



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks
sobre el río Inambari para mejorar la seguridad vial en el centro
poblado de Iparo.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Sullo Condori, Oswaldo (orcid.org/0009-0001-5303-2300)

ASESOR:

Mg. Zavaleta Zavaleta, Heber Augusto (orcid.org/0000-0003-3964-0198)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicado a mis padres Marcelino y Gregoria, por todo su amor, cariño y paciencia, a mis hermanos Alex, Miriam, Daguer, Amador y a la terrible sobrina de Gelems, no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, si no por haberme brindado su apoyo incondicional y desinteresado.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a mis padres Marcelino y Gregoria, por brindarme sus enseñanzas y sabiduría, por toda su confianza depositada en mí, por hacer de mí una mejor persona.

Agradezco a la universidad Cesar Vallejo por la oportunidad que me brindó para cumplir este objetivo y al Mag. Heber Augusto ZAVALETA ZAVALETA por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Gráficos y Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.	14
3.2. Variables y Operacionalización	14
Población, Muestra y Muestreo.....	14
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	14
3.4. Procedimientos.	17
3.5. Método de Análisis de Datos	17
3.6. Aspectos Éticos.....	17
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.	45
VII. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Iparo.....	4
Tabla 2: Características de la Zona del Centro Poblado de Iparo.	5
Tabla 3: Formato de Escala de Likert.....	16
Tabla 4: Puntaje de validez	16
Tabla 5: Toma de datos mediante la encuesta a los pobladores del Centro Poblado de Iparo.	18
Tabla 6: Resumen de aforo peatonal en el río Inambari del centro poblado de Iparo.	20
Tabla 7: Resumen del flujo de aforo peatonal total por tipo de peatón.	22
Tabla 8: Resumen de aforo peatonal por hora de afluencia.....	22
Tabla 9: Puntos de control UTM WGS84 zona 19L.....	23
Tabla 10: Determinación de cargas vivas.	25
Tabla 11: Resumen de metrados de carga muerta.	26
Tabla 12: Cargas de Diseño.....	27
Tabla 13: Esfuerzos F_y y F_u de aceros estructurales.	29
Tabla 14: Geometría de los arcos para el puente peatonal.....	29
Tabla 15: Especificaciones Técnicas de tubo de 101.6 y 254 milímetros.	30
Tabla 16: Especificaciones técnicas perfil W.....	30
Tabla 17: Especificaciones Técnicas de plancha de acero laminadas en caliente estriada.	31
Tabla 18: Carga viva peatonal.....	34
Tabla 19: Costo total de la superestructura del puente peatonal de Iparo.	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación del distrito de Sandia, Provincia de Sandia, Departamento de Puno.	4
Figura 2: Partes de un Puente.....	7
Figura 3: Puente de la Vicaria de tipo arco – España.	9
Figura 4: Puente peatonal de madera laminada con arco y 30 m de luz en Madrid.	9
Figura 5: Diseño de la superestructura de un puente peatonal.	10
Figura 6: Diseño estructural de puente peatonal.....	10
Figura 7: Puente tipo Arco.....	11
Figura 8: Plano de ubicación de toma de datos de aforo peatonal.....	19
Figura 9: Gráfico de flujo de aforo peatonal en el río Inambari en el Centro Poblado de Iparo.	21
Figura 10: Gráfico de flujo de aforo peatonal en porcentaje.....	21
Figura 11 Colocación de puntos de control en área de estudio.	23
Figura 12: Plan de vuelo Pix4D vuelo 1 x 7 min.	24
<i>Figura 13: Procesamiento de datos Agisoft Metashape</i>	25
<i>Figura 14: Gráfica esfuerzo-deformación para varios grados de acero estructura.</i>	27
Figura 15: Gráfica esfuerzo-deformación del acero. Intervalos de comportamiento estructural.....	28
Figura 16: Dimensiones del perfil W.....	31
Figura 17: Modelo estructural del Puente Peatonal.....	32
Figura 18: Asignación de cargas, restricciones y nodos.	32
Figura 19: Determinación del peso propio de la estructura.	33
Figura 20: Asignación de carga viva.	34
Figura 21: Determinación de la carga de viento.	35
Figura 22: Determinación de las fuerzas.	36
Figura 23: Restricciones en los apoyos.....	37
Figura 24: Modelado y trazado de fuerzas axiales máximas y mínimas.	37
Figura 25: Modelado trazado de fuerza cortantes.	38
Figura 26: Modelado trazado de Momento flexionante.	39
Figura 27: Modelado del puente peatonal por deflexión (mm).	40

RESUMEN

La presente tesis titulada: "Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari para mejorar la seguridad vial en el Centro Poblado de Iparo", tiene como objetivo diseñar un puente peatonal viable y seguro ante las adversidades de la naturaleza y dar una solución a la problemática vial de los peatones que diariamente realizan sus labores cotidianas cruzando el río Inambari en el Centro Poblado de Iparo, del distrito de Sandia, provincia de Sandia, departamento de Puno.

El tipo y diseño de investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, diseño no experimental transversal y alcance descriptivo, basados en las normas AASHTO LRFD 2014 y ASTM A-36, que son normas internacionales que garantizan la viabilidad y seguridad del diseño estructural de puente peatonal sobre el río Inambari, para el análisis y diseño se realizaron toma de datos, el procesamiento de estos y consecuentemente la simulación estructural en el Software de Ingeniería SolidWorks mediante el modelamiento estructural y análisis por factores de cargas, resistencia de materiales y posteriormente la obtención de resultados.

Los resultados que se obtuvieron de la observación en la zona de estudio; fueron que: la vía carece de señalización, la infraestructura vial es precaria y se encuentra en mal estado, existe una importante afluencia de transeúntes y para ello la alternativa de solución más factible para reducir el nivel de accidentalidad de los pobladores son los puentes peatonales.

Palabras clave: puente peatonal , diseño estructural, cargas, deflexión, desplazamiento.

ABSTRACT

This thesis entitled: " Structural design of pedestrian bridge using SolidWorks over the Inambari River to improve road safety in the Town Center of Iparo.", aims to design a viable and safe pedestrian bridge against the adversities of nature and provide a solution to the road problems of pedestrians who carry out their daily tasks crossing the Inambari river in the Iparo Populated Center, in the district of Sandia, province of Sandia, department of Puno.

The type and design of the research is of a quantitative approach, applied type, transversal non-experimental design and descriptive scope, based on the AASHTO LRFD 2014 and ASTM A-36 standards, which are international standards that guarantee the feasibility and safety of the structural design of the bridge. pedestrian on the Inambari river, for the analysis and design, data collection was carried out, the processing of these and consequently the structural simulation in the SolidWorks Engineering Software through structural modeling and analysis by load factors, resistance of materials and later obtaining of results.

The results that were obtained from the observation in the study area; They were that: the road lacks signaling, the road infrastructure is precarious and in poor condition, there is a significant influx of passersby and for this the most feasible alternative solution to reduce the level of accidents among the inhabitants are pedestrian bridges.

Keywords: pedestrian bridge, structural design, loads, deflection, displacement.

I. INTRODUCCIÓN

En la presente tesis, se realizó el diseño del puente peatonal sobre el río Inambari del centro Poblado de Iparo, con el fin de establecer el comportamiento estructural por factor de resistencia de materiales y cargas, tomando en cuenta normas internacionales (AASHTO LRFD 2014 y ASTM A-36) y normas nacionales. Mediante el análisis de estudio de factibilidad, diseño estructural y el modelamiento con el software de ingeniería SolidWorks, haciendo el uso del paquete de herramientas SolidWorks Simulation para el análisis estructural que utiliza el análisis de elementos finitos (FEA) por el cual se determinó el comportamiento físico real del puente peatonal, siendo este una importante infraestructura para poder mejorar la seguridad vial de los pobladores del Centro Poblado de Iparo de Sandia – Puno.

Sobre los puentes peatonales existen de distintos tipos y diseños, se fabrican de varios materiales, en este caso se realizó el análisis del tipo arco parabólico con material de acero estructural.

El presente trabajo se evaluó y analizó el comportamiento mediante el software SolidWorks y se determinó las principales fallas y deterioros que pueden ser: deflexiones, desplazamiento, componentes climáticos, etc.

La selva alta de la región de Puno, tiene una geografía accidentada con un relieve frondoso, montañoso y quebradas profundas, se presentan fenómenos climatológicos tales como las precipitaciones pluviales de manera abundante, más aún en temporadas de lluvias como son los meses de enero, febrero, marzo y abril, dando como resultado el aumento del caudal en los ríos. Los pobladores que diariamente realizan su traslado por los ríos, ya no pueden cruzar, ya que, si lo hacen, corren el peligro de ser arrastrados por las corrientes de agua, como medida de control los pobladores esperan a que baje el nivel de agua para poder cruzar, esto conlleva demasiado tiempo ya que esto perjudica con sus actividades cotidianas.

La población del Centro Poblado de Iparo, del distrito de Sandia se encuentra a una altitud de 1511 m.s.n.m. Cuenta con una población de 77 viviendas familiares, las cuales el 76.4% es población rural y 23.6% es población urbana;

según estimaciones del INEI. Los pobladores que diariamente cruzan el río para realizar sus actividades cotidianas como la agricultura, pesca, comercio, etc. Son afectados, quedando vulnerables riesgos de accidentes; generando una problemática de seguridad y más aún en temporadas de venidas de lluvias, los meses de mayor incidencia son de enero a marzo.

La población beneficiada por el presente trabajo de investigación son el Centro Poblado de Iparo del distrito de Sandia, provincia de Sandia, departamento de Puno, con un aproximado de 28 viviendas familiares que se encuentra en el sector de Maronunca.

Como medida de prevención se plantea la construcción de puentes peatonales para una solución a la problemática de los pobladores ya que estos son fundamentales para poder realizar sus actividades económicas de forma que se conecten pueblos y ciudades tal como nos indica el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) que: “los puentes peatonales son estructuras muy importantes para el transporte y comunicación para las distintas poblaciones por ende es importante su seguridad y tiempo de vida útil para el funcionamiento de las carreteras en el Perú”(Ley N° 27791-Directiva n°001-2006-mtc/14,2006,p.3).

La justificación económica se da en base a que la construcción de un puente peatonal, permitirá las mejoras económicas reduciendo el tiempo de traslado de sus productos ya sea en la venta y compra, mejorando la facilidad de traslado de sus productos ya sea para el consumo o venta.

La justificación social dada por la construcción de un puente peatonal es muy importante ya que da una mejor calidad de vida hacia los pobladores, dando bienestar de la persona, familia y cumpliendo con las necesidades básicas de comunicación con oportunidades de progreso.

La justificación metodológica en el análisis del diseño estructural del puente peatonal mediante el software Solidworks se garantiza la fiabilidad del diseño, minimiza el tiempo del diseño estructural, facilitando las medidas correctas o certeras, a fin de obtener resultados óptimos para el diseño estructural.

La justificación en el tema cultural es mejorar la estética, belleza del paisaje con arquitecturas públicas y promover el estudio de nuevos enfoques que mejoren la

calidad en vías de comunicación mediante puentes estructurales que contribuya en el crecimiento de conocimientos de diseños de estructuras.

La investigación en temas de seguridad se justificó en la necesidad de contar con un puente peatonal sobre el río Inambari del centro poblado de Iparo, que sea seguro y permita el cruce de los pobladores evitando accidentes. Además, al desarrollar una solución propia para esta necesidad, se reduce el nivel de accidentabilidad de los peatones.

La construcción de un puente peatonal no ocasionará impactos ambientales negativos tal como es el aire, el agua, suelo, la flora y la fauna. Protegiendo el ecosistema y mejorando la belleza escénica del lugar.

La formulación de problema general fue ¿De qué manera podemos realizar el diseño estructural de puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, viable y que garantice la seguridad de los pobladores?

Como objetivo general de la presente tesis fue realizar el diseño estructural de puente peatonal mediante Solidworks sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, viable y que garantice la seguridad de los pobladores, donde los objetivos específicos fueron: (i) evaluar mediante un estudio de factibilidad del diseño estructural del puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo. (ii) Realizar el diseño y aplicar normas para el puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, que sea viable y seguro. (iii) Realizar el manejo operativo del Software SolidWorks para el análisis de esfuerzos y cargas. (iv) Realizar el costo de la superestructura del puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo.

De acuerdo al diseño de puentes de la norma AASHTO LRFD 2014 las partes principales del puente se dividen en la superestructura (vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, etc.) y la infraestructura (pilas y estribos); En la presente tesis de análisis y diseño estructural de puente peatonal sobre el río Inambari, mediante SolidWorks, solo se realizó el diseño estructural de la superestructura del puente peatonal, ya que el Software de ingeniería se basa en la simulación de estructuras metálicas.

La ubicación geográfica del Centro Poblado de Iparo está dentro de la jurisdicción del distrito de Sandia, Provincia de Sandia, del departamento de Puno.

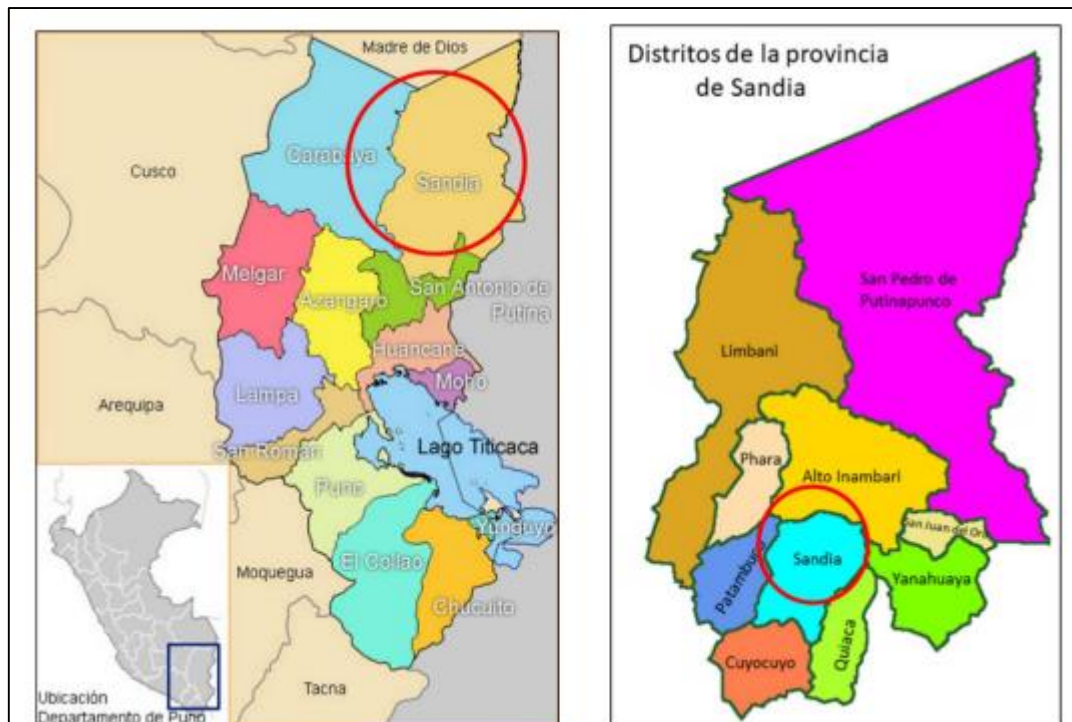


Figura 1: Mapa de Ubicación del distrito de Sandia, Provincia de Sandia, Departamento de Puno.

Fuente: Elaboración propia.

El acceso al área del estudio realizado, se viaja a través de la carretera asfaltada, Siguiendo la ruta Puno – Juliaca – Sandia, con un recorrido de 229 km., desde la ciudad de Juliaca. El acceso al Centro Poblado de Iparo desde la ciudad de Sandia es a través de trocha carrozable con un recorrido de 46 km.

La población del Centro Poblado de Iparo, del distrito de Sandia se encuentra a una altitud de 1511 m.s.n.m.

Tabla 1: Ubicación Geográfica del Centro Poblado de Iparo.

Coordenadas Geodésicas	14°11'02.9508"S	69°20'05.2961"O
En decimal	-14.184153°	-69.334804472°
UTM	X= 463872.95 19L	Y= 8431253.77

Fuente: Elaboración propia.

La zona que comprende el estudio del sector de Maroncunca del centro Poblado de Iparo, posee una topografía accidentada propio de la selva alta, así mismo con valles húmedos, con suelos de calidad agrologica, quebradas profundas y húmedas donde las lluvias excesivas afectan a estos suelos; con cruces de quebradas y ríos, en la superficie del terreno predomina los terrenos que por lo general son arcillosa-arenosa y rocosa.

Tabla 2: Características de la Zona del Centro Poblado de Iparo.

DESCRIPCIÓN	SENAMHI
Clima	Cálido húmedo
Temperatura mínima °C	6.8 °C
Temperatura máxima °C	41.80 °C
Temperatura media °C	24.0 °C
Humedad relativa	72.22
Velocidad del viento km/h	90

Fuente: senamhi

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales de la presente tesis, tenemos el trabajo de investigación desarrollada por (Chuquipoma Azañero, 2019) en su tesis titulada: “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE PEATONAL EN LA AVENIDA JOSÉ GABRIEL CONDORCANQUI SECTOR WICHANZAO, LA ESPERANZA, 2019” teniendo como objetivo realizar un puente peatonal para los pobladores del sector Wichanzaao ubicado en el distrito de la Esperanza de la ciudad de Trujillo, siendo una problemática de seguridad vial que sufren estos pobladores por alto tráfico vehicular que se genera en la ciudad de Trujillo, utilizando normativas nacionales e internacionales como son la norma ACI y la AASHTO, tomando en cuenta los estudios de tránsito peatonal y mecánica de suelos obteniendo como resultado de transitabilidad de 2194 peatones por día, tipo de suelo SP y una pendiente de 1.5% de terreno

Así mismo (Peralta Peralta, 2018): en su tesis titulada “DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTES PEATONALES SOBRE LA AUTOPISTA PIMENTEL-CHICLAYO”, indica que los puentes peatonales son indispensables para mejorar la seguridad de los peatones al cruzar la vía, con el objetivo principal diseñar la estructura del puente peatonal tomando en cuenta la normativa internacional AASHTO para el estudio de cargas y sismos, realizando el modelamiento mediante el Software de ingeniería SAP 2000, obteniendo como resultado del momento máximo de 20.46 toneladas, un desplazamiento máximo de 4.7 cm en “x” y 1 cm en “y”, para un factor de reducción de 2.

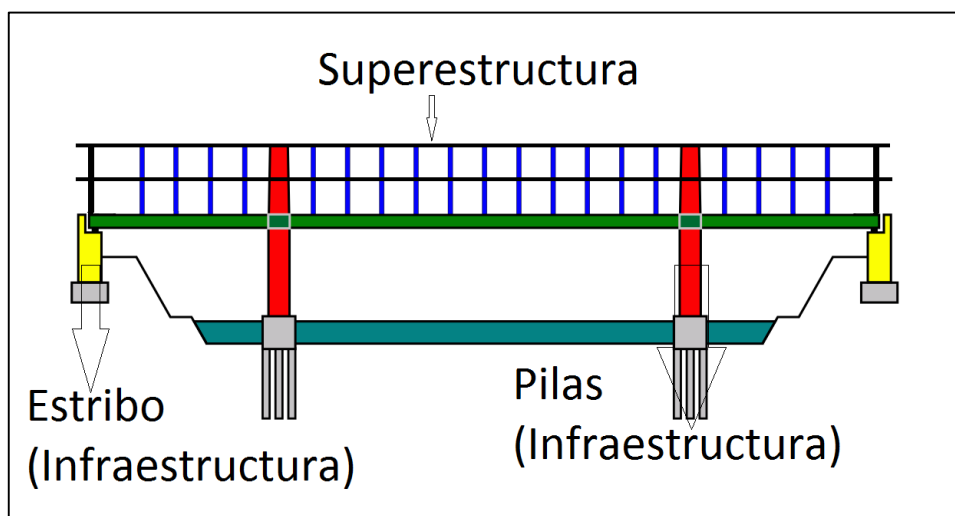
Del mismo modo (Carrillo Lema, 2016): de la universidad de Guayaquil Ecuador, en sus tesis denominado “DISEÑO DEL PUENTE PEATONAL DE LA AV. LAS AGUAS, EN EL SOFTWARE SAP 2000 Y EL ANÁLISIS DE LA SÚPER ESTRUCTURA”, propone la construcción de un puente peatonal debido al alto flujo peatonal y vehicular, realizando el cálculo estructural del puente peatonal mediante el Software SAP 2000 concluyendo que será resistente y está dentro de los valores permitidos por las normas.

Según (Rodríguez Narváez & Rodríguez Narváez, 2010): En su investigación, DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PUENTE DE ACERO MEDIANTE SAP 2000. QUITO- ECUADOR. Realizó el diseño y simulación estructural basadas en las

normas del Distrito metropolitano de Quito y norma americana AASHTO, para el cálculo realizó mediante la aplicación de la ecuación de los cinco giros de Clapeyron y el cálculo de momentos mediante el método de cadena abierta, comprobando mediante la ayuda de Software SAP 2000, obteniendo una variación mínima debido a que el software utiliza la Teoría de Elementos Finitos, siendo este mucho más avanzado.

Bachmann (2002): ANÁLISIS, DISEÑO Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PUENTE DE HASTA 15M. COSTA RICA. Realizó el análisis, diseño y el proceso constructivo de un puente, con el objetivo de brindar una perspectiva de los factores que afectan el diseño y construcción de un puente, tomando en cuenta las condiciones geotécnicas, geológicas, hidráulico y estructural obteniendo resultados en base a los rangos establecidos dentro de la norma AASHTO, código sísmico de Costa Rica y el código de cimentaciones de Costa Rica.

Las teorías relacionadas con el diseño estructural de puentes peatonales estructurales, se describen a continuación.



*Figura 2: Partes de un Puente.
Fuente: pngwing.com*

Un puente es una estructura que tiene una longitud mayor a 6 metros, que son diseñados y construidos para salvar depresiones y/o corrientes de agua que pueden ser naturales y/o artificiales para una circulación fluida y continua de vehículos, ductos, peatones entre otros, entre dos puntos de interés.

Las Partes de un puente son los siguientes:

- a) La superestructura, es aquella parte que está conformada por elementos estructurales y no estructurales (cargas, vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos), que permite atravesar entre dos puntos de interés.
- b) La subestructura o infraestructura, está conformada por elementos estructurales que tienen como función soportar las cargas de la superestructura como son los pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) y estos esfuerzos de cargas transmiten al terreno.

Los puentes se clasifican para diferentes objetivos y características como longitud, material, tipo de uso, tipo de transmisión de carga, como se describe a continuación:

Por la longitud del puente.

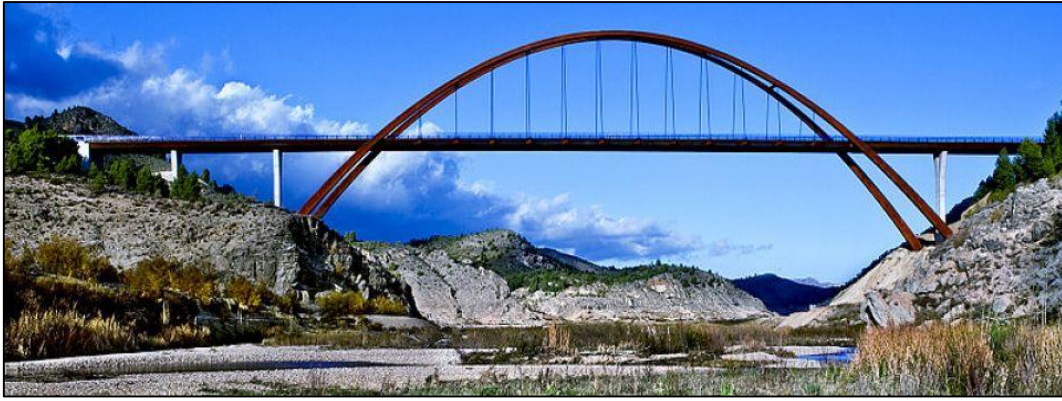
- Alcantarillas: las que constituyen luces de vano menores a los 6 metros de longitud.
- Puentes menores: las que constituyen con luces de vano entre los 10 a 50 metros de longitud.
- Puentes mayores: las que constituyen con luces de vano mayores a los 50 metros de longitud.

Puentes por la función que cumple: peatonales, carreteros, ferroviarios, acueductos, etc.

Puentes por el tipo de material utilizado: de madera, mampostería (ladrillo, piedra), concreto armado, concreto pre-esforzado, acero estructural, materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.)

Puentes por la ubicación del tablero superior, tablero inferior y tablero intermedio.

Puentes por el tipo de transmisión de carga a la infraestructura que pueden ser: de viga, aporticados, puentes de arco, puentes en volados sucesivos, puentes atirantados, etc.



*Figura 3: Puente de la Vicaria de tipo arco – España.
Fuente: escapadarural.com*

El puente peatonal es una estructura para salvar luces de peatones que pueden realizar cruces a desnivel, corrientes de agua, depresiones topográficas, que nos garantizan un tráfico continuo y fluida, y son construidas de distintos materiales, diseños, tamaños, etc.

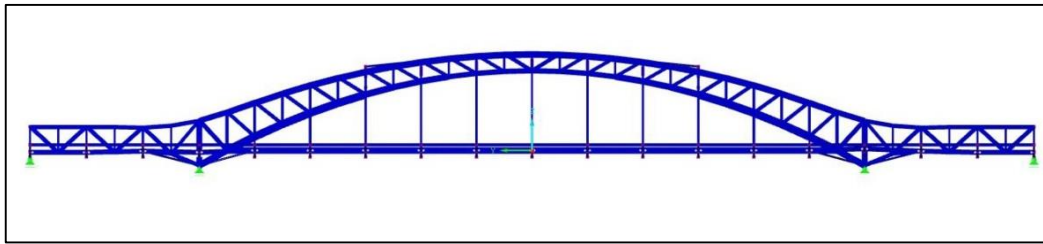


Figura 4: Puente peatonal de madera laminada con arco y 30 m de luz en Madrid.

Fuente: lignis.es

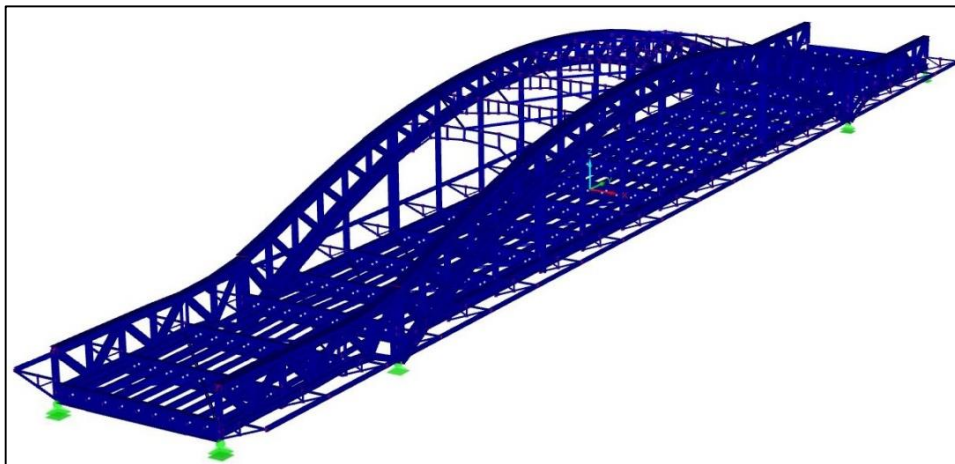
La superestructura de un puente está compuesta por el tablero; losa que soporta las cargas vivas y cargas muertas y a su vez transmite las cargas a los apoyos. Los materiales utilizados que se emplean para el tablero del puente son: el concreto reforzado, pre-esforzado y acero estructural.

Consta de elementos puntuales que se encuentran antes de la estructura de soporte. Normalmente está conformada por la superficie de rodamiento (en puentes no peatonales), las vigas y la losa superior.



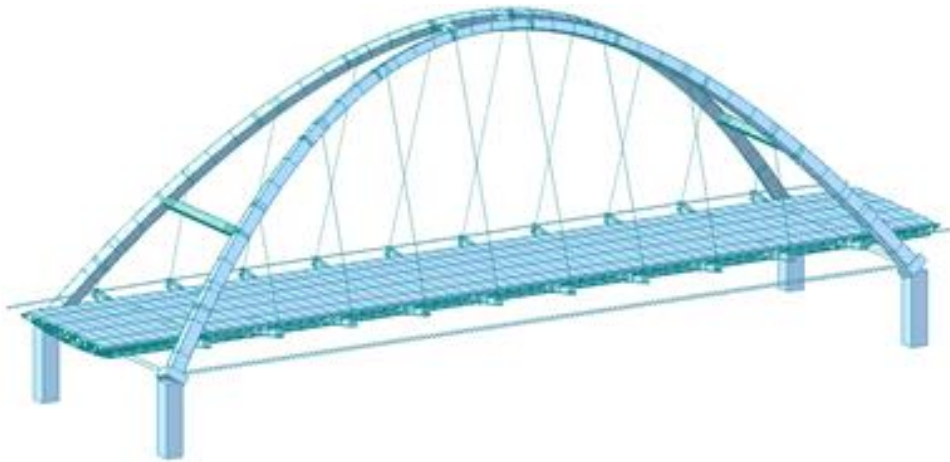
*Figura 5: Diseño de la superestructura de un puente peatonal.
Fuente: www.dlubal.com*

Las estructuras metálicas, soportan esfuerzos de tracción, compresión y flexión. Estos materiales poseen una gran resistencia y son utilizados para la construcción de puentes, coberturas, estructuras metálicas, techos, barandas, escaleras, etc.



*Figura 6: Diseño estructural de puente peatonal
Fuente: www.dlubal.com*

Un puente arco tiene una geometría semicircular con estribos en cada extremo y transmite la carga a los estribos, este tipo de puentes generalmente están a compresión, esta fuerza de compresión empuja a lo largo del semicírculo a los estribos.



*Figura 7: Puente tipo Arco.
Fuente: www.midasoft.com*

Para el diseño y dimensionamiento del puente es importante considerar las diferentes cargas que influyen en el comportamiento estructural.

Las cargas de diseño son importantes para garantizar el cálculo óptimo de la superestructura y la infraestructura, entre las principales cargas de diseño se encuentran las cargas vivas, cargas muertas, cargas de viento y de sismo.

a) Carga muerta

Es el peso propio del puente, que están constituida por todos los elementos estructurales que componen el puente peatonal, debido al peso propio de la estructura, cables, conducto de tuberías, veredas barandas, vigas, plataformas, riostras, y arcos que forman parte de la estructura.

b) Carga viva

Son las cargas que influyen en el puente generados por cuerpos en movimiento o temporales como, por ejemplo: granizadas, nevadas, personas, animales, bicicletas, unidades vehiculares, los cuales no permanecen sobre la estructura, cuyas magnitudes varían y son generadas por cuerpos en movimiento.

c) Carga de viento

Se define a la carga de viento como la presión sobre los elementos de la superestructura, subestructura y carga viva, esto es el aire que está en movimiento ya sea de forma horizontal y vertical, que generan fenómenos vibratorios con direcciones variables.

La deflexión es el desplazamiento o movimiento del material ejercida por cargas que pueden ser puntuales, distribuidas o peso propio del material.

El acero estructural es un material que está compuesto por una aleación de diferentes tipos de materiales como: hierro, carbono y otros elementos que pueden ser silicio, azufre, manganeso y fósforo en cantidades menores que aportan algunas propiedades adicionales como resistencia, elasticidad, flexibilidad, el acero estructural puede ser fabricado a través de un proceso de laminado en caliente.

La fatiga y fractura, son considerados los puntos máximos de resistencia del material, al rango de tensiones aplicadas por una única carga de diseño

La ductilidad es la propiedad de un elemento o conexión que permite una respuesta inelástica.

La soldadura es un proceso de unión de dos o más piezas metálicas mediante la fusión en estado líquido, utilizando una fuente de energía, electrodos (producido por arco eléctrico) y gases, para diferentes aplicaciones de materiales, las cuales pueden ser: GTAW, GMAW, etc.

El Software SolidWorks, es un software CAD de diseño y dibujo asistido por computadora. Para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. Uno de sus componentes es el SolidWorks Simulation, este nos permite modelar, evaluar y analizar la capacidad de carga y generar un informe de lo evaluado

SolidWorks Simulation es un componente de modelamiento y análisis estructural, que posee como fin predecir el comportamiento físico de cargas en condiciones reales, mediante el Análisis de Elementos Finitos (FEA - Finite Element Analysis) donde analiza y predice la reacción a las fuerzas, vibración,

calor y demás efectos físicos del mundo real (lluvias, vientos, cargas vivas y cargas muertas).

La finalidad de este software es garantizar fiabilidad de diseño y mayor rapidez en el diseño estructural

El análisis mediante el componente SolidWorks Simulations que nos ofrece Solidworks nos permite predecir el rendimiento real del material, y facilita en la toma de las medidas correctas o certeras, a fin de obtener los resultados óptimos para el diseño estructural del puente peatonal.

Este programa de ingeniería cuenta con diferentes tipos de análisis, las cuales son: estudios de frecuencia, estudio de pandeo, estudios térmicos, estudios de caída, estudios de fatiga, estudios no lineales, y estudios estáticos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo Y Diseño De Investigación.

La presente investigación es de nivel aplicativo, porque se relaciona las variables para evaluar su intervención y el efecto positivo sobre el Centro Poblado de Iparo.

3.2. Variables Y Operacionalización

Variables independientes

Diseño estructural de puente peatonal

Variables dependientes

Seguridad vial.

Población, Muestra Y Muestreo.

Población

La población de estudio consiste en todos los puentes de tipo peatonales que se encuentran sobre el río Inambari, que corresponden a la provincia de Sandia.

Muestra

Para la muestra del presente estudio se utilizó la muestra no probabilística o dirigida a los pobladores del Centro Poblado de Iparo, en el sector Maronunca, por ser un sector con una mayor afluencia y cantidad de población afectada geográficamente, que diariamente deben de cruzar el río Inambari para realizar sus actividades cotidianas.

3.3. Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos.

Técnicas.

Encuesta: se realizó la encuesta a los pobladores del Centro Poblado de Iparo.

Observación: se observó la cantidad de peatones promedio que cruzan el río diariamente.

Estudios de campo: se realizó el registro de datos del estado situacional de la zona donde se proyectó el puente peatonal, mediante el levantamiento topográfico.

Revisión bibliográfica: se realizaron la revisión bibliográfica de revistas, tesis, artículos, etc. para poder obtener las características del medio ambiente de la zona, como caudal del río, velocidad del viento, etc.

Instrumentos.

Los trabajos de encuesta se realizaron a los pobladores del Centro Poblado de Iparo, para poder entender la preocupación y necesidad primordial para poder realizar sus actividades cotidianas.

Para los trabajos de observación, se realizó mediante una ficha de aforo peatonal sobre el río Inambari en el Centro poblado de Iparo, en la que se observa la población afectada por el cruce intempestivo del río en mención.

Para la obtención de la geografía de la zona, se realizaron el levantamiento topográfico mediante la fotogrametría con dron Phantom 4 Pro V2.0, mediante fotografías aéreas verticales consecutivos y su posterior procesamiento y obtención de datos con el programa Agisoft Metashape en gabinete donde se obtendrá las curvas de nivel, vistas longitudinales y transversales del cauce del río.

Para la presente tesis no ha sido necesario la obtención de muestras de suelos, ya que solo se realizó el diseño estructural de la superestructura del puente peatonal. los estudios de suelos son para el diseño de la subestructura del puente peatonal

Para el desarrollo del presente proyecto, se extraen datos de informes, artículos, revistas del comportamiento de la velocidad del viento máximo en la zona de estudio.

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el Software de ingeniería SolidWorks mediante su paquete SolidWorks Simulation para

la simulación de esfuerzos y cargas, y su posterior obtención de resultados.

Validez.

Los instrumentos de toma de datos y el desarrollo del presente estudio, fueron validados por profesionales entendidos en la materia y evaluados en base al formato de escala de Likert, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Formato de Escala de Likert

Escala de Likert	
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	de acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: Carrillo, 2022.

Confiabilidad.

La confiabilidad de la recolección de datos y los resultados obtenidos mediante instrumentos, fichas, encuestas, equipos, y software se validaron con las normas correspondientes.

Tabla 4: Puntaje de validez

	Ítem	Validador 01	Validador 02	Validador 03	Resultado	Promedio
Anexo 03	Ficha de control peatonal	5	5	4	19	4,67
Anexo 04	Ficha de encuesta	4	5	5	19	4,67
					Total	4,67
					Índice (%)	0,95

Fuente: elaboración propia

3.4. Procedimientos.

Para la presente investigación los estudios se desarrollarán en dos etapas; en primer lugar, se realizaron estudios referentes a la recopilación de datos e información del lugar de estudio, se tomarán mediciones in situ, para el procesamiento de los datos obtenidos. Subsiguientemente se diseñará en el software y simulación la cual se establece el esfuerzo máximo según las normas AASHTO LRFD 2014 (American Association of State Highway and Transportation Officials - Load and Resistance Factor Design) y ASTM A-36(American Society for Testing and Materials).

3.5. Método de análisis de datos

Los registros de datos obtenidos en campo han sido procesados, analizados en gabinete y fueron realizados de acuerdo a datos de fichas técnicas normalizadas y su posterior diseño del puente peatonal, en base a la norma AASHTO LRFD 2014, utilizando Softwares de distintos programas como el AgisoftMetashape, aplicativo Pix4D, AutoCAD 2014, SolidWorks 2016, así como el uso de hojas electrónicas (Word y Excel). con el fin de diseñar y modelar el puente peatonal sobre el cauce del río Inambari del Centro Poblado de Iparo.

3.6. Aspectos Éticos.

Para la recolección de datos in situ, se contó con el consentimiento y la autorización de los pobladores del centro poblado de Iparo y la coordinación con sus autoridades.

La presente investigación se respetó los derechos de autor, citando todos los datos de acuerdo a ley que indica la fuente de propiedad intelectual en los diferentes textos, conceptos, tablas, imágenes, figuras y gráficos.

El modelamiento en el Software SolidWorks 2016, se hizo mediante una licencia de prueba otorgada por la misma.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de factibilidad mediante la recolección de datos de campo

Para la realización de toma de datos, se ha encuestado a las familias afectadas por la seguridad vial que son 28 familias afectadas del total de 77 viviendas familiares del Centro Poblado de Iparo.

Se realizó una encuesta a un total de 7 peatones del Centro Poblado de Iparo, para conocer su opinión acerca de la necesidad de contar con una infraestructura y mejoramiento mediante la construcción de un puente peatonal que se visualiza en el anexo 04; logrando los resultados que se detalla en la tabla 05.

Tabla 5: Toma de datos mediante la encuesta a los pobladores del Centro Poblado de Iparo.

Resumen de encuesta de peatones			
Descripción	Bueno	Regular	Malo
¿Cómo calificaría usted la seguridad vial en el cruce del río Inambari?		1	6
¿Cómo calificaría usted la seguridad vial del cruce del río Inambari en temporadas de lluvia?			7
¿Cómo calificaría el nivel de su cultura vial?	4	2	1
¿cree usted que es seguro el uso de la Oroya, para el cruce del río Inambari?		2	5
Al cruzar el río Inambari mediante la Oroya, ¿Cuál es su sensación de seguridad respecto a los accidentes?	1	3	4
¿En qué estado cree usted que se encuentra la OROYA del río?		1	6
¿Cómo califica usted el tiempo de espera, para que baje el nivel de caudal del río Inambari?			7
¿Cómo calificaría usted en la mejora de estructura para transitabilidad en el cruce del río?	7		
De construirse un puente peatonal accesible para personas en la zona, ¿Cree usted que es importante el uso del puente peatonal?	6	1	
De construirse un puente peatonal accesible para personas vulnerables en la zona, ¿Cómo calificaría esta construcción?	7		

Fuente: elaboración propia.

Según la encuesta tomada a los pobladores del Centro Poblado de Iparo, se determinó que hay una necesidad de mejora en la seguridad vial mediante el puente peatonal.

Para la muestra de aforo peatonal se observó y realizó mediante una ficha de aforo peatonal durante una semana en el Centro Poblado de Iparo.

Se encuentra ubicado en la zona donde realizan cotidianamente el uso de la Oroya para poder cruzar el río Inambari y se tomaron los siguientes datos que se detallan a continuación.

En la verificación del estado de seguridad vial se constató que utilizan la Oroya para poder cruzar el río Inambari y de manera precaria y artesanal, tal como se observa en el Anexo 07, ocasionando que los pobladores pongan a riesgo su integridad física.



Figura 8: Plano de ubicación de toma de datos de aforo peatonal.

Fuente: elaboración propia.

Los datos obtenidos mediante la ficha de aforo peatonal durante una semana por tipo de peatón y en ambas direcciones, se tiene el siguiente resumen:

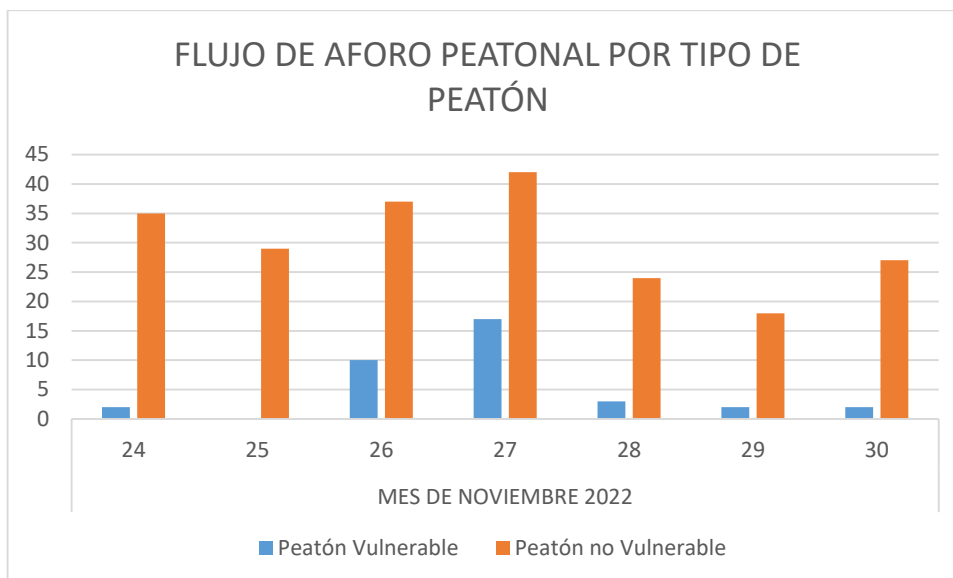
Tabla 6: Resumen de aforo peatonal en el río Inambari del centro poblado de Iparo.

Resumen de flujo de aforo peatonal							
Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		A	B	
	A	B	A	B			
06:00-07:00	1	1	13	3	14	4	18
07:00-08:00	8	2	35	13	43	17	60
08:00-09:00	3	-	18	3	21	3	24
09:00-10:00	3	-	11	-	14	0	14
10:00-11:00	-	-	6	-	6	0	6
11:00-12:00	-	-	1	2	1	2	3
12:00-13:00	-	-	1	-	1	0	1
13:00-14:00	-	-	5	-	5	0	5
14:00-15:00	-	-	5	11	5	11	16
15:00-16:00	-	13	3	36	3	49	52
16:00-17:00	4	1	9	25	13	28	41
17:00-18:00	-	-	-	8	0	8	8
TOTAL	19	17	107	101	126	122	248

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

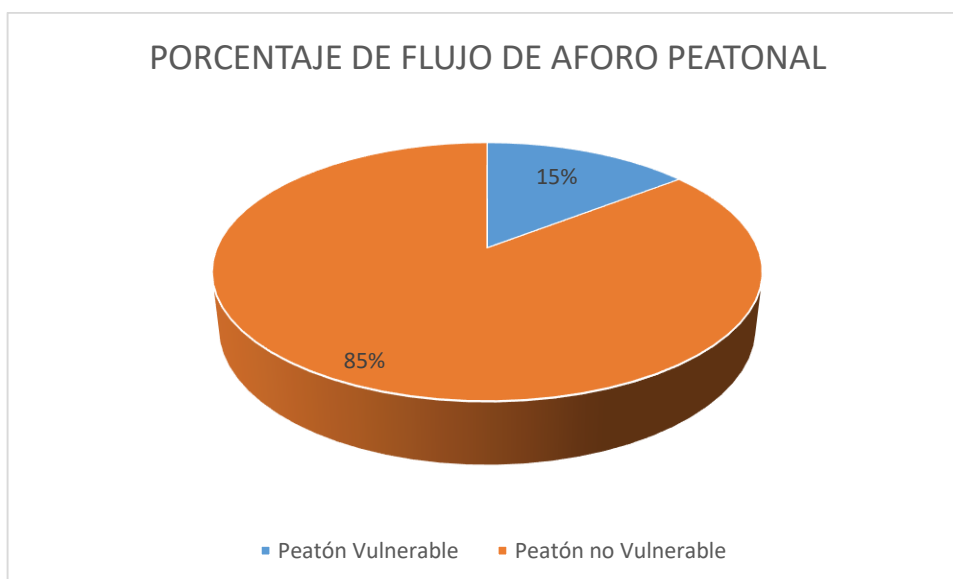
Fuente: elaboración propia.

Según el flujo de aforo peatonal, se observó más afluencia de peatones no vulnerables, adquiriendo el mayor registro los días de fin de semana como son los días sábados y domingos con una cantidad de 47 y 59 peatones respectivamente, como se puede observar en la tabla 5, en la figura 9 se observa el flujo de aforo peatonal por tipo de peatón en el centro poblado de Iparo, la cual se observa que hay mayor cantidad de peatones no vulnerables con respecto a los peatones vulnerables.



*Figura 9: Gráfico de flujo de aforo peatonal en el río Inambari en el Centro Poblado de Iparo.
Fuente: elaboración propia.*

Para el análisis del flujo de aforo peatonal, en la figura 10 se puede observar el porcentaje de afluencia de tipo de peatones del aforo, siendo los peatones no vulnerables con mayor cantidad de afluencia, que se realizó en el río Inambari del Centro Poblado de Iparo.



*Figura 10: Gráfico de flujo de aforo peatonal en porcentaje
Fuente: elaboración propia.*

En la tabla 7 podemos observar el resumen del flujo de aforo peatonal total por tipo de peatón, aumentándose el número de peatones en los días de fin de semana, la presencia de mayor número de peatones vulnerables se observa en los días de fin de semana por la presencia de niños que se trasladan por los días no laborables que se movilizan desde la ciudad de Sandia hacia el Centro Poblado de Iparo.

Tabla 7: Resumen del flujo de aforo peatonal total por tipo de peatón.

FLUJO DE AFORO PEATONAL POR TIPO DE PEATÓN								
	MES DE NOVIEMBRE 2022							METRADO TOTAL
	24	25	26	27	28	29	30	
Peatón Vulnerable	2	0	10	17	3	2	2	36
Peatón no Vulnerable	35	29	37	42	24	18	27	212
TOTAL	37	29	47	59	27	20	29	248

Fuente: elaboración propia.

Según la tabla 6 se observó que las presencias de peatones no vulnerables son en mayor cantidad a la de los peatones vulnerables.

Tabla 8: Resumen de aforo peatonal por hora de afluencia.

FLUJO DE AFORO PEATONAL POR TIPO DE PEATÓN								
Horas de control	MES DE NOVIEMBRE 2022							METRADO TOTAL
	24	25	26	27	28	29	30	
06:00-07:00	2	0	4	2	6	1	3	18
07:00-08:00	7	3	14	17	8	5	6	60
08:00-09:00	6	8	8	0	1	0	1	24
09:00-10:00	0	2	0	7	1	3	1	14
10:00-11:00	2	0	0	2	2	0	0	6
11:00-12:00	0	2	0	0	0	1	0	3
12:00-13:00	0	0	0	0	0	0	1	1
13:00-14:00	3	0	0	1	0	1	0	5
14:00-15:00	8	0	3	0	0	5	0	16
15:00-16:00	7	6	15	22	0	0	2	52
16:00-17:00	2	5	3	8	5	4	14	41
17:00-18:00	0	3	0	0	4	0	1	8
TOTAL	37	29	47	59	27	20	29	248

Fuente: elaboración propia.

Según se observó de la tabla 8, las presencias de mayor transitabilidad de peatones son con mayor frecuencia en horas de 7:00 a 09:00 y de 15:00 a 17:00 horas.

El Levantamiento topográfico se realizó mediante la utilización de un RPAS (Aeronave pilotada a distancia), dron Phantom 4 pro v 2.0, donde se ejecutó con un vuelo programado con la aplicación Pix4D, con la toma de imágenes aéreas con un tiempo de vuelo de 7 minutos.



*Figura 11 Colocación de puntos de control en área de estudio.
Fuente: Elaboración propia*

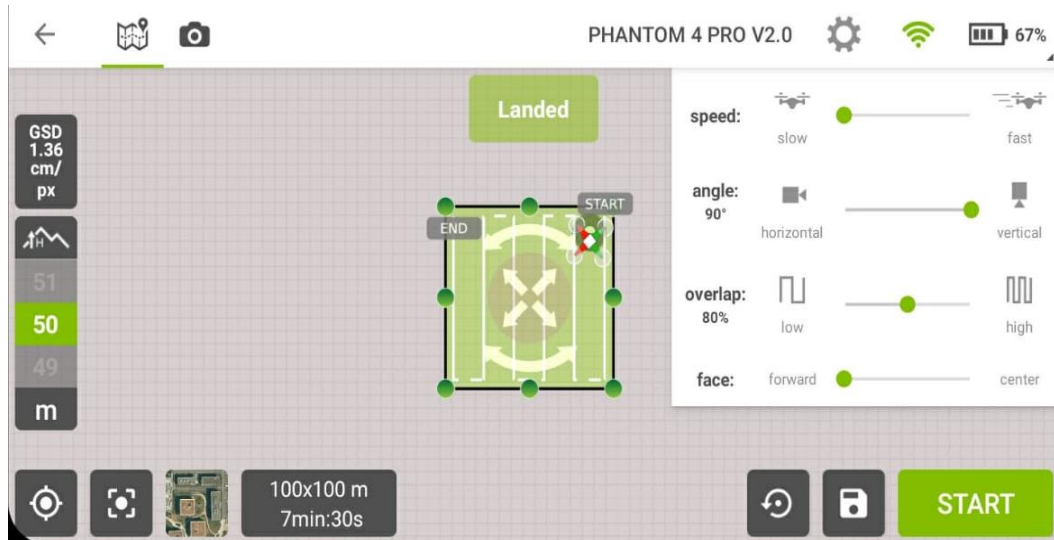
Para la presente tesis se desarrolló 5 puntos de control BM (cota conocida).

Tabla 9: Puntos de control UTM WGS84 zona 19L

PUNTO	NORTE (m)	ESTE (m)	COTA (m)	DESCRIPCION
1	8432683	461106	1567	BM
2	8432682.617	461099.947	1567.231	R1
3	8432677.125	461103.373	1565.843	A
4	8432654.055	461101.937	1566.438	B
5	8432653.011	461105.745	1566.483	C

Fuente: Elaboración propia.

Para el levantamiento topográfico de la zona en estudio se planifico mediante (01) vuelo controlado con el programa Pix4D, con velocidades programadas constante de 1 a 1.5m/s, de esta manera tomando fotografías aéreas en todo su trayecto programado sobre el cauce del rio Inambari, tomando en cuenta un traslape entre fotografías del 80%, a una altura de vuelo de 30m, la atura por margen de seguridad se tomó dicha altura debido a la abundante vegetación de árboles, en la figura 13 se aprecia el plan de vuelo en la aplicación Pix4D.



*Figura 12: Plan de vuelo Pix4D vuelo 1 x 7 min.
Fuente: Elaboración propia*

Una vez ejecutada el plan de vuelo se realiza el trabajo de gabinete donde se georreferenció utilizando los puntos de control UTM WGS84 zona 19L los cuales han sido tomados previamente con GPS, con la finalidad de precisar todas las imágenes aéreas realizando la generación de nube de punto densa, malla, curvas de nivel para su desarrollar y visualizar las vistas transversales y longitudinales del cauce del rio Inambari del Centro Poblado de Iparo y la topografía, cotas del área de estudio.

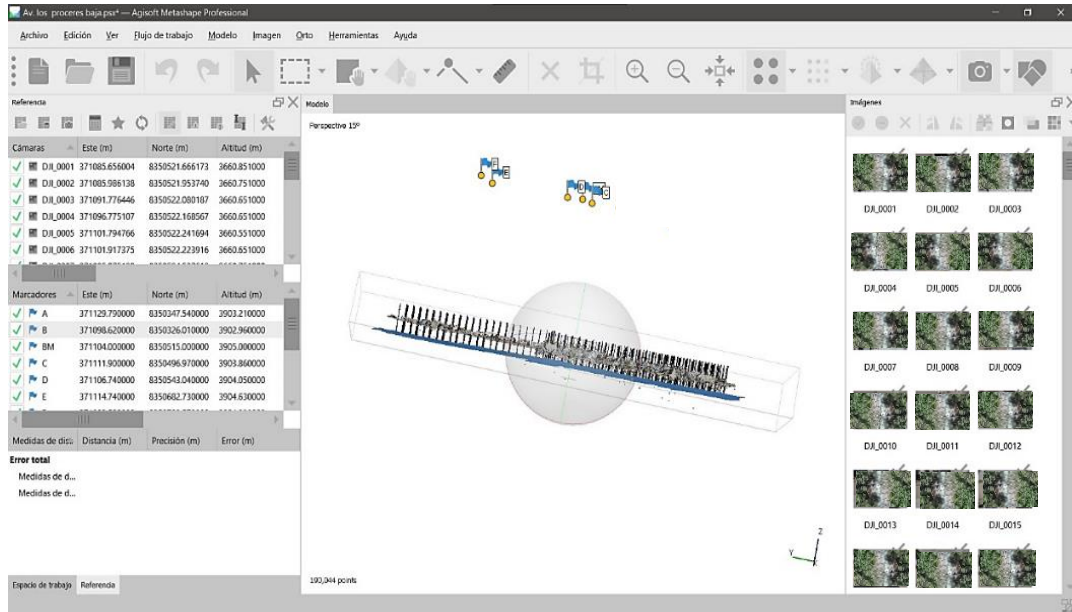


Figura 13: Procesamiento de datos Agisoft Metashape

Fuente: elaboración propia

4.2. diseño y aplicación de normas.

Según al estudio de transitabilidad, el número de peatones que transitan por cada metro cuadrado son de 3 personas, debido a la poca afluencia de personas que cruzan el rio Inambari.

Tabla 10: Determinación de cargas vivas.

Descripción	Unidad	Cantidad
Cantidad de personas por metro cuadrado	Und.	3
Peso promedio de personas	Kg.	65
Carga adicional por persona	Kg.	21
Peso total por metro cuadrado	Kg.	258

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Peso total por persona} = 65 + 21$$

$$= 86 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total por metro cuadrado} = 86 \times 3$$

$$= 258 \text{ Kg/m}^2$$

Para la consideración de carga muerta el peso propio de la estructura de diseño, se realizó el metrado de todos los elementos que lo componen el diseño de la superestructura del puente peatonal, tales como son los aceros estructurales que se van a utilizar para el diseño, tales como son los arcos, vigas principales, secundarias, arriostres verticales, diagonales, horizontales, plataforma, de tal forma que se muestra el resumen de metrados de carga muerta en el siguiente cuadro.

Tabla 11: Resumen de metrados de carga muerta.

DESCRIPCION	PESO PARCIAL
Arcos parabólicos	3641,52
Vigas de la plataforma	1823,85
Riostras verticales	406,57
Riostras horizontales	147,97
Riostras Diagonales	1133,58
Plataforma	1681,89
TOTAL U = 1.4D	12369,53 Kg.

U= carga muerta de diseño

D= carga muerta

Fuente: elaboración propia.

La velocidad del viento se ha determinado en base al mapa de isotacas mostrado, se considera la velocidad del viento a 10 m sobre el suelo.

Para el estudio de la velocidad del viento, se contó con el mapa eólico de la distribución del Perú (Mapa Isotacas). Atlas Eólico del Perú; que tiene como principal objetivo mostrar las áreas más favorables para el desarrollo de proyectos eólicos, así como presentar información del potencial disponible del recurso eólico.

Las cargas de diseño para el presente modelamiento estático se establecieron mediante las siguientes cargas de diseño: carga muerta, vivas y ambientales. Las cargas de diseño estimadas para el presente modelamiento estructural, se observa en la tabla 12 (cargas de diseño).

Tabla 12: Cargas de Diseño.

Tipo	Incluye	Valor	Observaciones
Carga viva peatonal	Permanente o por emergencia	258 Kg/m ²	415 Kg/m ² (AASHTO)
Carga muerta	Peso propio de la estructura	12369,52 Kg.	1261,06 Kg (Diseño SolidWorks)
Carga de viento	Factores climáticos	90 Km/h.	Mapa Isotacas.

Fuente: elaboración propia.

Los materiales de acero, para el diseño estructural se usó la norma ASTM A-36. (American Society of Testing and Materials), por su bajo costo y disponibilidad en el mercado nacional y tienen características y facilidades para el doblado, cortado y uso de diferentes tipos de soldadura.

El acero carbón tiene como resistencia un mínimo de 75 Kg/m², para todos los grupos de secciones y placas arriba de 203.2 mm de espesor. Placas y barras debajo de 203.2 mm de espesor, tienen una resistencia mínima de 70 Kg/m².

Para el acero estructural A-36 presenta un contenido de carbono máximo de 0.29% y un mínimo de 0.25%.

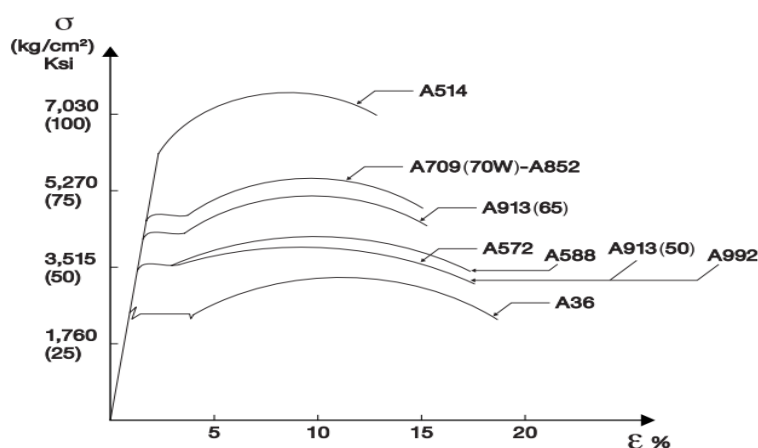


Figura 14: Gráfica esfuerzo-deformación para varios grados de acero estructural.

Fuente: Manual de Diseño para la Construcción con Acero.

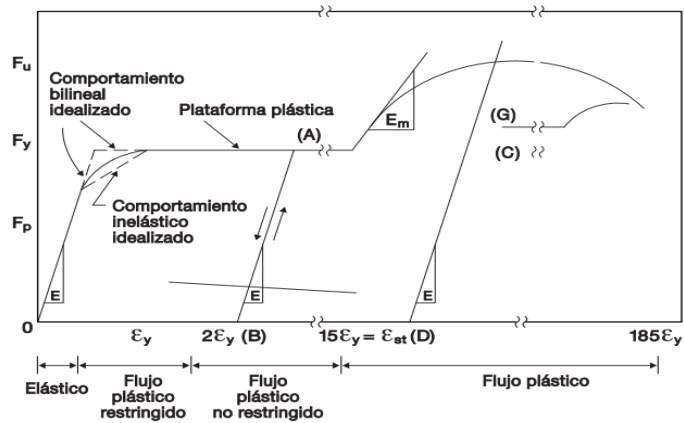


Figura 15: Gráfica esfuerzo-deformación del acero. Intervalos de comportamiento estructural.

Fuente: Manual de Diseño para la Construcción con Acero.

Para el diseño de arcos se procedió a realizar un modelo que cumple con las características que especifica el estándar metálico en altura y resistencia, el diseño del puente peatonal, se consideró los diferentes elementos que componen la superestructura del puente peatonal, lo que se ha considerado dos arcos parabólicos, riostras verticales y horizontales con tubos redondos laminados en caliente, para las vigas los perfiles W, planchas estriadas laminados en caliente.

Tabla 13: Esfuerzos Fy y Fu de aceros estructurales.

Nomenclature		Fy		Fu	
NMX	ASTM	Mpa	Kg/cm2	Mpa	Kg/cm2
B-254	A36	250	2530	400 a 550	4080 a 5620
B-99	A529	290	2950	414 a 585	4220 a 5975
B-282	A242	290	2950	435	4430
		320	3235	460	4710
		345	3515	485	4920
B-284	A572	290	2950	414	4220
		345	3515	450	4570
		414	4220	515	5270
		450	4570	550	5620
	A992	345	3515	450 a 620	4570 a 6330
B-177	A53	240	2460	414	4220
B-199	A500	320	3235	430	4360
B-200	A501	250	2530	400	4080
	A588	345	3515	483	4920
	A913	345 a 483	3515 a 4920	448 a 620	4570 a 6330

Fuente: Manual de Diseño para la Construcción con Acero

Donde:

Fy: Esfuerzo de fluencia o límite inferior de fluencia del material

Fu: Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión

Los arcos parabólicos presentan una sección constante en todo su trayecto, los cuales tienen un apoyo móvil y fijo. las cantidades y dimensiones se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: Geometría de los arcos para el puente peatonal.

Arco	Cantidad	Luz	Altura
Arcos Principales	2 Und.	26.13 m	6.52 m

Fuente: elaboración propia.

Se determinó el diseño de la superestructura del puente peatonal con una distancia de 26.13 metros, mediante el levantamiento topográfico con dron y procesamiento de datos, obteniendo las curvas de niveles con cotas de acuerdo a su ubicación, el ancho del tablero es de 2 m para tener un ancho libre de 1.80 m (según la norma AASHTO, específica que el ancho mínimo para circulación simultánea es de 1800 mm).

Para el diseño y modelado de arcos estructurales, riostras verticales metálicas del puente peatonal con tubo de Acero Carbono ASTM A-36, usados para conducción de fluidos, elementos estructurales, pilotes, etc.

Tabla 15: Especificaciones Técnicas de tubo de 101.6 y 254 milímetros.

Especificaciones Generales	
Diámetros:	101.6 y 254 mm
Espesor:	6 y 9 mm
Formato:	Largo comercial 6 y 12 m.
Extremos:	Extremos Biselados.
Revestimiento:	Barniz protector.

Fuente: Catálogos de tubos, CINTAC.

Para el diseño de vigas longitudinales Los perfiles de vigas W o WF, se obtienen por laminación de techos de acero estructural que son precalentados hasta una temperatura de 1250 °C, que se usan en estructuras metálicas, puentes, edificios, grúas.

Tabla 16: Especificaciones técnicas perfil W.

Especificaciones Generales	
Altura x Ancho (d x bf):	150 x 100 milímetros
Espesor tw tf:	7 x 9 milímetros
Longitud:	6 metros
Peso:	170.34 Kg.
límite de fluencia:	25.3 Kg/mm ²
Resistencia a la tracción:	41 Kg/mm ²
Elongación:	20%

Fuente: www.fermetsac.com

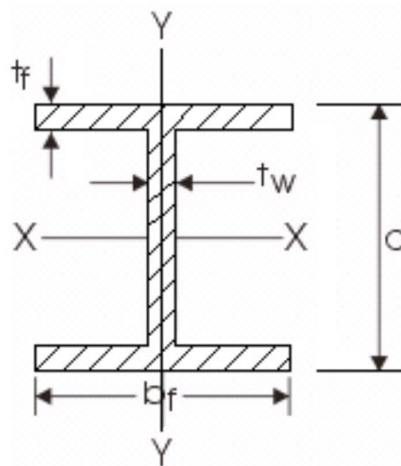


Figura 16: Dimensiones del perfil W.
Fuente: www.fermetsac.com

En el diseño de plataforma del puente peatonal se analizó la plancha tipo estriada de 2.9 milímetros laminados en caliente, las placas planas tienen un ancho de 1200 y un largo de 2400 mm, por lo que tiene una característica antideslizante, y son usados para pasadizos en construcciones, minería e industrias en general, escaleras, embarcaciones navales, transportes públicos y de carga, etc.

Tabla 17: Especificaciones Técnicas de plancha de acero laminadas en caliente estriada.

Especificaciones Generales	
Ancho x Largo:	1200 x 2400 mm
Espesor:	2.9 mm
Peso:	25.46 Kg/m ²
Área:	2.88 m ²
límite de fluencia:	25.3 Kg/mm ²
Resistencia a la tracción:	49 Kg/mm ²
Elongación:	21%

Fuente: <http://www.tubisa.com.pe>

4.3. Modelamiento del diseño estructural del puente peatonal

Para el presente trabajo se realizó el modelado del diseño mediante el programa de SolidWorks 2016 usando el componente de simulación estructural.

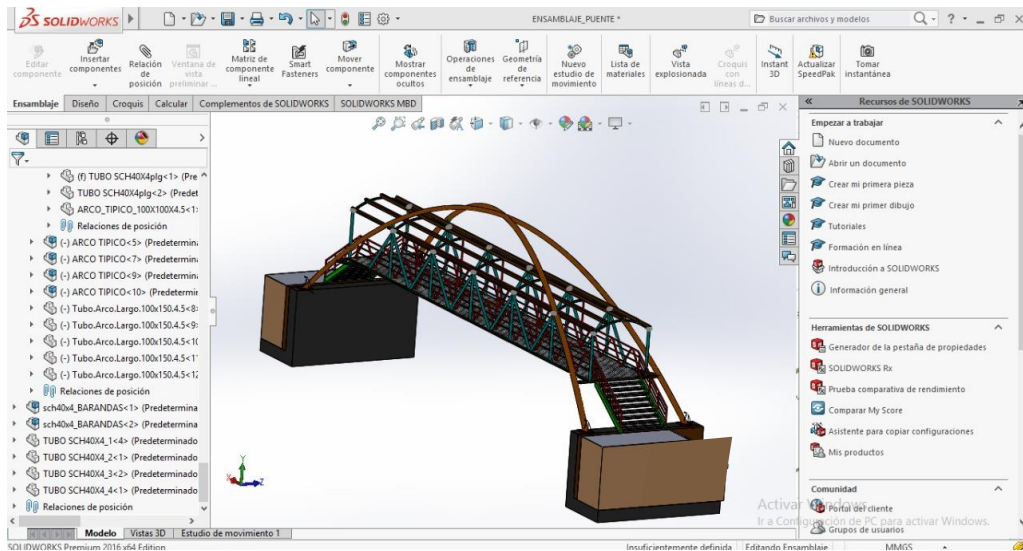


Figura 17: Modelo estructural del Puente Peatonal.

Fuente: Diseño propio en Software SolidWorks.

Para un óptimo diseño, las consideraciones de geometría estructural, es necesario el uso de las variables, los cuales han sido evaluadas en diferentes tipos de espesores, cantidades tanto en los arcos tubulares, vigas de perfil W, arriostras verticales, horizontales que son los componentes principales del puente metálico peatonal, mediante el método de nodos.

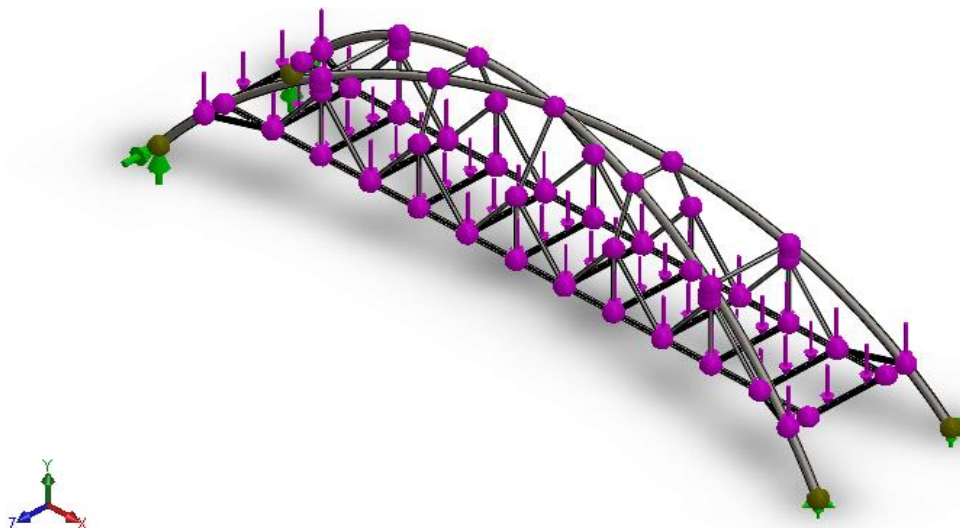


Figura 18: Asignación de cargas, restricciones y nodos.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

Las cargas muertas o cargas permanentes, se refieren al peso propio que integran todos los elementos estructurales que actúan sobre el puente.

El peso propio (DC) del diseño de la superestructura del puente peatonal solo se compone por el peso propio de la estructura, para lo cual, la carga muerta se estableció en el programa SolidWorks, como se muestra en la figura 19 (determinación del peso propio de la estructura).

DC = 12461.06377 Kg

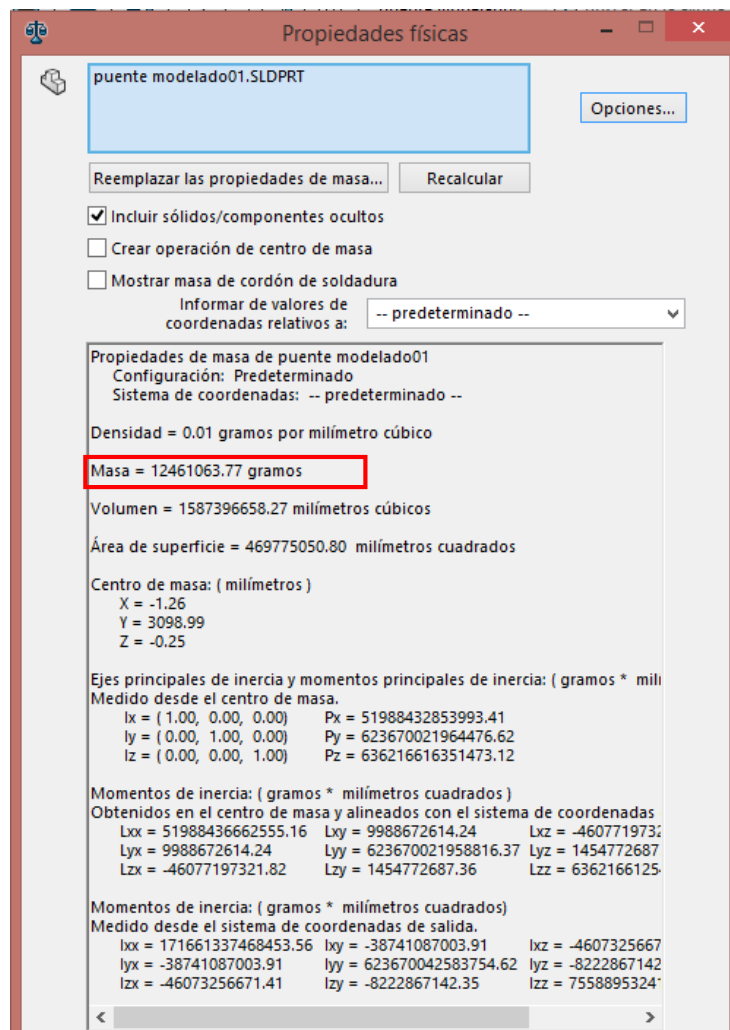


Figura 19: Determinación del peso propio de la estructura.
Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

De acuerdo a lo que establece la norma AASTHO LRFD 2014, las cargas vivas (PL) se identifican a los objetos que soporta la estructura en movimiento y estas constituyen la carga para paso peatonal móvil sobre la

losa consiste una carga viva de 415 kg/m² en los puentes peatonales, esta carga se debe tomar en cuenta ya que se produce por una persona al caminar y denota componentes en tres direcciones: una componente de mayor magnitud, que es la vertical y una componente horizontal y otra longitudinal. En la tabla número 18 se visualiza la carga viva peatonal.

Tabla 18: Carga viva peatonal.

Luz (m)	Carga viva Peatonal (kg/m ²)
7.6 a 30.5	415

Fuente: AASHTO LRFD 2014.

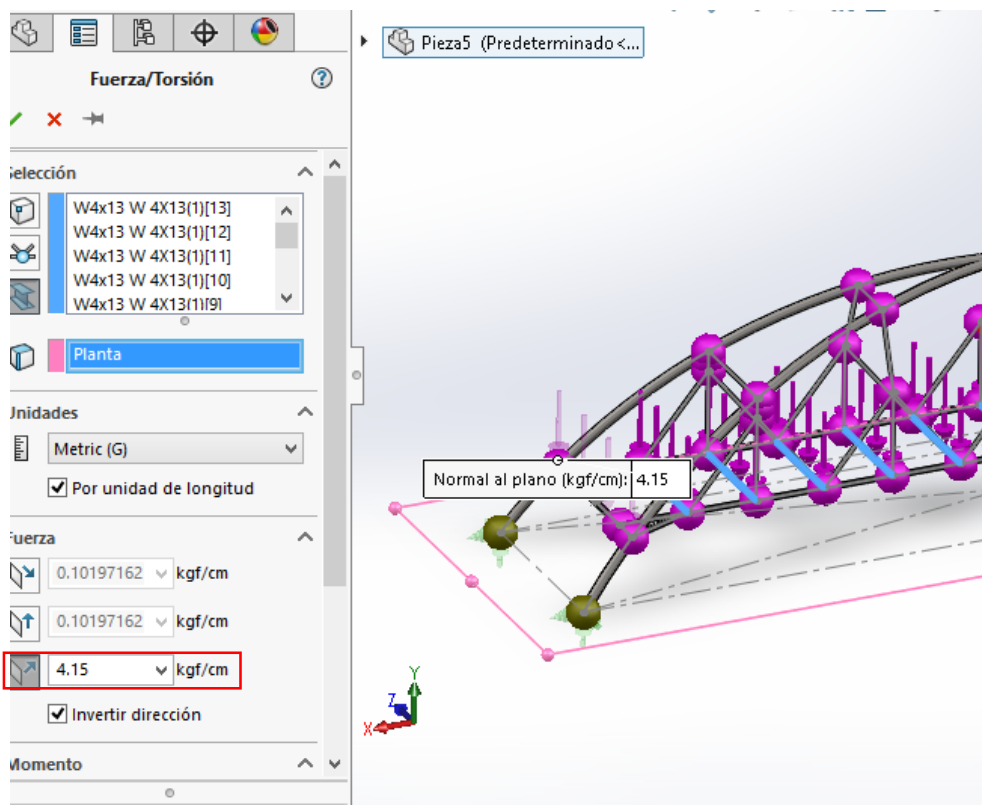


Figura 20: Asignación de carga viva.
Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

Para el cálculo de las cargas de viento de puentes establecidos en el reglamento AASTHO LRFD 2014, para alturas inferiores o iguales a 10 m, considerando la cota desde el tirante del río o desde el nivel del terreno, establece que la velocidad de diseño es de 75 Km/h a 160 Km/h y sea constante.

Las cargas debido al viento para la presente estructura no son de gran importancia debido al lugar donde está ubicado el puente peatonal, el viento no golpea directamente, la velocidad ejercida del viento sobre la estructura según mapa eólico de la distribución del Perú (Mapa isotacas) a 10 metros sobre el nivel del suelo, para la zona de la provincia de Sandia es de 90 km/h.

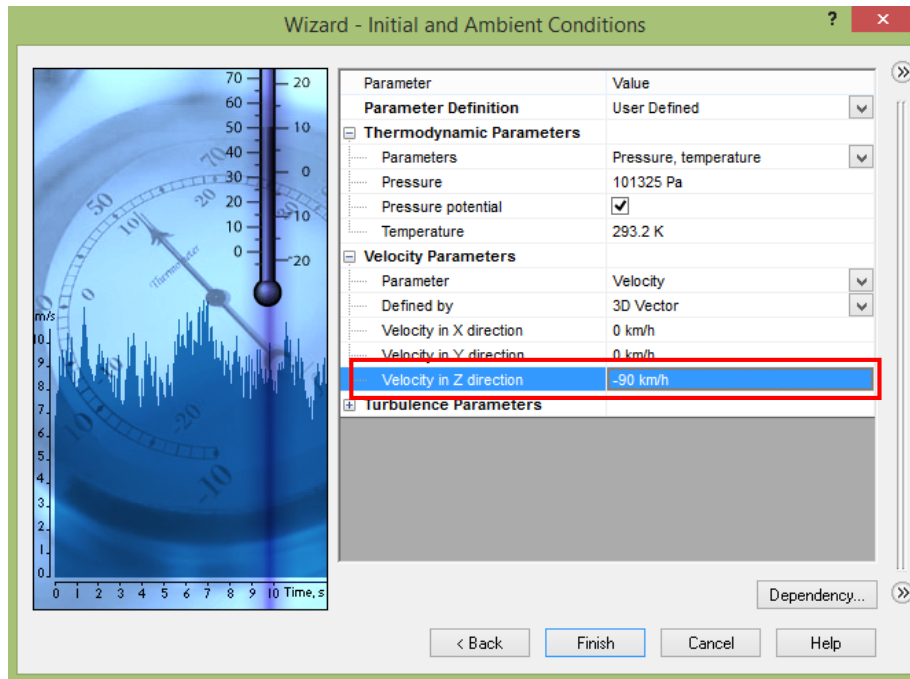


Figura 21: Determinación de la carga de viento.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

Combinaciones de cargas (MU)

Con la norma de diseño, utilizaremos las tablas de combinaciones de carga proporcionado por la AASTHO 2014, la cual especifica los tipos de combinación que existen para la determinación total de esfuerzos.

Carga Muerta (DC)

Peso propio de la estructura: 12461.06377 Kg

Carga viva peatonal (PL)

Carga viva peatonal: 415 kg/m²

La presión de viento de diseño sobre la estructura (Ws): 90 Km/h.

El diseño fue realizado por factores de cargas y resistencia de materiales (LRFD), este método utiliza coeficiente basados en la teoría de la confiabilidad y en conocimiento estadístico de las cargas y de las características del material.

$$n(1.25M_{dc} + 1.75M_{PL+WS}) \leq M_u$$

Donde:

n : Factor de las características del material

MDC : Momento debido a la carga muerta

MPL+WS : Momento debido a las cargas viva peatonal y de viento.

MU : Momento último.

La confirmación de los resultados que se han alcanzado, se empleó en función a los datos obtenidos del programa SolidWorks 2016.

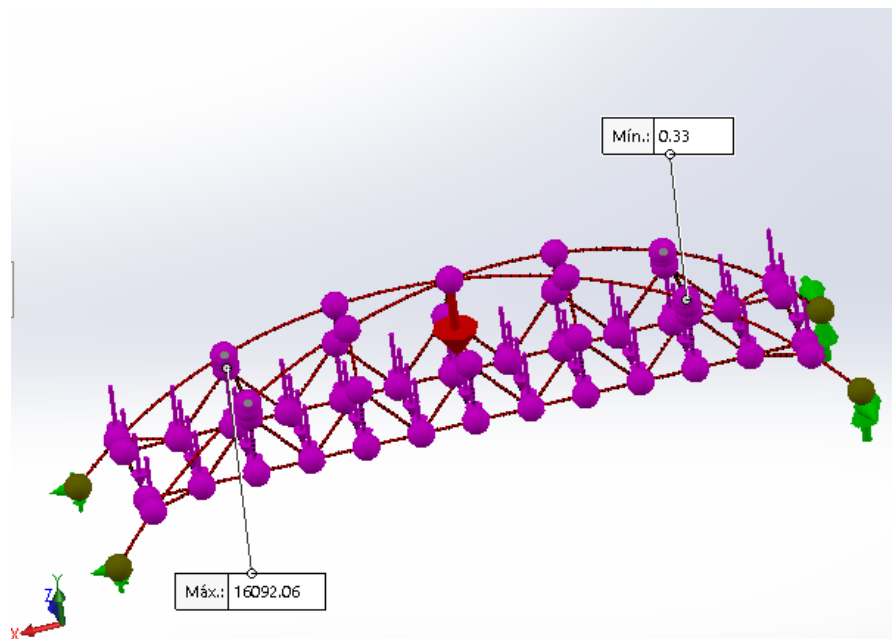


Figura 22: Determinación de las fuerzas.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

El análisis de datos en el diseño establecido del puente de tipo arco parabólico se identifica por el tipo de fuerza de tracción y compresión ejercida hacia los apoyos de la estructura, en el presente modelamiento se ha establecido dos tipos de apoyo las cuales son: un apoyo fijo restringiendo los

tres desplazamientos en los ejes X, Y, Z, un apoyo móvil restringiendo los dos desplazamientos en los ejes Y, Z.

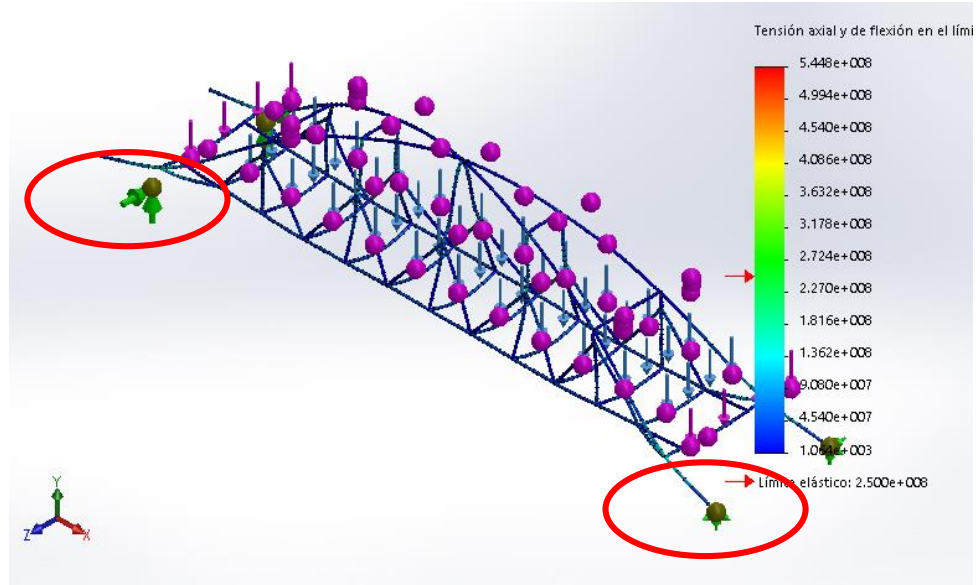


Figura 23: Restricciones en los apoyos.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

En la figura 24 se observa el modelado de las fuerzas axiales, que indican que los arcos parabólicos trabajan a compresión, los colores indican el rango de esfuerzos a las que están sometidos, con resultados en kilogramos fuerza con un máximo de 3548.56 Kg a compresión y un mínimo de -451.377 Kg a tensión.

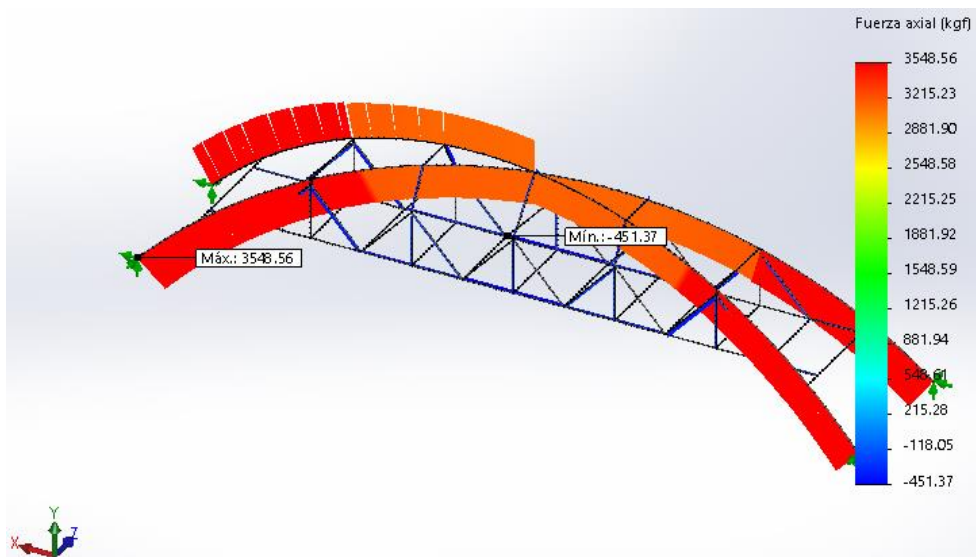


Figura 24: Modelado y trazado de fuerzas axiales máximas y mínimas.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

En la figura 25 se observa el modelado de los perfiles a los que están sometidos de las fuerzas cortantes en los nodos, con resultados en la barra de colores en kilogramos fuerza con un máximo de 410.95 Kg y un mínimo de -419.87 Kg.

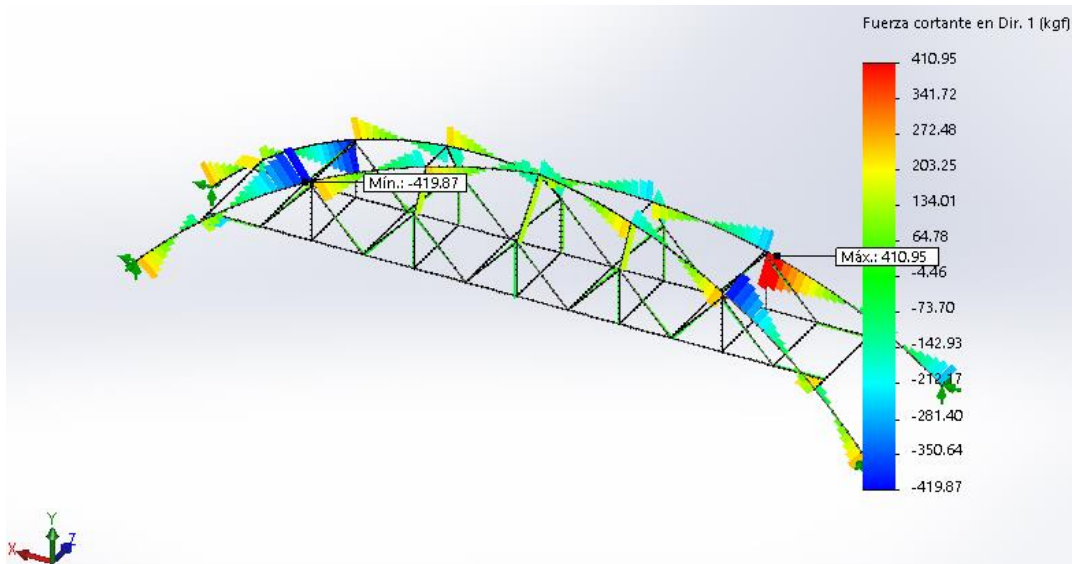


Figura 25: Modelado trazado de fuerza cortantes.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

En la figura 26 podemos observar el modelado de nuestro diseño con resultados de los momentos flexionantes, en la estructura del puente peatonal, los colores indican el rango de momentos que actúan en cada perfil, con resultados en kilogramos metro con un máximo de 9663.03 Kg.m y un mínimo de -9744.89 Kg.m.

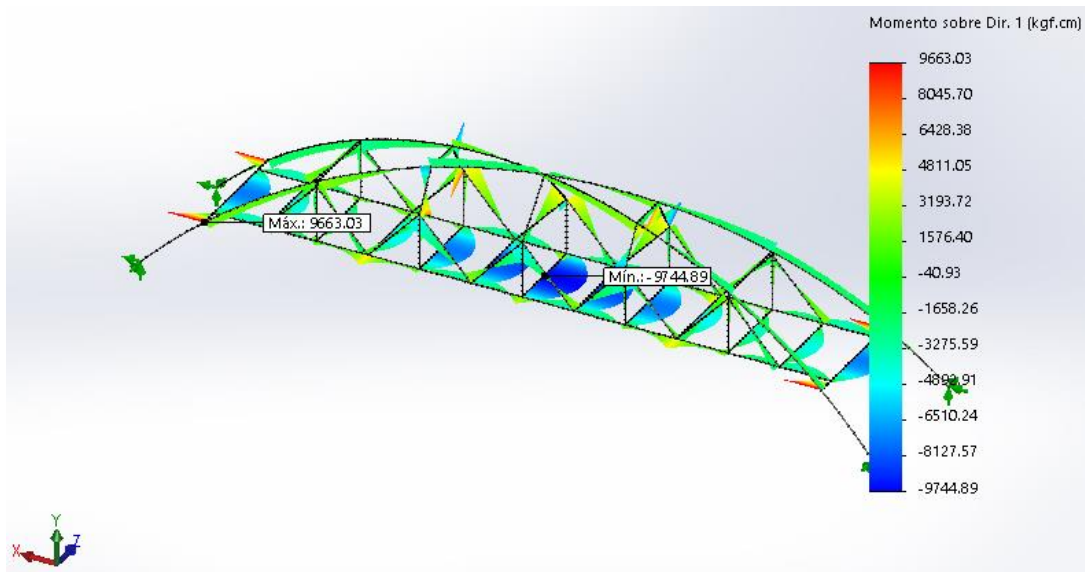


Figura 26: Modelado trazado de Momento flexionante.

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

Las deflexiones son calculadas en el periodo límite de servicio según la norma AASTHO LRFD 2014, mediante la combinación de cargas como son: peso propio de la estructura, cargas vivas peatonales y de viento, la deflexión del puente debido al peatón sin ponderar de carga viva no deberá ser superior a $L/500$ de la longitud del tramo, así obteniendo una deflexión máxima de 4 mm, como se aprecia en la figura 27 se determinó el modelado de la deflexión máxima de 3.98 mm, lo cual se encuentra dentro del margen requerido.

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{2 \text{ m}}{500}$$

$$\Delta_U = 0.004 \text{ m}$$

Donde:

Δ_U = Deflexion máxima permitida

L = Longitud de la viga

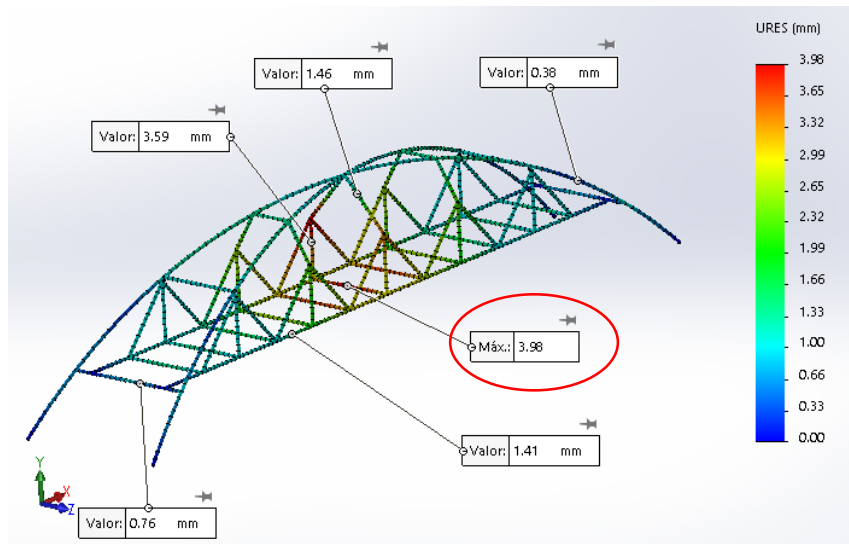


Figura 27: Modelado del puente peatonal por deflexión (mm).

Fuente: diseño propio en Software SolidWorks.

4.4. Análisis de precios unitarios y costo del puente peatonal de Iparo.

De la evaluación de costos unitarios para el puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, se ha realizado la elaboración del presupuesto de la superestructura con materiales de acero estructural, costo de mano de obra, y equipos para la fabricación, sumando un total del presupuesto para la construcción y fabricación con total de soles (S/. 263,516.55) doscientos sesenta y tres mil quinientos dieciséis con 55/100 soles.

Tabla 19: Costo total de la superestructura del puente peatonal de Iparo.

Presupuesto

Proyecto	Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari para mejorar la seguridad vial en el Centro Poblado de Iparo.
Ubicación	CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto	SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.00	FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS				263516,55
01.01.01	APOYO METÁLICO PARA ARCOS	und	4	1332,96	5331,84
01.01.02	ARCOS METALICOS	und	2	79980,69	159961,38
01.01.03	ARRIOSTRES SUPERIORES	und	5	594,72	2973,6
01.01.04	ESTRUCTURA DE PLATAFORMA	und	28	537,195	15041,46
01.01.05	ARCOS DE COBERTURA	und	9	615,317854	5537,86069
01.01.06	VIGUETAS DE COBERTURA	m	75	201,311	15098,325
01.01.07	PISO METALICO	m2	60	268,8065	16128,39
01.01.08	BARANDA METALICA	m	50	67,731446	3386,5723
01.01.09	PINTURA EN ESTRUCTURAS METALICAS	m2	306,57	70,404	21583,7543
01.01.10	COBERTURA DE POLICARBONATO	m2	76,2	159,6167	12162,7925
01.01.11	MALLA METALICA DE PROTECCION	m2	53,34	118,3085	6310,57539

Fuente: elaboración propia en el Software S10.

V. DISCUSIÓN.

Se realizaron toma de datos para determinar las características principales para el diseño y simulación del puente peatonal sobre el cauce del río Inambari, como: las siete encuestas realizadas a los pobladores fueron necesarios para determinar la necesidad principal de la construcción de un puente peatonal, esto con la finalidad de trasladarse de manera segura, el aforo peatonal mediante la observación y se realizó mediante una ficha de aforo peatonal, para poder determinar el promedio real durante siete días, determinando que la presencia de peatones con mayor transitabilidad son en horas de 07:00 a 09:00 de la mañana y de 15:00 a 17:00 horas de la tarde, y los días de mayor afluencia son los días de fin de semana (sábados y domingos), para mayor exactitud es recomendable realizar la ficha de aforo peatonal durante mas días y meses durante el año, ya que una cantidad de pobladores se trasladan hacia sus chacras para realizar sus actividades de sembrío y cosecha de productos como café, mandarina, naranja, limón, piña, freza, granadilla durante las épocas de lluvias.

El resultado se puede comparar con el del autor (Chuquipoma,2019), que también realizó el estudio de transitabilidad mediante un conteo de tráfico peatonal durante siete días, los cuales han sido fundamentales para el diseño de un puente peatonal, dando así una solución a la problemática de seguridad vial.

Los resultados obtenidos verificando el estado de seguridad vial se constató que utilizan la Oroya para poder cruzar el río Inambari y de manera precaria y artesanal, tal como se observa en el Anexo 07, ocasionando que los pobladores pongan a riesgo su integridad física.

Se realizó el levantamiento topográfico del cauce del río Inambari mediante el uso de Dron para determinar la luz máxima del cauce del río (26.13 m), curvas de nivel, para su desarrollar y visualizar las vistas transversales y longitudinales del cauce del río Inambari del Centro Poblado de Iparo y la topografía, cotas del área de estudio.

Según la tesis de (Carrillo Cotacallapa, 2022) realizó el levantamiento topográfico con el uso de estaco total y GPS, donde seleccionó estratégicamente

para hacer el menor número de cambios de estación para luego usar estos puntos de toma y plasmar los datos en el software y conocer las características principales de la zona de estudio.

En comparación con los equipos utilizados que fue la estación total, es conveniente el uso de este equipo en zonas urbanas y donde hay poca presencia de vegetación, ya que el Centro Poblado de Iparo cuenta con una densa vegetación de árboles, presencia de animales salvajes (serpientes venenosas), y hace dificultoso el acceso y el uso de la estación total, ya que sería necesario el desbroce de árboles nativos y cultivables (café, naranjas, limas, limones, mandarinas), por lo cual se hizo el levantamiento topográfico mediante la aeronave no tripulada (Dron) que facilitó y redujo los daños ambientales (vegetación y fauna silvestre).

Para el diseño del puente peatonal se determinó el tipo arco para dar un aspecto estético y llamativo, la forma parabólica es la mejor estructura auto portante, el puente arco de loza intermedia se determinó en base a la geografía y de la ubicación, la estructura de soporte es solamente en los extremos según la normativa AASHTO LFRD 2014 exclusivamente para tráfico peatonal son diseñadas para una carga viva de 415Kg/m² sin importar la longitud de luz aplicando un factor de carga de 1.75

Se diseñó y modeló el puente peatonal solamente de la superestructura que está conformada de elementos estructurales (peso propio de la estructura) y no estructurales (cargas vivas) haciendo el uso de software computacional que permiten un trabajo más eficiente, más rápido y como también más preciso en el momento del modelamiento de estructuras tipo puente

El modelamiento en el Software SolidWorks 2016 se realizó primeramente la definición del tipo de geometría en base a operaciones con piezas soldadas, definición del material ASTM A-36 Acero al carbono de(25% a 29% de carbono), siendo este material resistente y más económico en nuestro mercado, análisis estático de esfuerzos y deformaciones para evitar fallas y sobredimensionamiento de materiales, resistencia de piezas y ensambles y evaluar los cambios de diseño para mejorar la calidad del producto. Definir las

restricciones como son los puntos fijo y móviles que son las limitantes en cuanto a desplazamientos de la estructura, definición de cargas y condiciones de operación (cargas vivas, cargas muertas y combinación de cargas).

En el trabajo de investigación de Tinoco (2020), se realizó el diseño de la superestructura del puente peatonal aplicando la norma ecuatoriana de construcción (NEC-2015), Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2.2011, cumpliendo con las solicitaciones requeridas por dichas normas, estableciendo de esta forma logrando diseñar un puente peatonal seguro.

En ambas tesis se concluye el diseño estructural de la superestructura del puente peatonal garantiza la seguridad vial de los peatones, recomendando con continuar el estudio de la subestructura cumpliendo con las normas de diseño para así garantizar la seguridad vial para los peatones con la diferencia que se encuentra en la vía de evitamiento y de otra parte está el diseño estructural bajo el cauce del río Inambari.

VI. CONCLUSIONES.

Se realizó el diseño estructural aplicando la norma AASTHO LRFD 2014 y ASTM A-36, se procedió con el diseño de arcos, plataforma, vigas, riostras y sus cantidades de aceros, considerando apoyos fijos y móviles, con una longitud de luz del puente peatonal de 26.13m y una altura de 6.52m. según determina la norma AASTHO LRFD 2014 una deflexión máxima de 4mm, obteniendo mediante el modelado con el componente SolidWorks Simulations del puente peatonal de Iparo una deflexión máxima de 3.98mm, lo cual se encuentra dentro del margen requerido y de esta forma se concluye que garantiza la seguridad vial de los pobladores, ya que esto mejora en la calidad de vida y fundamental para la realización de sus actividades económicas que son la agricultura y comunicación para las distintas poblaciones, dando solución a la problemática de seguridad vial de los pobladores.

Se hizo un estudio integral del cauce del río Inambari, registrando los datos, mediante el levantamiento topográfico se pudo identificar las distancias de Luz máximas de 26.13 metros, identificación de cargas muertas realizando el diseño CAD en el software SolidWorks utilizando la norma ASTM A-36 se obtuvo el peso propio de la estructura de 12461.06kg, de igual manera, para la identificación de cargas vivas, de acuerdo a la norma AASTHO LRFD 2014, la carga de viva de peatón es de 415 Kg/m² y según el mapa eólico de distribución del Perú, las condiciones ambientales de presión del viento es de 90 Km/h.

Se procedió con el diseño del puente peatonal de tipo arco que nos permite dar un aspecto estético y llamativo. Según la norma ASTM A-36, siendo el acero A-36 el más económico con base de cotización de materiales en nuestro mercado, para los arcos se utilizó el tubo redondo laminadas en caliente de 254 milímetros de diámetro y 9 mm de espesor, riostras con 101.6 milímetros de diámetro y 6 mm de espesor, con un ancho efectivo de 2 metros utilizando de superficie antideslizante de plancha estriada de 2.9 mm de espesor, vigas de perfil W de acero carbono 150 x 100 x 7 x 9 milímetros y cubierta de policarbonato para las lluvias, mediante accesos de gradas, que garantiza su viabilidad en el aspecto técnico, social y brindando la seguridad de los peatones.

Se logró el modelado del diseño de puente peatonal mediante el Software SolidWorks, mediante su componente SolidWorks Simulations, dando así los análisis de esfuerzos y cargas con una deflexión máxima de 3.98mm, que de acuerdo a la norma AASTHO LRFD 2014 L/500 se determinó el cálculo máximo permitido de 4mm.

El análisis del costo-efectividad, el puente peatonal sobre el río Inambari se obtiene un impacto social y ambiental beneficioso, más aún en el punto de vista social, comercial, teniendo una viabilidad social, mejorando la calidad de vida de los pobladores al ser una necesidad de bien social. En la ejecución de este tipo de proyectos es mas de inversión social, ambiental y económico, mas no de asunto financiero, sin la obtención de deducciones monetarios directos. El análisis costo-beneficio, en base al rendimiento económico es difícil cuantificar, lo cual se espera que se generen una reducción de gastos, tiempo, accidentabilidad en la población de Iparo, y la dinamización de la economía del centro poblado, desarrollando mejoras en la calidad de vida de los pobladores.

VII. RECOMENDACIONES.

En vista que la población sufre la transitabilidad al realizar sus actividades cotidianas cruzando el río Inambari, y más en temporadas de lluvias, se recomienda la construcción de puentes peatonales para reducir el nivel de accidentabilidad y la mejora de calidad de vida de todos los pobladores del Centro Poblado de Iparo

Se recomienda del uso de software de ingeniería como es el SolidWorks para los diseños de puentes peatonales estructurales, ya que facilita y reduce los errores que pudiera haber en el cálculo del diseño, y contar con una computadora de tarjeta de video y memoria RAM superiores a 16GB que nos permitirá un procesamiento de datos sin tener dificultades.

Se recomienda la utilización de últimas tecnologías para la recolección de datos como el uso de dron con diferentes dispositivos, con imágenes que sean mayores a 20 megapíxeles o superiores, ya que esto facilitarán el trabajo de recolección de datos y la disminución de tiempo por la accidentada geografía de la selva puneña.

Realizar el cálculo de la sub estructura para concluir el diseño e implementación del puente peatonal ya que, al no haber puentes peatonales en las zonas, corren el riesgo de accidentarse los transeúntes, más en temporadas de lluvias.

Se recomienda el estudio mediante uso de tecnologías y construcción de puentes peatonales, no solo en el Centro Poblado de Iparo, sino en toda la selva de la provincia de Sandia, con el fin de la mejora de calidad de vida de todos los pobladores de la Provincia de Sandia, por lo que esto mejorará y contribuirá con el desarrollo de las poblaciones de nuestro país.

Se recomienda la búsqueda de nuevas aplicaciones de materiales que se usarán y en el proceso constructivo con el fin de obtener una economía y eficiencia a través de una adecuada práctica para la solución de los numerosos problemas que existen en la ingeniería.

Poner soluciones simples, optimizadas y adecuadas a la problemática real del departamento de Puno, para lograr una economía referente a costos y tiempo en el proceso constructivo del puente peatonal.

REFERENCIAS

A36, A. (2003). Acero ASTM A36: características, propiedades, análogos.

aceros, C. G. (s.f.). *cga.com*. Obtenido de <https://www.cga.com.co/productos/aceros-estructurales/#:~:text=El%20acero%20estructural%20es%20una,aportan%20al%20acero%20ciertas%20propiedades>.

agisoft. (Enero de 2023). *agisoft.com*. Obtenido de <https://www.agisoft.com/>

Arqhys decoración. (Enero de 2021). *Arquitectura, decoración & hogar*. Obtenido de arqhys.com: <https://www.arqhys.com/construccion/arco-puente.html>

Carrillo Lema, D. M. (2016). *DISEÑO DEL PUENTE PEATONAL DE LA AV. LAS AGUAS, EN EL SOFTWARE SAP 2000 Y EL ANÁLISIS DE LA SÚPER ESTRUCTURA*. Guayaquil - Ecuador.

Chuquipoma Azañero, G. (2019). *Diseño estructural de un puente peatonal en la avenida José Gabriel Condorcanqui sector Wichanza, La Esperanza*. Trujillo.

Cintac. (Enero de 2023). *Cintac*. Obtenido de <https://www.cintac.cl/wp-content/uploads/2020/09/catalogo-general-v2020-LW.pdf>

DB City.com. (s.f.). Obtenido de <https://es.db-city.com/Per%C3%BA--Puno--Sandia--Sandia>

dji. (Diciembre de 2022). *Phantom 4 Pro V2.0*. Obtenido de <https://www.dji.com/phantom-4-pro-v2>

dlubal. (22 de noviembre de 2022). *Software de análisis y dimensionamiento de estructuras*. Obtenido de Análisis estructural de la estructura de un puente histórico (puente Sýkora en Ostrava) utilizando el modelado numérico: <https://www.dlubal.com/es/educacion/estudiantes-y-universidades/tesis-de-graduacion/000432>

Escapadarural. (15 de Diciembre de 2022). *escapadarural.com*. Obtenido de https://www.escapadarural.com/que-hacer/yeste_albacete/puente-de-la-vicaria

Esteban, V. R. (2004). *DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE LIMA SOBRE EL CANAL VÍA, SULLANA*. Piura.

FERMET. (Enero de 2023). *fermetsac*. Obtenido de <https://fermetsac.com/>

Fernado, A. A. (2015). Analisis de Peligros del Distrito de Sandia. *Evaluación del Riesgo de desastres del Distrito de Sandia*, (pág. 81). Sandia Perú.

Fernando, T. B. (2020). *Diseño de la Superestructura del Puente peatonal de Hormigón Armado Frente al Paseo Shopping de la Ciudad de Machala*. Machala Ecuador.

- Garcia Carrion Airton Hilter Nicolas, L. P. (2021). *Modelamiento Estructural de un Puente Colgante entre los Centros Poblados de Pavur Viejo, La Bocana, Distrito de la Matanza, Provincia de Morropon, Region Piura*. Piura Perú.
- INPECO - Instituto de Construcción e Investigación. (Noviembre de 2022). *INPECO*. Obtenido de <https://compuempresa.com/info/instituto-peruano-de-construccion-e-investigacion-inpeco-sac-instituto-inpeco-sac-20606728990>
- lignis. (10 de octubre de 2022). *lignis.es*. Obtenido de <https://lignis.es/proyectos/proyecto-de-ingenieria-para-puente-peatonal-de-madera-laminada/>
- Midas. (10 de Diciembre de 2022). *Midas*. Obtenido de CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA PUENTES EN ARCO: <https://www.midasoft.com/latinoamerica/learning/hub/consideraciones-de-dise%C3%B1o-para-puentes-en-arco>
- midas Bridge. (19 de Mayo de 2021). *Design Considerations for Arch Bridges*. Obtenido de <https://www.midasbridge.com/en/blog/bridgeinsight/design-considerations-for-arch-bridges>
- nc tech*. (s.f.). Obtenido de the new tech company: <https://nctech.com.mx/blog/ingenieria-digital/solidworks-simulation/>
- Nettleton, D. A. (s.f.). *Arch Bridges*. Washinton, D.C.: U.S. Departament of Transportation.
- Obinna, U. (31 de mayo de 2020). *Analysis and Design of Arch Bridges*. Obtenido de <https://structville.com/2020/05/analysis-and-design-of-arch-bridges.html>
- ohammad Alhassan, L. A. (Setiembre de 2012). *Analysis and Design of Arch-Type Pedestrian Bridge for Static and Dynamic*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/267856407>
- Peralta Peralta, F. J. (2018). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTES PEATONALES SOBRE LA AUTOPISTA PIMENTEL-CHICLAYO*. Pimentel.
- pix4D. (5 de Enero de 2023). *pix4D.com*. Obtenido de <https://www.pix4d.com/es/pngwing>
- pngwing. (Enero de 2023). *pngwing.com*. Obtenido de <https://www.pngwing.com/>
- redie.uabc. (Diciembre de 2022). *redie.uabc.mx*. Obtenido de <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/1347>
- Rodríguez Narváez, D. F., & Rodríguez Narváez, D. D. (2010). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN PUENTE DE ACERO MEDIANTE SAP 2000*. Quito - Ecuador.
- SAS, M. -I. (s.f.). *Estructuras Metálicas colombia*. Obtenido de <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/pasarelas-de-acero-y-puentes-peatonales>

sciencedirect. (2017). *Bridge Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/arch-bridges>

Serquén, A. R. (2020). *Puentes con AASTHO LRFD*. Perú.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI. (2021). Mapa de Clasificación Climática Nacional. *CLIMAS DEL PERÚ*, 70.

solid-bi. (Diciembre de 2022). *solid-bi*. Obtenido de <https://solid-bi.es/solidworks/>

solidworks. (Diciembre de 2022). *solidworks.com*. Obtenido de <https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation>

Tapia Salamanca Javier, P. M. (2014). *Pre Diseño para un Modelo de Puente Peatonal en Intercepciones viales aplicadas a calzadas de alto flujo vehicular*. Bogotá Ecuador.

Tubisa sac. (Enero de 2022). *Tubisa*. Obtenido de <http://www.tubisa.com.pe/>

Tutoriales, C. &. (s.f.). *youtube*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=UzzeTROEmEg>

Universidad Nebrija. (11 de Enero de 2021). *nebrija.com*. Obtenido de <https://www.nebrija.com/medios/actualidadnebrija/2021/01/11/el-diseno-estructural/#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20estructural%20es%20una,los%20materiales%20y%20su%20dise%C3%B1o>.

ANEXOS

ANEXO 01: Operacionalización de las variables.


Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional.	Dimensión	Indicadores	Índice	Escala de medición
Diseño estructural (V. Independiente)	Estructura que permite el paso peatonal sobre vías de tráfico, cómo avenidas, autopistas, etc. (Castillo, J. 2017)	Desarrolla el diseño conceptual y planteo estructural, pre dimensionado, análisis de cargas, análisis estructural, verificación, resultados de documentación técnica.	Estudio de factibilidad	Nivel de servicio peatonal	Peatones por día	De razón
			Análisis de cargas	Carga muerta	Kg	
				Carga viva	Kg/m ²	
				Carga de viento	Km/h	
			Diseño estructural de un puente peatonal	Pre dimensionamiento	(m, m ² , m ³)	
				Diseño geométrico	(m, m ² , m ³)	
Seguridad. (V. Dependiente)	Es un conjunto de métodos y normas, diseñadas con el fin de prevenir accidentes y minimizar sus consecuencias	La seguridad es determinada mediante el análisis del comportamiento de la estructura función a las condiciones de diseño.	Análisis Estático	Fuerza cortante	Kg	De razón
				Fuerza Axial	Kg	
				Momento Flexionante	Kg.m	
				Deformaciones (desplazamientos)	(mm)	

ANEXO 02: Matriz de consistencia.

Título: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari para mejorar la seguridad vial en el Centro Poblado de Iparo.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES
<p>¿De qué manera podemos realizar el diseño estructural de puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, viable y que garantice la seguridad de los pobladores?</p>	<p>Realizar el diseño estructural de puente peatonal mediante Solidworks sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, viable y que garantice la seguridad de los pobladores.</p>	<p>Evaluar mediante un estudio de factibilidad del diseño estructural del puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo.</p> <p>Realizar el diseño y aplicar normas para el puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo, que sea viable y seguro.</p> <p>Realizar el manejo operativo del Software SolidWorks para el análisis de esfuerzos y cargas.</p> <p>Realizar el costo de la superestructura del puente peatonal sobre el río Inambari del Centro Poblado de Iparo.</p>	<p>El diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el cauce del Río Inambari del Centro Poblado de Iparo, será viable y garantizará la seguridad vial de los Pobladores.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño Estructural.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Seguridad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de servicio peatonal • Carga muerta • Carga viva • Carga de viento • Pre dimensionamiento • Diseño geométrico • Esfuerzos (Fuerza Axial, Fuerza Cortante, Momento Flexionante) • deformaciones (Desplazamientos)

ANEXO 03: Ficha de control peatonal.



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA


Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis

Tesista: _____ Fecha: _____
 Responsable: _____ Hora de Inicio: _____
 Zona: _____ Hora Fin: _____
 Ubicación: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1) 		Peatón no Vulnerable 		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		A ↓	B ↑	
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑			
06:00-07:00							
07:00-08:00							
08:00-09:00							
09:00-10:00							
10:00-11:00							
11:00-12:00							
12:00-13:00							
13:00-14:00							
14:00-15:00							
15:00-16:00							
16:00-17:00							
17:00-18:00							
TOTAL							

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis

Tesista: _____ Fecha: _____
 Responsable: _____ Hora de Inicio: _____
 Zona: _____ Hora Fin: _____
 Ubicación: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1) 		Peatón no Vulnerable 		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		A ↓	B ↑	
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑			
06:00-07:00							
07:00-08:00							
08:00-09:00							
09:00-10:00							
10:00-11:00							
11:00-12:00							
12:00-13:00							
13:00-14:00							
14:00-15:00							
15:00-16:00							
16:00-17:00							
17:00-18:00							
TOTAL							

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

Juan Alex Canale Cabrera
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 5559 D

Edwin Luis Saravia Toledo
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354

ANEXO 04: Ficha de encuesta.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

Con esta encuesta se busca recolectar datos del estado actual de la seguridad vial en la zona de estudio (Oroya), con el fin de proponer solución a esta problemática.

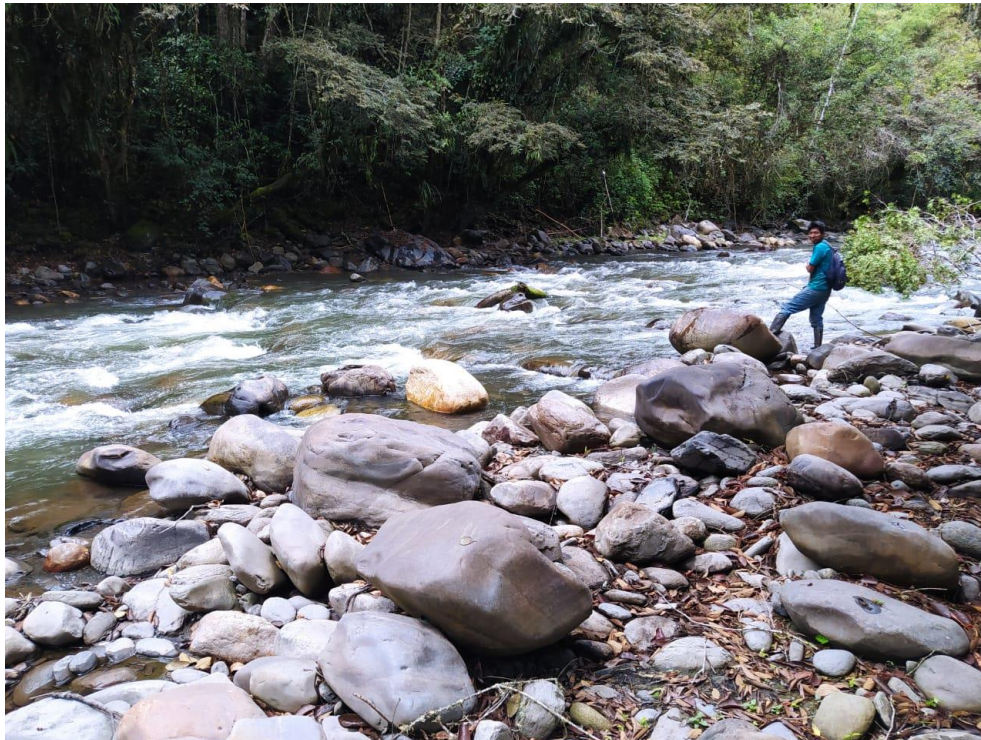
Marque con una "X":	Bueno	Regular	Malo
¿Cómo calificaría usted la seguridad vial en el cruce del río Inambari?			
¿Cómo calificaría usted la seguridad vial del cruce del río Inambari en temporadas de lluvia?			
¿Cómo calificaría el nivel de su cultura vial?			
¿cree usted que es seguro el uso del la Oroya, para el cruce del río Inambari?			
Al cruzar el río Inambari mediante la Oroya, ¿Cuál es su sensación de seguridad respecto a los accidentes?			
¿En qué estado cree usted que se encuentra la OROYA del río?			
¿como califica usted el tiempo de espera, para que baje el nivel de caudal del río Inambari?			
¿Cómo calificaría usted en la mejora de estructura para transitabilidad en el cruce del río?			
De construirse un puente peatonal accesible para personas en la zona, ¿Cree usted que es importante el uso del puente peatonal?			
De construirse un puente peatonal accesible para personas vulnerables en la zona, ¿Cómo calificaría esta construcción?			

Acotación del encuestado respecto a las preguntas :

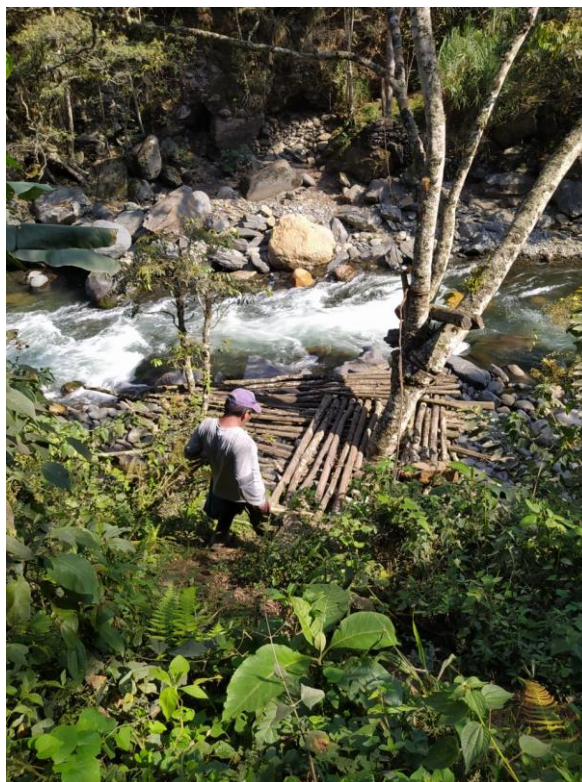
.....


 Edwin Luis Saravia Toledo
 ING. MECANICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354

Anexo 05: río Inambari en el Centro Poblado de Iparo, distrito de Sandia.



Anexo 06: Cruce en el río Inambari mediante Oroya en el Centro Poblado de Iparo.



Anexo 07: Pobladores del Centro Poblado de Iparo cruzando el río Inambari.



Anexo 08: Trabajo de fotogrametría aérea con dron Phamton 4 Pro V2.0.



Anexo 9: Puntos de Control para la fotogrametría aérea en el Centro Poblado de Iparo.



Anexo 10: Puntos de Control tomadas con dron del margen Izquierdo del río Inambari en el Centro Poblado de Iparo.



Anexo 11: Constancia de validación de datos, validados por profesionales en Ingeniería Mecánica Eléctrica

Constancia de validación

Yo SARAVIA TOLEDO, Edwin Luis, Profesional en Ingeniería Mecánica Eléctrica, con CIP N° 101354, mediante la presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos, encuesta de recolección de datos del estado actual de la seguridad vial, tabla de recolección de datos de aforo peatonal, cumplen con la norma del ministerio de transportes y comunicaciones.

Tesis: "Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo"; Puno 2022.

Se hará la escala de Likert para la valoración de fichas adjuntadas: Ficha de control peatonal (Anexo 3) y Ficha de Encuesta (Anexo 4).

Escala de Likert

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	de acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

	Ítem	Validador 01	Validador 02	Validador 03	Promedio	Resultado
Anexo 03	Ficha de Control Peatonal	5				
Anexo 04	Ficha de Encuesta	4				
					Total	
					Índice (%)	


 Edwin Luis Saravia Toledo
 ING. MECANICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354

Juliaca, 13 de diciembre del 2022.

Constancia de validación

Yo HUAQUISTO CCORI, Saul, Profesional en Ingeniería Mecánica Eléctrica, con CIP N°273811, mediante la presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos, encuesta de recolección de datos del estado actual de la seguridad vial, tabla de recolección de datos de aforo peatonal, cumplen con la norma del ministerio de transportes y comunicaciones.

Tesis: "Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo"; Puno 2022.

Se hará la escala de Likert para la valoración de fichas adjuntadas: Ficha de control peatonal (Anexo 3) y Ficha de Encuesta (Anexo 4).

Escala de Likert

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	de acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

	Ítem	Validador 01	Validador 02	Validador 03	Promedio	Resultado
Anexo 03	Ficha de Control Peatonal		05			
Anexo 04	Ficha de Encuesta		05			
					Total	
					Índice (%)	

Juliaca, 13 de diciembre del 2022.



Saul Hualquiso Corri
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
CIP. 273811

Constancia de validación

Yo MENDOZA MAMANI, Pelayo, Profesional en Ingeniería Mecánica Eléctrica, con CIP N° 204917, mediante la presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos, encuesta de recolección de datos del estado actual de la seguridad vial, tabla de recolección de datos de aforo peatonal, cumplen con la norma del ministerio de transportes y comunicaciones.

Tesis: "Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo"; Puno 2022.

Se hará la escala de Likert para la valoración de fichas adjuntadas: Ficha de control peatonal (Anexo 3) y Ficha de Encuesta (Anexo 4).

Escala de Likert

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	de acuerdo
5	Totalmente de acuerdo


	Ítem	Validador 01	Validador 02	Validador 03	Promedio	Resultado
Anexo 03	Ficha de Control Peatonal			4		
Anexo 04	Ficha de Encuesta			5		
					Total	
					Índice (%)	



Pelayo MENDOZA MAMANI
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
C.I.P. N° 204917

Juliaca, 13 de diciembre del 2022.

Anexo 12: Conteo peatonal cada 1 hora en el río Inambari del Centro Poblado de Iparo fecha 24/11/2022 y 25/11/2022.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**


FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

Ficha N° 01: Ficha de Control Peatonal

Tesista: _____ Fecha N°: 01
 Responsable: _____ Fecha: 24-11-2022
 Zona: _____ Hora de Inicio: _____
 Ubicación: _____ Hora Fin: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		A ↓	B ↑	
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑			
06:00-07:00	-	-	02	-	02	-	2
07:00-08:00	01	-	04	02	05	02	7
08:00-09:00	-	-	06	-	06	-	6
09:00-10:00	-	-	-	-	-	-	-
10:00-11:00	-	-	02	-	02	-	2
11:00-12:00	-	-	-	-	-	-	-
12:00-13:00	-	-	-	-	-	-	-
13:00-14:00	-	-	03	-	03	-	3
14:00-15:00	-	-	-	08	-	08	8
15:00-16:00	-	01	01	05	01	06	7
16:00-17:00	-	-	-	02	-	02	2
17:00-18:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	01	01	18	17	19	18	37

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

Ficha N° 01: Ficha de Control Peatonal


Tesista: _____ Fecha N°: 02
 Responsable: _____ Fecha: 25-11-2022
 Zona: _____ Hora de Inicio: _____
 Ubicación: _____ Hora Fin: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		A ↓	B ↑	
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑			
06:00-07:00	-	-	-	-	-	-	-
07:00-08:00	-	-	03	-	03	-	03
08:00-09:00	-	-	08	-	08	-	08
09:00-10:00	-	-	02	-	02	-	02
10:00-11:00	-	-	-	-	-	-	-
11:00-12:00	-	-	-	02	-	02	02
12:00-13:00	-	-	-	-	-	-	-
13:00-14:00	-	-	-	-	-	-	-
14:00-15:00	-	-	-	-	-	-	-
15:00-16:00	-	-	02	04	02	04	06
16:00-17:00	-	-	-	05	-	05	05
17:00-18:00	-	-	-	03	-	03	03
TOTAL	-	-	15	14	15	14	29

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

Edwin Luis Saravia Toledo
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354

Anexo 13: Conteo peatonal cada 1 hora en el río Inambari del Centro Poblado de Iparo fecha 26/11/2022 y 27/11/2022.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.


Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis

Tesista: _____
 Responsable: _____
 Zona: _____
 Ubicación: _____

Fecha: 26-11-2022
 Hora de Inicio: _____
 Hora Fin: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		Total		
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00	-	-	04	-	04	-	04
07:00-08:00	02	-	08	04	10	04	14
08:00-09:00	03	-	03	02	06	02	08
09:00-10:00	-	-	-	-	-	-	-
10:00-11:00	-	-	-	-	-	-	-
11:00-12:00	-	-	-	-	-	-	-
12:00-13:00	-	-	-	-	-	-	-
13:00-14:00	-	-	-	-	-	-	-
14:00-15:00	-	-	03	-	03	-	03
15:00-16:00	-	05	-	10	-	15	15
16:00-17:00	-	-	-	03	-	03	03
17:00-18:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	05	05	18	19	23	24	47

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

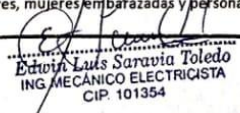
Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis


Tesista: _____
 Responsable: _____
 Zona: _____
 Ubicación: _____

Fecha: 27-11-2022
 Hora de Inicio: _____
 Hora Fin: _____


Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		Total		
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00	-	-	02	-	02	-	02
07:00-08:00	05	-	10	02	15	02	17
08:00-09:00	-	-	-	-	-	-	-
09:00-10:00	03	-	04	-	07	-	07
10:00-11:00	-	-	02	-	02	-	02
11:00-12:00	-	-	-	-	-	-	-
12:00-13:00	-	-	-	-	-	-	-
13:00-14:00	-	-	01	-	01	-	01
14:00-15:00	-	-	-	-	-	-	-
15:00-16:00	-	07	-	15	-	22	22
16:00-17:00	02	-	02	04	04	04	08
17:00-18:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	10	07	21	21	31	28	59

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).


Edwin Luis Saravia Toledo
 ING MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354


Juan Carlos Cabrera
 ING MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 55590

Anexo 14: Conteo peatonal cada 1 hora en el río Inambari del Centro Poblado de Iparo fecha 28/11/2022 y 29/11/2022.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.


Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis

Tesista: _____
 Responsable: _____
 Zona: _____
 Ubicación: _____

Fecha: **28-11-2022**
 Hora de Inicio: _____
 Hora Fin: _____

Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		Total		
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00	01	01	01	03	02	04	06
07:00-08:00	—	—	04	04	04	04	08
08:00-09:00	—	—	—	01	—	01	01
09:00-10:00	—	—	01	—	01	—	01
10:00-11:00	—	—	02	—	02	—	02
11:00-12:00	—	—	—	—	—	—	—
12:00-13:00	—	—	—	—	—	—	—
13:00-14:00	—	—	—	—	—	—	—
14:00-15:00	—	—	—	—	—	—	—
15:00-16:00	—	—	—	—	—	—	—
16:00-17:00	—	01	02	02	02	03	05
17:00-18:00	—	—	—	04	—	04	04
TOTAL	01	02	10	14	11	16	27

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

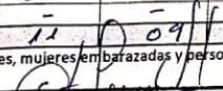
Ficha Nº 01: Ficha de Control Peatonal Croquis


Tesista: _____
 Responsable: _____
 Zona: _____
 Ubicación: _____

Fecha: **29-11-2022**
 Hora de Inicio: _____
 Hora Fin: _____


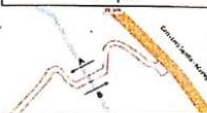
Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido		Sentido		Total		
	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00	—	—	01	—	01	—	01
07:00-08:00	—	01	02	02	02	03	05
08:00-09:00	—	—	—	—	—	—	—
09:00-10:00	—	—	03	—	03	—	03
10:00-11:00	—	—	—	—	—	—	—
11:00-12:00	—	—	01	—	01	—	01
12:00-13:00	—	—	—	—	—	—	—
13:00-14:00	—	—	—	01	—	01	01
14:00-15:00	—	—	02	03	02	03	05
15:00-16:00	—	—	—	—	—	—	—
16:00-17:00	01	—	01	02	02	02	04
17:00-18:00	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	01	01	10	08	11	09	20

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).


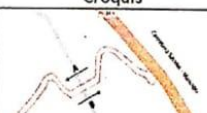

Edwyn Luis Saravia Toledo
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354


Alex Garbín Cabrera
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 55590

Anexo 15: Conteo peatonal cada 1 hora en el río Inambari del Centro Poblado de Iparo fecha 30/11/2022.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA							
Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.							
Ficha N° 01: Ficha de Control Peatonal							Croquis
Tesisista:		Ficha N°: 07					
Responsable:		Fecha: 30-11-2022					
Zona:		Hora de Inicio:					
Ubicación:		Hora Fin:					
Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido A ↓	Sentido B ↑	Sentido A ↓	Sentido B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00	-	-	03	-	03	-	03
07:00-08:00	-	01	04	01	04	02	06
08:00-09:00	-	-	01	-	01	-	01
09:00-10:00	-	-	01	-	01	-	01
10:00-11:00	-	-	-	-	-	-	-
11:00-12:00	-	-	-	-	-	-	-
12:00-13:00	-	-	01	-	01	-	01
13:00-14:00	-	-	-	-	-	-	-
14:00-15:00	-	-	-	-	-	-	-
15:00-16:00	-	-	-	02	-	02	02
16:00-17:00	01	-	04	04	05	04	14
17:00-18:00	-	-	-	01	-	01	01
TOTAL	01	01	14	13	15	14	29

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

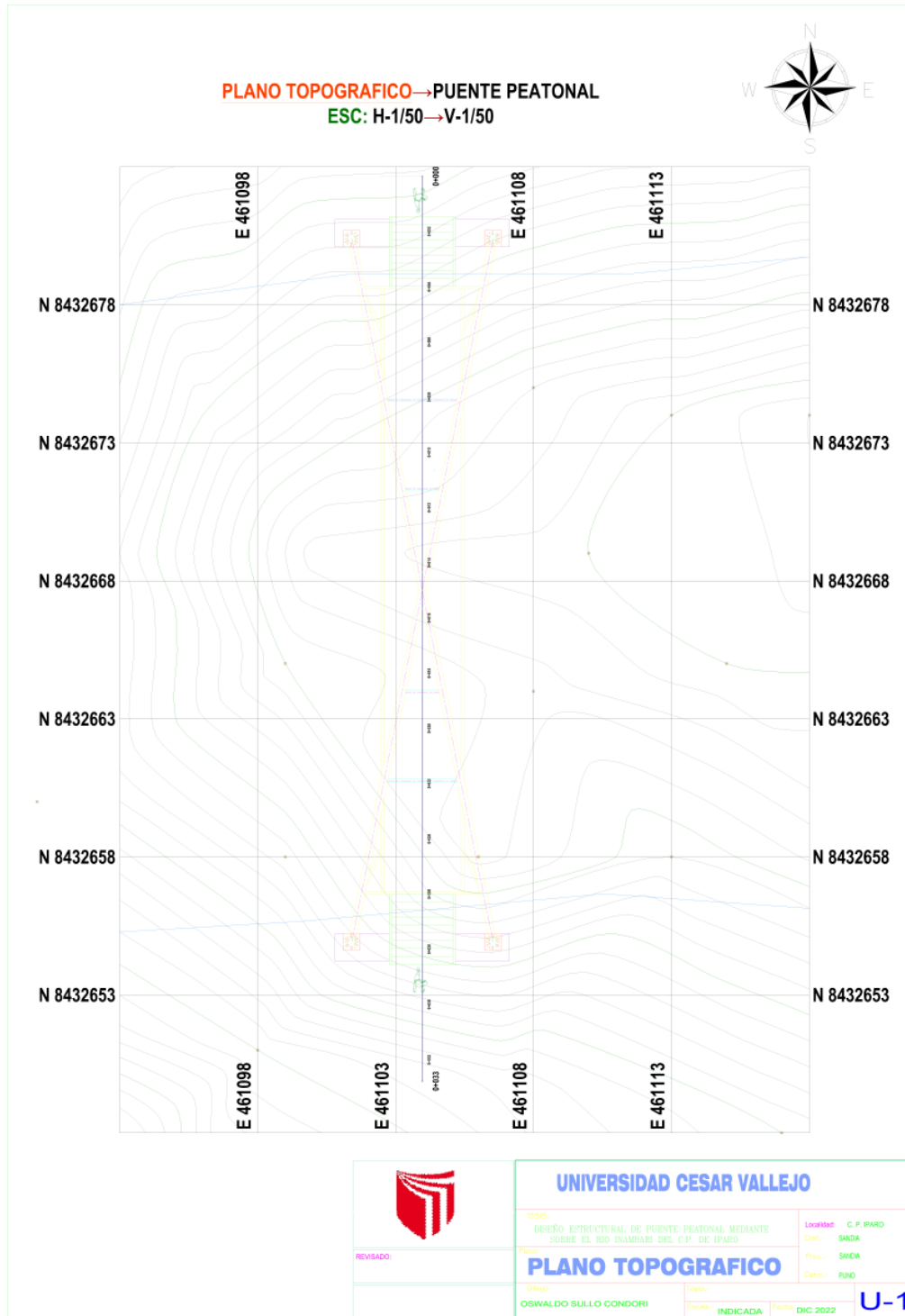
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO							
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA							
Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.							
Ficha N° 01: Ficha de Control Peatonal							Croquis
Tesisista:		Ficha N°:					
Responsable:		Fecha:					
Zona:		Hora de Inicio:					
Ubicación:		Hora Fin:					
Horas de control	Peatón Vulnerable (1)		Peatón no Vulnerable		Total		TOTAL
	Sentido A ↓	Sentido B ↑	Sentido A ↓	Sentido B ↑	A ↓	B ↑	
06:00-07:00							
07:00-08:00							
08:00-09:00							
09:00-10:00							
10:00-11:00							
11:00-12:00							
12:00-13:00							
13:00-14:00							
14:00-15:00							
15:00-16:00							
16:00-17:00							
17:00-18:00							
TOTAL							

Nota: (1) Peatón Vulnerable: Mayor riesgo de lesión en un accidente (niños, adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con discapacidad motriz).

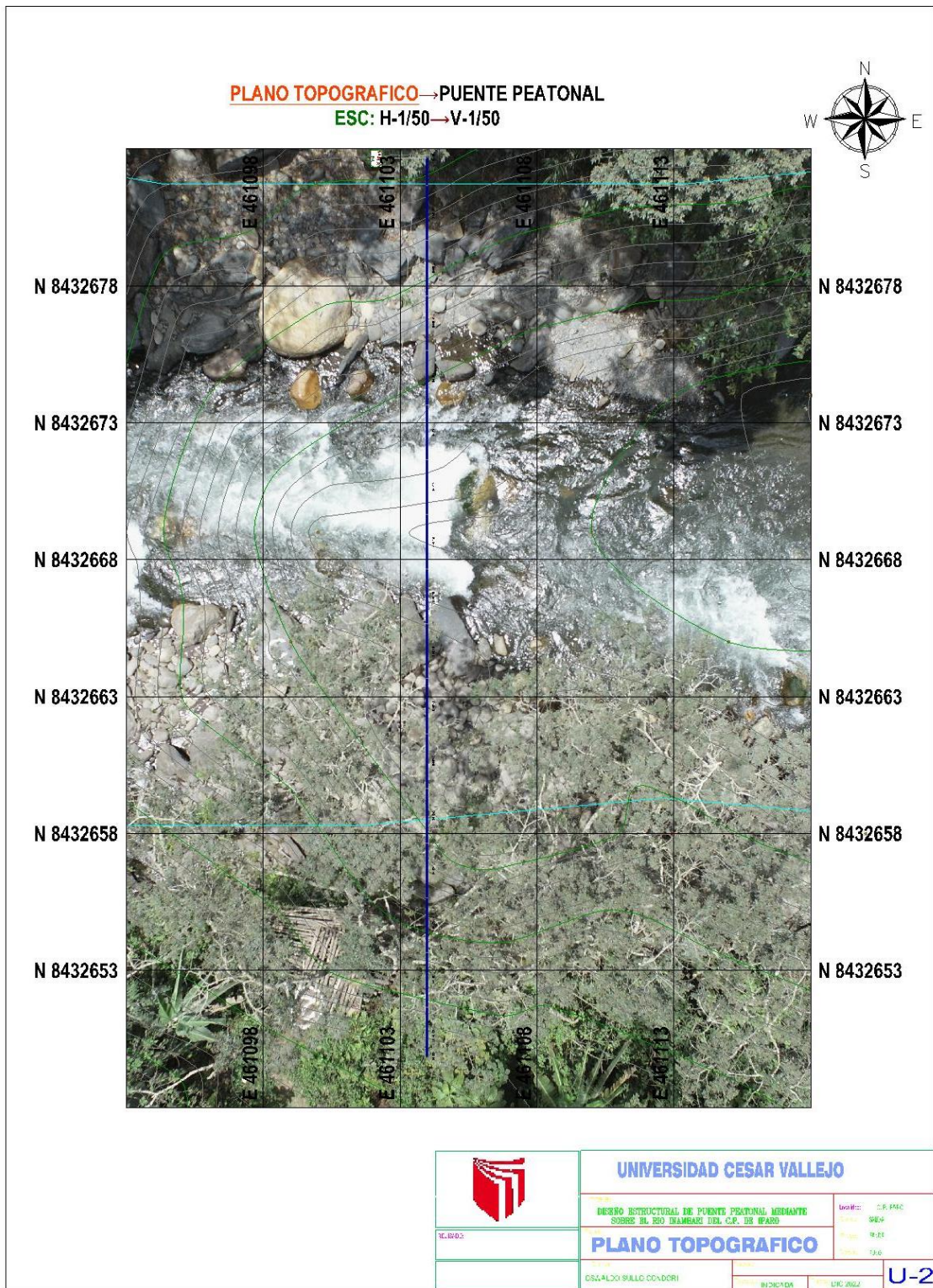
Edwin Luis Saravia Toledo
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 101354

Juan Alex Carpio Cabrer
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 55590

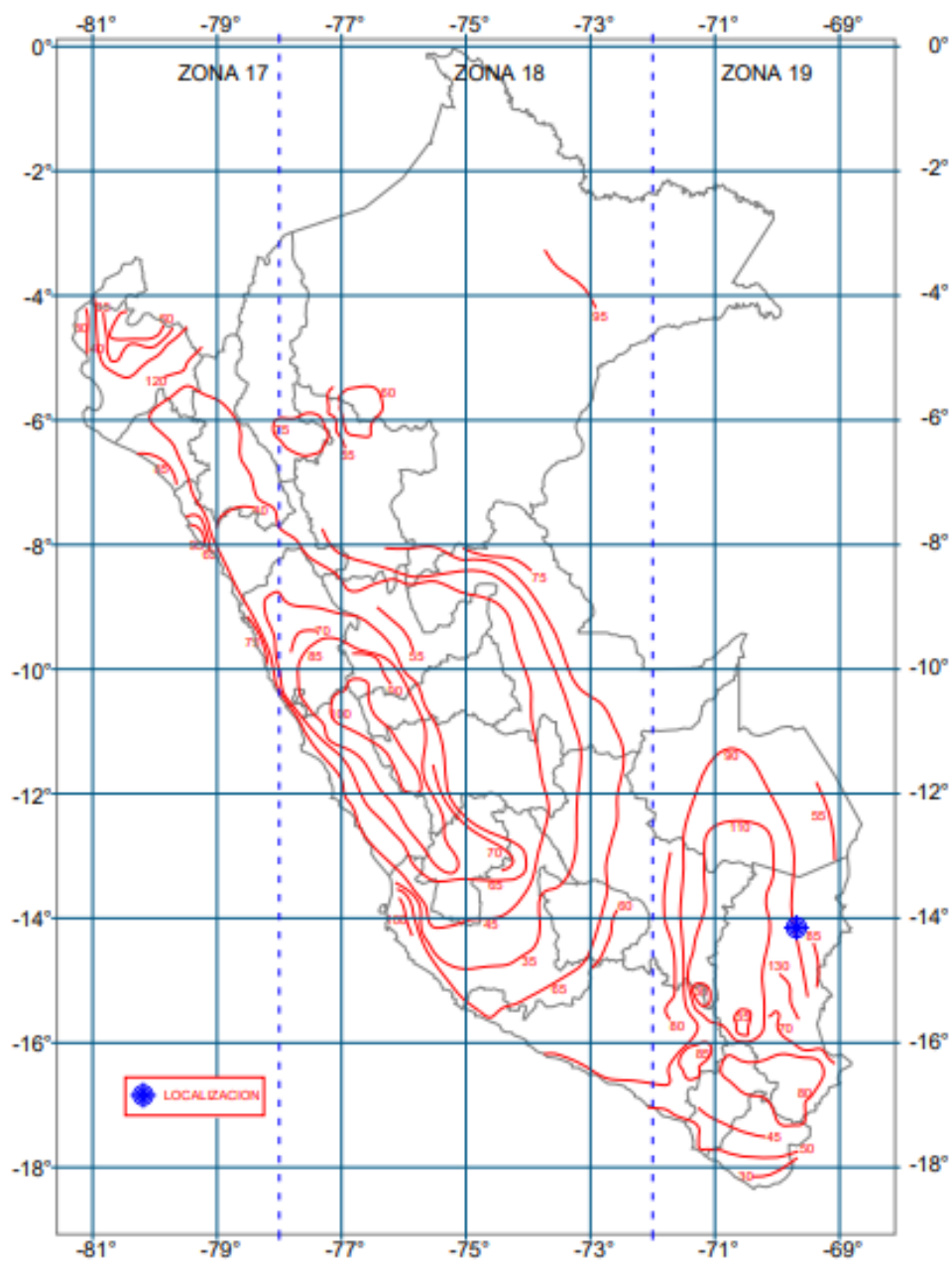
Anexo 16: Vista de plano topográfico generados por el software Agisoft Metashape



Anexo 17: Vista de plano topográfico fotogramétrico mediante dron.



Anexo 18: Mapa eólico de la distribución del Perú.



Anexo 19: Normas, propiedades mecánicas y composición química de los aceros estructurales utilizados en la construcción en acero.

Tipo de acero	Normas		F_y^b (kg/cm ²)	F_u^b (kg/cm ²)	Formas	Usos principales	Composición química b , (%)						Resistencia relativa a la corrosión respecto al acero común
	NOM	ASTM					C máx	Mn máx	Si	S máx	P máx	Otros	
A I C a r b o n o	B-254	A-36	2 530	4 080 - 5 620	Placas, barras y perfiles	Construcción soldada, atornillada y remachada; fines estructurales en general.	0.26 - 0.29 ^b	0.60 - 1.20	0 y 0.15-0.3	0.05	0.04	$C_u=0$ $C_{ij}=0.20$	1 2
	B-177 (Grado B)	A-53 (Grado B)	2 460	4 220 mín	Tubos con o sin costura	Similar al acero A36 (NOM B-254) para aplicaciones en estructuras a base de tubos, etc.	0.30	1.20	---	0.05	0.06	---	---
	B-199	A-500	2 320 3 235 ^c	3 165 4 080 ^c	Tubos formados en frío, sin costura o soldados de sección cuadrada, rectangular o de otras formas	Similar al acero A36 (NOM B-254).	---	---	---	---	---	---	---
	B-200	A-501	2 530	4 080	Tubos sin costura o soldados formados en caliente, redondos, cuadrados, rectangulares o de forma especial	Similar al acero A36 (NOM B-254).	0.26	---	---	0.05	0.04	$C_u=0$ $C_{ij}=0.20$	1 2
	B-99	A-529	2 950	4 220 - 5 975	Placas y barras con espesor máximo de 13 mm	Similar al acero A36 (NOM B-254).	---	---	---	---	---	---	---
	B-347	A-570	2 110 - 3 520	3 445 - 4 570	Lámina	Miembros contruidos con perfiles de acero formados en frío para edificios.	0.25	0.90 - 1.35 ^e	---	0.05	0.04	$C_u=0.20$	---

Anexo 20: Valores máximos admisibles de las relaciones ancho/groeso

Descripción del elemento	Clasificación de las secciones		
	Tipo 1 (Diseño plástico y diseño sísmico con $Q = 3$ ó 4)	Tipo 2 Compactas (Diseño plástico y diseño sísmico con $Q \leq 2$)	Tipo 3 No Compactas
Alas de ángulos sencillos y de ángulos dobles con separadores, en compresión; elementos comprimidos soportados a lo largo de uno solo de los bordes longitudinales.	---	---	$0.45 \sqrt{E/F_y}$
Atiesadores de travesaños armados, soportados a lo largo de un solo borde longitudinal.	---	---	$0.56 \sqrt{E/F_y}$
Almas de secciones T.	---	$0.38 \sqrt{E/F_y}$	$0.77 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones I, H o T, en flexión.	$0.32 \sqrt{E/F_y}$	$0.38 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones I o H, en compresión pura; placas que sobresalen de miembros comprimidos ¹ .	$0.58 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$	$0.58 \sqrt{E/F_y}$
Patines de canales.	---	---	$0.56 \sqrt{E/F_y}$
Patines de secciones en cajón, laminadas o soldadas, en flexión; cubreplacas entre líneas de remaches, tornillos o soldaduras, atiesadores soportados a lo largo de los dos bordes paralelos a la fuerza.	$1.12 \sqrt{E/F_y}$	$1.12 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$
Almas de secciones I o H y placas de secciones en cajón, en compresión pura ¹ .	$1.47 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$	$1.47 \sqrt{E/F_y}$
Almas en flexión.	$2.45 \sqrt{E/F_y}$	$3.71 \sqrt{E/F_y}$	$5.60 \sqrt{E/F_y}$
Almas flexocomprimidas ² .	$2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.4 \frac{P_u}{P_y}\right)$	$3.75 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.6 \frac{P_u}{P_y}\right)$	$5.6 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - 0.74 \frac{P_u}{P_y}\right)$
Secciones circulares huecas en compresión axial ³ .	$0.065 E/F_y$	$0.090 E/F_y$	$0.115 E/F_y$
Secciones circulares huecas en flexión.	$0.045 E/F_y$	$0.071 E/F_y$	$0.309 E/F_y$

1 En miembros sometidos a compresión axial no existe la distinción basada en capacidad de rotación, por lo que los límites de almas y patines de perfiles comprimidos axialmente son los mismos para las secciones tipo 1 a 3;

2 P_u fuerza axial de diseño;

3 Ver sección II.2.3.5.

Anexo 21: Dimensiones y propiedades de tubos OC.

Designación (tamaños x espesor) (mm x mm x mm)	Designación (tamaños x espesor) (in x in x in)	W (kg/m)	A (cm ²)	d (mm)	t (mm)	t dis (mm)	h/t _w	I _x (cm ⁴)	Z _x (cm ³)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	J (cm ⁴)	C (cm ³)
508 x 12.7	20 x 0.500	229	184	508	12.70	11.80	43.0	56 600	2 900	2 230	17.6	113 000	4 460
508 x 9.5	20 x 0.375	173	139	508	9.53	8.86	57.3	43 300	2 210	1 700	17.7	86 600	3 410
457.2 x 12.7	18 x 0.500	206	165	457	12.70	11.80	38.7	41 000	2 340	1 790	15.7	82 000	3 590
457.2 x 9.5	18 x 0.375	156	125	457	9.53	8.86	51.6	31 400	1 790	1 370	15.8	62 900	2 750
406.4 x 15.9	16 x 0.625	227	181	406	15.90	14.80	27.5	34 900	2 260	1 720	13.9	69 900	3 420
406.4 x 12.7	16 x 0.500	183	146	406	12.70	11.80	34.4	28 500	1 840	1 400	13.9	57 000	2 800
406.4 x 11.1	16 x 0.438	161	128	406	11.10	10.30	39.3	25 200	1 620	1 240	14	50 400	2 490
406.4 x 9.5	16 x 0.375	138	111	406	9.53	8.86	45.8	21 900	1 400	1 080	14	43 700	2 150
406.4 x 7.9	16 x 0.312	115	92.9	406	7.94	7.39	55.0	18 400	1 180	908	14.1	36 900	1 820
406.4 x 6.4	16 x 0.250	92.8	74.2	406	6.35	5.92	68.7	14 900	949	734	14.2	29 800	1 470
355.6 x 15.9	14 x 0.625	197	158	356	15.90	14.80	24.1	23 000	1 720	1 290	12.1	45 800	2 590
355.6 x 12.7	14 x 0.500	159	128	356	12.70	11.80	30.1	18 900	1 400	1 060	12.2	37 800	2 130
355.6 x 9.5	14 x 0.375	120	96.8	356	9.53	8.86	40.1	14 500	1 070	816	12.3	29 100	1 640
355.6 x 7.9	14 x 0.312	101	80.6	356	7.94	7.39	48.1	12 300	896	690	12.3	24 500	1 380
355.6 x 6.4	14 x 0.250	81.0	65.2	356	6.35	5.92	60.1	10 000	724	559	12.4	19 900	1 120
323.9 x 12.7	12.750 x 0.500	144	115	324	12.70	11.80	27.4	14 100	1 150	872	11	28 200	1 740
323.9 x 9.5	12.750 x 0.375	109	87.7	324	9.53	8.86	36.5	10 900	880	672	11.2	21 800	1 350
323.9 x 6.4	12.750 x 0.250	73.6	59.1	324	6.35	5.92	54.7	7 490	598	462	11.3	14 900	923
273.1 x 12.7	10.750 x 0.500	121	96.8	273	12.70	11.80	23.1	8 280	806	606	9.3	16 600	1 210
273.1 x 9.5	10.750 x 0.375	91.7	73.5	273	9.53	8.86	30.8	6 410	619	470	9.4	12 900	941
273.1 x 6.4	10.750 x 0.250	61.9	49.7	273	6.35	5.92	46.1	4 410	423	324	9.5	8 870	649
254 x 15.9	10 x 0.625	138	111	254	15.90	14.80	17.2	7 950	846	628	8.5	15 900	1 260
254 x 12.7	10 x 0.500	112	89.7	254	12.70	11.80	21.5	6 620	693	519	8.6	13 200	1 040
254 x 9.5	10 x 0.375	85.1	68.4	254	9.53	8.86	28.7	5 120	533	405	8.7	10 300	808
254 x 7.9	10 x 0.312	71.2	57.3	254	7.94	7.39	34.4	4 370	449	342	8.7	8 700	687
254 x 6.4	10 x 0.250	57.4	46.1	254	6.35	5.92	42.9	3 550	364	280	8.8	7 120	559
254 x 4.8	10 x 0.188	43.5	34.6	254	4.76	4.42	57.5	2 700	275	213	8.8	5 410	424
244.5 x 12.7	9.625 x 0.500	108	86.5	244	12.70	11.80	20.7	5 870	639	479	8.2	11 700	959
244.5 x 9.5	9.625 x 0.375	81.8	65.8	244	9.53	8.86	27.6	4 580	492	374	8.3	9 120	746
244.5 x 7.9	9.625 x 0.312	68.5	55	244	7.94	7.39	33.1	3 870	416	316	8.4	7 740	634
244.5 x 6.4	9.625 x 0.250	55.2	44.3	244	6.35	5.92	41.3	3 160	338	259	8.4	6 330	516
244.5 x 4.8	9.625 x 0.188	41.8	33.4	244	4.76	4.42	55.3	2 400	254	197	8.5	4 790	393
219.1 x 15.9	8.625 x 0.625	118	94.8	219	15.90	14.80	14.8	4 950	618	454	7.2	9 950	908
219.1 x 12.7	8.625 x 0.500	95.7	76.8	219	12.70	11.80	18.5	4 160	508	379	7.3	8 280	757
219.1 x 9.5	8.625 x 0.375	72.9	58.5	219	9.53	8.86	24.7	3 240	392	295	7.4	6 490	592
219.1 x 8.2	8.625 x 0.322	63.0	50.6	219	7.94	7.62	28.8	2 830	341	259	7.5	5 660	518
219.1 x 6.4	8.625 x 0.250	49.3	39.6	219	6.35	5.92	37.0	2 250	269	205	7.5	4 500	411
219.1 x 4.8	8.625 x 0.188	37.4	29.8	219	4.78	4.42	49.6	1 720	203	157	7.6	3 430	313
219.1 x 9.5	7.625 x 0.375	64.1	51.5	219	9.53	8.86	21.8	2 200	303	228	6.6	4 410	456
219.1 x 8.3	7.625 x 0.328	56.4	45.2	219	8.33	7.75	25.0	1 960	269	202	6.6	3 920	405
190.5 x 12.7	7.500 x 0.500	82.5	66.5	191	12.70	11.80	16.1	2 660	377	279	6.3	5 330	559
190.5 x 9.5	7.500 x 0.375	63.0	50.6	191	9.53	8.86	21.5	2 090	293	220	6.4	4 160	439
190.5 x 7.9	7.500 x 0.312	52.9	42.5	191	7.94	7.39	25.8	1 790	247	187	6.5	3 570	375
190.5 x 6.4	7.500 x 0.250	42.7	34.3	191	6.35	5.92	32.2	1 470	202	154	6.5	2 930	306
190.5 x 4.8	7.500 x 0.188	32.4	25.8	191	4.76	4.42	43.1	1 120	153	117	6.6	2 240	234
177.8 x 12.7	7 x 0.500	76.6	61.6	178	12.70	11.80	15.1	2 130	326	239	5.9	4 250	480
177.8 x 9.5	7 x 0.375	58.6	47	178	9.53	8.86	20.1	1 680	254	190	6.0	3 370	379

Designación (tamaños x espesor)	Designación (tamaños x espesor)	W	A	d	t	t dis	h/t _w	I _x	Z _x	S _x	r _x	J	C
(mm x mm x mm)	(in x in x in)	(kg/m)	(cm ²)	(mm)	(mm)	(mm)		(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)
177.8 x 7.9	7 x 0.312	49.2	39.5	178	7.94	7.39	24.1	1 440	215	162	6.0	2 880	324
177.8 X 6.4	7 x 0.250	39.8	31.9	178	6.35	5.92	30.0	1 180	175	133	6.1	2 360	265
177.8 X 4.8	7 x 0.188	30.2	24.1	178	4.76	4.42	40.2	903	133	102	6.1	1 810	203
177.8 X 3.2	7 x 0.125	20.3	16.2	178	3.18	2.95	60.3	620	90.1	69.6	6.2	1 240	139
174.6 x 12.7	6.875 x 0.500	75.1	60.4	175	12.70	11.80	14.8	2 010	313	231	5.8	4 020	460
174.6 x 9.5	6.875 x 0.375	57.4	46.2	175	9.53	8.86	19.7	1 590	244	182	5.9	3 180	364
174.6 x 7.9	6.875 x 0.312	48.3	38.8	175	7.94	7.39	23.6	1 360	206	156	5.9	2 720	311
174.6 x 6.4	6.875 x 0.250	39.0	31.4	175	6.35	5.92	29.5	1 120	169	128	6.0	2 240	256
174.6 x 4.8	6.875 x 0.188	29.6	23.6	175	4.76	4.42	39.5	857	128	98.2	6.0	1 710	197
168.3 x 12.7	6.625 x 0.500	72.2	58.1	168	12.70	11.80	14.2	1 790	290	213	5.5	3 580	424
168.3 x 11	6.625 x 0.432	63.1	50.7	168	11.10	10.20	16.5	1 590	256	188	5.6	3 180	379
168.3 x 9.5	6.625 x 0.375	55.2	44.4	168	9.53	8.86	19.0	1 420	226	169	5.6	2 830	336
168.3 x 7.9	6.625 x 0.312	46.4	37.4	168	7.94	7.39	22.8	1 210	192	144	5.7	2 420	288
168.3 x 7.1	6.625 x 0.280	41.9	33.5	168	7.11	6.60	25.5	1 100	172	130	5.7	2 190	261
168.3 x 6.4	6.625 x 0.250	37.6	30.2	168	6.35	5.92	28.4	1 000	156	118	5.7	1 990	236
168.3 x 4.8	6.625 x 0.188	28.5	22.8	168	4.76	4.42	38.1	766	119	90.8	5.8	1 530	182
168.3 x 3.2	6.625 x 0.125	19.1	15.3	168	3.18	2.95	57.1	524	80.6	62.1	5.8	1 040	124
152.4 x 12.7	6 x 0.500	64.8	52.2	152	12.70	11.80	12.9	1 300	234	170	5.0	2 600	341
152.4 x 9.5	6 x 0.375	49.7	40	152	9.53	8.86	17.2	1 030	184	136	5.1	2 070	272
152.4 x 7.9	6 x 0.312	41.8	33.7	152	7.94	7.39	20.6	887	156	117	5.1	1 770	233
152.4 x 7.1	6 x 0.280	37.7	30.3	152	7.11	6.60	23.1	803	140	106	5.2	1 610	211
152.4 x 6.4	6 x 0.250	33.9	27.2	152	6.35	5.92	25.8	733	127	96.0	5.2	1 470	192
152.4 x 4.8	6 x 0.188	25.8	20.5	152	4.76	4.42	34.5	562	96.8	73.9	5.2	1 120	148
152.4 x 3.2	6 x 0.125	17.3	13.8	152	3.18	2.95	51.7	386	65.9	50.6	5.3	774	101
141.3 x 12.7	5.563 x 0.500	59.7	48.1	141	12.70	11.80	12.0	1 020	198	144	4.6	2 030	287
141.3 x 9.5	5.563 x 0.375	45.9	36.9	141	9.53	8.86	15.9	812	156	115	4.7	1 620	229
141.3 x 6.6	5.563 x 0.258	32.3	25.9	141	6.55	6.10	23.2	591	111	83.9	4.8	1 190	167
141.3 x 4.8	5.563 x 0.188	23.8	19	141	4.76	4.42	32.0	445	82.8	63.1	4.9	891	126
141.3 x 3.4	5.563 x 0.134	17.1	13.7	141	3.40	3.15	44.9	326	60.1	46.2	4.9	653	92
139.7 x 12.7	5.500 x 0.500	58.9	47.5	140	12.70	11.80	11.8	978	193	140	4.6	1.960	280
139.7 x 9.5	5.500 x 0.375	45.3	36.5	140	9.53	8.86	15.8	783	152	112	4.7	1.570	225
139.7 x 6.6	5.500 x 0.258	31.9	25.6	140	6.55	6.10	22.9	570	109	81.9	4.7	1.140	164
127 x 12.7	5 x 0.500	53.0	42.7	127	12.70	11.80	10.8	716	157	113	4.1	1.430	226
127 x 9.5	5 x 0.375	40.9	32.9	127	9.53	8.86	14.3	579	124	90.9	4.2	1.150	182
127 x 7.9	5 x 0.312	34.5	27.7	127	7.94	7.39	17.2	499	106	78.5	4.2	999	157
127 x 6.6	5 x 0.258	28.8	23.2	127	6.55	6.10	20.8	425	89.1	66.9	4.3	849	134
127 x 6.4	5 x 0.250	28.0	22.5	127	6.35	5.92	21.5	414	86.9	65.1	4.3	828	130
127 x 4.8	5 x 0.188	21.3	17	127	4.76	4.42	28.7	320	66.4	50.5	4.3	641	101
127 x 3.2	5 x 0.125	14.4	11.5	127	3.18	2.95	43.1	221	45.4	34.7	4.4	441	70
114.3 x 9.5	4.500 x 0.375	36.5	29.4	114	9.53	8.86	12.9	411	98.8	71.9	3.7	820	144
114.3 x 8.6	4.500 x 0.337	33.1	26.6	114	8.56	7.95	14.4	378	90.1	66.0	3.8	753	132
114.3 x 6	4.500 x 0.237	23.8	19.1	114	6.02	5.59	20.5	283	66.0	49.5	3.9	566	99
114.3 x 4.8	4.500 x 0.188	19.1	15.2	114	4.76	4.42	25.9	231	53.4	40.3	3.9	462	81
114.3 x 3.2	4.500 x 0.125	12.9	10.3	114	3.18	2.95	38.8	160	36.5	28.0	3.9	320	56
101.6 x 8	4 x 0.313	27.2	21.9	102	7.94	7.39	13.7	244	65.7	48.0	3.4	487	96
101.6 x 6.4	4 x 0.250	22.0	17.8	102	6.35	5.92	17.2	204	54.2	40.1	3.4	409	81
101.6 x 6	4 x 0.237	21.0	16.8	102	6.02	5.59	18.2	195	51.6	38.3	3.4	390	77

Anexo 22: Dimensiones y propiedades de perfil W

Designación (d x peso) (mm x kg/m)	Designación (d x peso) (in x lb/ft)	d (mm)	b _f (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	K _{DIS} (mm)	K _{DET} (mm)	K ₁ (mm)
360 x 179	14 x 120	368	373	15	23.9	39.1	57.2	38.1
360 x 162	14 x 109	363	371	13.3	21.8	37.1	55.6	38.1
360 x 147	14 x 99	361	371	12.3	19.8	35.1	52.4	36.5
360 x 134	14 x 90	356	368	11.2	18	33.3	50.8	36.5
360 x 122	14 x 82	363	257	13	21.7	36.8	42.9	27.0
360 x 110	14 x 74	361	257	11.4	19.9	35.1	41.3	27.0
360 x 101	14 x 68	356	254	10.5	18.3	33.3	39.7	27.0
360 x 91	14 x 61	353	254	9.53	16.4	31.5	38.1	25.4
360 x 79	14 x 53	353	205	9.4	16.8	31.8	38.1	25.4
360 x 72	14 x 48	351	204	8.64	15.1	30.2	36.5	25.4
360 x 64	14 x 43	348	203	7.75	13.5	28.4	34.9	25.4
360 x 57.8	14 x 38	358	172	7.87	13.1	23.2	31.8	20.6
360 x 51	14 x 34	356	171	7.24	11.6	21.7	30.2	19.1
360 x 44	14 x 30	351	171	6.86	9.78	19.9	28.6	19.1
360 x 39	14 x 26	353	128	6.48	10.7	20.8	28.6	19.1
360 x 32.9	14 x 22	348	127	5.84	8.51	18.7	27	19.1
310 x 500	12 x 336	427	340	45.2	75.2	90.2	98.4	42.9
310 x 454	12 x 305	414	335	41.4	68.8	83.8	92.1	41.3
310 x 415	12 x 279	404	333	38.9	62.7	78	85.7	41.3
310 x 375	12 x 252	391	330	35.6	57.2	72.4	79.4	38.1
310 x 342	12 x 230	384	328	32.8	52.6	67.8	74.6	38.1
310 x 313	12 x 210	373	325	30	48.3	63.5	71.4	36.5
310 x 283	12 x 190	366	323	26.9	44.2	59.2	66.7	34.9
310 x 253	12 x 170	356	320	24.4	39.6	54.9	61.9	33.3
310 x 226	12 x 152	348	318	22.1	35.6	50.8	58.7	31.8
310 x 202	12 x 136	340	315	20.1	31.8	47	54	31.8
310 x 179	12 x 120	333	312	18	28.2	43.2	50.8	30.2
310 x 158	12 x 106	328	310	15.5	25.1	40.4	47.6	28.6
310 x 143	12 x 96	323	310	14	22.9	38.1	46	28.6
310 x 129	12 x 87	318	307	13.1	20.6	35.8	42.9	27.0
310 x 117	12 x 79	315	307	11.9	18.7	33.8	41.3	27.0
310 x 107	12 x 72	312	305	10.9	17	32.3	39.7	27.0
310 x 97	12 x 65	307	305	9.91	15.4	30.5	38.1	25.4
310 x 86	12 x 58	310	254	9.14	16.3	31.5	38.1	23.8
310 x 79	12 x 53	307	254	8.76	14.6	30	34.9	23.8
310 x 74	12 x 50	310	205	9.4	16.3	29	38.1	23.8
310 x 67	12 x 45	307	204	8.51	14.6	27.4	34.9	23.8
310 x 60	12 x 40	302	203	7.49	13.1	25.9	34.9	22.2
310 x 52	12 x 35	318	167	7.62	13.2	20.8	30.2	19.1
310 x 44.5	12 x 30	312	166	6.6	11.2	18.8	28.6	19.1
310 x 38.7	12 x 26	310	165	5.84	9.65	17.3	27	19.1
310 x 32.7	12 x 22	312	102	6.6	10.8	18.4	23.8	15.9
310 x 28.3	12 x 19	310	102	5.97	8.89	16.5	22.2	14.3
310 x 23.8	12 x 16	305	101	5.59	6.73	14.4	20.6	14.3
310 x 21	12 x 14	302	101	5.08	5.72	13.3	19.1	14.3
250 x 167	10 x 112	290	264	19.2	31.8	44.5	49.2	25.4
250 x 149	10 x 100	282	262	17.3	28.4	41.1	46	25.46

A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	I _y (cm ⁴)	S _y (cm ³)	r _y (cm)	Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)	J (cm ⁴)	C _w (cm ⁶)	r _{ts} (cm)	h _o (cm)
228	57 400	3 110	15.8	20 600	1 110	9.5	3 470	1 670	390	6 100 000	10.7	34.4
206	51 600	2 830	15.8	18 600	1 000	9.47	3 150	1 520	296	5 420 000	10.6	34.1
188	46 200	2 570	15.7	16 700	905	9.42	2 830	1 370	224	4 830 000	10.5	34.1
171	41 600	2 340	15.6	15 100	818	9.4	2 570	1 240	169	4 300 000	10.4	33.8
155	36 700	2 020	15.4	6 160	480	6.3	2 280	734	211	1 800 000	7.2	34.1
141	33 100	1 840	15.3	5 580	436	6.3	2 060	664	161	1 610 000	7.2	34.1
129	30 100	1 690	15.3	5 040	397	6.25	1 880	605	125	1 440 000	7.1	33.8
115	26 600	1 510	15.2	4 450	352	6.22	1 670	537	91	1 260 000	7.0	33.7
101	22 500	1 270	15	2 400	234	4.88	1 430	361	81	682 000	5.6	33.6
91	20 100	1 150	14.9	2 140	210	4.85	1 280	321	60	602 000	5.6	33.6
81.3	17 800	1 030	14.8	1 880	185	4.8	1 140	283	44	524 000	5.5	33.5
72.3	16 000	895	14.9	1 110	129	3.94	1 010	198	33	330 000	4.6	34.5
64.5	14 200	796	14.8	970	113	3.89	895	174	24	287 000	4.6	34.4
57.1	12 100	688	14.6	816	95	3.78	775	147	16	238 000	4.5	34.1
49.6	10 200	578	14.4	371	58	2.74	659	91	15	109 000	3.3	34.2
41.9	8 280	475	14.1	291	46	2.64	544	72	9	84 300	3.2	33.9
637	169 000	7 910	16.3	49 500	2 900	8.81	9 880	4 490	10 100	15 300 000	10.5	35.2
578	148 000	7 130	16	43 700	2 610	8.69	8 800	4 000	7 700	13 100 000	10.3	34.5
528	129 000	6 440	15.6	39 000	2 340	8.59	7 880	3 610	5 950	11 300 000	10.2	34.1
477	113 000	5 780	15.4	34 500	2 080	8.48	7 010	3 210	4 500	9 610 000	10.0	33.4
437	101 000	5 260	15.2	30 900	1 880	8.41	6 330	2 900	3 490	8 380 000	9.8	33.1
399	89 100	4 790	15	27 600	1 700	8.33	5 700	2 610	2 690	7 300 000	9.7	32.5
360	78 700	4 310	14.8	24 500	1 520	8.26	5 100	2 340	2 030	6 340 000	9.6	32.2
323	68 700	3 850	14.6	21 500	1 350	8.18	4 510	2 060	1 480	5 400 000	9.4	31.6
288	59 500	3 420	14.4	18 900	1 190	8.1	3 980	1 820	1 070	4 620 000	9.3	31.2
257	51 600	3 050	14.2	16 600	1 050	8.03	3 510	1 610	770	3 950 000	9.2	30.8
228	44 500	2 670	14	14 400	918	7.95	3 050	1 400	537	3 330 000	9.1	30.5
201	38 800	2 380	13.9	12 500	808	7.9	2 690	1 230	380	2 870 000	8.9	30.3
182	34 700	2 150	13.8	11 200	728	7.85	2 410	1 110	285	2 530 000	8.8	30.0
165	30 800	1 930	13.7	10 000	651	7.8	2 160	990	212	2 220 000	8.8	29.7
150	27 600	1 750	13.6	8 990	587	7.75	1 950	890	160	1 970 000	8.7	29.6
136	24 800	1 600	13.5	8 120	531	7.72	1 770	806	122	1 760 000	8.6	29.5
123	22 200	1 440	13.4	7 240	477	7.67	1 590	723	91	1 550 000	8.6	29.2
110	19 800	1 280	13.4	4 450	351	6.38	1 420	533	87	959 000	7.1	29.4
101	17 700	1 160	13.3	3 990	315	6.3	1 280	477	66	849 000	7.1	29.2
94.2	16 300	1 050	13.2	2 340	228	4.98	1 180	349	71	505 000	5.7	29.4
84.5	14 500	946	13.1	2 080	203	4.95	1 050	311	52	443 000	5.7	29.2
75.5	12 800	844	13	1 840	180	4.93	934	275	38	387 000	5.6	28.9
66.5	11 900	747	13.3	1 020	122	3.91	839	188	31	236 000	4.6	30.5
56.7	9 910	633	13.2	845	102	3.86	706	157	19	193 000	4.5	30.1
49.4	8 490	547	13.1	720	88	3.84	610	134	13	163 000	4.5	30.0
41.8	6 490	416	12.5	194	38	2.15	480	60	12	44 000	2.7	30.1
35.9	5 410	349	12.2	157	31	2.09	405	49	7	35 200	2.6	30.1
30.4	4 290	280	11.9	117	23	1.96	329	37	4	26 000	2.5	29.8
26.8	3 690	244	11.7	98	20	1.91	285	31	3	21 600	2.4	29.6
212	29 800	2 060	11.8	9 820	742	6.81	2 410	1 130	629	1 620 000	7.8	25.8
190	25 900	1 840	11.7	8 620	655	6.73	2 130	1 000	454	1 380 000	7.7	25.4

Anexo 23: Pre diseño de estructuras.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

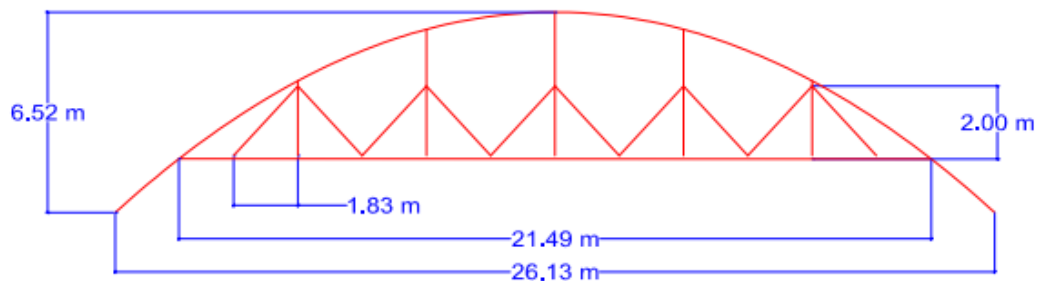
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Predimensionamiento de tipo arco

Características del puente peatonal:

Supertestructura	
Longitud total:	26.13m
Tipo de puente:	arco de acero estructural de tablero intermedio
Altura	6,52 m
Ancho del tablero	2,00 m
Ancho de la vía	: 1800 mm (según AASHTO para 01 vía)
Longitud del tablero	21.49 m



Estimaciones de cargas:

Carga de diseño (viva peatonal)	258 Kg/m ² (calculada) 415 Kg/m ² (AASHTO A.3.6.1.6, Para puentes exclusivamente para tráfico peatonal)
---------------------------------	--

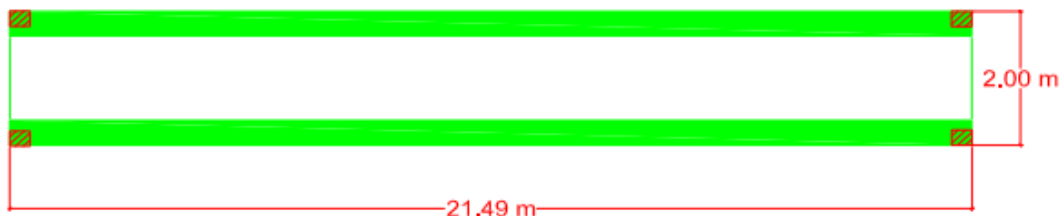
Propiedades del acero ASTM A-36

F _y = 2530 Kg/cm ²
F _u =4080-5620 Kg/cm ²
E=2039420 Kg/cm ²

Donde:

F _y : Esfuerzo de fluencia o límite inferior de fluencia del material
F _u : Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión
E: Módulo elástico

Área de la plataforma



Donde:

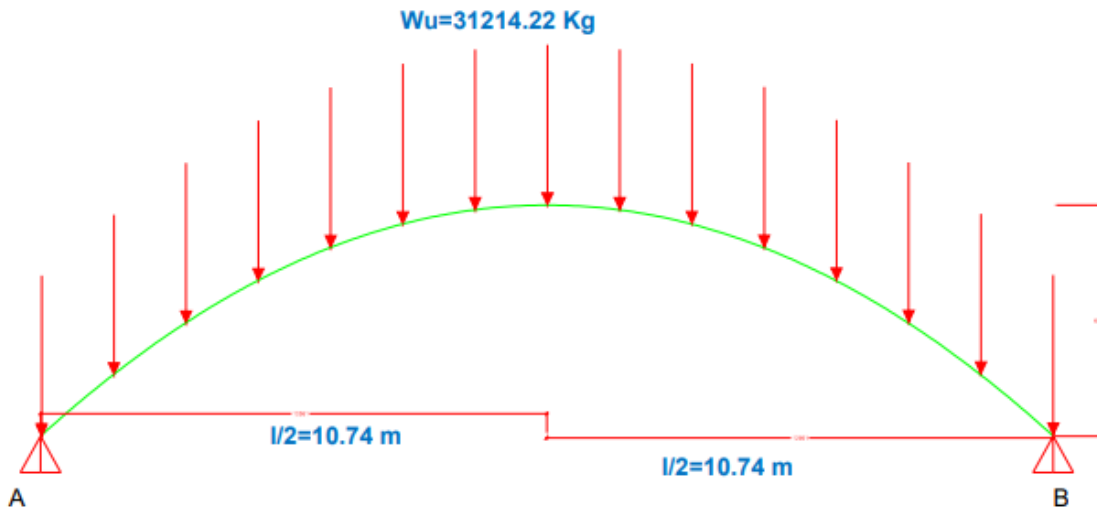
A _p : Área de la plataforma
L : Longitud de la plataforma
b : Ancho de vía

$$A_p = L \cdot b$$

$$A_p = 42.98 \text{ m}^2$$



Predimensionamiento del arco parabolico de seccion constante por compresión



ley de momentos flextores estado 1, con condicion de desplazamiento en es de 0.

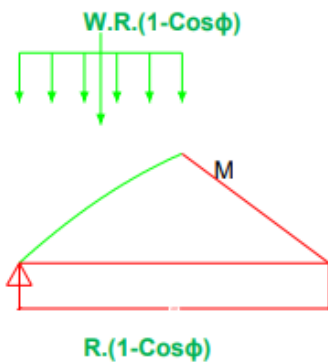
$$u_B = 0$$

$$M' = H \cdot R \cdot \text{Sen}\varphi$$

Donde:

- u_B : desplazamiento en B
- M' : Momento en el arco en el estado 1
- H : fuerza horizontal

ley de momentos felctores estado 2



$$M = WR \cdot R(1 - \cos\varphi) - \frac{WR^2(1 - \cos\varphi)^2}{2}$$

$$M = \frac{WR^2}{2} \text{sen}^2\varphi$$

$$M'' = \frac{WR^2}{2} \text{sen}^2\varphi$$

Donde:

- M'' : Momento en el arco en el estado 2
- W : carga equivalente uniformemente distribuida.
- R : Rádío del arco.
- φ : Angulo del arco



tenemos la ley de momentos flectores debida a la carga puntual sumando los dos estados

$$M' = H.R. \operatorname{Sen} \varphi$$

$$M'' = \frac{WR^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi$$

$$M = HR \operatorname{sen} \varphi + \frac{WR^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi$$

calculado el desplazamiento

$$U = \int_0^\pi \frac{M^2}{2EI} dS = \int_0^\pi \frac{(HR \operatorname{sen} \varphi + \frac{WR^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi)^2}{2EI} R d\varphi$$

$$\bar{u}_B = \frac{\delta U}{\delta H} = \int_0^\pi \frac{(HR \operatorname{sen} \varphi + \frac{WR^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi) R \operatorname{sen} \varphi}{EI} R d\varphi$$

$$\bar{u}_B = \frac{\delta U}{\delta H} = \int_0^\pi \frac{(HR \operatorname{sen} \varphi + \frac{WR^2}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi) R \operatorname{sen} \varphi}{EI} R d\varphi = 0$$

$$\bar{u}_B = \frac{R^3}{EI} \int_0^\pi \left(H \operatorname{sen} \varphi + \frac{WR}{2} \operatorname{sen}^2 \varphi \right) \operatorname{sen} \varphi d\varphi = 0$$

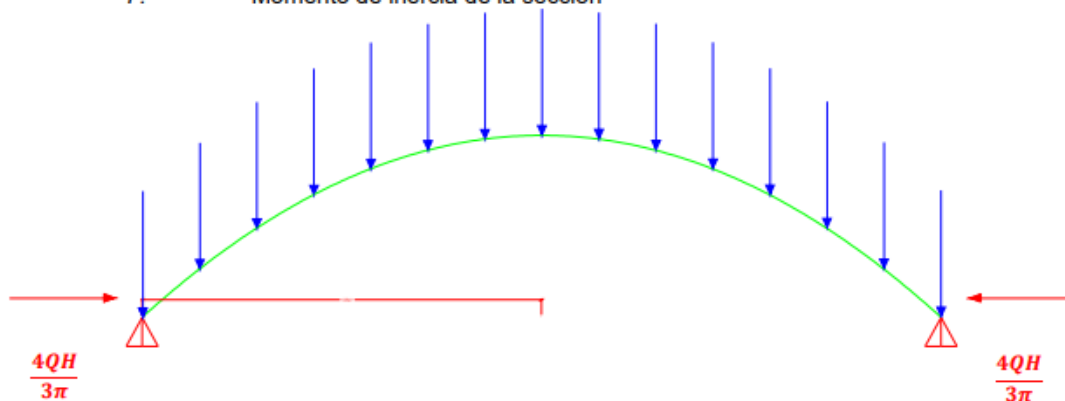
$$\bar{u}_B = \frac{R^3}{EI} \int_0^\pi \left(H \operatorname{sen}^2 \varphi + \frac{WR}{2} \operatorname{sen}^3 \varphi \right) d\varphi = 0$$

$$H = - \frac{WR \int_0^\pi \operatorname{sen}^3 \varphi d\varphi}{2 \int_0^\pi \operatorname{sen}^2 \varphi d\varphi} = - \frac{WR \frac{4}{3}}{2 \frac{\pi}{2}} = - \frac{4WR}{3\pi}$$

Donde:

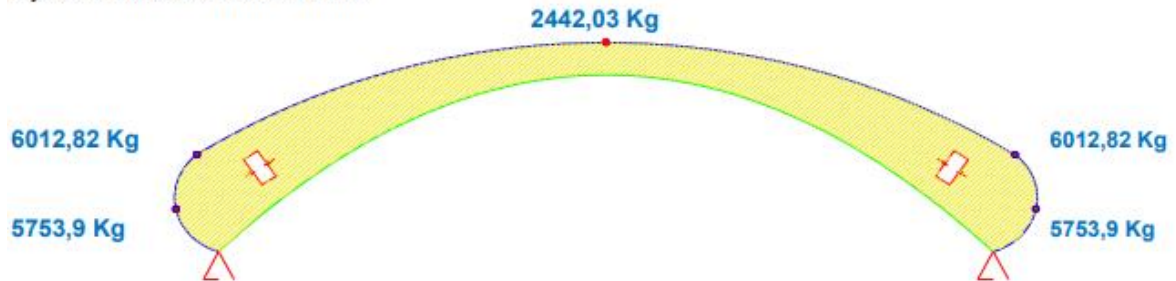
U : Desplazamiento

I : Momento de inercia de la sección

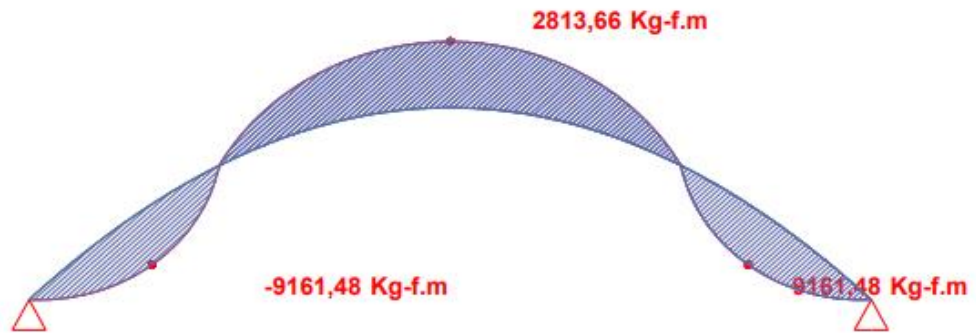




leyes de esfuerzos: **fuerza axial**

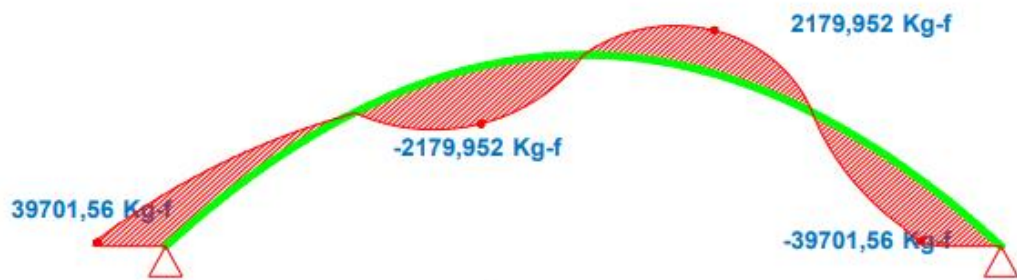


leyes de esfuerzos: **moments flectores**



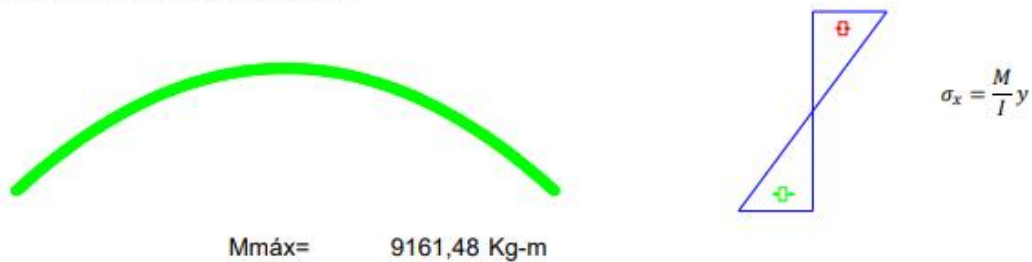
$$M = WR \left(\frac{-4}{3\pi} \text{sen}\varphi + \frac{1}{2} \text{sen}^2\varphi \right)$$

leyes de esfuerzos: **esfuerzos cortantes**



$$V = QR \left(\frac{4}{3\pi} \text{cos}\varphi - \text{cos}\varphi \text{sen}\varphi \right)$$

calculo de seccion por compresion





$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2530 \text{ Kg/cm}^2}{1.05} = 2409.52 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{Nm}$$

$$M_{\text{máx}} = f_{yd} \cdot Z_x$$

$$Z_x = \frac{M_{\text{máx}}}{f_{yd}} = 380.22 \text{ cm}^3$$

De la sección Z_x de diseño de 380.22 cm³, se tiene del anexo 17 de la tabla de Dimensiones y propiedades de perfil 254x9.5 mayor por diseño de $Z_x = 405 \text{ cm}^3$

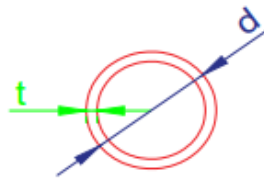
Sx: 405 cm³

Zx: 533 cm³

d: 254 mm

t: 9.53 mm

W: 85.1 Kg/m

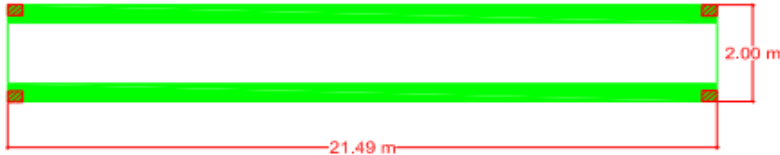




PREDISEÑO DEL PUENTE PEATONAL ESTRUCTURAL IPARO

area de la plataforma

L = 21.49 m
b = 2.00 m
N = 2 Vigas



Carga equivalente en la estructura debido a la carga peatonal y al numero de vigas (2 vigas)

PL=415.00 Kg/m² (según la norma AASHTO, especifica que la carga mínima peatonal para puentes exclusivamente peatonales es de 415.00 Kg/m²)

$$W_{PL} = \frac{LP \cdot b}{N}$$
$$W_{PL} = \frac{415 \cdot 2}{2} = 415,00 \text{ Kg/m}$$

Donde:

PL : carga peatonal.
N : numero de vigas
WPL: Carga peatonal equivalente.

Diseño por factores de cargas y resistencia (LRFD)

Este método utiliza coeficiente basados en la teoría de la confiabilidad y en conocimiento estadístico de las cargas y de las características del material.

$$n(1.25M_{dc} + 1.75M_{PL+WS}) \leq M_u$$

Donde:

n : Factor de las características del material
MDC : Momento debido a la carga muerta
MPL+ws : Momento debido a las cargas viva peatonal y de viento.
MDC : Momento último.

Combinación de carga (LRFD)

para el pre diseño se ignora la carga muerta inicialmente, debido a que se desconoce el peso muerto de la estructura, se asume despues de seleccionar un tipo de viga para luego verificar.

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$
$$W_u = 1.25(0,00) + 1.75(415,00)$$
$$W_u = 726,25 \text{ Kg/m}$$

Donde:

Wu : Carga ultima
WDC : Carga muerta.
WPL : Carga viva peatonal



Prediseño de viga principal de sección constante

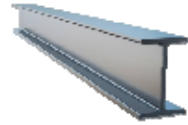
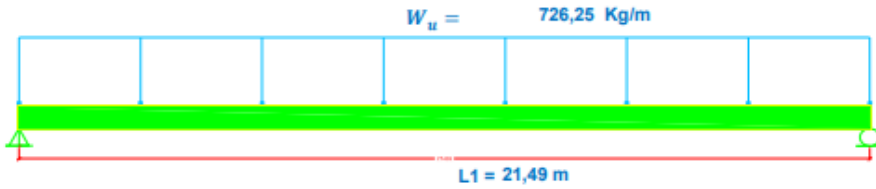
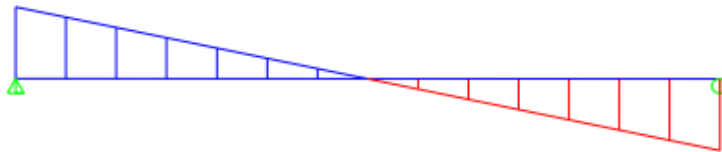


Diagrama de fuerza cortante

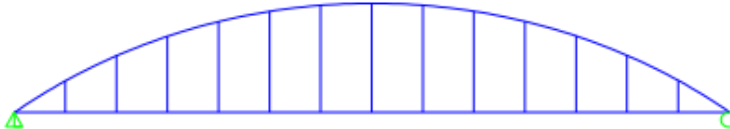
$V = 17644,36 \text{ Kg}$



$V = 17644,36 \text{ Kg}$

Diagrama de momento flector

$M_{\text{máx}} = 83849,21 \text{ Kg.m}$



Resistencia al momento requerido LRFD

$$\phi_b F_y Z_x \geq M_u$$

Momento resistente de una viga de acero, tiene como límite máximo el valor del momento plástico, para calculo por flexion el modulo de sección plástica es $\phi_b=0.9$.

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

$$\phi_b M_n \geq M_u$$

$$\phi_b F_y Z_x \geq M_u$$

$$Z_x \geq \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

Donde:

M_n :Momento nominal.

M_p :Momento plástico.

ϕ_b :Factor a la resistencia a la flexión.

Z_x :Factor de resistencia en elementos a flexión.

Los materiales de acero, para el diseño estructural se usó la norma ASTM A-36. (American Society of Testing and Materials). Para el acero estructural A-36 presenta un contenido de carbono máximo de 0.29% y un mínimo de 0.25%.

Propiedades del acero ASTM A-36
$F_y = 2530 \text{ Kg/cm}^2$
$F_u = 4080-5620 \text{ Kg/cm}^2$
$E = 2039420 \text{ Kg/cm}$

Donde:

F_y :Esfuerzo de fluencia o límite inferior de fluencia del material

F_u :Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión

E :Módulo de elasticidad

calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{8384921,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$Z_x = 3682,44 \text{ cm}^3$

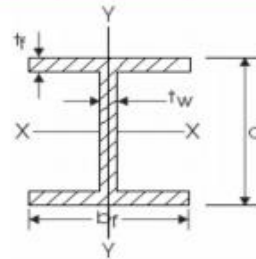


De la sección calculada $Z_x=36.82\text{cm}^3$, se considera medidas comerciales asumiendo así un $Z_x=94\text{cm}^3$ de acuerdo a la tabla de dimensiones y propiedades de los perfiles del manual de diseño para la construcción con acero. De esta manera se determina para un $S_x=94\text{cm}^3$ el perfil W 150x13

Designación (d x peso) (mm x kg/m)	Designación (d x peso) (in x lb/ft)	d (mm)	b _f (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)	K _{DB} (mm)	K _{DBT} (mm)	K _t (mm)
130 x 28.1	5 x 19	131	128	6.86	10.9	18.5	20.6	11.1
130 x 23.8	5 x 16	127	127	6.1	9.14	16.8	19.1	11.1
100 x 19.3	4 x 13	106	103	7.11	8.76	15.1	19.1	12.7

A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	I _y (cm ⁴)	S _y (cm ³)	r _y (cm)	Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)	J (cm ⁴)	C _w (cm ⁶)	r _{ts} (cm)	h _o (cm)
35.9	1 090	167	5.51	380	60	3.25	190	91	13	13 700	3.7	12.0
30.4	891	140	5.41	313	49	3.2	158	75	8	10 900	3.6	11.8
24.7	470	90	4.37	161	31	2.54	103	48	6	3 760	2.8	9.7

$Z_x=688 \text{ cm}^3$
 $d : 351$
 $b_f : 171$
 $t_w: 6.86 \text{ mm}$
 $t_f: 9.78 \text{ mm}$



Combinación de carga (LRFD)

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$

$$W_u = 1.25(158,00) + 1.75(415,00)$$

$$W_u = 923,75 \text{ Kg/m}$$

Diagrama de fuerza cortante $V_u=$
 Diagrama de momento flector $M_u=$

calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$Z_{x2} = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_{x2} = \frac{9479434,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_{x2} = 4163,12 \text{ cm}^3 \quad \therefore Z_x < Z_{x2}$$

Es aceptado

verificacion de la deflexion maxima en el perfil

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{21,49}{500}$$

$$\Delta_U = 0,0430 \text{ m} \Rightarrow \Delta_U = 42,98 \text{ mm}$$

$$\Delta_x = \frac{5WL^4}{384EI}$$

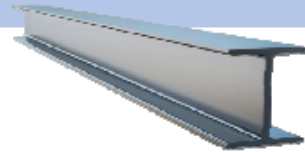
$$\Delta_x = \frac{5(16421)}{384(2039420)} \frac{(2149)^4}{79500}$$

$$\Delta_x = 0,006090282 \text{ mm} \leq \Delta_U$$

Es aceptado



Prediseño de viga secundaria de sección constante



$W_u = 726,25 \text{ Kg/m}$
 $L_2 = 2,00 \text{ m}$
 $F_y = 2530, \text{ Kg/cm}^2$
 $\phi_b = 0,9$
 $E = 2039420, \text{ Kg/cm}^2$

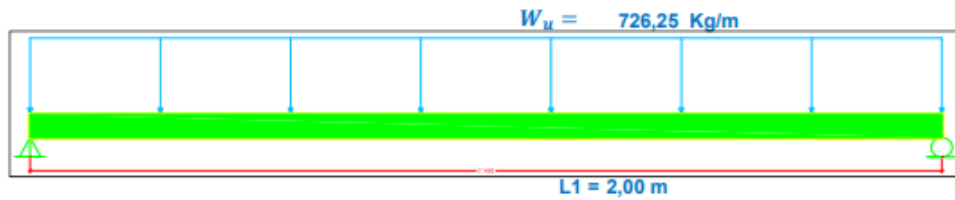


Diagrama de fuerza axial

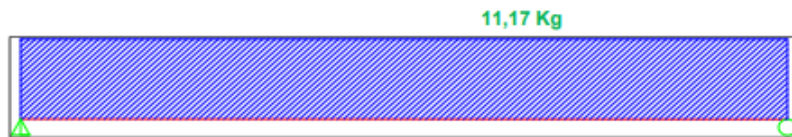
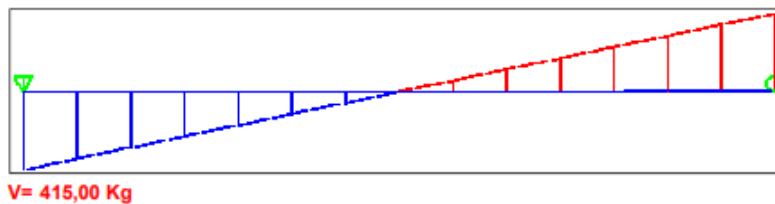
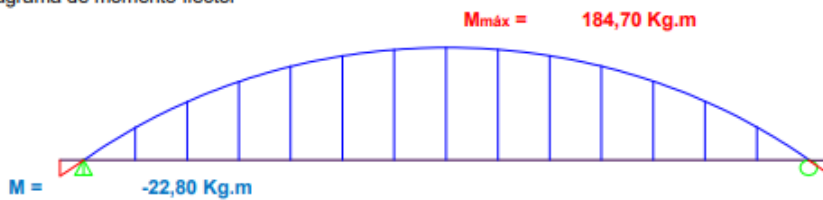


Diagrama de fuerza cortante



$V = 415,00 \text{ Kg}$

Diagrama de momento flector



$M = -22,80 \text{ Kg.m}$

calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{184,70}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_x = 0,0811 \text{ cm}^3$$

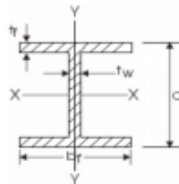
Designación (d x peso) (mm x kg/m)	Designación (d x peso) (in x lb/ft)	d (mm)	bf (mm)	tw (mm)	tf (mm)	K _{DIS} (mm)	K _{DET} (mm)	K ₁ (mm)
130 x 28.1	5 x 19	131	128	6.86	10.9	18.5	20.6	11.1
130 x 23.8	5 x 16	127	127	6.1	9.14	16.8	19.1	11.1
100 x 19.3	4 x 13	106	103	7.11	8.76	15.1	19.1	12.7



A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	I _y (cm ⁴)	S _y (cm ³)	r _y (cm)	Z _x (cm ³)	Z _y (cm ³)	J (cm ⁴)	C _w (cm ⁶)	r _{ts} (cm)	h _o (cm)
35.9	1 090	167	5.51	380	60	3.25	190	91	13	13 700	3.7	12.0
30.4	891	140	5.41	313	49	3.2	158	75	8	10 900	3.6	11.8
24.7	470	90	4.37	161	31	2.54	103	48	6	3 760	2.9	9.7

W 100 X 19,3

Z_x=103 cm³
 d :106 mm
 bf : 103 mm
 tw: 7.11 mm
 tf: 8.76 mm
 I_x=470cm⁴



Combinación de carga (LRFD)

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$

$$W_u = 1.25(19,30) + 1.75(415,00)$$

$$W_u = 750,38 \text{ Kg/m}$$

$$M_u = 329,78 \text{ Kg/m}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{32978,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_x = 14,48 \text{ cm}^3 < 103,0 \text{ cm}^3$$

Es aceptado

para el perfil W100x19.3 su cortante de acuerdo a tabla es de OvVn=00Kg.

$$V = \frac{W \cdot L}{2}$$

$$V = \frac{750,38 \cdot (2)}{2}$$

$$V = 415,00 \text{ Kg} < 0,00 \text{ Kg}$$

Es aceptado

verificación de la deflexión máxima para el perfil W100x19.3

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{2,00}{500}$$

$$\Delta_U = 0,0040 \text{ m}$$

$$\Delta_x = \frac{5WL^4}{384EI}$$

$$\Delta_x = \frac{5(750)(2)^4}{384(2039420)(470)}$$

$$\Delta_x = 0,000000041 \text{ m} < 0,0040 \text{ m}$$

Es aceptado



Prediseño de arriostras verticales de sección constante

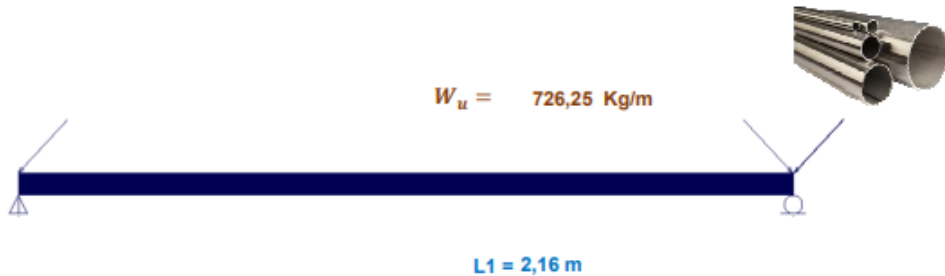


Diagrama de fuerza axial

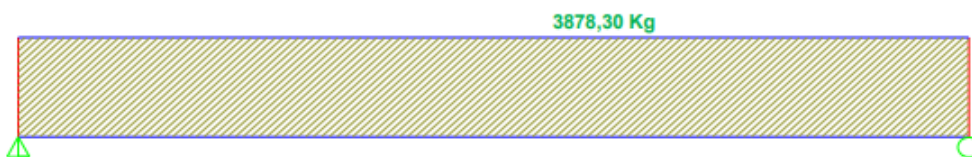
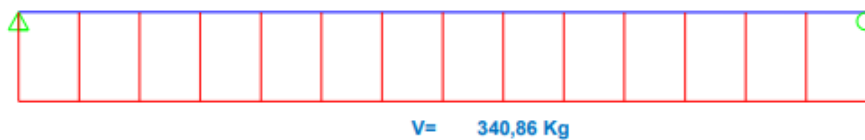


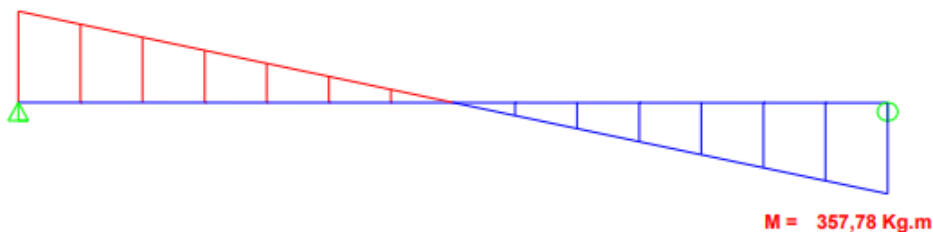
Diagrama de fuerza cortante



$V = 340,86 \text{ Kg}$

Diagrama de momento flector

$M_{\text{máx}} = 378,46 \text{ Kg.m}$



calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$f_{yd} = \frac{2530,00}{1,05}$$

$$f_{yd} = 2409,52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{\text{máx}} = f_{yd} \cdot Z_x$$

$$Z_x = \frac{M_{\text{máx}}}{f_{yd}}$$

$$Z_x = \frac{378,46}{2409,5}$$

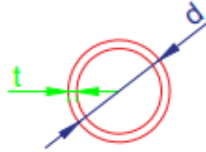
$$Z_x = 0,1571 \text{ cm}^3$$



Designación (tamaño x espesor) (mm x mm x mm)	Designación (tamaño x espesor) (in x in x in)	W (kg/m)	A (cm ²)	d (mm)	t (mm)	t dis (mm)	h/t _w	I _x (cm ⁴)	Z _x (cm ³)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	J (cm ⁴)	C (cm ³)
101.6 x 8	4 x 0.313	27.2	21.9	102	7.94	7.39	13.7	244	65.7	48.0	3.4	487	96
101.6 x 6.4	4 x 0.250	22.0	17.8	102	6.35	5.92	17.2	204	54.2	40.1	3.4	409	81
101.6 x 6	4 x 0.237	21.0	16.8	102	6.02	5.59	18.2	195	51.6	38.3	3.4	390	77

OC 101,6 X 6

Z_x=51,6 cm³
 d :102 mm
 t : 6,02 mm
 W: 21,0 Kg/m
 I_x=195cm⁴



Combinación de carga (LRFD)

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$

$$W_u = 1.25(6,00) + 1.75(415,00)$$

$$W_u = 733,75 \text{ Kg/m}$$

$$M_u = 742,96 \text{ Kg/m}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{74296,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_x = 32,63 \text{ cm}^3 < 51,6 \text{ cm}^3$$

Es aceptado

verificación de la deflexión máxima para el perfil OC101,6x6

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{2,16}{500}$$

$$\Delta_U = 0,0043 \text{ m}$$

$$\Delta_x = \frac{5WL^4}{384EI}$$

$$\Delta_x = \frac{5(733,75) \cdot (2,16)^4}{384(2039420) \cdot 195}$$

$$\Delta_x = 0,000000112 \text{ m} < 0,0043 \text{ m}$$

Es aceptado



Prediseño de arriostras horizontales de sección constante

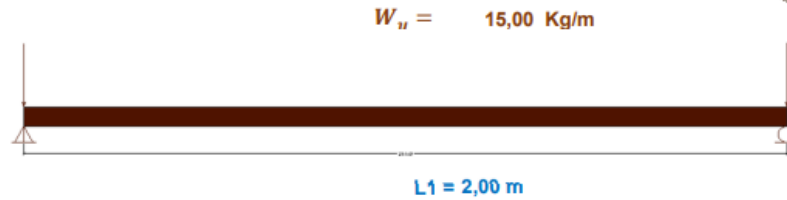
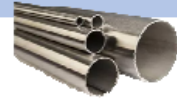


Diagrama de fuerza axial

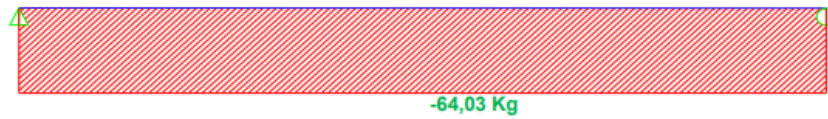


Diagrama de fuerza cortante

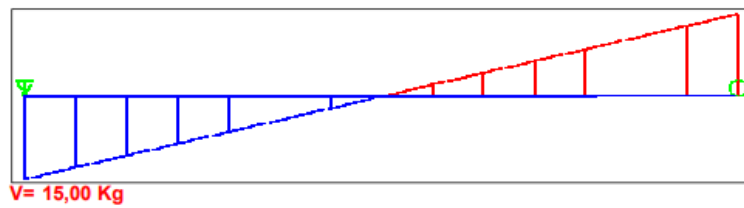
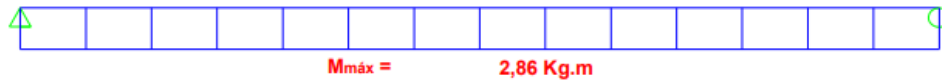


Diagrama de momento flector



calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$f_{yd} = \frac{2530,00}{1,05}$$

$$f_{yd} = 2409,52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{\text{máx}} = f_{yd} \cdot Z_x$$

$$Z_x = \frac{M_{\text{máx}}}{f_{yd}}$$

$$Z_x = \frac{2,86}{2409,5}$$

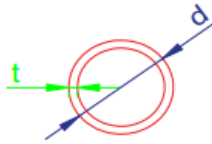
$$Z_x = 0,0012 \text{ cm}^3$$

Designación (tamaños x espesor) (mm x mm x mm)	Designación (tamaños x espesor) (in x in x in)	W (kg/m)	A (cm ²)	d (mm)	t (mm)	t dis (mm)	h/t _w	I _x (cm ⁴)	Z _x (cm ³)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	J (cm ⁴)	C (cm ³)
101.6 x 8	4 x 0.313	27.2	21.9	102	7.94	7.39	13.7	244	65.7	48.0	3.4	487	96
101.6 x 6.4	4 x 0.250	22.0	17.8	102	6.35	5.92	17.2	204	54.2	40.1	3.4	409	81
101.6 x 6	4 x 0.237	21.0	16.8	102	6.02	5.59	18.2	195	51.6	38.3	3.4	390	77



OC 101,6 X 6

Z_x=51,6 cm³
d :102 mm
t : 6,02 mm
W: 21,0 Kg/m
I_x=195cm⁴



Combinación de carga (LRFD)

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$

$$W_u = 1.25(6,00) + 1.75(415,00)$$

$$W_u = 733,75 \text{ Kg/m}$$

$$M_u = 9,59 \text{ Kg/m}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{959,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_x = 0,42 \text{ cm}^3 < 51,6 \text{ cm}^3$$

Es aceptado

verificación de la deflexión máxima para el perfil OC 101,6x6

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{2,00}{500}$$

$$\Delta_U = 0,0040 \text{ m}$$

$$\Delta_x = \frac{5WL^4}{384EI}$$

$$\Delta_x = \frac{5(733,75)}{384(2039420)} \frac{(2)^4}{195}$$

$$\Delta_x = 0,000000096 \text{ m} < 0,0040 \text{ m}$$

Es aceptado

Prediseño de arriostras diagonales de sección constante

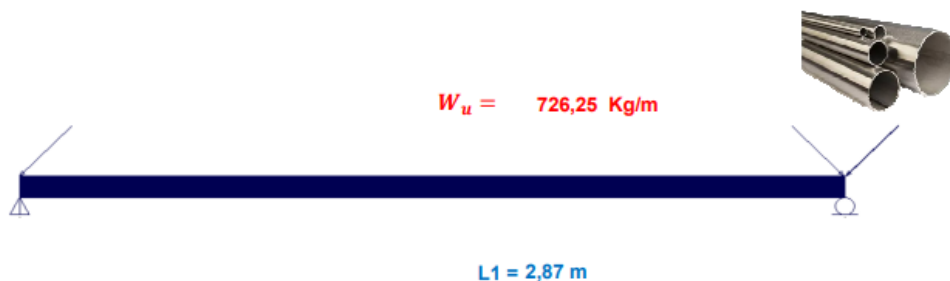




Diagrama de fuerza axial

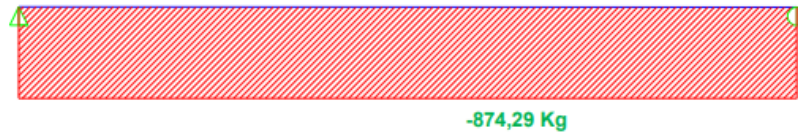
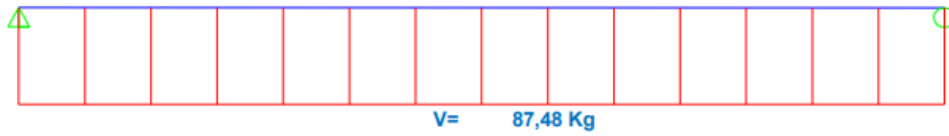


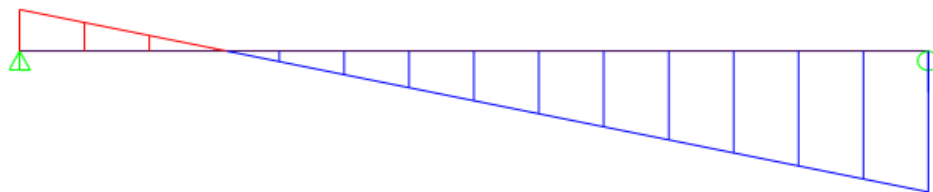
Diagrama de fuerza cortante



V = 87,48 Kg

Diagrama de momento flector

M = 49,54 Kg.m



Mmáx = 201,93 Kg.m

calculo del factor de resistencia en elementos a flexión

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{Mo}}$$

$$f_{yd} = \frac{2530,00}{1,05}$$

$$f_{yd} = 2409,52 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{máx} = f_{yd} \cdot Z_x$$

$$Z_x = \frac{M_{máx}}{f_{yd}}$$

$$Z_x = \frac{201,93}{2409,5}$$

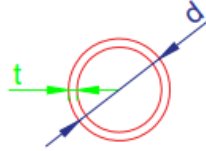
$$Z_x = 0,0838 \text{ cm}^3$$

Designación (tamaños x espesor) (mm x mm x mm)	Designación (tamaños x espesor) (in x in x in)	W (kg/m)	A (cm ²)	d (mm)	t (mm)	t dis (mm)	h/i _w	I _x (cm ⁴)	Z _x (cm ³)	S _x (cm ³)	r _x (cm)	J (cm ⁴)	C (cm ³)
101.6 x 8	4 x 0.313	27.2	21.9	102	7.94	7.39	13.7	244	65.7	48.0	3.4	487	96
101.6 x 6.4	4 x 0.250	22.0	17.8	102	6.35	5.92	17.2	204	54.2	40.1	3.4	409	81
101.6 x 6	4 x 0.237	21.0	16.8	102	6.02	5.59	18.2	195	51.6	38.3	3.4	390	77



OC 101,6 X 6

Zx=51,6 cm³
d :102 mm
t : 6,02 mm
W: 21,0 Kg/m
Ix=195cm⁴



Combinación de carga (LRFD)

$$W_u = 1.25W_{DC} + 1.75W_{PL}$$

$$W_u = 1.25(6,00) + 1.75(415,00)$$

$$W_u = 733,75 \text{ Kg/m}$$

$$M_u = 384,03 \text{ Kg/m}$$

$$Z_x = \frac{M_u}{\phi_b \cdot F_y}$$

$$Z_x = \frac{38403,00}{0,9 \cdot (2530)}$$

$$Z_x = 16,87 \text{ cm}^3 < 51,6 \text{ cm}^3$$

Es aceptado

verificación de la deflexión máxima para el perfil OC101,6x6

$$\Delta_U = \frac{L}{500}$$

$$\Delta_U = \frac{2,87}{500}$$

$$\Delta_U = 0,0057 \text{ m}$$

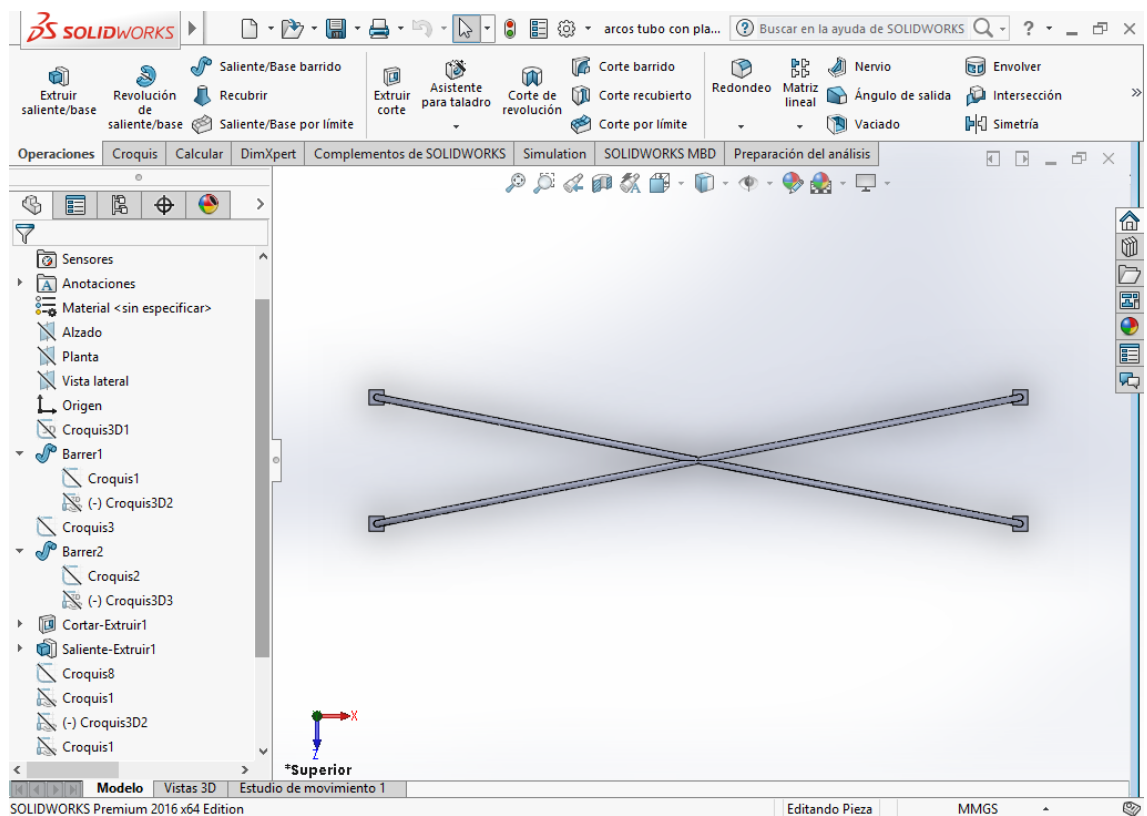
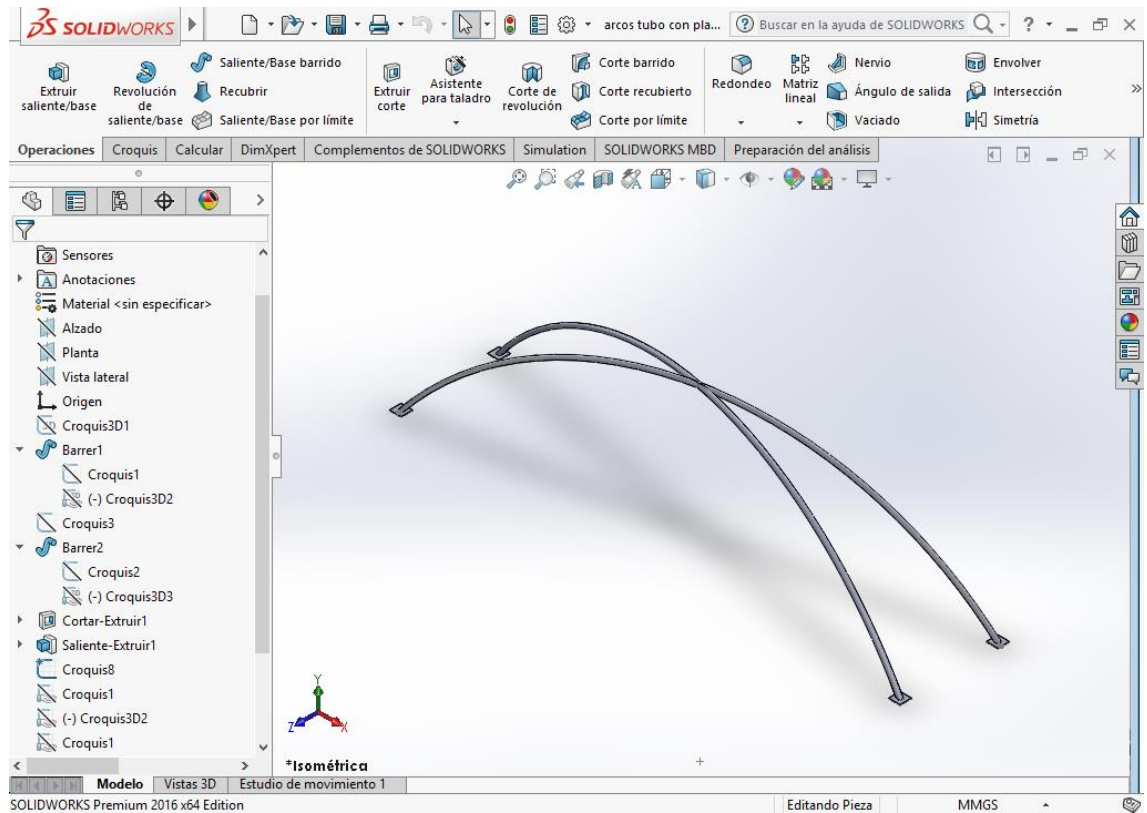
$$\Delta_x = \frac{5WL^4}{384EI}$$

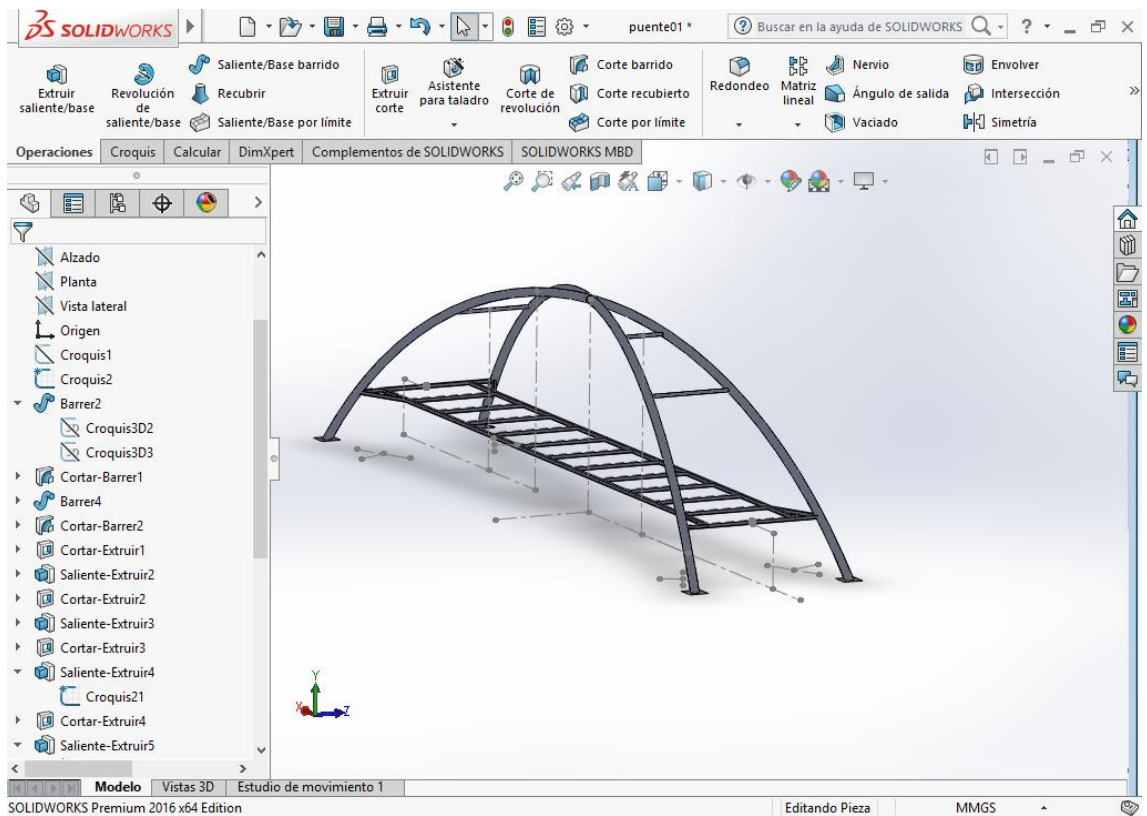
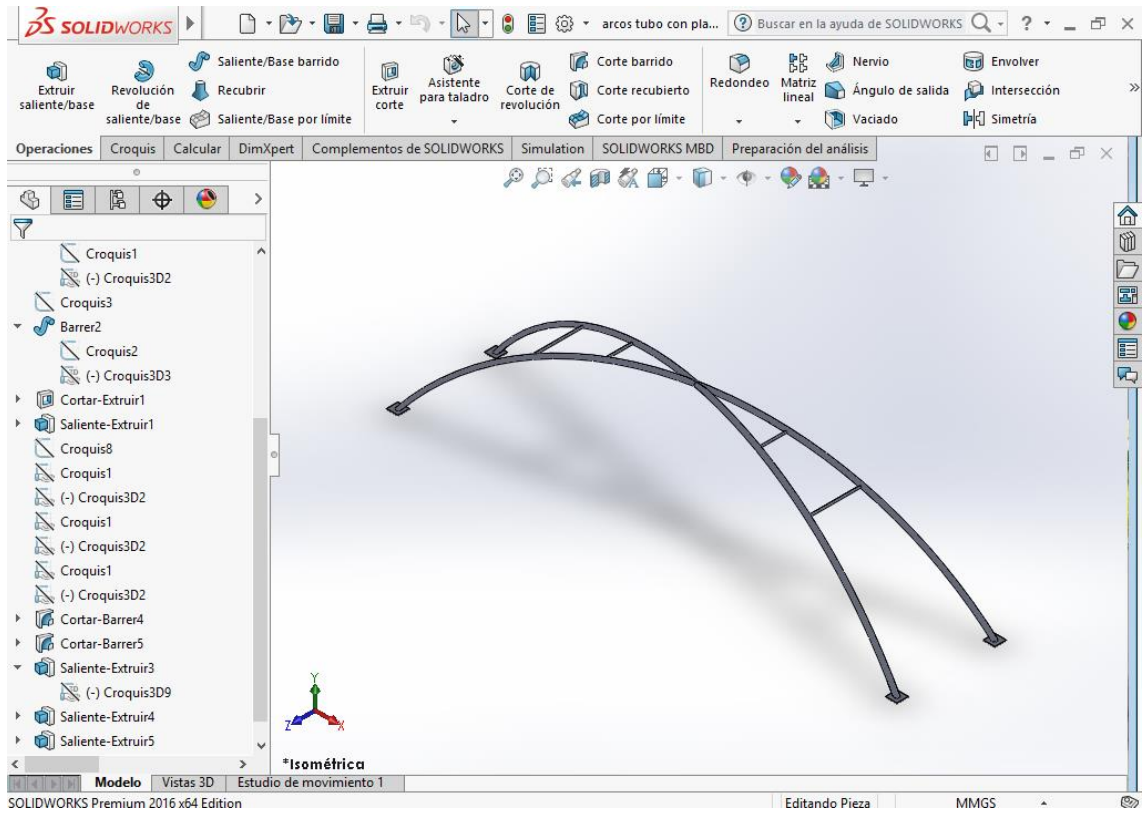
$$\Delta_x = \frac{5(733,75)}{384(2039420)} \frac{(2,87)^4}{195}$$

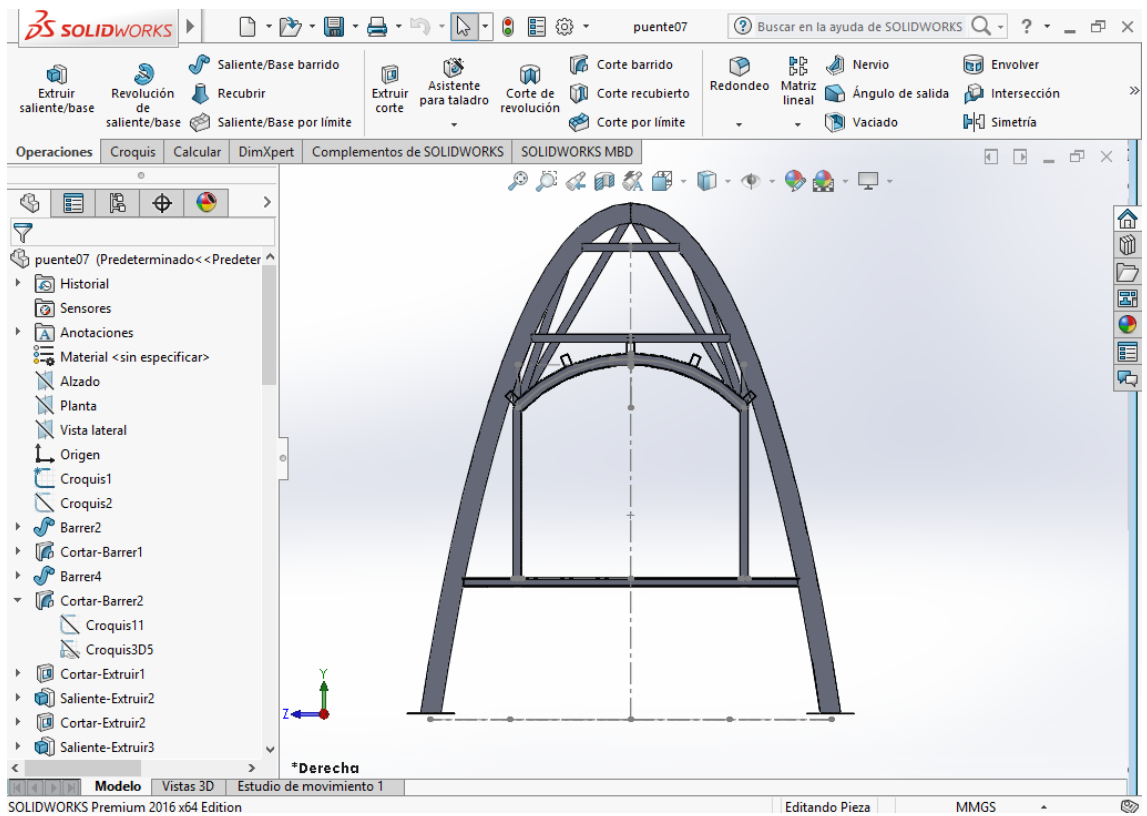
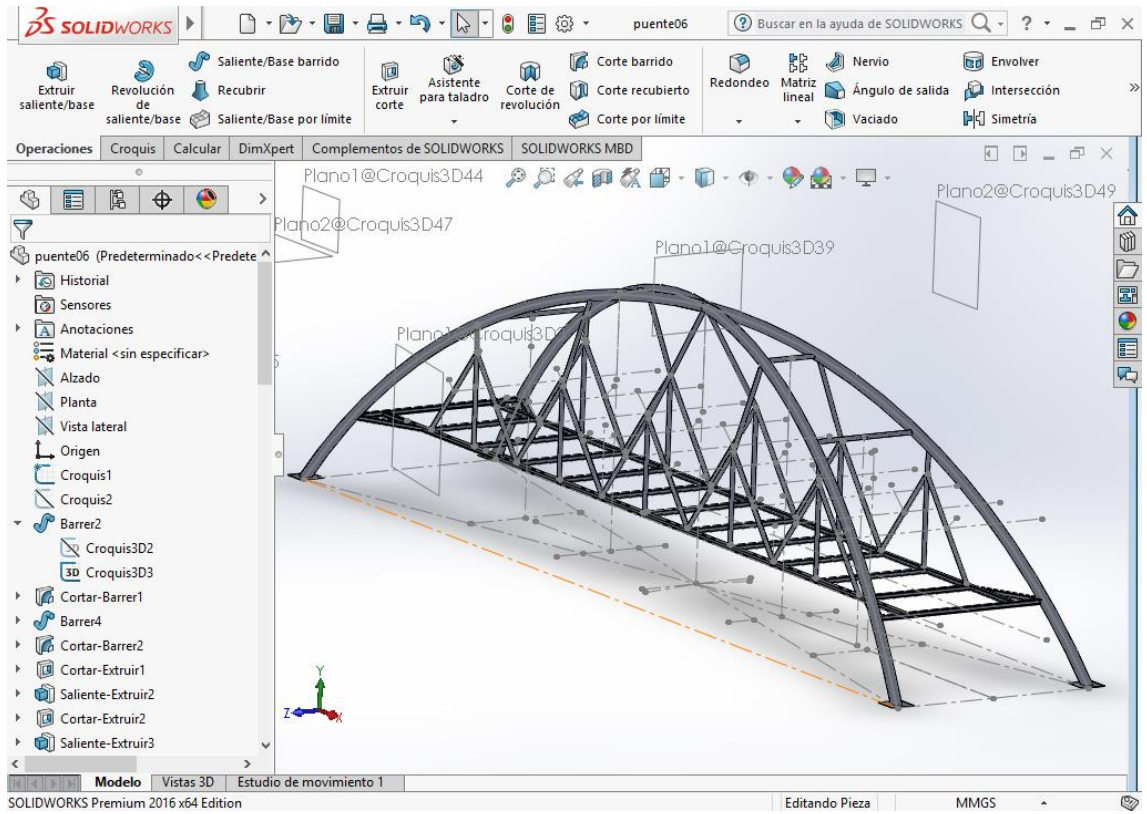
$$\Delta_x = 0,00000198 \text{ m} < 0,0057 \text{ m}$$

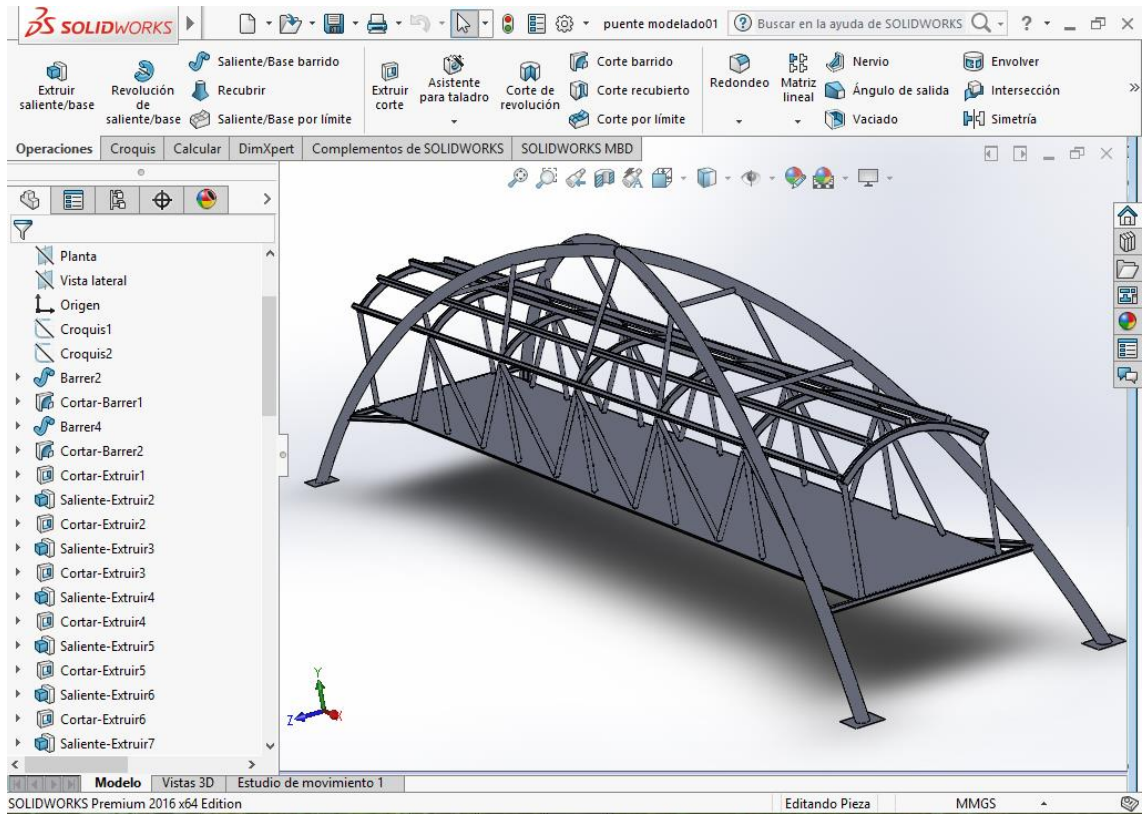
Es aceptado

Anexo 24: Proceso constructivo del diseño estructural del puente peatonal en SolidWorks.









Anexo 25: Metrados de cargas muertas (de diseño).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

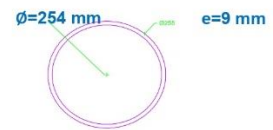
Tesis: Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari del C. P. de Iparo.

METRADO DE CARGA MUERTA (Diseño)

Carga Muerta

Fs = 1.4

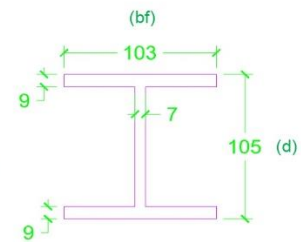
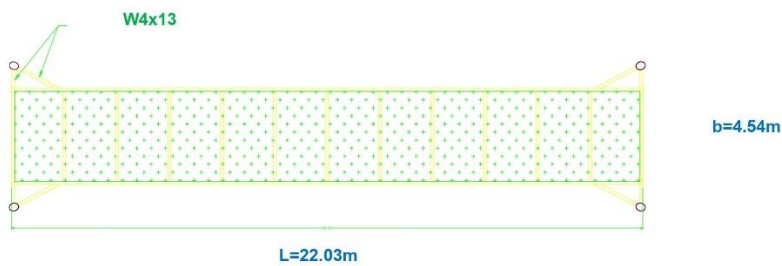
Arcos parabolicos : Longitud de arco = 30.2 m



DETALLE DEL ARCO PARABOLICO

	Largo (m)	Espesor (mm)	Diámetro (mm)	Peso Kg/m	Parcial
Primer arco =	30.2	9.00	254.00	60.29 =	1820.76 Kg
Segundo arco =	30.2	9.00	254.00	60.29 =	1820.76 Kg
Total					3641.52 Kg

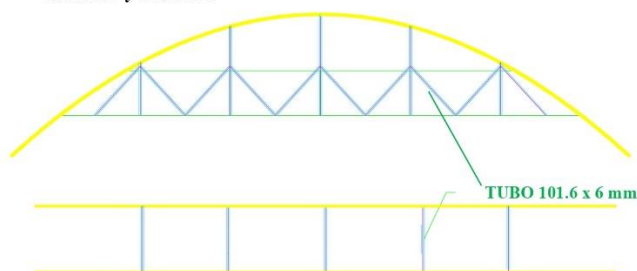
Vigas de la plataforma: 22.576 x 4.54



DETALLE DE VIGA W4X13

	Largo (m)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Peso (Kg/m)	Cantidad	Parcial
Vigas secundarias 1 =	4.54	105	103	19.35	2.00 =	175.70 Kg
Vigas Secundarias 2 =	3.00	105	103	19.35	11.00 =	638.55 Kg
Vigas de apoyo =	1.75	105	103	19.35	4.00 =	135.76 Kg
Vigas Principales =	22.58	105	103	19.35	2.00 =	873.85 Kg
Total						1823.85 Kg

Riostras y Pendolas



DETALLE DE RIOSTRAS



METRADO DE CARGA MUERTA (Diseño)

Riostras verticales

	<u>Cantidad</u>	<u>Largo</u> (m)	<u>Espesor</u> (mm)	<u>Diámetro</u> (mm)	<u>Peso</u> (Kg/m)	<u>Parcial</u>
riostras verticales =	11	2.3	6	101.60	16.07	36.96 Kg
<u>Total</u>						406.57 Kg

Riostras horizontales

	<u>Cantidad</u>	<u>Largo</u> (m)	<u>Espesor</u> (mm)	<u>Diámetro</u> (mm)	<u>Peso</u> (Kg/m)	<u>Parcial</u>
riostras horizontales 1 =	2	3	6	101.60	16.07	96.42 Kg
riostras horizontales 2 =	2	1.51	6	101.60	17.07	51.55 Kg
<u>Total</u>						147.97 Kg

Riostras Diagonales

	<u>Cantidad</u>	<u>Largo</u> (m)	<u>Espesor</u> (mm)	<u>Diámetro</u> (mm)	<u>Peso</u> (Kg/m)	<u>Parcial</u>
laterales =	20.00	2.97	6	101.60	16.07	954.56 Kg
pendolas 1 =	2.00	0.54	6	101.60	16.07	17.36 Kg
pendolas 2 =	2.00	2.14	6	101.60	16.07	68.78 Kg
pendolas 3 =	2.00	2.89	6	101.60	16.07	92.88 Kg
<u>Total</u>						1133.58 Kg

Plataforma



	<u>Ancho</u> (m)	<u>Largo</u> (m)	<u>Espesor</u> (mm)	<u>Peso</u> (Kg/m ²)	<u>Parcial</u>
plataforma de plancha estriada =	3.00	x 22.02	x 2.9	25.46	1681.89 Kg
<u>Total</u>					1681.89 Kg

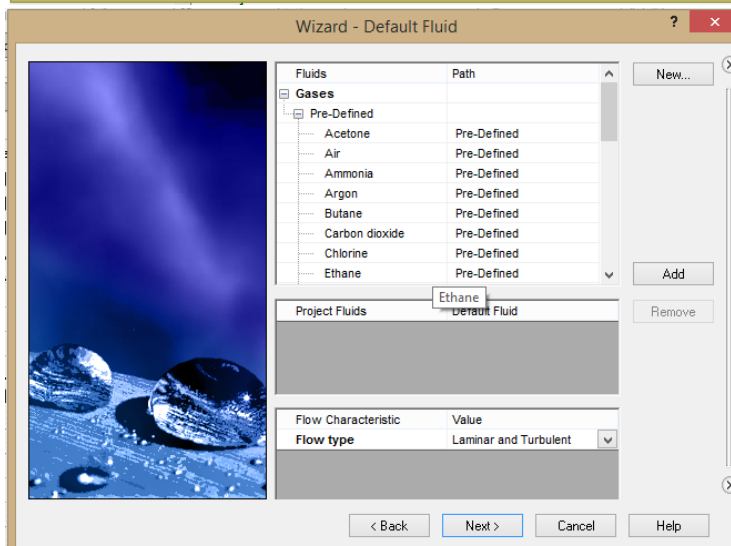
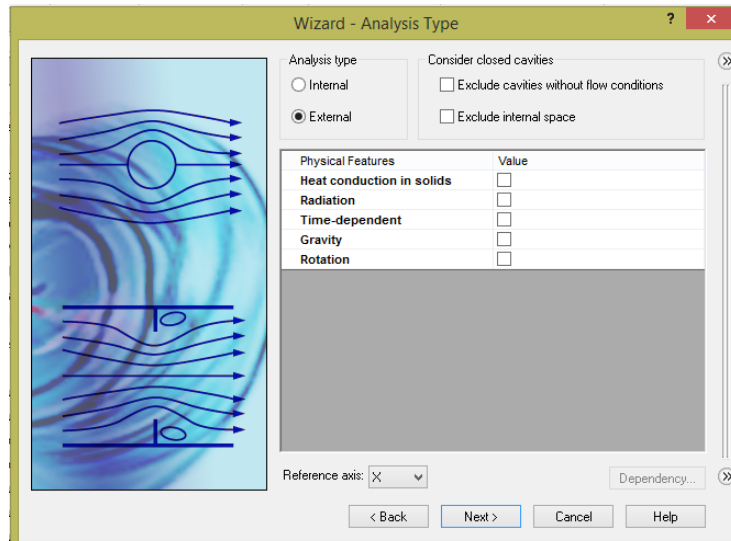
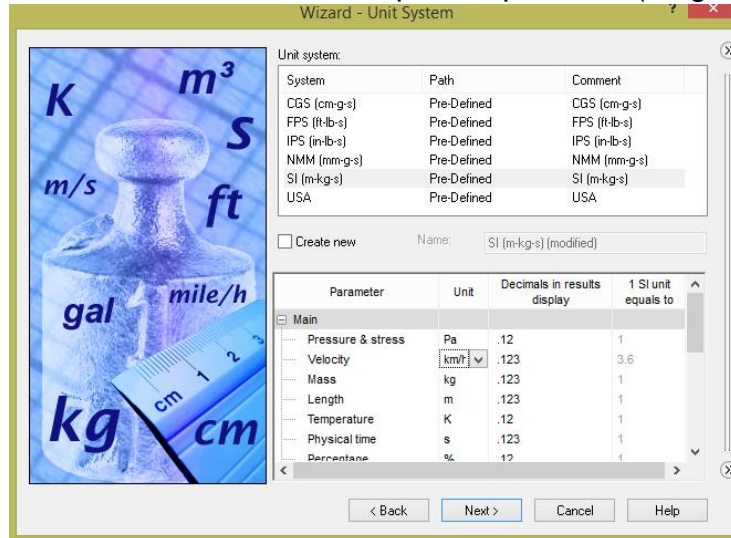
RESUMEN DE CARGA MUERTA

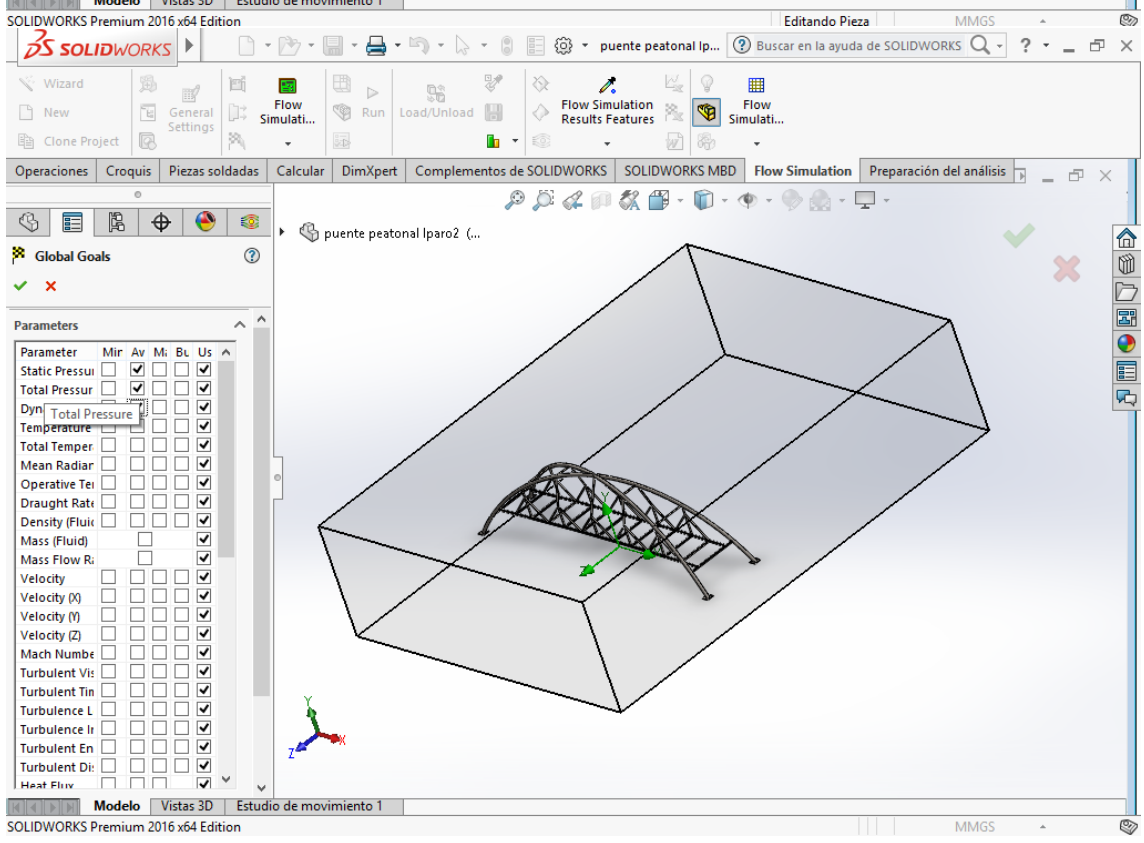
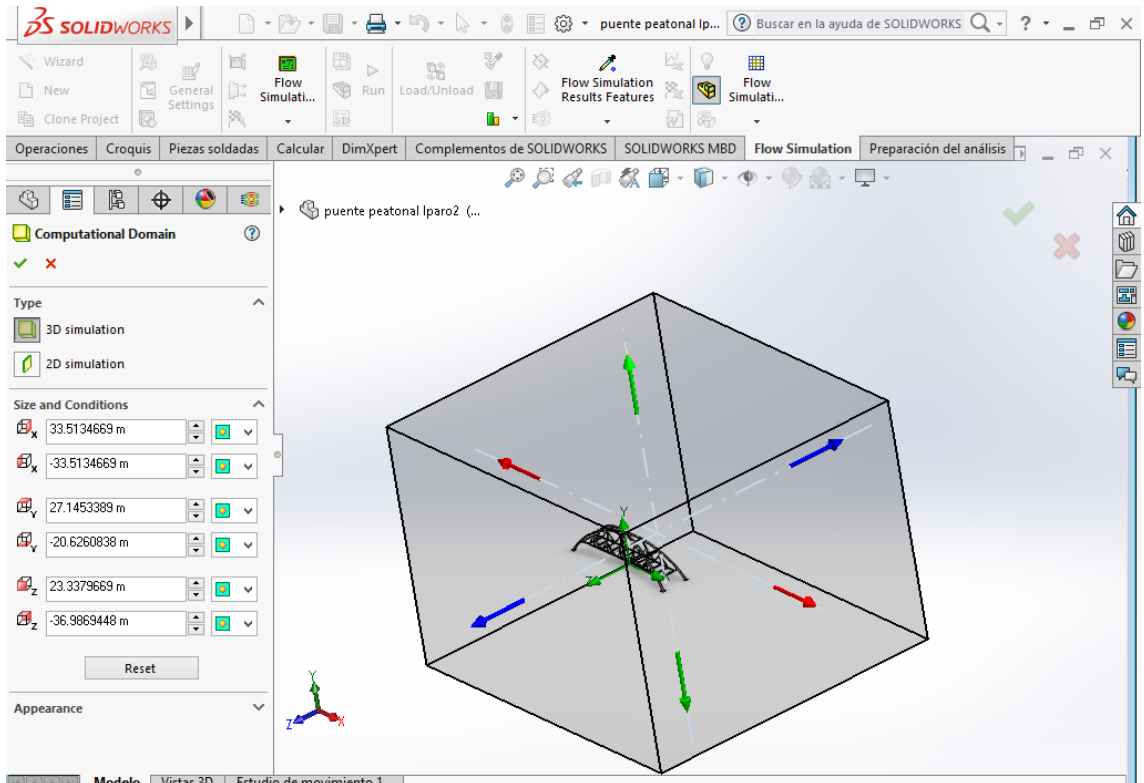
DESCRIPCION	PESO PARCIAL
Arcos parabolicos	3641.52
Vigas de la plataforma	1823.85
Riostras verticales	406.57
Riostras horizontales	147.97
Riostras Diagonales	1133.58
Plataforma	1681.89
TOTAL U = 1.4D	12369.53 Kg.

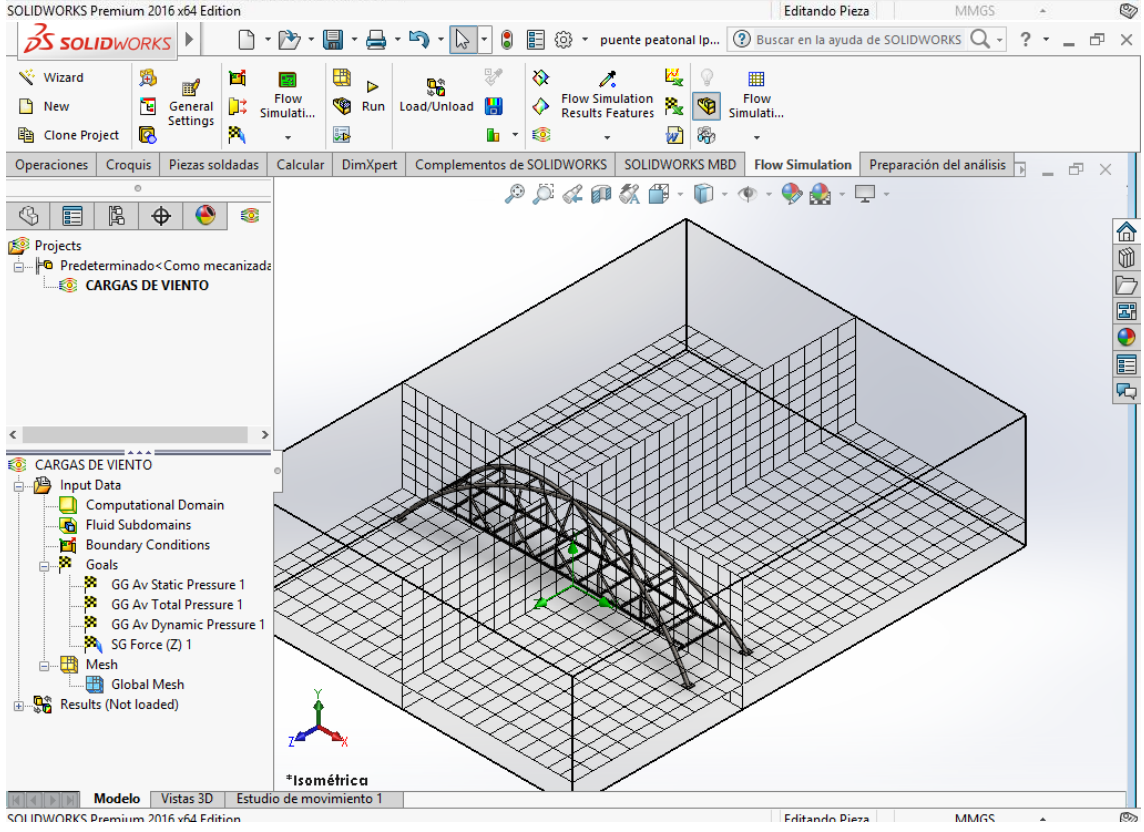
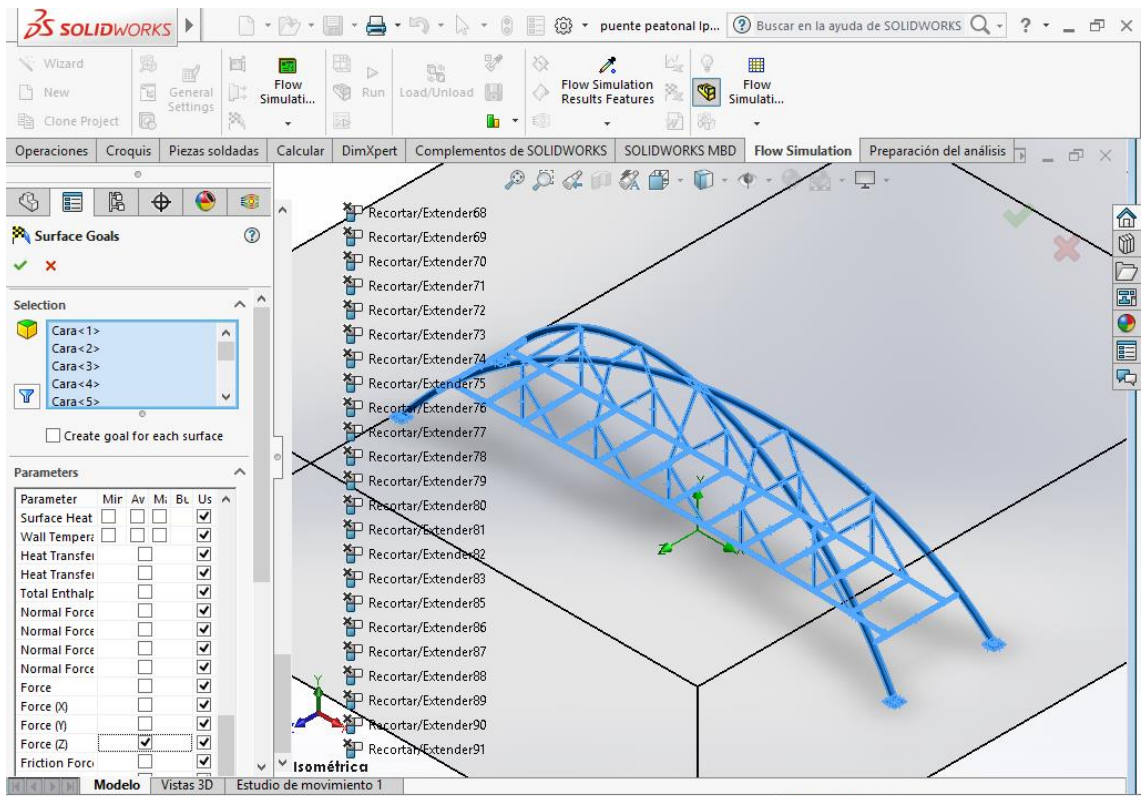
U= carga muerta de diseño

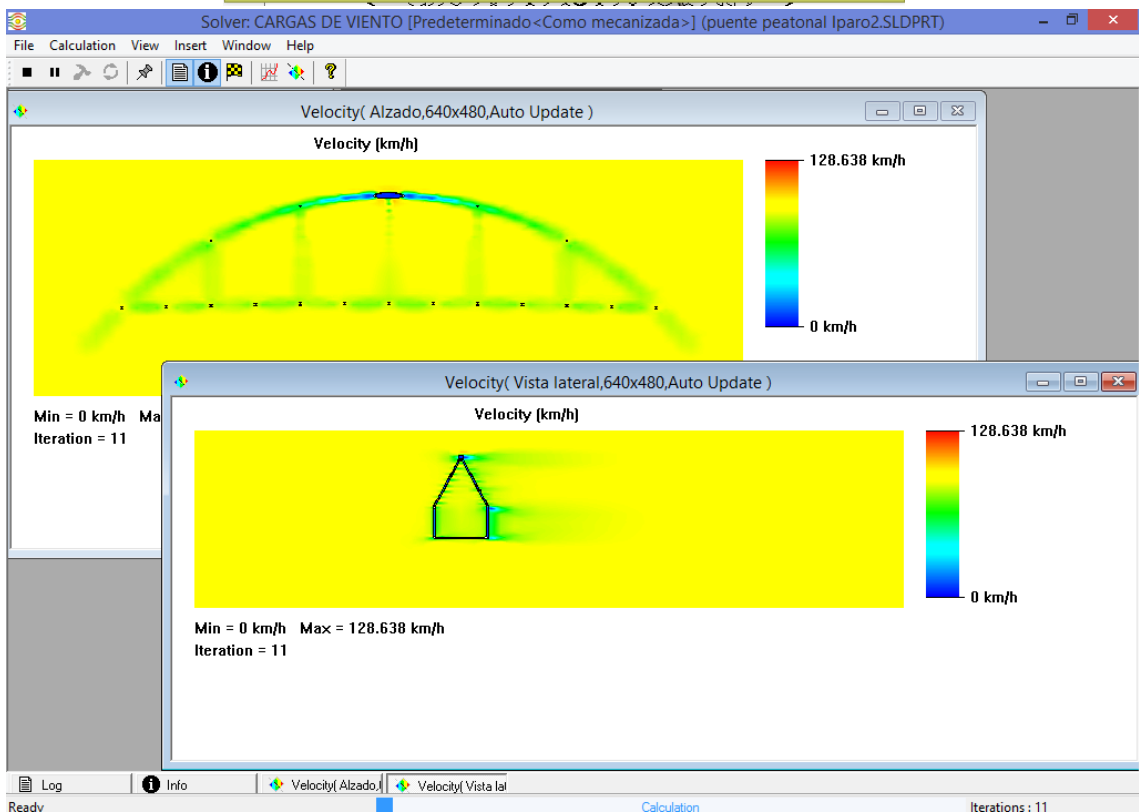
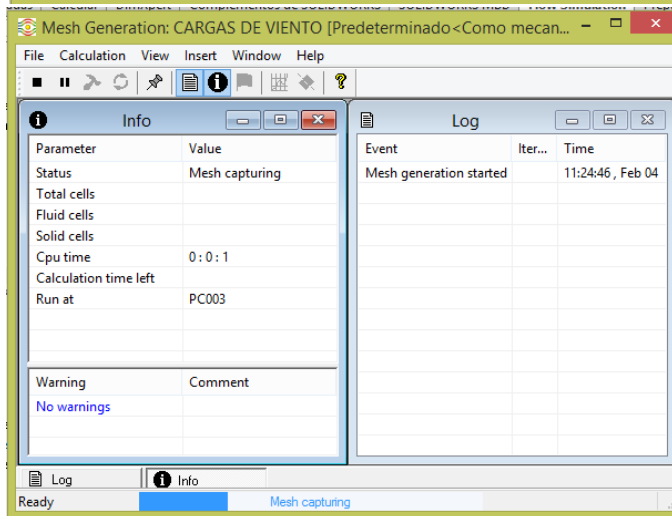
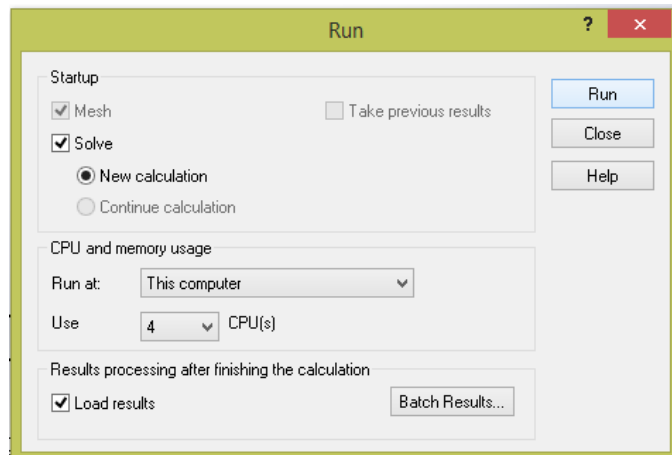
D= carga muerta

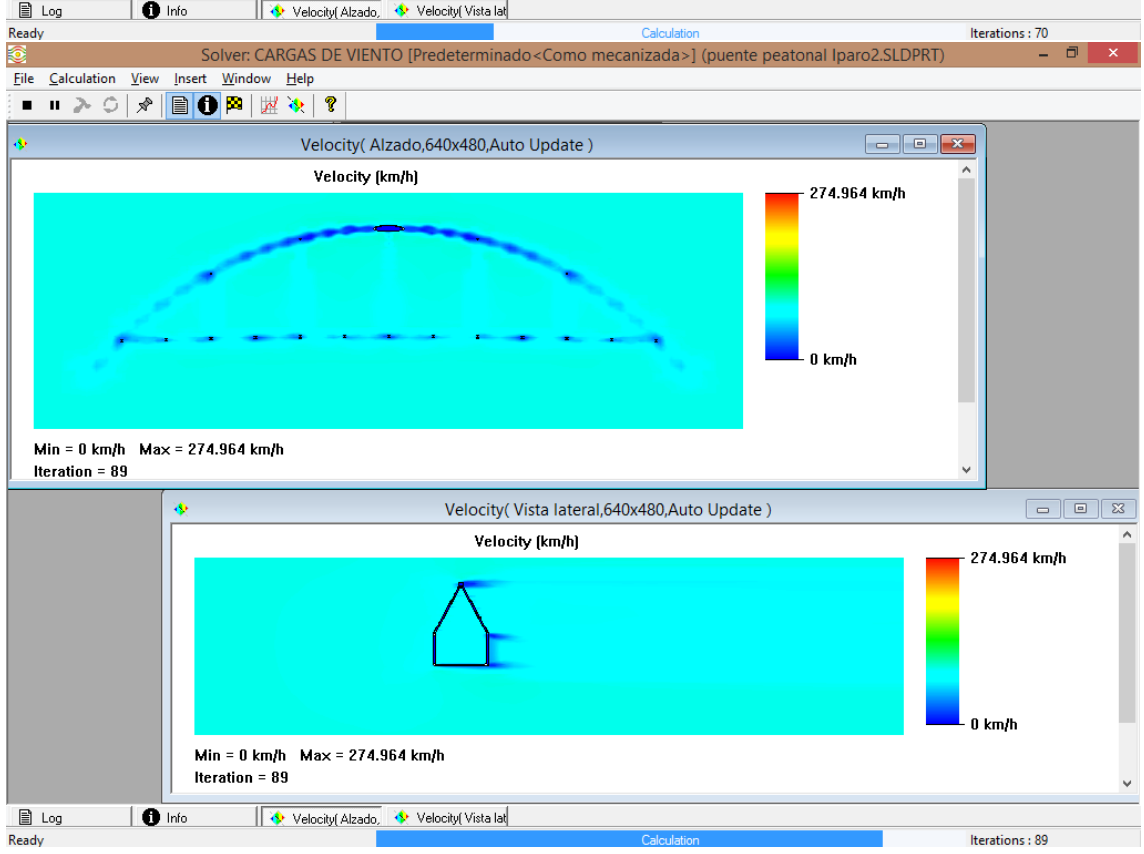
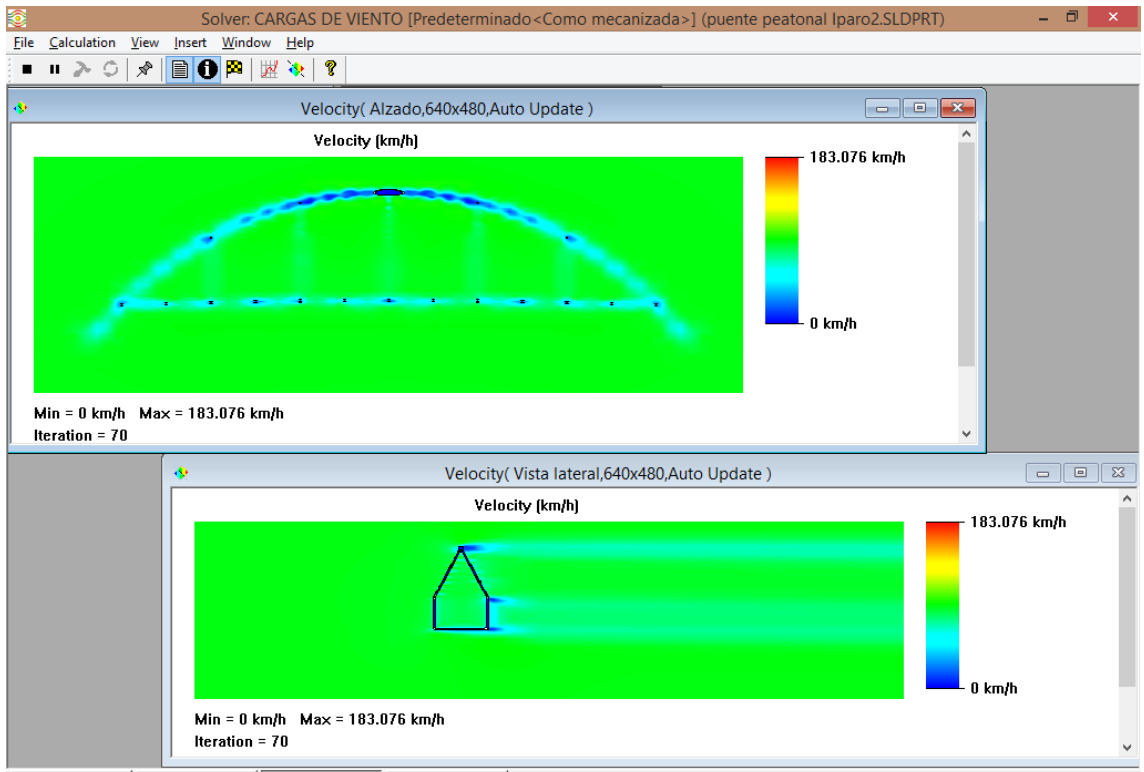
Anexo26: Proceso de simulación del puente peatonal (cargas de viento)

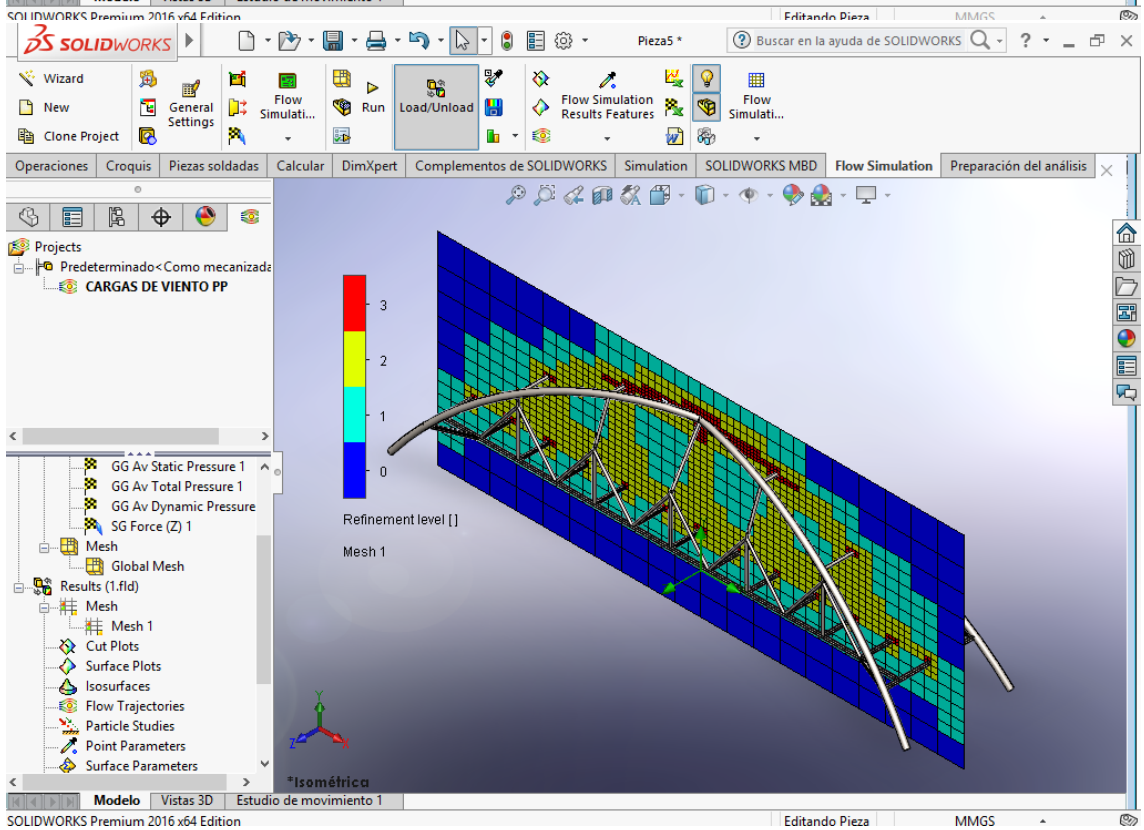
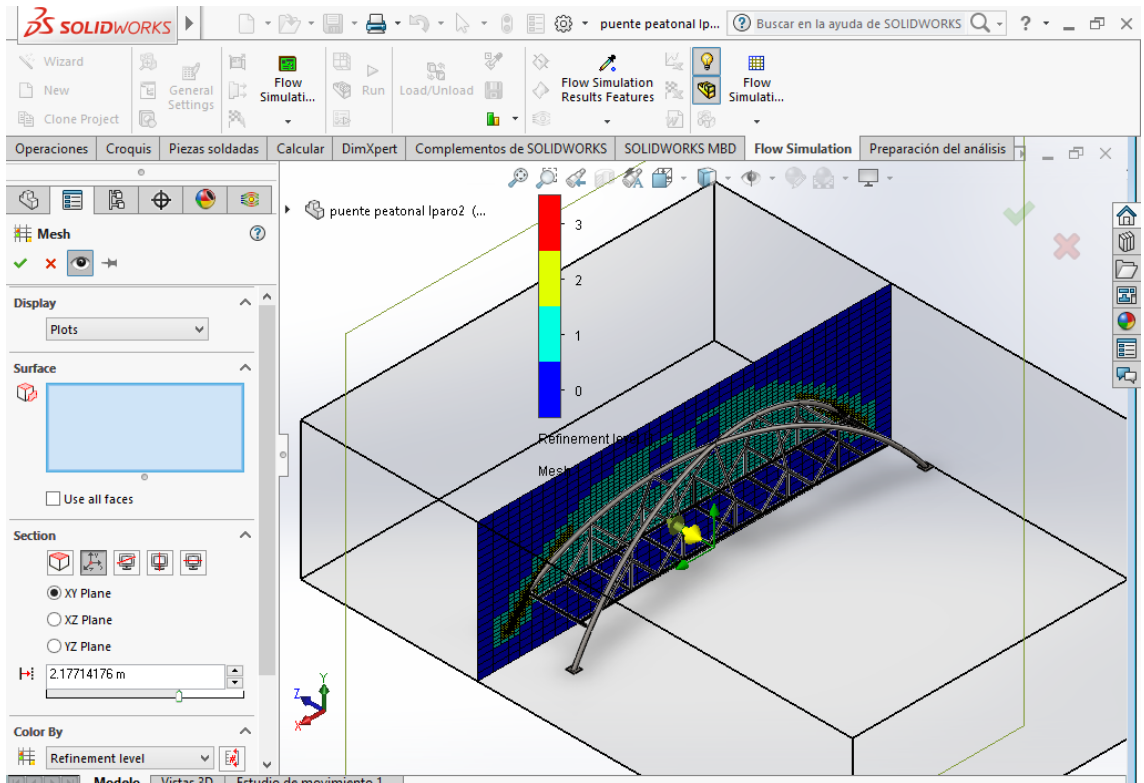


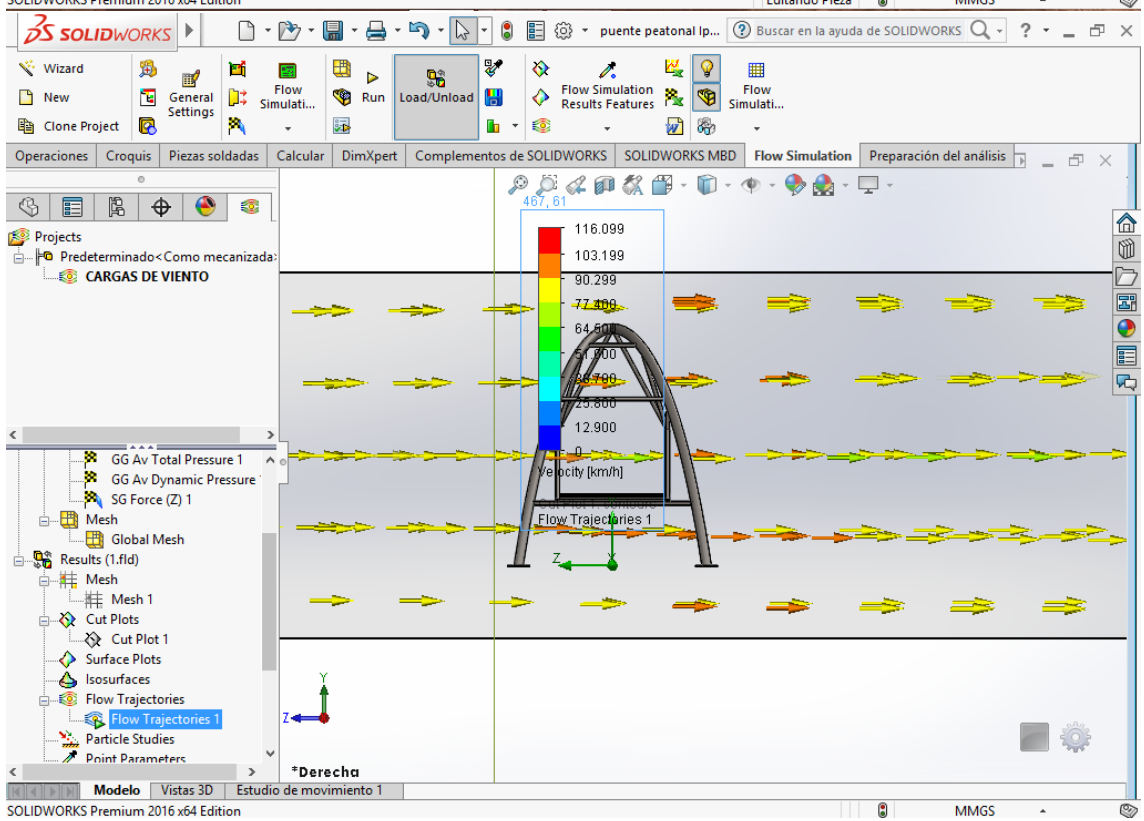
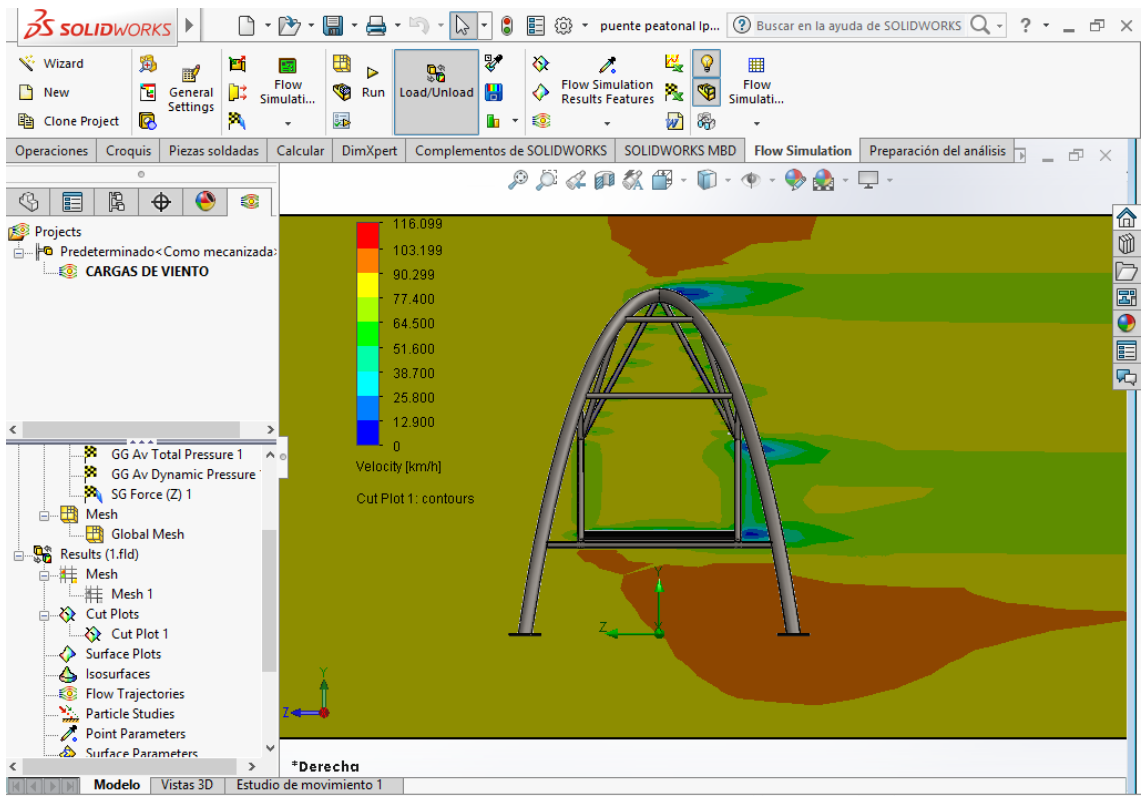


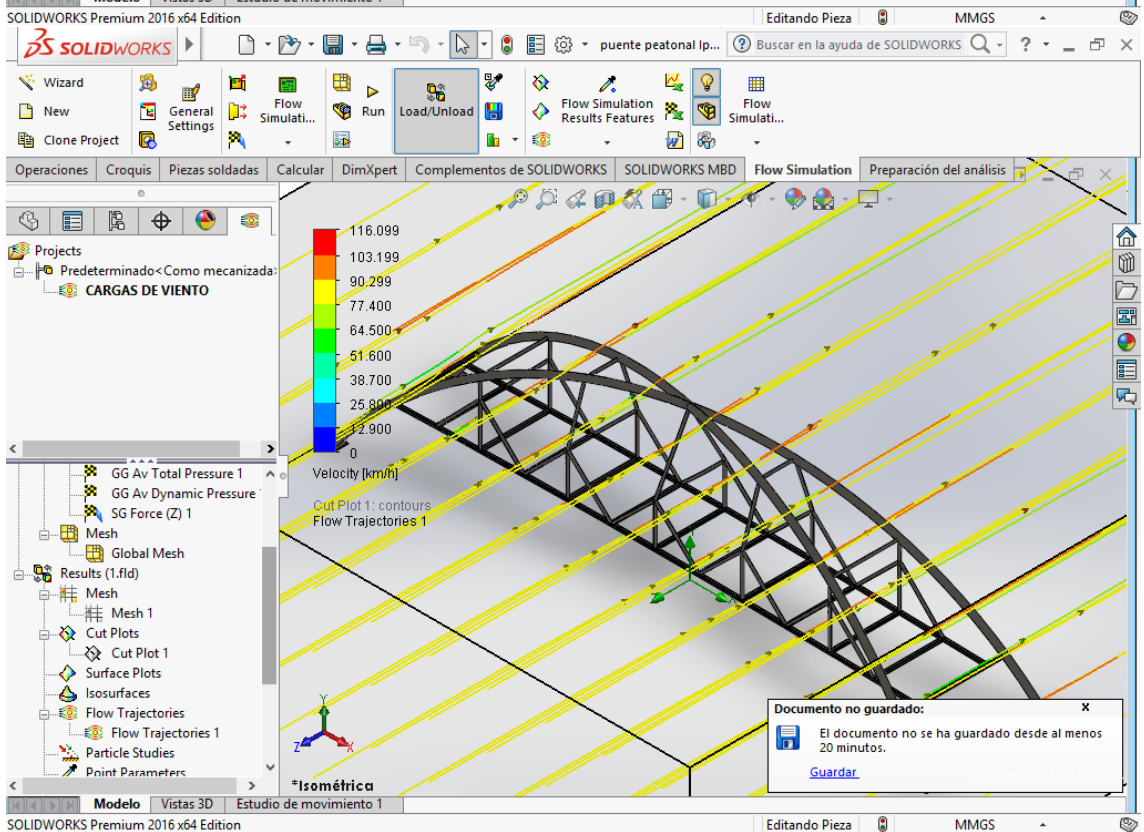
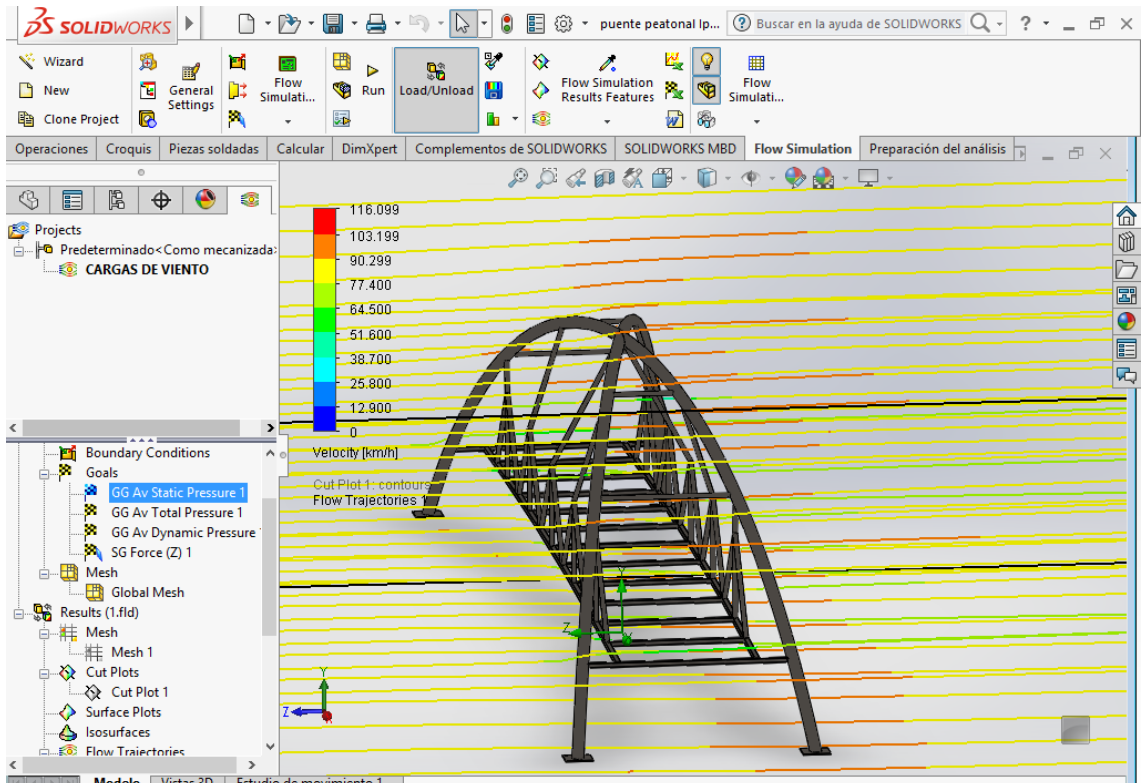


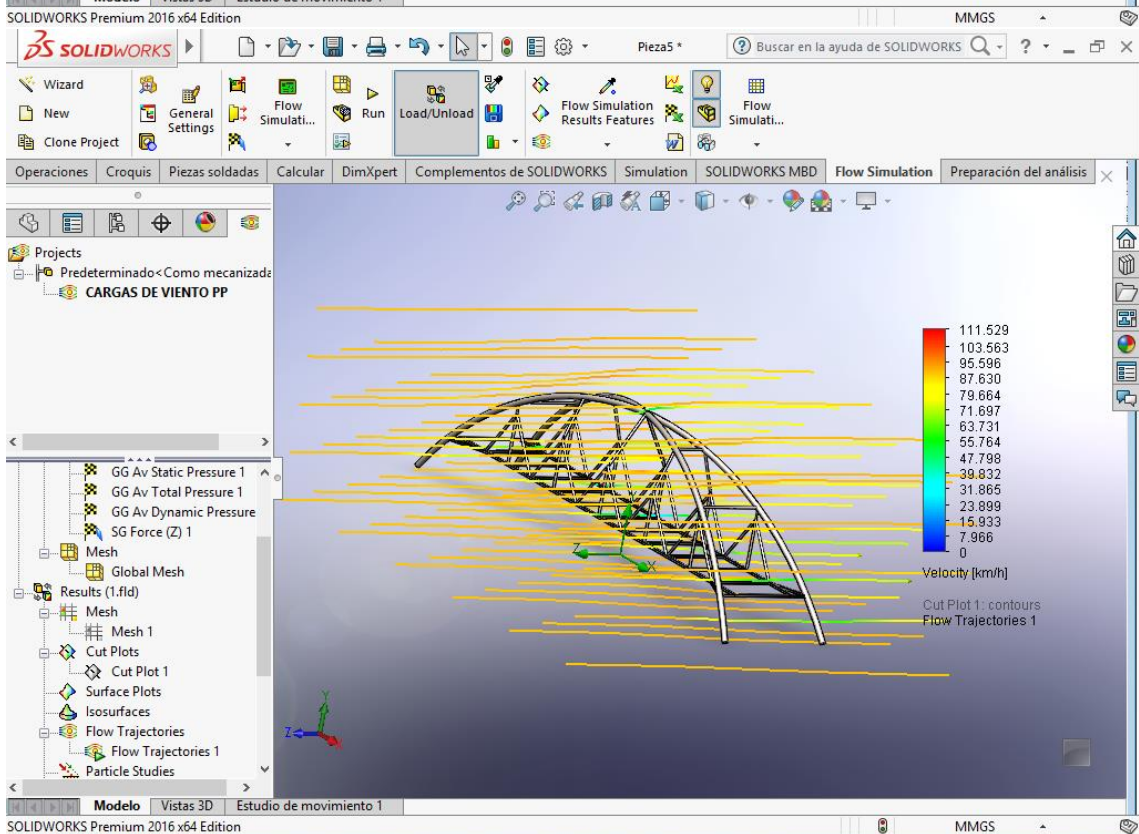
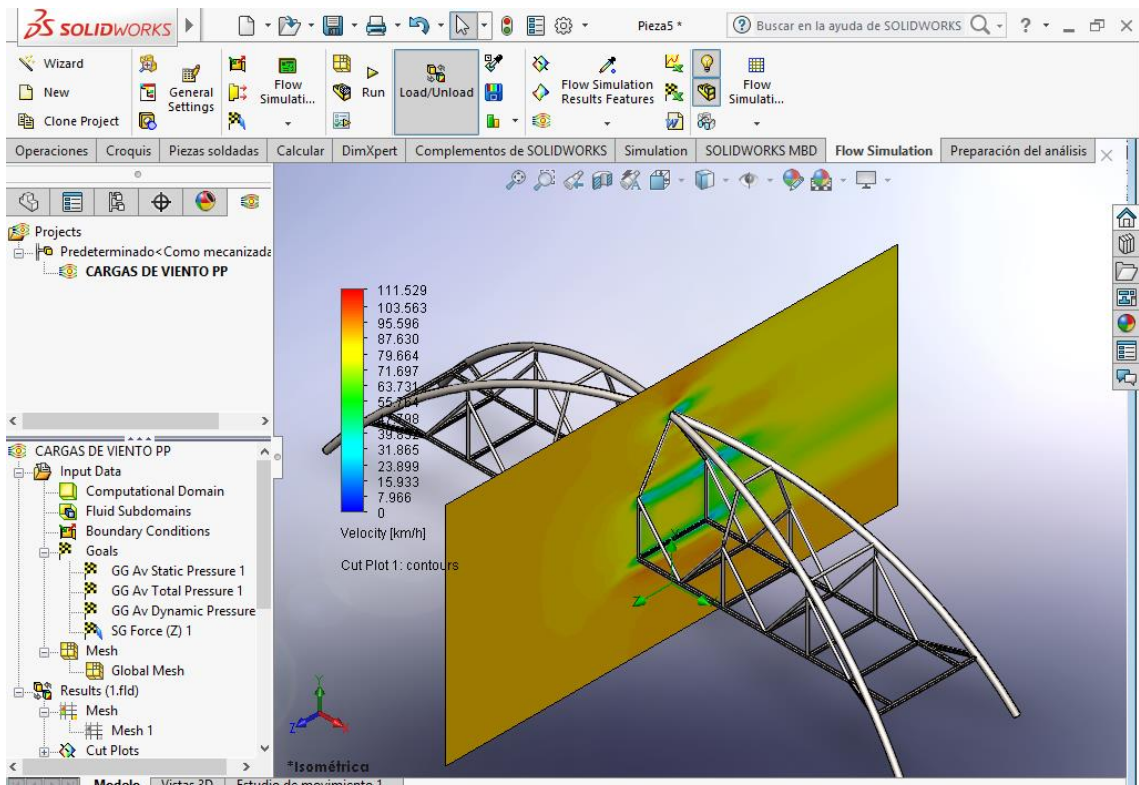




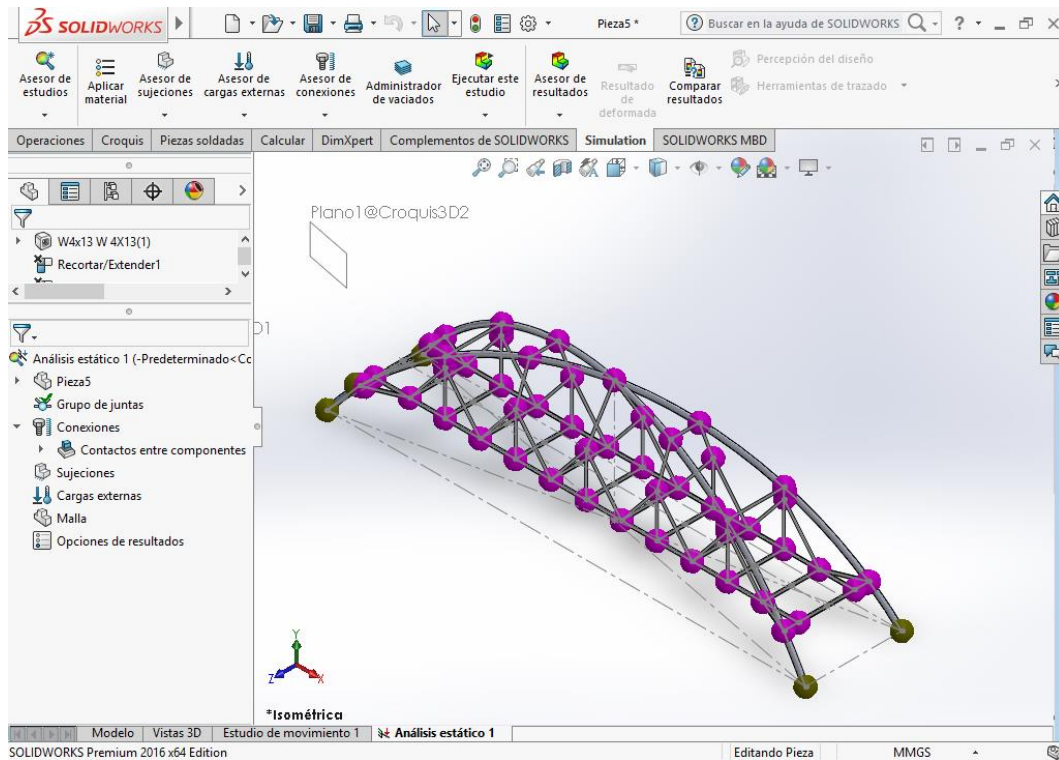




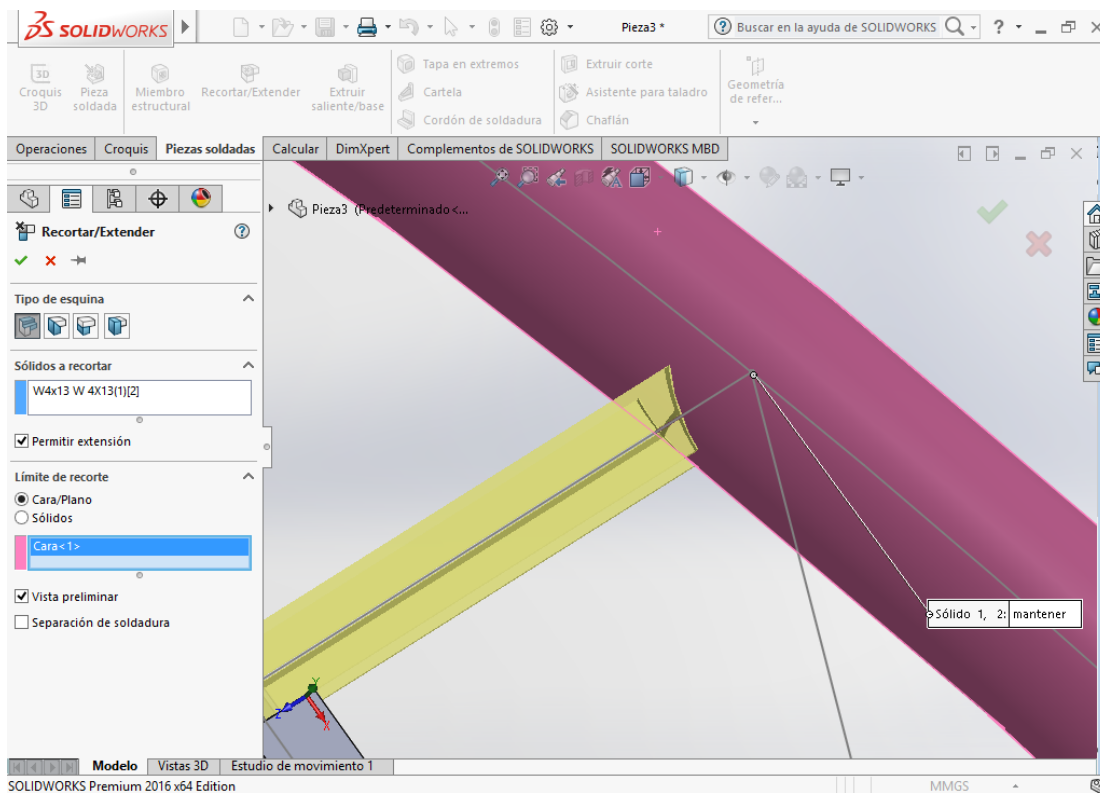




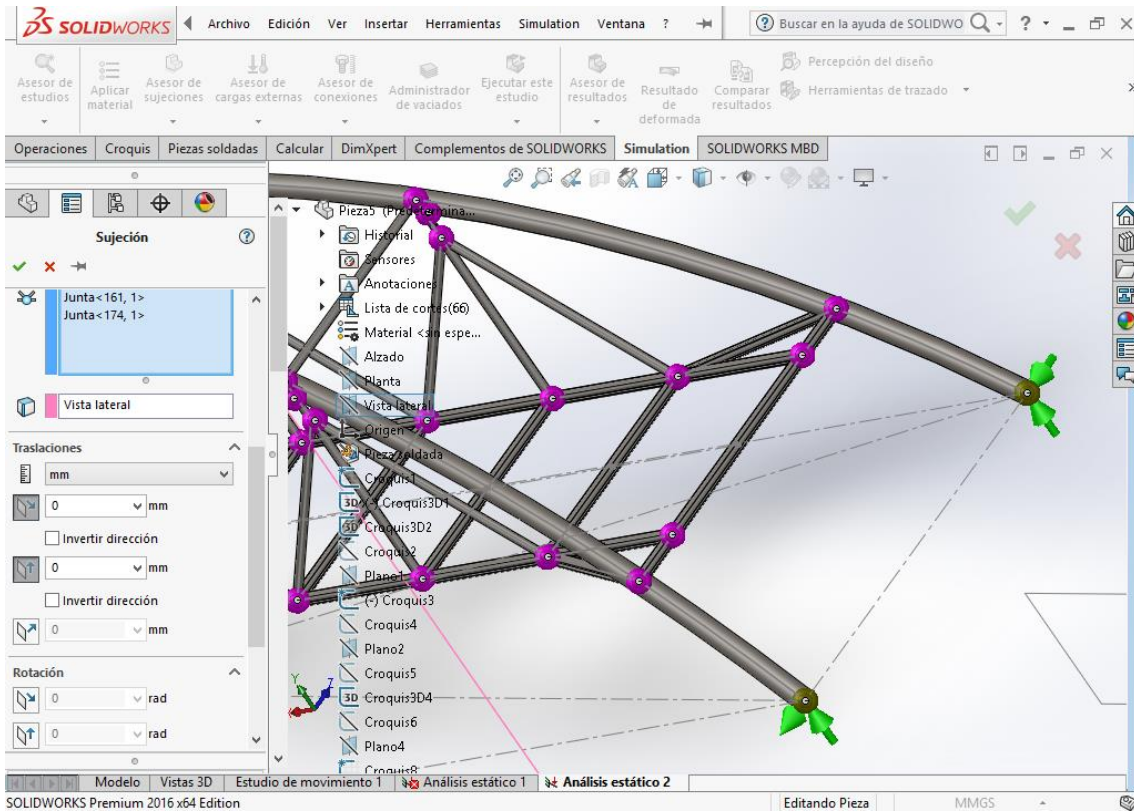
Anexo27: Proceso de simulación del puente peatonal mediante la extensión SolidWorks Simulations.



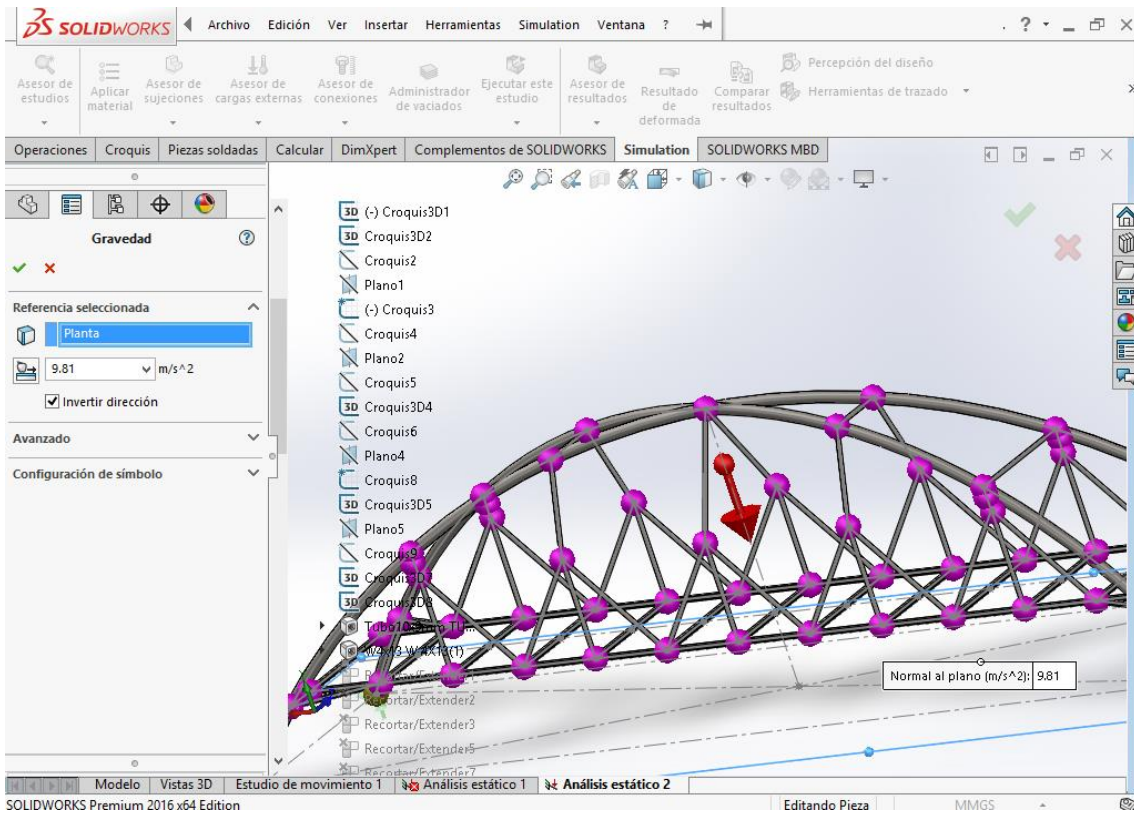
Modelado del puente peatonal mediante el método de nodos.



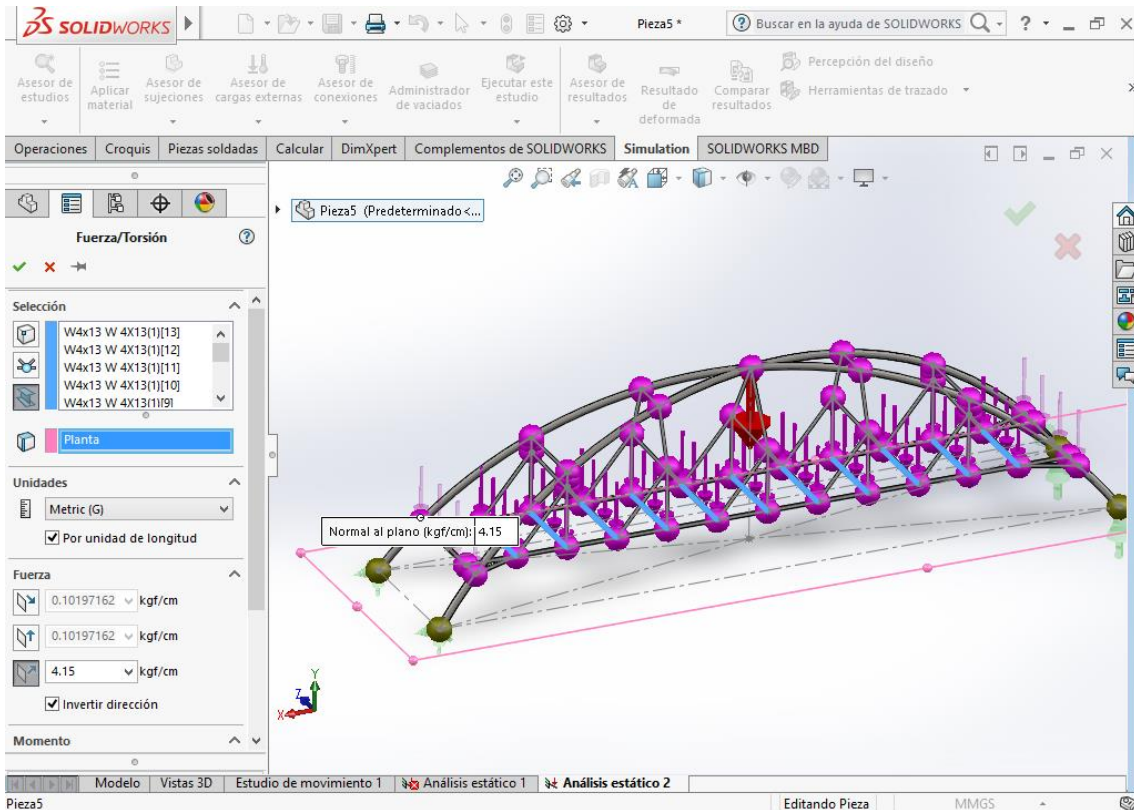
Revisión de los nodos (que estén perfectamente unidos los perfiles).



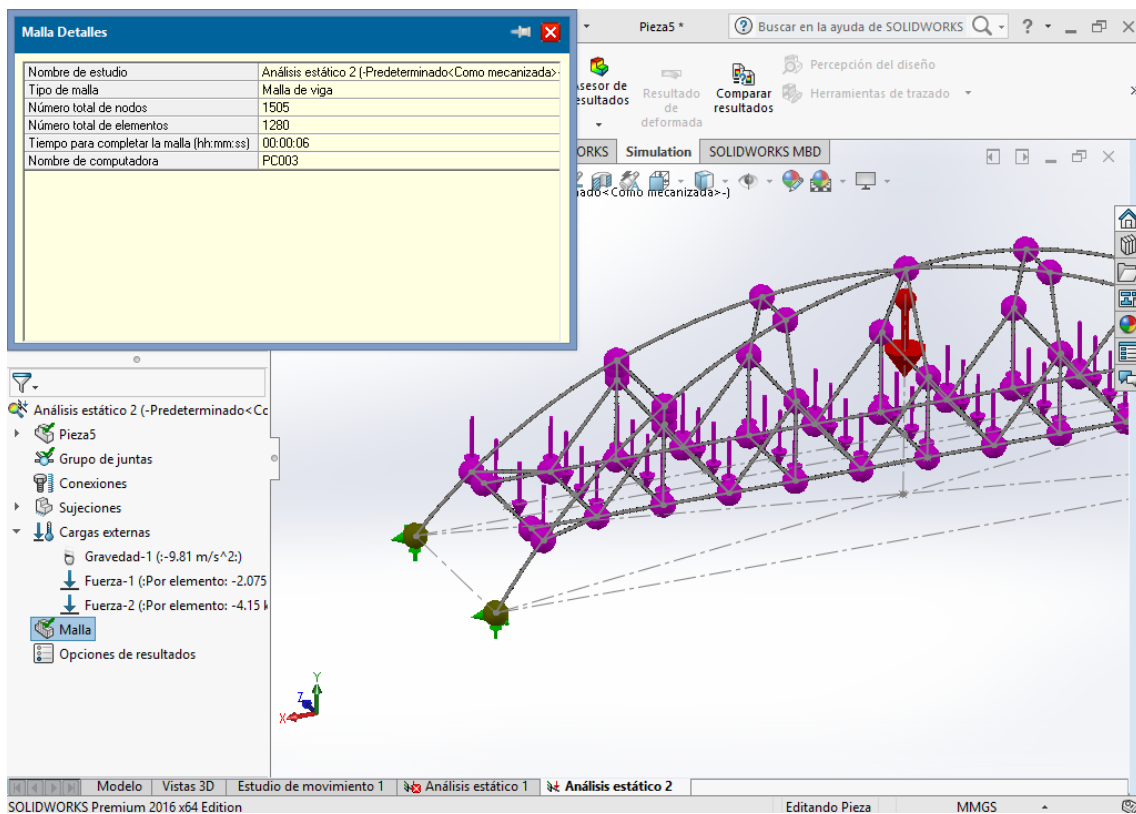
Asignación de restricciones para el modelado del puente peatonal



Asignación de carga muerta (peso propio de la estructura) en el puente peatonal.

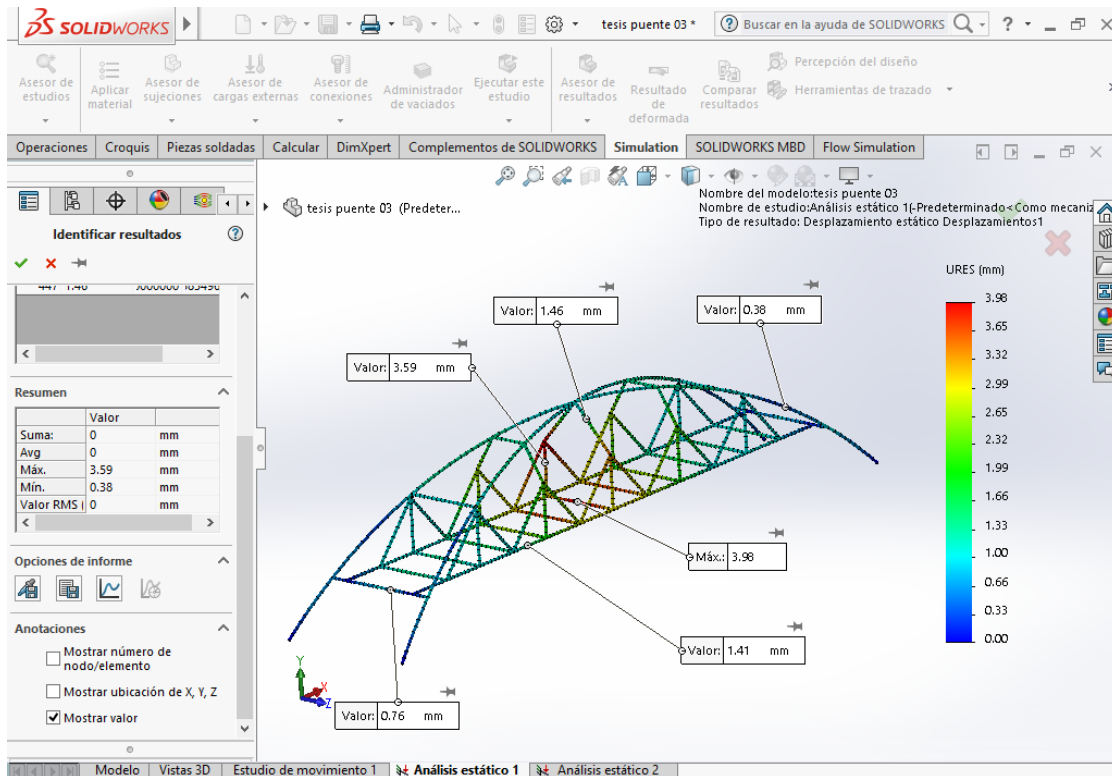


Asignación de carga viva peatonal en la plataforma del puente peatonal.

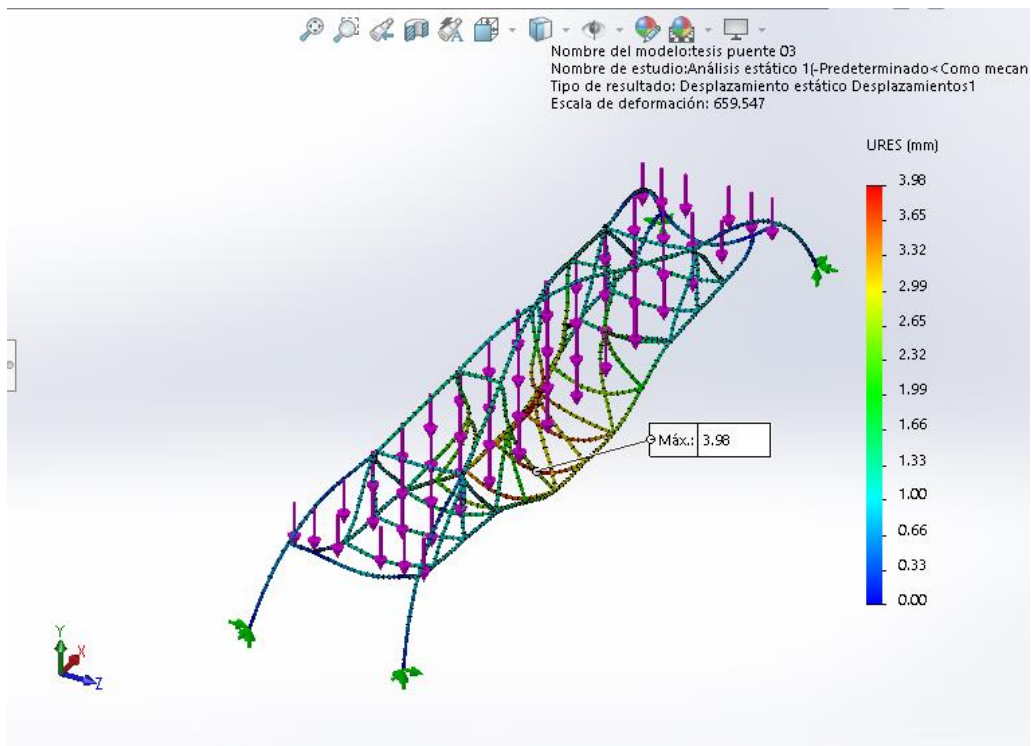


Asignación de mallas en la simulación del puente peatonal.

Anexo28: Resultados obtenidos de la simulación del puente peatonal mediante la extensión SolidWorks Simulations.

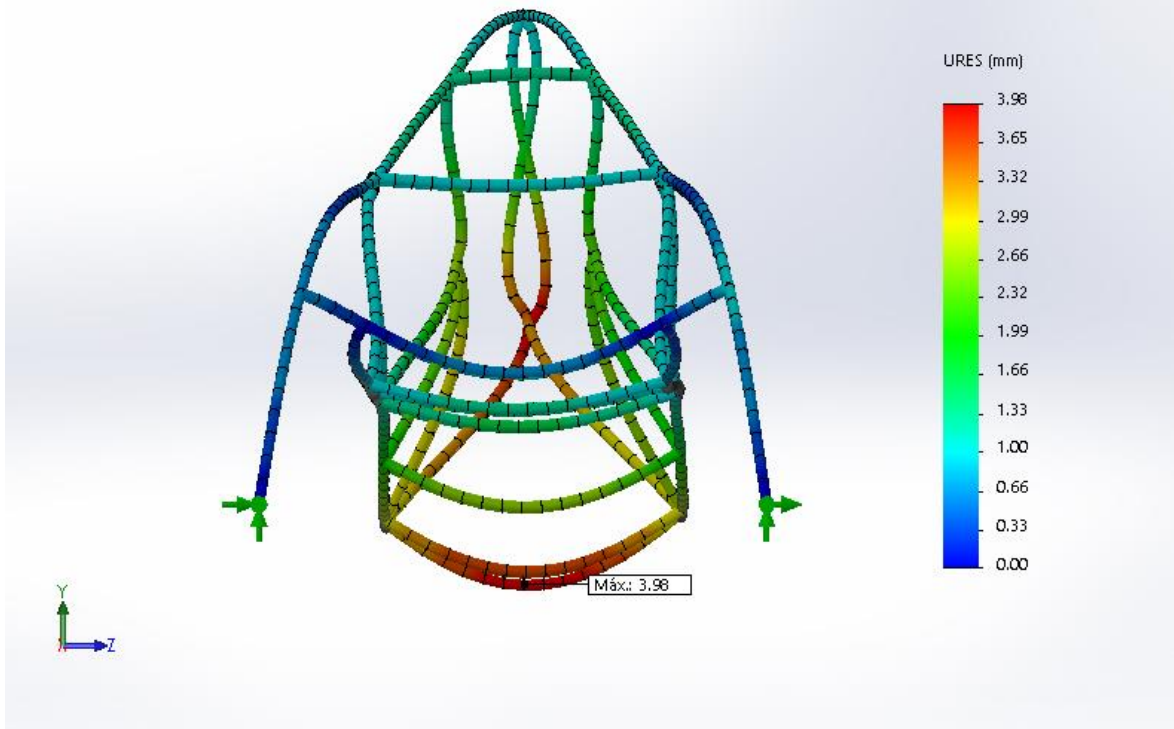


Deformaciones de los perfiles del puente peatonal



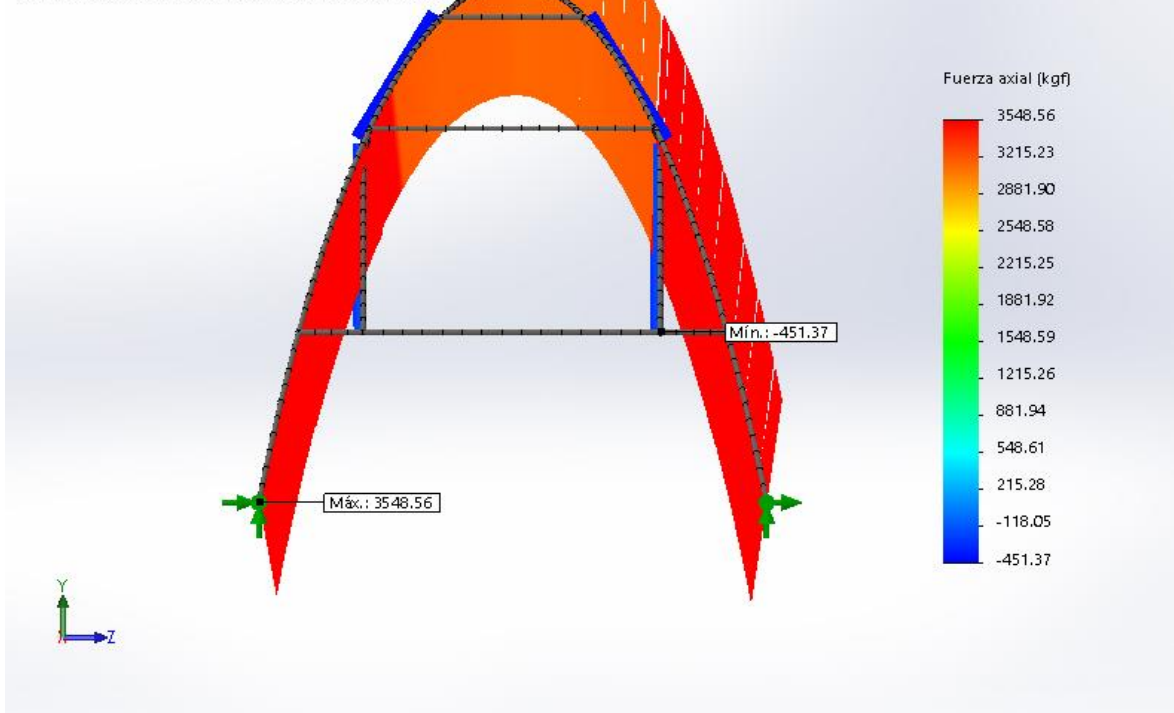
Deformación máxima del puente peatonal

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3[-Predeterminado<Como mecanizada>-]
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 659,315



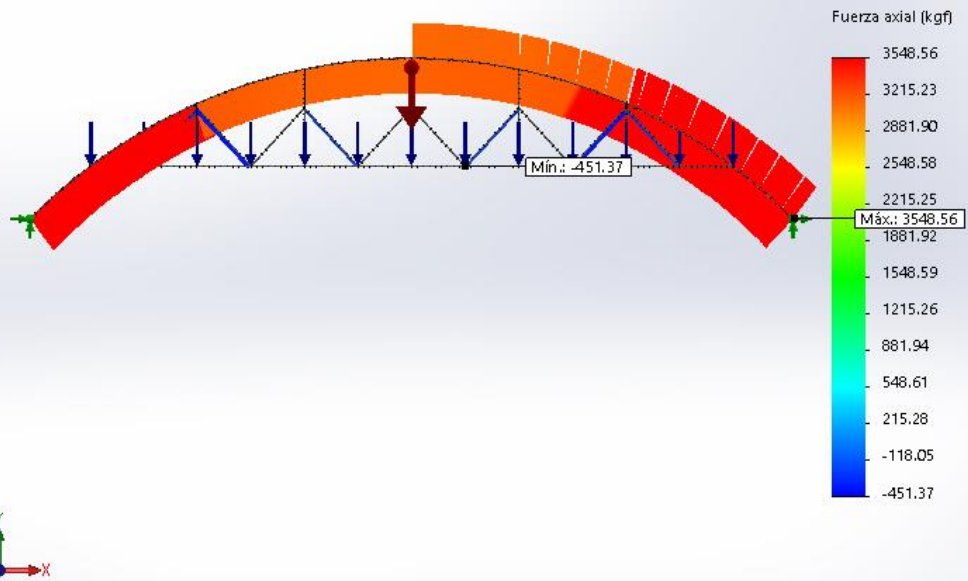
Deformación máxima del puente peatonal en vista lateral

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3[-Predeterminado<Como mecanizada>-]
Tipo de resultado: Traza de módulos cortantes-s-momentos



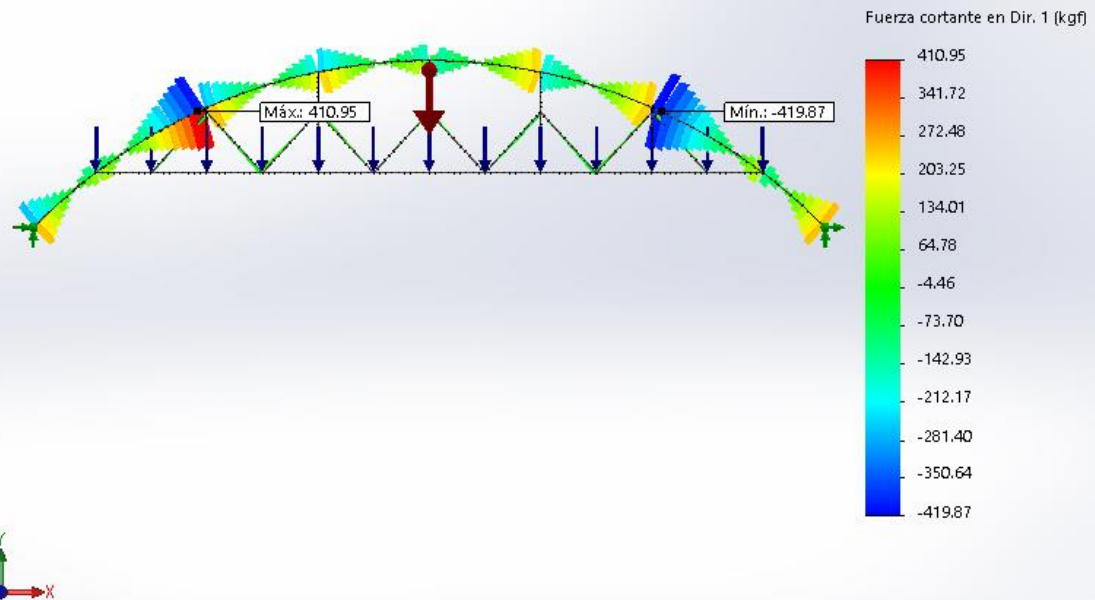
Fuerza axial máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista lateral.

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado< Como mecanizada>-)
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortante s-momentos1



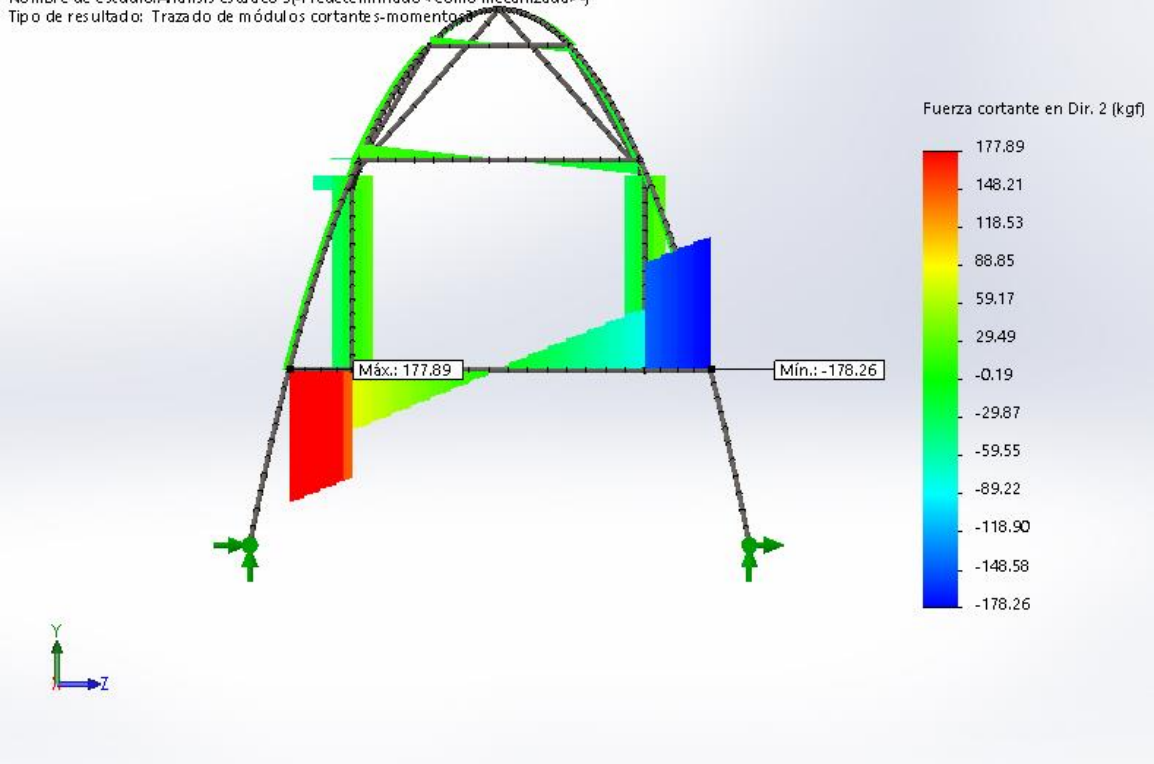
Fuerza axial máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista frontal.

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado< Como mecanizada>-)
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortante s-momentos2



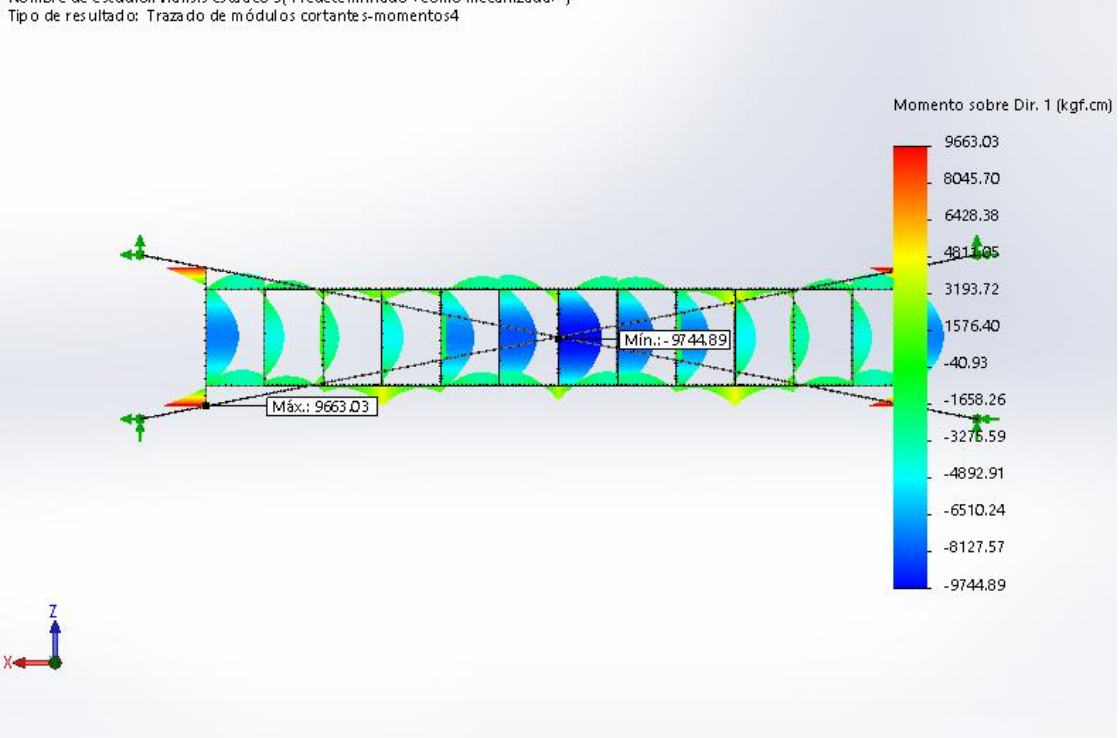
Fuerza cortante máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista frontal.

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado-<Como mecanizada>-)
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-s-momentos4

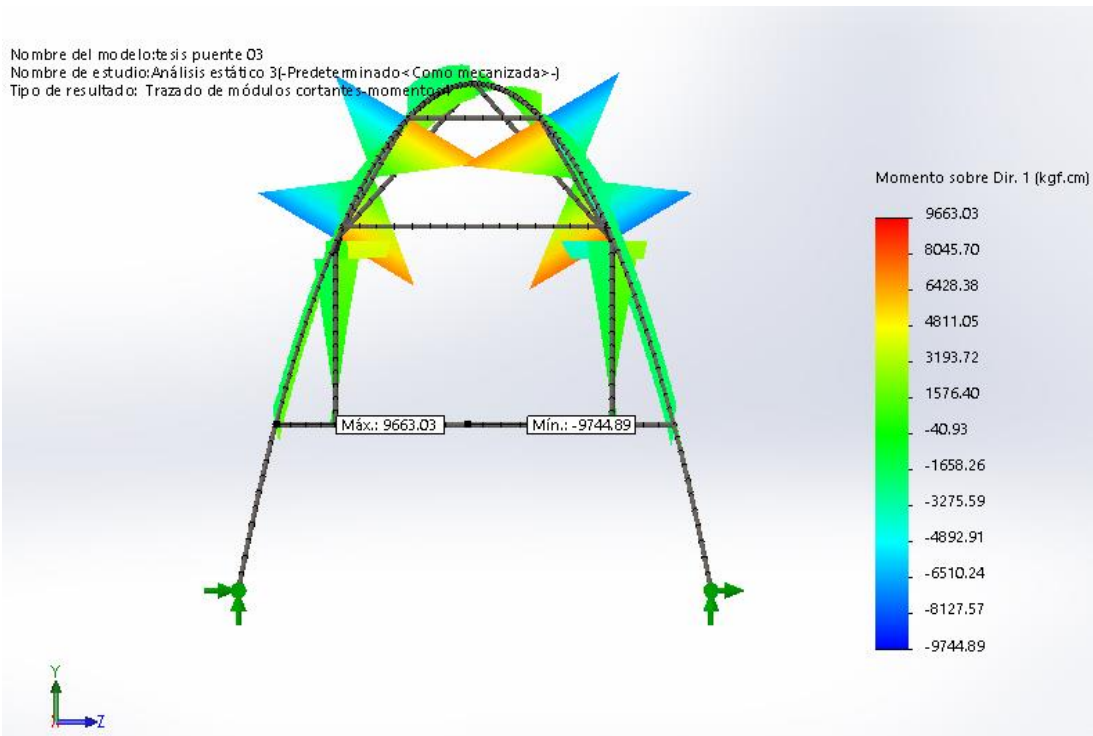


Fuerza cortante máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista lateral.

Nombre del modelo: tesis puente 03
Nombre de estudio: Análisis estático 3(-Predeterminado-<Como mecanizada>-)
Tipo de resultado: Trazado de módulos cortantes-s-momentos4



Momento flexionante máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista de planta.



Momento flexionante máxima y mínima actuante en el puente peatonal de vista de lateral.

Anexo 29: Análisis de costos unitarios y presupuesto

Análisis de precios unitarios

Proyecto: Diseño estructural de
Ubicación: CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO*
Sub Presupuesto: SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

Partida	01.01.01	APOYO METÁLICO PARA ARCOS					
Rendimiento	und/DI	MO. 0.5000	EQ: 0.5000	Costo unitario directo por : und		1,332.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.00	16.00	8.13	130.08	
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	16.00	15.62	249.92	
						380.00	
Materiales							
0202080029	PERNOS DE ANCLAJE	und		7.00	15.25	106.75	
0222090005	MORTERO GROUT 30KG	bol		0.30	110.20	33.06	
0256220108	PLANCHA DE ACERO NEGRO LAC 25x1200x2400mm	pza		0.09	3,225.00	290.25	
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.50	10.00	5.00	
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		4.00	15.50	62.00	
						497.06	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	3.80	11.40	
0301140007	TALADRO	hm	0.50	8.00	10.00	40.00	
0301330005	AMOLADORA	dia	0.30	0.60	25.00	4.50	
0301330008	EQUIPO DE CORTE	hm	1.00	16.00	25.00	400.00	
						455.90	
Partida	01.01.02	CERCHA METALICA TIPO ARCO					
Rendimiento	und/DI	MO. 0.0500	EQ: 0.0500	Costo unitario directo por : und		79,980.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
01010200010004	OPERARIO CALDERERO	hh	2.00	320.00	14.00	8,960.00	
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	2.00	320.00	10.00	6,400.00	
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	3.00	480.00	15.62	22,492.80	
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	480.00	12.00	17,280.00	
						55,132.80	
Materiales							
0202940074	TUBO DE ACERO SCH40 Ø 4"	pza		6.91	850.00	5,873.50	
0202940075	TUBO DE ACERO SCH80 Ø 4"	pza		1.43	1,142.00	1,633.06	
0202940076	TUBO DE ACERO 100X100X4.5MM	pza		14.07	619.00	8,709.33	
0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg		70.00	14.83	1,038.10	
0229550094	SOLDADURA CELLOCORD	kg		10.00	14.00	140.00	
0251050004	VIGA DE ACERO W4X13	pza		4.38	905.00	3,963.90	
0276020025	DISCO DE CORTE	und		50.00	10.00	500.00	
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		24.00	15.50	21,857.89	
Equipos							
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	dia	1.00	20.00	50.00	1,000.00	
0301330005	AMOLADORA	dia	0.50	10.00	25.00	250.00	
0301330008	EQUIPO DE CORTE	hm	0.30	48.00	25.00	1,200.00	
0301440005	DOBLADORA DE TUBO	dia	0.60	12.00	45.00	540.00	
						2,990.00	
Partida	01.01.03	ARRIOSTRES SUPERIORES					
Rendimiento	und/DI	MO. 2.0000	EQ: 2.0000	Costo unitario directo por : und		594.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	4.00	15.62	62.48	
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	2.00	8.00	12.00	192.00	
						254.48	
Materiales							
0202940074	TUBO DE ACERO SCH40 Ø 2.5"	pza		0.50	502.00	251.00	

Análisis de precios unitarios

Proyecto Diseño estructural de
Ubicación CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg	3.00	14.83	44.49
0229500094	SOLDADURA CELLOCORD	kg	0.25	14.00	3.50
0276020025	DISCO DE CORTE	und	1.00	10.00	10.00
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und	1.00	15.50	308.99

Equipos

03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	día	1.00	0.50	50.00	25.00
0301330005	AMOLADORA	día	0.50	0.25	25.00	6.25
						31.25

Partida **01.01.04** ESTRUCTURA DE PLATAFORMA

Rendimiento und/Dl M.O. 4.0000 EQ: 4.0000 Costo unitario directo por : und **537.20**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	2.00	15.62	31.24
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	6.00	12.00	216.00
						247.24
Materiales						
0202940074	TUBO DE ACERO 50X100X4.5MM	pza		0.50	502.00	251.00
0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg		1.00	14.83	14.83
0229500094	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.25	14.00	3.50
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.50	10.00	5.00
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		0.50	15.50	274.33
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	día	1.00	0.25	50.00	12.50
0301330005	AMOLADORA	día	0.50	0.13	25.00	3.13
						15.63

Partida **01.01.05** ARCOS DE COBERTURA

Rendimiento und/Dl M.O. 3.0000 EQ: 3.0000 Costo unitario directo por : und **615.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	2.67	15.62	41.65
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	8.00	12.00	288.00
						329.65
Materiales						
0202940074	TUBO DE ACERO 100X100X3.0MM	pza		0.50	480.00	240.00
0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg		1.00	14.83	14.83
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.25	10.00	2.50
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		0.25	15.50	257.33
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	día	1.00	0.33	50.00	16.67
0301330005	AMOLADORA	día	0.50	0.17	25.00	4.17
0301440005	DOBLADORA DE TUBO	día	0.50	0.17	45.00	7.50
						28.33

Partida **01.01.06** VIGUETAS DE COBERTURA

Rendimiento und/Dl M.O. 10.0000 EQ: 10.0000 Costo unitario directo por : und **201.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	0.80	15.62	12.50
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	2.40	12.00	86.40
						98.90
Materiales						
0202940074	TUBO DE ACERO 100X100X3.0MM	pza		0.18	480.00	84.00

Análisis de precios unitarios

Proyecto Diseño estructural de
Ubicación CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg	0.50	14.83	7.42
0276020025	DISCO DE CORTE	und	0.25	10.00	2.50
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und	0.25	15.50	93.92

Equipos

03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	dia	1.00	0.10	50.00	5.00
0301330005	AMOLADORA	dia	0.50	0.05	25.00	1.25
0301440005	DOBLADORA DE TUBO	dia	0.50	0.05	45.00	2.25
						8.50

Partida 01.01.07 PISO METALICO

Rendimiento und/DI MO. 8.0000 EQ: 8.0000 Costo unitario directo por : und 268.81

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	1.00	15.62	15.62
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	3.00	12.00	108.00
						123.62
Materiales						
0202940074	PLANCHA DE ACERO ESTRIADA 3.9X1200X2400MM	pza		0.36	342.00	124.66
0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg		0.50	14.83	7.42
0229550094	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.20	14.00	2.80
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.25	10.00	2.50
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		0.25	15.50	137.37
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	dia	1.00	0.13	50.00	6.25
0301330005	AMOLADORA	dia	0.50	0.06	25.00	1.56
0301440005	DOBLADORA DE TUBO	dia	0.50	0.06	45.00	2.81
						7.81

Partida 01.01.08 BARANDA METALICA

Rendimiento und/DI MO. 15.0000 EQ: 15.0000 Costo unitario directo por : und 67.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010104	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	0.53	15.62	8.33
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	2.00	1.07	12.00	25.60
						33.93
Materiales						
0202940074	TUBO DE ACERO Ø2.5"X2.0MM	pza		0.18	150.00	26.25
0229500096	PLATINA DE ACERO 2" X 1/4" X 6M	pza		0.02	70.00	1.40
0229500096	SOLDADURA SUPERCITO	kg		0.10	14.83	1.48
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.05	10.00	0.50
0276020050	DISCO DE DESBASTE	und		0.05	15.50	29.63
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	dia	1.00	0.07	50.00	3.34
0301330005	AMOLADORA	dia	0.50	0.03	25.00	0.83
0301440005	DOBLADORA DE TUBO	dia	0.50	0.06	45.00	2.81
						4.17

Partida 01.01.09 PINTURA EN ESTRUCTURAS METALICAS

Rendimiento und/DI MO. 20.0000 EQ: 20.0000 Costo unitario directo por : und 70.40

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	1.00	0.40	10.00	4.00
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	1.20	12.00	43.20
						47.20

Análisis de precios unitarios

Proyecto Diseño estructural de
Ubicación CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

Materiales						
0202940074	LUA		und	0.05	3.50	0.18
0229500096	TRAPO INDUSTRIAL		kg	0.05	7.00	0.35
0229500096	ESCOBILLA DE ACERO TIPO COPA		pza	0.10	8.00	0.80
0276020025	PINTURA EPOXICA BASE		jgo	0.10	202.54	20.25
0276020050	PINTURA EPOXICA ESMALTE		jgo	0.10	202.54	21.58
Equipos						
03012700010003	EQUIPO DE PINTURA		hm	0.25	0.10	6.25
0301330005	AMOLADORA ANGULAR		día	0.50	0.03	40.00
						1.63
Partida	01.01.10	COBERTURA DE POLICARBONATO				
Rendimiento	und/D	MO: 15.0000	EQ: 15.0000	Costo unitario directo por : und		159.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	2.00	1.07	10.00	21.33
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	1.60	12.00	57.60
						78.93
Materiales						
0202940074	POLICARBONATO MACIZO 1.0MM	und		1.05	65.00	68.25
0229500096	SILICONA NEUTRA	kg		0.20	20.00	4.00
0229500096	TORNILLO AUTOPERFORANTE	pza		6.00	1.00	6.00
						78.25
Equipos						
03012700010003	ATORNILLADOR DE IMPACTO	hm		0.50	0.27	6.00
0301330005	AMOLADORA	día		0.50	0.03	25.00
						2.43
Partida	01.01.11	MALLA METALICA DE PROTECCION				
Rendimiento	und/D	MO: 10.0000	EQ: 10.0000	Costo unitario directo por : und		118.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
01010200010009	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	0.80	15.62	12.50
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	2.00	1.60	12.00	38.40
						50.90
Materiales						
0202940074	MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO # 12 COCADA 2" X 2"	und		0.20	14.00	2.80
	ANGULO DE 2"X2"X3/16"X6.00M	und		1.05	22.25	23.36
0229550094	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.35	110.00	38.50
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.20	10.00	2.00
						66.66
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	día		0.10	0.01	50.00
0301330005	AMOLADORA	día		0.10	0.01	25.00
						0.75

Análisis de precios unitarios

Proyecto Diseño estructural de
Ubicación CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

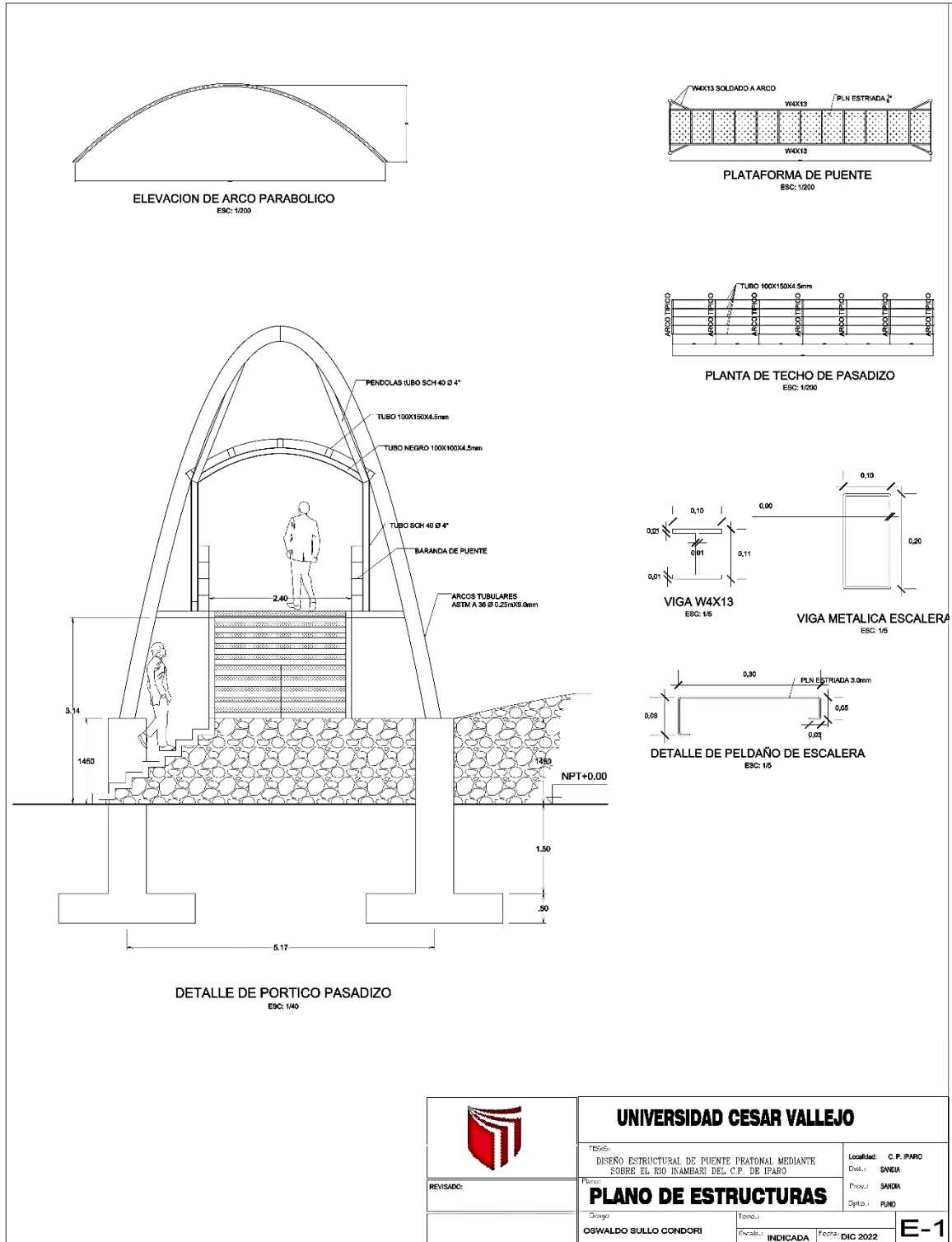
Materiales						
0202940074	LUA		und	0.05	3.50	0.18
0229500096	TRAPO INDUSTRIAL		kg	0.05	7.00	0.35
0229500096	ESCOBILLA DE ACERO TIPO COPA		pza	0.10	8.00	0.80
0276020025	PINTURA EPOXICA BASE		jgo	0.10	202.54	20.25
0276020050	PINTURA EPOXICA ESMALTE		jgo	0.10	202.54	21.58
Equipos						
03012700010003	EQUIPO DE PINTURA		hm	0.25	0.10	6.25
0301330005	AMOLADORA ANGULAR		día	0.50	0.03	40.00
						1.63
Partida	01.01.10	COBERTURA DE POLICARBONATO				
Rendimiento	und/D	MO: 15.0000	EQ: 15.0000	Costo unitario directo por : und		159.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	2.00	1.07	10.00	21.33
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	3.00	1.60	12.00	57.60
						78.93
Materiales						
0202940074	POLICARBONATO MACIZO 1.0MM	und		1.05	65.00	68.25
0229500096	SILICONA NEUTRA	kg		0.20	20.00	4.00
0229500096	TORNILLO AUTOPERFORANTE	pza		6.00	1.00	6.00
						78.25
Equipos						
03012700010003	ATORNILLADOR DE IMPACTO	hm		0.50	0.27	6.00
0301330005	AMOLADORA	día		0.50	0.03	25.00
						2.43
Partida	01.01.11	MALLA METALICA DE PROTECCION				
Rendimiento	und/D	MO: 10.0000	EQ: 10.0000	Costo unitario directo por : und		118.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
01010200010009	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.00	0.80	15.62	12.50
0147030095	PEON DE ESTRUCTURAS METALICAS	hh	2.00	1.60	12.00	38.40
						50.90
Materiales						
0202940074	MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO # 12 COCADA 2" X 2"	und		0.20	14.00	2.80
	ANGULO DE 2"X2"X3/16"X6.00M	und		1.05	22.25	23.36
0229550094	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.35	110.00	38.50
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.20	10.00	2.00
						66.66
Equipos						
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	día		0.10	0.01	50.00
0301330005	AMOLADORA	día		0.10	0.01	25.00
						0.75

Presupuesto

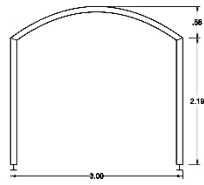
Proyecto Diseño estructural de
Ubicación CENTRO POBLADO DE IPARO - SANDIA- PUNO"
Sub Presupuesto SUPERESTRUCTURA DE PUENTE PEATONAL

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
01.00	FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS				263,516.55
01.01.01	APOYO METÁLICO PARA ARCOS	und	4.00	1,332.96	5,331.84
01.01.02	CERCHA METALICA TIPO ARCO	und	2.00	79,980.69	159,961.38
01.01.03	ARRIOSTRES SUPERIORES	und	5.00	594.72	2,973.60
01.01.04	ESTRUCTURA DE PLATAFORMA	und	28.00	537.20	15,041.46
01.01.05	ARCOS DE COBERTURA	und	9.00	615.32	5,537.86
01.01.06	VIGUETAS DE COBERTURA	m	75.00	201.31	15,098.33
01.01.07	PISO METALICO	m2	60.00	268.81	16,128.39
01.01.08	BARANDA METALICA	m	50.00	67.73	3,386.57
01.01.09	PINTURA EN ESTRUCTURAS METALICAS	m2	306.57	70.40	21,583.75
01.01.10	COBERTURA DE POLICARBONATO	m2	76.20	159.62	12,162.79
01.01.11	MALLA METALICA DE PROTECCION	m2	53.34	118.31	6,310.58

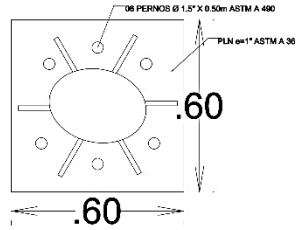
Anexo 31: Planos de detalles del Puente Peatonal.



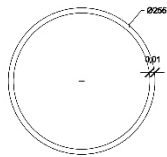
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE PEATONAL MEDIANTE SOBRE EL RIO INAMBARI DEL C.P. DE IPARO	Localidad: C. P. IPARO Dist.: SANDA
REVISADO:	PLANO DE ESTRUCTURAS	
Diseñado: OSWALDO SULLO CONDORI	Tomo.: Escala.: INDICADA	Proy.: SANDA Dpto.: PUNO Fecha: DIC 2022
		E-1



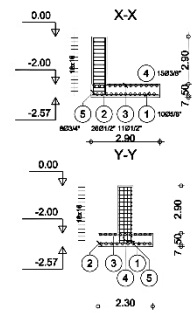
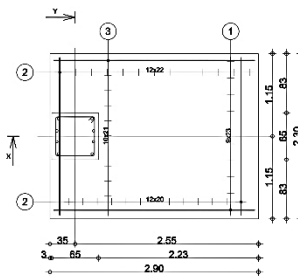
DETALLE DE ARCO TÍPICO
ESC: 1/50



APOYO METALICO DE ARCOS
ESC: 1/10

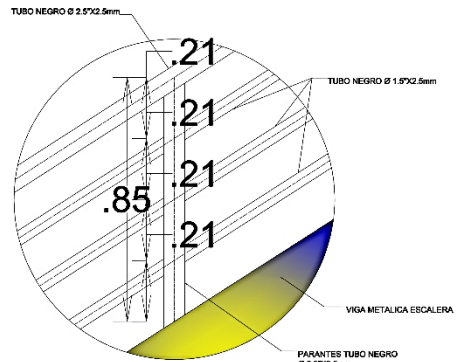


DETALLE TUBO DE ARCOS
PARABOLICOS
ESC: 1/5



Posic.	Armaduras	Forma	Acero	Posic.	Armaduras	Forma	Acero
①	10Ø5/8"	I=2.80	3.00	④	15Ø3/8"	I=2.32	3.00
②	2Ø1/2"	I=2.20	3.00	⑤	8Ø3/4"	I=2.64	3.00
③	11Ø1/2"	I=2.90	3.00				

DETALLE DE ZAPATAS



DETALLE DE BARANDA EN ESCALERAS
ESC: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTRUCTURA METALICA Y COBERTURA

- CARGAS**
- CARGA MUERTA (PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA)
 - CARGA VIVA EN PASADIZO : 500 Kg/m²
 - VELOCIDAD DEL VIENTO: 150 Km/h
 - COMBINACIONES DE CARGA: RNE E-600
- ACERO**
- TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN ACERO ASTM A36
 - PERNOS DE ANCLAJE ASTM A 490.
- SOLDADURA**
- USAR ELECTRODOS AWS E 7018 Ø 1/8" Y 3/32", PODRÁ UTILIZARSE EL PROCESO GMAW SEGUN CODIGO AWS.
 - NO USAR ELECTRODOS EXPUESTOS AL AIRE LIBRE.
 - LOS ELECTRODOS DEBEN SER SECADOS EN HORNO.
 - TODAS LAS UNIONES SE REALIZAN SEGUN CODIGO AWS D1.1
- PROTECCIÓN**
- SISTEMA EPOXICO BASE Y ACABADO CON LIMPIEZA MECÁNICA, ESPESOR TOTAL: 6 mils, SEGUN SSPC
- COBERTURA**
- COBERTURA DE POLICARBONATO MACIZO 1.0mm.
- PROCEDIMIENTO DE MONTAJE**
- SE REALIZA LA FABRICACION DE LAS ESTRUCTURAS METALICAS.
 - SE REALIZA EL MONTAJE DE ARCOS PARABOLICOS Y FENDICIALES.
 - SE REALIZA EL MONTAJE DE PLATAFORMA.
 - SE REALIZA EL DE ESQUALDIA Y BARANDAS.
 - SE PROCEDE A LA COLOCACION DE LA COBERTURA DE POLICARBONATO.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Tesis: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE PEATONAL MEDIANTE SOBRE EL RIO INAMBARI DEL C.P. DE IPABO

Localidad: C. P. IPABO

Dist.: SANGA

Provi.: SANGA

Dpto.: PUNO

REVISADO:

PLANO DE DETALLES

Diseño:

Oswaldo Sullo Condori

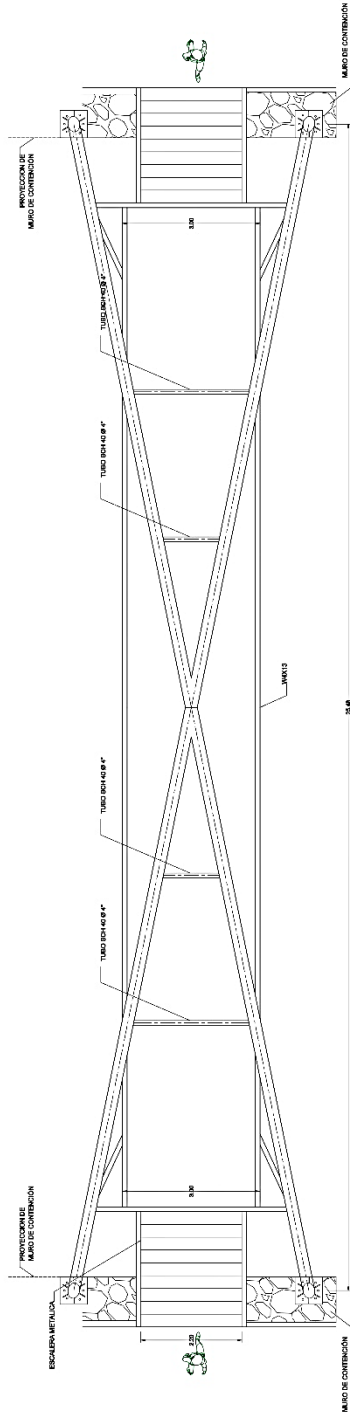
Escala: INDICADA

Fecha: DIC 2022

D-1

PLANTA DE PUENTE PEATONAL

ESC: 1/50



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TESIS: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE PEATONAL MEDIANTE SOBRE EL RIO INAMBARI DEL C.P. DE IPARO
Localidad: C. P. IPARO
Dist.: SANDA
Prov.: SANDA
Dpto.: PLUNO

PLANO ESTRUCTURAL

REFORMA:
Dibujos: OSWALDO SULLO CONDORI
Fecha: INDICADA
Problema: DIC 2022
E-3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HEBER AUGUSTO ZAVALETA ZAVALETA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural de puente peatonal mediante SolidWorks sobre el río Inambari para mejorar la seguridad vial en el Centro Poblado de Iparo.", cuyo autor es SULLO CONDORI OSWALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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, 12 de Febrero del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HEBER AUGUSTO ZAVALETA ZAVALETA DNI: 17865439 ORCID: 0000-0003-3964-0198	Firmado electrónicamente por: HZAVALETAZ el 12- 02-2023 01:05:54

Código documento Trilce: TRI - 0532659