

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO SOBRE LA
INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN
FEBRES-CORDERO**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Nelson Nicolás Sarmiento Mora

Diego Andrés Valdivieso Buele

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año – 2020

DEDICATORIA

El trabajo realizado lo dedico a Dios, a mis padres Nelson y Margarita que han estado conmigo durante todo este proceso, a mis hermanos que siempre me han apoyado y a mis amigos que me han acompañado en todo este camino.

Nelson Nicolás Sarmiento Mora

Este trabajo lo dedico a Dios que me brinda la oportunidad de cada día para crecer como profesional y en valores. A mis padres y hermana, quienes son el motor de mi vida para incursionar y completar todo aquello que me he propuesto.

Diego Andrés Valdivieso Buele

AGRADECIMIENTOS

Gracias es una palabra de siete letras que abarca un significado muy grande es por esta razón que primeramente quiero agradecer a Dios, por brindarme la fortaleza y la esperanza para perseverar en mi vida profesional y siempre ser una mejor persona cada día. A mis padres, Nelson y Margarita quienes me han apoyado todo el tiempo desde el inicio de mi carrera universitaria y nunca me han dejado solo frente a las adversidades que he tenido. A mis hermanos Gloria e Isaías quienes desde un inicio han estado a mi lado apoyándome con palabras de aliento y dándome la mano para salir adelante en mi vida profesional. A los profesores de la Facultad que con sus cátedras impartidas en las aulas de clases me han enseñado no solo los conocimientos técnicos sino también, la importancia de la ética profesional. A mis amigos que he conocido durante toda esta etapa de la vida universitaria que me han brindado de su apoyo y que a pesar de las circunstancias siempre hemos buscado la forma de salir adelante. A mi compañero y amigo Diego por su incondicional apoyo y ayuda durante todo el tiempo de estudio en la carrera.

Nelson Nicolás Sarmiento Mora.

AGRADECIMIENTOS

Los diferentes logros que pueda llegar a alcanzar una persona siempre estarán acompañados de manos amigas y hermanas que nos impulsan a continuar sin desmayar, este sentimiento junto con la fe contribuye al éxito de cualquier proyecto. Por ello, agradezco en primer lugar a Dios que me brinda el aliento y la oportunidad de cada día. A mis padres Mariana y Pedro, que con sacrificio y esfuerzo han trabajado para brindarme siempre lo mejor, sin dejar de inculcarme los valores de humildad y perseverancia. A mi hermana Maira, quien ha sido y continúa siendo mi apoyo fundamental en cada etapa académica y personal de mi vida. A mi mejor amiga y enamorada Kerly, quien me ha estado junto a mi a lo largo de mi carrera, animándome y brindándome la confianza para afrontar cada reto. Y sin lugar a duda, a mi gran amigo y futuro colega Nicolás, quien en su calidad de persona me ha enseñado el valor de la gratitud, dedicación y del trabajo en equipo, cualidades que han hecho posible la elaboración de este proyecto.

Diego Andrés Valdivieso Buele

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Estudiante 1 y Estudiante 2 y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Sr. Nelson Nicolás Sarmiento
Mora

Sr. Diego Andrés Valdivieso
Buele

EVALUADORES

Ing. Miguel Ángel Chávez, M.Sc. Ph.D
PROFESOR DE LA MATERIA

Ing. Walter Hurtares, M.Sc.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En este documento se describe el diseño preliminar de dos pasos elevados sobre la intersección de las Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero los cuales siguen los criterios y condiciones de diseño establecidos en la normativa AASHTO – LRFD y NEVI. El diseño preliminar de estos pasos elevados se propone con el fin de dar una solución a la problemática del constante congestionamiento vehicular que se presenta en el Kilómetro 9 de la Av. Samborondón.

El sistema propuesto consta de dos pasos elevados con una longitud total de 240 metros cada uno, con luces de 15 metros y un gálibo de 6 metros de altura. La superestructura está compuesta por un sistema de viga – losa, donde se considera el uso de vigas metálicas y losas y barreras de hormigón. Para la subestructura se propone el uso de pilas con una configuración de marco rígido, compuesto por una viga cabezal y dos columnas de sección circular y finalmente para la cimentación se plantea el uso de una cimentación profunda compuesta por un grupo de pilotes prefabricados de sección cuadrada.

Los resultados presentados corresponden al diseño preliminar de toda la estructura que compone a los pasos elevados, el presupuesto de obra, con sus respectivas cantidades y especificaciones técnicas para los rubros más representativos que son el hormigón y acero de refuerzo, con el fin de establecer las bases de un posterior diseño definitivo que cumpla con las especificaciones descritas en las normativas de diseño siguiendo las recomendaciones descritas en este documento.

Palabras Clave: AASHTO – LRFD, Viga – Losa, Pila, Cimentación profunda.

ABSTRACT

This document describes the preliminary design of two overpasses over the intersection of Av. Samborondón and Av. León Febres-Cordero, which follow the criteria and design conditions established in the AASHTO - LRFD and NEVI regulations. The preliminary design of these overpasses is proposed in order to provide a solution to the problem of constant vehicle congestion at Kilometer 9 of Av. Samborondón.

The proposed system consists of two overpasses with a total length of 240 meters each, with lights of 15 meters and a gauge of 6 meters high. The superstructure is composed of a beam-slab system, where the use of metal beams and concrete slabs and barriers is considered. For the substructure it is proposed to use piles with a rigid frame configuration, consisting of a header beam and two circular section columns and finally for the foundation it is proposed to use a deep foundation consisting of a group of prefabricated square section piles.

The results presented correspond to the preliminary design of the entire structure that makes up the overpasses and the construction budget, with their respective quantities and technical specifications for the most representative items that are the concrete and steel reinforcement, in order to establish the basis for a subsequent final design that complies with the specifications described in the design standards following the recommendations described in this document.

Keywords: AASHTO - LRFD, Beam - Slab, Pile, Deep foundation.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE MAPAS.....	XIII
CAPITULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Justificación del problema	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Información relacionada al área de estudio.....	3
1.5.1 Generalidades.....	3
1.5.2 Ubicación geográfica	4
1.5.3 Demarcación política	5
1.5.4 Organización Comunitaria	5
1.5.5 Población	6
1.5.6 Actividad Productiva	6
1.5.7 Topografía	7
1.5.8 Clima.....	7
1.5.9 Flora.....	7

1.5.10	Fauna.....	7
1.5.11	Condiciones del suelo.....	8
1.6	Fundamentación teórica.....	9
1.6.1	Red vial urbana.....	9
1.6.2	Pendiente del terreno.....	9
1.6.3	Carreteras según su desempeño.....	10
1.6.4	Tránsito promedio diario	11
1.6.5	Factor de ajuste diario (Fd).....	11
1.6.6	Factor de ajuste mensual (Fm)	12
1.6.7	Tránsito promedio diario de diseño.....	12
1.6.8	Alineamiento Horizontal	13
1.6.9	Alineamiento Vertical	13
1.6.10	Intercambiadores	14
1.6.11	Paso elevado o paso a desnivel	14
1.6.12	Tipos de puentes	14
1.6.13	Puente viga-losa	15
1.6.14	Superestructura	15
1.6.15	Losa	15
1.6.16	Vigas.....	15
1.6.17	Carpeta Asfáltica.....	16
1.6.18	Diafragma	16
1.6.19	Subestructura.....	17
1.6.20	Apoyos.....	17
1.6.21	Pilas	17
1.6.22	Estribos.....	18
1.6.23	Pilotes	19
CAPÍTULO 2.....		20

2.	METODOLOGÍA	20
2.1	Formulación, descripción y selección de alternativa óptima	20
2.1.1	Características	20
2.1.2	Descripción de las alternativas	22
2.1.3	Evaluación de las Alternativas	24
2.1.4	Selección de alternativa Optima	25
2.2	Información Técnica Necesaria	25
2.2.1	Datos Topográficos	25
2.2.2	Datos de tráfico	26
2.2.3	Datos Geológicos	26
2.2.4	Datos Geotécnicos	29
2.3	Consideraciones para el diseño	29
2.3.1	Composición general de paso elevado	29
2.3.2	Cargas actuantes sobre la estructura	30
2.3.3	Diseño preliminar de tablero	31
2.3.4	Diseño preliminar de viga	37
2.3.5	Diseño preliminar de rigidizadores y diafragmas	44
2.3.6	Diseño preliminar de apoyos	46
2.3.7	Diseño Preliminar de Pila	46
2.3.8	Diseño Preliminar de Cimentación	50
CAPITULO 3.....		56
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	56
3.1	Resultados del diseño preliminar del tablero	56
3.2	Resultados de diseño preliminar de Viga	57
3.3	Resultados de diseño preliminar de rigidizadores y diafragmas	58
3.3.1	Resultados de Rigidizadores	58
3.3.2	Resultados de diafragmas	59

3.4	Resultados de diseño preliminar de apoyos.....	60
3.5	Resultados de diseño preliminar de pila.....	61
3.5.1	Resultado de viga cabezal.....	61
3.5.2	Resultado de columna.....	62
3.6	Resultados diseño preliminar de cimentación.....	63
3.6.1	Resultados cimentación de pilas.....	63
3.6.2	Resultados de Estribos.....	64
3.7	Presupuesto de obra.....	65
3.7.1	Estructura de desglose de trabajo.....	66
CAPITULO 4.....		68
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	68
4.1	Objetivo.....	68
4.2	Descripción del proyecto.....	68
4.3	Línea base ambiental.....	69
4.3.1	Tipo de clima.....	69
4.3.2	Precipitación.....	70
4.3.3	Temperatura.....	71
4.3.4	Hidrología.....	72
4.4	Tipo de estudio.....	74
4.5	Descripción de actividades del proyecto.....	75
4.6	Áreas sensibles cercanas al proyecto.....	77
4.6.1	Medio físico.....	78
4.6.2	Medio biótico.....	78
4.6.3	Medio socioeconómico.....	78
4.7	Medios, Factores y aspectos ambientales del proyecto.....	79
4.8	Valoración de impactos ambientales.....	80
4.9	Medidas de prevención.....	82

CAPITULO 5.....	87
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1 Conclusiones.....	87
5.2 Recomendaciones.....	88
BIBLIOGRAFÍA.....	89
APÉNDICES.....	91

ABREVIATURAS

MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
ATS	Agencia de Tránsito de Samborondón
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
CONGOPE	Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador
SUCS	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos
TULSMA	Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente
LRFD	Load and Resistance Factor Design (Diseño por Factores de Carga y Resistencia)
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
MAE	Ministerio del Ambiente y Agua
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología en Hidrología
INOCAR	Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada

SIMBOLOGÍA

TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual
TPDA _d	Tránsito Promedio Diario Anual de Diseño
F _d	Factor de ajuste diario de tráfico
F _m	Factor de ajuste mensual de tráfico
W _{losa}	Peso por metro lineal de losa
ρ _h	Densidad del hormigón
b	Ancho de franja .
e	Espesor de Losa
W _{carpeta}	Peso por metro lineal de capa de rodadura.
ρ _c	Densidad de capa de rodadura
W _{barrera}	Peso por metro lineal de barrera
#carriles:	Número de carriles
L _{calzada} :	Ancho de calzada
M ^{n(+ o -)}	Momento reducido por factor de presencia Múltiple.
(- o +) _m	Ancho de franja equivalente.
F _{m1}	Factor de presencia múltiple.
M(+ o -)	Momento obtenido de programa de análisis estructural.
IM	Factor de Impacto
a	alto del área de compresión.
A _s	Área de acero requerida.
F _y	Esfuerzo de fluencia del acero.
f'c	Resistencia del hormigón.
φ	Factor de reducción método LRFD
d	Peralte
S _{varillas}	Separación de varillas
S	Luz libre de losa
b _f	Ancho de ala. [mm]
t _f	Espesor de ala. [mm]
E	Módulo de elasticidad del acero.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Componentes de una vía interurbana, según el desempeño. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013).....	11
Figura 1. 2 Paso elevado de estructura metálica ubicado en la Av. Las Américas-Guayaquil. (El Universo, 2017).....	14
Figura 1. 3 Superestructura de un puente con sus respectivos elementos. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Superstructure Design, 2014)	16
Figura 1. 4 Detalle de un apoyo elastoméricos reforzado con placas de acero. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Substructure, 2014)	17
Figura 1. 5 Secciones típicas de pilas para puentes de acero. (a) Sección tipo muro. (b) Sección cabeza de martillo y (c) Sección marco rígido. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Superstructure Design, 2014)	18
Figura 1. 6 Componentes básicos de un estribo, como parte de la subestructura de un puente. (Torres, 2013).....	19
Figura 1. 7 Acción sobre un pilote y sus reacciones de fuste y punta. (Braja, 2011).....	19
Figura 2. 8 Vista en planta de la alternativa de un paso elevado sobre la Av. Samborondón Fuente: Propia.....	22
Figura 2. 9 Vista en planta de un paso elevado curvo, inicia en la Av. Ing. León Febres-Cordero y conecta a la Av. Samborondón Fuente: Propia	23
Figura 2. 10 Vista en planta de la extensión del parterre central de la Av. Samborondón Fuente: Propia	23
Figura 2. 11 Espectro de respuesta elástico e Inelástico de acuerdo con la NEC-SE-DS Fuente: Propia	28
Figura 2. 12 Cargas obtenidas del programa de cálculo estructural, se define peso de la estructura y cortante estático S_x , S_y	28
Figura 2. 13 Camión de diseño HS-22-40. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007	31
Figura 2. 14 Factor de presencia Múltiple. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007.....	32
Figura 2. 15 Factor de impacto por carga dinámica. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007.....	32
Figura 2. 16 Ancho de Franja Equivalente. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007.....	33
Figura 2. 17 Sección transversal de Estribo. Fuente: Propia.....	53
Figura 4. 18 Precipitaciones promedio anuales del Ecuador. Fuente: (Cedeño & Donoso, 2010)	71

Figura 4. 19 Estero El Batán representado con la línea de color azul. Fuente: Google Earth73

Figura 4. 20 Verificación del tipo de trámite solicitado por el SUIA para la implementación del proyecto. Fuente: Sistema Único de Información Ambiental74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Coordenadas de la ubicación del proyecto Fuente: Google Earth.....	4
Tabla 1. 2 Clasificación funcional de vías según TPDAd (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)	9
Tabla 1. 3 Clasificación del terreno según su porcentaje de pendiente Fuente: Propia	10
Tabla 1. 4 Factores de fricción y radio de curva con base a las velocidades de diseño y pendiente. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. 5 Parámetros cuantificadores para la selección de alternativas Fuente: Propia	21
Tabla 2. 6 Factores cuantificadores para la selección de alternativas, con sus respectivas ponderaciones Fuente: Propia.....	24
Tabla 2. 7 Evaluación de las alternativas de acuerdo con los factores cuantificadores Fuente: Propia	24
Tabla 2. 8 Sección de la tabla 2 de la NEC-SE-DS, descripción del suelo tipo E.....	27
Tabla 3. 9 Estructura de desglose de trabajo para el desarrollo del proyecto: Diseño preliminar de un paso elevado en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ciudad Celeste	67
Tabla 4. 10 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de construcción. Fuente: Propia	75
Tabla 4. 11 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de operación y mantenimiento. Fuente: Propia	76
Tabla 4. 12 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de abandono. Fuente: Propia	77
Tabla 4. 13 Medios y aspectos ambientales considerados para el proyecto del paso elevado. Fuente: Propia	79
Tabla 4. 14 Criterios de evaluación para la valoración de los impactos ambientales. Fuente: Seminario EIA	80
Tabla 4. 15 Actividades con mayor grado de riesgo.....	81
Tabla 4. 16 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de construcción. Fuente: Propia	83
Tabla 4. 17 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de construcción. Fuente: Propia	84

Tabla 4. 18 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de operación y mantenimiento. Fuente: Propia.....	85
Tabla 4. 19 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de Cierre/Abandono. Fuente: Propia	86

INDICE DE MAPAS

Mapa 1 Ubicación del proyecto "Paso elevado sobre la Av. Samborondón" Fuente: Google Earth	5
Mapa 2 Zonificación territorial (Municipio de Samborondón, 2015).....	6
Mapa 3 Tipos suelo del cantón Samborondón (Municipio de Samborondón, 2015).....	8
Mapa 4 Zonas climatológicas del cantón Samborondón, según estudio del plan de desarrollo territorial. (Municipio de Samborondón, 2015)	70
Mapa 5 Isotermas medias anuales entre los años 1981-2010. (INAMHI, 2017).....	72

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Con el constante crecimiento de la población, se ha evidenciado un incremento en la demanda del parque automotor; en consecuencia, la eficiencia del flujo vehicular ha sido considerablemente afectado. Por tanto, diferentes entidades públicas han notado la necesidad de ejecutar nuevos proyectos de infraestructura vial, tales como: carreteras, puentes y pasos elevados que permitan descongestionar el tráfico, y así aumentar significativamente la movilidad y el orden del tránsito.

Según reportes realizados por un periódico local en el cantón Samborondón, durante los últimos 10 años se ha producido un incremento porcentual del 13% en el número de vehículos; esto implica que, por cada vivienda existen aproximadamente 1.5 vehículos, dando como resultado una tasa de circulación diaria cerca de 50 mil vehículos por día. Esto produce un malestar evidente para los habitantes de las urbanizaciones ubicadas a lo largo de los 10.5 km de la vía Samborondón, siendo los puntos más congestionados las zonas cercanas a la parroquia urbana “La Puntilla” y el tramo comprendido entre los km 8 y 10.5. (El Universo, 2016)

Entre los km 8.5 y 9.5 de la vía Samborondón, se encuentra el centro comercial Plaza Batán, urbanizaciones como: “La Laguna”, “Aires del Batán”, “El Cortijo”, “Buijo Histórico”, las diferentes etapas de “Ciudad Celeste” y las unidades educativas “Centro Educativo Bilingüe Soler” y “Colegio Menor Santiago de Guayaquil”. Todas estas entidades son afectadas por el tráfico vehicular que se genera durante las horas pico, en la intersección de la Av. Samborondón y la Av. Ing. León Febres-Cordero. (Municipio de Samborondón, 2015)

Debido a lo antes expuesto, el GAD Municipal de Samborondón, se ve en la necesidad de desarrollar un proyecto que permita solventar los problemas de movilidad producidos en esta intersección. Para lo cual, se plantea la implementación de un paso elevado, con el fin de facilitar el flujo vehicular, aliviar el tráfico de los tramos posteriores de la vía.

1.1 Antecedentes

La avenida Samborondón, constituye una vía interurbana de aproximadamente 10.5 km de extensión, que permiten la conexión con los cantones Daule y Guayaquil, razón por la cual se ha incrementado su flujo vehicular. Debido a esto, se han realizado modificaciones en la avenida, tales como intersecciones semaforizadas, construcción de retornos, entre otras soluciones que se han ido implementando a medida que los problemas de congestión han aumentado. Por tanto, el Municipio de Samborondón, continúa en la búsqueda de posibles soluciones, que permitan mantener la organización del tránsito y con ello reducir el índice de malestar entre los conductores.

1.2 Descripción del problema

En la actualidad, el cantón Samborondón ha desarrollado significativamente la actividad inmobiliaria, siendo la construcción una de sus principales fuentes de ingresos y generando miles de empleos. Sin embargo, esto ha producido un incremento del parque automotor en el cantón, contribuyendo al congestionamiento vehicular y potenciales accidentes; poniendo en riesgo la vida de los conductores y transeúntes.

Según reportes de la ATS (Agencia de Tránsito de Samborondón), el malestar vehicular a lo largo de la vía Samborondón, se genera entre las 6 y 9 de la mañana y por las tardes desde las 4 hasta las 6, los embotellamientos pueden tardar hasta 40 minutos. Siendo el principal causante, el flujo vehicular proveniente de grandes urbanizaciones como la Urb. Ciudad Celeste, con un aproximado de 13795 habitantes.

1.3 Justificación del problema

La intersección entre las Av. Samborondón y Ing. León Febres-Cordero se encuentra entre los tramos con mayor desorden vehicular, esto se debe al incremento en el número de automotores que circulan por la Av. Ing. León Febres-Cordero, que alcanza un aproximado de 7000 vehículos diarios. Mismos que, al incorporarse a la Av. Samborondón, agravan la situación del flujo vehicular en esta vía, por donde transitan un aproximado de 50000 vehículos diarios.

Por este motivo el GAD del Municipio de Samborondón, plantea la implementación de un proyecto que permita mitigar el tráfico vehicular que se genera en esta intersección. Bajo esta premisa se propone realizar el diseño preliminar de un paso elevado, con el fin de agilizar el flujo de vehículos que transitan por la Av. Samborondón, de este modo se prevé el descongestionamiento vehicular en la entrada de las urbanizaciones aledañas a esta intersección, un mayor orden del tránsito y seguridad para transeúntes y conductores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar el diseño preliminar de un paso elevado en la intersección de la Av. Samborondón & Av. Ing. León Febres-Cordero, mediante la aplicación de la normativa internacional AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, con el fin de identificar criterios fundamentales, necesarios para el desarrollo de un proyecto definitivo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar la información recopilada, concerniente a zonas aledañas al proyecto.
- Definir detalles geométricos verticales y horizontales del paso elevado que permitan su funcionalidad.
- Seleccionar la configuración estructural del paso elevado, que mejor se adapte a las necesidades del proyecto.
- Elaborar la evaluación del impacto ambiental que se generaría en el área de estudio.
- Elaboración de planos, detalles estructurales del diseño preliminar de los elementos que constituyen el paso elevado.
- Determinar un presupuesto referencial para el desarrollo del proyecto.

1.5 Información relacionada al área de estudio

1.5.1 Generalidades

Según el Plan de Ordenamiento Territorial 2015-2019 del cantón Samborondón, la zona del objeto de estudio está ubicada en la intersección de las Avenidas

Samborondón e Ing. León Febres-Cordero, la cual se encuentra rodeada por urbanizaciones privadas y el centro comercial Plaza Batán. Las altitudes en el sector fluctúan entre los tres y cinco metros sobre el nivel del mar.

1.5.2 Ubicación geográfica

El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Samborondón, provincia del Guayas, cerca del centro comercial Plaza Batán, en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero. El área de amarillo en el Mapa 1 considera la zona de influencia del proyecto, cerca de la cual se puede identificar las urbanizaciones “Aires del Batán” y “Vista al Parque”.

La zona del proyecto se encuentra limitada por los puntos P1, P2, P3 y P4, cuyas coordenadas y ubicación se adjunta en la Tabla 1 y Mapa 1 a continuación.

Tabla 1. 1 Coordenadas de la ubicación del proyecto Fuente: Google Earth

COORDENADAS DEL ÁREA DEL PROYECTO		
Punto	Este	Norte
P1	625261.0	9770917.0
P2	625294.0	9770913.0
P3	625237.0	9770733.0
P4	625270.0	9770728.0



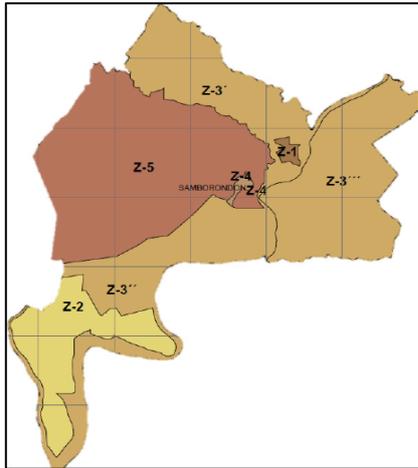
Mapa 1 Ubicación del proyecto "Paso elevado sobre la Av. Samborondón" Fuente: Google Earth

1.5.3 Demarcación política

El cantón Samborondón se encuentra limitado por el Norte con el cantón Salitre y Babahoyo, al Sur y Este con los cantones Alfredo Baquerizo Moreno y San Jacinto de Yaguachi y Durán y al Oeste con el cantón Daule y Guayaquil. El cantón Samborondón posee dos parroquias, Tarifa que es una parroquia rural y la Puntilla que es una parroquia urbano satélite. Además, el cantón cuenta con 120 recintos.

1.5.4 Organización Comunitaria

El cantón Samborondón se encuentra dividido de acuerdo con su cobertura censal, que se ha desarrollado con el fin de diferenciar las zonas por su distribución demográfica. Según lo indicado en el Plan de Ordenamiento Territorial 2015-2019, el cantón se divide en cinco zonas.



Mapa 2 Zonificación territorial (Municipio de Samborondón, 2015)

- La zona Z-1 corresponde a la cabecera cantonal de Samborondón
- La zona Z-2 involucra el territorio de La Puntilla, considerada como parroquia satélite, que presenta un gran desarrollo inmobiliario.
- La zona Z-3 corresponde a un territorio disperso, es decir que no existe una concentración urbana.
- La zona Z-4 considera pequeñas localidades donde se ubica parte la cabecera parroquial de Tarifa y el recinto Boca de Caña.
- LA zona Z-5, al igual que la zona Z-3 corresponde a un territorio disperso en la parroquia Tarifa, en donde aún predomina las actividades agrícolas y ganaderas.

1.5.5 Población

De acuerdo con los resultados del censo poblacional del 2010, se obtuvo que Samborondón tenía una población de 67590 habitantes. De los cuales 34088 son mujeres y 33502 son hombres. En la actualidad, según del Municipio de Samborondón, la población es de aproximadamente 100 mil habitantes de los cuales el 54% de su población es joven ya que sus edades van desde los 0 a 29 años.

1.5.6 Actividad Productiva

El cantón consta de principalmente tres sectores económicos, el sector primario corresponde a las actividades agrícolas, pesca, silvicultura, entre otras; y de la explotación de minas y canteras. El sector secundario corresponde al campo de la manufactura y finalmente el tercer sector corresponde a actividades demás

actividades de ocupación elemental como por ejemplo el transporte, atención de la salud, actividades inmobiliarias, etc. Debido a que gran extensión del cantón corresponde a zonas rurales, la principal actividad que desarrollan las personas económicamente activas es la agricultura con un porcentaje aproximado del 23.24% de la población, seguido del comercio, manufactura y construcción.

1.5.7 Topografía

El territorio de Samborondón está compuesto por planicies con pendientes menores al 3% y bajas variaciones en cuanto a elevación, por ende, según la NEVI-12-2A, este tipo de terreno se lo puede considerar como un terreno plano.

1.5.8 Clima

Ecuador consta de una época seca y una época húmeda, las cuales tiene una duración de 6 meses. A nivel de provincia, Guayas se caracteriza por un clima templado tropical, por lo cual en el cantón Samborondón se registran temperaturas de 23 °C a 25°C en la época húmeda o lluviosa, mientras que en la época seca las temperaturas fluctúan desde los 26 °C hasta los 32 °C. Aunque estas temperaturas pueden aumentar con el fenómeno climático de “El Niño”.

1.5.9 Flora

Samborondón posee una variedad de especies endémicas e importadas en cuanto a flora, llegando a contabilizarse hasta 100 especies. En el cantón es normal encontrar arboles como el samán, ficus, manglares, guayacanes. Como también se pueden encontrar especies importadas como es el caso de las Palmeras Reales las cuales son nativas de Miami. (Municipio de Samborondón, 2015)

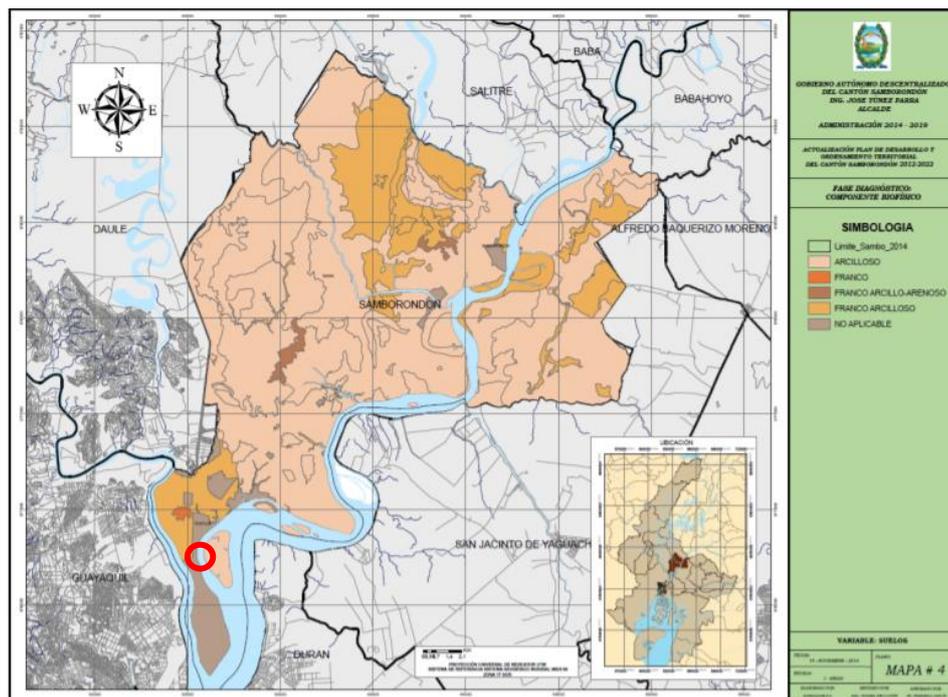
1.5.10 Fauna

Samborondón se destaca por diversidad en cuanto a especies de aves, llegando a la cantidad de 44, de las cuales la familia más común es los tiránidos. Principalmente en el cantón se visualiza especies introducida como los gallinazos, perros, gatos, y ciertos roedores, sin embargo, aún es posible avistar a especies nativas como las garzas, garrapateros, águila pescadora, ardillas, murciélagos comunes, zarigüeyas; especies

que se han mantenido debido a la presencia de cuerpos de aguas que se generan para los arrozales. (Municipio de Samborondón, 2015)

1.5.11 Condiciones del suelo

El área del proyecto se encuentra limitada entre los ríos Babahoyo y Daule, debida a esta condición, su geología es de carácter sencillo, pues se contituye principalmente de depósitos aluviales, los cuales al paso del tiempo se han ido sedimentando y originando planicies con pendientes que generalmente no superan el 3%; según lo expuesto en el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de los puentes Daule-Guayaquil, Samborondón-Guayaquil (Asociación Puente GUSAMDA, 2014). Por otro lado, según datos presentados en el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón, se tiene principalmente cuatro tipos de suelos: Arcilloso, Franco, Franco Arcillo-Arenoso y Franco-Arcilloso; de acuerdo con el mapa adjunto.



Mapa 3 Tipos suelo del cantón Samborondón (Municipio de Samborondón, 2015)

Según el área donde se desarrolla el proyecto, le corresponden suelos franco-arcillosos, este tipo de suelo se caracterizan por su buen drenaje y una capacidad de fertilidad mediana-alta. Es por ello, que gran parte del área de Samborondón aún es de uso agrícola, siendo el producto principal, el arroz (Municipio de Samborondón, 2015).

1.6 Fundamentación teórica

1.6.1 Red vial urbana

De acuerdo con el plan de infraestructura vial provincial del Guayas, el cantón Samborondón cuenta con una superficie de rodadura de 171.36 km; de los cuales 10.5 km corresponden a la vía Samborondón, que forma parte de la red estatal E40. Según datos del Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE) el ancho promedio de carril es de 3.55 m para pavimento flexible y de 5.09 m para pavimento rígido. Además, se conoce que la velocidad promedio de circulación de los vehículos es de 40 km/h (Gobierno Provincial del Guayas, 2017). Actualmente, la Av. Samborondón se compone de 2 calzadas, cada una de ellas con 4 carriles con un ancho promedio de 3.63 m; a través de los cuales circulan cerca de 50 mil vehículos al día. Dada estas características esta avenida puede clasificarse como una Autopista AP1, de acuerdo con la Tabla 2.A.202-01 de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP.

Tabla 1. 2 Clasificación funcional de vías según TPDA_d (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

1.6.2 Pendiente del terreno

El concepto de pendiente del terreno se entiende como la relación que existe entre el desnivel y la distancia horizontal (cita, la pendiente del terreno) es decir, que es la variación de elevación en cuanto a una longitud determinada; por lo general, este valor es representado en porcentaje. Según la NEVI-12-2A se hace una clasificación del terreno en base al porcentaje de pendiente longitudinales y transversales,

seccionando así los tipos de terreno en cuatro grupos los cuales se detallan a continuación. (NEVI12-2A)

Tabla 1. 3 Clasificación del terreno según su porcentaje de pendiente Fuente: Propia

Tipo de Terreno	Pendiente Longitudinal	Pendiente Transversal
Plano	< 3%	< 5%
Ondulado	> 3% y < 6%	> 6% y < 12%
Montañoso	> 6% y < 8%	> 13% y < 40%
Escarpado	> 8%	> 40%

Dada a la conformación geológica y geográfica del cantón Samborondón, lo cual se ve demostrado en la poca variabilidad, se lo puede catalogar en general como un terreno plano. (Asociación Puente GUSAMDA, 2014).

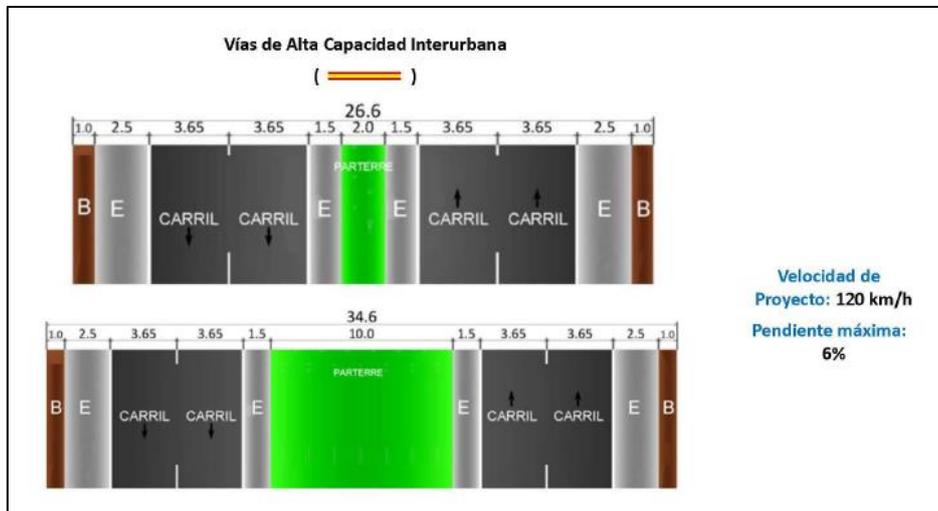
1.6.3 Carreteras según su desempeño

El Plan Estratégico de Movilidad (PEM) para los años 2013 y 2037, indica que de acuerdo con el tipo de tráfico y las actividades que se realicen en un zona en particular, dependerá la jerarquía vial con la cual se ejecute un proyecto. Esto permite definir los parámetros mínimos referenciales con los que deben cumplir las carreteras, lo cual involucra principalmente las dimensiones de carril, ancho de espaldones, parterres entre otros. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2016)

Con base a lo dispuesto en el PEM, la Norma Ecuatoriana Vial 12, clasifica a las carreteras de la siguiente manera:

- Vías de alta capacidad interurbana.
- Camino agrícola/forestal.
- Carretera de mediana capacidad normal.
- Camino básico.
- Carretera convencional básica.
- Carretera de mediana capacidad excepcional.

Debido a que la vía Samborondón constituye una red interurbana, se lo clasifica como una vía de alta capacidad interurbana, esto se sustenta en la cantidad diaria de vehículos que sirve, y su acondicionamiento vial. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)



*Figura 1. 1 Componentes de una vía interurbana, según el desempeño.
(Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)*

1.6.4 Tránsito promedio diario

El tránsito promedio diario corresponde a una representación de la cantidad de vehículos, sean estos livianos o pesados, que circulan por una carretera durante el periodo de un año (T.A.) dividido por 365.

También se lo conoce como TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual), y es la variable con la cual se debe comenzar todo tipo de estudio vial, ya que permite definir el tipo de carreteras y en consecuencia las dimensiones referenciales de los elementos de la vía; es una manera de justificar la relevancia de un proyecto, esto es realizar un análisis económico o social, en donde se evidencie la cantidad de vehículos a los cuales va a servir la nueva o mejorada infraestructura vial. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)

1.6.5 Factor de ajuste diario (Fd)

Debido a que generalmente se realiza el conteo de vehículos durante una semana, el factor de ajuste diario permite extrapolar el volumen de tráfico diario a un volumen de tránsito semanal, también conocido como TPS (Tránsito Promedio Semanal). El factor Fd, puede ser calculado mediante la siguiente expresión:

$$F_d = \frac{TPS}{TD} \quad (1.1)$$

Donde:

F_d: Factor de ajuste diario

TPS: Tránsito promedio semanal

TD: Tránsito diario

1.6.6 Factor de ajuste mensual (F_m)

Este factor pretende considerar las variaciones mensuales del tráfico, esto se debe a que existen meses del año en donde el flujo vehicular hacia ciertas provincias se incrementa, produciéndose valores mínimos y máximos, los cuales no pueden ser evidenciados en un aforo semanal. El factor de ajuste mensual se lo obtiene de la siguiente expresión:

$$F_m = \frac{TPDA}{TPDM} \quad (1.2)$$

Donde:

F_m: Factor de ajuste mensual

TPS: Tránsito promedio semanal

1.6.7 Tránsito promedio diario de diseño

Debido a que el aforo vehicular no se lo realiza durante todo un año, es necesario considerar factores mensuales y semanales que permita obtener un TPDA más acertado a las condiciones anuales del tráfico. El producto entre el TPDA calculado y los factores mensuales y semanales, se lo conoce como tránsito promedio diario anual de diseño (TPDA_d) y está definido por la siguiente expresión:

$$TPDA_d = TPDA * F_m * F_d \quad (1.3)$$

Donde:

TPDA_d: Tránsito promedio diario de diseño

TPDA: Tránsito promedio diario anual

F_m: Factor de ajuste mensual

F_d: Factor de ajuste diario

1.6.8 Alineamiento Horizontal

En el diseño de vías el alineamiento horizontal corresponde al acondicionamiento horizontal que se plantea para la construcción de las carreteras, esto involucra principalmente el trazado de las curvas, ya sean simple o compuestas; cumpliendo con los requerimientos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) tales como: radios mínimos de curvatura, separación mínima entre curvas, ángulos de deflexión, velocidades de diseño; entre otros. La NEVI 12 en su sección 2A, presenta una tabla con las siguientes recomendaciones:

Tabla 1. 4 Factores de fricción y radio de curva con base a las velocidades de diseño y pendiente. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013)

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

1.6.9 Alineamiento Vertical

Corresponde al acondicionamiento vertical de una vía, al igual que en el alineamiento vertical, se considera principalmente los radios de curvatura vertical, velocidad de diseño, distancia de visibilidad y ángulos. El alineamiento vertical nos permite definir pendientes, las cuales se pueden ajustar a la topografía natural del terreno, aumentar o reducirse de acuerdo con el tipo de obra civil. En el caso de este proyecto, para un paso elevado se considera el aumento de una pendiente, seguido de un tramo recto y finalmente se tiene una pendiente negativa. Por ello, es necesario un alineamiento vertical que permita el diseño de las curvas verticales del paso elevado, dos curvas en los extremos del paso elevado y dos curvas que permitan la transición entre el tramo recto y los tramos inclinados (Carciente, 1980).

1.6.10 Intercambiadores

Según lo indicado en el NEVI 12 2A, se denomina intercambiador a una infraestructura compuesta por ramales interconectados, los cuales pueden estar a diferente nivel. El objetivo de esta estructura es redireccionar el flujo vehicular, evitando los estancamientos o conflictos (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A, 2013).

1.6.11 Paso elevado o paso a desnivel

Al igual que los intercambiadores de tráfico, los pasos a desnivel permiten reducir el congestionamiento vehicular. Sin embargo, un paso a desnivel no considera componentes tales como los ramales, sino que su fin es darle continuidad y prioridad al flujo vehicular de una vía sobre otra (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2B, 2013).



Figura 1. 2 Paso elevado de estructura metálica ubicado en la Av. Las Américas-Guayaquil. (El Universo, 2017)

1.6.12 Tipos de puentes

De acuerdo con la norma vial ecuatoriana 12, un paso a desnivel corresponde a una estructura afín a un puente, por ello se recomienda que su diseño sea considerado como tal. Los puentes pueden clasificarse según su longitud, el servicio que prestan, por su material, condiciones estáticas, desempeño estructural, entre otras. Los principales componentes de un puente son el tablero, vigas, diafragmas, apoyos, estribos, vigas cabezal, y pilas; estos elementos pueden variar o aumentar dependiendo del tipo de puente planteado en el proyecto. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2B, 2013)

1.6.13 Puente viga-losa

Este tipo de puente está constituido por una losa que descansa sobre vigas que pueden estar continua o simplemente apoyada sobre estribos o vigas cabecial del puente. Generalmente se utiliza hormigón armado para la losa, pilas, pedestales; mientras que las vigas son generalmente de hormigón preforzado. Sin embargo, en la actualidad se ha ido implementando con mayor frecuencia el uso de vigas metálicas. (Rodríguez, 2017)

1.6.14 Superestructura

La superestructura involucra todos los elementos que se encuentran sobre el nivel de los pedestales o apoyos del puente. Por tanto, los elementos estructurales como el tablero del puente, las vigas y diafragmas constituyen a la superestructura de un puente.

1.6.15 Losa

La losa es un elemento estructural generalmente de hormigón armado, que cumple la función de proveer el espacio necesario para la circulación de vehículos. A su vez, este elemento estructural soporta y transfiere todas las cargas generadas por el paso de vehículos a los miembros principales portadores de cargas como las vigas (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Fundamentals, 2014). Cabe recalcar que el nivel de la losa va alineado con el nivel de la subrasante de la vía.

1.6.16 Vigas

Las vigas son elementos estructurales cuyo principal criterio de resistencia es a la flexión, sin embargo, también es muy importante realizar los chequeos de resistencia a cortante. Para comenzar con un predimensionamiento, se puede considerar que la altura de la viga más la altura de la losa es generalmente de un quinceavo de la luz de la viga. No obstante, la altura también dependerá de la separación entre las vigas, una mayor separación implica vigas de mayor peralte mientras que, al reducir esta distancia, el peralte disminuye, pero se deberá considerar un mayor número de vigas. Adicionalmente, estos criterios también dependerán del tipo de material utilizado, ya

que pueden ser de hormigón, o vigas metálicas; estas últimas ofrecen mayor versatilidad desde el ámbito estructural y comercial. (Rodríguez, 2017)

1.6.17 Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es una capa generalmente de 5 a 6 cm de espesor, compuesta por un ligante asfáltico entre el 4% y 6% y por agregados entre el 94%-96%. Su principal función es brindar protección e impermeabilidad al tablero, con el fin de disminuir el desgaste de la losa debido a la fatiga o efectos provocados por su exposición a la intemperie. (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 3, 2013)

1.6.18 Diafragma

Los diafragmas son elementos transversales que se ubican a lo largo de las vigas, de acuerdo con la sección 6.7.4 de la AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2007 los diafragmas o “cross frame” tienen como principales funciones transferir las cargas laterales de viento o sismo, brindar estabilidad al ala de las vigas cuando se encuentran sometidas a compresión, reducir efectos torsionales y la distribución de la carga viva y muerta a las vigas. (AASHTO, 2007)

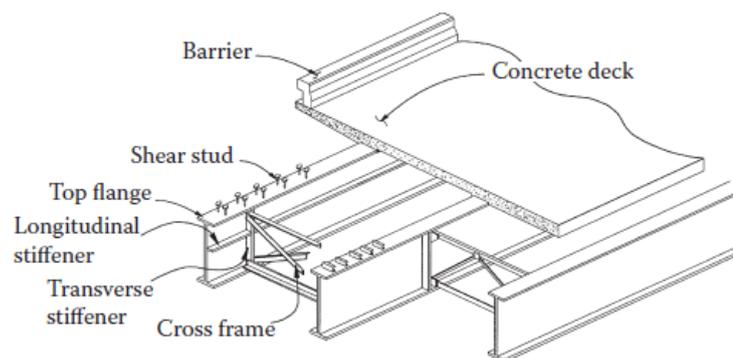


Figura 1. 3 Superestructura de un puente con sus respectivos elementos. (Chen & Duan, *Bridge Engineering Handbook Superstructure Design*, 2014)

1.6.19 Subestructura

La superestructura involucra todos los elementos que se encuentran debajo del nivel de los pedestales o apoyos del puente. Por tanto, los elementos estructurales como los apoyos, estribos, vigas cabezal, pilas y cimentación son parte de la subestructura.

1.6.20 Apoyos

Se denomina apoyos a los elementos sobre los cuales descansan las vigas principales, existen diferentes tipos de apoyos entre los que se puede destacar: apoyos elastoméricos, rodillo, fijos y apoyos esféricos o convexos. En la actualidad los apoyos elastoméricos son los más utilizados debido a su simplicidad de instalación, costo. Este tipo de apoyos consiste en capas de neopreno, reforzadas con placas de acero; este conjunto es vulcanizado para conformar un solo elemento, el número de capas y espesor está sujeto a la demanda de carga. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Substructure, 2014)

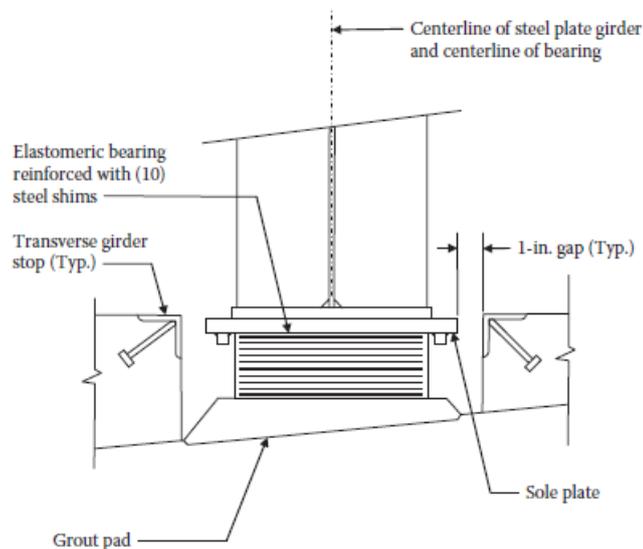


Figura 1. 4 Detalle de un apoyo elastomérico reforzado con placas de acero. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Substructure, 2014)

1.6.21 Pilas

Las pilas corresponden a los elementos de soporte para la superestructura, se las puede dividir en La viga cabezal corresponde a la estructura que soporta a las vigas principales del puente, permite redistribuir las cargas provenientes de las vigas. Las

secciones de las pilas pueden variar dependiendo del lugar donde sean ubicada y por su diseño estructural. De acuerdo con su diseño estructural existen tres secciones típicas, las pilas tipo muro, pilas cabeza de martillo también llamadas “hammerhead” y las de marco rígido. Por otro lado, según su ubicación pueden ser pilas colocadas en río o en tierra y dependiendo de ello, existe una variación en las secciones de las pilas, que el caso de estar sometidas a un flujo de agua, sus secciones deben ser hidrodinámicas de modo que se reduzca el efecto de socavación. (Torres, 2013)

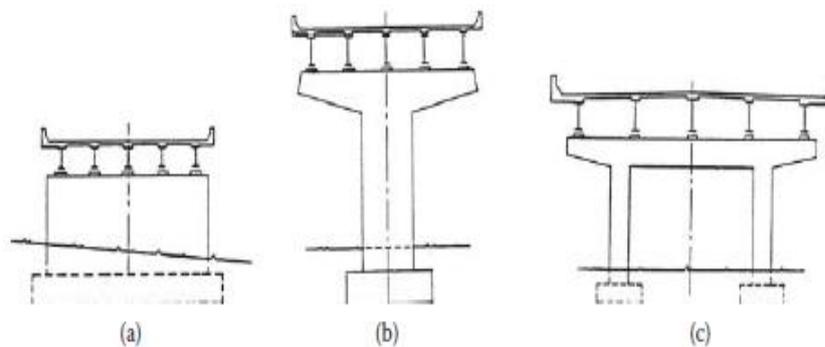


Figura 1. 5 Secciones típicas de pilas para puentes de acero. (a) Sección tipo muro. (b) Sección cabeza de martillo y (c) Sección marco rígido. (Chen & Duan, Bridge Engineering Handbook Superstructure Design, 2014)

1.6.22 Estribos

Al igual que las pilas, los estribos reciben la carga de la superestructura para posteriormente distribuirla hacia la cimentación y el suelo. Sin embargo, las pilas únicamente se encuentran sometidas a cargas de la superestructura, en el caso de los estribos se somete a cargas horizontales debidas al empuje del suelo. Un estribo se compone de una viga cabezal, el cuerpo y la zapata. (Rodríguez, 2017)

El cabezal corresponde a una viga con una pantalla, cuya acción es impedir que el empuje del suelo actúe directamente al puente. El cuerpo es el elemento que sirve de nexo entre el cabezal y la zapata, a más de darle la altura a la cual deben llegar las vigas. Finalmente, la zapata tiene como principal función oponerse las acciones de volcamiento producidas por el suelo, generalmente se consideran elementos continuos que permitan distribuir de manera uniforme los esfuerzos en el suelo, y

con ello evitar los asentamientos diferenciales que puedan producirse. (Torres, 2013)

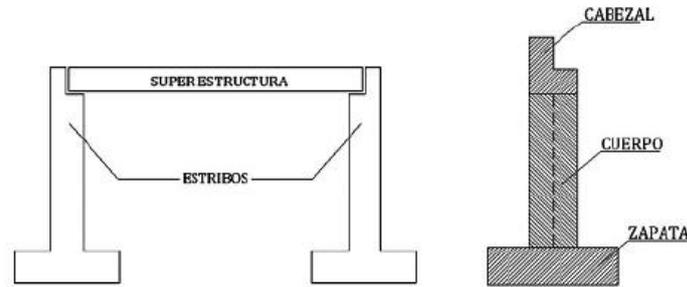


Figura 1. 6 Componentes básicos de un estribo, como parte de la subestructura de un puente. (Torres, 2013)

1.6.23 Pilotes

Cuando se requiere realizar una cimentación y se encuentra suelos con una capacidad portante menor a la requerida, se requiere transmitir las cargas a un estrato más resistentes. Muchas veces los estratos fuertes se encuentran a más de 10 metros, por lo que realizar simplemente una cimentación superficial como una zapata implica espesores y áreas de hormigón excesivos, por lo que se recurre al uso de pilotes. Los pilotes son elementos estructurales que pueden ser metálicos o de hormigón, que se hincan hasta llegar al estrato resistente y así transmitir las cargas por punta o fuste. (Braja, 2011)

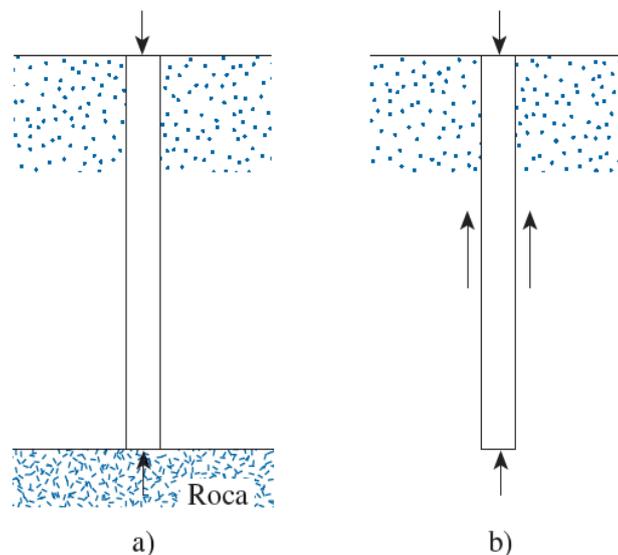


Figura 1. 7 Acción sobre un pilote y sus reacciones de fuste y punta. (Braja, 2011)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Formulación, descripción y selección de alternativa óptima

2.1.1 Características

2.1.1.1 Características técnicas

Para la construcción de un paso elevado con el sistema de viga-losa interviene mucho el tipo de materiales a utilizar ya que las vigas de este sistema estructural pueden ser de hormigón preforzado o acero estructural. Al usar vigas de hormigón preforzado nos encontramos con la ventaja de que se consigue tener vigas de mayor resistencia y de una longitud continua, pero presentan una desventaja en cuanto a la elaboración y montaje de las mismas ya que incide principalmente en los tiempos de construcción. Por otro lado, las vigas metálicas otorgan una facilidad en cuanto al montaje y construcción, pero una desventaja que se presenta en este tipo de elementos es en cuanto a su longitud.

Para la subestructura de un paso elevado que esta sobre tierra se utilizan pilas con una configuración de tipo cabeza de martillo o pórtico, generalmente este tipo de elementos estructurales están elaborados de hormigón armado y son colocados a una distancia que no genere deflexiones excesivas en las vigas de la superestructura.

2.1.1.2 Características económicas

La fuente de ingreso económica del cantón Samborondón está dividida en dos áreas, Agrícola e Inmobiliaria. En el área Agrícola, el cantón Samborondón pertenece al grupo de cantones del Guayas productores de arroz, siendo esta la mayor fuente de ingreso para el sector Rural. Dado al constante crecimiento de la zona urbana de Samborondón, el sector inmobiliario se ha convertido en una de las principales fuentes de ingreso del cantón aportando con un 56.51% al valor agregado bruto generado en el cantón.

2.1.1.3 Características sociales

Los habitantes del cantón Samborondón se los puede clasificar como una sociedad con un alto sentido de pertenencia que está empeñada en sacar adelante a su cantón

mediante la producción y emprendimiento. Esto se ve evidenciado con el continuo crecimiento de empresas emprendedoras que fomentan la economía del cantón.

2.1.1.4 Características ambientales

En el sector donde se plantean las alternativas se han podido identificar las siguientes características. El sector cuenta con una amplia zona con áreas verdes compuesta por árboles y plantas ornamentales en el parterre central de la Av. Ing. León Febres-Cordero. La temperatura en el sector se la puede considerar cálida con un alto nivel de humedad. El alto volumen de tráfico en el sector de estudio genera una alta contaminación visible en el aire debido a los gases emitidos por dichos vehículos.

2.1.1.5 Características legales

En base a las necesidades presentadas en el sector la aplicación de las alternativas debes cumplir con el marco legal estipulado por el Municipio de Samborondón, el cual cumple con el artículo 264 de la Constitución del Ecuador, específicamente con el numeral 3 que hace referencia a la planificación y construcción de obras que permitan mantener la vialidad urbana y también teniendo en cuenta el numeral 6 que incluye la regulación del tránsito dentro del cantón. Dado a que el proyecto es realizado por el Municipio de Samborondón este debe regirse a las consideraciones estipuladas en las ordenanzas del Plan de desarrollo Cantonal y Plan de desarrollo territorial.

2.1.1.6 Parámetros cuantificadores

Tabla 2. 5 Parámetros cuantificadores para la selección de alternativas Fuente: Propia

Parámetro	Descripción
Ambiental	Afectación o daño que causa sobre el ambiente.
Vial	Depende de la seguridad que ofrece a los vehículos al circular por la intersección.
Económico	Depende principalmente del costo del proyecto.
Constructivo	Considera la facilidad durante el proceso constructivo del proyecto.

2.1.2 Descripción de las alternativas

2.1.2.1 Alternativa A: Paso elevado recto sobre la intersección de las Av. Samborondón y Ing. León Febres-Cordero.

Este paso elevado consiste en un sistema de viga – losa que cruza sobre el eje central de la Avenida Samborondón con una longitud total de 240 m.

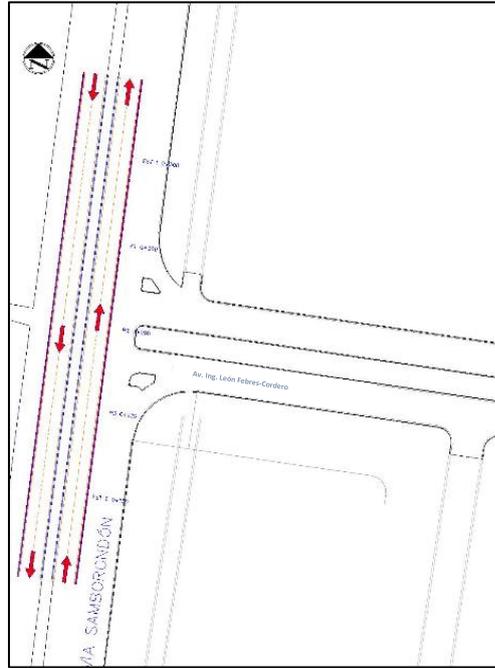


Figura 2. 8 Vista en planta de la alternativa de un paso elevado sobre la Av. Samborondón

Fuente: Propia

2.1.2.2 Alternativa B: Paso elevado curvo sobre la intersección de las Av. Samborondón y Ing. León Febres-Cordero

Este Paso elevado consiste en un sistema de viga – losa que parte desde la Avenida Ing. León Febres-Cordero y desemboca en la Avenida Samborondón con una longitud de 200 m.

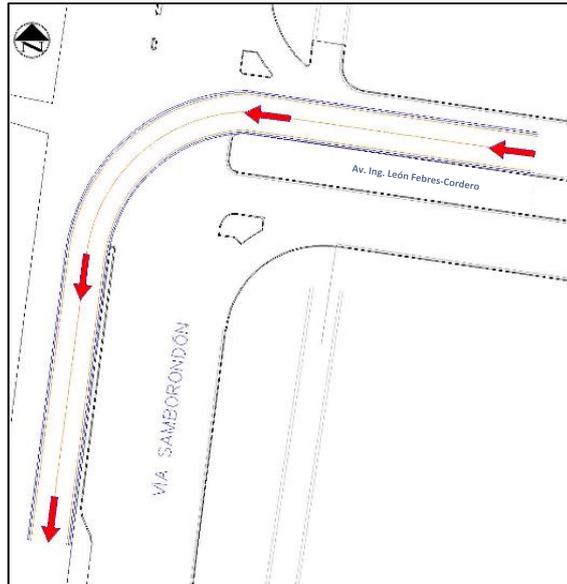


Figura 2. 9 Vista en planta de un paso elevado curvo, inicia en la Av. Ing. León Febres-Cordero y conecta a la Av. Samborondón Fuente: Propia

2.1.2.3 Alternativa C: Extensión del parterre central de la Av. Samborondón

Esta alternativa consiste en la extensión del parterre central de la Avenida Samborondón, cerrando el paso a los vehículos que salen de la Avenida Ing. León Febres Cordero para que utilicen los retornos existentes en la Avenida Samborondón.

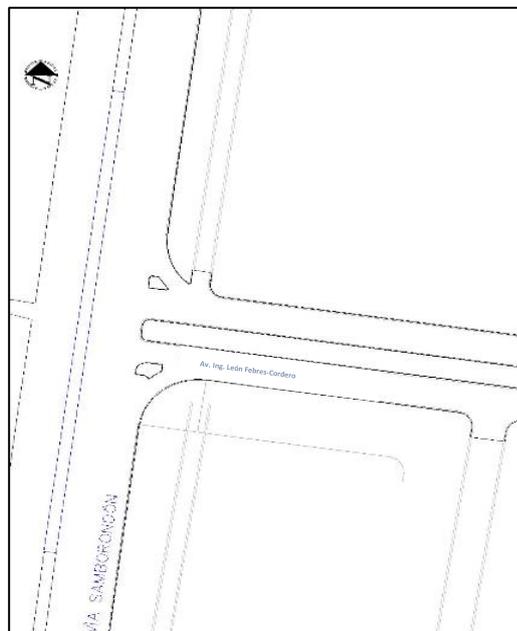


Figura 2. 10 Vista en planta de la extensión del parterre central de la Av. Samborondón Fuente: Propia

2.1.3 Evaluación de las Alternativas

Definidos los parámetros cuantificadores para la selección de alternativas, se asignó un valor porcentual en base a la influencia de cada parámetro sobre la selección de la alternativa óptima.

Tabla 2. 6 Factores cuantificadores para la selección de alternativas, con sus respectivas ponderaciones Fuente: Propia

Factores cuantificadores	Ponderación
Ambiental	25%
Vial	30%
Económico	30%
Constructivo	15%

Todos estos parámetros fueron evaluados para cada alternativa dándoles una calificación entre 0 a 10 donde la máxima calificación se la asignaba cuando la alternativa era muy favorable dependiendo del parámetro y la mínima calificación para la alternativa que era desfavorable dependiendo del parámetro. Estos valores se los pondero en base a los valores porcentuales ya definidos y se seleccionó la alternativa que obtuvo la mayor puntuación.

Tabla 2. 7 Evaluación de las alternativas de acuerdo con los factores cuantificadores Fuente: Propia

Parámetros	Pesos	Alternativas			Valoración de Alternativas		
		A	B	C	A	B	C
Ambiental	25%	5	2	6	12.5	15	5
Vial	30%	10	5	3	30	15	9
Económico	30%	7	5	10	21	15	30
Constructivo	15%	5	2	6	7.5	3	9
TOTAL					71	48	53

2.1.4 Selección de alternativa Optima

La alternativa A resultó con la mayor puntuación en comparación a las demás alternativas. Por ende, se propone para el prediseño la opción del paso elevado recto sobre la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero. Cabe recalcar que, aunque la alternativa C tienen un menor impacto ambiental, no resulta ser una solución viable para el problema, pues su implementación ocasionaría el congestionamiento de tramos posteriores a la intersección de estudio. Por otro lado, la alternativa B presenta un diseño curvo de un puente, lo cual constituye una solución directa a los habitantes de las urbanizaciones aledañas a la Av. Ing. León Febres-Cordero, sin embargo, favorecería a aproximadamente 7500 usuarios, lo cual resulta irrelevante al compararlo con el flujo vehicular que transita por las Av. Samborondón. Estas son las principales razones que hacen a la alternativa A “Paso elevado recto sobre la intersección de las Av. Samborondón e Ing. León Febres-Cordero”, la solución más viable entre las demás opciones propuestas.

2.2 Información Técnica Necesaria

2.2.1 Datos Topográficos

Con base a datos presentados en el plan de ordenamiento territorial del cantón Samborondón, se conoce que la mayor parte de su superficie es plana, con pendientes no mayores al 3%, y con altitudes entre los 5 y 8 msnm. Dicha característica se evidencia en la zona de estudio, en donde se tiene alturas entre los 6 y 7 msnm.

Debido a que el proyecto consiste en el diseño preliminar de un paso elevado sobre una vía ya existente, la topografía se ve limitada a geometría de la Av. Samborondón, por tanto, con el fin de identificar irregularidades que pudieran restringir la implementación del proyecto, simplemente se ha considerado una inspección mediante el uso de Google Earth para definir perfiles o irregularidades horizontales.

En el Mapa 1 se pudo visualizar que el tramo a intervenir es recto, por lo cual la implementación del proyecto brinda las condiciones para definir un diseño simétrico del puente, tanto en elevación como en planta.

2.2.2 Datos de tráfico

Para los datos de tráfico se requiere realizar un aforo vehicular, lo cual corresponde a llevar un registro del número y tipos de vehículos que pasan en un día, durante por lo menos una semana. Debido a las condiciones en las que se desarrolla este proyecto, se procedió con una estimación del tráfico futuro. Para ello se realizó un análisis basado en datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el cual, según estudios del año 2017, en Ecuador en promedio hay 133 vehículos por cada 1000 habitantes, de forma particular, en el Anuario de Estadísticas de Transporte se indica que en el cantón Samborondón existen 1.5 vehículos por familia (INEC, 2019). Con base a estos datos se realizó un cálculo del número posible de vehículo en Samborondón, lo cual permitió estimar que por la Av. Ing. León Febres-Cordero transitan en promedio transitan 7500 vehículos por día.

Por otro lado, de acuerdo con datos de la Agencia de Tránsito de Samborondón (ATS), se define que diariamente circulan por la Av. Samborondón un promedio de 50 mil vehículos diarios, este dato permitió corroborar que se trata de una autopista AP1.

2.2.3 Datos Geológicos

Debido a la cercanía del proyecto con los ríos Daule y Samborondón, la geología es simple, conformada principalmente por depósitos aluviales lo cual, según el mapa geológico del catón, corresponde a suelos franco-arcillosos. Esta información fue corroborada con los datos de un estudio de suelos realizados en la urbanización “Aires del Batán”. La información presenta de forma general 2.3 metros de material de relleno, el nivel freático a los 2.70 m, seguido por aproximadamente 9 metro de arcilla y finalmente 6 metros de arena.

Debido a la configuración de suelo descrita, no es factible el uso de una cimentación, debido a que las capas superficiales son propensas a asentamientos por consolidación, debido a las cargas de la estructura, por ello se plantea el uso de cimentaciones profundas, con el fin de descarga el peso de la estructura a estratos de arena más fuertes.

2.2.3.1 Datos Sísmicos

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, para definir la clasificación de suelos del área del proyecto, se requiere de un ensayo de suelos SPT

para definir el número de golpes a los 30 m de profundidad o en su defecto un ensayo geofísico para determinar la onda de corte V_s . Sin embargo, a falta de un estudio de suelos de ese tipo, se realiza un análisis cualitativo, en donde debido a la presencia de considerables espesores de capas de arcillas, cuyo número de golpes se encuentra entre los 5 y 12, se considera un suelo débil; por tanto, de modo conservador se escogió que el tipo de suelo para el proyecto corresponde a un suelo tipo E.

Tabla 2. 8 Sección de la tabla 2 de la NEC-SE-DS, descripción del suelo tipo E.

E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Como se puede visualizar en la Tabla 8, el suelo tipo E corresponde a un perfil que contiene un espesor total H mayor a 3 metros, de acuerdo con los datos de perforaciones realizadas, el terreno presenta 9 metros de capas de arcillas, por lo que valida la selección de tipo de suelo.

Posteriormente, se procede a definir el espectro de diseño, de acuerdo con la NEVI Volumen 2B, las consideraciones sísmicas se basan en una probabilidad de excedencia del 10%, en donde se prevé una vida útil del paso a desnivel de 50 años, esto equivale a un periodo de retorno de 475 años, de modo que es aplicable el método de estimación del espectro de diseño definido en la NEC-SE-DS (Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2B, 2013).

A continuación, se presenta el espectro de respuesta elástico e inelástico, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

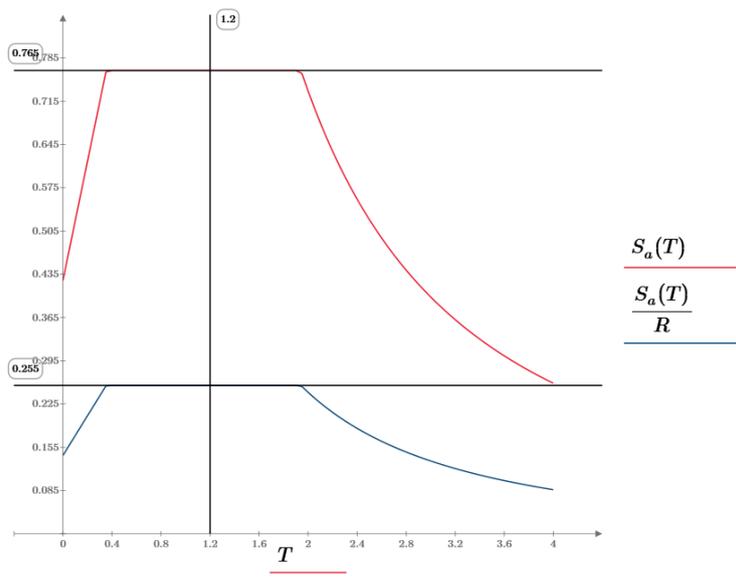


Figura 2. 11 Espectro de respuesta elástico e Inelástico de acuerdo con la NEC-SE-DS
Fuente: Propia

La Figura 2.11 indica una aceleración de 0.255g, este dato permite determinar el cortante basal de la estructura, y con ello determinar las fuerzas sísmicas aplicadas en las pilas y elementos como los cross frame o diafragmas, cuya principal función es brindar la estabilidad de la estructura ante fuerzas laterales.

Mediante el uso de un software de análisis estructural se define que el peso de la estructura corresponde a 1345.61 ton, de modo que teóricamente se obtuvo un cortante basal de 343.13 ton.

OutputCase	CaseType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf
LL+IM	LinStatic	3.264E-13	-2.516E-13	2172.4818
DCT	LinStatic	1.283E-13	-1.071E-13	1053.744
DS	LinStatic	5.01E-14	-3.32E-14	291.8708
Sx	LinStatic	-343.2159	-4.07E-15	-3.619E-14
Sy	LinStatic	-7.432E-15	-343.1968	-1.563E-13
Carga muerta	Combination	1.784E-13	-1.403E-13	1345.6148

Figura 2. 12 Cargas obtenidas del programa de cálculo estructural, se define peso de la estructura y cortante estático Sx, Sy

2.2.4 Datos Geotécnicos

Mediante los resultados del ensayo de suelo, se determina por medio de correlación con el número de golpes del ensayo SPT, la capacidad portante de los diferentes estratos del suelo, en donde se tiene que las resistencias varían entre los 1.2 y 2.6 ton/m², esto corrobora una vez más la selección del suelo como del tipo E, ya que generalmente un suelo con considerable capacidad portante se encontraría entre las 7 o 9 ton/m², bajo este análisis, se reitera la selección de una cimentación profunda mediante el uso de pilotes, con el fin de transmitir las cargas principalmente mediante fuste.

2.3 Consideraciones para el diseño

Las consideraciones de diseño descritas en este apartado son establecidas para ambos pasos elevados que constituyen el proyecto.

2.3.1 Composición general de paso elevado.

La longitud total del paso elevado se definió de 240 [m], dividida en tramos iguales de 15 [m] cada uno. En el sentido transversal y siguiendo la continuidad actual de la vía existente se definió que cada paso elevado conste de dos carriles cada uno con un ancho de 3.65 [m], lo cual, sumado al ancho de las barreras, colocadas a cada extremo, da como resultado un ancho total de 8.80 [m].

Se determinó que el sistema del tablero esté constituido por una losa maciza de hormigón de 20 [cm] de espesor sobre la cual reposará una capa de rodadura de un espesor de 5 [cm]. Se calculó para un sistema compuesto por 4 vigas metálicas, separadas 2.40 [m], con un peralte de 750 [mm] y patín de 300 [mm], 3 diafragmas tipo K colocados cada 2.50 [m] a lo largo de las vigas.

Para la subestructura se definió el uso de un sistema de pilas elaboradas de hormigón para los tramos interiores con una configuración compuesta por una viga cabezal de sección cuadrada de 1 [m] por abscisa y dos columnas con un diámetro de 90 [cm]. Para los tramos exteriores se utilizarán estribos con una configuración de muro pantalla que permitirán la conformación de las losas de aproximación.

Finalmente, para la cimentación se propone el uso de grupos de pilotes para ambos elementos que componen la subestructura.

2.3.2 Cargas actuantes sobre la estructura

2.3.2.1 Peso Propio de Losa

Para determinar el peso propio de la losa se seleccionó un ancho de franja efectivo y posteriormente se multiplicó por el espesor y la densidad del hormigón

$$W_{losa} = \rho_h * b * e \quad (Ec. 2.1)$$

Donde:

W_{losa} : Peso por metro lineal de losa [kg/m].

ρ_h : densidad del hormigón (2400 kg/m³)

b: ancho de franja de losa.

e: espesor de Losa.

2.3.2.2 Peso Propio de Capa de Rodadura

Para determinar el peso propio de la capa de rodadura se seleccionó un ancho de franja efectivo y posteriormente se multiplicó por el espesor y la densidad de la capa de rodadura.

$$W_{carpeta} = \rho_c * b * e \quad (Ec. 2.2)$$

Donde:

$W_{carpeta}$: Peso por metro lineal de capa de rodadura [kg/m].

ρ_c : densidad de capa de rodadura (2300 kg/m³)

b: ancho de franja de capa de rodadura.

e: espesor de capa de rodadura.

2.3.2.3 Peso Propio de Barrera

El peso propio de la barrera se lo calculó teniendo en cuenta la sección transversal de la barrera y la densidad del hormigón.

$$W_{barrera} = \rho_h * A_{barrera} \quad (Ec. 2.3)$$

Donde:

$W_{barrera}$: Peso por metro lineal de barrera [kg/m].

ρ_h : densidad de hormigón (2400 kg/m³)

$A_{barrera}$: Sección Transversal de Barrera.

2.3.2.4 Carga de camión de diseño

Según lo estipula la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 en el Artículo 3.6 se seleccionó como camión de diseño el modelo HS-22-40. En el cual se estipulan sus cargas.



Figura 2. 13 Camión de diseño HS-22-40. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007

2.3.3 Diseño preliminar de tablero

2.3.3.1 Determinación del espesor del Tablero

La definición del espesor del tablero está fundamentada en la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 según el Artículo 9.7.1.1 el cual determina el espesor del tablero en función del sistema estructural utilizado y en el Artículo 13.7.3.1.2 el cual determina el espesor del tablero dependiendo de la existencia de volados con cargas de barreras sobre ellos. De ambos criterios se selecciona el que entregue el mayor espesor.

2.3.3.2 Consideraciones de Carga

2.3.3.2.1 Carga Muerta

Las cargas muertas consideradas corresponden al peso propio del tablero, peso propio de la carpeta de rodadura y peso propio de la barrera. Los cuales se calculan en base a las Ec.2.1, Ec.2.2 y Ec.2.3 respectivamente.

2.3.3.2.2 Carga Viva y efecto de carga dinámica.

Para definir los efectos de la carga viva actuante, primero se determinó el número de carriles según los requerimientos del MTOP

$$\#carriles = \left(\frac{L_{calzada}}{3.65} \right) \quad (Ec. 2.4)$$

Donde:

#carriles: número de carriles

$L_{calzada}$: Ancho de calzada. [m]

Según la tabla 3.6.1.1.2-1 de la normativa, se seleccionó el factor de presencia múltiple para el caso de un solo carril cargado.

Table 3.6.1.1.2-1 Multiple Presence Factors m .

Number of Loaded Lanes	Multiple Presence Factors m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Figura 2. 14 Factor de presencia Múltiple. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007

En base a la tabla 3.6.2.1-1 de la normativa, se definió el Factor de impacto por carga dinámica en base a los estados límites de resistencia.

Table 3.6.2.1-1 Dynamic Load Allowance, IM .

Component	IM
Deck Joints—All Limit States	75%
All Other Components	
• Fatigue and Fracture Limit State	15%
• All Other Limit States	33%

Figura 2. 15 Factor de impacto por carga dinámica. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007.

Finalmente se definieron los anchos de franja equivalente para el cálculo de mayoración de momentos por efecto de las cargas dinámicas según se establece en la tabla 4.6.2.1.3-1 de la normativa.

Type Of Deck	Direction of Primary Strip Relative to Traffic	Width of Primary Strip (mm)
Concrete:		
• Cast-in-place	Overhang	$1140 + 0.833X$
	Either Parallel or Perpendicular	+M: $660 + 0.55S$ -M: $1220 + 0.25S$
• Cast-in-place with stay-in-place concrete formwork	Either Parallel or Perpendicular	+M: $660 + 0.55S$ -M: $1220 + 0.25S$
	Either Parallel or Perpendicular	+M: $660 + 0.55S$ -M: $1220 + 0.25S$

Figura 2. 16 Ancho de Franja Equivalente. Fuente: AASHTO-LRFD-SI-2007.

Teniendo en cuenta que el método constructivo previamente establecido para el tablero considera fundición en sitio, los anchos de franja equivalente para los momentos positivos y negativos generados por las cargas dinámicas se expresan mediante las siguientes ecuaciones.

$$(+m) = 660 + 0.55 * S \quad (Ec. 2.5)$$

$$(-m) = 1220 + 0.25 * S \quad (Ec. 2.6)$$

Donde:

(+)m: Ancho de Franja equivalente para momento positivo. [m]

(-)m: Ancho de Franja equivalente para momento negativo. [m]

S: Luz libre de losa. [m]

2.3.3.3 Estimación de Momentos para cada tipo de carga.

2.3.3.3.1 Momentos debido a cargas muertas

Para la estimación de los momentos actuantes sobre el tablero se hizo uso de un programa de análisis estructural en el cual se obtuvieron los momentos para las cargas estáticas actuantes que en este caso son, el peso propio de la losa, el peso propio de la carpeta asfáltica y el peso propio de las barreras.

2.3.3.3.2 Momentos debido a cargas vivas

Dado a que las cargas vivas hacen referencia a las cargas de los ejes del camión de diseño y tienen un comportamiento dinámico, para determinar el momento máximo negativo generado por el camión se colocó al camión sobre el eje central del primer apoyo interior de la losa, teniendo en cuenta que, la distancia de los ejes del camión

sea equidistante con respecto al eje del primer apoyo interior. Para la determinación del momento positivo se colocó el eje exterior del camión de diseño a una distancia de 0.4 [m] con respecto al primer apoyo exterior de la losa.

2.3.3.4 Estimación y mayoración de momentos Factor de Impacto para la carga viva.

Para hacer la mayoración del momento se consideró el factor de presencia múltiple, el ancho de franja equivalente y el momento debido a la carga viva, lo cual se representa mediante la siguiente ecuación.

$$M'n(+o-) = \frac{Fm1 * M(+o-)}{(-o+)m} \quad (Ec. 2.7)$$

Donde:

M'n(+ o -): Momento reducido por factor de presencia Múltiple. [Ton-m]

(- o +)m: Ancho de franja equivalente. [m]

Fm1: Factor de presencia múltiple.

M(+ o -): Momento obtenido de programa de análisis estructural. [Ton-m]

Para la mayoración del momento ya sea, positivo o negativo, por el factor de impacto se utilizó la siguiente ecuación.

$$M_{LL+IM} = M'n(+o-) * (1 + IM) \quad (Ec. 2.8)$$

Donde:

M_{LL+IM}: Momento mayorado por Factor de impacto. [Ton-m]

M'n(+ o -): Momento reducido por factor de presencia Múltiple. [Ton-m]

IM: Factor de Impacto.

2.3.3.5 Estimación de Momento Último - Resistencia I

Para la determinación del momento último se utilizaron los factores dispuestos en la tabla 3.4.1-1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. Dando como resultado la siguiente ecuación.

$$Mu = (1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.50 \text{ ó } 0.65)DW + 1.75(LL + IM) \quad (Ec. 2.9)$$

Donde:

Mu: Momento último. [Ton-m]

DC: Carga Muerta. [Ton-m]

DW: Carga sobreimpuesta. [Ton-m]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton-m]

2.3.3.6 Cálculo de Acero

2.3.3.6.1 Acero Perpendicular al tráfico (Positivo y Negativo)

La determinación del acero perpendicular al tráfico se la realizó mediante un proceso iterativo en el cual se toma en cuenta los datos de recubrimiento para losas de hormigón establecidos en el Art. 5.12.3-1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. Bajo esta premisa se calculó la cantidad de acero perpendicular al tráfico requerida mediante la aplicación de las siguientes ecuaciones.

$$a = \frac{As * Fy}{0.85 * f'c * b} \quad (Ec. 2.10)$$

$$As = \frac{Mu(-)}{\phi * Fy * (d - 0.5a)} \quad (Ec. 2.11)$$

Donde:

a: alto del área de compresión. [cm]

b: Ancho de franja. [cm]

As: Área de acero requerida. [cm²/m]

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm²]

f'c: Resistencia del hormigón. [kg/cm²]

φ: Factor de reducción método LRFD

d: Peralte. [cm]

2.3.3.6.2 Verificación de Acero mínimo requerido

El acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre 1.2Mcr y 1.33Mu según lo establecido en el Art. 5.7.3.3.2 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

$$1.2Mcr = 1.2 * Fcr * S \quad (Ec. 2.12)$$

Donde:

$$Fcr = 2.01 * \sqrt{f'c} \left[\frac{kg}{cm^2} \right] \quad (Ec. 2.13)$$

$$S = sección = \frac{b * h^3}{6} \quad (Ec. 2.14)$$

De no cumplirse las condiciones previamente establecidas se debe rediseñar para el momento que no satisface.

Este análisis se llevó a cabo tanto para el cálculo del acero positivo y negativo perpendicular al tráfico.

2.3.3.6.3 Separación de Varillas de Acero.

Para la determinación de la separación entre varillas se hizo un cálculo el cual implica el área de la sección transversal de la varilla a utilizar y el área de acero requerida.

$$S_{varillas} = \frac{As\phi}{As} \quad (Ec. 2.15)$$

Donde:

$S_{varillas}$: Separación de varillas [m]

As : Área de acero requerida. [cm^2/m]

$As\phi$: Área de sección transversal de varilla. [cm^2]

2.3.3.6.4 Acero por Temperatura

El acero por temperatura se determinó siguiendo las especificaciones indicadas en la ecuación del Art. 5.10.8-1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 la cual debía cumplir con los requerimientos del Art.5.10.8-2 de la misma normativa.

$$Ast = \frac{0.75 * b * t}{0.2(b + t)Fy} \quad (Ec. 2.16)$$

$$2.33 \leq Ast < 12.7 \quad (Ec. 2.17)$$

Donde:

Ast : Área de acero por temperatura requerida. [cm^2/m]

b : Ancho de franja. [cm]

t : Espesor de losa. [cm]

Fy : Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm^2]

Definida el área de acero requerida por temperatura se seleccionó una varilla comercial y se procedió a calcular la separación de las varillas que conformarían el Acero por temperatura como se indica en el apartado 2.3.2.6.3 de este documento. Se verificó que dicha separación no exceda la separación máxima permitida para acero por temperatura según lo especifica la normativa en el Art.5.10.8, de no cumplirse se escoge la que entregue la menor separación.

2.3.3.6.5 Acero por Distribución

El acero por distribución corresponde a un porcentaje del acero perpendicular al tráfico positivo, dichos porcentaje se los obtuvo según lo estipulado en el Art.9.7.3.2 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 con la siguiente ecuación.

$$\%_1 = \frac{3840}{100 * \sqrt{S}} \quad (Ec. 2.18)$$

$$\%_2 = 0.67$$

Donde:

S: Luz libre de losa. [m]

Dado que en el Art.9.7.3.2 se establecen dos condiciones, se debe elegir la que entregue el menor porcentaje. Una vez conocido dicho valor, se realizó el cálculo del acero de distribución mediante la siguiente ecuación.

$$Asd = \min(\%_1, \%_2) * As(+) \quad (Ec. 2.19)$$

Donde:

Asd: Área acero requerida por distribución. [cm²/m]

min (%₁, %₂): Porcentaje de reducción.

As (+): Área de acero perpendicular al tráfico positivo. [cm²/m]

Definida el área de acero requerida por distribución se seleccionó una varilla comercial y se procedió a calcular la separación de las varillas que conformarían el Acero por distribución como se indica en el apartado 2.3.2.6.3 de este documento.

2.3.3.7 Comprobación de Demanda – Capacidad

Con las cantidades de acero determinadas para la losa, finalmente se comprobó el cumplimiento de demanda – capacidad para el estado límite de resistencia I mediante la siguiente ecuación.

$$\phi Mn \geq Mu \quad (Ec. 2.20)$$

Donde:

ϕMn : Momento Resistente. $\Phi=0.9$

Mu: Momento Demandante.

2.3.4 Diseño preliminar de viga

2.3.4.1 Determinación de dimensiones de viga.

2.3.4.1.1 Peralte de Viga

El peralte mínimo de la viga se lo definió en base a lo que establece la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 en el Artículo 2.5.2.6.3-1. Cabe recalcar que el peralte que se obtuvo mediante la normativa es referencial para que el diseñador seleccione las

dimensiones adecuadas de la viga que cumpla con las condiciones de demanda-capacidad.

2.3.4.1.2 Ancho de ala efectivo

El ancho de ala efectivo fue determinado según lo establecido en el Art. 4.6.2.6 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 mediante la ecuación.

$$b = \min\left(\frac{L}{4}, 12 * t, 2,5 m\right) \quad (Ec. 2.21)$$

Donde:

b: Ancho de ala efectivo

L: Luz del claro

t: espesor de losa.

El cálculo del ancho efectivo es considerado para el trabajo en conjunto de viga-losa.

2.3.4.1.3 Comprobación de Pandeo Local en ala

La comprobación de pandeo local del ala se la hizo en base a lo establecido en el Artículo 6.10.8.2.2-4 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. La cual establece la siguiente relación que debe ser cumplida para definir que el ala de la viga es compacta.

$$\frac{bf}{tf} \leq 0.38 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad (Ec. 2.22)$$

Donde:

bf: Ancho de ala. [mm]

tf: Espesor de ala. [mm]

E: Módulo de elasticidad del acero. [kg/cm²]

Fy: Esfuerzo de Fluencia del acero. [kg/cm²]

2.3.4.1.4 Comprobación de pandeo local en Alma

La comprobación de pandeo local del alma se la hizo en base a lo establecido en el Artículo 6.10.6.2.2-1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. La cual establece la siguiente relación que debe ser cumplida para definir que el alma de la viga es compacta.

$$\frac{df}{tf} \leq 3.76 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad (Ec. 2.23)$$

Donde:

hw: Alto de alma. [mm]

tw: Espesor de alma. [mm]

E: Módulo de elasticidad del acero. [kg/cm²]

Fy: Esfuerzo de Fluencia del acero. [kg/cm²]

2.3.4.2 Consideraciones de carga

2.3.4.2.1 Carga Muerta

Las cargas muertas consideradas corresponden al peso propio del tablero, peso propio de la carpeta de rodadura, peso propio de las barreras y peso propio de la viga. Cabe recalcar que el peso de la viga se lo obtuvo multiplicando el área de la sección transversal de la viga por el peso específico del acero.

Para las demás cargas se utilizó las ecuaciones Ec.2.1, Ec.2.2 y Ec.2.3 con la variación del ancho de franja, que para este análisis se utilizó el expresado en la ecuación Ec.2.21.

2.3.4.2.2 Carga Viva

Las cargas vivas utilizadas para este análisis correspondieron a las ya definidas en el apartado 2.3.1.4 que pertenecen a las cargas por cada eje del camión de diseño.

2.3.4.3 Estimación de momentos para cada tipo de carga

2.3.4.3.1 Momentos debido a cargas muertas

Para una viga simplemente apoyada bajo la influencia de cargas linealmente distribuidas como es el caso de las cargas muertas actuantes, la estimación de los momentos se la realizó mediante la siguiente ecuación.

$$M = \frac{w * L^2}{8} \quad (Ec. 2.24)$$

Donde:

M: Momento debido a cargas permanentes. [Ton-m]

w: cargas permanentes linealmente distribuidas. [Ton/m]

L: Luz del claro. [m]

2.3.4.3.2 Momentos debido a cargas vivas

Para determinar el momento por carga viva, se hizo un análisis mediante el método de líneas de influencia para las cargas del camión, tándem y carril de diseño, teniendo en cuenta que la colocación del camión y tándem de diseño debía ser en el centro del claro para generar el máximo momento.

Una vez realizado el análisis se escogió el caso más crítico y al momento obtenido se le hizo la mayoración por impacto que equivale al 33% del Momento por carga viva según lo establece la normativa.

2.3.4.4 Estimación de momento último

Para la estimación del momento último se consideraron tres estados limites según los define el método LRFD para el diseño preliminar de vigas.

2.3.4.4.1 Resistencia I

$$Mu = (1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.50 \text{ ó } 0.65)DW + 1.75(LL + IM) \quad (Ec. 2.25)$$

Donde:

Mu: Momento último. [Ton-m]

DC: Carga Muerta. [Ton-m]

DW: Carga sobrepuesta. [Ton-m]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton-m]

2.3.4.4.2 Servicio I

$$Mu = (1.00)DC + (1.00)DW + 1.00(LL + IM) \quad (Ec. 2.26)$$

Donde:

Mu: Momento último. [Ton-m]

DC: Carga Muerta. [Ton-m]

DW: Carga sobrepuesta. [Ton-m]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton-m]

2.3.4.4.3 Fatiga I

$$Mu = 1.25(LL + IM) \quad (Ec. 2.27)$$

Donde:

Mu: Momento último. [Ton-m]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton-m]

Una vez determinado el Momento último mediante los tres criterios, se seleccionó para el diseño preliminar el caso más crítico.

2.3.4.5 Estimación de momento resistente en viga

Para la estimación del momento resistente en viga se propuso el uso del análisis elástico dado que la viga seleccionada es compacta y para esto se considera la siguiente ecuación.

$$\phi M_n = \phi * F_y * Z_x \quad (Ec. 2.28)$$

Donde:

ϕM_n : Momento resistente de viga. [Ton-m]

ϕ : Factor de Reducción $\phi = 0.9$

F_y : Esfuerzo de Fluencia del Acero. [kg/cm²]

Z_x : Módulo Plástico. [cm³]

2.3.4.6 Comprobación Demanda – Capacidad

Se realizó mediante la metodología seguida en el apartado 2.3.2.7 de este documento haciendo uso de la ecuación Ec.2.20.

2.3.4.7 Estimación de cortante para cada tipo de carga

2.3.4.7.1 Cortante debido a cargas muertas

Para una viga simplemente apoyada bajo la influencia de cargas linealmente distribuidas como es el caso de las cargas muertas actuantes, la estimación del cortante se la realizó mediante la siguiente ecuación.

$$V = \frac{w * L}{2} \quad (Ec. 2.29)$$

Donde:

V: Cortante debido a cargas permanentes. [Ton]

w: cargas permanentes linealmente distribuidas. [Ton/m]

L: Luz del claro. [m]

2.3.4.7.2 Cortante debido a cargas vivas

Para determinar el cortante por carga viva, se hizo un análisis mediante el método de líneas de influencia para las cargas del camión y carril de diseño, teniendo en cuenta

que la colocación del camión debía ser en un extremo del claro para generar el máximo cortante.

Una vez realizado el análisis se sumaron los cortantes de ambos casos de análisis y al cortante obtenido de esta suma se le hizo la mayoración por impacto que equivale al 33% del Cortante por carga viva según lo establece la normativa.

2.3.4.8 Estimación de cortante último

Para la estimación del cortante último se consideraron tres estados limites según los define el método LRFD para el diseño preliminar de vigas.

2.3.4.8.1 Resistencia I

$$Vu = (1.25 \text{ ó } 0.9)DC + (1.50 \text{ ó } 0.65)DW + 1.75(LL + IM) \quad (Ec. 2.30)$$

Donde:

Vu: Momento último. [Ton]

DC: Carga Muerta. [Ton]

DW: Carga sobrepuesta. [Ton]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton]

2.3.4.8.2 Servicio I

$$Vu = (1.00)DC + (1.00)DW + 1.00(LL + IM) \quad (Ec. 2.31)$$

Donde:

Vu: Cortante último. [Ton]

DC: Carga muerta. [Ton]

DW: Carga sobrepuesta. [Ton]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton]

2.3.4.8.3 Fatiga I

$$Vu = 1.25(LL + IM) \quad (Ec. 2.32)$$

Donde:

Vu: Cortante último. [Ton]

LL+IM: Carga viva mayorada por factor de impacto. [Ton]

Una vez determinado el Cortante último mediante los tres criterios, se seleccionó para el diseño preliminar el caso más crítico.

2.3.4.1 Estimación de cortante resistente en viga

Para determinar el cortante es necesario primero definir la separación de los rigidizadores en la viga y que cumpla con la condición indicada en el Artículo C6.10.2.1.1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 la cual se presenta en la siguiente expresión

$$d_o \leq 4 * h_w \quad (Ec.2.33)$$

Donde:

d_o : Separación de rigidizadores [cm]

h_w : Alto de alma de la viga. [cm]

Definida la separación entre rigidizadores, se calculó el cortante resistente de la viga según el Artículo 6.10.9.3.3 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 mediante la siguiente expresión.

$$\phi V_n = \phi * C * 0.58 * F_y * h_w * t_w \quad (Ec.2.34)$$

Donde:

ϕV_n : Cortante resistente de viga. [Ton]

ϕ : Factor de Reducción $\phi = 0.75$

F_y : Esfuerzo de Fluencia del Acero. [kg/cm²]

h_w : Alto del alma de la viga. [cm]

t_w : Espesor del alma. [cm]

C : Factor de mayoración por presencia de rigidizadores.

2.3.4.1 Comprobación Demanda – Capacidad

Se verificó que el cortante resistente de la viga sea mayor que el cortante último actuante sobre la viga mediante la siguiente expresión.

$$\phi V_n \geq V_u \quad (Ec.2.35)$$

Donde:

ϕV_n : Cortante resistente de la viga. [Ton]

V_u : Cortante actuante sobre la viga. [Ton]

2.3.5 Diseño preliminar de rigidizadores y diafragmas

2.3.5.1 Diseño preliminar de rigidizadores

2.3.5.1.1 Predimensionamiento de rigidizador

Se definieron las dimensiones de la placa del rigidizador y se comprobó que este cumpla con la condición establecida en el Artículo 6.10.11.2.1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 mediante la siguiente expresión.

$$\frac{bp}{tp} \leq 0.48 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad (Ec. 2.36)$$

Donde:

bp: Ancho de placa. [cm]

tp: Espesor de rigidizador. [cm]

2.3.5.1.2 Resistencia a corte de rigidizador

Para la determinación de la resistencia a corte del rigidizador se utilizó la ecuación presentada en el Artículo 6.10.11.2.3.

$$Rr = \phi Rn \quad (Ec. 2.37)$$

Donde:

Rn: Resistencia nominal del rigidizador. [Ton]

Rr: Resistencia requerida por el rigidizador. [Ton]

ϕ : Factor de reducción. $\phi=0.9$

Además, para determinar la resistencia nominal del rigidizador se hace uso de la siguiente expresión.

$$Rn = 1.4 * Ap * Fy \quad (Ec. 2.38)$$

Donde:

Ap: Área de la sección sometida a corte del rigidizador. [cm²]

Fy: Esfuerzo de Fluencia del acero. [kg/cm²]

2.3.5.1.3 Comprobación de Demanda – Capacidad

Se verificó que el cortante resistente de los rigidizadores sea mayor al cortante actuante sobre la viga mediante la siguiente expresión. De cumplirse esta condición se acepta la sección propuesta.

$$Rr \geq Vu$$

2.3.5.2 Diseño preliminar de diafragma.

Dado a que la principal función de los diafragmas es brindar estabilidad para las fuerzas laterales, se consideró como fuerza lateral la proporcionada por el sismo y en base a esta carga lateral se definió una sección para el análisis. Los diafragmas tendrán una configuración tipo K.

2.3.5.2.1 Predimensionamiento de Diafragma

Para armar el diafragma se consideró utilizar ángulos de acero estructural, los cuales deben cumplir con los requerimientos de pandeo local definidos en las siguientes expresiones.

$$\frac{k * Ld}{rg} \leq 140 \quad (Ec. 2.39)$$

$$\frac{bl}{el} \leq 0.45 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} \quad (Ec. 2.40)$$

Donde:

k: Factor de reducción

Ld: Longitud del ángulo. [mm]

rg: Radio de giro. [mm]

bl: Ancho de ángulo. [mm]

el: Espesor del ángulo. [mm]

2.3.5.2.2 Comprobación Demanda – Capacidad

Según la normativa AASTHO-LRFD-SI-2007 en su Artículo 6.9.4.1 se verificó el cumplimiento de la siguiente condición.

$$\lambda = \left(\frac{k * Ld}{rg * \pi} \right)^2 * Fy * E < 2.25 \quad (Ec. 2.41)$$

Donde:

λ : Factor de mayoración

Una vez que se ha cumplido la condición previa, se calculó la capacidad axial de los elementos del diafragma mediante la siguiente ecuación.

$$\phi Pn = \phi * 0.66^\lambda * Al * Fy \quad (Ec. 2.42)$$

Donde:

Pn: Capacidad axial de los ángulos. [Ton]

Al: Sección transversal del ángulo. [cm²]

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm²]

φ: Factor de Reducción. φ=0.9

Finalmente, se hizo la comprobación por demanda – capacidad de dichos elementos los cuales deben cumplir la siguiente condición.

$$\phi P_n \geq P_u \quad (Ec. 2.43)$$

Donde:

φPn: Capacidad del elemento. [Ton]

Pu: Carga actuante sobre elemento. [Ton]

2.3.6 Diseño preliminar de apoyos

Los apoyos elastoméricos fueron diseñados para resistir las cargas bajo el estado límite de servicio, según lo establecido en el Método A de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 en el Artículo 14.7.6.

Para este diseño se definió el uso de un apoyo compuesto por 5 capas de elastómero con espesor de 3 cm por capa, dicho apoyo cumple con los requerimientos establecidos en la ecuación del Artículo 14.7.5.1-1.

$$S_i = \frac{L * W}{2 * h_i * (L + W)} \quad (Ec. 2.44)$$

Donde:

L: Dimensión del apoyo paralelo al eje del longitudinal del puente. [cm]

W: Dimensión del apoyo perpendicular al eje longitudinal del puente. [cm]

hi: Espesor de la i-ésima capa del elastómero. [cm]

Si: Factor de Forma.

2.3.7 Diseño Preliminar de Pila

2.3.7.1 Viga cabezal

2.3.7.1.1 Cargas consideradas

Para el diseño preliminar de la viga cabezal se realizó un modelo mediante un programa de análisis estructural en el cual se obtuvo la envolvente de falla en base a las cargas actuantes, en las cuales se consideró las cargas permanentes debido a los pesos propios que componen la estructura, el efecto de la carga lateral por análisis sísmico y la acción de la carga dinámica por efecto del camión de diseño. Todo esto en base a los estados límites que propone la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

2.3.7.1.2 Predimensionamiento

Basado en las cargas consideradas se propuso las dimensiones de la sección de la viga cabezal teniendo en cuenta que el recubrimiento para este elemento estructural es de 5 cm y posteriormente se definió la cantidad de acero requerida para dicha sección haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * j * F_y * d} \quad (Ec. 2.45)$$

Donde:

Mu: Momento actuante sobre viga cabezal. [Ton-m]

ϕ, j : Factores de reducción.

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm²]

d: peralte de viga cabezal. [cm]

As: Área de acero requerido. [cm²]

2.3.7.1.3 Verificación de acero mínimo

Para este análisis se siguió la misma metodología definida en el apartado 2.3.2.6.2 de este documento donde se indica que el acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre 1.2Mcr y 1.33Mu según lo establecido en el Art. 5.7.3.3.2 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

2.3.7.1.4 Acero por contracción y temperatura

Para la determinación del acero por temperatura se utilizó lo estipulado en el Artículo 5.10.8 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 mediante la siguiente ecuación.

$$A_{s_{temp}} = 0.18 * \frac{b * h}{2(b + h)} \quad (Ec. 2.46)$$

Donde:

A_{s_{temp}}: Acero requerido por contracción y temperatura. [cm²/m]

b: Ancho de sección transversal de viga cabezal. [cm]

h: Alto de sección transversal de viga cabezal. [cm]

2.3.7.1.5 Estimación de Momento Resistente

Conocida la cantidad de acero longitudinal presente en la viga cabezal y las dimensiones de la sección se determinó el Momento resistente de la viga cabezal mediante las ecuaciones expresadas en los Artículos 5.7.3.2.1-4 y 5.7.3.2.1-1 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. La Ec.2.10 es la expresada en el Artículo

5.7.3.2.1-4 de la normativa y la ecuación presentada a continuación corresponde al Artículo 5.7.3.2.1-1.

$$\phi Mn = \phi * As * Fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (Ec. 2.47)$$

Donde:

ϕMu : Momento resistente de viga cabezal. [Ton-m]

As : Área de acero. [cm²]

Fy : Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm²]

d : peralte de viga cabezal. [cm]

a : ancho de área a compresión. [cm]

2.3.7.1.6 Comprobación momento Demanda – Capacidad.

Se realizó mediante la metodología seguida en el apartado 2.3.2.7 de este documento haciendo uso de la ecuación Ec.2.20.

2.3.7.1.7 Estimación de Cortante Resistente

El cortante resistente de la viga cabezal se definió según los criterios establecidos en el Artículo 5.8.3.3 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. Donde se indica que el cortante resistente será el mínimo valor obtenido de las siguientes dos expresiones.

$$Vn = Vc + Vs \quad (Ec. 2.48)$$

$$Vn = 0.25f'c * b * d \quad (Ec. 2.49)$$

Donde:

Vn : Cortante resistente de viga cabezal. [Ton]

Vc : Cortante resistente del concreto. [Ton]

Vs : Cortante resistente del acero. [Ton]

Para la determinación del cortante resistente del concreto se hizo uso de la ecuación expresada en el Artículo 5.8.3.3 de la normativa.

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad (Ec. 2.50)$$

Donde:

b : Ancho de sección transversal de viga cabezal. [cm]

Vc : Cortante resistente del concreto. [Ton]

b : ancho de viga cabezal. [cm]

d : peralte de viga cabezal. [cm]

$f'c$: Resistencia del hormigón. [kg/cm²]

Para la estimación del cortante resistente del acero se utilizó la ecuación expresada en el Artículo 5.8.3.4 de la normativa.

$$V_s = \frac{A_{et} * F_y * d * (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) * \text{Sen}(\alpha)}{S} \quad (\text{Ec. 2.51})$$

Donde:

A_{et} : Área de acero transversal. [cm^2]

F_y : Esfuerzo de Fluencia del acero. [kg/cm^2]

d : peralte de viga cabezal. [cm]

S : Separación de estribos. [cm]

Θ : Ángulo de inclinación de los esfuerzos de compresión. [$^\circ$]

α : Ángulo de inclinación del acero transversal de refuerzo. [$^\circ$]

2.3.7.1.8 Estimación de Acero Transversal mínimo requerido

Para realizar esta estimación se hizo uso de la ecuación presentada en el Artículo 5.8.2.5-1 de la normativa.

$$A_{et_{min}} \geq 0.27 * \sqrt{f'c} * \frac{b * S}{F_y} \quad (\text{Ec. 2.52})$$

Donde:

$A_{et_{min}}$: Área de acero transversal mínimo. [cm^2]

S : Separación de estribos. [cm]

b : ancho de viga cabezal. [cm]

F_y : Esfuerzo de Fluencia del acero. [kg/cm^2]

2.3.7.1.9 Comprobación cortante Demanda - Capacidad

Haciendo uso de la ecuación Ec.2.35 se verificó que la viga cabezal cumpla con los requerimientos de demanda capacidad establecidos por la normativa.

2.3.7.2 Columna

2.3.7.2.1 Cargas Consideradas

Para el diseño preliminar de las columnas que componen el sistema de pila, se utilizó un programa de análisis estructural y se hicieron las mismas consideraciones que en el caso de la viga cabezal.

2.3.7.2.2 Predimensionamiento

Se definieron las dimensiones de la sección transversal de la columna, resistencia del hormigón a utilizar y condiciones de recubrimiento según lo establecido en la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

2.3.7.2.3 Estimación de acero longitudinal mínimo requerido

El acero longitudinal mínimo requerido se lo determinó mediante la expresión del Artículo 5.7.4.2-3 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

$$A_{req} = 0.135 * A_g \frac{f'_c}{F_y} \quad (Ec. 2.53)$$

Donde:

A_{req}: Área de acero longitudinal requerida. [cm²]

A_g: Área gruesa de columna. [cm²]

F_y: Esfuerzo de fluencia del acero. [kg/cm²]

f'_c: Resistencia del hormigón. [kg/cm²]

2.3.7.2.4 Estimación de Acero transversal

Dado que la sección de las columnas que componen el sistema de la pila tiene una geometría circular, se definió el uso de estribos en forma de espiral que deben cumplir con la condición establecida en el Artículo 5.10.6.3 de la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

2.3.7.2.5 Análisis por capacidad de columnas

Para verificar que las columnas cumplan con los requerimientos de demanda – capacidad. Se realizó el diagrama de interacción de la sección propuesta con la ayuda de un programa de análisis estructural y finalmente se verificó que la sección propuesta cumpla con la condición de demanda – capacidad.

2.3.8 Diseño Preliminar de Cimentación

Para la realización del diseño preliminar de la cimentación se tomaron las condiciones del terreno, en base a estudios de suelo realizados en puntos cercanos a la zona de implantación del proyecto.

Para comprender los elementos que integran la cimentación del paso elevado se ha dividido esta sección en cimentación para tramos interiores, haciendo referencia a la cimentación que compone a las pilas; y cimentación para tramos exteriores el cual, hace referencia al diseño preliminar de estribos y cimentación que la compone.

2.3.8.1 Cimentación para tramos interiores – Cabezal de pilotes.

Partiendo de la configuración seleccionada para la conformación de las pilas se definió que la cimentación que soporte la carga transmitida por la superestructura este compuesta por sistema de cimentación profunda con pilotes y cabezal de pilotes.

2.3.8.1.1 Predimensionamiento

Según los criterios establecidos en la normativa ACI 318-19 para cimentaciones profundas en el Artículo 13.4.2, se establecen las dimensiones mínimas para el cabezal de pilotes teniendo que, el ancho efectivo no debe ser menor a 150 [mm] y el espesor del cabezal no puede ser menor a 300 [mm].

2.3.8.1.2 Determinación de cortante actuante.

Dado a que uno de los criterios principales de falla de las zapatas es la falla por punzonamiento debido al cortante, se determinó el cortante ultimo según lo especifica la normativa ACI 318-19, teniendo en cuenta las condiciones establecidas para el diseño, mediante la siguiente ecuación.

$$V_{uc} = \frac{(B * L) - 2 * (c + d)}{B * L} * \sqrt{\left(\frac{Pu}{4}\right)^4 + \left(\frac{Vu}{2}\right)^2} \quad (Ec. 2.54)$$

Donde:

V_{uc}: Cortante ultimo por punzonamiento. [Ton]

B: dimensión de cabezal. [m]

L: dimensión de cabezal. [m]

c: Diámetro de columnas. [m]

d: ancho efectivo. [m]

P_u: Carga axial de columnas. [Ton]

V_u: Fuerza sísmica. [Ton]

2.3.8.1.3 Determinación de cortante resistente

Con las dimensiones previamente establecidas para el cabezal, se determinó el cortante resistente por el cabezal siguiendo el criterio de diseño establecido en el Artículo 13.4.2.3 de la normativa ACI 318-19 mediante la siguiente ecuación.

$$\phi V_n = \phi * 0.33 * b_o * d * \sqrt{f'_c} \quad (Ec. 2.55)$$

Donde:

V_n: Cortante resistente de cabezal. [Ton]

φ: Factor de reducción. φ=0.85

bo: suma del diámetro de columna más el ancho efectivo. [m]

d: ancho efectivo. [m]

f'c: Resistencia del hormigón. [kg/cm²]

2.3.8.1.4 Comprobación cortante demanda – capacidad

Dado que en el diseño preliminar de cimentaciones de cabezales controla el cortante por punzonamiento, se hizo el análisis por demanda – capacidad y se verificó que se cumpla la siguiente condición.

$$\phi V_n \geq V_u \quad (Ec. 2.56)$$

Donde:

ϕV_n : Cortante resistente de cabezal. [Ton]

V_u : Cortante actuante sobre cabezal [Ton]

2.3.8.1.5 Cálculo de acero

Para la determinación del acero requerido se siguió una metodología similar a la aplicada para el diseño y desarrollo de la viga cabezal, teniendo en cuenta las consideraciones por cortante y fuerzas sísmicas.

2.3.8.1.6 Capacidad de grupo pilotes

Para esta cimentación se propuso el uso de un grupo de pilotes con una configuración de 2x4, es decir, un total de 8 pilotes con una sección cuadrada de 50x50 cm que trabajen netamente por resistencia de fuste, dado a las condiciones del terreno Según la metodología propuesta por la US ACE se determinó la resistencia por fuste del grupo de pilotes mediante la siguiente ecuación.

$$Q_s = f_s * p * L \quad (Ec. 2.57)$$

Donde:

Q_s : Resistencia por Fuste del grupo. [Ton]

f_s : Resistencia unitaria por fricción del grupo de pilotes. [Ton/m²]

p : perímetro del grupo de pilotes. [m]

L : Longitud total del grupo de pilotes. [m]

2.3.8.1.7 Análisis de asentamiento del grupo de pilotes

Para realizar el análisis de asentamiento de pilotes, se siguió la metodología propuesta por Vesic dado que el asentamiento se da en el último estrato de análisis el cual está compuesto por una arena de compacidad muy densa, lo cual implica la presencia de asentamientos elásticos para esto, se hizo uso de la siguiente ecuación.

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} * S_e \quad (\text{Ec. 2.58})$$

Donde:

$S_{g(e)}$: Asentamiento elástico de grupo de pilotes. [cm]

B_g : Ancho de la sección del grupo de pilotes. [m]

D : Diámetro de cada pilote en el grupo. [m]

S_e : Asentamiento elástico de cada pilote. [cm]

Finalmente, el valor de asentamiento obtenido se comparó con el valor máximo de asentamiento permitido por la normativa NEC-SE-CM-2015.

2.3.8.2 Cimentación para tramos exteriores – Estribos

2.3.8.2.1 Selección de la sección transversal del estribo

Para seleccionar la configuración de la sección transversal del estribo se consideraron las cargas actuantes que para este análisis se tomaron las cargas por peso propio de la estructura, las cargas transmitidas por la superestructura, las cargas laterales debido al sismo y frenado de vehículos y las cargas debidas al contrapeso de las rampas de acceso.

En base a esto se definió un estribo compuesto por un muro pantalla que comprende las siguientes dimensiones.

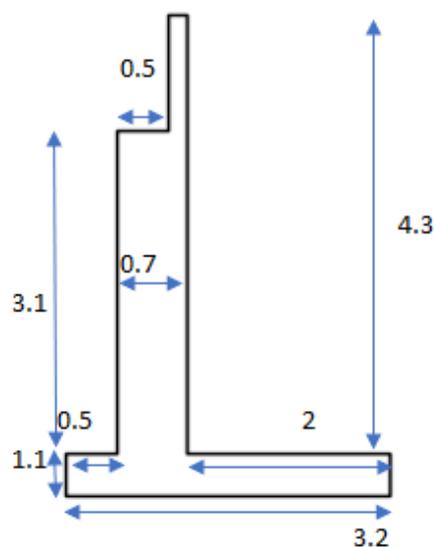


Figura 2. 17 Sección transversal de Estribo. Fuente: Propia.

2.3.8.2.2 Análisis por volcamiento

Para este análisis se consideraron las cargas que actúan sobre el estribo, punto de aplicación, dirección y magnitud. Cabe mencionar que, los momentos de volcamiento son aquellos que ocasiona que la estructura sufra una rotación con respecto a su punto frontal de apoyo ocasionando una falla en el sistema estructural. Para este análisis se verificó el efecto de volcamiento debido a las cargas laterales ocasionadas por los empujes activos de los materiales de relleno, los cuales están conformados por geofom, base clase I y carpeta de rodadura. Finalmente se hizo la comprobación teniendo en cuenta que la estructura cumpla con la siguiente relación.

$$\frac{\sum Mr}{\sum Mv} \geq FS = 2.00 \quad (Ec. 2.59)$$

Donde:

$\sum Mr$: Sumatoria de momentos resistentes. [Ton-m]

$\sum Mv$: Sumatoria de momentos de volcamiento. [Ton-m]

FS: Factor de seguridad por volcamiento.

2.3.8.2.3 Análisis por deslizamiento.

Para este análisis se consideró la teoría de Rankine para determinar el empuje activo de los materiales de relleno incluyendo las cargas por frenado de vehículos y a su vez también se consideraron las cargas verticales actuantes sobre el estribo, incluyendo su peso propio. Posteriormente se realizó la comprobación de que la estructura sea resistente a los deslizamientos mediante la siguiente expresión.

$$\frac{\sum Fr}{\sum Fd} \geq FS = 2.00 \quad (Ec. 2.60)$$

Donde:

$\sum Fr$: Sumatoria de Fuerzas resistentes. [Ton-m]

$\sum Fd$: Sumatoria de Fuerzas deslizantes. [Ton-m]

FS: Factor de seguridad por deslizamiento.

2.3.8.2.4 Análisis por capacidad

El análisis por capacidad se lo realizó teniendo en cuenta los esfuerzos admisibles del material de relleno por debajo de la cimentación y se comparó con los esfuerzos impartidos por la estructura, debiéndose cumplir la siguiente relación.

$$\frac{qd}{qa} \geq FS = 3.00 \quad (Ec. 2.61)$$

Donde:

qa: Presión admisible del suelo. [kg/cm²]

qd: Presión de contacto base de estribo – suelo. [kg/cm²]

FS: Factor de seguridad establecido por capacidad.

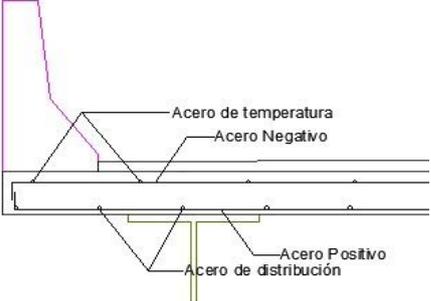
Dado que en las condiciones del terreno actual no se cumple esta última condición se propone la implementación de una cimentación profunda como la propuesta para cimentación de los tramos interiores utilizando una configuración de grupo de pilotes de 2x4 y usando como cabezal de pilotes la base del estribo.

CAPITULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados del diseño preliminar del tablero

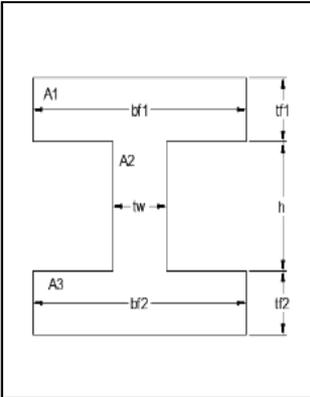
Siguiendo la metodología ya previamente descrita en el apartado 2.3.3 se obtuvo como resultado un tablero con las características presentadas a continuación.

DISEÑO PRELIMINAR DE LOSA - RESULTADOS			
Dimensiones de tablero			
Espesor de Tablero	20	cm	
Número de carriles	2	-	
Ancho de Carril	3.65	m	
Ancho total de Tablero	8.80	m	
Cálculo de Acero			
Acero Perpendicular al tráfico Positivo	1φ14mm c/25cm		
Acero Perpendicular al tráfico Negativo	1φ14mm c/15cm		
Acero de Temperatura	1φ10mm c/45cm		
Acero de distribución	1φ14mm c/35cm		
			
Comprobación Demanda - Capacidad.			
Acero Perpendicular al tráfico Negativo			
El acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre $1.2M_{cr}$ y $1.33M_{u_neg}$, de acuerdo con el Art. 5.7.3.3.2			
1.2M _{cr}	2.69	Ton-m	Momento de diseño
1.33M _{u(-)}	6.79	Ton-m	
M _{u(-)}	5.10	Ton-m	
M _{u(-)} > min(1.2M _{cr} , 1.33M _{u(-)})			
Acero Perpendicular al tráfico Positivo			
El acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre $1.2M_{cr}$ y $1.33M_{u_neg}$, de acuerdo con el Art. 5.7.3.3.2			
1.2M _{cr}	2.69	Ton-m	Momento de diseño
1.33M _{u(+)}	4.89	Ton-m	
M _{u(+)}	3.68	Ton-m	
M _{u(+)} > min(1.2M _{cr} , 1.33M _{u(+)})			

Los cálculos específicos para la obtención de los resultados presentados para el diseño preliminar del tablero son presentados en el Apéndice G Memoria de Cálculo.

3.2 Resultados de diseño preliminar de Viga

Siguiendo la metodología descrita en el apartado 2.3.4 se obtuvieron los siguientes resultados para las vigas dispuestas en la superestructura del paso elevado.

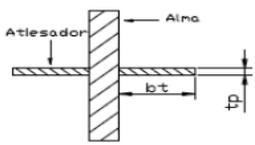
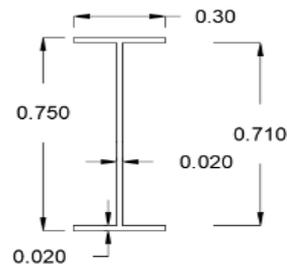
DISEÑO PRELIMINAR DE VIGA - RESULTADOS			
Propiedades de la sección de la viga			
	Viga I	Cantidad	Unidad
	b=bf	300	mm
	t=tf	20	mm
	h	710	mm
	tw	20	mm
	d	750	mm
	Fy	350	Mpa
	Sx	5854.98	cm ³
	Zx	6900.50	cm ³
	ry	58.76	mm
	L	15	m
	Peso de viga	206	kg/m
Comprobación por Pandeo Local			
2.3.4.1.3 Pandeo local de Ala			
$b/t \leq 0.38 \cdot \sqrt{E/Fy}$		cumple	
2.3.4.1.3 Pandeo local de Alma			
$h/tw \leq 3.76 \cdot \sqrt{E/Fy}$		cumple	
Verificación de Momento y Cortante de la Viga			
Para la determinación de las cargas actuantes se consideraron los estados límites de resistencia, fatiga y servicio según lo especificado en la metodología.			
Verificación por Momento $\phi=0.9$			
Mu	240.57	Ton-m	Momento actuante
Mn	267.4	Ton-m	Momento Resistente
$Mu \leq \phi Mn$		cumple	
Verificación por Cortante $\phi=0.75$			
Vu	82.3	Ton	Cortante actuante
Vn	319.15	Ton	Cortante resistente
$Vu \leq \phi Vn$		cumple	

Según los resultados obtenidos para la viga, se puede verificar que cumple con las condiciones establecidas por la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007. Para una apreciación más detallada de los cálculos realizados para el diseño preliminar de la viga ver el apartado de Apéndice G Memoria de Cálculo.

3.3 Resultados de diseño preliminar de rigidizadores y diafragmas

3.3.1 Resultados de Rigidizadores

Según la metodología previamente descrita en el apartado 2.3.5 se definió la sección de placa a utilizar como rigidizador.

DISEÑO PRELIMINAR DE RIGIDIZADORES - RESULTADOS			
Propiedades de Rigidizador			
Se seleccionaron las dimensiones de los rigidizadores en función de las medidas de la viga previamente diseñada			
Placa	cantidad	unidad	
bt	10	cm	
tp	1	cm	
dp	710	cm	
			
Condición de Esbeltez			
Verificación de la relación de esbeltez según ASSHTO-LRFD-SI-2007. Art.6.10.11.2.1			
$\frac{bt}{tp} \leq 0.48 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$		cumple	
Resistencia al corte del rigidizador			
Verificación de la resistencia a corte del rigidizador según ASSHTO-LRFD-SI-2007. Art.6.10.11.2.3			
Rr=φRn	94.86	Ton	Resistencia requerida de rigidizador Resistencia nominal de rigidizador
Rn=1.4ApFy	105.4	Ton	
Para predimensionamiento, se debe corroborar que la capacidad a corte del rigidizador sea menor al cortante actuante sobre la viga			
Vu	82.28	Ton	Cortante actuante sobre la viga
$R_r \geq V_u$		cumple	

En base a los resultados obtenidos se determinó el uso de una placa PL100x70x7100 que, conforme a los rigidizadores, el detallamiento de los cálculos se presenta en el anexo diseño de rigidizadores.

3.3.2 Resultados de diafragmas

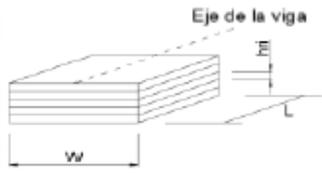
Basándose en la metodología de diseño descrita en el apartado 2.3.5.2 se obtuvo el siguiente resultado para la sección que comprende a los diafragmas.

DISEÑO PRELIMINAR DE DIAFRAGMA - RESULTADOS			
Estimación de carga sísmica			
Mediante el uso de un software de análisis estructural, se determinó el cortante máximo considerando la fuerza lateral por sismo			
Fuerzas sobre arriotramiento horizontales	Fah	18	Ton
Fuerzas sobre arriotramiento diagonales	Fad	26.27	Ton
Propiedades de Diafragma			
Los diafragmas estarán compuestos por ángulos que comprenden las siguientes características			
Placa	cantidad	unidad	
bl	80	mm	
el	9	mm	
rg	24.5	mm	
Al	1359	mm ²	
Condición de Esbeltez			
$\frac{bl}{el} < 0.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}}$		cumple	
$\frac{k \cdot Ld}{rg} < 140$		cumple	
Chequeo de capacidad axial			
Verificación de la condición establecida en el Artículo 6.9.4.1 de la normativa ASSHTO-LRFD-SI-2007			
$\lambda := \left(\frac{k \cdot Ld}{rg \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{Fy}{E}$		$\lambda < 2.25$	cumple
Para predimensionamiento, se debe corroborar que la capacidad axial del ángulo sea mayor a la carga actuante sobre el ángulo			
$Pn := 0.66^\lambda \cdot Al \cdot Fy$		34.62	Ton
$Pr := \phi \cdot Pn$		31.16	Ton
$Pr \geq Fad$		cumple	

Para una revisión más detallada de los cálculos realizados para la selección de los elementos que componen el diafragma se puede revisar el anexo diseño de diafragmas.

3.4 Resultados de diseño preliminar de apoyos

Partiendo de la metodología de diseño descrita en el apartado 2.3.6 se definieron las características de los apoyos elastoméricos.

DISEÑO PRELIMINAR DE APOYOS - RESULTADOS																			
Propiedades de la sección del apoyo																			
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 20%;">Apoyo</th> <th style="width: 20%;">Cantidad</th> <th style="width: 20%;">unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ancho</td> <td>W</td> <td>40</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Largo</td> <td>L</td> <td>40</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>ht</td> <td>10</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>		Apoyo	Cantidad	unidad	Ancho	W	40	cm	Largo	L	40	cm	Espesor	ht	10	cm			
	Apoyo	Cantidad	unidad																
Ancho	W	40	cm																
Largo	L	40	cm																
Espesor	ht	10	cm																
Factor de forma "Si" mínimo																			
El factor de forma mínimo se determinó en base a las condiciones descritas en Art.14.7.3.6.2-7 de la normativa ASSHTO-LRFD-SI-2007																			
$Si_{min} := \frac{\sigma_s}{1.25 \cdot G}$		$Si_{min} = 2.657$																	
Se determinó el factor de forma del apoyo en base al espesor de capa seleccionado y se verificó que sea mayor al mínimo.																			
$Si := \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot h_{rt} \cdot (L_{sel} + W)}$		$Si = 3.125$																	
Si	≥	Si _{min}	cumple																

Para una mejor comprensión de los cálculos realizados para la definición de las dimensiones del apoyo elastoméricos se debe revisar el anexo diseño de apoyos.

3.5 Resultados de diseño preliminar de pila

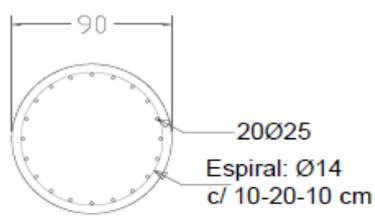
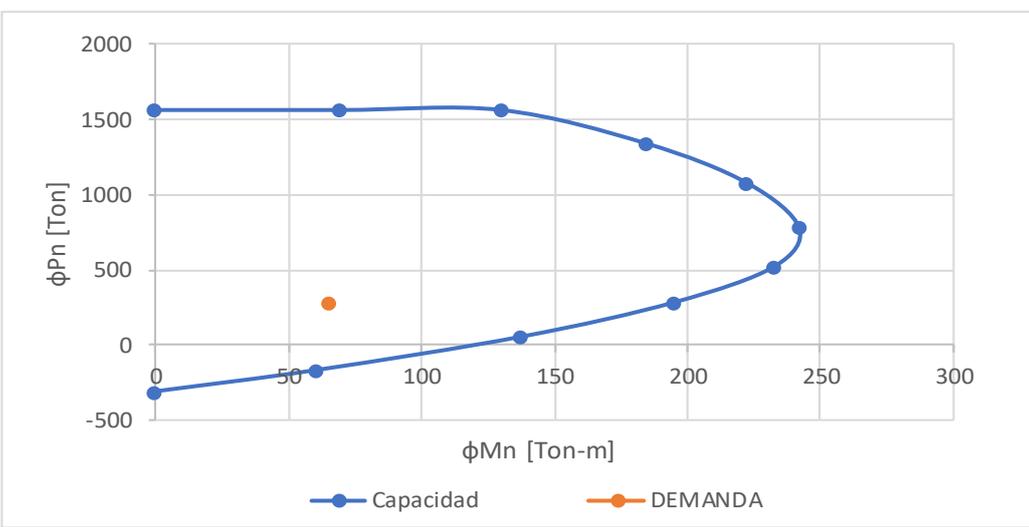
3.5.1 Resultado de viga cabezal

Partiendo de la metodología establecida en el apartado 2.3.7.1 se obtienen los resultados del análisis de la viga cabezal. Los cuales se presentan a continuación, para una revisión a detalle de los cálculos ver Anexo diseño de viga cabezal.

DISEÑO PRELIMINAR DE VIGA CABEZAL - RESULTADOS			
Dimensiones de viga Cabezal			
Ancho de viga	h	100	cm
Alto de viga	bw	100	cm
Cantidades de Acero			
Acero longitudinal			
Número de Varillas	8	-	
Separación	10	cm	
Diámetro	25	mm	
Acero por contracción y temperatura			
Número de Varillas	4	-	
Separación	15	cm	
Diámetro	14	mm	
Acero transversal			
Número de ramales	4	-	
Separación	20	cm	
Diámetro	14	mm	
Verificación de Momento y Cortante de la Viga			
Verificación por Momento $\phi=0.9$			
Mu	240.57	Ton-m	Momento actuante
Mn	267.4	Ton-m	Momento Resistente
$Mu \leq \phi Mn$		cumple	
Verificación por Cortante $\phi=0.75$			
Vu	138.05	Ton	Cortante actuante
Vn	192.23	Ton	Cortante resistente
$Vu \leq \phi Vn$		cumple	

3.5.2 Resultado de columna

Partiendo de la metodología establecida en el apartado 2.3.7.2 se obtienen los resultados del análisis de la columna. Los cuales se presentan a continuación, para una revisión a detalle de los cálculos ver Anexo diseño de columna.

DISEÑO PRELIMINAR DE COLUMNA - RESULTADOS			
Dimensiones de columna			
Diámetro de columna	d	90	cm
Cantidades de Acero			
Acero longitudinal			
Número de varillas	20	-	
Diámetro	25	mm	
Acero Transversal			
Espiral			
Diámetro	14	mm	
Separación	10 - 20 - 10	cm	
			
Análisis por capacidad			
Se elaboró el diagrama de interacción de la columna haciendo uso de un software de análisis estructural.			
			
En base a este análisis se puede corroborar que la sección previamente seleccionada cumple con los requerimientos por demanda - capacidad			

3.6 Resultados diseño preliminar de cimentación

3.6.1 Resultados cimentación de pilas

Partiendo de la metodología establecida en el apartado 2.3.8.1 se obtienen los resultados del análisis de la columna. Los cuales se presentan a continuación, para una revisión a detalle de los cálculos ver Apéndice G Memoria de Cálculo.

DISEÑO PRELIMINAR CIMENTACIÓN PILA - RESULTADOS																					
Propiedades de sección de zapata cabezal																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dimensiones de zapata cabezal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ancho</td> <td>B</td> <td>300</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Profundidad</td> <td>L</td> <td>920</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>T</td> <td>110</td> <td>cm</td> </tr> </tbody> </table>				Dimensiones de zapata cabezal				Ancho	B	300	cm	Profundidad	L	920	cm	Espesor	T	110	cm		
Dimensiones de zapata cabezal																					
Ancho	B	300	cm																		
Profundidad	L	920	cm																		
Espesor	T	110	cm																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dimensiones de grupo de pilotes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sección de pilote</td> <td>50x50</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td># pilotes dirección x</td> <td>4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td># pilotes dirección y</td> <td>2</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Total de pilotes</td> <td>8</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Longitud</td> <td>14</td> <td>m</td> </tr> </tbody> </table>				Dimensiones de grupo de pilotes			Sección de pilote	50x50	cm	# pilotes dirección x	4	-	# pilotes dirección y	2	-	Total de pilotes	8	-	Longitud	14	m
Dimensiones de grupo de pilotes																					
Sección de pilote	50x50	cm																			
# pilotes dirección x	4	-																			
# pilotes dirección y	2	-																			
Total de pilotes	8	-																			
Longitud	14	m																			
Cantidades de Acero de cabezal																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Acero longitudinal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de Varillas</td> <td>10</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Separación</td> <td>30</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>25</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>				Acero longitudinal			Número de Varillas	10	-	Separación	30	cm	Diámetro	25	mm						
Acero longitudinal																					
Número de Varillas	10	-																			
Separación	30	cm																			
Diámetro	25	mm																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Acero por contracción y temperatura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de Varillas</td> <td>4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Separación</td> <td>15</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>14</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>				Acero por contracción y temperatura			Número de Varillas	4	-	Separación	15	cm	Diámetro	14	mm						
Acero por contracción y temperatura																					
Número de Varillas	4	-																			
Separación	15	cm																			
Diámetro	14	mm																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Acero transversal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de varillas</td> <td>27</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Separación</td> <td>35</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro</td> <td>25</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>				Acero transversal			Número de varillas	27	-	Separación	35	cm	Diámetro	25	mm						
Acero transversal																					
Número de varillas	27	-																			
Separación	35	cm																			
Diámetro	25	mm																			
Comprobación por capacidad de cimentación																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Verificación por Cortante $\phi=0.75$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vu</td> <td>41.3</td> <td>Ton</td> </tr> <tr> <td>Vn</td> <td>54.52</td> <td>Ton</td> </tr> <tr> <td>$Vu \leq \phi Vn$</td> <td colspan="2">cumple</td> </tr> </tbody> </table>			Verificación por Cortante $\phi=0.75$			Vu	41.3	Ton	Vn	54.52	Ton	$Vu \leq \phi Vn$	cumple		<p>Cortante último sobre cabezal Cortante admisible de cabezal</p>						
Verificación por Cortante $\phi=0.75$																					
Vu	41.3	Ton																			
Vn	54.52	Ton																			
$Vu \leq \phi Vn$	cumple																				
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Qa</td> <td>614.114178</td> <td>Ton</td> </tr> <tr> <td>Qu</td> <td>556.16</td> <td>Ton</td> </tr> <tr> <td>$Qa > Qu$</td> <td colspan="2">ok</td> </tr> </tbody> </table>			Qa	614.114178	Ton	Qu	556.16	Ton	$Qa > Qu$	ok		<p>Carga Admisible del grupo de pilotes Carga Aplicada sobre el grupo</p>									
Qa	614.114178	Ton																			
Qu	556.16	Ton																			
$Qa > Qu$	ok																				
Comprobación por asentamiento de cimentación																					
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Se(g)</td> <td>3.81</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>S max</td> <td>5</td> <td>cm</td> </tr> <tr> <td>$Se(g) < S \text{ max}$</td> <td colspan="2">ok</td> </tr> </tbody> </table>			Se(g)	3.81	cm	S max	5	cm	$Se(g) < S \text{ max}$	ok		<p>Asentamiento elástico de grupo Asentamiento máximo permitido</p>									
Se(g)	3.81	cm																			
S max	5	cm																			
$Se(g) < S \text{ max}$	ok																				

3.6.2 Resultados de Estribos

Partiendo de la metodología establecida en el apartado 2.3.8.1 se obtienen los resultados del análisis de la columna. Los cuales se presentan a continuación, para una revisión a detalle de los cálculos ver Apéndice G Memoria de Cálculo.

DISEÑO PRELIMINAR CIMENTACIÓN PILA - RESULTADOS																																																																											
Dimensiones de Estribo																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Altura(H):</td><td style="text-align: center;">5.4</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Base(B):</td><td style="text-align: center;">3.2</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Espesor Base(EB):</td><td style="text-align: center;">1.1</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Espesor Muro(EM):</td><td style="text-align: center;">0.7</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Longitud Punta(LP):</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Longitud Talon(LT):</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> <tr><td>Ancho Cajuela(N):</td><td style="text-align: center;">0.5</td><td style="text-align: center;">m</td></tr> </table>	Altura(H):	5.4	m	Base(B):	3.2	m	Espesor Base(EB):	1.1	m	Espesor Muro(EM):	0.7	m	Longitud Punta(LP):	0.5	m	Longitud Talon(LT):	2	m	Ancho Cajuela(N):	0.5	m																																																						
Altura(H):	5.4	m																																																																									
Base(B):	3.2	m																																																																									
Espesor Base(EB):	1.1	m																																																																									
Espesor Muro(EM):	0.7	m																																																																									
Longitud Punta(LP):	0.5	m																																																																									
Longitud Talon(LT):	2	m																																																																									
Ancho Cajuela(N):	0.5	m																																																																									
Análisis por volcamiento																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">CARGAS VERTICALES</th> <th colspan="4">CARGAS HORIZONTALES</th> </tr> <tr> <th>CARGAS</th> <th>W(kg/m)</th> <th>Xc(m)</th> <th>M-x(kg*m/m)</th> <th>CARGAS</th> <th>W(kg/m)</th> <th>Yc(m)</th> <th>M-y(kg*m/m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DC_estribo</td> <td>14232.0</td> <td>1.3</td> <td>18577.2</td> <td>Pa_geofom</td> <td>92.70</td> <td>1.53</td> <td>142.14</td> </tr> <tr> <td>DC_estruc</td> <td>8500.0</td> <td>0.8</td> <td>6375.0</td> <td>Pa_base</td> <td>101.62</td> <td>4.77</td> <td>484.39</td> </tr> <tr> <td>DC_losa</td> <td>207.0</td> <td>1.4</td> <td>279.5</td> <td>Pa_carpeta</td> <td>28.05</td> <td>5.20</td> <td>145.85</td> </tr> <tr> <td>DW_carpeta</td> <td>485.0</td> <td>0.8</td> <td>363.8</td> <td>Ps</td> <td>14.19</td> <td>2.70</td> <td>38.32</td> </tr> <tr> <td>EV_relleno</td> <td>4570.6</td> <td>2.2</td> <td>10053.3</td> <td>BR</td> <td>300.00</td> <td>7.20</td> <td>2160.00</td> </tr> <tr> <td>LL+IM_viva</td> <td>13680.0</td> <td>0.8</td> <td>10260.0</td> <td>ΣW</td> <td>536.56</td> <td>ΣMv</td> <td>2970.71</td> </tr> <tr> <td>ΣW</td> <td>41674.6</td> <td>ΣMr</td> <td>45908.7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CARGAS VERTICALES				CARGAS HORIZONTALES				CARGAS	W(kg/m)	Xc(m)	M-x(kg*m/m)	CARGAS	W(kg/m)	Yc(m)	M-y(kg*m/m)	DC_estribo	14232.0	1.3	18577.2	Pa_geofom	92.70	1.53	142.14	DC_estruc	8500.0	0.8	6375.0	Pa_base	101.62	4.77	484.39	DC_losa	207.0	1.4	279.5	Pa_carpeta	28.05	5.20	145.85	DW_carpeta	485.0	0.8	363.8	Ps	14.19	2.70	38.32	EV_relleno	4570.6	2.2	10053.3	BR	300.00	7.20	2160.00	LL+IM_viva	13680.0	0.8	10260.0	ΣW	536.56	ΣMv	2970.71	ΣW	41674.6	ΣMr	45908.7				
CARGAS VERTICALES				CARGAS HORIZONTALES																																																																							
CARGAS	W(kg/m)	Xc(m)	M-x(kg*m/m)	CARGAS	W(kg/m)	Yc(m)	M-y(kg*m/m)																																																																				
DC_estribo	14232.0	1.3	18577.2	Pa_geofom	92.70	1.53	142.14																																																																				
DC_estruc	8500.0	0.8	6375.0	Pa_base	101.62	4.77	484.39																																																																				
DC_losa	207.0	1.4	279.5	Pa_carpeta	28.05	5.20	145.85																																																																				
DW_carpeta	485.0	0.8	363.8	Ps	14.19	2.70	38.32																																																																				
EV_relleno	4570.6	2.2	10053.3	BR	300.00	7.20	2160.00																																																																				
LL+IM_viva	13680.0	0.8	10260.0	ΣW	536.56	ΣMv	2970.71																																																																				
ΣW	41674.6	ΣMr	45908.7																																																																								
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">ΣMr</td> <td>Sumatoria de momentos resistentes</td> </tr> <tr> <td>ΣMv</td> <td>Sumatoria de momentos de volcamiento</td> </tr> <tr> <td>FS</td> <td>2</td> </tr> </table>				ΣMr	Sumatoria de momentos resistentes	ΣMv	Sumatoria de momentos de volcamiento	FS	2																																																																		
ΣMr	Sumatoria de momentos resistentes																																																																										
ΣMv	Sumatoria de momentos de volcamiento																																																																										
FS	2																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">$\Sigma Mr / \Sigma Mv \geq FSv$</td> <td style="text-align: center;">cumple</td> </tr> </table>				$\Sigma Mr / \Sigma Mv \geq FSv$	cumple																																																																						
$\Sigma Mr / \Sigma Mv \geq FSv$	cumple																																																																										
Análisis por deslizamiento																																																																											
Se hizo el análisis por deslizamiento para la verificación de que la estructura cumpla con las condiciones requeridas para el desarrollo de este análisis																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Terreno bajo Estribo</th> </tr> <tr> <td>δ</td> <td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td>μ</td> <td style="text-align: center;">0.249</td> </tr> <tr> <td>φ</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>		Terreno bajo Estribo		δ	14	μ	0.249	φ	1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Estado</th> <th>Vu</th> <th>Ff($\mu\varphi Vu$)</th> <th>Hu</th> <th>Ff > Hu</th> </tr> <tr> <td>Resistencia lb</td> <td style="text-align: center;">59512</td> <td style="text-align: center;">14838</td> <td style="text-align: center;">1546</td> <td style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </table>		Estado	Vu	Ff($\mu\varphi Vu$)	Hu	Ff > Hu	Resistencia lb	59512	14838	1546	Cumple																																																						
Terreno bajo Estribo																																																																											
δ	14																																																																										
μ	0.249																																																																										
φ	1																																																																										
Estado	Vu	Ff($\mu\varphi Vu$)	Hu	Ff > Hu																																																																							
Resistencia lb	59512	14838	1546	Cumple																																																																							
Análisis por capacidad																																																																											
Se hizo el análisis por capacidad de carga para la verificación del uso de cimentación profunda																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Esfuerzo admisible del suelo</td> <td style="text-align: center;">qa</td> <td style="text-align: center;">1.09</td> <td style="text-align: center;">kg/cm²</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo máximo muro-suelo</td> <td style="text-align: center;">q max</td> <td style="text-align: center;">1.77</td> <td style="text-align: center;">kg/cm²</td> <td style="text-align: center;">qa ≥ q max</td> <td style="text-align: center;">No cumple</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo mínimo muro-suelo</td> <td style="text-align: center;">q min</td> <td style="text-align: center;">0.83</td> <td style="text-align: center;">kg/cm²</td> <td style="text-align: center;">qa ≥ q min</td> <td style="text-align: center;">Cumple</td> </tr> </table>				Esfuerzo admisible del suelo	qa	1.09	kg/cm ²			Esfuerzo máximo muro-suelo	q max	1.77	kg/cm ²	qa ≥ q max	No cumple	Esfuerzo mínimo muro-suelo	q min	0.83	kg/cm ²	qa ≥ q min	Cumple																																																						
Esfuerzo admisible del suelo	qa	1.09	kg/cm ²																																																																								
Esfuerzo máximo muro-suelo	q max	1.77	kg/cm ²	qa ≥ q max	No cumple																																																																						
Esfuerzo mínimo muro-suelo	q min	0.83	kg/cm ²	qa ≥ q min	Cumple																																																																						
Dado a que una de las condiciones no se cumple se propone el uso de cimentación profunda																																																																											

Cantidad de Acero requeridas en estribo

PANTALLA			
Acero Longitudinal			
Diámetro Varilla		Separación	
22	mm	30	cm
Acero Transversal			
Diámetro Varilla		Separación	
22	mm	30	cm

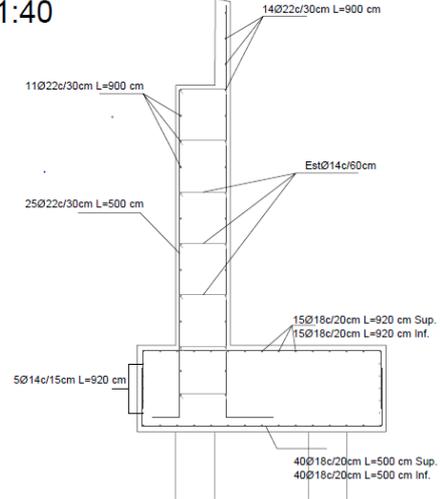
ZAPATA - PARTE INFERIOR			
Acero Longitudinal			
Diámetro Varilla		Separación	
18	mm	20	cm
Acero Transversal			
Diámetro Varilla		Separación	
18	mm	20	cm

ZAPATA - PARTE SUPERIOR			
Acero Longitudinal			
Diámetro Varilla		Separación	
18	mm	20	cm
Acero Transversal			
Diámetro Varilla		Separación	
18	mm	20	cm

ZAPATA			
Acero por temperatura			
Diámetro Varilla		Separación	
14	mm	15	cm

Armado: Corte A - A'

1:40



Características del grupo de pilotes.

Dimensiones de grupo de pilotes		
Sección de pilote	50x50	cm
# pilotes dirección x	4	-
# pilotes dirección y	2	-
Total de pilotes	8	-
Longitud	14	m

Comprobación por capacidad de grupo de pilotes

Qa	507.35	Ton
Qu	333.39	Ton
Qa > Qu		ok

Carga Admisible del grupo de pilotes
Carga Aplicada sobre el grupo

Comprobación por asentamiento de grupo de pilotes

Se(g)	2.92	cm
S max	5	cm
Se(g) < S max		ok

Asentamiento elástico de grupo
Asentamiento máximo permitido

3.7 Presupuesto de obra

El presente proyecto corresponde a un diseño preliminar que permita ser una guía para posteriores estudios definitivos. Bajo este contexto, el análisis de costos considera los rubros más relevantes y significativos para el desarrollo del proyecto, con el fin de obtener una estimación referencial. Revisar APÉNDICE B

Con base a las etapas constructivas, se prevé separar los costos en seis grupos principales: Actividades preliminares, subestructura, superestructura, accesos, retornos, control de calidad.

Las actividades preliminares constituyen todos aquellos trabajos iniciales que establecerán la base o guía de las actividades consecutivas en la obra, como por ejemplo el rubro de nivelación y replanteo. Por otro lado, involucran las instalaciones y medidas de seguridad necesarias para velar por la integridad del personal y equipos; por ejemplo, rubros como la construcción de campamento y baterías sanitarias, en donde se debe incluir los inmobiliarios acorde a los requerimientos del equipo de seguridad, salud e higiene.

Como ya se ha definido, la subestructura corresponde a la sección del puente que se encuentra bajo el tablero. Entre los rubros más significativos de esta obra se tiene el suministro e hincado de pilotes, se prevé que su costo constituya aproximadamente el 70% del total de la subestructura, seguido del hormigonado de las pilas zapatas y viga cabezal.

En cuanto a la superestructura, tiene como rubros más relevantes a la fabricación, suministro y montaje de las vigas, para posteriormente completar el tablero con el hormigonado de la losa y de las barreras. Los grupos restantes correspondientes a retornos y control de calidad hacen referencia principalmente al hormigonado, que permitirá el giro en U de los vehículos e islas para la distribución del tráfico; a lo largo del proyecto será necesario llevar un control del hormigón de las estructuras, por ello se ha incorporado un rubro que permita darle el respectivo seguimiento.

Finalmente, para complementar a la gestión de la obra, se requiere de un cronograma con el cual se identificará la duración de cada fase del proyecto y con ello definir la ruta crítica de actividades, sobre la cual se trabajará en caso de requerirse modificar el plazo general. De acuerdo con requerimientos del cliente, se tiene como expectativa que el proyecto tenga 9 meses de duración.

3.7.1 Estructura de desglose de trabajo

La estructura de desglose de trabajo, también llamada EDT, permite definir los costos según el proceso constructivo planteado, es una forma organizada de dividir las fases del proyecto y sus diferentes actividades. El proyecto fue dividido en 6 grupos, cuya estructura se presenta en la tabla adjunta:

Tabla 3. 9 Estructura de desglose de trabajo para el desarrollo del proyecto: Diseño preliminar de un paso elevado en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ciudad Celeste

DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE
ACTIVIDADES PRELIMINARES
Construcción de campamento y baterías sanitarias
Cerramiento provisional de galvalumen
Replanteo y nivelación con equipo topográfico
Derrocamiento de infraestructura vial existente
Desalojo de material carga mecánica-volqueta
SUBESTRUCTURA
Suministro e hincado de pilotes prefabricados 14 m
Excavación a máquina de suelo natural
Relleno compactado con material de mejoramiento importado y maquinaria
Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm ² , replantillos
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , zapatas
Acero de refuerzo (zapatas, pilas, viga cabezal) fy=4200 kg/cm ²
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , pilas
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , estribos
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , viga cabezal
ACCESOS
Suministro e instalación de geofom EPS
Base clase 1 (e=20 cm) incluye tendida, hidratación y compactación.
Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm ² , bordillos
SUPERESTRUCTURA
Fabricación, suministro e instalación de placas de neopreno tipo Stup (45x45x10 cm)
Suministro, fabricación y montaje de acero estructural ASTM A-572
Acero de refuerzo losa fy=4200 kg/cm ²
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , losa
Instalación de Tubo PVC D=10 cm para drenaje
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm ² , barreras
Suministro e instalación de junta de dilatación Transflex N250
Asfalto RC-250 para imprimación
Capa de rodadura de hormigón asfáltico e= 5cm
RETORNOS
Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm ² , bordillos
Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm ² , islas para retornos

CAPITULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivo

Identificar los posibles impactos ambientales, que podrían producirse por la implementación de un paso elevado en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero, mediante el uso de una matriz de evaluación, que permita establecer acciones para prevenir y minimizar los impactos adversos ocasionados por el proyecto.

4.2 Descripción del proyecto

Con el fin de reducir el congestionamiento vehicular en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero, se plantea la alternativa dos pasos elevados de 180 m de longitud, con un ancho de 8.8 m para permitir el flujo vehicular en ambos sentidos de la Av. Samborondón. Además, debajo del puente se considera dos retornos y un cruce para los vehículos que circulen hacia la Av. Ing. León Febres-Cordero.

Para la implementación del proyecto se prevé inicialmente remover el pavimento para la cimentación del puente, la cual está constituida por pilotes y zapatas de hormigón armado, estas actividades podrían considerarse como las de mayor impacto en este proyecto ya que, generan considerables cambios en las características iniciales del suelo, debido a las excavaciones y vibraciones durante el proceso de hincado de pilotes.

Luego, se continuará con el armado de pilas y vigas cabezales, esto conlleva el proceso del hormigonado, para lo cual es imprescindible evitar el contacto directo del hormigón con el suelo ajeno al proyecto, de modo que no se genere alteraciones químicas al mismo.

Finalmente, se continua con el montaje de vigas y fundición de la losa, esta última actividad presenta impactos similares que las pilas y vigas cabezales. Sin embargo, se añade el potencial impacto que genera el uso de sustancias asfáltica, requeridas para la implementación de la capa de rodadura del puente.

Durante el proyecto además se prevé impactos frecuentes en todo tipo de construcción, tales como la generación de desechos sólidos comunes, material particulado y gases de combustión ocasionado por el uso de maquinarias. Debido a esto es importante definir la afectación en los factores ambientales como el agua, aire, suelo; así como su influencia en la fauna, flora y el aspecto socioeconómico de la zona de estudio.

4.3 Línea base ambiental

La línea base constituye aspectos y características ambientales actuales de una zona en particular antes de ejecutar un nuevo proyecto. El objetivo de realizar un “inventario ambiental” es describir el comportamiento, interacción y calidad de los factores ambientales (Garmendia, 2005).

En este proyecto la línea base ambiental considerada incluye la caracterización del clima y la calidad de los factores físicos como la precipitación, el tipo de clima, la temperatura, hidrología y la identificación de potenciales fuentes de contaminación, con el fin de identificar las posibles alteraciones en el entorno debido a la implementación del proyecto, además de contribuir en la selección de medidas preventivas para minimizar o reducir los impactos ambientales.

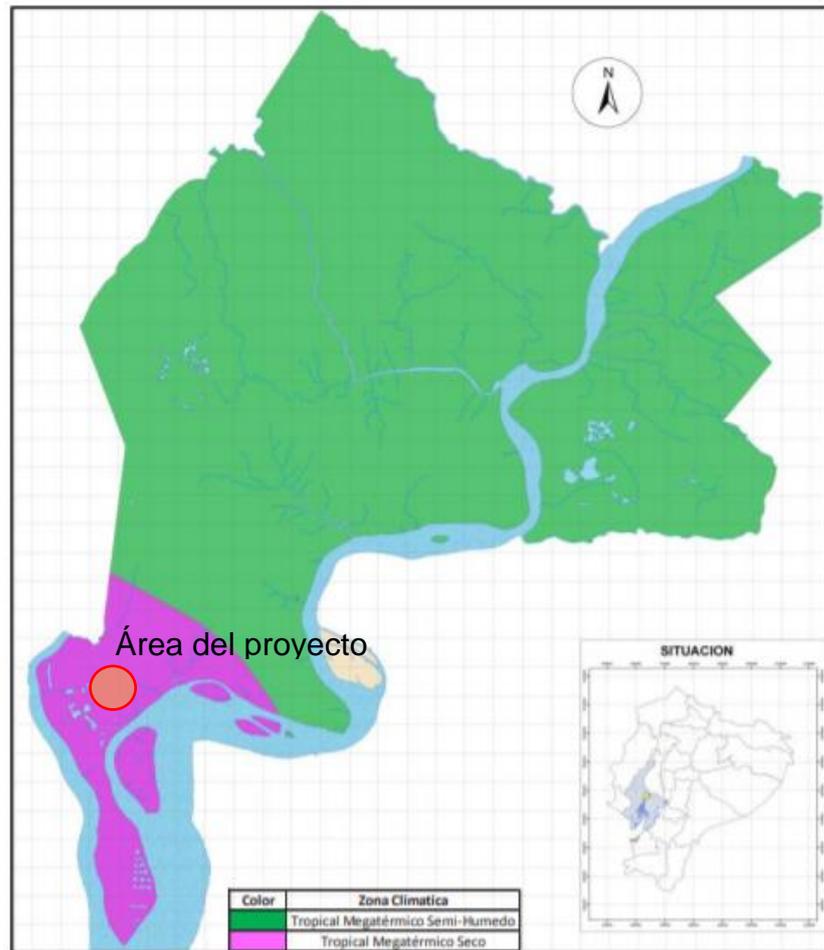
4.3.1 Tipo de clima

El clima corresponde a una serie de características atmosféricas que permiten la identificación de acontecimientos recurrentes en una época en particular. Los principales factores que definen al clima son las precipitaciones, la temperatura, humedad, velocidades de viento, la radiación solar y la presencia de accidentes o condiciones geográficas naturales (Garmendia, 2005).

A nivel nacional se cuenta con tres regiones climáticas establecidas, esto se debe a la presencia de La cordillera de Los Andes, la Amazonía y la cercanía al océano Pacífico. Según el Atlas Pluviométrico Nacional, emitido por la UNESCO, la región costa en su mayoría presenta un clima seco-tropical.

Con el fin de particularizar el clima en el área del proyecto, se hace referencia al estudio climatológico del Plan Cantonal de Desarrollo Territorial, el Mapa 4 corresponde a un mapa de zonificación climatológica, que define al sector de estudio como un clima Tropical Megatérmico Seco, este dato permite precisar en la

selección de materiales, principalmente del hormigón, cuyas características y desempeño dependen de factores ambientales como la precipitación y temperaturas.



Mapa 4 Zonas climatológicas del cantón Samborondón, según estudio del plan de desarrollo territorial. (Municipio de Samborondón, 2015)

4.3.2 Precipitación

En la región costera del país se evidencia una época húmeda y una seca, la primera comprende los meses de diciembre a mayo, mientras que la época húmeda o lluviosa comprende de junio a noviembre. De acuerdo con el Atlas Pluviométrico del Ecuador, presentado por la UNESCO, la región costera del país presenta una precipitación promedio anual de 1000 mm/año. (Cedeño & Donoso, 2010)

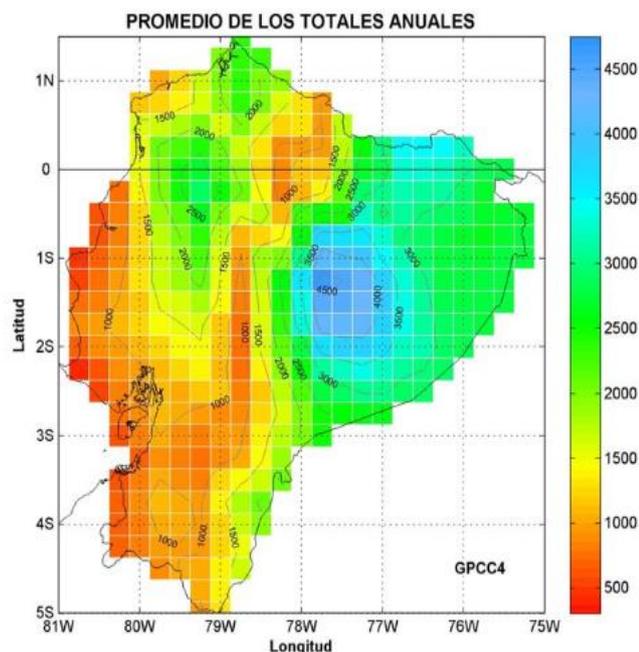


Figura 4. 18 Precipitaciones promedio anuales del Ecuador. Fuente: (Cedeño & Donoso, 2010)

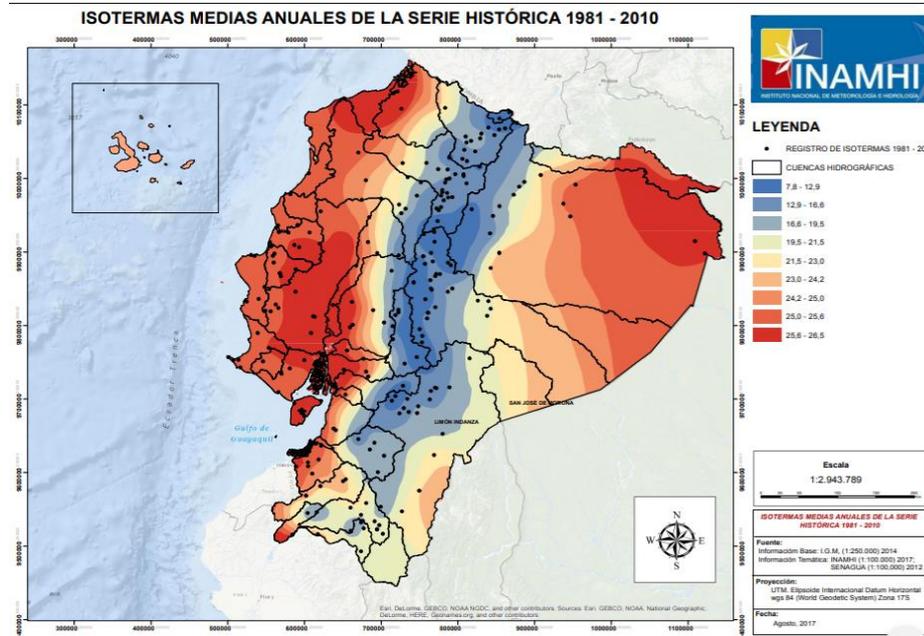
De acuerdo con datos del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR), cuya estación meteorológica resulta cercana al área de proyecto, la mayor precipitación del año 2019 corresponde al mes de marzo con un acumulado mensual de 432.8 mm (INOCAR, 2019).

Este último dato permite establecer la duración y orden de las actividades requeridas en el proyecto, que contempla excavaciones, uso de material asfáltico y hormigonado, las cuales, de ser desarrolladas durante el mes de marzo, requieren consideraciones especiales para evitar que la escorrentía producida por las posibles precipitaciones llegue a transportar residuos de hormigón, asfalto, combustibles y aceites hacia causas naturales, provocando la contaminación del suelo y cuerpos de agua aledaños.

4.3.3 Temperatura

Debido al clima tropical megatérmico del cantón Samborondón, es de suponer que el promedio de temperatura corresponde a las más altas del país. Según datos del INOCAR, entre los años 2007 y 2013 se ha registrado temperaturas entre los 22.5 °C y 31 °C.

Por otro lado, el INAMHI guarda un registro histórico de las temperaturas promedio registradas entre los años 1981-2010, lo cual se puede apreciar en el mapa a continuación.



Mapa 5 Isotermas medias anuales entre los años 1981-2010. (INAMHI, 2017)

En el Mapa 5 es posible corroborar que Samborondón se encuentra en la región de color más rojiza, por tanto, su clima presenta las temperaturas más elevadas del país, con un promedio de 26.5 °C (INAMHI, 2017).

La implementación de un paso elevado tiene como principal objetivo reducir el congestionamiento vehicular, es decir que evitará la aglomeración de vehículos, en consecuencia, disminuirá la temperatura del aire en la zona; de acuerdo con un estudio piloto realizado por la Universidad Autónoma de Nuevo León de México, la temperatura ambiente de una zona puede incrementar hasta 5 °C, durante las horas pico de congestionamiento vehicular, (Sosa, Salvador, & Laines, 2018).

4.3.4 Hidrología

Parte del cantón Samborondón se encuentra limitado entre los ríos Daule y Babahoyo, estos constituyen los principales afluentes de la cuenca del Guayas, a la cual pertenece el cantón. El proyecto se encuentra en la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Cordero, zona caracterizada anteriormente

por grandes extensiones de cultivos de arroz, cuya principal fuente de irrigación era el Estero El Batán, que fluye en la dirección de la Av. Ing. León Febres-Cordero, tal como lo muestra la figura a continuación.



Figura 4. 19 Estero El Batán representado con la línea de color azul. Fuente: Google Earth

La figura 13 muestra la proximidad del proyecto al Estero El Batán, cuyo cauce natural ya ha sido previamente modificado, debido a la implementación del centro comercial, ampliaciones y mejoras en las avenidas Samborondón e Ing. León Febres-Cordero.

Debido a que la implementación de un paso elevado corresponde a una obra sobre una vía existente, no representa un impacto directo a la hidrología del lugar, sin embargo, la implementación del proyecto podría causar la reducción en la aportación de agua al estero debido al redireccionamiento de la escorrentía en el área de estudio.

Debido a que el estero “El Batán” es el único cuerpo natural de agua cercano al proyecto, se han identificado las principales fuentes de contaminación. A pesar de que es mandatorio para las urbanizaciones cumplir con las ordenanzas municipales en cuanto a la disposición de las aguas residuales, pueden existir descargas ilícitas a la red de alcantarillado pluvial. Por lo cual, esto se podría considerar como potenciales fuentes de contaminación al cuerpo de agua. Por

otro lado, las grandes extensiones de arrozales conllevan a una contaminación directa del suelo e indirecta al estero debido al uso de pesticidas y demás químicos que son transportados por escorrentía o infiltraciones hacia el estero.

Aunque la etapa de operación del puente no generaría una contaminación sustancial al estero, las actividades de construcción si representan una causa de contaminación a mediano plazo. Las principales fuentes que pueden causar dicha polución son el hormigonado, el combustible de maquinarias y el movimiento de tierras.

4.4 Tipo de estudio

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente y Agua (MAE), los proyectos pueden clasificarse en cuatro categorías acordes al impacto sobre el ambiente. La categoría uno corresponde a proyectos que generen impactos irrelevantes, mientras que la categoría cuatro se asigna a proyectos que generan un alto riesgo o impactos al entorno donde se implementen. Para conocer el tipo de trámite requerido para el comienzo del proyecto, se debe realizar la consulta en la plataforma del Sistema Único de Información del Ambiente (SUIA). La Figura 13 muestra que el SUIA categoriza al proyecto como un “Registro Ambiental” por tanto, el proyecto corresponde a la categoría uno en la cual los impactos son generalmente no relevantes.

The screenshot shows a web interface for the SUIA system. At the top, there is a header with the text 'Actividad' and a 'Seleccionar' button. Below the header, a red message states: 'Antes de continuar, debe identificar la actividad económica a realizar/realizada en su obra o proyecto.' The main content area contains a table with the following information:

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN DE PUENTES, TÚNELES, ACUEDUCTOS
Su trámite corresponde a un(a)	REGISTRO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	180.0 dólares (Tiene un costo adicional si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

At the bottom right of the form, there is a blue button labeled '→ Siguiente'.

Figura 4. 20 Verificación del tipo de trámite solicitado por el SUIA para la implementación del proyecto. Fuente: Sistema Único de Información Ambiental

4.5 Descripción de actividades del proyecto

La implementación de un paso elevado está ligado a diversas actividades que pueden interactuar directa o indirectamente con el entorno o ambiente sobre el cual se ejecuta la obra. La intensidad de interacción puede variar de acuerdo con las fases del proyecto, las cuales son la fase de construcción, operación, mantenimiento y abandono. A cada fase le corresponde un grupo de actividades que son necesarias identificar para su posterior análisis de efectos. En la Tabla 8, se describen las actividades correspondientes la fase de construcción.

Tabla 4. 10 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de construcción. Fuente: Propia

Entrada Materia prima, materiales y equipos	Actividad	Salida		
		Líquidos	Sólidos	Gaseosos
Servicios de agua, energía eléctrica, internet, uso de baterías sanitarias, contenedores	Implementación del campamento de obra	Aguas servidas	Residuos de papel, cartón, plásticos, residuos orgánicos.	Material particulado, ruido.
Señalización de precaución y cuidado, planchas steel panel, madera.	Cerramiento del área de trabajo	N/A	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	Material particulado, ruido.
Maquinaria pesada, equipos, combustibles.	Movimiento de tierra	Aceites usados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	Material particulado, ruido, gases de combustión.
Maquinaria pesada, equipos, combustibles.	Hincado de pilotes	Aceites usados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	Material particulado, ruido, gases de combustión.
Maquinaria pesada, equipos, combustibles.	Hormigonado de subestructura	Aceites usados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	Material particulado, ruido, gases de combustión.
Maquinaria pesada, equipos, combustibles.	Montaje de apoyos y vigas	N/A	Residuos plásticos.	Material particulado, ruido, gases de combustión.
Maquinaria pesada, equipos, combustibles.	Hormigonado de superestructura	Aceites usados	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	Material particulado, ruido, gases de combustión.
Equipos, materiales menores	Instalación de tuberías para drenaje AALL	N/A	Residuos plásticos.	N/A
Equipos, combustibles, señalización vertical, pintura.	Señalización horizontal y vertical	Aceites usados	Residuos metálicos, plásticos.	Material particulado, ruido.

Una vez se permita utilizar el puente, las actividades de operación corresponderán a aquellas actividades de mantenimiento o en ciertos casos de remodelación. En la Tabla 9 se presentan las principales actividades de operación-mantenimiento para el paso elevado.

Tabla 4. 11 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de operación y mantenimiento. Fuente: Propia

Entrada	Actividad	Salida		
Materia prima, materiales y equipos		Líquidos	Sólidos	Gaseosos
Luminarias, cables, equipos menores.	Mantenimiento del sistema eléctrico.	N/A	Residuos plásticos, papel, metálicos (cobre)	Ruido
Barredoras, equipos menores de recolección.	Recolección y limpieza de desechos.	N/A	Residuos de papel, cartón, plásticos, residuos orgánicos.	N/A
Equipos de pintura, grasas, aerosoles, etc.	Mantenimiento de señalética	Aceites usados	Residuos metálicos, plásticos.	Material particulado, ruido.
Talento humano	Revisión e inspección de elementos estructurales.	N/A	Residuos plásticos y papel	N/A
Andamios, equipos menores	Mantenimiento superficial de los elementos de hormigón,	Aceites usados, aguas con residuos de cemento (lechadas).	Residuos de papel, cartón, plásticos, madera.	N/A
Maquinaria, pinturas, diluyentes, lacas, etc.	Mantenimiento de los elementos metálicos	Aceites usados, agua con contenidos de disolventes.	Residuos metálicos, plásticos.	Material particulado, ruido.
Maquinaria, combustibles, ligantes asfálticos, hormigón asfáltico.	Mantenimiento a la capa de rodadura.	Aceites usados, residuos de ligantes asfálticos.	Residuos de papel, plásticos, y de hormigón asfáltico.	Gases de combustión, ruido, material particulado.

Finalmente, en cada proyecto se debe considerar las actividades que se desarrollarían, si llegase a darse el caso del abandono de la estructura, la Tabla 10 muestra las acciones que generaría el abandono del paso elevado.

Tabla 4. 12 Detalle de las principales actividades que se desarrollarían durante la fase de abandono. Fuente: Propia

Entrada	Actividad	Salida		
Materia prima, materiales y equipos		Líquidos	Sólidos	Gaseosos
Maquinarias, grúas, equipos menores.	Desmontaje de instalaciones eléctricas	N/A	Residuos plásticos, papel, metálicos.	Gases de combustión, material particulado ruido.
Materiales, equipos, combustible.	Demolición y desmontaje de superestructura y subestructura.	N/A	Residuos de papel, cartón, plásticos, hormigón y residuos metálicos.	Gases de combustión, material particulado ruido.
Maquinaria y equipos.	Disposición final de residuos hacia centros de acopio de metales y rellenos sanitarios.	N/A	Residuos plásticos, metálico, hormigón.	Gases de combustión, material particulado, ruido.
Materiales, equipos, combustible.	Limpieza y readecuación de la zona.	N/A	Residuos de papel, cartón, plásticos, hormigón y residuos metálicos.	Gases de combustión, material particulado ruido.

4.6 Áreas sensibles cercanas al proyecto

Las áreas sensibles corresponden a los medios físicos, bióticos y socioeconómicos que puedan tener algún tipo de impacto por la implementación del proyecto. A su vez, cada medio conlleva diferentes factores ambientales, por lo cual un análisis de cada uno de los tres medios mencionados se muestra a continuación.

4.6.1 Medio físico

Debido al uso de maquinarias pesadas, actividades de derrocamiento, excavación, entre otras; el aire y el suelo son los principales factores ambientales que podrían afectarse por el proyecto. Además, cerca del área se encuentra un tramo del canal “El Batán”, por lo cual también es necesario considerar el recurso agua.

4.6.2 Medio biótico

Cerca del área del proyecto se puede visualizar una gran extensión de terreno destinado al uso agrícola, además de árboles a lo largo del parterre de la Av. Ing. León Febres-Cordero, en los demás sectores aledaños se encuentra las urbanizaciones “Aire del Batán”, “Vista al Parque”; y el centro comercial Plaza Batán, las cuales no presentan áreas verdes relevantes.

Debido a esto, los factores ambientales a considerar son la flora y fauna propio de sectores agrícolas del cantón Samborondón, principalmente la vegetación y fauna terrestre. En el cantón es normal encontrar arboles como el samán, ficus, manglares, guayacanes. Como también se pueden encontrar especies importadas como es el caso de las Palmeras Reales las cuales son nativas de Miami. (Municipio de Samborondón, 2015). Por otro lado, Samborondón se destaca por la diversidad en cuanto a especies de aves, llegando a la cantidad de 44, de las cuales la familia más común es los tiránidos. Principalmente en el cantón se visualiza especies introducida como los gallinazos, perros, gatos, y ciertos roedores, sin embargo, aún es posible avistar a especies nativas como las garzas, garrapateros, águila pescadora, ardillas, murciélagos comunes, zarigüeyas; especies que se han mantenido debido a la presencia de cuerpos de aguas que se generan para los arrozales (Municipio de Samborondón, 2015).

4.6.3 Medio socioeconómico

Todo proyecto de gran envergadura genera una fuente directa de empleos, contribuyendo a la actividad productiva del cantón Samborondón. Por otro lado, un paso elevado implica un cambio drástico a las condiciones originales del área, por ello el paisaje es un factor que se debe considerar para el análisis de los impactos ambientales. Finalmente, el objetivo del paso elevado es mejorar las condiciones

de movilidad en la intersección de las avenidas Samborondón e Ing. León Febres-Cordero; por lo cual es imprescindible incluir la movilidad como uno de los aspectos más relevantes.

4.7 Medios, Factores y aspectos ambientales del proyecto

De acuerdo con el análisis previo de las áreas sensibles al proyecto, la Tabla 11 muestra los principales medios y aspectos ambientales derivados de la implementación del paso elevado.

Tabla 4. 13 Medios y aspectos ambientales considerados para el proyecto del paso elevado.

Fuente: Propia

Medios	Factores Ambientales	Aspectos Ambientales
Físico	Recurso Aire	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de gases combustibles, se incrementa el contenido de CO2 en la atmósfera. - Incremento en los niveles de ruido en la zona, puede producir malestar en conductores y peatones. - Incremento de material particulado en el aire, a causa de las actividades constructivas.
	Recurso Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades de movimiento de tierra, genera cambio en topografía original. - Contaminación por líquidos con contenidos de grasas, combustibles, material cementante.
	Recurso Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Posible contaminación del estero "El Batán" a causa de esorrentía de líquidos contaminantes.
Biótico	Flora terrestre	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser afectado por material particulado o exceso de gases combustibles.
	Fauna terrestre	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades constructivas pueden alejar a especies endémicas que habitan en zonas aledañas al proyecto.
Socioeconómico	Empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de plazas de empleo para habitantes de zonas aledañas.
	Movilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción al descongestionamiento vehicular - Brinda mayor seguridad a peatones y conductores.
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción visual debido a la altura de la estructura.

4.8 Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales se la realizó con una matriz de causa-efecto, se consideraron las actividades desarrolladas en el proyecto y con ello se analizaron los posibles efectos que afectarían a los factores ambientales considerados en el estudio (Garmendia, 2005).

En las secciones 4.5 se detalló las diferentes actividades consideradas para las etapas de construcción, operación y abandono; mientras que la sección 4.7 definió los factores y aspectos ambientales del proyecto. La matriz de impactos relacionará cada actividad con su respectivo impacto ambiental lo que permitió una valoración para identificar los impactos que puede ser generados por las actividades del proyecto.

Para la valoración de los impactos se consideraron criterios mostrados en la Tabla 14.

Tabla 4. 14 Criterios de evaluación para la valoración de los impactos ambientales. Fuente: Seminario EIA

CRITERIOS	CLASE DE IMPACTOS
Severidad (S)	- Positivos (modifican la calidad ambiental en manera positiva) - Medios (modifican la calidad ambiental en escala media) - Negativos (modifican la calidad ambiental en manera negativa)
Probabilidad de ocurrencia (P)	- Muy poco probable - Cierto
Relevancia del impacto (T)	$T = S \times P$ (Relaciona la probabilidad de ocurrencia con la severidad del impacto)
Extensión (E)	Puntuales (afectan un área muy reducida, <20%) Parciales (el área de extensión es mayor entre 20 y 50%) Alta (abarcan la totalidad de área de influencia del proyecto, mayor al 50%)
Intensidad (I)	- Baja : alteración mínima - Moderada : algunas características cambian - Alta : alteración significativa
Duración (Du)	- Corto plazo (su permanencia es breve o acortada en el tiempo) - Mediano plazo (su permanencia es en mediano tiempo) - Permanente (su permanencia es breve permanente)
Desarrollo (De)	- Largo plazo (desarrollo del impacto en un plazo largo) - Medio plazo (desarrollo del impacto en mediano tiempo) - Inmediato (desarrollo del impacto de inmediato)
Recuperación (R)	- Reversibles (el medio volverá al estado inicial) - Mitigables (existen acciones tendientes a reducirlo a través de mitigación o compensación) - Irreversible (no hay ninguna posibilidad de volver a la situación inicial)
Interacción (Ia)	- Simple (no tiene relación con ningún otro) - Acumulativo (el impacto adiciona a otro y la situación se agrava) - Sinérgico (además de adicionar a otro, se combina de manera tal de desencadenar procesos de degradación).

Valorar los impactos ambientales significa obtener un grado de riesgo para cada uno de los impactos ambientales identificados, esto permite definir las acciones que deben implementarse para minimizar la afectación. Se han definido cinco grados de riesgo; no significativo, bajo, medio, alto e intolerable. De clasificarse el riesgo como intolerable, el proyecto no puede comenzar a menos que se establezcan medidas de mitigación para reducir el impacto ambiental. La descripción y puntaje para cada grado de riesgo se detalla en la sección de anexos Análisis de la matriz de impactos ambientales.

Con la matriz de valoración se identificaron 13 actividades que pueden producir un impacto alto en el ambiente como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 4. 15 Actividades con mayor grado de riesgo

ANÁLISIS MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES				
ETAPAS DEL PROYECTO				GRADO DE RIESGO
	ACTIVIDADES	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO	(GR)
CONSTRUCCIÓN	Implementación del campamento de obra	Recurso Agua	Generación de aguas residuales	Alto
	Movimiento de tierra	Recurso Suelo	Compactación y nivelación del terreno	Alto
		Flora Terrestre	Remoción de plantaciones en el sector	Alto
	Hinca de pilotes	Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular	Alto
	Hormigonado de subestructura	Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular	Alto
	Montaje de Apoyo y Vigas	Recurso Suelo	Generación de Residuos debido a la soldadura y desperdicios comunes	Alto
		Flora Terrestre	Remoción de plantaciones en el sector	Alto
Hormigonado de superestructura	Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular	Alto	
OP / MANT	Mantenimiento a la capa de rodadura.	Recurso Agua	Obstrucción de los puntos de drenaje del sistema de alcantarillado	Alto
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular con las maquinarias	Alto
CIERRE	Demolición y desmontaje de superestructura y subestructura.	Recurso Agua	Obstrucción de las líneas de drenaje con materiales de desecho	Alto
	Disposición final de residuos hacia centros de acopio de metales y rellenos sanitarios.	Flora Terrestre	Aumento de Áreas Verdes y zonas de distracción	Alto
	Limpieza y readecuación de la zona.	Recurso Agua	Obstrucción del sistema de alcantarillado con escombros	Alto

Durante la fase de construcción se tiene seis actividades con un alto grado de riesgo, esto se debe a que producen considerables afectaciones al terreno natural, por la hinca de pilotes y excavaciones. Por otro lado, las actividades de hormigonado y montaje son potenciales fuentes de material particulado, desechos comunes y sustancias química que pueden ser combinadas con el agua.

En el caso de la fase de operación/mantenimiento se identificó que el mantenimiento de la capa de rodadura genera un impacto alto en el recurso agua, debido al uso de líquidos asfálticos, y en la movilidad vehicular, a causa de paralización parcial del paso elevado.

Finalmente, en la fase de cierre/abandono se analizaron tres actividades, siendo las más relevantes las actividades de demolición y desmontaje, debido a la generación de residuos sólidos y la actividad de disposición de residuos. A pesar de que los residuos metálicos pueden ser reutilizados en centros de acopio, los residuos de hormigón son generalmente dispuestos en rellenos sanitarios o en lotes baldíos sin regulación. De manera similar, las actividades de limpieza y readecuación de la zona pueden conllevar la contaminación del agua debido al arrastre de sustancias a los cuerpos de agua.

4.9 Medidas de prevención

Las medidas de prevención tienen como objetivo reducir los efectos negativos que pudieran llegar a ocasionar las diferentes actividades del proyecto.

Debido a que el grado de riesgo ha sido valorado como bajo o insignificante para la mayoría de las actividades del proyecto, se han considerado las actividades de grado medio y alto para el análisis. Las Tablas 16,17, 18, 19 muestran las medidas de prevención recomendadas para minimizar los impactos generados en las distintas fases del proyecto.

Tabla 4. 16 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de construcción. Fuente: Propia

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			
FASE	ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN RECOMENDADAS
CONSTRUCCIÓN	Implementación del campamento de obra	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo. - Humedecer en lo posible el área de trabajo, con el fin de evitar la emisión de material particulado. - Cubrir los materiales áridos con lonas e instalar polisombras.
		Generación de residuos sólidos comunes	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de tacho sde clasificación de residuos en el campamento. - Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización. - Delimitar las áreas destinadas para la disposición de los residuos de construcción.
		Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> - Siempre en lo posible se deberá de conectar las baterías sanitarias a la red de alcantarillado, caso contrario se deberá de instalar un pozo séptico provisional y gestionar el manejo de los desechos.
	Cerramiento del área de trabajo	Generación de residuos metálicos, plásticos, madera.	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
		Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
	Movimiento de tierra	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Compactación y nivelación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para realizar las actividades de compactaación al inicio del proyecto, con el fin de evitar el constante uso de la maquinaria pesada a lo largo de la duración de la obra.
		Remoción de plantaciones en el sector	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar la reubicación de la flora original del área, limitar el área de circulación de maquinaria y personal.
	Hinca de pilotes	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Vibraciones en el terreno debido a los golpes cíclicos	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Obstrucción del flujo vehicular	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar actividades de congestiónamiento en jornadas nocturnas, en donde existe menor flujo vehicular

Tabla 4. 17 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de construcción. Fuente: Propia

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			
FASE	ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN RECOMENDADAS
CONSTRUCCIÓN	Hormigonado de subestructura	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado.	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Aglomeración de residuos producto de la fundición	- Establecer lugares para almacenamiento de residuos, con el fin de evitar pérdida de flora terrestre, a más de facilitar el proceso de recolección
		Derrame de aditivos y materiales aglutinantes.	- Hacer uso de membranas impermeables, que impidan el contacto directo con el suelo o infiltración de sustancias tóxicas.
		Obstrucción del flujo vehicular	- Priorizar actividades de congestiónamiento en jornadas nocturnas, en donde existe menor flujo vehicular
	Montaje de apoyos y vigas	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Generación de Residuos debido a la soldadura y desperdicios comunes	- Establecer planes de clasificación y reciclaje, con el fin de reutilizar materiales, llevar a centros de acopio o su disposición final a rellenos sanitarios
	Hormigonado de superestructura	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado.	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Derrame de aditivos y materiales aglutinantes.	- Hacer uso de membranas impermeables, que impidan el contacto directo con el suelo o infiltración de sustancias tóxicas.
		Obstrucción del flujo vehicular	- Priorizar actividades de congestiónamiento en jornadas nocturnas, en donde existe menor flujo vehicular
	Instalación de tuberías para drenaje AALL	Generación de residuos sólidos comunes	- Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
	Señalización horizontal y vertical	Generación de residuos solidos comunes	- Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
		Descarga de residuos de pintura en las zonas de drenaje	- Colocar barreras que eviten el transporte de sustancias tóxicas a la red pluvial.
Obstrucción del flujo vehicular		- Priorizar actividades de congestiónamiento en jornadas nocturnas, en donde existe menor flujo vehicular	

Tabla 4. 18 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de operación y mantenimiento. Fuente: Propia

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			
FASE	ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN RECOMENDADAS
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento del sistema eléctrico.	Generación de residuos sólidos comunes	- Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
		Contaminación de cuerpos de agua cercanos	- Colocar barreras que eviten el transporte de sustancias tóxicas a la red pluvial.
	Mantenimiento de señalética	Generación de material particulado	- Humedecer en lo posible el área de trabajo, con el fin de evitar la emisión de material particulado
	Mantenimiento superficial de los elementos de hormigón,	Generación de material particulado y ruido	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo. - Humedecer en lo posible el área de trabajo, con el fin de evitar la emisión de material particulado.
		Deposito de residuos líquidos en los cuerpos de agua	- Colocar barreras que eviten el transporte de sustancias tóxicas a la red pluvial.
	Mantenimiento a la capa de rodadura.	Acumulación de residuos sólidos en zonas vulnerables del sector	- Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
		Obstrucción de los puntos de drenaje del sistema de alcantarillado	- Cubrir rejillas de alcantarillado pluvial y cunetas, con el fin de evitar el transporte de sustancias tóxicas.

Tabla 4. 19 Medidas de prevención recomendadas para las actividades de Cierre/Abandono. Fuente: Propia

MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES			
FASE	ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE PREVENCIÓN RECOMENDADAS
CIERRE - ABANDONO	Desmontaje de instalaciones eléctricas	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo. - Humedecer en lo posible el área de trabajo, con el fin de evitar la emisión de material particulado.
		Generación de residuos sólidos comunes	- Clasificar los residuos generados en las actividades de construcción, con el fin de obtener material para reciclaje o reutilización.
	Demolición y desmontaje de superestructura y subestructura.	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado.	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo.
		Generación de escombros y acumulación de desechos en zonas vulnerables	- Delimitar las áreas destinadas para la disposición de los residuos de construcción y gestionar su disposición final.
	Disposición final de residuos hacia centros de acopio de metales y rellenos sanitarios.	Incremento de los niveles de ruidos admisibles y generación de material particulado..	- Definir un plan de trabajo para asegurar que las actividades que produzcan altos niveles de ruidos se ejecuten durante el día y por cortos periodos de tiempo. - Humedecer en lo posible el área de trabajo, con el fin de evitar la emisión de material particulado.
		Reducir la contaminación del suelo natural con escombros y metales	- Cubrir rejillas de alcantarillado pluvial y cunetas, con el fin de evitar el transporte de sustancias tóxicas.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- De acuerdo con el MAE en el “Acuerdo Ministerial No. 006”, los proyectos pueden clasificarse en 4 categorías, según el nivel de impacto que genere un proyecto, mediante la plataforma SUIA se determinó que el trámite requerido para la implementación de un paso elevado sobre la intersección de la Av. Samborondón y Av. Ing. León Febres-Corderos, corresponde a un “Registro Ambiental” el cual es solicitado a proyectos de categoría 1, es decir que, durante el desarrollo del proyecto, la mayoría de los impactos no es relevante, lo cual es comprobable ya que de los 54 items tratados en la matriz de impactos, solo 13 de ellos corresponden a impactos altos, pero de corta duración y temporales.
- Durante la fase constructiva se presentan la mayor cantidad de impactos con alto grado de riesgo para el recurso suelo, el cual es afectado directamente por actividades de excavación e hincado de pilotes. Por otra parte, el hormigonado no corresponde a una actividad de alto grado por si sola, sin embargo, debido a la duración de esta actividad aumenta el riesgo o probabilidad de un impacto directo no solo al suelo sino también a estero “El Batán”, principal cuerpo de agua cercano al área del proyecto. Por ello, se requirió establecer medidas preventivas de impactos ambientales que disminuyan la probabilidad de ocurrencia.
- Basados en los criterios de diseño establecidos por la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007 se definió la geometría del tablero que compondrá los pasos elevados, siendo esta de un espesor de 20 cm con una capa de rodadura de 5 cm, la cual cumple con los estándares descritos en dicha normativa.
- Las vigas que componen los pasos elevados son de acero estructural A-572 con un peralte total de 750 mm y un peso de 206 kg/m, las cuales cumplen con las solicitaciones de carga tanto por momento y cortante establecidas en la normativa AASHTO-LRFD-SI-2007.

5.2 Recomendaciones

- Previo a la ejecución del proyecto, tendrán la responsabilidad de realizar estudios de suelos en las zonas donde se encuentren ubicadas los elementos estructurales que componen la subestructura estos estudios de suelos deberán tener una profundidad mínima de 20 metros con el fin de garantizar la mayor información posible de las condiciones del terreno donde se implantará el proyecto y las perforaciones deberán ser acorde a lo que indica la normativa NEC-SE-GC.
- Para la fundición de los elementos estructurales compuestos de hormigón se deberá realizar el control de calidad respectivo previo a la fundición, para garantizar el desempeño y resistencia esperado que cumpla con las solicitudes de diseño.
- Se deberá considerar en el presupuesto que, debido al tipo de proyecto, el cumplimiento de las medidas preventivas no conlleva un gasto adicional como tal, sino que dependerán explícitamente de la organización y conciencia ambiental de los principales actores del proyecto, tales como equipo de fiscalización, seguridad ambiental, construcción y administración.
- Para el proceso de colocación del acero de refuerzo se verificará que el mismo cumpla con los diámetros, separaciones entre varillas y separaciones con respecto al encofrado especificados en los planos de diseño, además se debe verificar que dicho acero de refuerzo esté libre de sustancias que impidan la adherencia del hormigón tales como grasas, aceites, material orgánico, etc.
- Para los procesos de montaje de vigas e hinca de pilotes, el personal encargado de estas dos actividades deberá estar calificado y cumplir con estándares de seguridad establecidos por la normativa ISO-45001.

BIBLIOGRAFÍA

NORMATIVAS

- AASHTO. (2007). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation.
- Aguilar, D., & Torres, A. (2015). Estudio de factibilidad del paso lateral Jipijapa, de 6.5 km. Incluye intercambiador de tráfico para conexión con una futura autopista. *Tesis de Grado*. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL.
- Asociación Puente GUSAMDA. (2014, Diciembre). *Municipio de Samborondón*. Retrieved from Estudios de Impacto Ambiental: <https://www.samborondon.gob.ec/pdf/EIA/EIAConstruccionPuentesDauleGuayaquilSamborondon.pdf>
- Braja, M. D. (2011). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. U.S.: Cengage Learning.
- Cal, R., Cárdenas, J., & Reyes, M. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Carciente, J. (1980). *Carreteras Estudio y Proyecto*. Caracas: Vega s.r.l.
- Cedeño, J., & Donoso, M. (2010). *UNESCO Documents*. Retrieved from Atlas Plubométrico del Ecuador: https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000216357&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_ff1192d7-17d1-4ecf-8af4-09e334526622%3F_%3D216357spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/p
- Chen, W.-F., & Duan, L. (2014). *Bridge Engineering Handbook Fundamentals*. Boca Ratón: CRC Press.
- Chen, W.-F., & Duan, L. (2014). *Bridge Engineering Handbook Substructure*. Boca Ratón: CRC Press.
- Chen, W.-F., & Duan, L. (2014). *Bridge Engineering Handbook Superstructure Design*. Boca Ratón: CRC Press.
- El Universo. (2016, Marzo 10). *Se reorganiza el tránsito en Samborondón*. Retrieved from El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/03/10/nota/5454105/se-reorganiza-transito-samborondon>

- El Universo. (2017, Abril 27). *Inaugurado en Guayaquil el paso a desnivel en avenida de Las Américas*. Retrieved from El Universo: <https://www.eluniverso.com/2017/04/27/video/6156487/inaugurado-guayaquil-paso-desnivel-avenida-americas>
- Garmendia, A. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Gobierno Provincial del Guayas. (2017). *Plan de infraestructura vial provincial*. Retrieved from Plan de infraestructura vial provincial: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2018/07/01-Plan-Vial-Guayas.pdf>
- INAMHI. (2017, Agosto). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Retrieved from Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/gisweb/ISOTERMAS_SERIE_1981_2010/PDF/ISOTERMAS%20SERIE%201981%20-%202010.pdf
- INEC. (2019, Junio). *Anuario de Estadísticas de Transporte*. Retrieved from Anuario de Estadísticas de Transporte: <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/704>
- INOCAR. (2019, Marzo). *Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada*. Retrieved from Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/precipitacion-en-guayaquil>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2016, Diciembre). *Obras Públicas Ecuador*. Retrieved from Obras Públicas Ecuador: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/Plan_Estrategico-de-Movilidad.pdf
- Municipio de Samborondón. (2015, mayo). *Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para Muro de retención en La Puntilla*. Retrieved from Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental para Muro de retención en La Puntilla: <https://www.samborondon.gob.ec/pdf/EIA/FichaAmbientaIMuroDeContencionYReadecuacionesUrbLaPuntilla.pdf>
- Municipio de Samborondón. (2015, Diciembre). *Plan de manejo y ordenamiento territorial*. Retrieved from Plan de manejo y ordenamiento territorial: <http://www.samborondon.gob.ec/pdf/LOTAIP2015/PLANIFICACION/PlanCanton alDeDesarrollo&PlanDeOrdenamientoTerritorial.pdf>
- Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2A. (2013). *Norma para Estudios y Diseños Viales. Principios normativos para estudios viales*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

- Norma Ecuatoriana Vial Vol. 2B. (2013). Norma Para Estudios y Diseños Viales. *Principios normativos para estudios viales*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Norma Ecuatoriana Vial Vol. 3. (2013). Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes. *Especificaciones técnicas regulatorias para la construcción de caminos y puentes*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Norma Ecuatoriana Vial Vol. 4. (2013). Estudios y criterios ambientales para proyectos viales. *Marco Legal Regulatorio Específico para Estudios Ambientales Viales*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Rodríguez, A. (2017). *Puentes con AASHTO-LRFD 2014*. Lima: Prometeo Desencadenado.
- Sosa, J., Salvador, I., & Laines, J. (2018, Julio). *Universidad Autónoma de Nuevo León*. Retrieved from Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=7976>
- Torres, E. (2013). *Diseño de puentes Interpretación del código AASHTO*. Quito: Serie Aula.

APÉNDICES

**APÉNDICE A:
EVALUACIÓN DE
IMPACTO
AMBIENTAL**

Evaluación de impacto ambiental

Registro del proyecto para su categorización ambiental

Inicialmente se ingresa a la página oficial del Sistema Único de Información Ambiental, y se procede con el registro de la cuenta o el inicio de sesión.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

EL GOBIERNO DE TODOS

Sistema Único de Información Ambiental

REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

BANDEJA DE TAREAS PROYECTOS PROCESOS Reporte RETCE

Bienvenido(a): VALDIVIESO BUELE DIEGO ANDRES [Cerrar sesión](#)

Bandeja de tareas Notificaciones (0) Notificaciones atendidas (0)

Trámite	Flujo	Actividad	Registro	
Sin resultados.				

Todos los derechos reservados - Ministerio del Ambiente y Agua 2015

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Calle Madrid 1159 y Andalucía
Código Postal: 170525 / Quito - Ecuador
Teléfono: 593-2-398-7600

Segundo, se registra el proyecto.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y AGUA

EL GOBIERNO DE TODOS

Sistema Único de Información Ambiental

REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

BANDEJA DE TAREAS PROYECTOS PROCESOS Reporte RETCE

Bienvenido(a): VALDIVIESO BUELE DIEGO ANDRES [Cerrar sesión](#)

Bandeja de tareas Notificaciones (0) Notificaciones atendidas (0)

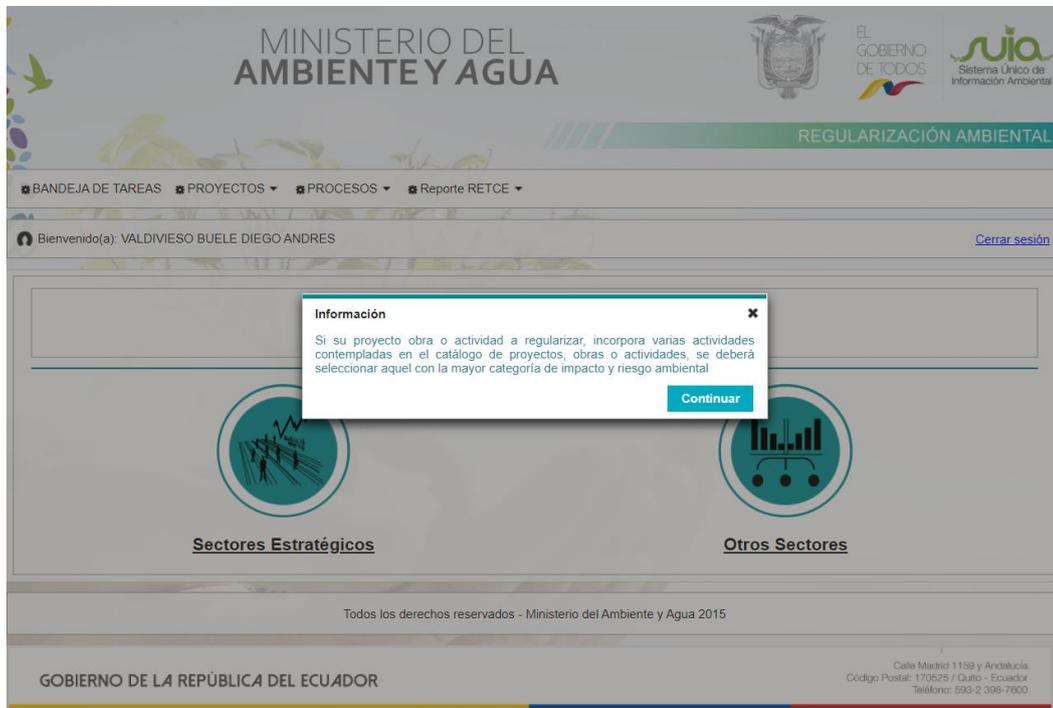
Trámite	Flujo	Actividad	Registro	
Sin resultados.				

Todos los derechos reservados - Ministerio del Ambiente y Agua 2015

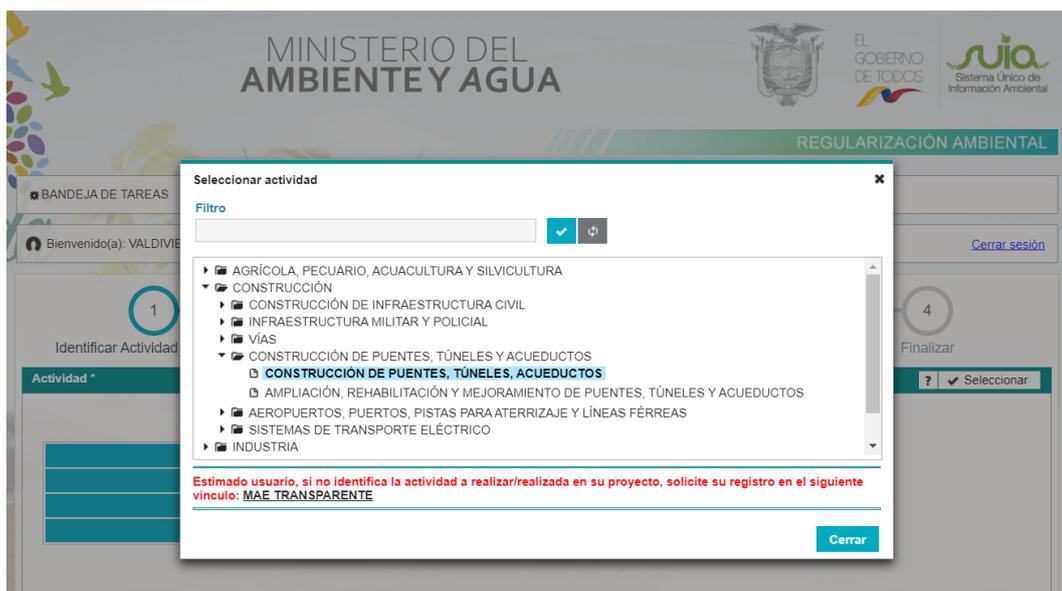
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Calle Madrid 1159 y Andalucía
Código Postal: 170525 / Quito - Ecuador
Teléfono: 593-2-398-7600

Tercero, se debe seleccionar si el proyecto corresponde al desarrollo de los sectores estratégico o si pertenece a otros sectores, para el caso de este proyecto se debe seleccionar “Otros sectores”.



Cuarto, se selecciona la actividad, debido a que el proyecto se trata de un paso elevado, entra en las actividades de “Construcción de puentes, túneles, acueductos”



Quinto, se completa la identificación de la actividad y con ello se determina el tipo de trámite que se debe realizar para el comienzo de las actividades, para este proyecto se requiere de un “Registro Ambiental”.

Detalle del grado de riesgo para la valoración de impactos

GRADO DE RIESGO	PUNTAJE	ACCIONES A TOMAR SEGÚN EL GRADO DE RIESGO
No Significativo	<= 6	No requiere acción.
Bajo	7 a 12	El grado de riesgo es tolerable. No requiere controles adicionales. Si requiere monitoreo operativo, para asegurar que se mantengan los controles existentes.
Medio	13 a 24	Requiere planificar medidas para reducir el grado de riesgo o mantenerlo bajo control (ej. Definir Procedimientos, planes de acción). Requiere monitoreo del jefe de Sector para asegurar que se mantengan los controles.
Alto	25 a 75	Tomar medidas para reducir el grado de riesgo en forma inmediata. Requiere monitoreo del Comité de Riesgos y Cambios, para asegurar la implementación de las medidas
Intolerable	>75	El trabajo NO DEBE empezar ni continuar hasta que el riesgo se haya reducido, con la implementación de una medida de mitigación.

Tabla A. 1 Valoración de los impactos ambientales para la fase de construcción. Fuente: Propia

ETAPAS DEL PROYECTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO																VALORACION		GRADO DE RIESGO												
	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	(GR)
				1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SxP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	
CONSTRUCCIÓN	Implementación del campamento de obra	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2				2		4	0			0				1				2	0			0			3	12	Bajo
		Recurso Suelo	Generación de residuos sólidos comunes	2			1			2		1		0				1				1		1			1		5	10	Bajo
		Recurso Agua	Generación de aguas residuales			3			3	9		1			1				1			1		1			1		6	54	Alto
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para personal de mantenimiento del campamento	1					3	3	0				1			1				2		2	0		2	0	6	18	Medio
	Cerramiento del área de trabajo	Recurso Suelo	Generación de residuos metálicos, plásticos, madera.	2			1			2	0				1				1			2		1			1		6	12	Bajo
		Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2				2		4	0			0				1				2	0				0		3	12	Bajo
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para instalación de cerramiento	1					3	3	0				1			1				2		2	0		2	0	6	18	Medio
	Movimiento de tierra	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2				2		4		1		0				1				2	0				0		4	16	Medio
		Recurso Suelo	Compactación y nivelación del terreno	1					3	3		1				2			2			2		2	0		2	0	9	27	Alto
		Flora Terrestre	Remoción de plantaciones en el sector			3		2		6	0					1			2			2	0				0		5	30	Alto
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para ejecución de la actividad	1					3	3	0				1			1				2		2	0		2	0	6	18	Medio
	Hinca de pilotes	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2				2		4		1		0				1				2	0				0		4	16	Medio
		Recurso Suelo	Vibraciones en el terreno debido a los golpes cíclicos	2					3	6	0			0				0				2	0				0		2	12	Bajo
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular			3			3	9		1			1			0				1		0			1		4	36	Alto
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para ejecución de la actividad	1				2		2	0				1			1				2		2	0		2	0	6	12	Bajo

Tabla A. 2 Valoración de los impactos ambientales para la fase de construcción. Fuente: Propia

ETAPAS DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO														VALORACION		GRADO DE RIESGO											
				Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	(GR)
				1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SxP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du + De + R + Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T	
				positivo	medio	negativo	muy poco probable	poco probable	cierto		puntual	parcial	alta	baja	moderada	alta	corto plazo	mediano plazo	permanente	largo plazo	medio plazo	inmediato	reversible	mitigable	irreversible	simple	acumulativo	sinérgico			
CONSTRUCCIÓN	Hormigonado de subestructura	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2			2			4	1	0			1			1			2	0		0			4	16	Medio		
		Recurso Suelo	Aglomeración de residuos producto de la fundición.	2			2			4	0	1			1			1			1			0			4	16	Medio		
		Recurso Agua	Derrame de aditivos y materiales aglutinantes.		3	1				3	1	1			2	1		1			1			1	1		7	21	Medio		
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular		3		3			9	1	1	0			1	0				1			1			4	36	Alto		
	Montaje de apoyos y vigas	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2		1				2	0	0			1			1			1			0			3	6	No significativo		
		Recurso Suelo	Generación de Residuos debido a la soldadura y desperdicios comunes		3		3			9	1	1	0			1	0				0			0			3	27	Alto		
		Recurso Agua	Contaminación del agua con residuos sólidos		3	1				3	1	0			1			1			1			1	1		5	15	Medio		
		Flora Terrestre	Remoción de plantaciones en el sector		3	2				6	0	1			2		2	0			0			0			5	30	Alto		
	Hormigonado de superestructura	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.	2		2				4	1	1			1			1			2	1		0			6	24	Medio		
		Recurso Suelo	aglomeración de residuos producto de la fundición.	2		2				4	0	1			1			1			1			0			4	16	Medio		
		Recurso Agua	Derrame de aditivos y materiales aglutinantes.		3	1				3	1	1			2	1		1			1			1	1		7	21	Medio		
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular		3		3			9	1	1	0			1	0				1			1			4	36	Alto		
	Instalación de tuberías para drenaje AALL	Recurso Suelo	Generación de residuos solidos comunes		3		3			9	0	0			0			2	0		0			0			2	18	Medio		
		Recurso Agua	Residuos plásticos descargados en los cuerpos de agua cercanos	2		1				2	1	1	0			1	0				0			0			3	6	No significativo		
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular	2		1				2	0	0			1			2	0		1			1			4	8	Bajo		
	Señalización horizontal y vertical	Recurso Suelo	Generación de residuos solidos comunes	2		2				4	0	1	0			1	0				0			0			2	8	Bajo		
Recurso Agua		Descarga de residuos de pintura en las zonas de drenaje		3	1				3	1	1			1			1			1			0			5	15	Medio			
Empleo		Creación de plazas de trabajo para ejecución de la actividad	1			2			2	0	1			1			2			2	0		0			6	12	Bajo			
Movilidad		Obstrucción del flujo vehicular	2			3			6	1	0	0					2	0		1			1			4	24	Medio			

Tabla A. 3 Valoración de los impactos ambientales para la fase de operación. Fuente: Propia

ETAPAS DEL PROYECTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO																	VALORACION		GRADO DE RIESGO														
	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	(GR)			
				1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SxP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1		2	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du + De + R + Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T
				positivo	medio	negativo	muy poco probable	poco probable	cierto	puntual	parcial	alta	baja	moderada	alta	corto plazo	mediano plazo	permanente	largo plazo	medio plazo	inmediato	reversible	mitigable	irreversible	simple	acumulativo	sinérgico							
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento del sistema eléctrico.	Recurso Suelo	Generación de residuos sólidos comunes		2		1			2		1																4	8	Bajo				
		Paisaje	Obstrucción de la visibilidad debido a los equipos de montaje		2				3	6	0			0				2					2	0					4	24	Medio			
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular		2		1			2	0				1				2					2	0				5	10	Bajo			
	Recolección y limpieza de desechos.	Recurso Aire	Generación de material particulado			3	1			3	1		0			0							0						1	3	No significativo			
		Recurso Suelo	Acumulación de residuos sólidos en zonas vulnerables		2		1			2	0			1			1						2	1					5	10	Bajo			
		Recurso Agua	Contaminación de los cuerpos de agua cercanos		2		1			2	0			1			1						0						3	6	No significativo			
		Empleo	Generación de empleo para los habitantes del sector	1					3	3	0			1			0						2	0					3	9	Bajo			
	Mantenimiento de señalética	Recurso Aire	Generación de material particulado		2		1			2	0			0			1						0						1	2	No significativo			
		Recurso Suelo	Generación de residuos sólidos comunes		2		1			2	0			0			1						0			1			3	6	No significativo			
		Movilidad	Mejorar el tránsito vehicular	1					3	3			2		1			0					1						4	12	Bajo			
	Revisión e inspección de elementos estructurales.	Recurso Aire	Generación de material particulado		2		1			2	0			1			0						0						1	2	No significativo			
		Recurso Suelo	generación de Residuos sólidos comunes		2			2		4	0			1			1						0						2	8	Bajo			
Movilidad		Obstrucción del flujo vehicular		2				3	6		1		0			0						1				1		3	18	Medio				

Tabla A. 4 Valoración de los impactos ambientales para la fase de operación. Fuente: Propia

ETAPAS DEL PROYECTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO															VALORACION		GRADO DE RIESGO																
	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	(GR)			
				1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SxP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	Magnitud del Impacto Mg = E + I +Du+De+R+Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T				
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Mantenimiento superficial de los elementos de hormigón,	Recurso Aire	Generación de material particulado y ruido			3	1			3	0				1		0				1				0			3	9	Bajo				
		Recurso Agua	Deposito de residuos líquidos en los cuerpos de agua			3	1			3		1				1				1							1			5	15	Medio		
		Flora Terrestre	Remoción de plantaciones en el sector			3		2			6		1			2	0				0							1			4	24	Medio	
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular			2		1			2		1			0				1					2			1			6	12	Bajo	
	Mantenimiento de los elementos metálicos	Recurso Aire	Generación de material particulado y ruido			2			2		4	0				1			1			1						0			3	12	Bajo	
		Recurso Suelo	Generación de residuos sólidos comunes			2			2		4	0				1			1			1							0			3	12	Bajo
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para ejecución de la actividad			1				3	3		1			0				2			1						0			4	12	Bajo
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular			2			2		4		1			1			1			1			2				1			6	24	Medio
	Mantenimiento a la capa de rodadura.	Recurso Suelo	Acumulación de residuos sólidos en zonas vulnerables del sector			3		1			3	0				0				1			1					1			3	9	Bajo	
		Recurso Agua	Obstrucción de los puntos de drenaje del sistema de alcantarillado			3			2		6		1			1				1			1					1			6	36	Alto	
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular con las maquinarias			3			3		9	0				1	0				1			1					1			3	27	Alto

Tabla A. 5 Valoración de los impactos ambientales para la fase de cierre-abandono. Fuente: Propia

ETAPAS DEL PROYECTO				IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO														VALORACION		GRADO DE RIESGO													
	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)		Recuperación (R)		Interacción (Ia)		(Mg)	(Imp)	(GR)					
				1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto T=SXP	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1		2	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du + De + R + Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T		
CIERRE - ABANDONO	Desmontaje de instalaciones eléctricas	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.			3			2	6		1			1			0						2	0			0	4	24	Medio		
		Recurso Suelo	Generación de residuos sólidos comunes		2				2	4	0				0			1			1			2	0			0	3	12	Bajo		
		Empleo	Creación de plazas de trabajo para ejecución de la actividad	1					3	3	0				1			1			1			2	0			0	4	12	Bajo		
	Demolición y desmontaje de superestructura y subestructura.	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.			3			2	6		1			1			0						2	0			0	4	24	Medio		
		Recurso Suelo	Generación de escombros y acumulación de desechos en zonas vulnerables			3			2	6	0				1			1			1			2	0			0	4	24	Medio		
		Recurso Agua	Obstrucción de las líneas de drenaje con materiales de desecho			3			2	6		1					2			1			1			1			1	7	42	Alto	
		Flora Terrestre	Replantar las especies del sector.	1					3	3		1			0			2			2			1			2			1	7	21	Medio
	Disposición final de residuos hacia centros de acopio de metales y rellenos sanitarios.	Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.			3			2	6		1			1			0						2	0			0	4	24	Medio		
		Recurso Suelo	Reducir la contaminación del suelo natural con escombros y metales	1					2	2		1			1			2			2			1			1	8	16	Medio			
		Flora Terrestre	Aumento de Areas Verdes y zonas de distracción.	1					3	3		1					2			2			2			1			2	9	27	Alto	
		Fauna Terrestre	Incremento de áreas para el desarrollo de animales domesticos	1					3	3	0				1			0			0			0			1			0	2	6	No significativo
		Recurso Aire	Ruido y generación de material particulado.			3			2	6		1			1			0						2	0			0	4	24	Medio		
	Limpieza y readeacuación de la zona.	Recurso Agua	Obstrucción del sistema de alcantarillado con escombros			3			3	9	0				0			1			1			1			1	4	36	Alto			
		Flora Terrestre	Replantación de especies endémicas del secto.	1					2	2		1			0			2			2			1			2	7	14	Medio			
		Movilidad	Obstrucción del flujo vehicular			3	1			3			2			1			0			1			0			0	4	12	Bajo		

APÉNDICE B:

APUS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL					
PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE				
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	PRECIO TOTAL
A.- ACTIVIDADES PRELIMINARES					\$ 87 881
PRE-001	Cerramiento provisional de galvalumen	ml	557.20	40.33	22473.24
PRE-002	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	35712.00	1.60	57144.91
PRE-003	Derrocamiento de infraestructura vial existente	m3	519.21	4.61	2391.28
PRE-004	Desalojo de material carga mecánica-volqueta	m3	519.21	6.11	3171.38
PRE-005	Construcción de campamento y baterías sanitarias	glb	1.00	2700.00	2700.00
B.- SUBESTRUCTURA					\$ 1 818 716
SUB-001	Suministro e hincado de pilotes prefabricados 14 m	ml	2464.00	550.00	1355198.82
SUB-002	Excavación a máquina de suelo natural	m3	1416.96	6.41	9080.67
SUB-003	Relleno compactado con material de mejoramiento importado y maquinaria	m3	686.16	16.98	11650.93
SUB-004	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, replantillos	m3	70.85	120.59	8543.86
SUB-005	Acero de refuerzo (zapatas, pilas, viga cabezal) fy=4200 kg/cm2	kg	136629.38	1.99	272054.23
SUB-006	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, zapatas	m3	546.48	157.25	85933.28
SUB-007	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, pilas	m3	111.92	157.25	17599.79
SUB-008	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, estribos	m3	200.26	157.25	31490.00
SUB-009	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, viga cabezal	m3	172.75	157.25	27164.09
C.- SUPERESTRUCTURA					\$ 1 447 353
SUP-001	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, losa	m3	1774.08	149.19	264682.67
SUP-002	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, barreras	m3	191.52	159.81	30606.17
SUP-003	Acero de refuerzo losa fy=4200 kg/cm2	kg	4976.45	1.53	7594.48
SUP-004	Fabricación, suministro e instalación de placas de neopreno tipo Stup (40x40x10 cm)	u	88.00	399.79	35181.70
SUP-005	Suministro e instalación de junta de dilatación Transflex N250	u	22.00	598.54	13167.79
SUP-006	Suministro, fabricación y montaje de acero estructural ASTM A-572	kg	247200.00	4.21	1041757.16
SUP-007	Instalación de Tubo PVC D=10 cm para drenaje	ml	266.00	16.42	4368.73
SUP-008	Asfalto RC-250 para imprimación	m2	3840.00	1.39	5348.68
SUP-009	Capa de rodadura de hormigón asfáltico e=5cm	m2	3840.00	11.63	44645.47
D.- ACCESOS					\$ 311 175
ACC-001	Base clase 1 (e=20 cm) incluye tendida, hidratación y compactación.	m3	545.60	19.36	10564.89
ACC-002	Suministro e instalación de geofoam EPS	m3	2518.72	119.24	300334.81
ACC-003	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos	m3	2.28	120.59	275.07
E.- RETORNOS					\$ 40 215
RET-001	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos	m3	15.34	120.59	1850.20
RET-002	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, islas para retornos	m3	231.89	120.59	27965.06
E.- CONTROL DE CALIDAD					\$ 5 200
CAL-001	Muestreo y ensayos de cilindros de hormigón	u	208.00	25.00	5200.00
				Costo Directo	\$ 3 710 539.34
				Costo Indirecto + Utilidad (20%)	\$ 742 107.87
				Subtotal	\$ 4 452 647.21
				IVA (12%)	\$ 534 317.66
				Total	\$ 4 986 964.87

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Cerramiento provisional de galvalumen			UNIDAD:	ml
RUBRO:	PRE-001	RENDIMIENTO:	0.5	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Herramientas menores	5%	\$ 5.83	0.29	1.000	0.29
			0.00	0.500	0.00
			0.00	0.500	0.00
			0.00	0.500	0.00
			0.00	0.500	0.00
			0.00	0.500	0.00
TOTAL (E)					0.29
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.500	3.60
D2 Albañil	1	\$ 3.65	3.65	0.500	1.83
C1 Maestro mayor	0.2	\$ 4.04	0.81	0.500	0.40
TOTAL (F)					5.83
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Planchas metálicas galvalumen e=0.4 mm	m2	2.40	\$ 10.52	25.25	
Tiras de madera	UNIDAD	5.40	\$ 1.66	8.96	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (G)					34.21
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					40.33

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Replanteo y nivelación con equipo topográfico			UNIDAD:	m2
RUBRO:	PRE-002	RENDIMIENTO:	0.04	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Estación total	2	\$ 4.45	8.90	0.040	0.36
Herramienta menor	5%	\$ 0.90	0.04	1.000	0.04
			0.00	0.040	0.00
TOTAL (E)					0.40
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.040	0.58
C1 Topógrafo	2	\$ 4.04	8.08	0.040	0.32
TOTAL (F)					0.90
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Materiales miscelaneos	glb	0.03	\$ 10.00	0.30	
				0.00	
TOTAL (G)					0.30
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1.600

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Derrocamiento de infraestructura vial existente			UNIDAD:	m3
RUBRO:	PRE-003	RENDIMIENTO:	0.06	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Retroexcavadora con martillo	1	\$ 58.98	58.98	0.060	3.54
Herramienta menor	5%	\$ 1.02	0.05	1.000	0.05
			0.00	0.060	0.00
TOTAL (E)					3.59
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.060	0.43
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.060	0.02
C1 Operador Retroexcavadora	1	\$ 4.04	4.04	0.060	0.24
C1 Chofer volqueta	1	\$ 5.29	5.29	0.060	0.32
TOTAL (F)					1.02
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					4.606

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Desalajo de material carga mecánica-volqueta			UNIDAD:	m3
RUBRO:	PRE-004	RENDIMIENTO:	0.058	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Excavadora 2 m3	1	\$ 58.98	58.98	0.058	3.42
Volqueta 8 m3	1	\$ 12.00	12.00	0.058	0.70
Herramienta menor	5%	\$ 0.98	0.05	1.000	0.05
TOTAL (E)					4.17
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.058	0.42
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.058	0.02
C1 Operador Retroexcavadora	1	\$ 4.04	4.04	0.058	0.23
C1 Chofer volqueta	1	\$ 5.29	5.29	0.058	0.31
TOTAL (F)					0.98
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	DMT	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.
Transporte en volqueta	3	m3	1	\$ 0.32	0.96
TOTAL (H)					0.96
TOTAL COSTOS DIRECTOS					6.108

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Construcción de campamento y baterías sanitarias			UNIDAD:	glb
RUBRO:	PRE-005	RENDIMIENTO:	1	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Baterías sanitarias y campamento	1	\$2,700.00	2,700.00	1.000	2,700.00
			0.00	1.000	0.00
TOTAL (E)					2,700.00
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
		\$ 3.60	0.00	1.000	0.00
TOTAL (F)					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORT					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					2,700.000

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Suministro e hincado de pilotes prefabricados 15 m			UNIDAD:	ml
RUBRO:	SUB-001	RENDIMIENTO:	0.292	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Subcontratado, Suministro e hincado de pilotes prefabricados	1	\$1,883.56	1,883.56	0.292	550.00
			0.00	0.292	0.00
TOTAL (E)					550.00
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
		\$ 3.60	0.00	0.292	0.00
TOTAL (F)					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORT					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					550.000

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Excavación a máquina de suelo natural			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-002	RENDIMIENTO:	0.09	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Excavadora 2 m3	1	\$ 58.98	58.98	0.090	5.31
Herramienta menor	5%	1.05	0.05	1.000	0.05
TOTAL (E)					5.36
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.090	0.65
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.090	0.04
C1 Operador excavadora	1	\$ 4.04	4.04	0.090	0.36
TOTAL (F)					1.05
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					6.409

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Relleno compactado con material de mejoramiento			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-003	RENDIMIENTO:	0.15	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Motoniveladora 120 HP	1		30.54	0.150	4.58
Tanquero de agua	1		8.92	0.150	1.34
Rodillo vibratorio 100DB	1		19.77	0.150	2.97
Herramienta menor	5%	3.69	0.18	1.000	0.18
			0.00	0.150	0.00
			0.00	0.150	0.00
TOTAL (E)					9.07
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	3	\$ 3.60	10.80	0.150	1.62
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.150	0.06
C1 Chofer profesional licencia tipo D	1	\$ 5.29	5.29	0.150	0.79
C1 Operador Compactadora	2	\$ 4.04	8.08	0.150	1.21
TOTAL (F)					3.69
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Material de préstamo importado mediano	m3	1.30	\$ 3.25	4.23	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (G)					4.23
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					16.980

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, replantillos			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-004	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1		2.15	0.670	1.44
Herramienta menor	5%	14.81	0.74	1.000	0.74
TOTAL (E)					2.18
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					14.81
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c= 180 kg/cm2	m3	1.05	\$ 98.67	103.60	
					0.00
TOTAL (G)					103.60
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
					0.00
					0.00
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					120.594

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Acero de refuerzo (zapatas, pilas, viga cabezal)			UNIDAD:	kg
RUBRO:	SUB-005	RENDIMIENTO:	0.02	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Cortadora y dobladora de hierro	2	\$ 4.25	8.50	0.020	0.17
Herramienta menor	5%	\$ 0.73	0.04	1.000	0.04
			0.00	0.020	0.00
TOTAL (E)					0.21
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	6	\$ 3.60	21.60	0.020	0.43
D2 Ferrero	4	\$ 3.65	14.60	0.020	0.29
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.020	0.01
TOTAL (F)					0.73
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.05	\$ 0.95	1.00	
Alambre recocido para amarrar	kg	0.05	\$ 1.10	0.06	
				0.00	
TOTAL (G)					1.05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1.991

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, zapatas			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-006		RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1	\$ 2.15	2.15	0.670	1.44
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.670	11.22
Herramienta menor	5%	\$ 19.70	0.99	1.000	0.99
TOTAL (E)					13.65
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
D2 Encofrador	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					19.70
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					157.249

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, pilas			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-007	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1	\$ 2.15	2.15	0.670	1.44
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.670	11.22
Herramienta menor	5%	\$ 19.70	0.99	1.000	0.99
TOTAL (E)					13.65
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
D2 Carpintero		\$ 3.65	0.00	0.670	0.00
D2 Encofrador	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					19.70
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					157.249

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, estribos			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-008	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1	\$ 2.15	2.15	0.670	1.44
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.670	11.22
Herramienta menor	5%	\$ 19.70	0.99	1.000	0.99
TOTAL (E)					13.65
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
D2 Carpintero		\$ 3.65	0.00	0.670	0.00
D2 Encofrador	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					19.70
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					157.249

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, viga cabezal			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUB-009		RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1	\$ 2.15	2.15	0.670	1.44
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.670	11.22
Herramienta menor	5%	\$ 19.70	0.99	1.000	0.99
			0.00	0.670	0.00
TOTAL (E)					13.65
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
D2 Encofrador	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					19.70
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					157.249

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, losa			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUP-001	RENDIMIENTO:	0.22	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	3	\$ 2.15	6.45	0.220	1.42
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.220	3.69
Herramienta menor	5%	\$ 19.23	0.96	1.000	0.96
TOTAL (E)					6.07
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	12	\$ 3.60	43.20	0.220	9.50
D2 Albañil	6	\$ 3.65	21.90	0.220	4.82
D2 Encofrador	6	\$ 3.65	21.90	0.220	4.82
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.220	0.09
TOTAL (F)					19.23
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					149.194

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, barreras			UNIDAD:	m3
RUBRO:	SUP-002	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1	\$ 2.15	2.15	0.670	1.44
Equipo de encofrado	1	\$ 16.75	16.75	0.670	11.22
Herramienta menor	5%	\$ 22.14	1.11	1.000	1.11
			0.00	0.670	0.00
TOTAL (E)					13.77
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
D2 Encofrador	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	1	\$ 4.04	4.04	0.670	2.71
TOTAL (F)					22.14
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2	m3	1.05	\$ 118.00	123.90	
				0.00	
TOTAL (G)					123.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					159.807

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Acero de refuerzo (losa, barreras) fy=4200 kg/cm2			UNIDAD:	kg
RUBRO:	SUP-003	RENDIMIENTO:	0.01	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Cortadora y dobladora de hierro	1	\$ 4.25	4.25	0.010	0.04
Herramienta menor	5%	\$ 0.19	0.01	1.000	0.01
TOTAL (E)					0.05
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	3	\$ 3.60	10.80	0.010	0.11
D2 Ferrero	2	\$ 3.65	7.30	0.010	0.07
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.010	0.00
TOTAL (F)					0.19
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.05	\$ 0.95	1.00	
Alambre recocido para amarrar	kg	0.05	\$ 1.10	0.06	
TOTAL (G)					1.05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1.289

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Placas de neopreno tipo Stup (45x45x10 cm)			UNIDAD:	u
RUBRO:	SUP-004	RENDIMIENTO:	1.6	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Subcontratado: Fabricación, suministro e instalación de placas de neopreno tipo Stup (45x45x10 cm)	1	\$ 249.87	249.87	1.600	399.79
			0.00	1.600	0.00
TOTAL (E)					399.79
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón		\$ 3.60	0.00	1.600	0.00
TOTAL (F)					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					399.792

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Suministro e instalación de junta de dilatación			UNIDAD:	u
RUBRO:	SUP-005	RENDIMIENTO:	0.8	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Suministro e instalación de junta de dilatación Transflex N250	1	\$ 748.17	748.17	0.800	598.54
TOTAL (E)					598.54
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón		\$ 3.60	0.00	0.800	0.00
TOTAL (F)					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					598.536

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Suministro, fabricación y montaje de acero estructural			UNIDAD:	kg
RUBRO:	SUP-006	RENDIMIENTO:	0.087	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Cortadora	1	\$ 4.17	4.17	0.087	0.36
Soldadora 450 A	1	\$ 7.03	7.03	0.087	0.61
Equipo de montaje			0.00	1.000	0.96
TOTAL (E)					1.93
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	1	\$ 3.60	3.60	0.087	0.31
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.087	0.04
C1 Topógrafo	1	\$ 4.04	4.04	0.087	0.35
TOTAL (F)					0.70
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Acero en perfiles A-588	kg	1.00	\$ 1.58	1.58	
Soldadura	kg	0.05		0.00	
TOTAL (G)					1.58
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					4.214

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Instalación de Tubo PVC 110 mm para drenaje			UNIDAD:	kg
RUBRO:	SUP-007	RENDIMIENTO:	0.2	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Herramienta menor	5%	\$ 3.70	0.19	0.200	0.04
			0.00	0.200	0.00
TOTAL (E)					0.04
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	3	\$ 3.60	10.80	0.200	2.16
D2 Plomero	2	\$ 3.65	7.30	0.200	1.46
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.200	0.08
TOTAL (F)					3.70
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Tubería PVC 110 mm	UNIDAD	1.05	\$ 6.25	6.56	
nion PVC 110 mm	UNIDAD	0.25	\$ 4.20	1.05	
Polipega	Gln	0.01	\$ 59.43	0.30	
TOTAL (G)					7.91
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					11.647

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Asfalto RC-250 para imprimación			UNIDAD:	m2
RUBRO:	SUP-008	RENDIMIENTO:	0.005	hora/unida	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Equipo distribuidor asfalto	1	\$ 86.95	86.95	0.005	0.43
Herramientas menores	5%	\$ 0.06	0.00	0.005	0.00
			0.00	0.005	0.00
TOTAL (E)					0.43
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.005	0.04
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.005	0.00
C1 Operador Distribuidor de asfalto	1	\$ 4.04	4.04	0.005	0.02
TOTAL (F)					0.06
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Diesel	Gln	0.05	\$ 1.03	0.05	
Asfalto RC-250	L	0.84	\$ 1.01	0.85	
				0.00	
TOTAL (G)					0.90
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1.393

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Capa de rodadura de hormigón asfáltico e= 5cm			UNIDAD:	m2
RUBRO:	SUP-009		RENDIMIENTO:	0.006	hora/unida
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Cargadora Frontal	1	\$ 35.20	35.20	0.006	0.21
Rodillo compactador	1	\$ 31.20	31.20	0.006	0.19
Planta de asfalto	1	\$ 88.00	88.00	0.006	0.53
Distribuidor de asfalto	1	\$ 70.00	70.00	0.006	0.42
Terminadora de asfalto	1	\$ 52.80	52.80	0.006	0.32
			0.00	0.006	0.00
TOTAL (E)					1.66
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	3	\$ 3.60	10.80	0.006	0.06
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.006	0.00
C1 Operador excavadora	1	\$ 4.04	4.04	0.006	0.02
C1 Operador pavimentadora	3	\$ 4.04	12.12	0.006	0.07
C1 Operador Compactadora	1	\$ 4.04	4.04	0.006	0.02
TOTAL (F)					0.19
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Fino cribado	m3	0.10	\$ 13.50	1.35	
Material granular	m3	0.10	\$ 13.50	1.35	
Diesel	Gln	2.84	\$ 1.03	2.93	
Asfalto AP-3 RC-350	kg	10.92	\$ 0.38	4.15	
					0.00
TOTAL (G)					9.77
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					11.626

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Base clase 1 (e=20 cm) incluye tendida, hidratación y			UNIDAD:	m3
RUBRO:	ACC-001	RENDIMIENTO:	0.045	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIENT O R	COST O UNIT.
Motoniveladora 120 HP	1	\$ 30.54	30.54	0.045	1.37
Tanquero de agua	1	\$ 8.92	8.92	0.045	0.40
Rodillo vibratorio	1	\$ 19.77	19.77	0.045	0.89
Herramienta menor	5%	\$ 0.94	0.05	0.045	0.00
			0.00	0.045	0.00
			0.00	0.045	0.00
TOTAL (E)					2.67
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIENT O R	COST O UNIT.
E2 Peón	2	\$ 3.60	7.20	0.045	0.32
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.045	0.02
C1 Operador motoniveladora	1	\$ 4.04	4.04	0.045	0.18
C1 Chofer profesional licencia tipo D	1	\$ 5.29	5.29	0.045	0.24
C1 Operador Compactadora	1	\$ 4.04	4.04	0.045	0.18
TOTAL (F)					0.94
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Subase granular clase 1	m3	1.25	\$ 12.50	15.63	
Agua	m3	0.03	\$ 4.25	0.13	
TOTAL (G)					15.75
TRANSPORTE					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					19.364

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Suministro e instalación de geofoam EPS			UNIDAD:	m3
RUBRO:	ACC-002	RENDIMIENTO:	0.029	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Herramientas menores	5%	\$ 0.85	0.04	0.029	0.00
Provisión y servicio de logística	1	\$ 118.39	118.39	1.000	118.39
TOTAL (E)					118.39
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	6	\$ 3.60	21.60	0.029	0.63
D2 Carpintero	2	\$ 3.65	7.30	0.029	0.21
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.029	0.01
TOTAL (F)					0.85
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORT					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					119.241

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos			UNIDAD:	m3
RUBRO:	ACC-003	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIE NTO R	COSTO UNIT. D = C x R
Vibrador eléctrico	1		2.15	0.670	1.44
Herramienta menor	5%	14.81	0.74	1.000	0.74
			0.00	0.670	0.00
TOTAL (E)					2.18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/H B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIE NTO R	COSTO UNIT. D = C x R
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					14.81
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARIO B	COSTO UNIT. C = A x B	
Hormigón premezclado f'c= 180 kg/cm2	m3	1.05	\$ 98.67	103.60	
				0.00	
TOTAL (G)					103.60
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIFA B	COSTO UNIT. C = A x B	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					120.594

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos			UNIDAD:	m3
RUBRO:	RET-001	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1		2.15	0.670	1.44
Herramienta menor	5%	14.81	0.74	1.000	0.74
TOTAL (E)					2.18
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					14.81
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c= 180 kg/cm2	m3	1.05	\$ 98.67	103.60	
					0.00
TOTAL (G)					103.60
TRANSPORT					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
					0.00
					0.00
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					120.594

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, islas para retornos			UNIDAD:	m3
RUBRO:	RET-002	RENDIMIENTO:	0.67	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
Vibrador eléctrico	1		2.15	0.670	1.44
Herramienta menor	5%	14.81	0.74	1.000	0.74
TOTAL (E)					2.18
MANO DE					
DESCRIPCION	CANTIDA D A	JORNAL/ H B	COST O HORA	RENDIMIEN T O R	COST O UNIT.
E2 Peón	4	\$ 3.60	14.40	0.670	9.65
D2 Albañil	2	\$ 3.65	7.30	0.670	4.89
C1 Maestro mayor	0.1	\$ 4.04	0.40	0.670	0.27
TOTAL (F)					14.81
MATERIALES					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	PRECIO UNITARI O B	COST O UNIT.	
Hormigón premezclado f'c= 180 kg/cm2	m3	1.05	\$ 98.67	103.60	
TOTAL (G)					103.60
TRANSPORT					
DESCRIPCIO N	UNIDAD	CANTIDA D A	TARIF A B	COST O UNIT.	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS					120.594

PASO ELEVADO AV. SAMBORONDÓN					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
DESCRIPCIÓN:	Muestreo y ensayos de cilindros de hormigón			UNIDAD:	u
RUBRO:	CAL-001	RENDIMIENTO:	1	hora/unidad	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C x R
Muestreo y ensayos de cilindros de hormigon: Temperatura, ensayo de rotura, revenimiento.	1	\$ 25.00	25.00	1.000	25.00
			0.00	1.000	0.00
			0.00	1.000	0.00
			0.00	1.000	0.00
			0.00	1.000	0.00
			0.00	1.000	0.00
TOTAL (E)					25.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H B	COSTO HORA C = A x B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C x R
E2 Peón		\$ 3.60	0.00	1.000	0.00
TOTAL (F)					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO UNIT. C = A x B	
				0.00	
TOTAL (G)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO UNIT. C = A x B	
				0.00	
				0.00	
TOTAL (H)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (E+F+G+H)					25.000

APÉNDICE C: CÁLCULO DE CANTIDADES

Cubicación y metraje de cantidades

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES		
PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
PRE-001	Cerramiento provisional de galvalumen	ml

ITEM	CANTIDAD	LARGO <i>(m)</i>	ANCHO <i>(m)</i>	Perímetro <i>(m)</i>	Total <i>(m)</i>
1	1	250.00	28.6	557.20	557.2
SUMA TOTAL					557.2

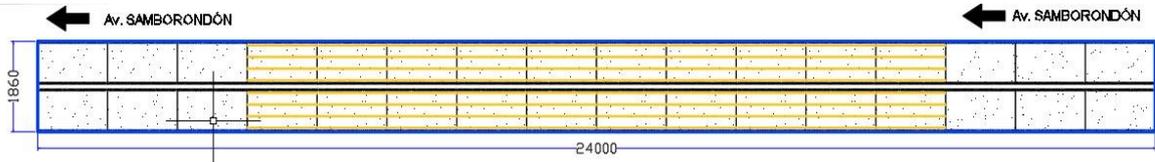
24000

Observación: Se considera un sobrecancho de 5 m para permitir libre flujo de equipos y personal

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
PRE-002	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2

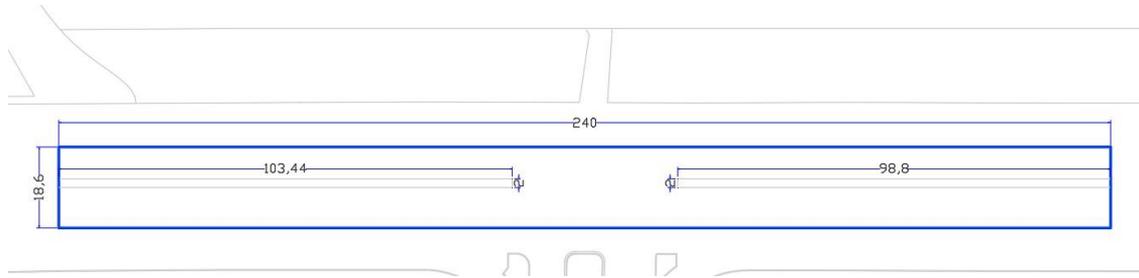
ITEM	CANTIDAD	LARGO <i>(m)</i>	ANCHO <i>(m)</i>	Área <i>(m2)</i>	Total <i>(m2)</i>
1	8	240.00	18.6	4464.00	35712
SUMA TOTAL					35712



Observación: Se considera una cantidad de 8 los cuales corresponden a: replanteo inicial, pilotes, zapatas, pilas y viga cabezal, apoyos elastoméricos, vigas, losa y pavimento.

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

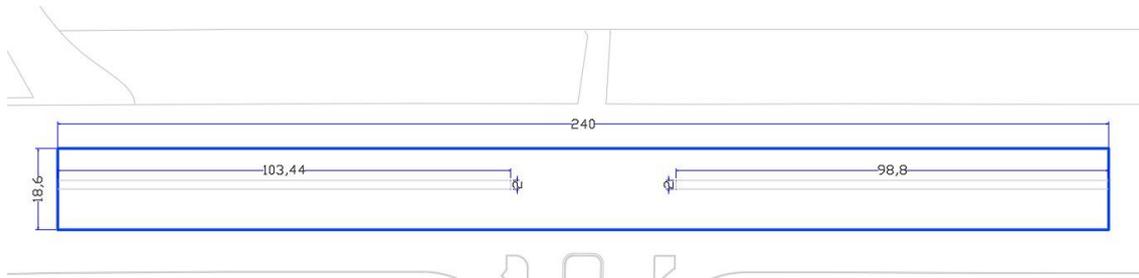
PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE					
RUBRO:	DESCRIPCION					UNIDAD
PRE-003	Derrocamiento de infraestructura vial existente					m3
ITEM	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	Espesor	Volumen	Total
		<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m3)</i>	<i>(m3)</i>
Parterre 1	1	103.44	2	0.18	37.2	37.24
Parterre 2	1	98.80	2	0.18	35.6	35.57
Pavimento	1	240	18.6	0.10	446.4	446.40
SUMA TOTAL						519.21



Observación: Se considera volumen de pavimento y parterre

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

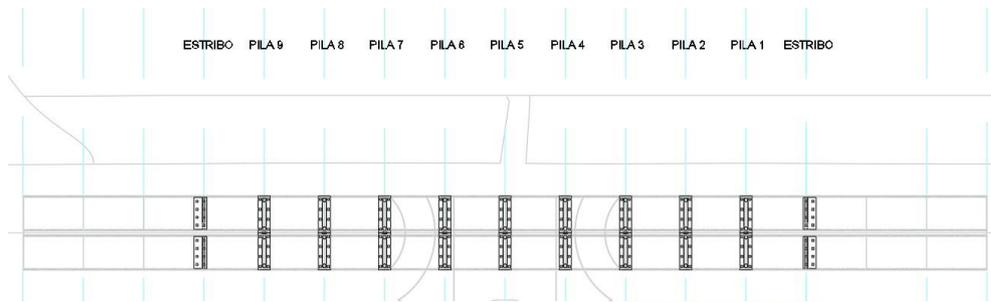
PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE					
RUBRO:	DESCRIPCION					UNIDAD
PRE-004	Desalojo de material carga mecánica-volqueta					m3
ITEM	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	Espesor	Volumen	Total
		<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m3)</i>	<i>(m3)</i>
Parterre 1	1	103.44	2	0.18	37.2	37.24
Parterre 2	1	98.80	2	0.18	35.6	35.57
Pavimento	1	240	18.6	0.10	446.4	446.40
SUMA TOTAL						519.21



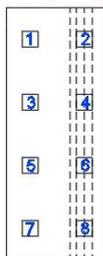
Observación: Se considera que volumen derrocado será igual al desalojado con carga mecánica

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE				
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD			
SUB-001	Suministro e hincado de pilotes prefabricados 14 m	ml			
ITEM	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	Espesor	Total
		(m)	(m)	(m)	(m)
Pilote Estribos	32	14.00	-	-	448.00
Pilote Pilas	144	14.00			2016.00
SUMA TOTAL					2464.00



Número de pilotes por estribo



Número de pilotes por pilas

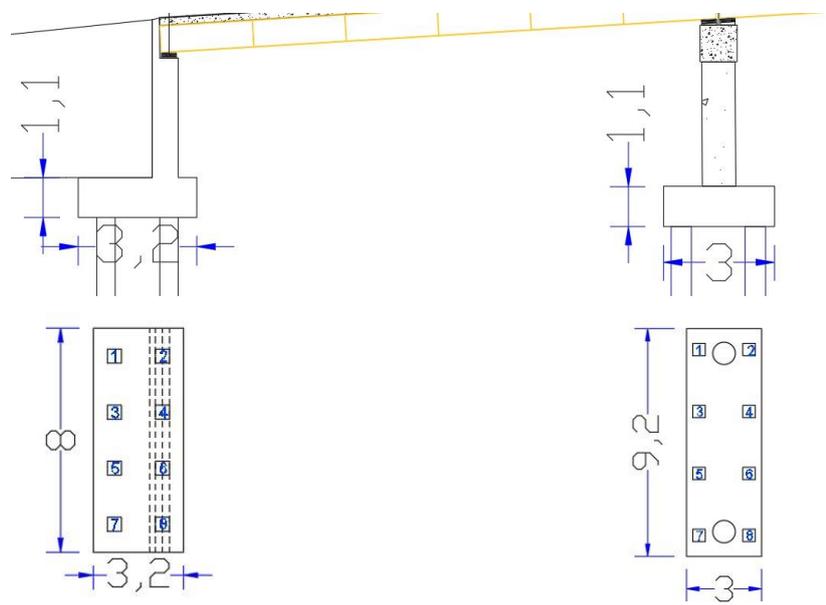


Observación: Se considera el hincado de pilotes tanto para los estribos como para pilas

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-002	Excavación a máquina de suelo natural	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)
Estribos	4	9.00	4.2	1.60	241.92
Pilas	18	10.20	4	1.60	1175.04
SUMA TOTAL					1416.96



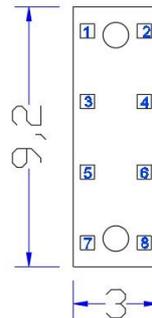
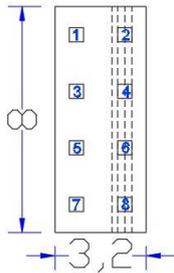
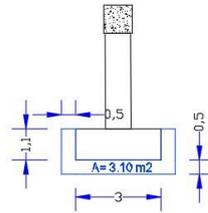
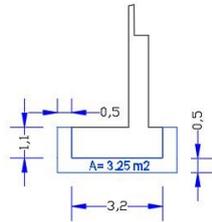
Observación: Se considera un espesor adicional de 0.5 m para descabezado de pilote y conexión con zapata; y un sobrecancho de excavación de 0.5 m a cada lado

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-003	Relleno compactado con material de mejoramiento importado y maquinaria	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Estribos	4	9.00	3.25	117.00
Pilas	18	10.20	3.1	569.16
SUMA TOTAL				686.16



Observación: Se considera el área que no es cubierta por las zapatas

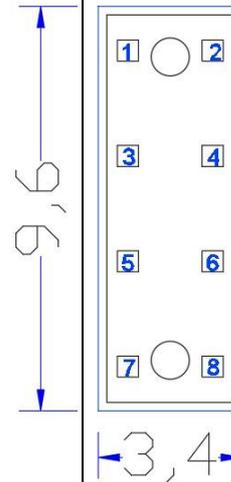
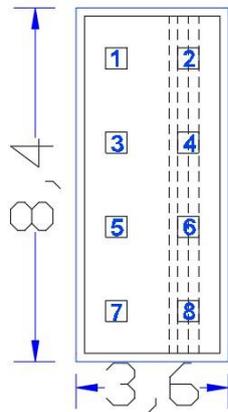
ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-004	Hormigón premezclado f' c=180 kg/cm2, replantillos	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	Ancho (m)	Espesor (m)	Volumen (m3)
Estribos	4	8.40	3.6	0.10	12.10
Pilas	18	9.60	3.4	0.10	58.75
SUMA TOTAL				0.20	70.85

Estribos



Observación: Se considera un sobrecanto de replantillo

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-005	Acero de refuerzo (zapatas, pilas, viga cabezal) fy=4200 kg/cm2	kg

ZAPATAS DE PILAS					
Num. Varillas	Diámetro de varilla (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso lineal (kg/m)	Peso total (kg)
10.00	25	10.3	206	3.85	793.72
27	25	4.1	221.4	3.85	852.39
4.00	14	10.3	82.4	1.2	98.88
Total					1784.35

En 18 pares de pilas 32118.26 Kg

ESTRIBOS					
Num. Varillas	Diámetro de varilla (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso lineal (kg/m)	Peso total (kg)
25.00	22	5	250	3.85	963.25
25	22	9	225	3.85	866.25
7.00	14	0.8	11.2	1.2	13.44
5	14	9.2	92	1.2	110.40
30	18	9.2	276	1.998	551.45
40	18	5	200	1.998	399.60
Total					2904.39

En 4 estribos 11617.55 Kg

PILAS						
Num. Varillas	Diámetro de varilla (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso lineal (kg/m)	Peso total (kg)	
P3-P7	20	25	7.5	300	3.85	1155.90
P2-P8	20	25	6	240	3.85	924.00
P1-P9	20	25	4.5	180	3.85	693.00
P3-P7	75	14	2.51	376.5	1.2	451.80
P2-P8	60	14	2.51	301.2	1.2	361.44
P1-P9	46	14	2.51	230.92	1.2	277.10
Total					3863.24	

En 18 pares de pilas 69538.39 Kg

VIGAS CABEZAL					
Num. Varillas	Diámetro de varilla (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso lineal (kg/m)	Peso total (kg)
8	25	9.5	152	3.85	585.66
4	14	9.5	76	1.2	91.20
60	14	3.6	216	1.2	259.20
Total					936.06

En 18 vigas cabezal 16849.01 Kg

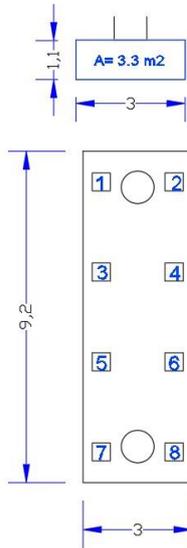
ACERO DE REFURZO TOTAL	136629.88	kg
-------------------------------	------------------	-----------

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-006	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, zapatas	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m ²)	Volumen (m ³)
1	18	9.20	3.3	546.48
SUMA TOTAL				546.48



Observación:

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-007	Hormigón premezclado f' c=280 kg/cm2, pilas	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO	ÁREA	Volumen
		<i>(m)</i>	<i>(m2)</i>	<i>(m3)</i>
P1-P9	8	3.40	0.636	17.30
P2-P8	8	4.30	0.636	21.88
P3-P7	20	5.3	0.636	67.42
SUBTOTAL				106.59
TOTAL				111.92

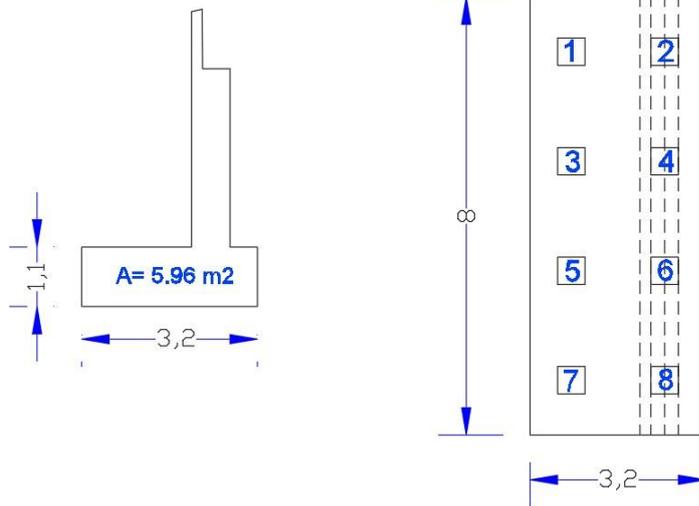
Observación: Se considera la sección libre de la pila, el cálculo de hormigón de las secciones empotradas es calculado con las vigas cabezal y zapatas

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUB-008	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, estribos	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Estribo	4	8.00	5.96	190.72
SUBTOTAL				190.72
TOTAL				200.26



Observación:

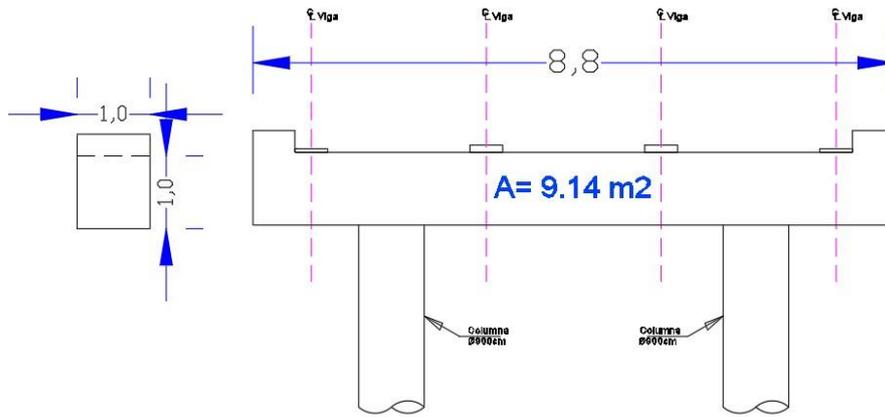
ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO: DESCRIPCION **UNIDAD**

SUB-009 Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, viga cabezal **m3**

ITEM	CANTIDAD	PROFUNDIDAD (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Viga Cabezal	18	1.00	9.14	164.52
SUBTOTAL				164.52
TOTAL				172.73



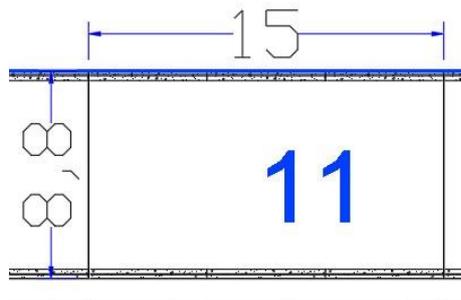
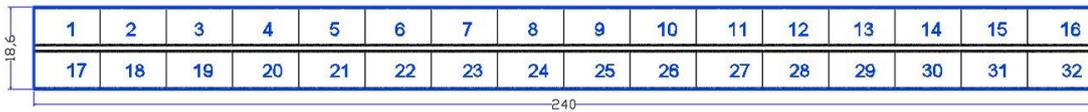
Observación:

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-001	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, losa	m3

ITEM	CANTIDAD	ESPESOR (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Paños Losa	64	0.20	132	1689.60
SUBTOTAL				1689.60
TOTAL				1774.08



Observación:

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-002	Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm2, barreras	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Barreras	4	240.00	0.19	182.40
SUBTOTAL				182.40
TOTAL				191.52



Observación:

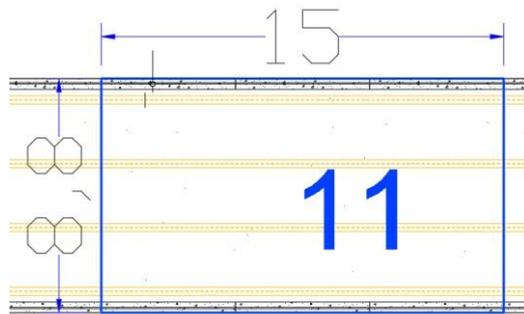
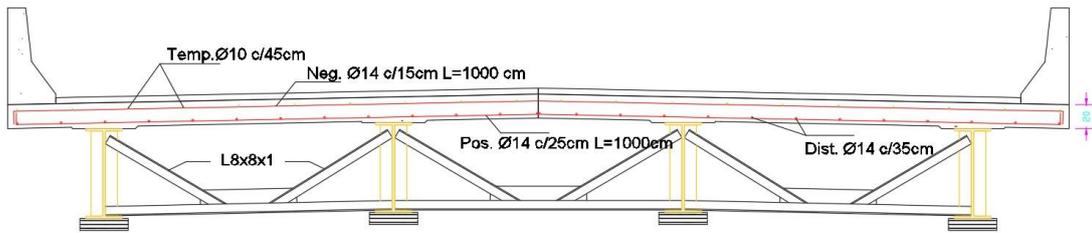
ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-003	Acero de refuerzo losa $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg

PAÑO DE LOSA					
Num. Varillas	Diámetro de varilla (mm)	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso lineal	Peso total
				(kg/m)	(kg)
60.00	14	10.3	1236	1.20	1483.20
26	14	15.5	806	1.20	967.20
60.00	14	10.3	1236	1.2	1483.20
33	10	10.3	679.8	0.62	421.48
20	10	15.5	620	0.62	384.40
Total				4739.48	4739.48

En 64 paños 4976.45 Kg



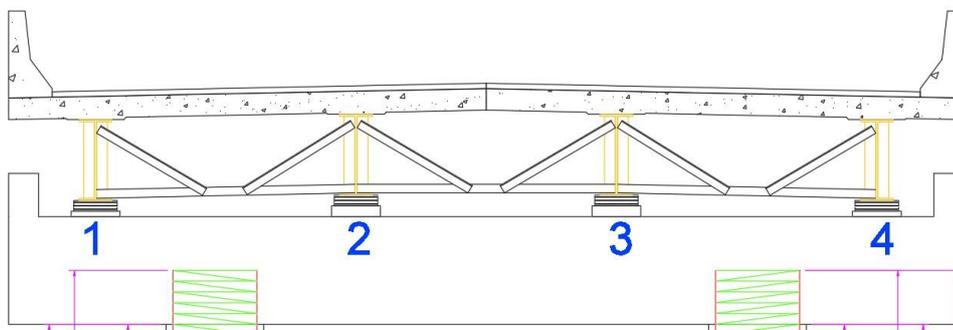
Vista en Planta

ACERO DE REFURZO TOTAL	4976.45	kg
-------------------------------	----------------	-----------

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-004	Fabricación, suministro e instalación de placas de neopreno tipo Stup (45x45x10 cm)	u

APOYOS		
Num. Apoyos en de pila/estribo Unidades	Num. Estribos/Apoyos	Total
4 00	22	88



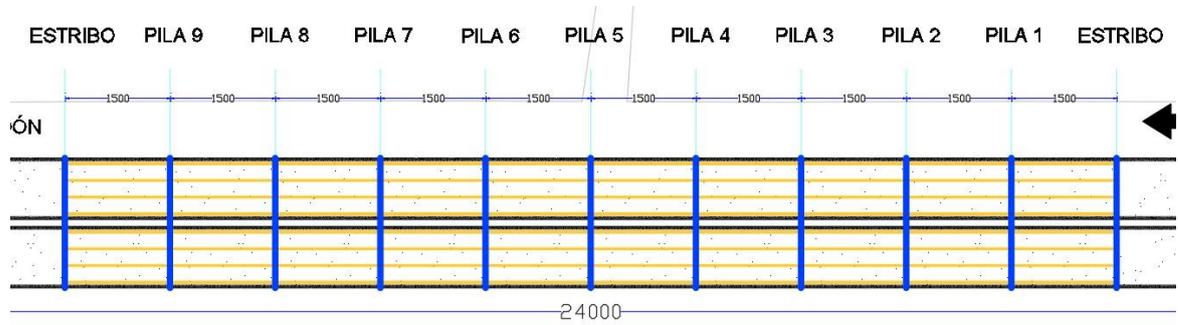
ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO: DESCRIPCIÓN UNIDAD

SUP-005 Suministro e instalación de junta de dilatación Transflex N250 u

JUNTAS DE DILATACIÓN	
Num. Juntas por paso elevado	Total de Unidades
11.00	22



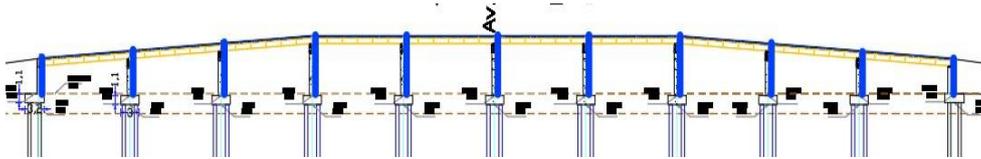
Observación Cada línea sombreada representa la posición de la junta

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-007	Instalación de Tubo PVC D=10 cm para drenaje	ml

ITEM	CANTIDAD	LONGITUD UD
TOTAL		
<i>(m)</i>		
Tubería AALL	44	266.00

SUMA TOTAL 266

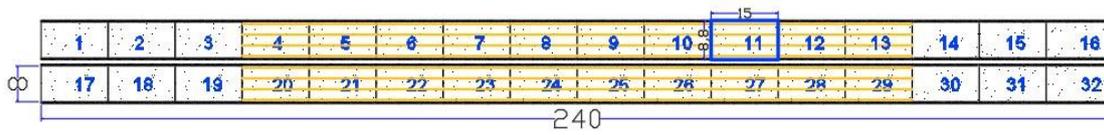


Observación: Se considera que a cada lado del puente habrá una bajante de AALL, representado con línea azul

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO:	DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE	
RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
SUP-008	Asfalto RC-250 para imprimación	m2

Largo (m)	Ancho (m)	Área total (m3)
240	8	1920.00
SUMA TOTAL		3840



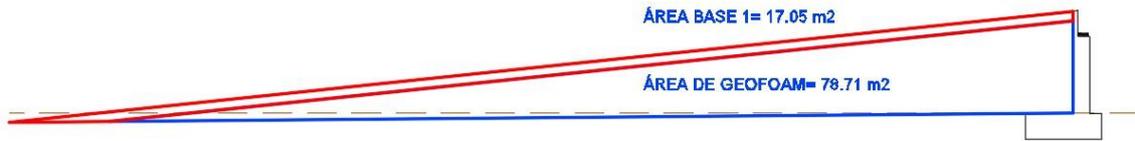
Observación: Se considera el área comprendida entre las barreras del puente, y dicho valor multiplicado por 2, número de calzadas.

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
ACC-001	Base clase 1 (e=20 cm) incluye tendida, hidratación y compactación.	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m ²)	Volumen (m ³)
Base	4	8.00	17.05	545.60
TOTAL				545.60



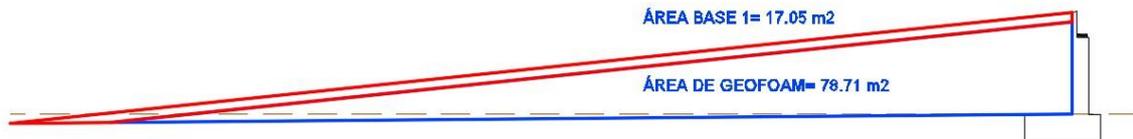
Observación:

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
ACC-002	Suministro e instalación de geofoam EPS	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m ²)	Volumen (m ³)
Geofoam	4	8.00	78.71	2518.72
TOTAL				2518.72



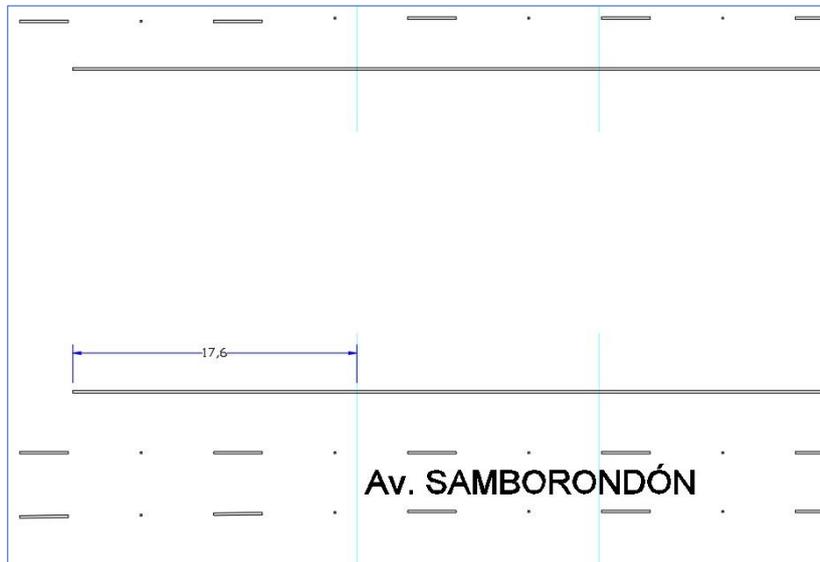
Observación:

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
ACC-003	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos	m3

ITEM	CANTIDAD	LARGO (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Geofoam	4	17.60	0.0324	2.28
TOTAL				2.28



Observación: Corresponde a una extensión de la barrera, que se reduce a una sección de 18x18 cm

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
RET-001	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, bordillos	m3

ITEM	Metros lineales <i>(m)</i>	ÁREA <i>(m2)</i>	Volumen <i>(m3)</i>
Bordillo Retornos	473.53	0.0324	15.34
TOTAL			15.34

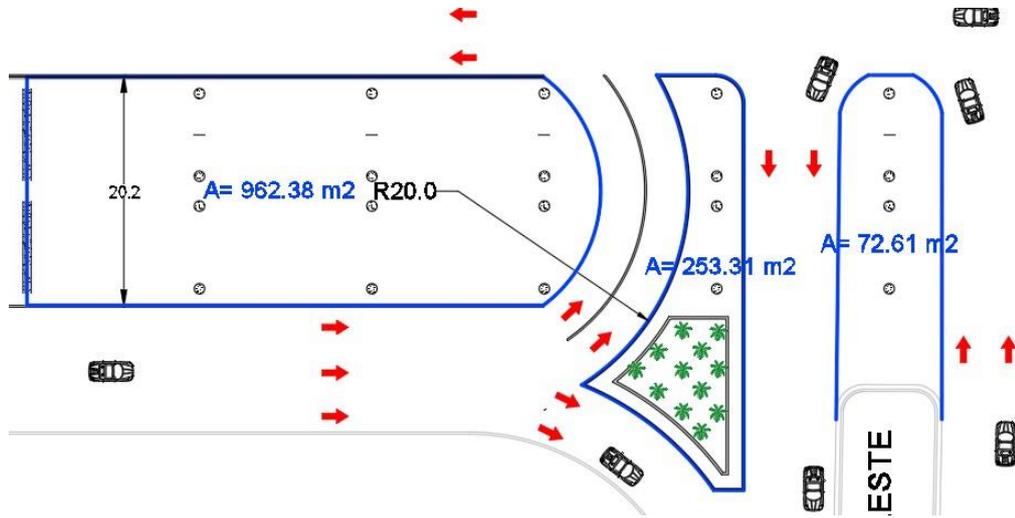
Observación: Corresponde a los bordillos que conforman los retorno debajo del paso elevado, tienen una sección de 18x18 cm

ANEXOS Y CÁLCULO DE VOLÚMENES

PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE

RUBRO:	DESCRIPCION	UNIDAD
RET-002	Hormigón premezclado f'c=180 kg/cm2, islas para retornos	m3

ITEM	Cantidad	Esesor (m)	ÁREA (m2)	Volumen (m3)
Retorno	2	0.18	962.38	173.23
Parterre	1	0.18	72.61	13.07
Isla	2	0.18	253.31	45.60
TOTAL				231.89



Observación:

**APÉNDICE D:
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS**

Especificaciones técnicas

Con el fin de garantizar la calidad y rendimiento de materiales, se procede a realizar las especificaciones técnicas de dos rubros relevantes en el proyecto, siendo estos el hormigonado de los elementos estructurales y el acero de refuerzo.

➤ **Hormigón premezclado para elementos estructurales**

Esta actividad pretende dar pautas a seguir en cuanto al tipo de materiales, calidad, y colocación de hormigón en los diferentes elementos estructurales que constituyen al paso elevado. Se entenderá por hormigón a la mezcla homogénea de agregados finos y gruesos, unidos mediante un ligante cementante y agua.

Materiales:

_Se utilizará cemento hidráulico del tipo GU, el cual deberá cumplir con las características y especificaciones descritas por el instituto ecuatoriano de normalización INEN 2380, debido a que se considera un hormigón premezclado, se prevé fiel cumplimiento de las medidas de almacenamiento del cemento, sus tiempos óptimos de uso, así como su proporcionamiento.

Los agregados sean estos finos o gruesos deberán cumplir con las especificaciones descritas por la ASTM C-33. Por lo cual deberán ser sometidos a los respectivos ensayos mínimos como granulometría, densidad seca, densidad aparente, humedad, módulo finura; imprescindible para determinar el proporcionamiento de arena o grava que llevará el hormigón. El agregado grueso será de piedra triturada en cantera, y su medida estará sujeto al tipo de elemento estructural que se vaya a fundir. En general, los agregados deberán ser partículas densas, fuertes, libres de elementos indeseables como terrones de arcillas, limos o material orgánico.

Para un control de los agregados, el contratista está en la posibilidad de solicitar una muestra del material y realizar los respectivos ensayos para definir la calidad de los materiales, conforme las especificaciones y recomendaciones INEN.

El agregado fino deberá presentar un módulo de finura entre 2.4 y 3.1 y su granulometría deberá estar comprendida entre los límites establecidos en la INEN 696.

El agua para utilizarse deberá estar libre material orgánico y de sustancias excesivamente alcalinas o ácidas que pudieran llegar a afectar la resistencia del hormigón.

Dosificación:

La dosificación del hormigón será determinada por un laboratorio de reconocida experiencia, el cual respaldará la calidad de sus materiales empleados y sus equipos requeridos para el correcto mezclado de los materiales, de modo que permita llegar a la consistencia requerida para la colocación del hormigón. La dosificación de los materiales estará sujeta al tipo de elemento estructural que se requiera fundir. Por tanto, el contratista deberá especificar como mínimo el revenimiento requerido, el tiempo de curado, diámetro estimado del agregado, el cual está en función de la separación del acero, y en caso de ser necesario indicar condiciones externas.

La resistencia ofrecida por el laboratorio será corroborada mediante ensayos a la compresión, cada ensayo constituye 4 probetas, las cuales serán sometidas al test de compresión a los 7, 14, 21 y 28 días; aunque podrá considerarse realizar la rotura de un cilindro a los 7 y 14 días; y 2 a los 28, con el fin de poder corroborar la resistencia última del hormigón, pues se espera que a dicha edad el hormigón llegue al 100% de su capacidad. En caso de no llegarse a la resistencia esperada, se tomarán testigos que permitan definir la viabilidad de mantener o no dicho hormigón.

Colocación o vaciado:

Previo a la colocación del hormigón, las superficies deben estar libre de agua estancada, aceites, lodos o residuos de material orgánicos. Cuando esté provisto colocar el material en contacto al suelo, se deberá de considerar inicialmente la colocación de un replantillo, lo cual corresponde a una capa fina de hormigón simple de 180 kg/cm². Todo vaciado se realizará en presencia del fiscalizador, y previo a la actividad se deberá considerar contar con el personal y equipos necesarios para una correcta ejecución y control del trabajo, se primará en lo posible realizar un vaciado

continuo, caso contrario el contratista deberá evitar que la interrupción se realice en zonas críticas del elemento estructural.

El proceso de hormigonado deberá estar siempre acompañado de la disposición de un vibrador mecánico, de 2" o 3" de diámetro, con el objetivo de alcanzar la compacidad del hormigón sin llegar a producir la segregación de los materiales. El vibrado siempre se realizará perpendicular a la superficie intervenida, evitando un tiempo prolongado de contacto con la armadura o el encofrado.

Curado del hormigón:

El contratista deberá asegurar los medios y condiciones necesarias para mantener la humedad y temperatura requerida para el correcto curado del hormigón, principalmente durante los primeros días del vaciado, en donde se produce un considerable efecto de liberación de calor, lo cual puede llegar a producir el fisuramiento del hormigón. De forma general se podrá seguir los siguientes métodos de curado, de acuerdo con recomendaciones del ACI: nebulizar agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas o membranas plásticas, uso de productos especiales sellantes que formen una membrana impermeable que evite la liberación de calor y con ello la pérdida de humedad del hormigón, dicho producto deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM C-309.

Equipo y cuadrilla mínima:

Se requerirá de como mínimo de 4 peones, 3 de ellos que dispongan de la manguera para el vaciado del hormigón, 1 peón para el vibrado, 2 albañiles que lo distribuyan uniformemente, y un maestro mayor para la supervisión y organización.

Medición y forma de pago:

La unidad de medida será el m³ de hormigón endurecido, cantidad que corresponde al suministro y colocación del hormigón en sitio. La cantidad indicada en la forma indicada será cancelada conforme lo indique el documento legal pertinente.

➤ **Acero de refuerzo: corte, figurado y armado**

Se entenderá por acero de refuerzo el conjunto de operaciones necesarias para cortar, doblar, figurar ganchos, colocar varillas de acero de construcción y el amarre de las mismas con alambre recocido, que se utilizan para conformación del refuerzo del hormigón armado.

Procedimiento:

El tipo de acero será corrugado de grado extra duro (A-63/42) con un límite de fluencia $F_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$ en todos los elementos de la estructura de hormigón armado: cimentación, pilas, vigas cabezal y losa. Este límite de fluencia deberá tener justificación y descripción en las curvas esfuerzo-deformación. Las varillas de refuerzo cumplirán las siguientes especificaciones:

- INEN-136 Especificaciones Standard para acero estructural.
- ASTM – 370 y 372 Método Standard y definiciones para la prueba de mecánica de productos de acero.
- INEN-102 Especificaciones Standard para varillas corrugadas de acero de lingote para refuerzo de concreto.

Doblado del acero de refuerzo:

El acero de refuerzo se doblará ajustándose a los planos e instrucciones de los detalles con las tolerancias que se señalan como permisibles. Esta operación se realizará en frío y a velocidad moderada, mediante medios mecánicos, no permitiéndose bajo ningún concepto calentar ninguna de las barras de refuerzo para su doblado. Las barras con torceduras o doblados que no se muestren en los planos, deberán ser rechazadas. Los radios para el doblado deberán estar indicados en los planos, cuando no lo estén, el doblado se regirá a lo que indica la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Colocación del refuerzo:

Las armaduras se colocarán limpias de escamas y libres de óxidos, pintura, grasa o de recubrimientos que destruyan o afecten su adherencia. Cuando se produzca demora en el vaciado del concreto, la armadura deberá ser re inspeccionada y limpiada cuando fuese necesario. Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos y cortes de la planilla de aceros, se las amarrará con alambre recocido #18 para amarre. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando dados separadores de mortero, también llamados “galletas”. El recubrimiento mínimo de las barras se basa en lo indicado en el ACI 318-19; lo cual se indica en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 20.6.1.3.1 — Recubrimiento especificado para elementos de concreto construidos en sitio no preesforzados

Exposición del concreto	Miembro	Refuerzo	Recubrimiento especificado, mm
Construido contra el suelo y permanentemente en contacto con él	Todos	Todos	75
Expuesto a la intemperie o en contacto con el suelo	Todos	Barras No. 19 a No. 57	50
		Barra No. 16, alambre MW200 o MD200, y menores	40
No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	Losas, viguetas y muros	Barras No. 43 y No. 57	40
		Barra No. 36 y menores	20
	Vigas, columnas, pedestales y amarres a tracción	Armadura principal, estribos, espirales y estribos cerrados para confinamiento	40

El traslape mínimo en el caso que los planos de diseño no lo contemplen será conforme indica la Norma Ecuatoriana de la Construcción es decir 50 veces el diámetro de la varilla.

Equipo y cuadrilla mínima:

Como mínimo se requerirá de una cortadora, dobladora de varilla, herramientas menores. La cuadrilla mínima estará constituida por un peón, fierrero y un maestro mayor para supervisión del figurado.

Medición y forma de pago:

La unidad de medida será el kg, cantidad que corresponde al suministro y colocación del hormigón en sitio. La cantidad indicada en la forma indicada será cancelada conforme lo indique el documento legal pertinente.

APÉNDICE E: CRONOGRAMA

APÉNDICE F: ESTUDIO DE SUELO

Prof (m)	Cambio de Estrato (m)	Descripción del Material	LL	LP	IP	γ (T/m ³)	q_u (T/m ²)	ϵ %	N60
1	2.7	Relleno: Arena arcillosa con grava, compacidad media	31	19	12	-	-	-	22
2			23	30	18	-	-	-	12
3			86	33	53	-	-	-	5
4	6	Arcilla de alta plasticidad	91	36	55	1.76	9	10	-
5			91	35	56	1.55	2.3	15	-
6			87	35	52	1.44	1.6	13.8	-
7	9	Arcilla de alta plasticidad con arena	53	23	30	1.45	1.2	15	-
8			50	26	24	-	-	-	2
9			53	27	26	1.65	2.5	13.4	-
10	10	Arena limosa de compacidad suelta	-	-	-	1.53	2	6.9	-
11	12	Arcilla de baja plasticidad de consistencia blanda	33	21	12	1.58	2.6	10.8	-
12			31	22	9	-	-	-	6
13	15	Arena limosa de compacidad muy densa	28	25	3	-	-	-	39
14			-	-	-	-	-	-	-
15			-	-	-	-	-	-	-

APÉNDICE G: MEMORIA DE CÁLCULO

DISEÑO DE LOSA

NORMA APLICADA: AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATION 2007

1. Espesor de losa (t)

a) De acuerdo con el Art. 9.7.1.1 la altura mínima de losa es:

$$t_1 := 175 \text{ mm}$$

b) De acuerdo con el Art. 9.7.1.1, el espesor mínimo para losas con vigas continuas, se lo obtiene a partir de las siguientes expresiones:

Se asume inicialmente una viga W44x355

$$b_f := 400 \text{ mm} \quad \text{Ancho de ala de la viga}$$

$$L := 2400 \text{ mm} \quad \text{Distancia centro a centro de las vigas}$$

$$S := L - \frac{b_f}{2} \quad \text{S corresponde a la luz libre de losa}$$

$$S = 2200 \text{ mm}$$

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

$$t_2 = 173.333 \text{ mm} \quad \text{Debe ser mayor a } t_3 := 165 \text{ mm}$$

c) Espesor para losas con barreras en voladizo Art 13.7.3.1.2

$$t_4 := 200 \text{ mm}$$

Espesor seleccionado corresponde al mayor de los 4 espesores definidos

$$t := \max(t_1, t_2, t_3, t_4)$$

$$t = 200 \text{ mm}$$

2. Consideraciones de carga

a) Pesos propio carpeta asfáltica

$$\rho_a := 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Densidad del hormigón asfáltico}$$

$$e_a := 0.05 \text{ m} \quad \text{Espesor de la carpeta asfáltica}$$

$$\text{Franja} := 1.0 \text{ m} \quad \text{Longitud analizada}$$

$$PPa := \rho_a \cdot e_a \cdot \text{Franja} \quad \text{Peso propio del asfalto}$$

$$PPa = 115 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

b) Peso propio barrera de hormigón

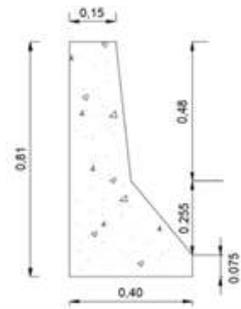
$$\rho_h := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Densidad del hormigón}$$

$$A_{bh} := 0.19 \text{ m}^2 \quad \text{Área de la barrera de hormigón}$$

$$X := 0.13 \text{ m} \quad \text{Centroide de la barrera de hormigón}$$

$$PPbh := \rho_h \cdot A_{bh} \quad \text{Peso propio de la barrera de hormigón}$$

$$PPbh = 456 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$



c) Pesos propio de la losa

$$\rho_h = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Densidad del hormigón}$$

$$t = 0.2 \text{ m} \quad \text{Espesor de la losa}$$

$$\text{Franja} := 1.0 \text{ m} \quad \text{Longitud analizada}$$

$$PPa := \rho_h \cdot t \cdot \text{Franja} \quad \text{Peso propio de la losa}$$

$$PPa = 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

3. Variables de carga viva dinámica

$$L_{calzada} := 8.5 \text{ m}$$

Ancho de calzada

$$\#carriles := \text{trunc} \left(\frac{L_{calzada}}{3.65 \text{ m}} \right)$$

Número de carriles de acuerdo con los requerimientos de MTOP

$$\#carriles = 2$$

$$F_m := 1.2$$

Factor de presencia múltiple Tabla 3.6.1.1.2-1

$$IM := 33\%$$

Factor de impacto por carga dinámica Tabla 3.6.2.1-1

$$M_{neg} := 1220 \text{ mm} + 0.25 \cdot S$$

Ancho de franja equivalente para momentos negativos Art. 4.6.2.1.3-1

$$M_{neg} = 1.77 \text{ m}$$

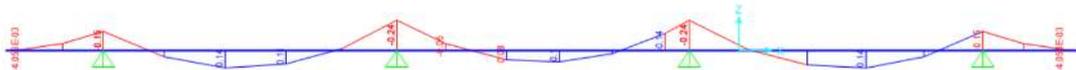
$$M_{pos} := 660 \text{ mm} + 0.55 \cdot S$$

Ancho de franja equivalente para momentos positivos Art. 4.6.2.1.3-1

$$M_{pos} = 1.87 \text{ m}$$

4. Estimación de momentos máximos para cada tipo de carga

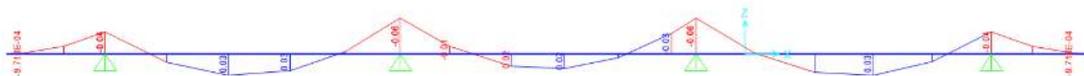
a) Diagrama de momento de la losa de hormigón



$$M_p_{losa} := 0.14 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$M_n_{losa} := -0.24 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

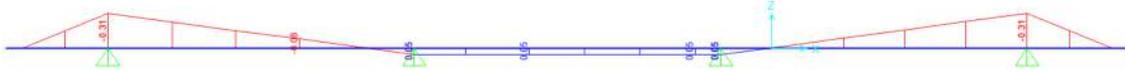
b) Diagrama de momento de carpeta asfáltica



$$M_p_{carpeta} := 0.03 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$M_n_{carpeta} := -0.06 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

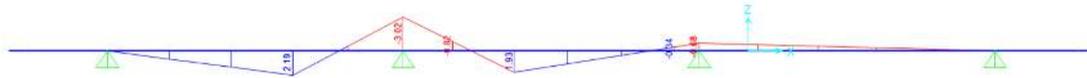
c) Diagrama de momento barreras de hormigón



$$Mn_{barrera} := 0.053 \text{ tonne} \cdot m$$

$$Mp_{barrera} := -0.19 \text{ tonne} \cdot m$$

c) Diagrama de momento camión de diseño



$$Mn_{viva} := -3.02 \text{ tonne} \cdot m$$

Para momento negativo se aplica dos cargas de de 7.25 tonf separadas a 0.9 m del primer apoyo interior



$$Mp_{viva} := 2.43 \text{ tonne} \cdot m$$

Para momento positivo se aplica dos cargas de 7.25 tonf la primera a 0.4 del primer apoyo exterior y la siguiente a 1.8m desde la primera carga

5. Estimación y mayoración de momento negativo por Factor de impacto para la carga viva

$$M'n := Fm \cdot \frac{Mn_{viva}}{M_{neg}} \cdot 1 \text{ m}$$

Reducción de momento negativo de carga viva por el Factor de presencia multiple

$$M'n = -2.047 \text{ tonne} \cdot m$$

$$Mn_{IM} := M'n + M'n \cdot IM$$

Mayoración de momento negativo de carga viva por el Factor de Impacto

$$Mn_{IM} = -2.723 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

6. Estimación y mayoración de momento positivo por Factor de impacto para la carga viva

$$M'p := Fm \cdot \frac{Mp_viva}{M_pos} \cdot 1 \text{ m}$$

Reducción de momento negativo de carga viva por el Factor de presencia multiple

$$M'p = 1.559 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$Mp_{IM} := M'p + M'p \cdot IM$$

Mayoración de momento negativo de carga viva por el Factor de Impacto

$$Mp_{IM} = 2.074 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

7. Estimación de los momentos últimos por el método de estado límite de resistencia I

Factores y combinaciones de carga de acuerdo con la tabla 3.4.1-1

$$Mu_neg := 1.25 \cdot Mn_losa + 0.9 \cdot Mn_barrera + 1.50 \cdot Mn_carpeta + 1.75 \cdot Mn_{IM}$$

$$Mu_neg = -5.108 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$Mu_pos := 1.25 \cdot Mp_losa + 0.9 \cdot Mp_barrera + 1.50 \cdot Mp_carpeta + 1.75 \cdot Mp_{IM}$$

$$Mu_pos = 3.678 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

8. Estimación del acero negativo

$$Mu_neg = -5.108 \cdot 10^5 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$Rec := 5 \text{ cm}$$

Recubrimiento mínimo de acuerdo con tabla 5.12.3-1

$$\phi_{acero_neg} := 1.4 \text{ cm}$$

Diámetro del acero propuesto

$$z := Rec + \frac{\phi_{acero_neg}}{2}$$

$$z = 5.7 \text{ cm}$$

$$dn := t - z = 14.3 \text{ cm}$$

Peralte de la losa para el acero negativo

$$\text{Franja} = 100 \text{ cm}$$

$$f_c := 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia del hormigón}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Resistencia a fluencia del acero}$$

$$\beta := 0.85$$

$$\phi := 0.9 \quad \text{Factores de reducción del método LRFD}$$

a) Verificación para el uso del factor de reducción

$$\phi = 0.9$$

$$a_n := 1.78 \text{ cm}$$

$$c_n := \frac{a_n}{\beta}$$

$$c_n = 2.094 \text{ cm}$$

Distancia del eje neutro

$$\varepsilon_{tn} := 0.003 \cdot \left(\frac{d_n - c_n}{c_n} \right)$$

$$\varepsilon_{tn} = 0.017$$

Si ε_{tn} es mayor a 0.005 se puede utilizar $\phi = 0.9$

b) Área del acero de refuerzo negativo

$$A_{sn} := \frac{M_{u_neg} \cdot \left(\frac{-1}{m} \right)}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d_n - \frac{a_n}{2} \right)}$$

$$A_{sn} = 10.076 \frac{\text{cm}^2}{m}$$

c) Separación del acero de refuerzo negativo

$$A_{n\phi_{acero}} := \pi \cdot \frac{\phi_{acero_neg}^2}{4}$$

$$A_{n\phi_{acero}} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$S_{max_neg} := \frac{A_{n_{\phi_{acero}}}}{A_{sn}} = 0.153 \text{ m} \quad \text{Separación máxima de las varillas para acero de refuerzo negativo}$$

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

9. Verificación del acero negativo

El acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre $1.2M_{cr}$ y $1.33M_{u_neg}$, de acuerdo con el Art. 5.7.3.3.2

a) Estimación del momento crítico

$$Fr := 2.01 \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'c}$$

$$Fr = 33.634 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo crítico aplicado sobre la losa}$$

$$Se := Franja \cdot \frac{t^2}{6}$$

$$Se = 6666.667 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico}$$

$$M_{cr} := 1.2 \cdot Fr \cdot Se$$

$$M_{cr} = 2.691 \text{ tonne} \cdot \text{m} \quad \text{Momento crítico mayorado por 1.2}$$

b) Mayoración del momento último

$$Mu := 1.33 \cdot Mu_{neg} \cdot (-1)$$

$$Mu = 6.793 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

b) Comprobación de resistencia

$$Mn_min := \min(M_{cr}, Mu)$$

$$Mn_min = 2.691 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$Mu_{neg} = -5.108 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

10. Estimación del acero positivo

$$Mu_pos = 3.678 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$Rec := 2.5 \text{ cm} \quad \text{Recubrimiento mínimo de acuerdo con tabla 5.12.3-1}$$

$$\phi_{acero_pos} := 1.4 \text{ cm}$$

Diámetro del acero propuesto

$$z := Rec + \frac{\phi_{acero_pos}}{2}$$

$$z = 3.2 \text{ cm}$$

$$dp := t - z = 16.8 \text{ cm}$$

Peralte de la losa para el acero positivo

$$Fanja = 100 \text{ cm}$$

$$f_c := 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia del hormigón

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a fluencia del acero

$$\beta = 0.85$$

$$\phi = 0.9$$

Factores de reducción del método LRFD

a) Verificación para el uso del factor de reducción $\phi = 0.9$

$$ap := 1.26 \text{ cm}$$

$$cp := \frac{ap}{\beta}$$

$$cp = 1.482 \text{ cm}$$

Distancia del eje neutro

$$\varepsilon_{tp} := 0.003 \cdot \left(\frac{dp - cp}{cp} \right)$$

$$\varepsilon_{tp} = 0.031$$

Si ε_{tp} es mayor a 0.005 se puede utilizar $\phi = 0.9$

b) Área del acero de refuerzo positivo

$$A_{sp} := \frac{Mu_{pos} \cdot \frac{1}{m}}{\phi \cdot f_y \cdot \left(dp - \frac{ap}{2} \right)}$$

$$A_{sp} = 6.018 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

c) Separación del acero de refuerzo positivo

$$A_{p_{\phi_{acero}}} := \pi \cdot \frac{\phi_{acero_pos}^2}{4}$$

$$A_{p_{\phi_{acero}}} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$S_{max_pos} := \frac{A_{p_{\phi_{acero}}}}{A_{sp}} = 0.256 \text{ m} \quad \text{Separación máxima de las varillas para acero de refuerzo positivo}$$

$$S_p := 25 \text{ cm}$$

11. Verificación del acero positivo

El acero debe ser capaz de resistir el menor valor entre $1.2M_{cr}$ y $1.33M_{u_neg}$, de acuerdo con el Art. 5.7.3.3.2

a) Estimación del momento crítico

$$F_r := 2.01 \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$F_r = 33.634 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{Esfuerzo crítico aplicado sobre la losa}$$

$$S_e := \text{Franja} \cdot \frac{t^2}{6}$$

$$S_e = 6666.667 \text{ cm}^3 \quad \text{Módulo elástico}$$

$$M_{cr} := 1.2 \cdot F_r \cdot S_e$$

$$M_{cr} = 2.691 \text{ tonne} \cdot \text{m} \quad \text{Momento crítico mayorado por 1.2}$$

b) Mayoración del momento último

$$M_u := 1.33 \cdot M_{u_pos}$$

$$M_u = 4.892 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

c) Comprobación de resistencia

$$Mn_min := \min(Mcr, Mu)$$

$$Mn_min = 2.691 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$Mu_pos = 3.678 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

12. Acero por temperatura en 2 capas

$$AstI := \frac{0.075 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{Franja} \cdot t}{0.2 \text{ mm}^3 \cdot \text{m} \cdot (\text{Franja} + t) \cdot fy}$$

$$AstI = 1.488 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\begin{aligned} Ast' &:= \text{if } AstI \geq 12.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \\ &\quad \left\| \begin{aligned} Ast' &\leftarrow 12.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \end{aligned} \right. \\ &\quad \text{else if } AstI \leq 2.33 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \\ &\quad \quad \left\| \begin{aligned} Ast' &\leftarrow 2.33 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \end{aligned} \right. \\ &\quad \text{else} \\ &\quad \quad \left\| \begin{aligned} Ast' &\leftarrow AstI \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$Ast' = 2.33 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Acero por temperatura en dos capas

$$Ast := \frac{Ast'}{2}$$

$$Ast = 1.165 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Acero por temperatura para una capa

$$\phi_{temp} := 1.0 \text{ cm}$$

Diámetro de varilla para acero de temperatura

$$A\phi_{temp} := \frac{\pi \cdot \phi_{temp}^2}{4}$$

$$A\phi_{temp} = 0.785 \text{ cm}^2$$

Sección transversal de la varilla

$$Stemp' := \frac{A\phi_{temp}}{Ast}$$

$$Stemp' = 67.416 \text{ cm}$$

Separación del acero por temperatura

$$S_{max1} := 3 \cdot t$$

$$S_{max1} = 60 \text{ cm}$$

Separación máxima del acero por temperatura

$$S_{max2} := 45 \text{ cm}$$

$$S_{temp} := \min(S_{temp'}, S_{max1}, S_{max2})$$

$$S_{temp} = 45 \text{ cm}$$

Defino separación varillas ϕ de 10 mm separadas 45 cm en ambos sentidos

13. Acero de distribución Art. 9.7.3.2

$$A_{sp} = 6.018 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

El acero de distribución corresponde a un porcentaje del acero de refuerzo positivo, dicho porcentaje se lo obtiene de la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje}_1 := \frac{3840 \text{ mm}^{0.5}}{100 \sqrt{S}}$$

$$\text{Porcentaje}_1 = 0.819$$

De acuerdo el Art. 9.7.3.2, se debe seleccionar el menor valor de los porcentajes

$$\text{Porcentaje}_2 := 0.67$$

$$\text{Porcentaje} := \min(\text{Porcentaje}_1, \text{Porcentaje}_2)$$

$$\text{Porcentaje} = 0.67$$

$$A_{sd} := \text{Porcentaje} \cdot A_{sp}$$

$$A_{sd} = 4.032 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Área de acero de distribución por m

$$\phi_{dist} := 1.4 \text{ cm}$$

Diámetro del acero positivo

$$A_{\phi_{dist}} := \pi \cdot \frac{\phi_{dist}^2}{4}$$

Área del acero positivo

$$S_{dist}' := \frac{A_{\phi_{dist}}}{A_{sd}}$$

$$S_{dist}' = 0.382 \text{ m}$$

$$S_{dist} = 35 \text{ cm}$$

Se define varillas ϕ de 14 mm cada 35 cm

13. Resumen

Espesor de losa

$t = 200 \text{ mm}$

Acero negativo

$\phi_{acero_neg} = 14 \text{ mm}$

cada

$S_n = 15 \text{ cm}$

Acero positivo

$\phi_{acero_pos} = 14 \text{ mm}$

cada

$S_p = 25 \text{ cm}$

Acero de temperatura

$\phi_{temp} = 10 \text{ mm}$

cada

$S_{temp} = 45 \text{ cm}$

Acero de distribución

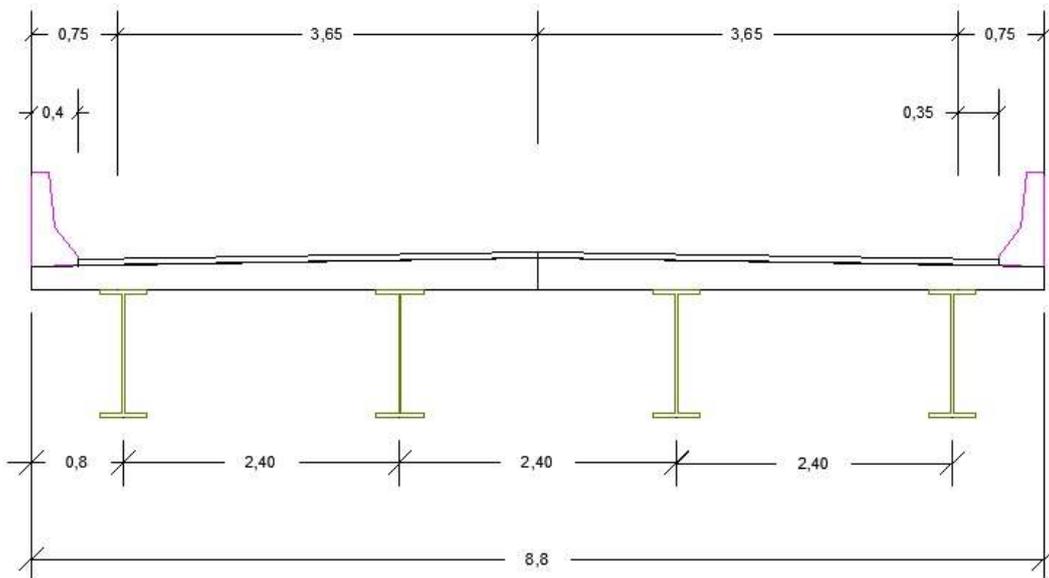
$\phi_{dist} = 14 \text{ mm}$

cada

$S_{dist} = 35 \text{ cm}$

DISEÑO DE VIGA EXTERIOR E INTERIOR

Sección Típica de Puente:



Datos Conocidos:

# de Carriles(#C):	$\#C := 2$	Hormigón: $f'_c := 280 \cdot \frac{kg}{cm^2}$
Ancho de Carril:	$w_{carril} := 3.65 \text{ m}$	Acero: $f_y := 3515.35 \cdot \frac{kg}{cm^2}$
Número de Vigas:	$\#Vigas := 4$	$E := 2.039 \cdot 10^6 \frac{kg}{cm^2}$
Separación de vigas:	$S_{vigas} := 2.4 \text{ m}$	
Volado:	$a_v := 0.80 \text{ m}$	
Carga Especificada:	DL-93	
Longitud de Tramo:	$L := 15 \text{ m}$	
Espesor de Losa:	$t := 20 \text{ cm}$	

Pre-dimensionamiento:

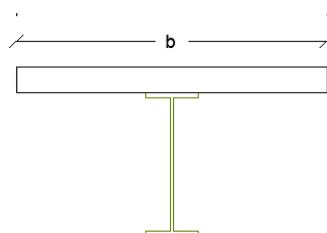
$$h_{min} := 0.04 \cdot L \quad \text{Tabla 2.5.2.6.3-1 AASHTO-LRFD}$$

$$h_{min} = 600 \text{ mm}$$

Cálculo de Ancho de ala efectivo:

Según el apartado 4.6.2.6 de la normativa AASHTO LRFD-2007:

$$\text{Ancho de Ala Efectivo: } b := \min\left(\frac{L}{4}, 12 \cdot t, 2.5 \text{ m}\right) = 2.4 \text{ m}$$



Cálculo de Carga Muerta sobre la viga:

Carga Muerta de la Losa [DC_losa]:

$$b = 2.4 \text{ m}$$

$$t = 0.2 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{hormigón}} := 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$DC_{\text{losa}} := b \cdot t \cdot \rho_{\text{hormigón}}$$

$$DC_{\text{losa}} = 1.270 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Carga Muerta de la Viga [DC_viga]:

$$PP_{\text{viga}} := 416 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$DC_{\text{viga}} := PP_{\text{viga}} + 5\% \cdot PP_{\text{viga}}$$

$$DC_{\text{viga}} = 0.481 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Cálculo de Carga Muerta superpuesta en la viga

Carga Muerta carpeta Asfáltica [DC_c.a.]:

$$e_{\text{c.a.}} := 5 \text{ cm}$$

$$w_{\text{c.a.}} := \#C \cdot w_{\text{carril}} = 7.3 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{c.a.}} := 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$DC_{\text{c.a.}} := \frac{(e_{\text{c.a.}} \cdot w_{\text{c.a.}} \cdot \rho_{\text{c.a.}})}{\#\text{Vigas}}$$

$$DC_{\text{c.a.}} = 0.231 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Carga Muerta Barrera [DC_bar]:

$$A_{\text{barrera}} := 0.1918 \text{ m}^2$$

$$\#\text{barreras} := 2$$

$$DC_{\text{barrera}} := \frac{(A_{\text{barrera}} \cdot \rho_{\text{hormigón}})}{\#\text{barreras}}$$

$$DC_{\text{barrera}} = 0.254 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Cálculo de Momentos y Cortantes por Carga Muerta y Carga Muerta Superpuesta:

Momento y Cortante por Carga Muerta:

$$DC_T := DC_{\text{losa}} + DC_{\text{viga}}$$

$$DC_T = 1.751 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$M_{DC_T} := \frac{DC_T \cdot L^2}{8}$$

$$M_{DC_T} = 49.26 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_{DC_T} := \frac{DC_T \cdot L}{2}$$

$$V_{DC_T} = 13.14 \text{ ton}$$

Momento y Cortante por Carga Muerta Superpuesta:

$$DC_{T_S} := DC_{c.a.} + DC_{barrera}$$

$$DC_{T_S} = 0.485 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$M_{DC_{T_S}} := \frac{DC_{T_S} \cdot L^2}{8}$$

$$M_{DC_{T_S}} = 13.64 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_{DC_{T_S}} := \frac{DC_{T_S} \cdot L}{2}$$

$$V_{DC_{T_S}} = 3.64 \text{ ton}$$

Cálculo de Momento por carga viva máxima:

Camión de Diseño: $DL-93$

Longitud de Viga: $L = 15 \text{ m}$

Carga 1 [P1]: $P_1 := 3.63 \text{ ton}$

Carga 2 [P2]: $P_2 := 14.52 \text{ ton}$

Carga 3 [P3]: $P_3 := 14.52 \text{ ton}$

Distancia eje 1: $L_{eje1} := 4.3 \text{ m}$

Distancia eje 2: $L_{eje2} := 4.3 \text{ m}$



Se hace el análisis mediante líneas de influencia para obtener las ordenadas:

Momento por camión de diseño:

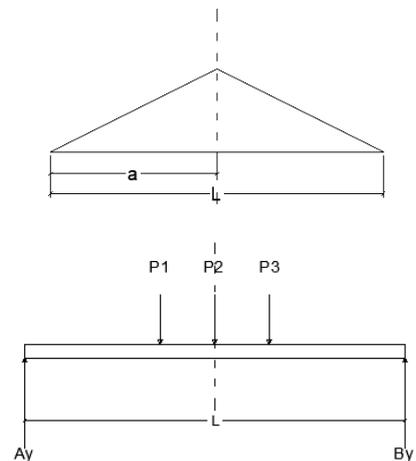
$$a := \frac{L}{2} = 7.5 \text{ m}$$

$$x := a - L_{eje1} = 3.2 \text{ m}$$

Ordenada $O_{P1} := \frac{x}{L} (L - a) = 1.6 \text{ m}$

Ordenada $O_{P2} := a \cdot \left(1 - \frac{a}{L}\right) = 3.75 \text{ m}$

Ordenada $O_{P3} := a \cdot \left(1 - \frac{a + L_{eje2}}{L}\right) = 1.6 \text{ m}$



$$M_{camión} := P_1 \cdot O_{P1} + P_2 \cdot O_{P2} + P_3 \cdot O_{P3}$$

$$M_{camión} = 83.49 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Momento por tándem de diseño:

Carga de Tándem_1 [P_T1]: $P_{T1} := 11.34 \text{ ton}$

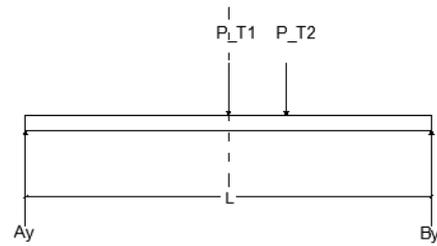
Carga de Tándem_2 [P_T2]: $P_{T2} := 11.34 \text{ ton}$

Distancia entre ejes: $L_{eje_T} := 1.2 \text{ m}$



$$\text{Ordenada } P_{T1}: O_{PT1} := a \cdot \left(1 - \frac{a}{L}\right) = 3.75 \text{ m}$$

$$\text{Ordenada } P_{T2}: O_{PT2} := a \cdot \left(1 - \frac{a + L_{\text{eje}_T}}{L}\right) = 3.15 \text{ m}$$



$$M_{\text{tandem}} := P_{T1} \cdot O_{PT1} + P_{T2} \cdot O_{PT2}$$

$$M_{\text{tandem}} = 78.246 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Momento y Cortante por carril de Diseño:

$$\text{Carga de Carril: } w_{\text{carril}} := 0.952 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

$$M_{\text{carril}} := w_{\text{carril}} \cdot \frac{L^2}{8}$$

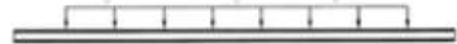
$$M_{\text{carril}} = 26.775 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{carril}} := \frac{w_{\text{carril}} \cdot L}{2}$$

$$V_{\text{carril}} = 7.14 \text{ ton}$$

Carga de carril de diseño.

952 kg/m



Momento por carga viva + impacto [M_LL_IM]:

$$M_{LL_1} := M_{\text{camión}} + M_{\text{carril}}$$

$$M_{LL_1} = 110.265 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{LL_2} := M_{\text{tandem}} + M_{\text{carril}}$$

$$M_{LL_2} = 105.021 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{LL_T} := \max(M_{LL_1}, M_{LL_2})$$

$$M_{LL_T} = 110.265 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_{IM} := 0.33 \cdot M_{\text{camión}}$$

$$M_{IM} = 27.552 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

LRFD

$$M_{LL_{IM}} := M_{LL_T} + M_{IM}$$

$$M_{LL_{IM}} = 137.817 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

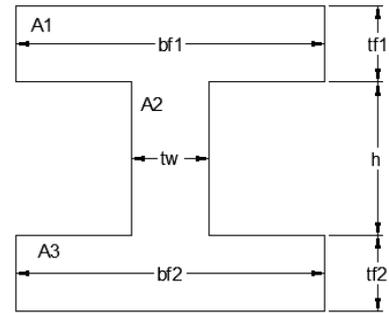
Dimensiones de Sección:

Ingreso de las dimensiones:

$$\text{Patin Sup: } bf1 := 300 \text{ mm} \quad tf1 := 20 \text{ mm}$$

$$\text{Alma: } h := 710 \text{ mm} \quad tw := 20 \text{ mm}$$

$$\text{Patin Inf: } bf2 := 300 \text{ mm} \quad tf2 := 20 \text{ mm}$$



Área de las elementos:

$$A1 := bf1 \cdot tf1 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A2 := h \cdot tw = 14200 \text{ mm}^2$$

$$A3 := tf2 \cdot bf2 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$AT := A1 + A2 + A3$$

$$AT = 26200 \text{ mm}^2$$

$$A_{viga} := AT = 0.026 \text{ m}^2$$

$$y1 := \frac{tf1}{2} = 10 \text{ mm}$$

$$y2 := tf1 + \frac{h}{2} = 375 \text{ mm}$$

$$y3 := tf1 + h + \frac{tf2}{2} = 740 \text{ mm}$$

Centroide de la sección:

$$Y_{cc} := \frac{A1 \cdot y1 + A2 \cdot y2 + A3 \cdot y3}{AT} = 375 \text{ mm}$$

Inercia al rededor del eje

X:

$$yc1 := Y_{cc} - \frac{tf1}{2} = 365 \text{ mm}$$

$$yc2 := \left(tf1 + \frac{h}{2} \right) - Y_{cc} = 0 \text{ mm}$$

$$yc3 := h + tf1 + \frac{tf2}{2} - Y_{cc} = 365 \text{ mm}$$

$$I1x := \frac{bf1 \cdot tf1^3}{12} + A1 \cdot yc1^2 = (8 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$I2x := \frac{(tw \cdot h^3)}{12} + A2 \cdot yc2^2 = (5.97 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$I3x := \frac{bf2 \cdot tf2^3}{12} + A3 \cdot yc3^2 = (8 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$Ix := I1x + I2x + I3x = (2.2 \cdot 10^9) \text{ mm}^4$$

$$I_{viga} := Ix = (2.2 \cdot 10^5) \text{ cm}^4$$

Inercia al rededor del eje

Y:

$$Iy := \frac{tf1 \cdot bf1^3}{12} + \frac{h \cdot tw^3}{12} + \frac{tf2 \cdot bf2^3}{12} = (9.047 \cdot 10^3) \text{ cm}^4$$

Radio de giro:

$$Rx := \sqrt{\frac{Ix}{AT}} = 289.486 \text{ mm}$$

$$Ry := \sqrt{\frac{Iy}{AT}} = 58.764 \text{ mm}$$

Módulo de elasticidad

$$Y_{cc} = 375 \text{ mm}$$

$$Y_{cc}' := h + tf1 + tf2 - Y_{cc} = 375 \text{ mm}$$

$$c := \text{if } Y_{cc} < Y_{cc}' \text{ then } Y_{cc}' \text{ else } Y_{cc} = 375 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} \| Y_{cc}' \\ \text{else} \\ \| Y_{cc} \end{array} \right|$$

$$Sx := \frac{Ix}{c} = (5.855 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

$$Sy := \frac{Iy}{\frac{bf1}{2}} = (6.032 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

Eje neutro plástico (E.N.P)

$$A_c := \frac{AT}{2} = 131 \text{ cm}^2 \quad x := \frac{A_c - A_1}{tw} = 35.5 \text{ cm}$$

$$X_p := \frac{A_1 \cdot y_1 + tw \cdot x \cdot \left(tf_1 + \frac{x}{2} \right)}{A_1 + tw \cdot x} = 111.622 \text{ mm}$$

$$X_{p'} := \frac{A_3 \cdot \frac{tf_2}{2} + tw \cdot (h - x) \cdot \left(tf_2 + \frac{(h - x)}{2} \right)}{A_c} = 111.622 \text{ mm}$$

Módulo Plástico en X

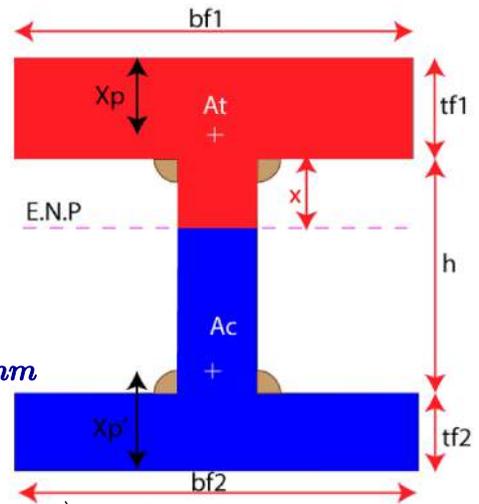
$$Z_x := A_c \cdot (x + tf_1 - X_p) + A_c \cdot (tf_2 + h - x - X_{p'}) = (6.901 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

Módulo Plástico en Y

$$Y_p := \frac{\frac{bf_1 \cdot tf_1}{2} \cdot \frac{bf_1}{4} + \frac{x \cdot tw}{2} \cdot \frac{tw}{4} + \frac{bf_2 \cdot tf_2}{2} \cdot \frac{bf_2}{4} + \frac{(h - x) \cdot tw}{2} \cdot \frac{tw}{4}}{\frac{AT}{2}} = 37.061 \text{ mm}$$

$$Z_y := AT \cdot Y_p = (9.71 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$\text{Peso} := 7.85 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \cdot AT = 0.206 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \quad \text{peralte} := h + tf_1 + tf_2 = 75 \text{ cm}$$



RESUMEN

$bf_1 = 300 \text{ mm}$	$AT = (2.62 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$
$tf_1 = 20 \text{ mm}$	$I_x = (2.196 \cdot 10^5) \text{ cm}^4$
$h = 710 \text{ mm}$	$I_y = (9.047 \cdot 10^3) \text{ cm}^4$
$tw = 20 \text{ mm}$	$R_x = 289.486 \text{ mm}$
$bf_2 = 300 \text{ mm}$	$R_y = 58.764 \text{ mm}$
$tf_2 = 20 \text{ mm}$	$S_x = (5.855 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$
$\text{Peso} = 0.206 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$	$S_y = (6.032 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$
$\text{peralte} = 750 \text{ mm}$	$Z_x = (6.901 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$
	$Z_y = (9.71 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$

Cálculo de Factor de Distribución según método LRFD para momentos:

Según Tabla 4.6.2.2b-1:

Concrete Deck, Filled Grid, Partially Filled Grid, or Unfilled Grid Deck Composite with Reinforced Concrete Slab on Steel or Concrete Beams; Concrete T-Beams, T- and Double T-Sections	a, e, k and also i, j if sufficiently connected to act as a unit	One Design Lane Loaded: $0.06 - \left(\frac{S}{4300}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{Lt^3}\right)^{0.1}$	1100 ≤ S ≤ 4900 110 ≤ t _s ≤ 300 6000 ≤ L ≤ 73 000 N _b ≥ 4
		Two or More Design Lanes Loaded: $0.075 + \left(\frac{S}{2900}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{Lt^3}\right)^{0.1}$	4 × 10 ⁹ ≤ K _g ≤ 3 × 10 ¹²
		use lesser of the values obtained from the equation above with N _b = 3 or the lever rule	N _b = 3

Para el caso de dos carriles cargados:

$$E_{losa} := 15100 \cdot \frac{kg}{cm^2} \cdot \sqrt[2]{f'c} = (2.527 \cdot 10^5) \frac{kg}{cm^2} \quad E_{viga} := 2038865.67 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo de (Kg/L*t)^{0.1}:

$$n := \frac{E_{viga}}{E_{losa}} = 8.069 \quad e_g := Y_{cc} + \frac{t}{2} = 0.475 \text{ m} \quad I_{viga} = 0.0022 \text{ m}^4$$

$$K_g := n \cdot (I_{viga} + A_{viga} \cdot e_g^2) = 0.065 \text{ m}^4 \quad \left(\frac{K_g}{L \cdot t^3}\right)^{0.1} = 0.941$$

Factor de distribución g:

$$g := 0.075 + \left(\frac{b}{2.9 \text{ m}}\right)^{0.6} \cdot \left(\frac{b}{L}\right)^{0.2} \cdot \left(\frac{K_g}{L \cdot t^3}\right)^{0.1} = 0.657$$

Reducción de Momento por carga viva:

$$M_{LL_{IM}_r} := M_{LL_{IM}} \cdot g$$

$$M_{LL_{IM}_r} = 90.59 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Resumen de Momentos flectores y criterios LRFD aplicables:

Momento por carga Muerta:

$$M_{DC_T} = 49.257 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Momento por carga Muerta superpuesta:

$$M_{DC_{TS}} = 13.642 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Momento por carga viva reducida:

$$M_{LL_{IM}_r} = 90.59 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Resistencia I: $Mu_r := 1.25 \cdot M_{DC_T} + 1.5 \cdot M_{DC_{TS}} + 1.75 \cdot M_{LL_{IM}_r}$

$$Mu_r = 240.567 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Servicio I: $Mu_s := 1.0 \cdot M_{DC_T} + 1.0 \cdot M_{DC_{TS}} + 1.0 \cdot M_{LL_{IM}_r}$

$$Mu_s = 153.489 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Fatiga I: $Mu_f := 0 \cdot M_{DC_T} + 0 \cdot M_{DC_{TS}} + 1.5 \cdot M_{LL_{IM}_r}$

$$Mu_f = 135.885 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Cortante Máximo en el apoyo para el camión HS-2044:

Fuerza Efectiva [F_E]:

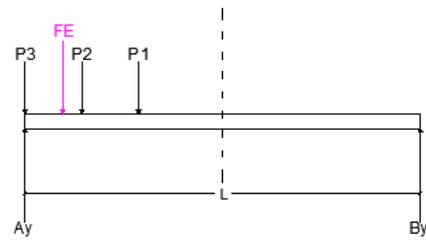
$$F_E := P_1 + P_2 + P_3$$

$$F_E = 32.67 \text{ ton}$$

Ubicación de F_E [x_o]:

$$x_o := \frac{P_2 \cdot L_{eje1} + P_3 \cdot (L_{eje1} + L_{eje2})}{F_E}$$

$$x_o = 5.733 \text{ m}$$



Cortante por carga viva [V_LL]:

$$V_{camión} := \frac{F_E \cdot (L - (L_{eje1} + L_{eje2}) + x_o)}{L}$$

$$V_{camión} = 26.426 \text{ ton}$$

$$V_{IM} := 0.33 \cdot V_{camión} = 8.721 \text{ ton}$$

Cortante Máximo en el apoyo:

$$V_{LL_{IM}} := V_{camión} + V_{carril} + V_{IM}$$

$$V_{LL_{IM}} = 42.287 \text{ ton}$$

Cálculo de Factor de Distribución según método LRFD para cortantes:

$$g_v := 0.2 + \frac{b}{3.6 \text{ m}} - \left(\frac{b}{10.7 \text{ m}} \right)^2$$

$$g_v = 0.816$$

Reducción de Momento por carga viva:

$$V_{LL_{IM}_r} := V_{LL_{IM}} \cdot g_v$$

$$V_{LL_{IM}_r} = 34.521 \text{ ton}$$

Resumen de Cortantes y criterios LRFD aplicables:

Cortante por carga Muerta:

$$V_{DC_T} = 13.135 \text{ ton}$$

Cortante por carga Muerta superpuesta:

$$V_{DC_{TS}} = 3.638 \text{ ton}$$

Cortante por carga viva reducida:

$$V_{LL_{IM}_r} = 34.521 \text{ ton}$$

Resistencia I: $Vu_r := 1.25 \cdot V_{DC_T} + 1.5 \cdot V_{DC_{TS}} + 1.75 \cdot V_{LL_{IM}_r}$

$$Vu_r = 82.288 \text{ ton}$$

Servicio I: $Vu_s := 1.0 \cdot V_{DC_T} + 1.0 \cdot V_{DC_{TS}} + 1.0 \cdot V_{LL_{IM}_r}$

$$Vu_s = 51.294 \text{ ton}$$

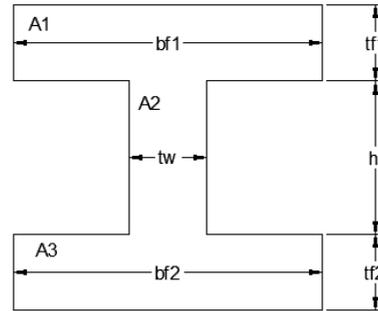
Fatiga I: $Vu_f := 0 \cdot V_{DC_T} + 0 \cdot V_{DC_{TS}} + 1.5 \cdot V_{LL_{IM}_r}$

$$Vu_f = 51.782 \text{ ton}$$

Comprobación de la sección seleccionada:

Dimensiones de Sección:

$$\begin{aligned}bf1 &= 300 \text{ mm} & AT &= (2.62 \cdot 10^4) \text{ mm}^2 \\tf1 &= 20 \text{ mm} & Ix &= (2.196 \cdot 10^5) \text{ cm}^4 \\h &= 710 \text{ mm} & Iy &= (9.047 \cdot 10^3) \text{ cm}^4 \\tw &= 20 \text{ mm} & Rx &= 289.486 \text{ mm} \\bf2 &= 300 \text{ mm} & Ry &= 58.764 \text{ mm} \\tf2 &= 20 \text{ mm} & Sx &= (5.855 \cdot 10^6) \text{ mm}^3 \\Peso &= 0.206 \frac{\text{ton}}{\text{m}} & Sy &= (6.032 \cdot 10^5) \text{ mm}^3 \\L &= 15 \text{ m} & Zx &= (6.901 \cdot 10^6) \text{ mm}^3 \\peralte &= 75 \text{ cm} & Zy &= (9.71 \cdot 10^5) \text{ mm}^3\end{aligned}$$



Comprobación de Pandeo Local:

Relación Ancho-Espesor de Ala:

$$bf := \frac{bf1}{2} = 15 \text{ cm} \quad tf := tf1 = 2 \text{ cm} \quad rel_{ala} := \frac{bf}{tf} = 7.5$$

$$\lambda_{ps} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 7.225 \quad \lambda_p := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 9.152 \quad \lambda_r := \sqrt{\frac{E}{fy}} = 24.084$$

$$Cond_{ALA} := \text{if}(rel_{ala} \leq \lambda_{ps}, \text{"Sismicamente compacta"}, \text{if}(rel_{ala} < \lambda_p, \text{"compacta"}, \text{"no compacta"}))$$

$$Cond_{ALA} = \text{"compacta"}$$

Relación Ancho-Espesor de Alma:

$$d := h = 71 \text{ cm} \quad tw = 2 \text{ cm} \quad rel_{alma} := \frac{d}{tw} = 35.5$$

$$\lambda_{ps} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 59.005 \quad \lambda_p := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 90.555 \quad \lambda_r := 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 137.277$$

$$Cond_{ALMA} := \text{if}(rel_{alma} \leq \lambda_{ps}, \text{"Sismicamente compacta"}, \text{if}(rel_{alma} < \lambda_p, \text{"compacta"}, \text{"no compacta"}))$$

$$Cond_{ALMA} = \text{"Sismicamente compacta"}$$

Comprobación de Momento:

$$Mu_r = 240.567 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad Mn_{viga} := fy \cdot Zx = 267.395 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad \phi := 1$$

$$\phi \cdot Mn_{viga} \geq Mu_r \quad Cond_M := \text{if}(\phi \cdot Mn_{viga} \geq Mu_r, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"})$$

$$Cond_M = \text{"CUMPLE"}$$

Comprobación de Cortante:

AASHTO C.6.10.2.1.1

Selección de separación de rigidizadores:

$$d_o := 250 \text{ cm} \quad \text{Cond}_{rig} := \text{if}(d_o \leq 4 \cdot d, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad \text{Cond}_{rig} = \text{"ok"}$$
$$d = 0.71 \text{ m} \quad k := 5 + \frac{5}{\left(\frac{d_o}{d}\right)^2} \quad k = 5.403$$

Cálculo de Cortante Resistente:

AASHTO - 6.10.9.3.3

$$C := \text{if}\left(\text{rel}_{alma} < 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{fy}}, 1, \text{if}\left(\text{rel}_{alma} \leq 1.4 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{fy}}, \frac{1.12}{\text{rel}_{alma}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{fy}}, \frac{1.57}{\text{rel}_{alma}^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{fy}}\right)\right)$$
$$C = 1$$

$$V_p := 0.58 \cdot fy \cdot d \cdot tw$$

$$V_p = 319.146 \text{ ton}$$

$$\therefore V_n := C \cdot V_p = 319.146 \text{ ton}$$

$$\phi_v := 0.75$$

$$\phi \cdot V_n \geq Vu_r$$

$$\text{Cond}_V := \text{if}(\phi \cdot V_n \geq Vu_r, \text{"CUMPLE"}, \text{"NO CUMPLE"})$$

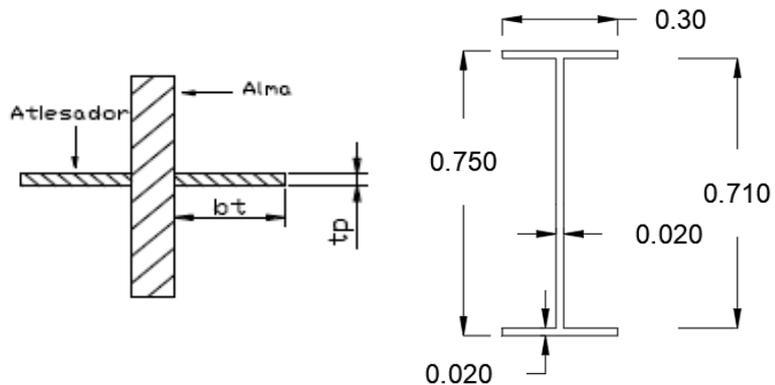
$$\text{Cond}_V = \text{"CUMPLE"}$$

DISEÑO DE RIGIDIZADORES

Datos:

$$E := 20000000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_y := 3415 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



Se asume una placa para ensayo de:

$$bt := 10 \text{ cm}$$

$$tp := 1.0 \text{ cm}$$

$$dp := 710 \text{ cm}$$

De acuerdo la ASSHTO LRFD 6.10.11.2.1 se debe cumplir la siguiente relación de esbeltez:

$$\frac{bt}{tp} \leq 0.48 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$cond := \text{if} \left(\frac{bt}{tp} \leq 0.48 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}, \text{"OK"}, \text{"Redefinir placa"} \right) \quad \text{cond} = \text{"OK"}$$

De acuerdo la AASHTO LRFD 6.10.11.2.3, se requiere determinar la resistencia a corte del rigidizador

$$R_r = \phi_b R_n$$

Donde:

R_r: Resistencia requerida del rigidizador

R_n: Resistencia nominal del rigidizador

$$\phi_b := 0.9$$

$$A_p := 2 \cdot bt \cdot tp \quad \text{Área de sección del rigidizador}$$

$$R_n := 1.4 \cdot A_p \cdot F_y$$

$$R_n = 105.403 \text{ ton}$$

$$R_r := \phi_b \cdot R_n$$

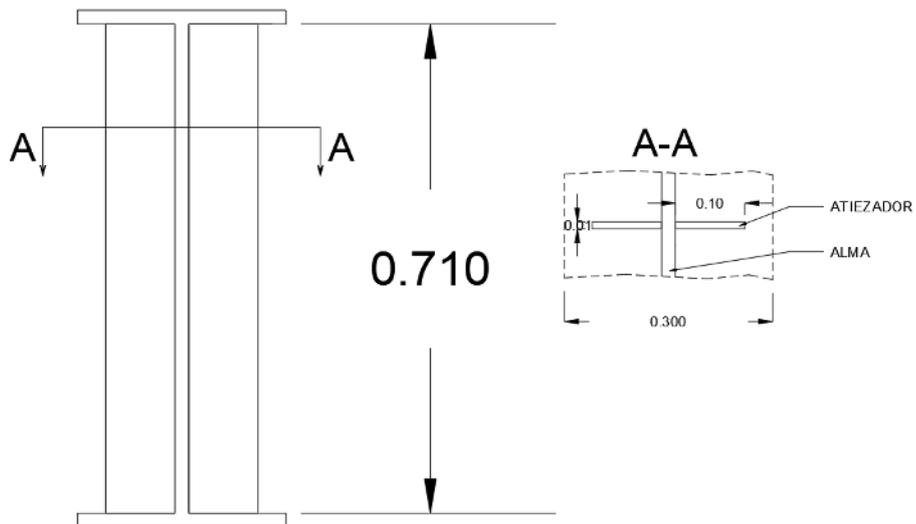
$$R_r = 94.863 \text{ ton}$$

Para predimensionamiento, se debe corroborar que la capacidad a corte del rigidizador sea menor al cortante actuante sobre la viga

$$V_{ur} := 82.28 \text{ ton} \quad \text{Cortante actuantes sobre la viga}$$

$$\text{cond} := \text{if}(R_r \geq V_{ur}, \text{"OK"}, \text{"Redefinir sección"})$$

cond = "OK"



Dimensiones del rigidizador:

PL 100x10x7100

DISEÑO DE DIAFRAGMAS

Debido a que los diafragmas tiene la principal función de brindar estabilidad a la estructura ante cargas lateral, se considera la fuerza lateral por sismo.

Datos de acuerdo al espectro de diseño:

$$Coef := 0.255$$

$$Tf := 1.2 \text{ s}$$

$$Wp := 1345.61 \text{ ton} \text{ Peso de la estructura}$$

$$Vmin := Coef \cdot Wp = 343.131 \text{ ton}$$

$$Vprograma := 325.94 \text{ ton}$$

$$fc := \frac{Vmin}{Vprograma} = 1.053$$

Mediante el uso de un software estructural, se determina el cortante máximo considerando la fuerza lateral por sismo

$$Fah := 18 \text{ ton}$$

Fuerza actuante sobre arriostramientos horizontales

$$Fad := \frac{Fah}{\cos(30.6)} = 26.27 \text{ ton}$$

Fuerza actuante sobre arriostramientos diagonales

Se ensaya un ángulo L 80x80x9 mm

$$Al := 1359 \text{ mm}^2$$

Área de sección del ángulo

$$bl := 80 \text{ mm}$$

$$rg := 24.5 \text{ mm}$$

Radio de giro del ángulo

$$el := 9 \text{ mm}$$

Chequeo de la esbeltez y relación ancho espesor

$$k := 0.75$$

$$\frac{bl}{el} < 0.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}}$$

$$\frac{k \cdot Ld}{rg} < 140$$

$$Ld := 2407 \text{ mm}$$

$$cond1 := \text{if} \left(\frac{k \cdot Ld}{rg} < 140, \text{"OK"}, \text{"Redefinir sección"} \right) \quad cond1 = \text{"OK"}$$

$$cond2 := \text{if} \left(\frac{bl}{el} < 0.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}}, \text{"OK"}, \text{"Redefinir sección"} \right) \quad cond2 = \text{"OK"}$$

Chequeo de capacidad axial

La norma ASSTHO artículo 6.9.4.1 indica que se debe cumplir la siguiente condición

$$\lambda := \left(\frac{k \cdot Ld}{rg \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{Fy}{E} \quad \lambda = 0.939 \quad \lambda < 2.25$$

$cond3 := \text{if}(\lambda < 2.25, \text{"OK"}, \text{"Redefinir sección"})$

$cond3 = \text{"OK"}$

Cálculo de la capacidad axial

$$Pn := 0.66^\lambda \cdot Al \cdot Fy = 34.627 \text{ ton}$$

$$Pn := 0.66^\lambda \cdot Al \cdot Fy$$

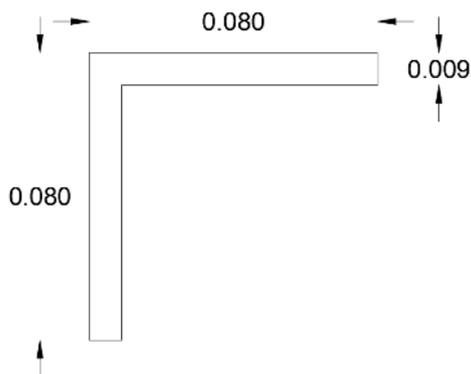
$$\phi := 0.9$$

$$Pr := 0.9 \cdot Pn = 31.164 \text{ ton}$$

$$Pr := \phi \cdot Pn$$

$cond4 := \text{if}(Pr \geq Fad, \text{"OK"}, \text{"Redefinir sección"})$

$cond4 = \text{"OK"}$



L 80x80x9 mm

DISEÑO DE APOYOS - "MÉTODO A" - AASHTO LRFD

Cálculo del Área en planta del elastómero(LxW):

Cargas Aplicadas:

$P_{DC} := 26265 \text{ kg}$		Carga Muerta Peso Propio
$P_{DC_S} := 7275 \text{ kg}$		Carga Muerta Superpuesta
$P_{LL} := 15034 \text{ kg}$		Carga Viva
$P_T := P_{DC} + P_{DC_S} + P_{LL}$	$P_T = 48574 \text{ kg}$	Estado Límite de Servicio

Siendo: $\sigma_s \leq 87.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ $\sigma_s := 87.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ (14.7.6.3.2-8)

$A_{req} := \frac{P_T}{\sigma_s}$ $A_{req} = 553 \text{ cm}^2$ Área Requerida de Elastómero

$b := 40 \text{ cm}$ Ancho de Viga
 $W := b = 0.4 \text{ m}$ $W = 40 \text{ cm}$ Ancho de Elastómero
 $L_{req} := \frac{A_{req}}{W}$ $L_{req} = 13.82 \text{ cm}$ Longitud Requerida

En base a lo calculado se selecciona un valor de: $L_{sel} := 40 \text{ cm}$

Comprobación:

$A := W \cdot L_{sel} = 1600 \text{ cm}^2$ $Cond := \text{if}(A \geq A_{req}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$ $Cond = \text{"ok"}$

Por lo tanto, las dimensiones en planta del elastómero serán:

$L_{sel} = 40 \text{ cm}$ $W = 40 \text{ cm}$

Espesor del elastómero:

$\Delta := 1.1 \text{ cm}$		Desplazamiento Horizontal
$\gamma_{TU} := 1.2$		
$\Delta_s := \gamma_{TU} \cdot \Delta = 0.013 \text{ m}$		Acortamiento total de viga
$h_{rt} \geq 2 \cdot \Delta_s$	$h_{rt} := 2 \cdot \Delta_s = 2.64 \text{ cm}$	Espesor requerido

Por lo tanto, el mínimo espesor total del elastómero será: $h_{rt} = 2.64 \text{ cm}$

Factor de Forma "Si" mínimo:

$$G := 9.14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

T 14.7.6.2-1

$$\sigma_s := \frac{P_T}{A}$$

$$\sigma_s = 30.36 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo sobre elastómero

$$Si_{min} := \frac{\sigma_s}{1.25 \cdot G}$$

$$Si_{min} = 2.657$$

14.7.3.6.2-7

Grosor de capas interiores del elastómero:

$$h_{ri} \leq \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot Si_{min} \cdot (L_{sel} + W)}$$

$$Si \geq \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot h_{ri} \cdot (L_{sel} + W)}$$

14.7.5.1-1

$$h_{ri} := \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot Si_{min} \cdot (L_{sel} + W)}$$

$$h_{ri} = 3.76 \text{ cm}$$

Espesor máximo de capa int.

Por lo tanto, se adopta un espesor de:

$$h_{ri} := 3.2 \text{ cm}$$

Comprobación:

$$Si := \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot h_{ri} \cdot (L_{sel} + W)}$$

$$Cond := \text{if}(Si \geq Si_{min}, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad Cond = \text{"ok"}$$

$$Si = 3.125$$

Grosos de capas exteriores del elastómero:

$$h_{re} \leq 0.7 h_{ri}$$

14.7.6.1

$$h_{re} := 0.7 \cdot h_{ri}$$

$$h_{re} = 2.24 \text{ cm}$$

Espesor máximo de capa ext.

Por lo tanto, se adopta un espesor de:

$$h_{re} := 1.5 \text{ cm}$$

Comprobación:

$$Se := \frac{L_{sel} \cdot W}{2 \cdot h_{re} \cdot (L_{sel} + W)} = 6.667$$

$$Cond := \text{if}(Se \geq Si_{min}, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad Cond = \text{"ok"}$$

Número de Capas interiores:

$$n := \frac{h_{rt} - 2 \cdot h_{re}}{h_{ri}} = -0.11 \quad \text{por lo tanto, el numero de capas será: } n := 2$$

Comprobación:

$$\frac{Si^2}{n} < 20 \quad Cond := \text{if}\left(\frac{Si^2}{n} < 20, \text{"ok"}, \text{"no ok"}\right)$$

C14.7.6.1

$$\frac{Si^2}{n} = 4.883$$

Cond = "ok"

Espesor total del elastómero en base a los datos obtenidos:

$$n=2 \quad h_{ri}=3.2 \text{ cm} \quad h_{re}=1.5 \text{ cm}$$

$$h_{rt}:=n \cdot h_{ri}+2 \cdot h_{re}$$

$$h_{rt}=9.4 \text{ cm}$$

Espesor de las placas de refuerzo [hs]:

Se usarán placas de acero A36

$$Fy:=2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para el estado limite de servicio:

$$h_{ss} \geq \frac{3 \cdot h_{ri} \cdot \sigma_s}{Fy} \quad 14.7.5.3.5-1$$

$$h_{ss}:=\frac{3 \cdot h_{ri} \cdot \sigma_s}{Fy}=0.115 \text{ cm}$$

Para el estado limite de fatiga:

$$\Delta F_{TH}:=1687 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad T6.6.1.2.5-3$$

$$\sigma_L:=\frac{P_{LL}}{A}=9.4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$h_{sf} \geq \frac{2 \cdot h_{ri} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}} \quad 14.7.5.3.5-2$$

$$h_{sf}:=\frac{2 \cdot h_{ri} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}}=0.036 \text{ cm}$$

Se selecciona el mayor valor entre ambos espesores mínimo: $h_{smin}:=\max(h_{ss}, h_{sf})$

$$h_{smin}=1.152 \text{ mm}$$

Se selecciona un espesor de $h_s:=2 \text{ mm}$ y se comprueba que: $h_s > h_{smin}$

$$Cond:=\text{if}(h_s > h_{smin}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$$

$$Cond=\text{"ok"}$$

Altura total del dispositivo elastómero reforzado [H]:

$$H:=h_{rt}+(n+1) \cdot h_s$$

$$H=10 \text{ cm}$$

Verificaciones:

Estabilidad del Dispositivo:

$$H \leq \frac{L_{sel}}{3} \quad Cond := \text{if} \left(H \leq \frac{L_{sel}}{3}, \text{"ok"}, \text{"no ok"} \right) \quad Cond = \text{"ok"}$$

$$H \leq \frac{W}{3} \quad Cond := \text{if} \left(H \leq \frac{W}{3}, \text{"ok"}, \text{"no ok"} \right) \quad Cond = \text{"ok"}$$

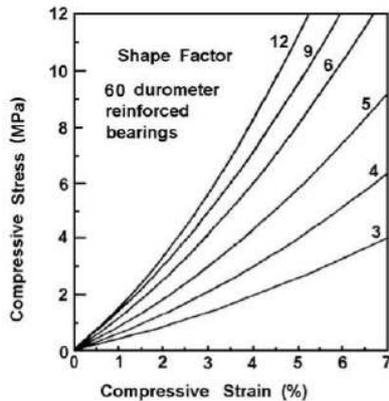
Esfuerzo de compresión por carga total:

$$\sigma_s \leq 1.25 \cdot G \cdot Si \quad Cond := \text{if} \left(\sigma_s \leq 1.25 \cdot G \cdot Si, \text{"ok"}, \text{"no ok"} \right) \quad Cond = \text{"ok"}$$

$$\sigma_s \leq 87.89 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad Cond := \text{if} \left(\sigma_s \leq 87.89 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, \text{"ok"}, \text{"no ok"} \right) \quad Cond = \text{"ok"}$$

Deformaciones por compresión en el dispositivo:

$$\sigma_D := \frac{P_{DC} + P_{DC_S}}{A} \quad \sigma_D = 20.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_s = 30.36 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



Capa Interior: $Si = 3.125$

Carga Muerta: $\varepsilon_{D_int} := 2.3\%$

Carga Total: $\varepsilon_{s_int} := 3.1\%$

Capa Exterior: $Se = 6.667$

Carga Muerta: $\varepsilon_{D_ext} := 1.10\%$

Carga Total: $\varepsilon_{s_ext} := 1.4\%$

Figure C14.7.6.3.3-1 Stress-Strain Curves.

Deflexión por compresión inicial en el dispositivo: 14.7.5.3.6-1 y 14.7.5.3.6-2

$$\delta := n \cdot h_{ri} \cdot \varepsilon_{s_int} + 2 \cdot h_{re} \cdot \varepsilon_{s_ext}$$

$$\delta = 0.24 \text{ cm}$$

Deflexión por compresión inicial debido a la carga muerta: 14.7.5.3.6-2

$$\delta_D := n \cdot h_{ri} \cdot \varepsilon_{D_int} + 2 \cdot h_{re} \cdot \varepsilon_{D_ext}$$

$$\delta_D = 0.18 \text{ cm}$$

Deflexión por compresión inicial debido a la carga viva:

$$\delta_{LL} := \delta - \delta_D$$

$$\delta_{LL} = 0.06 \text{ cm}$$

Deflexión por compresión inicial de una capa interior: 14.7.6.3.3

$$\varepsilon_{s_int} = 0.031$$

$$Cond := \text{if}(\varepsilon_{s_int} < 9\%, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$$

Cond = "ok"

Anclaje del dispositivo:

14.8.3

$$G := 14.06 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$u := 0.2$$

$$P_{DC} = 26265 \text{ kg}$$

$$H_U := G \cdot A \cdot \frac{\gamma_{TU} \cdot \Delta}{h_{rt}}$$

$$F_f := u \cdot P_{DC}$$

$$H_U = 3159.013 \text{ kg}$$

$$F_f = 5253 \text{ kg}$$

$$Cond := \text{if}(H_U < F_f, \text{"no requiere anclaje"}, \text{"requiere anclaje"})$$

Cond = "no requiere anclaje"

RESUMEN

Dimensiones del Apoyo Elastomérico: $L_{sel} = 40 \text{ cm}$ $W = 40 \text{ cm}$ $H = 10 \text{ cm}$

Espesor de capas internas: $h_{ri} = 3.2 \text{ cm}$ $n = 2$

Espesor de capas externas: $h_{re} = 1.5 \text{ cm}$ $n := 2$

Espesor de placas de refuerzo: $h_s = 2 \text{ mm}$ $n := 3$

PREDISEÑO DE VIGA CABEZAL Y PILARES.

Datos Iniciales:

$$f'c := 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos de Carga sobre Viga: $Es := 2 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$Mu_n := -140.43 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Mu_p := 120.56 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Vu := 138.85 \text{ ton}$$

$$Mu_s := 88.91 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Datos de Carga sobre Columna:

$$M_1 := 60.82 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_2 := -24.71 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Pu := 278.08 \text{ ton}$$

Diagrama de Momentos

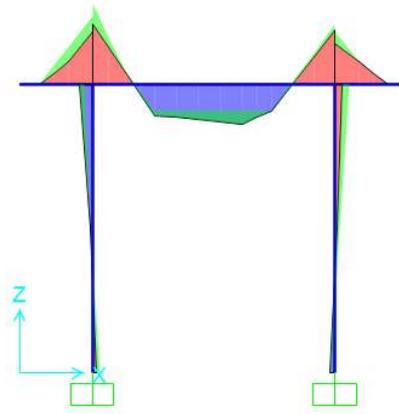


Diagrama de Carga Axial

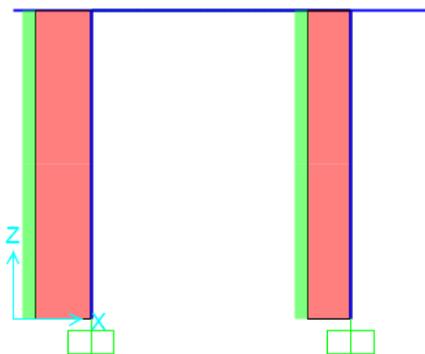
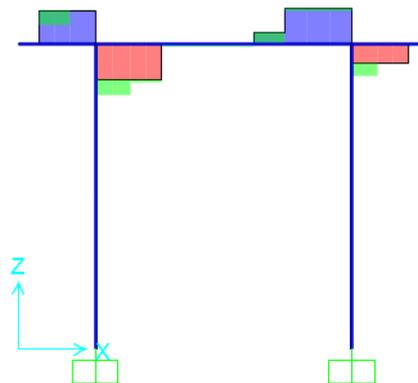


Diagrama de Cortante



Predimensionamiento de Viga:

Determinación de Cuantía:

$$\beta_1 := 0.85$$

$$\rho_{min} := \min \left(\frac{0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'c}}{fy}, \frac{14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{fy} \right) = 0.003$$

$$\rho_B := \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'c}{fy} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{fy}{Es}} \right) = 0.028$$

$$\rho_{max} := 0.75 \cdot \rho_B = 0.021$$

Datos asumidos para el pre-diseño:

Ancho de Viga	$b_w := 100 \text{ cm}$	$\phi := 0.9$
Altura de Viga:	$h := 100 \text{ cm}$	$j := 0.9$
Recubrimiento:	$rec := 5 \text{ cm}$	
Diámetro de Estribo:	$\phi_e := 14 \text{ mm}$	
Diámetro de refuerzo longitudinal:	$\phi_v := 25 \text{ mm}$	$A_v := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 4.909 \text{ cm}^2$
Peralte:	$d := h - rec - \phi_e - \frac{\phi_v}{2}$	$d = 92.35 \text{ cm}$

Determinación de Acero requerido:

$$A_{s_p} := \frac{Mu_p}{j \cdot \phi \cdot f_y \cdot d} = 34.812 \text{ cm}^2 \quad A_{s_n} := \frac{|Mu_n|}{j \cdot \phi \cdot f_y \cdot d} = 40.549 \text{ cm}^2$$
$$\#varillas := \frac{A_{s_p}}{A_v} = 7.092 \text{ por lo tanto se usaran: } \#varillas := 8$$
$$A_s := \#varillas \cdot A_v = 39.27 \text{ cm}^2$$

Comprobaciones:

Comprobación por Momento:

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_w} = 6.93 \text{ cm} \quad 5.7.3.2.1-4$$

$$M_n := A_s \cdot \phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = 145.44 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad 5.7.3.2.1-1$$

$$cond1 := \text{if}(M_n \geq Mu_p, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad cond1 = \text{"ok"}$$

$$cond2 := \text{if}(M_n \geq Mu_n, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad cond2 = \text{"ok"}$$

Comprobación de valor de phi asumido:

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 0.082 \text{ m}$$

$$\phi := 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{c} - 1 \right) = 2.199 \quad 5.5.4.2.1-2$$

$$cond := \text{if}(\phi > 0.9, \text{"ok"}, \text{"cambie valor de phi"}) \quad cond = \text{"ok"}$$

Cantidad de Acero Mínimo:

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de soportar el menor valor de M_{cr} y $1.33Mu$.

$$fr := 2.01 \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'_c} = 33.634 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad S := b_w \cdot \frac{h^2}{6} = (1.667 \cdot 10^5) \text{ cm}^3$$

$$M_{CR} := 1.1 \cdot fr \cdot S = 67.971 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Cond := \text{if}(M_n \geq \min(M_{CR}, 1.33 Mu_p), \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad cond = \text{"ok"}$$

Limitación de la fisuración mediante distribución de la armadura: 5.7.3.4

Ubicación del eje neutro:

$$E_s = (2 \cdot 10^6) \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad E_c := 15300 \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'_c} = (2.56 \cdot 10^5) \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$n := \frac{E_s}{E_c} = 7.812 \quad d_c := h - d = 7.65 \text{ cm}$$

Área de acero transformada:

$$A_{st} := n \cdot A_s = 306.77 \text{ cm}^2$$

Momentos respecto al eje neutro para determinar y:

$$a_1 := \frac{b_w}{2} = 50 \text{ cm} \quad b := A_{st} = 306.775 \text{ cm}^2 \quad c := A_{st} \cdot d = (2.833 \cdot 10^4) \text{ cm}^3$$

$$a_1 \cdot y^2 + b \cdot y - c = 50 y^2 + 306.77 \cdot y - (2.833 \cdot 10^4) \xrightarrow{\text{solve}} \begin{bmatrix} -27.067924650823583489 \\ 20.932524650823583489 \end{bmatrix}$$

$$y := 20.93 \text{ cm}$$

Esfuerzo principal bajo cargas de servicio:

$$jd := d - \frac{y}{3} = 85.37 \text{ cm}$$

$$f_{ss} := \frac{Mu_s}{jd \cdot A_s} = 2406 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \text{cond} := \text{if}(f_{ss} \leq 0.6 fy, f_{ss} = f_{ss}, f_{ss} = 0.6 fy) \quad f_{ss} = 2406 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Separación máxima de la armadura:

$$\beta_s := 1 + \frac{d_c}{0.7 \cdot (h - d_c)} = 1.118 \quad \gamma_e := 0.75$$

$$s_{max} := \frac{125000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \cdot \gamma_e}{\beta_s \cdot f_{ss}} - 2 \cdot d_c \quad s_{max} = 19.54 \text{ cm} \quad 5.7.3.4-1$$

Separación de Armadura:

$$s := \frac{(b_w - 2 \cdot (\text{rec} + \phi_e) - \#varillas \cdot \phi_v)}{(\#varillas - 1)} = 9.6 \text{ cm} \quad \therefore \quad s := 10 \text{ cm}$$

$$\text{Cond} := \text{if}(s \leq s_{max}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$$

Cond = "ok"

Armadura de Contracción y Temperatura

5.10.8

$$A_{s_{temp}} := 0.18 \text{ cm} \cdot \frac{b_w \cdot h}{2(b_w + h)} = 4.5 \text{ cm}^2 \quad (\text{por metro en cada cara})$$

$$\text{Cond} := \text{if}(2.33 \text{ cm}^2 \leq A_{s_{temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$$

Cond = "ok"

Se selecciona una varilla de diámetro: $\phi_{vt} := 14 \text{ mm}$ $A_{vt} := \pi \cdot \frac{\phi_{vt}^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$

$$\#var_temp := \frac{A_{s_temp}}{A_{vt}} = 2.923 \quad \therefore \#var_temp := 4$$

Separación de varillas de Contracción y temperatura:

$$s_{temp} := \frac{h - 2 (rec + \phi_e) - \#var_temp \cdot \phi_v}{\#var_temp + 1} = 15.44 \text{ cm} \quad \therefore s_{temp} := 15 \text{ cm}$$

$Cond := \text{if}(s_{temp} \leq \min(3 \cdot h, 45 \text{ cm}), \text{"ok"}, \text{"no ok"})$ $Cond = \text{"ok"}$

Diseño por Corte:

Cortante nominal resistente solo del concreto:

$$\beta := 2 \quad 5.8.3.4.1$$

$$b_w = 100 \text{ cm}$$

$$d_v := d - \frac{a}{2} \quad d_v = 88.885 \text{ cm} \quad d_{vc} := \max(0.9 \cdot d, 0.72 \cdot h) \quad 5.8.2.9$$

$Cond := \text{if}(d_v \geq d_{vc}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$ $Cond = \text{"ok"}$

$$V_c := 0.53 \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d_v = 78829 \text{ kg} \quad 5.8.3.3-3$$

$$V_c = 78829 \text{ kg}$$

Cortante nominal resistente del acero:

$$\#ramales := 4$$

$$S_{estribos} := 20 \text{ cm}$$

$$\phi_e = 14 \text{ mm}$$

$$\theta := 45^\circ$$

$$\alpha := 90^\circ$$

$$A_e := \pi \cdot \frac{\phi_e^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$A_{et} := \#ramales \cdot A_e = 6.16 \text{ cm}^2$$

$$V_s := \frac{A_{et} \cdot f_y \cdot d_v \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}{S_{estribos}} \quad V_s = 127 \text{ ton}$$

Comprobación de Resistencia por cortante:

$$V_n := \min(V_c + V_s, 0.25 \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d_v) \quad V_n = 214 \text{ ton}$$

$V_r := 0.9 \cdot V_n = 192.229 \text{ ton}$ $Cond := \text{if}(V_r \geq V_u, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$ $Cond = \text{"ok"}$

Refuerzo transversal mínimo:

$$A_{et_min} \geq 0.27 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{(b_w \cdot S_{estribos})}{f_y}$$

$$A_{et_min} := 0.27 \cdot \frac{kg^{0.5}}{cm} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{(b_w \cdot S_{estribos})}{fy}$$

$$A_{et_min} = 2.151 \text{ cm}^2$$

$Cond := \text{if}(A_{et_min} \leq A_{et}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$

$Cond = \text{"ok"}$

Espaciamiento Máximo entre estribos:

$$v_u := \frac{Vu}{\phi \cdot b_w \cdot d_v} \quad v_u = 6.444 \frac{kg}{cm^2}$$

$$v_u < 0.125 \cdot f'c \quad 0.125 \cdot f'c = 35 \frac{kg}{cm^2} \quad S_{max} := 0.8 \cdot d_v$$

$Cond := \text{if}(S_{max} \leq 60 \text{ cm}, \text{"ok"}, S_{max} = 60 \text{ cm}) \quad Cond = 0 \quad \therefore \quad S_{max} := 60 \text{ cm}$

$Cond := \text{if}(S_{estribos} \leq S_{max}, \text{"ok"}, \text{"no ok"})$

$Cond = \text{"ok"}$

RESUMEN

Dimensiones de Viga:

Ancho de Viga: $b_w = 100 \text{ cm}$
 Altura de Viga: $h = 100 \text{ cm}$

Acero Longitudinal

No. Varillas: $\#varillas = 8$ (en cara superior e inferior)
 Separación: $s = 10 \text{ cm}$
 Diámetro de varillas: $\phi_v = 25 \text{ mm}$

Acero por Contracción y Temperatura

No. Varillas: $\#var_temp = 4$ (en caras laterales)
 Separación: $s_{temp} = 15 \text{ cm}$
 Diámetro de varillas: $\phi_{vt} = 14 \text{ mm}$

Acero Transversal:

No. Ramales: $\#ramales = 4$
 Separación: $S_{estribos} = 20 \text{ cm}$
 Diámetro de varillas: $\phi_e = 14 \text{ mm}$

DISEÑO DE PILARES

Datos Iniciales:

$$M_1 = 60.82 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = -24.71 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$Pu = 278.08 \text{ ton}$$

Estos datos son tomados del software de diseño estructural.

Dimensiones Iniciales:

$$\text{Diámetro de Columna: } D := 90 \text{ cm}$$

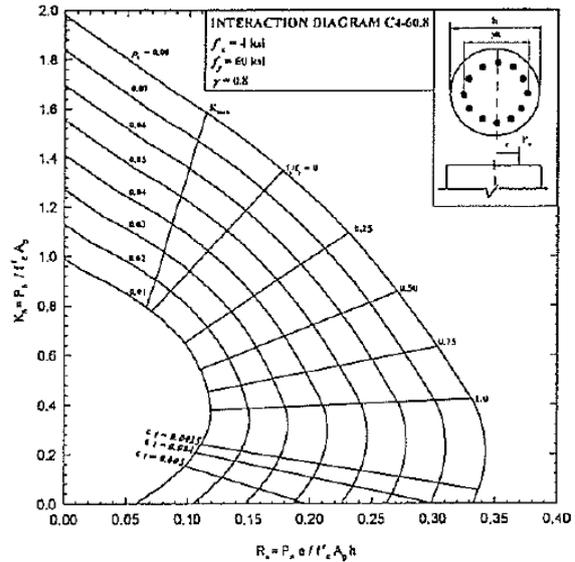
$$\text{Resistencia de Hormigón: } f'_c = 280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Resistencia de Acero: } fy = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Área de hormigón: } A_g := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.64 \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro de Varilla: } \phi_{vc} := 25 \text{ mm}$$

$$\text{Área de Varilla: } A_\phi := \frac{\pi \cdot \phi_{vc}^2}{4} = 4.91 \text{ cm}^2$$



Refuerzo mínimo para miembros a compresión:

5.7.4.2-3

$$\frac{A_{\phi req} \cdot fy}{A_g \cdot f'_c} \geq 0.135$$

Área de Acero requerida:

$$A_{\phi req} := 0.135 \cdot A_g \cdot \frac{f'_c}{fy}$$

$$A_{\phi req} = 57.256 \text{ cm}^2$$

Número de Varillas requeridas:

$$n_{varillas} := \frac{A_{\phi req}}{A_\phi} = 11.664$$

$$\therefore n_{varillas} := 20$$

Esbeltez:

5.7.4.3

$$k := 1.2 \quad l := 6 \text{ m} \quad r := \frac{D}{4} = 22.5 \text{ cm}$$

$$\frac{k \cdot l}{r} = 32 \quad \text{cond} := \text{if} \left(\frac{k \cdot l}{r} > 22, \text{“esbelta”}, \text{“no esbelta”} \right) \quad \therefore \text{cond} = \text{“esbelta”}$$

$$A_s := n_{varillas} \cdot A_\phi = 98.175 \text{ cm}^2 \quad \frac{A_s}{A_g} = 0.015$$

Análisis por capacidad

Cálculo de δ_b :

4.5.3.2.2b-3

$$C_m := 1 \quad \phi_k := 0.75 \quad Pu = 278.08 \text{ ton} \quad I_g := \pi \cdot \frac{D^4}{64} = 3220623.3 \text{ cm}^4$$

$$E_c := 15300 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kg}^{0.5}}{\text{cm}} = 256018 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \beta_d := \left| \frac{M_2}{M_1} \right| = 0.406$$

$$EI := \frac{E_c \cdot I_g}{1 + \beta_d} = (2.345 \cdot 10^{11}) \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 \quad P_e := \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l)^2} = 4921.95 \text{ ton}$$

$$\delta_b := \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{\phi_k \cdot P_e}} = 1.081 \quad \text{cond} := \text{if}(\delta_b > 1, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad \therefore \text{cond} = \text{"ok"}$$

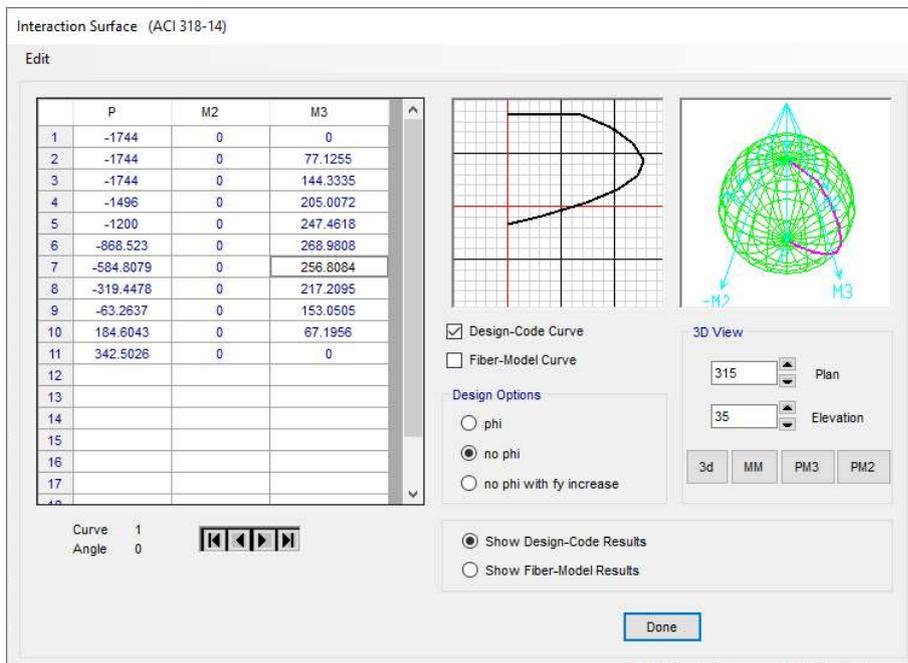
Cálculo de δ_s :

Momento Mayorado:

$$\delta_s := \delta_b = 1.081$$

$$M_{cp} := \delta_b \cdot \max(M_1, M_2) = 65.775 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Comprobación de Requerimiento:



Elaboración de diagrama de interacción para sección de columna propuesta.

$$M_r := 268.98 \text{ ton} \cdot \text{m} \\ P_r := 888.523 \text{ ton}$$

$$\text{cond} := \text{if}(M_{cp} < M_r, \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad \therefore \text{cond} = \text{"ok"}$$

Espaciamiento de Estribos: $S_{est_col} := 20 \text{ cm}$

$$\text{cod} := \text{if}(S_{est_col} \leq \min(D, 30 \text{ cm}), \text{"ok"}, \text{"no ok"}) \quad \therefore \text{cond} = \text{"ok"}$$

Datos Iniciales

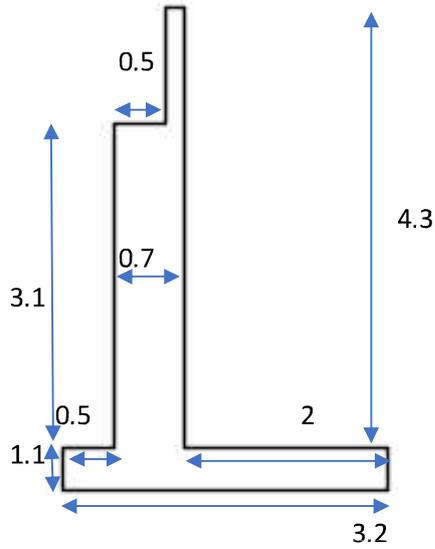
Material de Relleno		
γ geofeam	20	kg/m ³
ϕ geofeam	23	°
γ base	3000	kg/m ³
ϕ base	35	°
γ carpeta	2300	kg/m ³
ϕ carpeta	35	°

Materiales del Muro		
Nombre	Valor	Unidad
γ hormigón	2400	Kg/m ³
f'c	280	kg/cm ²
f _y	4200	kg/cm ²

Material de Fundación		
γ	1850	kg/m ³
D _f	1.5	m
ϕ	21	°
c	0.35	

Predimensionamiento del Muro de contención

	min	max	Seleccionado	
Altura(H):	5.4			
Base(B):	2.16	3.78	3.2	m
Espesor Base(EB):	0.45	0.54	1.1	m
Espesor Muro(EM)	0.45	0.54	0.7	m
Longitud Punta(LP):	0.45	-	0.5	m
Longitud Talon(LT):	0.45	-	2	m
Ancho Cajuela(N):	-	-	0.5	m



Esfuerzo admisible del suelo de fundación

FS	3	adim
Nc	15.82	adim
Nq	7.07	adim
Ng	6.2	adim
qu	3.27	kg/cm ²
qadm	1.09	kg/cm ²
Punto de Aplicación		
Xcr	1.41	m

Excentricidad de fuerza resultante		
e	0.19	m
<=0.6	cumple	

Presion de contacto Muro-suelo		
σ_{max} :	1.77	kg/cm ²
σ_{min} :	0.83	kg/cm ²

σ_{max} :	no cumple	
σ_{min} :	cumple	

CARGAS VERTICALES

ESTRIBO						
Sección	Área(m2)	W(kg/m)	X(m)	Y(m)	M-x(Kg*m/m)	M-y(kg*m/m)
1	0.86	2064	1.1	2.15	2270.4	4437.6
2	1.55	3720	0.75	1.55	2790	5766
3	3.52	8448	1.6	0.55	13516.8	4646.4
		14232			18577.2	14850

Carga de Estribo		
DC_estribo	14232.00	kg/m
Xcg	1.31	m
Ycg	1.04	m

Carga Superestructura		
DC_estruc	8500	kg/m
Xcg	0.75	m

Losa de Aproximación		
DC_losa	207	kg/m
Xcg	1.35	m

Carga superpuesta		
DW_carpeta	485	kg/m
Xcg	0.75	m

Presion vertical por carga Muerta del terreno				
Sección	Área(m2)	W(kg/m)	X(m)	M-x(kg*m/m)
Carpeta				
1	0.294	677.1	1.9	1264.0
2	0.018	40.5	2.2	89.1
3	0.294	677.1	2.5	1715.4
BASE				
1	0.294	883.2	1.9	1648.6
2	0.422	1265.7	2.2	2784.5
3	0.294	883.2	2.5	2237.4
GeoFoam				
1	0.294	5.9	1.9	11.0
2	6.894	137.9	2.2	303.3
		4570.6		10053.3

Carga Terreno		
EV_relleno	4570.6	kg/m
Xcg	2.20	m

Carga Viva		
LL+IM_viva	13680.0	kg/m
Xcg	0.75	m

CARGAS HORIZONTALES		
Coeficiente de Empuje Activo		
Ka_geofam	0.438	adim
Ka_base	0.271	adim
Ka_carpeta	0.271	adim
Empuje Activo por material relleno		
Pa_geofam	92.70	kg/m
Pto. Aplic	1.53	m
Pa_base	101.62	kg/m
Pto. Aplic	4.77	m
Pa_carpeta	28.05	kg/m
Pto. Aplic	5.20	m
Empuje por sobrecarga		
Ps	14.19	kg/m
Pto.Aplic	2.70	m
Cargas de Frenado		
BR	300.00	kg/m
Pto. Aplic	7.20	m

Resumen de Cargas							
CARGAS VERTICALES				CARGAS HORIZONTALES			
CARGAS	W(kg/m)	Xc(m)	M-x(kg*m/m)	CARGAS	W(kg/m)	Yc(m)	M-y(kg*m/m)
DC_estribo	14232.00	1.31	18577.20	Pa_geofam	92.70	1.53	142.14
DC_estruc	8500	0.75	6375	Pa_base	101.62	4.77	484.39
DC_losa	207	1.35	279.45	Pa_carpeta	28.05	5.20	145.85
DW_carpeta	485	0.75	363.75	Ps	14.19	2.70	38.32
EV_relleno	4570.58	2.20	10053.31	BR	300.00	7.20	2160.00
LL+IM_viva	13680.0	0.8	10260.0		536.56		2970.71
	41674.58		45908.7				

MAYORACIÓN DE CARGAS Y MOMENTOS																	
CARGA VERTICAL																	
CARGA	DC_estribo	DC_estruc	DC_losa	DW_carpeta	EV_relleno	LL+IM_viva											
Vu	14232.00	8500.00	207.00	485.00	4570.58	13680.00											
γ	1.25	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	Σ _Vu										
Resistencia lb	17790	10625	258.75	727.5	6170.283	23940	59511.5										
MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES																	
CARGA	DC_estribo	DC_estruc	DC_losa	DW_carpeta	EV_relleno	LL+IM_viva											
Mu	18577.20	6375.00	279.45	363.75	10053.31	10260.00											
γ	1.25	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	Σ _MVu										
Resistencia lb	23221.5	7968.75	349.3125	545.625	13571.973	17955	63612.2										
CARGA HORIZONTAL																	
CARGA	Pa_geofom	Pa_base	Pa_carpeta	Ps	BR												
Hu	536.56	101.62	28.05	14.19	300.00												
γ	1.5	1.5	1.5	1.5	1.75		Σ _Hu										
Resistencia lb	804.844965	152.4319054	42.0712059	21.29129531	525		1545.6										
MOMENTO DE VUELCO																	
CARGA	Pa_geofom	Pa_base	Pa_carpeta	Ps	BR												
Mhu	142.14	484.39	145.85	38.32	2160.00												
γ	1.5	1.5	1.5	1.5	1.75		Σ _Mhu										
Resistencia lb	213.210856	726.5920826	218.7702707	57.48649734	3780		4996.1										
Chequeo de Estabilidad de Esfuerzos																	
Estado	Vu	Mvu	Mhu	xo	e	e_max											
Resistencia lb	59511.533	63612.16	4996.06	0.985	0.615	1.07	OK										
Deslizamiento en base del estribo.																	
δ	14	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>Estado</td> <td>Vu</td> <td>Ff($\mu\phi$Vu)</td> <td>Hu</td> <td>Ff > Hu</td> </tr> <tr> <td>Resistencia lb</td> <td>59511.5</td> <td>14837.89</td> <td>1545.6</td> <td>ok</td> </tr> </table>					Estado	Vu	Ff($\mu\phi$ Vu)	Hu	Ff > Hu	Resistencia lb	59511.5	14837.89	1545.6	ok	
Estado	Vu	Ff($\mu\phi$ Vu)	Hu	Ff > Hu													
Resistencia lb	59511.5	14837.89	1545.6	ok													
μ	0.25																
ϕ	1																

PANTALLA

CARGAS	w(kg/m)	W(kg)	Yc(m)	M(ton-m)
Pa_geofom	92.70	500.58	1.53	0.77
Pa_base	101.62	548.75	4.77	2.62
Pa_carpeta	28.05	151.46	5.20	0.79
Ps	14.19	76.65	2.70	0.21
BR	300.00	1095.00	7.20	7.88

Datos iniciales		
Mu	20.36	Ton-m
rec	50	mm
ϕ _varilla	18	mm
d	64.1	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2

Acero por Flexión

Acero Requerido		
iteracion	As(cm2)	a(cm)
1	7.623	1
2	7.644	1.345
3	7.644	1.349
A_req	7.644	1.349

Separación de Varillas		
ϕ _varilla	22.00	mm
A_varilla	3.801	cm2
S_req	0.497	m
S_selec	30	cm

Acero Mínimo		
Mcr=1.1*fcr*S	0.302	ton-m
fcr	33.634	kg/cm2
S	816.667	cm3
1.33Mu	27.084	ton-m
Mmin	0.302	ton-m
Mu>=Mmin	cumple	

Acero por temperatura.

Acero por Temperatura		
As_temp	5.139	cm2
bh	21700	cm2
2(b+h)	760	cm

Separación de Varillas		
ϕ _varilla	22.00	mm
A_varilla	3.801	cm2
S_req	0.33	m
S_sel	30	cm

Comprobación		
Smax	210.000	cm
Smax	45.000	cm
S<=Smax	cumple	

ZAPATA - ACERO SUPERIOR

CARGAS	Area(m2)	w(kg)	x(m)	M(ton-m)
DC_zapata	2.20	5280.00	1.00	5.28
EV_geofom	7.19	143.76	1.00	0.14
EV_base	1.01	3032.10	1.00	3.03
EV_losa	0.61	1394.72	1.00	1.39
LL+IM	-	1800	1.00	1.80

Datos iniciales

Mu	16.61	Ton-m
rec	75	mm
ϕ _varilla	18	mm
d	101.6	cm
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2

Acero por Flexión

Acero Requerido

iteracion	As(cm2)	a(cm)
1	3.911	1
2	3.898	0.345
3	3.898	0.344
A_req	3.898	0.344

Separación de Varillas

ϕ _varilla	18.00	mm
A_varilla	2.545	cm2
S_req	0.300	m
S_selec	20	cm

Acero Mínimo

Mcr=1.1*fcr*S	1.492	ton-m
fcr	33.634	kg/cm2
S	4033.333	cm3
1.33Mu	22.086	ton-m
Mmin	1.492	ton-m
Mu>=Mmin	cumple	

Acero por temperatura.

Acero por Temperatura		
As_temp	5.169	cm²
bh	22400	cm ²
2(b+h)	780	cm

Separación de Varillas		
ϕ _varilla	14.00	mm
A_varilla	1.539	cm ²
S_req	0.30	m
S_sel	15	cm

Comprobación		
Smax	210.000	cm
Smax	45.000	cm
S<=Smax	cumple	

ZAPATA - ACERO INFERIOR

Datos iniciales		
LP	0.5	m
σ_{\max} :	0.00	ton/m
σ_{borde}	0.00	ton/m
Mu	0.000	ton-m
rec	75	mm
ϕ_{varilla}	18	mm
d	101.6	cm
f'c	280	kg/cm ²
fy	4200	kg/cm ²

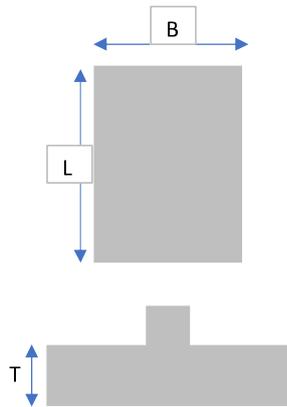
Acero por Flexión

Acero Requerido		
A_req	3.898	cm ²

Separación de Varillas		
ϕ_{varilla}	18.00	mm
A_varilla	2.545	cm ²
S_req	0.300	m
S_selec	20	cm

Comprobación		
a	0.688	cm
ϕM_n	14.92	ton-m
$\phi M_n \geq M_u$	cumple	

Análisis de zapata aislada		
Pu	278.08	T
Vu	20.699	T
B	3	m
L	9.2	m
c	0.9	m
d	0.3	m
db	25	mm
rec	70	mm
T	1100	mm
Vuc	41.06	T
Vuc	402.3	KN
Vnc	628.63	KN
ϕ	0.85	
ϕV_{nc}	534.34	KN



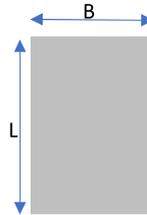
Cálculo de Acero de Refuerzo en zapata		
qu	10.1	T/m ²
Mu	460.3	T-m
Ast	135.3	cm ²
0.0018*Ag	132.53	cm ²
Ast > 0.0018 Ag		ok
db	25	mm
Av	4.9	cm ²
n_var	27	27
S	35.0	cm
Comprobación por momento.		
Mn	55943418	KG-CM
Mn	559	Ton-m
ϕ	0.9	
ϕM_n	503	Ton-m
$\phi M_n > M_u$	ok	

Comprobaciones	
$\phi V_{nc} > V_{uc}$	ok
T > 300 mm	ok
d > 150mm	ok

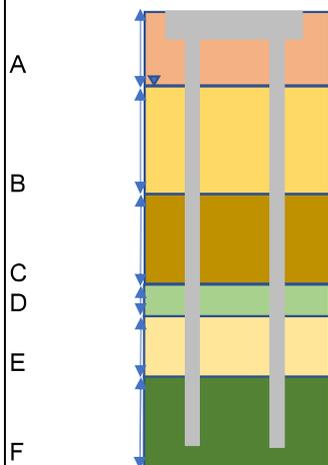
ANÁLISIS DE GRUPO DE PILOTES EN ESTRIBO

Datos Iniciales

Qu	333.4	Ton	Carga última sobre estribo
B	3.2	m	Dimensión de Zapata
L	8.0	m	Dimensión de Zapata
FS	3		Factor de seguridad



Análisis de Esfuerzos Efectivos



$\sigma' A$	3.74	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

$\sigma' B$	5.67	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

$\sigma' C$	7.32	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

$\sigma' D$	7.85	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

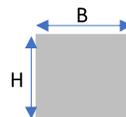
$\sigma' E$	9.01	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

$\sigma' F$	12.13	Ton/m ²
-------------	-------	--------------------

Comentario: Análisis realizado en función de estudio de suelo del sector.

Dimensiones de Pilote

B	0.5	m	Dimensión de pilote
H	0.5	m	Dimensión de pilote
L	14	m	Longitud de Pilote



Cálculo de resistencia última de un pilote por fuste

	Qs	Unidad
Arena 1	54.25	Ton
Arcilla 1	541.37	Ton
Arcilla 2	254.44	Ton
Arena 2	53.42	Ton
Arcilla 3	374.13	Ton
Arena 3	244.44	Ton

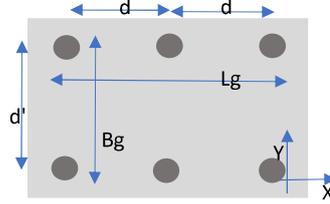
Qu	192.74	Ton
Qa	64.25	Ton

Resistencia admisible de pilote
Resistencia admisible de pilote factorada

Comentario: Solo se consideró el analisis de resistencia por Fuste.

Cálculo de resistencia última de grupo de pilotes por fuste

n1	4	# pilotes dirección x
n2	2	# pilotes dirección y
d	2	m
d'	1.7	m
Lg	6.5	m
Bg	2.2	m
Pg	18	m



	Qs	Unidad
Arena 1	66.30	Ton
Arcilla 1	653.38	Ton
Arcilla 2	307.08	Ton
Arena 2	65.29	Ton
Arcilla 3	451.53	Ton
Arena 3	298.76	Ton

Qu	1522.04	Ton	Resistencia admisible del grupo
Qa	507.35	Ton	Resistencia admisible del grupo factorada

Asentamiento

Asentamiento Individual		
Se(1)	0.36	cm
Se(3)	1.03	cm
Se	1.39	cm

Asentamiento Elástico
Asentamiento por fuste

Asentamiento del grupo		
Se(g)	2.92	cm

Comprobación

Capacidad

Qa	507.35	Ton
Qu	333.4	Ton
Qa > Qu		ok

Carga Admisible del grupo de pilotes
Carga Aplicada sobre el grupo

Asentamiento

Se(g)	2.92	cm
S max	5	cm
Se(g) < S max		ok

Asentamiento elástico de grupo de pilotes
Asentamiento Máximo

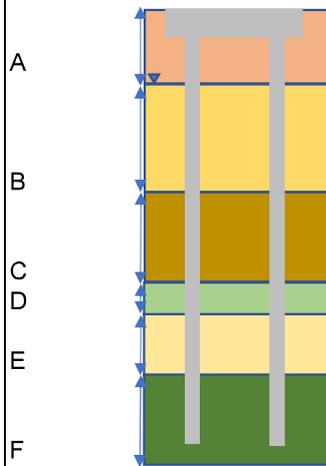
ANÁLISIS DE GRUPO DE PILOTES EN PILA

Datos Iniciales

Qu	278.1	Ton	Carga última por columna
B	0.0	m	Dimensión de Zapata
L	0.0	m	Dimensión de Zapata
FS	3		Factor de seguridad



Análisis de Esfuerzos Efectivos



σ' A	3.74	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

σ' B	5.67	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

σ' C	7.32	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

σ' D	7.85	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

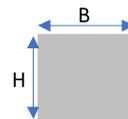
σ' E	9.01	Ton/m ²
-------------	------	--------------------

σ' F	12.13	Ton/m ²
-------------	-------	--------------------

Comentario: Análisis realizado en función de estudio de suelo del sector.

Dimensiones de Pilote

B	0.5	m	Dimensión de pilote
H	0.5	m	Dimensión de pilote
L	14	m	Longitud de Pilote



Cálculo de resistencia última de un pilote por fuste

	Qs	Unidad
Arena 1	6.03	Ton
Arcilla 1	61.48	Ton
Arcilla 2	40.01	Ton
Arena 2	5.94	Ton
Arcilla 3	52.13	Ton
Arena 3	27.16	Ton

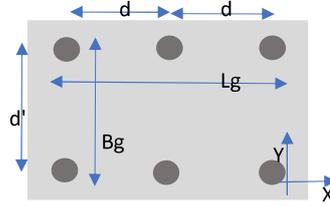
Qu	192.74	Ton
Qa	64.25	Ton

Resistencia admisible de pilote
Resistencia admisible de pilote factorada

Comentario: Solo se consideró el analisis de resistencia por Fuste.

Cálculo de resistencia última de grupo de pilotes por fuste

n1	4	# pilotes dirección x
n2	2	# pilotes dirección y
d	2.5 m	
d'	2 m	
Lg	8 m	
Bg	2.5 m	
Pg	22 m	



	Qs	Unidad
Arena 1	66.30	Ton
Arcilla 1	653.38	Ton
Arcilla 2	307.08	Ton
Arena 2	65.29	Ton
Arcilla 3	451.53	Ton
Arena 3	298.76	Ton

Qu	1842.34	Ton	Resistencia admisible del grupo
Qa	614.11	Ton	Resistencia admisible del grupo factorada

Asentamiento

Asentamiento Individual		
Se(1)	0.44	cm
Se(3)	1.26	cm
Se	1.70	cm

Asentamiento Elástico
Asentamiento por fuste

Asentamiento del grupo		
Se(g)	3.81	cm

Comprobación

Capacidad

Qa	614.11	Ton
Qu	556.2	Ton
Qa > Qu		ok

Carga Admisible del grupo de pilotes
Carga Aplicada sobre el grupo

Asentamiento

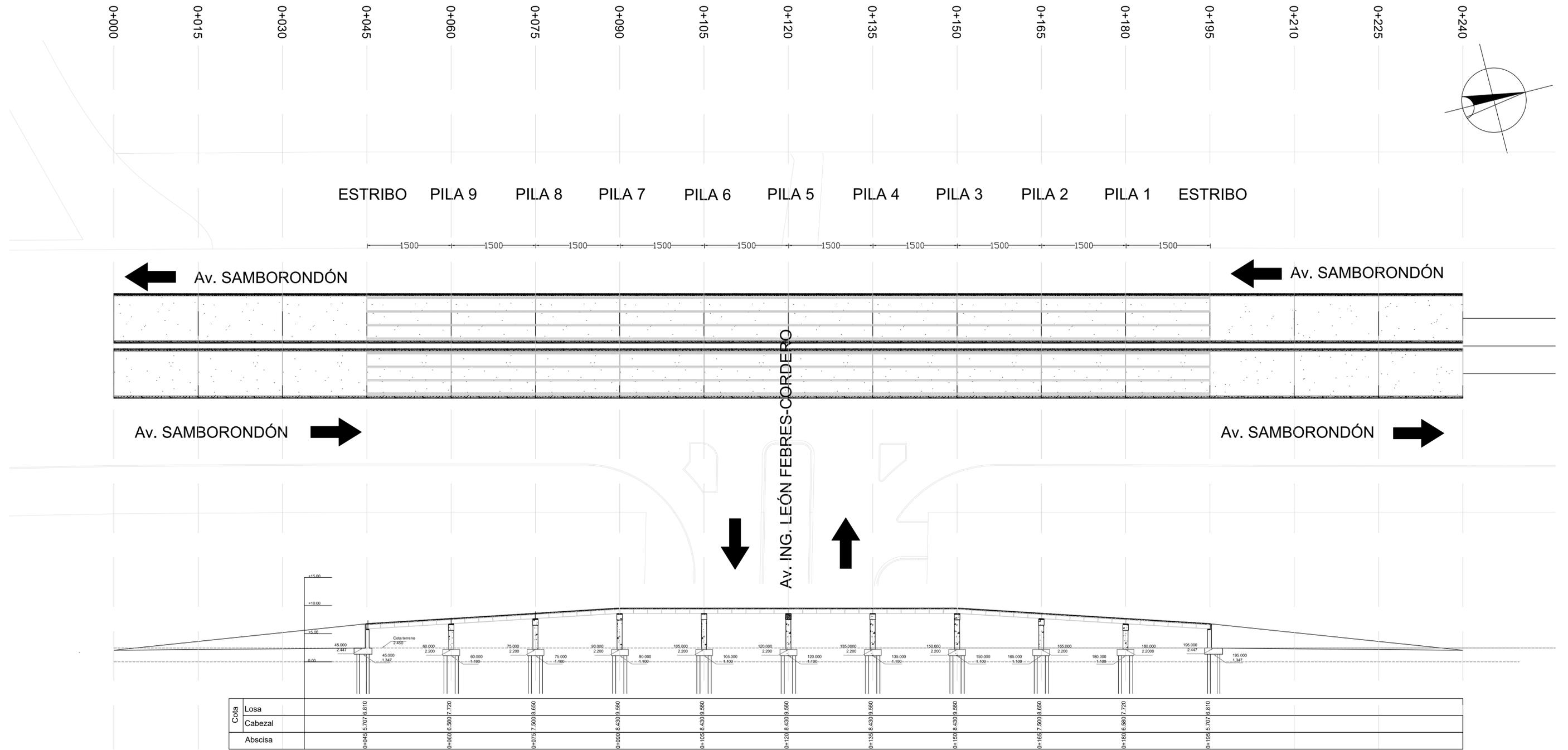
Se(g)	3.81	cm
S max	5	cm
Se(g) < S max		ok

Asentamiento elástico de grupo de pilotes
Asentamiento Máximo

APÉNDICE H: PLANOS

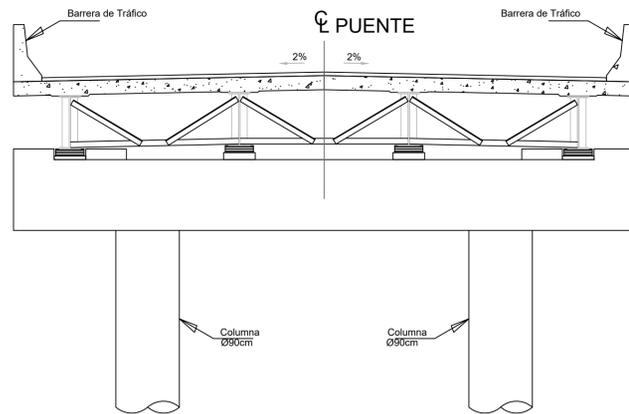
Planta y elevación de paso elevado

1:350



Sección típica de paso elevado

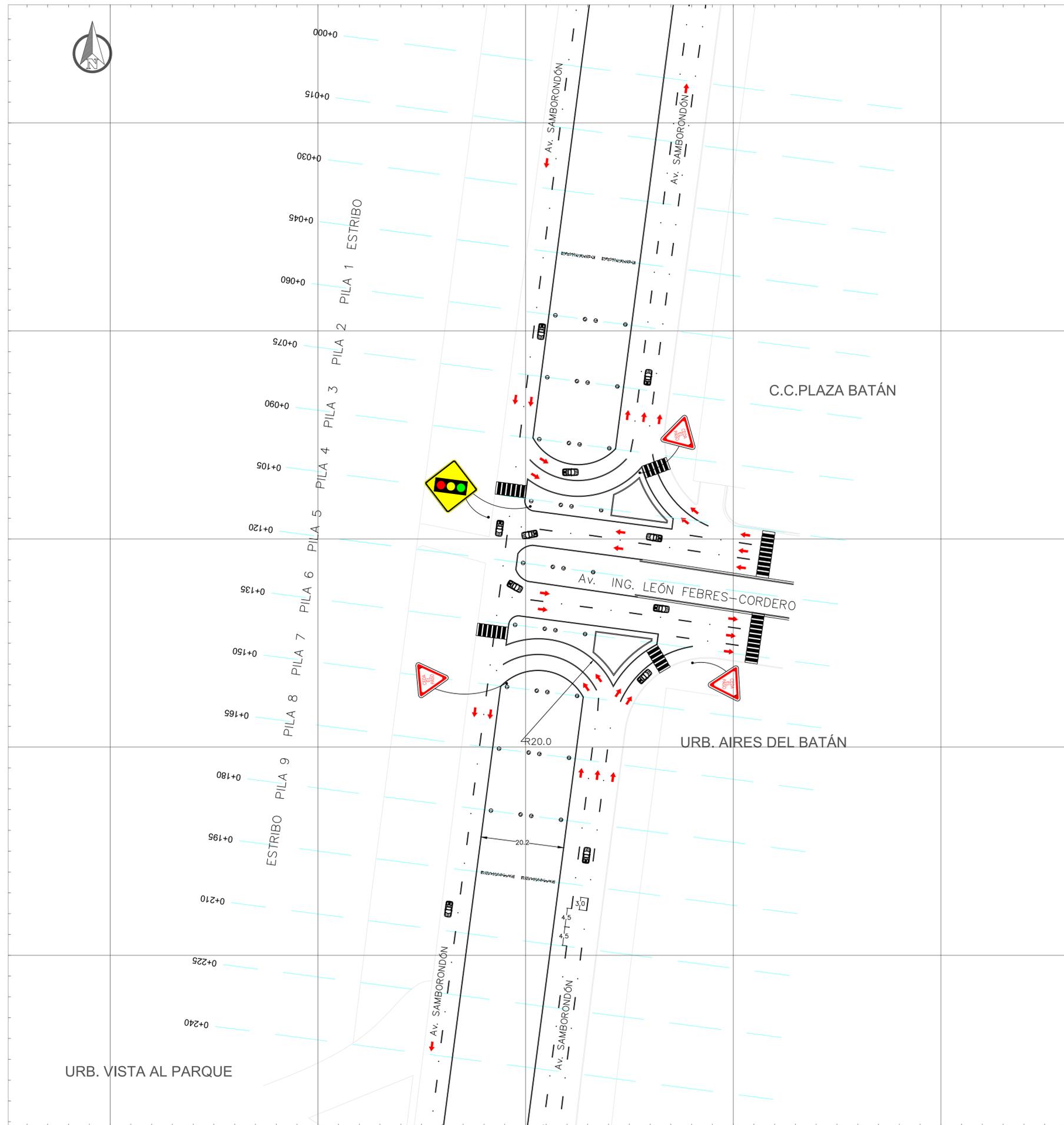
1:50



NOTAS GENERALES :

- 1.- Se tomarán cilindros en obra para controlar la calidad del hormigón
- 2.- Las medidas prevalecen sobre la escala del dibujo.
- 3.- Las longitudes, cotas y medidas deberán ser comprobadas por el Constructor.
- 4.- Espesor de Carpeta Asfáltica: 50 mm
- 5.- Espesor de Losa: 200 mm.
- 6.- Las medidas están en centímetros; las abscisas y cotas en metros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Planta y Perfil de Paso Elevado			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares	Lámina: A-1/2	Escala: Indicada	



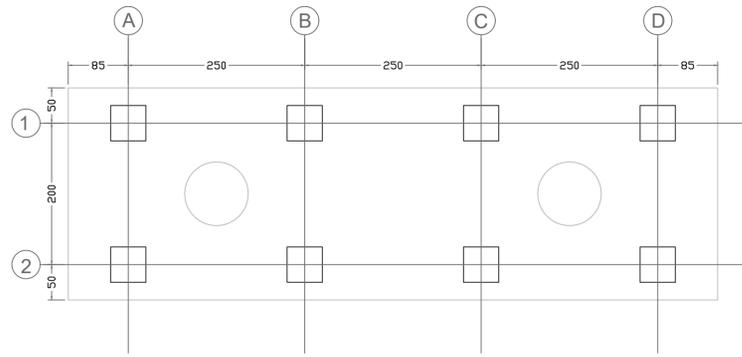
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTRUCTURA DATUM UTM 17S WGS1984

NOTA:

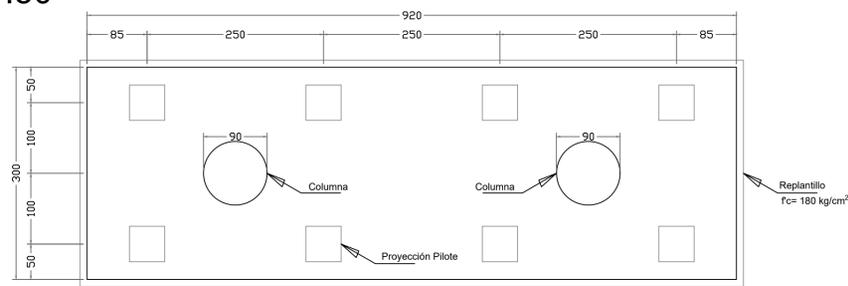
1. Las medidas prevalecen a la escala.
2. Las medidas deberán ser comprobadas por el constructor.
3. Las abscisas y dimensiones estan dadas en metros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Implantación de señaléticas y retornos			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: A-2/2	Escala: 1:500

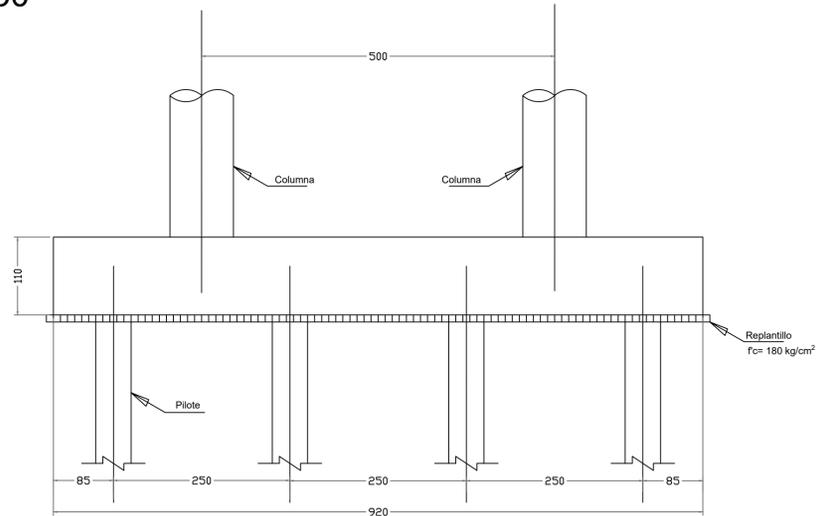
Ubicación de pilotes en cimientos de pilas 1- 9 1:50



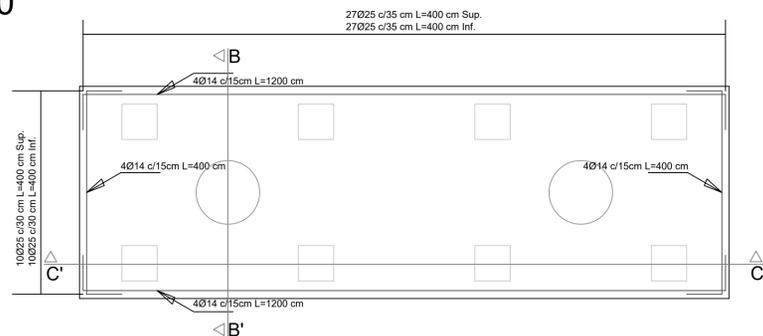
Planta de cimentación de pilas 1- 9: Geometría 1:50



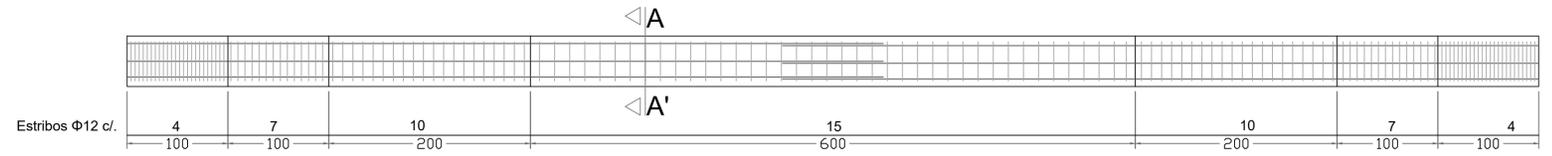
Elevación de cimentación de pilas 1- 9: Geometría 1:50



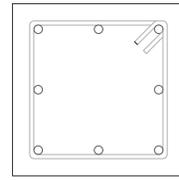
Armado de cimentación de pilas 1- 9: Planta 1:50



Armado de Pilote 50x50x1400 1:35

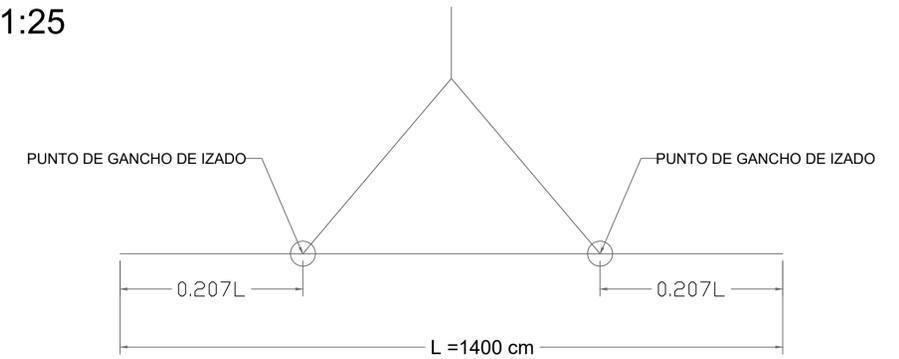


Corte A - A' 1:10

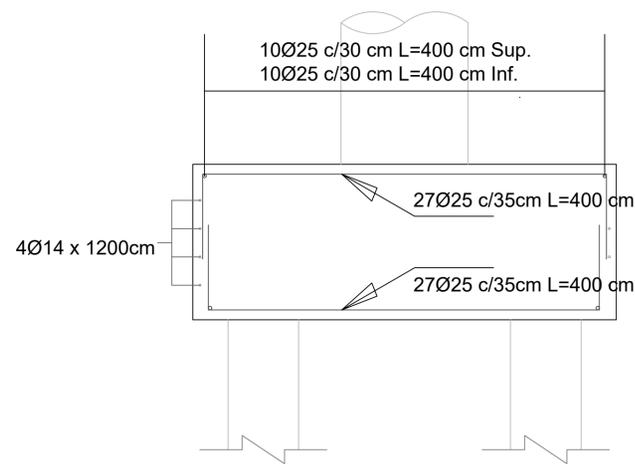


Longitud = 1400 cm
 ○ 8Ø25 L= 800 cm
 ○ Estribos Ø12 c/. 4/7/10/15 cm
 Traslapo mínimo= 100 cm

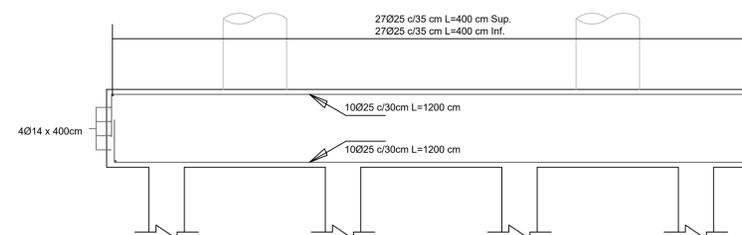
Puntos de Izado de Pilote 1:25



Corte B - B' 1:25



Corte C - C' 1:50



NOTAS:

-Todas las medidas están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario.
 -Las medidas prevalecen a la escala.

-Hormigón:
 Estructuras: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 Replanteo: $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$

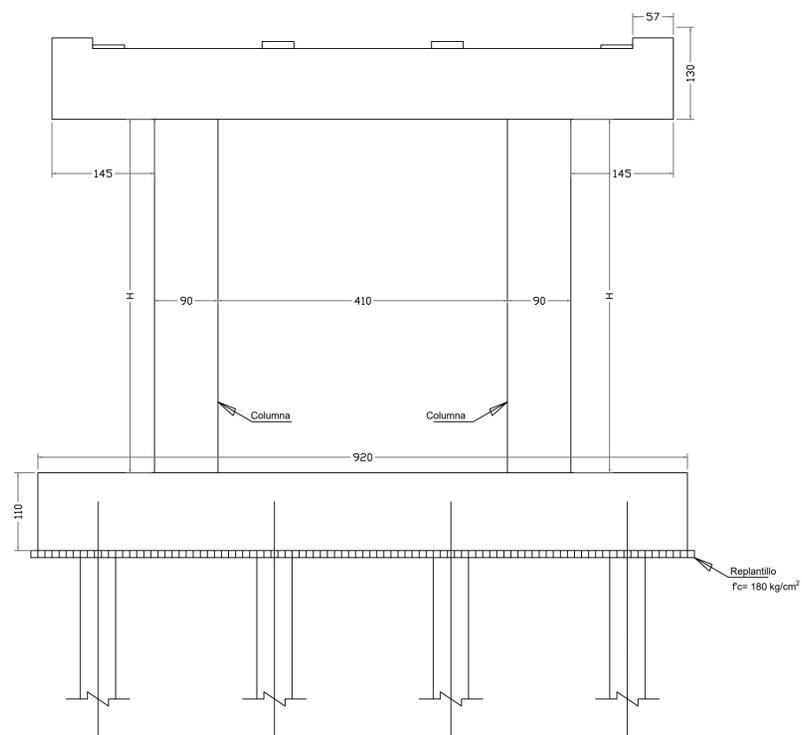
-Acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

-Recubrimiento:
 Zapatas: 7 cm
 Pilotes: 5 cm

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Detalle de Cimientos de Pilas 1 - 9			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares	Lámina: ES 1/7	Escala: Indicada	

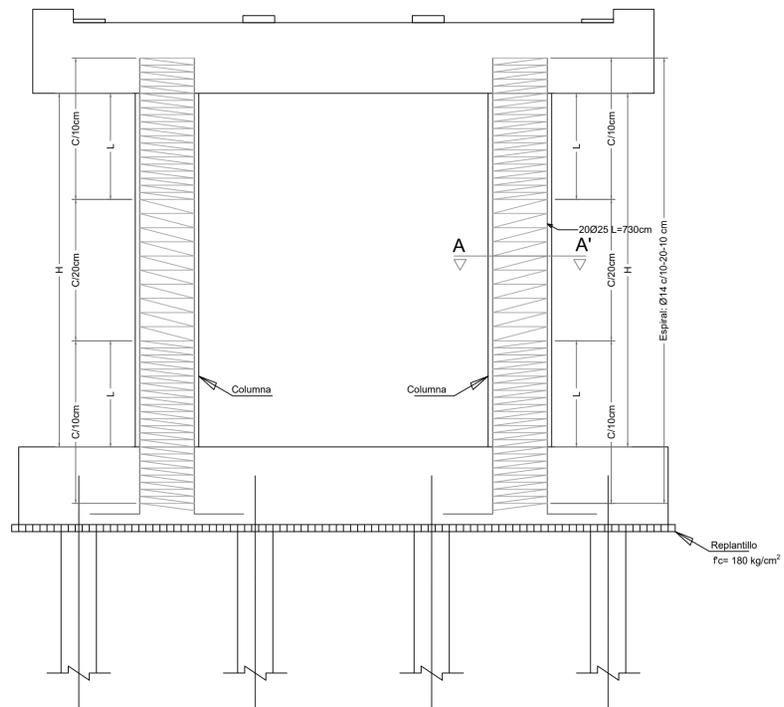
Elevación de Pila: Vista Frontal y Lateral

1:50



Armado de Columna: Elevación

1:50



Corte A - A'

1:20

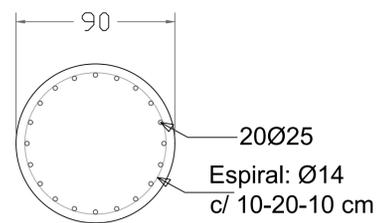
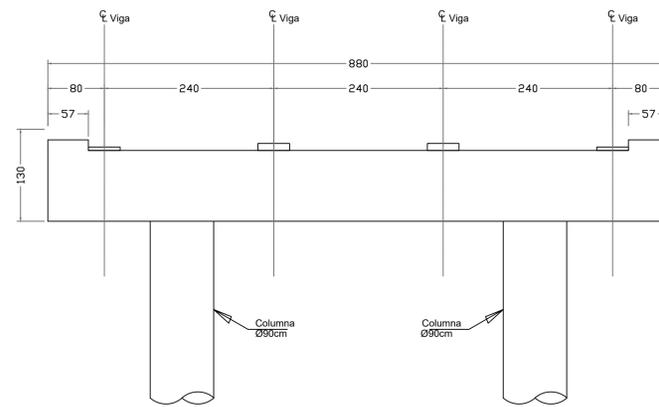


Tabla de Medidas

Pila	H (m)	L (m)
P1 y P9	3.0	0.75
P 2 y P8	4.5	1.0
P 3 - 7	6.0	1.5

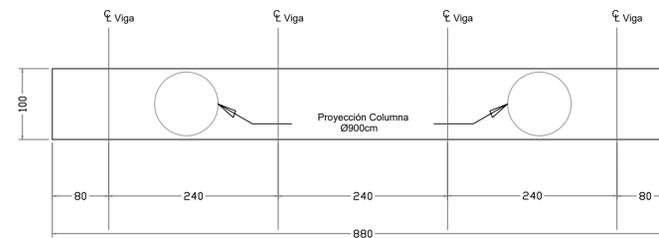
Elevación de Viga Cabezal: Geometría

1:50



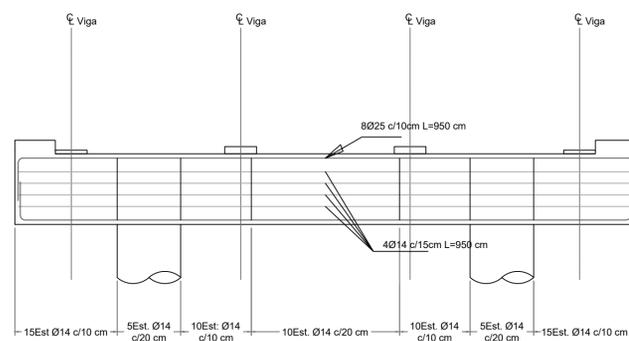
Planta de Viga Cabezal: Geometría

1:50



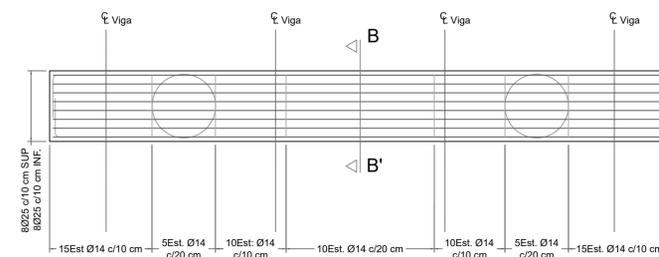
Armado Viga Cabezal: Elevación

1:50



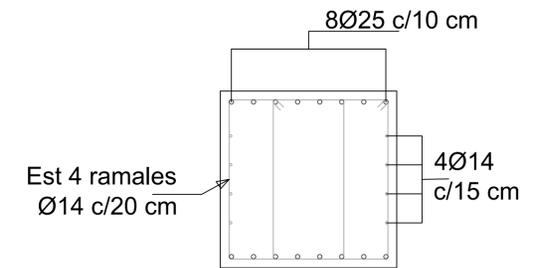
Armado Viga Cabezal: Planta

1:50



Corte B - B'

1:20

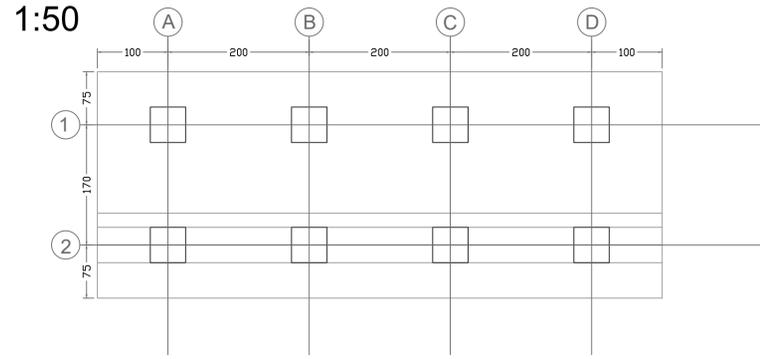


NOTAS:

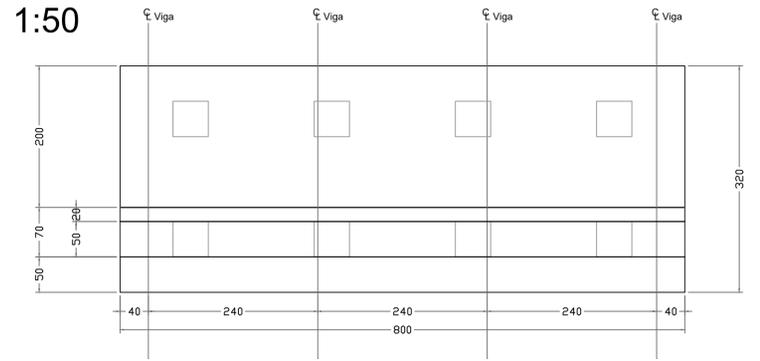
- Todas las medidas están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario.
- Las medidas prevalecen a la escala.
- Se tomarán cilindros en obra para control de calidad del hormigón
- Hormigón:
Estructuras: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Replantillo: $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
- Acero:
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento:
Columna: 5 cm
Viga Cabezal: 5 cm
- Longitud de Gancho:
 $90^\circ - \text{Ø}25 = 60 \text{ cm}$
 $90^\circ - \text{Ø}14 = 60 \text{ cm}$
 $135^\circ - \text{Ø}14 = 8 \text{ cm}$

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. CIUDAD CELESTE			
CONTENIDO: Detalle de Pilas 1 - 9			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: ES 2/7	Escala: Indicada

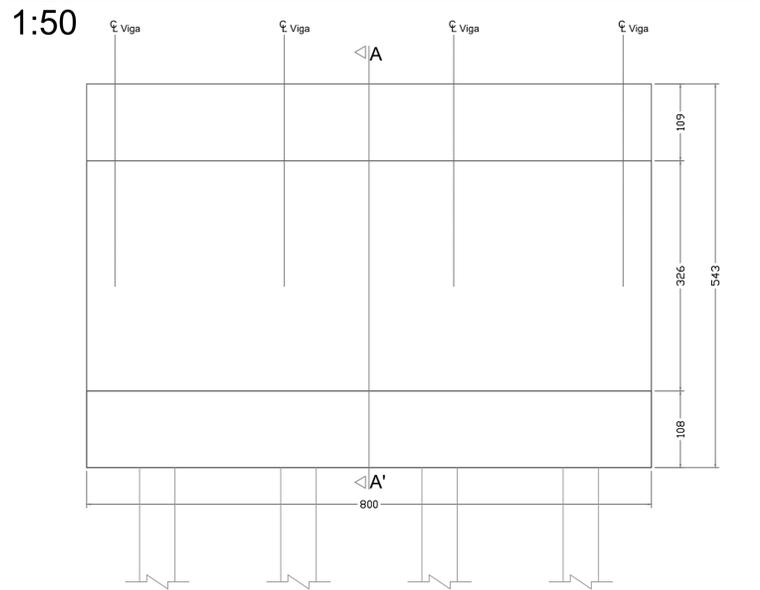
Ubicación de pilotes - Estribos 1 y 2



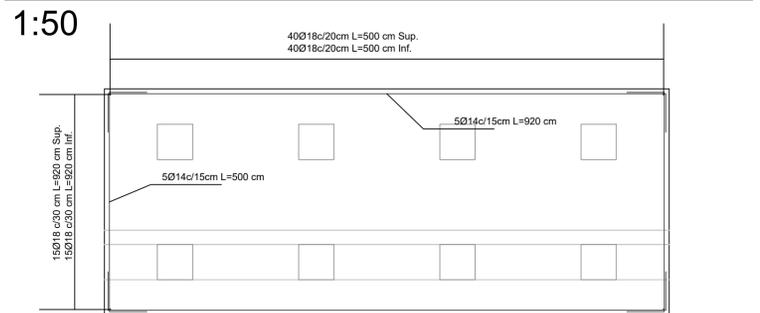
Planta de Estribo 1 y 2: Geometría



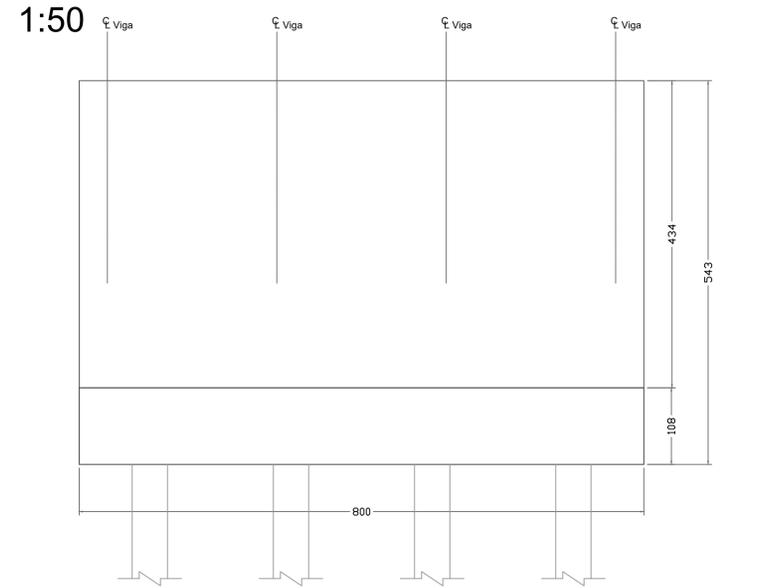
Elevación Frontal de Estribo: Geometría



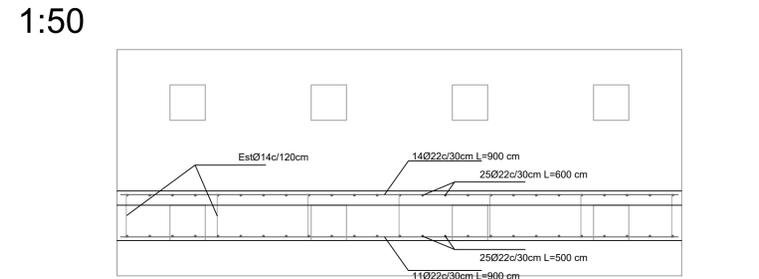
Armado de zapata de estribo: Planta



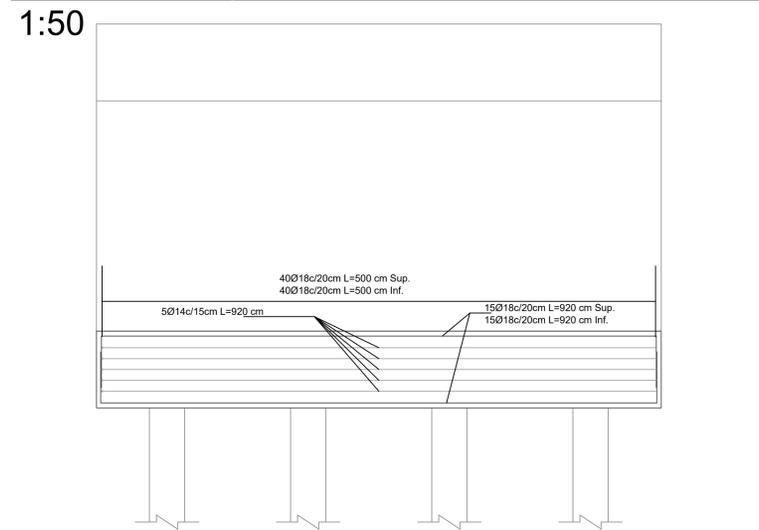
Elevación Posterior de Estribo: Geometría



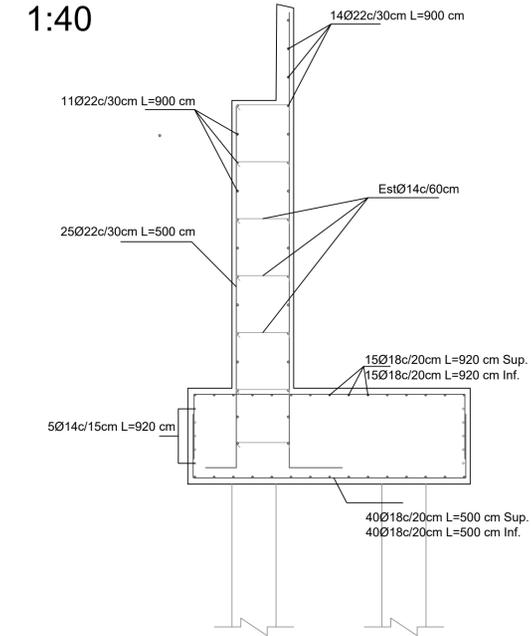
Armado de muro de estribo: Planta



Armado de zapata de estribo: Elevación



Armado: Corte A - A'



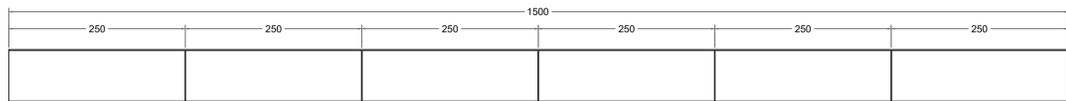
NOTAS:

- Todas las medidas están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario.
- Las medidas prevalecen a la escala.
- Se tomarán cilindros en obra para control de calidad del hormigón
- Hormigón:
Estructuras: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
Replanteo: $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$
- Acero:
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento:
Zapata: 7 cm
Muro: 5 cm
- Longitud de Gancho:
 $90^\circ - \text{Ø}18 = 60 \text{ cm}$
 $90^\circ - \text{Ø}14 = 60 \text{ cm}$
 $135^\circ - \text{Ø}14 = 8 \text{ cm}$

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Detalle de Estribos 1 y 2			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares	Lámina: ES 3/7	Escala: Indicada	

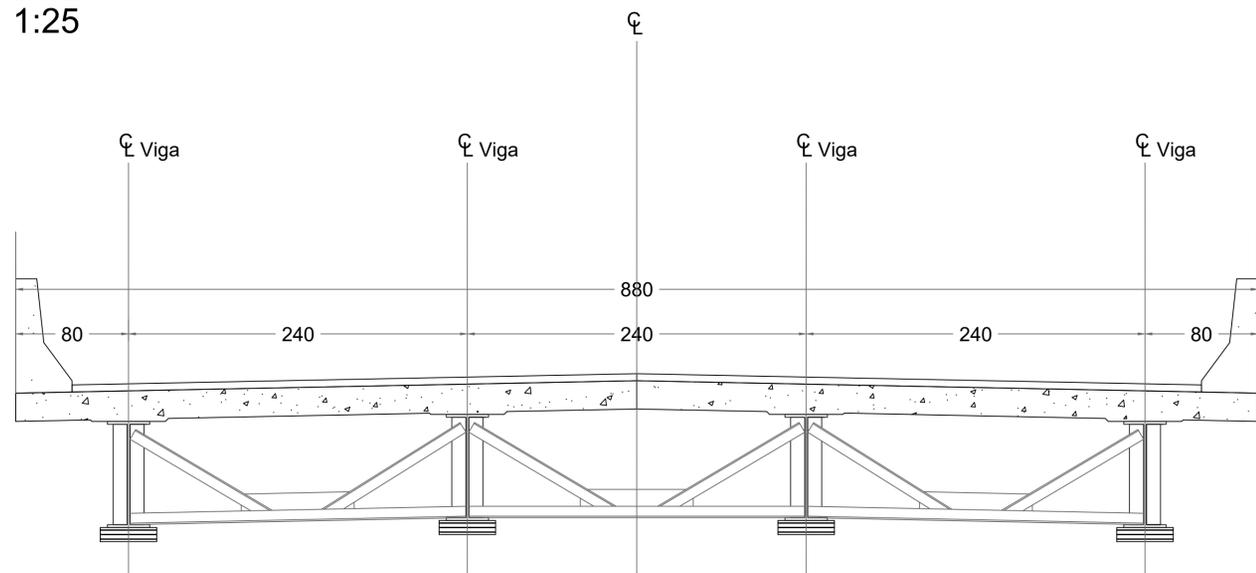
Ubicación de Rigidizadores en Viga

1:50



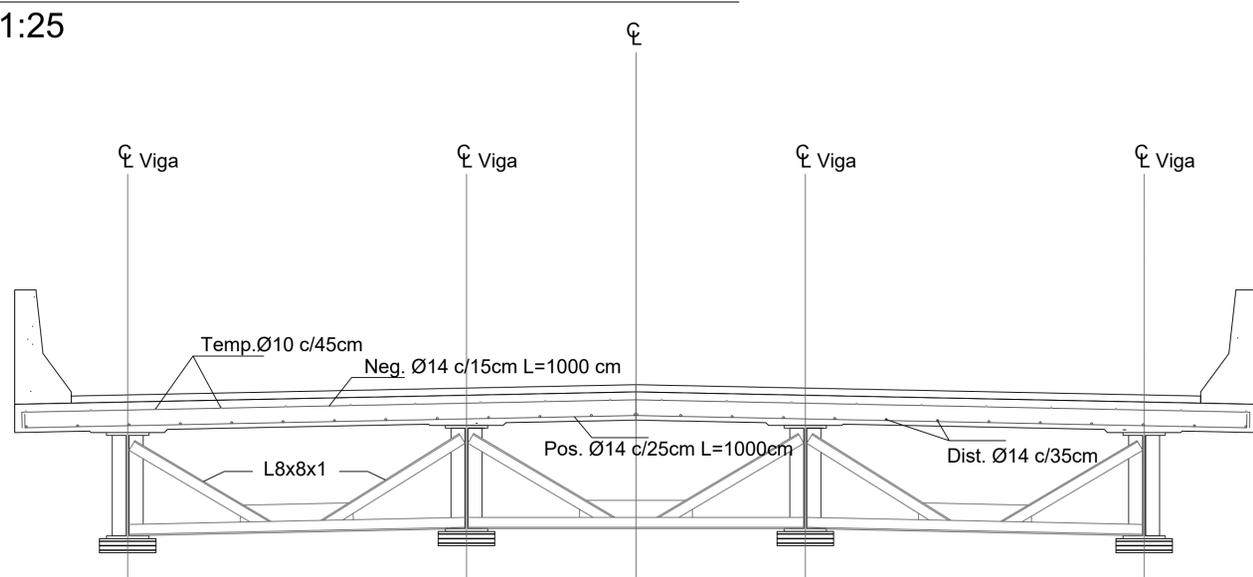
Sección Típica de Superestructura

1:25



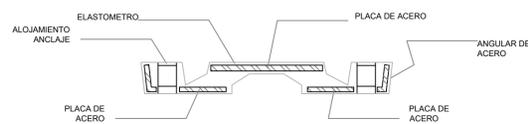
Armadura del Tablero

1:25



Junta transflex 250: Especificaciones

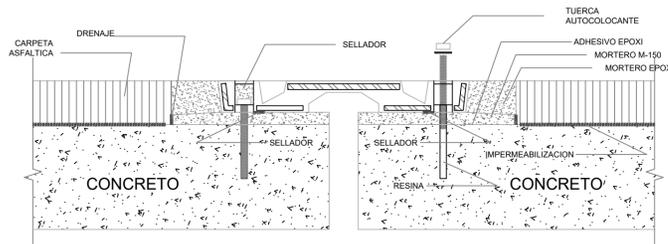
1:5



MODELO	RECORRIDO	LONGITUD DEL MÓDULO	ALTURA DEL MÓDULO	ANCHURA DEL MÓDULO	PESO DEL MÓDULO	DIÁMETRO DEL PIERNO
250	65 mm.	1830 mm.	46 mm.	356 mm.	62 Kg.	14 mm.

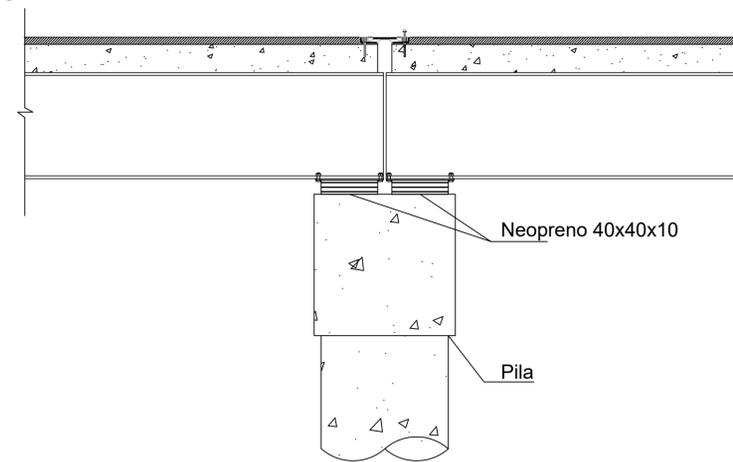
Junta transflex 250: Detalle

1:5



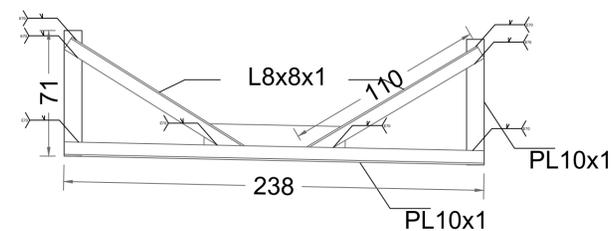
Ubicación de Neoprenos: Detalle

1:25



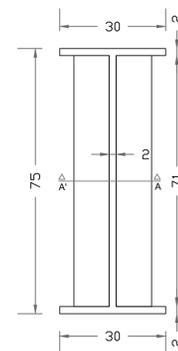
Detalle Diafragma

1:20



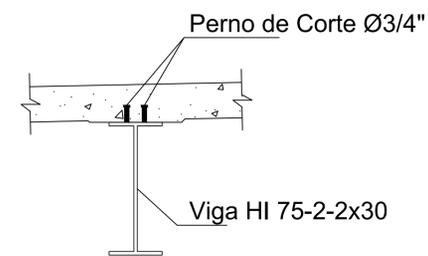
Viga HI 75-2-2X30

1:10

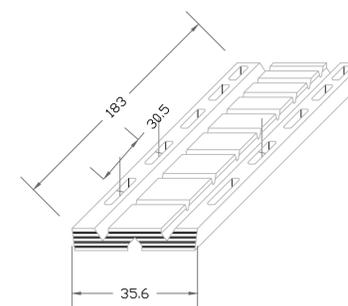


Conexión viga-losa

1:20

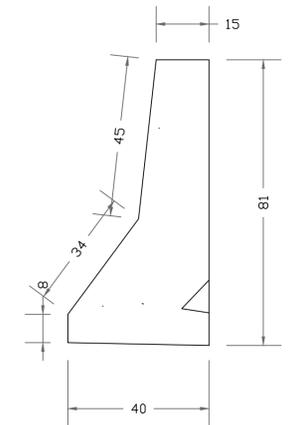


Vista Isométrica de Junta



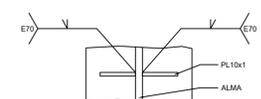
Sección Barrera: Geometría

1:10



Corte A-A' : Detalle

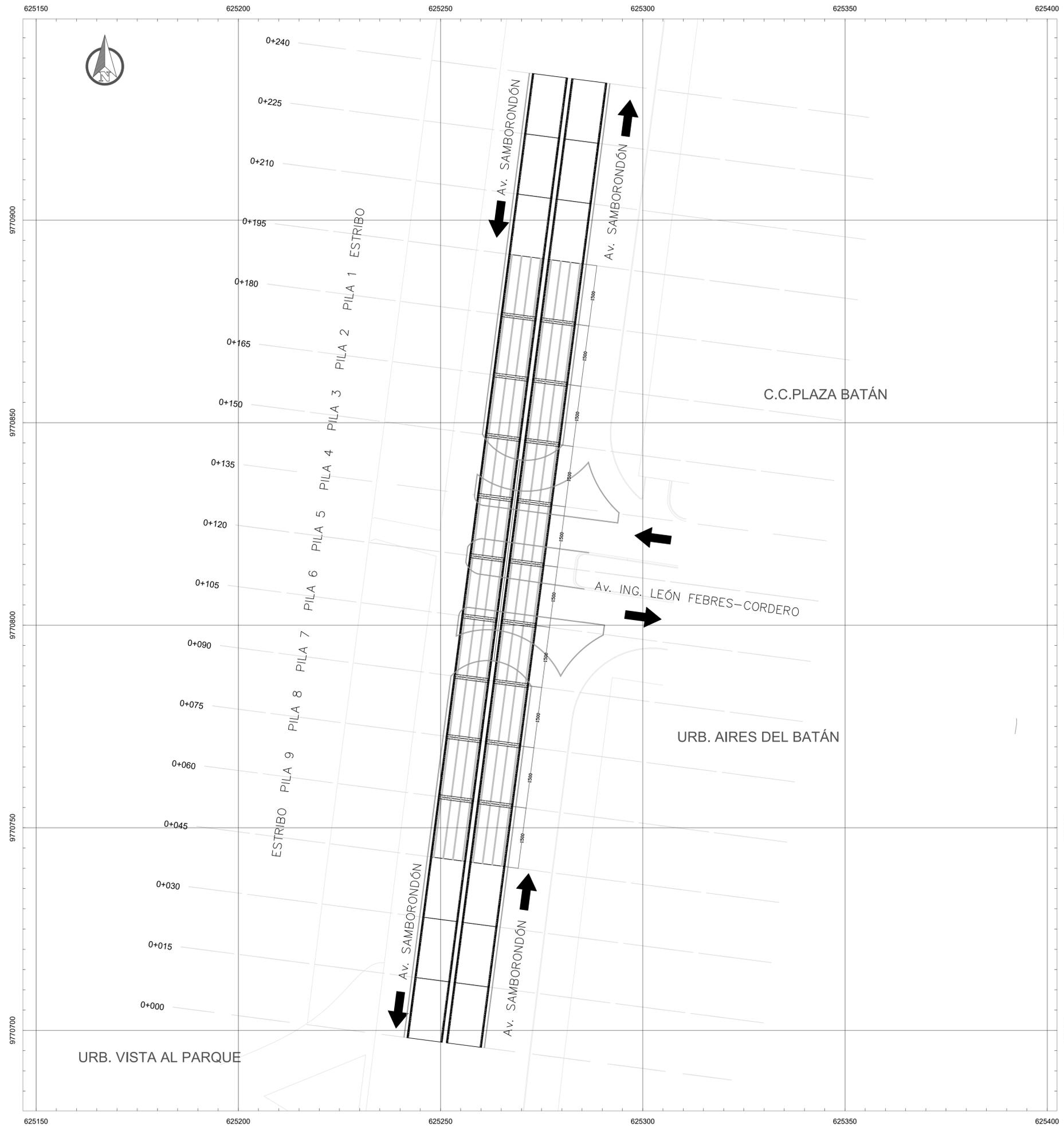
1:10



NOTAS:

- Todas las medidas están dadas en cm, a menos que se indique lo contrario.
- Las medidas prevalecen a la escala.
- Las dimensiones de los elementos deben ser verificadas por el constructor
- Hormigón:
 - Estructuras: $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - Replanteo: $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$
- Acero Varilas: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento:
 - Losa: 6 cm Sup. / 3 cm Inf.
- Acero Estructural Vigas y Diafragmas: A-572
- Soldadura tipo SMAW con electrodo E7011
- Verificar posición de Apoyos en lámina ES 7/7
- Verificar posición de vigas en lámina ES 5/7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Detalle de Elementos de Superestructura			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: ES 4/7	Escala: Indicada

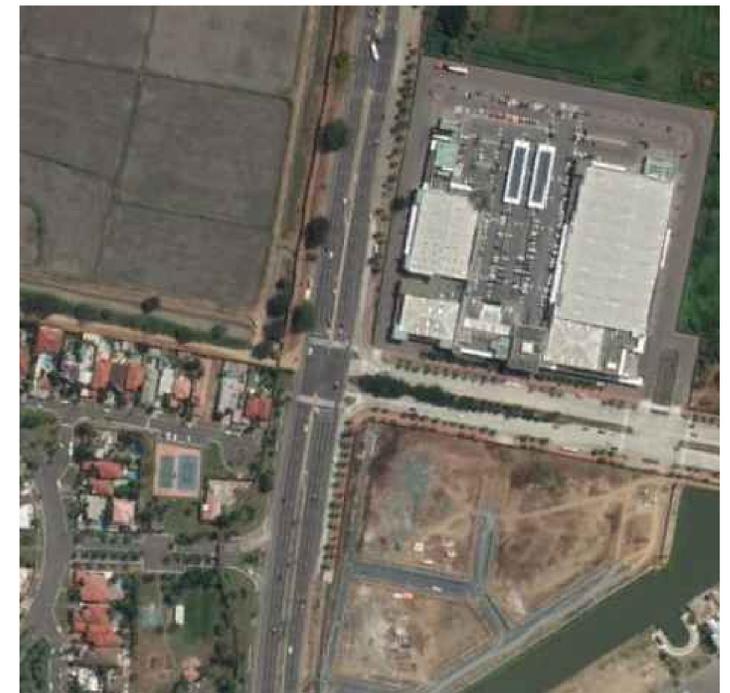
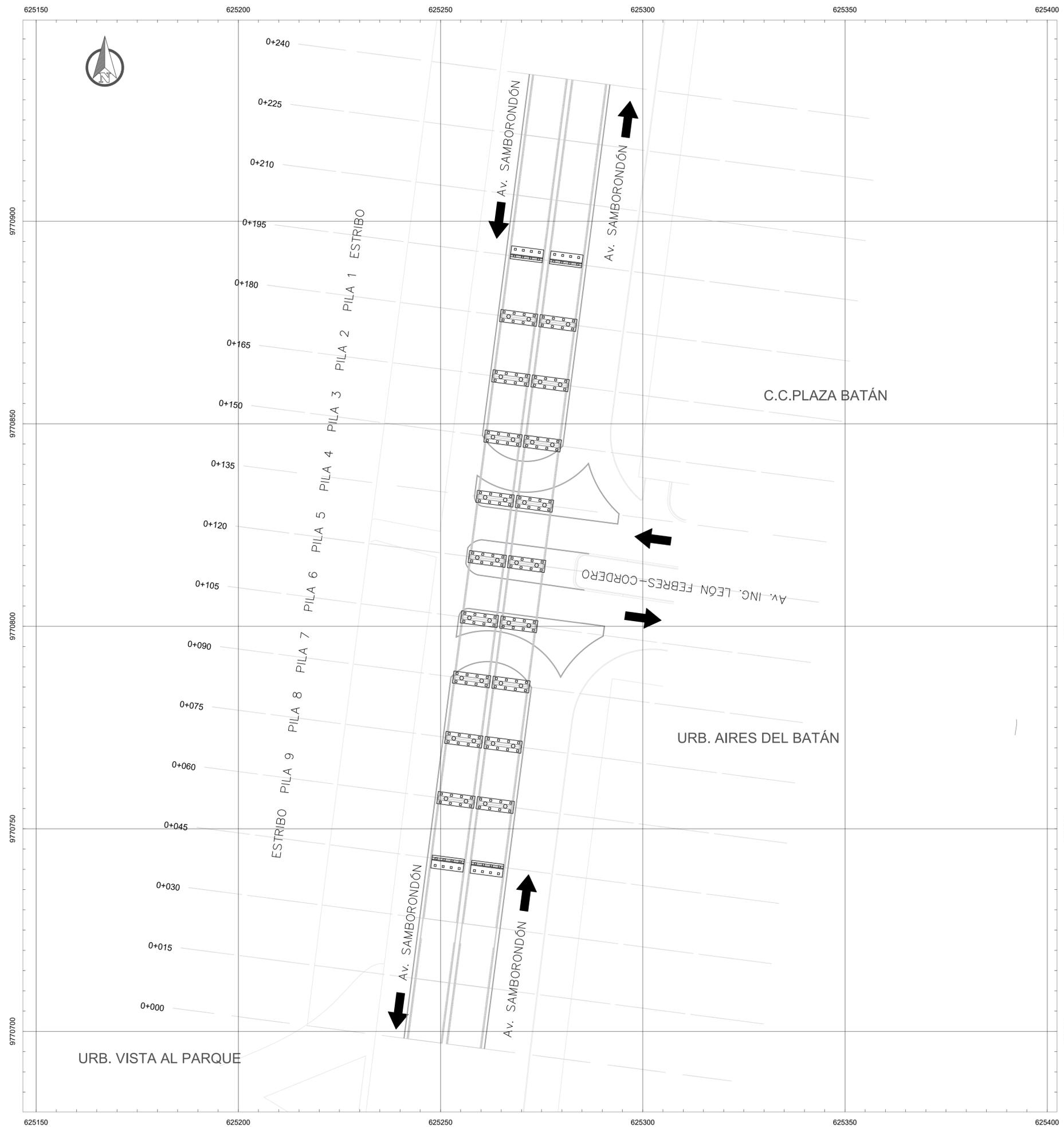


UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTRUCTURA DATUM UTM 17S WGS1984

NOTA:

1. Las medidas prevalecen a la escala.
2. Las medidas deberán ser comprobadas por el constructor.
3. Las abscisas están en metros y las demás dimensiones en centímetros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Implantación de señaléticas y retornos			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: ES 5/7	Escala: 1:500

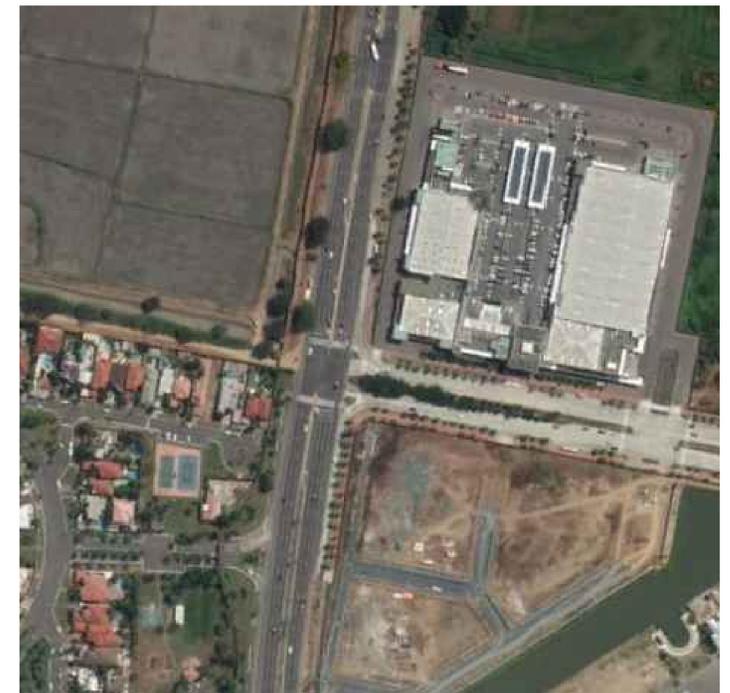
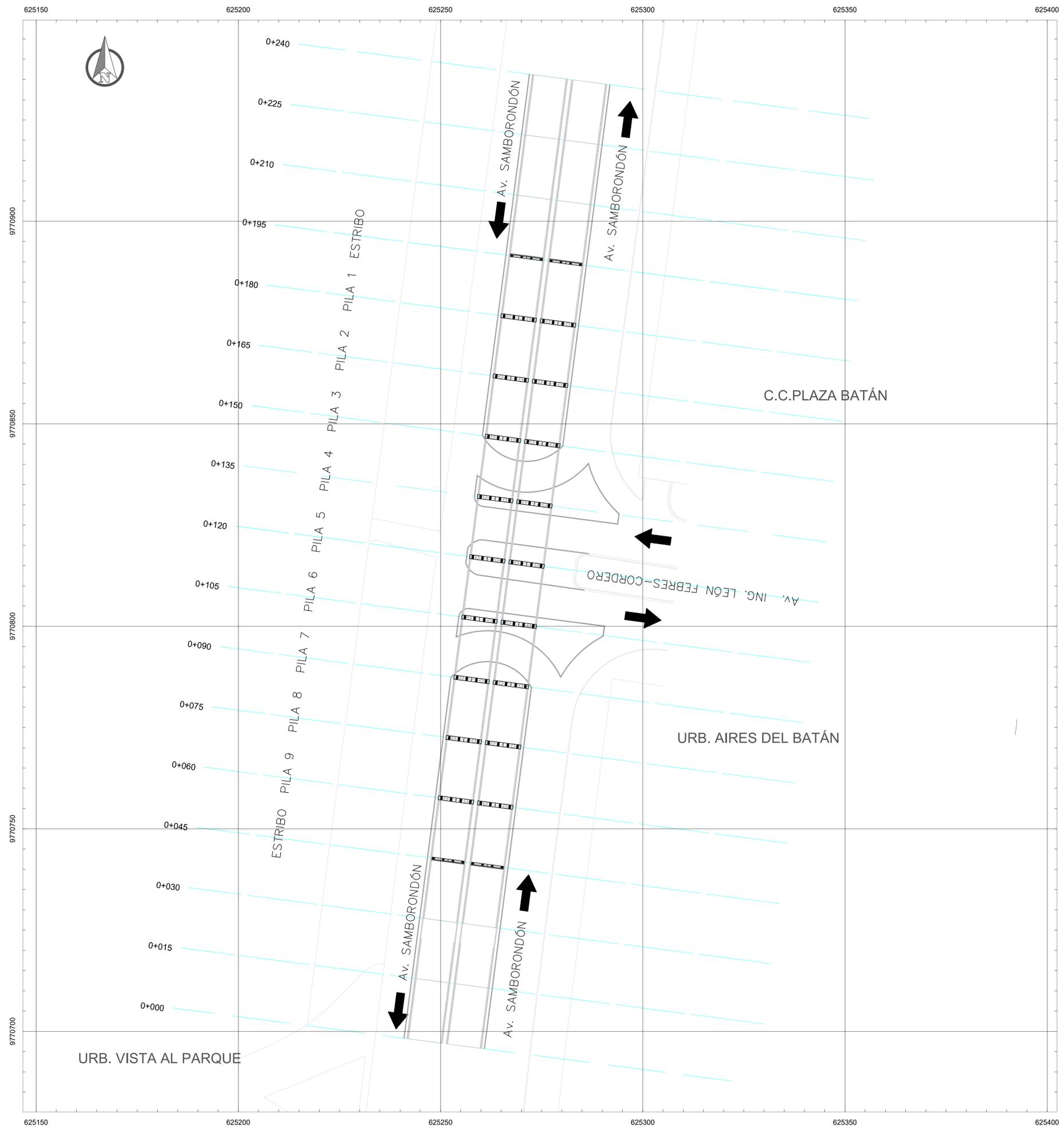


UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTRUCTURA DATUM UTM 17S WGS1984

NOTA:

1. Las medidas prevalecen a la escala.
2. Las medidas deberán ser comprobadas por el constructor.
3. Las abscisas están en metros y las demás dimensiones en centímetros.
4. Revisar Láminas ES 1/7 y ES 3/7 con el detalle de los elementos estructurales de los cimientos

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Implantación de Cimientos y Pilotes			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: ES 6/7	Escala: 1:500



UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTRUCTURA DATUM UTM 17S WGS1984

NOTA:

1. Las medidas prevalecen a la escala.
2. Las medidas deberán ser comprobadas por el constructor.
3. Las abscisas están en metros y las demás dimensiones en centímetros.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO PRELIMINAR DE UN PASO ELEVADO EN LA INTERSECCIÓN DE LA AV. SAMBORONDÓN Y AV. ING. LEÓN FEBRES-CORDERO			
CONTENIDO: Implantación de Apoyos Elastoméricos			
Coordinador de Materia Integradora: M.Sc Nadia Quijano A.	Tutores de Conocimientos Específico: - M.Sc Samantha Hidalgo A. - M.Sc Francisco Grau S. - M.Sc Priscila Valverde A. - Arq. Carola Zavala M.	Estudiantes: - Sarmiento Mora Nelson - Valdivieso Buele Diego	Fecha de Entrega: 28/08/2020
Tutor de Área de Conocimiento: M.Sc Walter Hurtares		Lámina: ES 7/7	Escala: 1:500