



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN PASO PEATONAL DE
HORMIGÓN ARMADO, A LA ALTURA DEL CENTRO COMERCIAL LA
PIAZZA, MACHALA

DURAN MALDONADO GILSON BENITO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN PASO PEATONAL
DE HORMIGÓN ARMADO, A LA ALTURA DEL CENTRO
COMERCIAL LA PIAZZA, MACHALA

DURAN MALDONADO GILSON BENITO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN PASO PEATONAL DE HORMIGÓN ARMADO, A LA ALTURA DEL CENTRO COMERCIAL LA PIAZZA, MACHALA

DURAN MALDONADO GILSON BENITO
INGENIERO CIVIL

ZARATE ENCALADA JOSE MARCELO

MACHALA, 26 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
26 de abril de 2021

Informe Duran

por Gilson Benito Duran Maldonado

Fecha de entrega: 15-abr-2021 03:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1560292075

Nombre del archivo: INFORME_-_DURAN_GILSON.pdf (735.29K)

Total de palabras: 4809

Total de caracteres: 29182

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

El que suscribe, DURAN MALDONADO GILSON BENITO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UN PASO PEATONAL DE HORMIGÓN ARMADO, A LA ALTURA DEL CENTRO COMERCIAL LA PIAZZA, 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, 26 de abril de 2021



DURAN MALDONADO GILSON BENITO
0705679405

Informe Duran

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
2	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
3	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repository.unilibre.edu.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.umch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.epmmop.gob.ec Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to 84752 Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

RESUMEN

En el siguiente documento se detalla el cálculo estructural acorde a la normativa vigente, de la superestructura de un paso peatonal ubicado en la avenida 25 de Junio, a la altura del centro comercial La Piazza, en la ciudad de Machala.

Para el cálculo respectivo se analizaron varias características de la zona, que permitieron la toma de decisiones en el dimensionamiento del diseño arquitectónico y a la vez con base a la normativa vigente permitió realizar un pre dimensionamiento de los elementos que conforman la superestructura del paso peatonal, base fundamental para realizar el diseño estructural aplicando la hipótesis de diseño del hormigón armado, obteniendo resultados satisfactorios que brindaran plena seguridad a los peatones que necesitan cruzar la avenida.

Para culminar el proyecto en base al análisis y cálculo realizado se elaboraron los respectivos planos estructurales, arquitectónicos y de señalización, los cuales están de acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en este documento.

Palabras clave: Hormigón Armado, Súper estructura, Diseño estructural, Paso Peatonal.

ABSTRACT

The following document details the structural calculation according to current regulations, of the superstructure of a pedestrian bridge located on Avenida 25 de Junio, near the La Piazza shopping center, in the city of Machala.

For the respective calculation, several characteristics of the area were analyzed, which allowed decision-making in the sizing of the architectural design and at the same time, based on current regulations, a pre-sizing of the elements that make up the superstructure of the pedestrian bridge will be carried out, base It is essential to carry out the structural design applying the reinforced concrete design hypothesis, obtaining satisfactory results that provide full safety to pedestrians who need to cross the avenue.

To complete the project, based on the analysis and calculation carried out, the structural, architectural and signaling plans were prepared, which are in accordance with the technical specifications contained in this document.

Keywords: reinforcing concrete, superstructure, structural design, pedestrian bridge.

CONTENIDO

RESUMEN	- 7 -
ABSTRACT.....	- 8 -
CONTENIDO	- 9 -
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	- 11 -
ÍNDICE DE ANEXOS	- 11 -
1. INTRODUCCIÓN	- 12 -
1.1 Ubicación Geográfica.....	- 12 -
1.2 Objetivo General	- 13 -
1.2 Objetivos Específicos	- 13 -
2. MARCO TEÓRICO	- 13 -
2.1 Puente.....	- 13 -
2.2 Superestructura	- 13 -
2.3 Puente peatonal	- 14 -
2.4 Hormigón Armado	- 14 -
2.5 Propiedades mecánicas del Hormigón Armado.....	- 14 -
2.5.1 Resistencia a la compresión.....	- 14 -
2.5.2 Resistencia a la tracción (o tensión).	- 14 -
2.6 Losa.....	- 14 -
2.7 Viga.....	- 14 -
2.8 Pila	- 15 -
2.9 Parterre.....	- 15 -
2.10 Cargas	- 15 -
2.11 Señalética.....	- 15 -
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 15 -
4. DESARROLLO	- 16 -
4.1 Pre dimensionamiento.....	- 16 -
4.1.1 Altura de la Superestructura.	- 16 -
4.1.2 Ancho de la viga.	- 16 -
4.1.3 Espesor del patín de la viga T.	- 17 -
4.1.4 Diafragmas.....	- 17 -
4.2 Cargas	- 17 -
4.2.1 Carga Muerta.	- 17 -
4.2.2 Carga Viva.	- 17 -
4.3 Solicitaciones	- 18 -

4.3.1	Momento Flector.....	- 18 -
4.3.2	Fuerza Cortante.....	- 18 -
4.4	Mayorización	- 18 -
4.5	Acero de refuerzo.....	- 18 -
4.6	Acero superior.....	- 19 -
4.7	Acero de Refuerzo Superficial.....	- 19 -
4.8	Estribos	- 19 -
4.6	Acero de contracción y temperatura en la losa	- 19 -
5.	(ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)	- 20 -
5.1	Ascensor.....	- 20 -
5.2	Cubierta Paso Peatonal	- 20 -
5.2.1	Policarbonato Alveolar.	- 20 -
5.2.2	Estructura de Cubierta.	- 20 -
5.3	Pasamanos de Paso Peatonal.....	- 20 -
5.4	Bordillos.....	- 20 -
5.5	Pasamanos Escalera	- 20 -
5.6	Acabado del piso.....	- 21 -
6.	CONCLUSIONES	- 21 -
7.	RECOMENDACIONES.....	- 21 -
8.	Bibliografía	- 22 -
9.	ANEXOS	- 24 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación Geográfica del Paso Peatonal	- 12 -
Ilustración 2. Av. 25 de junio frente la Piazza. FUENTE: Google Earth	- 16 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. DIMENSIONES DE LA AVENIDA 25 DE JUNIO	- 24 -
ANEXO B. CARACTERÍSTICAS DEL PASO PEATONAL	- 24 -
ANEXO C. GEOMETRÍA DE LA VIGA DOBLE T	- 25 -
ANEXO D. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ASCENSOR ECO200	- 25 -
ANEXO E. FICHA TÉCNICA DEL POLICARBONATO ALVEOLAR.....	- 26 -
ANEXO F. FICHAS TÉCNICAS DE PERFILES METÁLICOS COMERCIALES	- 27 -
ANEXO G. DIÁMETROS COMERCIALES DE VARILLA CORRUGADA.....	- 29 -
ANEXO H. MEMORIA FOTOGRÁFICA DEL LUGAR DE TRABAJO	- 29 -
ANEXO I. MEMORIA DE CALCULO.....	- 30 -

1. INTRODUCCIÓN

A medida que transcurre el tiempo el crecimiento poblacional ha sido visible y junto a este el aumento de vehículos, lo que ha llevado del mismo modo al aumento de la cifra de accidentes vehículo-peatón, para evitar el incremento de accidentes es necesario generar soluciones peatonales que tengan por objetivo brindar seguridad y comodidad a los transeúntes.

El peatón es un factor de gran importancia en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de su seguridad, siendo sus actitudes más diversas que las de los conductores, y en muchos de los casos no cumplen las regulaciones y no respetan la señalización, lo que dificulta ordenar sus movimientos y mejorar su seguridad [1].

La buena comunicación vial, a través de accesos peatonales, es una de las necesidades que la sociedad requiere para movilizarse de un lugar a otro sin ningún inconveniente, los mismos que están localizados o ubicados en lugares estratégicos. Por lo tanto, es vital encontrar una forma de proteger dichas estructuras de fallas y daños [2].

En el presente trabajo se realizará el diseño de la superestructura de un puente peatonal de Hormigón Armado sometido a cargas gravitacionales, con sus respectivos planos estructurales, arquitectónicos y de señalización, considerando la demanda y necesidades del tránsito peatonal, para ellos se considerará 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.

1.1 Ubicación Geográfica



Ilustración 1 Ubicación Geográfica del Paso Peatonal

El paso peatonal será ubicado en la Avenida Central 25 de junio a la altura del centro comercial La Piazza, su localización está elegida estratégicamente para que sea utilizado por los usuarios que acuden al centro comercial a través del servicio de transporte urbano y para la población en general.

El tablero se encuentra situado bajo las siguientes coordenadas pertenecientes al sistema de coordenadas UTM zona 17 sur, elipsoide de Referencia WGS-84.

Tabla 1 Tabla de coordenadas UTM GWS-84 del Tablero

PUNTO	ESTE	NORTE
P1	617483.19	9638290.33
P2	617484.88	9638288.92
P3	617460.46	9638259.55
P4	617458.76	9638260.96

1.2 Objetivo General

Diseñar el paso peatonal de hormigón armado sobre la avenida 25 de junio a la altura del Centro Comercial La Piazza, mediante la aplicación de las normas NEC-2015, ACI318S-14 y RTE INEN 004-2.2011, garantizando la seguridad de los peatones.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar variables físicas de la avenida 25 de Junio, que influyen en el diseño del acceso peatonal.
- Realizar los cálculos correspondientes en base a las normas vigentes, para un diseño adecuado del paso peatonal.
- Elaborar los planos arquitectónicos, estructurales y de señalización, haciendo el uso de Programas relacionados a la Ingeniería Civil.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Puente

Es una obra que es construida para superar obstáculos que mantenga la continuidad de una vía. Con el transcurso de los años, estos han experimentado cambios, en el diseño, materiales y su utilidad [3].

2.2 Superestructura

De acuerdo al tipo de puente la superestructura se compone de varios elementos como: vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos y todos aquellos elementos que se encargan de transmitir las cargas del tablero hacia los apoyos [3].

2.3 Puente peatonal

Un puente peatonal tiene por objetivo resolver una necesidad de conexión entre dos puntos, las personas que lo utilicen garantizan su seguridad al evitar ser arrollados por vehículos que transitan a grandes velocidades [4].

Un puente peatonal debe estar en capacidad de soportar cargas muertas, vivas y accidentales, cumpliendo con todos los requerimientos establecidos, tanto como el estado límite último y al igual que el servicio [5]. Su diseño usualmente depende de las necesidades y condiciones de flujo de los usuarios.

2.4 Hormigón Armado

El hormigón armado es el resultado de una mezcla de arena, grava, agua y cemento, además de una armadura de acero, esto permite la elaboración de varios elementos estructurales. Así mismo, debe cumplir con todos los requisitos para los cuales fue diseñado [6].

El hormigón armado debe cumplir con varios requerimientos mínimos y máximos que están actualmente normalizados para que su funcionalidad sea la correcta.

2.5 Propiedades mecánicas del Hormigón Armado

2.5.1 Resistencia a la compresión. Esta propiedad es fundamental, ya que permite verificar que la mezcla de concreto cumpla con su trabajo mecánica dentro del elemento [7].

No obstante, esto no garantiza la durabilidad (es de carácter relativo) en su vida útil [8].

Debe señalarse que la norma NEC-SR- HM, establece que el hormigón debe cumplir con un $f'c = 21$ MPa mínimo [9].

2.5.2 Resistencia a la tracción (o tensión). La propiedad de resistencia a la tracción es realmente baja, por lo que en los cálculos estructurales su valor es considerado como nulo.

Del mismo modo, su determinación no se obtiene aplicando tensión directa sobre el material, sino por medio de un ensayo de flexión que determine su módulo de rotura, además se establece que la resistencia a tracción constituye el 10% aproximadamente de la resistencia a compresión [7].

2.6 Losa

Es un elemento estructural, que funciona como soporte para las cargas vivas y muertas, además de servir de separación entre piso, y en el caso de losas sobre puentes, actúan como un mediante para agilizar el paso ya sea de vehículos o peatones de un lugar a otro, de esta manera transmitiendo todas las cargas hacia las vigas, posteriormente éstas a las columnas que finalmente las descargan hacia los cimientos [10].

2.7 Viga

Elemento que es diseñado para soportar cargas lineales, concentradas o uniformes, en una dirección, sus dimensiones dependerán de la magnitud de cargas a soportar, puede actuar

como elemento principal en un marco rígido, además de usarse para sostener losas macizas o nervadas [11].

2.8 Pila

Una pila es un apoyo intermedio del puente, que tiene por objeto transmitir cargas verticales y horizontales a la cimentación, de manera que no exceda al esfuerzo admisible del suelo [12].

2.9 Parterre

Es el área perteneciente a una avenida o carretera cuyo uso es para dividir carriles de tráfico opuesto, este puede ser zona verde o del mismo material de la calzada. [13]

2.10 Cargas

La estructura está diseñada y construida para que pueda soportar todas las operaciones que puedan ser necesarias durante la construcción y el uso dentro de la vida útil esperada, y realizar las funciones requeridas para su construcción a un costo de mantenimiento aceptable.

Existen diversas cargas a considerar: permanentes (materiales o carga muerta), variables (vivas).

2.11 Señalética

Las señaléticas tienen como objetivo advertirnos de algún peligro o precaución, además de brindar seguridad, accesibilidad y protección peatonal [14]. De modo que debe ubicarse en lugares estratégicos.

Estas pueden ser ubicadas de manera horizontal o vertical. Las verticales contienen información de señales de tránsito y los horizontales constituyen información del puente que están marcadas en la capa de rodadura.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Machala, en la avenida 25 de junio a la altura del centro comercial La Piazza, una zona caracterizada por su alta concurrencia de personas debido a la existencia del centro comercial antes mencionado y además de ser una zona residencial densamente poblada, que está separada por la avenida principal de ingreso a la ciudad, donde los vehículos circulan a velocidades que van desde aproximadamente 50 km/h hasta los 90 km/h. En ese sector, no existe ningún medio que permita el paso de las personas de un lado a otro de la vía que pueda garantizar la plena seguridad del peatón.

Al contrario, en la mitad de la avenida existe un parterre con rejillas de aproximadamente 30 cm de altura que incrementa la dificultad y la peligrosidad del paso de los peatones.

En la ilustración 2 se puede observar de una manera más detallada el peligro inminente al que se enfrentan los peatones que intentan atravesar esta avenida.



Ilustración 2. Av. 25 de junio frente La Piazza. FUENTE: Google Earth

4. DESARROLLO

La avenida 25 de junio se compone de 8 carriles de 3.5m cada uno además en la parte central cuenta con un parterre con un ancho de 4.20m, tiene un ancho total de 34.60m mientras que entre sus espaldones tiene un ancho de 32.20m. (VER ANEXO A)

Según la Norma NEVI-12-MTOP vol 12A – 2013, especifica que se deberá considerar una separación mínima de 3m desde el espaldón para edificar cualquier estructura de soporte de los tableros elevados de un puente y que la altura libre de paso sobre una autopista debe ser al menos 6m.

En base a lo mencionado incluyendo las condiciones de apoyo se determinó un largo total de 39.20m del paso peatonal con una altura libre de 6m.

Según la Norma NTE INEN 2246 2015, especifica que cuando se prevé la circulación simultánea, en distinto sentido el ancho mínimo debe ser de 1,8 m, por lo cual se definió un ancho de 2.20m.

En base a un análisis del escenario planteado se colocará una pila central ubicada en el parterre y una junta de dilatación en la mitad del paso peatonal, obteniendo de esta manera dos escenarios completamente iguales lo cual nos permite simplificar el análisis trabajando con una estructura simplemente apoyada y de menor luz cuyo resultado será replicado para ambos escenarios. (VER ANEXO B)

El tablero estará conformado por dos vigas paralelas que soportan una losa actuando como una viga doble T.

4.1 Pre dimensionamiento

4.1.1 Altura de la Superestructura. Según la tabla 9.3.1.1 de la norma ACI 318SUS – 2014, especifica que la profundidad mínima (incluyendo el tablero), para una viga tipo T de hormigón armado con tramos simplemente apoyados será calculado con la siguiente expresión:

$$H = L/16 = 19.6/16 = 1.225m \approx 1.25m \text{ Adoptado}$$

4.1.2 Ancho de la viga. Según la norma ACI 318SUS - 2014 el ancho de viga es calculado bajo la siguiente expresión:

$$b = 0.0157\sqrt{S'} * L$$

Siendo S' = El espaciamiento entre ejes de vigas

Obteniendo un resultado de $b = 0.35m$

4.1.3 Espesor del patín de la viga T. Para el espesor del patín se deberán tomar en consideración varios escenarios adoptando el valor mayor de cada uno de ellos.

Según el Art. 13.7.3.1.2 de la AASHTO LRFD – 2014, para Tableros de Concreto en voladizo el espesor mínimo debe ser de 0.2 m.

Según la tabla 2.5.2.6.3-1 de la AASHTO LRFD – 2014, el espesor mínimo para el Tablero debe ser calculado bajo la siguiente expresión:

$$t_{min} = \frac{S + 3}{30} \geq 0.165m$$

Siendo S = luz libre de la losa

Obteniendo un espesor mínimo del patín de 0.2m.

4.1.4 Diafragmas. Los diafragmas irán ubicados a cada 6.5m y por condiciones de agilizar el trabajo se colocarán a 0.2m por debajo de la losa, dando una altura de 0.85m con un espesor de 0.2 m y un largo de 0.75m. (VER ANEXO C)

4.2 Cargas

Para el diseño de la superestructura del paso peatonal se analizarán las cargas gravitacionales las cuales se clasifican en Carga viva (L) que será considerada la carga peatonal y Carga Muerta(D) la cual incluye toda la carga por peso propio a causa de las dimensiones y materiales a utilizar para la construcción del mismo.

Todas las cargas a calcular serán las que soportara una sola viga.

4.2.1 Carga Muerta. Según la Tabla 8 de la Norma Ecuatoriana de la construcción NEC - SE – CG, se muestran los valores de peso para los materiales más frecuentes de los cuales se hará uso el Peso Unitario del Hormigón Armado de $24 \text{ KN}/m^3$ y el Peso Unitario del Hormigón Simple de $22 \text{ KN}/m^3$.

Con el Pre dimensionamiento realizado anteriormente y con los valores de Peso Unitario se han determinado las cargas muertas de los distintos elementos de la superestructura dando como resultado los siguientes valores.

Carga muerta por peso de la Viga, losa, contrapiso y bordillos y cubierta (WD) es de: $15.815 \text{ KN}/m$ por cada viga.

Carga muerta por peso de los diafragmas (PD): 3.06 KN por cada viga.

4.2.2 Carga Viva. Según la Tabla 9 de la NEC - SE – CG, se muestran los valores de carga viva para distintos usos u ocupaciones, al actuar el paso peatonal como pasillo para los usuarios, la carga viva para este uso es de $4.8 \text{ KN}/m^2$.

Con el Pre dimensionamiento realizado anteriormente se obtuvo un ancho libre para circulación de 1.8m lo cual nos permite calcular la carga viva que actúa sobre de la superestructura dando como resultado el siguiente valor.

Carga Viva(WL): $8.64 \text{ KN}/m$ por cada viga.

4.3 Solicitaciones

4.3.1 *Momento Flector.* Al trabajar con un sistema de viga simplemente apoyada esta experimenta un momento flector máximo en el centro del vano siendo este fácilmente calculado mediante fórmulas establecidas y bajo los principios de la estática.

Obteniendo como resultado los siguientes valores:

Momento flexionante por carga muerta $M_D = 782.836 \text{ KN.m}$

Momento flexionante por carga viva $M_L = 414.892 \text{ KN.m}$

4.3.2 *Fuerza Cortante.* Al trabajar con un sistema de viga simplemente apoyada esta experimenta una fuerza cortante máxima en los apoyos, la cual será calculada mediante fórmulas establecidas y bajo los principios de la estática.

Obteniendo como resultado los siguientes valores:

Fuerza cortante por carga muerta $V_D = 161.107 \text{ KN}$

Fuerza cortante por carga viva $V_L = 84.672 \text{ KN}$

4.4 Mayorización

Existen muchos estados de carga que actúan en una estructura (según la norma NEC - SE - CG) menciona varias combinaciones con los distintos tipos de cargas, esta superestructura está diseñada únicamente para cargas verticales es por eso que se hará uso de la combinación 2 la cual está estructurada de la siguiente manera:

$$U = 1.2D + 1.6L$$

Obteniendo como resultado: $M_U = 1603.23 \text{ KN.m}$; $V_U = 328.804 \text{ KN}$

4.5 Acero de refuerzo

Según el análisis y cálculo realizado, el acero principal que la viga necesita para soportar la carga viva y peso propio es la cantidad de:

$A_s = 3968.8 \text{ mm}^2$, lo cual representa una cuantía de $\rho = 0.00328$

(Según el apartado 4.2.5 de la norma NEC-SE-HM, 2014) menciona que en todo elemento sometido a flexión no debe tener una cuantía menor a la mínima establecida, es por aquello que se opta por colocar el acero de refuerzo calculado con el valor de cuantía mínima.

$A_s = 3993 \text{ mm}^2$

En base al catálogo de varillas de Diámetro Comercial y mediante un tanteo se utilizarán 8 varillas de 20mm de diámetro más 4 varillas de 22mm de diámetro las cuales representan un área total de:

$A_s = 4034 \text{ mm}^2$

Estas serán ubicadas en 3 capas, capa inferior 4 varillas de 22 mm con un espaciamiento horizontal libre de 4.1 cm y 2 capas superiores de 4 varillas con diámetro de 20 con un espaciamiento horizontal libre de 4.3 cm, cumpliendo con el apartado 25.2.1 de la norma

ACI 318SUS-14, la cual menciona que el espaciamiento mínimo entre barras debe ser al menos 1 pulg, o d_b

Según el apartado 25.2.2 de la norma ACI 318SUS-14, menciona que cuando el refuerzo se coloca en 2 o más capas estas deben tener una separación mínimo de 1 pulg, en base a esto se ha optado por colocar placas de acero transversal de 3 cm actuando como separadores entre capas.

Según el apartado 20.6.1.3.1 de la norma ACI 318SUS-14, menciona que el recubrimiento para elementos no preesforzados expuestos a la intemperie debe ser mínimo de 2 pulg, por lo cual se ha considerado una separación de 7 cm desde la cara exterior del acero de refuerzo hasta la cara lateral de la viga dejando espacio para la colocación de los estribos y cumplir con lo establecido en la norma.

4.6 Acero superior

Según el apartado 4.2.5 de la norma NEC-SE-HM 2014, en la parte superior de la viga al no presentar esfuerzos de momento flector se colocará un acero mínimo:

$$A_{s \min} = 2420 \text{ mm}^2$$

Según el Catálogo de varillas corrugadas de diámetro comercial y mediante un tanteo se utilizarán 10 $\emptyset 18 \text{ mm}$ que representa un área de:

$$A_s = 2545 \text{ mm}^2$$

4.7 Acero de Refuerzo Superficial

Según el apartado 9.7.2.3 de la norma ACI 318SUS – 2014, este tipo de Refuerzo es para evitar las fisuras en la parte lateral de la viga a causa de tracción y se lo utiliza en vigas con alturas mayores a 0.9m, el diámetro a usar varía de 10 mm hasta 16 mm.

Según el cálculo correspondiente se colocarán 3 varillas con diámetro de 14 mm con un espaciamiento libre entre varillas de 13.8 cm.

Este refuerzo debe colocarse en cada cara de la viga desde la fibra extrema del acero de refuerzo hasta $h/2$ de la viga.

4.8 Estribos

En base al cálculo realizado se ha podido determinar que la viga no requiere refuerzo longitudinal por corte.

Se utilizarán estribos de 12mm a una separación de 15 cm dentro de la zona de confinamiento que es igual a 2.50 m desde la cara interior del apoyo.

Para el resto de la viga se usará una separación de 40 cm.

4.6 Acero de contracción y temperatura en la losa

Según el apartado 24.4.3.2 de la norma ACI 318SUS – 2014, menciona que el acero por retracción y temperatura será calculado mediante una cuantía de $\rho = 0.002$

Mediante el cálculo realizado se requiere un área de acero igual a 400 mm^2 por lo cual se utilizarán 4 varillas de 12 mm por cada metro de losa con un espaciamiento de 25 cm a eje de varilla.

La representación Gráfica de todo el diseño se puede observar en el Plano estructural.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas que se describen a continuación además de ser un complemento de los planos, tienen como propósito facilitar al constructor las características de los elementos y materiales utilizados para la ejecución del proyecto constituyen un complemento de los planos del proyecto, con el único propósito de facilitar al constructor las características de cada uno de los elementos y materiales que se emplearan en el presente proyecto.

5.1 Ascensor

En base a las necesidades se utilizará un ascensor ECO200 sin cuarto de máquinas con embarque doble de 180° y capacidad para 6 personas, el mismo que servirá para el acceso de las personas que por su condición física no puedan acceder por las escaleras, para su instalación se necesita un pozo de 1.60m x 1.60m. (VER ANEXO D)

5.2 Cubierta Paso Peatonal

5.2.1 Policarbonato Alveolar. Este material será utilizado para cumplir con los parámetros de las especificaciones técnicas de la AASHTO, la cual menciona que un paso peatonal debe ser alumbrado, pero a su vez ofrecer protección para sol y lluvia, el espesor del policarbonato será de 4 mm, este será soportado por una estructura de acero, por su forma arqueada deberá tener 1.55m de ancho y 40.90m de largo. (VER ANEXO E)

5.2.2 Estructura de Cubierta. La estructura será soportada por tubos cuadrados estructurales con una aleación (hierro y carbón) de 80 x 80 x 2, los mismos serán ubicados a cada 2.15m a lo largo del paso peatonal y estarán embebidos en los bordillos, la armadura está conformada por los perfiles detallados en los planos. (VER ANEXO F)

5.3 Pasamanos de Paso Peatonal

Se colocará tubería redonda de acero inoxidable 304 de 2 pulg, ubicados horizontalmente con una separación de 30 cm 70cm y 90cm desde la superficie del bordillo, los mismos que serán sostenidos por los tubos cuadrados que soportan la cubierta.

5.4 Bordillos

Los bordillos irán ubicados a lo largo del paso peatonal y tendrán una dimensión de 20 cm de ancho por 20 cm de alto.

5.5 Pasamanos Escalera

Para el pasamanos se colocará tubería redonda de acero inoxidable 304 de 2 pulg, ubicados horizontalmente con una separación de 30 cm 70cm y 90cm desde la superficie del suelo, los mismos que serán sostenidos por una tubería de las mismas características

ubicadas al principio, mitad y fin de cada tramo de escalones, cumpliendo de esta manera las especificaciones de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2244 – 2000.

5.6 Acabado del piso

Sobre la losa será ubicado un recubrimiento de Hormigón Simple de 22 MPa con un espesor de 3cm.

6. CONCLUSIONES

- Se han identificado las características físicas de la Avenida 25 de Junio, lo cual ha permitido obtener datos de mucha importancia para el diseño y cálculo estructural del paso peatonal.
- Se realizaron los cálculos correspondientes con base a las normas vigentes, cumpliendo de esta manera los requerimientos para el buen funcionamiento y durabilidad del paso peatonal.
- Se elaboraron los planos arquitectónicos, estructurales y de señalización los cuales dan mayor facilidad para una correcta ejecución del proyecto.

7. RECOMENDACIONES

- El paso elevado es de mucha importancia, sin embargo, la falta de cultura de las personas permite que estas sigan atravesando las calle sin hacer uso del mismo, y corriendo el riesgo de sufrir un accidente, por esta razón es recomendable colocar rejillas o bayas que interrumpan el paso de las personas por la vía para que estas se vean en la total necesidad de cruzar por el paso peatonal elevado.
- Para la ejecución del proyecto se recomienda cumplir con cada una de las especificaciones técnicas sin omisión alguna, debido a que en el diseño se han considerado todas las variables de acuerdo a la normativa vigente.
- En el siguiente trabajo consta únicamente el cálculo estructural para la superestructura por lo cual no se ha realizado ningún otro estudio de tráfico, de suelos, etc. Por lo tanto, se recomienda realizar cada uno de los estudios necesarios para la ejecución del proyecto.

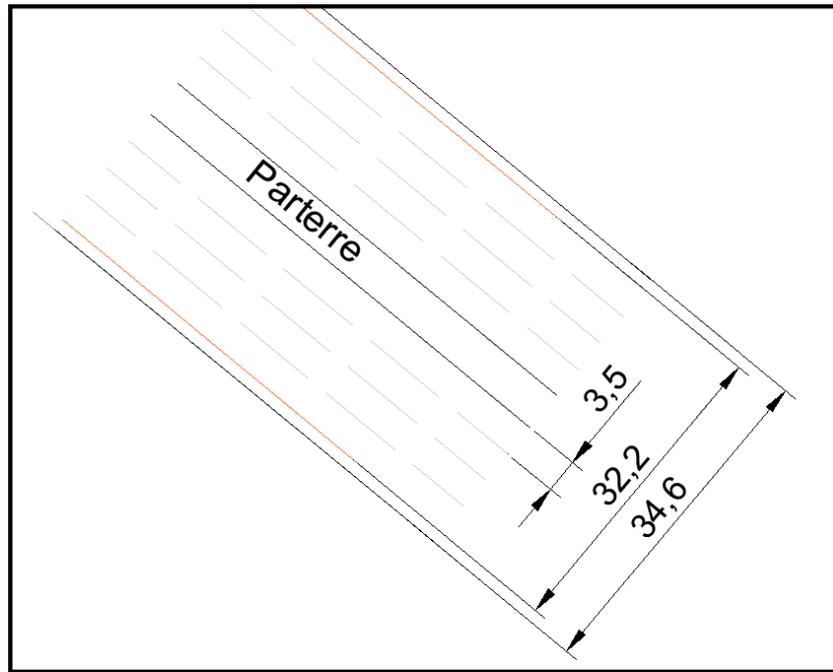
8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Fernández Garza y H. Hernández Vega, «Estudio de la movilidad peatonal en un centro urbano: un caso en Costa Rica,» *Revista Geográfica de América Central*, vol. 1, n° 62, pp. 267-288, 2019.
- [2] A. Bouhaloufa, k. Zellat y T. Kadri, «Probabilistic Evaluation of Traffic Flux and Bridges Safety,» *Revista Ingeniería de construcción RIC*, vol. 33, n° 2, pp. 147-154, Marzo 2018.
- [3] A. Rodríguez Serquéz, Puentes, Séptima ed., Lima: Prometeo desencadenado, 2014, p. 342.
- [4] I. ARTEAGA ARREDONDO, D. M. GARCÍA, C. E. GUZMÁN GUZMÁN y J. M. MAYORGA, «EL ESPACIO PÚBLICO DE LOS PUENTES PEATONALES,» *URBANO*, n° 36, pp. 104-114, Noviembre 2017.
- [5] I. Huergo Rios y H. Hernández Barrios, «Control pasivo de vibraciones verticales inducidas por personas en puentes peatonales,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XXI, n° 2, pp. 1-14, 2020.
- [6] V. González Fernández, Á. Barrios Padura y M. Molina Huelva, «Aplicaciones de las técnicas no destructivas Pull-Off y ultrasonidos en el control de calidad del refuerzo con materiales compuestos en estructuras de concreto,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 28, n° 1, pp. 5-26, 2018.
- [7] L. Lara, H. Aguirre y M. Gallegos, «Estructuras Aporticadas de Hormigón Armado que Colapsaron en el Terremoto del 16 de Abril de 2016 en Tabuga-Ecuador,» *Revista Politécnica*, vol. 42, n° 1, pp. 1-10, Octubre 2018.
- [8] J. Toirac Corral, «La resistencia a compresión del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras.,» *CIENCIA Y SOCIEDAD*, vol. XXXIV, n° 4, pp. 463-504, Diciembre 2009.
- [9] Norma Ecuatoriana de la Construcción, «ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO,» Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, Quito, 2014.
- [10] J. Carrillo y D. Silva, «Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero,» *Ingeniería Investigación y Tecnología*, vol. XVII, n° 3, pp. 317-330, Septiembre 2016.
- [11] A. Sakbana y M. Mashreib, «Análisis de elementos finitos de Vigas de Hormigón Armado CFRP,» *Revista Ingeniería de construcción*, vol. 35, n° 2, pp. 148-169, 2020.
- [12] D. Aquino Vasquez y R. Hernandez Aldana, «Manual de construcción de puentes de concreto,» Universidad de el Salvador, Salvador, 2004.
- [13] NORMA ECUATORIANA VIAL, «Procedimientos de Operación y Seguridad Vial,» Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, Quito, 2013.

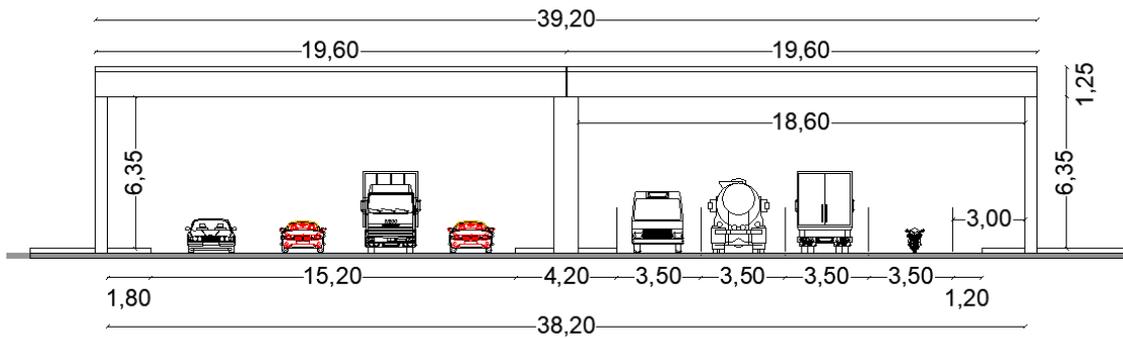
- [14] M. Flores-Calero, C. Conlago, J. Yunda, M. Aldás y C. Flores, «Implementación de un algoritmo para la detección de señales de tránsito del Ecuador: Pare, ceda el paso y velocidad,» *Ingenius: Revista de Ciencia y Tecnología*, n° 2, Mayo 2018.
- [15] American Concrete Institute, «Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural - 318,» Copyrighted, Farmington Hills, 2014.
- [16] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Accesibilidad de las personas al medio físico, edificios, agarraderas, bordillos y pasamanos,» Quito, 2000.
- [17] Norma Ecuatoriana de la Construcción, «Cargas (No sísmicas),» Dirección de Comunicación Social, MIDUVI, Quito, 2014.
- [18] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Accesibilidad de las personas al medio físico, Cruces peatonales a nivel y a desnivel,» Quito, 2015.
- [19] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Accesibilidad de las personas al medio físico, circulaciones Verticales, escaleras. Requisitos,» Quito, 2016.

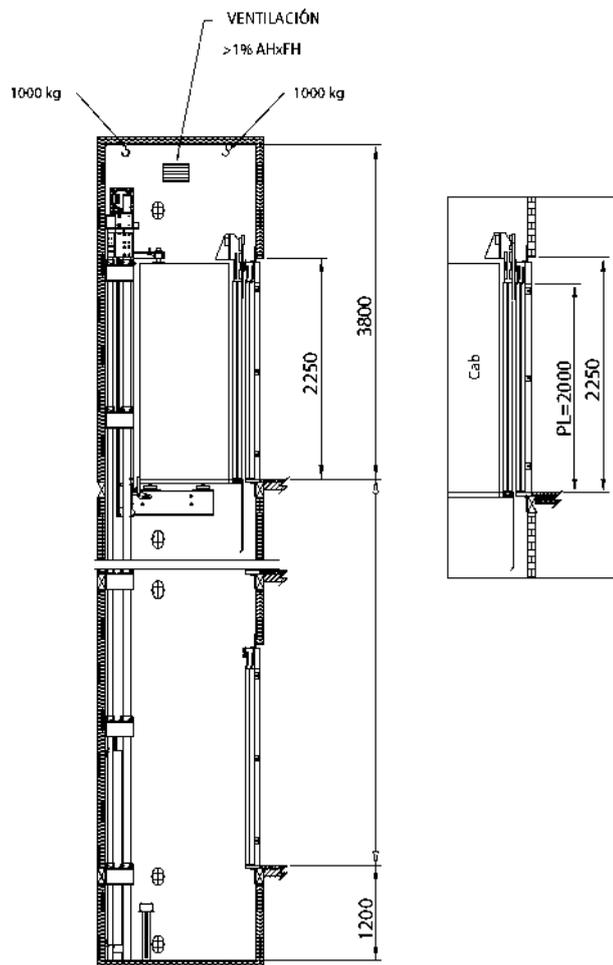
9. ANEXOS

ANEXO A. DIMENSIONES DE LA AVENIDA 25 DE JUNIO



ANEXO B. CARACTERÍSTICAS DEL PASO PEATONAL





Elevación del ascensor Fuente: Catálogo de ascensores Valida Lift

ANEXO E. FICHA TÉCNICA DEL POLICARBONATO ALVEOLAR

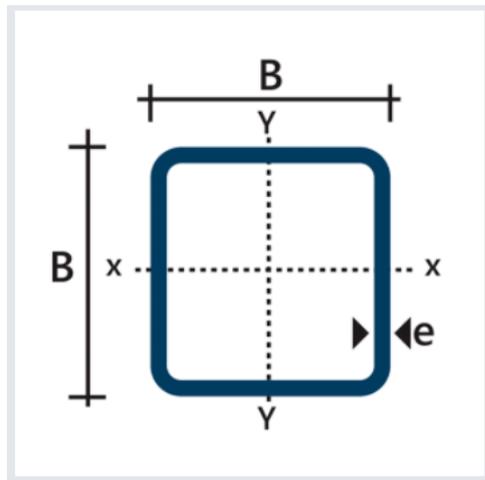


Espesor	Radio mínimo curvatura en frío (mm)	Transmisión térmica (Valor "U")		Peso	
		P. Compacto W/m ² K	Vidrio W/m ² K	P. Compacto Kg/m ²	Vidrio Kg/m ²
2,00 mm	350	5,56	---	2,4	5,0
3,00 mm	525	5,41	5,87	3,6	7,5
4,00 mm	700	5,27	5,82	4,8	10,0
5,00 mm	875	5,13	5,80	6,0	12,5
6,00 mm	1050	5,00	5,77	7,2	15,0
8,00 mm	1400	4,76	5,71	9,6	20,0
10,00 mm	1700	4,55	---	12,0	25,0
12,00 mm	2100	4,35	---	14,4	30,0

Ficha técnica del policarbonato alveolar Fuente: Catálogo de Glanze Policarbonato

ANEXO F. FICHAS TÉCNICAS DE PERFILES METÁLICOS COMERCIALES

Ficha técnica de perfiles metálicos.



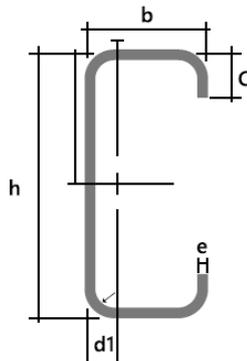
Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas		Radio de giro
				Eje x-x' = y-y'		
B	e	A	P	Momento de inercia	Módulo de resistencia	I
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
80	1,50	4,35	3,42	38,92	10,38	2,99
	1,80	5,19	4,07	45,95	12,25	2,98
	2,00	5,74	4,50	50,50	13,47	2,97
	2,50	7,09	5,56	61,40	16,37	2,94
	3,00	8,41	6,60	71,65	19,11	2,92
	4,00	10,95	8,59	90,29	24,08	2,87

Fuente: Ficha Técnica de Import Aceros



Dimensiones			Peso	
pulg	mm	ESPESOR	PESO	PESO
		mm	kg/mt	kg/6mt
2"	50,80	1,00	1,24	7,44
	50,80	1,20	1,48	8,90
	50,80	1,50	1,84	11,05
	50,80	2,00	2,43	14,59

Fuente: Ficha Técnica de Import Aceros



Designaciones	Dimensiones				Masa	A	d1	Momento de inercia		Modulo de inercia		Radio de giro	
	h	b	cm2	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
G 100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G 100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	4,94	1,80
G 100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,50	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G 100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,70	28,50	25,34	9,05	3,85	1,83
G 100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,50	12,09	3,75	1,83

Fuente: Ficha Técnica de Import Aceros

ANEXO G. DIÁMETROS COMERCIALES DE VARILLA CORRUGADA

Diámetro nominal	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	mm
Área = πr^2	0.503	0.786	1.131	1.539	2.011	2.545	3.142	3.801	4.909	6.158	8.043	cm ²
Perímetro = $2 \pi r$	2.513	3.142	3.770	4.398	5.027	5.655	6.283	6.912	7.854	8.797	10.053	cm
Masa	0.395	0.617	0.888	1.208	1.578	1.998	2.466	2.984	3.853	4.843	6.313	kg/m
Masa de 1 varilla												
de 6 m	2.370	3.702	5.328	7.248	9.468	11.988	14.796	17.904	23.118	29.004	37.878	kg
de 9 m	3.555	5.553	7.992	10.872	14.202	17.982	22.194	26.856	34.677	43.506	56.817	kg
de 12 m	4.740	7.404	10.656	14.496	18.936	23.976	29.592	35.808	46.236	58.008	75.756	kg
Número de varillas en 45.36 kg (1 quintal)	19.139	12.253	8.513	6.258	4.791	3.784	3.006	2.533	1.962	1.564	1.198	de 6 m
	12.759	8.169	5.676	4.172	3.194	2.523	2.004	1.689	1.308	1.043	0.798	de 9 m
	9.570	6.126	4.257	3.129	2.395	1.892	1.533	1.267	0.981	0.782	0.599	de 12 m

Fuente: Catalogo de Varillas de Novacero

ANEXO H. MEMORIA FOTOGRÁFICA DEL LUGAR DE TRABAJO





ANEXO I. MEMORIA DE CALCULO

Características del puente

- ✓ Longitud= 19.60m
- ✓ Altura libre= 6.30m
- ✓ Separación entre vigas= 1.1m
- ✓ Ancho= 2.2m
- ✓ Numero de vigas= 2
- ✓ Recubrimiento Ho S = 3cm
- ✓ $\gamma_{HoA} = 24 \text{ KN/m}^3$
- ✓ $\gamma_{HoS} = 22 \text{ KN/m}^3$
- ✓ $w_{peatonal} = 4.8 \text{ KN/m}^2$
- ✓ $f'c = 28 \text{ MPa}$

Pre dimensionamiento

Calcular el ancho de la viga y separación entre vigas.

$$b = 0.0157\sqrt{S} * L = 0.0157 * \sqrt{1.1} * 19.6$$

$$b = 0.322m$$

$$b \approx 0.35m \quad \text{Adoptado}$$

Calcular el espesor del patín de la viga T.

a) $t_{min} = 17.5 \text{ cm}$

b) $t_{min} = \frac{S+3}{30} = \frac{1.1+3}{30} = 13.67cm$

c) $t_{min} = 20cm$ Con tramos en voladizo **OK**

Calcular la altura de la viga T.

$$H = L/16 = 19.6/16 = 1.225m \quad \approx \quad 1.25m \quad \text{Adoptado}$$

Dimensiones de los Diafragmas.

$$h_{diaf} = 1.25 - 0.2 - 0.2 = 0.85 \text{ m}$$

$$b_{diaf} = S - b = 1.1 - 0.35 = 0.75m$$

$$e_{diaf} = 0.20 \text{ m}$$

Calculo de las Cargas

Carga muerta Repartida

$$WD_{viga-losa} = ((0.35\text{m} * 1.05\text{m}) + (1.1\text{m} * 0.2\text{m})) * \frac{24\text{KN}}{\text{m}^3} = 14.1 \text{ KN/m}$$

$$WD_{sobrepiso} = ((0.03\text{m} * 0.9\text{m})) * \frac{22\text{KN}}{\text{m}^3} = 0.594 \text{ KN/m}$$

$$WD_{bordillo 20\text{cm} \times 20\text{cm}} = ((0.2\text{m} * 0.2\text{m})) * \frac{24\text{KN}}{\text{m}^3} = 0.96 \text{ KN/m}$$

Carga por la Cubierta

Tipo de perfil		Peso	Cantidad	longitud	L Total	Peso Total	
		Kg/m	u	m	m	Kg	
Rectangular	80x80x2	4,50	38,00	2,50	95,00	427,50	
Circular en cubierta	2"	2,43	37,00	2,75	101,75	247,25	
Circular en pasamano	2"	2,43	102,00	2,07	211,14	513,07	
Tipo G	100x50x15x2	3,38	2,00	40,60	81,20	274,46	
Tipo G	80x50x15x3	3,06	5,00	40,60	203,00	621,18	
Tipo de material		Kg/m2	m2	m	m	Kg	
Policarbonato alveolar	4mm	4,80	40,80	2,55	104,04	499,39	
TOTAL						2582,8507	Kg
						25,3377654	KN
En ambos tramos						0,64637157	KN/m
En cada viga						0,16	KN/m

$$WD = 14.1 \frac{\text{KN}}{\text{m}} + 0.594 \frac{\text{KN}}{\text{m}} + 0.96 \frac{\text{KN}}{\text{m}} + 0.16 \frac{\text{KN}}{\text{m}} = \mathbf{15.815 \text{ KN/m}}$$

Carga muerta Puntual

$$PD_{diafragmas} = (0.85\text{m} * 0.20\text{m} * 0.75\text{m}) * \frac{24\text{KN}}{\text{m}^3} = \mathbf{3.06 \text{ KN}}$$

Carga Viva (Peatonal)

El ancho del Tablero es de 2.2m Con bordillos de 0.20m a ambos lados dejándonos un ancho libre para circulación peatonal de 1.8m

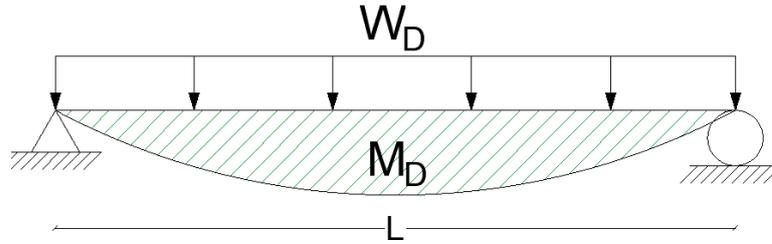
$$WL_{peatonal} = 1.8\text{m} * \frac{4.8\text{KN}}{\text{m}^2} = \mathbf{8.64 \text{ KN/m}}$$

Calculo de los momentos flexionantes

Solicitaciones por carga muerta

El momento flexionante y fuerza cortante por carga muerta repartida para una viga simplemente apoyada es calculado por las siguientes formulas:

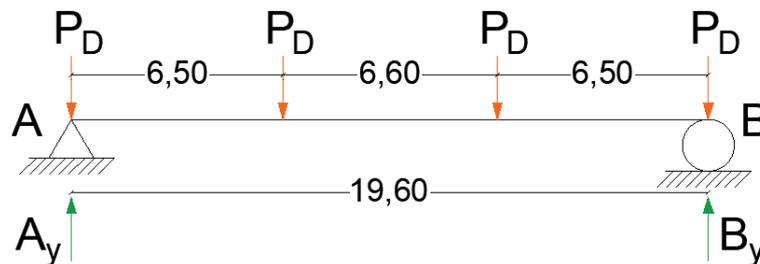
$$M = \frac{W * L^2}{8}; V = \frac{W * L}{2}$$



$$M_{WD} = \frac{W_D * L^2}{8} = \frac{15.815 \frac{KN}{m} * (19.6m)^2}{8} = 759.436 KN.m$$

$$V_{A-WD} = \frac{W_D * L}{2} = \frac{15.815 \frac{KN}{m} * 19.6m}{2} = 154.987 KN = V_{B-WD}$$

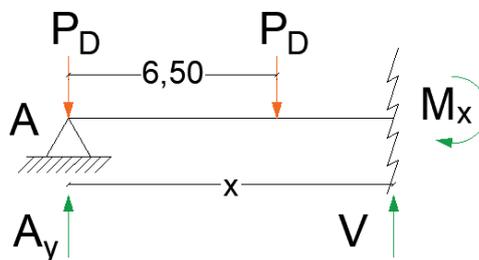
El momento flexionante por carga muerta puntual para una viga simplemente apoyada es calculado de la siguiente manera:



$$+Der \sum M_A = 0$$

$$V_A(19.6m) = 3.06KN(6.5m) + 3.06KN(13.1m) + 3.06KN(19.6m)$$

$$V_B = 6.12 KN = V_A$$



$$siendo 6.5 \leq x \leq 13.1$$

$$+Der \sum M_x = 0$$

$$M_x = 3.06KN(x) + 3.06KN(x - 6.5m) - 6.12KN(x)$$

$$M_x = 19.89 KN.m \rightarrow M_{PD} (\text{Momento maximo al centro de la viga})$$

$$M_D = M_{WD} + M_{PD} = 759.436 KN.m + 19.89 KN.m$$

$$M_D = 782.836 KN.m$$

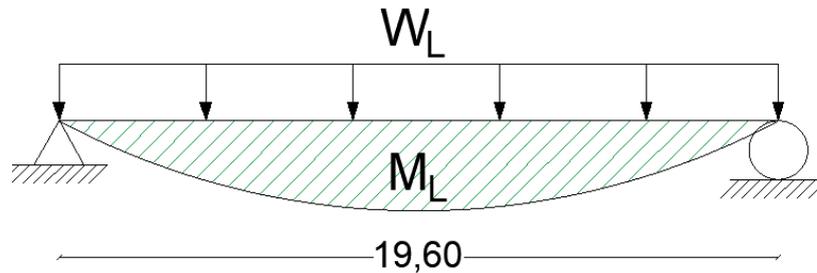
$$V_D = V_{WD} + V_{PD} = 154.987 \text{ KN} + 6.12 \text{ KN}$$

$$V_D = 161.107 \text{ KN}$$

Solicitaciones por carga viva

El momento flexionante y fuerza cortante por carga viva repartida para una viga simplemente apoyada es calculado por las siguientes formulas:

$$M = \frac{W * L^2}{8}; V = \frac{W * L}{2}$$



$$M_L = \frac{W_L * L^2}{8} = \frac{8.64 \frac{\text{KN}}{\text{m}} * (19.6\text{m})^2}{8} = 414.892 \text{ KN.m}$$

$$V_{A-WL} = \frac{W_L * L}{2} = \frac{8.64 \frac{\text{KN}}{\text{m}} * 19.6\text{m}}{2} = 84.672 \text{ KN} = V_{B-WL}$$

Mayorización

Para la mayorización se utilizará la combinación 2 para el diseño por ultima resistencia de la norma (NEC - SE - CG)

$$M_U = 1.2(M_D) + 1.6(M_L)$$

$$M_U = 1.2(782.836 \text{ KN.m}) + 1.6(414.892 \text{ KN.m}) = 1603.23 \text{ KN.m}$$

$$V_U = 1.2(V_D) + 1.6(V_L)$$

$$V_U = 1.2(161.107 \text{ KN}) + 1.6(84.672 \text{ KN}) = 328.804 \text{ KN}$$

CALCULO DEL ACERO PRINCIPAL PARA EL MOMENTO (+)

$$M_U = 1603.23 \text{ KN.m}$$

$$\phi M_n = M_u, \quad \phi = 0.9 \quad \rightarrow \quad M_n = 1781.367 \text{ KN.m}$$

Asumo un peralte efectivo $d_e = 1.1 \text{ m}$

Ancho efectivo de la viga T Según 6.3.2.1 del ACI 318SUS-14

$$\left(\begin{array}{l} \frac{l_n}{8} = \frac{18.6 \text{ m}}{8} = 2.325 \text{ m} \\ 8h = 8 * 0.2 = 1.6 \text{ m} \\ \frac{S_w}{2} = \frac{0.75 \text{ m}}{2} = 0.375 \text{ m} \end{array} \right) \rightarrow 0.375\text{m} \leq 4b_w \quad \mathbf{OK}$$

$$\text{Ancho efectivo } b = (0.375\text{m} * 2) + 0.35\text{m} = 1.1\text{m}$$

Para el cálculo correspondiente partimos con las formulas establecidas mediante la hipótesis de diseño del hormigón armado:

$$Mn = Rbd^2$$

$$R = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{1781367000 \text{ N.mm}}{1100 \text{ mm} * (1100\text{mm})^2} = 1.338 \text{ N/mm}^2$$

Factor de Resistencia a la Flexión

$$R = \rho * f_y \left[1 - \left(0.59\rho * \frac{f_y}{f'_c} \right) \right]$$

$$1.338 = \rho * 420 \left[1 - \left(0.59\rho * \frac{420}{28} \right) \right]$$

$$3717\rho^2 - 420\rho + 1.338 = 0 \quad \rightarrow \quad \rho = 0.00328$$

$$A_s = \rho * b * d = 0.00328 * 1100 * 1100 = 3968.8\text{mm}^2$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{3968.8\text{mm}^2 * 420}{0.85 * 28 * 1100} = 63.67\text{mm}$$

$$a = \beta_1 * c \quad \rightarrow \quad c = \frac{63.67 \text{ mm}}{0.85} = 74.91\text{mm} < 200\text{mm} \quad \mathbf{OK}$$

NOTA: Se puede concluir que el eje neutro se encuentra dentro del patín, por lo tanto, no actúa como una viga T.

(Según el apartado 4.2.5 de la norma NEC-SE-HM, 2014) menciona que en todo elemento sometida a flexión no debe tener una cuantía menor a:

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{420} = 0.0033$$

$$\rho_{req} \leq \rho_{min}$$

Por lo tanto, la Sección de acero será calculada con la cuantía mínima:

$$A_s = \rho * b * d = 0.0033 * 1100 * 1100 = 3993\text{mm}^2$$

Según el Catalogo de varillas corrugadas de diámetro comercial y mediante un tanteo se utilizarán 8 Ø 20 mm + 4 Ø 22 mm dándonos como $A_s = 4034 \text{ mm}^2$.

Estas serán colocadas en 3 capas de 4 varillas cada capa.

Control por ductilidad

$$\varepsilon_s > \varepsilon_{ty} + 0.003$$

$$\varepsilon_{ty} = \frac{420}{200000} = 0.002 \quad \rightarrow \quad \varepsilon_s > 0.005$$

$$\frac{0.003}{c} = \frac{\varepsilon_s}{d - c} \quad \rightarrow \quad \varepsilon_s = \frac{0.003(d - c)}{c}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{3993 \text{ mm}^2 * 420}{0.85 * 28 * 1100} = 64.05 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 * c \quad \rightarrow \quad c = \frac{64.05 \text{ mm}}{0.85} = 75.36 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_s = \frac{0.003(1100 - 75.36)}{75.36} = 0.041 > 0.005 \quad \text{OK Sección sub reforzada}$$

Acero Superior

(Según el apartado 4.2.5 de la norma NEC-SE-HM, 2014) en la parte superior de la viga al no presentar esfuerzos de momento flector se colocará un acero mínimo que será igual al acero por retracción y temperatura:

$$A_{s \text{ min}} = \rho * b * d = 0.002 * 1100 * 1100 = 2420 \text{ mm}^2$$

Según el Catalogo de varillas corrugadas de diámetro comercial y mediante un tanteo se utilizarán 10 \emptyset 18 mm dándonos como $A_s = 2545 \text{ mm}^2$.

Acero de Refuerzo Superficial

(Según el apartado 9.7.2.3 de la norma ACI 318SUS - 2014) Este tipo de Refuerzo es para evitar las fisuras en la parte lateral de la viga a causa de tracción y se lo utiliza en vigas con alturas mayores a 0.9m, el diámetro a usar varía de 10mm hasta 16 mm.

Para el siguiente Calculo se trabajará en sistema de unidades Ingles.

$$S_{max} = 15 \left(\frac{40000}{f_s} \right) - 2.5C_c$$

Donde:

S_{max} = Separacion maxima entre barras de Refuerzo longitudinal

C_c = Espaciamiento ente la cara lateral de la viga y superficie del refuerzo

$$f_s = \frac{2}{3} f_y = \frac{2}{3} \left(6000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \right) = 40000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$S_{max} = 15 \left(\frac{40000}{40000} \right) - 2.5(2.8) = 8 \text{ in} = 20.3 \text{ cm}$$

Este refuerzo debe colocarse en cada cara de la viga desde la fibra extrema del acero de refuerzo hasta h/2 de la viga.

Por lo tanto se usaran 3 \emptyset 14mm con una separación libre de 13.8 cm en cada cara de la viga.

Análisis del cortante

$$V_U = 1.2(161.107 \text{ KN}) + 1.6(84.672 \text{ KN}) = 328.804 \text{ KN}$$

$$V_U = \mathbf{328.804 \text{ KN}}$$

$$\phi V_n = V_u, \quad \phi = 0.85 \quad \rightarrow \quad V_n = 386.36 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Si, } V_u \geq \frac{\phi V_c}{2} \text{ Se requerirá refuerzo por cortante}$$

$$V_c = 0.53 * \phi * \sqrt{f'c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * 0.85 * \sqrt{28} * 350 * 1100 = 917.77 \text{ KN} < V_u$$

No requiere Acero por cortante

Estribos

Parte de la fuerza cortante la absorbe el hormigón (V_c), para el resto se debe proveer de armadura (V_s)

$$\phi V_n = V_u \quad ; \quad V_n = (V_c + V_s)$$

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$\phi V_c = 0.85 \left(0.17 \sqrt{f'c} b_w d \right) = 0.85 (0.17 \sqrt{28} * 350 * 1100) = 294.378 \text{ KN}$$

$$V_s = 328.804 \text{ N} - 294.378 \text{ KN} = 40.501 \text{ KN}$$

El estribo utilizado es de ϕ 12 mm, y Según el Catalogo de varillas corrugadas de diámetro comercial el área de su sección transversal es 113.10 mm^2 , el área total de refuerzo que resiste al corte será:

$$A_v = 2 * 113.10 = 226.2 \text{ mm}^2$$

Según el apartado 22.5.10.5.3 de la norma ACI 318SUS - 2014) especifica la siguiente fórmula para el cortante del acero:

$$V_s = \frac{A_v * f_{yt} * d}{s}$$

De la cual se puede calcular la separación entre estribos:

$$s = \frac{\phi A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$s = \frac{0.85 * 226.2 * 420 * 1100}{40501} = 2193 \text{ mm}$$

Para cubrir el cortante el acero que se necesitan son estribos de 12 mm a cada 2.1m, pero según el apartado 4.2.8 de la norma NEC-SE-HM – 2014, estipula que la separación mínima es igual al mayor de:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{1100}{4} = 275 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \\ 6\phi l = 6 * 25 = 150 \text{ mm} \end{array} \right\} = 150 \text{ mm}$$

Los estribos tendrán la separación de 150mm dentro de la zona de confinamiento que es igual a $2h = 2.50 \text{ m}$ desde la cara interior del apoyo.

Para el resto de la viga se usará una separación de $d/2 = 0.55m$

ARMADURA DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA EN LOSA, AS PERPENDICULAR AL EJE DE LA VIGA

As para una franja de 1m de ancho

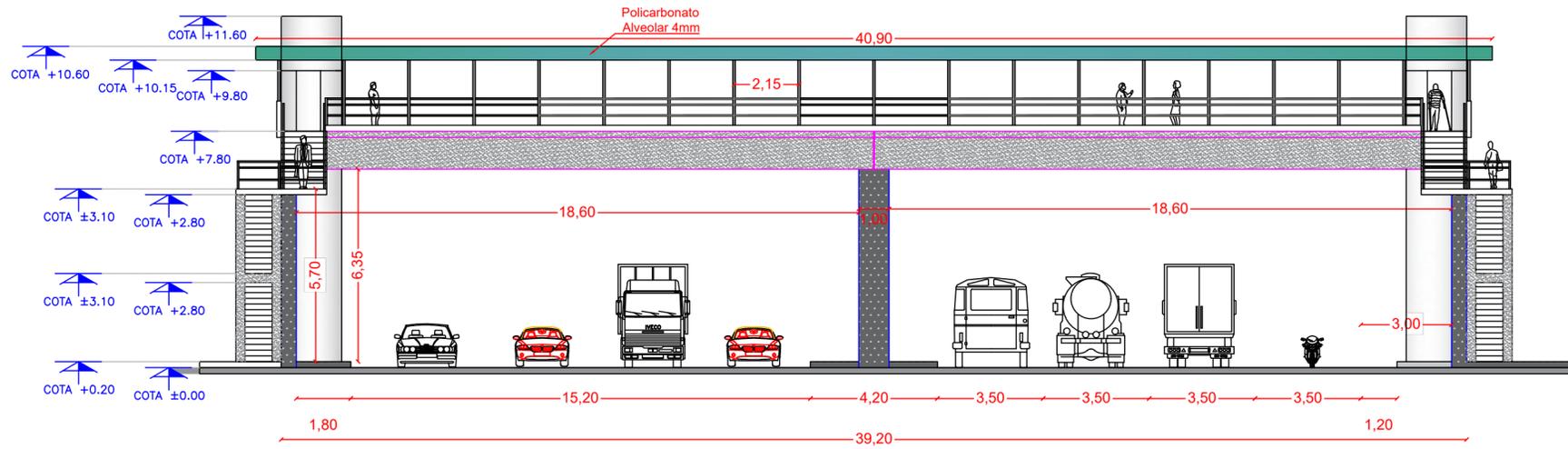
En el alma de la viga T:

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002A_g = 0.002 * 200 * 1000 = 400 \text{ mm}^2$$

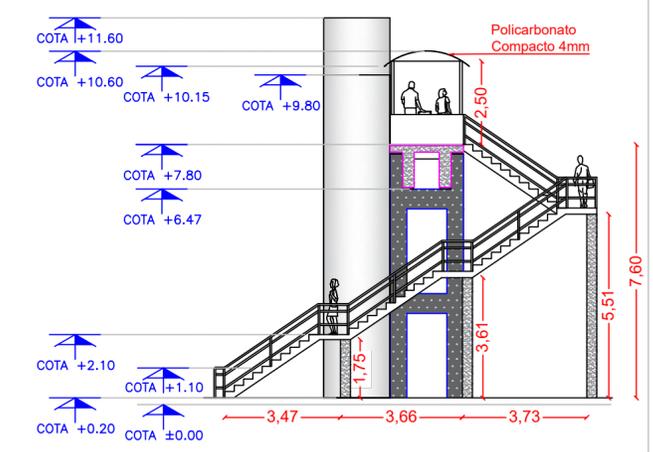
$$A_{s \text{ temp}} = 400 \text{ mm}^2$$

Se usaran 4 $\emptyset 12\text{mm}$ (452.4 mm^2), por cada metro de losa.

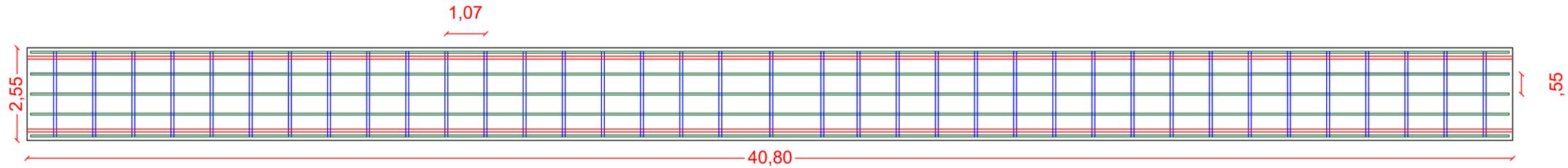
VISTA FONTAL ESCALA 1: 150



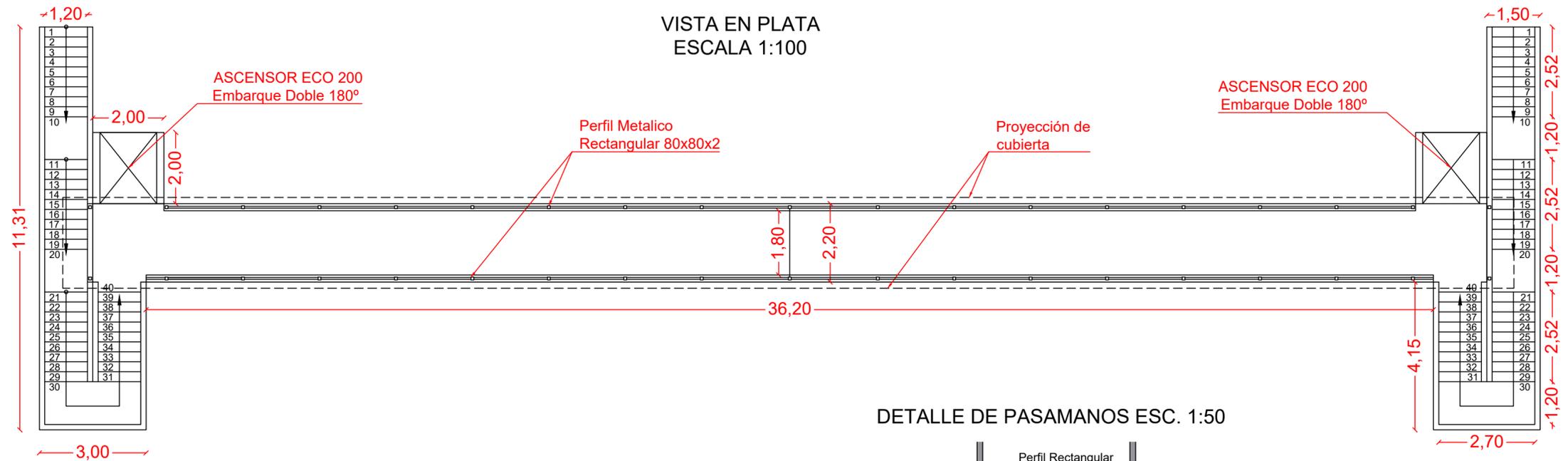
VISTA LATERAL ESCALA 1: 150



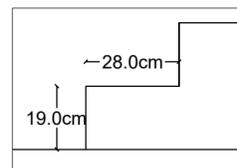
CUBIERTA ESCALA 1:100



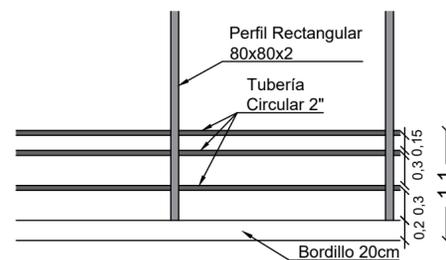
VISTA EN PLATA ESCALA 1:100



DETALLE DE ESCALERA ESC. 1:15



DETALLE DE PASAMANOS ESC. 1:50



Tamaño: **A2**

PLANO DE UBICACIÓN



Sector: La Piazza Parroquia: Machala

Provincia: El Oro Cantón: Machala

Archivo:

Sistema de Coordenadas
WGS 84 - Proy. Cart. - UTM Zona: 17 Sur

Entidad: UTMACH - ING. CIVIL

Procedimiento de campo:

Proyecto: Puente Peatonal

Contiene: Plano Arquitectónico

Aprobado Por:

Ing. Zarate Encalada Jose M, Mgs.
Cel.: 0981482007
Correo: jzarate@utmachala.edu.ec

Responsable Técnico:

Duran Maldonado Gilson B.
C.I.: 0705679405
Correo: gbduran_est@utmachala.edu.ec

- Detalles:
- Correa Tipo G 100x50x15x2
 - Tubería Circular 2"
 - Correa Tipo G 80x50x15x3

Fecha: 13-04-2021

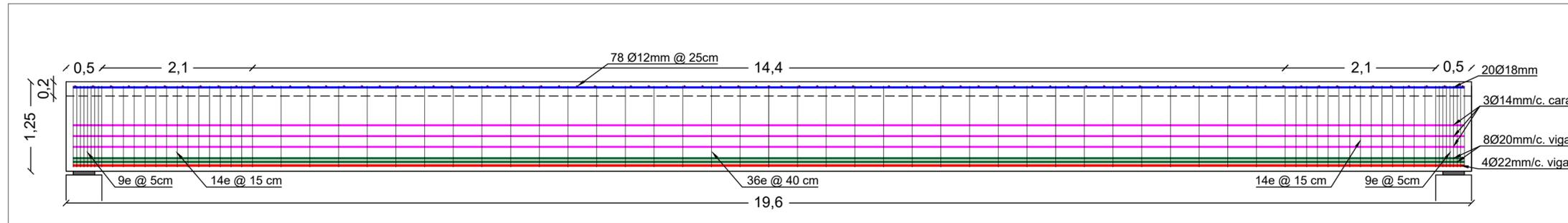
Escala: Indicadas

No. de Plano: **01**

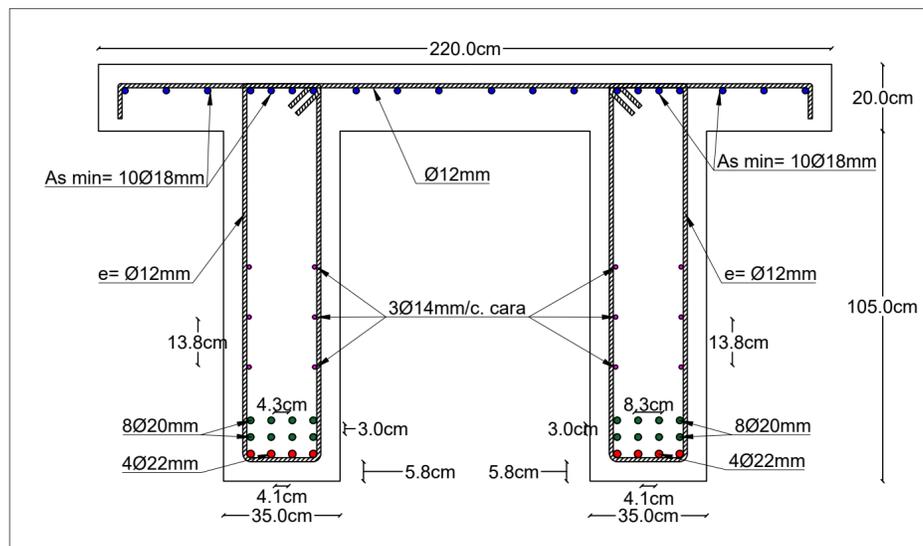
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA



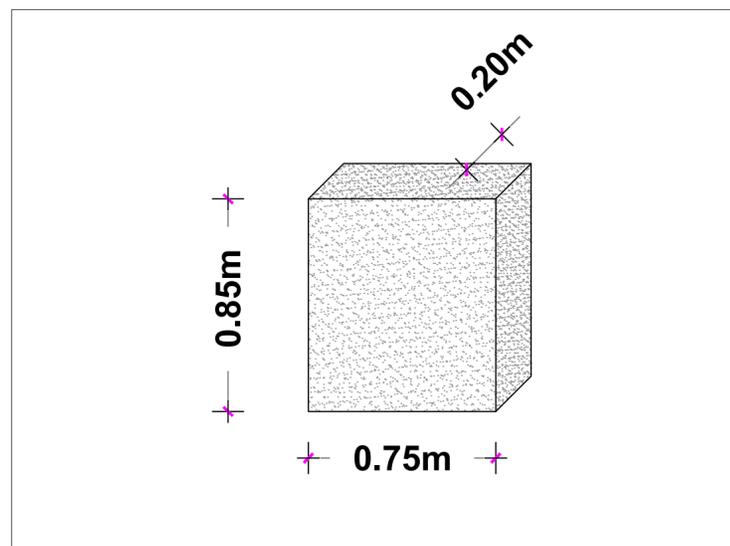
DETALLE LONGITUDINAL ESCALA 1:50



DETALLE TRANSVERSAL ESCALA 1: 15



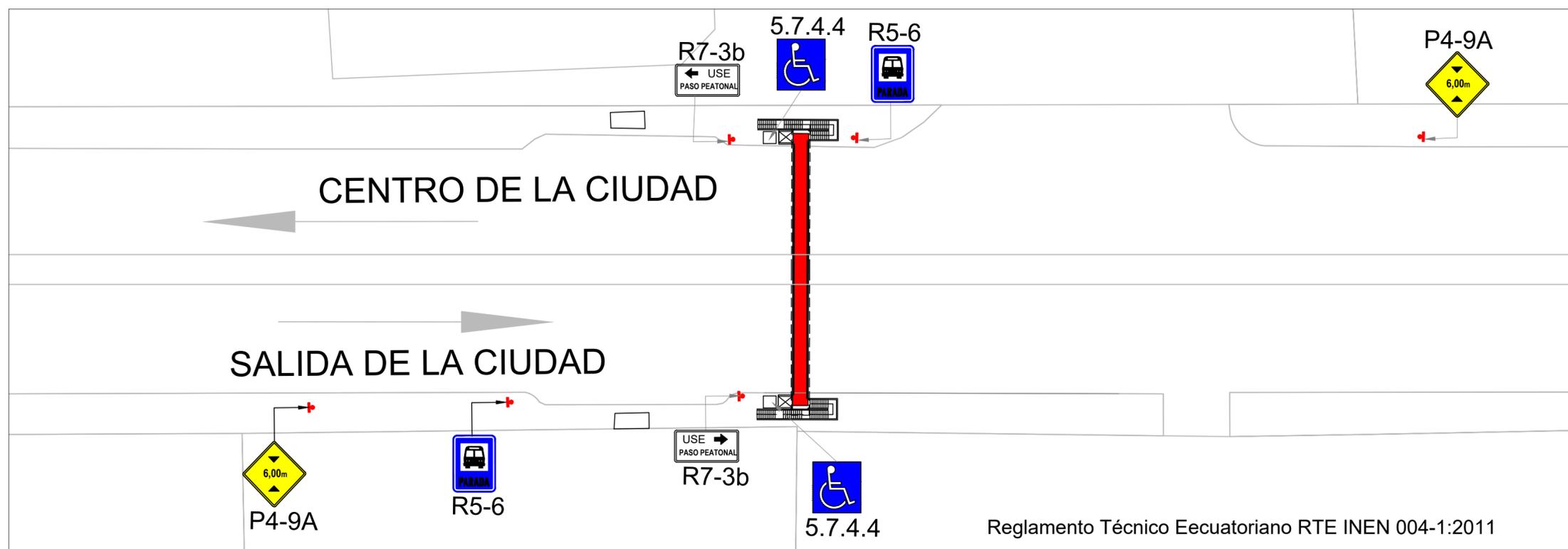
DETALLE DE LOS DIAGRAMAS ESCALA 1: 20



ESPECIFICACIONES DE SEÑALÉTICA

CODIGO	DIMENSIONES(mm)
R7-3b	600x300
R5-6	450x600
P4-9A	600x600
5.7.4.4	1700x1800

SEÑALIZACIÓN ESCALA 1:500



Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011

Tamaño:
A2



PLANO DE UBICACIÓN



Sector: La Piazza Parroquia: Machala

Provincia: El Oro Cantón: Machala

Archivo:

Sistema de Coordenadas
WGS 84 - Proy Cart. - UTM Zona: 17 Sur

Entidad: UTMACH - ING. CIVIL

Procedimiento de campo:

Proyecto: Puente Peatonal

Contiene: Plano Estructural del tablero
Plano de Señalización

Aprobado Por:

Ing. Zarate Encalada Jose M, Mgs.
Cel.: 0981482007
Correo: jzarate@utmachala.edu.ec

Responsable Técnico:

Duran Maldonado Gilson B.
C.I.: 0705679405
Correo: gbduran_est@utmachala.edu.ec

Detalles:

Varilla corrugada 12 mm

Varilla corrugada 14 mm

Varilla corrugada 18 mm

Varilla corrugada 20 mm

Varilla corrugada 22 mm

Fecha: 13-04-2021

Escala: Indicadas

No. de Plano: 02

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA

