



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL DE
HORMIGÓN ARMADO FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA CIUDAD
DE MACHALA

TINOCO BALBUCA GABRIEL FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL
DE HORMIGÓN ARMADO FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA
CIUDAD DE MACHALA

TINOCO BALBUCA GABRIEL FERNANDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL DE HORMIGÓN
ARMADO FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA CIUDAD DE MACHALA

TINOCO BALBUCA GABRIEL FERNANDO
INGENIERO CIVIL

ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO

MACHALA, 09 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
09 de diciembre de 2020

TINOCO_COMPLEXIVO_1

por GABRIEL FERNANDO TINOCO BALBUCA

Fecha de entrega: 20-nov-2020 11:05a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1451990243

Nombre del archivo: TINOCO_complexivo_1.pdf (491.43K)

Total de palabras: 2928

Total de caracteres: 14494

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 20-nov.-2020 11:06 -05

Identificador: 1451990243

Número de palabras: 2928

Entregado: 2

Índice de similitud

6%

Similitud según fuente

Internet Sources:	5%
Publicaciones:	0%
Trabajos del estudiante:	2%

TINOCO_COMPLEXIVO_1 Por
GABRIEL FERNANDO TINOCO
BALBUCA

1% match (Internet desde 26-sept.-2020)

http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/results?ic=true&isd=true&qf=LIBRARY%09Library%091%3ABQ%09Biblioteca+Queri&qf=PUBDATE%09Publication+Date%092016%092016

1% match (Internet desde 10-abr.-2018)

http://www.epmmop.gob.ec/epmmop/images/pdf/sert/Pliegos_Finales.pdf

1% match (trabajos de los estudiantes desde 16-mar.-2020)

[Submitted to Universidad Privada Boliviana on 2020-03-16](#)

1% match ()

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20468/>

1% match (trabajos de los estudiantes desde 22-ago.-2016)

[Submitted to Escuela De Ingenieria De Antiquia - Columbia on 2016-08-22](#)

< 1% match (Internet desde 10-ago.-2019)

https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2062/1/AristizabalJhony_2016_ViabilidadTecnicaEconomica.pdf

< 1% match (Internet desde 01-nov.-2016)

<http://myslide.es/documents/norma-colombiana-de-diseno-de-puentes-ccp-14.html>

< 1% match (Internet desde 10-jul.-2020)

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/192439/TFMPoloV%c3%adctor.pdf?isAllowed=y&sequence=2>

< 1% match (Internet desde 16-oct.-2020)

<https://qdoc.tips/guia-2-hormigon-armado-pdf-free.html>

< 1% match (Internet desde 29-jul.-2020)

<https://pesquisa.bvsalud.org/gim/?lang=en&q=mh%3A%22Umbilicus%2Fdiagnostic+imaging%22>

INTRODUCCIÓN Durante décadas en ciudades de todo el mundo ha existido un incremento en el comercio, en urbanizaciones, en centros comerciales, en instituciones públicas y privadas y demás sectores de cada

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, TINOCO BALBUCA GABRIEL FERNANDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL DE HORMIGÓN ARMADO FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA CIUDAD DE MACHALA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 09 de diciembre de 2020



TINOCO BALBUCA GABRIEL FERNANDO
0704908813

RESUMEN

El siguiente informe está dirigido al DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL DE HORMIGON ARMADO FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA CIUDAD DE MACHALA en el lugar antes mencionado existe una gran afluencia peatonal que provienen de los diferentes cantones de la provincia, en donde por seguridad de las personas se ha visto conveniente un diseño de puente peatonal que garantice el cruce de las personas al centro Comercial Paseo Shopping.

Aplicando las especificaciones técnicas del diseño y construcción de estructuras de hormigón armado, se diseñará la superestructura de acuerdo a la normativa vigente especificada en la norma ecuatoriana de construcción (NEC-2015), Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2.2011.

Específicamente se diseñara los elementos estructurales como los pasamanos, los postes que soportarán las barandas, el bordillo, losa y viga, con las especificaciones antes mencionadas se procederá paso a paso con cada elemento estructural, de esta manera se argumenta el desarrollo de los cálculos correspondientes.

Palabras clave: Hormigón armado, Superestructura, Cargas vivas, Cargas muertas.

ABSTRACT

The following report is aimed at the DESIGN OF THE SUPERSTRUCTURE OF THE PEDESTRIAN BRIDGE OF REINFORCED CONCRETE IN FRONT OF THE PASEO SHOPPING OF THE CITY OF MACHALA in the aforementioned place there is a large pedestrian influx that come from the different cantons of the province, where for safety of For people, a pedestrian bridge design has been found convenient to guarantee the crossing of people to the Paseo Shopping Mall.

Applying the technical specifications of the design and construction of reinforced concrete structures, the superstructure will be designed in accordance with the current regulations specified in the Ecuadorian construction standard (NEC-2015), Regulation Requirements for Structural Concrete (ACI318S-14) and the Ecuadorian Technical Regulation RTE INEN 004-2.2011.

Specifically, the structural elements such as the handrails, the posts that will support the railings, the curb, slab and beam will be designed, with the aforementioned specifications, we will proceed step by step with each structural element, in this way the development of the corresponding calculations is argued.

Keywords: Reinforced concrete, Superstructure, Live loads, Dead loads.

CONTENIDO

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CONTENIDO.....	9
LISTA DE FIGURAS	10
INTRODUCCIÓN.....	11
DESARROLLO	12
1. OBJETIVO.....	12
1.1 Objetivo General:	12
1.2 Objetivos Específicos:.....	12
2. GENERALIDADES	12
2.1 Superestructura de un puente	12
2.2 Hormigón Armado.....	13
2.3 Carga Peatonal	13
2.4 Losa de Hormigón Armado	13
2.5 Cargas Permanentes y Denominaciones	13
2.6 Vigas	14
2.7 Peraltes mínimos.....	14
2.8 Ventajas y desventajas del Hormigón Armado	14
2.9 Señalización.....	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
4. DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA	15
4.1 Diseño de barandas.....	15
4.1.1 Carga muerta DC	15
4.1.2 Solicitaciones.....	16
4.1.3 Momento resistente	16
4.2 Diseño de Poste.....	16
4.2.1 Momento Resistente.....	16
4.3 Diseño de losa	16
4.3.1 Cálculo del acero en losa.....	17
4.4 Diseño de Viga.....	17
4.4.1 Peralte mínimo	17
4.4.2 Combinaciones de Carga.....	18
4.4.3 Cálculo Acero Principal.....	18

4.4.4	Cálculo de estribos	18
5.	GEOMETRÍA Y ARMADO DE VIGA	19
	CONCLUSIONES	20
	RECOMENDACIONES	20
	BIBLIOGRAFÍA	21
	Anexos	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Dimensiones y armado de viga. Fuente: Autor	19
-----------	---	----

INTRODUCCIÓN

Durante décadas en ciudades de todo el mundo ha existido un incremento en el comercio, en urbanizaciones, en centros comerciales, en instituciones públicas y privadas y demás sectores de cada ciudad, y por ende el aumento del tránsito vehicular, haciendo que cada vez el tránsito peatonal sea más congestionado y una problemática que hay que darle una solución eficaz y segura para el peatón, de ahí surge la necesidad de la construcción de un puente a desnivel que sin duda brindará de mucha ayuda y seguridad a los sectores en donde se requieren este tipo de construcciones y para su mejor durabilidad evitar utilizar materiales de forma incorrecta y el inadecuado proceso constructivo. [1]

Los peatones no siempre tienen un comportamiento de lo que sería el uso normal de los pasos peatonales, ya hemos visto en otras ciudades que prefieren seguir cruzando por debajo de él, exponiendo sus vidas, de aquí surge la necesidad de las señaléticas y necesariamente una cerca de malla en el parterre central de la vía. [2]

El puente es una estructura que se realiza para facilitar la libre circulación ya sea peatonal o vehicular. Por medio de un camino, las vías férreas, carreteras, puentes que soportan tuberías, líneas de energía eléctrica y en muchos ámbitos más, en nuestro caso sería para la seguridad peatonal.

Como no se podía dejar de lado la problemática que existe en la ciudad de Machala específicamente en el sector de la Avenida 25 de Junio a la altura del Shopping, es un sector muy concurrido ya sea peatonalmente como vehicularmente, poniendo en riesgo la vida del peatón ya que la semaforización que existe actualmente no es garantía que no pueda suceder alguna tragedia, ahí precisamente es donde se requiere de un puente peatonal. [3]

Es en este sector donde se realizará un diseño de la superestructura del puente peatonal de Hormigón Armado acorde a las necesidades del peatón, para lo cual se utilizará la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015), Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2.2011.

DESARROLLO

1. OBJETIVO

1.1 Objetivo General:

Diseñar el paso peatonal de hormigón armado, utilizando las normas vigentes de diseño como la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2.2011, con el propósito de dar seguridad al peatón.

1.2 Objetivos Específicos:

- Satisfacer la necesidad de un puente que cumpla con toda la seguridad peatonal.
- Realizar los cálculos correspondientes para el diseño óptimo del puente.
- Aplicar las Normas vigentes y técnicas de diseño.
- Elaborar los planos estructurales, arquitectónicos y de señalética.

2. GENERALIDADES

Para el diseño de la superestructura del puente de hormigón armado es necesario tener un método de diseño que corresponda al más óptimo, funcional y seguro, la estructura más importante del puente serán las vigas ya que estas recibirán la mayor carga posible, se deberá determinar el correcto análisis para determinar los momentos a flexión y la capacidad cortante. [4]

Cada diseño de puente es muy diferente a otro, teniendo en cuenta para que será su función, se debe realizar muy bien un diseño para evitar fallas estructurales ya sea por físicas, químicas y mecánicas en puentes.

2.1 Superestructura de un puente

La superestructura está compuesta por el tablero; losa que soporta las cargas vivas y cargas muertas y a su vez transmite las cargas a los apoyos. Los materiales utilizados que se utilizan para el tablero del puente son: el concreto reforzado, pre esforzado y acero estructural. [5]

Consta de elementos puntuales que se encuentran antes de la estructura de soporte. Normalmente está conformada por la superficie de rodamiento (en puentes no peatonales), las vigas y la losa superior. [6]

2.2 Hormigón Armado

El Hormigón Armado está conformado por la unión de arena, grava, agua y cemento; y luego se presenta la armadura en acero, permitiéndonos realizar elementos estructurales de toda clase. “Se usarán los siguientes valores de resistencia especificada a la compresión: valor mínimo para el hormigón normal: $f'c= 280 \text{ MPa}$ ”, [7] para este tipo de obra se debe como principal requisito los controles de durabilidad del hormigón satisfaciendo a la estructura su vida útil y los requisitos para la cual será diseñada. [8]

2.3 Carga Peatonal

Según la AASHTO LRFD la carga para paso peatonal móvil sobre la losa consiste en una carga viva de $415 \left(\frac{Kg}{m^2}\right)$. [9], esta carga se debe tomar en cuenta ya que se produce por una persona al caminar y denota componentes en tres direcciones: una componente de mayor magnitud, que es la vertical y una componente horizontal y otra longitudinal. [10]

Tabla 1: Carga viva peatonal

Luz (m)	Carga Viva Peatonal $\left(\frac{Kg}{m^2}\right)$
0 a 7.6	415
7.6 a 30.5	293

Fuente: AASHTO LRFD 2014.

2.4 Losa de Hormigón Armado

Estas comprenden de un tablero que a su vez se apoya en los bordes con su respectivo empotramiento, estas losas se apoyan en vigas principales, en puentes para carreteras que se apoyan en vigas y diafragmas.

2.5 Cargas Permanentes y Denominaciones

Ya que solo para nuestro diseño de la superestructura del puente es peatonal, tenemos solo dos tipos de cargas que son: (i) Cargas Permanente, (ii) Cargas Transitorias o vivas.

- **En Cargas muertas tenemos:**

DC: Es el peso de componentes estructurales y no estructurales.

- **En cargas Transitorias tenemos:**

PL: Sobrecarga viva (peatones).

2.6 Vigas

El modelo actual del diseño de vigas interiores y exteriores en las superestructuras de puentes, hace referencia a cumplir ciertas normas de resistencia en cargas muertas, como son peso propio de losa, viga, determinados como factor de carga DC.

2.7 Peraltes mínimos

Para peraltes mínimos en diseños de las superestructuras de puentes tenemos la siguiente tabla que nos especifica las profundidades mínimas utilizadas tradicionalmente en superestructura de profundidad constante para estructuras peatonales. [11]

2.8 Ventajas y desventajas del Hormigón Armado

- **Ventajas:**

- Es un conjunto que se puede formar en un solo cuerpo.
- Siendo un material moldeable y versátil que se lo puede trabajar de formas muy diferentes.
- Su utilización es mejor que el acero laminado ya que se lo trabaja sin un diseño preciso.

- **Desventajas:**

- Sus estructuras son de gran peso, además que sus bases ocupan mayor espacio que las de acero.
- Su construcción es más lenta por el encofrado y desencofrado.
- En ocasiones hay que paralizar el hormigonado por el clima.

2.9 Señalización

Las señales deberán ser instaladas cumpliendo con todos los requisitos que la Norma INEN lo expresa, tanto como en su diseño, tamaño, contraste, iluminación, retrorreflectividad, para que de tal manera atraiga la atención de los usuarios. [12]

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se realizará el diseño de la superestructura del puente para el paso peatonal con una distancia de 46.8 metros en el sector de la avenida 25 de Junio frente al Centro Comercial Paseo Shopping en la ciudad de Machala, mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI318S-14) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2.2011, la

superestructura está comprendida por el tablero, bordillos, pasamanos y postes metálicos, la rampa. Aplicando el hormigón requerido para este tipo de estructuras.

4. DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

El proyecto se enfoca en el pre-diseño de la superestructura, para lo cual necesitaremos los valores reales para los cálculos que corresponde al pre-diseño, el espesor de losa, la distancia entre pilas, distancia de vía en la que será construido el puente, cargas vivas (Dada por la norma para diseño de puentes peatonales), y cargas muertas (peso de la misma estructura). El ancho del tablero será de 2.20 m para tener un ancho libre de 1.90 m aproximadamente (según la norma INEN NTE INEN 2246 2015, específica que el ancho mínimo para circulación simultánea de ser de 1800 mm). El tablero estará conformado por una losa de Hormigón armado, apoyado sobre vigas simplemente apoyadas que a su vez estarán sobre las torres en este caso serían tres torres, dos a cada extremo de la vía y uno al medio sobre el parterre. Las barandas tendrán una altura de 1.0 m y serán metálicas. Según las normas del Ministerio de Transportes y Obras Públicas, la altura libre para estructuras deberá ser de 6 metros sobre el ancho total de la carretera. [13]

4.1 Diseño de barandas

Para el diseño de las barandas se procedió a realizar un modelo que cumple con las características que especifica el estándar metálico en altura y resistencia de ASSHTO. [14]. De acuerdo a las especificaciones se procederá a realizar un diseño de estructura metálica, para el diseño del pasamanos consideramos una sobrecarga de 0.75 T/m más una carga concentrada de 0.0907 ton actuando simultáneamente. (AASHTO LRFD Art. 13.8.2).

4.1.1 Carga muerta DC

Para las cargas muertas de los pasamanos tomamos como referencia a las cargas ya establecidas para diseño en 1m cuadrado consideramos una sobrecarga de 0.75 T/m más una carga concentrada de 0.0907 ton actuando simultáneamente. (AASHTO LRFD Art. 13.8.2):

PLL= 0.0907 ton	Carga concentrada que actúa en el pasamanos
W = 0.75 ton/m	Sobrecarga de diseño que actúa en el pasamanos
L = 2 m	Longitud de baranda entre poste

4.1.2 Solicitaciones

Tenemos que los momentos por sobre carga positivos $M_w=0.013$ ton-m

De igual manera se calcula para cargas de diseño negativo, tenemos $M_w=0.025$ Ton-m

Por superposición de efectos el momento negativo es igual a $M=0.073$ ton-m

Por lo tanto el factor último de carga es: **$M_u= 0.127$ Ton-m**

4.1.3 Momento resistente

En la relación entre el diámetro y el espesor del tubo estructural, sometido a flexión, debe ser menor a 0.45 veces la relación entre el módulo de elasticidad y el esfuerzo de fluencia.

$$De/t = 20.10 \quad 0.45 Es/FyA500r = 407.33 \quad De/t < 0.45 Es/FyA500r \quad OK$$

$$Mr = 0.171 \text{ ton.m} \quad Mr > Mu \quad OK$$

4.2 Diseño de Poste

Se aplicará una carga concentrada determinada por la siguiente expresión según la AASHTO LRDF 2014, en su Ec 13.8.2-1 tenemos que:

$$P_{LL} = 0.0907 + w.L \quad P_{LL} = 0.241 \text{ ton}$$

Solicitaciones 1.75 estado límite de resistencia momento ultio es igual:

$$Mu = 0.421 \text{ ton.m}$$

4.2.1 Momento Resistente

De acuerdo a la norma de LRFD Guide Specifications for the Design of Pedestrian Bridges 2009, en su ecuación para determinar el momento resistente tenemos la ec Ec. 6.12.2.2.2.-2.

$$Mr = 0.548 \text{ ton.m} \\ Mr > Mu \quad OK$$

4.3 Diseño de losa

La losa se diseñará con el refuerzo principal transversal al paso peatonal, para determinar la losa en una dirección se procedió al ACI 318S-14, donde sugiere si debe ser en una o dos direcciones. [15]

$$larga/lcorta > 2 \quad 23.4/2.2 = 10.64 > 2 \quad \text{Una dirección}$$

Para el diseño de losa tomaremos en consideración el (ACI 318S-14), en su capítulo 7 en donde incluye una losa maciza y entre otras para hormigón armado.

Para el espesor mínimo escogeremos para una losa simplemente apoyada según la tabla de especificaciones del ACI, considerando un espesor mínimo en una dirección.

Para las cargas vivas se tomara el valor condicionado en la norma además este puente debe estar en condiciones operativas y resistir ante sollicitaciones externas, por lo que se considera todas las cargas. [16]

Se debe realizar una íntegra planificación donde se tome en cuenta todos los factores a intervenir tanto en el diseño y construcción, como en el mantenimiento y operación del puente de hormigón armado. [17]

Según tabla 7.3.1.1 de la Norma del ACI 318S-14, donde tomaremos el espesor mínimo para losas en una sola dirección simplemente apoyada $l/20$.

$t = 120 \text{ mm}$ Espesor adoptado del tablero

4.3.1 Cálculo del acero en losa

Según la tabla 7.6.1.1 del de la norma ACI 318S-14 S, considera A_s min para losas en una dirección.

$\phi = 12 \text{ mm}$ *diametro de acero adptado según calculo.*

Se toma el diametro comercial de la tabla de varillas del catálogo de adelca.

4.4 Diseño de Viga

Una viga está compuesta por Hormigón y acero, para nuestro diseño utilizaremos una viga de hormigón armado, diseñada a flexión de acuerdo a norma vigente.

4.4.1 Peralte mínimo

Consideramos que según la tabla de peralte mínimo del ASSHTO LRFD 2014 se aplica su fórmula a continuación detallada:

Para vigas de estructuras peatonales se tomará $0.035L$ para tramos simples.

Entonces: $L = 23.4 \text{ m}$ Luz de viga de diseño

$0.035(23.4) = 0.819 \text{ m}$ Adoptamos un peralte mínimo de **850 mm**

Para determinar el ancho de la viga tomamos como referencia al ACI 318S-14 en su Capítulo 9.8.1.3, para determinar la altura mínima tenemos que la nervadura no debe ser mayor de 3.5 veces su ancho mínimo [15]: Entonces: $b = (0.85 \text{ m})/3.5$ $b = 240 \text{ mm}$ adoptamos **$b = 250 \text{ mm}$**

4.4.2 Combinaciones de Carga

Con la norma de diseño, utilizaremos las tablas de combinaciones de carga proporcionado por la NEC –SE-CG 2015, la cual especifica los tipos de combinación que existen para la mayorización de las cargas.

$$\text{Carga Última } MU = 1.2(0.837) + 1.6(0.322) = 1.519 \text{ ton/m}$$

$$Mn = 103.98 \text{ ton} - m$$

4.4.3 Cálculo Acero Principal

Según los cálculos tenemos que el acero requerido para nuestro diseño de viga es:

$$As = \rho bd = 0.02113 * 250 * 755.5$$

$$As = 3990 \text{ mm}^2 \cong 4000 \text{ mm}^2$$

Segundo tanteo

Varillas en arreglo de dos capas:

$$\text{varillas de } 2 \text{ } \emptyset 28 \text{ y } 4 \text{ } \emptyset 32 = 4448.5 \text{ mm}^2 > As \text{ OK}$$

$$1 * 28 + 2 * 12 + 2 * 32 + 2 * 25 + 2 * 40 = 243 < b$$

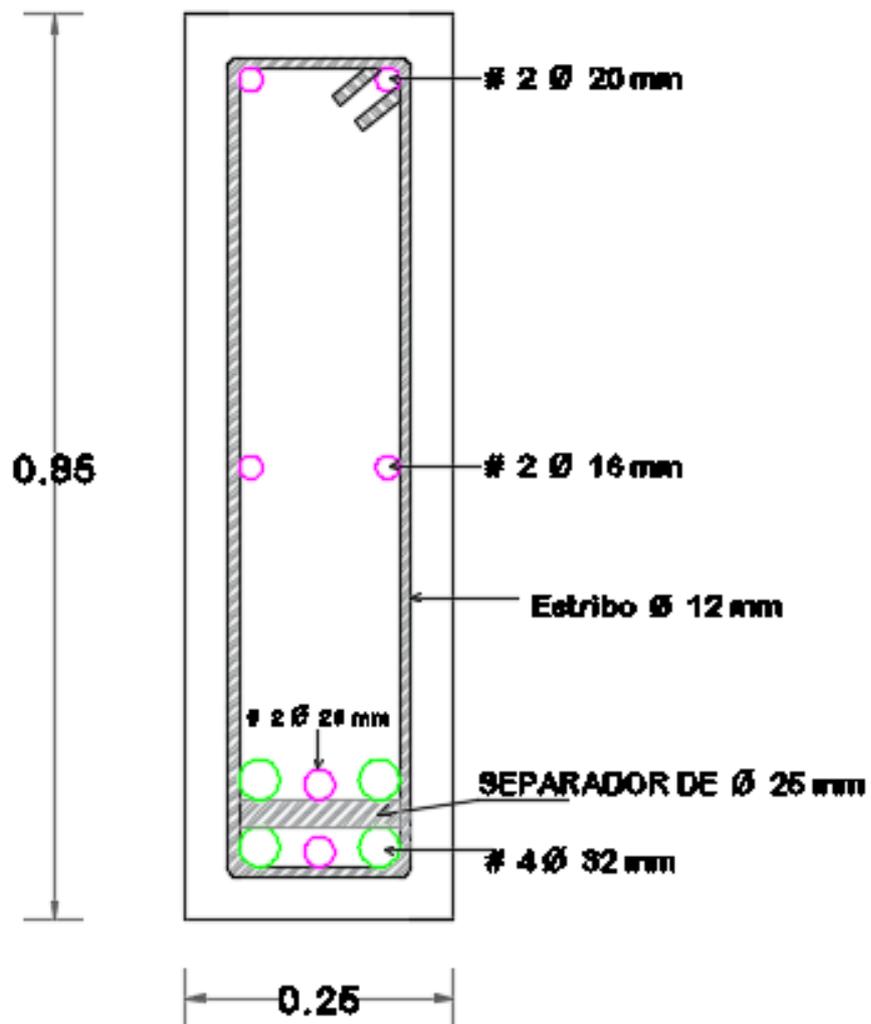
4.4.4 Cálculo de estribos

Para determinar el A_v min requerido tomamos de referencia la tabla 9.6.3.3 del ACI 318S -14, donde nos indica el cálculo para obtener el estribo mínimo.

Del cálculo realizado se toma el diámetro mayor, entonces tenemos $\emptyset=0.115$ cm adoptamos para nuestro diseño $\emptyset= 12$ mm

5. GEOMETRÍA Y ARMADO DE VIGA

Figura 1. Dimensiones y armado de viga



Fuente: Autor

Nota: Revisar los detalles de cálculos en la parte de anexos.

CONCLUSIONES

- Se realizaron los cálculos correspondientes aplicando la norma vigente para el diseño y construcción de obras civiles, se procedió paso a paso con los cálculos determinando así el diseño de barandas, postes, losa, viga y sus cantidades de acero. Se determinó según ACI 318S -14, que la losa debe ser diseñada en una dirección considerando la luz que esta tiene, la viga fue considerada como viga simplemente apoyada y diseñada a flexión cumpliendo así el requerimiento solicitado, por la longitud total del puente es de 46.8 m, pero se tomó **23.4 m** para el diseño como tramo simple que así lo menciona el reglamento del ACI.
- El área de acero calculado para la losa es de **$A_s=216 \text{ mm}^2$** , con varilla de $\varnothing=12 \text{ mm}$, #24 varillas corrugadas colocadas de extremo a extremo sobre las vigas. Para la viga según las consideraciones del ACI 318S -14 se determinó una altura **$H = 850 \text{ mm}$** y **$B = 250 \text{ mm}$** , su altura incluye el espesor de losa, se calculó un **$A_s=4448 \text{ mm}^2$** , con una propuesta de varilla en arreglos de **# 2 $\varnothing 28 \text{ mm}$** y **#4 $\varnothing 32 \text{ mm}$** y un **$MU=103.98 \text{ T-m}$** .
- Se elaboró el informe correspondiente con todos los cálculos detallados, además se procedió a la elaboración de los planos estructurales, arquitectónicos y de señalética, presentando la geometría de armado de losa y viga.

RECOMENDACIONES

- Se debe de diseñar los elementos estructurales que cumplan con las normas vigentes de diseño, siguiendo su requerimiento específico para así dar un resultado eficiente y seguro para lo cual será construido.
- Especificar detalladamente los cálculos para que puedan ser entendidos, además el armado, sus dimensiones, cotas y demás en los planos correspondientes.
- Siempre que se tenga un puente de hormigón armado de larga distancia es recomendable diseñarlo según recomienda el ACI 318S -14 como tramo simple.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. G. S.-R. y J. A. G.-G. H. Porras-Díaz, «Tecnologías Building Information Modeling en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras,» *Revista Entramado*, vol. 11, nº 1, pp. 230-249, 2015.
- [2] L. Márquez, «Análisis de la percepción de seguridad en puentes peatonales,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 14, nº 27, p. 17, 2015.
- [3] G. H. E. Omar, «MOVILIDAD URBANA Y SEGURIDAD PEATONAL. LEÓN, GUANAJUATO,» *Jovenes en la Ciencia*, vol. 3, p. 5, 2017.
- [4] H. U. y J. B. A. Ospina, «Aplicación de un método basado en el desempeño para el análisis y diseño sismo resistente de puentes de concreto reforzado,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. 9, nº 17, pp. 209-236, 2013.
- [5] A. Pinto y R. Torres, «Incidencia de la norma AASHTO LRFD bridge design specifications en el análisis y diseño,» *Ciencia Ingeniería*, vol. 36, nº 3, pp. 131-140, 2015.
- [6] J. M. García Giraldo, J. Ospina Giraldo y E. A. Graciano Gómez, «La infraestructura de puentes en las vías secundarias del departamento de Antioquia,» *Revista EIA*, vol. 11, nº 22, pp. 119-131, 2014.
- [7] M. L. H. y G. M. LARA, «Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga– Ecuador.,» *Revista Politecnica*, vol. 42, nº 1, p. 10, 2018.
- [8] A. B. M. V. G. Fernández, «APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS PULL-OFF Y ULTRASONIDOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 28, nº 1, pp. 5-26, 2017.
- [9] R. R. R. V. Á. Carlos Delgado Castro, «Propuesta de puente aplicando el método de diseño AASHTO LRFD para la ciudad de Manta,» *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, vol. 4, nº 3, pp. 189-210, 2018.
- [10] D. G. y P. T. J. ANDERSON SÁNCHEZ, «ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN HUMANO-ESTRUCTURA EN PUENTES PEATONALES DE SANTIAGO DE CALI,» *Dyna*, vol. 80, nº 177, pp. 86-9, 2013.
- [11] A. R. Serquén, PUENTES CON AASHTO-LRFD 2014, Peru: Prometeo Desencadenado, 2017.
- [12] I. E. d. Normalización, «Reglamento Técnico Ecuatoriano,» de *Señalización Vial Parte dos. Señalización Horizontal*, Quito, 2011, p. 103.
- [13] M. d. T. y O. Públicas, Normas para estudios y diseños viales, Quito, 2013.
- [14] AASHTO, Standard Specifications for Highway Bridges, Washington, DC, 2014.

- [15] A. 318S-14, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, USA: American Concrete Institute, 2015.
- [16] D. A. y. O. C. G. Nanclares, «EVALUACIÓN DE SISTEMAS PASIVOS DE CONTROL DE VIBRACIONES EN LA ESTRUCTURA DE UN PUENTE,» *Mecánica Computacional*, vol. 35, pp. 637-661, 2017.
- [17] A. G. C. J. G. Cardona, «USO DE LA METODOLOGÍA BRIM (BRIDGE INFORMATION MODELING) COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE DE CONCRETO EN COLOMBIA,» *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, vol. 24, nº 2, pp. 145-156, 2014.

Anexos

CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL DE HORMIGÓN ARMADO, FRENTE AL PASEO SHOPPING DE LA CIUDAD DE MACHALA.

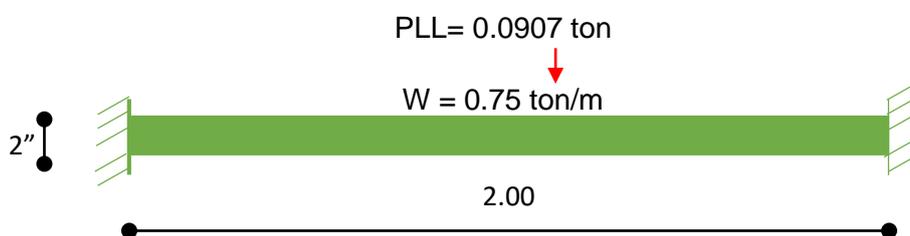
1. DATOS

LT=46.80	Longitud total del puente
Lpt1 = 23.40 m	Longitud del puente tramo 1
Lpt2 = 23.40 m	Longitud del puente tramo 2
Al = 2.20 m	Ancho losa
Nb = 2	Número de vigas
Sb = 1.90 m	Separación entre ejes de vigas
EI = 0.12 m	Espesor de la losa adoptada según calculo
$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	Esfuerzo de compresión del hormigón armado
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo
$P_e C = 2.40 \text{ T/m}^3$	Peso E. Concreto
$F_y A500r = 2320 \text{ Kg/cm}^3$	Esfuerzo de fluencia tubo estructural A-500 grado A, para tubo estructural redondo

2. DISEÑO DE PASAMANOS

Para el diseño del pasamanos consideramos una sobrecarga de 0.75 T/m más una carga concentrada de 0.0907 ton actuando simultáneamente. (AASHTO Art. 13.8.2)

L=2.0 m	Longitud entre poste
PLL= 0.0907 ton	Carga concentrada que actúa en el pasamanos
W = 0.75 ton/m	Sobrecarga de diseño que actúa en el pasamanos



Fuente: Autor

a) Solicitaciones

Momento por sobrecarga de diseño positivo

$$M_w = \frac{w.L^2}{24}$$

$$M_w = 0.013 \text{ ton} * m$$

Momento por sobrecarga de diseño negativo

$$M_w = \frac{w.L^2}{24}$$

$$M_w = 0.025 \text{ ton} * m$$

Por superposición de efectos el momento negativo es igual a:

$$M = 2 * M_w + M_{PLL}$$

$$M = 0.073 \text{ ton} * m$$

Considerando el factor de cargas para carga viva: $\gamma_{LL} = 1.75$ estado límite resistencia momento último es igual a:

$$M_u = M * \gamma_{LL}$$

$$M_u = 0.127 \text{ ton} * m$$

b) Geometría del pasamanos

$D_e = 6.03 \text{ cm}$ Diámetro Exterior

$T = 0.30 \text{ mm}$ Espesor del perfil tubular

$D_i = 5.73 \text{ cm}$ Diámetro Interior

$A = 5.40 \text{ cm}^2$ Área

$R = 3.02 \text{ cm}$ Radio del perfil

$Z = 7.37 \text{ cm}^3$ Módulo Plástico

$F_{yA500r} = 2320 \text{ Kg/cm}^2$ Esfuerzo de fluencia tubo estructural A-500 grado

A, para tubo estructural redondo (Norma ASTM-500)

c) Momento resistente

La relación entre el diámetro y el espesor del tubo estructural, sometido a flexión, debe ser menor a 0.45 veces la relación entre el módulo de elasticidad y el esfuerzo de fluencia.

$$\frac{D_e}{t} = 20.10 \quad 0.45 \frac{E_s}{F_{yA500r}} = 407.33 \quad \frac{D_e}{t} < 0.45 \frac{E_s}{F_{yA500r}} \quad OK$$

$$M_n = F_{yA500r} * Z$$

$$M_n = 17098.40 \text{ kg} * \text{cm}$$

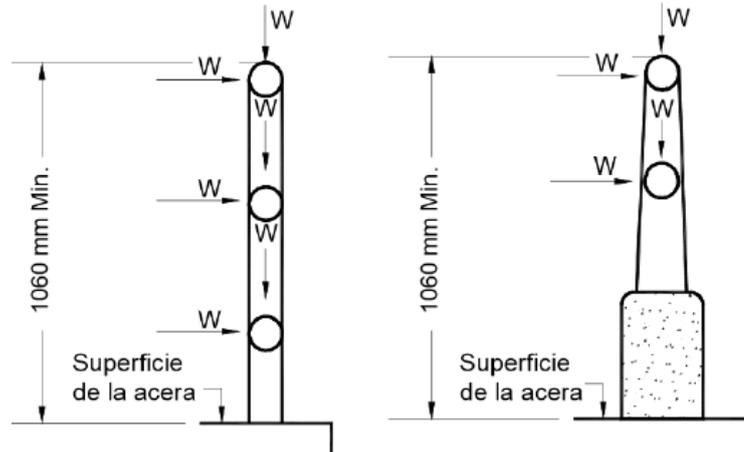
$\phi_f = 1$ Factor de resistencia para el diseño a flexión.

$$\phi_f * Mn = 17098.40 \text{ kg.cm}$$

$$Mr = 0.171 \text{ ton.m}$$

$$Mr > Mu \quad \text{OK}$$

3 DISEÑO DE POSTE



$L = 2 \text{ m}$ Distancia entre Poste

$h_p = 1 \text{ m}$ Altura del poste

Se aplicara una carga concentrada determinada por la siguiente expresión:

$$P_{LL} = 0.0907 + w.L$$

$$P_{LL} = 0.241 \text{ ton}$$

a) Solicitaciones

$$M = P_{LL} * h_p$$

$$M = 0.241 \text{ ton.m}$$

Consideramos el factor de carga viva $\gamma_{LL} =$

1.75 estado límite de resistencia momento ultio es igual:

$$Mu = \gamma_{LL} * M$$

$$Mu = 0.421 \text{ ton.m}$$

b) Geometría del poste

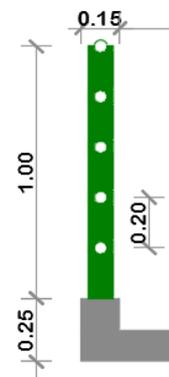
$$b = 7.50 \text{ cm}$$
 Base del perfil

$$t = 0.30 \text{ mm}$$
 Espesor del perfil

$$I = 76.13 \text{ cm}^4$$
 Inercia con respecto al eje Y

$$A = 8.41 \text{ cm}^2$$
 Área del perfil

$$Z = 19.99 \text{ cm}^3$$
 Módulo plástico respecto al eje Y



$F_{yA500c} = 2740 \text{ Kg/cm}^3$ Esfuerzo de fluencia tubo estructural A-500 grado A, para tubo estructural redondo (Norma ASTM A-500) tubo cuadrado.

c) Momento Resistente

$$M_n = F_{yA500c} * Z$$

$$M_n = 54772.60 \text{ kg.cm}$$

$$\phi_f = 1 \quad \text{Factor de resistencia para el diseño a flexión.}$$

$$\phi_f * M_n = 54772.60 \text{ kg.cm}$$

$$M_r = 0.548 \text{ ton.m}$$

$$M_r > M_u \quad \text{OK}$$

4 Diseño de Bordillo

$$M_u = 42100.00 \text{ kg.cm} \quad \text{Momento en la base del poste}$$

$$b = 15 \text{ cm} \quad \text{Ancho del bordillo de hormigón}$$

$$h = 15 \text{ cm} \quad \text{Altura del bordillo de hormigón}$$

$$\beta_1 = 0.85 \quad \text{Factor para hormigones menores a 28 Mpa}$$

$$d = 12.50 \text{ cm} \quad \text{Distancia efectiva}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Resistencia a la compresión del hormigón}$$

El momento en la base del poste hace trabajar al hormigón a compresión en una distancia c y las varillas a tracción.

Distancia del eje neutro hasta la fibra más comprimida

Peralte del equivalente al esfuerzo de compresión

$$c = \frac{h}{\beta_1}$$

$$c = 7.50 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 * c$$

$$a = 6.38 \text{ cm}$$

Fuerza de Compresión

$$C = \frac{M_u}{d - \frac{a}{2}}$$

$$C = 4520.81 \text{ kg}$$

$$\phi = 0.8 \quad \text{Factor de resistencia para compresión en zonas de anclaje.}$$

Esfuerzo de Hormigón factorado

$$R_{ca} = \phi * f'_c$$

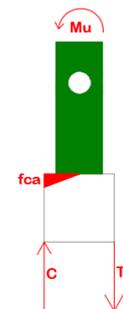
$$R_{ca} = 224 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_{ca} > f_{ca} \quad \text{OK}$$

Esfuerzo en el hormigón

$$f_{ca} = \frac{2C}{b * h}$$

$$f_{ca} = 40.18 \text{ kg/cm}^2$$



5 DISEÑO DE LOSA

La losa se diseñará con el refuerzo principal transversal al paso peatonal, para determinar la losa en una dirección se procedió al ACI 318S-14, donde sugiere si debe ser en una o dos direcciones.

$$\frac{l_{larga}}{l_{corta}} > 2 \quad \frac{23.4}{2.2} = 10.64 > 2 \quad \text{Una dirección}$$

Según tabla 7.3.1.1 de ACI 318S-14, donde tomaremos el espesor mínimo para losas en una sola dirección simplemente apoyada $l/20$.

Condición de apoyo	H mínimo
Simplemente apoyada	$l/20$
Un extremo continuo	$l/24$
Ambos extremos continuos	$l/28$
En voladizo	$l/10$

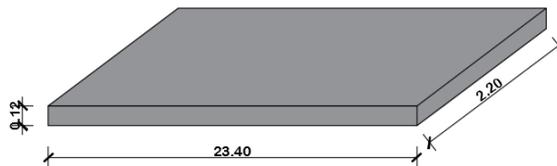
$$\frac{l}{20} = \frac{2.2}{20} = 0.11 \text{ m adoptamos un espesor de } 0.12 \text{ m para la losa.}$$

$$S_v = 1.60 \text{ m Separación entre vigas.}$$

$$b = 2.20 \text{ m Ancho del tablero de Hormigón}$$

$$t = 0.12 \text{ m Espesor adoptado del tablero}$$

- Geometría de Losa



a) Cargas y solicitaciones

Se calcularán para 1 m de diseño

b) Peso propio de las protecciones laterales

$$h = 0.15 \text{ m Altura del bordillo}$$

$$b = 0.15 \text{ m Ancho del bordillo}$$

$$\gamma_h = 2.40 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \quad \text{Peso específico del hormigón}$$

$$W_{DCP} = 4.24 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{Peso del pasamanos } 60.3 \times 3 \text{ mm Norma ASTM A500 Grado A}$$

$$W_{DCPo} = 6.60 \frac{kg}{m} \quad \text{Peso del pasamanos } 75 \times 75 \times 3 \text{ mm Norma ASTM A500 Grado A}$$

$$W_{DCPl} = 0.53 \frac{kg}{m} \quad \text{Peso de la placa } 150 \times 150 \times 3 \text{ mm Norma ASTM Grado 36}$$

Peso propio baranda por metro lineal Peso propio concentrado de la baranda lineal

$$W_{DCB} = 6W_{DCP} + \frac{W_{DCPo}}{2} + \frac{W_{DCPl}}{2} \quad P_{DCB} = W_{DCB} * 1m$$

$$W_{DCB} = 29.005 \text{ kg/m} \quad P_{DCB} = 29.005 \text{ kg}$$

$$W_{DCB} = 0.029 \text{ ton/m} \quad P_{DCB} = 0.029 \text{ ton}$$

Peso propio bordillo por metro lineal Peso propio concentrado del bordillo lineal

$$W_{DCBo} = h * b * \gamma h \quad P_{DCBo} = W_{DCBo} * 1m$$

$$W_{DCBo} = 0.054 \text{ ton/m} \quad P_{DCBo} = 0.054 \text{ ton}$$

Peso propio protecciones laterales

$$P_{DC} = P_{DCB} + P_{DCBo}$$

$$P_{DC} = 0.083 \text{ ton/m}$$

c) **Peso propio del tablero de hormigón**

$$b = 1 \text{ m} \quad \text{Ancho de diseño}$$

$$t = 0.12 \text{ m} \quad \text{Espesor del tablero}$$

$$\gamma h = 2.40 \text{ ton/m}^3 \quad \text{Peso específico del hormigón}$$

Peso propio del tablero

$$W_{DCT} = b * t * \gamma h$$

$$W_{DCT} = 0.28 \text{ ton/m}^2$$

d) **Sobrecarga viva**

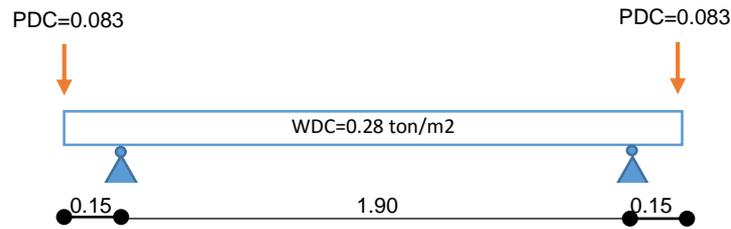
Tenemos que la carga peatonal conforme a la AASHTO LRFD 2014

$$w_{PL} = 0.293 \text{ ton/m}^2$$

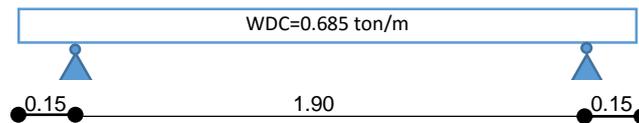
$$W_{PL} = 0.293 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 2.2 \text{ m} * 1 \text{ m} = 0.1332 \text{ ton}$$

$$W_{PL} = 0.322 \text{ ton/m}$$

Cargas Permanentes



Cargas vivas sobre el tablero de hormigón



Determinamos el peso distribuido del hormigón en toda la losa:

$$\delta = \frac{m}{V} = m = \delta * V$$

Donde:

δ = Densidad del hormigón

m = masa del hormigón

V = volumen del hormigón

$$A = b * h = 23.4 * 2.2 = 51.48 \text{ m}^2$$

$$V = a * b * h = 23.4 * 2.2 * 0.12 = 6.18 \text{ m}^3$$

$$m = \delta * V = 2400 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 6.18 \text{ m}^3$$

$$m = 14832 \text{ kg} * 9.81 * 10^3$$

$$w = 145.5 \text{ KN} = 14.8 \text{ ton} \quad \text{Carga puntual}$$

$$W_{Ho} = \frac{14.8 \text{ ton}}{51.48 \text{ m}^2} = 0.28 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$W_{Ho} = 0.28 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Carga distribuida en metro cuadrado}$$

$$W_{losa} = 14.8 \text{ ton} / 23.4 \text{ m} = 0.636 \text{ ton/m} \quad \text{Carga distribuida para dos vigas}$$

$$W_{ld} = 0.636 \text{ ton/m} / 2 = 0.317 \text{ ton/m}$$

e) Obtenemos los pesos totales sobre el tablero de Hormigón Armado

$$W_{Ho} + W_{acero} + W_{PDC} = 0.317 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} + 0.254 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} + 0.083 \text{ ton} =$$

$$W_{DCt} = 0.654 \text{ ton/m}$$

Pesos Totales de carga Viva y Muerta sobre tablero de Hormigón Armado	
Wcm	0.654 ton/m ²
Wcv	0.322 ton/m ²

f) Cálculo del acero en losa

Determinamos el A_s min según tabla 7.3.1.1 del capítulo 7 del ACI

Tipo de refuerzo	f_y , MPa	$A_{s,min}$	
Barras corrugadas	< 420	0.0020 A_g	
Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	≥ 420	Mayor de:	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y} A_g$
			0.0014 A_g

$$A_{smin} = 0.0018 A_g$$

$$A_{smin} = 0.0018 * 120 \text{ mm} * 1000 \text{ m}$$

$$A_{smin} = 216 \text{ mm}^2$$

* Se colocará el acero a una distancia de 200 mm

$$L_t = 23400 \text{ mm} \text{ Longitud de losa}$$

$$D_v = 150 \text{ mm} \text{ Distancia de separación del acero entre varilla}$$

$$\frac{23.40}{0.20} = 117 \text{ número de varillas a colocar en toda la sección de la losa}$$

Peso propio del tablero por metro cuadrado:

$$2.40 \text{ Ton/m}^3 * 0.12 \text{ m}$$

$$w_{DCT} = 0.28 \text{ ton/m}^2$$

$$W = 1.2 (0.28) + 1.6 (0.28) = 0.784 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$M_u = \frac{(0.784)(2.2)^2}{8} = 0.474 \text{ ton.m}$$

Considerando una franjas de 1 m de ancho, un espesor de 120 mm, con acero según A_s de 216 entonces $\varnothing=18$ mm, peralte efectivo será:

$$d = 120 - 20 - 9 = 91 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad \rho_b = 0.51\beta_1 \frac{f'c}{f_y} \quad \rho_{min} = \frac{\sqrt{f'c}}{4f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{max} = 0.5\rho_b \leq 0.025$$

$$\rho_{min} = 0.00333 \quad \rho_b = 0.0289 \quad \rho_{max} = 0.01445$$

$$A_{smin} = 0.00333 * 1000 * 91 = 303.03 \text{ mm}^2$$

$$A_{smax} = 0.0206 * 1000 * 91 = 1874.6 \text{ mm}^2$$

$$A_{scal} = 303.03 \text{ mm}^2$$

$$A_{sreal} = 5 \varnothing 12 \text{ mm} = 5 * 113.10 = 565.5 \text{ mm}^2 > A_{scal} \text{ OK}$$

Para una franja de 1 metro ancho = \varnothing 12 @ 200 mm

Tabla de varillas del catálogo de adelca Ecuador.

TABLA DE VARILLAS								
Diám /mm	Kg/m	12 m		9m		6 m		TOLERANCIA
		Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	Kg	Var x Qq	
8	0.395	4.740	9.568	3.555	12.757	2.370	19.136	± 50mm
10	0.617	7.404	6.125	5.553	8.167	3.702	12.251	
12	0.888	10.656	4.256	7.992	5.675	5.328	8.512	
14	1.208	14.496	3.129	10.872	4.171	7.248	6.257	
16	1.578	18.936	2.395	14.202	3.193	9.468	4.790	
18	1.998	23.976	1.892	17.982	2.522	11.988	3.783	
20	2.466	29.592	1.533	22.194	2.043	14.796	3.065	
22	2.984	35.808	1.267	26.856	1.689	17.904	2.533	
25	3.853	46.236	0.981	34.677	1.308	23.118	1.962	
28	4.834	58.008	0.782	43.506	1.042	29.004	1.564	
32	6.313	75.756	0.599	56.817	0.798	37.878	1.197	
36	7.990	95.880	0.473	71.910	0.631	47.940	0.946	

PROPIEDADES MECÁNICAS		MPa	kgf/mm ²
Límite de fluencia mínimo		420	42
Límite de fluencia máximo		540	55
Resistencia a la tracción mínima		550	56

DOBLADO A 180°	
Diámetro nominal (d) mm	Diámetro del mandíl
8-18	3d
20-25	4d
28-32	6d

ALARGAMIENTO (%) MÍNIMO CON PROBETA Lo=200mm	
Diámetro nominal (mm)	%
8-20	14
22-32	12

Número de varillas de \varnothing = 12 mm :

ancho de losa 2.2 m + 0.20 m hasta bordillo = 2.40 m Tamaño de cada varilla

2.40 * 116.5 = 279.6 metros

12 m Longitud de varilla comercial de \varnothing 12 mm

$$\frac{279.6}{12} = 23.3 = 24 \# \text{ varillas corrugadas para losa en una dirección.}$$

Peso de varilla de 12 m de 12 mm = 10.66 kg. = 0.0106 ton

Peso total del acero

$$W_{acero} = 24 * 0.0106 \text{ ton} = \mathbf{0.254 \text{ ton}}$$

6 DISEÑO DE VIGA

a) Cálculo del peralte

Según la tabla de peralte mínimo del ASSHTO LRFD 2014 se considerara la formula a continuación detallada.

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
Hormigón Armado	Losas con armadura principal paralela al tráfico	$\frac{1,2 (S+3)}{30}$	$\frac{(S+3)}{30} \geq 0.165m$
	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

Para vigas de estructuras peatonales se tomará 0.035L para tramos simples.

Entonces:

$$L = 23.4 \text{ m} \quad \text{Luz de viga de diseño}$$

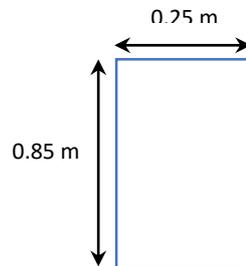
$$0.035(23.4) = 0.819 \text{ m} \quad \text{Adoptamos un peralte mínimo de } \mathbf{850 \text{ mm}}$$

Para determinar el ancho de la viga tomamos como referencia al ACI 318S-14 en su Capítulo 9.8.1.3 La altura total de las nervaduras no debe ser mayor de 3.5 veces su ancho mínimo:

Entonces:

$$b = \frac{0.85 \text{ m}}{3.5} \quad b = 0.24 \text{ m} \quad \text{adoptamos } b = 250 \text{ mm}$$

b) Geometría de viga



c) Datos

$$b = 0.25 \text{ m} \quad \text{Ancho de Viga}$$

$$h = 0.85 \text{ m} \quad \text{Altura de viga}$$

$$t = 0.12 \text{ m} \quad \text{Espesor de losa}$$

$$\rho_c = 2.40 \text{ t/m}^3 \quad \text{Peso E. Concreto}$$

d) Momentos de flexión por carga

Carga Muerta

$$W_{losa} = 0.654 \text{ ton/m}$$

$$W_{viga} = 0.73 \text{ m} * 0.25 \text{ m} * 2.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 0.438 \frac{\text{ton}}{\text{m}} + 0.654 \text{ ton/m}$$

$$\sum W_{DC1} = 0.837 \text{ ton/m}$$

Cargas Viva

$$w_{PL} = 0.293 \text{ ton/m}^2$$

$$W_{PL} = 0.293 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 2.2 \text{ m} = 0.1332 \text{ m} / 2 =$$

$$W_{PL} = 0.322 \text{ ton/m}$$

e) Carga Última

Momento último para carga distribuida en una viga simplemente apoyada

Según la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-2015 nos da una tabla de combinaciones de carga utilizaremos la combinación 2:

Combinación 1	1.4 D
Combinación 2	1.2 D + 1.6 L + 0.5 máx.[Lr ;S ;R]
Combinación 3*	1.2 D + 1.6 máx.[Lr ; S ; R] + máx[L; 0.5W]
Combinación 4*	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 máx.[Lr ; S ; R]
Combinación 5*	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6	0.9 D + 1.0 W
Combinación 7	0.9 D + 1.0 E

*Para las combinaciones 3, 4 y 5; L = 0.5 kN/m² si LO >= 4.8 kN/m²

$$Carga \text{ \acute{U}ltima } MU = 1.2(0.837) + 1.6(0.322) = 1.519 \text{ ton/m}$$

Momento flector máximo

$$Mu = \frac{UL^2}{8} = \frac{(1.519 \text{ ton/m}) * (23.4)^2}{8} = 103.97 \text{ tonf.m}$$

Momento Nominal

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{103.97}{0.9} = 115.52 \text{ tonf.m}$$

Análisis y diseño de viga a flexi3n para determinar el As requerido para la viga según norma del ACI 318S-14:

Datos:

$$MU = 103.98 \text{ ton} - m$$

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 850 \text{ mm} \quad \phi = 0.9$$

$$d' = 755.5 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm}$$

$$\rho = \left(\frac{0.85f'c}{fy} \right) \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2Mu}{\phi 0.85f'cbd^2} \right)} \right)$$

$$\rho = \left(\frac{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * (103.94 \text{ ton} - m * 100 * 1000)}{0.9 * 0.85 * \frac{280 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 25 \text{ cm} * (75.55 \text{ cm})^2} \right)} \right)$$

$$\rho = 0.02113$$

f) Cálculo Acero Principal

Peralte efectivo 755.5 mm

$$A_s = \rho b d = 0.02113 * 250 * 755.5$$

$$A_s = 3990 \text{ mm}^2 \cong 4000 \text{ mm}^2$$

Segundo tanteo

Varillas en arreglo de dos capas:

$$\text{varillas de } 2 \text{ } \varnothing 28 \text{ y } 4 \text{ } \varnothing 32 = 4448.5 \text{ mm}^2 > A_s \text{ OK}$$

$$1 * 28 + 2 * 12 + 2 * 32 + 2 * 25 + 2 * 40 = 243 < b \quad \text{OK}$$

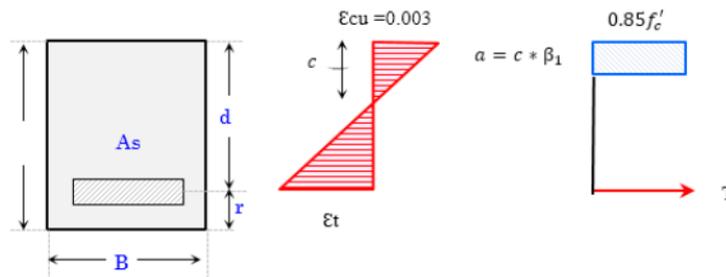
\varnothing mm	Área(mm ²)
8	50,26
10	78,54
12	113,10
14	153,94
16	201,06
18	254,47
20	314,16
22	380,13
25	490,87
28	615,75
32	804,25
36	1017,88

g) Acero mínimo

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} = \frac{\sqrt{28}}{4 * 420} \geq \frac{1.4}{420} = 0.00315 \geq 0.00033$$

$$A_s \text{ min} = 0.00315 * 250 * 755.5 = 594.95 \quad 2 \text{ varillas de } \varnothing 20 \text{ mm}$$

h) Verificación del diseño



$$\alpha = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{44.48 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 25 \text{ cm}}$$

$$\alpha = 31.39 \text{ cm}$$

De la tabla 22.2.2.4.3 del ACI 318S-14, obtenemos la ecuación para determinar los valores de β_1 para distribución equivalente de refuerzos:

f'_c , MPa	β_1	
$17 \leq f'_c \leq 28$	0.85	(a)
$28 < f'_c < 55$	$0.85 - \frac{0.05(f'_c - 28)}{7}$	(b)
$f'_c \geq 55$	0.65	(c)

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f'_c - 280)}{70} = 0.85 - \frac{0.05(280 \text{ kg/cm}^2 * 280)}{70}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

Tenemos:

$$0.65 \geq \beta_1 \leq 0.85$$

$$\therefore \beta_1 = 0.85$$

$$c = \beta_1 * \alpha$$

$$c = (0.85)(31.39 \text{ cm})$$

$$c = 26.69 \text{ cm}$$

Calculamos con el nuevo **d= 75.55**

$$\frac{c}{0.003} = \frac{d - c}{\epsilon t}$$

$$\epsilon t = \frac{0.003(75.55 \text{ cm} - 26.69 \text{ cm})}{26.69 \text{ cm}}$$

$$\epsilon t = 0.006$$

Cumple porque es mayor a 0.005, es una sección dúctil por ende el diseño se puede utilizar.

Tenemos factor de resistencia $\theta = 0.9$

Calculamos la fuerza de tensión:

$$T = A_s * f_y$$

$$T = 44.48 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 186816 \text{ kg} \approx 186.82 \text{ Ton}$$

Obtenemos momento nominal:

$$M_n = T * \left(d - \frac{\alpha}{2} \right) = 186.82 \left(75.55 \text{ cm} - \frac{26.69 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_n = 116.21 \text{ Ton.m}$$

Obtenemos Momento Resistente

$$\phi M_n = (0.9)(116.21 \text{ Ton.})$$

$$\phi M_n = \mathbf{104.58 \text{ Ton.m}}$$

Se comprueba que el diseño propuesto es aceptable porque cumple con lo establecido.

7 DISEÑO DE ESTRIBO

Para determinar el A_v min requerido tomamos de referencia la tabla 9.6.3.3 del ACI 318S -14, donde nos indica el cálculo para obtener el estribo mínimo.

Tipo de viga	$A_{v, \min} / s$		
No preesforzadas y preesforzadas con $A_{ps} f_{se} <$ $0.4(A_{ps} f_{pu} + A_s f_y)$	El mayor de:	$0.062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w}{f_{yt}}$	(a)
		$0.35 \frac{b_w}{f_{yt}}$	(b)

Para sistema MKS tenemos:

Primera fórmula:

$$\frac{A_v \min}{s} = 0.2 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_y}$$

$$A_v \min = 0.2 \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} \frac{25}{4200}$$

$$A_v \min = 0.019 \text{ cm}^2$$

$$\text{Determinamos } \phi: \frac{2 * \pi * \phi^2}{4} = 0.019 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 0.109 \text{ cm}$$

Segunda fórmula:

$$\frac{A_v \min}{s} = 3.5 \frac{b_w s}{f_{yt}}$$

$$A_v \min = 3.5 * \frac{25}{4200}$$

$$A_v \min = 0.0208 \text{ cm}^2$$

$$\text{Determinamos } \phi: \frac{2 * \pi * \phi^2}{4} = 0.0208 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 0.115 \text{ cm}$$

Del cálculo realizado se toma el diámetro mayor, entonces tenemos

$$\phi = 0.115 \text{ cm adoptamos para nuestro diseño } \phi = 12 \text{ mm}$$

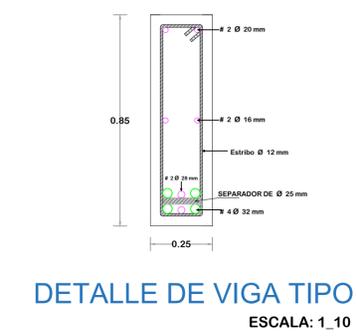
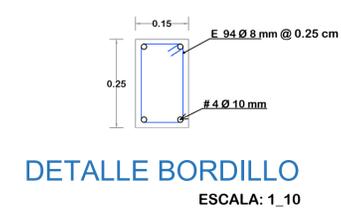
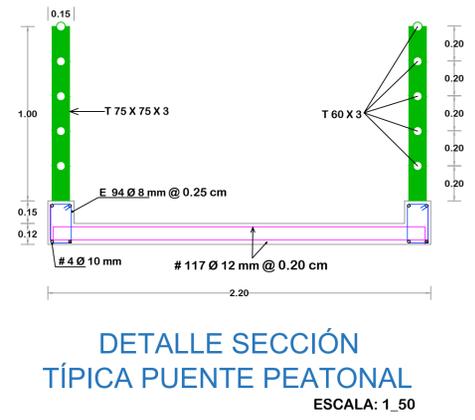
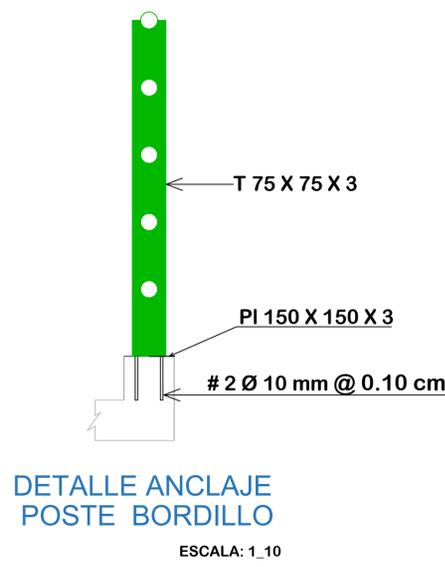
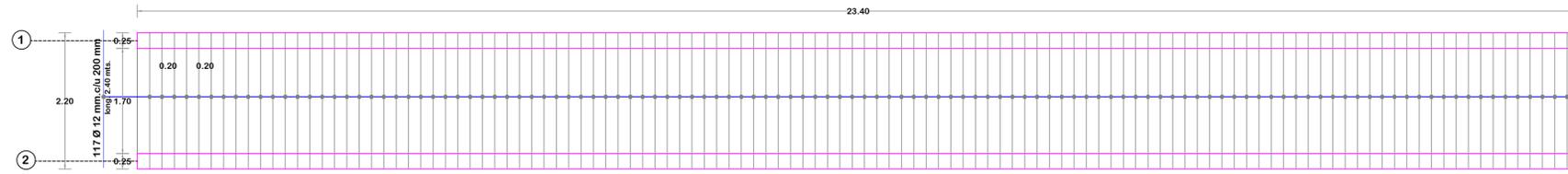
Zona de confinamiento según ACI 318S -14, tenemos 2h sería igual a 170 cm y la separación $d/4=20$ cm, asumiremos 15 cm por mayor seguridad y criterio. Mientras que para la zona central se colocara a 20 cm.

Memoria Fotográfica de la zona de la posible Ubicación del Puente

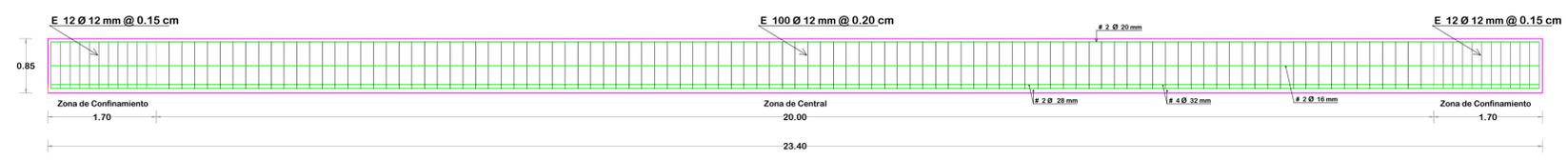
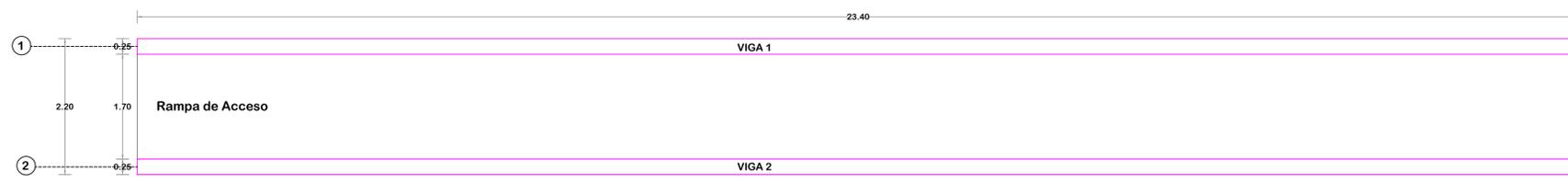


Planos

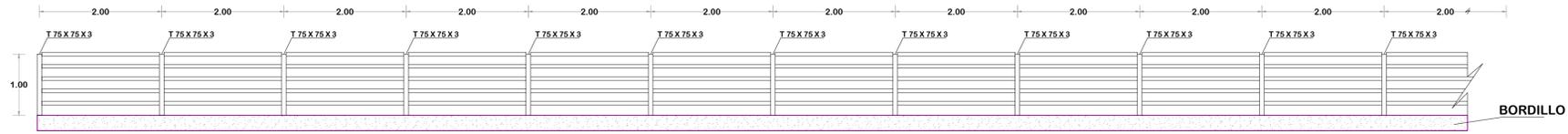
PLANTA TIPO
ARMADURA EN LOSA
ESCALA: 1_00



DETALLE DE VIGAS TIPO
ESCALA: 1_00



IMPLANTACIÓN DE PASAMANOS TIPO
ESCALA: 1_00



UTMACH

PROYECTO:
PUENTE PEATONAL

CONTIENE:
ARMADO Y DETALLES DE SUPERESTRUCTURA

UBICACIÓN:
PARROQUIA: MACHALA
CANTÓN : MACHALA
PROVINCIA : EL ORO

APROBACIÓN:

Ing. JOSÉ ZARATE ENCALADA
Cel.: 0981482007
Correo: jzarate@utmachala.edu.ec
RESPONSABLE TÉCNICO:

GABRIEL TINOCO BALBUCA.
C.I.: 0704908813
Correo: gftinoco_est@utmachala.edu.ec

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:

ESCALA:
INDICADAS

1/2

SELLOS:



UTMACH

PROYECTO:
PUENTE PEATONAL

CONTIENE:
ARQUITECTÓNICO DE SUPERESTRUCTURA Y SEÑALETICA

UBICACIÓN:
PARROQUIA: MACHALA
CANTÓN : MACHALA
PROVINCIA : EL ORO

APROBACIÓN:

Ing. JOSÉ ZARATE ENCALADA
Cel.: 0981482007
Correo: jzarate@utmachala.edu.ec

RESPONSABLE TÉCNICO:

GABRIEL TINOCO BALBUCA.
C.I: 0704908813
Correo: gftinoco_est@utmachala.edu.ec

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

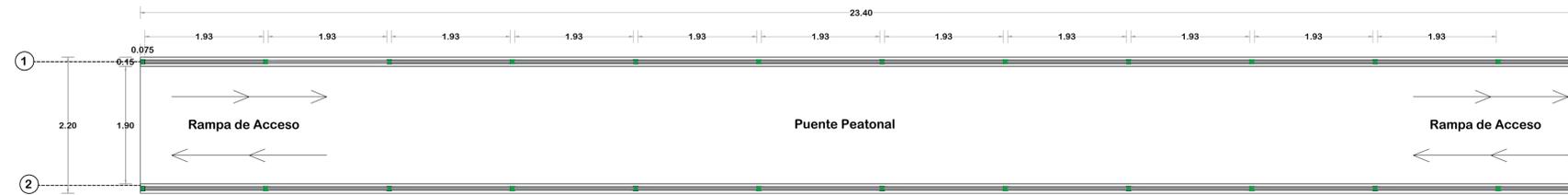
LÁMINA:

ESCALA:
INDICADAS

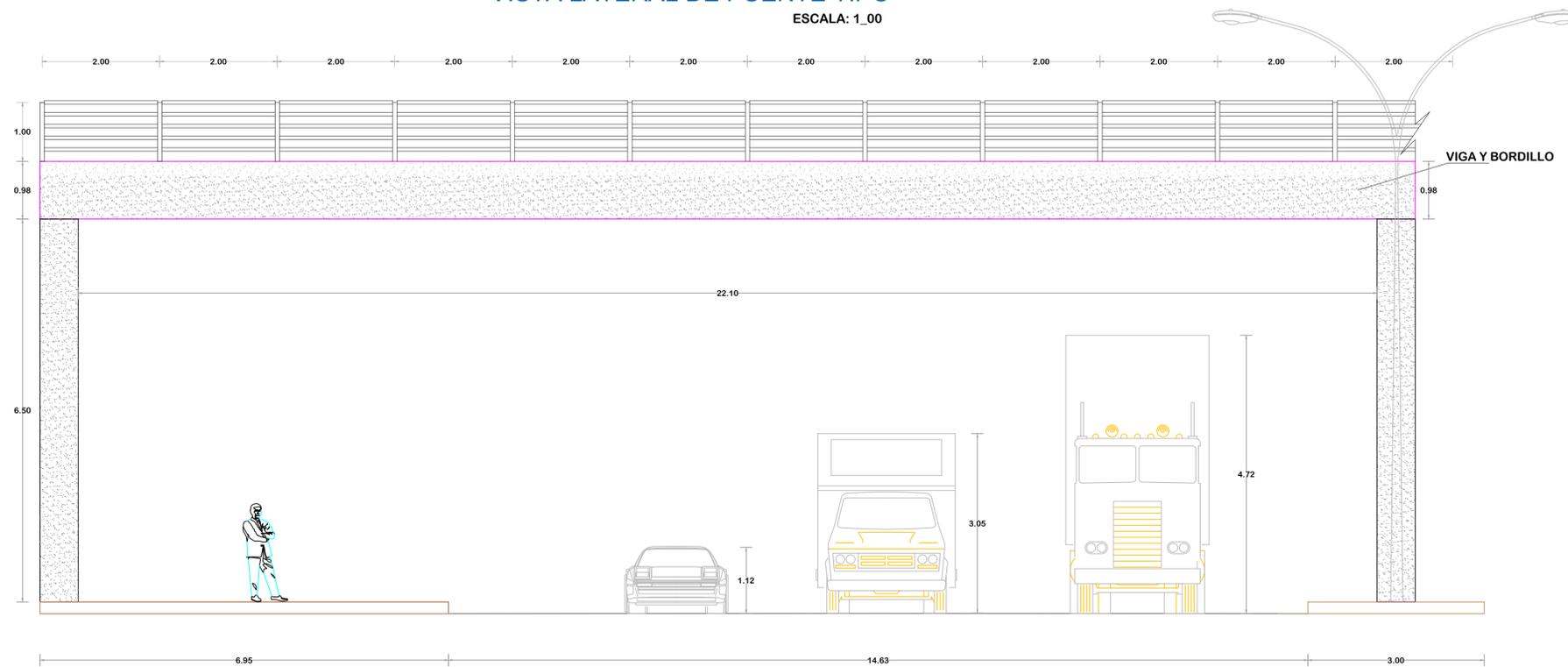
2/2

SELLOS:

VISTA EN PLANTA
ESCALA: 1_00



VISTA LATERAL DE PUENTE TIPO
ESCALA: 1_00



ZONA DE PEATONES



Dimensiones Según Norma INEN:
40 cm X 80 cm

SEÑAL INFORMATIVA



Dimensiones Según Norma INEN:
360 cm X 150 cm