

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño de puente peatonal sostenible que permita la movilidad  
entre edificio 14B con patio de comidas en FADCOM.

INGE-2266

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

María Gabriela Santana López

Kerly Alexandra Villamar Triviño

GUAYAQUIL - ECUADOR

II PAO 2023

## Dedicatoria

---

El presente proyecto se lo dedico a mi familia quienes han sido pilares fundamentales en mi formación personal y camino académico. A mis padres, Gabino Santana y Gloria López, quiénes con su amor y sacrificio han sido mi apoyo incondicional durante todo este trayecto académico, quienes han sido mi ejemplo de resiliencia para llegar a esta meta. A mis hermanos por ser los amigos perfectos en esta vida. Y a mi novio que en los últimos años ha sido mi compañero de vida y cómplice en este camino académico y profesional.

**Ma. Gabriela Santana López**

## Dedicatoria

---

Dedico esta tesis a mis padres, Jorge y Alexandra, quienes, con su apoyo constante, amor y sacrificio han sido mi mayor inspiración.

A mi querida hija, Amelie Pinda, mi fuente de alegría, quien me motiva cada día a esforzarme y cumplir mis metas.

A mi hermano, Leonardo Villamar, quien es un pilar fundamental en mi vida, siempre brindándome su apoyo de maneras incontables.

A mis abuelas, Martha y Carmen, y a mis tíos Jorge, Angela, Ruth, quienes siempre me han motivado a seguir adelante.

Y a Carlos Román, quien con paciencia, dedicación y compromiso estuvo a mi lado, brindándome su apoyo en cada etapa de este proyecto.

**Kerly Villamar Triviño**

## Agradecimientos

---

Agradezco a Dios, por haberme permitido llegar a esta etapa de mi vida, la culminación de mi carrera universitaria. También agradecerle por tener a mi familia completa y poder disfrutar juntos de este logro. Mi más sincero agradecimiento a mis padres por ese apoyo incansable durante este camino académico. A la ESPOL y a nuestra Facultad Ciencias de la Tierra por prepararnos como profesionales de éxito durante estos años académicos. A nuestros profesores, tutores y compañeros que han hecho más llevadero este camino académico y profesional. A mis chicuelos Kerly Villamar y Carlos Román, quienes los últimos años fueron amigos y hermanos que necesitaba para culminar mi etapa universitaria.

**Ma. Gabriela Santana López**

## Agradecimientos

---

En primer lugar, agradezco a Dios, quien me ha brindado la fortaleza y la determinación para alcanzar esta meta. Expreso mi profundo agradecimiento a mi madre, Alexandra Triviño, quien fue un gran apoyo durante el período más desafiante de mi vida.

A mi cuñada, Yamilet Bravo, quien cuidó de mi hija, permitiéndome terminar mis estudios.

A mi compañera de tesis, Gabriela Santana, quien dio su mayor esfuerzo para culminar con éxito nuestro proyecto.

Y a mis tutores, el Ing. Lenin Dender y el Ing. Guillermo Muñoz por su paciencia y orientación.

**Kerly Villamar Triviño**

## Declaración Expresa


---

Nosotras María Gabriela Santana López y Kerly Alexandra Villamar Triviño acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 25 de enero del 2024.



---

María Gabriela  
Santana López



---

Kerly Alexandra  
Villamar Triviño

## Evaluadores



Firmado electrónicamente por:  
LENIN ALEXANDER  
DENDER AGUILAR

---

**Ing. Lenin Dender**  
Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:  
GUILLERMO JAVIER  
MUNOZ VILLA

---

**Ing. Guillermo Muñoz**  
Tutor de proyecto

## Resumen

Este Proyecto Integrador surge de la necesidad de conectar al edificio 14 B con el patio de comidas en la Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM), considerando mejorar la movilidad de estudiantes y de los equipos que se requieran trasladar en el caso de eventos futuros, incluyendo al 0.24% de personas con discapacidad en la ESPOL. Por tanto, se propuso como una solución el diseño estructural de un puente peatonal, tomando en cuenta las normas ACI 318-14 y ASHTOO LRFD 2014, especificaciones técnicas, geometría de la superestructura y subestructura, así como el análisis ambiental, cumpliendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4,11 y 15. Se decidió realizar elementos prefabricados de hormigón armado, diseñando la subestructura del puente (Un pilar y un estribo en los extremos), la superestructura (Una viga T simplemente apoyada y un tablero, con una longitud de 20 metros), cumpliendo con la NEC-SB-IE, para pasos de circulación. Tomando en cuenta los requerimientos del cliente, entre los que predominaron el costo, la estética y sostenibilidad. El presente proyecto, muestra un costo estimado de \$49,292.15, destacando la eficiencia en el tiempo de construcción, ya que los elementos son prefabricados.

**Palabras claves:** normativas, especificaciones técnicas, eficiencia, prefabricación.



## **Abstract**

*This Integrating Project arises from the need to connect building 14 B with the food court in the Faculty of Art, Design and Audiovisual Communication (FADCOM), considering improving the mobility of students and equipment that need to be moved in the case of future events, including the 0.24% of people with disabilities in the ESPOL. Therefore, the structural design of a pedestrian bridge was proposed as a solution, taking into account the ACI 318-14 and ASHTOO LRFD 2014 standards, technical specifications, geometry of the superstructure and substructure, as well as the environmental analysis, complying with Sustainable Development Goals 4,11 and 15. It was decided to make precast reinforced concrete elements, designing the bridge substructure (One column and one abutment at the ends), the superstructure (A simply supported T-beam and a deck, with a length of 20 meters), complying with the NEC-SB-IE, for traffic crossings. Considering the client's requirements, among which cost, aesthetics and sustainability were predominant. The present project shows an estimated cost of \$49,292.15, highlighting the efficiency in construction time, since the elements are prefabricated.*

**Keywords:** *regulations, technical specifications, efficiency, prefabrication.*

## Índice general

Resumen .....	1
<i>Abstract</i> .....	2
Índice general .....	3
ABREVIATURAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	VIII
1 Capítulo 1 .....	1
1.1. Introducción .....	2
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Presentación general del problema.....	3
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
2. Capítulo 2 .....	6
2.1. Materiales y métodos.....	7
2.1.1. Revisión de literatura .....	7
2.1.2. Clasificación .....	9
2.1.3. Uso Peatonal .....	10
2.1.4. Materiales eco amigables .....	15
2.2. Área de estudio.....	15
2.3. Trabajo de campo y laboratorio.....	17
2.3.1. Levantamiento de información .....	17
2.3.2. Aforo de usuarios.....	18
2.3.3. Frecuencia de uso de auditorios .....	19
2.3.4. Levantamiento topográfico y estructural.....	20
2.4. Análisis de datos.....	22
2.4.1. Análisis de aforo .....	22
2.4.2. Análisis de cargas.....	24
2.5. Análisis de alternativas .....	24
2.5.1. Diseño de puente peatonal bajo diseño de vigas prefabricadas (A). .....	24
2.5.2. Diseño de puente peatonal bajo diseño de estructuras metálicas(B). .....	27

2.5.3.	Ponderación de los factores para la selección de alternativas .....	28
3.	Capítulo 3 .....	30
3.1.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	31
3.2.	Predimensionamiento de los elementos.....	31
3.2.1.	Predimensionamiento de tablero.....	31
3.3.	Análisis de cargas de diseño .....	33
3.3.1.	Cargas muertas .....	33
3.3.2.	Cargas vivas .....	34
3.3.3.	Cargas Sísmicas.....	34
3.3.4.	Cargas de viento.....	34
3.3.5.	Predimensionamiento de viga.....	35
3.3.6.	Predimensionamiento de columna.....	37
3.3.7.	Predimensionamiento de estribo.....	38
3.4.	Análisis y modelado estructural.....	39
3.4.1.	Análisis estructural de la viga.....	39
3.5.	Diseño estructural de los elementos .....	40
3.5.1.	Diseño de tablero.....	40
3.5.2.	Diseño de viga .....	42
3.5.3.	Diseño de columna .....	44
3.5.3.1.	Diseño de la .....	45
3.5.4.	Diseño de estribo.....	46
3.6.	Especificaciones técnicas .....	48
3.6.1.	Normativas vigentes .....	48
3.6.2.	Obras preliminares.....	48
3.6.3.	Movimientos de tierra.....	49
3.6.4.	Obra Civil.....	51
3.6.5.	Cubierta.....	53
3.6.6.	Complementario .....	54
3.6.7.	Instalaciones.....	55
3.6.8.	Seguridad .....	56
3.6.9.	Otros (rampa de acceso, tipo acera peatonal) .....	57
4.	Capítulo 4 .....	60
4.1.	Estudio de impacto ambiental .....	61
4.1.1.	Descripción del proyecto.....	61
4.2.	Línea de base ambiental.....	61

4.2.1.	Medio físico .....	62
4.2.2.	Medio biótico.....	63
4.2.3.	Medio socioeconómico .....	63
4.3.	Actividades del proyecto .....	63
4.4.	Identificación de impactos ambientales.....	64
4.5.	Valoración de impactos ambientales.....	65
4.5.1.	Valoración de movimiento de tierra.....	65
4.5.2.	Valoración por contaminación auditiva.....	66
4.5.3.	Valoración por contaminación del agua .....	67
4.6.	Medidas de prevención/mitigación .....	68
4.6.1.	Mitigación de emisión de polvo: .....	68
4.6.2.	Mitigación de contaminación por ruido.....	69
5.	Capítulo 5 .....	70
5.1.	Presupuesto.....	71
5.1.1.	Estructura Desglosada de Trabajo.....	71
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios .....	71
5.2.1.	Descripción de rubros .....	72
5.2.2.	Análisis de precios unitarios.....	73
5.3.	Descripción de cantidades de obra .....	73
5.4.	Valoración integral del costo del proyecto.....	74
5.5.	Cronograma de obra.....	74
6.	Capítulo 6 .....	76
6.1.	Conclusiones y recomendaciones.....	77
6.1.1.	Conclusiones .....	77
6.1.2.	Recomendaciones .....	79
7.	Bibliografía.....	80
8.	Anexo A .....	82
9.	Anexo B .....	127
10.	Anexo C .....	134

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

FADCOM Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual

ASTM American Society for Testing and Materials

TULSMA Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente

ODS Objetivo de Desarrollo Sostenible

GBP Gerencia de Bienestar Politécnico

ACI American Concrete Institute

SNI Sistema Nacional de Información

OMS Organización Mundial de la Salud

MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1</b>	Tipo de vigas en sección transversal .....	8
<b>Ilustración 2</b>	<i>Viga postensada</i> .....	8
<b>Ilustración 3</b>	Viaducto de Garabit.....	12
<b>Ilustración 4</b>	Puente tipo viga .....	12
<b>Ilustración 5</b>	Pasarela de celosía Warren .....	13
<b>Ilustración 6</b>	Puente de Hormigón Armado.....	14
<b>Ilustración 7</b>	Puentes de hormigón pretensado .....	14
<b>Ilustración 8</b>	Puentes De hormigón postensado .....	15
<b>Ilustración 9</b>	Mapa general de Campus Gustavo Galindo ESPOL .....	16
<b>Ilustración 10</b>	Plano de delimitación del área de estudio FADCOM .....	16
<b>Ilustración 11</b>	Edificio 14B en FADCOM.....	17
<b>Ilustración 12</b>	Explanada lateral a patio de comidas en FADCOM .....	18
<b>Ilustración 13</b>	<i>Imagen panorámica del área de ubicación del puente</i> .....	18
<b>Ilustración 14</b>	Topografía de FADCOM generada en AutoCAD .....	21
<b>Ilustración 15</b>	Fachada frontal del Edificio 14B generada en AutoCAD.....	21
<b>Ilustración 16</b>	Estudiantes con discapacidad en ESPOL .....	23
<b>Ilustración 17</b>	Estudiantes con discapacidad en FADCOM .....	23
<b>Ilustración 18</b>	Resistencia a la compresión del concreto .....	25
<b>Ilustración 19</b>	Costos de tipos de puentes a diferentes luces.....	26
<b>Ilustración 20</b>	Curvas de nivel de FADCOM .....	31
<b>Ilustración 21</b>	Tabla de cruces y pasos peatonales .....	32
<b>Ilustración 22</b>	Dimensiones de viga Tipo T, generada en AutoCAD .....	37
<b>Ilustración 23</b>	Dimensiones de pila circular, generada en AutoCAD.....	38
<b>Ilustración 24</b>	Predimensionamiento del estribo .....	38
<b>Ilustración 25</b>	Diagrama de cortante de la viga .....	39
<b>Ilustración 26</b>	Diagrama de cortante de la carga muerta .....	39
<b>Ilustración 27</b>	Diagrama a momento de la carga muerta .....	40
<b>Ilustración 28</b>	Diagrama a cortante de la viga con combinación de carga 1.2D+1.6L .....	40
<b>Ilustración 29</b>	Diagrama de momento de combinación de carga 1.2 D+1.6L .....	40
<b>Ilustración 30</b>	Detalle del acero de refuerzo de la losa del puente peatonal.....	42
<b>Ilustración 31</b>	Estado límite máximo del estribo .....	46
<b>Ilustración 32</b>	Verificación de eventos extremos en base del estribo .....	46
<b>Ilustración 33</b>	Tabla de presiones que actúan en la base del estribo .....	47
<b>Ilustración 34</b>	Granulometría para base clase 3 .....	58
<b>Ilustración 35</b>	<i>Mapa de cobertura y uso de tierra de Ecuador</i> .....	62
<b>Ilustración 36</b>	Tipo de Volatidad dependiendo del material .....	65
<b>Ilustración 37</b>	Puntuación del impacto ambiental debido a la pulverulencia .....	66
<b>Ilustración 38</b>	Estructura desglosada del trabajo.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Coordenadas donde se ubicará el puente peatonal.....	17
<b>Tabla 2</b>	Aforo de estudiantes activos ESPOL .....	19
<b>Tabla 3</b>	Resultados pregunta 1 .....	19
<b>Tabla 4</b>	Resultados pregunta 2 .....	19
<b>Tabla 5</b>	Resultados pregunta 3.....	20
<b>Tabla 6</b>	Aforo de estudiantes activos ESPOL .....	22
<b>Tabla 7</b>	<i>Cargas vivas del puente peatonal</i> .....	24
<b>Tabla 8</b>	Análisis de alternativas .....	28
<b>Tabla 9</b>	Espesor mínimo de losas en dirección macizas no reforzadas.....	32
<b>Tabla 10</b>	Resumen de geometría de la losa .....	33
<b>Tabla 11</b>	Carga muerta .....	34
<b>Tabla 12</b>	Resumen de geometría de la losa .....	34
<b>Tabla 13</b>	Tipo de puentes de acuerdo con el rango de luces .....	35
<b>Tabla 14</b>	Tipo de vigas según sus luces .....	36
<b>Tabla 15</b>	Profundidades mínimas utilizadas tradicionalmente para superestructuras de profundidad constante.....	36
<b>Tabla 16</b>	Ancho efectivo .....	37
<b>Tabla 17</b>	Dimensiones del estribo.....	38
<b>Tabla 18</b>	Acero por cada metro de losa .....	41
<b>Tabla 19</b>	Agrietamiento en viga T .....	42
<b>Tabla 20</b>	Cargas y momento último de la viga a flexión.....	43
<b>Tabla 21</b>	Acero de Refuerzo de la viga T.....	43
<b>Tabla 22</b>	Acero longitudinal en viga T .....	44
<b>Tabla 23</b>	Acero de la columna circular .....	45
<b>Tabla 24</b>	<i>Área de Zunchos</i> .....	45
<b>Tabla 25</b>	Dimensiones de la zapata.....	45
<b>Tabla 26</b>	Acero de refuerzo de la zapata .....	46
<b>Tabla 27</b>	Varillas de la armadura del estribo.....	47
<b>Tabla 28</b>	Detalle de refuerzo de la zapata .....	47
<b>Tabla 29</b>	Resumen Factor e Impacto Ambiental .....	64
<b>Tabla 30</b>	Equipo vs. Nivel de decibelios .....	67
<b>Tabla 31</b>	Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente(TULSMA) ..	68

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfica 1</b>	Gráfico de barras del tipo de herramienta vs. Nivel de decibelios .....	66
<b>Gráfica 2</b>	Niveles de ruido y su repercusión en la salud.....	69

## Capítulo 1



## **1.1. Introducción**

### **1.1.1. Antecedentes**

La Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM), forma parte de las principales facultades de la ESPOL. Su misión y visión es cooperar con la sociedad formando líderes creativos en los campos del arte, diseño y comunicación audiovisual, de esta manera convirtiéndose en un referente nacional e internacional en la producción artística, cultural e industrial (Facultad de Arte, n.d.).

La infraestructura de FADCOM cuenta con distintos bloques, entre ellos, el edificio 14B, el cual posee un auditorio cuya capacidad llegó al máximo, por tal motivo, se está considerando la ampliación de este, para satisfacer la demanda de eventos y actividades que se espera que aumenten gradualmente, esta expansión se proyecta para ubicarse frente al auditorio existente.

Por tanto, surge la necesidad de conectar eficientemente ambos auditorios incluyendo al patio de comidas, debido a la alta afluencia de estudiantes y visitantes en estas áreas durante la realización de eventos y para garantizar el traslado de equipos pertenecientes a la producción artística.

Los puentes peatonales son una parte importante dentro de los patrimonios de una localidad, ya que representan la unión entre dos puntos. Estas estructuras permiten un desarrollo y bienestar en la sociedad, este desarrollo se basa en la movilización de equipos, bienes, productos, etc. (Furgang, 2011).

Las tendencias de puentes peatonales se basan en varios factores como: utilizar materiales amigables con el medio ambiente (Lamus Báez et al., 2014), permitir fácil acceso para personas con discapacidades físicas y utilizar la tecnología para mejorar la experiencia del usuario.

Es importante destacar que, el 0.24% de la comunidad politécnica presenta alguna discapacidad. Aunque esta cifra parece insignificante a primera vista, su relevancia radica en la necesidad de atender las necesidades que enfrentan un porcentaje de personas en la ESPOL.

Por lo tanto, se busca garantizar un acceso adecuado para las personas cuya movilidad se ve obstaculizada por la falta de instalaciones adaptadas en el edificio.

Asimismo, la movilidad, seguridad y confort de los peatones se aseguran al cumplir con los estándares de las normas de construcción. Normativa como la AASHTO LRFD establece dimensiones mínimas, características funcionales y de construcción que deben cumplir las estructuras peatonales.

## **1.2. Presentación general del problema**

Dada la creciente demanda de estudiantes, las infraestructuras destinadas a la formación de profesionales en la Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM), presentan un problema en el acceso, la conectividad entre el auditorio y el nuevo estudio de grabación, lateral al patio de comidas de la misma facultad. Esto no solo se refiere a la limitación de espacio, sino también al evidente obstáculo que representa el traslado de equipos durante la realización de eventos, accesibilidad y movilidad de los estudiantes.

Actualmente, el comedor ubicado en FADCOM no tiene la infraestructura adecuada para el traslado o acceso de personas con capacidades especiales, lo que excluye a las personas cuyas limitaciones físicas no permiten usar escaleras (Romero, 2016). En este contexto, la concepción y construcción de un puente peatonal destinado a conectar estos dos puntos se erige como una solución de vital importancia. Este proyecto no solo contribuiría a mejorar la movilidad de la comunidad politécnica y el transporte de equipos, sino que también simplificaría el acceso, especialmente en vista de futuros eventos.

## **1.3. Justificación del problema**

La justificación de este problema se basa en varios aspectos que inciden directamente al funcionamiento efectivo de FADCOM. Entre estos, destaca la limitación de espacio durante los eventos, lo cual representa desafíos evidentes que afectan la capacidad de la facultad.

Asimismo, existen 29 estudiantes en ESPOL que enfrentan discapacidades, por tanto, la construcción del puente peatonal mejoraría no solo la movilidad de los equipos entre ambos

auditorios, sino que además garantizaría el fácil acceso a toda la comunidad politécnica, independientemente de sus capacidades físicas, promoviendo así la inclusión de las personas; esto respalda el ODS 4(meta 4.5), que busca eliminar diferencias en la educación y garantizar la igualdad de acceso a la misma, al mejorar la movilidad de estudiantes con discapacidades en la universidad.

La implementación del puente no solo aborda las necesidades de espacio y movilidad, sino que se alinea estrechamente con el cumplimiento del ODS 11(meta 11.7), que busca proporcionar un acceso seguro y sostenible a espacios urbanos inclusivos.

El puente peatonal sería muy útil durante la celebración de eventos, ya que, si se realizan, agilizaría mucho el proceso de montaje y desmontaje de escenarios. Por el contrario, si no se realiza la construcción del puente peatonal en FADCOM, conllevaría conflictos significativos cuando se construya el nuevo auditorio, ya que, al trasladar los equipos, existiría un problema, lo que podría causar quejas de estudiantes y del personal, lo que podría afectar a la reputación de la institución.

De igual modo, la falta de una solución a este problema complicaría en gran medida la logística de eventos futuros y representaría un obstáculo para la realización exitosa de actividades académicas y culturales en esta facultad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar un puente peatonal a través de un análisis estructural, cumpliendo con las normas de diseño y especificaciones técnicas, para la mejora de la movilidad de estudiantes, equipos y conexión del auditorio del edificio 14B con la explanada alrededor del patio de comidas en FADCOM, durante los eventos.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la ubicación de implantación del puente peatonal de forma estratégica, en base a las consideraciones del cliente de forma que se genere menor inversión.

- Dimensionar la geometría de la subestructura y superestructura, considerando la topografía del área de asentamiento del puente.
- Desarrollar una estructura que cumpla con los estándares de seguridad, conforme a la norma ACI 318-14 y especificaciones técnicas, aplicando “LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges”.
- Analizar temas ambientales para proteger la naturaleza presente en FADCOM, durante la construcción del puente peatonal.

## Capítulo 2

## **2.1. Materiales y métodos**

### **2.1.1. Revisión de literatura**

#### **2.1.1.1. Definición de Puente**

Un puente en general se define como una estructura que permite la conexión entre dos puntos, creando la continuidad de una vía. Las vías son consideradas como: peatonal, una carretera, calle o avenida, vía férrea o una combinación de estas. (Aranís y Rossell, 2006).

#### **2.1.1.2. Componentes de un puente**

Los componentes principales de un puente se dividen en dos, la superestructura compuesta por vigas, barandas, cubierta, y el tablero. Sobre esta se realiza la circulación de peatones o vehículos dependiendo su uso. La subestructura recibe este nombre ya que se conforma por los apoyos, pilas y estribos, incluyendo esta su respectiva cimentación (Rojas, 2022)

##### **2.1.1.2.1. Estribos.**

Se refiere a los soportes situados en los extremos de un puente, responsables de transferir la carga del puente al terreno donde realiza su asentamiento. Estos elementos sirven para sostener tanto la carga estructural como la superestructura del puente (JH-Soluciones Integrales S.A.S, 2015).

##### **2.1.1.2.2. Pilares**

Los pilares son los que reciben las reacciones de dos tramos de puente, transmitiendo de esta forma la carga al terreno, las pilas o pilares van ubicados en el centro de un puente es decir son los apoyos intermedios (AAmaral, 2013).

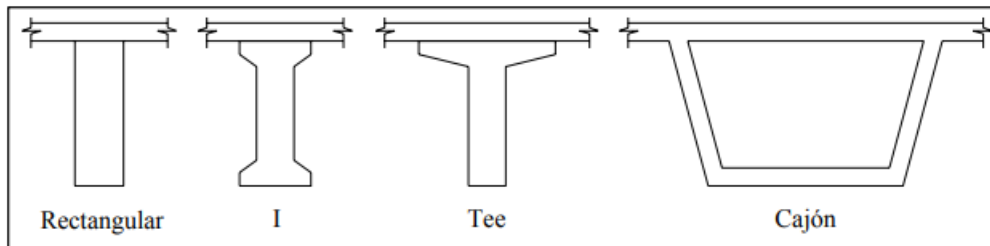
##### **2.1.1.2.3. Vigas**

Las vigas constituyen los elementos estructurales que soportan a la losa, se utilizan vigas paralelas a la dirección del carril. Las vigas soportan los esfuerzos verticales como los patones, vehículos y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos de un puente. Las vigas se

pueden clasificar según la forma de su sección transversal, pueden ser rectangulares, tee, I, etc.

### Ilustración 1

*Tipo de vigas en sección transversal*



*Nota.* Se observa las diferentes secciones de una viga. Fuente: Boixader,2019

Se clasifican también según su material de construcción entre los más comunes son el concreto y acero, a su vez pueden ser concreto armado, pretensado o Postensado (Boixader, 2019).

### Ilustración 2

*Viga postensada*



*Nota:* Se observa un puente peatonal con una viga postensada. Fuente: Hormigón.eu.

#### **2.1.1.2.4. Tablero**

Es la estructura que se encuentra suspendida, es decir, que sostiene la calzada, por el cual circulan los peatones. Es la parte que soporta el peso de los usuarios y que permite el paso de un lugar a otro.

El diseño del tablero de un puente puede variar según las necesidades específicas del mismo, y dependiendo del material se clasifican en concreto reforzado, presforzado y acero estructural (Acón et al., 2017).

#### **2.1.1.2.5. Barreras**

Son estructuras diseñadas para brindar seguridad a las personas que circulan en el puente peatonal, suelen consistir en barandas o pasamanos alrededor del puente para evitar accidentes de los peatones.

Pueden estar hechas de varios materiales, usualmente son de acero, concreto, vidrio o madera y el diseño va de acuerdo con la función y a las normas de seguridad del sitio (Cabezas y Mora, 2018).

#### **2.1.1.2.6. Cubierta**

Se refiere a la parte superior que cubre al puente peatonal, frecuentemente se define como la protección del puente ya que protege a los usuarios de ciertos factores climáticos como lluvia, sol, etc. Además, puede mejorar la estética dependiendo del diseño (Urazán y Lamus, 2009).

En ciertos casos, ayuda a reducir el ruido proveniente de la carretera y suele estar hecha de materiales como madera, metal, vidrio, concreto e incluso de materiales ligeros como paneles (Guerras, 1990).

### **2.1.2. Clasificación**

#### **2.1.2.1. Materiales de construcción**

Un puente se puede construir de distintas formas, también de distintos materiales, entre estos tenemos puentes de:

- Mampostería
- Madera
- Acero estructural
- Bambú



- Concreto armado
- Concreto presforzado

La elección del material dependerá de las cargas y luces que el puente requiera, el uso del puente será un factor importante para la toma de decisiones del material de construcción.

#### **2.1.2.2. Uso**

Entre los usos más comunes de un puente están:

- Peatonales
- Carreteros
- Ferroviarios

#### **2.1.2.3. Tipo de estructura**

Los tipos de estructuras más usadas para el diseño y construcción de un puente son:

- Continuos
- Simplemente apoyados
- En arco
- Cantiléver
- Colgantes
- Atirantados
- Puentes de celosía
- Puentes de vigas compuestas

#### **2.1.3. *Uso Peatonal***

Los puentes peatonales están en uso en todo el mundo para facilitar el movimiento de personas. Estas estructuras aseguran un recorrido constante y fluido, pueden ser construidos en distintas clases de materiales (U.S. Bridge, 2017).

Usualmente suelen ser de acero y hormigón, sin embargo, el acero no solo se usa como refuerzo, sino que, además, como un elemento principal en la estructura. Es importante

mencionar que, el acero es la aleación entre hierro y carbono o en ciertos casos una combinación del cromo con el níquel; donde es importante menciona que “La composición química del acero es de suma importancia en sus efectos sobre sus propiedades, tales como la soldabilidad, resistencia a la corrosión, resistencia a la fractura frágil, etc.” (McCormac, 2012, p.20).

Los aceros estructurales se clasifican de acuerdo con el ASTM y en Ecuador el acero comercial es el ASTM A36, con perfiles moldeados en acero al carbono, placas y barras de calidad estructural.

### **2.1.3.1. Puente acero estructural**

El uso de acero es común en la construcción de puentes peatonales debido a las ventajas de este material. Por un lado, el acero ofrece una combinación única de atractivo estético y características técnicas, lo que lo convierte en una opción ideal para satisfacer las necesidades de este tipo de estructuras (MIC S.A.S, 2023).

Los puentes de armadura de acero usan vigas transversales que permiten trasladar las cargas móviles y peso propio hacia los nodos de la armadura, donde estas se descomponen en esfuerzos de compresión y tracción, disipados por cada elemento de la estructura hasta llegar a los apoyos donde se distribuirán las fuerzas resultantes (Quispe, 2023).

#### **2.1.3.1.1. Tipologías**

Los puentes peatonales se clasifican de la siguiente manera, dependiendo su tipología:

**Puente en arco:** La estructura principal de este tipo de puente es un arco lo cual forma una bóveda y cuenta con los apoyos en cada extremo, su función es resistir todas las cargas aplicadas en la trayectoria del puente.

### Ilustración 3

*Viaducto de Garabit*



*Nota:* Fotografía tomada por Didi août (2008).

**Puente viga:** Estos puentes se caracterizan porque su estructura será soportada por las vigas, las cuales se encontrarán en dirección de la trayectoria del puente y estarán apoyadas en dos puntos, de forma que se aprovecha su resistencia a esfuerzos de flexión.

### Ilustración 4

*Puente tipo viga*



*Nota:* Imagen tomada del Diario El Universo (2022)

**Pasarelas:** Las pasarelas peatonales son estructuras que permiten el tránsito de personas y vehículos ligeros en una vía de comunicación terrestre, accediendo a ella por gradas o por rampas.

Las pasarelas atirantadas ofrecen una gran distribución de las cargas, gracias a los tensores que la sustentan, que reparten las tensiones de una manera más uniforme a lo largo de todos los elementos que las conforman (Cuesta, 2018).

**Ilustración 5**

*Pasarela de celosía Warren*



*Nota:* Fotografía tomada por Nusteel Structuras Ltd.

**2.1.3.2. Hormigón**

Un material bastante común en las construcciones debido a características como resistencia y durabilidad es el hormigón. Por ello, al momento de hablar sobre puentes peatonales, se entiende que la estructura principal es de hormigón.

En este sentido, la subestructura de un puente peatonal puede adoptar diversas posibilidades, siendo más frecuente el uso de concreto armado, prefabricado y postensado.

**2.1.3.2.1. Tipologías**

Los tipos más comunes de puentes peatonales de concreto son:

**Concreto Armado:** Concreto convencional, resistente y capaz de soportar cargas considerables, comúnmente el más utilizado para la construcción de puentes. Es la combinación entre el concreto y acero.

**Ilustración 6***Puente de Hormigón Armado*

*Nota:* Fotografía tomada por Regalías Gov.

**Concreto Pretensado:** Se realiza el tensado de las estructuras y armaduras metálicas, y la compresión del hormigón se realiza antes del hormigonado. Estas armaduras suelen realizarse en talleres especializados y una vez fabricadas se llevan a la obra para aplicarles el hormigón.

**Ilustración 7***Puentes de hormigón pretensado*

*Nota:* Imagen tomada de Polimedias

**Hormigón Postensado:** Cuando el hormigón es vertido, fraguado y sometido a compresión mediante armaduras, se trata de hormigón Postensado. Este procedimiento se realiza “in situ” (Hormigón.eu, n.d.).

### **Ilustración 8**

#### *Puentes De hormigón postensado*



*Nota:* Imagen tomada de página web Hormigón.eu

#### **2.1.4. Materiales eco amigables**

Según Ramírez (2002), la construcción sostenible es aquella que está basada en ser respetuoso con el medio ambiente y con el entorno, lo que conlleva al uso correcto de los recursos renovables y el uso adecuado de materiales poco dañinos para sí mismo, con el fin de disminuir en gran medida los impactos ambientales. Este concepto se vincula con el de 'sostenibilidad', que trata básicamente de satisfacer las necesidades existentes sin afectar las necesidades que se puedan generar en el futuro.

Una de las características que poseen los puentes peatonales sostenibles es la elección de materiales, ya que deben ser respetuosos con el medio ambiente (Puertas et al., 2020).

Investigaciones actuales, recomiendan el uso de materiales reciclados y de hormigones bajo en carbono para reducir los impactos ambientales que se generan en la construcción de puentes peatonales (Flores y Julca, 2020).

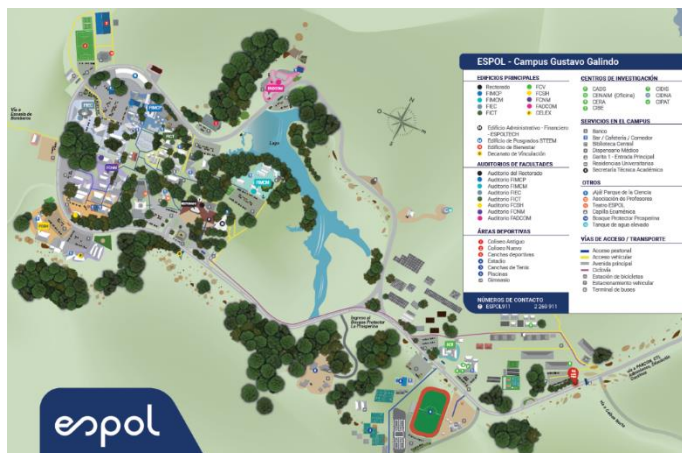
## **2.2. Área de estudio**

El área de estudio de este proyecto se encuentra en la facultad de FADCOM, en el campus Gustavo Galindo (ESPOL), al noroeste de Guayaquil, en el centro del Bosque Protector Prosperina.

El campus tiene una extensión de 724 hectáreas, divididas en áreas verdes y las infraestructuras de cada facultad, entre ellas la Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM).

**Ilustración 9**

*Mapa general de Campus Gustavo Galindo ESPOL*

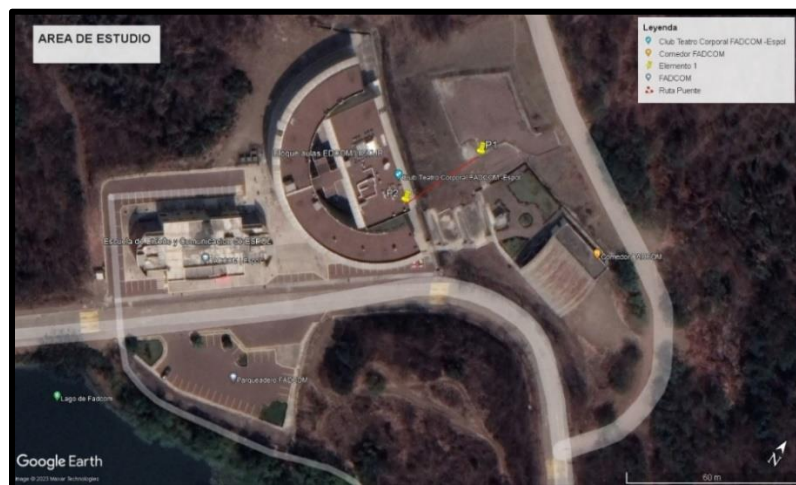


*Nota: Imagen tomada de ESPOL (2023)*

Las instalaciones de Fadcom, tiene un área aproximada de 12,227.29 m<sup>2</sup> se encuentran distribuidas en 3 bloques. Bloque A, en el cual se encuentran las oficinas administrativas y oficinas de profesores; el Bloque B, cuenta con auditorios, aula de clases y talleres. El bloque C, con sala de exposiciones, laboratorios, departamento técnico y de activos fijos.

**Ilustración 10**

*Plano de delimitación del área de estudio FADCOM*



*Nota: Imagen tomada de Google Earth*

Nuestro primer punto de análisis es el bloque 14B, ya que será nuestro punto de partida del puente, y nuestro punto de llegada se encuentra en la explanada lateral al patio de comidas de Fadcom, la luz que se contemplará para el diseño de puente es de 31.3 m.

**Tabla 1**

*Coordenadas donde se ubicará el puente peatonal*

Puntos	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
P1	2° 8'36.94"S	79°57'42.85"O
P2	2° 8'36.03"S	79°57'42.45"O

*Nota:* Imagen tomada de Google Earth (2023).

## 2.3. Trabajo de campo y laboratorio

### 2.3.1. Levantamiento de información

Se realizó un recorrido con el cliente por el lugar donde se proyecta ubicar el puente peatonal, de esta forma se logró observar el punto de inicio y el punto de fin de la estructura. El recorrido in situ se dio el 04 de octubre del 2023 y sirvió para definir los requisitos del cliente, que incluyen un diseño sostenible y visualmente atractivo para los usuarios.

Durante la visita, el cliente detalló que el puente deber resistir la carga de equipos para un auditorio y vehículos livianos (como cuadrones) que se desplazarán de un auditorio a otro.

### Ilustración 11

*Edificio 14B en FADCOM*



*Nota:* Punto de inicio del puente peatonal



**Ilustración 12**

*Explanada lateral a patio de comidas en FADCOM*



*Nota:* Punto final del puente peatonal

**Ilustración 13**

*Imagen panorámica del área de ubicación del puente*

**2.3.2. Aforo de usuarios**

Para saber la carga a la que estará sometida la estructura del puente se debe realizar un aforo de los usuarios, por lo cual se solicitó información a las distintas entidades educativas, Gerencia de Bienestar politécnico (GBP) y secretaria en FADCOM, quienes proporcionaron información de la cantidad correspondiente de estudiantes activos en ESPOL, estudiantes activos con discapacidad en ESPOL y los estudiantes activos de FADCOM.

Los usuarios principalmente beneficiados de esta estructura serán los alumnos de FADCOM, ya que este puente peatonal tiene como objetivo el traslado de personas de un auditorio a otro, de la misma forma permitirá el traslado de equipos los cuales beneficiaran en la preparación de los futuros profesionales.

**Tabla 2***Aforo de estudiantes activos ESPOL*

Estudiantes Activos ESPOL	Estudiantes Activos con discapacidad ESPOL	Estudiantes Activos FADCOM	Estudiantes Activos con discapacidad FADCOM
12000	29	930	6

*Nota:* Datos extraídos de Gerencia de Bienestar Politécnico

### **2.3.3. Frecuencia de uso de auditorios**

Mediante una encuesta online a los alumnos de FADCOM, se obtuvo el dato de la frecuencia con la que está facultad realiza actividades en sus auditorios, y estudios de grabación. Ya que este dato nos permite saber que tan frecuente sería el traslado de equipos por el puente peatonal para de esta forma estimar las cargas sobre el mismo.

La encuesta llamada “Movilidad FADCOM” fue realizada al público en general de FADCOM, la cual contenía las siguientes preguntas:

¿Posee alguna discapacidad física?

¿Cree usted que las instalaciones de FADCOM cuentan con accesos para personas con discapacidad física?

¿Con qué frecuencia se realizan actividades en el estudio de grabación de FADCOM?

De la encuesta se obtuvieron 36 respuestas, las cuales arrojaron los siguientes datos que serán considerados para la toma de decisiones y cálculos de nuestro proyecto.

**Tabla 3***Resultados pregunta 1*

Pregunta 1	Respuesta / Cantidad
SI	0
NO	36

*Nota:* Encuesta realizada en FADCOM

**Tabla 4***Resultados pregunta 2*

Pregunta 2	Respuesta / Cantidad
SI	18

NO	18
----	----

*Nota:* Encuesta realizada en FADCOM

**Tabla 5**

*Resultados pregunta 3*

Pregunta 3	Respuesta / Cantidad
1 o 2	15
3 o 4	9
5 o más	3
Otras	9

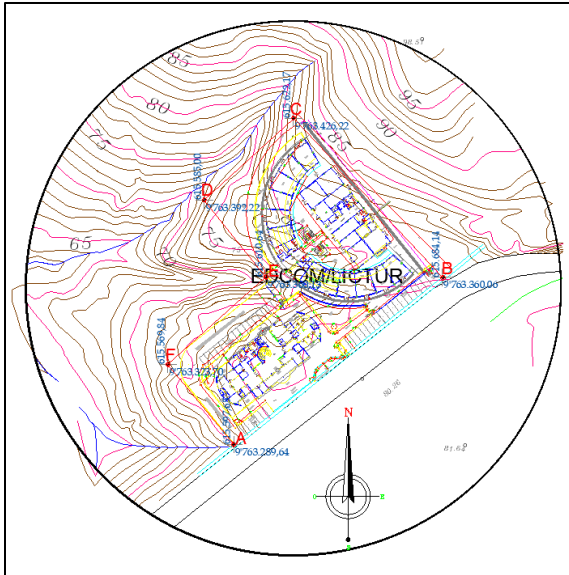
*Nota:* Encuesta realizada en FADCOM

**2.3.4. Levantamiento topográfico y estructural**

El trabajo de campo se llevó a cabo, específicamente entre el edificio 14 B y el patio de comidas, para ello, se realizó un levantamiento de información tanto topográfica como estructural. La Gerencia de Infraestructura Física desempeñó un papel fundamental al proporcionar la documentación necesaria, que abarcó desde planos de implantación hasta planos arquitectónicos y estructurales del edificio, así como la topografía detallada de la zona de FADCOM.

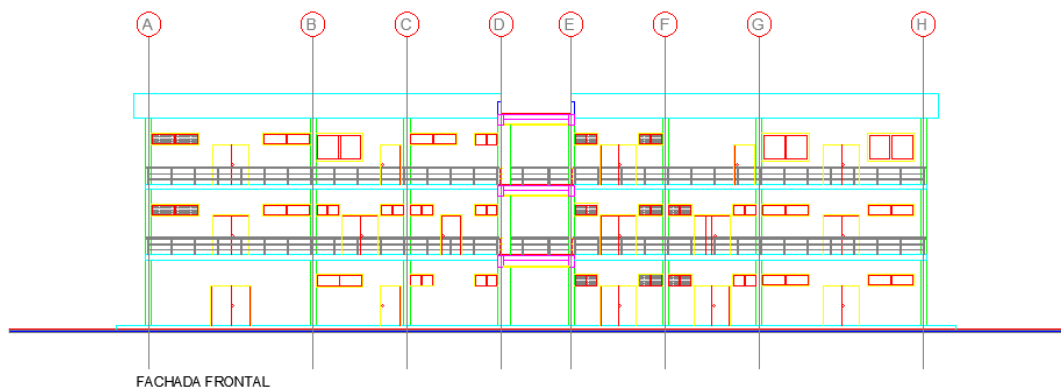
La imagen adjunta muestra la topografía del terreno, permitiendo identificar elementos claves que van a servir en el diseño, como elevaciones del terreno y diferencias de cotas, etc.

**Ilustración 14**  
*Topografía de FADCOM generada en AutoCAD*



Adicionalmente, la imagen de la fachada frontal de edificio brinda una perspectiva del lugar desde el cual se prevé que el puente inicie su trayectoria, estableciéndose como punto de origen para el diseño estructural del puente.

**Ilustración 15**  
*Fachada frontal del Edificio 14B generada en AutoCAD*



## 2.4. Análisis de datos

### 2.4.1. Análisis de aforo

Se debe realizar un aforo para conocer la cantidad de estudiantes que existen en la facultad, por lo cual se solicitó información a las distintas entidades educativas, entre ellas, Gerencia de Bienestar politécnico (GBP) y secretaria en FADCOM, estos datos que contienen la información de la cantidad correspondiente de estudiantes activos en ESPOL, estudiantes activos con discapacidad en ESPOL y los estudiantes activos de FADCOM.

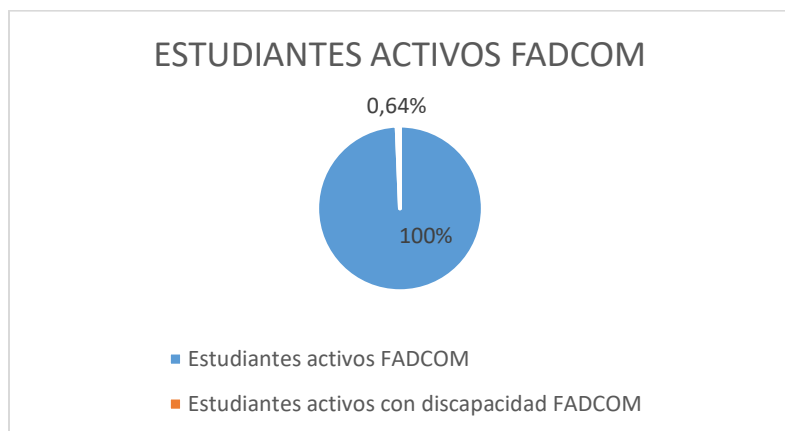
Los usuarios principalmente beneficiados de esta estructura serán los alumnos de FADCOM, ya que este puente peatonal tiene como objetivo el traslado de personas de un auditorio a otro, y permitirá el traslado de equipos los cuales beneficiarán en la preparación de los futuros profesionales.

**Tabla 6**

*Aforo de estudiantes activos ESPOL*

<b>Estudiantes Activos ESPOL</b>	<b>Estudiantes Activos con discapacidad ESPOL</b>	<b>Estudiantes Activos FADCOM</b>	<b>Estudiantes Activos con discapacidad FADCOM</b>
12000	29	930	6
100%	0.24%	100%	0.64%

*Nota:* Datos extraídos de la Gerencia de Bienestar Politécnico

**Ilustración 16***Estudiantes con discapacidad en ESPOL***Ilustración 17***Estudiantes con discapacidad en FADCOM*

El análisis de los datos obtenidos por GBP Y FADCOM, nos dice que del 100% estudiantes activos en ESPOL, el 0.24 % posee algún tipo de discapacidad física, mientras que en FADCOM el área específica de estudio del 100% de estudiantes activos existe un 0.64% con algún impedimento físico. Por lo cual, es necesario que las infraestructuras en ESPOL y FADCOM, cuenten con los accesos necesarios para de esta manera generar inclusión al 100% en toda la comunidad politécnica.

### 2.4.2. Análisis de cargas

En esta sección se realizó el análisis de las cargas vivas a las que estará sometida la estructura, mediante los datos obtenidos por las encuestas e información proporcionada por BEP.

Mediante las encuestas se logró observar que la frecuencia con la que se usa el auditorio es baja, por lo tanto, estimaremos que el auditorio tendrá una capacidad de 200 personas, esta será la cantidad de personas que usaran de forma directa el puente.

El traslado de equipos y escenografía va a variar dependiendo de las actividades que realicen, por ello, se usará una cantidad y peso promedio de los equipos y escenografías que con mayor frecuencia se utilizan en un auditorio.

De esta forma se puede estimar que las cargas vivas para la cual el puente debe ser diseñado es 14,015 kg.

**Tabla 7**

*Cargas vivas del puente peatonal*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (Kg)	Peso Kg
Personas	200	67.9	13 580
Equipos	10	12.5	125
Vehículos livianos (Cuadrón)	2	155	310

### 2.5. Análisis de alternativas

Para la elección de alternativas se debe tener como mínimo dos opciones. Por tanto, a continuación se detalla las dos posibles soluciones para diseño del puente peatonal.

#### 2.5.1. Diseño de puente peatonal bajo diseño de vigas prefabricadas (A).

**Resistencia:** La resistencia de una estructura depende de la resistencia de los materiales de los que está compuesta. Las resistencias mínimas de los, materiales se

especifican en ciertas formas normalizadas. El ACI y ASTM indican las propiedades del concreto y sus componentes. (Arthur H Nilson, 1962)

### Ilustración 18

#### Resistencia a la compresión del concreto

		Resistencia a la compresión,							$f'_c$ , kg/cm <sup>2</sup>
		200	250	300	350	400	450	500	
Ecuación 1, según el Reglamento del ACI									
Concreto de peso normal	$f_r = 1.989 \sqrt{f'_c} =$	28.1*	31.4	34.5	37.2	39.8	42.2	44.5	
Concreto con arena ligera	$f_r = 1.691 \sqrt{f'_c} =$	23.9	26.7	29.3	31.6	33.8	35.9	37.8	
Concreto ligero	$f_r = 1.492 \sqrt{f'_c} =$	21.1	23.6	25.8	27.9	29.8	31.7	33.4	
Ecuación 2, según la AASHTO									
Concreto de peso normal	$f_r = 1.989 \sqrt{f'_c} =$	21.8*	31.4	34.5	37.2	39.8	42.2	44.5	
Concreto con arena ligera	$f_r = 1.671 \sqrt{f'_c} =$	23.6	26.4	28.9	31.3	33.4	35.4	37.4	
Concreto ligero	$f_r = 1.459 \sqrt{f'_c} =$	20.6	23.1	25.3	27.3	29.2	31.0	32.6	
Ecuación 3, según el Reglamento del ACI y de la AASHTO									
Concreto de peso normal	( $w = 2\,320\text{ kg/m}^3$ )								
	$E_c = 15\,253 \sqrt{f'_c} =$	216*	241	264	285	305	324	341	
Concreto con arena ligera	( $w = 1\,920\text{ kg/m}^3$ )								
	$E_c = 11\,484 \sqrt{f'_c} =$	162	182	199	215	230	244	257	
Concreto ligero	( $w = 1\,600\text{ kg/m}^3$ )								
	$E_c = 8\,736 \sqrt{f'_c} =$	124	138	151	163	175	185	195	
Máximo esfuerzo a tensión calculado que permite el Reglamento del ACI para vigas parcialmente presforzadas									
	$3.182 \sqrt{f'_c}$ , kg/cm <sup>2</sup>	$f'_c$ en kg/cm <sup>2</sup>	45.0*	50.3	55.1	59.5	63.6	67.5	71.2

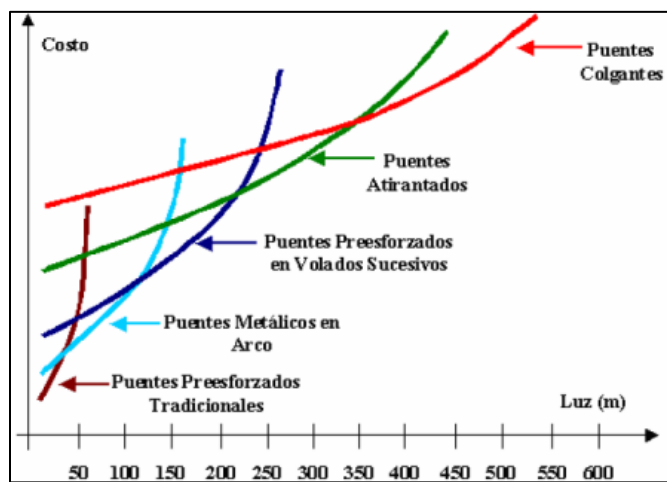
*Nota:* Imagen tomada del libro de Hormigón Armado

**Costo:** Los elementos de hormigón prefabricados permite un costo inicial bajo, ya que se reduce trabajos de encofrado y vaciado de hormigón en in situ, de la misma manera permite reproducir elementos en serio sean estos claros medios (20m) o altos (50m) generando ventajas económicas.



### Ilustración 19

Costos de tipos de puentes a diferentes luces



Nota: Fuente tomada de Romo y Proaño (2009).

**Sostenibilidad:** El uso de vigas prefabricadas reduce la cantidad de material, eficiencia de recurso y huella ecológica del puente. En Ecuador empresas como MAVISA S.A, quienes son fabricantes y distribuidores de elementos de hormigón prefabricados cuentan con la certificación ISO 9001:2015, la cual gestiona la calidad en los procesos de la elaboración de estos.

Entre las principales características sostenibles de los elementos prefabricados de hormigón destacan las soluciones eficaces a largo plazo que suponen una preservación de los recursos naturales, una reducción en los impactos, ahorro de energía y una mejora del potencial de extracción de los recursos.

La reducción del consumo de recursos naturales se genera mediante el uso de materiales de desecho en los productos (p.ej. áridos reciclados procedentes de residuos de hormigón de la propia planta (Yepez, Victor y López, n.d.).

**Durabilidad:** La durabilidad es alta, lo que hace que sea ideal para la protección de las vías y carreteras. El uso de elementos de hormigón prefabricado no solo incrementa la vida útil de la estructura, minimizando las molestias para los ciudadanos, sino que a su vez genera un

impacto positivo en los costos iniciales al amortizar gastos asociados con el mantenimiento a largo plazo.

**Tiempo de construcción:** Debido a que los elementos prefabricados suelen ser relativamente más rápidos, ya que es común que estos elementos se construyan en serie, se evita la necesidad de realizar construcciones in situ, lo cual suele impactar negativamente en los plazos de ejecución de un proyecto.

**Mantenimiento:** Los elementos prefabricados en hormigón no necesitan mantenimiento a corto plazo si su proceso constructivo fue el adecuado. Estas estructuras no sufren daño al estar expuestos a los distintos agentes atmosféricos.

### **2.5.2. *Diseño de puente peatonal bajo diseño de estructuras metálicas(B).***

**Resistencia:** Una viga de acero requiere menos volumen y menos superficie para resistir su mismo peso. Su peso dependerá del perfil que se utilice.

**Costo:** Permite un costo inicial bajo, ya que los perfiles vienen con perforaciones y cortes para estructuras apertables, lo que permite rapidez en el montaje. Pero dependiendo de la tipología puede implicar estructuras costosas ya que su versatilidad permite diseños que representan el uso de más materiales.

**Durabilidad:** La durabilidad dependerá del requerimiento del cliente, ya que su recubrimiento puede ser negro, galvanizado o pintado, lo cual evitará la corrosión de los elementos estructurales. Por otro lado, se deben tener los cuidados y usos correspondientes de la estructura.

**Sostenibilidad:** Cuando se diseña correctamente, las estructuras metálicas suelen ser eficientes y sostenibles debido a la reciclabilidad de los metales. Utilizar revestimientos metálicos, reduce la corrosión, lo que, extiende la vida útil del puente.

El impacto ambiental de los elementos estructurales en acero involucra el paisajismo, ya que estos se consideran agradables a la vista por la variedad en sus tipologías, lo cual le agrega valor a la estructura.

**Tiempo de construcción:** El tiempo de construcción de un proyecto es un factor importante, debido a que las obras buscan abordar problemas que afectan a la sociedad. Por tanto, la prefabricación de las partes metálicas facilita el proceso y por ende se agiliza el montaje de los elementos estructurales de manera rápida y eficiente.

**Mantenimiento:** Se debe realizar mantenimiento constante para prevenir la corrosión y en ciertos casos la vegetación, ya que, las raíces pueden dañar la estructura. Las estructuras de acero requieren de mantenimientos periódicos y en su mayoría costosos, para mantener las características iniciales con respecto a los diseños estructurales y sus cargas.

### 2.5.3. Ponderación de los factores para la selección de alternativas

En la siguiente tabla se estableció una ponderación a los distintos criterios que fueron mencionados, de esta manera se analizará cada una para poder tener una escala de valoración. El rango de valoración del tipo de material que se utilizará para el diseño del puente peatonal será del 1 al 5, siendo 1 el valor más desfavorable y 5 el valor menos favorable.

**Tabla 8**  
*Análisis de alternativas*

	Costo	Durabilidad	Sostenibilidad	Tiempo	Mantenimiento	Estética	Total
<b>Factor de importancia</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	
<b>A</b>	5	5	5	4	5	5	
	25	20	25	12	15	25	122
<b>B</b>	3	4	5	4	4	5	
	15	16	25	12	12	25	105

Respecto a la tabla 2.7 se elige la opción A, que consiste en el diseño de puente peatonal bajo un diseño de vigas prefabricadas con una cubierta de material ecológico, el cual se sustenta en una evaluación integral de los criterios antes descritos. En primer lugar, tenemos la resistencia y durabilidad inherentes a las vigas prefabricadas de hormigón las cuales ofrecen una solidez estructural que garantiza una vida útil.

Además, los elementos prefabricados reducen en gran medida los costos iniciales, dando una solución económica al proyecto. Por otro lado, al utilizar materiales ecológicos se reduce la huella ambiental y ayuda a preservar los recursos naturales.

Finalmente, el hecho de no tener que realizar mantenimientos constantes permite que el proyecto sea viable, siendo la alternativa A la opción más favorable para el presente proyecto.

## Capítulo 3

### 3.1. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

#### 3.2. Predimensionamiento de los elementos

##### 3.2.1. Predimensionamiento de tablero

Las dimensiones del tablero del puente se establecieron siguiendo la NEC-HS-AU (Norma Ecuatoriana de la Construcción, Accesibilidad Universal) y los requisitos específicos del cliente, que en este caso son los usos previstos para el puente. Se determinó un claro de 20 metros a partir de la investigación de campo, cumpliendo así con la longitud necesaria para la función de conectar el edificio 14B de FADCOM con la explanada lateral al patio de comidas de esta facultad.

#### Ilustración 20

*Curvas de nivel de FADCOM*



La ilustración 3-2 trata de cruces y pasos peatonales de la NEC, menciona los requerimientos de dimensiones necesarias para un ancho mínimo de circulación, libre de obstáculos el cual comprende los 1200 mm. Por lo cual para este proyecto se redimensionó un ancho libre de calzada de 2100 mm y un ancho total de pasarela de 2500 mm. Estas dimensiones consideran los espacios para bordillos, barandas y el ancho mínimo para uso de peatones y transporte de equipos de FADCOM.

### Ilustración 21

Tabla de cruces y pasos peatonales

CRUCES Y PASOS PEATONALES		
CRUCES PEATONALES DE SUPERFICIE	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MÍNIMOS / MÁXIMOS ACCESIBLES	
1	Dimensiones	Ancho mínimo de circulación, libre de obstáculos, igual a 1500 mm.
2	Vados o Rebajes	Ubicados en los extremos de cada cruce peatonal
3	Superficie	Antideslizante en seco y mojado
		Libre de piezas sueltas y de irregularidades debidas al uso de material con defectos de fabricación y/o colocación.
4	Señalización horizontal	Señalizado en su totalidad, líneas tipo "cebra"
		Color contrastante con la superficie del piso y el entorno
PASOS PEATONALES A DESNIVEL: ELEVADOS / DEPRIMIDOS		
1	Dimensiones	Ancho mínimo de circulación, libre de obstáculos, igual a 1200 mm.
2	Superficie	Antideslizante en seco y mojado
		Libre de piezas sueltas y de irregularidades debidas al uso de material con defectos de fabricación y/o colocación. <b>Para edificaciones de instituciones públicas:</b> Banda podotáctil de prevención en cambios de nivel, ingresos principales y elementos que impliquen riesgos. Para especificaciones técnicas, remitirse a la NTE INEN 2854.

Nota: Tabla tomada de la NEC-HS-AU-Accesibilidad Universal.

El espesor mínimo de la losa se define mediante el ACI 318S – 14, el cual dependerá de su condición de apoyo.

**Tabla 9**

Espeor mínimo de losas en dirección macizas no preforzadas

Condición de apoyo	$h$ mínimo <sup>(1)</sup>
Simplemente apoyadas	$l/20$
Un extremo continuo	$l/24$
Ambos extremos continuos	$l/28$
En voladizo	$l/10$

Nota: Tabla tomada de la norma ACI 318S-14(Tabla 7.3.1.1)

$$h_{min} = \frac{l}{20} = \frac{2.50}{20} = 0.125 \text{ m} \quad (3.1)$$

Por tanto, se define un espesor de losa de 0.25 m, de esta manera el pre-dimensionamiento para la geometría del tablero de hormigón armado será como se observa en la Tabla 9.

**Tabla 10***Resumen de geometría de la losa*

Descripción	Dimensiones	Unidad
LARGO	20	m
ANCHO	2.50	m
ESPESOR	0.25	m

### 3.3. Análisis de cargas de diseño

En esta sección, se establecen las cargas a las que el puente estará sometido. La AASHTO LRFD detalla los requisitos mínimos para cargas y fuerzas, así como su aplicación, uso y combinaciones en la sección correspondiente. Por otro lado, la NEC – SE-CG, aplicada a cargas no sísmicas, proporciona los parámetros mínimos de cargas y las combinaciones que se aplicarán a la subestructura del puente.

Dado que nuestro puente incorporará diversos elementos como cubierta, bordillos y barreras, cada uno compuesto por materiales distintos, es necesario realizar un análisis específico para evaluar las cargas generadas por cada elemento en nuestra estructura. Asimismo, se deben tener en cuenta las cargas vivas, como las generadas por peatones, durante dicho análisis.

#### 3.3.1. Cargas muertas

La carga muerta la constituyen todos los componentes de la estructura lo que incluye el peso propio de la viga, losa, cubierta y baranda, usando un peso específico de  $2400 \frac{kgf}{m^3}$  para elementos de hormigón. Por lo tanto, el total de la carga muerta es la suma de las cargas de peso propio de los elementos estructurales y las cargas sobrepuestas como cubierta y barandas, tal como se detalla en la tabla 11.



**Tabla 11**  
*Carga muerta*

<b>CARGA MUERTA</b>	
<b>Wviga</b>	22.183 kN/m
<b>Wlosa</b>	14.71 kN/m
<b>Wcubierta</b>	1.75 kN/m
<b>Wbaranda</b>	0.137 kN/m
<b>Wmuerta</b>	38.78 kN/m

### 3.3.2. Cargas vivas

Para este proyecto la carga viva está representada por los peatones, debido al uso de esta estructura, también a los equipos que serán trasladados. Por lo tanto, la AASTHO define una sobrecarga peatonal de  $4,1 \times 10^{-3} \text{ MPa}$ , considerando un ancho de pasarela de 2.5m, dando una carga viva total de  $10.773 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

**Tabla 12**  
*Resumen de geometría de la losa*

<b>RESUMEN DE CARGAS</b>		
<b>Wviva</b>	10.773	kN/m
<b>Wmuerta</b>	38.78	kN/m

### 3.3.3. Cargas Sísmicas

El artículo 4.7.4.2 de la norma ASHTOO LRFD indica que los puentes de un solo tramo, sin importar la zona sísmica, no requieren análisis sísmico. Dado que nuestro puente peatonal es de un solo tramo(20m) con apoyo simple, excluimos la consideración de cargas sísmicas en el proceso de diseño.

### 3.3.4. Cargas de viento

Según el mapa de velocidades máximas de viento registradas en Ecuador y la zona en la que se encuentra el proyecto, el valor máximo de velocidad es de 10,6 m/s. Además, con base a la relación largo/ancho del tablero, se obtiene un valor aproximadamente de 10, por lo

que es menor que 30 que es lo que indica la norma ASHTOO LRFD y se concluye que la estructura es estable aerodinámicamente y no se requiere realizar consideraciones aeroelásticas.

### 3.3.5. Predimensionamiento de viga

Determinada la luz total del puente, se elige el tipo de sistema estructural en este caso la viga, para esto se emplea los rangos de luces para los tipos de puentes. Nuestro puente es de tipo pasarela o tipo viga, por lo cual la tabla 13, recomienda que su composición sea de hormigón armado ya que está dentro de 12 – 25 m de luz total. Este tipo de puente también nos presenta la condición de los apoyos, por lo cual será un puente de hormigón armado simplemente apoyado.

**Tabla 13**

*Tipo de puentes de acuerdo con el rango de luces*

Tipo de Estructura	Material	Rango de luces(m)
Losa	C. Armado	0-12
	C. Preesforzado	10-40
Vigas	C. Armado	12-25
	C. Preesforzado	25-325
	Acero	30-300
Arco	Concreto	80-390
	Acero	130-400
	Acero Ret.	240-520
Reticulado	Acero	100-600
Atirantado	Concreto	50-450
	Acero	100-1000
Colgante	Acero	300-2000

*Nota:* Tabla tomada del Capítulo de Estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima (1993).

Escogido el material se procede a determinar el tipo de viga que se usará, para esto la AASTHO propone lo siguiente.

**Tabla 14***Tipo de vigas según sus luces*

<b>SIMPLEMENTE APOYADOS</b>	<b>LUZ(m)</b>
Losa	6 a 12
Viga T	12 a 24
Placa sólida en arco	12
Vigas curvadas en arco	18

*Nota:* tabla tomada del manual de puentes de Serguén, (2020)

Debido a la luz de nuestro puente se escoge a manera de prediseño una viga tipo T. Se procede a realizar el pre-dimensionamiento de la geometría que tendrá la viga, para esto la AASHTO propone las profundidades mínimas para una superestructura, definido el material y el tipo de estructura, podemos definir los tramos y su profundidad.

**Tabla 15***Profundidades mínimas utilizadas tradicionalmente para superestructuras de profundidad constante*

Superestructura		Profundidad mínima (incluyendo el tablero) Si se utilizan elementos de profundidad variable, estos valores se pueden ajustar para considerar los cambios de rigidez relativa de las secciones de momento positivo y negativo.	
Material	Tipo	Tramos simples	Tramos continuos
	Losas con armadura principal paralela al tráfico	$\frac{1,2(S + 3000)}{30}$	$\frac{S + 3000}{30} \geq 165 \text{ mm}$
Hormigón Armado	Vigas T	0,070 L	0,065 L
	Vigas cajón	0,060 L	0,055 L
	Vigas de estructuras peatonales	0,035 L	0,033 L
Hormigón Pretensado	Losas	$0,030 L \geq 165 \text{ mm}$	$0,027 L \geq 165 \text{ mm}$
	Vigas cajón coladas in situ	0,045 L	0,040 L
	Vigas doble T prefabricadas	0,045 L	0,040 L
	Vigas de estructuras peatonales	0,033 L	0,030 L
	Vigas cajón adyacentes	0,030 L	0,025 L
Acero	Profundidad total de una viga doble T compuesta	0,040 L	0,032 L
	Profundidad de la porción de sección doble T de una viga doble T compuesta	0,033 L	0,027 L
	Cerchas	0,100 L	0,100 L

*Nota:* Imagen tomada de la norma ASHTOO (2004)

Obteniendo el siguiente resultado, la altura total de la viga es de 1.4m considerando el tablero. El ACI318S-14 propone la tabla 3.8 para el cálculo del ancho efectivo del alma, y el ancho total mediante el tipo de viga, dando como resultado 0.42m y 1.68m respectivamente.

**Tabla 16**  
*Ancho efectivo*

Tipo de Viga	$b_w$		$b$	
Rectangular	0.3h a 0.6h	2.8	—	
T			MIN(L/4, 16h <sub>t</sub> +b <sub>w</sub> , 0.5s+b <sub>w</sub> )	2.9 (ACI 8.12.2)
L			MIN(L/12+b <sub>w</sub> , 6h <sub>t</sub> +b <sub>w</sub> , 0.5s+b <sub>w</sub> )	2.10 (ACI 8.12.3)
T/ L aisladas			4b <sub>w</sub> con h <sub>t</sub> ≥0.5b <sub>w</sub>	2.11 (ACI 8.12.4)

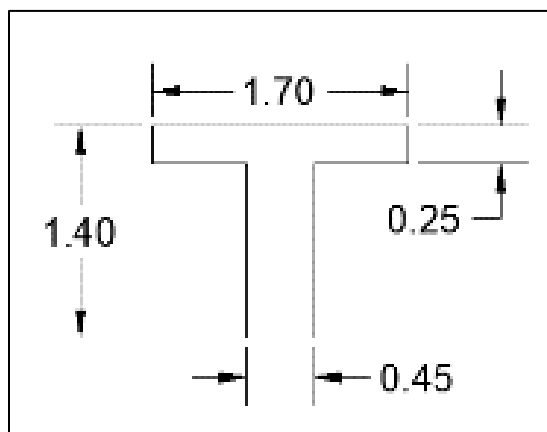
*Nota:* Datos extraídos de la norma ACI318S-14, (2004)

El punto 6.3.2.2 del ACI 318S-14, menciona que en las vigas T no reforzadas el ala debe tener un espesor mayor o igual a  $0.5 b_w$ . Por lo tanto, para nuestra viga usaremos un espesor de  $0.21m$

Una vez obtenida la geometría total de nuestra viga, obtendremos el área total de nuestro elemento estructural de  $0.9425 m^2$ . En la ilustración 22 observamos las dimensiones finales de la viga T.

### Ilustración 22

*Dimensiones de viga Tipo T, generada en AutoCAD*



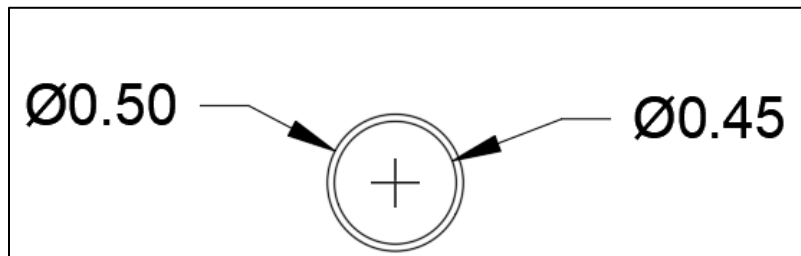
### 3.3.6. Predimensionamiento de columna

En el diseño, se cuenta con una pila de forma circular con un diámetro de 50 cm, dimensionado considerando el ancho efectivo de la viga del puente. Siguiendo las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), se establece un recubrimiento mínimo de 5 cm. En este contexto, la columna se proyecta con una altura de 6 metros, medida desde el nivel del suelo hasta la viga. La determinación del diámetro del

zuncho se realiza considerando la diferencia entre el diámetro de la columna y el recubrimiento establecido, véase la ilustración 23.

### Ilustración 23

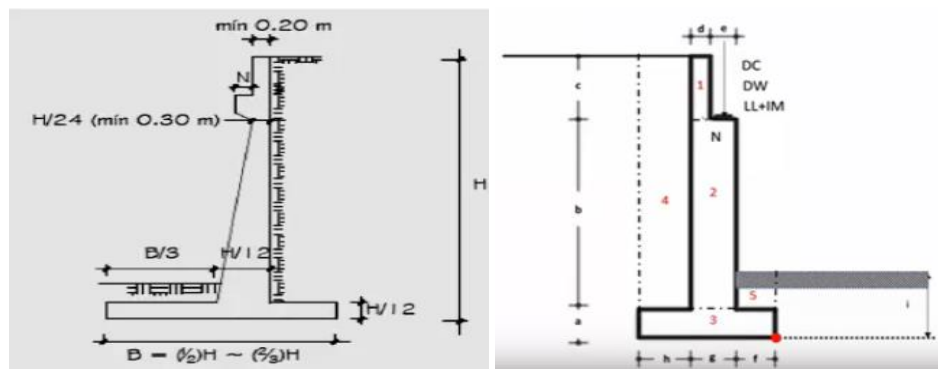
*Dimensiones de pila circular, generada en AutoCAD*



### 3.3.7. Predimensionamiento de estribo

#### Ilustración 24

*Predimensionamiento del estribo*



*Nota:* Imagen tomada de libro de Barker(1997)

Usaremos un estribo tipo voladizo de concreto armado, el cual tendrá una altura de 7m. Se dimensionó el estribo mediante el criterio de Barker (1997), quedando un estribo con las medidas que se presentan en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Dimensiones del estribo*

DIMENSIONES DEL ESTRIBO			
<b>a</b>	1.20m	<b>f</b>	1.75m
<b>b</b>	4.30m	<b>g</b>	0.85m
<b>c</b>	1.50m	<b>h</b>	2.30m
<b>d</b>	0.25m	<b>i</b>	1.20m
<b>e</b>	0.60m		

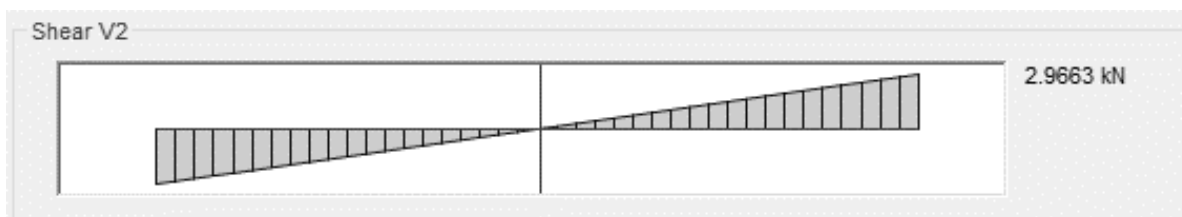
### 3.4. Análisis y modelado estructural

#### 3.4.1. Análisis estructural de la viga

Se procede a modelar la estructura, teniendo en cuenta las cargas vivas y muertas, junto con sus correspondientes factores de mayoración, utilizando el software de análisis estructural SAP 2000. Este proceso proporciona valores para cortantes y momentos tanto para la carga muerta como para la combinación de cargas.

##### Ilustración 25

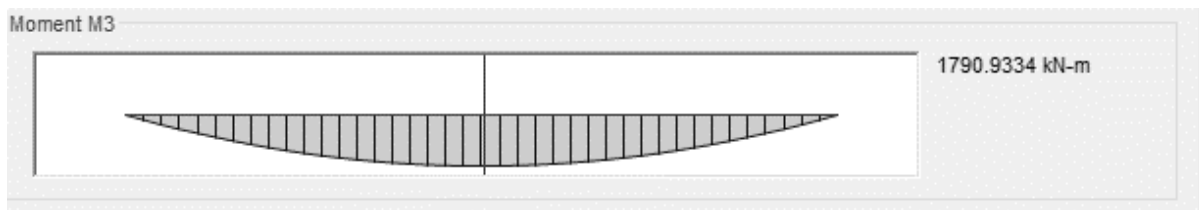
*Diagrama de cortante de la viga*



El diagrama a cortante de la viga con respecto a la carga muerta muestra un valor de 2.97kN como se observa en la ilustración 25.

##### Ilustración 26

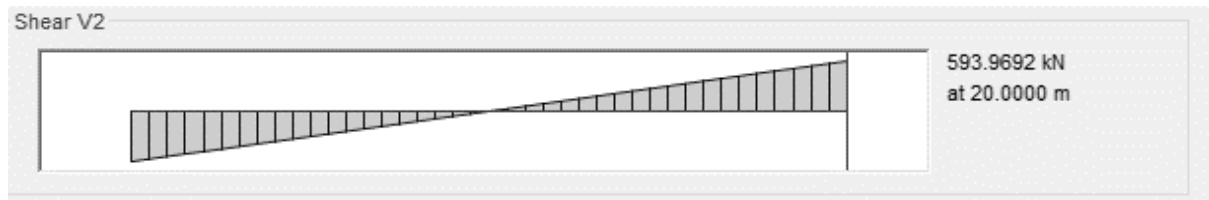
*Diagrama de cortante de la carga muerta*



El diagrama a momento de la viga con respecto a la carga muerta muestra un valor de 1790.9334 kN-m.

**Ilustración 27**

Diagrama a momento de la carga muerta



El diagrama a cortante de la viga con respecto a la combinación de carga 1.2D+1.6L muestra un valor de 593.9692 kN.

**Ilustración 28**

Diagrama a cortante de la viga con combinación de carga 1.2D+1.6L

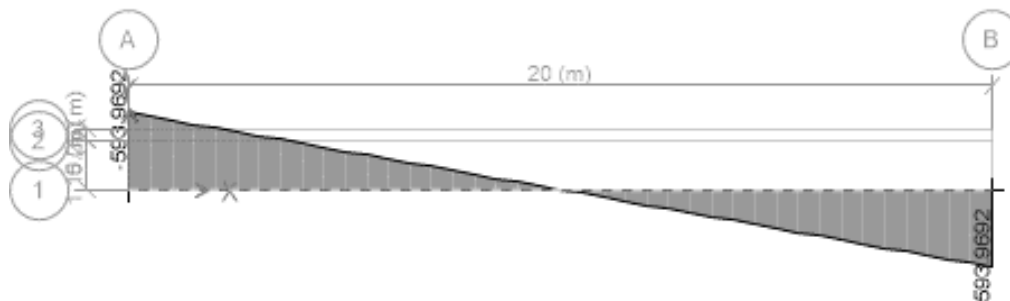
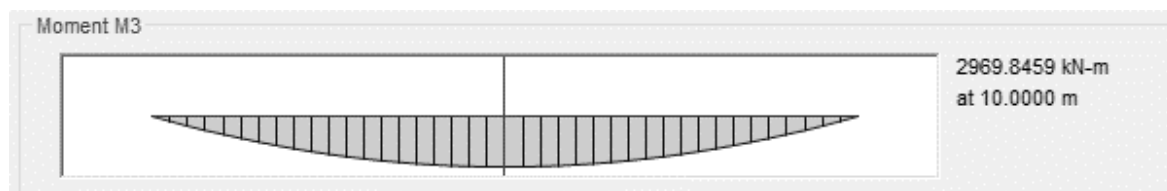
**Ilustración 29**

Diagrama de momento de combinación de carga 1.2 D+1.6L



El diagrama a momento de la viga con respecto a la combinación de carga 1.2D+1.6L muestra un valor de 2969.8459 kN-m.

**3.5. Diseño estructural de los elementos****3.5.1. Diseño de tablero**

Se inicia la evaluación del tablero tratándolo como una viga en voladizo. Por tanto, se lleva a cabo el análisis de la losa para un ancho de un metro, y al completar la correspondiente evaluación, se identifica un momento negativo de  $3 * 10^4 \text{ kgf} * \text{m}$  y un momento máximo

positivo de  $33.069 \text{ tonf} * m$ , por efecto de la carga muerta y debido a la carga viva se determina un momento de  $2.9 \text{ tonf} * m$ . Posteriormente, se realiza el análisis al estado límite de resistencia y se obtiene un momento mayorado tanto positivo como negativo de  $42103.963 \text{ Kgf} * m$  (véase Anexo C).

Se determinan los aceros de refuerzos a emplear, donde, los resultados obtenidos se presentan en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Acero por cada metro de losa*

<b>Acero Positivo</b>	
Diámetro	18mm
Espaciado	10 cm
<b>Acero Negativo</b>	
Diámetro	14mm
Espaciado	30 cm
<b>Acero por contracción y temperatura</b>	
Diámetro	12mm
Espaciado	45 cm
<b>Acero por refuerzo de distribución</b>	
Diámetro	12mm
Espaciado	15 m

### 3.5.1.1. Control de agrietamiento para el tablero

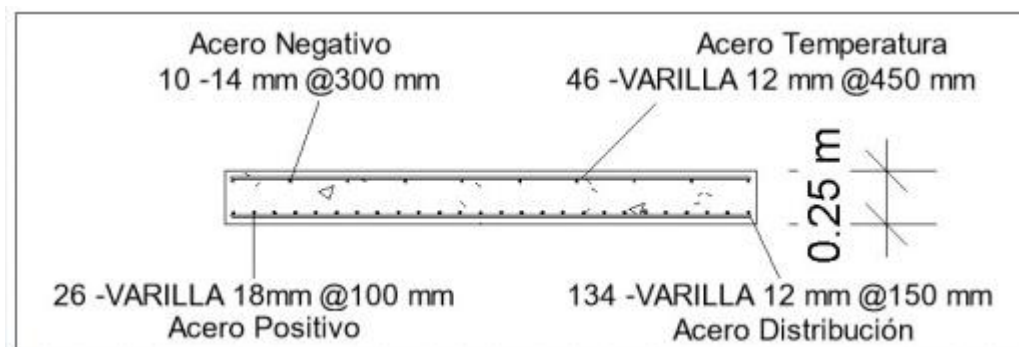
Se realizó el análisis para un metro usando los factores de mayoración para un estado de límite de servicio I como lo determina la ASHTOO LRFD, donde se determina que el momento empleado para calcular el esfuerzo de tensión en el refuerzo es de  $32630.836 \text{ Kgf} * m$ , con lo cual se determina que la separación escogida es de  $10 \text{ cm}$  y cumple el valor requerido por la norma (para más detalle véase ANEXO C).



### 3.5.1.2. Detallamiento del refuerzo del tablero

#### Ilustración 30

Detalle del acero de refuerzo de la losa del puente peatonal



### 3.5.2. Diseño de viga

Una vez determinada las dimensiones de la viga T, se realiza el análisis de control de agrietamiento para ver cuánto se deflecta la viga en la parte más crítica y por lo consiguiente se procede a verificar si cumple a flexión y cortante, donde se determina su acero de refuerzo.

#### 3.5.2.1. Control de agrietamiento en la viga T

Se realizó el análisis de la viga considerando el momento de agrietamiento, para esto se determinó la inercia de la viga, dividiendo la viga T en dos tramos. Se obtuvo el centroide de la viga, y con ello se determinó la inercia agrietada usando el teorema de Steiner (para más detalle léase ANEXO C), y se obtuvo finalmente el momento de agrietamiento, en la tabla se detallan los resultados obtenidos.

**Tabla 19**

*Agrietamiento en viga T*

<b>Y, centroide</b>	0.891	<b>m</b>
<b>Inercia agr., I<sub>g</sub></b>	0.174	<b>m<sup>4</sup></b>
<b>Momento Agr, M<sub>cr</sub></b>	210.333	<b>tonnef*m</b>

Debido a que el momento de agrietamiento es menor al momento último se decide realizar el diseño con el momento último considerando las cargas mayoradas.

De igual manera se realizó el cálculo de la deflexión de la viga usando la ecuación que se muestra a continuación, para vigas simplemente apoyadas.

$$\Delta = \frac{5 \cdot Qu \cdot Lt^4}{384 \cdot E \cdot Ig} \quad (3,4)$$

Usando la ecuación 3-1, la deflexión de la viga es de 2.867 *cm* lo cual se encuentra en el rango permisible de deflexiones máximas que propone el ACI 318-19 en la tabla 24.2.2.

### 3.5.2.2. Diseño de la viga a flexión

Utilizando una resistencia de concreto de 28 *MPa* y una resistencia a la fluencia de 420 *Mpa*, considerando una carga viva de 35.838 *kN/m* y muerta de 10.25 *kN/m*, se obtienen la carga y momento últimos, cabe recalcar que estos valores coinciden con el análisis de cargas que se le hizo a la viga T en Sap2000 (véase tabla 20).

**Tabla 20**

*Cargas y momento último de la viga a flexión*

<b>Carga última</b>	Qu=59.406 kN/m
<b>Momento último</b>	Mu=2970.28kN/m

Como  $c = \frac{a}{\beta} = 0.089m$  y es menor que  $Hf = 0.25m$  se diseña como viga rectangular, se obtiene

la cuantía y a su vez se obtiene la cantidad de acero a utilizar como también se determina el acero de retracción y temperatura, observe la tabla 21.

**Tabla 21**

*Acero de Refuerzo de la viga T*

<b>Acero Inferior de la viga T</b>	
<b>Cuantía, p</b>	0.003
<b>Acero necesario, As</b>	72.821cm <sup>2</sup>
<b>#varillas</b>	9
<b>Diámetro</b>	32mm
<b>Acero de retracción y temperatura</b>	
<b>Astemp</b>	3.041cm <sup>2</sup>
<b>#varillas</b>	3

<b>Diámetro</b>	12mm
-----------------	------

### 3.5.2.3. Diseño de la viga a cortante

Se realiza el cálculo del cortante en la viga, obteniendo un valor de 594.056 kN (confirmado mediante Sap2000). Se verifica el cumplimiento de las condiciones de cortante en la viga, y en caso de cumplir, se examina la necesidad de una armadura mínima para este aspecto. La viga propuesta satisface los requisitos de cortante (véase Anexo B), y se determina que requiere una cantidad mínima de refuerzo transversal.

Se procede a calcular el espaciamiento máximo correspondiente y, simultáneamente, se establece el valor del refuerzo mínimo transversal, el cual se presenta en la tabla 22.

**Tabla 22**

Acero longitudinal en viga T

<b>Acero longitudinal</b>	
x=0m a x=4.238m	
<b>Smax</b>	60cm
<b>Diámetro</b>	25mm
x=4.238m a x=7.12m	
<b>Smax</b>	60cm
<b>Diámetro</b>	18mm
X=7.12m a x=12.88m	
<b>Sin estribos</b>	
x=12.88m a x=15.762m	
<b>Smax</b>	60cm
<b>Diámetro</b>	18mm
x=15.762m a x=20 m	
<b>Smax</b>	60cm
<b>Diámetro</b>	25mm

### 3.5.3. Diseño de columna

Se verifica que la columna circular si resiste a la demanda (véase Anexo C) por tanto se calcula la cantidad de acero con su respectiva separación, como se detalla a continuación.

**Tabla 23***Acero de la columna circular*

<b>Columna Circular</b>	
<b>#varillas</b>	16
<b>Diámetro</b>	18mm

El ACI 318.19 recomienda una separación máxima de 7.5 *cm* por tanto se eligió una separación de 7 *cm*. Como las dimensiones de la columna son más reducidas que su longitud, se llevaron a cabo los cálculos correspondientes para verificar que la geometría de la columna y la propuesta de acero sean las adecuadas.

Con lo cual se obtuvo un momento mayorado de 31.188 *tonnef \* m*, con lo que se confirmó que  $0.1 * \phi * A_g = 42.046 \text{tonnef}$  es menor a  $P_u = 60.577 \text{tonnef}$ , por tanto, se dice que la geometría si es apropiada. En la tabla 24 se observa detalle las espirales a usar con su respectivo diámetro.

**Tabla 24***Área de Zunchos*

<b>Zunchos</b>	
<b>Diámetro</b>	10mm
<b>Espaciado</b>	7cm

### 3.5.3.1. **Diseño de la cimentación superficial de la columna**

Se diseñó la cimentación superficial de la columna, considerando las especificaciones del suelo proporcionadas por la gerencia de ESPOL. Dado que el suelo en la zona es rocoso, se optó por una cimentación superficial. En consecuencia, se procedió al diseño de una zapata cuadrada, utilizando los datos detallados en la tabla 25 correspondiente.

**Tabla 25***Dimensiones de la zapata*

<b>Ancho Zapata, B</b>	1.7	m
<b>Diámetro varilla, db</b>	16	mm
<b>Espesor Zapata, T</b>	300	mm
<b>recubrimiento, rec</b>	7	cm

Se realizó el diseño el diseño a flexión y cortante para determinar los momentos y subyacentemente el acero de refuerzo (más detalles en ANEXO C), a continuación, se observa el acero determinado.

**Tabla 26***Acero de refuerzo de la zapata*

<b>Acero de refuerzo</b>	
#Varillas	16
Diámetro	16mm
Espaciado	25 mm

**3.5.4. Diseño de estribo**

Se comprobó que el estribo cumple con los estados límites de servicio y de resistencia (véase Anexo B), tanto de las cargas verticales como horizontales. El estribo cumple con estabilidad como se observa en la ilustración 31.

**Ilustración 31***Estado límite máximo del estribo***Tabla Resumen E. L. máximo**

ESTADO	Vu Ton/m	Mvu Ton*m/m	Mhu Ton*m/m	Xo Ton*m/m	e=B/2 - Xo m	emax m	e<emax
Resistencia I Min	51,355	124,139	26,802	1,895	0,555	1,633	OK
Resistencia I Max	75,633	163,235	58,093	1,39	1,06	1,633	OK

Se determina que el estribo esta apto para recibir eventos extremos como se observa en la ilustración 32.

**Ilustración 32***Verificación de eventos extremos en base del estribo***Tabla Resumen E. L. Evento Extremo**

ESTADO	Vu Ton/m	Mvu Ton*m/m	Mhu Ton*m/m	Xo Ton*m/m	e=B/2 - Xo m	emax m	e<emax
E.E.	72,312	150785	98,915	0,717	1,733	1,797	OK

Se determina las presiones actuantes en la base del estribo

**Ilustración 33**

*Tabla de presiones que actúan en la base del estribo*

**Tabla Resumen de Presiones actuantes en la base del estribo**

ESTADO	Vu Ton/m	Mvu Ton*m/m	Mhu Ton*m/m	Xo Ton*m/m	e=B/2 - Xo m	q=Vu/B-2e kgf/cm <sup>2</sup>	q=Vu/B-2e kgf/cm <sup>2</sup>	q<qR
Rest. I Min	51,36	124,14	26,80	1,90	0,56	1,36	3,61	OK
Rest. I Max	75,63	163,24	58,09	1,39	1,06	2,72	3,61	OK
E.E.	72,31	150,79	98,92	0,72	1,73	5,04	8,01	OK

Se verifica que las dimensiones del estribo seleccionadas son las correctas, por tanto, se calculó el acero por flexión, dándonos como resultado los valores que se ilustran a continuación, cabe recalcar que las varillas utilizadas son de hierro.

**Tabla 27**

*Varillas de la armadura del estribo*

<b>Estribo del puente</b>	
<b>Separación</b>	16cm
<b>Diámetro</b>	25mm
<b>Refuerzo por contracción y temperatura en la pantalla</b>	
<b>Separación</b>	25cm
<b>Diámetro</b>	14mm

### 3.5.4.1. Diseño de la zapata del estribo

Se diseñó la zapata verificando que cumpla con todos los requisitos y se calculó la cantidad de acero, los resultados se observan en la Tabla 28.

**Tabla 28**

*Detalle de refuerzo de la zapata*

<b>Acero de la zapata</b>	
<b>Separación</b>	16cm
<b>Diámetro</b>	20mm
<b>Refuerzo por contracción y temperatura en la pantalla</b>	
<b>Separación</b>	30cm
<b>Diámetro</b>	18mm

### 3.6. Especificaciones técnicas

#### 3.6.1. Normativas vigentes

Para este proyecto se utilizó las distintas normativas vigentes en nuestro país, las cuales van enfocada en el diseño de puente peatonales, tales como, NEC SE CG, NEC HS AU, también se utilizó las normas conocidas internacionalmente como el ACI, AASHTO LRFD.

#### 3.6.2. Obras preliminares

##### 3.6.2.1. Trazado, replanteo y nivelación

**Descripción:** Comprende en ubicar y delimitar las áreas donde se ubicará el puente peatonal, marcando los puntos importantes como paso previo a la construcción.

**Unidad:** Metro cuadrado(m<sup>2</sup>)

**Equipos:** Herramienta menores (5% M/O.), Equipo Topográfico (Estación total).

**Mano de obra:** Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1), Peón (Estr. Oc. E2).

**Materiales:** Clavos, piolas, estacas.

**Forma de pago:** El rubro se cancelará de acuerdo con las áreas ejecutadas y será pagado en metros cuadrados.

##### 3.6.2.2. Desbroce y limpieza

**Descripción:** Consiste en despejar el terreno para llevar a cabo la obra de acuerdo con las presentes especificaciones, dependiendo de los planos o del fiscalizador, se eliminará cualquier matorral, arbustos u otra vegetación presente. Asimismo, se contemplará la conservación, evitando daño de la vegetación u objetos destinados a conservarse.

**Unidad:** Hectárea (Ha)

**Equipos:** Herramientas menores (5% M/O)

**Mano de obra:** Maestro mayor(Estr. Ocup. C1), Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2)

**Materiales:** Herramientas menores

**Forma de pago:** Únicamente se pagará al contratista por los trabajos efectuados dentro de los límites de desmonte, desbroce y limpieza señalados en los planos o indicados por el fiscalizador.

### **3.6.2.3. Campamento de ingeniería**

**Descripción:** Se define campamento de ingeniería al espacio que tendrán los ingenieros, ayudantes, etc, para la ejecución de la obra.

**Unidad:** Unidad

**Equipos:** Herramienta menor

**Mano de obra:** Maestro de obra, peón

**Forma de pago:** Se realizará el pago cuando el campamento de ingeniería será funcional.

### **3.6.2.4. Demolición de acera**

**Descripción:** Consiste en el derrocamiento de elementos de hormigón en las áreas determinadas por fiscalización o las indicadas en los planos y su desalojo a lugares determinados por fiscalización.

**Unidad:** metros cúbicos ( $m^3$ )

**Equipos:** Herramientas menores (5% M/O)

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2)

**Forma de pago:** El rubro se cancelará de acuerdo con las áreas ejecutadas y será pagado en metros cúbicos.

## **3.6.3. Movimientos de tierra**

### **3.6.3.1. Excavación manual**

**Descripción:** En este apartado se refiere a la remoción de volúmenes de tierra u otros materiales empleando personales calificados para este trabajo, sin el uso de maquinarias especializadas.

**Unidad:** Metro cúbico ( $m^3$ ).



**Equipos:** Herramientas menores (5% M/O), pico y pala.

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2)

**Forma de pago:** Su pago se realizará por metro cúbico “m3” ejecutado de acuerdo con planos.

### **3.6.3.2. Excavación a máquina**

**Descripción:** Se refiere a la remoción de volúmenes de tierra u otros materiales usando maquinarias especializadas como excavadoras, asimismo el uso de volquetas para el cargado y traslado de estos materiales sobrantes.

**Unidad:** Metro cúbico (m3).

**Equipos:** Equipo mecánico (excavadora de orugas), herramienta menor (5% M/O), volqueta.

**Mano de obra:** Maestro mayor (Estr. Ocup. C1), Peón (Estr. Ocup. E2)

**Materiales:** Puntales, tableros de madera rústica y similares, tablestacas, para apuntalar, entibar y similares que se requieran en el desarrollo del rubro.

**Forma de pago:** Su pago se realizará por metro cúbico “m3” ejecutado de acuerdo con planos.

### **3.6.3.3. Relleno y compactación con material importado**

**Descripción:** Se trata de un conjunto de operaciones destinadas a la construcción de rellenos utilizando el material del suelo importado, ajustándose a niveles y cotas específicas. El propósito es realizar el relleno en áreas como plintos, vigas de cimentación, cadenas y plataformas, siguiendo las indicaciones de planos y los requisitos del proyecto. Esto se ejecuta con el fin de alcanzar las características del suelo existente o mejorarlas según las especificaciones del estudio de suelos y la fiscalización.

**Unidad:** Metro cúbico (m3).

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), compactador mecánico y complementarios.

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2), Perforador(Estr. Ocup. C2)

**Materiales:** Tierra importada, agua; que cumplirá con las especificaciones técnicas de materiales.

**Forma de pago:** Su pago será por metros cúbicos.

### **3.6.4. Obra Civil**

#### **3.6.4.1. Subestructura**

##### **Hormigón simple en elementos estructurales $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

**Descripción:** Se refiere al concreto de una resistencia específica, empleado en los elementos estructurales que requiere el puente peatonal, como vigas, tablero, pilas, estribos. Su finalidad es el levantamiento de volúmenes, conforme a las indicaciones de los planos estructurales y otros documentos del proyecto, abarcando el proceso completo de fabricación, vertido y curado del concreto.

**Unidad:** Metro cúbico (m<sup>3</sup>).

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), mezcladora mecánica, vibrador.

**Mano de obra:** Albañil (Estr. Ocup. D2), Peón (Estr. Ocup. E2), Operador de planta en hormigón (Estr. Ocup. C2).

**Materiales:** Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, encofrados.

**Forma de pago:** Pago por metro cúbico(m<sup>3</sup>), Se cubicará las 3 dimensiones del elemento: largo, ancho y altura.

##### **Acero estructural $F_y=4200\text{kg/cm}^2$**

**Descripción:** Se realizarán las actividades esenciales para cortar, doblar, dar forma a ganchos, soldar y colocar el acero de refuerzo necesario en la creación de elementos de hormigón armado. Esto implica establecer una estructura de refuerzo para el hormigón, que

comprende el suministro y la colocación del acero de refuerzo según la clase, tipo y dimensiones especificadas en las planillas de hierro, planos estructurales y/o especificaciones.

**Unidad:** Kilogramo(kg)

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), cizalla, dobladora, bancos de trabajo.

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2)

**Materiales:** Acero de refuerzo con resaltes(corrugados), alambre galvanizado #18.

**Forma de pago:** Su pago será por kilogramo (Kg.).

### **Suministro e Instalación de encofrado metálico**

**Descripción:** Las estructuras volumétricas, conocidas como encofrados, son confeccionadas mediante piezas de madera, metal u otro material resistente con el propósito de soportar el vertido de hormigón y darle la forma prevista. Los encofrados metálicos pueden adoptar formas rectas o curvas según lo especificado en los diseños finales. Es crucial que sean lo suficientemente robustos para resistir la presión generada durante el vertido y vibración del hormigón, estando firmemente sujetos en su posición correcta y siendo lo bastante impermeables para evitar la pérdida de la lechada. En el caso de tableros metálicos de tol, se requiere un espesor mínimo de 2 mm.

Estas formas deben permanecer en su lugar hasta recibir la autorización de la fiscalización para su retirada, la cual debe llevarse a cabo con cuidado para no dañar el hormigón. La autorización y ejecución de la remoción deben realizarse tan pronto como sea posible para evitar retrasos en la aplicación de selladores o en el proceso de curado con agua, permitiendo así la pronta reparación de posibles defectos en el hormigón.

Antes de iniciar la construcción de los encofrados, el Constructor deberá informar a la fiscalización con la mayor anticipación posible sobre los métodos y materiales que utilizará. Una vez colocados en su posición final, los encofrados para las estructuras de hormigón serán inspeccionados por la fiscalización para asegurar su idoneidad en términos de construcción,

colocación y resistencia. En caso necesario, la fiscalización puede exigir al Constructor la presentación de cálculos para elementos encofrados que lo requieran.

Es importante destacar que el uso de vibradores implica la necesidad de emplear encofrados más robustos en comparación con los métodos de compactación manual.

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Equipos:** Soldadora, cortadora, herramientas de uso menor

**Mano de obra:** Peón, albañil, Maestro de obra

**Materiales:** Planchas de acero de 2mm

**Forma de pago:** Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

#### **3.6.4.2. Superestructura**

##### **Desmontaje de barandas del edificio 14B**

**Descripción:** Es la actividad de desmontaje y retiro de las barandas metálicas existentes en el edificio 14 B, debido a que, para la conexión del edificio con el puente, ya no serán de utilidad.

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Equipos:** Herramientas de uso menor

**Mano de obra:** Peón, Maestro de obra

**Materiales:** Ninguno

**Forma de pago:** La medición y pago se la hará en m<sup>2</sup> de protectores metálicos desinstalados y acarreados hasta el lugar indicado por el fiscalizador.

#### **3.6.5. Cubierta**

##### **3.6.5.1. Cubierta de policarbonato de 6mm**

**Descripción:** Es el conjunto de actividades para colocar el techo de la estructura de cubierta, formada por láminas o paneles tipo Policarbonato alveolar.

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), andamios, módulo.

**Mano de obra:** Peón, instalador de revestimiento en general, Inspector de obra.

**Materiales:** Policarbonato alveolar 6mm con accesorios, tirafondo de 100mm (4") conjunto.

**Forma de pago:** Su pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **3.6.6. Complementario**

#### **3.6.6.1. Suministro, fabricación y montaje de pasamanos metálicos**

**Descripción:** Consiste en la construcción de pasamanos con tubo estructural redondo de 3", de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos de los pasamanos deben ser lisos, uniformes, carentes de grasa y otros efectos que afecten la calidad de la soldadura de los mismo.

Los tubos de las barandas serán pintados totalmente libre de impurezas, con pintura de aluminio anticorrosiva, de manera que se cuide su calidad y duración.

**Unidad:** Metro lineal (ml).

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), soldadora

Mano de obra: Maestro, Peón, instalador de revestimiento en general, Inspector de obra.

**Materiales:** Tubo redondo de 3", de acero,

Forma de pago: Su pago será por metro lineal (ml).

#### **3.6.6.2. Encofrados y desencofrados**

**Descripción:** Se refiere a las estructuras tridimensionales fabricadas para dar la forma final al concreto, garantizando la capacidad de resistir de manera segura las cargas verticales, esfuerzos horizontales y el proceso de vertido y vibrado del hormigón. Su propósito es adaptar el concreto a la forma prevista, logrando una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones detalladas en los planos y especificaciones del proyecto

**Unidad:** Metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**Equipos:** Herramienta menor (5% M/O), puntales, soldadora, andamios, sierra eléctrica.

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2).

**Materiales:** Los materiales incluyen tableros de madera de 15 mm de espesor (tipo "B" o de contrachapada para encofrado), alfajías, tiras y duela cepillada y machihembrada de 18 mm de espesor. Además, se utilizarán clavos, alambre galvanizado, pernos, tol, suelda y puntales de madera, todos en conformidad con las especificaciones técnicas para materiales del proyecto.

**Forma de pago:** Su pago se lo efectuará por metro cuadrado "M2". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado.

### **3.6.6.3. Desalojo de materiales de construcción**

**Descripción:** Consiste en el traslado de los materiales retirados y residuos del área donde se desarrolla el proyecto, hacia un lugar designado por el cliente y fiscalización. Se realiza por medios de transporte pesado como volquetas que realizan el transporte del material hacia el botadero designado, el material debe ser previamente tapado con lona en la parte superior para evitar caídas en la vía pública.

**Unidad:** Metro cúbico ( $m^3$ ).

**Equipos:** Volqueta

**Mano de obra:** Conductor de vehículos pesado

**Materiales:** Lona

**Forma de pago:** Su pago será por metro cúbico ( $m^3$ ) de material desalojado hacia el lugar designado.

### **3.6.7. Instalaciones**

#### **3.6.7.1. Suministro e instalación de luminaria led fotocélula 75 w (Incluye soportería y accesorios).**

**Descripción:** Corresponde a la provisión e instalación eléctrica de una luminaria led con fotocélula de 75 W, la cual incluye la soportería de la red de cableado y la soportería para

las luminarias que eran empotrada en la cubierta del puente peatonal. De la misma forma incluirá accesorios eléctricos.

Para este rubro el contratista debe considerar la luminaria y los accesorios de sujeción a la estructura de la cubierta.

**Unidad:** Unidad (u)

**Equipos:** Luminarias tipo led, fotocélula, accesorios eléctricos

**Mano de obra:** Peón (Estr. Ocup. E2), Albañil (Estr. Ocup. D2).

**Forma de pago:** La medición y pago se la efectuará en forma unidad "u" de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato, los precios contemplan la compensación total por el suministro y colocación los materiales.

### **3.6.8. Seguridad**

#### **3.6.8.1. Delimitación del área de construcción con cinta de peligro**

**Descripción:** Engloba todas las acciones necesarias para proveer e instalar un cerco provisional destinado a delimitar zonas restringidas, peligrosas o de riesgo, como sitios de construcción o áreas de trabajo, con el propósito de prevenir posibles accidentes vehiculares o peatonales. El propósito de esta categoría implica la disposición de una cinta delimitadora que lleva la inscripción "peligro, fabricado en polietileno resistente a la intemperie. Cinta amarilla con leyenda en letras negras. 3" de ancho y 100m de largo. Fácil de manejar, altamente visible y liviana."

**Unidad:** metro (m)

**Equipos:** Cinta plástica de peligro

**Mano de obra:** Peón

**Material:** Herramientas de uso menor

**Forma de pago:** Se pagará por ml, usado y colocado

### 3.6.9. Otros (rampa de acceso, tipo acera peatonal)

#### 3.6.9.1. Replanteo $e = 7\text{cm}$ , $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$

**Descripción:** Consiste en la elaboración de hormigón simple, este se usará como una base de apoyo de los elementos estructurales, por lo cual no requiere uso de encofrado. Este replanteo de hormigón simple se colocará de acuerdo al diseño establecido, para este caso se usará para la construcción de una acera peatonal que servirá como rampa de conexión.

**Unidad:** metro cuadrado ( $m^2$ )

**Equipos:** Hormigón simple de  $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión.

**Mano de obra:** Peón. Maestro de obra

**Material:** Herramientas de uso menor, concreteira, Cemento Portland, agregados finos, agregado grueso, agua.

**Forma de pago:** Se pagará por  $m^2$ , usado y colocado in situ.

#### 3.6.9.2. Hormigón simple $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ , incluye encofrado

**Descripción:** Consiste en la construcción de bordillos para aceras y rampas que permiten todo tipo de accesos, su resistencia cilíndrica a la compresión mínima a la rotura en los 28 días de  $210\text{ kg/cm}^2$ . Este hormigón simple se colocará en cuerpo de encofrado, según dimensiones establecidas en planos.

**Unidad:** metro cúbico ( $m^3$ )

**Equipos:** Hormigón simple de  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$

**Mano de obra:** Peón, Maestro de obra

**Material:** Herramientas de uso menor, concreteira

**Forma de pago:** Se pagará por  $m^3$ , usado y colocado

#### 3.6.9.3. Subrasante clase III $e = 20\text{cm}$

**Descripción:** Su función es rellenar las áreas de bajo cimientos en estructuras como plintos, losas de cimentación, vigas de cimentación y todo tipo de estructuras requeridos en obra, esto con el fin de mejorar las características del suelo existente o mejorar el proyecto



hasta los niveles señalados. El material será el que está determinado por el MOP como SUB-BASE CLASE III

**Unidad:** metro (m3)

**Equipos:** Herramientas de uso menor, compactadora manual

**Mano de obra:** Peón (Estr. Oc. E2), Albañil (Estr. Oc. D2), Maestro Mayor Ejecución de Obra Civil (Estr. Oc.C1).

**Material:** Subbase clase 3, agua.

**Forma de pago:** Se pagará por m3, usado y colocado

#### 3.6.9.4. Base clase III e=20cm

**Descripción:** Se utiliza para dar resistencia estructural al suelo, de forma que soporte las presiones transmitidas por vehículos o personas, debe tener un espesor suficiente para que pueda resistir. Según el MTOP debe cumplir con la siguiente granulometría para ser base de clase 3.

#### Ilustración 34

*Granulometría para base clase 3*

Tabla 404-1.3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4" (19.0 mm.)	100
Nº 4 (4.76 mm.)	45 - 80
Nº 10 (2.00 mm.)	30 - 60
Nº 40 (0.425 mm.)	20 - 35
Nº 200 (0.075 mm.)	3 - 15

*Nota:* Tabla tomada del manual del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Unidad: metro (m3)

Equipos: Herramientas de uso menor, compactadora manual

**Mano de obra:** Peón (Estr. Oc. E2), Albañil (Estr. Oc. D2), Maestro Mayor Ejecución de Obra Civil (Estr. Oc.C1).

**Material:** Base clase 3, agua.

**Forma de pago:** Se pagará por m<sup>3</sup>, usado y colocado

**3.6.9.5. Adoquín de colores f'c=400 kg/cm<sup>2</sup>, e = 8cm**

**Descripción:** Consiste en el suministro y colocación del adoquín con una capa de arena, compactación y confinamiento de adoquines de hormigón, de acuerdo con el diseño indicado en los planos y las indicaciones e instrucciones del Fiscalizador, se colocarán en parques, plazoletas, aceras, calzadas, peatonales, caminerías de parterres, jardines, contornos de piscinas, parqueaderos, patios, etc.; Los adoquines a colores tendrán un espesor mínimo de 8 cm, y su resistencia no será menor de 400 kg/cm<sup>2</sup>.

**Unidad:** metro (m<sup>2</sup>)

**Equipos:** Herramientas de uso menor, compactador manual

**Mano de obra:** Peón

**Material:** Adoquines f'c = 400 kg/cm<sup>2</sup> e=8 cm, arena, disco de corte para adoquín

**Forma de pago:** Se pagará por m<sup>2</sup>, usado y colocado.

## Capítulo 4

## **4.1. Estudio de impacto ambiental**

### **4.1.1. Descripción del proyecto**

El objetivo de este proyecto es realizar el diseño estructural de un puente peatonal que permita la conexión del edificio 14B con el auditorio lateral al patio de comidas, por lo cual, el estudio de impacto ambiental está alineado a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) 4,11 y 15.

El análisis en cuestión está ubicado en FADCOM-ESPOL el cual se considera el uso de elementos estructurales prefabricados donde la implementación de estos elementos busca reducir la huella ambiental cumpliendo con el ODS 11 que trata sobre ciudades y comunidades sostenibles. Por tanto, se implementará una metodología considerando la huella ecológica y el uso adecuado de los recursos naturales, considerando el uso correcto de las normativas y asegurando la sostenibilidad del proyecto. De igual forma, minimizar el impacto ambiental proponiendo materiales sostenibles, es decir, se priorizará la elección de materiales con una huella de carbono baja asegurándose que sea respetuoso con el entorno.

El Bosque Protector Prosperina es una reserva natural, ubicado en el campus Gustavo Galindo el mismo que alberga una gran variedad de flora y fauna. El 80% del campus cuenta con un área cubierta de vegetación forestal, por lo cual la prioridad de este proyecto es la protección de la flora existente en el sitio donde se implantará el puente peatonal. Para este proyecto la flora ubicada en el sitio se usará a beneficio, ya que está resalta la parte estética del proyecto en general, dándole mayor valor a las infraestructuras involucradas.

## **4.2. Línea de base ambiental**

Es indispensable reconocer los posibles impactos que se ocasionarían al momento de ejecutar el proyecto, para ello se realiza una descripción general del sitio.

#### 4.2.1. Medio físico

##### 4.2.1.1. Calidad del aire

Debido a que ESPOL se encuentra en una zona rodeada de árboles, alejado de fábricas que afecten de manera significativa la calidad de aire, se puede decir que el nivel de aire es puro.

##### 4.2.1.2. Tipo de suelo

El suelo en la zona en ESPOL por la zona de FADCOM se considera firme, dato obtenido mediante la formación de un cayo meteorizado por dicha zona y ultimo desde CENEAE. A continuación, se presenta la distribución territorial de cobertura y uso de suelo.

#### Ilustración 35

##### Mapa de cobertura y uso de tierra de Ecuador



Nota: Imagen tomada del Sistema Nacional de Información SIN(2014).

#### **4.2.2. Medio biótico**

ESPOL se encuentra dentro del Bosque Protector Prosperina el cual consta de 711 hectáreas de selva y solo 151 hectáreas son áreas construidas de ESPOL, cuenta con un hábitat bastante amplio como:

##### **4.2.2.1. Flora:**

Guayacanes, Neem, Pigios Bototillos, Pigos, Fernán Sánchez, Algarrobos, Pechiches, Palo santo, Cascolos, Cocolobos, Balsas, Amarillo, Ceibos. (ESPOL, 2019).

##### **4.2.2.2. Fauna:**

Espol alberga una diversidad de avifauna, entre las que se incluyen especies como el Pato Cuervo, el Tinamú Cejipálido, la Garza Nocturna Coroniamarilla, la Tortolita Croante, entre otras. Asimismo, en sus terrenos se encuentran diversos mamíferos, como el Venado de Cola Blanca, el Oso Hormiguero, el Oso Perezoso, el Jaguar, la Ardilla de Guayaquil, entre otros fascinantes ejemplares (ESPOL,2019).

#### **4.2.3. Medio socioeconómico**

Mediante las investigaciones realizadas al departamento de secretaria en FADCOM - ESPOL, se reportó para el PAO 2S – 2023, que el personal que utiliza las instalaciones de FADCOM, se dividen en:

BLOQUE 14 A = 58 personas entre docentes y personal administrativo

BLOQUE 14 B y 14 C = 930 estudiantes

De esta forma, Fadcom cuenta con 988 personas las cuales hacen uso de las instalaciones en general sean estos los bloques administrativos, aulas y comedor.

#### **4.3. Actividades del proyecto**

Para identificar el impacto ambiental de las actividades que se produzcan en el proyecto se debe hacer un análisis previo desde el momento de la visita en campo, prediseño y proceso constructivo. De esta manera se procede a realizar una lista para identificar las actividades que pueden provocar impactos ambientales.

- Trazada y replanteo
- Preparación del terreno
- Manejo de los residuos generados durante la construcción.
- Montaje de elementos prefabricados
- Instalación de cubierta con material ecológico.
- Preservación de la biodiversidad.

Las actividades mencionadas se consideran problemas locales asociadas a la construcción, ya que se involucran directamente al área de estudio, causando contaminación del aire, erosión, deslizamiento de tierra, y problemas sociales generando reubicaciones involuntarias.

#### 4.4. Identificación de impactos ambientales

Luego de plantear las actividades que intervienen se procede a determinar el factor y tipo de impacto que se genera, como se observa en la siguiente tabla 29.

**Tabla 29**  
*Resumen Factor e Impacto Ambiental*

	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO</b>
<b>1</b>	Trazado y replanteo	Alteración al entorno natural	Pérdida de hábitat natural.
<b>2</b>	Preparación del terreno	Emisión de polvos debido al movimiento de tierra	Contaminación del aire
		Generación de ruidos	Molestias a la comunidad politécnica Contaminación auditiva
<b>3</b>	Manejo de los residuos generados durante la construcción	Generación de escombros durante la construcción	Si los residuos no se depositan de manera adecuada puede contaminar el suelo Contaminación del agua
<b>4</b>	Montaje de elementos prefabricados	Utilización de recursos naturales	Agotamiento de las reservas naturales.
		Emisión de gases de efecto invernadero(GEI)	Cambio climático Calentamiento global

5	Instalación de cubierta con material ecológico	Recursos naturales usados de manera sostenible	Reducción de la huella ecológica
6	Implementar acciones destinadas a proteger la flora y fauna al momento de construir	Preservación de la biodiversidad	conservación de variedad de especies, incluyendo plantas, animales y microorganismos.

## 4.5. Valoración de impactos ambientales

### 4.5.1. Valoración de movimiento de tierra

El movimiento de tierras genera el levantamiento de polvos, de esta manera causando un impacto ambiental, el cual puede ser valorado a través de la pulverulencia. En la pulverulencia se valora la tendencia del material a pasar al ambiente. Se tendrá que valorar por el personal que realiza la evaluación, si se generan polvos finos y de baja densidad que permanece en suspensión, al menos durante minutos (por ejemplo, yeso, cemento), material que forma polvo en grano, de sedimentación más rápida o material de tamaño más grueso, que no produce partículas al manipularse.

#### Ilustración 36

*Tipo de Volatidad dependiendo del material*

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	Tipo de volatibilidad
<p><b>El material tiene forma de polvo fino, se forma polvo en el proceso.</b>            El polvo permanece suspendido en el aire durante la manipulación. Cuando se emplean, se producen nubes de polvo que permanecen en suspensión durante varios minutos.  <i>(Ejemplos: cemento, yeso, procesos de demolición en seco, etc.)</i></p>	1
<p><b>El material tiene forma de polvo en grano (1-2 mm), el polvo se deposita rápidamente durante la manipulación. Material no cohesionado.</b>  <i>(Ejemplos: Manipulación de gravilla)</i></p>	2
<p><b>El material está formado por granos de varios mm (de 1 a 2cm), puede ser que se desmenuce (friable), por lo que puede emitir también algo de polvo durante la manipulación.</b>  <i>(Ejemplos: rocas de gran tamaño, bloques de hormigón, ladrillo, baldosas, etc.)</i></p>	3

*Nota:* Imagen tomada de COAA de Cáceres(2020).

Una vez identificado el tipo de pulverulencia se le da una puntuación.



### Ilustración 37

Puntuación del impacto ambiental debido a la pulverulencia

PULVERULENCIA	PUNTUACIÓN
1	100
2	10
3	1

Nota: Imagen tomada de libro de COAA de Cáceres(2020).

ESPOL cuenta con un tipo de suelo rocoso, por lo cual el movimiento de tierras causado en este proyecto se caracteriza por tener rocas de gran tamaño, granos mayores a 2cm, siendo su volatilidad de tipo 3. Según el Ministerio del trabajo y seguridad social, Gobierno de España, este factor de pulverulencia tiene una puntuación de 1, lo cual implica que su impacto ambiental no será alto, y no causaría problemas tanto a los usuarios de las estructuras aledañas, ni al medio ambiente que nos rodea en el campus.

#### 4.5.2. Valoración por contaminación auditiva

El impacto ambiental causado por el ruido se valora en función de decibelios que generan las herramientas que se utilizan en obra. La Guía de medición de ruido en obras de construcción, del ministerio de trabajo y seguridad social del Gobierno de España, indica que 85 dB es la exposición óptima a niveles de ruido que los humanos soportamos, sin tener afectaciones a la salud, ni pérdidas auditivas (Véase Gráfico 1).

#### Gráfica 1

Gráfico de barras del tipo de herramienta vs. Nivel de decibelios



Nota: Imagen tomada de libro de COAA de Cáceres(2020).

A continuación, también se presenta una tabla con los decibelios de los equipos utilizados en obra, en este apartado se mencionan equipos pesados. (véase Tabla 30).

**Tabla 30**

*Equipo vs. Nivel de decibelios*

Nivel de ruido de equipos empleados en obras de construcción

EQUIPO	dB
Martillo neumático	120-110
Perforador neumático	105-115
Sierra de cortar	100-110
Sierra industrial hormigón	99-102
Bulldozer	95-100
Allanadora	95-100
Grúa	93-100
Martillo	87-95
Niveladora	87-95
Retroexcavadora	85-95

*Nota:* Imagen extraída de COAA de Cáceres(2020)

Debido a que estos equipos pasan los 85 dB, se recomienda el uso de equipos de protección personal, en este caso equipos auditivos durante la exposición del trabajador con su área de trabajo.

#### **4.5.3. Valoración por contaminación del agua**

Un factor importante para la economía del país hace referencia al sector de la construcción, sin embargo genera un gran impacto al medio ambiente. Los estudios indican que el sector de la construcción contribuye con el 23% de la contaminación del aire, 50% del cambio climático, 40% de la contaminación del agua dulce y con el 50% de los desperdicios en rellenos sanitarios. Por lo cual, esto recae fuertemente a los cuerpos de agua dulce que tenemos, generando consecuencias perjudiciales a la sociedad.

Para este apartado se valora la contaminación del agua mediante los criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías, estos criterios vienen dados por la TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria ambiental).

**Tabla 31**

*Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente(TULSMA)*

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible Agua fría dulce
Clorofenoles		mg/l	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H <sub>2</sub> S	mg/l	0,0002
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	mg/l	0,02
Aluminio	Al	mg/l	0,1
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro Libre	CN	mg/l	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01
Estaño	Sn	mg/l	
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	
Cobre	Cu	mg/l	0,02
Cromo total	Cr	mg/l	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible Agua fría dulce
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración organoclorados totales	µg/l	10
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración organofosforados totales	µg/l	10
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20
Coliformes Fecales	NMP/100 ml		200

*Nota:* Tablas tomadas del manual del Ministerio de Ambiente(2018)

#### 4.6. Medidas de prevención/mitigación

El objetivo es proponer un conjunto de medidas que permitan prevenir, mitigar y controlar los distintos impactos que fueron identificados para llevar a cabo la construcción de este proyecto.

Estas medidas son consideradas preventivas, correctivas o compensatorias, de tal forma, que nuestro factor ambiental y entorno respeten su nivel de importancia al momento de aplicación de cada actividad.

##### 4.6.1. Mitigación de emisión de polvo:

Para la mitigación de polvo en sitio al momento de realizar excavaciones y movimientos de tierra, se deberá considerar humedecer el suelo de las áreas expuestas a estas actividades, de tal forma que se utilicen máquinas equipadas con roció de agua. Al momento del traslado y

desalojo de materiales se debe considerar el uso de lonas en los transportes que sirvan para traslados.

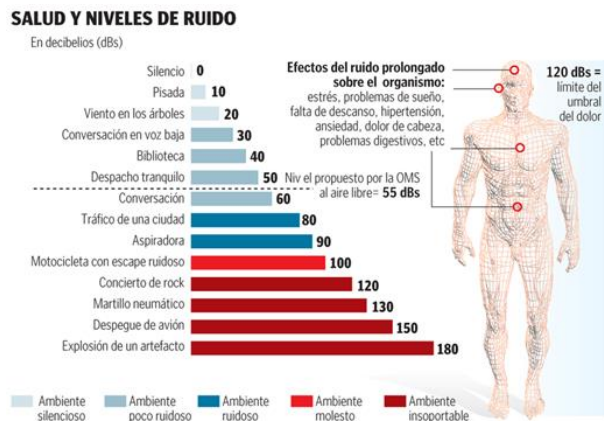
#### 4.6.2. Mitigación de contaminación por ruido

Se considera la utilización de equipos de protección personal como protectores auditivos de tipo orejeras para el personal operativo en general, también se debe realizar la rotación de turnos.

Para el personal educativo y administrativo del área se deberá desalojar las áreas más afectadas por el ruido, considerando los niveles de tolerancia en decibeles propuestos por la OMS.

#### Gráfica 2

Niveles de ruido y su repercusión en la salud



Nota: Imagen tomada de Firagran,s.f.

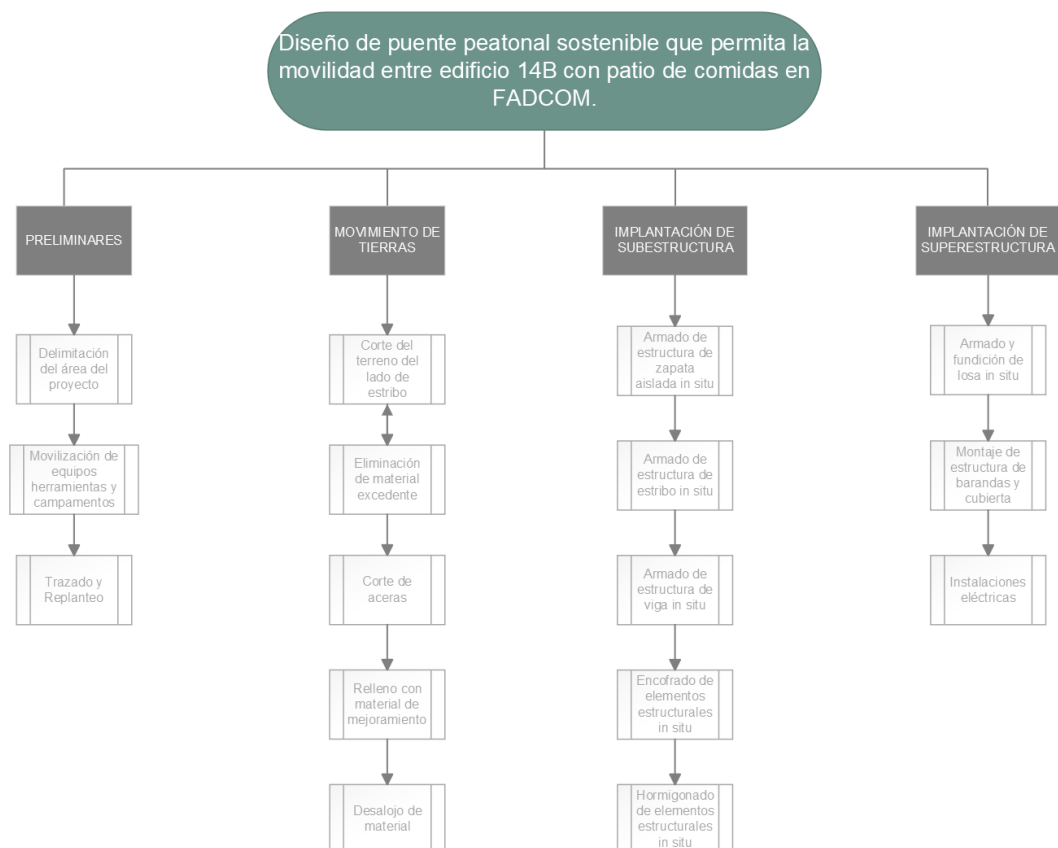
## Capítulo 5

## 5.1. Presupuesto

### 5.1.1. Estructura Desglosada de Trabajo

#### Ilustración 38

Estructura desglosada del trabajo



En la Ilustración 38, se proporciona un desglose minucioso de las actividades planificadas para la ejecución del proyecto, lo que permite una visualización detallada de los diversos rubros. Este desglose servirá como fundamento para la formulación del presupuesto referencial de la obra.

## 5.2. Rubros y análisis de precios unitarios

Los siguientes rubros se describen acorde a cada actividad realizada en el proyecto, correspondiente al diseño del puente peatonal.

### **5.2.1. Descripción de rubros**

#### **1. Obras preliminares**

- Trazado, replanteo y nivelación
- Desbroce y limpieza
- Campamento de ingeniería
- Demolición de acera

#### **2. Movimientos de tierra**

- Excavación manual
- Excavación a máquina
- Relleno y compactación con material compactado

#### **3. Obra Civil**

##### **a. Subestructura**

- Hormigón simple en elementos estructurales  $f'c=280\text{kg/cm}^2$
- Acero estructural  $Fy=4200\text{kg/cm}^2$
- Suministro e Instalación de encofrado metálico

##### **b. Superestructura**

- Desmontaje de barandas del edificio 14B

#### **4. Cubierta**

- Cubierta de policarbonato de 6mm

#### **5. Instalaciones**

- Suministro e instalación de luminaria led fotocélula 75 w (Incluye soportería y accesorios).

#### **6. Seguridad**

- Delimitación del área de construcción con cinta de peligro

#### **7. Complementario**

- Suministro, fabricación y montaje de pasamanos metálicos
- Encofrados y desencofrados
- Desalojo de los materiales de construcción

### 5.2.2. Análisis de precios unitarios

Se realizó el análisis de cada uno de los rubros considerando los costos directos que se generan por la utilización de equipo, mano de obra, materiales y transporte, de igual manera, se añade un porcentaje por costos indirectos (incluyen gastos de administración, generales, etc.).

El detalle de los costos unitarios de cada rubro se encuentra en el ANEXO A.

### 5.3. Descripción de cantidades de obra

En la tabla adjunta se observa la cantidad de cada rubro propuesto con su respectiva unidad.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
Trazado, replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	200
Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	200
Campamento de Ingeniería	m <sup>2</sup>	60
Demolición de acera para construcción de zapata	m <sup>3</sup>	0,6
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
Excavación manual	m <sup>3</sup>	6,8
Excavación a máquina	m <sup>3</sup>	24,78
Relleno y compactación de suelo con material importado	m <sup>3</sup>	22,7
<b>SUBESTRUCTURA</b>		
Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> ( estructura de pila)	kg	200,50
Suministro e instalación de encofrado metálico circular ( estructura de pila)	m <sup>2</sup>	3
Suministro e instalación de hormigón Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup> (estructura de pila)	m <sup>3</sup>	1,18
Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> ( Zapata)	kg	34,28
Suministro e instalación de encofrado metálico ( Zapata)	m <sup>2</sup>	8
Suministro e instalación de hormigón Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup> (Zapata)	m <sup>3</sup>	0,87
Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Cimentación y estructura de estribo)	kg	1540,46
Suministro e instalación de encofrado metálico (Cimentación y estructura de estribo)	m <sup>2</sup>	54,32
Suministro e instalación de hormigón Fc = 280 kg/cm <sup>2</sup> (cimentación y estructura de estribo)	m <sup>3</sup>	24,78
<b>SUPERESTRUCTURA</b>		
Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Viga tipo T)	kg	3813,71
Suministro e instalación de encofrado metálico (Viga tipo T)	m <sup>2</sup>	55
Suministro e instalación de hormigón Fc= 280 kg/cm <sup>2</sup> (Viga tipoT)	m <sup>3</sup>	11,5
Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Losa e= 25cm)	kg	1666,52
Suministro e instalación de encofrado metálico (Losa e= 25cm)	m <sup>2</sup>	60
Suministro e instalación de hormigón Fc= 280 kg/cm <sup>2</sup> (Losa e= 25cm)	m <sup>3</sup>	12,5
Suministro e instalación de bordillos de hormigón armado	m <sup>2</sup>	1,6
Desmontaje de barandas del edificio 14B	m <sup>2</sup>	2,75
Suministro e instalación de barandas de seguridad. Tubo hg 2" (Incluye estructura, elementos de sujeción y pintura)	m <sup>2</sup>	38

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
<b>CUBIERTA</b>		
Suministro e instalación de estructura de aluminio para cubierta	m <sup>2</sup>	120
recubrimiento de policarbonato exterior	m <sup>2</sup>	54
<b>INSTALACIONES</b>		
hidroclava 75 w (incluye soportera y accesorios)	ml	20
<b>MANTENIMIENTO DE OBRA</b>		
Limpieza general de obra	m <sup>2</sup>	300
Desdote de materiales y residuos de obra	m <sup>2</sup>	150
<b>OBRAS EXTERIORES</b>		
Planta y jardinería en los exteriores del puente incluye tierra de abono	u	200
<b>PINTURA</b>		
Pintura de tráfico, para señalización de camino del puente	m <sup>2</sup>	50
<b>SEGURIDAD</b>		
Delimitación del área de construcción con cinta de peligro	ml	200
Señalética provisional vertical y horizontal	u	50
Mallas plásticas de seguridad	ml	200
<b>OTROS (RAMPA DE ACCESO, TIPO ACERA PEATONAL)</b>		
Excavación a máquina	m <sup>3</sup>	18,75
Replanteo e= 7cm, HS Fc = 280 kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	0,42
Hormigón simple Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup> , Incluye encofrado	m <sup>2</sup>	2,58
Subrasante clase III e= 20cm	m <sup>2</sup>	6,30
Base clase III e=20 cm	m <sup>2</sup>	6,30
Adoquín HS, e=5cm	m <sup>2</sup>	31,50



#### **5.4. Valoración integral del costo del proyecto**

Este proyecto tiene un área aproximada de construcción de 200 m<sup>2</sup>, entre los cuales existen distintos rubros. Por lo cual realizando los APUs y el presupuesto llegamos a un costo total del proyecto de **\$ 49.292,15**.

#### **5.5. Cronograma de obra**

El cronograma de la obra se encuentra a continuación

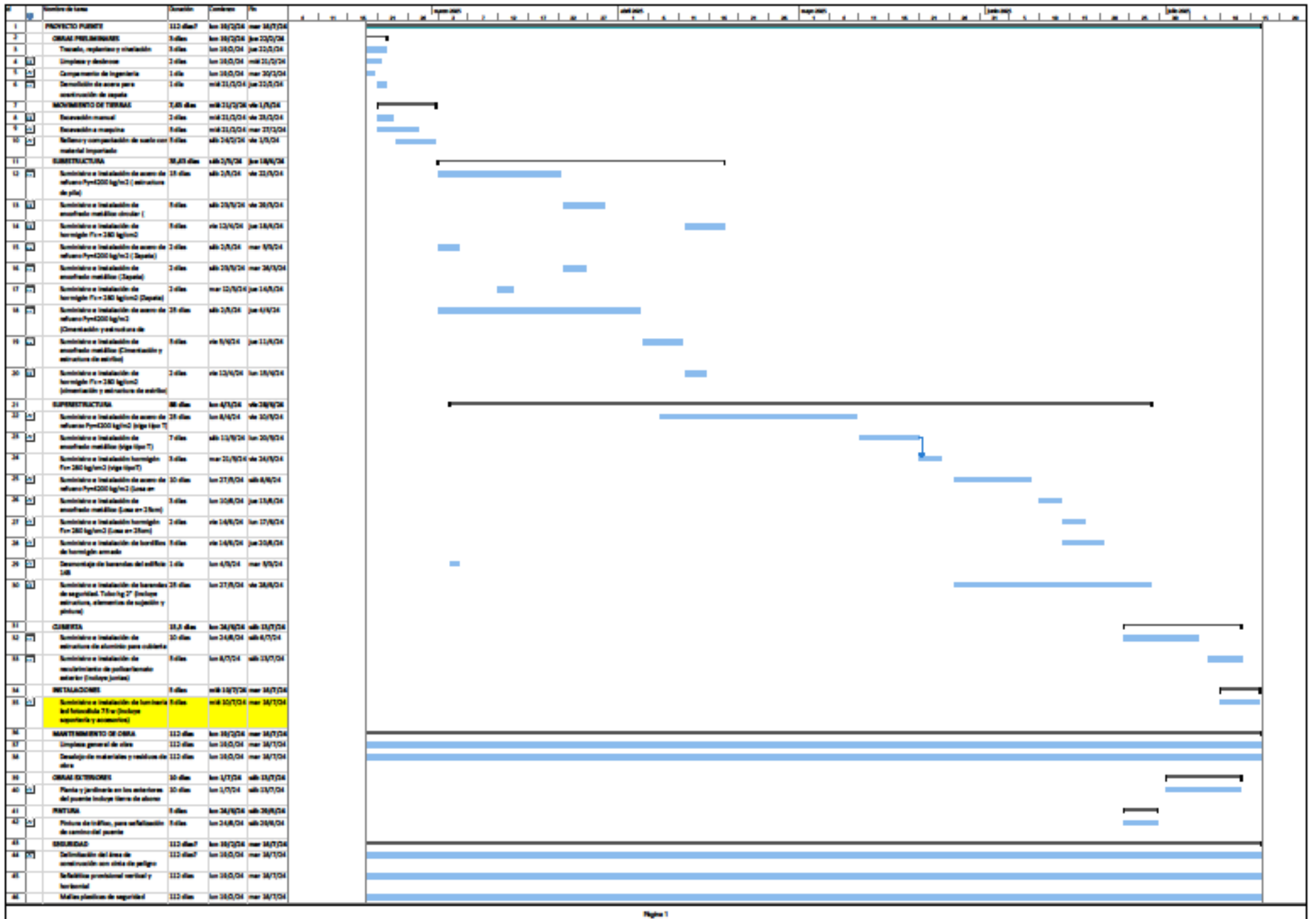


Figura 1

## Capítulo 6

## 6.1. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1.1. Conclusiones

- Se seleccionó la orientación más apropiada para la implantación del puente, ya que se consideró el sitio donde la luz del tablero del puente fuera la menor posible, de esta manera se obtuvo un puente peatonal con una luz de 20 metros.
- De las alternativas para tipos de puentes se escogió un puente tipo pasarela, ya que, debido a la luz requerida, cumplía con los requisitos establecidos por la AASHTO, considerando la decisión con respecto a los requerimientos del cliente para el diseño de este paso peatonal, entre ellos destacaron el costo, estética y que cumpla con temas ambientales, como son la protección de la flora y fauna del sitio. Por lo cual, se determinó que el puente tipo pasarela realizado en hormigón era la mejor opción.
- La subestructura del puente peatonal se realizará en hormigón, con una pila y un estribo en cada extremo, de esta manera obteniendo un puente con un diseño de una viga simplemente apoyada. Para los diseños de estos elementos se utilizaron las normativas vigentes de ACI 318-19, la cual se basa en el diseño de estructuras en concreto y cumplimiento de las especificaciones para cada uno. También se utilizó la normativa AASHTO LRFD 2014, para el diseño y especificaciones de elementos para un puente peatonal.
- Los elementos estructurales del puente fueron analizados y modelados en el software Sap2000 considerando todas las posibles combinaciones de cargas, determinando así una deflexión de la viga de 6.21mm, lo cual está dentro del rango máximo permitido por el ACI 318-19, el cual establece un límite de 4.06cm.

- La pila (parte de la subestructura del puente), cumple con el criterio columna fuerte-viga débil, garantizando de esta manera la estabilidad de la estructura, para de ser el caso, resistir cargas laterales (como las de viento) significativas.
- Respecto a las cargas de viento, con base a la relación largo/ancho del tablero, se obtuvo un valor menor (10) a lo que indica la norma ASHTOO LRFD(30), por tanto, se concluye que la estructura es estable aerodinámicamente y no se requiere realizar consideraciones aeroelásticas. En consecuencia, se infiere que un análisis por cargas de viento resulta no significativo, ya que la estabilidad estructural frente a las fuerzas aerodinámicas está garantizada.
- El puente peatonal está valorizado en \$49.292,15, y se podrá realizar aproximadamente en 170 días, lo cual no solo evidencia un precio asequible, sino una eficiencia debido al uso de materiales prefabricados.

### **6.1.2. Recomendaciones**

- Se recomienda que al momento de diseñar puentes peatonales se debe tener en cuenta detalles como ubicación, uso específico, dimensiones, etc., con el fin de diseñar con un material que sea favorable tanto en costo, como los requerimientos que el cliente necesite.
- En caso de diseñar puentes peatonales de hormigón armado, se recomienda usar vigas que cumplan con todo el refuerzo garantizando peraltes mínimos, y evitar posibles fallas por viento.
- Para el presente proyecto se recomienda un reestudio de suelo para confirmar las dimensiones y restricciones de los elementos para la subestructura.
- Realizar una revisión con las especificaciones recomendadas por la AASHTO LRFD 2014, para validar cualquier cambio en el diseño.
- Se recomienda realizar un levantamiento topográfico para contrastar y verificar los niveles del terreno.

## Bibliografía

- AAmaral, G. (2013), Title. In *Journal of Petrology* (Vol. 369, Issue 1, pp. 1689–1699).
- Acón, C. G., Serra, A. E., Dorado, M. B., Calduch, J. N., & Vidal, R. V. (2017). Puente peatonal sobre el río Sinú. *VII Congreso Internacional de Estructuras: [Resúmenes Publicados En La Revista Hormigón y Acero (ISSN 0439-5689), v. 68, Especial Congreso, junio 2017]*, 52–53.
- Arthur H Nilson. (1962). *Diseño de estructuras de concreto preforzado* (Primera).
- Cabezas B. Y Mora C. (2018). *Barreras urbanísticas y movilidad peatonal incluyente en los barrios San Miguel, Centro, Sucre y Granada del Municipio de Girardot Cundinamarca*.
- César Aranís García -Rossell. (2006). *Análisis y diseño de puentes de concreto armado, método AASHTO - LRFD Tomo I: Vol. Primera edición*.
- Cuesta Muñoz, D. (2018). *Diseño preliminar y cálculo de pasarela peatonal atirantada realizada en materiales compuestos*.
- David Boixader Cambroner. (2019, October 2). *Una forma rápida y sencilla de estimar las pérdidas del pretensado*. <https://estructurando.net/2019/10/02/una-forma-rapida-y-sencilla-de-estimar-las-perdidas-del-pretensado/>
- Facultad de Arte, D. y C. A. (n.d.). *Infraestructura FADCOM*.
- Flores Otarola, L. B. A., & Julca Mautino, I. J. (2020). *Materiales estructurales ecosostenibles y el impacto ambiental en las edificaciones de Picup-Huaraz, 2019-Terminal terrestre interprovincial en Huaraz-Ancash, 2019*.
- Furgang, K. (2011). *Construcción de puentes*. Benchmark Education Company.
- Guerras, J. J. S. (1990). El desarrollo de las cubiertas colgantes pesadas. *Informes de La Construcción*, 41(405), 5–18.
- Hormigón.eu. (n.d.). *Hormigón Postensado*. <https://hormigon.eu/hormigon-postensado/>
- JH-Soluciones Integrales S.A.S. (2015). *Partes de un puente*. <https://www.sioingenieria.com/portal/novedades/partes-de-un- puente#:~:text=Estribos%2Cson los apoyos extremos,de los accesos al puente.>
- Lamus Báez, F. A., Urazán Bonells, C. F., & Andrade Pardo, S. (2014). La Guadua angustifolia como alternativa para la construcción de puentes peatonales. *Épsilon*, 1(23), 43–62.
- McCormac J. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero: Vol. 5a. Edición* (Alfaomega Grupo Editor, Ed.; p. 22). Pearson Education.
- MIC S.A.S. (2023). *Puentes peatonales de acero con estructura metálica: Información general, tipos y variaciones de diseño*. Montajes, Ingeniería & Construcción S.A.S. <https://www.estructurasmetalicascolombia.com/que-hacemos/puentes-vehiculares-puentes-peatonales-y-pasarelas-metalicas/puentes-peatonales>
- Pedro Rojas Cruz. (2022). *Diseño de puentes*.
- Puertas, F., del Mar Alonso López, M., & Palacios, M. (2020). *Construcción sostenible. El papel de los materiales*.
- Quispe Rivera, S. I. (2023). *Propuesta de diseño de puente peatonal en arco a base de módulos de mampostería y ferrocemento en la zona del río Rímac en la ciudad de Lima-Perú*.
- Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y Sociedad*, 13, 30–33.
- Romero, J. M. V. (2016). Inclusión de personas con discapacidad. *Pensamiento y Acción*, 21, 7–23.
- Urazán Bonells, C. F., & Lamus Báez, F. A. (2009). *Manual de construcción de un puente peatonal en guadua*. Universidad de la Salle.

U.S. Bridge. (2017). *Puentes Peatonales*. <https://usbridge.com/es/puentes-peatonales/>  
Yepez, Victor y López, A. (n.d.). *Hacia la sostenibilidad en la obra civil*.



**Anexo A**

Presupuesto y APU

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>OBRA PRELIMINARES</b>					
	Trazado, replanteo y nivelación	m <sup>2</sup>	200	\$ 1,77	\$ 354,00
	Limpieza y desbroce	m <sup>2</sup>	200	\$ 1,29	\$ 258,00
	Carpentismo de ingeniería	m <sup>2</sup>	60	\$ 58,93	\$ 3.535,80
	Demolición de acera para construcción de zapata	m <sup>3</sup>	0,6	\$ 73,80	\$ 44,28
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
	Excavación manual	m <sup>3</sup>	6,8	\$ 10,22	\$ 69,50
	Excavación a máquina	m <sup>3</sup>	24,78	\$ 12,53	\$ 310,49
	Relleno y compactación de suelo con material importado	m <sup>3</sup>	22,7	\$ 16,54	\$ 375,46
<b>SUBESTRUCTURA</b>					
	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (estructura de pila)	kg	200,59	\$ 1,39	\$ 278,82
	Suministro e instalación de encofrado metálico circular (estructura de pila)	m <sup>2</sup>	3	\$ 20,30	\$ 60,90
	Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> (estructura de pila)	m <sup>3</sup>	1,18	\$ 153,03	\$ 180,58
	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Zapata)	kg	34,28	\$ 1,39	\$ 47,65
	Suministro e instalación de encofrado metálico (Zapata)	m <sup>2</sup>	8	\$ 59,83	\$ 478,64
	Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> (Zapata)	m <sup>3</sup>	0,87	\$ 153,03	\$ 133,14
	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Cimentación y estructura de estribo)	kg	1540,46	\$ 1,39	\$ 2.141,24
	Suministro e instalación de encofrado metálico (Cimentación y estructura de estribo)	m <sup>2</sup>	54,32	\$ 88,09	\$ 4.785,05
	Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> (cimentación y estructura de estribo)	m <sup>3</sup>	24,78	\$ 153,03	\$ 3.792,08
<b>SUPERESTRUCTURA</b>					
	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (viga tipo T)	kg	3813,71	\$ 1,39	\$ 5.301,06
	Suministro e instalación de encofrado metálico (viga tipo T)	m <sup>2</sup>	53	\$ 42,05	\$ 2.312,75
	Suministro e instalación hormigón f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> (viga tipoT)	m <sup>3</sup>	11,5	\$ 153,03	\$ 1.759,85
	Suministro e instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m <sup>2</sup> (Losa e= 25cm)	kg	1666,52	\$ 1,39	\$ 2.316,46
	Suministro e instalación de encofrado metálico (Losa e= 25cm)	m <sup>2</sup>	60	\$ 14,50	\$ 870,00
	Suministro e instalación hormigón f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup> (Losa e= 25cm)	m <sup>3</sup>	12,5	\$ 153,03	\$ 1.912,88
	Suministro e instalación de bordillos de hormigón armado	m <sup>3</sup>	1,6	\$ 153,03	\$ 244,85
	Desmontaje de barandas del edificio 14B	m <sup>2</sup>	2,75	\$ 0,89	\$ 2,45
	Suministro e instalación de barandas de seguridad. Tubo hg 2" (Incluye estructura, elementos de sujeción y pintura)	m <sup>2</sup>	36	\$ 42,65	\$ 1.535,40
<b>CUBIERTA</b>					
	Suministro e instalación de estructura de aluminio para cubierta	m <sup>2</sup>	120	\$ 21,00	\$ 2.520,00
	Suministro e instalación de recubrimiento de policarbonato exterior (Incluye juntas)	m <sup>2</sup>	54	\$ 76,67	\$ 4.140,18
<b>INSTALACIONES</b>					
	Suministro e instalación de luminaria led fotocélula 75 w (Incluye soportería y accesorios)	ml	20	\$ 132,65	\$ 2.653,00
<b>MANTENIMIENTO DE OBRA</b>					
	Limpieza general de obra	m <sup>2</sup>	300	\$ 3,00	\$ 900,00
	Desalojo de materiales y residuos de obra	m <sup>3</sup>	150	\$ 9,33	\$ 1.399,50
<b>OBRAS EXTERIORES</b>					
	Plantas y jardinería en los exteriores del puente incluye tierra de abono	u	200	\$ 8,77	\$ 1.754,00
<b>PINTURA</b>					
	Pintura de tráfico, para señalización de camino del puente	m <sup>2</sup>	50	\$ 3,47	\$ 173,50
<b>SEGURIDAD</b>					
	Delimitación del área de construcción con cinta de peligro	ml	200	\$ 1,56	\$ 312,00
	Señalética provisional vertical y horizontal	u	50	\$ 15,47	\$ 773,50
	Mallas plásticas de seguridad	ml	200	\$ 3,93	\$ 786,00
<b>OTROS (RAMPA DE ACCESO, TIPO ACERA PEATONAL)</b>					
	Excavación a máquina	m <sup>3</sup>	18,75	12,53	234,94
	Replanteo e= 7cm, H5 f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0,42	12,54	5,27
	Hormigón simple f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , incluye encofrado	m <sup>3</sup>	2,58	12,55	32,38
	Subrasante clase III e= 20cm	m <sup>3</sup>	6,30	12,56	79,13
	Base clase III e=20 cm	m <sup>3</sup>	6,30	12,57	79,19
	Adoquín H5, e=3cm	m <sup>2</sup>	31,50	12,58	396,27
<b>SUBTOTAL</b>					48292,1573

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Campamento de ingeniería</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>M2</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,71
			PARCIAL M	0,71
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	4,05	8,10	8,10
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,00	4,10	4,10	4,10
Maestro de Obra	0,50	4,33	2,17	2,17
			PARCIAL N	14,37
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tabla dura de encofrado de 0.20m	u	5	4,72	23,60
Cuarton de 4*2	u	2	1,500	3,00
Estipanel/paredes galvume AR=5 e=0.40mm	m2	1,100	10,98	12,08
Clavos	kg	0,4	1,03	0,41
Tiras 2.5*2.5*2.5	u	2	0,38	0,76
Vigas de madera tratada	m2	0,5	3,00	1,50
Alfajia 6*6*250cm	u	1,00	2,50	2,50
			PARCIAL O	43,85
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>58,93</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>20%</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>58,93</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>58,93</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Letrero de obra</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>M2</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,71
			PARCIAL M	0,71
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,00	4,05	8,10	8,10
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,00	4,10	4,10	4,10
Maestro de Obra	0,50	4,33	2,17	2,17
			PARCIAL N	14,37
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tabla dura de encofrado de 0.20m	u	5	4,72	23,60
Cuarton de 4*2	u	2	1,500	3,00
Estipanel/paredes galvume AR=5 e=0.40mm	m2	1,100	10,98	12,08
Clavos	kg	0,4	1,03	0,41
Tiras 2.5*2.5*2.5	u	2	0,38	0,76
Vigas de madera tratada	m2	0,5	3,00	1,50
Alfajia 6*6*250cm	u	1,00	2,50	2,50
			PARCIAL O	43,85
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>58,93</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>20%</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>58,93</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>58,93</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Trazado, replanteo y nivelación</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>M2</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,04
Teodolito	0,02	6,88	0,14	0,14
			PARCIAL M	0,17
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,10	4,05	0,41	0,41
Carpintero (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,21
Maestro de Obra	0,03	4,33	0,13	0,10
			PARCIAL N	0,72
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cementina 25kg	saco	0,05	6,50	0,33
Cuartón 25kg	u	0,1	1,500	0,15
Clavos chicos 2,2 1/2', 3', 3 1/2' (30kg)	caja	0,010	63,83	0,32
tiras maderas	u	0,2	0,40	0,08
			PARCIAL O	0,88
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>1,77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			20%	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>1,77</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>1,77</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Limpieza y desbroce				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,05
Retroexcavadora 75HP	0,01	35,00	0,35	0,35
			PARCIAL M	0,40
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,22	4,05	0,89	0,89
			PARCIAL N	0,89
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	0
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,29
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,29
VALOR PROPUESTO				1,29

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Demolición de acera para construcción de zapata</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>m3</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				1,98
Martillo con equipo neumático	1,60	20,00	32,00	32,00
			PARCIAL M	33,98
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	6,40	4,05	25,92	25,92
Albañil (Estr. Oc. D2)	1,60	4,10	6,56	6,56
Operador de equipo liviano	1,60	4,10	6,56	6,56
Maestro de Obra	0,16	4,33	0,69	0,69
			PARCIAL N	39,73
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Agua	m3	0,1	0,85	0,09
			PARCIAL O	0,085
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>73,80</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>20%</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>73,80</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>73,80</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Excavación a mano</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,80
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,41
			PARCIAL M	0,41
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	2,50	4,05	10,13	8,10
			PARCIAL N	8,10
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	0
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				8,51
COSTOS INDIRECTOS 20%				1,71
COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,22
VALOR PROPUESTO				<b>10,22</b>



<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Excavación a maquina</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	M3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,25
Compresor	0,40	0,75	0,30	0,30
Retroexcavadora 75HP	0,20	35,00	7,00	7,00
			PARCIAL M	7,55
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Operador de equipo liviano	0,40	4,10	1,64	1,64
Peón (Estr. Oc. E2)	0,60	4,05	2,43	2,43
Operador de equipo pesado	0,20	4,55	0,91	0,91
			PARCIAL N	4,98
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	0
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				12,53
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,53
VALOR PROPUESTO				12,53

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Relleno y compactación con suelo importado				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,16
Plancha vibroapisonadora	0,60	6,26	3,76	3,76
			PARCIAL M	3,92
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,60	4,05	2,43	2,43
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,20	4,10	0,82	0,82
			PARCIAL N	3,25
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cascajo grueso	m3	1,25	7,500	9,375
			PARCIAL O	9,375
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				16,54
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				16,54
VALOR PROPUESTO				16,54

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e Instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m2 ( estructura de pila)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	kg
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,53
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,05	4,05	0,20	0,11
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,11
			PARCIAL N	0,22
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Alambre de amarre #18	kg	0,05	1,53	0,08
Acero de refuerzo fy=4200	kg	1,05	0,81	0,85
			PARCIAL O	0,93
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,15
COSTOS INDIRECTOS			20%	0,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,39
VALOR PROPUESTO				1,39

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e Instalación de encofrado metálico circular ( estructura de pila)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,40
			PARCIAL M	0,40
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,57	4,05	2,31	2,31
Carpintero (Estr. Oc. D2)	1,14	4,05	4,62	4,62
			PARCIAL N	6,93
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Aceite quemado	gl	0,05	0,44	0,02
Clavos 2'	kg	0,4	2,13	0,85
Alfajia 6*6*2580cm	u	1	2,500	2,50
Media duela de eucalipto	u	6,000	1,60	9,60
			PARCIAL O	12,97
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				20,30
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				20,30
VALOR PROPUESTO				20,30

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm2 (estructura de pila)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	horas/m3
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				153,03

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e Instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m2 ( Zapata)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	kg
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,53
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,05	4,05	0,20	0,11
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,11
			PARCIAL N	0,22
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Alambre de amarre #18	kg	0,05	1,53	0,08
Acero de refuerzo fy=4200	kg	1,05	0,81	0,85
			PARCIAL O	0,93
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,15
COSTOS INDIRECTOS 20%				0,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,39
VALOR PROPUESTO				<b>1,39</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación de encofrado ( Zapata)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	m2
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,60
			PARCIAL M	0,60
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,57	4,05	2,31	2,31
Carpintero (Estr. Oc. D2)	1,75	4,05	7,09	7,09
Maestro de Obra	0,07	4,05	0,28	0,28
			PARCIAL N	9,68
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tabla dura encofrado de 0.30m	u	7,89	5,50	43,40
Clavos 2'	kg	0,15	1,03	0,15
			PARCIAL O	43,55
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>53,83</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>53,83</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>53,83</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm2 (zapata)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concreteira 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				153,03



<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e instalación de acero de refuerzo $F_y=4200$ kg/m <sup>2</sup> (Cimentación y estructura de estribo)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	kg
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,53
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,05	4,05	0,20	0,11
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,11
			PARCIAL N	0,22
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Alambre de amarre #18	kg	0,05	1,53	0,08
Acero de refuerzo $f_y=4200$	kg	1,05	0,81	0,85
			PARCIAL O	0,93
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,15
COSTOS INDIRECTOS			20%	0,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,39
VALOR PROPUESTO				1,39

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación de encofrado (Cimentación y estructura de estribo)</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	4,49
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				1,08
			PARCIAL M	1,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,57	4,05	2,31	10,37
Carpintero (Estr. Oc. D2)	1,75	4,05	7,09	31,82
Maestro de Obra	0,07	4,05	0,28	1,27
			PARCIAL N	43,46
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tabla dura encofrado de 0.30m	u	7,89	5,50	43,40
Clavos 2'	kg	0,15	1,03	0,15
			PARCIAL O	43,55
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				88,09
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				88,09
VALOR PROPUESTO				88,09

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e instalación de hormigón f'c = 280 kg/cm2 (cimentación y estructura de estribo)				
FECHA: Enero 2024	UNIDAD:	horas/m3		
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.	RENDIMIENTO:	1,00		
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				<b>153,03</b>

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Replanto de hormigón simple f'c=140kg/cm2 para zapata				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,22
Concretera 1 saco	0,21	4,48	0,94	0,94
			PARCIAL M	1,16
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,60	4,05	2,43	2,43
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,10	4,05	0,41	0,41
Maestro de Obra	0,02	4,05	0,08	0,08
Operador de equipo liviano	0,30	4,05	1,22	1,22
			PARCIAL N	4,14
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	0,92	7,68	7,07
Arena	m3	0,06	13,50	0,81
Ripio	m3	0,09	18,000	1,62
Agua	m3	0,020	0,85	0,02
			PARCIAL O	9,52
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				14,82
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				14,82
VALOR PROPUESTO				14,82

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e Instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m2 (viga tipo T)				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	kg
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,53
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,05	4,05	0,20	0,11
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,11
			PARCIAL N	0,22
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Alambre de amarre #18	kg	0,05	1,53	0,08
Acero de refuerzo fy=4200	kg	1,05	0,81	0,85
			PARCIAL O	0,93
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,15
COSTOS INDIRECTOS 20%				0,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,39
VALOR PROPUESTO				1,39

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación hormigón f'c= 280 kg/cm2 (viga tipoT)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>horas/m3</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				<b>153,03</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Desmontaje de barandas				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,04
			PARCIAL M	0,04
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,20	4,05	0,81	0,81
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,01	4,10	0,04	0,04
			PARCIAL N	0,85
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	0
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				0,89
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				0,89
VALOR PROPUESTO				<b>0,89</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación de encofrado metálico (viga tipo T)</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				1,09
			PARCIAL M	1,09
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	1,33	4,05	5,39	5,39
Carpintero (Estr. Oc. D2)	3,73	4,10	15,29	15,29
Maestro de Obra	0,15	4,10	0,62	0,62
			PARCIAL N	21,30
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Tabla dura	u	2,93	5,50	16,115
tubo conduit	3m	0,11	2,33	0,2563
clavos	kg	0,35	1,03	0,3605
aceite quemado	gl	0,08	0,44	0,0352
tablero contrachapado	u	0,120	24,00	2,88
pernos con tuerca	u	0,020	0,50	0,01
			PARCIAL O	19,657
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				42,05
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				42,05
VALOR PROPUESTO				42,05



<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/m2 (Losa e= 25cm)</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	kg
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	0,53
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,05	4,05	0,20	0,11
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,05	4,10	0,21	0,11
			PARCIAL N	0,22
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Alambre de amarre #18	kg	0,05	1,53	0,08
Acero de refuerzo fy=4200	kg	1,05	0,81	0,85
			PARCIAL O	0,93
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				1,15
COSTOS INDIRECTOS			20%	0,24
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1,39
VALOR PROPUESTO				1,39

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Suministro e Instalación de encofrado metálico (Losa e= 25cm)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>m2</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,03
			PARCIAL M	0,03
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,06	4,05	0,24	0,24
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,06	4,10	0,25	0,25
Maestro de Obra	0,01	4,10	0,04	0,04
			PARCIAL N	0,53
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Puntual	u/dia	3,75	0,13	0,4875
Molde sumons	u/dia	16,65	0,56	9,324
Viga	u/dia	3,75	1,10	4,125
			PARCIAL O	13,9365
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				14,50
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				14,50
VALOR PROPUESTO				14,50

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e Instalación hormigón f'c= 280 kg/cm2 (Losa e= 25cm)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>horas/m3</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				153,03

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Suministro e instalación de bordillos de hormigón armado				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,54
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	4,06
			PARCIAL M	11,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	10,00	4,05	40,50	40,50
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
Maestro de Obra	0,50	4,10	2,05	2,05
			PARCIAL N	50,75
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	8,25	7,68	63,36
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,000	17,10
Agua	m3	0,180	0,85	0,15
Plastiment BV-40 10 kg- Sika Disensa	u	0,08	22,60	1,81
			PARCIAL O	91,2
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				153,03
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				153,03
VALOR PROPUESTO				153,03

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>UBRO : Suministro e instalación de barandas de seguridad. Tubo hg 2" (Incluye estructura, elementos de sujeción y pintur</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	horas/m
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,56
			PARCIAL M	0,56
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	1,60	4,05	6,48	6,48
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,80	4,10	3,28	3,28
Maestro de Obra	0,16	4,10	0,66	0,66
			PARCIAL N	10,42
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	0	7,68	0,00
Thinner comercial	4000cc	0,04	13,95	0,56
Electrodo Aga 6011	kg	0,15	4,400	0,66
Agua	m3	0,010	0,85	0,01
Pintura anticorrosiva	gl	0,05	17,15	0,86
Tubo hg 2"	m	2,5	11,83	29,58
			PARCIAL O	31,67
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				42,65
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				42,65
VALOR PROPUESTO				42,65

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Suministro e instalación de estructura de aluminio para cubierta</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
			PARCIAL N	0,00
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Estructura de aluminio para cubierta, incl. Instalació	m2	1	21,00	21
			PARCIAL O	21
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				21,00
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				21,00
VALOR PROPUESTO				<b>21,00</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO :Suministro e instalación de estructura de aluminio para cubierta				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,00
			PARCIAL M	0,00
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD A	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
		B	C=A*B	D=C*R
			PARCIAL N	0,00
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Estructura de aluminio para cubierta, incl. Instalació	m2	1	21,00	21
			PARCIAL O	21
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				21,00
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				21,00
VALOR PROPUESTO				21,00

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Suministro e instalación de recubrimiento de policarbonato exterior (Incluye juntas)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>m2</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,09
			PARCIAL M	0,09
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,30	4,05	1,22	1,22
Maestro de Obra	0,30	4,10	1,23	1,23
			PARCIAL N	2,45
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Claraboyas de 3mm	m2	1	70,00	70
tirafondos	u	4	0,17	0,68
tiras de eucalipto	u	1,00	0,85	0,85
junta fibrolit	u	4,000	0,65	2,6
			PARCIAL O	74,13
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>76,67</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>76,67</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>76,67</b>



<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Suministro e instalación de luminaria led fotocélula 75 w (Incluye soportería y accesorios)</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>horas/u</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,60</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,39
			PARCIAL M	0,39
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,60	4,05	2,43	3,89
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,60	4,10	2,46	3,94
			PARCIAL N	7,83
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Varios	glb	1	1,00	1
Cable tw solido	m	2	0,49	0,98
caja ortogonal grande	u	1,00	0,30	0,3
Luminaria led Euro gris 75w	u	1,000	122,15	122,15
			PARCIAL O	124,43
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>132,65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>132,65</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>132,65</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO :Limpieza general de obra				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,17
			PARCIAL M	0,17
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	0,64	4,05	2,59	2,59
Albañil (Estr. Oc. D2)	0,03	4,05	0,12	0,12
Maestro de Obra	0,03	4,05	0,12	0,12
			PARCIAL N	2,83
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	-
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				3,00
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,00
VALOR PROPUESTO				3,00

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO :Desalojo de materiales y residuos de obra				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,25
Volqueta 8m3	0,14	30,00	4,20	4,20
			PARCIAL M	4,45
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peon (E2)	1,00	4,05	4,05	4,05
Chofer profesional tipo E	0,14	5,95	0,83	0,83
			PARCIAL N	4,88
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
			PARCIAL O	-
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				9,33
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				9,33
VALOR PROPUESTO				9,33

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Planta y jardineria en los exteriores del puente incluye tierra de abono</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>u</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,08
			PARCIAL M	0,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,24	4,05	0,97	0,97
Maestro de Obra	0,12	4,33	0,52	0,52
			PARCIAL N	1,49
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Abono orgánico	kg	2	1,1	2,2
Planta mata	u	1,000	5,00	5
			PARCIAL O	7,20
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>8,77</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>8,77</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>8,77</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO :Pintura de tráfico, para señalización de camino del puente				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	horas/m2
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,12
			PARCIAL M	0,12
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,30	4,05	1,22	1,22
Pintor (Estr. Oc. D2)	0,30	4,10	1,23	1,23
			PARCIAL N	2,45
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Pintura para trafico	gal	0,06	15	0,9
			PARCIAL O	0,90
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				3,47
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,47
VALOR PROPUESTO				3,47

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Delimitación del área de construcción con cinta de peligro</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	ml
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,07
			PARCIAL M	0,07
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,35	4,05	1,42	1,42
			PARCIAL N	1,42
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cinta de señalización de material plastico, de 8cm de anchura y 5mm de espesor	m	0,39	0,17	0,0663
			PARCIAL O	0,07
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				1,56
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				1,56
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>1,56</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Señalética provisional vertical y horizontal				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	u
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,05
			PARCIAL M	0,05
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,32	4,05	1,30	1,30
			PARCIAL N	1,30
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Señal provisional	u	0,2	56,74	11,348
caballete portatil	u	0,200	13,87	2,774
			PARCIAL O	14,12
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				15,47
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15,47
VALOR PROPUESTO				15,47

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO :Mallas plásticas de seguridad</b>				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	u
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,08
			PARCIAL M	0,08
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,47	4,05	1,91	1,91
			PARCIAL N	1,91
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Malla de señalización	m	1	0,7	0,7
Puntal metálico	u	0,059	19,25	1,13575
Brida de Nylon	u	2,670	0,04	0,1068
			PARCIAL O	1,94
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				3,93
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3,93
VALOR PROPUESTO				<b>3,93</b>



<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Replanto de hormigón simple f'c=280kg/cm2				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,23
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
			PARCIAL M	6,71
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	9,00	4,05	36,45	36,45
Albañil (Estr. Oc. D2)	2,00	4,10	8,20	8,20
			PARCIAL N	44,65
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	6,18	7,68	47,46
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Ripio	m3	0,95	18,00	17,10
Agua	m3	0,24	0,85	0,20
			PARCIAL O	73,54
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				124,90
COSTOS INDIRECTOS			20%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				124,90
VALOR PROPUESTO				<b>124,90</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Hormigón simple f'c=210 kg/cm2, incl. Encofrado</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>m3</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				2,87
Concretera 1 saco	1,00	4,48	4,48	4,48
			PARCIAL M	7,35
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	6,00	4,05	24,30	24,30
Albañil (Estr. Oc. D2)	3,00	4,10	12,30	12,30
Maestro de Obra	2,00	4,33	8,66	8,66
Operador de equipo liviano	1,00	4,10	4,10	4,10
Carpintero (Estr. Oc. D2)	2	4,10	8,20	8,20
			PARCIAL N	57,56
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	7,2	7,68	55,30
Arena	m3	0,65	13,50	8,78
Tabla dura de encofrado de 0.20m	u	3	4,72	14,16
Alambre galvanizado No.18	kg	1,50	2,54	3,81
Ripio	m3	0,95	18,00	17,10
Agua	m3	0,230	0,85	0,20
Cuartones de encofrado	u	2,000	4,00	8,00
Tiras de encofrado	u	0,300	1,88	0,56
Clavos 2', 2 1/2', 3', 3 1/2'	kg	0,330	2,13	0,70
Plastiment BV-40 10kg- Sika Disensa	u	0,080	22,60	1,81
			PARCIAL O	110,42
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>175,33</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 20%</b>				
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>175,33</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>175,33</b>

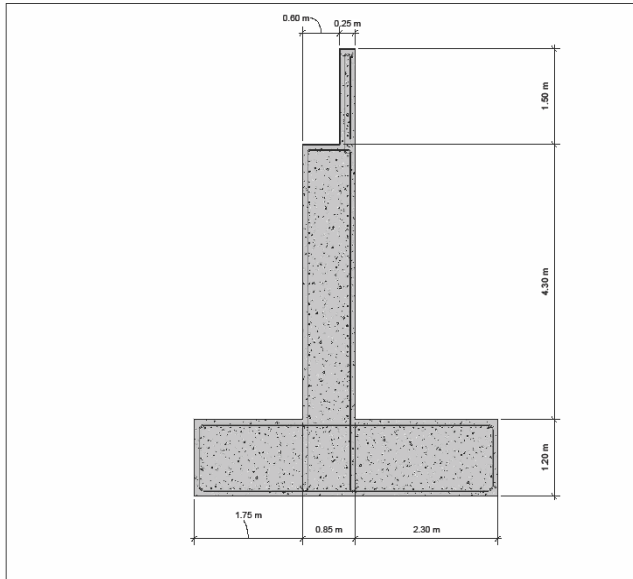
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL</b>				
<b>RUBRO : Base clase III e=20cm</b>				
<b>FECHA: Enero 2024</b>			<b>UNIDAD:</b>	<b>m3</b>
<b>ELABORADO POR: Santana M. &amp; Villamar K.</b>			<b>RENDIMIENTO:</b>	<b>1,00</b>
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,04
Motoniveladora	0,03	56,00	1,44	1,44
Rodillo compactador	0,03	30,00	0,89	0,89
Tanquero	0,03	30,000	0,81	0,81
			PARCIAL M	3,18
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,08	4,05	0,32	0,32
Maestro de Obra	0,00	4,33	0,00	0,00
Operador de equipo pesado	0,05	4,55	0,23	0,23
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más	0,03	5,95	0,18	0,18
			PARCIAL N	0,73
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Agua	m3	0,030	0,85	0,03
Base clase3	m3	1,250	15,50	19,38
			PARCIAL O	19,41
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>				<b>23,32</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>20%</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>23,32</b>
<b>VALOR PROPUESTO</b>				<b>23,32</b>

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Subrasante clase III e=20cm				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,04
Motoniveladora	0,03	56,00	1,43	1,43
Rodillo compactador	0,03	30,00	0,90	0,90
Tanquero	0,03	30,000	0,81	0,81
			PARCIAL M	3,18
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,08	4,05	0,32	0,32
Maestro de Obra	0,00	4,33	0,00	0,00
Operador de equipo pesado	0,05	4,55	0,23	0,23
CHOPER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más	0,03	5,95	0,18	0,18
			PARCIAL N	0,73
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Agua	m3	0,030	0,85	0,03
Sub-base clase3	m3	1,250	13,50	16,88
			PARCIAL O	16,91
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				20,82
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				20,82
VALOR PROPUESTO				20,82

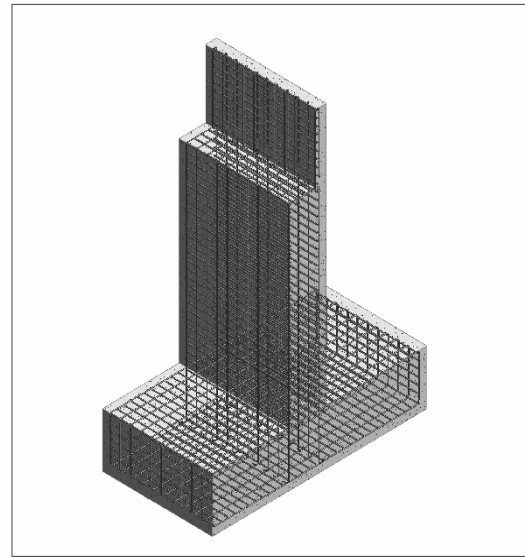
<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
UBICACIÓN: FADCOM-ESPOL				
RUBRO : Adoquin HS, e=5cm				
FECHA: Enero 2024			UNIDAD:	m3
ELABORADO POR: Santana M. & Villamar K.			RENDIMIENTO:	1,00
<b>EQUIPOS</b>				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
HERRAMIENTA MENOR 5% M-O				0,22
Compactador mecanico	0,08	6,25	0,50	0,50
			PARCIAL M	0,72
<b>MANO DE OBRA</b>				
DESCRIPCION - CATEGORIA	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	COSTO UNITARIO
	A	B	C=A*B	D=C*R
Peón (Estr. Oc. E2)	0,54	4,05	2,19	2,19
Maestro de Obra	0,03	4,33	0,13	0,13
Operador de equipo liviano	0,27	4,10	1,11	1,11
Albañil	0,27	4,10	1,11	1,11
			PARCIAL N	4,54
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
Cemento Fuerte Tipo GU saco 50kg-Holcim Disensa	saco	0,05	7,68	0,38
Adoquin vehiculo traf. Pesado 9*22*24	u	20,000	0,28	5,60
Arena	m3	0,050	13,50	0,68
			PARCIAL O	6,66
<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				-
				-
				-
			PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)				11,92
COSTOS INDIRECTOS 20%				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				11,92
VALOR PROPUESTO				11,92

**Anexo B**

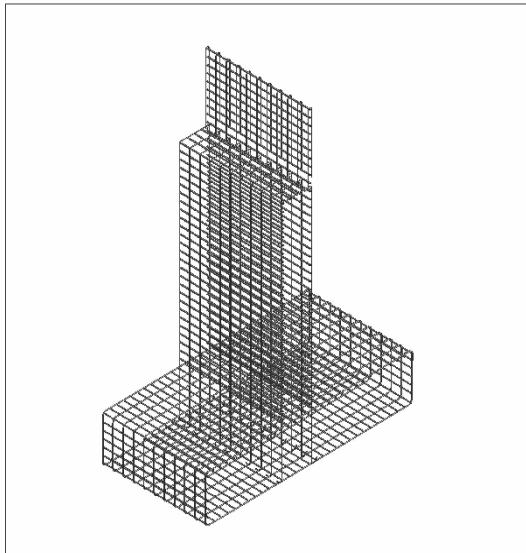
Planos arquitectónicos y estructurales del puente peatonal en FADCOM-ESPOL



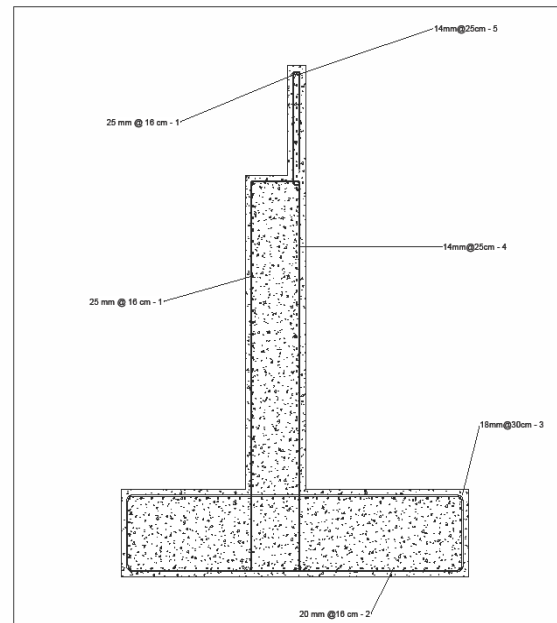
1 Vista Frontal  
1 : 40



2 {3D}

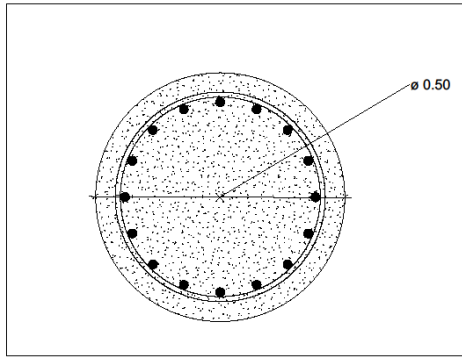


3 Detalles Acero 3D

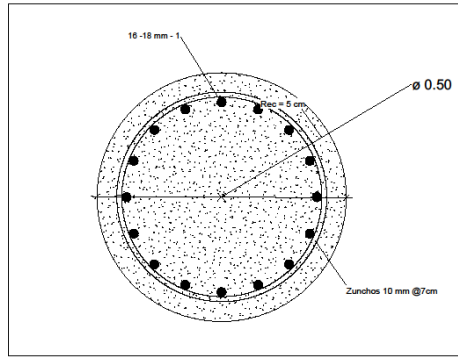


4 Aceros Refuerzo  
1 : 35

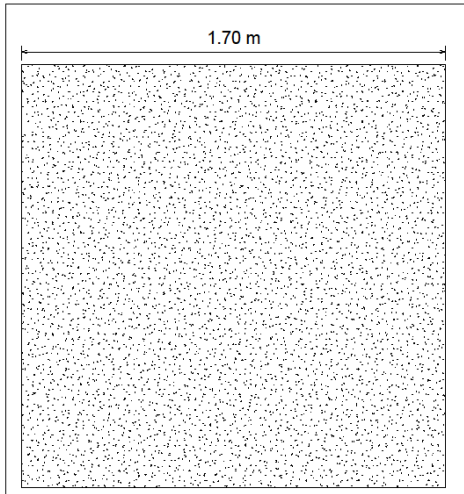
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO DE ESTRIBO ESTRUCTURAL PARA PUENTE</b>			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtarés	Propietarios de la Vivienda: - GIF - FADCOM	Estudiante: -Ma. Gabriela Santana - Kerly Villamar	Fecha de emisión: 28 de Dic, 2023
Docente a cargo: Ing. Guillermo Muñoz		Lámina: 1/1	Escala:



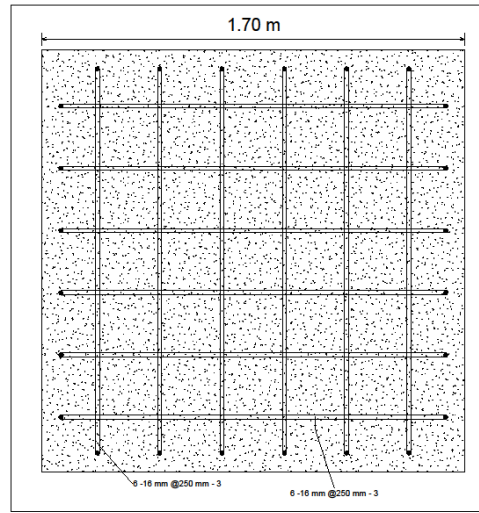
1 VISTA PLANTA PILA  
1:5



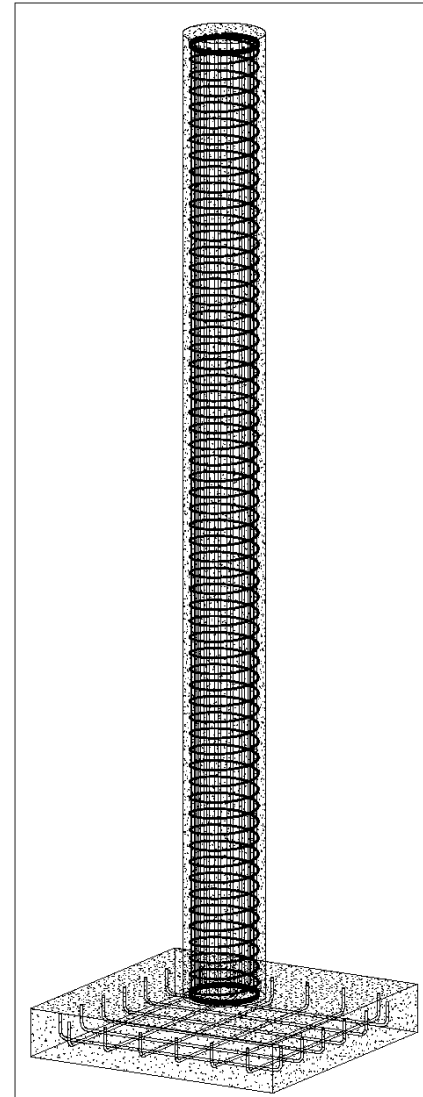
2 VISTA DETALLES  
1:5



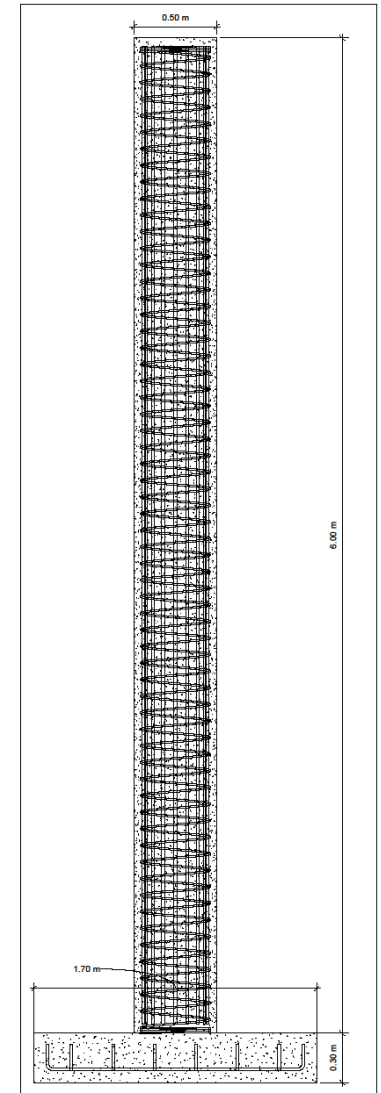
3 VISTA PLANTA ZAPATA  
1:10



4 DETALLES ZAPATA  
1:10



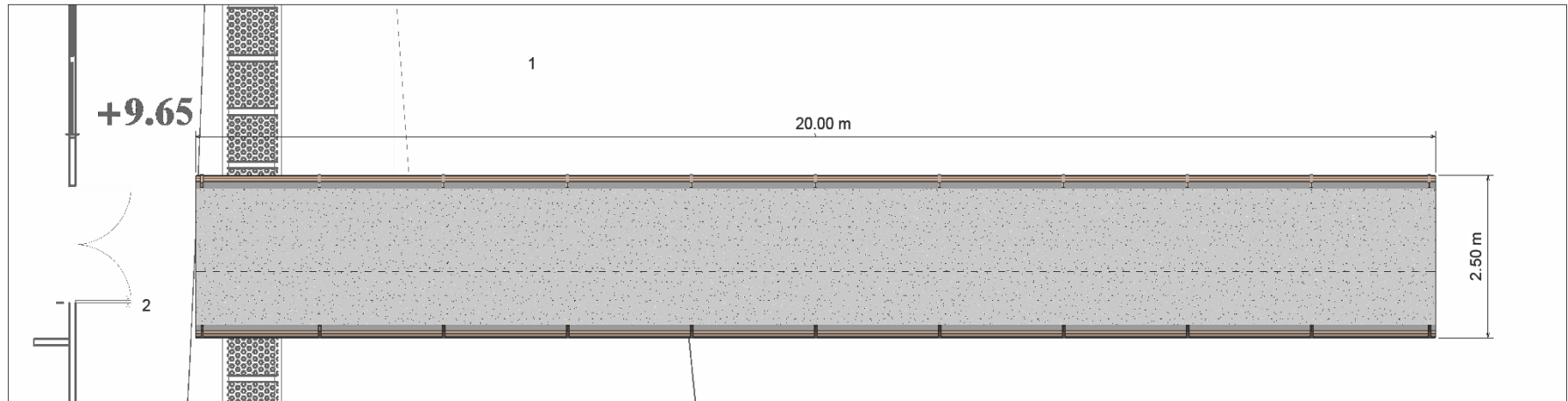
5 (3D)



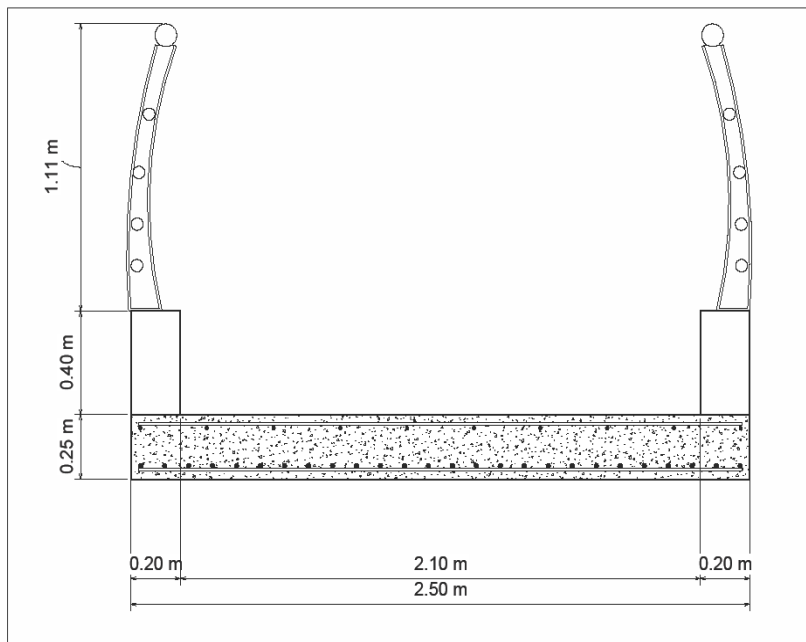
6 VISTA FRONTAL  
1:15

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO DE PILA PARA PUENTE PEATONAL</b>			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Proyectantes de la Vivienda: - GIF - FADCOM	Estudiante: -Ma. Gabriela Santana - Kerly Villamar	Fecha de emisión: 02 de Ene, 2024
Docente a cargo: Ing. Guillermo Muñoz			Límite: 1/1

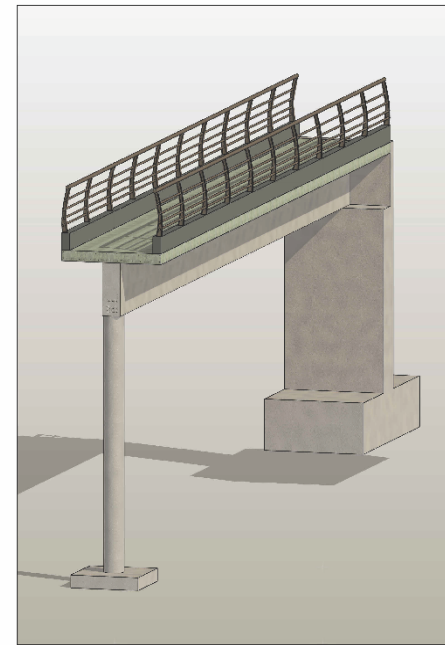




① VISTA PLANTA  
1:35

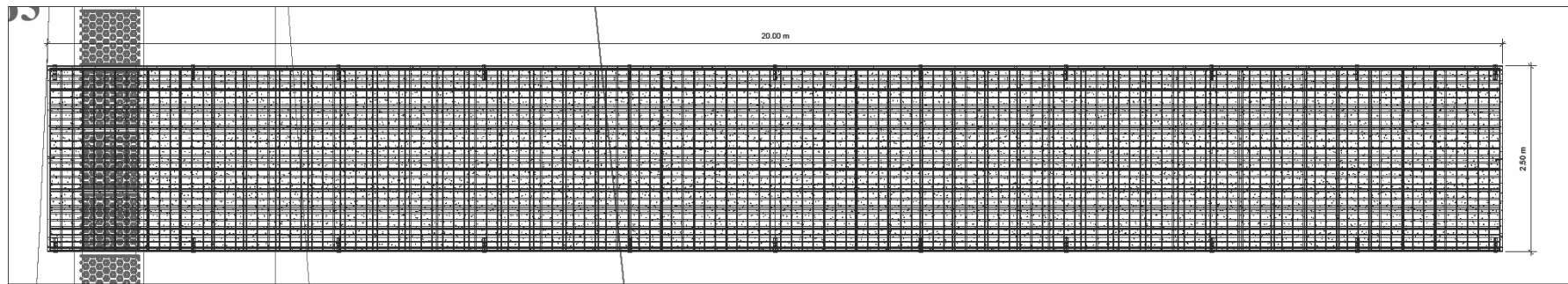


② Corte 1 - 1'  
1:10

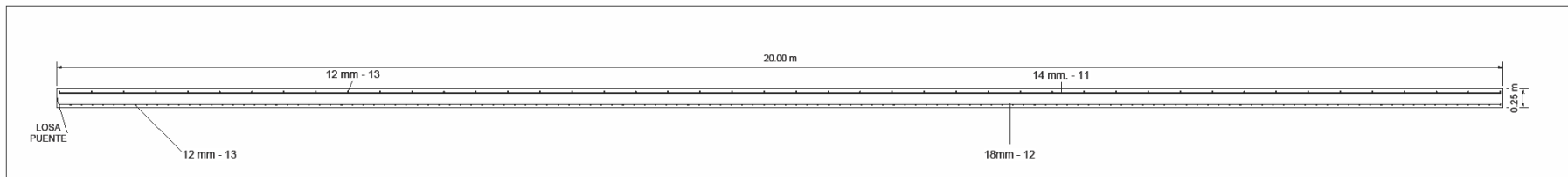


③ 3D

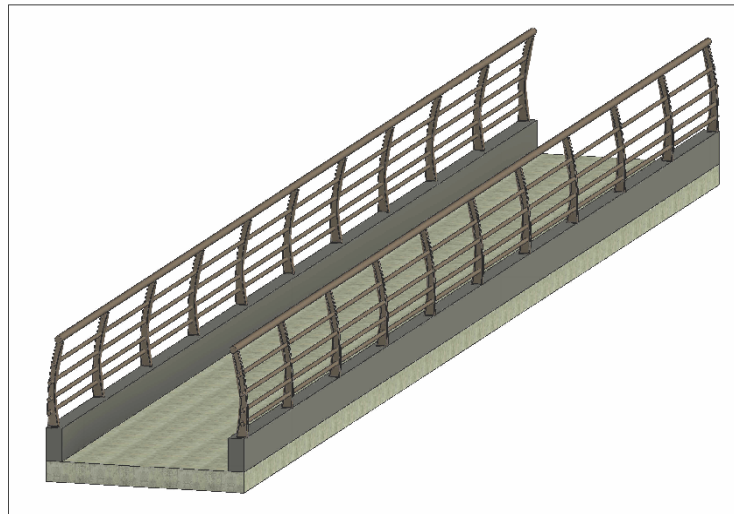
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
<b>DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS</b>			
CONTENIDO:			
<b>PLANO DE IMPLANTACIÓN DEL PUENTE PEATONAL</b>			
Coordinador de Ingeniería CIVIL:	Propietarios de la Vivienda:	Estudiante:	Fecha de emisión:
M.Sc. Walter Hurtares	- GIF	- Ma. Gabriela Santana	28 de Dic, 2023
Docente a cargo:	- FADCOM	- Kerly Villamar	Lámina:
Ing. Guillermo Muñoz			1/5 Escala:
			X:XXX



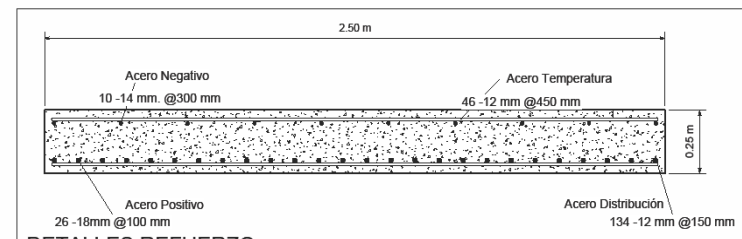
1 LOSA PLANTA  
1 : 30



2 Sección  
1 : 30

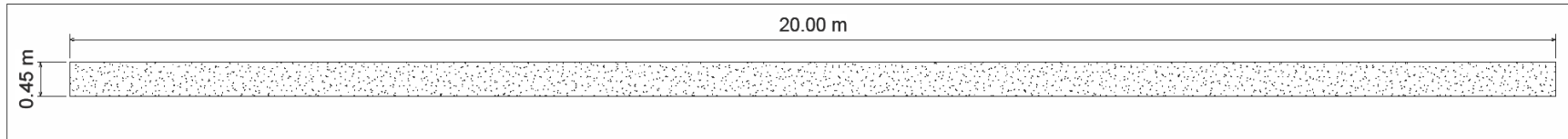


3 3D LOSA

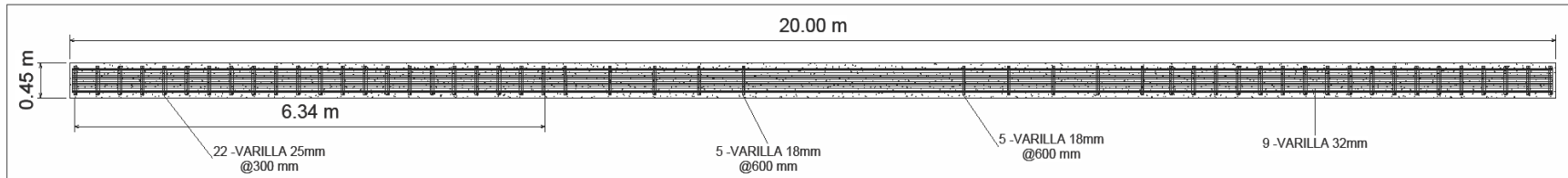


4 LOSA  
1 : 10

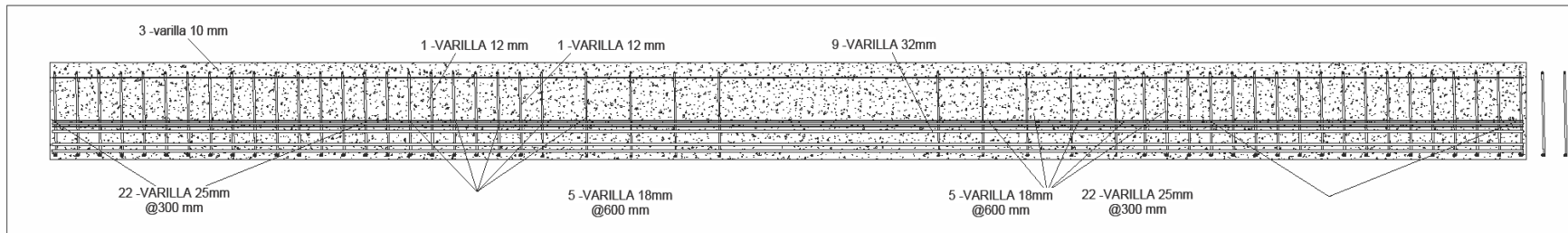
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS			
CONTENIDO:			
PLANO DE DETALLE DE LOSA			
Coordinador de Ingeniería Civil:	Propietarios de la Vivienda:	Estudiante:	Fecha de emisión:
M.Sc. Walter Hurtares	- GIF - FADCOM	- Ma. Gabriela Santana - Kerly Villamar	28 de Dic, 2023
Docente a cargo:			Lamina: Escala:
Ing. Guillermo Muñoz			2/5 X:XXX



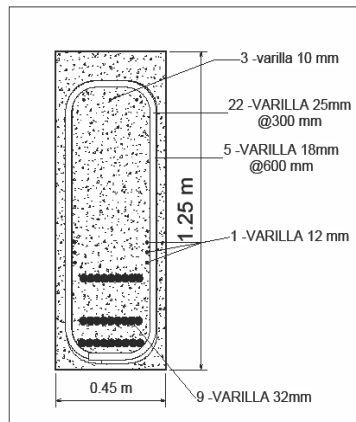
1 VIGA PLANTA  
1:30



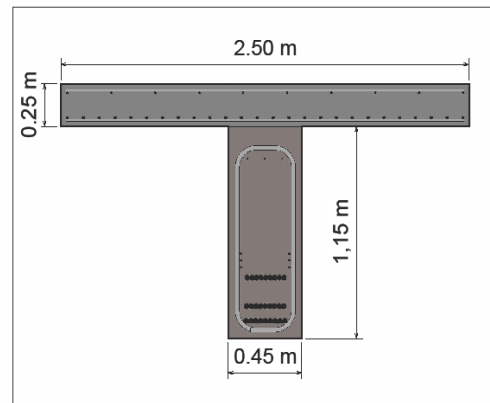
2 DETALLES VIGA PLANTA  
1:30



3 Corte Longitudinal  
1:30

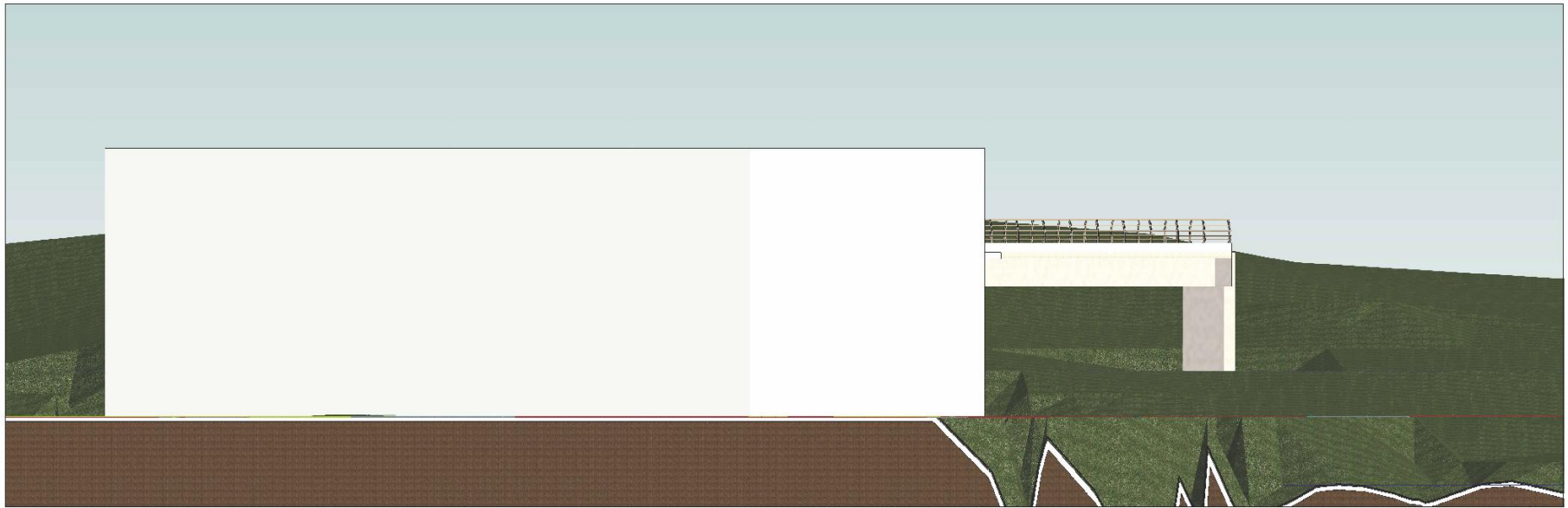


4 SECCIÓN DE VIGA  
1:10

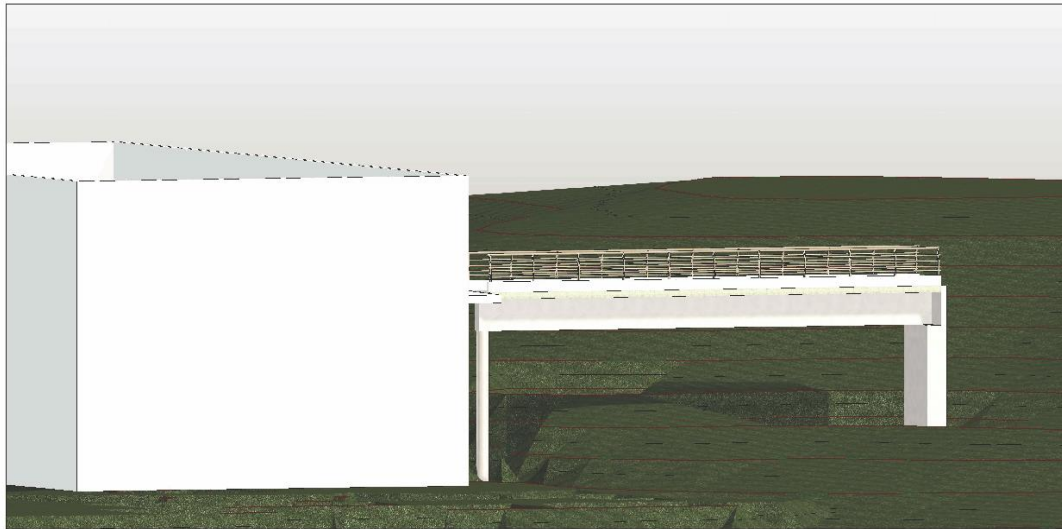


5 Sección 1  
1:15

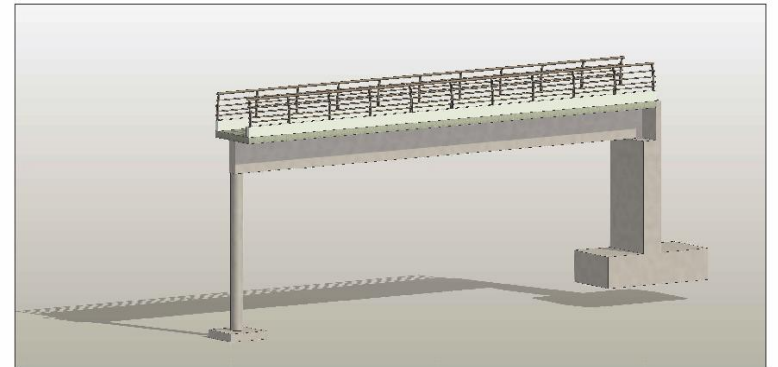
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS</b>			
CONTENIDO: <b>PLANO DETALLES DE VIGA</b>			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtado	Propietario de la Vivienda: - GIF - FADCOM	Estudiante: -Ma. Gabriela Santana - Kerly Villamar	Fecha de emisión: 02 de Ene, 2024
Docente a cargo: Ing. Guillermo Muñoz			Lamina: 1/1 Folios:



1 Sur  
1 1:100



2 (3D)  
1



3 (3D) Copia 1  
1

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE PUENTE PEATONAL ENTRE EDIFICIO 14B Y PATIO DE COMIDAS</b>			
CONTENIDO: <b>VISTAS EN 3D</b>			
Coordinador de Ingeniería Civil: M.Sc. Walter Hurtares	Propietarios de la Vivienda - GIF - FADCOM	Estudiantes: -Ma. Gabriela Santana - Kerly Villamar	Fecha de emisión: 02 de Ene, 2024
Docente a cargo: Ing. Guillermo Muñoz			Lámina: 1/1
			Escala:

### **Anexo C**

Diseño de puente peatonal a detalle (Hojas de cálculos en Mathcad)

## PUENTE PEATONAL EN FADCOM DISEÑO DE VIGA TIPO T

### GEOMETRÍA DE LA SUPERESTRUCTURA

$$\begin{aligned} \text{Longitud de pasarela} & Lt := 20 \text{ m} \\ \text{Ancho de la calzada} & ac := 2.10 \text{ m} \\ \text{Número de carriles} & \#carr := \frac{ac}{3.60 \text{ m}} = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Drenaje transversal} & DreT := 2\% \\ \text{Drenaje longitudinal} & DreL := 0.5\% \end{aligned}$$

### Barandas

$$\begin{aligned} \text{Altura baranda} & hb := 1.10 \text{ m} \\ \text{Ancho de baranda} & ab := 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

### Bordillo

$$\begin{aligned} \text{Altura bordillo} & hbo := 0.20 \text{ m} \\ \text{Ancho de bordillo} & abo := 0.20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Ancho de la pasarela} \quad ap := ac + 2 \text{ abo} = 2.5 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico del hormigón} \quad \gamma_{\text{hormigón}} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

### CARGAS

$$\begin{aligned} \text{Área de la viga} & A_{\text{viga}} := 0.9425 \text{ m}^2 \\ \text{Espesor de la losa} & e_{\text{losa}} := 0.25 \text{ m} \end{aligned}$$

### Carga muerta

Peso Propio de la viga

$$W_{\text{viga}} := \gamma_{\text{hormigón}} \cdot A_{\text{viga}} = 22.183 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Peso de la losa

$$W_{\text{losa}} := ap \cdot e_{\text{losa}} \cdot \gamma_{\text{hormigón}} = 14.71 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Peso de la cubierta

$$w_{\text{cubierta}} := 0.70 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad (\text{NEC-SE-GC})$$

$$W_{\text{cubierta}} := w_{\text{cubierta}} \cdot ap = 1.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Peso de baranda

$$W_{\text{barandas}} := 14 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 0.137 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Carga Muerta total

$$W_{muerta} := W_{viga} + W_{losa} + W_{cubierta} + W_{barandas}$$

$$W_{muerta} = 38.78 \frac{kN}{m}$$

Carga viva

$$w_{peatonal} := 0.090 \text{ ksf} = 0.004 \text{ MPa}$$

$$W_{peatonal} := w_{peatonal} \cdot ap = 10.773 \frac{kN}{m}$$

Carga Viva total

$$W_{via} := W_{peatonal} = 10.773 \frac{kN}{m}$$

**Predimensionamiento de la viga**

Como  $L_t=20m$ , según ASHTOO, se propone Viga T,concreto reforzado

**DISEÑO DEL TABLERO**

**Geometría definitiva de la viga**

Peralte mínimo

$$h := 0.070 \cdot L_t = 1.4 \text{ m}$$

Base de la alma

$$bw := 0.3 \cdot h = 0.42 \text{ m}$$

Espesor

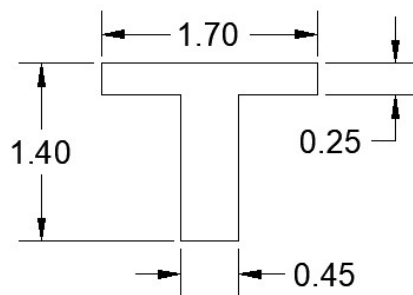
$$H_f := 0.5 \cdot bw = 0.21 \text{ m}$$

Ancho efectivo

$$b := 4 \cdot bw = 1.68 \text{ m}$$

Área de la viga

$$A_{viga} := 0.9425 \text{ m}^2$$



$$1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1.25 \text{ in} = 31.75 \text{ mm}$$

$$32 \text{ mm} = 1.26 \text{ in}$$

**Figura 3.1 Dimensiones definitivas de la viga tipo T. Fuente: Edición propia (AutoCAD,2020).**

**Dimensionamiento de la viga**

Hmin

$$H_{min} := 1.4 \text{ m}$$

Ancho Efectivo

$$b := 1.7 \text{ m}$$

Espesor viga

$$H_f := 0.25 \text{ m}$$

Ancho bw

$$bw := 0.45 \text{ m}$$

## DISEÑO DE VIGA A FLEXIÓN DE LA VIGA

### Materiales

Resistencia del concreto  $f'_c := 28 \text{ MPa}$

Resistencia de la fluencia del acero  $f_y := 420 \text{ MPa}$

### Datos

Carga muerta  $C_M := 35.838 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Carga viva  $C_V := 10.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Hmin a escoger  $H_{min} := h = 1.4 \text{ m}$

Recubrimiento  $rec := 4 \text{ cm}$

Altura útil  $d := H_{min} - rec - 10 \text{ mm} - \frac{32 \text{ mm}}{2} = 1.334 \text{ m}$

### Qu y Mu

Carga última  $Q_u := 1.2 C_M + 1.6 C_V = 59.406 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Momento último  $M_u := \frac{Q_u \cdot L^2}{8} = 2970.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$

### Factor de resistencia a la flexión

Factor de reducción de resistencia  $\phi := 0.9$

Factor de resistencia a la flexión  $R_n := \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = 1090.924 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

### Cuantía necesaria

Cuantía necesaria  $\rho_{nec} := \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right) = 0.003$

### Cuantía mínima

Cuantía mínima a  $\rho_{min1} := 0.25 \cdot \frac{\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}}{f_y} = 0.0031497$

Cuantía mínima b  $\rho_{min2} := \frac{1.4 \cdot \text{MPa}}{f_y} = 0.003$

Cuantía a usar, mayor entre a y b  $\rho_{min} := \max(\rho_{min1}, \rho_{min2}) = 0.003$



### Cuantía balanceada

Parámetro de bloque de refuerzo  $\beta := 0.85$

Cuantía balanceada  $\rho_b := 0.85 \cdot \beta \cdot \left( \frac{f'_c}{f_y} \right) \cdot \left( \frac{0.003}{0.003 + 0.005} \right) = 0.018$

### Cuantía máxima

Cuantía máxima  $\rho_{max} := 0.75 \rho_b = 0.014$

### Resumen de cuantías

Cuantía necesaria  $\rho_{nec} = 0.00265986$

Cuantía mínima  $\rho_{min} := 0.0031497$

Cuantía máxima  $\rho_{max} = 0.014$

Cuantía a usar-criterio  $\rho := 0.0031497$

### Acero mínimo

$$A_{s_{min}} := \max \left( \frac{\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot d}{7 \cdot f_y}, \frac{1.4 \cdot bw \cdot d \cdot \text{MPa}}{f_y} \right) = 20.01 \text{ cm}^2$$

Acero necesario  $A_s := \rho \cdot b \cdot d = 71.429 \text{ cm}^2$

### Comprobación

if  $A_s > A_{s_{min}}$  | = "OK"  
|| "OK"  
else  
|| "NO OK"

### Resistencia Nominal a la flexión Mn

Altura bloque compresión  $a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 0.074 \text{ m}$

Resistencia nominal a la flexión  $\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) = 35707572.131 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$

$Resistencia\_nominal :=$  if  $\phi Mn \geq M_u$  | = "si cumple"  
|| "si cumple"  
else  
|| "No cumple"

Como  $c := \frac{a}{\beta} = 0.087 \text{ m}$  y es menor que  $Hf = 0.25 \text{ m}$  se diseña como viga rectangular.

## Disposición de aceros

Acero a usar en base al As

$$\varphi := 32 \text{ mm}$$

Área de acero escogido

$$A_{esc} := 8.043 \text{ cm}^2$$

Cantidad de acero a utilizar

$$\#acer := \frac{A_s}{A_{esc}} = 9$$

9 varillas de 32 mm

## Distancias de unas varillas a otras

$$d1 := H_{min} - rec - 10 \text{ mm} - \frac{32}{2} \text{ mm} = 1.334 \text{ m}$$

$$d2 := d1 - rec - 10 \text{ mm} - \frac{32}{2} \text{ mm} = 1.268 \text{ m}$$

$$d3 := d2 - rec - 10 \text{ mm} - \frac{32}{2} \text{ mm} = 1.202 \text{ m}$$

## Refuerzo de retracción y temperatura

Para que la viga no sufra fisuras el refuerzo se coloca en las cargas laterales de la siguiente manera:

$$A_{STemp} := \frac{0.75 \cdot bw \cdot h \cdot \text{MPa} \cdot m}{2 \cdot (bw + h) \cdot f_y} = 3.041 \text{ cm}^2 \quad d_{temp} := 12 \text{ mm}$$

$$A_{10} := \frac{\pi \cdot d_{temp}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2 \quad \#acer := \frac{A_{STemp}}{A_{10}} = 2.688$$

3 varillas con un diámetro de 12 mm

## DISEÑO DE VIGA A CORTANTE

Cortante ultimo

$$Vu := \frac{Qu \cdot Lt}{2} = 594.056 \text{ kN}$$

Concreto normal

$$\lambda := 1 \quad d := H_{min} - Hf = 1.15 \text{ m}$$

Factor de reducción a cortante

$$\phi_c := 0.75$$

$$verificación_i := \text{if } Vu \leq 0.75 \left( \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot d + \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot d \right) \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{“Cumple a cortante”} \\ \text{else} \\ \text{“Aumente sección viga”} \end{array} \right.$$

$$verificación_i = \text{“Cumple a cortante”}$$

$$Vc := \lambda \cdot \sqrt{f'c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot d = 456.392 \text{ kN}$$

$$\phi_c V := 0.75 \cdot V_c = 342.294 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi_c V = 171.147 \text{ kN}$$

$$\text{verificación} := \text{if } Vu < \frac{1}{2} \phi_c V$$

$$\quad \left\| \begin{array}{l} \text{“No necesita estribo”} \\ \text{else} \\ \text{“Requiere un mínimo de armadura cortante”} \end{array} \right.$$

$$\text{verificación} = \text{“Requiere un mínimo de armadura cortante”}$$

$$\text{verificación}_1 := \text{if } Vu < \phi_c V$$

$$\quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Calcule espaciamiento”} \\ \text{else} \\ \text{“Realice siguiente condición”} \end{array} \right.$$

$$\text{verificación}_1 = \text{“Realice siguiente condición”}$$

$$\text{verificación}_2 := \text{if } Vu < 0.33 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot d$$

$$\quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Calcule espaciamiento y acero”} \\ \text{else} \\ \text{“Realice siguiente condición”} \end{array} \right.$$

$$\text{verificación}_2 = \text{“Calcule espaciamiento y acero”}$$

### Verificación de espaciamiento máximo

$$s_{max} := \min \left( \frac{d}{2}, 600 \text{ mm} \right) \quad \text{Norma ACI 318.19 Art.9.7.6.2.2}$$

$$s_{max} = 57.5 \text{ cm}$$

### Verificación de refuerzo mínimo transversal

$$A_{req} := \frac{s_{max} \cdot (Vu - \phi_c V)}{\phi_c \cdot f_y \cdot d} = 3.996 \text{ cm}^2$$

$$A_{vmin} := \max \left( \frac{0.062 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \cdot bw \cdot s_{max}}{f_y}, \frac{0.35 \cdot bw \cdot s_{max} \cdot \text{MPa}}{f_y} \right)$$

$$A_{vmin} = 2.156 \text{ cm}^2 \quad d_{min} := 10 \text{ mm} \quad A_{10} := \frac{\pi \cdot d_{min}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\#acer := \frac{A_{vmin}}{A_{10}} = 2.745 \quad 3 \text{ varillas de } 10 \text{ mm} \quad \text{Sección transversal}$$

$verificación_r := \text{if } A_{req} > A_{vmin}$   
 $\quad \left\| \begin{array}{l} \text{“Cumple refuerzo mínimo transversal”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{array} \right\|$

$verificación_r = \text{“Cumple refuerzo mínimo transversal”}$

### Disposición de acero

Acero a usar en base al  $A_s \quad \varphi := 10 \text{ mm}$

Área de acero escogido  $A_{esc} := 0.786 \text{ cm}^2$

Cantidad de acero a utilizar  $\#acer := \frac{A_{req}}{A_{esc}} = 5$

### Distribución de estribos

$\phi_c V = 342.294 \text{ kN} \quad \frac{\phi_c V}{2} = 171.147 \text{ kN}$

$y = mx + b$

$m := \frac{-Vu}{\frac{Lt}{2}} = -59.406 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad b := 594.056 \text{ kN}$

$V = mx + b$ , donde,  $V = -59.406 x + 594.056$

**Para  $V = 171.147$**

$V_{pos} := 171.147 \text{ kN} \quad V_{neg} := -171.147 \text{ kN}$

$x := \frac{V_{pos} - b}{m} = 7.12 \text{ m} \quad x := \frac{V_{neg} - b}{m} = 12.88 \text{ m}$

**Para  $V = 342.294$**

$V_{pos1} := 342.294 \text{ kN} \quad V_{neg1} := -342.294 \text{ kN}$

$x := \frac{V_{pos1} - b}{m} = 4.238 \text{ m} \quad x := \frac{V_{neg1} - b}{m} = 15.762 \text{ m}$

$$s1 := \frac{7.12}{4} = 1.78$$

1 estribo a 5 cm en ambos lados y allí van  $\phi 25mm$  c/57.6cm hasta los 4.238 metros, luego  $\phi 18mm$  c/57.6 cm hasta los 7.12m. Los 5.76 metros son sin estribos, de allí  $\phi 18mm$  c/57.6 cm desde los 12.88m hasta los 15.762 m y luego  $\phi 25mm$  c/57.6 cm

$$f'c := 28 \text{ MPa}$$

$$Mu := 302.884 \text{ (tonnef} \cdot \text{m)}$$

## CONTROL DE AGRIETAMIENTO

Módulo de ruptura

$$fr := 2 \cdot \sqrt{f'c} \cdot \text{MPa} = 10.583 \text{ MPa}$$

## Centro de gravedad de la viga

### Área 1

$$b1 := 1.70 \text{ m}$$

$$h1 := 0.25 \text{ m}$$

### Área 2

$$b2 := 0.45 \text{ m}$$

$$h2 := 1.15 \text{ m}$$

$$A1 := b1 \cdot h1 = 0.425 \text{ m}^2$$

$$y1 := \frac{h1}{2} + h2 = 1.275 \text{ m}$$

$$A2 := b2 \cdot h2 = 0.518 \text{ m}^2$$

$$y2 := \frac{h2}{2} = 0.575 \text{ m}$$

$$y_{\text{centroide}} := \frac{A1 \cdot y1 + A2 \cdot y2}{A1 + A2} = 0.891 \text{ m}$$

## Teorema de Steiner

$$Ix1 := \frac{b1 \cdot h1^3}{12} + A1 \cdot (y1 - y_{\text{centroide}})^2 = 0.065 \text{ m}^4$$

$$Ix2 := \frac{b2 \cdot h2^3}{12} + A2 \cdot (y2 - y_{\text{centroide}})^2 = 0.109 \text{ m}^4$$

$$Ig := Ix1 + Ix2 = 0.174 \text{ m}^4$$

$$Mcr := \frac{fr \cdot Ig}{y_{\text{centroide}}} = 210.333 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\text{Comprobación} := \text{if } Mu > Mcr$$

|| “La viga resiste la demanda, diseño con Mu”  
else  
|| “No cumple”

$$\text{Comprobación} = \text{“La viga resiste la demanda, diseño con Mu”}$$

$$Lt := 20 \text{ m}$$

$$M_{agr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

### Deflexión de la viga agrietada

$$Qu := 59.406 \frac{kN}{m} \quad E := 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot MPa = (2.487 \cdot 10^4) MPa \quad Lt := 20 m$$

$$\Delta := \frac{5 \cdot Qu \cdot Lt^4}{384 E \cdot Ig} = 2.867 \text{ cm}$$

Deflexiones máximas permitidas en el ACI 318-19 Tabla 24.2.2

$$\frac{Lt}{180} = 11.111 \text{ cm}$$

$$\frac{Lt}{480} = 4.167 \text{ cm}$$

$$\frac{Lt}{360} = 5.556 \text{ cm}$$

$$\frac{Lt}{240} = 8.333 \text{ cm}$$

Por tanto, la viga T está en el rango de deflexiones permitidas, ya que tenemos una deflexión de 2.87 cm

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Autores: Ma. Gabriela Santana; Kerly Villamar**

## DISEÑO DEL TABLERO

### DATOS

Ancho del Tablero:  $At := 2.50 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$

P.U.H. Armado:  $PUh := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Ancho de la calzada:  $Ac := 2.10 \text{ m} = 2100 \text{ mm}$

Ancho de la barrera en la base:  $L1 := 20 \text{ cm} = 200 \text{ mm}$

Separación de las vigas (entre ejes):  $S := 2.50 \text{ m} = 2500 \text{ mm}$

Altura de la barrera:  $Ab := 20 \text{ cm} = 200 \text{ mm}$

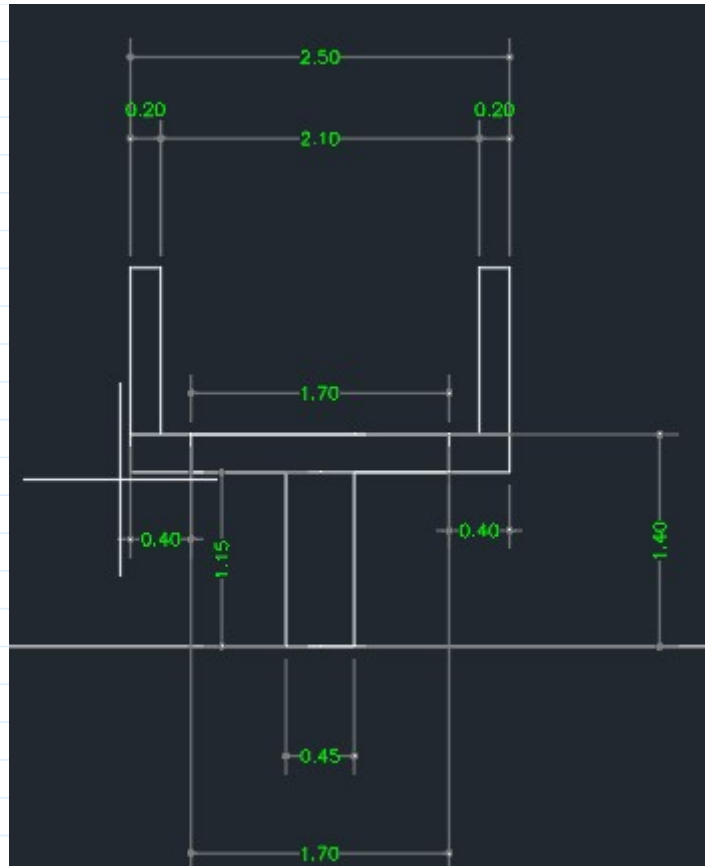
Altura de la viga (Sin tablero):  $Av := 1.15 \text{ m} = 1150 \text{ mm}$

Ancho de la viga base:  $Avb := 0.45 \text{ m} = 450 \text{ mm}$

Longitud del voladizo:  $Lv := 0.40 \text{ m}$

---





## DETERMINACIÓN DEL ESPESOR MÍNIMO DEL TABLERO

Opción 1 (Art. 9.7.1.1):

1) ESPESOR MINIMO:  $t_1 := 175 \text{ mm}$

Opción 2 (Tabla 2.5.2.6.3-1):

$$b_w := Avb = 450 \text{ mm}$$

$$t_2 := \frac{(S + 3000 \text{ mm})}{30} = 183 \text{ mm}$$

if  $t_2 \geq 165 \text{ mm}$  | = "Cumple"  
 || "Cumple"  
 else  
 || "No Cumple"

2) CÁLCULO DEL ESPESOR:  $t_{2c} := \frac{(S + 10 \text{ ft})}{30} = 0.607 \text{ ft}$

$$t_{2c} = 184.933 \text{ mm}$$

$$t_{2n} := 0.54 \text{ ft}$$

$$\text{if}(t_{2c} > t_{2n}, \text{"OK"}, \text{"OK NO"}) = \text{"OK"}$$

3) PARA TRABLEROS DE HORMIGÓN EN VOLADIZO, QUE SOPORTA BARRERAS DE HORMIGÓN

$$t_3 := 200 \text{ mm}$$

Se asume un espesor estructural del tablero (Diseño):

$$t_2 := 250 \text{ mm}$$

Un espesor al tablero, como superficie de desgaste:

$$t_d := 0 \text{ mm}$$

La carga muerta del tablero se basa en el espesor total del mismo:

$$t := 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

### CÁLCULO DE LAS CARGAS PERMANENTES

Ancho de franja (Tablero):

$$b := 1 \text{ m} = (1 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

Peso del tablero:

$$W_{DC1} := P_U h \cdot t \cdot b = 0.661 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

$$S := 20 \text{ m}$$

### CARGAS PERMANENTES

Momento positivo máximo:

$$M_{DCP} := \frac{W_{DC1} \cdot S^2}{8} = 33.069 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento negativo máximo:

$$M_{DCN} := \frac{W_{DC1} \cdot S^2}{8} = (3 \cdot 10^4) \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

### EFECTOS DE LA CARGA VIVA

$$W_{viva} := 0.145 \frac{\text{tonf}}{\text{m}} = 131.542 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} \quad L_p := 20 \text{ m}$$

$$M_{LL} := \frac{\left( \frac{W_{viva} \cdot L_p^2}{8} \right)}{2.5} = 2.9 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

## EFFECTOS DE RODAMIENTO

LA LOSA ES DE CONCRETO POR LO CUAL NO CUENTA CON UNA SUPERFICIE ADICIONAL, LA AASHTO MENCIONA QUE  $IM=0$ , YA QUE POR SER PUENTE PEATONAL NO SE REALIZA INCREMENTO IM.

$$M_{DWP} := 0 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

## ESTADO LÍMITE

Estado limite de resistencia I:

$$\text{Factor modificador de carga: } nD := 1 \quad nR := 1 \quad nI := 1 \quad n := nD \cdot nD \cdot nD = 1$$

$$\text{Factores y combinación de cargas: } FDC_{max} := 1.25 \quad FDC_{min} := 0.9$$

$$FDW_{max} := 1.5 \quad FDW_{min} := 0.65$$

$$FLL := 1.75 \quad IM := 0\%$$

$$MU_p := n \cdot \left( (FDC_{max} \cdot M_{DCP}) + (FDW_{max} \cdot M_{DWP}) + (FLL \cdot M_{LL}) \right)$$

$$MU_p = 42103.963 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$MU_n := n \cdot \left( (FDC_{max} \cdot M_{DCP}) + (FDW_{max} \cdot M_{DWP}) + (FLL \cdot M_{LL}) \right)$$

$$MU_n = 42103.963 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

## SELECCIÓN DEL REFUERZO

$$\text{Referencia de los materiales: } f'c := 28 \text{ MPa} \quad f_y := 420 \text{ MPa}$$

Denominación	Diámetro		Peso	Área
	D	kg/m	kg/6m	cm <sup>2</sup>
VRL 5,5	5.5	0.34	2.04	0.43
VRL 8	8.0	0.50	2.96	0.63
VRL 10	10.0	0.62	3.70	0.79
VRL 12	12.0	0.89	5.33	1.13
VRL 15	15.0	1.39	8.32	1.77
VRL 18	18.0	2.00	11.98	2.55
VRL 22	22.0	2.98	17.90	3.80
VRL 24,5	24.0	3.70	22.20	4.71

### ACERO DIPAC

### ACERO POSITIVO

Diámetro del refuerzo:  $dbi := 18 \text{ mm}$

Área del refuerzo:  $Abi := 0.25 \cdot \pi \cdot dbi^2 = 254.469 \text{ mm}^2$

Recubrimiento del refuerzo:  $ri := 2 \text{ cm}$

Peralte efectivo:  $di := t - ri - td - (0.5 \cdot dbi) = 221 \text{ mm}$

### Comprobación del (As) mínimo:

Franja de losa, b  $b = 1 \text{ m}$

### 1.2 M<sub>cr</sub> = 1.2fr S

Módulo de sección:  $MS := \frac{b \cdot t^2}{6} = (1.042 \cdot 10^7) \text{ mm}^3$

Módulo de ruptura:  $\lambda := 1$

$$fr := (0.24 \cdot \lambda) \cdot \left( \sqrt{f'c} \cdot \left( \frac{\text{kip}^{0.5}}{\text{in}} \right) \right) = 0.484 \text{ ksi}$$

$$fr = 3.335 \text{ MPa}$$

1.2 M<sub>cr</sub> = 1.2fr S  $FM_{cr} := 1.2 \cdot fr \cdot MS = 4250.491 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

1.33 Mu  $FM_{up} := 1.33 \cdot MU_p = 55998.27 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Menor valor entre 1.2 M<sub>Cr</sub> y 1.3Mu  $M_{minp} := \min(FM_{cr}, FM_{up})$   
 $M_{minp} = 4250.491 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Comprobación:  $\text{if}(MUP > Mminp, \text{"OK"}, \text{"OK NO"}) = \text{"OK"}$

Determinación de la cuantía de acero (As):

$$\beta_1 := \begin{cases} \text{if } f'c \leq 28 \text{ MPa} & 0.85 \\ \text{if } f'c \geq 55 \text{ MPa} & 0.65 \\ \text{if } 28 \text{ MPa} < f'c < 55 \text{ MPa} & 0.85 - \left(0.05 \cdot \left(\frac{f'c - 28 \text{ MPa}}{7 \text{ MPa}}\right)\right) \end{cases} = 0.85$$

Factor de reducción de resistencia (Se Asume):

$$\phi := 0.9 \\ j := 1.3$$

Expresión aproximada:

$$Asp := \frac{MUP}{\phi \cdot fy \cdot j \cdot di} = 38.02 \text{ cm}^2$$

Profundidad del bloque de esfuerzos a compresión:

$$ap := \frac{(Asp \cdot fy)}{(0.85 \cdot f'c \cdot b)} = 6.709 \text{ cm}$$

Ubicación del eje neutro:

$$cp := \frac{ap}{\beta_1} = 7.894 \text{ cm}$$

**Deformación unitaria del acero de refuerzo:**

$$\epsilon_{tp} := 0.003 \cdot \left(\frac{(di - cp)}{cp}\right) = 0.005$$

Deformación neta a tensión  
 $\epsilon_t = 0.003 (d - c) / c \geq 0.005$

$$\text{if}(\epsilon_{tp} \geq 0.005, \text{"OK"}, \text{"OK NO"}) = \text{"OK"}$$

**VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MOMENTO:**

$$MUPv := \phi \cdot Asp \cdot fy \cdot (di - (0.5 \cdot ap)) \\ MUPv = 27471.278 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(MUPv > Mminp, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

Separación máxima (Código AASHTO):  
1.5h (Emplear espesor estructural del tablero)  
Separación del código:

$$sp1 := 1.5 \cdot t2 = 37.5 \text{ cm} \\ sp2 := 18 \text{ in} = 45.72 \text{ cm}$$

$$Separaciónp := \min(sp1, sp2) = 37.5 \text{ cm}$$

**RESUMEN**

**ACERO REFUERZO:**  $dbi = 18 \text{ mm}$

Cálculo de la separación del refuerzo:

$$sp := \frac{Abi}{Asp} = 6.693 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

Separación escogida:  $spe := 10 \text{ cm}$

Acero proporcionado en  $b = 1 \text{ m}$   $Aspp := \frac{Abi}{spe} = 25.447 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

**18mm @ 10cm**

### ACERO NEGATIVO

Diámetro del refuerzo:  $db_s := 14 \text{ mm}$

Acero del refuerzo:  $Ab_s := 0.25 \cdot \pi \cdot db_s^2 = 153.938 \text{ mm}^2$

Recubrimiento del refuerzo:  $rs := 3 \text{ cm}$

Peralte efectivo:  $ds := t - rs - (0.5 \cdot db_s) = 213 \text{ mm}$

### Comprobación de As mínimo:

Franja de losa:  $b = 1 \text{ m}$

1.2Mcr = 1.2 fr S  $FMcr = 4250.491 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

1.33Mu  $FMun := 1.33 \cdot MUn = 55998.27 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Menor valor entre 1.2Mcr y 1.3Mu  $Mminn := \min(FMcr, FMun)$

$$Mminn = 4250.491 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

COMPROBACIÓN:  $\text{if}(MUn > Mminn, \text{"OK"}, \text{"OK NO"}) = \text{"OK"}$

**Determinación de la cuantía de acero (As):**  $\beta_1 = 0.85$

**Factor de reducción de resistencia:**  $\phi := 0.9$

$$j := 0.9$$

**Expresión aproximada:**  $Asn := \frac{Mminn}{(\phi \cdot fy \cdot j \cdot ds)} = 575.236 \text{ mm}^2$

Profundidad bloque compresión:  $an := \frac{(Asn \cdot fy)}{(0.85 \cdot f'c \cdot b)} = 10.151 \text{ mm}$

Ubicación eje neutro:  $cn := \frac{an}{\beta_1} = 11.943 \text{ mm}$

**Deformación unitaria del acero de refuerzo:**  $\epsilon_{tn} := 0.003 \cdot \left( \frac{(ds - cn)}{(cn)} \right) = 0.051$

Deformación neta a tensión:

$$\epsilon_t = 0,003 (d - c) / c \geq 0.005$$

$$\text{if}(\epsilon_{tn} > 0.005, \text{"OK"}, \text{"OK NO"}) = \text{"OK"}$$

### VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MOMENTO:

$$MUN := \phi \cdot A_{sn} \cdot f_y \cdot (d_s - (0.5 a_n)) = 4610.228 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(MUN > M_{minn}, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"CUMPLE"}$$

$$t_2 = 25 \text{ cm}$$

Separación máxima (Código AASHTO):

1.5h (Emplear espesor estructural del tablero)

$$sn1 := 1.5 \cdot t_2 = 37.5 \text{ cm}$$

Separación dada por el código:

$$sn2 := 18 \text{ in} = 45.72 \text{ cm}$$

$$separacion := \min(sn1, sn2) = 37.5 \text{ cm}$$

### RESUMEN:

COLOCAR ACERO DE REFUERZO:  $db_s = 14 \text{ mm}$

Separación del acero de refuerzo:

$$sn := \frac{Abs}{A_{sn}} = 26.761 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

Separación escogida:

$$sne := 30 \text{ cm}$$

Acero proporcionado en  $b = 1 \text{ m}$

$$A_{snp} := \frac{Abs}{sne} = 5.131 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

**$\phi 14\text{mm} @ 30\text{cm}$**

### ACERO DE REFUERZO POR DISTRIBUCIÓN

$$\% = 220 / Se^{0.5} < = 67\%$$

Ancho de la viga en la base:

$$Avb = 450 \text{ mm}$$

Separación efectiva entre vigas:

$$Se := S - Avb = 19550 \text{ mm}$$

Porcentaje de acero para distribución:

$$Asdn := \left( \frac{(220 \cdot (ft^{0.5}))}{(\sqrt{Se})} \right) = 27.47$$

$$PAsd := \min(Asdn, 67) = 27.47$$

Por cada m:

$$Asd := \left( \frac{PAsd}{100} \right) \cdot Aspp = 6.99 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Diámetro del refuerzo:

$$dbd := 12 \text{ mm}$$

Área de refuerzo:

$$Abd := 0.25 \cdot \pi \cdot dbd^2 = 113.097 \text{ mm}^2$$

### RESUMEN:

COLOCAR ACERO DE REFUERZO:  $dbd = 12 \text{ mm}$

Separación del acero de refuerzo:

$$sd := \frac{Abd}{Asd} = 16.179 \text{ cm}$$

Separación escogida:

$$sde := 15 \text{ cm}$$

Acero proporcionado en 1 m:

$$Asdp := \frac{Abd}{sde} = 7.54 \frac{cm^2}{m}$$

**12mm @ 15cm**

### REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA.

$$t2 = 0.25 \text{ m} \quad b = 1 \text{ m} \quad fy = (4.2 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

$$Asct := \frac{\left( \left( 1.3 \cdot \frac{kip}{in} \right) \cdot b \cdot t2 \right)}{(2 \cdot (b + t2) \cdot fy)} = 0.084 \text{ in}^2$$

$$0.11 \leq Asct \leq 0.60 \text{ in}^2/\text{ft}$$

Acero escogido:

$$Ascte := 0.5 \cdot 0.11 \frac{in^2}{ft} = 0.116 \frac{mm^2}{mm}$$

### Separación máxima del refuerzo (Código AASHTO):

3h (Espesor total del tablero)

$$sct1 := 3 \cdot t2 = 75 \text{ cm}$$

Separación dada por el código:

$$sct2 := 18 \text{ in} = 45.72 \text{ cm}$$

$$Separacion := \min(sct1, sct2) = 45.72 \text{ cm}$$

Para la cara superior el refuerzo longitudinal es:

Diámetro del refuerzo:

$$dbct := 12 \text{ mm} \text{ del refuerzo:}$$

$$Abct := 0.25 \pi \cdot dbct^2 = 113.097 \text{ mm}^2$$

### RESUMEN:

COLOCAR ACERO DE REFUERZO:  $dbct = 12 \text{ mm}$

Separación calculada:

$$sctc := \frac{Abct}{Ascte} = 97.149 \text{ m} \cdot \frac{cm}{m}$$

Separación escogida:

$$scte := 45 \text{ cm}$$

Acero proporcionado en 1 m:

$$Asctp := \frac{Abct}{scte} = 2.513 \frac{cm^2}{m}$$

**12mm @ 45cm**

### CONTROL DE AGRIETAMIENTO.

$$b = 1 \text{ m}$$

Estado Límite de Servicio I.

Factor Modificador de carga:

$$nDap := 1$$

$$nRap := 1$$

$$nIap := 1$$

$$nap := nDap \cdot nRap \cdot nIap = 1$$

Factores y combinación de cargas:

$$FDCap := 1$$

$$FDWap := 1$$

$$FLLap := 1$$



$$IMap := 33\% \quad FIMap := \left( \frac{IMap}{100\%} \right) + 1 = 1.33$$

El momento empleado para calcular el esfuerzo de tensión en el refuerzo es:

$$MUap := nap \cdot \left( (FDCap \cdot M_{DCP}) + (FDWap \cdot M_{DWP}) + (FLLap \cdot (M_{LL})) \right)$$

$$MUap = 32630.836 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$dc := ri + (0.5 \cdot dbi) = 2.9 \text{ cm}$$

$$fsp := \frac{MUap}{(\phi \cdot Asp \cdot (di - (0.5 \cdot ap)))} = 72.357 \text{ ksi}$$

$$\mu = \phi \cdot A_s \cdot f_y (d - 0.5a)$$

$$\beta_s := 1 + \left( \frac{dc}{0.7 (t - dc)} \right) = 1.187$$

$$\gamma_e := 0.75$$

$$S_{max} := \left( \frac{\left( 700 \frac{\text{kip}}{\text{in}} \right) \cdot \gamma_e}{\beta_s \cdot f_{sp}} \right) - (2 \text{ dc}) = 3.827 \text{ in}$$

$$S_{max} = 9.72 \text{ cm}$$

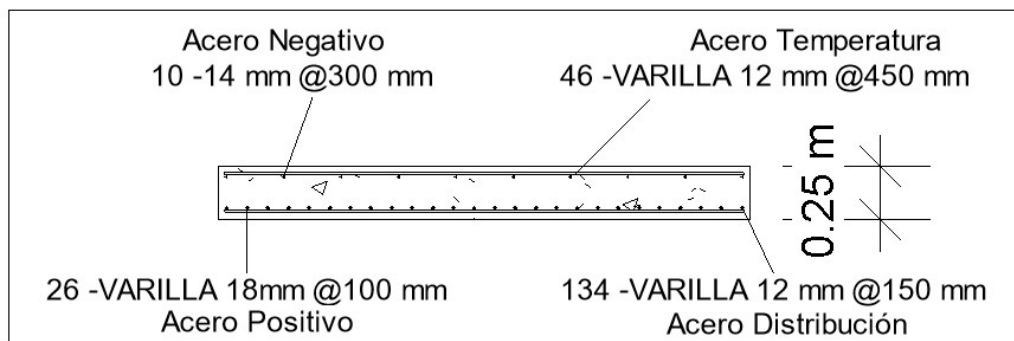
$$s_{pe} = 10 \text{ cm}$$

## RESUMEN

Separación escogida:

if ( $S_{max} \geq s_{pe}$ , "OK separación  $s_{pe}$ ", "OK separacion  $S_{max}$ ") = "OK separacion  $S_{max}$ "...

## DETALLAMIENTO



## DISEÑO DE COLUMNA CIRCULAR

### DATOS:

Resistencia a la compresión	$f'c := 28 \text{ MPa}$
Resistencia a la fluencia	$fy := 420 \text{ MPa}$
Factor de reducción	$\phi := 0.75$
Longitud total de la viga	$Lt := 20 \text{ m}$
Recubrimiento	$rec := 5 \text{ cm}$
Longitud de la columna	$Lc := 6.7 \text{ m}$

Cuantía del acero  $0.01 \leq \rho \leq 0.08$  (McCormac)

### Se propone:

Diámetro	$D := 50 \text{ cm}$ (Debido al ancho efectivo de la viga de 45cm)
Diámetro del zuncho	$dc := D - rec - 10 \text{ mm} - 18 \frac{\text{mm}}{2} = 43.1 \text{ cm}$

### DISEÑO:

Carga última	$Qu := 59.406 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Carga axial de la columna	$Pu := Qu \cdot \frac{Lt}{2} = 60.577 \text{ tonnef}$
Área gruesa	$Ag := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.196 \text{ m}^2$
Área del acero	$As := 0.02 \cdot Ag = 0.004 \text{ m}^2$
Resistencia nominal	$\phi Pn := \phi \cdot 0.85 (0.85 \cdot f'c \cdot (Ag - As) + As \cdot fy)$ $\phi Pn = (3.971 \cdot 10^3) \text{ kN}$

### Verificación

```
Verificación := if  $\phi Pn \geq Pu$ 
  || "Resiste la demanda"
else
  || "No resiste la demanda, aumente sección"
```

Verificación = "Resiste la demanda"

### Número de varilla

Diámetro de varilla	$dv := 18 \text{ mm}$
Área de la varilla	$Av := \frac{\pi \cdot dv^2}{4} = (2.545 \cdot 10^{-4}) \text{ m}^2$
Número de la varilla	$\#varilla := \frac{As}{Av} = 15.432$ <b>16 varillas de 18 mm</b>

## Zuncho

Área del concreto de los zunchos

$$A_c := \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} = 0.146 \text{ m}^2$$

Refuerzo del zuncho

$$\rho_{smin} := 0.45 \cdot \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \cdot \left( \frac{f'_c}{f_y} \right) = 0.01$$

Suponemos una espiral #3 con  $db := 10 \text{ mm}$   $ab := \frac{\pi \cdot db^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$

## Separación

Separación recomendada de espirales

$$s := \frac{4 \cdot ab \cdot (dc - db)}{dc^2 \cdot \rho_{smin}} = 6.863 \text{ cm}$$

$$s := 7 \text{ cm}$$

Como ACI recomienda una separación máxima de 7.5 cm por tanto se propone una separación de 7cm

## Refuerzo máximo de miembros a compresión

$$\text{verificación1} := \text{if } \frac{A_s}{A_g} \leq 0.08 \left| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \\ \text{else} \\ \text{“No Ok”} \end{array} \right.$$

$$\text{verificación1} = \text{“Ok”}$$

## Refuerzo mínimo de miembros a compresión

$$\text{verificación2} := \text{if } \frac{A_s \cdot f_y}{A_g \cdot f'_c} \geq 0.135 \left| \begin{array}{l} \text{“Ok”} \\ \text{else} \\ \text{“No Ok”} \end{array} \right.$$

$$\text{verificación2} = \text{“Ok”}$$

## Esbeltez

Longitud de la columna

$$L_u := 6 \text{ m}$$

radio de giro

$$r_g := \frac{D}{4} = 0.125 \text{ m}$$

## Capacidad

Amplificación de momentos vigas-columnas

### Datos

	$bw := 0.45 \text{ m}$
	$hw := 1.40 \text{ m} - 0.25 \text{ m} = 1.15 \text{ m}$
Sección de la viga T	$bf := 1.70 \text{ m}$
	$tf := 0.25 \text{ m}$
	$h := 1.40 \text{ m}$
Factor de reducción de rigidez	$\phi k := 0.75$

### Centroide de la viga

$$y_{cent} := \frac{(bw \cdot hw) \cdot \left(\frac{hw}{2}\right) + (bf \cdot tf) \cdot \left(h - \frac{tf}{2}\right)}{(bw \cdot hw) + (bf \cdot tf)} = 0.891 \text{ m}$$

### Inercia Gruesa y agrietada de la viga

$$I_f := \frac{bf \cdot tf^3}{12} + (bf \cdot tf) \cdot \left(h - \frac{tf}{2} - y_{cent}\right)^2 = 0.065 \text{ m}^4$$

$$I_w := \frac{bw \cdot hw^3}{12} + (bw \cdot hw) \cdot \left(\frac{hw}{2} - y_{cent}\right)^2 = 0.109 \text{ m}^4$$

$$I_g := I_f + I_w = 0.174 \text{ m}^4$$

$$I_v := 0.35 \cdot I_g = 0.061 \text{ m}^4$$

### Columna

$$r := \frac{D}{2} \quad I_g := \frac{\pi \cdot r^4}{4} = 0.003 \text{ m}^4 \quad I_c := 0.70 I_g = 0.002 \text{ m}^4$$

### Factor de longitud efectiva para la columna

$$\psi_A := 1$$

$$\psi_B := \frac{\frac{I_c}{Lu}}{\frac{I_v}{Lt}} = 0.118$$

$$K := 1.19 \quad \text{Del nomograma}$$

### Revisar esbeltez

$$\text{verificación3} := \text{if } \frac{K \cdot Lc}{r_g} \leq 22 \quad \left| \quad \frac{K \cdot Lc}{r_g} = 63.784 \right.$$
$$\left. \begin{array}{l} \left\| \text{“Se desprecia esbeltez”} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \text{“No se desprecia esbeltez”} \right. \end{array} \right.$$

$\text{verificación3} = \text{“No se desprecia esbeltez”}$  Como es mayor a 22 se considera esbeltez

### Calcular la carga critica de Euler

$$E := 15100 \cdot \sqrt{f'c \cdot \text{MPa}} \cdot 10 = (8.148 \cdot 10^7) \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$EI_{efe} := 0.40 E \cdot I_g = 99987.381 \text{ tonnef} \cdot \text{m}^2$$

$$Pe := \frac{\pi^2 \cdot EI_{efe}}{(K \cdot Lu)^2} = 19357.467 \text{ tonnef}$$

### Factor de magnificación de momentos

Por simplicidad usamos  $P_u$  y  $P_e$

$$C_m := 0.60 - 0.40 \cdot \frac{-24.4818}{35.4} = 0.877 \quad \text{No hay carga transversal entre apoyos}$$

$$\delta_s := \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi k \cdot Pe}} = 0.88$$

### Demanda de diseño

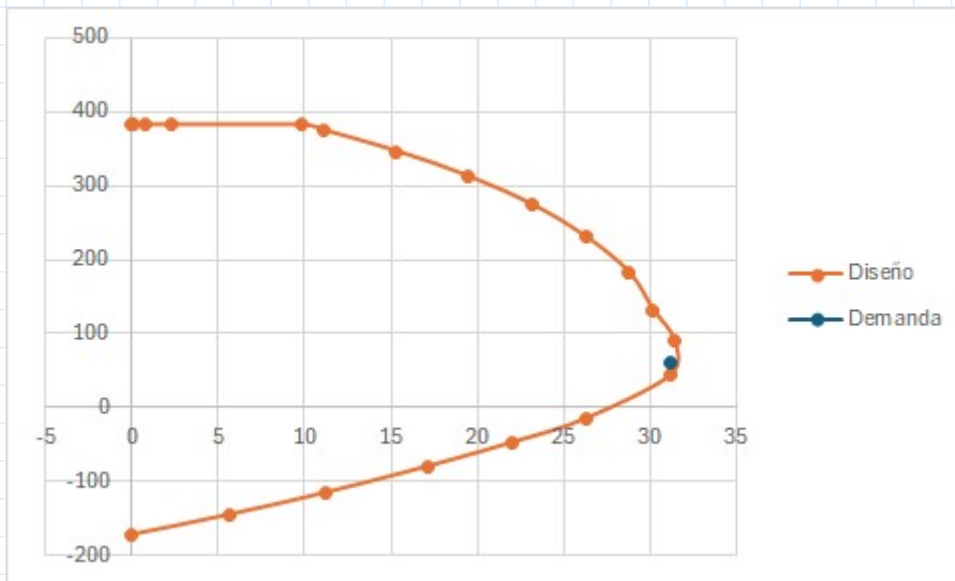
$$M_{2min} := P_u \cdot (0.015 \text{ m} + 0.03 \cdot Lc) = 128.317 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M2 := 35.43 \text{ tonnef} \cdot \text{m} = 347.45 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Modelado en software}$$

$$\text{verifi} := \text{if } M2 < M_{2min} \quad \left| \quad = \text{“Se usa M2”} \right.$$
$$\left. \begin{array}{l} \left\| \text{“Se usa M2min”} \right. \\ \text{else} \\ \left\| \text{“Se usa M2”} \right. \end{array} \right.$$

$$M_c := \delta_s \cdot M_2 = 31.189 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$P_u = 594.06 \text{ kN}$$



$$\phi := 0.75$$

Como  $P_u = 60.577 \text{ tonnef}$  y  $M_c = 31.189 \text{ tonnef} \cdot m$  se encuentran dentro de la zona restringida la propuesta de acero y la geometría es adecuada.

Se puede verificar que  $0.1 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_g = 42.046 \text{ tonnef}$  es menor a  $P_u$

Entonces debemos usar  $\frac{M_c}{31.39 \text{ tonnef} \cdot m} = 0.994$  es menor a 1 entonces **Cumple**

Por lo tanto se usarán estribos cerrados de 10mm en forma de zunchos espaciados 7cm

## DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL DE LA COLUMNA

Características del suelo

$$\gamma_{\text{hormigón}} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad f_y := 420 \text{ MPa}$$

No cohesivo

Peso Unitario

$$w_{\text{suelo}} := 1.925 \cdot \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3} = 18.878 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Capacidad Admisible

$$q_{\text{adm}} := 2.67 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 261.838 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ángulo de fricción interna

$$\phi_f := 35 \text{ deg}$$

### Cargas Horizontales

Coeficiente de empuje activo

Ángulo de fricción interna entre relleno y muro

$$\delta := 0 \text{ deg}$$

Ángulo relleno con respecto a la horizontal

$$\beta := 0 \text{ deg}$$

Ángulo inclinación del muro con respecto a la horizontal

$$\theta := 90 \text{ deg}$$

$$\gamma := \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_f + \delta) \cdot \sin(\phi_f - \beta)}{\sin(\theta - \beta) \cdot \sin(\theta + \beta)}} \right)^2 = 2.476 \quad k_a := \frac{\sin(\theta + \phi_f)^2}{7 \cdot (\sin(\theta)^2 \cdot \sin(\theta - \beta))} = 0.271$$

### Dimensionamiento de la zapata

Se diseñará una zapata cuadrada

$$B_{\text{zapata}} := 1.7 \text{ m}$$

Diámetro de la varilla de refuerzo

$$d_{b_{\text{zapata}}} := 16 \text{ mm}$$

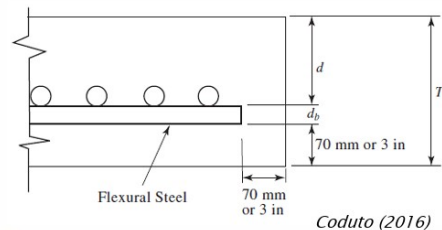
Espesor de la zapata

$$T := 300 \text{ mm}$$

Recubrimiento mínimo según ACI

$$rec_{\text{min}} := 70 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

Altura efectiva de la zapata



$$d_{zapata} := T - rec_{min} - d_{b\_zapata} = 214 \text{ mm}$$

Limite mínimo del d y T según el ACI

$$\begin{array}{l} \text{if } d_{zapata} \geq 150 \text{ mm} \\ \quad \parallel \text{ "Cumple" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Aumentar el espesor de la zapata" } \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} = \text{"Cumple"} \\ \\ \\ \frac{Qu \cdot Lt}{2} = 594.06 \text{ kN} \end{array} \right.$$

Dimensiones de las columna

$$L_{columna} := 6 \text{ m} \quad D_{columna} := 0.5 \text{ m}$$

Demanda de la zapata a soportar

$$P_{zapata} := \frac{Qu \cdot Lt}{2} + \gamma_{hormigón} \cdot \pi \cdot \frac{D_{columna}^2}{4} \cdot L_{columna} = 621.788 \text{ kN}$$

$$M_{zapata} := 24.4818 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Verificación del esfuerzo de contacto sea como máximo el esfuerzo admisible

$$Wf := \gamma_{hormigón} \cdot B_{zapata}^2 \cdot T = 20.406 \text{ kN} \quad q := \frac{P_{zapata} + Wf}{B_{zapata}^2} = 2.266 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

**Verificación que las dimensiones de la zapata son satisfactorias**

$$\begin{array}{l} \text{Verificador} := \text{if } q \leq q_{adm} \\ \quad \parallel \text{ "Las dimensiones de la zapata son satisfactorias" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "Re diseñar las dimensiones" } \end{array}$$

$$\text{Verificador} = \text{"Las dimensiones de la zapata son satisfactorias"}$$

**Diseño por Cortante**

Calculo del Vuc y Vnc

$$V_{uc} := \frac{P_{zapata}}{4} \cdot \left( \frac{B_{zapata}^2 - (D_{columna} - d_{zapata})^2}{B_{zapata}^2} \right) + M_{zapata} \cdot \left( \frac{B_{zapata}^3 - (D_{columna} - d_{zapata})^3}{B_{zapata}^4} \right)$$

$$V_{uc} = 165.38 \text{ kN}$$

$$V_{nc} := \frac{1}{3} (D_{columna} + d_{zapata}) \cdot d_{zapata} \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa} = 269.507 \text{ kN}$$

Factor de resistencia por cortante

$$\phi_c := 0.75$$



if  $Vuc \leq \phi_c \cdot Vnc$  = "Cumple"  
 || "Cumple"  
 else  
 || "No cumple"

## Diseño por Flexión

Calculo del momento factorado de la sección crítica

$$Muc := \frac{P_{zapata} \cdot \left( \frac{B_{zapata} - D_{columna}}{2} \right)^2}{2 \cdot B_{zapata}} + \frac{2 \cdot M_{zapata} \cdot \left( \frac{B_{zapata} - D_{columna}}{2} \right)}{B_{zapata}} = 83.118 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Acero requerido

$$As_{zapata\_req} := \left( \frac{f'_c \cdot B_{zapata}}{1.176 \cdot f_y} \right) \cdot \left( d_{zapata} - \sqrt{d_{zapata}^2 - \frac{2.353 \cdot Muc}{\phi \cdot f'_c \cdot B_{zapata}}} \right) = 12.728 \text{ cm}^2$$

$$As_{teorico\_zapata} := \text{if } As_{zapata\_req} \geq 0.0020 \cdot B_{zapata} \cdot T \text{ } = 12.728 \text{ cm}^2$$

||  $As_{zapata\_req}$   
 else  
 ||  $0.0020 \cdot B_{zapata} \cdot T$

$$d_{b\_zapata} = 1.6 \text{ cm} \qquad As_{zapata} := \pi \cdot \frac{d_{b\_zapata}^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$\#varillas_{zapata} := \frac{As_{teorico\_zapata}}{As_{zapata}} = 6.33$$

$$\text{Round}(\#varillas_{zapata}, 2)$$

Espaciamiento entre varillas

$$s_{acero\_zapata} := \frac{B_{zapata} - \text{Round}(\#varillas_{zapata}, 2) \cdot d_{b\_zapata}}{\text{Round}(\#varillas_{zapata}, 2) + 1} = 22.914 \text{ cm}$$

Se seleccionan 6 varillas de 16 mm espaciadas a 25 mm en ambas direcciones

$$l_d = \frac{1}{1.1} \left( \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \right) \frac{d_b}{2.5} \quad (\text{SI}) \qquad Ld := \frac{1}{1.1} \cdot \left( \frac{f_y}{\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}} \right) \cdot \frac{d_{b\_zapata}}{2.5} = 46.18 \text{ cm}$$

# Escuela Superior Politécnica del Litoral

Autores: Ma. Gabriela Santana; Kerly Villamar

## Diseño de estribo

### Cargas:

$$DC := 38.78 \frac{kN}{m} = 3.954 \frac{tonnef}{m}$$

$$DW := 10.773 \frac{kN}{m} = 1.099 \frac{tonnef}{m}$$

Altura de relleno

$$h_{rell} := 7 \text{ m}$$

$$LL_{IM} := 0 \frac{tonnef}{m}$$

Suelo

No cohesivo

Peso Unitario Suelo

$$w_{suelo} := 1.925 \frac{tonnef}{m^3}$$

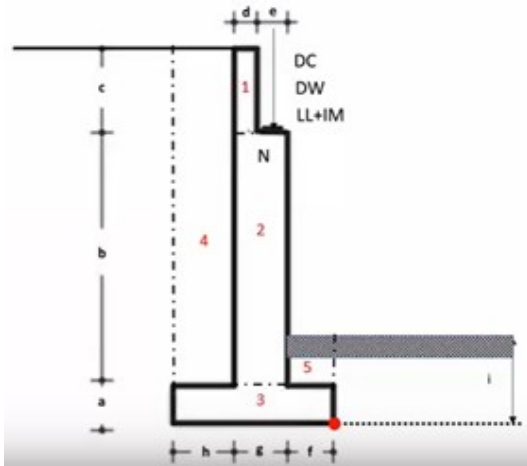
Capacidad Admisible Suelo

$$qadm := 2.67 \frac{kgf}{cm^2}$$

Ángulo de Fricción Interna

$$\phi f := 35^\circ$$

### Dimensiones Estribo:



$$a := 1.20 \text{ m}$$

$$b := 4.30 \text{ m}$$

$$c := 1.50 \text{ m}$$

$$d := 0.25 \text{ m}$$

$$e := 0.60 \text{ m}$$

$$f := 1.75 \text{ m}$$

$$g := 0.85 \text{ m}$$

$$h := 2.30 \text{ m}$$

$$i := 1.20 \text{ m}$$

## Cargas Verticales

a	1,2	m	D.HA	2,4	Ton/m <sup>3</sup>
b	4,3	m	D. Suelo	1,925	Ton/m <sup>3</sup>
c	1,5	m			
d	0,25	m			
e	0,6	m			
f	1,75	m			
g	0,85	m			
h	2,3	m			
i	1,2	m			

Sección	Altura m	DC Ton/m	x m	y m	Mx Ton-m/m	My Ton-m/m
1	0,25	1,50	0,90	2,48	6,25	2,23
2	0,85	4,30	8,77	2,18	3,35	19,08
3	4,90	1,20	14,11	2,45	0,60	34,57
			23,78			55,88
						43,48
	<b>Carga Ton/m</b>	<b>x m</b>	<b>y m</b>			
DC estribo	23,78	2,35	1,83			
DC supper	3,954	2,05	-			
DW super	1,099	2,05	-			
LL+IM	0	2,05	-			

### EV (Peso Relleno)

Sección	Base	Altura m	EV Ton/m	x m	y m	Mx Ton-m/m	My Ton-m/m
4	2,3	5,8	25,68	3,75	4,10	96,30	105,29
5	1,75	0	0,00	0,88	1,20	0,00	0,00
			25,68			96,30	105,29
	<b>Carga Ton/m</b>	<b>x m</b>	<b>y m</b>				
EV	25,68	3,75	4,10				

$$DC\_estribo := 23.78 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad x\_DC\_estribo := 2.35 \text{ m} \quad y\_DC\_estribo := 1.83 \text{ m}$$

$$EV := 25.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad x\_EV := 3.75 \text{ m} \quad y\_EV := 4.10 \text{ m}$$

### Sobrecarga por CV en el terreno (LSy)

Altura Equivalente

$$heq := 600 \text{ mm} \quad heq = 0.6 \text{ m}$$

Long talón estribo

$$L\_talon := h = 2.3 \text{ m}$$

Sobrecarga por carga viva en el terreno

$$LSy := heq \cdot L\_talon \cdot w\_suelo$$

$$LSy = 2.657 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Centro de gravedad de la sobrecarga

$$x\ LSu := a + f + 0.5 \cdot h = 3.75 \text{ m}$$

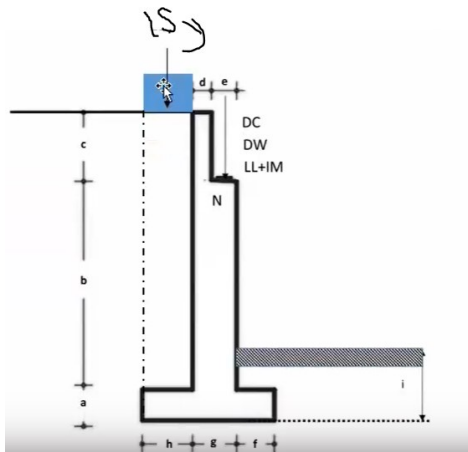


Table 3.11.6.4-1 Equivalent Height of Soil for Vehicular Loading on Abutments Perpendicular to Traffic.

Abutment Height (mm)	$h_{eq}$ (mm)
1500	1200
3000	900
$\geq 6000$	600

### Tabla Resumen Cargas Verticales

Carga	Tipo	V Ton/m	x m	M Ton-m/m
DC estribo	DC	23,78	2,35	1,83
DC super	DC	3,954	2,05	8,11
DW	DW	1,099	2,05	2,25
LL+IIM	LL+IM	0	2,05	0,00
EV	EV	25,68	3,75	96,30
LSy	LS	2,657	3,75	9,96
		57,17		118,45

### Cargas Horizontales

Coef. empuje activo

Ángulo de fricción interna  $\phi f := 35 \text{ deg}$

Ángulo fricción entre relleno y el muro  $\delta := 0 \text{ deg}$

Ángulo relleno con respecto a la horizontal  $\beta := 0 \text{ deg}$

Ángulo inclinación del muro con respecto a la horizontal  $\theta := 90 \text{ deg}$

$$\gamma := \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi f + \delta) \cdot \sin(\phi f - \beta)}{\sin(\theta - \delta) \cdot \sin(\theta + \beta)}} \right)^2 = 2.476$$

$$ka := \frac{\sin(\theta + \phi f)^2}{\gamma \cdot (\sin(\theta)^2 \cdot \sin(\theta - \delta))} = 0.271$$

### Carga LS (sobrecarga viva en el terreno)

Presión  $p1 := ka \cdot heq \cdot w_{suelo} = 0.313 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

Sobrecarga viva en el terreno  $LSx := h_{rell} \cdot p1 = 2.191 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

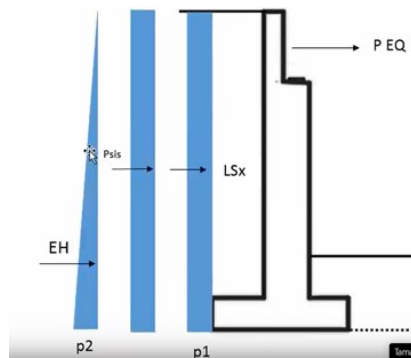
Distancia en la que actúa Lsx  $x_{LSx} := h_{rell} \cdot 0.5 = 3.5 \text{ m}$

### Empuje activo estático del terreno

Presión  $p2 := ka \cdot h_{rell} \cdot w_{suelo} = 3.652 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

Empuje activo estático  $EH := p2 \cdot 0.5 \cdot h_{rell} = 12.781 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Ubicación de la EH  $\gamma_0 := \frac{1}{3} \cdot h_{rell} = 2.333 \text{ m}$



## Fuerza Sísmica

### Coef. sísmico de aceleración horiz.

PGA  $PGA := 0.4$   
Coef. sitio  $Fpga := 1.0$

POBLACION	PARROQUIA	CANTON	PROVINCIA	Z
ELOY ALFARO	ELOY ALFARO (DURAN)	DURAN	GUAYAS	0.40
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	0.40

## TIPO B FACTOR V

### b. $F_d$ : desplazamientos para diseño en roca.

En la [Tabla 4](#) se presentan los valores del coeficiente  $F_d$  que amplifica las ordenadas de espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

Tabla 4 : Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$

## Efecto combinado PAE y PIR

PAE, Fuerza Dinámica debida al Empuje del Relleno

PIR, Fuerza Horizontal debida a la Fuerza Sísmica de la Masa del Muro

Datos

Ángulo de fricción interna  $\phi_f := 35 \text{ deg}$

Ángulo fricción entre relleno y el muro  $\delta := 0 \text{ deg}$

Ángulo relleno con respecto a la horizontal  $\beta := 0 \text{ deg}$

Ángulo de inclinación de relleno con la horizontal  $i := 0 \text{ deg}$

Coef. sísmico de aceleración horizontal suponiendo que no ocurre ningún desplazamiento del muro  $kh_0 := F_{pga} \cdot PGA = 0.4$

Coef. de aceleración vertical  $kv := 0$

Coef. de aceleración horizontal  $kh := 0.5 \cdot kh_0 = 0.2$

$$\theta_{M0} := \text{atan}\left(\frac{kh}{1 - kv}\right) = 11.31 \text{ deg}$$

$$\phi \geq i + \theta_{M0} = i + \arctan\left(\frac{kh}{1 - kv}\right) \quad \left. \begin{array}{l} \text{if } \phi_f > \theta_{M0} \\ \text{“Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{“No cumple”} \end{array} \right\} = \text{“Cumple”}$$

### Coefficiente de Presión Activa Sísmica del Terreno

$$k_{AE} := \frac{\cos(\phi_f - \theta M0 - \beta)^2}{\cos(\theta M0) \cdot \cos(\beta)^2 \cdot \cos(\delta + \beta + \theta M0)} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_f + \delta) \cdot \sin(\phi_f - \theta M0 - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta M0) \cdot \cos(i - \beta)}}\right)^{-2}$$

$$k_{AE} = 0.396$$

### PAE, Fuerza Dinámica debida al Empuje del Relleno

$$PAE := 0.5 \cdot k_{AE} \cdot h_{rell}^2 \cdot w_{suelo} = 18.657 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Empuje activo estático del terreno

$$EH = 12.781 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Diferencia entre el empuje activo estático y el empuje del terreno debido al sismo

$$\Delta PAE := PAE - EH = 5.876 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{o1} := 0.5 \cdot h_{rell} = 3.5 \text{ m}$$

### PIR, Fuerza Horizontal debida a la Fuerza Sísmica de la Masa del Muro

Peso del Estribo  $Ww := DC_{estribo} = 23.78 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Centro Gravedad Estribo  $cg_{estribo} := x_{DC_{estribo}} = 2.35 \text{ m}$

Peso terreno tributario  $Ws := EV = 25.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Centro Gravedad Terreno  $cg_{terreno} := x_{EV} = 3.75 \text{ m}$

Centro Gravedad del estribo y terreno tributario  $cg := 0.5 \cdot (cg_{estribo} + cg_{terreno}) = 3.05 \text{ m}$

$$PIR := kh \cdot (Ww + Ws) = 9.892 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

### Efecto combinado de PAE y PIR

$$Psis := \Delta PAE + 0.5 \cdot PIR = 10.822 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$As := Fpga \cdot PGA \cdot kh0 = 0.16$$

$$PEq := (DC + DW) \cdot As = 0.808 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{o2} := a + b + 0.5 c = 6.25 \text{ m}$$

**Tabla Resumen Cargas Horizontales**

Carga	Tipo	FH Ton/m	y m	M Ton-m/m
LSx	LS	2,19	3,50	7,67
EH	EH	12,78	2,33	29,78
P. Sísmica	EQ	13,27	3,25	43,13
P EQ	EQ	1,16	6,25	7,28
		29,41		87,86

**Comprobación de dimensiones por Estados Limites**

**Estado limites aplicables y combinaciones de cargas**

Resistencia I - Evento Extremo  $n := 1$

**Cargas Verticales**

$$DC\_estribo = 23.78 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad DC = 3.954 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad DW = 1.099 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$EV = 25.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad LL\_IM = 0 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad LSy = 2.657 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

**Estado limites mínimos**

$$Rmin\_DC\_estribo := DC\_estribo \cdot 0.9 = 21.402 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmin\_DC\_super := DC \cdot 0.9 = 3.559 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmin\_DW\_super := DW \cdot 0.65 = 0.714 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmin\_EV := EV \cdot 1 = 25.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmin\_LL\_IM := LL\_IM \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmin\_LSy := LSy \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$RminCV := Rmin\_DC\_estribo + Rmin\_DC\_super + Rmin\_DW\_super + Rmin\_EV + Rmin\_LL\_IM + Rmin\_LSy$$

$$RminCV = 51.355 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

**Estado limites máximos**

$$Rmax\_DC\_estribo := DC\_estribo \cdot 1.25 = 29.725 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmax\_DC\_super := DC \cdot 1.25 = 4.943 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Rmax\_DW\_super := DW \cdot 1.5 = 1.648 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$



$$Rmax\_EV := EV \cdot 1.35 = 34.668 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmax\_LL\_IM := LL\_IM \cdot 1.75 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmax\_LSy := LSy \cdot 1.75 = 4.649 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$RmaxCV := Rmax\_DC\_estribo + Rmax\_DC\_super + Rmax\_DW\_super + Rmax\_EV + Rmax\_LL\_IM + Rmax\_LSy$$

$$RmaxCV = 75.633 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

### Estado limites EEI

$$Reei\_DC\_estribo := DC\_estribo \cdot 1.25 = 29.725 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Reei\_DC\_super := DC \cdot 1.25 = 4.943 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Reei\_DW\_super := DW \cdot 1.5 = 1.648 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Reei\_EV := EV \cdot 1.35 = 34.668 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Reei\_LL\_IM := LL\_IM \cdot 0.5 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Reei\_LSy := LSy \cdot 0.5 = 1.328 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$ReeiCV := Reei\_DC\_estribo + Reei\_DC\_super + Reei\_DW\_super + Reei\_EV + Reei\_LL\_IM + Reei\_LSy$$

$$ReeiCV = 72.312 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

### Momento estabilizador por Cargas Verticales

$$MDC\_estribo := 1.83 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MDC := 8.11 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MDW := 2.25 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MEV := 96.3 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MLL\_IM := 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$MLSy := 9.96 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Estado limites mínimos

$$Rmin\_DC\_estribo := MDC\_estribo \cdot 0.9 = 1.647 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmin\_DC\_super := MDC \cdot 0.9 = 7.299 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmin\_DW\_super := MDW \cdot 0.65 = 1.463 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmin\_EV := MEV \cdot 1 = 96.3 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmin\_LL\_IM := MLL\_IM \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmin\_LSy := MLSy \cdot 1.75 = 17.43 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$RminMV := Rmin\_DC\_estribo + Rmin\_DC\_super + Rmin\_DW\_super + Rmin\_EV + Rmin\_LL\_IM + Rmin\_LSy$$

$$RminMV = 124.139 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Estado limites máximos

$$Rmax\_DC\_estribo := MDC\_estribo \cdot 1.25 = 2.288 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_DC\_super := MDC \cdot 1.25 = 10.138 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_DW\_super := MDW \cdot 1.5 = 3.375 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_EV := MEV \cdot 1.35 = 130.005 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_LL\_IM := MLL\_IM \cdot 1.75 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_LSy := MLSy \cdot 1.75 = 17.43 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$RmaxMV := Rmax\_DC\_estribo + Rmax\_DC\_super + Rmax\_DW\_super + Rmax\_EV + Rmax\_LL\_IM + Rmax\_LSy$$

$$RmaxMV = 163.235 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Estado limites EEI

$$Reei\_DC\_estribo := MDC\_estribo \cdot 1.25 = 2.288 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_DC\_super := MDC \cdot 1.25 = 10.138 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_DW\_super := MDW \cdot 1.5 = 3.375 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_EV := MEV \cdot 1.35 = 130.005 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_LL\_IM := MLL\_IM \cdot 0.5 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_LSy := MLSy \cdot 0.5 = 4.98 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$ReeiMV := Reei\_DC\_estribo + Reei\_DC\_super + Reei\_DW\_super + Reei\_EV + Reei\_LL\_IM + Reei\_LSy$$

$$ReeiMV = 150.785 \text{ tonnef} \cdot m$$

### **Tabla Resumen Cargas Verticales**

---

TIPO	DC	DW super	EV	LL+IM	LS	Σ	
CARGAS VERT.	DC estribo	DC super	DW super	EV	LL+IM	LSy	Vu, Ton
V, Ton	23,78	3,95	1,10	25,68	0,00	2,65	57,167
Resistencia I	0,9	0,9	0,65	1	0	0	
Min	21,40	3,56	0,71	25,68	0	0	51,35
Resistencia I	1,25	1,25	1,5	1,35	1,75	1,75	
Max	29,73	4,94	1,65	34,67	0,00	4,64	75,63
E.E.I	1,25	1,25	1,5	1,35	0,5	0,5	
	29,73	4,94	1,65	34,67	0,00	1,33	72,31

### Tabla Resumen Momentos Verticales

TIPO	DC	DW	EV	LL+IM	LS	Σ	
CARGAS VERT.	DC estribo	DC super	DW	EV	LL+IM	LSy	Vu, Ton
Mv, Ton*m	1,83	8,11	2,25	96,3	0	9,96	118,45
Resistencia I	0,9	0,9	0,65	1	0	1,75	
Min	1,65	7,30	1,46	96,30	0	17,43	124,14
Resistencia I	1,25	1,25	1,5	1,35	1,75	1,75	
Max	2,29	10,14	3,38	130,01	0,00	17,43	163,24
E.E.I	1,25	1,25	1,5	1,35	0,5	0,5	
	2,29	10,14	3,38	130,01	0,00	4,98	150,79

### Cargas Horizontales

$$LSx = 2.191 \frac{\text{tonnef}}{m} \quad EH = 12.781 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Psis = 10.822 \frac{\text{tonnef}}{m} \quad PEq = 0.808 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

#### Estado limites mínimos

$$Rmin\_LSx := LSx \cdot 1.75 = 3.834 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmin\_HE := EH \cdot 0.9 = 11.503 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmin\_Psis := Psis \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmin\_PEq := PEq \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$RminCH := Rmin\_LSx + Rmin\_HE + Rmin\_Psis + Rmin\_PEq$$

$$RminCH = 15.337 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

#### Estado limites máximos

$$Rmax\_LSx := LSx \cdot 1.75 = 3.834 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$Rmax\_HE := EH \cdot 1.5 = 19.171 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{max\_Psis} := P_{sis} \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{max\_PEq} := P_{Eq} \cdot 0 = 0 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{maxCH} := R_{max\_LSx} + R_{max\_HE} + R_{max\_Psis} + R_{max\_PEq}$$

$$R_{maxCH} = 23.005 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

#### Estado limites EEI

$$R_{eei\_LSx} := L_{Sx} \cdot 0.5 = 1.095 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{eei\_HE} := E_{H} \cdot 1.5 = 19.171 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{eei\_Psis} := P_{sis} \cdot 1 = 10.822 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{eei\_PEq} := P_{Eq} \cdot 1 = 0.808 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

$$R_{eeiCH} := R_{eei\_LSx} + R_{eei\_HE} + R_{eei\_Psis} + R_{eei\_PEq}$$

$$R_{eeiCH} = 31.897 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

#### Momento de volteo por Cargas Horizontales

$$M_{LSx} := 7.67 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{EH} := 29.78 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{Psis} := 43.13 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{PEq} := 7.28 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### Estado limites mínimos

$$R_{min\_LSx} := M_{LSx} \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$R_{min\_HE} := M_{EH} \cdot 0.9 = 26.802 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$R_{min\_Psis} := M_{Psis} \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$R_{min\_PEq} := M_{PEq} \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$R_{minMH} := R_{min\_LSx} + R_{min\_HE} + R_{min\_Psis} + R_{min\_PEq}$$

$$R_{minMH} = 26.802 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### Estado limites máximos

$$R_{max\_LSx} := M_{LSx} \cdot 1.75 = 13.423 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_HE := MEH \cdot 1.5 = 44.67 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_Psis := MPsis \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Rmax\_PEq := MPEq \cdot 0 = 0 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$RmaxMH := Rmax\_LSx + Rmax\_HE + Rmax\_Psis + Rmax\_PEq$$

$$RmaxMH = 58.093 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Estado limites EEI

$$Reei\_LSx := MLSx \cdot 0.5 = 3.835 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_HE := MEH \cdot 1.5 = 44.67 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_Psis := MPsis \cdot 1 = 43.13 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Reei\_PEq := MPEq \cdot 1 = 7.28 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$ReeiMH := Reei\_LSx + Reei\_HE + Reei\_Psis + Reei\_PEq$$

$$ReeiMH = 98.915 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Tabla Resumen Horizontales

TIPO	LS	EH	EQ		Σ
CARGAS HOR.	LSx	EH	P Sism.	P EQ	Hu, Ton
H, Ton	2,191	12,781	13,272	1,164	29,408
Resistencia I	<b>1,75</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Min	3,83	11,50	0	0	15,34
Resistencia I	<b>1,75</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Max	3,83	19,17	0,00	0,00	23,01
E.E.I	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
	1,10	19,17	13,27	1,16	34,70

### Tabla Resumen Momentos Horizontales

TIPO	LS	EH	EQ		Σ
CARGAS HOR.	LSx	EH	P Sism.	P EQ	Hu, Ton
Mh, Ton*m	7,67	29,78	43,13	7,28	87,86
Resistencia I	<b>0</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Min	0,00	26,80	0	0	26,80
Resistencia I	<b>1,75</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Max	13,42	44,67	0,00	0,00	58,09
E.E.I	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
	3,84	44,67	43,13	7,28	98,92

## Chequeo estabilidad y esfuerzos

### Estado limite de Resistencia

Ancho de zapata, B	$B := f + g + h = 4.9 \text{ m}$
Excentricidad máxima	$e_{max} := \frac{B}{3} = 1.633 \text{ m}$
Momento max vertical, Mvu	$Mvu := R_{max}MV = 163.235 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
Momento max horizontal, Mvu	$Mhu := R_{max}MH = 58.093 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
Carga max vertical, Vu	$Vu := R_{max}CV = 75.633 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Ubicación de fuerza Resultante, Xo	$Xo := \frac{Mvu - Mhu}{Vu \cdot 1} = 1.39 \text{ m}$
Excentricidad, ex	$ex := \frac{B}{2} - Xo = 1.06 \text{ m}$
$Test1 := \text{if } ex < e_{max}$    "OK" else    "Cambiar dimensiones"	= "OK"
Momento min vertical, Mvu	$Mvu := R_{min}MV = 124.139 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
Momento min horizontal, Mvu	$Mhu := R_{min}MH = 26.802 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
Carga min vertical, Vu	$Vu := R_{min}CV = 51.355 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Ubicación de fuerza Resultante, Xo	$Xo := \frac{Mvu - Mhu}{Vu \cdot 1} = 1.895 \text{ m}$
Excentricidad, ex	$ex := \frac{B}{2} - Xo = 0.555 \text{ m}$
$Test2 := \text{if } ex < e_{max}$    "OK" else    "Cambiar dimensiones"	= "OK"

### Tabla Resumen E. L. máximo

ESTADO	Vu	Mvu	Mhu	Xo	e=B/2 - Xo	e <sub>max</sub>	e<e <sub>max</sub>
	Ton/m	Ton*m/m	Ton*m/m	Ton*m/m	m	m	
Resistencia I Min	51,355	124,139	26,802	1,895	0,555	1,633	OK

<b>Resistencia I Max</b>	75,633	163,235	58,093	1,39	1,06	1,633	OK
--------------------------	--------	---------	--------	------	------	-------	----

### Estado limite de evento extremo

Tabla 10.5.5-1 – Factores de Resistencia para el Estado Límite de Resistencia de las Fundaciones Superficiales

MÉTODOS/SUELO/CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Capacidad de carga y empuje pasivo	Arena:	
	• Procedimiento semiempírico utilizando datos de ensayos SPT	0,45
	• Procedimiento semiempírico utilizando datos de ensayos de penetración (CPT)	0,55
	• Método racional - usando $\phi$ estimado a partir de datos de ensayos SPT	0,35
	usando $\phi$ estimado a partir de datos de ensayos CPT	0,45
	Arcilla	
	• Procedimiento semiempírico utilizando datos de ensayos CPT	0,50
	• Método racional - usando la resistencia al corte medida en ensayos en laboratorio	0,60
	usando la resistencia al corte medida en ensayos de molinete in situ	0,60
	usando la resistencia al corte estimada a partir de datos de ensayos CPT	0,50
	Roca	
• Procedimiento semiempírico, Carter y Kulhawy (1988)	0,60	
Ensayo con placa de carga	0,55	

Factor de EQ  $\gamma_{EQ} := 0.5$

Excentricidad máxima,  $e_{max}$   $e_{max} := \frac{11}{30} \cdot B = 1.797 \text{ m}$

Momento EE vertical,  $M_{vu}$   $M_{vu} := ReeiMV = 150.785 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento EE horizontal,  $M_{hu}$   $M_{hu} := ReeiMH = 98.915 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Carga EE vertical,  $V_u$   $V_u := ReeiCV = 72.312 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Ubicación de fuerza Resultante,  $X_o$   $X_o := \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u \cdot 1 \text{ m}} = 0.717 \text{ m}$

Excentricidad,  $e_x$   $e_x := \frac{B}{2} - X_o = 1.733 \text{ m}$

$Test3 :=$  if  $e_x < e_{max}$  = "OK"  
 || "OK"  
 else  
 || "Cambiar dimensiones"

### Tabla Resumen E. L. Evento Extremo

ESTADO	$V_u$ Ton/m	$M_{vu}$ Ton*m/m	$M_{hu}$ Ton*m/m	$X_o$ Ton*m/m	$e=B/2 - X_o$ m	$e_{max}$ m	$e < e_{max}$
E.E.	72,312	150785	98,915	0,717	1,733	1,797	OK

### Deslizamiento en la base del estribo

Factor  $\phi_f := 35^\circ$

Tangente de  $\phi_f$   $\tan(\phi_f) = 0.7$

Factor	$\gamma_{EQ} := 0.5$
E. Limite Resistencia,	$\phi_r := 0.8$
E Limite E. Extremo,	$\phi_e := 0.8$
Carga max vertical, Vu	$Vu := R_{maxCV} = 75.633 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Resultante, R	$R := Vu \cdot \tan(\phi_f) \cdot \phi_r = 42.367 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Actuante, HU	$HU := R_{maxCH} = 23.005 \frac{\text{tonnef}}{m}$
	$\begin{array}{l} \text{Test1} := \text{if } R > HU \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{array} \Bigg  = \text{ "OK" }$
Carga min vertical, Vu	$Vu := R_{minCV} = 51.355 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Resultante, R	$R := Vu \cdot \tan(\phi_f) \cdot \phi_r = 28.767 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Actuante, HU	$HU := R_{minCH} = 15.337 \frac{\text{tonnef}}{m}$
	$\begin{array}{l} \text{Test2} := \text{if } R > HU \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{array} \Bigg  = \text{ "OK" }$
Carga EE vertical, Vu	$Vu := R_{eeiCV} = 72.312 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Resultante, R	$R := Vu \cdot \tan(\phi_f) \cdot \phi_e = 40.507 \frac{\text{tonnef}}{m}$
Actuante, HU	$HU := R_{eeiCH} = 31.897 \frac{\text{tonnef}}{m}$
	$\begin{array}{l} \text{Test3} := \text{if } R > HU \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{array} \Bigg  = \text{ "OK" }$

**Tabla Resumen de Deslizamiento en la base del estribo**



ESTADO	Vu Ton/m	Resistente Ton*m/m	Actuante Ton*m/m	Resist>Actuac
Resistencia I Min	51,36	28,77	15,34	OK
Resistencia I Max	75,63	42,37	23,01	OK
E.E.	72,31	40,51	31,90	OK

### Presiones actuantes en la base del estribo

#### Estado Limite de Servicio

Capacidad Admisible Suelo  $q_{adm} := 2.67 \frac{kgf}{cm^2}$

Factor de Seguridad  $FS := 3$

#### Estado limite de Resistencia MAX

E. Limite Resistencia,  $\phi b := 0.45$

Capacidad de carga factorada del terreno, qR  $qR := \phi b \cdot q_{adm} \cdot FS = 3.605 \frac{kgf}{cm^2}$

Momento max vertical, Mvu  $Mvu := RmaxMV = 163.235 \text{ tonnef} \cdot m$

Momento max horizontal, Mhu  $Mhu := RmaxMH = 58.093 \text{ tonnef} \cdot m$

Carga max vertical, Vu  $Vu := RmaxCV = 75.633 \frac{tonnef}{m}$

Ubicación de fuerza Resultante, Xo  $Xo := \frac{Mvu - Mhu}{Vu \cdot 1 m} = 1.39 m$

Excentricidad, ex  $ex := \frac{B}{2} - Xo = 1.06 m$

Capacidad de carga del terreno, q  $q := \frac{Vu}{B - 2 \cdot ex} = 2.72 \frac{kgf}{cm^2}$

$$Test1 := \begin{cases} \text{if } q < qR \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \quad \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{cases} = \text{"OK"}$$

#### Estado limite de Resistencia MIN

Momento min vertical, Mvu  $Mvu := RminMV = 124.139 \text{ tonnef} \cdot m$

Momento min horizontal, Mhu  $Mhu := RminMH = 26.802 \text{ tonnef} \cdot m$

Carga min vertical, Vu  $Vu := RminCV = 51.355 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Ubicación de fuerza Resultante, Xo  $Xo := \frac{Mvu - Mhu}{Vu \cdot 1 \text{ m}} = 1.895 \text{ m}$

Excentricidad, ex  $ex := \frac{B}{2} - Xo = 0.555 \text{ m}$

Capacidad de carga del terreno, q  $q := \frac{Vu}{B - 2 \cdot ex} = 1.355 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$Test2 := \begin{array}{l} \text{if } q < qR \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{"OK"}$$

### Estado limite de evento extremo

E Limite E. Extremo,  $\varphi_e := 1$

Capacidad de carga factorada del terreno, qR  $qR := \varphi_e \cdot qadm \cdot FS = 8.01 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Momento EE vertical, Mvu  $Mvu := ReeiMV = 150.785 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento EE horizontal, Mhu  $Mhu := ReeiMH = 98.915 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Carga EE vertical, Vu  $Vu := ReeiCV = 72.312 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Ubicación de fuerza Resultante, Xo  $Xo := \frac{Mvu - Mhu}{Vu \cdot 1 \text{ m}} = 0.717 \text{ m}$

Excentricidad, ex  $ex := \frac{B}{2} - Xo = 1.733 \text{ m}$

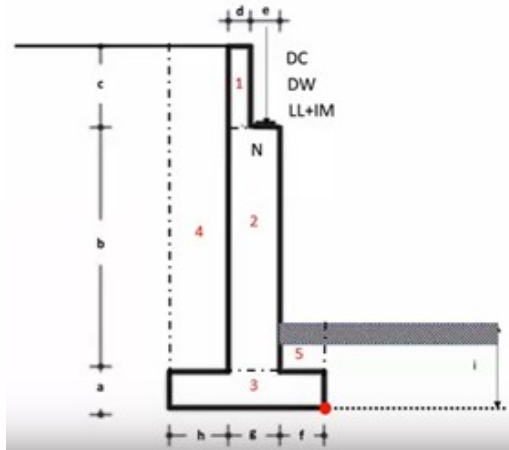
Capacidad de carga del terreno, q  $q := \frac{Vu}{B - 2 \cdot ex} = 5.041 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$$Test3 := \begin{array}{l} \text{if } q < qR \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No OK" } \end{array} \quad \Bigg| = \text{"OK"}$$

### Tabla Resumen de Presiones actuantes en la base del estribo

ESTADO	Vu	Mvu	Mhu	Xo	e=B/2 - Xo	q=Vu/B-2e	q=Vu/B-2e	q < qR
--------	----	-----	-----	----	------------	-----------	-----------	--------

	Ton/m	Ton*m/m	Ton*m/m	Ton*m/m	m	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	
<b>Rest. I Min</b>	51,36	124,14	26,80	1,90	0,56	1,36	3,61	<b>OK</b>
<b>Rest. I Max</b>	75,63	163,24	58,09	1,39	1,06	2,72	3,61	<b>OK</b>
<b>E.E.</b>	72,31	150,79	98,92	0,72	1,73	5,04	8,01	<b>OK</b>



Dimensiones Estribo:

- $a = 1.2 \text{ m}$
- $b = 4.3 \text{ m}$
- $c = 1.5 \text{ m}$
- $d = 0.25 \text{ m}$
- $e = 0.6 \text{ m}$
- $f = 1.75 \text{ m}$
- $g = 0.85 \text{ m}$
- $h = 2.3 \text{ m}$
- $i := 1.20 \text{ m}$

Se comprueba que las dimensiones seleccionadas son las correctas

## Acero por flexión

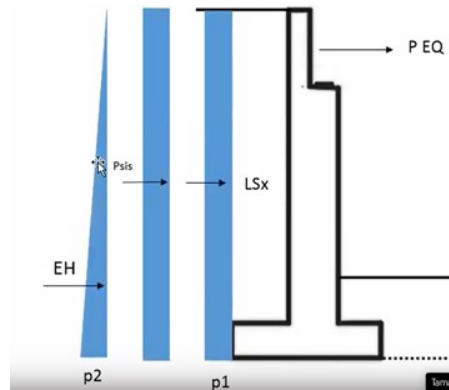
### Calculo del hierro

#### Diseño de pantalla

Altura de estribo	$H := b + c = 5.8 \text{ m}$
Presión	$p1 = 0.313 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Sobrecarga viva en el terreno	$LSx = 2.191 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Distancia en la que actúa Lsx	$x_{LSx} = 3.5 \text{ m}$
Presión	$p2 = 3.652 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Empuje activo estático	$EH = 12.781 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Ubicación de la EH	$\gamma_0 = 2.333 \text{ m}$
Fuerza sísmica	$P_{sis} = 10.822 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Ubicación de la Psis	$\gamma_{01} = 3.5 \text{ m}$
Fuerza sísmica por superestruc.	$PEq = 0.808 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Ubicación de la PEq

$$\gamma_{o2} := a + b + 0.5 c = 6.25 \text{ m}$$



**Tabla Resumen de Cargas en Pantalla de Estribo**

Carga	Tipo	FH Ton/m	y m	M Ton-m/m
LSx	LS	2,19	3,50	7,67
EH	EH	12,78	2,33	29,78
P. Sísmica	EQ	10,82	3,50	37,88
P EQ	EQ	0,81	6,25	5,05

**Momentos de diseño en la base de la pantalla:**

Sobrecarga viva en el terreno  $MLSx := LSx \cdot x_{LSx} \cdot 1 \text{ m} = 7.668 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Empuje activo estático  $MEH := EH \cdot \gamma_o \cdot 1 \text{ m} = 29.821 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Fuerza sísmica  $MPsis := Psis \cdot \gamma_{o1} \cdot 1 \text{ m} = 37.878 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Fuerza sísmica por super estruc.  $MPEq := PEq \cdot \gamma_{o2} \cdot 1 \text{ m} = 5.053 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Resistencia I - Evento Extremo  $n := 1$

**Estado limites de Resistencia I**

Momento ultimo E.L.R. 1  $MRu := n \cdot ((1.75 \cdot MLSx) + (1.50 \cdot MEH))$

$$MRu = 58.152 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**Estado limites de Evento Extremo I**

Momento ultimo E.E. 1  $MEu := n \cdot ((0.5 \cdot MLSx) + (1 \cdot MEH) + (1 \cdot (MPsis + MPEq)))$

$$MEu = 76.586 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**Momento ultimo Estado limite**  $Mu := \max(MRu, MEu) = 76.586 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

## Calculo del Acero

Diámetro de hierro, $d_i$	$d_i := 2.5 \text{ cm}$	(Hierro principal - Asumido)
Area de hierro, $A_h$	$A_h := \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} = 4.909 \text{ cm}^2$	
Recubrimiento del hierro, $rec$	$rec := 7.5 \text{ cm}$	(Extraído de la norma 5.12.3.1)
Recubrimiento total	$z := rec + \frac{d_i}{2} = 8.75 \text{ cm}$	
Espesor del estribo,	$t := d + e = 85 \text{ cm}$	
Peralte efectivo	$de := t - z = 76.25 \text{ cm}$	

## Cuantía del refuerzo (AS) y ( $\alpha$ )

Momento ultimo Estado limite	$M_u = 76586.363 \text{ kgf} \cdot \text{m}$	
Resistencia a la compresión	$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Fluencia del hierro	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	
Ancho efectivo (1m de diseño)	$b := 100 \text{ cm}$	(Asumido)
Beta en Función de $F_y$	$\beta_1 := 0.85$	

$\phi$ , Factor de Flexión (E.E.)

<u>Determinación de la cuantía de acero AS.</u>	$\beta_1 := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } f'_c \leq 28 \text{ MPa} \\ \quad \left\  \begin{array}{l} 0.85 \\ \text{if } f'_c > 56 \text{ MPa} \\ \quad \left\  \begin{array}{l} 0.65 \\ \text{if } 28 \text{ MPa} < f'_c \leq 56 \text{ MPa} \\ \quad \left\  \begin{array}{l} 0.85 - \left( 0.05 \cdot \frac{(f'_c - 28 \text{ MPa})}{7 \text{ MPa}} \right) \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. = 0.85$
---	---

Factor de reducción de resistencia (Asumido):

$$\phi := 0.9 \quad j := 0.9$$

Expresión aproximada:

$$A_{s_p} := \frac{M_u}{(\phi \cdot f_y \cdot j \cdot de)} = 29.524 \text{ cm}^2$$

Profundidad del bloque de esfuerzos a compresión:

$$a_p := \frac{(A_{s_p}) \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} = 5.21 \text{ cm}$$

Ubicación del eje neutro:

$$c_p := \frac{a_p}{\beta_1} = 6.13 \text{ cm}$$

### Separación del hierro, s

$$\text{Separación del hierro, } s \quad s := \frac{Ah}{As_p} = 0.166 \frac{1}{m} \cdot m \quad s = 16.626 \frac{1}{m} \cdot cm$$

**Redondear S al menor entero, s**  $s := \text{trunc}(16.626) \cdot 1 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$

### Comprobación de separación del hierro, s

$$\text{Separación máxima del hierro, } s = 1.5 \cdot t \quad s_{max1} := 1.5 \cdot t = 127.5 \text{ cm}$$

$$\text{Separación máxima del hierro según ASSTHO, } s \quad s_{max2} := 45 \text{ cm}$$

$$\text{Test}_2 := \begin{cases} \text{if } s \leq s_{max1} & \text{=} \text{“Cumple”} \\ \text{“Cumple”} & \\ \text{else} & \\ \text{“No cumple”} & \end{cases}$$

## **Varillas de hierro $\Phi$ 25 mm con separación de 16 cm**

### **REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA EN LA PANTALLA.**

A. 5.10.8

$$\begin{aligned} \text{Espesor pantalla: } A_{est} &:= t = 0.85 \text{ m} & \text{Altura muro: } l7 &:= 4.3 \text{ m} \\ A_{s.temp} &:= \frac{(0.75 \cdot (A_{est}) \cdot l7) \cdot MPa}{2 \cdot ((A_{est}) + l7) \cdot fy} = 0.646 \frac{mm^2}{mm} & 0.233 &= < Asct = < 1.27 \\ & & & \text{mm}^2 / \text{mm} \end{aligned}$$

**∴ Cumple**

### **Emplear:**

Diámetro del acero de refuerzo:

$$d_{hierro.t} := 14 \text{ mm}$$

Área del acero de refuerzo:

$$A_{hierro.t} := 0.25 \pi \cdot d_{hierro.t}^2 = 153.938 \text{ mm}^2$$

$$S_{a.p.t} := \frac{A_{hierro.t}}{A_{s.temp}} = 23.823 \text{ cm}$$

### SEPARACIÓN MÁXIMA HIERRO:

$S_{max} = 3 \cdot \text{Espesor Estribo, cm}$

$$S_{max1} := 3 \cdot A_{est} = 255 \text{ cm}$$

$S_{max,cm}$

$$S_{max2} := 45 \text{ cm}$$

## **Varillas de hierro $\Phi$ 14 mm @25 cm**

### **DISEÑO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA.**

**Diámetro de hierro,  $d_i$**

$$d_i := 2.0 \text{ cm}$$

(Hierro principal - Asumido)

..?

Area de hierro, Ah	$Ah := \pi \cdot \frac{di^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$
Recubrimiento del hierro, rec	$rec := 7.5 \text{ cm}$ (Extraído de la norma 5.12.3.1)
Recubrimiento total	$z := rec + \frac{di}{2} = 8.5 \text{ cm}$
Espesor del estribo,	$l1 := 1.2 \text{ m}$
Peralte efectivo	$de := l1 - z = 111.5 \text{ cm}$

### Cuantía del refuerzo (AS) y (a)

Momento ultimo Estado limite	$Mu = 76586.363 \text{ kgf} \cdot \text{m}$
Resistencia a la compresión	$f'c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Fluencia del hierro	$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ancho efectivo (1m de diseño)	$b := 100 \text{ cm}$ (Asumido)
Beta en Función de Fy	$\beta_1 := 0.85$

$\phi$ , Factor de Flexión (E.E.)

Determinación de la cuantía de acero  
As.

$$\beta_1 := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } f'c \leq 28 \text{ MPa} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0.85 \\ \text{if } f'c > 56 \text{ MPa} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0.65 \\ \text{if } 28 \text{ MPa} < f'c \leq 56 \text{ MPa} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 0.85 - \left( 0.05 \cdot \frac{(f'c - 28 \text{ MPa})}{7 \text{ MPa}} \right) \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| = 0.85$$

Factor de reducción de resistencia (Asumido):  $\phi := 0.9$   $j := 0.9$

Expresión aproximada:  $As_p := \frac{Mu}{(\phi \cdot fy \cdot j \cdot de)} = 20.19 \text{ cm}^2$

Profundidad del bloque de esfuerzos a compresión:  $a_p := \frac{(As_p) \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = 3.563 \text{ cm}$

Ubicación del eje neutro:  $c_p := \frac{a_p}{\beta_1} = 4.192 \text{ cm}$

### Separación del hierro, s

$$\text{Separación del hierro, } s \quad s := \frac{Ah}{As_p} = 0.156 \frac{1}{m} \cdot m \quad s = 15.56 \frac{1}{m} \cdot cm$$

Redondear S al menor entero, s  $s := \text{trunc}(16.626) \cdot 1 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$

### Comprobación de separación del hierro, s

$$\text{Separación máxima del hierro, } s = 1.5 \cdot t \quad s_{max1} := 1.5 \cdot t = 127.5 \text{ cm}$$

$$\text{Separación máxima del hierro según ASSTHO, } s \quad s_{max2} := 45 \text{ cm}$$

$$\text{Test}_2 := \begin{cases} \text{if } s \leq s_{max1} & \text{=} \text{“Cumple”} \\ \text{|| “Cumple”} \\ \text{else} \\ \text{|| “No cumple”} \end{cases}$$

## **Varillas de hierro $\Phi$ 20 mm con separación de 16 cm**

### Acero por temperatura

#### **REFUERZO POR CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA EN LA ZAPATA.** A.5.10.8

$$\text{Espesor zapata: } l1 := 1.2 \text{ m} \quad \text{Ancho zapata: } B := 4.9 \text{ m} \quad fy := 420 \text{ MPa}$$

$$A_{s.t.z} := \frac{(0.75 \cdot B \cdot l1) \cdot MPa}{2 \cdot (B + l1) \cdot fy} = 0.861 \frac{mm^2}{mm} \quad 0.233 = < Asct = < 1.27 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

**∴ Cumple**

#### **Emplear:**

diametro del acero de refuerzo

$$d_{h.t.z} := 18 \text{ mm}$$

Area del acero de refuerzo.

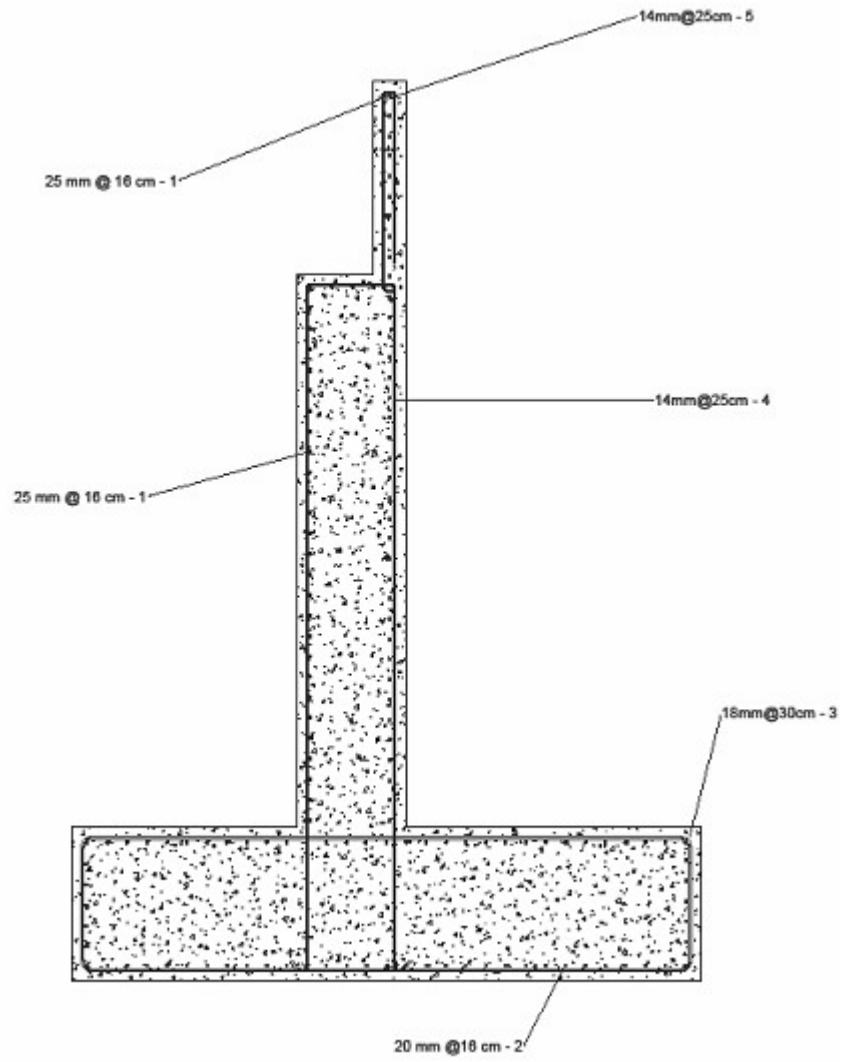
$$A_{h.t.z} := 0.25 \pi \cdot d_{h.t.z}^2 = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$S_{a.p.t.z} := \frac{A_{h.t.z}}{A_{s.t.z}} = 29.567 \text{ cm}$$

**EMPLEAR  $\Phi$ 18 mm @30cm**



## Detalle de los aceros de refuerzo.



# Diseño de puente peatonal sostenible que permita la movilidad entre edificio 14B con patio de comidas en FADCOM.

## PROBLEMA

La expansión de la Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM) presenta un **desafío crítico en la conectividad entre el auditorio y el nuevo estudio de grabación**, junto al comedor.



Fuente: Autores.

## OBJETIVO GENERAL



Fuente: Google Earth; Edición propia, 2023.

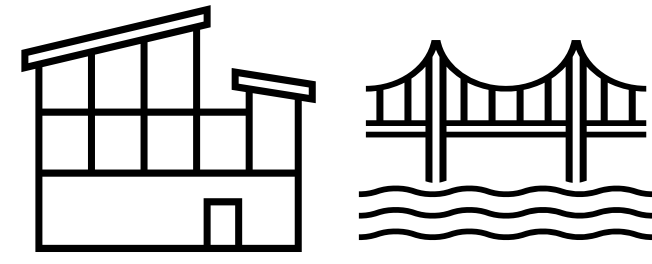
Diseñar un **puente peatonal** a través de un análisis estructural, cumpliendo con las normas de diseño y especificaciones técnicas, para la **mejora de la movilidad de estudiantes**, equipos y conexión del auditorio del edificio 14B con la explanada alrededor del patio de comidas en FADCOM, durante los eventos.

## PROPUESTA

1 Desafíos de Conectividad y Espacios

2 Inclusión de Personas con Discapacidades

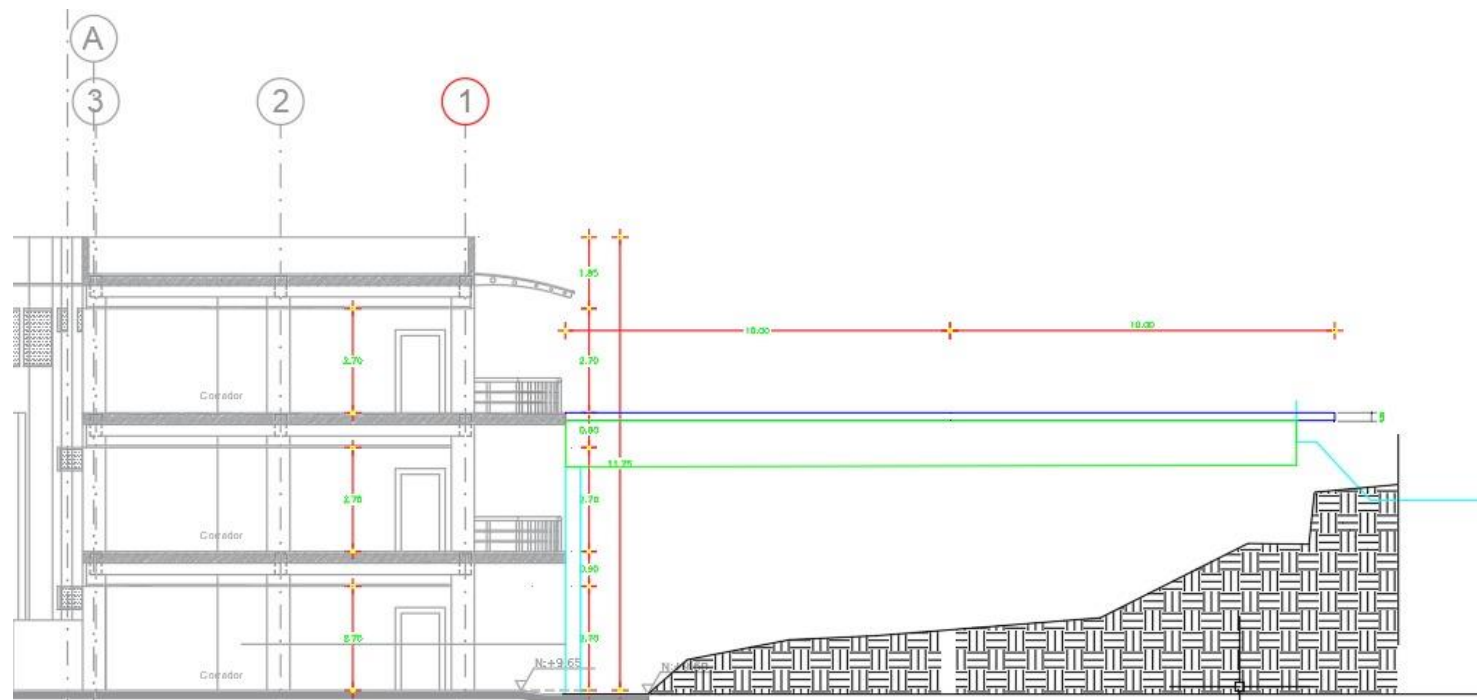
3 Puente Peatonal como Solución.



Se propone el diseño de un puente peatonal que resuelva los **desafíos de conectividad** en FADCOM.



El puente causa el **menor impacto ambiental** debido a los materiales que se usan en su construcción.



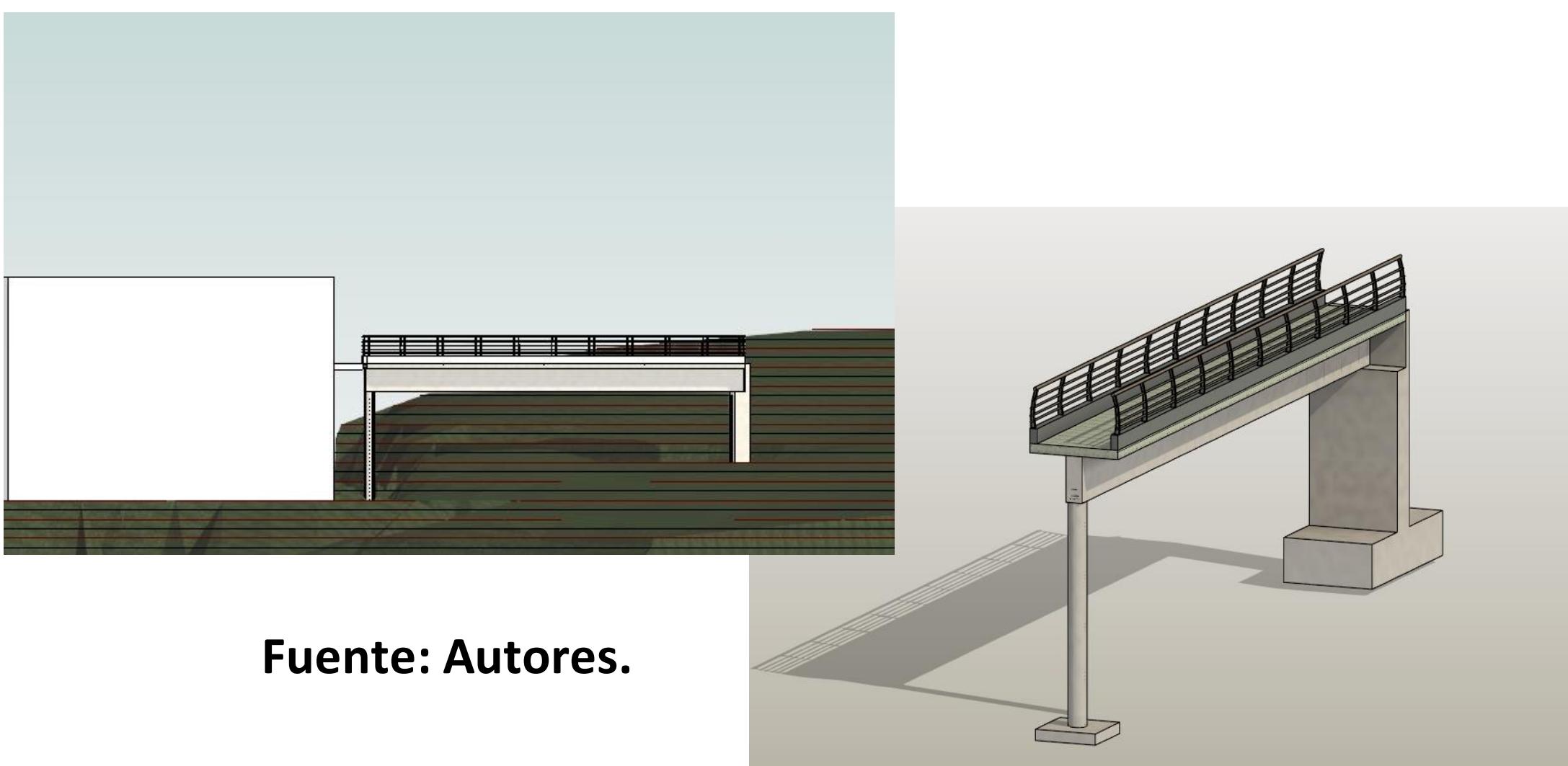
SECCION FACHADA X-X' (AULAS)

Fuente: Autores.

Con este puente se pretende la **inclusión de personas discapacitadas**, a través de accesos.



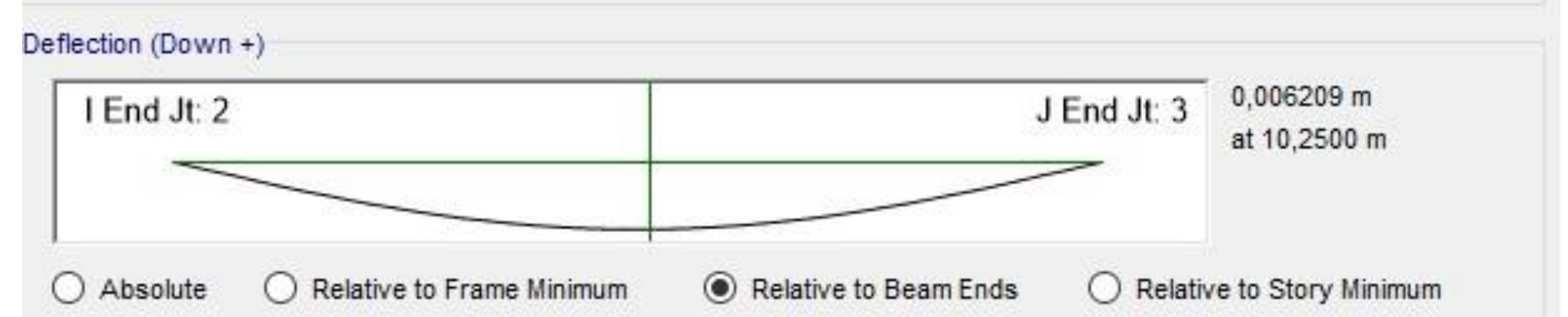
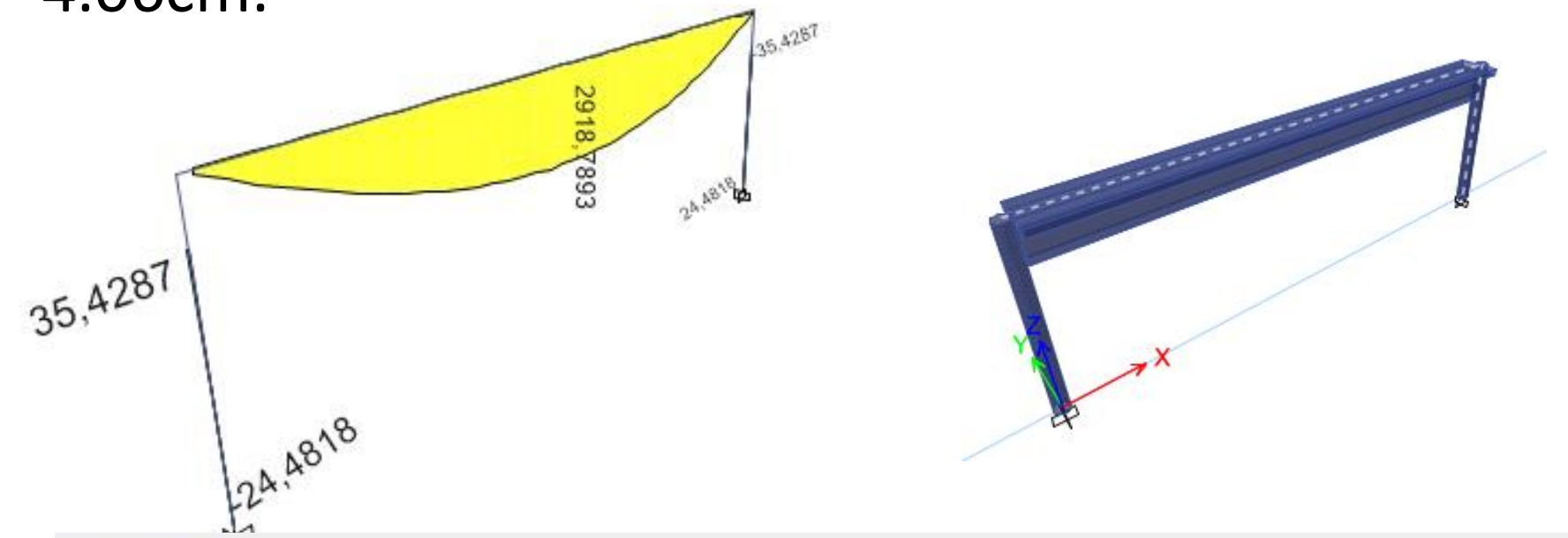
## RESULTADOS



Fuente: Autores.

- ✓ Los resultados del diseño proponen una losa de **hormigón armado** cuya longitud es de 20 metros, 2.50 metros de ancho y un espesor de 25 cm. La cual cumple con la resistencia para las cargas vivas de 10.7 kN/m y la carga muerta de 38.8 kN/m.
- ✓ La viga T con un peralte de 1.40 m y apoyos en los extremos, cumple con la profundidad mínima para tramos simples que propone la AASHTO.

- ✓ Mediante el análisis estructural del sistema viga-columna y tras considerar las combinaciones de carga se logró determinar que experimenta una deflexión de 6.21mm, lo cual está dentro del rango permisible propuesto por el ACI 318-19, que es de 4.06cm.



Fuente: Autores.

- ✓ La **subestructura** está conformada por un pilar circular de D= 50cm y un estribo en cada extremo, ambos cumplen con los análisis de volteo, empuje y sísmicos respectivamente, con FS (factores de seguridad) mínimo de 3, como lo indica la normativa para este tipo de elementos.

## CONCLUSIONES

- La relación **largo/ancho** del tablero resultó en un valor de 10, menor a lo que indica la norma(30) para cargas de viento, concluyendo que la estructura es **estable aerodinámicamente**, lo que infiere que este análisis no sea significativo.
- El proyecto tiene un costo estimado de **\$ 49.292,15**, y se podrá realizar aproximadamente en **170 días**.

- La **pila**(parte de la subestructura del puente), cumple con el criterio **columna fuerte-viga débil**, garantizando de esta manera la **estabilidad** de la estructura, para de ser el caso, resistir cargas laterales significativas.