGE _ AASHTO 2017	34

1. GENERALIDADES

El presente documento es de elaboración propia en el cual designaremos el MODELAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PUENTE HUAYCOLORO EN EL SOFTWARE CSI BRIDGE El puente que modelaremos en el software es un puente modular tipo Bailey el cual fue instalado durante la emergencia última del “Niño Costero” en la que por una anomalía en el caudal del río que conecta al río Rimac hizo que se desplome el que entonces existía puente de viga de concreto armado

A lo largo de los años desde el 2017 se vino afectando directamente al puenten Haycoloro debido a la gran afluencia de vehículos pesados que circulan a gran velocidad , esta fue afectando constantemente hasta el punto de afectar directamente a elementos principales como Vigas y Rodadura Metálica, por lo que procederemos a realizar el análisis de dicho puente con el fin de buscar un óptimo diseño proyectándonos a poder aumentar la vida útil del puente Haycoloro

2. ALCANCES DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es de mostrar los diseños realizados, así como los resultados y conclusiones conseguidos, en el estudio del diseño estructural de la tesis “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huay-coloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho”. Este estudio ha sido realizado de acuerdo la norma AASHTO LRD Bridge Design Specification 8th Edition September 2017, Manual de Puentes Diciembre de 2018

3. UBICACIÓN

El puente se encuentra ubicado en la Autopista Ramiro Prialé, en el distrito de San Juan de Lurigancho , Lima – Perú , entendiendo la gran afluencia de vehículos pesados , se considerará al momento de realizar la combinación de carga adecuada y las especificaciones de acuerdo al Manual del Fabricante

4. SUPERESTRUCTURA

El puente tiene una luz de 42.67m , integrada por 14 módulos de 10 pies unidos por vigas y arriostres tanto verticales como horizontales, asimismo la rodadura es metálica

distribuyendo las cargas sobre la viga transversal arriostradas adecuadamente y estas en el panel , adicional a ello , consideramos por su configuración TDR3 debido a que contiene doble plataforma de paneles y triple refuerzo de cordón

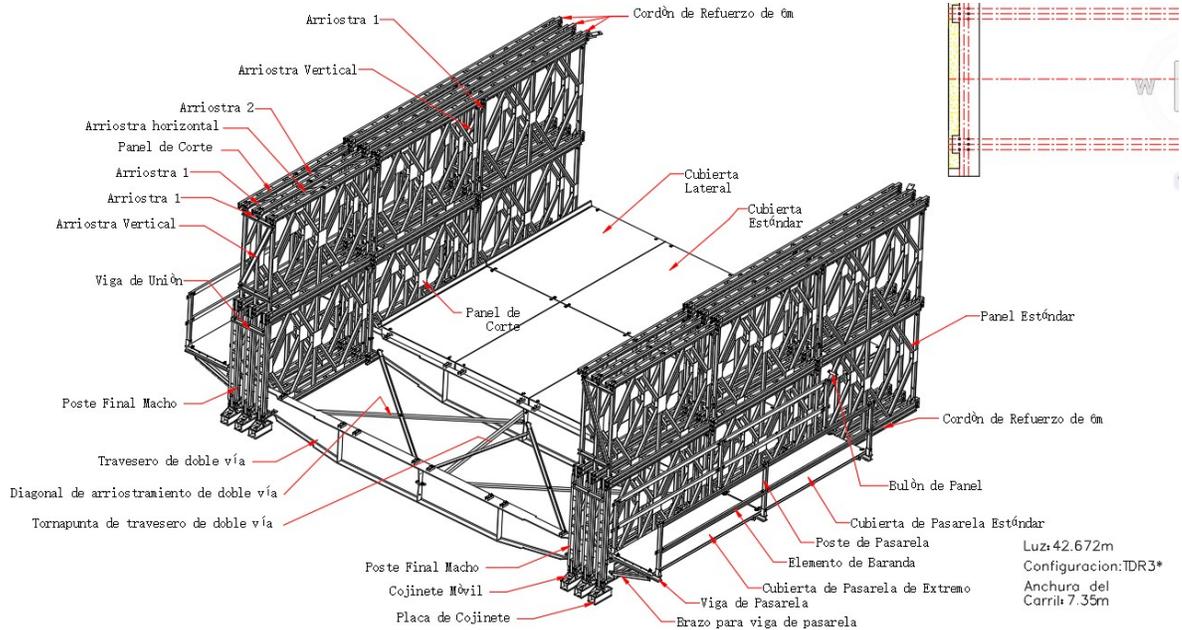
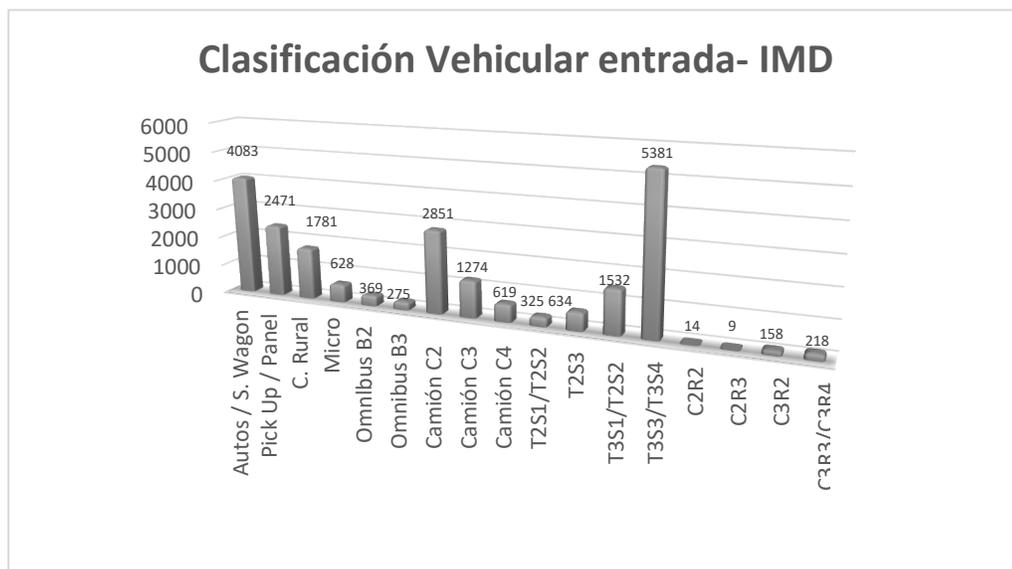


Ilustración 1 Plano de Elaboración Propia

5. ESTUDIO DE TRÁFICO

De acuerdo al estudio de Tráfico , tenemos que el vehículo más recurrente y a la vez el más pesado es el T3S3/T3S4 por lo que diseñaremos nuestra carga vehicular con este dato , asimismo al hacer la clasificación de la carretera tenemos como Nivel de Servicio “D”



En las observaciones y reportes de la afectación directa al puente , tenemos como principal factor el efecto de la superestructura debido a la gran afluencia vehicular por lo que consideraremos como principal factor este efecto a lo largo del análisis y diseño estructural , es así como la afectación externa es mínima y queda excluida de este análisis

6. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO

La estructura comprendida en el presente estudio, consiste en un Puente modular tipo Bailey de 42.67m con Acero Estructural A572- G60, dicho puente está diseñado para una carga vehicular según HL93 – AASHTO 2018 LRD BRIDGE DESIGN SPECIFICATION 8TH EDITION SEPTEMBER 2017

7. ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO

7.1. ESTRUCTURACIÓN

Debemos tener en cuenta los ejes que definen la superestructura del puente tales como el perímetro de la zonificación, los ejes de las vigas transversales y los ejes de las vigas longitudinales reforzadas con los cordones de refuerzo correspondiente, la metodología para el armado de la superestructura consiste en realizar un procedimiento según el Manual de Lanzamiento del Fabricante con el fin de generar un flujo de trabajo en la que se da el proceso de Izaje, Pre Armado uniendo los elementos principales mediante Pernos de acuerdo a los planos y procediendo a unir los arriostres de apoyo , así como a lo largo del proceso los elementos menores y realizando el lanzamiento mismo de la estructura de acuerdo al área de armado y a la luz correspondiente libre del puente.

7.2. PREDIMENSIONAMIENTO

Realizaremos el predimensionamiento de la estructura con los principales elementos en el programa CSI BRIDGE, primero de los elementos que conforman la armadura y luego su correspondiente armado con los ejes adecuados

El software se modela como un marco rígido, conformado por perfiles 2U en las cuerdas superiores e inferior (choird) y perfil U en las verticales y diagonales (tirantes o braces) así como en las Vigas Principales y Viguetas de rodadura , utilizaremos perfiles W

7.3. DISEÑO VIAL

La longitud del puente está conformado por 14 paneles de 3.048m por lo tanto nuestro eje vial será de 42.67m , en la Figura 02 mostramos con un lazo rojo el valor correspondiente

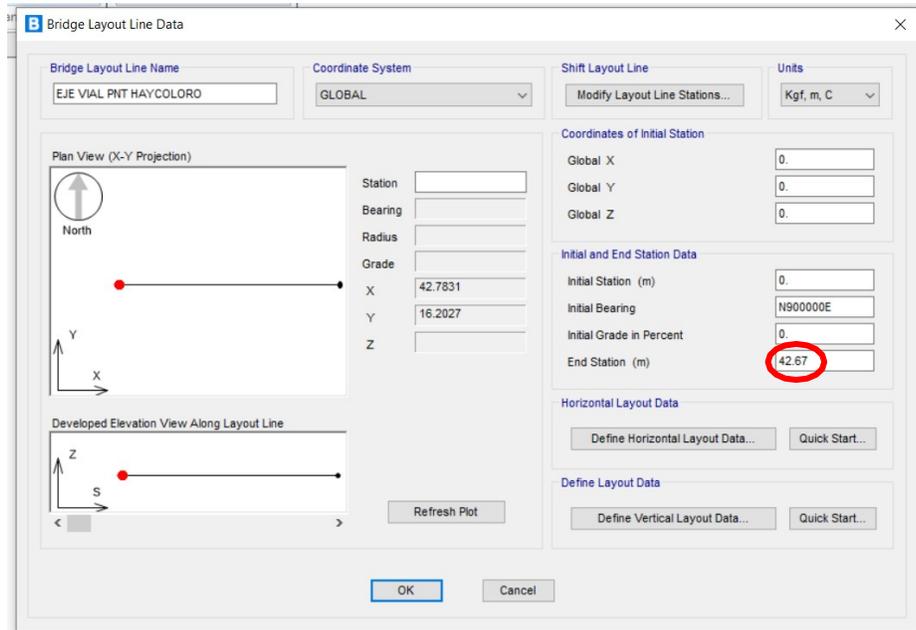


Ilustración 2 Ventana del diseño vial del puente en CSI Bridge - Eje Vial 42.67m

Debido a que nuestro inicio serían las coordenadas $(x,y,z) = (0,0,0)$ a la progresiva o estación 0+00 y siendo en ancho los carriles de 3.6m, asimismo , el carril derecho tiene un eje al centro del mismo ubicada a 1.8m del eje vial como mostraremos en la figura 3 y 4 correspondientemente

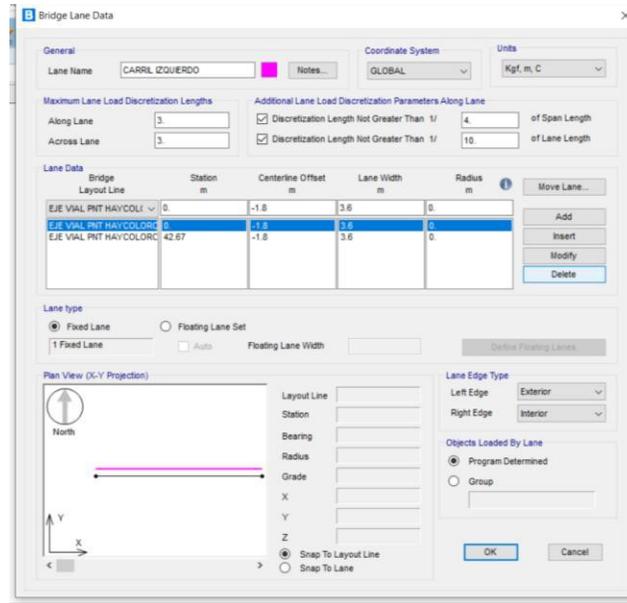


Ilustración 3 Carril Izquierdo

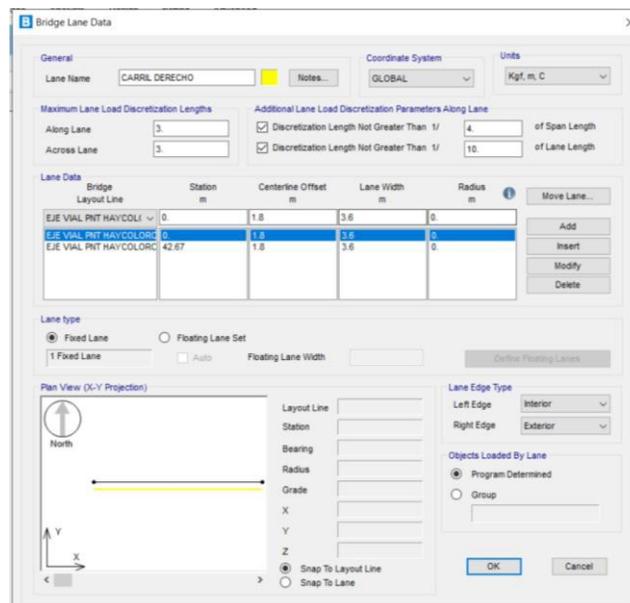


Ilustración 4 Carril Derecho

7.4. MATERIALES

El puente está hecho íntegramente de acero estructural ASTM 572 – G 65 , también conocida como AASHTO M223 y galvanizados en caliente con la norma ASTM A123, al igual que todos los componentes este acero tiene una aleación de bajo contenido de carbono y de alta resistencia, lo cual se evidencia en su fluencia $F_y=65\text{kib/pulg}^2$



Ilustración 5 Ventana de datos de las propiedades del material del Acero ASTM A572

7.5. SECCIONES

Realizaremos el modelado de la estructura de Paneles principales con perfiles U y 2U, el refuerzo está diseñado con perfil 2U , las vigas transversales y viguetas de la rodadura metálica son de perfil W

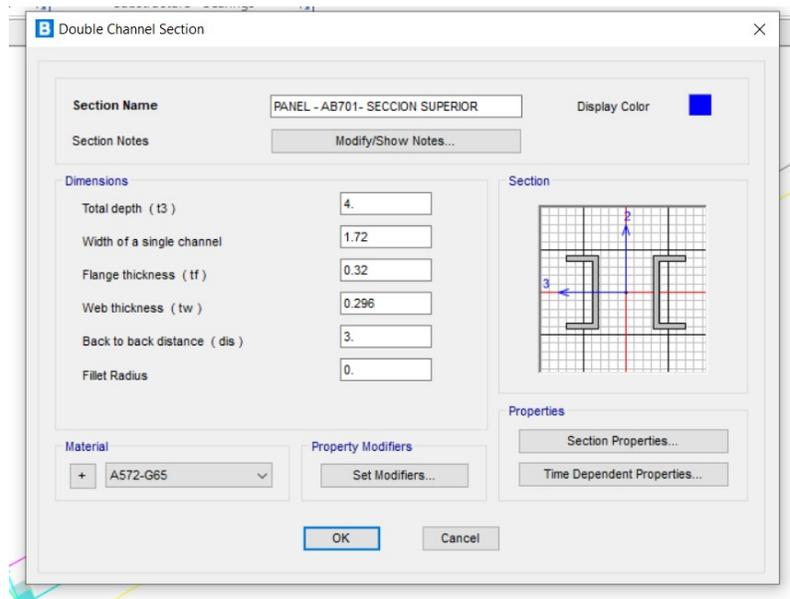


Ilustración 6 Ventana de datos de las dimensiones de la sección utilizada para los cordones de refuerzo y la parte superior e inferior del panel

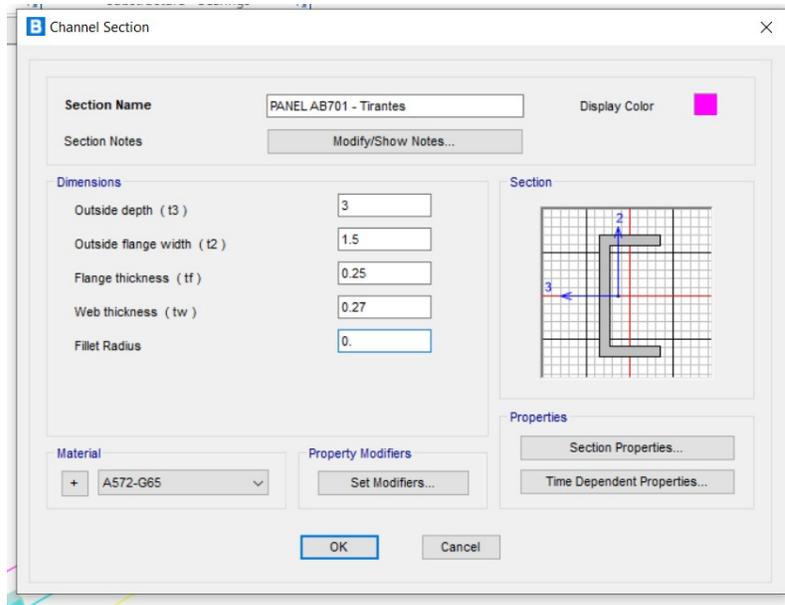


Ilustración 7 Ventana de datos de las dimensiones de la sección utilizadas en el panel como verticales y diagonales de arriostramiento

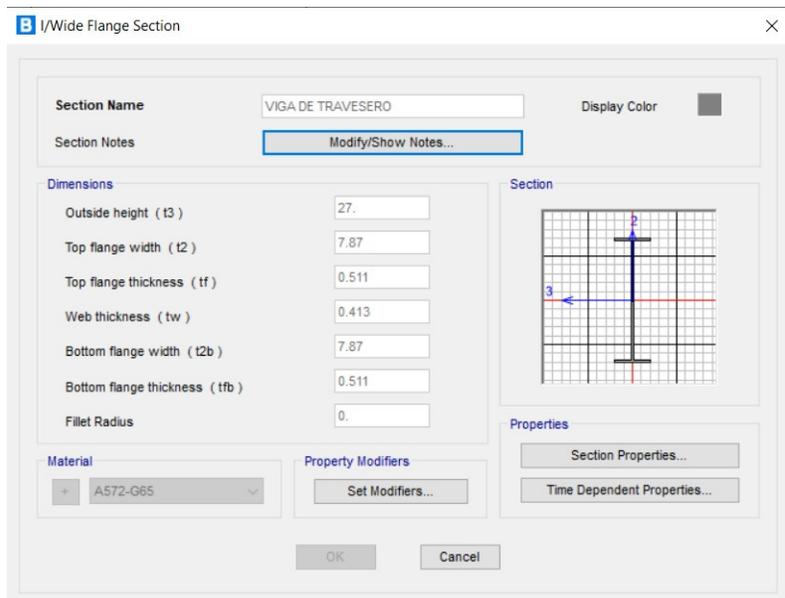


Ilustración 8 Ventana de datos de las dimensiones de la sección utilizada para la Viga Transversal

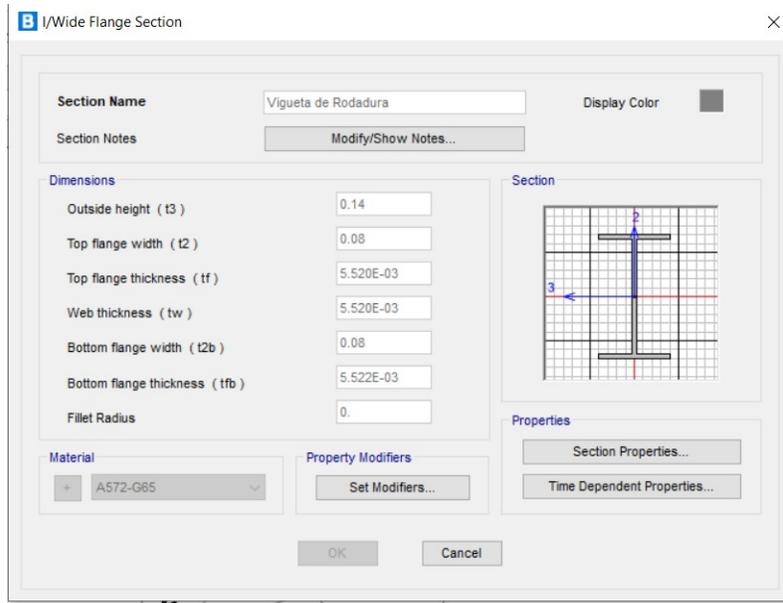


Ilustración 9 Ventana de datos de las dimensiones de la sección utilizada para la Vigueta de Rodadura

Poste Final “Macho” y “Hembra” Perfil W8x58

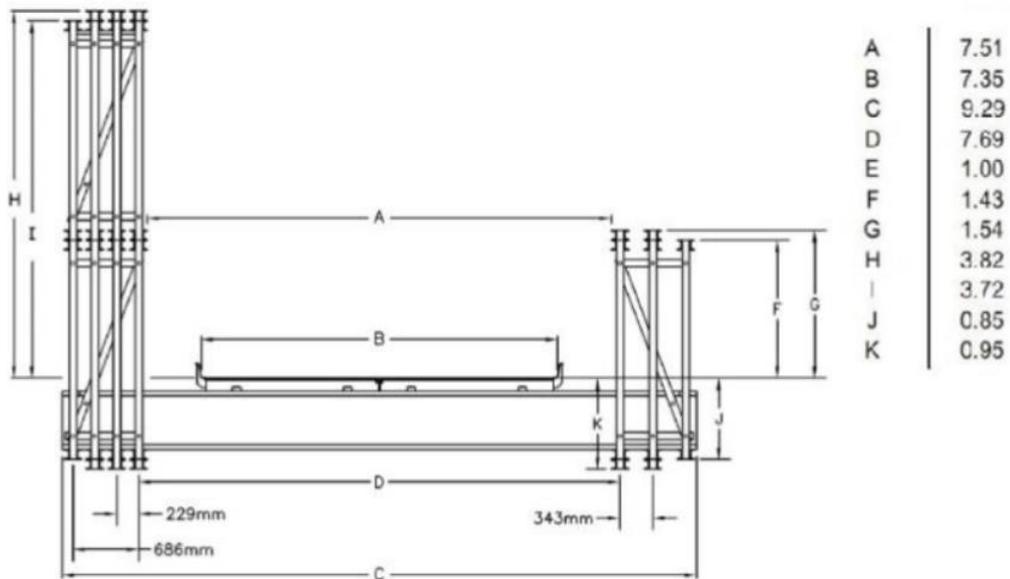


Ilustración 10 Dimensiones de la sección transversal del puente

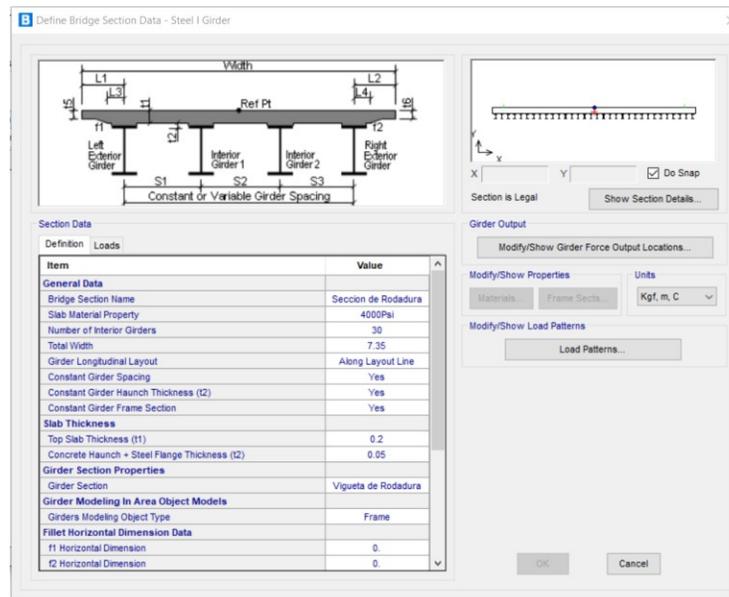


Ilustración 11 Ventana de la Sección de Rodadura Metálica del puente conjuntamente con las Viguetas

7.6. CARGAS

El peso propio de los elementos estructuras está implícito en DEAD. Si se han construido pasos peatonales por lo que la única carga viva será HL93 y la de el pase peatonal a pesar de que existe muy poca incidencia de peatones en dicha zona.

Por la importancia del puente y su condición de provisional, no se realizará un diseño para evento extremo (SISMO). Los casos que conforman la carga de la norma AASHTO son tres: camión, tándem y 2 camiones en cola. A continuación en las figuras 12 y 13 mostraremos los vehículos de diseño. El software agrupa a estos 3 vehículos en una "CLASE", y calcula el efecto más crítico para la sollicitación requerida: Flexión, corte, axial, torsión. Siendo así los patrones de carga solo serán 2:

Load pattern: DEAD (DC)

Load pattern: VEHICULE LIVE (LL incluye IM)

Las fuerzas y longitudes se han tomado directamente de los vehículos AASHTO HL93-S el cual es el vehículo de diseño explícito para nuestro análisis debido a sus 6 ejes principales los cuales conformarán la carga viva

Tramos:

El puente es de un solo tramo, por lo que no requiere la generación de “SPAM” o tramos. De esta manera no se definirán cojinetes, estribo, pilas, no otros.

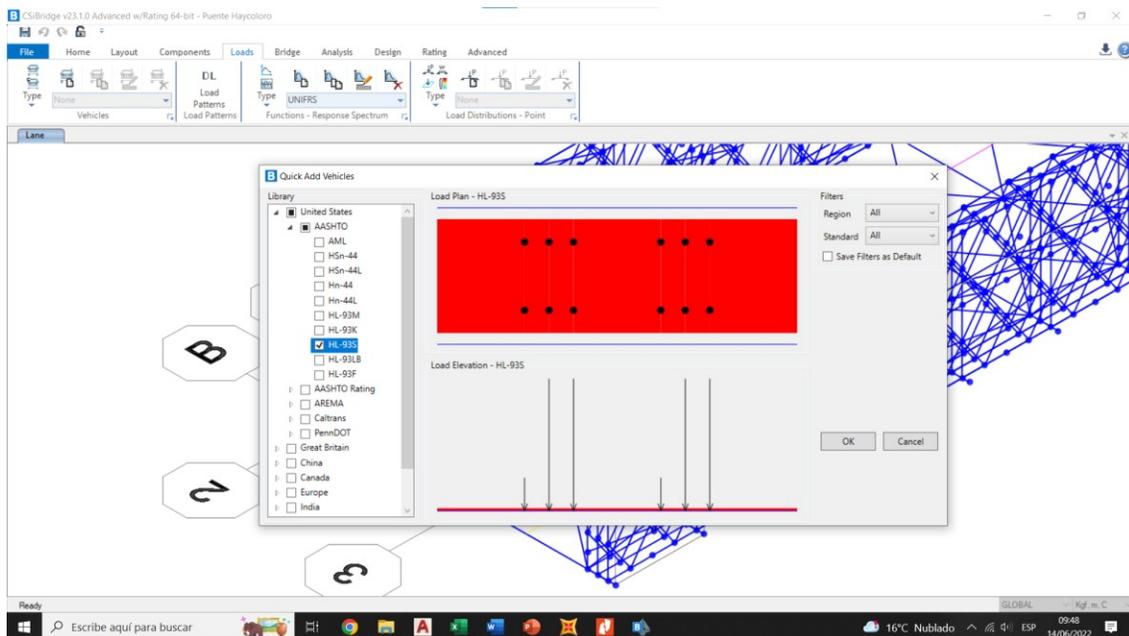


Ilustración 12 camión de diseño T3S3 – AASHTO 93 – S

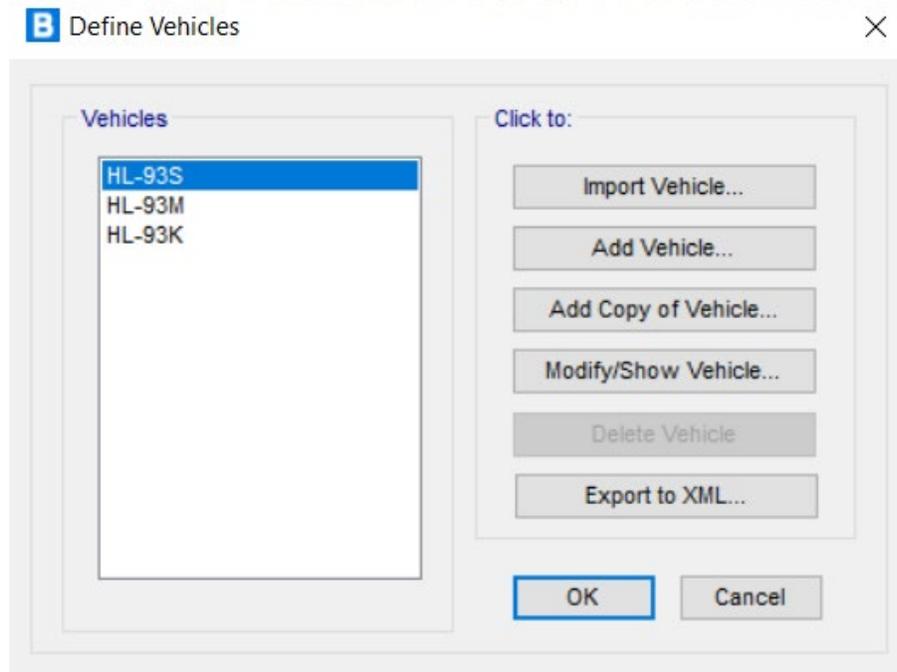


Ilustración 13 Todos los Vehículos de diseño según AASHTO LRFD 2017

Ubico los Apoyos Fijos y Moviles en el Puente

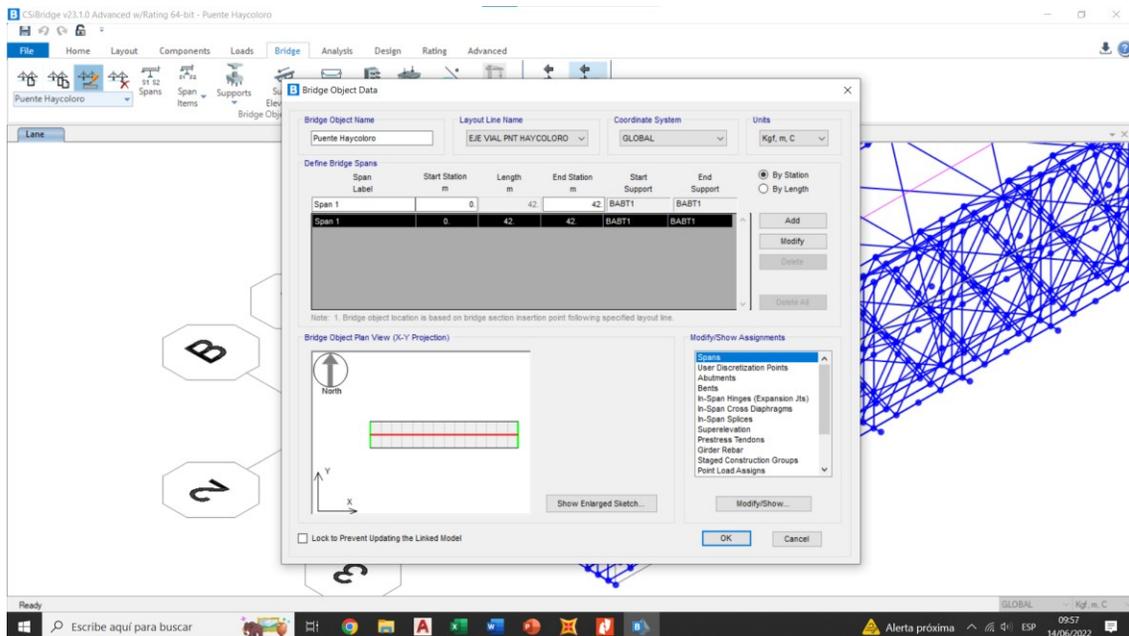


Ilustración 14 Inserción de Apoyos Fijos y Moviles

Ahora Colocamos la discretización que va a tener el puente para las secciones de losa metálica

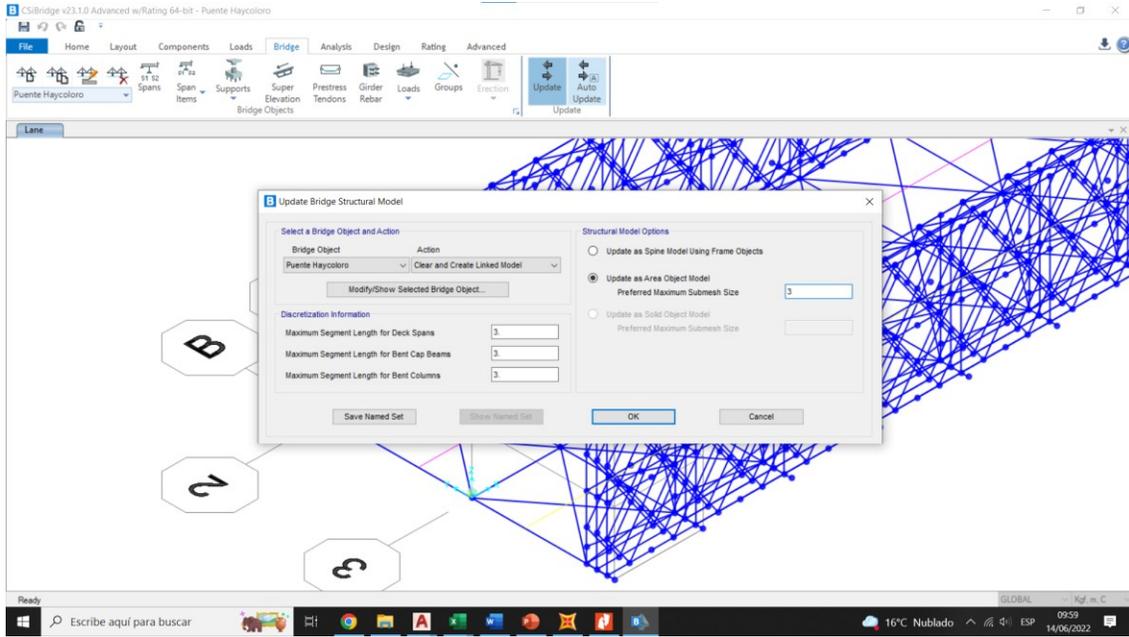


Ilustración 15 Discretización del Puente cada 3m

Losas de cubierta metálica apoyada sobre las viguetas w

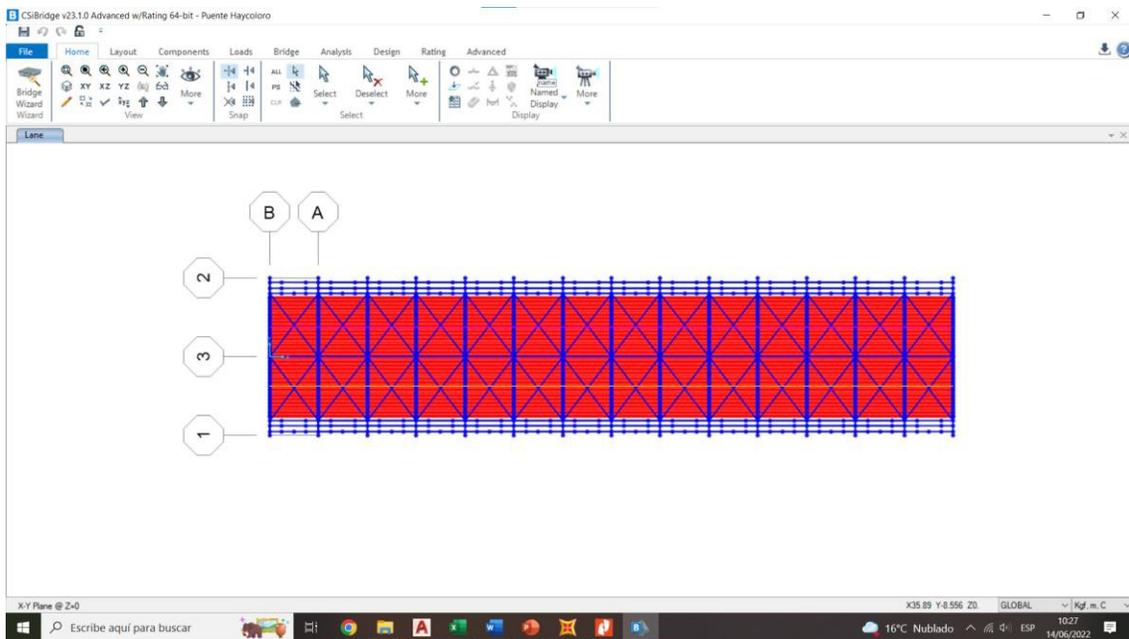


Ilustración 16 Vista en planta de la cubierta de rodadura metálica y la superestructura

7.7. TIPOS DE CARGA

Carga Muerta

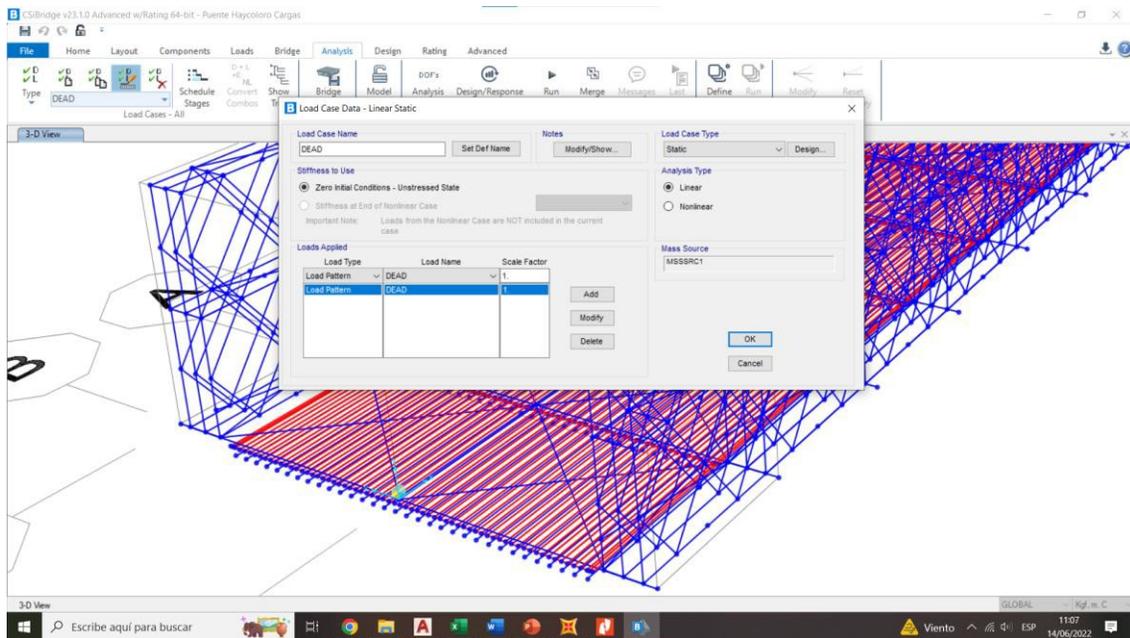


Ilustración 17 Ventana en la que colocaremos la carga muerta de la estructura del puente según AASHTO 2017

Carga Viva

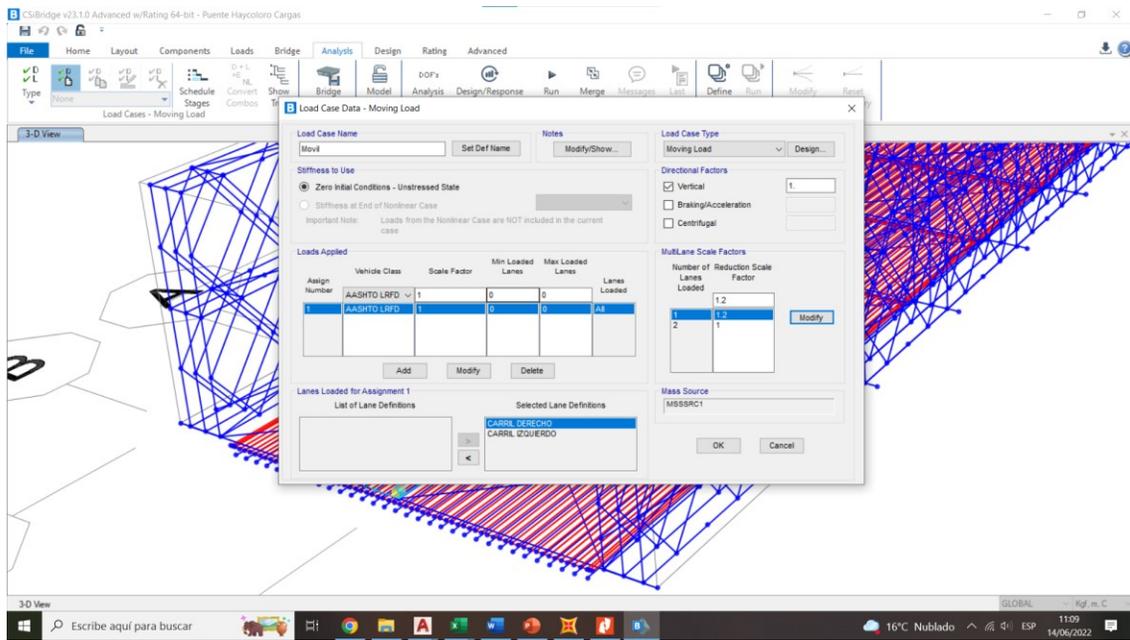


Ilustración 18 Ventana en la que pondremos la Carga Muerta del puente según AASTHO - 2017

Table 3.4.1-2—Load Factors for Permanent Loads, γ_p

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
DC: Component and Attachments		1.25	0.90
DC: Strength IV only		1.50	0.90
DD: Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.40	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (2010) Method	1.25	0.35
DW: Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
EH: Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• AEP for anchored walls		1.35	N/A
EL: Locked-in Construction Stresses		1.00	1.00
EV: Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures			
o Metal Box Culverts, Structural Plate Culverts with Deep Corrugations, and Fiberglass Culverts		1.50	0.90
o Thermoplastic Culverts		1.30	0.90
o All others		1.95	0.90
ES: Earth Surcharge		1.50	0.75

Ilustración 21 Utilizaremos la Tabla de la Norma AASHTO - 2017 para nuestro análisis

B Load Combination Data [X]

Load Combination Name (User-Generated): RESISTENCIA I

Notes: [Modify/Show Notes...]

Load Combination Type: Linear Add [v]

Options: [Convert to User Load Combo] [Create Nonlinear Load Case from Load Combo]

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
DW	Linear Static		1.25
DC	Linear Static		1.25
LL+M	Moving Load		1.75
DW	Linear Static		1.25

[Add] [Modify] [Delete]

[OK] [Cancel]

Ilustración 22 Combinación de carga considerando los factores de DW, DC, LL + MM

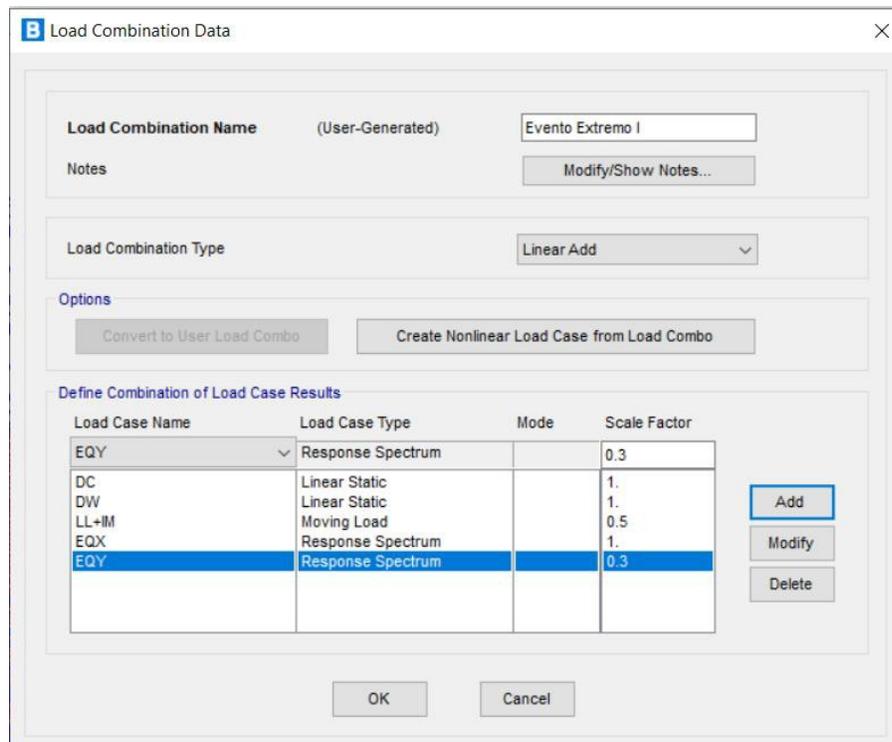


Ilustración 23 Evento Extremo I

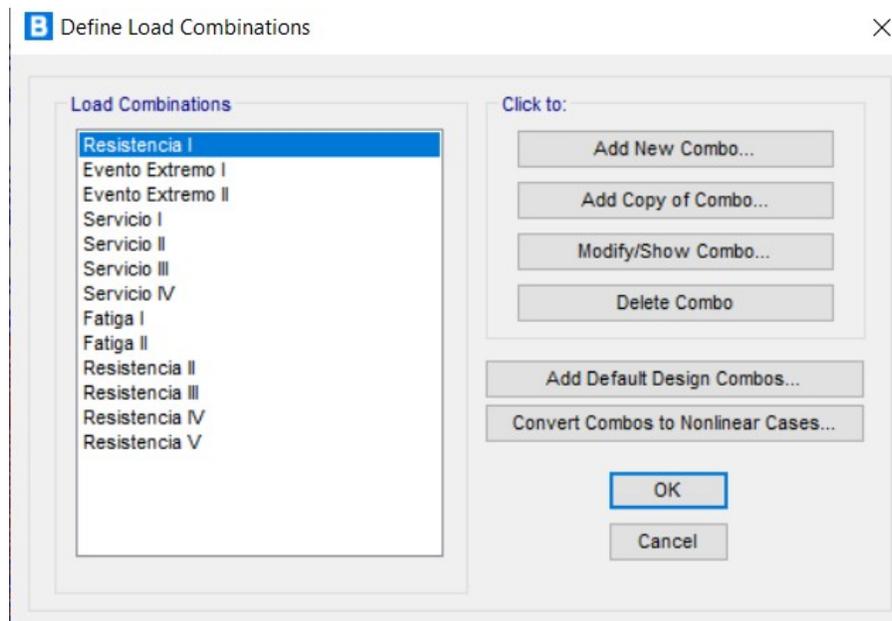


Ilustración 24 Combinación de Todas las Cargas en el Puente según AASHTO LRFD 2017

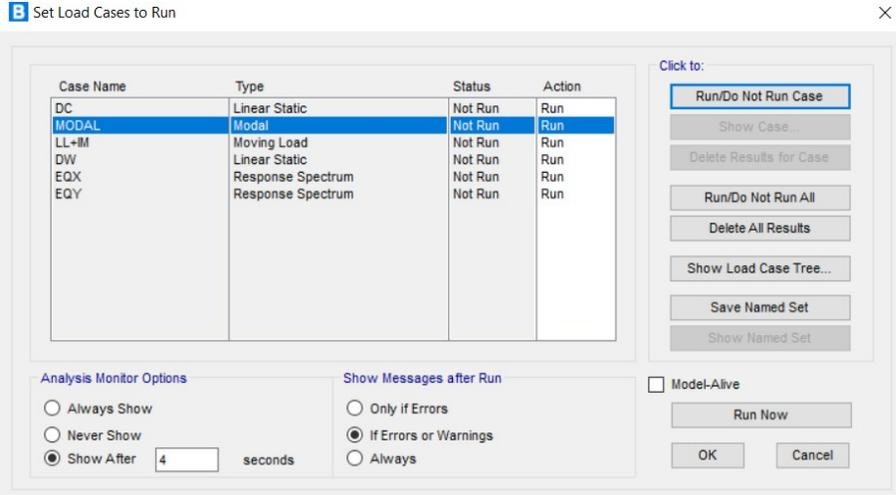
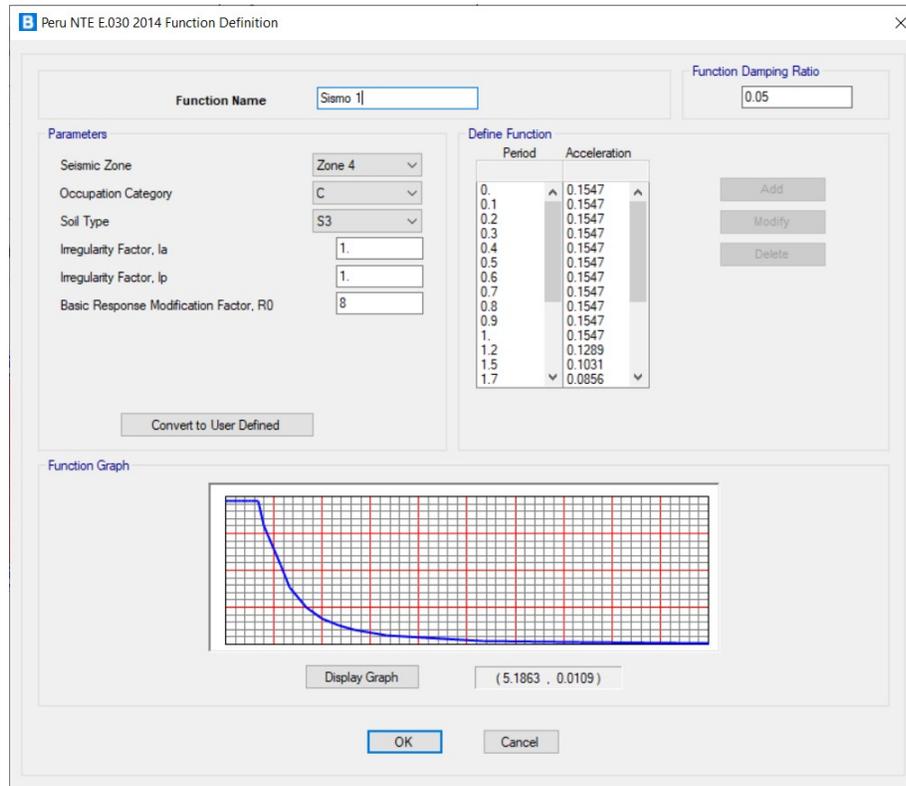


Ilustración 25 Ventana en la que colocaremos los casos de carga según C1.3.2.1 AASHTO



Diseño Sísmico de la estructura

Al realizarse el diseño Sismico según la norma E030 de Diseño Sismorresistente, notamos que aún la combinación de carga más desfavorable es la de Resistencia I y no la del Evento Extremo I producido por el sismo debido a que es mínimo este efecto en el puente Modular tipo Bailey , estos datos son proporcionados de los estudios geológicos y de ubicación respectivamente

RESULTADOS

Ventana del análisis

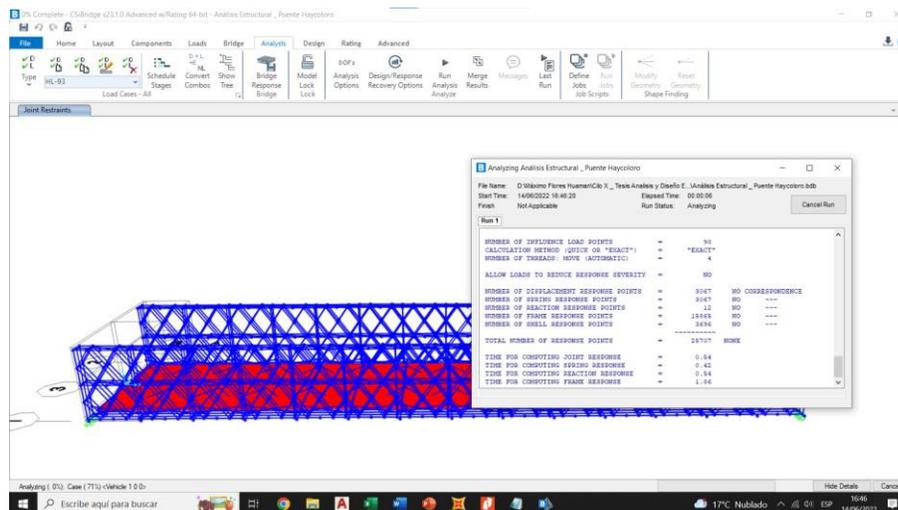


Ilustración 26 Ventana de Análisis CSI BRIDGE

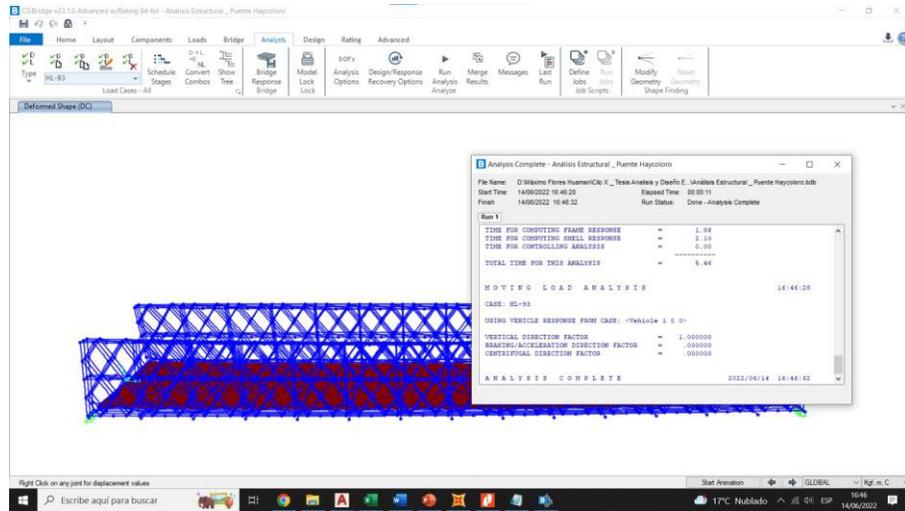


Ilustración 27 Ventana de Análisis Okey

Deflexión

Para Carga Viva según AASHTO LRFD 2017

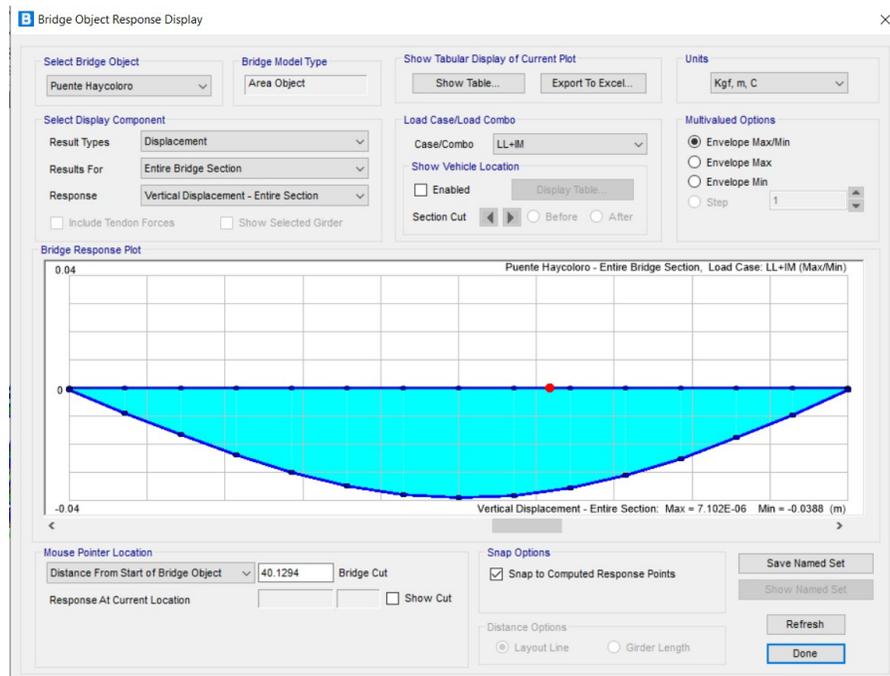


Ilustración 28 Vista General del Resultado de Desplazamiento e incidencia en la rodadura metálica para Servicio I según AASTHO LRFD 2017

En ausencia de otros criterios, para las construcciones de acero, aluminio y/u concreto se pueden considerar los siguientes límites de deflexión:

- Carga vehicular, general. Longitud/800,
- Cargas vehiculares y peatonales Longitud/1000,
- Carga vehicular sobre voladizos..... Longitud/300, y
- Cargas vehiculares y peatonales sobre voladizos Longitud/375.

El puente tiene una longitud de 42.67m

Entonces : $42.67/800 = 0.053m$

Tenemos del CSI BRIDGE : 0.0388



¡Cumple!

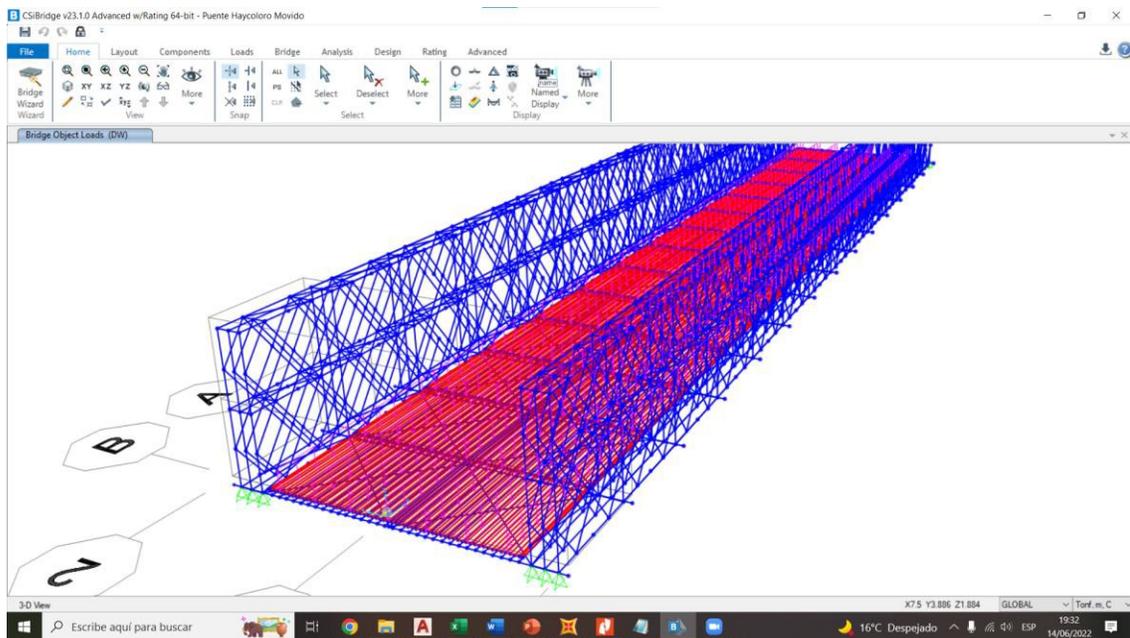


Ilustración 29 Vista General del Puente Analizado con el método AASHTO 2017

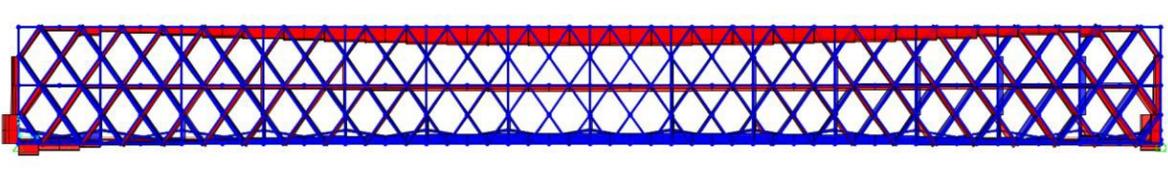


Ilustración 32 Diagrama de Fuerza Cortante

Visualización de Cargas de Rodadura Metálica

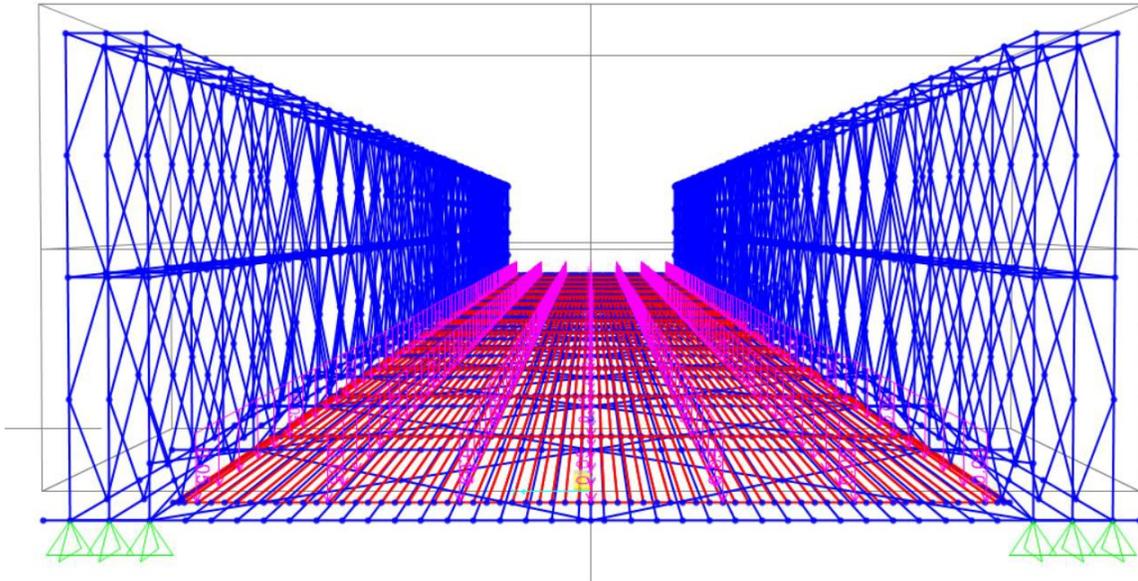


Ilustración 33 Visualización de las cargas a lo largo de la rodadura metálica

Deflexion

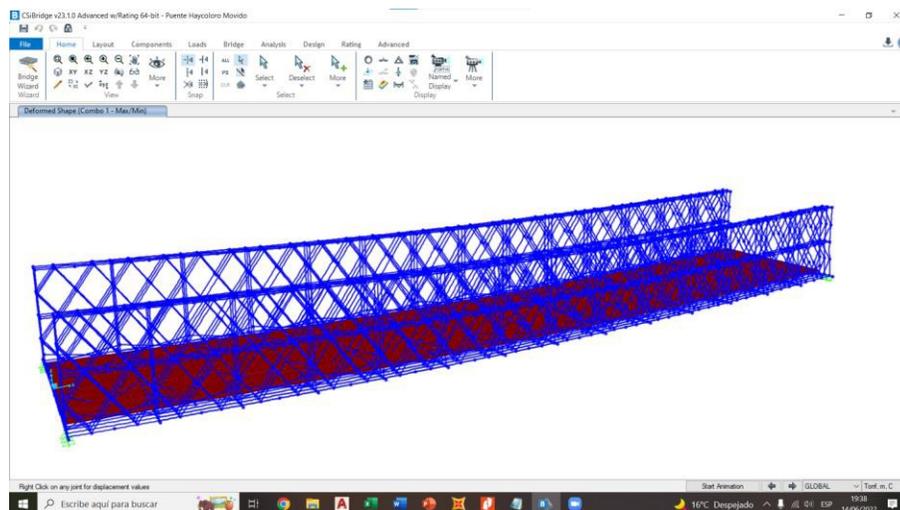
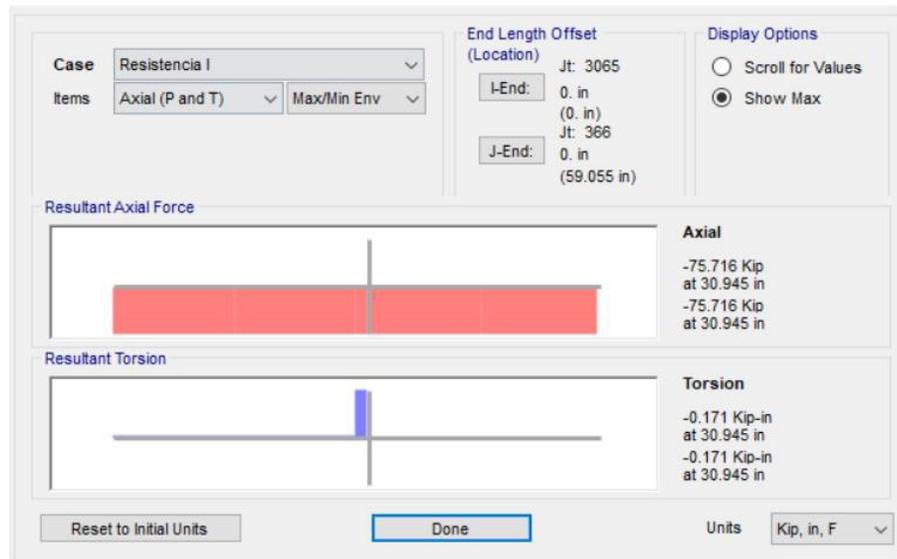
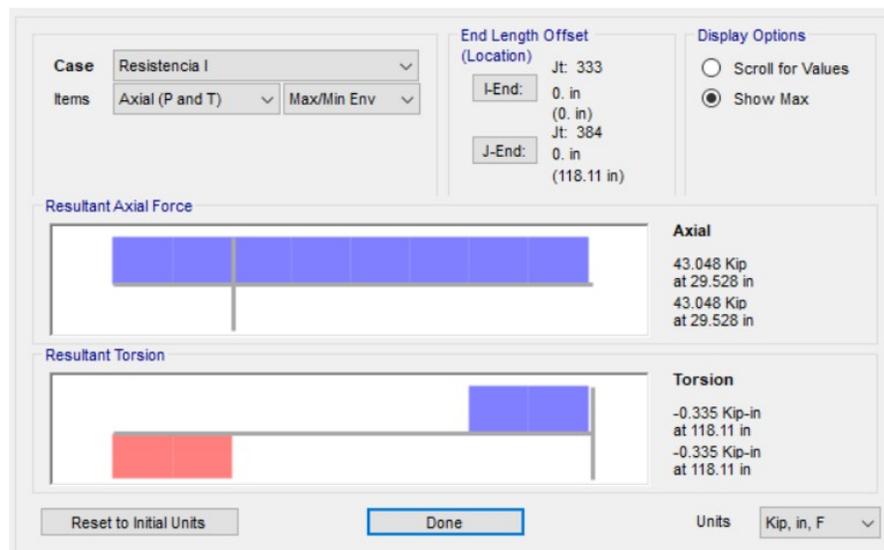


Ilustración 34 Vista de Deflexión total del puente

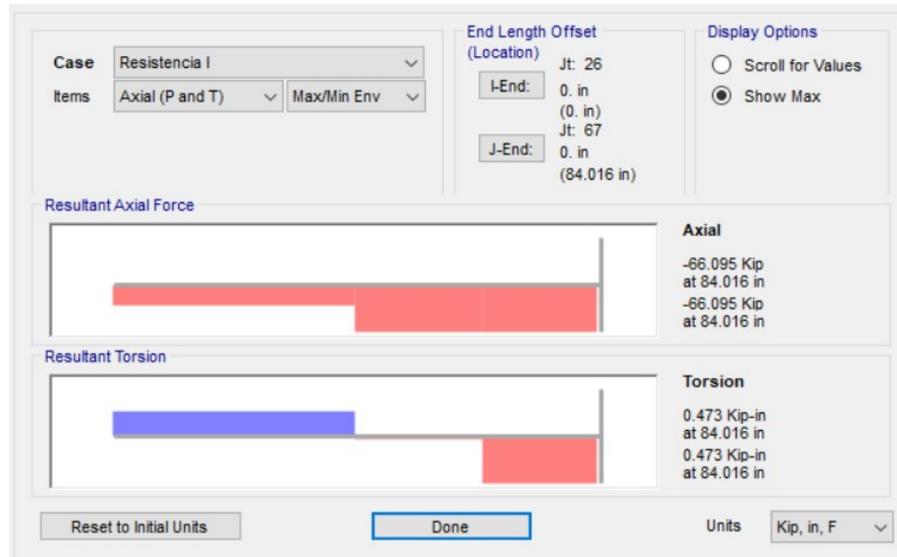
Fuerza Axial en el Cordon de Refuerzo Superior



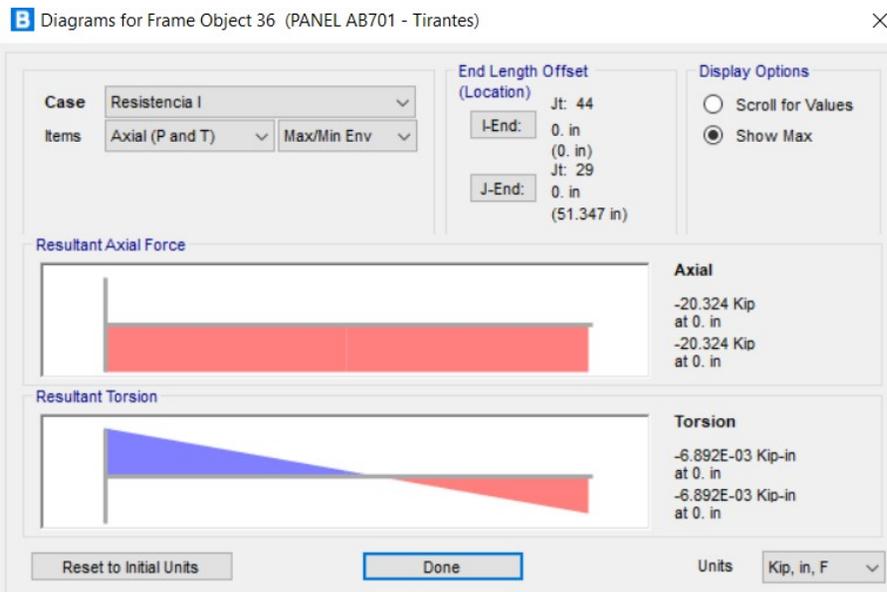
Fuerza Axial en el Cordon de Refuerzo Inferior



Fuerza Axial en el Panel del primer Módulo (Tirante Vertical)



Fuerza Axial en el Panel del primer Módulo (Tirante Interno)



Momentos en las Vigas

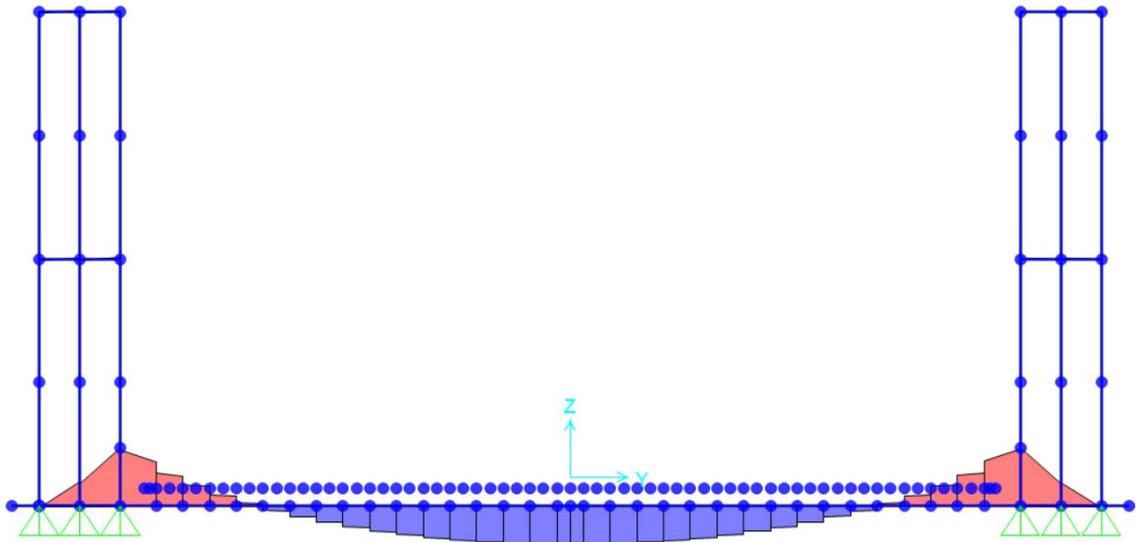


Ilustración 35 Diagrama de Momentos en la Viga

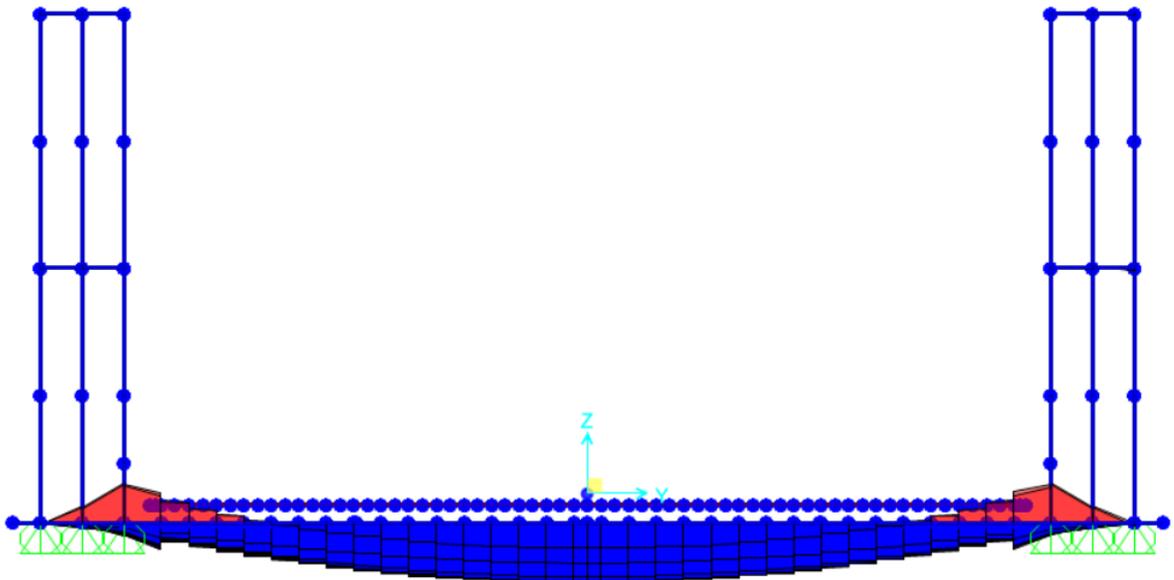


Ilustración 36 Diagrama de Momentos en la Viga

Analizamos la Viga #4 y calculamos sus Momentos máximos

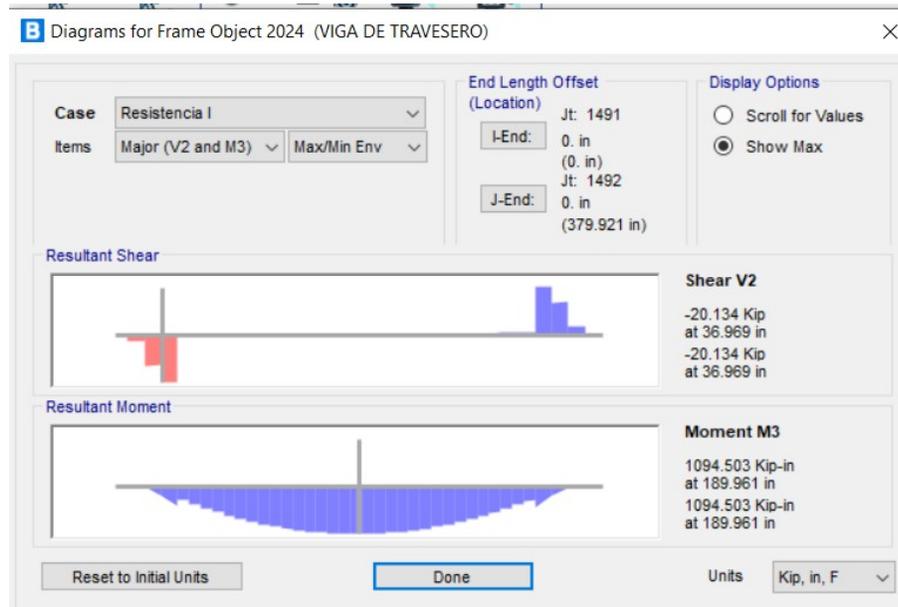


Ilustración 37 Momento Max de 1094.503 kip-in

Viga del Medio

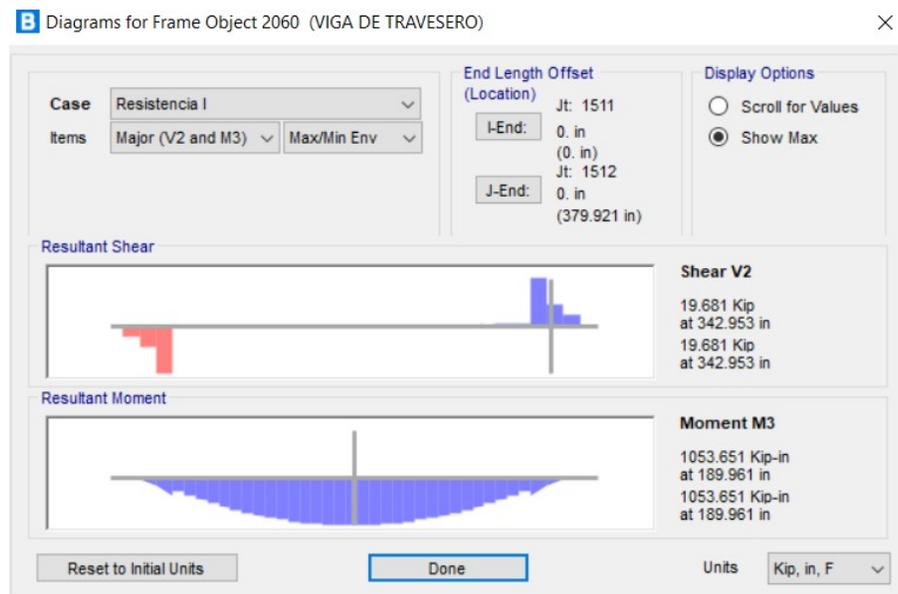


Ilustración 38 Notamos que la mayor incidencia es en la viga #4 debido a que esta viga muestra un momento de 1053.651

Vigueta panel 4

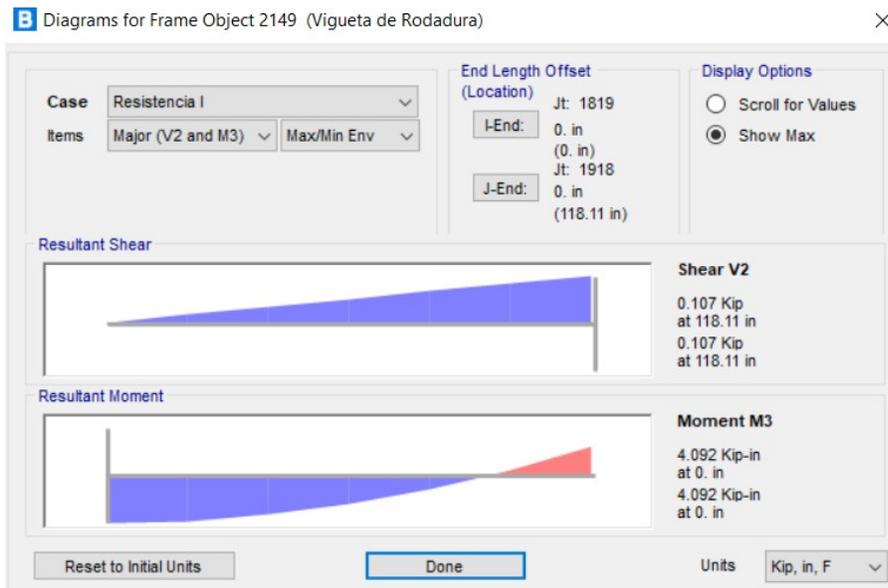


Ilustración 39 Momentos máximos en vigueta de 4.092 kip-in

Momentos de Puente

Respuesta de la Estructura (Bridge Response)

La respuesta de la estructura para las cargas móviles se calcula para todo tipo de elementos y nodos. Es posible solicitar la respuesta de la estructura a nivel de los desplazamientos reacciones nodales, esfuerzos y momentos flectores en elementos de barra, tensiones, esfuerzos y momentos resultantes en elementos shell, tensiones en elementos de placa y sólidos y fuerzas/desplazamientos en los elementos de conexión del tipo "Link".

1) Revisión de Momentos por Resistencia I

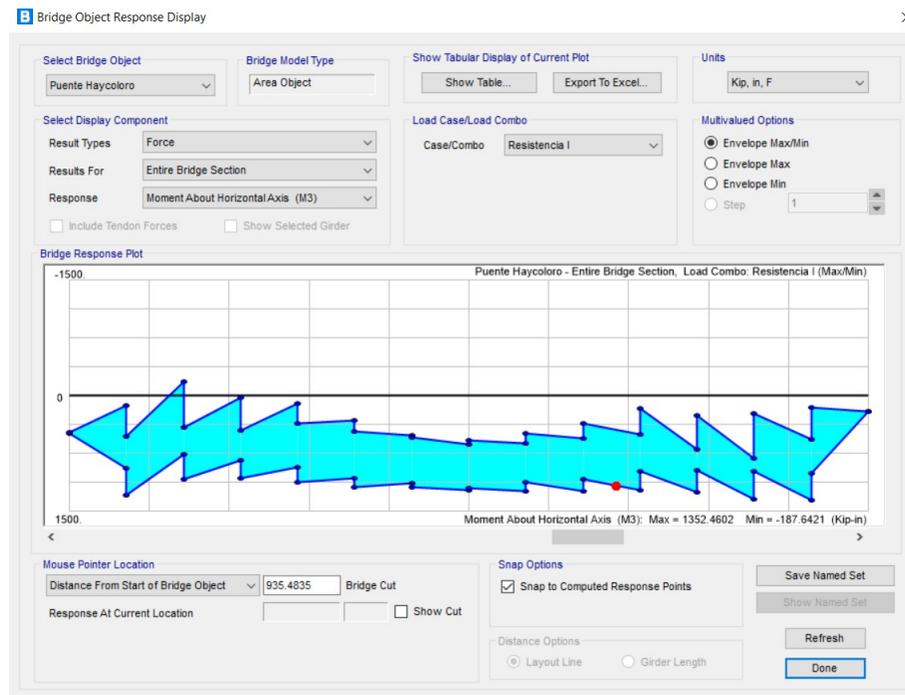
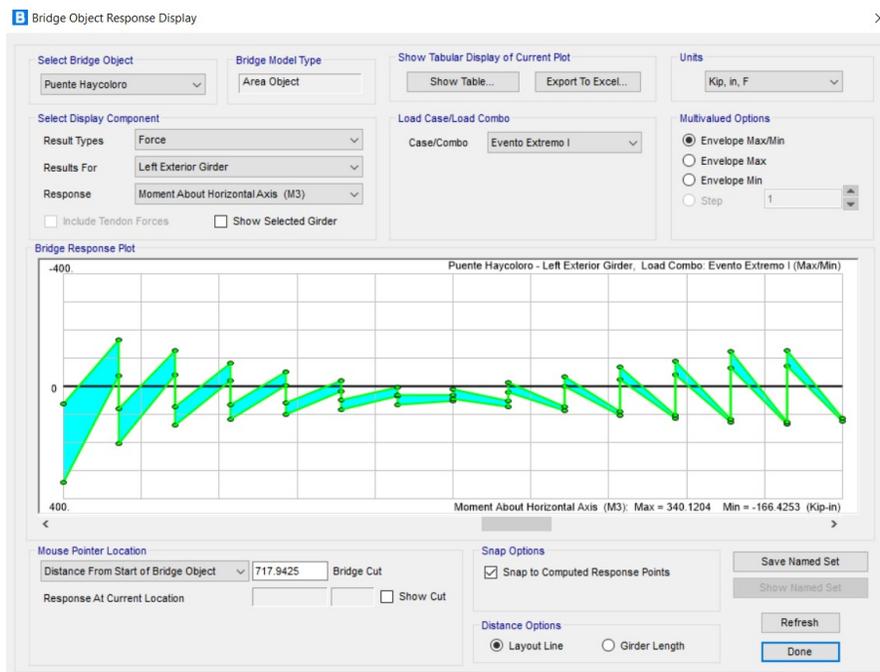
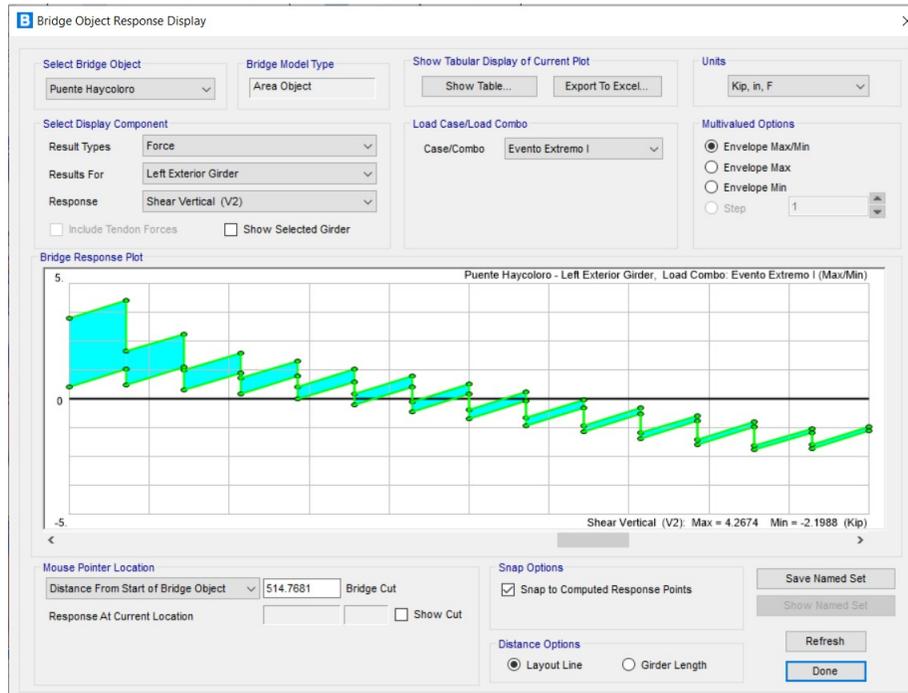


Ilustración 40 Momentos a lo largo del puente para la combinación de carga 1

Visualización de Momentos en la Franja Exterior



Visualización de Momentos en la Franja Exterior



Revisión de Fuerza Axial

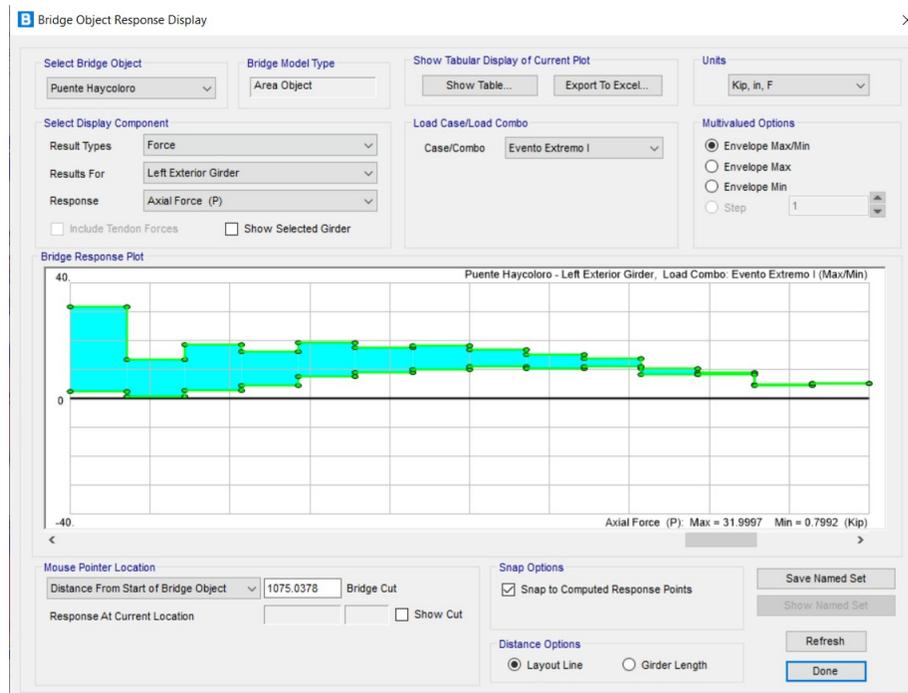


Ilustración 41 Fuerza Cortante según AASHTO 2017

Fuerza En la rodadura Metálica de 21.6 Tnf.m

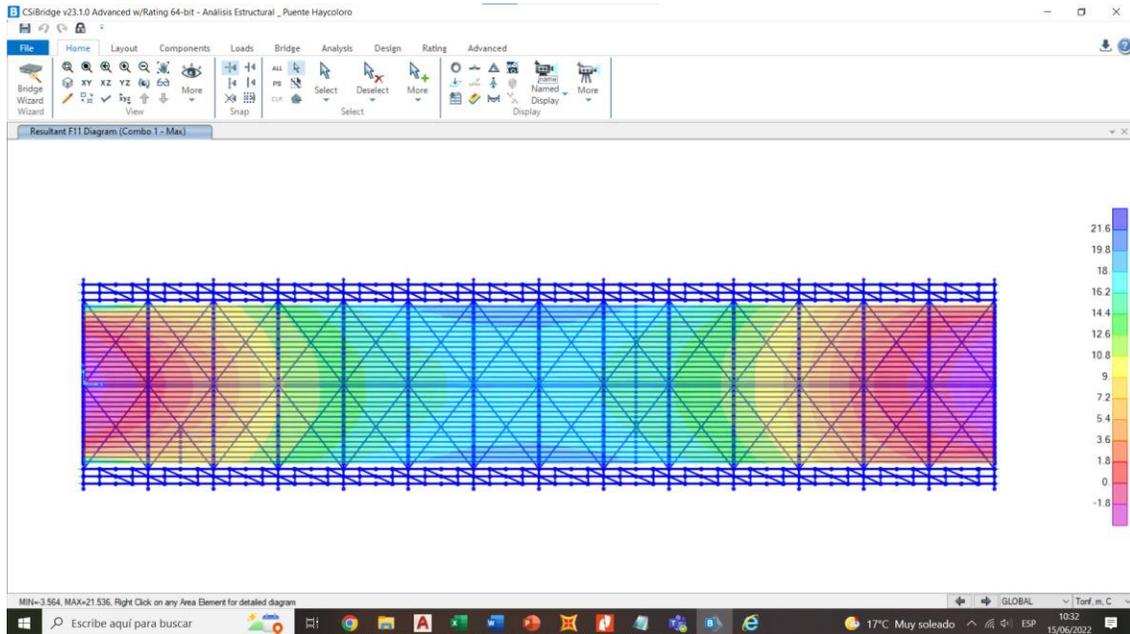
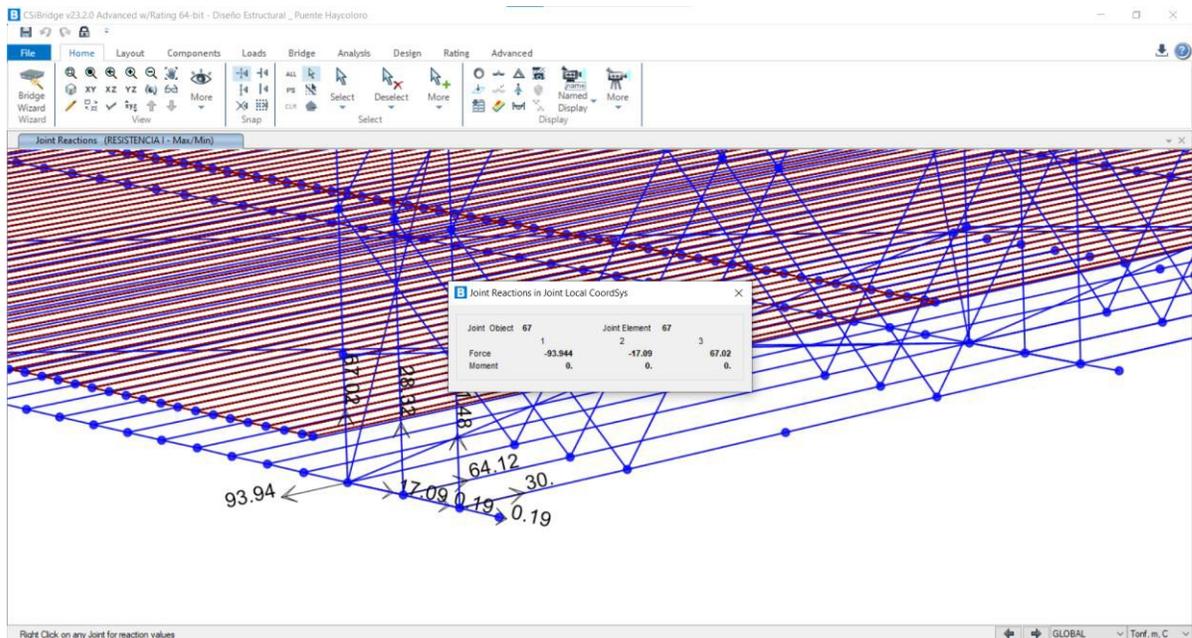


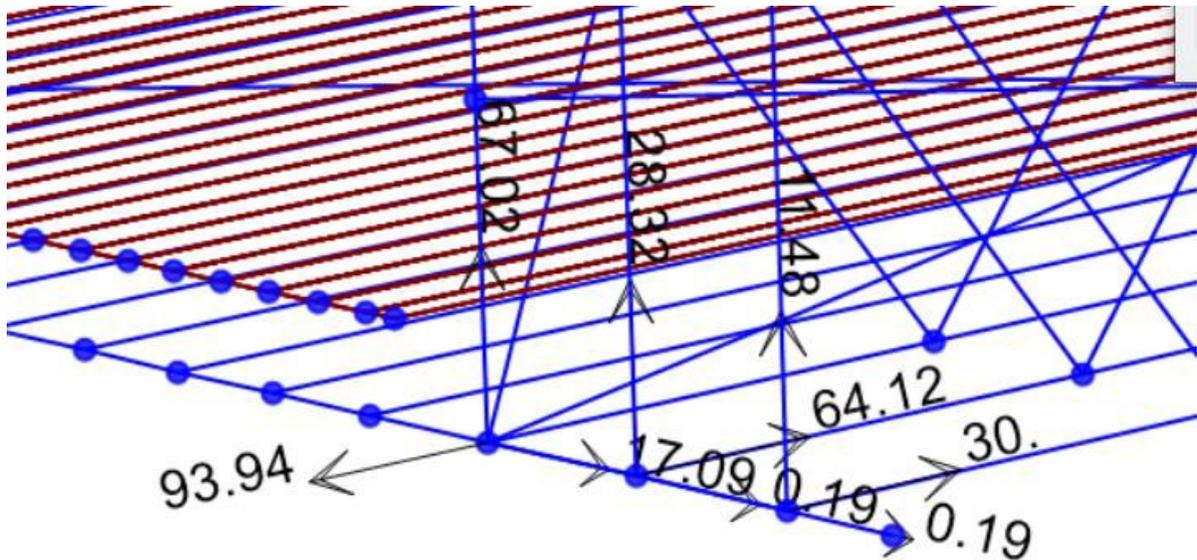
Ilustración 42 Fuerza en Rodadura Metálica max 21.6 en el medio del puente

Verificación de Reacciones

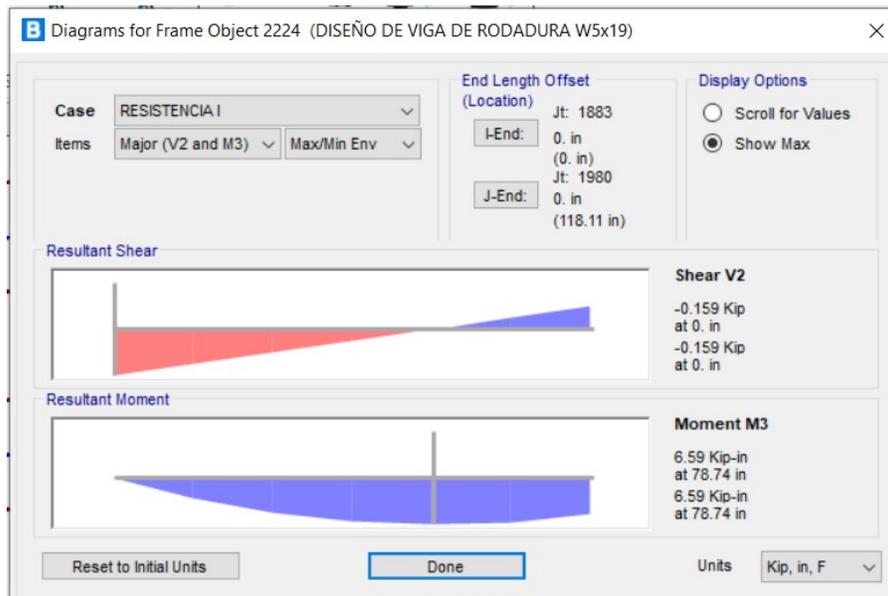
Datos para el diseño de Anclajes



Fuerzas de reacción en los apoyos



Cortante en Rodadura Metálica , el cual nos servirá para analizar su soldadura



8. DISEÑO POR CSI BRIDGE _ AASHTO 2017

Combinaciones de Cargas para el Diseño

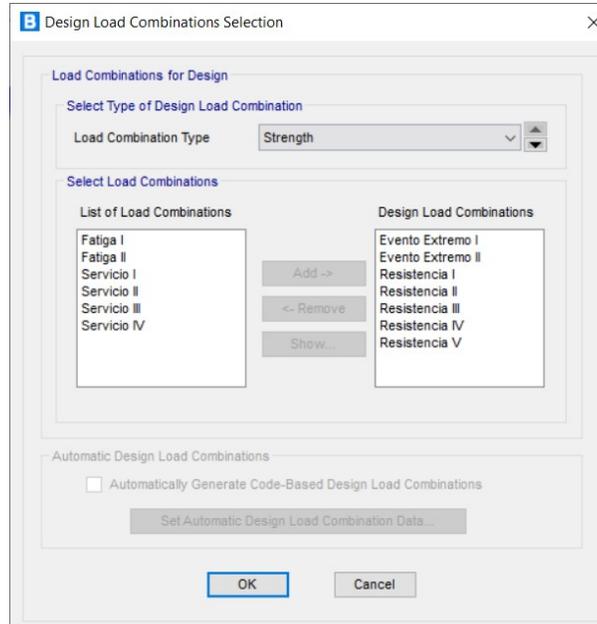


Ilustración 43 Realizaremos las combinaciones de carga para realizar el diseño según AASHTO LRFD con el programa CSI BRIDGE V23.2 con los siguientes casos

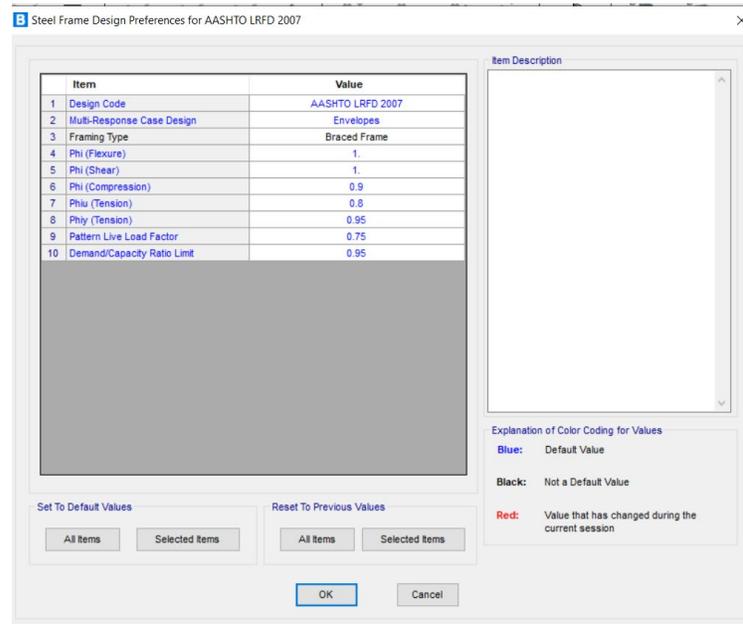


Ilustración 44 Cuadro que enmarca la verificación del Diseño que realizará el mismo programa CSI BRIDGE V23.2

Como se puede observar, cada componente se encuentra trabajando en la estructura completa

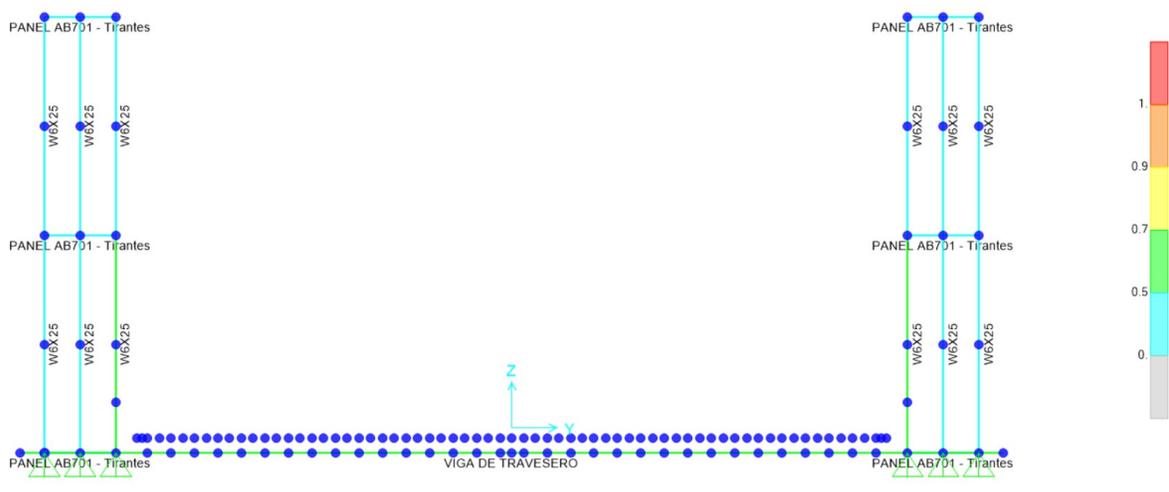


Ilustración 45 Podemos observar que el diseño de nuestra estructura y en especial de las vigas de travesero son adecuadas según la corroboración por parte del programa CSI BRIDGE V23.2

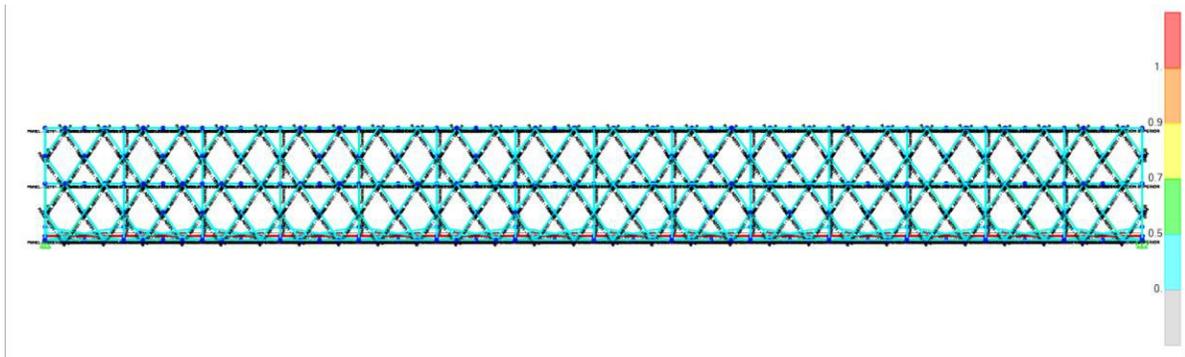


Ilustración 46 Observamos que todos los elementos cumplen de manera adecuada la verificación por parte del programa CSI BRIDGE V23.2

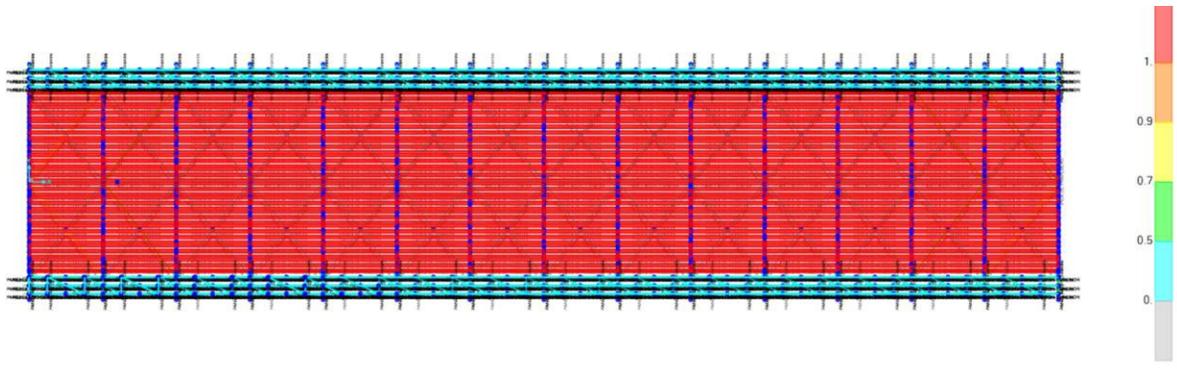


Ilustración 47 Observamos que de una vista en planta de igual manera se ve todo correcto, el color rojo es por parte de la Losa la cual al darle zoom podemos observar que todo está correcto

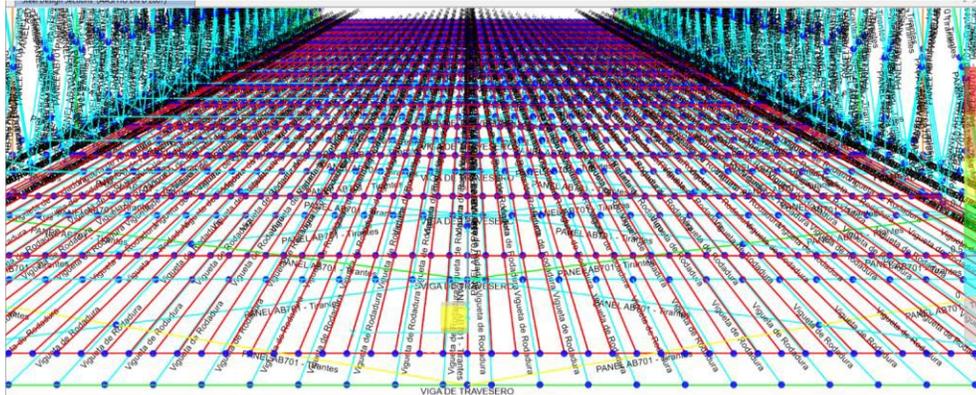


Ilustración 48 Como se observa el color rojo es el color por defecto de la losa, y las viguetas tienen un color azulino lo cual nos da el indicio de un adecuado Análisis Estructural

Verificación en todos los Paneles están verificados de adecuada forma

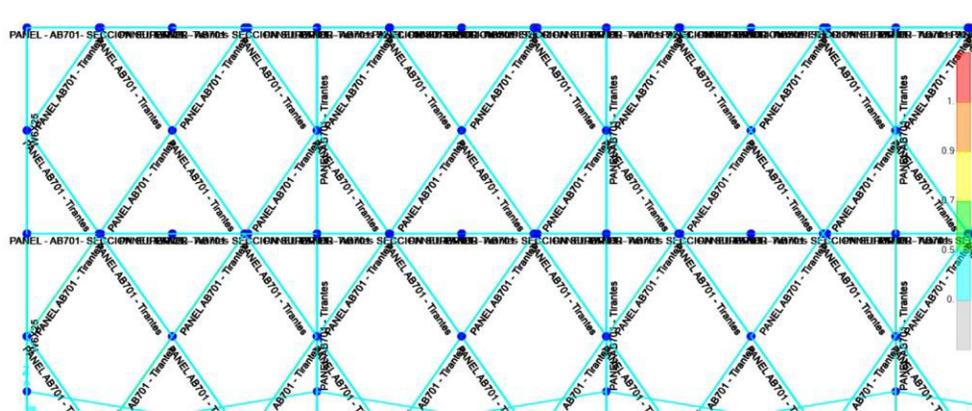
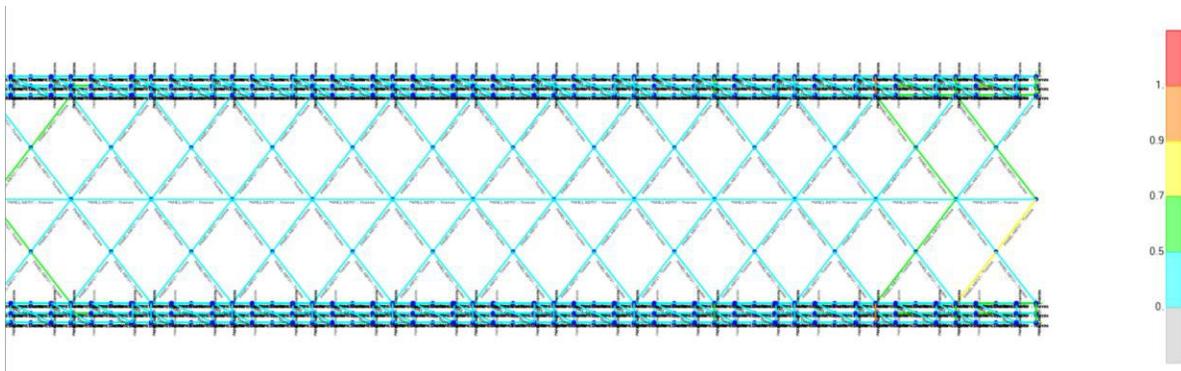


Ilustración 49 Verificación de Paneles por el Programa CSI BRIDGE 23.2

Verificación en todos los Templadores están verificados de adecuada forma



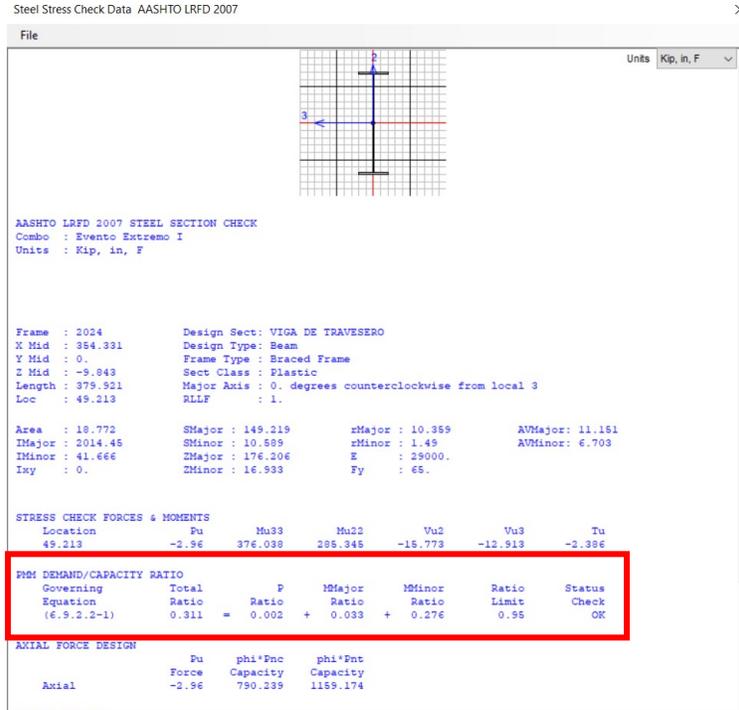


Ilustración 52 Diseño Estructural según AASTHO 2017 por el programa CSI BRIDGE parte 1

Nota: Ratio de Demanda Capacidad = 31.1% para el Evento Extremo I con sismo, (Es demasiado Elevado para un diseño de puentes) debido a que introducimos la demanda vehicular

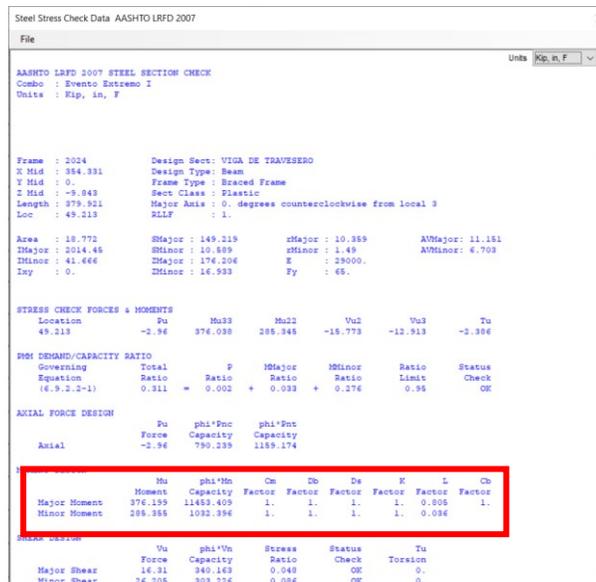


Ilustración 53 Diseño Estructural según AASTHO 2017 por el programa CSI BRIDGE parte 2

Vigueta de Rodadura:

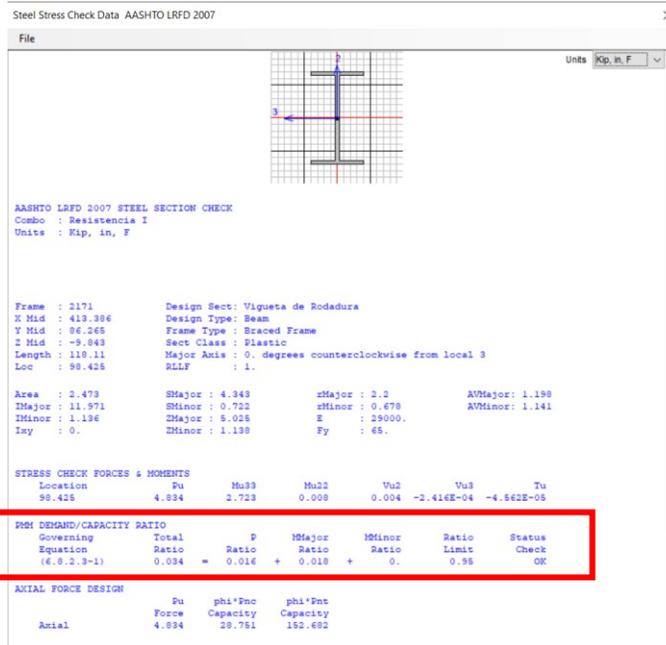


Ilustración 54 Diseño Estructural según AASTHO 2017 por el programa CSI BRIDGE parte 1

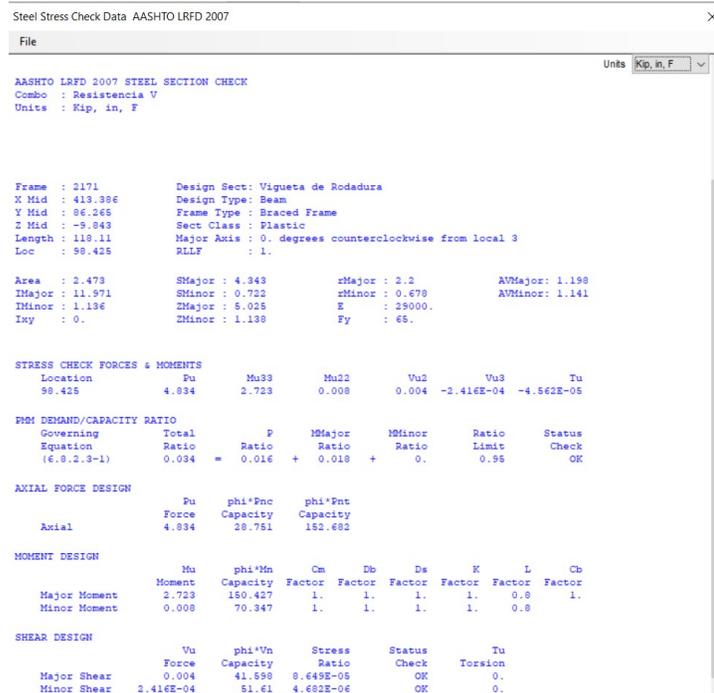


Ilustración 55 Diseño Estructural según AASTHO 2017 por el programa CSI BRIDGE parte 2

Diseño Estructural

Para realizar el diseño estructural según la normativa que engloba al diseño en Acero según el AISC-16 , para realizar la propuesta de diseño según las fichas de evaluación y la matriz general de los trabajos realizados a lo largo de estos años, se diseñarán tanto las vigas de travesero y las viguetas de rodadura metálica con el objetivo de disminuir el ratio el cual es la relación entre la demanda y la capacidad

Diseño de Viga Transversal

Se elegirá el perfil W correspondiente de acuerdo al mercado y a la necesidad de capacidad que tenemos, es así como se buscará que sea un perfil **COMPACTO** para así poder llegar a su máxima capacidad del perfil

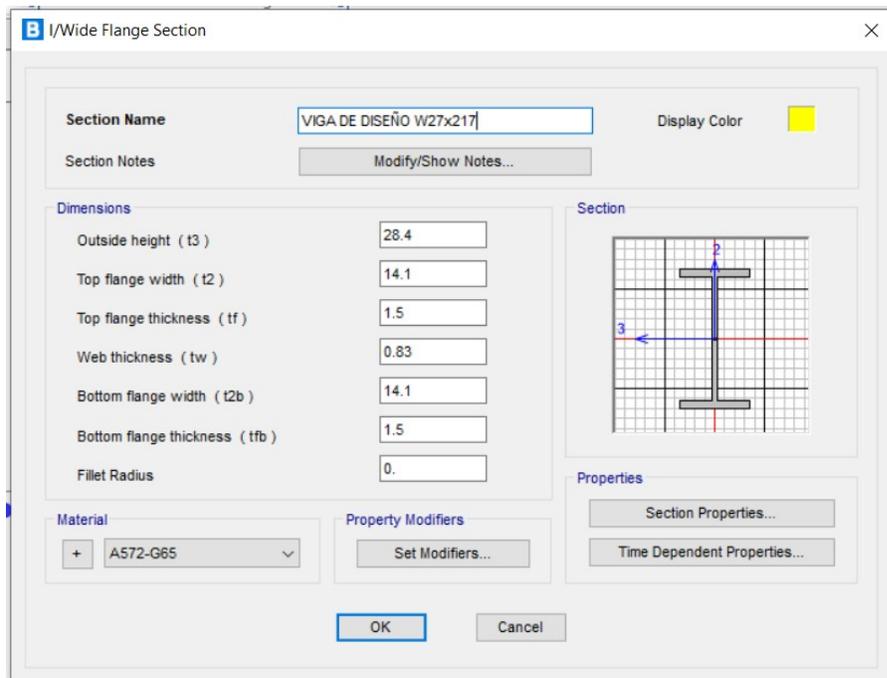


Ilustración 56 Eligiremos el perfil W27x217

1) Se calcula la compacidad en el Ala según el AISC – 16 - Tabla B4.1b

TABLA B4.1b Razones Ancho-Espesor: Elementos a Flexión. Miembros sometidos a Flexión					
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)	
10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Ilustración 57 Tabla B4.1b AISC -16

Para miembros sometidos a Flexión

$$bf = 14.1 \text{ in}$$

$$tf = 1.5 \text{ in}$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2tf} = 4.70$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8.026$$

$$\lambda_{rf} = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 20.394$$



Como:

$$\lambda_f < \lambda_{pf} \wedge \lambda_f < \lambda_{rf} \quad \longrightarrow \quad \text{¡Ala Compacta!}$$

2) Se calcula la compacidad en el Alma según el AISC – 16 - Tabla B4.1b

TABLA B4.1b (continuación) Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión. Miembros sometidos a Flexión					
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)	
15	Almas de doble T simétricas y canales.	h/t_w	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Ilustración 58 Tabla B4.1b (continuación) AISC-16

Para miembros sometidos a Flexión

$$h = 25.4 \text{ in}$$

$$t_f = 0.83 \text{ in}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} = 30.6$$

$$\lambda_{pf} = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 77.27$$

$$\lambda_{rf} = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 120.4$$



Como:

$$\lambda_f < \lambda_{pf} \wedge \lambda_f < \lambda_{rf} \quad \longrightarrow \quad \text{¡Alma Compacta!}$$

3) Según el capítulo F del AISC – 16 – F1.1 (Tabla de Selección para la Aplicación de miembros sometidos a flexión)

Nos encontramos con un caso de F2 por lo que tendremos que analizar MIEMBROS COMPACTOS DE SECCIÓN HDE SIMETRÍA DOBLE Y CANALES FLECTADAS EN TORNO A SU EJE MAYOR Para ello primero calcularemos los datos geométricos y comprobaremos los resultados según los cuadros de datos del AISC Prop 13.01

TABLA Notas F1.1 Tabla de Selección para la Aplicación de las Secciones del Capítulo F				
Sección en Capítulo F	Sección	Esbeltez Alta	Esbeltez Alma	Estados límites
F2		C	C	Y, LTB

Ilustración 59 ASIC – 16: Miembros sometidos a flexión

- 4) De la tabla del AISC PROP – 15 extraemos los valores del Módulo de la Sección Elástica y del Momento de Inercia X-X y Y-Y

$$Z_x = 702.81 \text{ in}^3$$

$$I_x = 8793.55 \text{ in}^4$$

$$S_x = 619.26 \text{ in}^3$$

$$I_y = 702.02 \text{ in}^4$$

$$R_y = 3.33 \text{ in}$$

- 5) De la sección F2 , calculamos los límites a los que rige nuestra sección tanto para Fluencia como para Pandeo Lateral Torsional según AISC -16

Fluencia (AISC -16 - F2-1)

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

Donde:

F_y = Tensión de fluencia mínima especificada del tipo de acero utilizado

Z_x = Módulo de sección plástico en torno al eje x

$$M_p = F_y \cdot Z_x = (65) \cdot (702.81) = 45682.37 \text{ kip} - \text{in}$$

Pandeo Lateral Torsional (AISC -16 - F2-2)

- Cuando $L_b < L_p$, el estado límite de pandeo lateral – torsional no aplica
- Cuando $L_p < L_b < L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.9F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

- Cuando

$$Mn = Fcr. Sx \leq Mp$$

Se calculan los siguientes parámetros

$$C_w = \frac{I_f h^2}{2} = \frac{t_f b^3 h^2}{24} = \frac{h^2 I_y}{4}$$

$$I_p = I_x + I_y$$

$$C_w = 126996.36$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h t_w}{b_f t_f} \right)}}$$

$$r_{ts} = 182.811$$

(1) For doubly symmetric I-shapes

$$c = 1 \quad (\text{F2-8a})$$

(2) For channels

$$c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} \quad (\text{F2-8b})$$

$$h_o = 26.9$$

$$C = 1$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2}$$

$$F_{cr} = 3.769$$

Del sistema Estructural:

$$L_b = 189.605 \text{ in}$$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_p = 123.72 \text{ in}$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)^2}}$$

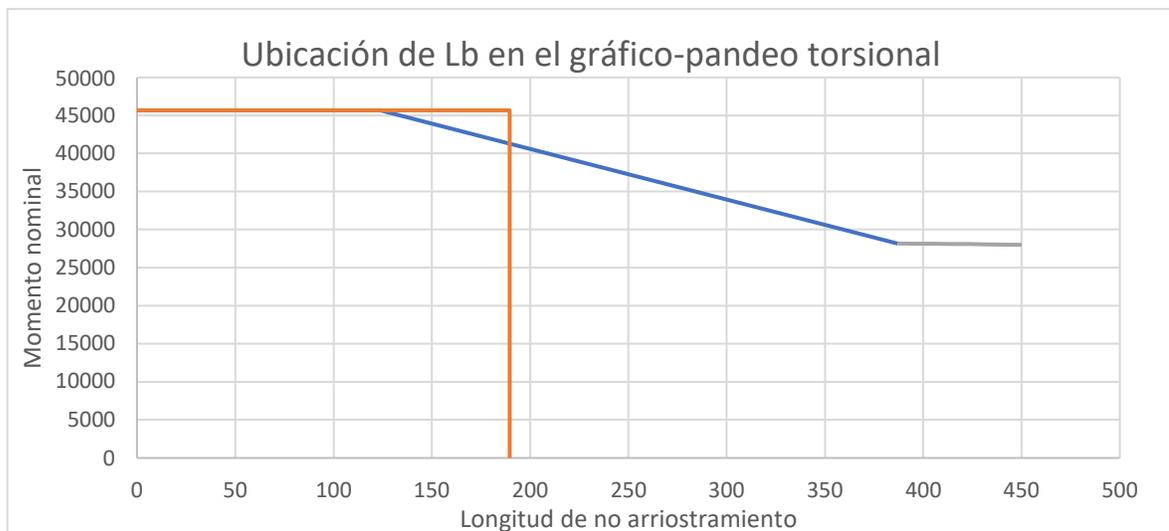
$$L_r = 387.09 \text{ in}$$

Como $L_p < L_b < L_r$ (Caso 2) , utilizamos la fórmula AISC – 16 - F2-2

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.9 F_y S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

$$M_n = 1.350 \cdot \left[45682.37 - (45682.37 - 0.9(65) \cdot (619.26)) \cdot \left(\frac{189.605 - 123.72}{387.09 - 123.72} \right) \right]$$

$$M_n = 55759.152 \text{ kip} - \text{in}$$



Nota. Fuente elaboración propia

Finalmente al obtener los 2 límites de falla tanto por fluencia así como por Pandeo - torsional , escogemos el menor debido a que será el primero en fallar y al cual multiplicaremos por un factor ϕ de seguridad según el método LRFD el cual es 0.9 para elementos sometidos a flexión según el capítulo AISC – F2

$$1) (\text{Fluencia}) Mn1 = 45682.37 \text{ kip} - \text{in}$$

$$2) (\text{Pandeo} - \text{Torsional}) Mn2 = 55759.152 \text{ kip} - \text{in}$$

El menor es :

Pandeo – Torsional

$$\Phi Mn = (0.9) \cdot 45682.37$$

$$\Phi Mn = 41114.133 \text{ kip} - \text{in}$$

Del Análisis Estructural tenemos que nuestra demanda para la viga transversal más crítica un valor de:

$$Mu = 1094.503 \text{ kip} - \text{in}$$

Por lo tanto:

$$41114.133 \geq 1094.503$$

$$\Phi Mn \geq Mu$$

¡Cumple con AISC – F2!!

Ahora procederemos a analizarlo y diseñarlo en el programa CSI BRIDGE considerando estos nuevos perfiles propuestos

Ahora verificamos el diseño por Corte

Verificación por Corte

G2. MIEMBROS DE SECCIÓN DOBLE T Y CANALES

1. Resistencia de Corte del alma sin acción de campo de tracciones.

La resistencia nominal de corte, V_n , es

$$V_n = 0,6F_y A_w C_v \quad (\text{G2-1})$$

Tenemos los datos de entrada:

$$F_y = 65 \text{ ksi}$$

$$E = 29000 \text{ ksi}$$

$$FL = 0.7 * F_y = 45.5 \text{ ksi}$$

$$K_c = 0.723 < 0.76 \text{ (Cumple para especificaciones de Diseño según AISC – 16)}$$

$$J = 36.56 \text{ in}$$

$$C = 1$$

$$H_o = 26.9$$

Verificamos por Corte con Atiesadores

$$A_w = 21.08$$

$$h/t_w = 30.6$$

$$h = 25.4$$

$$a = 25.4$$

$$a/h = 1$$

$$k_v = 10$$

Procedemos a hallar los Límites

$$\text{Lim1} = 1.10 \text{raiz}(K_v E / f_y) = 73.47$$

$$\text{Lim2} = 1.37 \text{raiz}(K_v E / f_y) = 91.51$$

$$C_{v1} = 1$$

$$V_{c1} = 822.2$$

$$C_{v2} = 1$$

$$2A_w / (A_{fc} + A_{ft}) = 1$$

$$h/b_{fc} = 1.8$$

$$V_{c2} = 822.2$$

Sin Flujo de Corte

$$\phi V_n = 739.98 \text{ kip}$$

$V_u = 29 \text{ kip}$ (De nuestro Análisis Estructural)

$V_u \leq \phi V_n$

¡Cumple con AISC – G2!!

Con Flujo de Corte

$\phi V_n = 739.98 \text{ kip}$

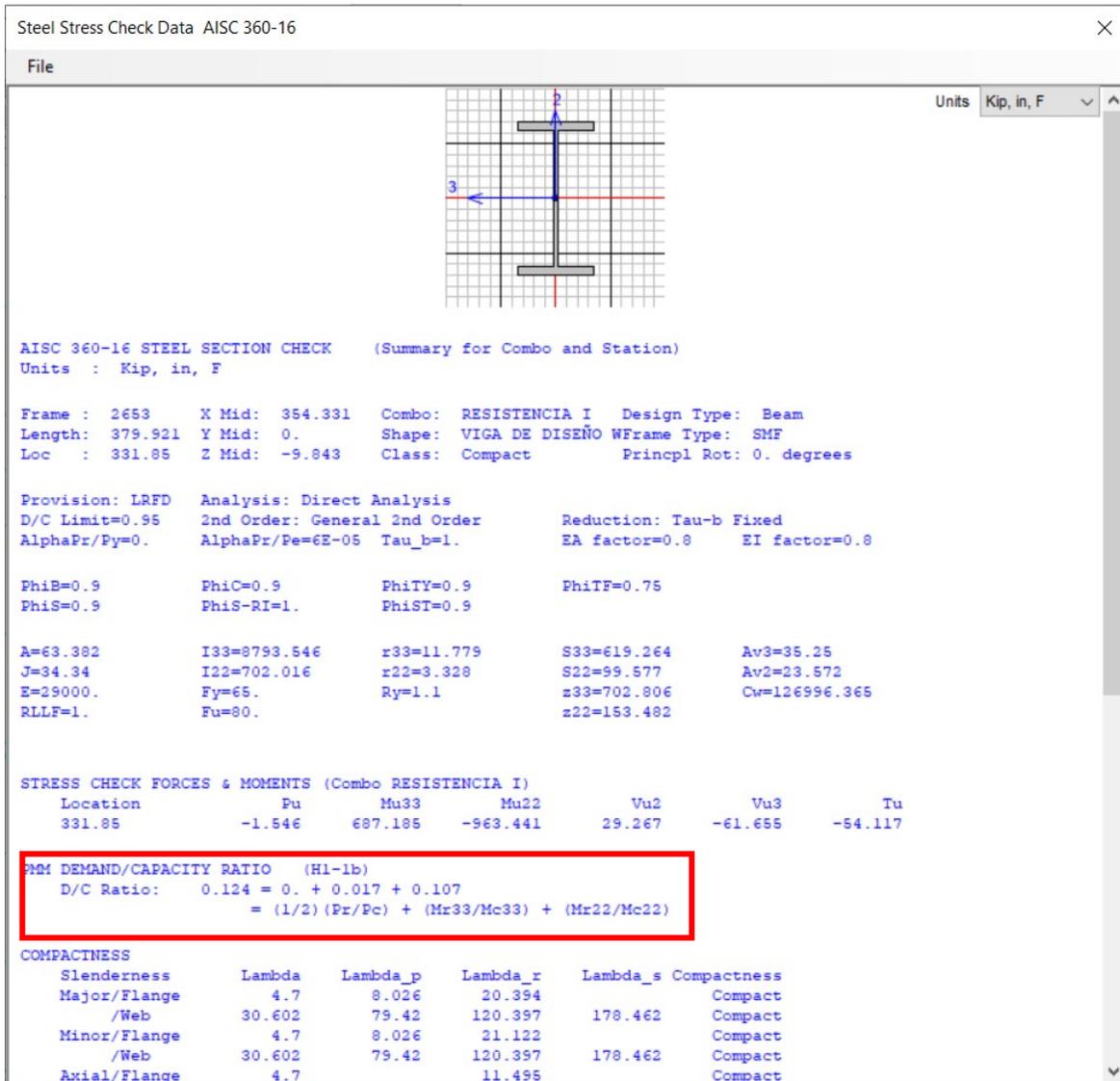
$V_u = 29 \text{ kip}$

$V_u \leq \phi V_n$

¡Cumple con AISC – G2!!

Ahora con Estos Valores Calculados procederemos a comprobar el diseño nuevamente en el programa CSI BRIDGE V23.1 con el objetivo de verificar nuestro diseño y nuestro y nuestro cálculo de la Resistencia y Capacidad a Flexión y Corte en la Viga Principal

Viga Principal



Con este valor del Ratio , es el ratio final que tendrá nuestra viga de Diseño mejorando considerablemente de un **Demanda/Capacidad = 31.1% a un 12.4%** del diseño estructural con la nueva viga de diseño

Steel Stress Check Data AISC 360-16

File

RLLF=1. Fu=80. z22=153.482 Units Kip, in, F

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo RESISTENCIA I)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
331.85	-1.546	687.185	-963.441	29.267	-61.655	-54.117

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0.124 = 0. + 0.017 + 0.107
= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness	Lambda	Lambda_p	Lambda_r	Lambda_s	Compactness
Major/Flange	4.7	8.026	20.394		Compact
/Web	30.602	79.42	120.397	178.462	Compact
Minor/Flange	4.7	8.026	21.122		Compact
/Web	30.602	79.42	120.397	178.462	Compact
Axial/Flange	4.7		11.495		Compact
/Web	30.602		31.472		Compact

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	0.805	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	0.036	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	0.036	1.	1.

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-1.546	3477.474	3707.847

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
Major Moment	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
	687.185	41114.133	41114.133	41114.133
Minor Moment	-963.441	8978.698		

SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
Major Shear	Force	Capacity	Ratio	Check
	29.267	827.377	0.035	OK
Minor Shear	61.655	1484.73	0.042	OK

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
Major (V2)	Left	Right
	0.	0.

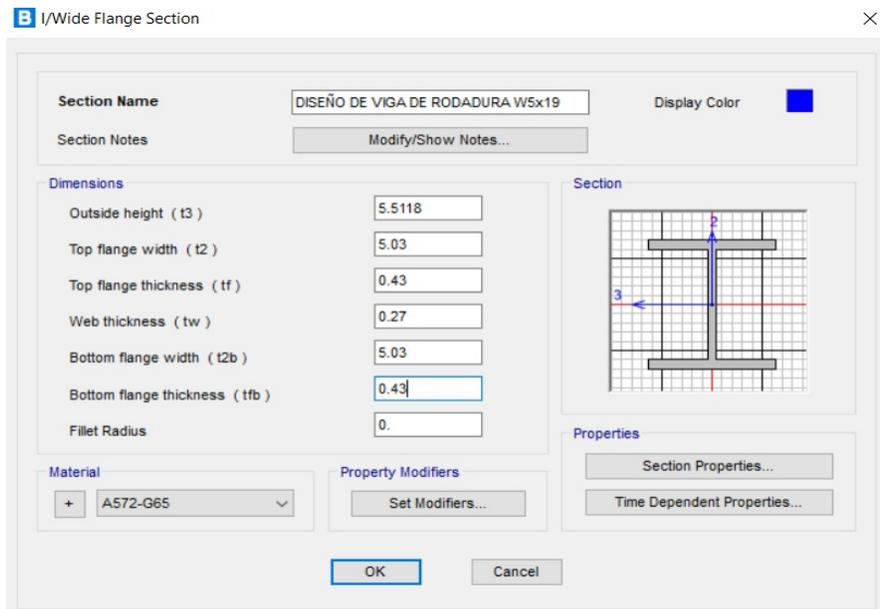
Observamos que nuestro cálculo para hallar la capacidad de la viga de diseño es adecuado debido a que el programa corrobora nuestro procedimiento siguiendo los lineamientos del AISC – 16

Nuestro Cálculo: $\Phi Mu = 41114.133 \text{ kip} - \text{in}$

Corroboración con el Programa CSI BRIDGE V23.1: $\Phi Mu = 41114.133 \text{ kip} - \text{in}$

Diseño de Viga Transversal

Se elegirá el perfil W correspondiente de acuerdo al mercado y a la necesidad de capacidad que tenemos, asimismo, buscamos que se mantenga la misma altura debido a que queremos que se conserve la misma razante a lo largo del puente, es así como se buscará que sea un perfil **COMPACTO** para así poder llegar a su máxima capacidad del perfil



1) Se calcula la compacidad en el Ala según el AISC – 16 - Tabla B4.1b

TABLA B4.1b Razones Ancho-Espesor: Elementos a Flexión. Miembros sometidos a Flexión					
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)	
10	Flexión en alas de perfiles I laminados, canales y tes.	b/t	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Ilustración 61 Tabla B4.1b AISC - 16

Para miembros sometidos a Flexión

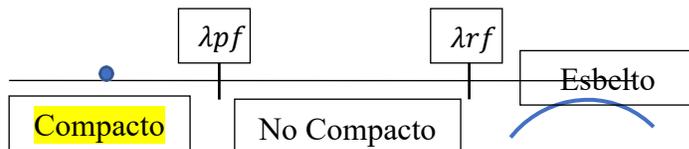
$$bf = 5.03 \text{ in}$$

$$tf = 0.43 \text{ in}$$

$$\lambda_f = \frac{bf}{2tf} = 5.85$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 8.026$$

$$\lambda_{rf} = 1 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 20.909$$



Como:

$$\lambda_f < \lambda_{pf} \wedge \lambda_f < \lambda_{rf} \longrightarrow \text{¡Ala Compacta!}$$

2) Se calcula la compacidad en el Alma según el AISC – 16 - Tabla B4.1b

TABLA B4.1b (continuación)					
Razones Ancho-Espesor: Elementos en Compresión.					
Miembros sometidos a Flexión					
Casos	Descripción del Elemento	Razón Ancho Espesor	Razón Ancho - Espesor Límite		Ejemplo
			λ (compacta / no compacta)	λ (esbelto / no esbelto)	
15	Almas de doble T simétricas y canales.	h/t_w	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

Ilustración 62 Tabla B4.1b (Continuación) AISC - 16

Para miembros sometidos a Flexión

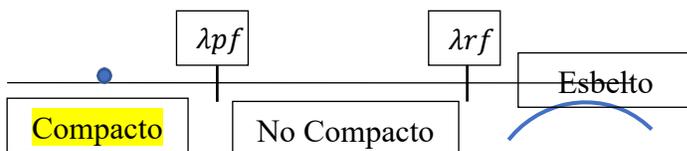
$$h = 4.65 \text{ in}$$

$$t_f = 0.27 \text{ in}$$

$$\lambda_f = \frac{h}{t_w} = 17.23$$

$$\lambda_{pf} = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 77.4$$

$$\lambda_{rf} = 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 120.4$$



Como:

$$\lambda_f < \lambda_{pf} \wedge \lambda_f < \lambda_{rf} \quad \longrightarrow \quad \textit{¡Alma Compacta!}$$

- 3) Según el capítulo F del AISC – 16 – F1.1 (Tabla de Selección para la Aplicación de miembros sometidos a flexión)

Nos encontramos con un caso de F2 por lo que tendremos que analizar MIEMBROS COMPACTOS DE SECCIÓN HDE SIMETRÍA DOBLE Y CANALES FLECTADAS EN TORNO A SU EJE MAYOR Para ello primero calcularemos los datos geométricos y comprobaremos los resultados según los cuadros de datos del AISC Prop 13.01

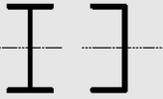
TABLA Notas F1.1 Tabla de Selección para la Aplicación de las Secciones del Capítulo F				
Sección en Capítulo F	Sección	Esbeltez Alta	Esbeltez Alma	Estados límites
F2		C	C	Y, LTB

Ilustración 63 ASIC – 16: Miembros sometidos a flexión

- 4) De la tabla del AISC PROP – 15 extraemos los valores del Módulo de la Sección Elástica y del Momento de Inercia X-X y Y-Y

$$Z_x = 12.45 \text{ in}^3$$

$$I_x = 30.26 \text{ in}^4$$

$$S_x = 10.98 \text{ in}^3$$

$$I_y = 9.13 \text{ in}^4$$

$$R_y = 1.28 \text{ in}$$

- 5) De la sección F2 , calculamos los límites a los que rige nuestra sección tanto para Fluencia como para Pandeo Lateral Torsional según AISC -16

Fluencia (AISC -16 - F2-1)

$$M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$$

Donde:

F_y = Tensión de fluencia mínima especificada del tipo de acero utilizado

Z_x = Módulo de sección plástico en torno al eje x

$$M_p = F_y \cdot Z_x = (65) \cdot (12.45) = 809.38 \text{ kip} - \text{in}$$

Pandeo Lateral Torsional (AISC -16 - F2-2)

- Cuando $L_b < L_p$, el estado límite de pandeo lateral – torsional no aplica
- Cuando $L_p < L_b < L_r$

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.9F_y \cdot S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

- Cuando

$$M_n = F_{cr} \cdot S_x \leq M_p$$

Se calculan los siguientes parámetros

$$C_w = \frac{I_f h^2}{2} = \frac{t_f b^3 h^2}{24} = \frac{h^2 I_y}{4}$$

$$I_p = I_x + I_y$$

$$C_w = 58.93$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h t_w}{b_f t_f} \right)}}$$

$$r_{ts} = 1.386$$

(1) For doubly symmetric I-shapes

$$c = 1 \quad (\text{F2-8a})$$

(2) For channels

$$c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} \quad (\text{F2-8b})$$

$$h_o = 5.08$$

$$C = 1$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$$

$$F_{cr} = 91.07$$

Del sistema Estructural:

$$L_b = 118.11 \text{ in}$$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_p = 47.54 \text{ in}$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)^2}}$$

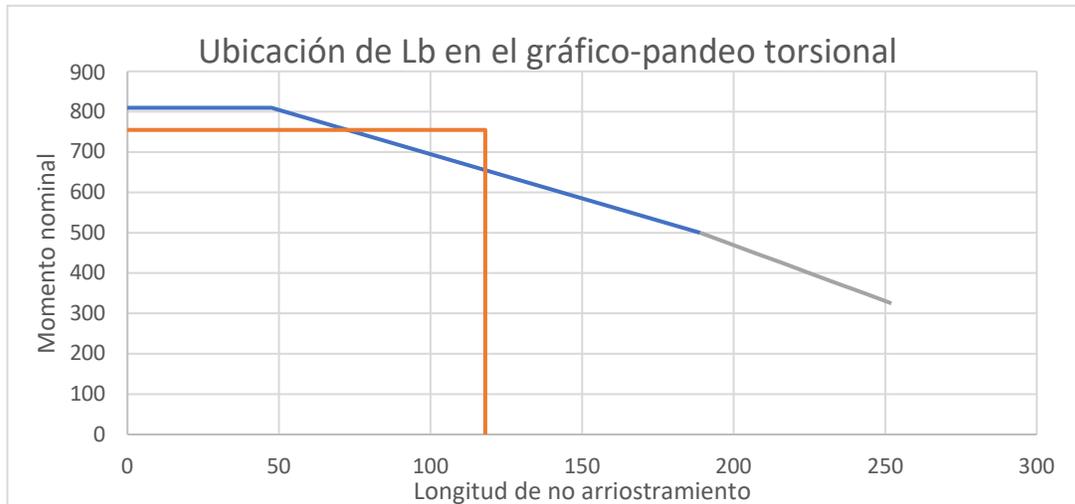
$$L_r = 189.03 \text{ in}$$

Como $L_p < L_b < L_r$ (Caso 2), utilizamos la fórmula AISC – 16 - F2-2

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.9 F_y S_x) \cdot \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right) \right] \leq M_p$$

$$M_n = 1.152 \cdot \left[809.38 - (809.38 - 0.9(65) \cdot (10.98)) \cdot \left(\frac{118.11 - 47.54}{189.03 - 47.54}\right) \right]$$

$$M_n = 754.7 \text{ kip} - \text{in}$$



Nota. Fuente elaboración propia

Finalmente al obtener los 2 límites de falla tanto por fluencia así como por Pandeo - torsional , escogemos el menor debido a que será el primero en fallar y al cual multiplicaremos por un factor ϕ de seguridad según el método LRFD el cual es 0.9 para elementos sometidos a flexión según el capítulo AISC – F2

$$3) (Fluencia) Mn1 = 809.38 \text{ kip} - \text{in}$$

$$4) (Pandeo - Torsional) Mn2 = 754.7 \text{ kip} - \text{in}$$

El menor es :

Pandeo – Torsional

$$\phi Mn = (0.9) \cdot 754.7$$

$$\phi Mn = 679.3 \text{ kip} - \text{in}$$

Del Análisis Estructural tenemos que nuestra demanda para la viga transversal más crítica un valor de:

$$Mu = 4.092 \text{ kip} - \text{in}$$

Por lo tanto:

$$679.3 \geq 4.092$$

$$\Phi M_n \geq M_u$$

¡Cumple con AISC – F2!!

Ahora procederemos a analizarlo y diseñarlo en el programa CSI BRIDGE considerando estos nuevos perfiles propuestos

Ahora verificamos el diseño por Corte

Verificación por Corte

G2. MIEMBROS DE SECCIÓN DOBLE T Y CANALES

1. Resistencia de Corte del alma sin acción de campo de tracciones.

La resistencia nominal de corte, V_n , es

$$V_n = 0,6F_y A_w C_{v1} \quad (G2-1)$$

Tenemos los datos de entrada:

$$F_y = 65 \text{ ksi}$$

$$E = 29000 \text{ ksi}$$

$$F_L = 0,7 * F_y = 45,5 \text{ ksi}$$

$$K_c = 0,723 < 0,76 \text{ (Cumple para especificaciones de Diseño según AISC – 16)}$$

$$J = 0,2971 \text{ in}$$

$$C = 1$$

$$H_o = 26,9$$

Verificamos por Corte con Atiesadores

$$A_w = 1,26 \text{ in}^2$$

$$h/tw = 17.23$$

$$h = 4.65$$

$$a = 4.65$$

$$a/h = 1$$

$$kv = 10$$

Procedemos a hallar los Límites

$$Lim1 = 1.10\text{raiz}(KvE/fy) = 73.47$$

$$Lim2 = 1.37\text{raiz}(KvE/fy) = 91.51$$

$$Cv1 = 1$$

$$Vc1 = 48.98 \text{ kip}$$

$$Cv2 = 1$$

$$2Aw/(Afc+Aft) = 0.58$$

$$h/bfc = 0.92481113$$

$$Vc2 = 48.98 \text{ kip}$$

Sin Flujo de Corte

$$\phi Vn = 44.09 \text{ kip}$$

$$Vu = 0.1 \text{ kip (De nuestro Análisis Estructural)}$$

$$Vu \leq \phi Vn$$

¡Cumple con AISC – G2!!

Con Flujo de Corte

$$\phi Vn = 44.09 \text{ kip}$$

$$Vu = 0.1 \text{ kip}$$

$$Vu \leq \phi Vn$$

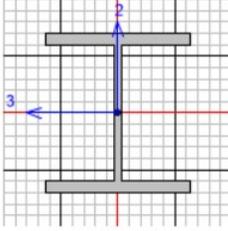
¡Cumple con AISC – G2!!

Ahora con Estos Valores Calculados procederemos a comprobar el diseño nuevamente en el programa CSI BRIDGE V23.1 con el objetivo de verificar nuestro diseño y nuestro y nuestro cálculo de la Resistencia y Capacidad a Flexión y Corte en la Viga Principal

Viga Principal

Steel Stress Check Data AISC 360-16

File



Units: Kip, in, F

AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : Kip, in, F

Frame : 2193 X Mid: 295.276 Combo: RESISTENCIA I Design Type: Beam
Length: 118.11 Y Mid: -13.731 Shape: DISEÑO DE VIGA DFrame Type: SMF
Loc : 78.74 Z Mid: -9.843 Class: Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis
D/C Limit=0.95 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed
AlphaPr/Py=0.029 AlphaPr/Pe=0.056 Tau_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8

PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75
PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=5.582 I33=30.26 r33=2.328 S33=10.98 Av3=3.605
J=0.282 I22=9.128 r22=1.279 S22=3.629 Av2=1.488
E=29000. Fy=65. Ry=1.1 z33=12.452 Cw=58.933
RLLF=1. Fu=80. z22=5.524

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo RESISTENCIA I)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
78.74	10.581	6.207	-0.032	2.503E-04	0.002	-1.266E-05

MM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2, H1-1b)
D/C Ratio: 0.025 = 0.016 + 0.009 + 0.
= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness	Lambda	Lambda_p	Lambda_r	Lambda_s	Compactness
Major/Flange	5.849	8.026	20.909		Compact
/Web	17.229	79.42	120.397	178.462	Compact
Minor/Flange	5.849	8.026	21.122		Compact
/Web	17.229	79.42	120.397	178.462	Compact
Axial/Flange	5.849		11.785		Compact

Con este valor del Ratio , es el ratio final que tendrá nuestra viga de Diseño mejorando considerablemente de un **Demanda/Capacidad = 3.4% a un 2.5%** del diseño estructural con la nueva viga de diseño

Steel Stress Check Data AISC 360-16

File

RLLF=1. Fu=80. z22=5.524 Units Kip, in, F

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo RESISTENCIA I)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
78.74	10.581	6.207	-0.032	2.503E-04	0.002	-1.266E-05

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1b)

D/C Ratio: 0.025 = 0.016 + 0.009 + 0.
= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

COMPACTNESS

Slenderness	Lambda	Lambda_p	Lambda_r	Lambda_s	Compactness
Major/Flange	5.849	8.026	20.909		Compact
/Web	17.229	79.42	120.397	178.462	Compact
Minor/Flange	5.849	8.026	21.122		Compact
/Web	17.229	79.42	120.397	178.462	Compact
Axial/Flange	5.849		11.785		Compact
/Web	17.229		31.472		Compact

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	1.	1.	1.143

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	10.581	145.142	326.534

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	6.207	679.3	728.446	594.13
Minor Moment	-0.032	323.182		

SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	2.503E-04	52.235	4.792E-06	OK
Minor Shear	0.002	151.836	1.126E-05	OK

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

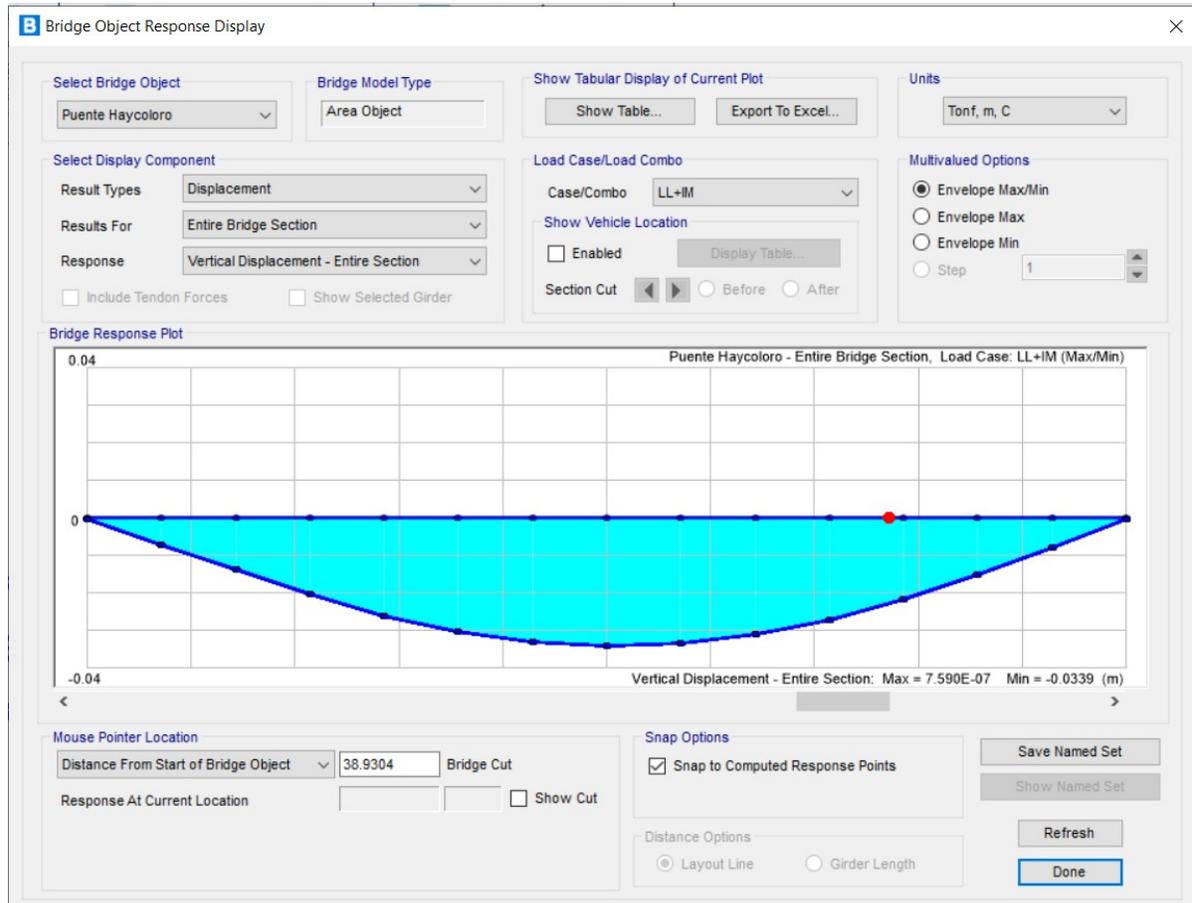
	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	0.156	0.078

Observamos que nuestro cálculo para hallar la capacidad de la viga de diseño es adecuado debido a que el programa corrobora nuestro procedimiento siguiendo los lineamientos del AISC – 16

Nuestro Cálculo: $\Phi Mu = 679.3 \text{ kip} - \text{in}$

Corroboración con el Programa CSI BRIDGE V23.1: $\Phi Mu = 679.3 \text{ kip} - \text{in}$

Desplazamiento para Carga Viva



En ausencia de otros criterios, para las construcciones de acero, aluminio y/u concreto se pueden considerar los siguientes límites de deflexión:

- Carga vehicular, general. Longitud/800,

El puente tiene una longitud de 42.67m

Entonces Max : $42.67/800 = 0.053m$

Tenemos del CSI BRIDGE para el diseño : 0.0339



¡Cumple!



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME TOPOGRAFICO

TESIS: “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho, Lima”



Elaborado por: Máximo Flores Huaman

Contenido

1.	GENERALIDADES.....	3
2.	UBICACIÓN	3
3.	METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	4
4.	TRABAJO DE CAMPO.....	4
5.	CONCLUSIONES.....	11
6.	RECOMENDACIONES	11
7.	ANEXOS.....	12

1. GENERALIDADES

El estudio del terreno es un paso muy importante en la planificación y el diseño del proyecto vial, nos da una idea de cómo se compone el terreno sobre el que trazaremos la carretera y también muestra los detalles que debemos tener en cuenta. Este diseño incluye casas cerca de carreteras, barrancos, intersecciones, canales y desvíos de senderos, que pueden ser problemáticos en la ejecución si no se tienen en cuenta. El estudio del terreno también nos mostró la pendiente lateral y longitudinal del terreno, por lo que pudimos diseñar nuestros senderos teniendo en cuenta todas las especificaciones técnicas dadas en el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

Objetivos del Estudio Topográfico

Elaborar el Estudio de Topografía “Puente Haycoloro – Lima”, la que estará desarrollada en base a los alcances del estudio, consideraremos las características técnicas y consideraciones establecidas a lo largo del proyecto

Elaborar planos topográficos a escala adecuada

Proporcionar información que sirva para el diseño vial de la alternativa del diseño de la carretera

Proporcionar información que sirva de base para los estudios hidráulicos, geológicos y de impacto ambiental

2. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de San Juan de Lurigancho, departamento de Lima , el acceso al Puente en estudio es por la autopista Ramiro Prialé, el cual es una vía asfaltada PE-22

El emplazamiento del puente presenta una altitud promedio de 287.377 m.s.n.m UTM, WGS84 Datum de la siguiente manera:

Ubicación Política

Distritos : San Juan de Lurigancho

Provincias : Lima

Departamento : Lima

Elevación : 2122.09 metros



Ilustración 1 Ubicación del área de estudio en la Red Vial Nacional, Ruta PE22

3. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La metodología adoptada para el cumplimiento del trabajo, es la siguiente:

Recopilación y evaluación de la información topográfica existente tales como: Cartas Nacionales, utilización del software especializado en obtención de puntos topográficos a partir de un VM ubicado cerca del puente, utilizaremos Global Mapper 20 y Google Earth así como Mapsource para exportar los puntos y poder crear los planos con las curvas de nivel en el programa Civil 3D

4. TRABAJO DE CAMPO GEOREFERENCIACIÓN

Planeamiento

La etapa de planeamiento se planificó e identificó los Puntos de Control, para que haya un mejor control terrestre. El sistema en que se trabajó es:

Datum : WGS84
Sistema de Coordenadas 18
Modelo Geoidal : EGM – 2008

Orden C.

Utilizamos la información que está enlazada a la Red Geodésica Nacional, la misma que nos proporciona data de observación por un lapso de 24 horas, con lecturas comprendidas según el horario UTC-5 (Correspondiente al Perú) y por consiguiente, lectura que estén comprendidas entre 7:00pm de un determinado día

Ubicación de las Estación de Rastreo Permanente más cercana con respecto al Puente

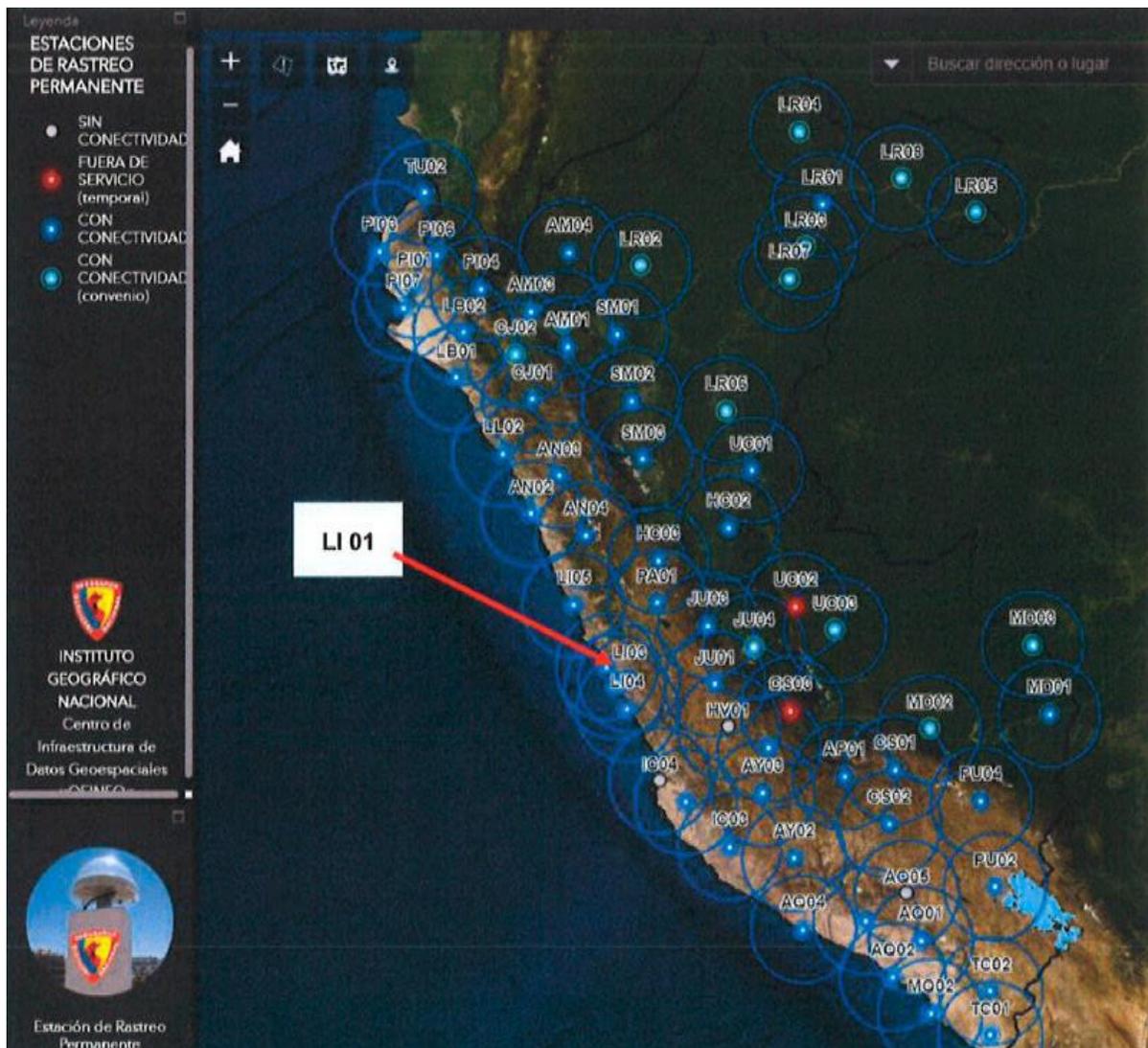
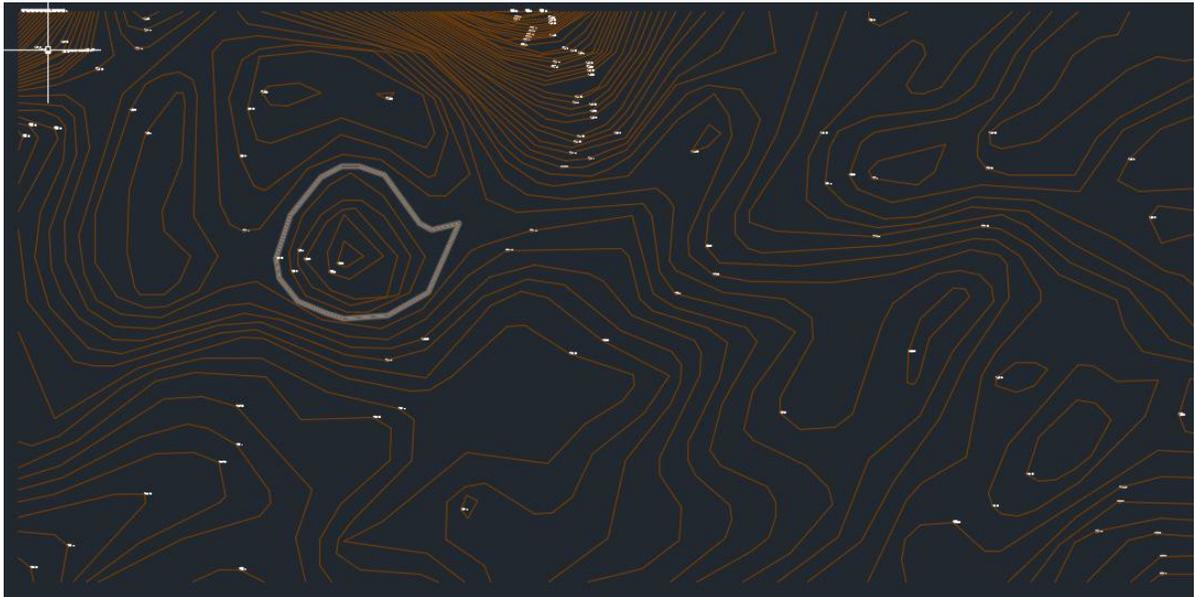


Ilustración 2 Fuente : Instituto Geográfico Nacional

Al analizar la figura anterior, se tiene que se utilizó la ESTACIÓN DE RASTREO PERMANENTE: LI01 – SURQUILLO como estación base de referencia, punto enlazado a la Red Geodésica Nacional necesario para el ajuste y triangulación dentro del programa CIVIL 3D para poder corregir dichas triangulaciones y darnos valores más próximos



Fuente : Elaboración Propia

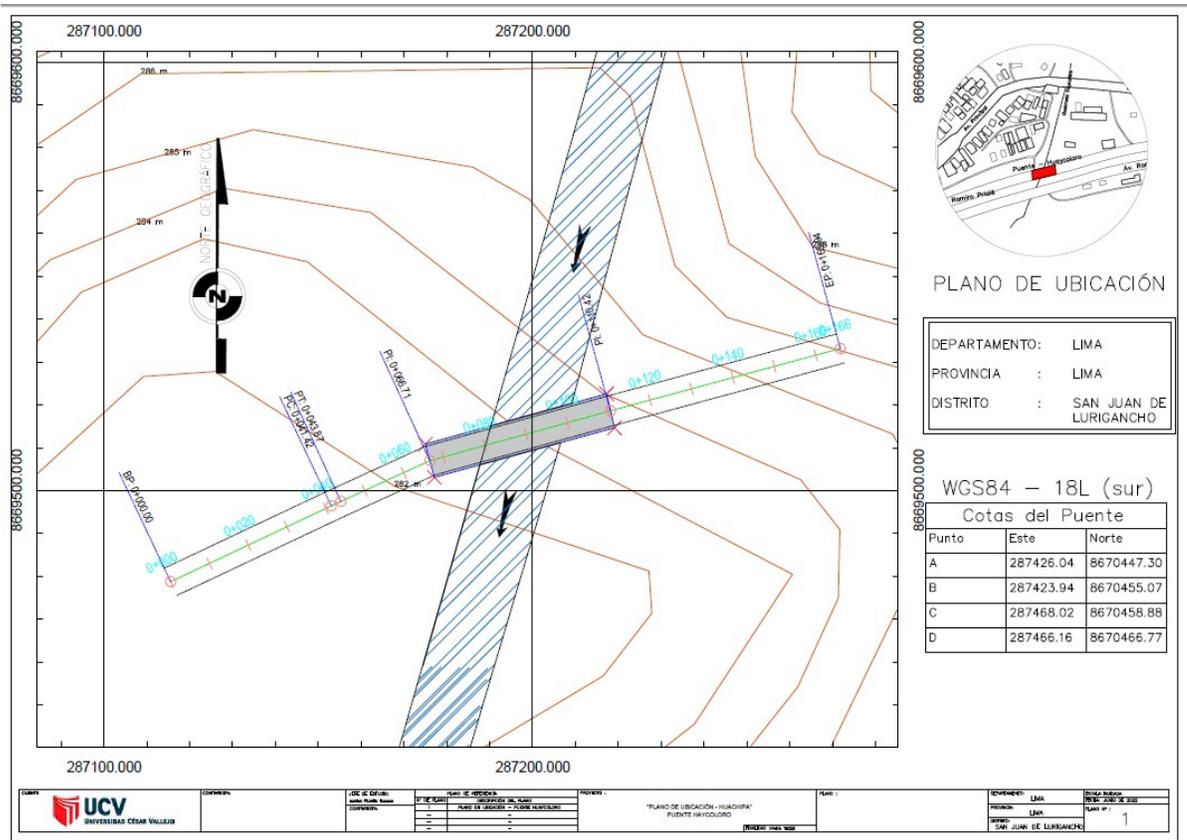


Ilustración 3 Ubicamos la georeferenciación y según el mapa de la carretera partimos a un mismo punto de elevación y ubicación con lo que nos ayudó a la obtención de la nube de punto

Al momento de colocar nuestro teodo

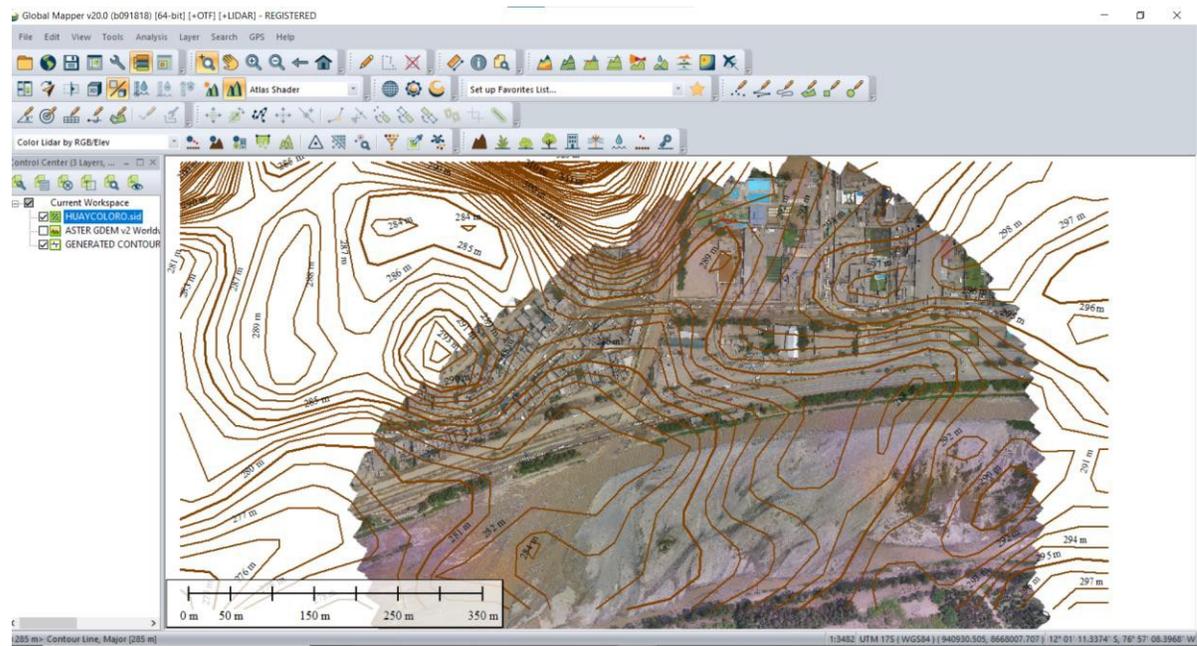


Ilustración 4 Nube de Puntos del Puente Haycoloro

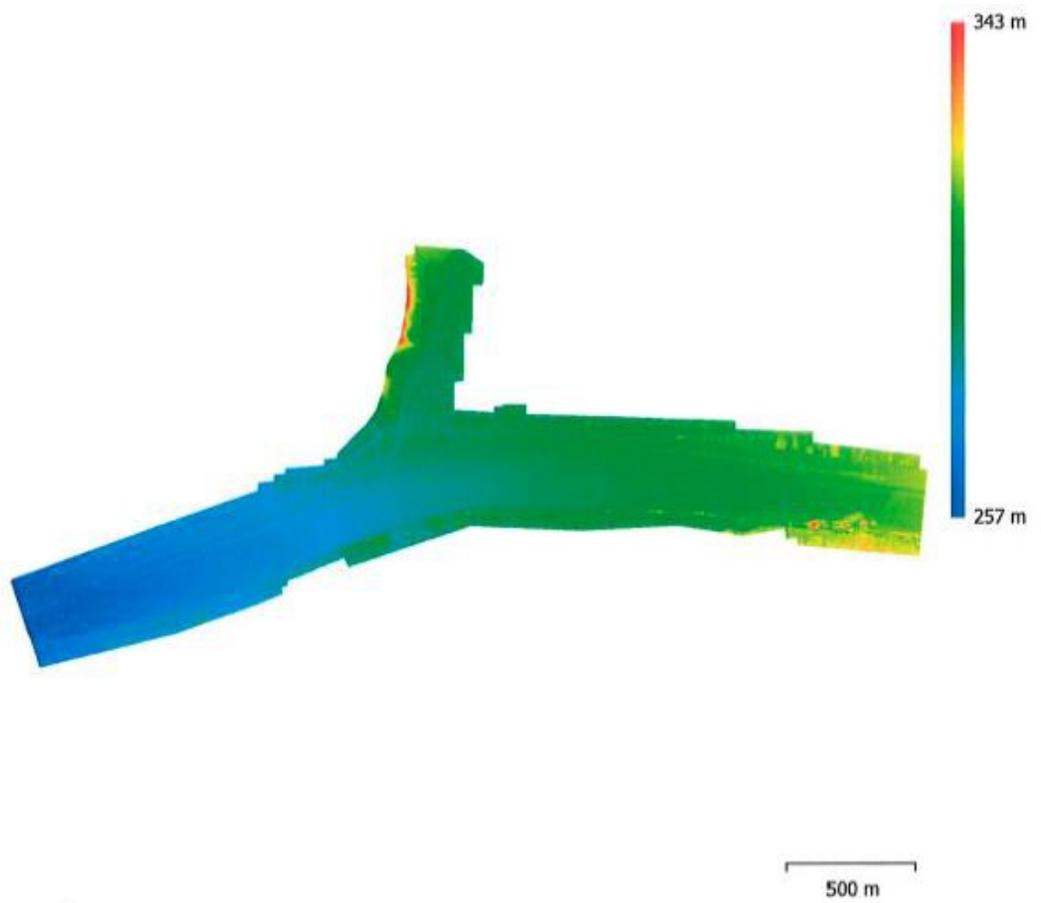
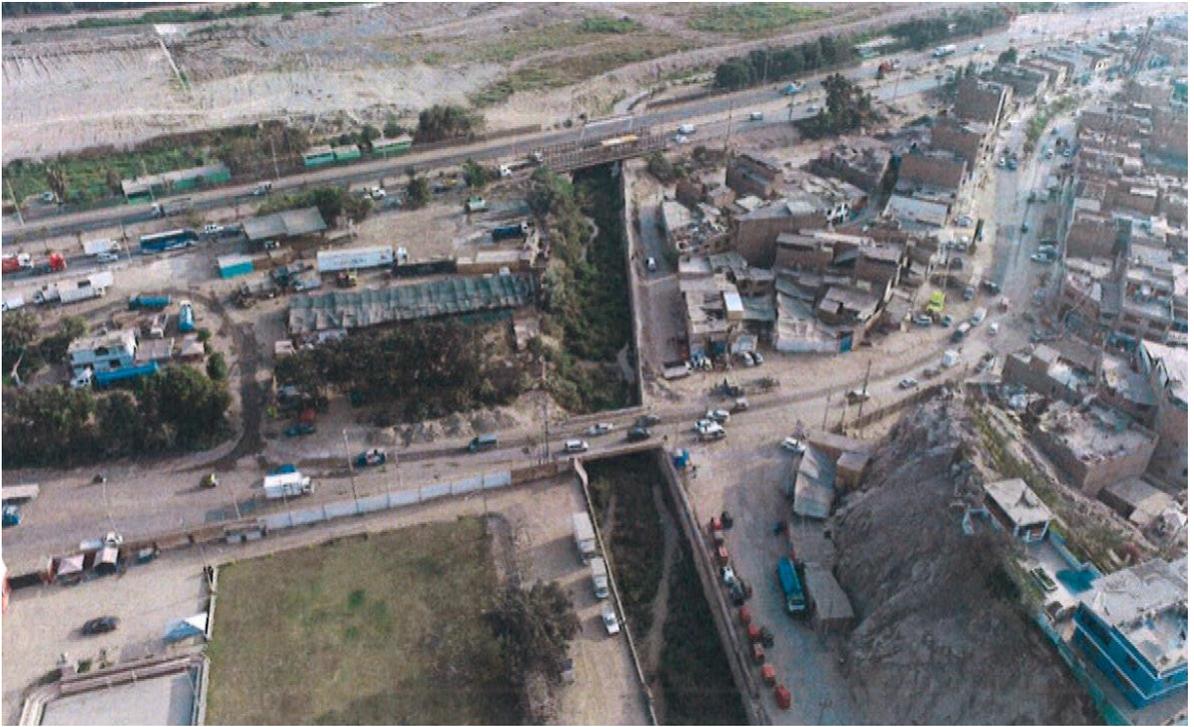


Ilustración 5 Modelo digital de elevaciones

Resolución : 23.9cm/plx

Densidad de puntos : 17.5 puntos/m²



5. CONCLUSIONES

- a) Se concluye que al utilizar los programas mencionados podremos tener una gran aproximación con respecto a la toma de datos para así poder generar los planos con las curvas de nivel respectivas
- b) Según sus pendientes y de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG- 2018, se clasifica como una autopista de primera clase
- c) Es vital conocer la información brindada por las cartas e información dada por la misma carretera debido a que nos da un mayor alcance del proyecto
- d) Los trazos que generan los planos, han sido procesados en el programa de AUTOCAD CIVIL 3D, cuyos archivos están en unidades métricas.
- e) Los puntos obtenidos en el terreno se han procesado en el formato (punto, este, norte, elevación y descripción).

6. RECOMENDACIONES

- a) Para analizar de adecuada forma se recomienda utilizar los métodos más efectivos para re organizar la triangulación debido a que consideramos un factor de error en la obtención de data
- b) Se recomienda tener el cuidado y adecuado criterio para elegir la ruta a la que seguirá la triangulación así como los datos obtenidos efectivamente por nuestro estudio
- c) Se recomienda verificar constantemente y cerciorarnos del trabajo que realizamos con respecto a nuestra investigación

8669600.000

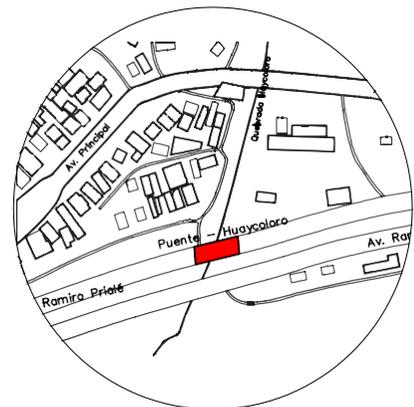
8669500.000

287100.000

287200.000

8669600.000

8669500.000



P O D U B I C I Ó N

DEPARTAMENTO

PROVI

STRITO

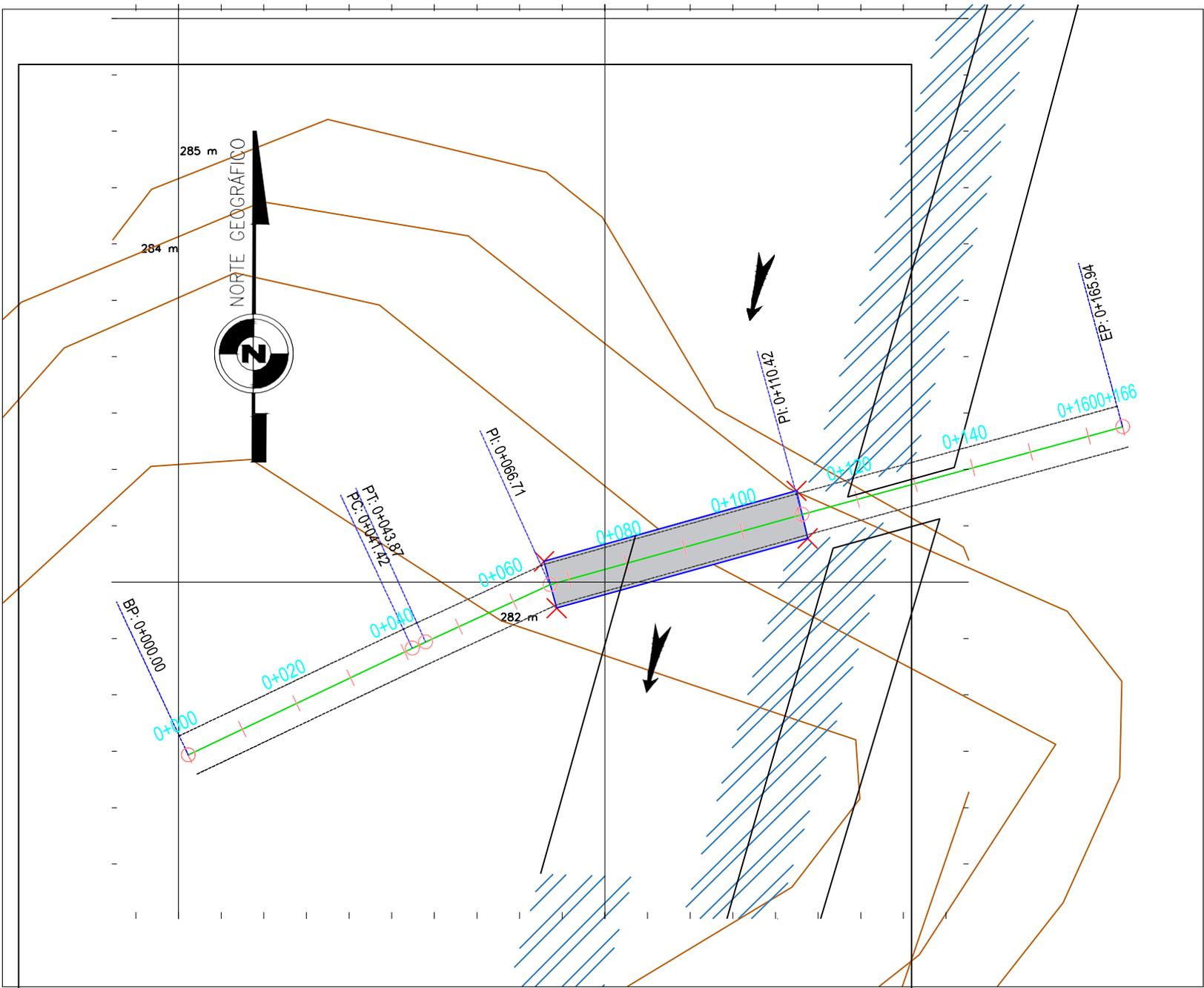
SAN JUAN DE RIGANCHO

WGS8

8 S

Cotas el Puente

Punto	Este	Norte
A	287426.04	8670447.30
B	287423.94	8670455.07
C	287468.02	8670458.88
D	287466.16	8670466.77



287100.000

287200.000

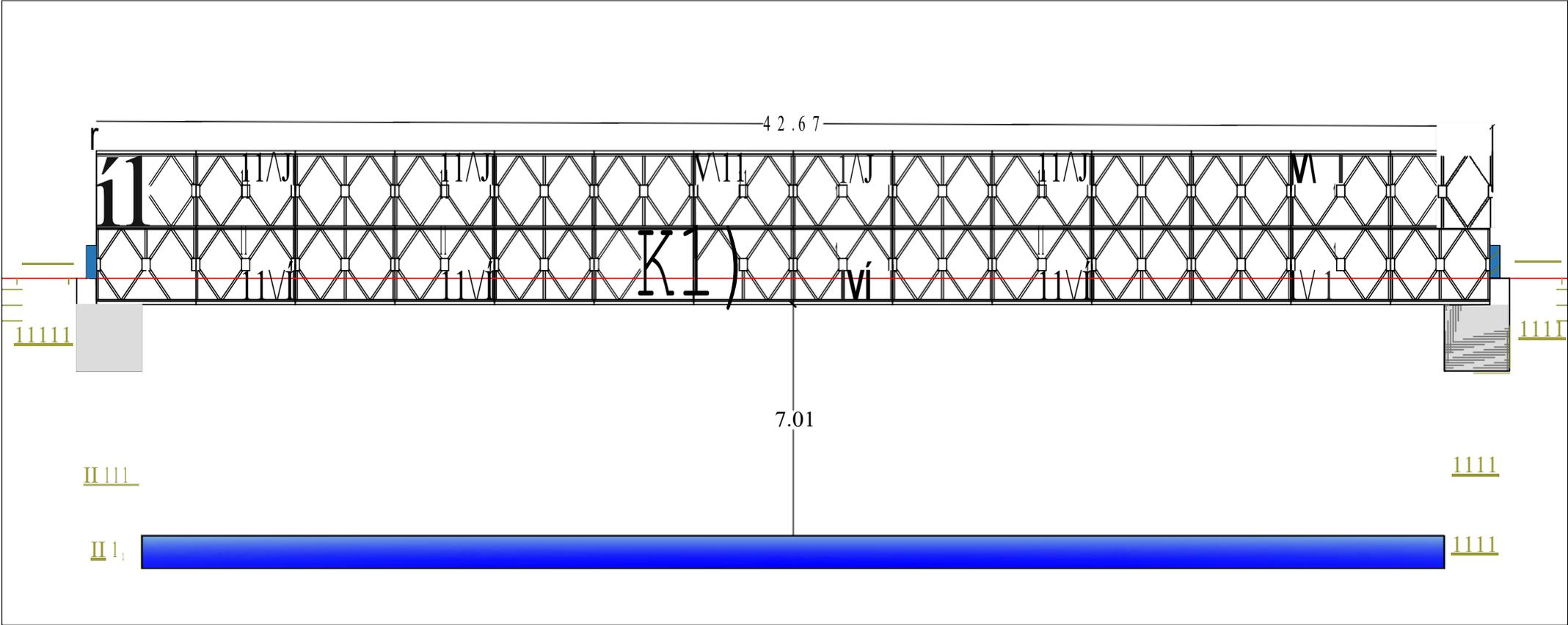
CLIENTE



CONTRATO:	FECHA DE EMISIÓN:	PLANO DE REFERENCIA:	PROYECTO:
ESTADO:	ES:	Nº DE PLANO:	
CONTRATISTA:		DESCRIPCIÓN DEL PLANO:	
		PLANO DE UBICACIÓN - PUENTE HUAYCOLORO	"PLANO DE UBICACIÓN - HUACHIPA"
			PUENTE HUAYCOLORO

DEPARTAMENTO:	LIMA	ESCALA:	INDICADA
PROVINCIA:	LIMA	FECHA:	JUNIO DE 2022
DISTRITO:	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PLANO Nº:	1

PLANO DEL PUENTE MODULAR TIPO BAILEY - HAYCOLORO



7. ANEXOS

1	287440	8670454	286	true		232	287358	8670461	285	true
2	287440	8670451	286	true		233	287359	8670454	285	true
3	287442	8670452	286	true		234	287359	8670450	285	true
4	287445	8670454	286	true		235	287361	8670444	285	true
5	287446	8670456	286	true		236	287361	8670440	285	true
6	287446	8670459	286	true		237	287362	8670435	285	true
7	287445	8670459	286	true		238	287363	8670430	285	true
8	287442	8670459	286	true		239	287368	8670421	285	true
9	287440	8670459	286	true		240	287372	8670415	285	true
10	287438	8670457	286	true		241	287372	8670412	285	true
11	287436	8670453	286	true		242	287374	8670409	285	true
12	287437	8670450	286	true		243	287378	8670404	285	true
13	287442	8670448	286	true		244	287382	8670401	285	true
14	287444	8670447	286	true		245	287385	8670398	285	true
15	287449	8670447	286	true		246	287387	8670395	285	true
16	287453	8670449	286	true		247	287391	8670393	285	true
17	287454	8670453	286	true		248	287395	8670391	285	true
18	287454	8670454	286	true		249	287400	8670389	285	true
19	287454	8670458	286	true		250	287407	8670386	285	true
20	287452	8670463	287	true		251	287417	8670384	285	true
21	287449	8670466	286	true		252	287422	8670383	285	true
22	287445	8670469	286	true		253	287433	8670381	285	true
23	287439	8670471	286	true		254	287443	8670380	285	true
24	287434	8670472	286	true		255	287452	8670381	285	true
25	287430	8670472	286	true		256	287459	8670381	285	true
26	287425	8670471	286	true		257	287465	8670382	285	true
27	287422	8670469	286	true		258	287470	8670384	285	true
28	287419	8670465	286	true		259	287475	8670385	285	true
29	287416	8670459	286	true		260	287480	8670386	285	true
30	287417	8670455	286	true		261	287485	8670387	284	true
31	287417	8670451	286	true		262	287490	8670388	284	true
32	287420	8670446	286	true		263	287497	8670389	284	true
33	287425	8670441	286	true		264	287505	8670391	284	true
34	287432	8670436	286	true		265	287513	8670393	284	true
35	287440	8670433	286	true		266	287518	8670393	284	true
36	287448	8670432	286	true		267	287520	8670394	284	true
37	287455	8670432	286	true		268	287524	8670396	285	true
38	287458	8670433	286	true		269	287526	8670399	285	true
39	287459	8670436	286	true		270	287529	8670401	285	true
40	287459	8670439	286	true		271	287531	8670403	285	true
41	287460	8670443	286	true		272	287533	8670405	285	true
42	287460	8670445	286	true		273	287536	8670407	285	true

43	287459	8670447	286	true		274	287537	8670410	286	true
44	287459	8670449	286	true		275	287539	8670412	286	true
45	287458	8670454	286	true		276	287542	8670417	286	true
46	287456	8670460	287	true		277	287543	8670418	286	true
47	287451	8670465	287	true		278	287544	8670421	286	true
48	287447	8670469	286	true		279	287547	8670424	286	true
49	287442	8670473	286	true		280	287547	8670426	287	true
50	287438	8670475	286	true		281	287549	8670430	287	true
51	287434	8670476	286	true		282	287551	8670434	287	true
52	287431	8670476	286	true		283	287553	8670437	287	true
53	287427	8670476	286	true		284	287555	8670441	287	true
54	287420	8670474	286	true		285	287556	8670443	287	true
55	287413	8670470	286	true		286	287558	8670446	288	true
56	287406	8670465	286	true		287	287558	8670449	288	true
57	287402	8670462	286	true		288	287560	8670452	288	true
58	287398	8670460	286	true		289	287560	8670455	288	true
59	287395	8670457	285	true		290	287560	8670460	288	true
60	287391	8670451	285	true		291	287560	8670463	288	true
61	287390	8670446	285	true		292	287558	8670469	289	true
62	287391	8670442	285	true		293	287557	8670472	289	true
63	287393	8670437	285	true		294	287555	8670474	289	true
64	287396	8670432	285	true		295	287553	8670477	289	true
65	287402	8670427	285	true		296	287552	8670478	289	true
66	287410	8670423	285	true		297	287550	8670480	289	true
67	287421	8670419	285	true		298	287548	8670482	289	true
68	287430	8670418	285	true		299	287546	8670483	289	true
69	287441	8670416	285	true		300	287543	8670485	290	true
70	287449	8670417	285	true		301	287539	8670487	290	true
71	287457	8670418	285	true		302	287533	8670491	290	true
72	287460	8670419	286	true		303	287528	8670493	290	true
73	287462	8670422	286	true		304	287525	8670494	290	true
74	287464	8670427	286	true		305	287523	8670495	290	true
75	287466	8670431	286	true		306	287519	8670497	290	true
76	287468	8670436	286	true		307	287517	8670498	290	true
77	287471	8670441	286	true		308	287514	8670499	290	true
78	287471	8670447	287	true		309	287511	8670501	290	true
79	287473	8670452	287	true		310	287508	8670502	290	true
80	287473	8670456	287	true		311	287505	8670503	290	true
81	287472	8670460	287	true		312	287501	8670504	290	true
82	287471	8670466	287	true		313	287496	8670506	289	true
83	287469	8670473	287	true		314	287494	8670507	289	true
84	287467	8670475	287	true		315	287488	8670510	289	true
85	287465	8670477	287	true		316	287486	8670511	289	true

86	287462	8670480	287	true		317	287484	8670512	289	true
87	287457	8670482	287	true		318	287481	8670513	289	true
88	287451	8670483	287	true		319	287479	8670514	289	true
89	287445	8670483	287	true		320	287476	8670516	289	true
90	287435	8670483	286	true		321	287473	8670518	289	true
91	287425	8670481	286	true		322	287469	8670521	289	true
92	287415	8670479	286	true		323	287462	8670523	289	true
93	287408	8670476	286	true		324	287453	8670526	289	true
94	287403	8670472	286	true		325	287442	8670529	289	true
95	287401	8670470	286	true		326	287436	8670532	289	true
96	287400	8670468	286	true		327	287426	8670535	289	true
97	287399	8670463	286	true		328	287415	8670537	288	true
98	287398	8670461	286	true		329	287406	8670538	288	true
99	287397	8670458	285	true		330	287396	8670541	288	true
100	287398	8670449	285	true		331	287390	8670540	287	true
101	287399	8670441	285	true		332	287384	8670540	287	true
102	287401	8670435	285	true		333	287377	8670540	287	true
103	287405	8670428	285	true		334	287369	8670538	286	true
104	287409	8670423	285	true		335	287361	8670532	286	true
105	287412	8670420	285	true		336	287351	8670528	285	true
106	287414	8670418	285	true		337	287347	8670525	285	true
107	287417	8670417	285	true		338	287341	8670522	285	true
108	287422	8670414	285	true		339	287333	8670515	285	true
109	287428	8670411	285	true		340	287326	8670509	285	true
110	287435	8670410	285	true		341	287324	8670506	285	true
111	287443	8670409	285	true		342	287321	8670502	285	true
112	287451	8670409	285	true		343	287319	8670497	285	true
113	287455	8670409	285	true		344	287316	8670493	285	true
114	287462	8670411	285	true		345	287314	8670487	285	true
115	287466	8670413	285	true		346	287312	8670482	285	true
116	287469	8670416	286	true		347	287310	8670474	285	true
117	287472	8670419	286	true		348	287308	8670467	285	true
118	287475	8670422	286	true		349	287307	8670460	285	true
119	287478	8670425	286	true		350	287307	8670453	285	true
120	287481	8670430	286	true		351	287307	8670447	285	true
121	287484	8670435	286	true		352	287307	8670442	285	true
122	287487	8670439	287	true		353	287308	8670440	285	true
123	287488	8670441	287	true		354	287309	8670435	285	true
124	287490	8670443	287	true		355	287310	8670431	285	true
125	287492	8670448	287	true		356	287311	8670426	285	true
126	287493	8670450	287	true		357	287314	8670420	285	true
127	287494	8670456	288	true		358	287317	8670414	285	true
128	287493	8670460	288	true		359	287323	8670406	285	true

129	287492	8670465	288	true		360	287328	8670400	285	true
130	287488	8670471	288	true		361	287333	8670393	285	true
131	287484	8670477	288	true		362	287340	8670387	285	true
132	287477	8670483	288	true		363	287346	8670383	285	true
133	287469	8670488	288	true		364	287352	8670379	285	true
134	287458	8670494	288	true		365	287358	8670375	285	true
135	287447	8670499	288	true		366	287363	8670372	285	true
136	287430	8670503	287	true		367	287369	8670370	285	true
137	287425	8670505	287	true		368	287372	8670369	285	true
138	287413	8670505	287	true		369	287378	8670368	285	true
139	287409	8670505	287	true		370	287385	8670366	285	true
140	287406	8670505	287	true		371	287392	8670365	285	true
141	287399	8670504	287	true		372	287398	8670364	285	true
142	287395	8670501	286	true		373	287404	8670363	285	true
143	287391	8670498	286	true		374	287411	8670362	285	true
144	287386	8670494	286	true		375	287421	8670360	285	true
145	287382	8670490	286	true		376	287432	8670358	285	true
146	287379	8670484	286	true		377	287441	8670358	285	true
147	287377	8670477	285	true		378	287446	8670358	285	true
148	287375	8670470	285	true		379	287450	8670358	285	true
149	287373	8670461	285	true		380	287463	8670359	285	true
150	287373	8670457	285	true		381	287467	8670360	285	true
151	287375	8670446	285	true		382	287471	8670361	285	true
152	287375	8670440	285	true		383	287476	8670363	285	true
153	287377	8670434	285	true		384	287482	8670366	285	true
154	287378	8670431	285	true		385	287486	8670369	285	true
155	287381	8670426	285	true		386	287490	8670371	285	true
156	287384	8670422	285	true		387	287494	8670375	285	true
157	287388	8670418	285	true		388	287498	8670378	285	true
158	287393	8670414	285	true		389	287501	8670381	284	true
159	287400	8670411	285	true		390	287504	8670384	284	true
160	287408	8670409	285	true		391	287506	8670387	284	true
161	287420	8670406	285	true		392	287508	8670389	284	true
162	287425	8670404	285	true		393	287509	8670391	284	true
163	287440	8670401	285	true		394	287513	8670397	285	true
164	287448	8670401	285	true		395	287515	8670399	285	true
165	287454	8670401	285	true		396	287516	8670402	285	true
166	287461	8670402	285	true		397	287520	8670406	285	true
167	287465	8670404	285	true		398	287522	8670411	285	true
168	287470	8670406	285	true		399	287524	8670415	286	true
169	287474	8670410	285	true		400	287526	8670418	286	true
170	287478	8670412	285	true		401	287528	8670421	286	true
171	287484	8670414	286	true		402	287530	8670424	286	true

172	287489	8670417	286	true		403	287532	8670427	287	true
173	287493	8670420	286	true		404	287535	8670431	287	true
174	287496	8670422	286	true		405	287537	8670435	287	true
175	287499	8670423	286	true		406	287542	8670441	287	true
176	287501	8670425	286	true		407	287543	8670443	287	true
177	287503	8670427	286	true		408	287544	8670446	288	true
178	287506	8670428	286	true		409	287545	8670449	288	true
179	287510	8670431	287	true		410	287546	8670451	288	true
180	287514	8670434	287	true		411	287547	8670456	288	true
181	287518	8670438	287	true		412	287547	8670461	288	true
182	287522	8670443	288	true		413	287546	8670463	289	true
183	287524	8670447	288	true		414	287544	8670466	289	true
184	287526	8670452	288	true		415	287540	8670469	289	true
185	287527	8670457	288	true		416	287534	8670474	289	true
186	287528	8670462	289	true		417	287531	8670477	290	true
187	287528	8670465	289	true		418	287529	8670478	290	true
188	287528	8670469	289	true		419	287526	8670480	290	true
189	287526	8670475	290	true		420	287520	8670484	290	true
190	287524	8670480	290	true		421	287514	8670488	290	true
191	287521	8670484	290	true		422	287507	8670492	290	true
192	287518	8670488	290	true		423	287501	8670496	289	true
193	287516	8670491	290	true		424	287496	8670500	289	true
194	287512	8670493	290	true		425	287491	8670504	289	true
195	287508	8670495	290	true		426	287488	8670507	289	true
196	287504	8670497	290	true		427	287485	8670510	289	true
197	287500	8670499	289	true		428	287481	8670514	289	true
198	287494	8670502	289	true		429	287476	8670517	289	true
199	287487	8670506	289	true		430	287469	8670521	289	true
200	287480	8670508	289	true		431	287460	8670525	289	true
201	287470	8670510	289	true		432	287455	8670526	289	true
202	287467	8670511	289	true		433	287445	8670529	289	true
203	287463	8670512	289	true		434	287435	8670530	289	true
204	287454	8670512	288	true		435	287429	8670530	289	true
205	287447	8670513	288	true		436	287415	8670530	288	true
206	287439	8670515	288	true		437	287405	8670527	288	true
207	287432	8670516	288	true		438	287397	8670524	287	true
208	287426	8670517	288	true		439	287390	8670521	287	true
209	287422	8670517	288	true		440	287385	8670517	286	true
210	287418	8670517	288	true		441	287380	8670512	286	true
211	287414	8670517	287	true		442	287376	8670505	286	true
212	287410	8670517	287	true		443	287373	8670498	286	true
213	287406	8670517	287	true		444	287367	8670484	285	true
214	287402	8670516	287	true		445	287364	8670478	285	true

215	287393	8670515	287	true		446	287363	8670472	285	true
216	287391	8670514	287	true		447	287359	8670463	285	true
217	287389	8670514	287	true		448	287357	8670456	285	true
218	287384	8670512	286	true		449	287356	8670450	285	true
219	287379	8670511	286	true		450	287355	8670445	285	true
220	287374	8670510	286	true		451	287355	8670441	285	true
221	287370	8670507	286	true		452	287354	8670436	285	true
222	287366	8670505	286	true		453	287353	8670430	285	true
223	287363	8670502	286	true		454	287353	8670426	285	true
224	287361	8670499	285	true		455	287354	8670423	285	true
225	287359	8670496	285	true		456	287355	8670420	285	true
226	287358	8670491	285	true		457	287356	8670417	285	true
227	287358	8670490	285	true		458	287361	8670410	285	true
228	287357	8670481	285	true		459	287363	8670408	285	true
229	287357	8670478	285	true		460	287367	8670406	285	true
230	287357	8670474	285	true		461	287374	8670401	285	true
231	287358	8670466	285	true		462	287379	8670398	285	true
621	287385	8670522	287	true		463	287384	8670396	285	true
622	287379	8670518	286	true		464	287398	8670391	285	true
623	287378	8670517	286	true		465	287415	8670387	285	true
624	287375	8670515	286	true		466	287433	8670383	285	true
625	287372	8670513	286	true		467	287450	8670381	285	true
626	287370	8670510	286	true		468	287462	8670380	285	true
627	287367	8670508	286	true		469	287471	8670381	285	true
628	287364	8670507	286	true		470	287477	8670382	285	true
629	287362	8670504	286	true		471	287480	8670384	285	true
630	287360	8670502	285	true		472	287482	8670385	285	true
631	287357	8670500	285	true		473	287492	8670394	285	true
632	287352	8670496	285	true		474	287494	8670397	285	true
633	287351	8670494	285	true		475	287496	8670400	285	true
634	287349	8670493	285	true		476	287501	8670408	285	true
635	287346	8670491	285	true		477	287505	8670416	286	true
636	287344	8670489	285	true		478	287507	8670426	286	true
637	287342	8670487	285	true		479	287509	8670436	287	true
638	287340	8670485	285	true		480	287511	8670446	288	true
639	287338	8670483	285	true		481	287513	8670455	288	true
640	287336	8670481	285	true		482	287513	8670463	289	true
641	287334	8670479	285	true		483	287514	8670472	289	true
642	287332	8670475	285	true		484	287514	8670479	290	true
643	287330	8670472	285	true		485	287514	8670486	290	true
644	287329	8670468	285	true		486	287513	8670490	290	true
645	287328	8670464	285	true		487	287513	8670495	290	true
646	287329	8670462	285	true		488	287512	8670499	290	true

647	287329	8670459	285	true		489	287509	8670509	290	true
648	287328	8670457	285	true		490	287507	8670514	290	true
649	287328	8670454	285	true		491	287499	8670531	290	true
650	287329	8670451	285	true		492	287494	8670541	290	true
651	287329	8670449	285	true		493	287487	8670549	290	true
652	287330	8670444	285	true		494	287478	8670557	291	true
653	287331	8670441	285	true		495	287470	8670562	291	true
654	287332	8670438	285	true		496	287461	8670566	291	true
655	287332	8670436	285	true		497	287454	8670569	291	true
656	287334	8670432	285	true		498	287445	8670569	291	true
657	287336	8670428	285	true		499	287438	8670569	291	true
658	287336	8670425	285	true		500	287433	8670569	291	true
659	287338	8670422	285	true		501	287429	8670568	291	true
660	287340	8670419	285	true		502	287426	8670567	290	true
661	287341	8670417	285	true		503	287423	8670567	290	true
662	287343	8670415	285	true		504	287420	8670567	290	true
663	287345	8670412	285	true		505	287417	8670567	290	true
664	287347	8670410	285	true		506	287413	8670567	290	true
665	287349	8670407	285	true		507	287408	8670566	289	true
666	287350	8670405	285	true		508	287405	8670565	289	true
667	287353	8670403	285	true		509	287402	8670564	289	true
668	287355	8670401	285	true		510	287398	8670563	289	true
669	287356	8670400	285	true		511	287394	8670560	288	true
670	287359	8670397	285	true		512	287388	8670557	288	true
671	287361	8670396	285	true		513	287386	8670556	288	true
672	287363	8670393	285	true		514	287382	8670553	287	true
673	287366	8670392	285	true		515	287379	8670551	287	true
674	287368	8670390	285	true		516	287377	8670549	287	true
675	287372	8670388	285	true		517	287373	8670546	287	true
676	287377	8670386	285	true		518	287370	8670542	286	true
677	287384	8670384	285	true		519	287367	8670539	286	true
678	287391	8670382	285	true		520	287364	8670536	286	true
679	287395	8670381	285	true		521	287363	8670535	286	true
680	287398	8670379	285	true		522	287360	8670533	286	true
681	287406	8670378	285	true		523	287359	8670531	286	true
682	287413	8670378	285	true		524	287356	8670527	286	true
683	287416	8670377	285	true		525	287355	8670526	286	true
684	287423	8670376	285	true		526	287352	8670520	285	true
685	287428	8670374	285	true		527	287351	8670517	285	true
686	287435	8670374	285	true		528	287351	8670514	285	true
687	287441	8670373	285	true		529	287350	8670510	285	true
688	287448	8670372	285	true		530	287350	8670507	285	true
689	287450	8670372	285	true		531	287350	8670505	285	true

690	287457	8670372	285	true		532	287349	8670502	285	true
691	287463	8670372	285	true		533	287349	8670499	285	true
692	287467	8670372	285	true		534	287349	8670489	285	true
693	287473	8670372	285	true		535	287350	8670482	285	true
694	287480	8670373	285	true		536	287351	8670477	285	true
695	287482	8670374	285	true		537	287352	8670474	285	true
696	287487	8670375	285	true		538	287352	8670470	285	true
697	287491	8670377	285	true		539	287354	8670466	285	true
698	287492	8670378	285	true		540	287354	8670462	285	true
699	287494	8670380	285	true		541	287355	8670459	285	true
700	287497	8670382	284	true		542	287357	8670456	285	true
701	287500	8670386	284	true		543	287359	8670450	285	true
702	287504	8670389	284	true		544	287360	8670446	285	true
703	287508	8670395	284	true		545	287361	8670444	285	true
704	287512	8670401	285	true		546	287363	8670438	285	true
705	287515	8670408	285	true		547	287364	8670436	285	true
706	287518	8670415	286	true		548	287366	8670432	285	true
707	287520	8670422	286	true		549	287368	8670430	285	true
708	287520	8670426	286	true		550	287369	8670427	285	true
709	287520	8670429	287	true		551	287372	8670425	285	true
710	287520	8670433	287	true		552	287376	8670421	285	true
711	287520	8670442	287	true		553	287382	8670419	285	true
712	287519	8670448	288	true		554	287390	8670415	285	true
713	287518	8670453	288	true		555	287400	8670412	285	true
714	287515	8670461	288	true		556	287410	8670410	285	true
715	287512	8670468	289	true		557	287426	8670408	285	true
716	287510	8670473	289	true		558	287430	8670407	285	true
717	287507	8670478	289	true		559	287434	8670407	285	true
718	287505	8670482	289	true		560	287438	8670407	285	true
719	287502	8670487	289	true		561	287442	8670407	285	true
720	287498	8670491	289	true		562	287445	8670408	285	true
721	287493	8670498	289	true		563	287449	8670410	285	true
722	287486	8670503	289	true		564	287453	8670412	285	true
723	287483	8670505	289	true		565	287459	8670415	285	true
724	287479	8670507	289	true		566	287464	8670417	286	true
725	287477	8670509	289	true		567	287468	8670420	286	true
726	287470	8670511	289	true		568	287473	8670422	286	true
727	287467	8670512	289	true		569	287477	8670425	286	true
728	287462	8670512	289	true		570	287483	8670429	286	true
729	287454	8670514	288	true		571	287487	8670432	286	true
730	287447	8670513	288	true		572	287492	8670435	287	true
731	287439	8670513	288	true		573	287497	8670439	287	true
732	287430	8670513	288	true		574	287501	8670444	287	true

733	287421	8670512	287	true		575	287506	8670449	288	true
734	287414	8670512	287	true		576	287509	8670455	288	true
735	287409	8670511	287	true		577	287511	8670459	288	true
736	287404	8670509	287	true		578	287514	8670466	289	true
737	287399	8670508	287	true		579	287517	8670473	289	true
738	287394	8670505	286	true		580	287518	8670477	290	true
739	287390	8670503	286	true		581	287520	8670485	290	true
740	287386	8670500	286	true		582	287521	8670492	290	true
741	287382	8670496	286	true		583	287522	8670497	290	true
742	287378	8670493	286	true		584	287522	8670500	290	true
743	287376	8670489	286	true		585	287522	8670504	290	true
744	287374	8670486	286	true		586	287521	8670509	290	true
745	287373	8670483	285	true		587	287518	8670514	290	true
746	287372	8670480	285	true		588	287516	8670517	290	true
747	287372	8670477	285	true		589	287512	8670521	290	true
748	287371	8670472	285	true		590	287507	8670525	290	true
749	287371	8670465	285	true		591	287500	8670530	290	true
750	287371	8670463	285	true		592	287493	8670535	290	true
751	287371	8670458	285	true		593	287485	8670539	290	true
752	287372	8670452	285	true		594	287478	8670543	290	true
753	287373	8670446	285	true		595	287471	8670546	290	true
754	287375	8670442	285	true		596	287468	8670547	290	true
755	287375	8670439	285	true		597	287464	8670549	290	true
756	287378	8670436	285	true		598	287461	8670549	290	true
757	287379	8670435	285	true		599	287459	8670550	290	true
758	287381	8670433	285	true		600	287455	8670551	290	true
759	287383	8670431	285	true		601	287451	8670551	290	true
760	287387	8670430	285	true		602	287446	8670550	290	true
761	287393	8670426	285	true		603	287441	8670550	290	true
762	287396	8670425	285	true		604	287436	8670550	290	true
763	287398	8670424	285	true		605	287433	8670549	290	true
764	287405	8670422	285	true		606	287431	8670548	290	true
765	287413	8670419	285	true		607	287426	8670547	289	true
766	287421	8670417	285	true		608	287424	8670547	289	true
767	287428	8670416	285	true		609	287422	8670546	289	true
768	287433	8670416	285	true		610	287419	8670545	289	true
769	287436	8670416	285	true		611	287417	8670544	289	true
770	287439	8670418	285	true		612	287415	8670543	289	true
771	287442	8670419	285	true		613	287412	8670542	288	true
772	287444	8670422	285	true		614	287408	8670540	288	true
773	287445	8670424	286	true		615	287406	8670538	288	true
774	287447	8670425	286	true		616	287402	8670535	288	true
775	287449	8670427	286	true		617	287399	8670533	288	true

776	287454	8670431	286	true		618	287395	8670529	287	true
777	287456	8670432	286	true		619	287390	8670526	287	true
778	287458	8670434	286	true		620	287387	8670524	287	true
779	287461	8670437	286	true		812	287406	8670484	286	true
780	287465	8670440	286	true		813	287404	8670484	286	true
781	287469	8670443	286	true		814	287401	8670483	286	true
782	287472	8670445	287	true		815	287398	8670483	286	true
783	287474	8670447	287	true		816	287396	8670481	286	true
784	287476	8670450	287	true		817	287393	8670481	286	true
785	287478	8670454	287	true		818	287389	8670480	286	true
786	287480	8670458	287	true		819	287387	8670479	286	true
787	287482	8670462	287	true		820	287385	8670476	285	true
788	287483	8670467	288	true		821	287383	8670474	285	true
789	287483	8670471	288	true		822	287382	8670469	285	true
790	287482	8670477	288	true		823	287382	8670467	285	true
791	287480	8670482	288	true		824	287381	8670464	285	true
792	287478	8670486	288	true		825	287382	8670462	285	true
793	287475	8670490	288	true		826	287385	8670461	285	true
794	287472	8670493	288	true		827	287387	8670463	285	true
795	287470	8670494	288	true		828	287389	8670464	285	true
796	287467	8670494	288	true		829	287391	8670466	285	true
797	287464	8670494	288	true		830	287393	8670469	286	true
798	287459	8670494	288	true		831	287394	8670472	286	true
799	287456	8670494	288	true		832	287395	8670475	286	true

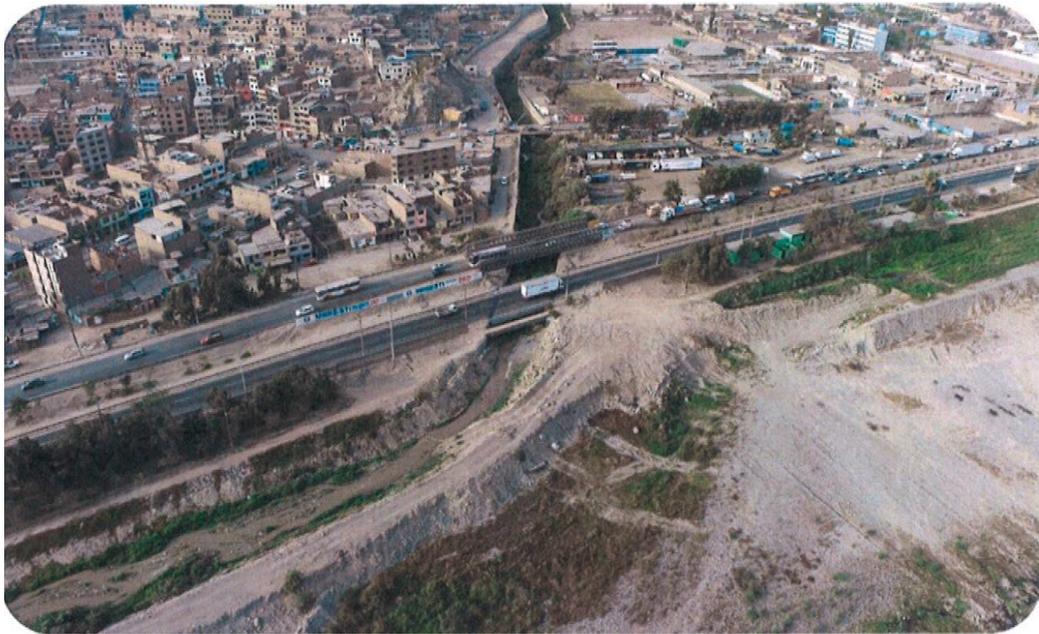
Uso: exclusivo Investigación Académica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME HIDROLÓGICO

TESIS: “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huay-coloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho, Lima”



Elaborado por: Máximo Flores Huaman

CONTENIDO

1. GENERALIDADES
2. OBJETIVOS
 - 2.1. General
 - 2.2. Específicos.
3. DESCRIPCION DE LA ZONA DEL PROYECTO.
 - 3.1. Descripción de la Quebrada
 - 3.2. Caracterización de la quebrada Huaycoloro
 - 3.3. Vías de acceso
 - 3.4. Método estadístico
4. ANALISIS HIDROLOGICO
 - 4.1. Información básica
5. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS ESTADISCTICAS BASICAS EN LAS SERIES ESTADISTICAS
 - 5.1. Detección de datos atípicos en la serie
 - 5.2. Análisis estadístico de saltos de saltos y tendencias
6. HIDROLOGIA ESTADISTICA
 - 6.1. Distribución log normal 2 parámetros
 - 6.2. Distribución log normal de 3 parametros
 - 6.3. Distribución GUMBELL
 - 6.4. Pruebas de bondad de ajuste
 - 6.5. Factor de Ajuste de la frecuencia
7. CONCLUSIONES
8. RECOMENDACIONES

1. GENERALIDADES

La hidrología tiene un papel muy importante en la vida, planificación y uso de los recursos hídricos en todo el mundo, llegando a convertirse en una pieza clave en todo tipo de proyectos de ingeniería que están relacionados con este recurso.

Nuestro país tiene limitaciones en la disponibilidad de datos ya sean kilométricos como pluviométricos y la mayor parte de las cuencas hidrográficas no se encuentran instrumentadas, como el caso de la cuenca de la quebrada de Huaycoloro, materia del presente estudio hidrológico.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Estudio hidrológico de eventos máximos de la quebrada Huaycoloro, para el dimensionamiento hidráulico del puente Huaycoloro.

2.2. Específicos.

- a) Análisis estadístico de la información pluviométrica de las estaciones de influencia al área de estudio.
- b) Dimensionamiento hidráulico del puente proyectado y del cauce estable

3. DESCRIPCION DE LA ZONA DEL PROYECTO.

3.1. Descripción de la Quebrada

La quebrada Huaycoloro, es el principal curso de agua de la cuenca de dicha quebrada, nace en los 3200 msnm, tiene como tributario de Jicamarca o Piedra Blanca, que, junto con el parte alto de Huaycoloro, conforman el área donde se origina mayor parte de precipitaciones que alimenta a esta fuente natural de agua.

a) Ubicación Geográfica

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
Latitud Sur	11° 45' - 12° 02'
Latitud Oeste	76° 40' - 76° 57'
Vertical Altitudinal	250 msnm - 4230 msnm

Fuente: Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología – SENAMHI

d) Ubicación hidrográfica

Según la delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú, elaborado por la autoridad nacional de agua en el año 2008, utilizando la metodología de otto Pfafstetter, la quebrada en estudio se encuentra ubicada en la región hidrográfica del pacífico

UNIDADES HIDROGRÁFICAS POR NIVELES (SEGÚN CLASIFICACIÓN PFASTETER)		
NIVEL	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
NIVEL 1 (Vertiente)	Región Hidrográfica del Pacífico	1(*)
NIVEL 2	Unidad Hidrográfica	13(*)
NIVEL 3	Unidad Hidrográfica	137(*)
NIVEL 4 (Cuenca)	Unidad Hidrográfica	1375(*)
NIVEL 5 (Intercuenca)	Unidad Hidrográfica Rímac	13755(*)
NIVEL 6 (Subcuenca)	Unidad Hidrográfica Huaycoloro	137554 (*)
Nivel 7 (Microcuenca)	Unidad Hidrográfica Jicamarca	1375542

(*) Clasificación Oficial en virtual a lo aprobado por resolución Ministerial N° 033-2006

3.2. Caracterización de la quebrada Huaycoloro

Las características físicas y funcionales de una cuenca hidrográfica pueden ser definidas como los diversos factores que determinan la naturaleza de la descarga de un curso de agua. El conocimiento de esas características es muy importante por las siguientes razones: a) para establecer comparaciones entre cuencas hidrográficas, b) para interpretar de forma clara los eventos pasados, c) para efectuar previsiones de descarga de un río.

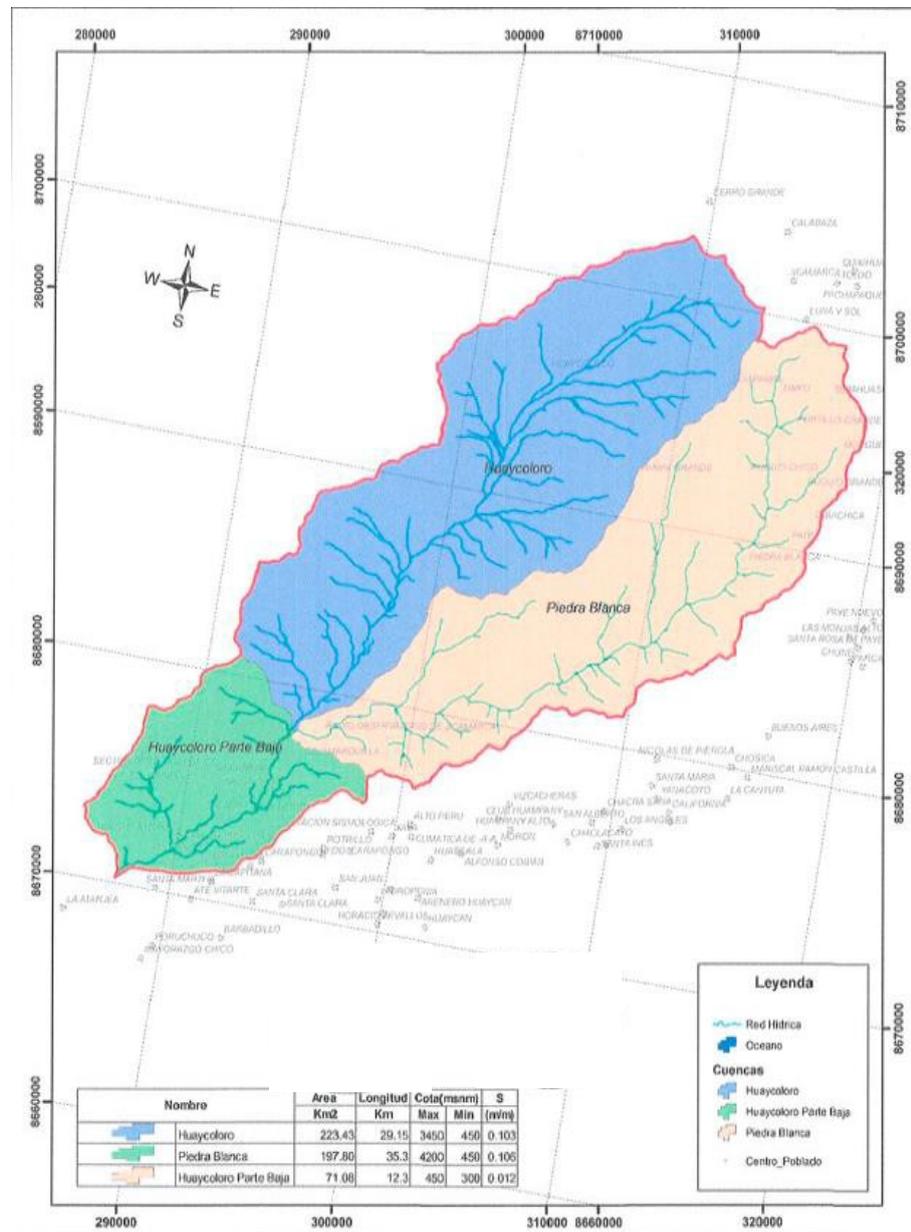
- **Principales parámetros**

En esta parte del estudio, se ha recopilado la información básica para tener una idea de la naturaleza y comportamiento de la quebrada Huaycoloro, hasta el punto de interés.

- **Área de cuenca(A)**

El área de drenaje plano (proyección horizontal), comprometido dentro del límite o divisoria de aguas, es el elemento básico para el cálculo de las

otras características físicas, fue determinado utilizando la carta nacional. Imágenes satelitales, softwares y sistemas de información geográfica SIG, para ser determinado y expresado en KM2 o hectáreas.



Fuente : Senhami

- **Forma de la Cuenca**

La forma superficial de una cuenca hidrográfica es importante debido a que influye en el valor del tiempo de concentración, definido como el tiempo necesario para que toda la cuenca contribuya al flujo en la sección del estudio, a partir del inicio de la lluvia o en otras palabras, tiempo que tarda el agua, desde los límites de la cuenca, para llegar a la misma. En

general las cuencas hidrográficas de grandes ríos presentan la forma de una pera, pero las cuencas pequeñas varían mucho de forma, dependiendo de su estructura geológica.

- **Parámetros de Relieve**

El relieve de una quebrada tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma, podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce a menores tiempos: Pendiente predominante, pendiente media de la quebrada.

3.3. Vías de acceso

La vía de comunicación más asequible, es la terrestre, siendo la utilidad la vía de evitamiento y Autopista Ramiro Priolé.

3.4. Método estadístico

Para tener la seguridad de contar con una muestra representativa. En este capítulo se desarrolla las verificaciones que se realizan a cada una de las series de las precipitaciones máximas en 24 horas, información de a que partimos.

4. ANALISIS HIDROLOGICO

4.1. Información básica

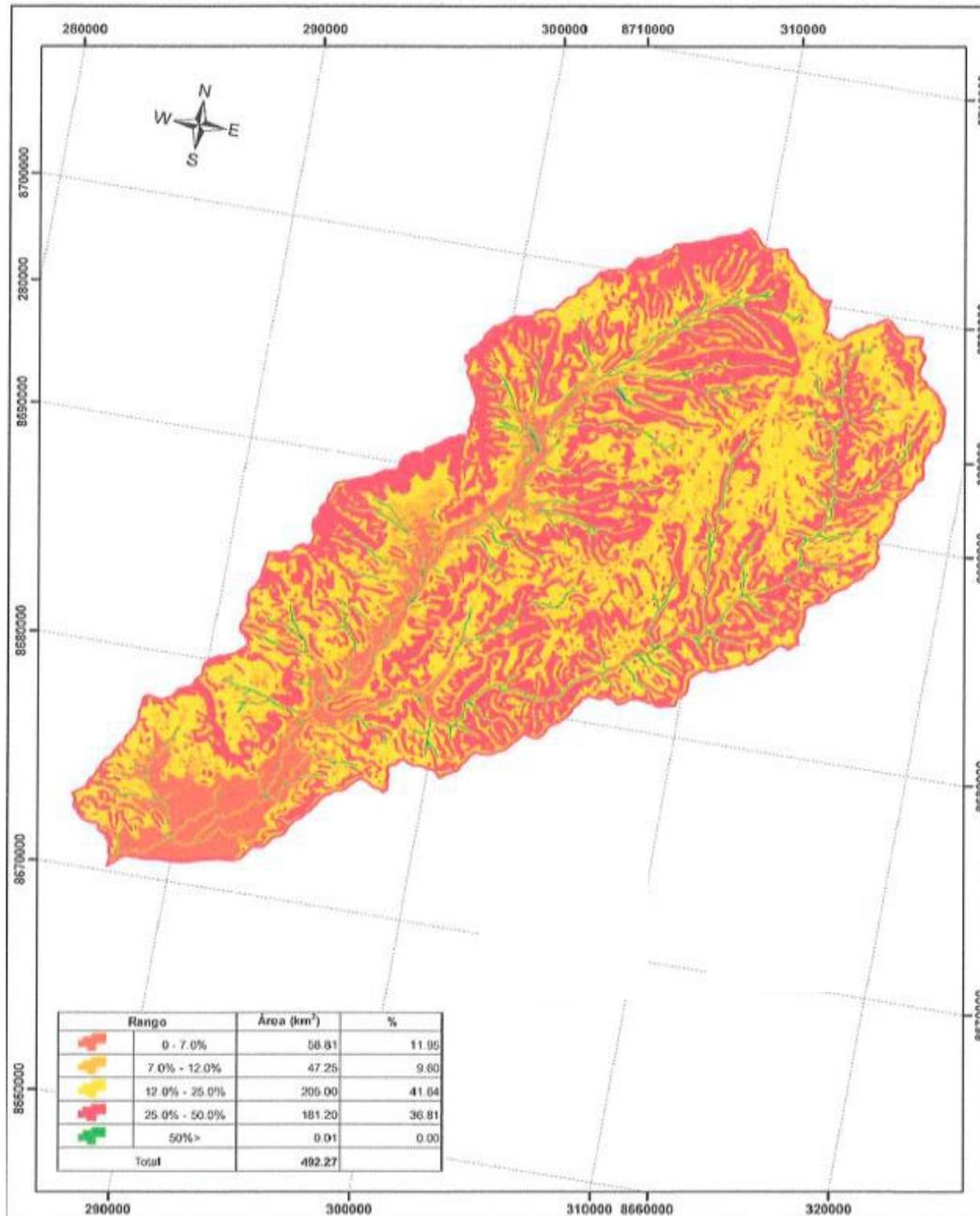
a. Parámetros de relieve

El relieve de un Quebrada tiene mas influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma-, podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en tiempos menores. Los parámetros de relieve principales son: pendiente medida del cauce, pendiente media de la quebrada, curva hipsométrica, histograma de frecuencias altimétricas y altura media.

Cuadro N°4: Clasificación de terrenos según pendiente media

PENDIENTE MEDIA (%)	TERRENO
0% - 7.0%	Ligeramente inclinado
7% - 12%	Modernamente inclinado
12% - 25%	Fuertemente inclinado
25% - 50%	Algo escarpado
>50	Escarpado a muy escarpado

Fuente: Reglamento de clasificación de tierras, decreto supremo N° 0062/75-AG



Fuente : SENHAMI – Distribución espacial de pendientes – Quebrada Haycoloro

b. Análisis de la información pluviométrica

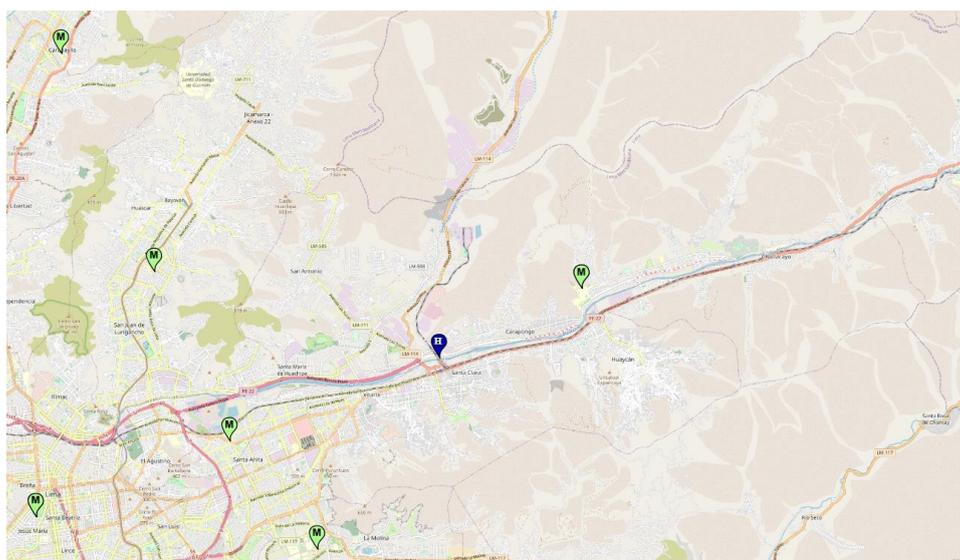
La información pluviométrica constituye la información base mas importante para el estudio hidrológico de máximas avenidas. Por lo que se han considerado cuatro (04) estaciones que se encuentran muy cercanas al área de estudio. Dichas estaciones vienen siendo operadas por el SENAMHI. Asimismo; cuentan con información actualizada.

Los registros de precipitación máxima en 24 horas constituyen la variable meteorológica considerada para el presente estudio. En el siguiente cuadro se adjunta os registros proveídos por SENAMHI.

Cuadro N° 5: Estación Hidrométrica y de Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Área de influencia de la Quebrada

N°	ESTACIÓN	TIPO	DPTO.	PROV.	DISTRITO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD msnm
1	Arahuay	PLU	Lima	Canta	Arahuay	11°37'	76° 42'	2,800
2	Autisha	PLU	Lima	Huarochari	San Antonio	11°44'	76°36'	2,181
3	Chosica	PLU	Lima	Lima	Lurigancho	11°55'	76°41'	867
4	Campo de Marte	PLU	Lima	Lima	Jesús María	12°20'	77°24'	159

Fuente: Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología – SENAMHI

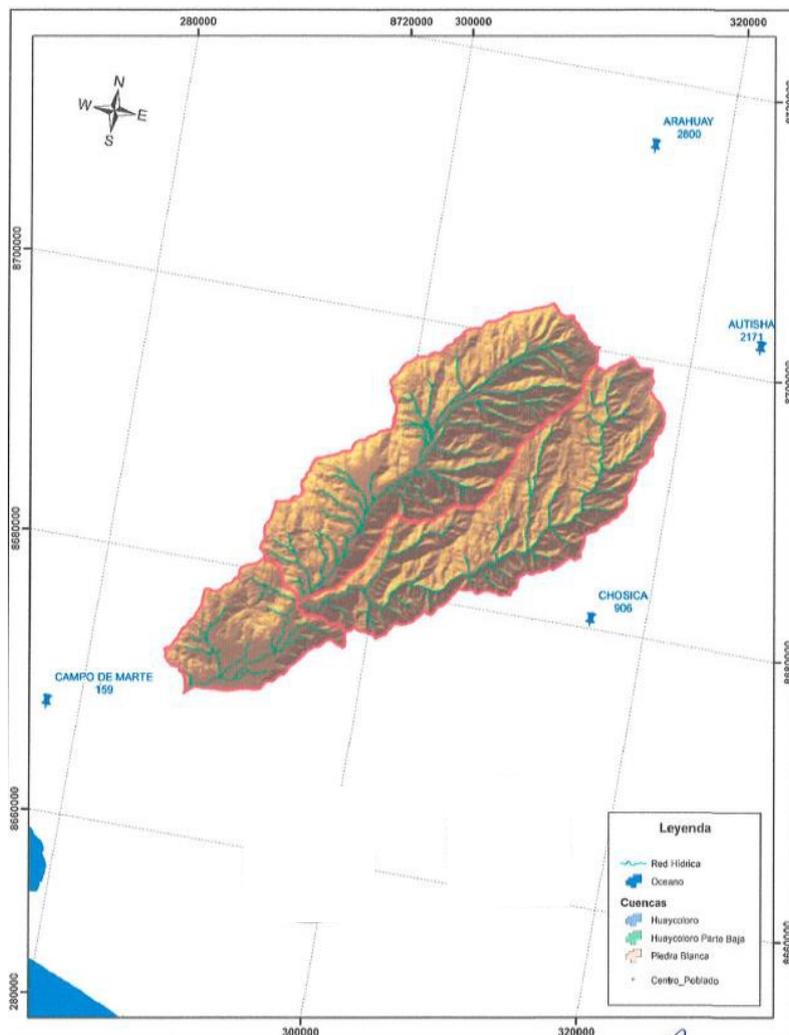


Fuente : <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



Fuente: Senhami Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



Fuente : Senami - Mapa de ubicación y estación Pluviométrica

5. COMPROBACIÓN DE HIPOTESIS ESTADÍSTICAS BÁSICAS EN LAS SERIES ESTADÍSTICAS

Para tener la seguridad de contar con una muestra representativa. En este capítulo de desarrollan las verificaciones que se realizan a cada uno de las series de las precipitaciones máximas en 24 horas, información de la que partimos. A continuación, se describen las características generales de la población a la que pertenece y que a la misma se le puede aplicar la estadística inferencial. Las valoraciones son:

5.1. Detección de datos atípicos en la serie

Antes de cualquier tratamiento estadístico a la información base, se procedió a realizar un análisis de datos dudosos, para determinar aquellos datos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante; estos se denominan “outliers”. La metodología aplicada para la detección de los datos atípicos consiste en el análisis de las series históricas de los datos propios de precipitaciones máximas en 24 horas.

CUADRO N° 6: Valores Kn para la prueba de datos atípicos

Tamaño de muestra	Kn						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	80	2940
14	2.213	28	2.534	42	2.700	85	2961.000
15	2.247	29	2.549	43	2.710	90	2981
16	2.279	30	2.563	44	2.719	95	3.000
17	2.309	31	2.577	45	2.727	100	3.017
18	2.335	32	2.591	46	2.736	110	3.049
19	2.361	33	2.604	47	2.744	120	3.078
20	2.385	34	2.616	48	2.753	130	3.104

Fuente: Revisión bibliográfica

5.2. Análisis estadístico de saltos de saltos y tendencias

Para el análisis estadístico de saltos se realizó con el test paramétrico de t Student, utilizando para comparar 2 periodos y para el análisis de tendencias se utilizó la prueba no paramétrica de Mann – Kendall. Para este análisis se utilizó el software TREND, el cual vienen incorporando los dos métodos.

a. Prueba paramétrica t' Student

Uno del análisis estadístico de saltos se realizó con el test paramétrico de t Student, utilizando para ver si existen diferencias en la media de dos periodos y para el análisis de tendencias se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Kendall. Para este análisis se utilizó el software TREND, en el cual vienen incorporando los dos métodos gráficos (por medio de histograma, diagramas de cajas o gráficos de normalidad), como mediante pruebas estadísticas.

b. Prueba no paramétrica de Mann – Kendall

La prueba no paramétrica de Man-Kendall, consiste en comparar cada valor de la serie de tiempo con valores restantes, siempre en orden secuencial, contando el numero de veces que los términos restantes sean mas grandes que el valor analizado. El método describe que las tendencias restantes sean mas grandes que el valor analizado. El método describe que la tendencia de una serie temporal de datos, es adecuado para los casos en que se puede ser a tendencia de una serie temporal de datos, es adecuado para los casos en que puede ser la tendencia asumida como monótona y por tanto no presentar ninguna otra tendencia o ciclo estaciones de los datos.

6. HIDROLOGIA ESTADISTICA

El análisis estadístico y prueba de bondad de ajuste se realizan con el registro de precipitaciones máximas en 24 horas. Se procedió a determinar las precipitaciones máximas para diferente periodo de retorno.

El análisis de frecuencia consiste en aplicar las distribuciones de frecuencia a la serie de precipitaciones máximas; se ha seleccionado las siguientes distribuciones, por ser la mas para determinar eventos máximos.

6.1. Distribución log normal 2 parámetros

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-a}^x e^{-(x-x)^2/2s^2} dx$$

Donde: X y S son los parametros de la distribución

Si la variable de x de la ecuación (2) se reemplazó por una función y: f(x), tal que y: log(x), la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, N (Y, Sy). Los valores originales de la variable aleatoria Xi, deben ser transformados a, y: log x, de tal manera que:

$$\bar{Y}: \sum_{i:1}^n \log x_i / n$$

Donde \bar{Y} es la medida de los datos de la muestra transformada

$$S_y : \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Donde: S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada. Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$C_s : a/S^3y$$

$$a: \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i:1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

✓ C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada.

6.2. Distribución log normal de 3 parametos

La función de densidad de X es:

$$F(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-1/2(Ln(x-x_0)-u_y/S_y)^2}$$

Para $\leq x_0$

Donde:

- ✓ X_0 : Parámetro de posición
- ✓ U_y : Parametros de escala o media.
- ✓ SY_2 : Parámetro de forma o varianza

6.3. Distribución GUMBELL

La distribución de valores Tipo I conocidas como distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-a(\alpha-\beta)}}$$

Siendo: $\alpha: \frac{1.2825}{\sigma}$; $\beta: \mu - 0.45\sigma$

Donde:

- ✓ σ : parámetro de concentración
- ✓ β : Parámetro de localización

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$X: \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

- ✓ X : Valor con una probabilidad dada.
- ✓ \bar{x} : Media de la serie
- ✓ K : Factor de frecuencia

6.4. Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste, consiste en comprobar grafica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada se ajusta a una determinada función de probabilidad teórica seleccionada a priori en base a los parametros estimados. Las pruebas de ajuste estadísticos, es ejecutada por el método Kolmogorov – Smimov a través del trabaja Software Hydrognomon.

En el siguiente anexo se presentan las pruebas estadísticas de Kolmogorov – Smimov y grafica de ajuste de los valores calculada en el cuadro, se

presenta un resumen de las pruebas estadísticas, para las estaciones de estudio.

Cuadro N° 7: Ajuste para cada distribución a cada sección

ESTACIÓN	TIPO DE DISTRIBUCIÓN
Estación Arahuay	EV1-Max (Gumbel)
Estación Autisha	EV1-Max (Gumbel)
Estación Campo de Marte	Log Normal
Estación Chosica	Log Normal

Los valores de las precipitaciones determinar según su distribución de ajuste para los diferentes periodos de retorno para cada estación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N°8: Periodos de retorno para cada estación

PERIODO DE RETORNO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS – ESTACIÓN ARAHUAY	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS – ESTACIÓN AUTISHA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS – ESTACIÓN CAMPO DE MARTE	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS – ESTACIÓN CHOSICA
5	26.69	21.97	1.76	13.67
10	31.63	24.67	2.10	20.40
20	36.37	26.90	2.43	28.36
25	37.87	25.75	2.54	31.22
50	42.50	29.40	2.87	41.12
100	47.10	31.07	3.20	52.67
140	49.33	31.83	3.36	58.93
200	51.68	32.60	3.53	66.07
500	57.73	34.46	3.98	86.94

Fuente: ANA -SENA

6.5. Factor de Ajuste de la frecuencia

Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológicas Mundial (OMM), se recomienda multiplicar los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la frecuencia de observados diarias. Asumiendo que el caso

de nuestras estaciones de registro, son aquellas que se registran una vez al día, las precipitaciones deberían multiplicarse por un factor de 1.12, según el cuadro siguiente:

Cuadro N° 9: Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria

NUMERO DE OBSERVACIONES / DÍA	1	2	3 - 4	5 - 8	9 - 24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00

Fuente: Guía de prácticas hidrológicas -Volumen II: Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas.

Los valores de precipitación mostrados en el cuadro Cuadro N°, “precipitaciones máximas”, se afectaron por el factor indicado, generando nuevos valores que se convierten en las precipitaciones máximas ajustadas, los cuales se muestran en el cuadro N°10.

Cuadro N° 10: Precipitaciones corregidas para diferentes periodos de retorno – quebrado Huaycoloro (mm)

PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS CORREGIDA – ESTACIÓN ARAHUAY	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS CORREGIDA – ESTACIÓN AUTISHA	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS CORREGIDA – ESTACIÓN CAMPO DE MARTE	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS CORREGIDA – ESTACIÓN CHOSICA
5	30.16	24.83	1.99	13.67
10	35.74	27.88	2.37	20.40
20	41.10	30.40	2.75	28.36
25	42.79	29.10	2.87	31.22
50	48.03	33.22	3.24	41.12
100	53.22	35.11	3.62	52.67
140	55.74	35.97	3.80	58.93
200	58.40	36.84	3.99	66.07
500	65.23	38.94	4.50	86.94

7. CONCLUSIONES

- Los niveles de agua máximo extraordinario - NAME para el diseño de los puentes se determinaron con caudal correspondiente a un periodo de retorno de 140 años.
- El NAME de los puentes proyectados, se obtiene de los trabajos de modelamiento hidráulico de la quebrada Huaycoloro, con las obras proyectadas (Ampliación de cauce y elevación de los muros existentes).
- De la progresiva del cauce 00+460 Km. Aguas arriba, no se puede ampliar el cauce debido a la existencia de predios, por lo cual se proyecta muros de defensas ribereñas.
- Las defensas ribereñas se diseñaron con niveles de agua correspondiente a un periodo de retorno de 140 años y la socavación con un caudal de 500 años, periodo de retorno considerando por el material del cauce de la quebrada y las condiciones hidrológica de la zona.

8. RECOMENDACIONES

- Colocación de una estación limnimétrica, en el estribo del puente, para el registro de la altura de agua.
- Realización de limpieza de aguas abajo del puente proyectado antes del inicio de la época de lluvias por la gran acumulación de material, debido a que, en la parte media de la cuenca, la quebrada es un botadero de material de desmonte de construcción.

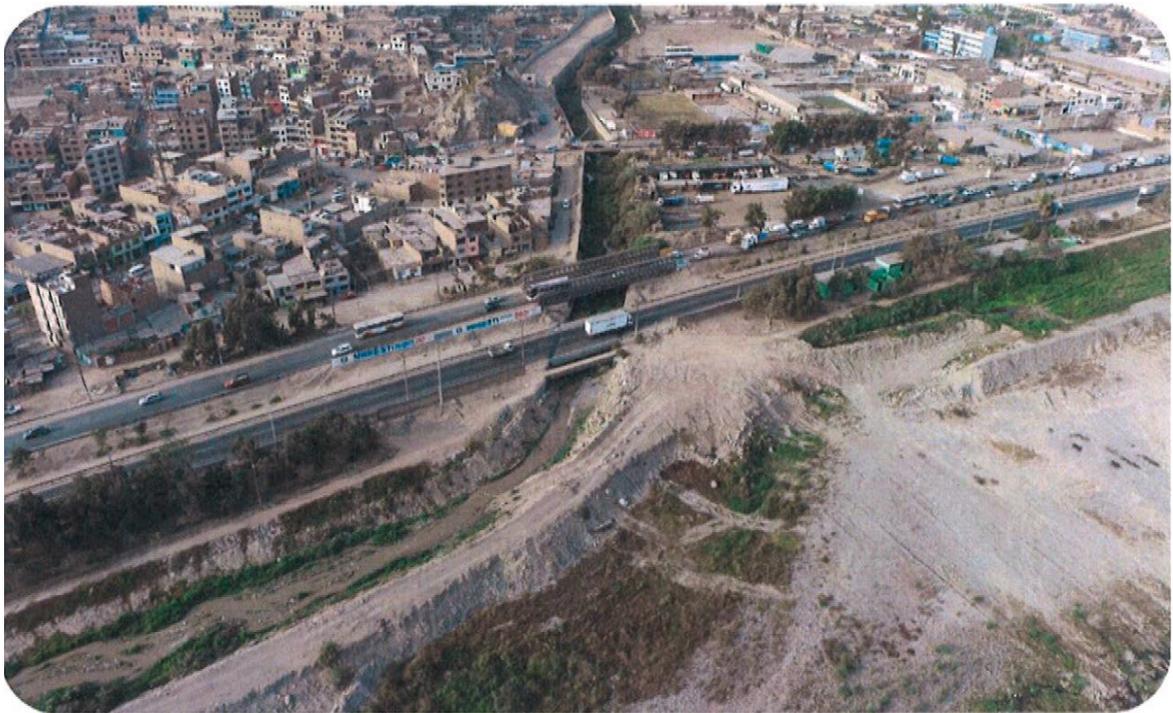
Uso: exclusivo Investigación Académica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE ESTUDIO GEOLÓGICO Y ESTUDIO DE SUELOS

TESIS: “Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huay-coloro, autopista Ramiro Prialé, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho, Lima



Elaborado por: Máximo Flores Huaman

Contenido

MECANICA DE SUELOS	4
GENERALIDADES	4
OBJETIVOS	4
General.....	4
Especificos	5
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	5
Ubicación	5
Meteorología.....	5
Clima	5
Precipitación y Temperatura.....	6
METODOLOGÍA DE ESTUDIO	6
Geología.....	6
Vertiente o piedemonte alivio – torrencial	7
Colinas y lomadas en roca intrusiva	7
Montañas en roca intrusiva.....	8
Llanura o planicie aluvial.....	8
Río	8
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS A NIVEL RESIONAL	8
Depósitos aluviales	9
Depósitos fluviales.....	9
ROCAS INTRUSIVAS	9
El Batolito de la Costa	9
Super Unidad Santa Rosa	9
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	10
Fracturamientos y diaclasamientos	10
GEOLOGÍA LOCAL	11
Geomorfología Local.....	11
Colinas y lomadas en roca intrusiva	11
Piedemonte alivio torrencial	12
Quebradas	12
Río.....	12
Llanura o planicie aluvial	12
Geología Local.....	13

Depósitos aluviales	13
Depósitos fluviales.....	13
Intrusivos	13
Superunidad Santa Rosa.....	13
GEODINÁMICA EXTERNA	14
Peligros Geológicos.....	14
Geodinamica Interna	15
Características Sísmicas de la zona de estudio.....	15
ANEXOS	16

MECANICA DE SUELOS

GENERALIDADES

En el Perú es bien sabido que algunos fenómenos atmosféricos como el Fenómeno El Niño (FEN) afecta de manera severa cada cierto tiempo las costas del litoral peruano, causando destrozos en las ciudades debido a las abundantes precipitaciones presentadas a fines de diciembre, por lo general asociamos este tipo de fenómenos a la zona Norte del Perú, como Tumbes, Piura, Lambayeque pero la zona de estudio del presente informe no es ajena a la lluvia extraordinarias que ya han generado pérdidas humanas y materiales a lo largo del tiempo debido a que el agua pluvial abundante al entrar en contacto con el material fino y suelo de las laderas de lomas, al pie de las cuales están asentados centros urbanos, arrastra todo a su paso en forma de aluviones lo que conocemos coloquialmente como huaycos, tal como sucedió con las lluvias extraordinarias en el año 2017, que arrastraron con el puente Huaycoloro y el cual fue reemplazando posteriormente por el puente mellizo que vemos actualmente en la Autopista Ramiro Prialé

Por tanto, en la búsqueda por mejorar la calidad de vida de la población circundante a la autopista Ramiro Prialé, tanto para prevenir futuros desbordes de la quebrada Huaycoloro, como para la comodidad de los transportistas que hacen uso diario de esta ruta, la Municipalidad Metropolitana de Lima a estado constantemente dando mantenimiento a la ruta y al mismo puente Huaycoloro, esta con el fin de evitar daños severos y estar preparados para un futuro desborde por las intensas lluvias en ciertos periodos de tiempo

OBJETIVOS

General

El objetivo del presente estudio está orientado a conocer las condiciones geológicas y geotécnicas en el ámbito regional y local del área de estudio, desarrollando los siguientes trabajos en gabinete utilizando los mapas geológicos superficiales y geomorfológicos y estructurales, analizaremos la geodinámica externa a nivel regional y local.

Especificos

- a) Conocimiento, revisión y evaluación de la información técnica pertinente y disponible sobre la cuenca de la quebrada Haycoloro así como la revisión de los diversos acontecimientos geodinámicos como haycos en temporadas de lluvias extraordinarias hasta la fecha
- b) Revisión de la geología regional tomando como base la cartografía geológica desarrollada por el INGEMMET y su respectiva modificación dada la focalización del área de estudio
- c) En base a la geomorfología local y regional, y a la disposición de la geología presentar recomendaciones para el área aledañas a fin de evitar afectaciones ante futuros eventos meteorológicos

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de San Juan de Lurigancho, departamento de Lima , el acceso al Puente en estudio es por la autopista Ramiro Prialé, el cual es una vía asfaltada PE-22

El emplazamiento del puente presenta una altitud promedio de 287.377 m.s.n.m UTM, WGS84 Datum de la siguiente manera:

Ubicación Política

Distritos : San Juan de Lurigancho

Provincias : Lima

Departamento : Lima

Elevación : 2122.09 metros

Meteorología

Clima

En el distrito de San Juan de Lurigancho, los veranos son caliente, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos y mayormente despejados. Durante el transeurso del

año, la temperatura generalmente varía de 12°C a 25°C rara vez baja a menos de 10°C o sube a más de 27°C

Precipitación y Temperatura

Precipitación: en la zona de estudio la frecuencia de días mojados (aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0% a 1% y el valor promedio es de 0%. Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia con una probabilidad máxima de 1% el 17 de octubre

Temperatura: la temperatura dura 3.1 meses, del 4 de enero al 7 de abril y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24°C El día más caluroso del año es el 24 de febrero, con una temperatura máxima promedio diario es menos de 20°C. El día más frío del año es

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Eta en la que realizaremos la recopilación de toda la información necesaria para el óptimo desarrollo de los estudios en campo, es de suma importancia el entender la geología previa de la zona mediante el uso de los archivos del INGEMMET, mediante el uso de su página GEOCATMIN, el cual provee la información regional de la zona de estudio. Adicionalmente se debe revisar información de informes y estudios realizados con anterioridad de la zona de estudio y/o de las áreas cercanas

Geología

Geología Regional

La actual geomorfología ha sido producida principalmente por los procesos de tectonismo plutonismo y sedimentación. En el presente estudio se realizó la caracterización de las unidades geomorfológicas considerando las características del relieve y la homogeneidad. A escala regional la litología en relación a los procesos de inundación y acumulación, asimismo los criterios para la clasificación de geoformas de carácter deposicional y geoformas de carácter tectónico desgradacional y Erosionar

Vertiente o piedemonte alivio – torrencial

Se encuentra en las bases de las laderas de montañas y colinas de roca intrusiva de nuestra zona de estudio y se caracterizan por presentar un material heterolítico que puede variar de sobre ondeado a subanguloso debido generalmente a la caída de bloques de la parte superior de las elevaciones montañosas, en este caso cabe resaltar que si bien es cierto que por lo general los piedemonte están formados por materiales angulosos, aquí no se da ese caso exclusivo, debido a que los bloques de roca intrusiva fuertemente fracturados que se observan en las laderas, tienden a tener aristas ligeramente suaves o subredondeadas debido a la acción de los agentes erosivos, mucho antes de caer por efectos de la gravedad. El clima también juega un papel muy importante en la formación de estas geoformas, dado que el clima árido y carente de vegetación favorece enormemente la acumulación de material heterolítico formando así el piedemonte

Colinas y lomadas en roca intrusiva

En esta unidad geomorfológica se han considerado a las elevaciones que se encuentran antecediendo a las estribaciones de la cordillera y que se presentan a su vez a modo de transición con la llanura y desiertos de la costa de Lima. Estas laderas presentan una topografía definida por la litología de las diversas unidades

En esta unidad geomorfológica se han considerado a las elevaciones que se encuentran antecediendo a las estribaciones de la cordillera, y que se encuentran a su vez a modo de transición con la llanura y desiertos de la Lima. Estas laderas presentan una topografía definida por la litología de las diversas unidades que se encuentran en su base, en este caso puntual se puede decir que dicha litología está denominada por materiales intrusivos, los cuales han sido cubiertos por materiales aluvionales heterolíticos, Estas lomas presentan en su mayoría pendientes suaves o ligeramente abruptas, que pueden variar desde los 300 a los 600 de inclinación y cuyos tamaños varían desde la base hasta los 236 m de altura. Podemos encontrar esta geoforma a 325 m al Norte del puente proyectado.

Montañas en roca intrusiva

Esta unidad geomorfológica muestra gran similitud a las colinas en roca intrusiva, con la diferencia que estas tienden a presentar una mayor elevación, alrededor de 512 m de altura para la más cercana a la zona de estudio, la cual se encuentra ubicada a aproximadamente a 2.5 km al NO del puente proyectado. Así mismo, su relieve es más agreste debido a que es más extensa

Llanura o planicie aluvial

Podemos identificar como llanura, al área ubicada a partir del río Rímac hacia el sur, debido a que es un área completamente llana, desprovista de elevaciones como las anteriormente descritas, ya sean colinas o montañas en roca intrusiva, y se caracteriza principalmente porque está cubierta en su totalidad por construcciones urbanas

Río

La zona de estudio de manera regional se encuentra atravesada por un cauce, el Río Rímac, al cual se le unen las diversas quebradas que discurren a lo largo de las colinas y montañas intrusivas aledañas, como es el caso de la Quebrada Huaycoloro, en cuyo desembocadura se ubica el puente proyectado. Se caracteriza por presentar elitos sub redondeados producto del arrastre fluvial, y una matriz arenosa de color gris claro. El Río Rímac presenta una geomorfología de río anastomosado o también llamado de corrientes trenzadas el cual se caracteriza por presentar múltiples canales. Debido a su alta capacidad de transporte y sedimentación la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce. A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, puede llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primero y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río.

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS A NIVEL REGIONAL

Cenozoico – cuaternario - holoceno

Depósitos aluviales.

Conformados por fragmentos heterolíticos sobreordenados cuyo diámetro es muy variable, están envueltos en una matriz de color beige, la cual contiene pirita en bajas cantidades. Se pueden observar estos depósitos en la base de los afloramientos intrusivos que conforman la cuenca. El depósito aluvial más extenso se puede observar en el valle del Río Rímac, compuesto gravas, arena, limo y arcilla con blastos subangulosos a angulosos de diferente composición

Depósitos fluviales.

Se caracterizan por una acumulación de material heterolítico redondeados y subredondeados, con arenas y limos que forman la base del curso principal del río Rímac y en curso más pequeños como la quebrada Huaycoloro,

ROCAS INTRUSIVAS

El Batolito de la Costa.

Las rocas intrusivas plutónicas han sido relevadas por habiéndose adaptado la clasificación y nomenclatura establecida por PITCHER W. (197) en unidades consanguíneas que tienen idéntica relación, la misma variación modal y de alguna manera la misma fábrica y textura, y han sido dictaminados como: Segmento Trujillo, desde Chimbote hacia el Norte; Segmento Limas entre Chimbote y el Sur de Lima (Qda. Tinajas-Lurin), finalmente alado de Arequipa, entre el Sur de Lima y Arequipa,

Super Unidad Santa Rosa.

Está constituida por cuerpos tonalítico-dioríticos y tonalítico-granodioríticos, de gran extensión en el área de estudio. Los estudiosos la han dividido a manera de subunidades:

- Tonalita-dioritas (Santa Rosa Oscuro). — Se presentan constituyendo la parte central de esta superunidad, con un marcado color oscuro. Constituyen el Plutón principal en la cuenca de estudio. Los contactos entre las tonalitas eurócratas (Santa Rosa claro) y las tonalitas mesócratas (Santa Rosa Oscuro) son agradacionales por disminución del cuarzo y aumento de ferromagnesianos, especialmente clinopiroxenos pasando de tonalitas a dioritas cuarcificadas,

- Tonalita-Granodioritas (Santa Rosa Claro), — Se caracterizan por su marcada coloración gris clara. Las tonalitas por la dureza del cuarzo presentan una topografía aguda, con estructuras tubulares debido al diaclasamiento, cuyo rumbo general es Norte-Sur. Las características físicas macroscópicas son; color gris claro, textura equiángula, holocristalina, de grano medio. El es hialino, intersticial y a veces engloba subclínicas biotitas, las que junto con la hornblenda constituyen los grandes más abundantes
- Granitos y Granodioritas. — Los cuerpos graníticos potásicos que se encuentran aflorando de manera esporádica en la cuenca de estudio destacan como cuerpos mejores, por su coloración rosada debido a la ortosa, constituyendo stocks que instruyen a las Dioritas y Tonalita,

La cuenca a la cual pertenece la quebrada Huaycoloro se encuentra emplazada sobre la Superunidad Santa Rosa, pero se puede destacar principalmente el predominio de rocas del tipo diorita.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La configuración estructural regional es el resultado de sucesivos ciclos orogénicos acontecidos desde el Cretáceo hasta probablemente el cuaternario. A nivel regional macro podemos encontrar diversas estructuras como los plegamientos localizados en su mayor parte en la zona costera de Lima. Mientras que, en el sector occidental, es decir orientados al arco de estudio destaca un evidente sistema de fracturas y fallas transversales que obedecen a procesos tectónicos de compresión post Batolito; es decir Terciario inferior y superior.

Fracturamientos y diaclasamientos

Alrededor de la quebrada Huaycoloro se elevan escasas colinas de roca intrusiva, las cuales se encuentran fuertemente fracturadas debido a procesos de tectonismo y meteorización y pluvial, En el mapa geológico de Lurin proporcionado por GEOCATMIN se puede observar hasta tres familias de fracturamiento y/o

fallamiento, cuyos rasgos son visualizados en las fotografías aéreas proporcionadas por INGEMMET. Así se tiene:

- Una familia de dirección azimutal N⁰ 100a N 300
- Una familia de azimutal N 70⁰ a N 100⁰
- Una familia de dirección azimutal N 1650 a N°80

Cuyos estudios previos han deducido que las familias y 2 han tenido un movimiento de desgarre, de juego dextral la primera y siniestral la segunda y que su fuerza de compresión 0 dirección de acortamiento ha gide NESO, contemporáneo Con la fase del terciario inferior. La tercera familia puede ser de movimiento dextral o siniestral, con un clic de acortamiento N-S a N 1000 Correspondiente a una fase compresiva del Terciario superior.

En las laderas las colinas en roca Intrusiva que conforman Cuenca de estudio se pueden observar estos deslizamientos y juntamientos, de los cuales se puede concluir que han sido ~~llados~~ durante la etapa tardía de consolidación del magma.

GEOLOGÍA LOCAL

Geomorfología Local

Colinas y lomadas en roca intrusiva

El inicio de esta geoforma se encuentra a 145 m al norte del actual Puente Huaycoloro. Presenta una elevación que va desde los 70 m en la colina más pequeña, a los 236 m de altura en la colina más alta. Las laderas de estas geoformas se encuentran cubiertas en por construcciones urbanas. La topografía de estas colinas es suave en las áreas más cercanas a la base, que son las zonas más ocupadas por viviendas, mientras que es más agreste a medida que la altura de las colinas es más elevada y se encuentran desprovistas de construcciones, donde la topografía es definida por la litología de las diversas unidades que se encuentran en Su base, en este caso puntual se puede decir que dicha litología está denominada por materiales intrusivos

Piedemonte alivio torrencial

Esta Bioforma se encuentra en la base de las colinas y montañas en roca intrusiva, abarcando una gran área al norte ente el cauce del río Rímac y las colinas. A pesar de que esta geoforma se encuentra cubierta por construcciones de viviendas, se puede evidenciar en áreas puntuales, que el predominante está conformado por material hectorítico intrusivo de elatos angulosos provenientes de la caída y rodamiento de rocas de las partes elevadas de las colinas,

Quebradas

Localmente esta geoforma es referida a la Quebrada Huaycoloro, la cual tiene un ancho de cauce de 12 desde el Puente Huaycoloro aguas m-iba y disminuye hasta los 6 111 de ancho de cauce en la parve más angosta 400 m aguas arriba del puente actual. Cabe destacar que. debido a la estructura de contención paralela al Río Rímac construida inmediatamente adyacente a la desembocadura de la quebrada, ésta sufre un estrechamiento base hasta 4.5 m de ancho de cauce.

Río

Esta geoforma comprende localmente al Río Rímac, el cuál es un río del tipo anastomosado perteneciente a la cuenca del Pacífico, desierto en detalle en el tiene 8. I En el área de estudio se encuentra paralelo a la Carretera Ramiro Prialé con un ancho de cauce aproximado de 160 m y discurre paralelo a la quebrada Huaycoloro desde su cambio de en el Puente Huaycoloro.

Llanura o planicie aluvial

Podemos identificar como llanura, al área ubicada desde el río Rímac hacia el sur, debido a que es un área completamente llana, desprovista de elevaciones como las anteriormente desiertas, ya sean colinas o montañas en roca intrusiva, y se caractericen principalmente porque está cubierta en su totalidad por construcciones urbanas

Geología Local

En el área de estudio se encuentran afloramientos de roca intrusiva pertenecientes al Ba la Costa, Superentidad Santa Rosa en la variante de roca tonalita — diorita formando las colinas y montañas circundantes. así mismo presenta una variedad de depósitos aluviales y fluviales.

Cenozoico — cuaternario – Holoceno

Depósitos aluviales

Estos depósitos están distribuidos a lo largo de la margen derecha e izquierda del Río Rímac y a lo largo de toda el área comprendida en la margen izquierda de la quebrada Huaycoloro, y se caracterizan por presentar gravas, arena, limo y arcilla con elatos subangulosos a subredondeados de composición heterolítica. Estos datos fueron identificados gracias a las calicatas realizadas en el área de estudio ya que toda el área se encuentra cubierta por construcciones de viviendas. Dichos depósitos son el resultado de antiguos procesos deposicionales de la vertiente del Río Rímac y quebradas tributarias.

Depósitos fluviales

Estos depósitos se encuentran ubicados a lo largo del cauce del Río Rímac y de la quebrada Huaycoloro, y se caracterizan por presentar elatos redondeados heterolíticos cuyo diámetro es muy variado. Son el resultado del transporte braseo de las aguas del río desde partes más elevadas hasta su ubicación actual. Actualmente los depósitos fluviales de la quebrada Huaycoloro se encuentran separada del Río Rímac por una estructura de contención que desvía el cauce de la quebrada en paralelo al Río.

Intrusivos

Superunidad Santa Rosa

En el área de estudio podemos identificar afloramientos de roca intrusiva, se encuentran formando las colinas y montañas de roca ígnea ubicadas a 1.45 al norte del puente Huaycoloro. La roca intrusiva predominante es tonalita-diorita, cuya coloración varía

de oscuros a claros de acuerdo al porcentaje de cuaternario como minerales félsicos y de biotita y anfíbol como minerales sáficos. En este caso puntual los afloramientos presentan una coloración gris oscura de la roca, donde los porcentajes d cuarzo y plagioclasas son muy similares, tal como se muestra en la imagen

GEODINÁMICA EXTERNA

Peligros Geológicos

En la cuenca de estudio Se identifican los siguientes peligros a tener En Cuenta:

- Deslizamiento de bloques de rocas. — Podemos identificar estas zonas en las elevaciones de colinas y montañas en rocas intrusivas, debido al fuerte fracturamiento y meteorización de los afloramientos. Este peligro geológico está latente todo el tiempo debido a que las faldas de las colinas y montañas están ocupadas CII Su totalidad por asentamientos urbanos, siendo que no es necesario la presencia de eventos pluviales fuertes para que las rocas se deslicen por gravedad hasta las propiedades de los pobladores y causen daños estructurales.
- Flujo de escombros. - También conocido como "Debris Flow" es un peligro latente en la cuenca de estudio, ya que la quebrada Huaycoloro al presentar abundante material heterolítico suelo de tamaños que van de pocos centímetros a algunos metros en la cabecera, al entrar en contacto con el agua en épocas de fuertes lluvias, forman una masa de material que es arrastrado quebrada abajo con gran fuerza y velocidad hasta desembocar en el Río Rímac tal como se pudo apreciar en el año 2017 causando muchos daños materiales en los poblados locales,
- Inundaciones. — Originadas directamente del peligro desierto en el ítem anterior, se presenta al tiempo que se hace el flujo de escombros, y se da debido al desborde de la quebrada Huaycoloro en épocas de fuertes lluvias, lo que, aunado con la 0 nula pendiente del área más baja de la zona causa anegamientos del agua fluvial y pluvial, lo cual no es solo un peligro para las Estructuras urbanas sino también para la salud de los pobladores, debido a la

putrefacción de estas aguas no encausadas y la proliferación de insectos que transmiten múltiples

Geodinamica Interna

Es importante conocer los posibles niveles de aceleración sísmica que podrían producirse en el futuro. en razón que debe considerarse que cualquier obra o área podría ser sacudida por un sismo destructor. Del "Decreto Supremo indicado en la Norma Técnica E030" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N^o 002-2014-Vivienda y N^o 003-2016-Vivienda", publicado el 22 de octubre de 2018: El territorio nacional se dividido en cuatro zonas sísmicas. La zonificación propuesta Se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de é con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.

Características Sísmicas de la zona de estudio

La extracción de la zona de estudio correspondiente al Mapa Sísmico del Perú presenta la distribución espacial de los eventos con magnitudes en intervalos de 4.0 a 6.0 en la escala "magnitud momento" (Mw) ocurridos durante el periodo; que vendría a equivaler a los sismos ocurridos y que han sido registrados, usualmente ocurridos a profundidades intermedias (6 1 a 300 km),

En primer lugar, la fuente sismogénica principal de la zona de estudio corresponde a un Origen por el contacto entre la Placa de Nazca y la Sudamericana, tal es el caso del sismo que tuvo como epicentro a la ciudad de Piso, el 15 de Agosto de 2007, el mismo que afectó según las líneas isosistas, ver imagen 75 de la zona de estudio con una intensidad entre V y VI en la escala de Mercalli Modificada. En un segundo plano se encontraría la fuente que debe su Origen a la deformación de la corteza continental, esto debido a la lejanía de la zona de estudio del litoral (zona más vulnerable por contacto entre ocurrencia de los terremotos no se puede predecir, pero se debe considerar que los terremotos ocurridos en el pasado, en un determinado lugar y tamaño, deben repetirse en el futuro con igual o mayor intensidad. (Instituto Geofísico del Perú)

ANEXOS



Ilustración 1 Vista general del proyecto en Google Earth

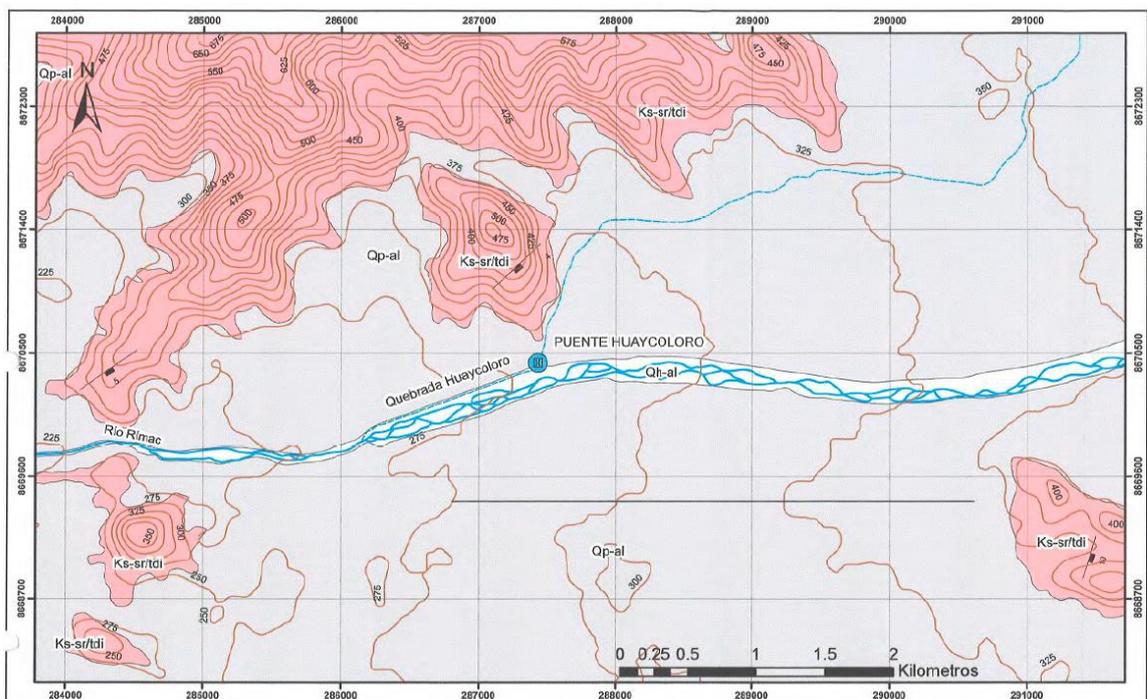


Ilustración 2 Mapa Geológico Regional : Fuente INGEMET

LEYENDA

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITCESTRATIGRAFIA		
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCIÓN	INTRUSIVOS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh-al	Dep. Aluviales	Facies de gravas y arenas mal gradadas de consistencia suelta a media formadas a lo largo de los márgenes del río Rimac como también las quebrada Huaycoloro. Facies de gravas y arenas mal gradadas de mayor antigüedad a las cercanas al Río Rimac, de consistencia media debido a que se encuentran bajo construcciones urbanas.
			Qp-al	Dep. Aluviales bajo casco urbano	
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR			SUPERUNIDAD SANTA ROSA TIPO DE ROCA Tonalita - Dicitita Ks-sr/di

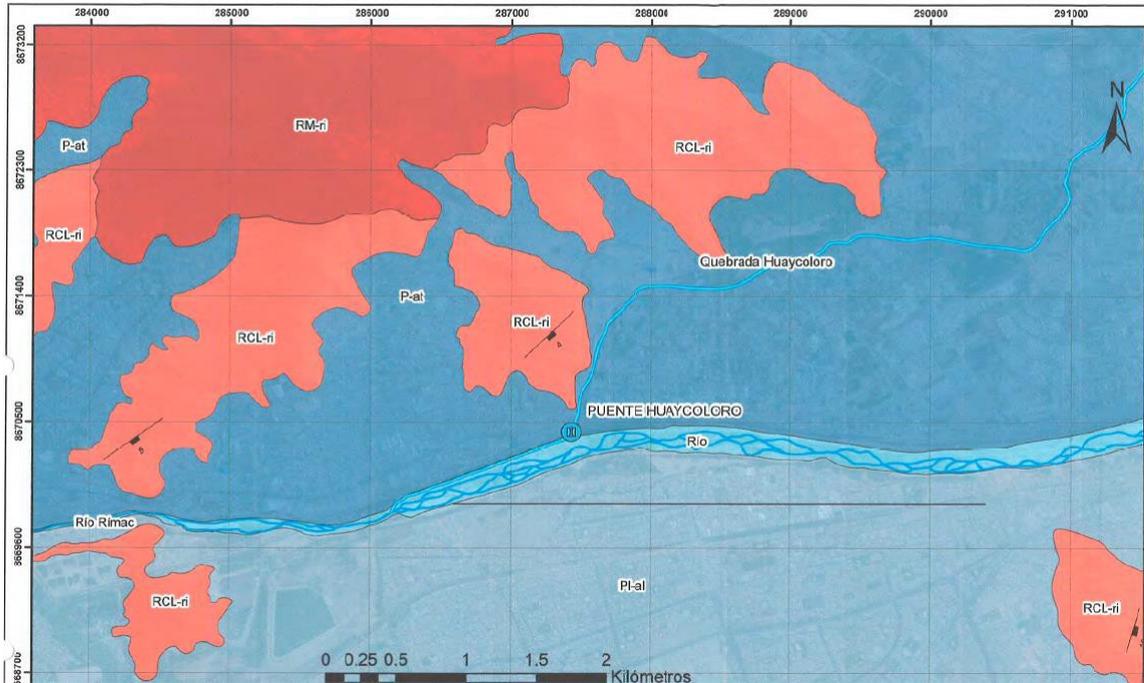


Ilustración 3 Mapa Geológico Regional : Fuente INGEMET

UNIDADES		UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
		DESCRIPCIÓN
Rio	Cauce de río	El Río Rimac en un río anastomosado caracterizado por presentar múltiples canales. Debido a su alta capacidad de transporte y sedimentación la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división dentro del propio cauce.
P-al	Planicie o llanura aluvial	Área completamente llana, desprovista de elevaciones como las que a continuación se describen, ya sean colinas o montañas en roca intrusiva, y se caracteriza principalmente porque está cubierta en su totalidad por construcciones urbanas.
P-at	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	Comprende las bases de las laderas de montañas y colinas de roca intrusiva y se caracterizan por presentar un material heteroclítico que puede variar de subredondeado a subanguloso debido generalmente a la caída de bloques de la parte superior de las elevaciones montañosas.
RCL-ri	Colina y lomada en roca intrusiva	Aberca las elevaciones que se encuentran antecediendo a las estribaciones de la cordillera, y que se presentan a su vez a modo de transición con la llanura y desiertos de la costa de Lima. Incluye Colinas aisladas de menor tamaño, los cuales varían desde la base hasta los 236 m de altura.
RM-ri	Montaña en roca intrusiva	Esta unidad geomorfológica muestra gran similitud a las colinas en roca intrusiva, con la diferencia que estas tienden a presentar una mayor elevación, alrededor de 512 m de altura para la más cercana a la zona de estudio.

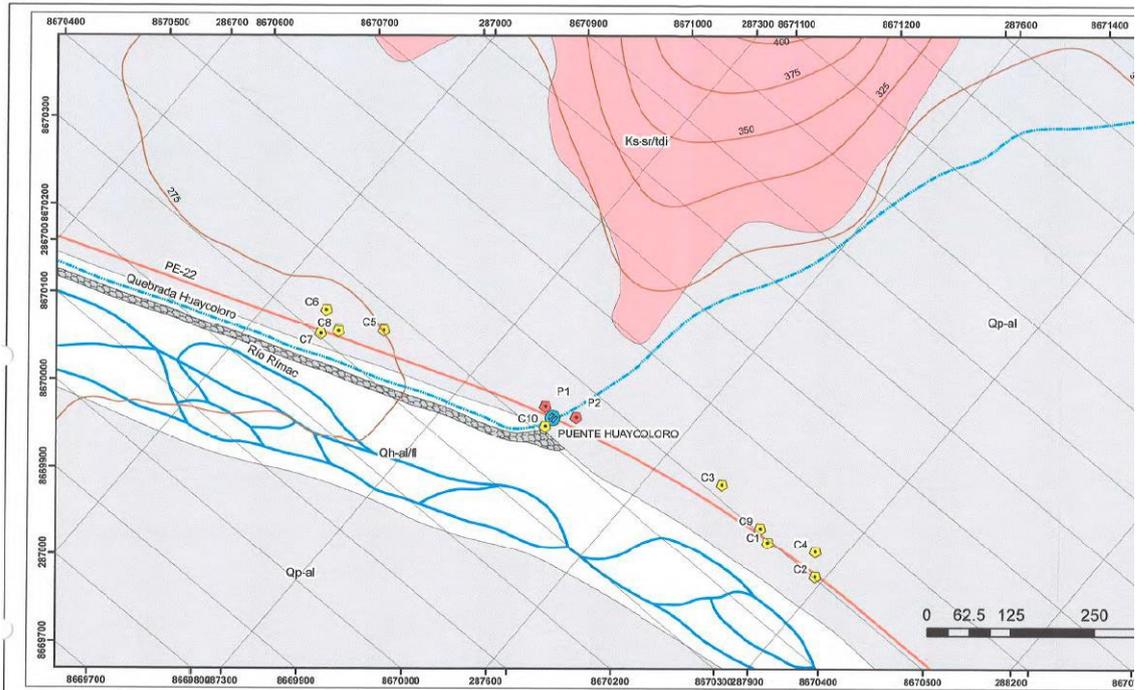


Ilustración 4 Mapa Geológico Local : Fuente INGEMET

LEYENDA

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITOESTRATIGRAFIA		
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCIÓN	INTRUSIVOS
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	<p>Qh-al/II Dep. Aluvial-Fluvial</p> <p>Qp-al Dep. Aluviales bajo casco urbano</p>	Formada por depósitos aluviales antiguos de facies de gravas mal gradadas y arena de baja compactación perturbada por depósitos fluviales más recientes, de gravas redondeadas dispuestas a lo largo de los márgenes del río Rimac como también la quebrada Huaycoloro, cuyo cauce se compone de depósito fluvial.	
				Facies de gravas y arenas mal gradadas de mayor antigüedad a las cercanas al Río Rimac, de compactación media debido a que se encuentran bajo construcciones urbanas.	
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR			<p>SUPERUNIDAD SANTA ROSA</p> <p>TIPO DE RCCA Tonalita - Diorita</p> <p>Ks-sr/tdi</p>

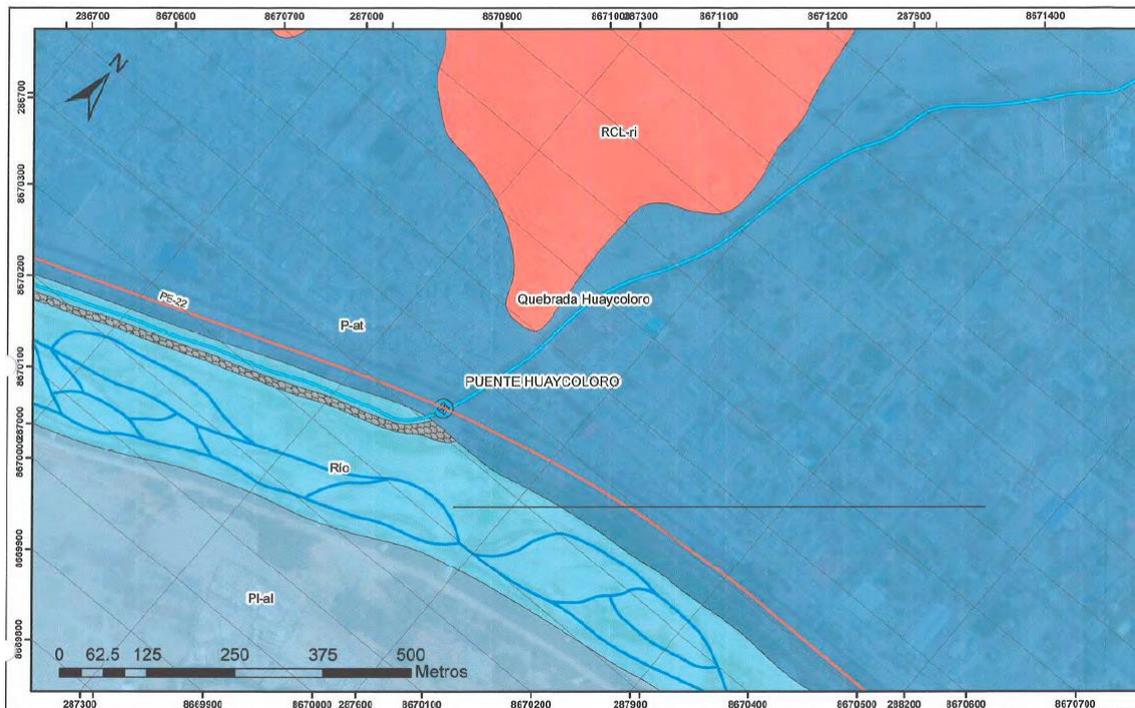
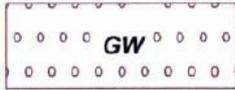
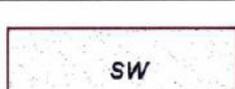
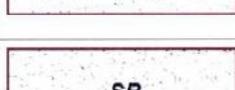
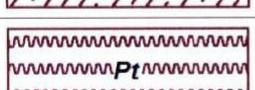


Ilustración 5 Mapa Geológico Local : Fuente INGEMET

UNIDADES		DESCRIPCIÓN
R-rio	Cauce de río	El Río R/riac en un río anastomosado, caracterizado por presentar múltiples canales. Debido a su alta capacidad de transporte y sedimentación la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división dentro del propio cauce.
P-al	Planicie o llanura aluvial	Área completamente llana, desprovista de elevaciones como las que a continuación se describen, ya sean colinas o montañas en roca intrusiva, y se caracteriza principalmente porque está cubierta en su totalidad por construcciones urbanas.
P-at	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	Comprende las bases de las laderas de montañas y colinas de roca intrusiva y se caracterizan por presentar un material heterolítico que puede variar de subredondado a subanguloso debido generalmente a la caída de bloques de la parte superior de las elevaciones montañosas.
RCL-ri	Colina y lomada en roca intrusiva	Abarca las elevaciones que se encuentran antecediendo a las estribaciones de la cordillera, y que se presentan a su vez a modo de transición con la llanura y desiertos de la costa de Lima. Incluye Colinas aisladas de menor tamaño, los cuales varían desde la base hasta los 238 m de altura.
RM-ri	Montaña en roca intrusiva	Esta unidad geomorfológica muestra gran similitud a las colinas en roca intrusiva, con la diferencia que estas tienden a presentar una mayor elevación, alrededor de 512 m de altura para la más cercana a la zona de estudio.

Tabla 12.

Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUES.

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

ITEM	NUMERO DE O/S	FECHA	DESCRIPCION DEL SERVICIO
1	2019-00776	27/03/2019	"SERVICIO DE FABRICACIÓN DE 02 CUBIERTAS LATERALES DEL PUENTE MODULAR HUAYCOLORO"
2	2019-00832	4/04/2019	"SERVICIO DE REPARACIÓN DE TRAVESEROS CB410 DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE UBICADO EN LA AV. RAMIRO PRIALE"
3	2019-01029	22/05/2019	SERVICIO DE MANTENIMIENTO Y COLOCACION DE 02 PLANCHAS METALICAS DEL PUENTE HUAYCOLORO
4	2019-01589	17/07/2019	SERVICIO DE RETIRO, REPOSICION Y MONTAJE DE 05 CUBIERTAS METALICAS PUENTE HUAYCOLORO
5	2019-001603	24/07/2019	SERVICIO DE TRASLADO Y MONTAJE DE 04 CUBIERTAS LATERALES NUEVAS DEL PUENTE BAILEY HUAYCOLORO
6	2019-01659	6/08/2019	SERVICIO DE REPARACION DE ESTRUCTURAS DEL PUENTE MODULAR METALICO INSTALADO EN LA AV RAMIRO PRIE
7	2019-01660	6/08/2019	SERVICIO DE TRASLADO Y MONTAJE DE 08 CUBIERTAS METALICAS DEL PUENTE BAILEY HUAYCOLORO
8	2019-01901	2/09/2019	SERVICIO DE RETIRO MANTENIMIENTO Y COLOCACION DE 5 CUBIERTAS REPARADAS EN EL PUENTE HUAYCOLORO
9	2019-02280	17/10/2019	SERVICIO DE MANTENIMIENTO TOTAL DE 04 CUBIERTAS CB600A PARA PUENTE BAILEY UBICADO EN LA AV RAMIRO PRIALE
10	2020-02600	16/09/2020	SERVICIO DE ALINEAMIENTO DE CUBIERTAS METALICAS EN EL PUENTE MODULAR HUAYCOLORO
11	2020-03521	20/11/2020	SERVICIO DE MANTENIMIENTO ,REAJUSTE Y TORQUEO DE LA ESTRUCTURA DEL PUENTE LAS TORRES
12	2021-01007	17/03/2021	SERVICIO DE INSTALACIONA TODO COSTYO DE CUBIERTAS CB600A PARA EL PUENTE METALICO MOSULAR HUAYCOLORO
13	2021-01302	19/04/2021	SERVICIO DE INSTALACION A TODO COSTO DE CUBIERTAS AB602C PARA EL PUENTE METALICO MODULAR LA CAPITANA
14		8/09/2021	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE MODULAR HUAYCOLORO UBICADO EN LA AUTOPIST RAMIARO PRIALE
15	2021-05387	5/11/2021	SERVICIO A TODO COSTO DE ALINEAMIENTO, RETORQUEO Y REFORZAMIENTO E EL PUENTE MODULAR LA CAPITANA

16	2022-2955	15/06/2022	SERVICIO A TODO COSTO DE ALINEAMIENTO, INSTALACION, RETORQUEO Y REFORZAMIENTO E EL PUENTE MODULAR LA CAPITANA Y LAS TORRES

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del Puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		FICHA 1	
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:		15/04/2019	
Vista Fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
Las VIGAS DE TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 401A, determinan el ancho de la calzada del puente que es de 7.35 m., pesa 1148 kg., es el elemento principal de la rodadura del puente modular que soporta en ambas patines superior de la viga a las cubiertas de la rodadura metalica del puente y que está en contacto con las ruedas del intenso tráfico vehicular y de los camiones T3S3.					
EVALUACION VISUAL					
GRADO DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Reforzamiento de las VIGAS DE TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 401A, por fisuramiento de los patines superiores a consecuencia del tráfico intenso de los camiones T3S3 que transitan por el puente modular, se reforzó con placas de acero y soldadura AWS E-7018.					
NOTA DEL ALUMNO:					
La opcion del reforzamiento de las VIGAS TRANSVERSALES DE DOBLE VÍA, fue una solución inmediata ante la falta del reemplazo por vigas nuevas					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		2	
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/04/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
<p>Las VIGAS DE TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 401A, determinan el ancho de la calzada del puente que es de 7.35 m., pesa 1148 kg., es el elemento principal de la rodadura del puente modular que soporta en ambas patines superior de la viga a las cubiertas de la rodadura metalica del puente y que está en contacto con las ruedas del intenso tráfico vehicular y de los camiones T3S3.</p>					
EVALUACION VISUAL					
GRADO DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		x			
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Reforzamiento de las VIGAS DE TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 401A, por fisuramiento de los patines superiores, se reforzó con placas de acero y soldadura AWS E-7018. luego se le dio un cabado de pintura de base epóxica					
NOTA DEL ALUMNO:					
La opcion del reforzamiento de las VIGAS TRANSVERSALES DE DOBLE VÍA, fue una solución inmediata ante la falta del reemplazo por vigas nuevas, así como su pintado epóxico					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 3	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	1/08/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
CUBIERTA LATERAL CB 600A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg					
EVALUACION VISUAL					
GRADO DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
			X		
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
			X		
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Como se aprecia en la vista la Cubierta de Rodadura del puente se encuentra en uno de sus extremos muy deformado, flexionado, con las viguetas fracturados, la plancha superior agrietado por la fatiga de los sobreesfuerzos producido por los camiones T3S3, por lo que atendieron la emergencia con el cambio por otra cubierta en buen estado.					
NOTA DEL ALUMNO:					
La atención ante la emergencia presentada fue muy acertada, el cambio inmediato de la Cubierta Lateral CB 600A por otra en buenas condiciones y/o reparada.					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 4	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	1/08/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
CUBIERTA LATERAL CB 600A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg					
EVALUACION VISUAL					
GRADO DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
			X		
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
			X		
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
SOUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
La Cubierta Lateral CB 600A fue reparada con el cambio de viguetas de perfiles nuevos y el reforzamiento con planchas posteriores de más espesor, posteriormene le dieron su protección a la estructura con pintura epóxica, la superficie de la Cubierta tiene un acabado adhesivo epóxico de poliuretano y gravilla hasta un espesor de una pulgada para el contacto con las llantas veh..					
NOTA DEL ALUMNO:					
Es importante tener empresas especializadas en estructuras metálicas de puentes que den soluciones inmediatas a los problemas de emergencias de los puentes metálicos como la presente con la fractura por <i>fatiga a c</i> causa de la flexión y deformación por compresión.					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 5	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	21/08/2021		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
PANEL ESTANDAR CB 200A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
<p>El Panel CB 200A componete principal del puente modular, es la estructura portante del puente está compuesto de dos cordones de refuerzo por encima y debajo del panel, tres montantes al centro y dos a los costados, en los centros unas diagonales con figura de rombos. tiene refuerzos y perforaciones para conectar accesorios y para la unión con otros paneles.</p>					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
<p>El Panel CB 200A, ha sufrido fisura en el conector hembra del cordon superior y unión estructural con otro panel, por lo que insitu se le aplica un refuerzo con placas y soldadura de aporte para mejorar los esfuerzos a lo que va estar sometido, posteriormente se le dan un capa de pintura epóxica para su protección.</p>					
NOTA DEL ALUMNO:					
<p>Es práctico el reforzamiento de los elementos fisurados para mejorar la capacidad de la estructura metálica del puente</p>					

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
	Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		6
Evaluador 1	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio		Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	21/08/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
PANEL DE CORTE CB 210A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
El Panel CB 210A componete principal del puente modular, es la estructura portante del puente trabaja a esfuerzo cortante, está compuesto de dos cordones de refuerzo por encima y debajo del panel, tres montantes al centro y dos a los costados, en los centros unas diagonales con figura de rombos. tiene refuerzos y perforaciones para conectar accesorios y para la unión con otros paneles.			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Trabajos de reparación y mantenimiento que se realiza en el Panel de corte CB 210A en la zona del cordón inferior del panel de corte, se refuerza con soldadura AWS E-7018, solución inmediata ante los daños que se presentan por el trabajo intenso del puente.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Las intervenciones inmediatas ante la presencia de situaciones como fisuras es necesario reforzarlas antes de que se agraven y colapsen las estructuras.			

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 7	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	1/08/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
CUBIERTA LATERAL CB 600A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
CB 600A CUBIERTA LATERAL nuevas, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
	X				
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Para atender el mantenimiento preventivo se suministran las CUBIERTA LATERAL CB 600A para reemplazar las cubiertas de la rodadura del puente que están desgastadas, fisuradas, y deflectadas trabajos de reemplazo con los que mejoraran el servicio del puente.					
NOTA DEL ALUMNO					
Colocar elementos nuevos es lo correcto en el recambio de elementos fatigados de la rodadura del puente modular tipo Bailey.					

 FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 8	
Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA LATERAL CB 600A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 600A CUBIERTA LATERAL nuevas, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Se aprecia el recambio de las CUBIERTA LATERAL CB 600A por cubiertas nuevas con la que mejorará la portabilidad del servicio del puente.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Se aprecia los trabajos de mantenimiento preventivos oportunos del cambio de cubierta de la rodadura del puente con lo cual se mejoraran el servicio del transporte vehicular.			

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
 <p>Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima</p>		<p>9</p>	
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	10/09/2019
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA LATERAL CB 600A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
<p>CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg</p>			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
<p>Reparación de la Cubierta Lateral CB 600A, se cambio la mitad de las viguetas con perfiles W nuevos así como con el reforzamiento de tubos centrales y planchas, se unió las estructuras con soldadura electrodo AWS E-7018, la superficie de la Cubierta tiene un acabado adhesivo epóxico de poliuretano y gravilla hasta un espesor de una pulgada para el contacto con las llantas vehiculares finalmente se le</p>			
NOTA DEL ALUMNO:			
<p>Es importante contar con empresas especializadas en estructuras metálicas de puentes que den soluciones inmediatas a los problemas de las emergencias en los puentes metálicos.</p>			

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 10	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	10/09/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
CUBIERTA LATERAL CB 600A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
	X				
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Acabado de la reparación de la Cubierta Lateral CB 600A, se cambio la mitad de las viguetas con perfiles W nuevos así como con el reforzamiento de tubos centrales y planchas, se usó electrodo AWS E-7018, la superficie de la Cubierta tiene un acabado adhesivo epóxico de poliuretano. Finalmente se le dió una protección de acabado con pintura epóxica.					
NOTA DEL ALUMNO:					
Es importante contar con empresas especializadas en estructuras metálicas de puentes que den soluciones inmediatas a los problemas de las emergencias en los puentes metálicos, asimismo que cuenten con la logistica y seguridad para atender estos trabajos de ingeniería metallmecánicos.					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 11	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	10/09/2019		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
CUBIERTA LATERAL CB 600A					
					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
	X				
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
CB 600A CUBIERTA LATERAL, completamente fracturada las viguetas de la cubierta lateral de la rodadura del puente, a consecuencia de los esfuerzos de las llantas de los vehículos pesados los camiones T3S3, se realizó el recambio por una plataforma nueva					
NOTA DEL ALUMNO:					
La cubierta lateral CB 600A, es el elemento que reciben directamente los esfuerzos y vibraciones de los camiones T3S3 que llegan a fatigar a la cubierta hasta deflectarla, fisurarla, y finalmente fracturarla, se intervino cuando ya la estructura había colapsada.					

 FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 12	
Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr. Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	10/09/2019
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro CUBIERTA LATERAL CB 600A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
CB 600A CUBIERTA LATERAL, se aprecia la fractura de las viguetas de la cubiertapor sobreesfuerzo de las llantas de los vehículos pesados T3S3, se reemplaza po otranueva para mejorar el servicio del puente.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Es importante realizar las inspecciones de campo para evaluar las estructuras metálicas del puente y poder intervenir oportunamente antes que suceda la emergencias en los puentes metálicos.			

 FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 13	
Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr. Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA DEL TABLERO CB 610A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 610A CUBIERTA ESTANDAR, elemento de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos motorizados especialmente de los camiones T3S3, se hubican al centro de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 867.2kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
CB 610A CUBIERTA ESTANDAR, la viga transversal que lo soporta a las cubiertas se ha fracturado por lo tanto las cubiertas de la plataforma han quedado sueltas, los pernos se han cizallado, con una buena evaluación a las cubiertas y mantenimiento quedaran operativas.			
NOTA DEL ALUMNO:			
A falta de una intervención oportuna se fracturó la viga principal que soporta a las Cubiertas de la Rodadura del Puente y a otros elementos. Se tiene que intervenir antes de lamentar hechos que pongan en peligro a los usuarios del puente.			

 FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 14	
Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	CONYMAC SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA LATERAL CB 600A			
			
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A			
CB 410A TRAVESERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente y que estan en contacto con los vehículos pesados T3S3, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		x	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
	x		
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		x	
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Fisuramiento en el alma de la Viga transversal, necesita una intervención inmediata antes que se quiebre la viga, asimismo en la otra figura se aprecia el fisuramiento en el alma y en el ala de la viga transversal a pesar de haber sido reforzado anteriormente, es urgente se refuerce con soldadura ASW E-7018 y placas de apoyo			
NOTA DEL ALUMNO:			
Las inspecciones continuas a la superestructura del puente modular son importantes para descartar las deficiencias del acero por sobreesfuerzo de los camiones pesados T3S3, cturas metálicas del puente y poder intervenir oportunamente			

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 15	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	QUISPE INGENIEROS EIRL	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	16/12/2021		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
					
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
CB 410A TRAVESERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
	X				
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Detección del fisuramiento en el ala de la Viga transversal, necesita un reforzamiento de soldadura AWS E-7018 y placa de refuerzo, antes que la fisura avance, luego se protegerá con pintura epoxica galvanica enfrio					
NOTA DEL ALUMNO:					
Las inspecciones continuas a la superestructura del puente modular son importantes para descartar las deficiencias del acero por sobreesfuerzo de los camiones pesados T3S3, que de poco en poco se va fisurando hasta fracturarse por fatiga					

		FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 16	
		Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector			
Empr.Servicio	QUISPE INGENIEROS EIRL	Ing Supervisor			
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	16/12/2021		
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro					
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
					
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A					
CB 410A TRAVESEERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg					
EVALUACION VISUAL					
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO		
		X			
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO		
	X				
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA					
Fisuramiento del ala superior de la viga transversal, se está interviniendo para reforzar con soldadura supercito AWS E-7018 y placa de refuerzo, antes que la fisura avance, luego se protegerá con pintura epoxica galvanica en frio.					
NOTA DEL ALUMNO:					
con las inspecciones continuas se detectan los daños del acero en la superestructura del puente modular ocasionado por el sobreesfuerzo de los camiones pesados T3S3. estas defectos se encontraron debajo del puente.					

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
	Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		17
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr. Servicio		Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
CUBIERTA DEL TABLERO CB 610A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 600A CUBIERTA LATERAL, de la plataforma de la rodadura del puente, soporta directamente los esfuerzos de las llantas de los vehículos especialmente de los camiones T3S3, se hubican a los costados de la rodadura del puente, de medidas 3042mm x 1883mm x 158mm, pesa 889.6kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
Reparación de la Cubierta Lateral CB 600A, y Cubierta Estandar CB610A, insitu se reparan y refuerzan en el mantenimiento preventivo a las estructuras con soldadura electrodo AWS E-7018, finalmente se le da un acabado con pintura epóxica.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Ante la intervenciones del mantenimiento preventivo se prioriza los trabajos durante la noche para que en el dia continúe el servicio del puente a los usuarios; asimismo es bueno tener en lista empresas que realicen trabajos de especialidad ante las emergencias de intervención.			

 FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA 18	
Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima			
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio		Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro PANEL DE CORTE CB 210A Y ARRIOSTRA HORIZONTAL CB 520A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
El Panel de Corte CB 210A trabaja en los extremos, es la estructura portante del puente trabaja a esfuerzo cortante, dimensiones: 3048mm x 2134mm x 163mm, su peso de 361.6 kg; el otro elemento el CB 520A Arriostra Horizontal, une los cordones superiores en forma diagonal sus medidas 1760mm x 100 x 49mm, pesa 16.4kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
		X	
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
El Panel CB 200A, fisura al pie del montante del panel, se reforza con una placa y soldadura supercito AWS E-7018, al CB520A Arriostre Horizontal sufrió la rotura producto de la fractura del travesero que afectó varios elementos, se tuvo que reparar desarmando elemento.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Es común encontrar pernos cizallados, elementos menores cizallados por sobreesfuerzos así como el aflojamiento de pernos, y tuercas que se tendran que reponer y reconstruirlos.			

**FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN**

FICHA

Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey
Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de
Lurigancho, Lima

19

Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	QUISPE INGENIEROS EIRL	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021

Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro

TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A

**DESCRIPCION DEL ELEMENTO**

CB 410A TRAVESERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg

EVALUACION VISUAL

	LEVE	MODERADO	SEVERO
NIVEL DE AFECTACIÓN			X
GRAVEDAD DEL DAÑO			X
NIVEL DE RECUPERACIÓN	X		

SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El TRAVESERO DE DOBLE VIA CB 410A, colapsó por fractura debido al tráfico intenso de los camiones pesados T3S3 y por la falta de atención oportuna ante la presencia de fisuras por el excesiva demanda del tráfico vehicular. La emergencia se atendió de inmediato, se solicitó al MTC vigas nuevas cediendo nueve vigas de las catorce vigas del puente.

NOTA DEL ALUMNO:

Por el colapso de la viga de tranversero de doble vía se paralizó por un día el tráfico de la autopista Ramiro Prialé, habilitando la berma central y utilizando el carril del sentido Lima a Huachipa como de doble sentido para ayudar el tránsito vehicular por esta zona del puente colapsado parcialmente, mientras se trabajaba en el mantenimiento estructural.

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
	Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima		20
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr. Servicio	QUISPE INGENIEROS EIRL	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
TRAVESEERO DE DOBLE VIA CB 410A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 410A TRAVESERO DE DOBLE VIA, la viga transversal soporta a las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, se hubican de extremo a extremo a lo ancho del puente y determinan el ancho de la rodadura, sus medidas son 750 mm x 9570mm., pesa 1148kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
	X		
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
La Viga Transversal CB 410A, colapsó por fractura debido al tráfico intenso de los camiones pesados T3S3, la fractura fue tan inmensa que afectó a otros elementos de la supereestructura se cizallaron pernos, se rompió la placa de unión del extremo del Arriostre Horizontal CB 520A reventó la soldadura en los paneles, se flexionaron los tableros de la rodadura.			
NOTA DEL ALUMNO:			
Ante el colapso de la viga de tranversero de doble vía, se trabajó día y noche por la empresa con experiencia en este tipo de trabajos, se hizo el recambio de la viga colapsada por una nueva, reposición de pernos, soldadura y reforzamiento de elementos menores.			



FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey
Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de
Lurigancho, Lima

FICHA

21

Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	CONYMAQ SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha:	15/07/2021

Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro
RELLENO DE DOBLE VIA CUBIERTA DEL TABLERO CB 640A



DESCRIPCION DEL ELEMENTO

CB 640A RELLENO DE CUBIERTA DEL TABLERO DE SOBLE VIA, es la junta de expansión, es el elemento de transición entre la losa de aproximación y las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, es un accesorio importante que recibe inicialmente los impactos, frenadas de las llantas de los camiones T3S3. medidas 3672 mm x 130mm x 158mm., pesa 106kg

EVALUACION VISUAL

	LEVE	MODERADO	SEVERO
NIVEL DE AFECTACIÓN			X
GRAVEDAD DEL DAÑO			X
NIVEL DE RECUPERACIÓN			X

SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

CB 640A RELLENO DE CUBIERTA DEL TABLERO DE SOBLE VIA, no se le dio la importancia debida a la junta de expansión, siendo el elemento de transición entre la losa de aproximación y las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, es el que recibe a los camiones T3S3.

NOTA DEL ALUMNO:

Elemento olvidado por la empresa a cargo EMAPE y la Municipalidad de Lima Metropolitana, este elemento fue destrozado por las llantas de los camiones pesados T3S3, desde entonces se produciendo golpes, vibraciones al salir del puente, desgaste en las llantas de los vehiculo.s

FICHA DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN		FICHA	
	Evaluación y Diseño Estructural, Rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Prialé, distrito Lurigancho - San Juan de Lurigancho, Lima	22	
Evaluador	Máximo Flores Huaman	Ing Inspector	
Empr.Servicio	CONYMAQ SAC	Ing Supervisor	
Entid. a Cargo	EMAPE S.A.	Fecha: 15/07/2021	
Vista fotográfica del Elemento del Puente Modular Huaycoloro			
RELLENO DE DOBLE VIA CUBIERTA DEL TABLERO CB 640A			
			
DESCRIPCION DEL ELEMENTO			
CB 640A RELLENO DE CUBIERTA DEL TABLERO DE SOBLETE VIA, es la junta de expansión, es el elemento de transición entre la losa de aproximación y las cubiertas de la plataforma de la rodadura del puente, es un accesorio importante que recibe inicialmente los impactos, frenadas de las llantas de los camiones T3S3. medidas 3672 mm x 130mm x 158mm., pesa 106kg			
EVALUACION VISUAL			
NIVEL DE AFECTACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
GRAVEDAD DEL DAÑO	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
NIVEL DE RECUPERACIÓN	LEVE	MODERADO	SEVERO
			X
SOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA			
El RELLENO DE CUBIERTA DEL TABLERO DE SOBLETE VIA, se encuentra abandonado desde que se instaló el puente hasta la fecha no recibió ni reparación, ni reposición siendo un elemento importante en la transición de la losa de aproximación y la rodadura del puente			
NOTA DEL ALUMNO:			
Es lamentable la falta de conocimiento de algunos profesionales a cargo, que no le dan la importancia debida a la junta de dilatación por su trabajo múltiple: trabaja como dilatación de la superestructura, da movimiento a los apoyos móviles, especialmente es la transición de ingreso de los vehículos pesados de la losa de aproximación a la rodadura del puente			



Datos de Viga

L=	379.21	in
Dp = /24	27.08642857	in
h=	25.4	in

Diseño por Corte

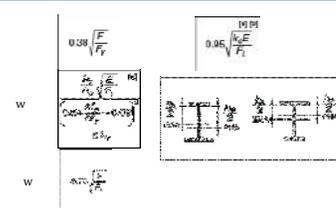
Fy=	65.00	ksi
E=	29000	ksi
FL=0.7Fy=	45.5	ksi
kc=	0.76	< 0.76
j=	36.56612993	
c=	1	
ho=	26.9	
Aw=	21.082	in ²
h/tw=	30.60240964	$1.10 \sqrt{k_c E / F_y}$
h=	25.4	
a=	25.4	$1.37 \sqrt{k_c E / F_y}$
a/h=	1	
kv=	10	
Lim-1	1.10raiz(kVE/fy)	73.47422363
Lim-2	1.37raiz(kVE/fy)	91.5088058
Cv1=	1	
Vc1=	822.198	kip
Cv2=	1	
2Aw/(Afc+Att)=	0.99678487	
h/bfc=	1.80141844	
Vc2=	822.198	kip
Sin flujo de corte		
FVn=	739.9782	kip
Vu=	0.096	kip
Vu <= FVn	OK	
Con flujo de corte		
FVn=	739.9782	kip
Vu=	0.096	kip
Vu <= FVn	OK	

Capacidad del ala

bf=	14.1	b /2t	4.70	K	45.5	kip
tf=	1.50	h/tw	8.026	0.7 *		
			20.394			

Capacidad de alma

h=	25.4	w h/tw	30.60	*	45682.37	kip-in
tw=	0.83	w	77.27	*	40252.15	kip-in
		w	120.40	0.7 + *	28176.50	kip-in



Pandeo Lateral torsional

Lb=	189.605	in	h	26.9	126996.36
Lp=	123.72	in	C =	1.00	
Lr=	387.09	in	J	1/3(2b*t + h*tw^2)	36.566
Mp=	45682.371	kip-in	ts	3.769	
Mr=	28176.502	kip-in	e	182.811	
Cb=	1.350				
Mncal=	55759.152	kip-in			
Mn=	45682.371	kip-in			

$$C_w = \frac{I_y^2 h^2}{24} = \frac{I_y^2 h^2}{24}$$

$$I_y = I_x + I_y$$

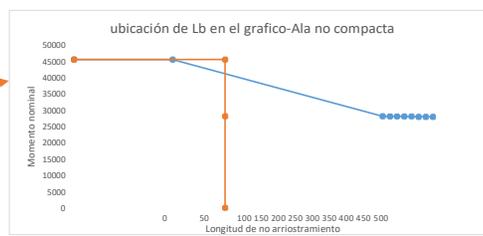
$$C_w = 1.350 \cdot \frac{55759.152^2}{24} = \dots$$



$$F_{cr} = \frac{C_w \pi^2 E}{(L_b)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{Jc}{S_x R_o} \left(\frac{L_b}{r_o}\right)^2}$$

Pandeo local ala comprimida

Ala Nocompacta	
Mn=	50390.834 kip-in
Finalmente	
Mn=	45682.371 kip-in
Mu=	1094.50 kip-in
Resistencia	41114.133 kip-in
Mu <= Mn	ok



Calculo del Zx, Sx y Ry

Area=AI	#E	y	Aly
21.15	2	13.45	568.94
10.541	2	6.35	133.87

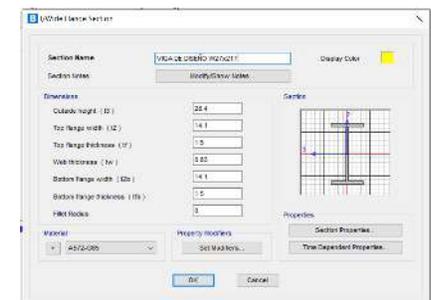
Modulo de sección inelastica 702.81 in³

Momento de inercia X-X

Io	#E	y	AI	Ix
3.966	2	13.45	21.15	7660.11
141.680	2	6.35	10.541	1133.44
				8793.55 in ⁴
				619.26 in ³

Momento de inercia Y-Y

Io	#E	Iy
350.403	2	700.81
0.605	2	1.21
		702.02 in ⁴
		3.33 in



The nominal shear strength, Vn, is determined as follows:

- (a) When $h/t_w \leq 1.10 \sqrt{k_c E / F_y}$
 $V_n = 0.6 F_y A_w$
- (b) When $h/t_w > 1.10 \sqrt{k_c E / F_y}$
 $V_n = 0.6 F_y A_w \left[C_2 + \frac{1 - C_2}{1.15 \sqrt{1 + (a/k)^2}} \right]$
 (1) When $2A_w / (A_n + A_t) \leq 2.5$, $h/t_w \leq 6.0$ and $k/t_w \leq 6.0$
 $C_2 = \frac{1 - C_2}{1.15 \sqrt{1 + (a/k)^2}}$
 (2) Otherwise:
 $V_n = 0.6 F_y A_w \left[C_2 + \frac{1 - C_2}{1.15 \sqrt{1 + (a/k)^2}} \right]$



Datos de Viga

L=	118.11	in
Dp= /24	8.436428571	in
d=	5.5	in
h=	4.64	in

0.35 <

$F_y = 65$
 $E = 29000$
 $FL = 0.7F_y = 45.5$
 $kc = 0.30$
 $f = 1.00$
 $co = 5.08$
 $h/t_w = 17.23$
 $aw = 1.26 \text{ in}^2$
 $1.10 \sqrt{k_c E F_y}$
 $1.37 \sqrt{k_c E F_y}$

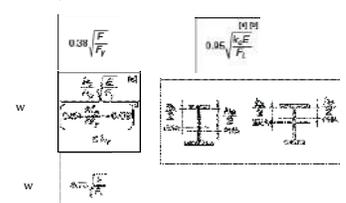
Lim-1	1.10raiz(KvE/fy)	73.47
Lim-2	1.37raiz(KvE/fy)	91.51
	Cv1=	1.00
	Cv2=	48.98 kip
	2Aw/(Afc+Aft)=	1.00
	h/bfc=	0.58
	Cv2=	0.92
	Sin flujo de corte	48.98 kip
	Fvn=	44.09 kip
	Vu <= Fvn	OK
	Con flujo de corte	0.10 kip
	Fvn=	44.0851086 kip
	Vu <= Fvn	OK
		0.096 kip

Compacidad de ala

bf=	5.03	b /2t	5.85	$\frac{K}{\sqrt{h/tw}}$	u.ro
tf=	0.43		8.026	$0.7 *$	45.5
		A	20.909		

Compacidad de alma

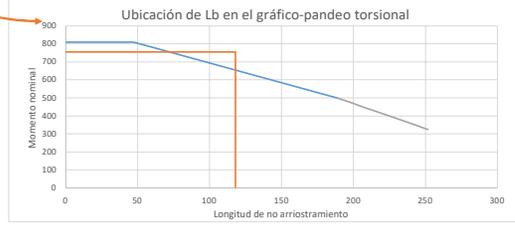
h=	4.6518	w h/tw	17.23	*	809.38	kip-in
tw=	0.27	w	77.40	*	713.70	kip-in
		w	120.40	$0.7 + +$	499.59	kip-in
		w w A w w				



Pandeo Lateral torsional

Lb=	118.11	in	58.933126
Lp=	47.54	in	C = 1.00
Lr=	189.03	in	$J / \sqrt{I_y(2b^2 + t^3 + h * tw^2)}$
Mp=	809.385	kip-in	ts = 1.386
Mr=	499.588	kip-in	e = 91.070
Cb=	1.152		
Mncal=	754.700	kip-in	
Mn=	754.700	kip-in	

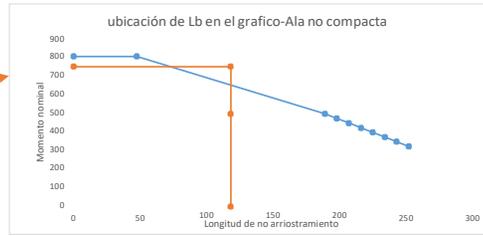
$C_w = \frac{I_y h^2}{2} = \frac{I_y b^2}{24} = \frac{h^2 I_y}{24}$
 $I_p = I_x + I_y$
 $J = \frac{1}{12} \left(\frac{b^3 t}{3} + \frac{t^3 b}{3} \right) + 2 \left(\frac{b t}{2} \right)^2 \left(\frac{h}{2} \right)^2$



$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{yc}} \right)^2} \sqrt{1 - 0.078 \frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{yc}} \right)^2}$

Pandeo local ala comprimida

Ala No compacta	
Mn=	861.755 kip-in
Finalmente	
Mn=	754.700 kip-in
Demanda	Mu= 4.09 kip-in
Resistencia	phi Mn= 679.230 kip-in
	Mu <= Mn
	ok



Calculo del Zx, Sy y Ry

Area=AI	#E	y	Aly
2.1629	2	2.5409	10.99
0.627993	2	1.16295	1.46

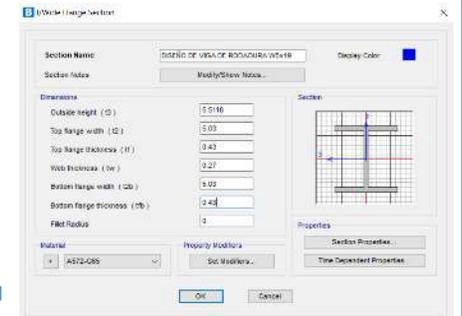
Modulo de sección inelastica 12.45 in3

Momento de inercia X-X

Io	#E	y	AI	Ix
0.033	2	2.5409	2.1629	27.99
0.283	2	1.16295	0.627993	2.26
		I		30.26
		S		10.98

Momento de inercia Y-Y

Io	#E	Iy
4.560	2	9.12
0.004	2	0.01
		Iy
		Ry



The nominal shear strength, V_n , is determined as follows:

- (a) When $h/t_w \leq 1.10 \sqrt{k_c E F_y}$
 $V_n = 0.6 F_y A_w$
- (b) When $h/t_w > 1.10 \sqrt{k_c E F_y}$
 - (1) When $2A_w/(A_{fc} + A_{ft}) \leq 2.5$, $h/b_f \leq 6.0$ and $h/t_w \leq 6.0$
 $V_n = 0.6 F_y A_w \left[C_{v2} + \frac{1 - C_{v2}}{1.15 \sqrt{1 - (a/t)^2}} \right]$
 - (2) Otherwise
 $V_n = 0.6 F_y A_w \left[C_{v2} + \frac{1 - C_{v2}}{1.15 \left[\sqrt{1 - (a/t)^2} + \sqrt{1 - (a/t)^2} \right]} \right]$

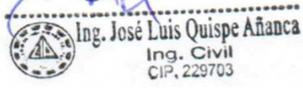
Ficha de validación de contenido del instrumento

Cuestionario: Estudio de Tráfico

Nombre del instrumento	Estudio de Tráfico
Objetivo del instrumento	Medir el tipo y cantidad de vehículos (IMD)
Nombres y apellidos del experto	Efrain Flores Galdos
RUC	10418031552
Años de experiencia en el área	4 años
Rubro / Especialidad	Especialista en Infraestructura Vial
Nacionalidad	Peruana
Razón Social	EFRAIN FLORES GALDOS
Cargo	Gerente General
Número telefónico	989747928
Firma	 Efrain Flores Galdos TECNICO PUENTES MODULARES GERENTE
Fecha	05/07/2022

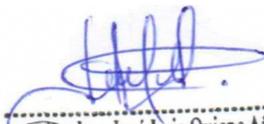
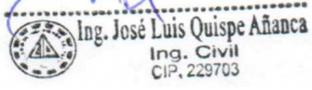
Ficha de validación de contenido del instrumento

Cuestionario: Formato de Cálculo

Nombre del instrumento	Formato de cálculo para el diseño estructural
Objetivo del instrumento	Medir la verificación del diseño estructural
Nombres y apellidos del experto	José Quispe Añanca
Documento de identidad	42795886
Años de experiencia en el área	5 años
Máximo Grado Académico	Ing. Civil
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Ingeniero Estructuralista
Número telefónico	937 086 100
Firma	 
Fecha	05/07/2022

Ficha de validación de contenido del instrumento

Cuestionario: Fichas de Inspección

Nombre del instrumento	Formato para las fichas de inspección
Objetivo del instrumento	Medir los daños y la severidad en el puente
Nombres y apellidos del experto	José Quispe Añanca
Documento de identidad	42795886
Años de experiencia en el área	5 años
Máximo Grado Académico	Ing. Civil
Nacionalidad	Peruana
Institución	Universidad Cesar Vallejo
Cargo	Ingeniero Estructuralista
Número telefónico	937 086 100
Firma	 
Fecha	05/07/2022

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

YoE.& \..... FL OB. 1=5 ...Ei A.L-n. 0 .5..... ,
identificado con DN en mi ciudad de ..Get.e\lve...d,e...CDI Yti tiCt S A,c:.....
del área de I.h.l.G2 \ .E R-1.A.....
de la empresa ° N.Y.U f.\Q, ...5 A,c.....
con R.U.C.N° Z Q.5 :4 ...l.f>.8 '3 23 .. , ubicada en la ciudad deh.l.h .f.\.....

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, la,)t:l Á.X.l.t"1.0 ... F .LO R.);; ...HUAtIÁN ,
Identificado(s) con DNI N° QoQ585.56 de la () Carrera profesional Contabilidad II-t-IG. c\W\l{>.)
Administración para que utilice la siguiente información de la empresa
.....i.j ...Ri; , .l .!i.T.R.o:nE .r.a \B iro S.REE\.\Zf.\nns .. .UJ.\ '{ aG..:i\lC.....
.....S\i...lá'.1.-...? .u.e:r.E.Jt.uA.tC.O.l.n !loa' .-F.t .f\!>.- t:v).e.Uhl.: 1..IH-1.QS.fl.l.(Q5
....2,)...1 t:l.BJ. ru:f.C.u 1l-\:CE.C.AL,\cil...SEF.i:; \-)í t. Il e. uc:TI.l!M. n ef.\UCh \$o. Il.t A:Wl2_\A.
(Detallar la información en JtegMJ)
con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico () Trabajo de Investigación () Tesis para optar al grado de () Bachiller, o (>) Título Profesional

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo marcando con una "X" la opción seleccionada.

- (X) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa.
(>) Mencionar el nombre de la empresa.

NYMAQ S.A.C.
ERIK FLORES GALDOS
Gerente

Armaysello del Representante Legal
DNI: '430 1-0 o 9 o

E1 Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos, En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al Inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante los posibles

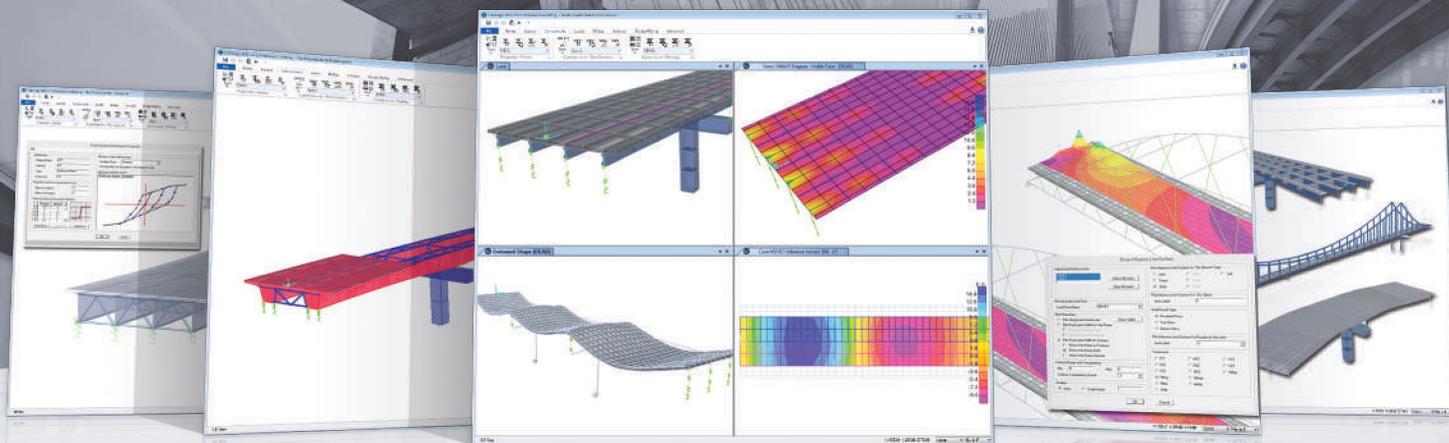
[Signature area with horizontal lines]

Firma del Estudiante
DNI: O OS 'o5 S (;

Firma del Estudiante
DNI:

CSI BRIDGE[®]

UM DOS PROGRAMAS MAIS VERSÁTEIS E PRODUTIVOS DISPONÍVEIS NO MERCADO PARA MODELAÇÃO, CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DE PONTES



VERSATILIDADE NA MODELAÇÃO, CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DE VÁRIOS TIPOS DE PONTES

- Programa de elementos finitos focado em pontes com o motor de cálculo do SAP2000 mas com flexibilidade para modelar qualquer estrutura
- Tem disponíveis todos os menus e operações geralmente utilizadas no SAP2000, além de todas as específicas para pontes
- Modelos de análise com recurso a todos os elementos do SAP2000, proporcionando ao projetista transparência e robustez
- Possibilidade de editar de forma totalmente genérica os modelos gerados parametricamente e de acrescentar quaisquer elementos finitos ou outros elementos adicionais
- Contacto direto e contínuo com os conceitos numéricos mesmo que associados a processos mais complexos de modelação
- Um único modelo para todas as análises e elementos estruturais (subestrutura, superestrutura, aparelhos de apoio, fundações)
- Geração de modelos de barras, shell ou sólidos a partir das mesmas definições paramétricas
- Adaptação automática dos traçados dos cabos de pós-tensão aos layouts das almas do tabuleiro
- Geração automática de malhas para toda a superestrutura
- Templates para pontes por avanços sucessivos e pontes suspensas
- Grande versatilidade na forma como se caracterizam esforços globais em pontes modeladas com elementos shell e no processo de dimensionamento da superestrutura
- Introdução de cargas paramétricas independentes dos elementos finitos
- Biblioteca de veículos definida com base em vários códigos internacionais para geração de cargas móveis
- Cálculo de superfícies de influência em faixas para contabilização do efeito de largura nas respostas calculadas
- Cálculo automático de forças centrífuga e de travagem/aceleração
- Variações paramétricas de carregamentos e propriedades da secção transversal do tabuleiro ao longo dos vãos
- Bridge Wizard para consulta e edição rápida de todas as propriedades paramétricas da ponte

FIABILIDADE E ROBUSTEZ DO MESMO MOTOR DE CÁLCULO USADO NO SAP2000, DESENVOLVIDO E AMPLIADO AO LONGO DE MAIS DE 40 ANOS

- Análises não lineares físicas e geométricas
- Materiais com comportamentos reológicos, nomeadamente fluência, retração, envelhecimento e relaxação
- Elementos sólidos, barra, pré-esforço, catenária e elementos shell não lineares
- Elementos específicos para modelar comportamentos de contacto, rigidez multilinear, atrito, comportamento histerético e isoladores de base
- Excelência em análises dinâmicas, faseamento construtivo, pré-esforço e sequência de análises
- Solvers de 32 e 64 bits com algoritmos de factorização de matrizes esparsas rápidos e escaláveis de forma eficiente para modelos de grandes dimensões

INTEROPERABILIDADE COM OUTROS PROGRAMAS E FORMATOS. ALGUNS EXEMPLOS:

- Edição interativa do modelo através do Excel e ficheiros de texto
- Exportação e importação de ficheiros AutoCAD
- Exportação e importação de ficheiros IFC
- Importação e cálculo de modelos elaborados em SAP2000
- Exportação de relatórios de cálculo para o Word

DIMENSIONAMENTO DA SUPERESTRUTURA E SUBESTRUTURA

- Dimensionamento da superestrutura através dos códigos Americanos, Europeus, Canadianos, Russos, Indianos e outros
- Geração de combinações automáticas baseadas nos códigos utilizados para dimensionamento

OUTRAS FERRAMENTAS AVANÇADAS

- Otimizador estrutural para determinação das ações ótimas na estrutura em função da resposta desejada
- Acesso através de API para criação de pré e pós-processadores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BERRU CAMINO JOSE MIGUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación y diseño estructural, rehabilitación del puente Bailey Huaycoloro, autopista Ramiro Priale, distritos Lurigancho-San Juan de Lurigancho, Lima", cuyo autor es FLORES HUAMAN MAXIMO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 07 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BERRU CAMINO JOSE MIGUEL DNI: 16403359 ORCID: 0000-0001-8434-3219	Firmado electrónicamente por: BCAMINOJ el 08-08- 2022 09:04:20

Código documento Trilce: TRI - 0400686