

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía de desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

#### **Ingeniero Civil**

Presentado por:

Carlos Octavio Zúñiga Olvera

Víctor Ernesto Toledo Montece

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a Dios, mis padres Victor Toledo Molina y Min Montece Paez, que son un pilar fundamental en mi vida, además de mi compañero Carlos Zúñiga O. y mis amigos que me han apoyado en el trayecto de mi carrera universitaria.

**Victor Toledo Montece**

Este trabajo se lo dedico a Dios, creador de todo, a mis padres Eugenio Zúñiga y Lorena Olvera, mi hermana María Zúñiga y mis tíos Walter Seminario y Eva Zúñiga por su apoyo y motivación en todo lo que fue mi vida universitaria. Se lo dedico a mi abuela Paquita Lascano, tía Carla Olvera, tío Juan Olvera, primo Sebastián Olvera y Juan Olvera por siempre recibirme con los brazos abiertos en su hogar, a mi compañero de tesis Victor Toledo M. y mi amigo de la infancia Rubén Zeas.

**Carlos Zúñiga Olvera**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a:

MSc. Eduardo Santos Baquerizo

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

MSc. Carlos Quishpe Otacoma

PhD. Miajil Arias Hidalgo

MSc. Arnaldo Bayona Malo

Ing. Erwin Larreta Torres

Ing. Raúl Hinojoza

GAD de la ciudad de Guaranda

**Victor Toledo Montece**

# **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

MSc. Eduardo Santos Baquerizo

MSc. Carlos Quishpe Otacoma

PhD. Miajil Arias Hidalgo

MSc. Arnaldo Bayona Malo

Ing. Raúl Hinojoza

GAD de la ciudad de Guaranda

**Carlos Zúñiga Olvera**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Carlos Zúñiga, Víctor Toledo 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”



Carlos Zúñiga Olvera



Víctor Toledo Montece

# EVALUADORES

---

Ing. Miguel Ángel Chávez PhD.  
**PROFESOR DE LA MATERIA**

---

Ing. Carlos Quishpe MSc.  
**PROFESOR TUTOR**

## RESUMEN

La ciudad de Guaranda presenta afectaciones a causa del exceso de tráfico que atraviesa la zona urbana y reducen la calidad de vida de los habitantes, para solventar esta necesidad, el GAD de Guaranda pretende implementar una vía de desvío de tráfico pesado, la cual requiere de una propuesta de un puente para poder atravesar la quebrada Tomabela que tiene una profundidad de 7 metros y un ancho de 35 metros.

Para la implementación del puente se propuso que este sea de vigas de acero estructural ASTM A588 además de la inclusión de anclajes continuos inyectados para la cimentación y bulones de anclaje para el talud derecho, el diseño del puente obedece a las normas AASHTO LRFD 2017, ACI 318-19, AISC, AWS D1.5 y NEC 2015.

Los resultados de diseño proponen el uso de un tablero con una losa de 20cm de espesor y 10.05m de ancho, 4 vigas de acero de 1.4m de peralte con apoyos elastómericos, para la cimentación del puente se propuso el uso de anclajes continuos con 6m de profundidad y para la estabilización, anclajes de 2.4m de perforación en el talud derecho aumentando el FS de 1.07 a 3.6 en la estabilidad del talud.

La propuesta del diseño del puente sobre la quebrada Tomabela, aseguran el adecuado funcionamiento de este bajo condiciones estructurales, geotécnicas e hidrológicas, siendo este capaz de soportar socavación en futuros incrementos de caudal, cargas sísmicas y fuerzas gravitacionales.

**Palabras Clave:** Tráfico, quebrada, puente, acero, anclajes, talud, caudal, socavación.

## **ABSTRACT**

*The city of Guaranda is affected by excess traffic that crosses the urban area and reduces the lives quality of the population. To solve this need, the GAD of Guaranda intends to implement a diversion route for heavy traffic, which requires a proposal for a bridge to cross the Tomabela creek, it has a depth of 7 meters and a width of 35 meters.*

*For the implementation of the bridge, it was proposed that it be made of ASTM A588 structural steel I beams, in addition to the inclusion of continuous injected anchors for the foundation and anchor bolts for the right slope, the design of the bridge obeys the AASHTO LRFD 2017, ACI 318-19, AISC, AWS D1.5 and NEC 2015.*

*The design results propose the use of a deck with a slab of 20cm thick and 10.05m wide, 4 steel beams of 1.4m depth with elastomeric supports, for the foundation of the bridge the use of continuous anchors with 6m was proposed depth and for stabilization anchors of 2.4m of drilling in the right slope increasing the FS from 1.07 to 3.6 in the stability of the slope.*

*The proposal for the design of the bridge over the Tomabela creek ensures its proper functioning under structural, geotechnical and hydrological conditions, being capable of supporting scour in future flow increases, seismic loads and gravitational forces.*

*Keywords: Traffic, creek, bridge, steel, anchors, slope, flow, scour.*



# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVI
ÍNDICE DE MAPAS.....	XVII
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	XVIII
CAPÍTULO 1.....	1
1.    Introducción .....	1
1.1    Antecedentes .....	1
1.2    Descripción de la necesidad.....	2
1.3    Justificación de la necesidad.....	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 .....	6
1.5.5    Población .....	6
1.5.6    Actividades Productivas.....	6
1.5.7    Topografía .....	7

1.5.8	Clima.....	8
1.5.9	Flora.....	9
1.5.10	Fundamentación teórica .....	10
1.5.10.1	Estado del arte .....	10
1.5.10.2	Definición de puente .....	11
1.5.10.3	Tipos de puentes según su sistema estructural.....	12
1.5.10.4	Métodos de diseño .....	15
CAPÍTULO 2.....		20
2.	METODOLOGÍA .....	20
2.1	Formulación, descripción y selección de alternativa óptima.....	20
2.1.1	Características .....	20
2.1.1.1	Características técnicas .....	20
2.1.1.2	Características económicas .....	22
2.1.1.3	Características legales .....	22
2.1.1.4	Parámetros cuantificadores.....	23
2.1.1.5	Alternativa A: Puente con vigas de acero (sección compuesta).....	26
2.1.1.6	Alternativa B: Puente con vigas de concreto pretensado o postensado 27	
2.1.1.7	Alternativa C: Puente con vigas de concreto armado.....	28
2.1.2	Restricciones .....	28
2.1.3	Selección de alternativa óptima .....	29
2.2	Información Técnica Necesaria .....	30
2.2.1	Datos Topográficos.....	30
2.2.2	Datos Geológicos.....	30
2.2.2.1	Datos Sísmicos .....	30
2.2.3	Datos Geotécnicos.....	32
2.2.4	Datos Hidrológicos.....	34

2.3	Análisis de información obtenida.....	36
2.3.1	Datos Topográficos.....	36
2.3.2	Datos Sísmicos.....	36
2.3.3	Datos Geotécnicos.....	37
2.3.4	Datos Hidrológicos.....	37
2.4	Consideraciones para el diseño .....	37
2.4.1	Criterios para el diseño .....	38
2.4.1.1	Losa .....	38
2.4.1.2	Voladizo del tablero.....	39
2.4.1.3	Cargas de viento y frenado .....	39
2.4.1.4	Diseño de viga de acero bajo esfuerzos de flexión .....	39
2.4.1.5	Diseño de viga de acero bajo esfuerzos de corte.....	39
2.4.1.6	Chequeo de estado límite de servicio .....	39
2.4.1.7	Diseño de rigidizadores por aplastamiento.....	39
2.4.1.8	Diseño de diafragmas. ....	39
2.4.1.9	Diseño de apoyos elastómericos reforzados con placas de acero.....	40
2.4.1.10	Diseño de juntas de dilatación.....	40
2.4.1.11	Diseño de losa de aproximación.....	40
2.4.1.12	Estribos.....	40
2.4.1.13	Asentamientos .....	40
2.4.1.14	Socavación general .....	40
2.4.1.15	Estabilización de taludes .....	40
2.4.2	Otros criterios para el diseño .....	41
2.4.2.1	Estudio hidrológico .....	41
2.4.2.2	Estudio hidráulico .....	43
CAPÍTULO 3.....		44
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	44

3.1	Información técnicas procesadas .....	44
3.1.1	Análisis hidrológico e hidráulico .....	44
3.1.2	Sismicidad .....	45
3.2	Consideraciones para el diseño .....	47
3.2.1	Análisis estructural del tablero .....	47
3.2.2	Análisis estructural de vigas de acero.....	48
3.2.3	Análisis de apoyos elastómericos.....	51
3.2.4	Análisis estructural de diafragmas.....	51
3.2.4.1	Análisis estructural de losa de aproximación.....	52
3.2.5	Análisis estructural de estribo.....	53
3.2.6	Capacidad de anclajes continuos inyectados.....	54
3.2.7	Análisis de estabilización de taludes.....	56
3.2.8	Método Constructivo.....	59
3.2.8.1	Trabajos preliminares.....	59
3.2.8.2	Estabilización de taludes.....	59
3.2.8.3	Movimiento de tierra.....	59
3.2.8.4	Subestructura .....	59
3.2.8.5	Superestructura.....	60
3.2.8.6	Obras complementarias .....	60
3.2.8.7	Señalización horizontal y vertical .....	60
3.2.9	Detalles de Diseño.....	60
3.2.9.1	Detalle de losa.....	60
3.2.9.2	Detalle de viga.....	61
3.2.9.3	Detalle de diafragmas .....	61
3.2.9.4	Detalle de apoyo elastómerico .....	62
3.2.9.5	Detalle de estribo .....	62
3.2.9.6	Detalle de anclajes continuos inyectados.....	63

3.2.9.7	Detalle de bulones de anclajes.....	64
3.2.10	Presupuesto.....	66
3.2.10.1	Estructura de trabajo EDT .....	66
3.2.10.2	Análisis de precios unitarios .....	67
3.2.10.3	Cronograma valorado del proyecto.....	69
3.2.10.4	Costos indirectos .....	69
CAPITULO 4.....		71
4.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	71
4.1	Objetivo .....	71
4.2	Descripción del proyecto .....	71
4.3	Ubicación del proyecto .....	72
4.4	Descripción de las actividades del proyecto.....	73
4.5	Áreas sensibles y potenciales impactos.....	76
4.6	Línea base ambiental .....	79
4.6.1	Caracterización climática .....	79
4.6.2	Geología .....	80
4.6.3	Precipitación .....	81
4.6.4	Paisaje .....	82
4.6.5	Temperatura .....	82
4.6.6	Hidrología .....	83
4.6.7	Aire .....	84
4.6.8	Fauna.....	84
4.6.9	Flora.....	84
4.7	Valoración de impactos ambientales .....	85
4.8	Medidas de prevención .....	90
4.9	Conclusiones.....	92
CAPÍTULO 5.....		94

5.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	94
5.1	Conclusiones.....	94
5.2	Recomendaciones.....	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	APÉNDICES.....	100

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INAMHI	Instituto nacional de meteorología e hidrología
UTM	Universal Transversal de Mercator
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
LRFD	Load Resistance Factor Design
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
WSD	Working Stress Design
LFD	Load Factor Design
ASD	Allowable Strength Design
AISC	American Institute of Steel Construction
CN	Curve Number
PGA	Peak Ground Acceleration
FS	Factor de Seguridad
HA	Hormigón Armado

## SIMBOLOGÍA

$\gamma$	Peso volumétrico
$q_u$	Resistencia a la compresión simple drenada
$\Phi$	Ángulo de fricción interna
$C$	Cohesión
$M_u$	Momento flexionante último de diseño
$M_{max}$	Momento flexionante máximo
$M_{min}$	Momento flexionante mínimo
$V_{max}$	Fuerza cortante máximo
$V_{min}$	Fuerza cortante mínima
$K_h$	Rigidez lateral
$K_v$	Rigidez vertical
$M_{11}$	Momento por unidad de longitud en la cara 1 hacia el eje 1
$M_{22}$	Momento por unidad de longitud en la cara 2 hacia el eje 2
$f_y$	Esfuerzo de fluencia del acero
$K_{hor}$	Coefficiente de aceleración sísmica horizontal



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vista panorámica de la ciudad de Guaranda. Fuente: (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2017) .....	4
Figura 1.2 Zonas de vida del Cantón Guaranda Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 8).....	9
Figura 1.3 Alternativa óptima al puente sobre la quebrada Grande en Ibarra. Fuente: (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012).....	10
Figura 1.4 Solución técnica mediante anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016).....	11
Figura 1.5 Puente de concreto tipo losa. Fuente: (Barker & Puckett, 2013, pág. 65) ....	12
Figura 1.6 Puente tipo viga de sección compuesta. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015, pág. 4).....	13
Figura 1.7 Puente tipo arco sobre el rio Ohio. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015) .....	13
Figura 1.8 Puente tipo armadura sobre el río Monongahela. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015, pág. 8).....	14
Figura 1.9 Puente Akashi Kaikyo. Fuente: (Pipinato, 2015, pág. 409) .....	15
Figura 2.1 Zonas sísmicas del Ecuador. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014) .....	31
Figura 2.2 Curva de peligro sísmico de Guaranda. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) .....	31
Figura 2.3 Toma de muestra con tubo shelby .....	32
Figura 2.4 Muestreo con tubo shelby. ....	33
Figura 2.5 Parámetros de suelo del estribo izquierdo. Fuente: Elaboración propia.....	34
Figura 2.6 Parámetros de suelo del estribo derecho. Fuente: Elaboración propia. ....	34
Figura 2.7 Curvas IDF de la estación San Simón. Fuente: (INAMHI, 2019, pág. 42) ....	36
Figura 2.8 Diagrama de flujo del proceso de diseño. Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 2.9 Hietograma de diseño para un Tret=50 años. Fuente: Elaboración propia ..	42
Figura 3.1 Hidrograma e hietograma de diseño obtenidos de HEC-HMS. Fuente: Elaboración propia.....	44
Figura 3.2 Nivel de agua máximo extraordinario. Fuente: Elaboración propia .....	45
Figura 3.3 Curva de peligro sísmico de Guaranda para una tasa de excedencia de 0.001 (Tret=1000 años). Fuente: Elaboración propia. ....	45

Figura 3.4 Coeficientes de suelo. Fuente: Elaboración propia. ....	46
Figura 3.5 Espectro de respuesta inelástico y elástico de la zona según NEC 2015 (Tret=1000 años). Fuente: Elaboración propia. ....	46
Figura 3.6 Diagrama de momentos por carga de losa (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	47
Figura 3.7 Diagrama de momentos por carga de asfalto (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	47
Figura 3.8 Diagrama de momentos por carga de vereda (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	47
Figura 3.9 Diagrama de momentos por carga de barrera (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	47
Figura 3.10 Diagrama de momentos por carga viva +M (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	48
Figura 3.11 Diagrama de momentos por carga viva -M (Ton*m). Fuente: Elaboración propia .....	48
Figura 3.12 Modelo estructural de la superestructura del puente. Fuente: Elaboración propia. ....	49
Figura 3.13 Solicitaciones en diafragmas bajo estado límite de resistencia I (Ton). Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 3.14 Solicitaciones en diafragmas bajo estado límite de evento extremo I (Ton). Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura 3.15 Diagrama de momentos en losa de aproximación para estado límite de resistencia I. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 3.16 Diagrama de fuerza cortante en losa de aproximación para estado límite de resistencia I. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 3.17 Momento M11 (ton*m) en el pie del estribo. Fuente: Elaboración propia. ..	54
Figura 3.18 Momento M22 (ton*m) en el pie del estribo. Fuente: Elaboración propia. ..	54
Figura 3.19 Distribución y radios de influencia de anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016).....	55
Figura 3.20 Radio de acción de anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016).....	56
Figura 3.21 Resultado de propuesta de estabilización de taludes en software Galena con un FS=3.6. Fuente: Elaboración propia. ....	58

Figura 3.22 Detallamiento de acero de refuerzo en el tablero. Fuente: Elaboración propia .....	61
Figura 3.23 Detallamiento de viga de acero. Fuente: Elaboración propia .....	61
Figura 3.24 Detalle de arriostramiento a usar en la superestructura. Fuente: Elaboración propia .....	62
Figura 3.25 Detalle de apoyo elastómerico. Fuente: Elaboración propia .....	62
Figura 3.26 Detalle de acero de refuerzo en el estribo. Fuente: Elaboración propia .....	63
Figura 3.27 Distribución de anclajes en el estribo derecho. Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 3.28 Distribución de anclajes en el estribo izquierdo. Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 3.29 Distribución vertical de bulones de anclajes. Fuente: Elaboración propia ..	65
Figura 3.30 Estructura de trabajo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	66
<i>Figura 4.1 Cauce de la quebrada Tomabela. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>83</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Matriz de las principales actividades productivas de Guaranda. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 126).....	7
Tabla 1.2 Factores de carga y coeficientes. Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002, pág. 31) .....	16
Tabla 1.3 Combinaciones de cargas y factores de carga. Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017).....	17
Tabla 1.4 Factores de cargas para cargas permanentes, $\gamma_p$ . Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017) .....	18
Tabla 2.1 Tabla comparativa de Acero y Concreto.....	21
Tabla 2.2 Parámetros para selección de alternativa óptima. Fuente: Elaboración propia .....	29
Tabla 2.3 Uso de cobertura de suelos. Fuente: Elaboración propia .....	42
Tabla 2.4 Grupo hidrológico del suelo y número de curva de la microcuenca. Fuente: Elaboración propia.....	43
Tabla 3.1 Resumen de momentos últimos de diseño para losa de tablero. Fuente: Elaboración propia.....	48
Tabla 3.2 Resumen de fuerzas cortantes y momentos flectores para vigas exteriores. Fuente: Elaboración propia.....	49
Tabla 3.3 Fuerzas cortantes y momentos flectores para vigas interiores. Fuente: Elaboración propia.....	49
Tabla 3.4 Deflexión permisible. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Tabla 3.5 Comprobación de capacidad de viga de acero. Fuente: Elaboración propia.	50
Tabla 3.6 Rigideces del apoyo elastómerico. Fuente: Elaboración propia .....	51
Tabla 3.7 Comprobación de capacidad de diafragmas L65x65x6. Fuente: Elaboración propia .....	52
Tabla 3.8. Propuesto general del proyecto .....	67
Tabla 3.9. Detallamiento de costos de cada rubro .....	68
Tabla 3.10. Cronograma valorado .....	69
Tabla 3.11. Costos indirectos .....	70
Tabla 4.1 Actividades de construcción. Fuente: Elaboración propia .....	75
Tabla 4.2 Actividades de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia .....	75
Tabla 4.3 Actividades de Cierre del proyecto. Fuente: Elaboración propia .....	76

Tabla 4.4 Áreas sensibles y potenciales impactos de la fase de Construcción. Fuente: Elaboración propia.....	77
Tabla 4.5 Áreas sensibles y potenciales impactos de la fase de Mantenimiento y Cierre. Fuente: Elaboración propia.....	79
Tabla 4.6 Tabla de Zonas climáticas. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014).....	80
Tabla 4.7 Especies de la zona de páramo y humedal. Fuente: (Manobanda Cando & Olvera Lumbi, 2013).....	85
Tabla 4.8 Criterios de valoración para la elaboración de la matriz de Evaluación de impacto ambiental. Fuente (Conesa Fernández, 1997).....	86
Tabla 4.9 Grados de riesgo y sus acciones a tomar. Fuente: (Conesa Fernández, 1997).....	87
Tabla 4.10 Matriz de impacto ambiental para la fase de construcción. Fuente: Elaboración propia.....	88
Tabla 4.11 Matriz de impacto ambiental para la fase de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 4.12 Matriz de impacto ambiental para la fase de cierre. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 4.13 Medidas de prevención para actividades de construcción.....	91
Tabla 4.14 Medidas de prevención para actividades de mantenimiento.....	92
Tabla 4.15 Medidas de prevención para actividades de cierre de proyecto.....	92
Tabla 5.1 Presupuesto referencial para puente de 85m de dos vanos de concreto preforzado Fuente: (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012, pág. 475).....	28
Tabla 5.2 Presupuesto referencial para puente de 85m de dos vanos de concreto preforzado Fuente: (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012, pág. 476).....	29

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Implantación del puente.
- PLANO 2 Elevación topográfica del puente.
- PLANO 3 Detallamiento de superestructura del puente.
- PLANO 4 Detallamiento de estribo derecho.
- PLANO 5 Detallamiento de estribo izquierdo.
- PLANO 6 Diseño del asiento de la viga y distribución de anclajes del estribo derecho.
- PLANO 7 Diseño del asiento de la viga y distribución de anclajes del estribo izquierdo.
- PLANO 8 Detallamiento del talud, losa de aproximación y muros de ala.
- PLANO 9 Cantidad de materiales.

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Parroquias del Cantón Guaranda y ubicación del puente. Fuente: Elaboración propia .....	5
Mapa 2 Mapa de pendientes de la zona urbana del Cantón Guaranda. Fuente: (Castro, 2013, pág. 67) .....	8
Mapa 3 Ubicación de Estaciones meteorológicas del INAMHI. Fuente: Elaboración propia .....	35
Mapa 4 Microcuenca aportante a la quebrada Tomabela. Fuente: Elaboración propia.	41
Mapa 5 Ubicación del puente y trazado de la vía. Fuente: Elaboración propia .....	73
Mapa 6 Mapa de precipitaciones del cantón Guaranda. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014).....	81

## ÍNDICE DE APÉNDICES

APÉNDICE A	Información relacionada al proyecto
APÉNDICE B	Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios y Especificaciones Técnicas.
APÉNDICE C	Impacto Ambiental.



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

En el cantón de Guaranda existe un conflicto por la circulación de vehículos pesados que causa congestionamiento vehicular, aumenta la contaminación dentro de la ciudad y existe una alta probabilidad de accidentes de tránsito, por esta razón el municipio de Guaranda realiza un convenio con la Escuela Superior Politécnica del Litoral para el realizar el diseño de un puente que pertenece al proyecto de la carretera Negroyaco-Pircapamba para el desvío de tráfico pesado.

El puente requiere atravesar la quebrada Tomabela, el cual tiene crecida de aproximadamente de 2 metros en épocas lluviosas según los habitantes, posee dos laderas cuya estabilidad puede ser afectada por la cimentación del puente, por esta razón en el diseño se incluirá una propuesta de estabilización de talud y una cimentación especial basada en anclajes a roca. Se plantea un diseño en base a los requerimientos establecidos por las normas AASHTO y NEC para asegurar el correcto funcionamiento de la parte vial, estructural, geotécnica, hidrológica e hidráulica del proyecto.

### 1.1 Antecedentes

La infraestructura vial del cantón Guaranda ha estado en varios procesos de ampliación y rectificación, por motivos de problemas de mantenimiento, accidentes de tránsito y en algunos casos problemas de relieve causados por fenómenos de remoción. (Ing. Abelardo Paucar Camacho, 2013, pág. 37).

En la zona urbana del cantón Guaranda existen problemas de transporte, debido a su crecimiento considerable, incluso en los días de feria que son de jueves a sábado, donde se puede apreciar el tráfico pesado que llevan mercadería y productos agrícolas, respecto a los estacionamientos la zona no cuenta con sitios de parqueos lo que genera caos dentro de la ciudad lo que genera caos dentro de la ciudad. (Aguaguña, 2013, pág. 56)

El aire de la ciudad de Guaranda no tiene contaminación, a excepción del área urbana donde esta se percibe a causa de los buses que circulan ya que son obsoletos, que son reciclados para moverse dentro de la ciudad. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 48)

## **1.2 Descripción de la necesidad**

Debido a la cantidad de vehículos de transporte de carga pesada que circulan por la zona urbana de Guaranda, es necesario diseñar una vía alterna, el trazado definitivo de la misma cruza sobre la quebrada Tomabela que tiene una profundidad de 7m por debajo de la subrasante ya definida, el ancho de dicha quebrada tiene aproximadamente 35m, es por esto se es necesario el diseño de un puente bajo las normas AASHTO LRFD 2017 y NEC 2015.

Los taludes de la quebrada tanto izquierdo como derecho en sentido de la circulación del agua, está compuesto principalmente por limo arcilloso conocido en la zona como “cancagua”, debido a la pendiente del talud es necesarios diseñar una estabilización para evitar una falla de corte.

## **1.3 Justificación de la necesidad**

El proyecto se lo realiza con el fin de optimizar en costos de relleno y trazado vial en la quebrada Tomabela, para preservar la flora y fauna de la zona. El diseño del puente pertenece al proyecto de “Diseño de un tramo de vía para desviar tráfico pesado en la ciudad de Guaranda” cuya finalidad es el reducir el conflicto de tránsito en la zona urbana del cantón, en consecuencia, disminuir la contaminación auditiva y polución en la ciudad, cuyo centro es considerado patrimonio cultural del Ecuador, declarado en 1997.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar el diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco – Pircapamba de desvío de tráfico pesado en la ciudad de Guaranda.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un análisis hidrológico e hidráulico de la quebrada Tomabela para seleccionar la elevación del puente.
- Realizar el diseño geotécnico de la cimentación del puente.
- Proponer el diseño de protección para el talud izquierdo de la quebrada.
- Realizar el análisis y diseño estructural de la superestructura y subestructura del puente mediante la normativa AASHTO LRFD 2017.

## **1.5 Información relacionada al área de estudio**

### **1.5.1 Generalidades**

San Pedro de Guaranda, capital de la provincia de Bolívar. En sus inicios, se utilizaba sus tierras como puente de abastecimiento entre la costa y sierra siendo actualmente un referente importante por su historia cultural y sus coloridas fiestas. El centro histórico de la ciudad de Guaranda fue declarado como un bien perteneciente al Patrimonio cultural de la nación, cuenta con 148 bienes, entre ellos se encuentran las diferentes edificaciones construidas con técnicas ancestrales tradicionales que deben ser conservadas, restauradas y preservadas, también cuenta con importantes celebraciones como el taita carnaval y sus 120 sitios arqueológicos que han sido inventariados como patrimonio cultural. (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2017)



*Figura 1.1 Vista panorámica de la ciudad de Guaranda. Fuente: (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2017)*

Entre los años 1824 y 1834 Guaranda fue un cantón que pertenecía a la provincia de Chimborazo, posteriormente en 1860 perteneció a la provincia de los Ríos por mandato de Gabriel García Moreno y finalmente en el año 1884 se creó la provincia de Bolívar, siendo Guaranda su capital. La gran mayoría de sus infraestructuras corresponde a este periodo de transición siendo inventariado en el plan de Emergencia de patrimonio en el año 2008. (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2017)

### **1.5.2 Ubicación geográfica**

La ciudad de Guaranda capital de la provincia de Bolívar, ubicada en la República del Ecuador en Sudamérica, tiene una altitud de 2668 m.s.n.m., se encuentra a una distancia de 220 Km de Quito, provincia de Pichincha y a 150 Km de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. (GAD Guaranda , 2016)

La quebrada Tomabela se encuentra ubicada en la zona urbana de Guaranda con coordenadas geográficas 1°34'39.41" S y 78°59'47.73" W. Dicha quebrada tiene una profundidad de 7 m con respecto a la subrasante ya planteada en el proyecto de la vía Negroyaco – Pircapamba. (GAD Guaranda , 2016)

### 1.5.3 Demarcación política

El cantón Guaranda se encuentra conformado de tres parroquias urbanas que son: Ángel Polibio Chávez, Gabriel Ignacio Veintimilla y Guanujo, y ocho parroquias rurales que son: Salinas, Simiatug, San Simón, San Lorenzo, Salinas, Julio moreno, Facundo Vela y San Luis de Pambil.



Mapa 1 Parroquias del Cantón Guaranda y ubicación del puente. Fuente: Elaboración propia

#### **1.5.4 Organización Comunitaria**

La mayor parte de Guaranda se encuentra habitada por la población indígena, gente trabajadora y de buen carácter, principalmente la producción del cantón se basa en la comercialización de alimentos y recursos básicos. Una de las comunas más sobresalientes es la de “Chuquizungo” con una población actual estimada de 15.000 indígenas que conservan sus costumbres, religión, Idioma y se rigen bajo aspectos sociopolíticos nativos. (Alcaldía de Guaranda, 2016)

#### **1.5.5 Población**

Cuenta con una extensión de 1897,8 Km<sup>2</sup> se limita al norte con la provincia de Cotopaxi, al sur con los cantones chimbo y San Miguel, al este con las provincias de Chimborazo y Tungurahua, y al oeste por los cantones de Las Naves, Caluma y Echeandía. Cuenta con una población actual estimada en 65000 habitantes entre zona urbana y rural. (JC, 2019)

#### **1.5.6 Actividades Productivas**

Las principales actividades que se realizan en el cantón de Guaranda son las forestales, minería e industrial.

La actividad forestal principal es la explotación del pino de las parroquias Veintimilla y Guanujo. La actividad minera no es significativa en comparación con la actividad minera y únicamente se limita a la explotación de canteras de material pétreo utilizado para construcción y carreteras. La actividad industrial es de carácter artesanal y no se han desarrollado del todo en el cantón Guaranda, el producto principal de esta es la producción de panela y quesos. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 124)

Tabla 1.1 Matriz de las principales actividades productivas de Guaranda. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 126)

<b>Actividad</b>	<b>PEA (% o número)</b>
<b>Agro productiva</b>	76.7%
<b>Industrial</b>	0.1 %
<b>Minera</b>	0.2%
<b>Industrial</b>	2.1%
<b>Manufacturera</b>	3.0%
<b>Ecoturismo</b>	01%

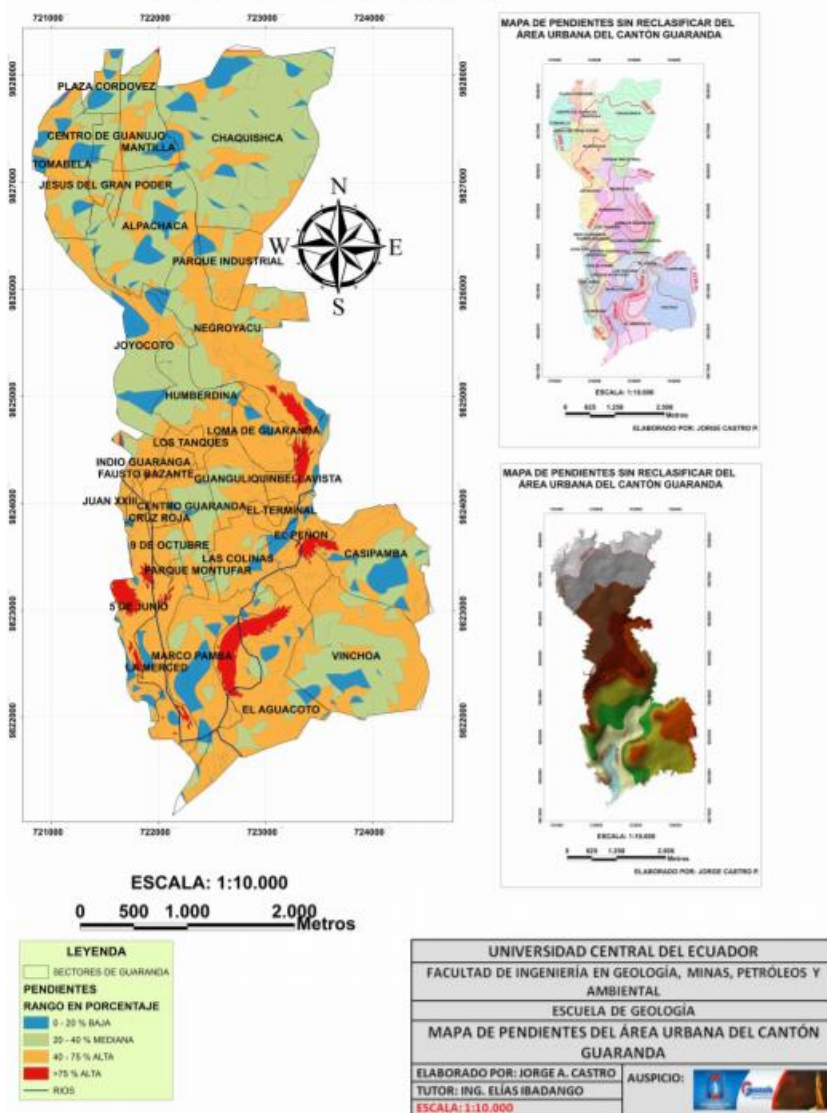
Considerando que las actividades agro-productivas son las más representativas en el cantón, es importante poseer una vía en la cual se transporte el material obtenido por estas actividades y evite pasar por la zona urbana, generalmente al usarse transporte pesado para dicha actividad, la propuesta del proyecto ayuda al desenvolvimiento de esta.

### **1.5.7 Topografía**

La ciudad de Guaranda se conoce como la Ciudad de las 7 colinas, debido a la presencia de grandes pendientes en el perímetro de la ciudad, estas 7 colinas son: Loma grande, Cruz Loma, San Jacinto, Talalag, Tililag, San Bartolo y el Calvario. (Mullo, 2018, pág. 57)

Las pendientes de la zona urbana del cantón Guaranda son en su mayoría de entre 40% a 75%, siendo una zona que podría categorizarse como montañosa, tipología muy común en la región sierra del Ecuador.

## MAPA DE PENDIENTES DEL ÁREA URBANA DEL CANTÓN GUARANDA



*Mapa 2 Mapa de pendientes de la zona urbana del Cantón Guaranda. Fuente: (Castro, 2013, pág. 67)*

### 1.5.8 Clima

El cantón cuenta con varios pisos climáticos, es decir que en los páramos fríos la temperatura promedio oscila entre 4°C y 7°C, mientras que en la parte subtropical la temperatura está entre 18°C a 24°C. Posee una superficie con irregularidades poco pronunciadas, los ríos más importantes son: Salinas e Illangama (rio Guaranda). (JC, 2019)



### 1.5.9 Flora

El cantón de Guaranda posee varios tipos de bosques, que se detallan a continuación:

- Bosque de Neblina Montano: Ocupa un 28% del territorio, y “en este abundan las epifitas, musgos, helechos y orquídeas, en el estrato superior dominan las jiguas, cedros, palmas de ramos, gomas, higuerón, musgos, helechos y orquídeas” (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 9).
- Páramo Herbáceo: Ocupa un 22% del territorio y posee campos cultivados y bosques de pinos. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 10)
- Bosque Siempre verde Pie montano de la Costa: Ocupa un 18% del territorio y se caracteriza por tener una vegetación de cobertura densa que superan los 25 metro de altitud, existen especies como: cuchillo cedro, nogal, canelo, cacao, achiote, platanillo, caña guadúa entre otros. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 9)

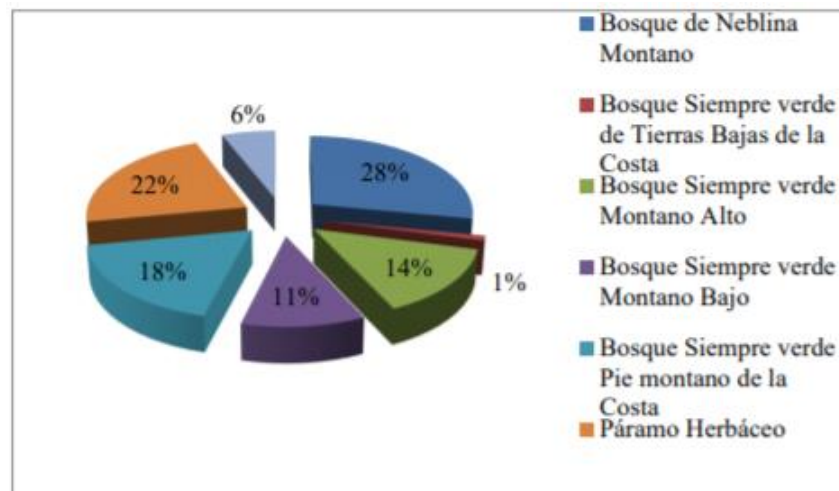
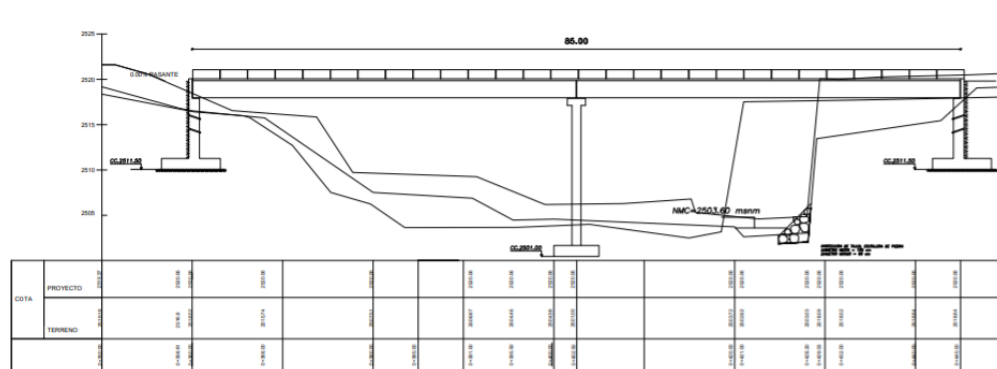


Figura 1.2 Zonas de vida del Cantón Guaranda Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014, pág. 8)

## 1.5.10 Fundamentación teórica

### 1.5.10.1 Estado del arte

La Universidad Central del Ecuador tiene como trabajo de titulación las “Alternativas de diseño de un Puente de dos vanos (85m de longitud total) sobre la quebrada Grande en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura” cuyo objetivo específico el realizar un análisis comparativo del diseño del puente mediante vigas de acero y concreto reforzado teniendo como alternativa más prometedora al diseño por medio de vigas de acero. (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012)



*Figura 1.3 Alternativa óptima al puente sobre la quebrada Grande en Ibarra. Fuente: (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012)*

Otro proyecto que sirve como referencia es el de “Diseño y análisis técnico – económico del proyecto para el puente sobre el río Sade ubicado en Valle del Sade, Provincia de Esmeraldas”, dicho puente tiene una longitud total de 20 metros, en el cual se propusieron dos alternativas; puente con vigas de concreto armado y vigas de acero, cuya alternativa más económica fue la de vigas de concreto armado, resultado que evidencia su factibilidad de uso en puentes menores a 20 metros. (Rivas, 2013)

Ambos proyectos sirven como referencia para la toma de decisiones del tipo de puente a implementar en el proyecto, evidenciando la factibilidad de los puentes de concreto armado para longitudes libres menores a 20 metros y los puentes de acero estructural para longitudes de 40 metros.

Respecto a la cimentación del puente, considerando las características del terreno, se propone aplicar la solución de anclajes continuos inyectados los cuales fueron previamente realizados en un tramo de vía en el paso Pinhuapungo en el 2016, esta solución consiste en la inyección de lechada de cemento a presión en las perforaciones y reforzamiento con varillas de acero corrugado, estos barrenos tienen una profundidad de 9 a 12 metros y tienen la función de estabilizar el terreno y soportar las cargas vehiculares a un estrato más resistente. (Chávez Moncayo, 2016)

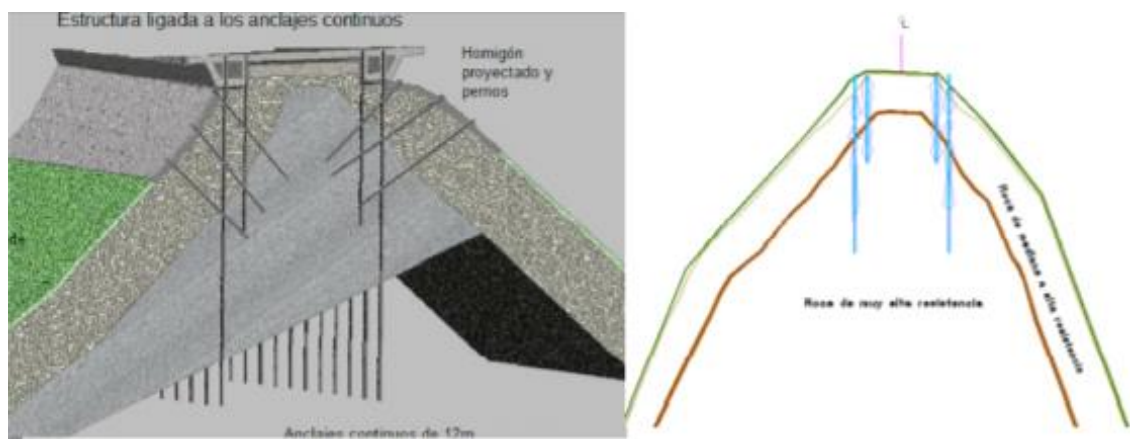


Figura 1.4 Solución técnica mediante anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016)

### 1.5.10.2 Definición de puente

A lo largo de la historia han existido varias definiciones de lo que es un puente, “Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía” (Rodríguez S., 2017)

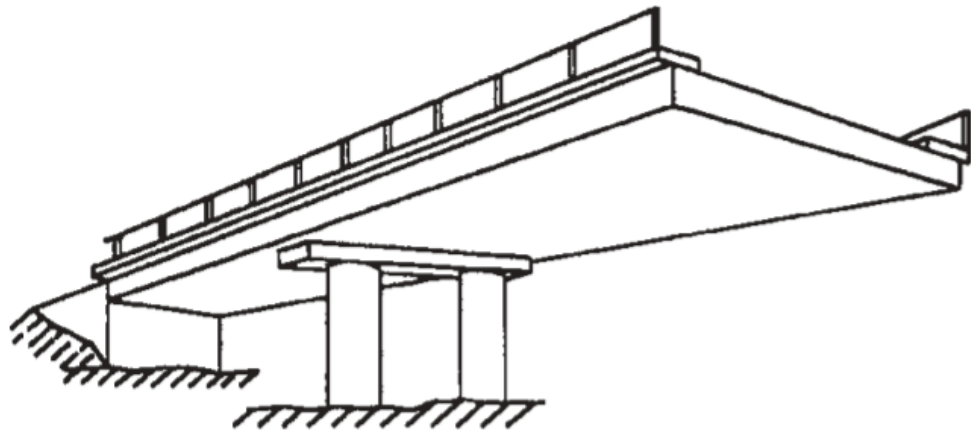
Otra definición por parte del AASHTO, un puente es cualquier estructura que tenga una abertura de más de 20 pies que forme parte de una carretera o que esté ubicada debajo o sobre ella. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017)

### 1.5.10.3 Tipos de puentes según su sistema estructural

La selección del sistema estructural de un puente depende de su longitud, los requerimientos de sitio, tráfico, materiales a utilizar y su facilidad constructiva.

#### Puente tipo losa

Es el tipo más simple y menos costosos para luces libres de hasta 12 metros, se pueden construir sobre cimbras apoyadas en tierra o mediante elementos prefabricados, en caso de ser fundidos en sitio, su encofrado es sencillo. Las longitudes del tramo pueden aumentar mediante concreto pretensado. (Barker & Puckett, 2013, pág. 69)



*Figura 1.5 Puente de concreto tipo losa. Fuente: (Barker & Puckett, 2013, pág. 65)*

#### Puente tipo viga.

El uso de este tipo de puente es bastante común, y se realizan mediante vigas de concreto armado (hasta 20 metros), concreto pretensado (hasta 50 metros) y secciones compuestas o mixtas (hasta 100 metros). (Barker & Puckett, 2013, pág. 70)



*Figura 1.6 Puente tipo viga de sección compuesta. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015, pág. 4)*

#### Puente tipo arco.

Los arcos transportan cargas mediante una combinación de fuerzas axiales y acciones de la viga, su forma tiene la función de transmitir las fuerzas horizontales directamente a un contrafuerte, que también resiste la reacción vertical, los arcos de armaduras se pueden extender hasta 1000 pies. (Federal Highway Administration, 2015)



*Figura 1.7 Puente tipo arco sobre el río Ohio. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015)*

### Puente tipo armadura

Los miembros de armadura resisten las fuerzas axiales, a compresión o tracción, y estos elementos están dispuestos básicamente de un patrón basado en triángulos. (Falah-aldeen Jasim, Sabh Sahib, Ziadd Katea, & Zaid Najj, 2017, pág. 3)



*Figura 1.8 Puente tipo armadura sobre el río Monongahela. Fuente: (Federal Highway Administration, 2015, pág. 8)*

### Puentes de cables en suspensión.

Es un tipo de puente utilizado para grandes longitudes y son estructuras muy ligeras en relación con su longitud de tramo, y su rigidez vertical puede controlarse con el tamaño y tensión de los cables en suspensión principales, sin embargo, es recomendable proporcionar un refuerzo lateral debajo de la losa para evitar amplificaciones por cargas sísmicas o de viento. (Federal Highway Administration, 2015, pág. 17)



Figura 1.9 Puente Akashi Kaikyo. Fuente: (Pipinato, 2015, pág. 409)

#### 1.5.10.4 Métodos de diseño

##### 1.5.10.4.1 Método de diseño AASHTO Especificaciones Standard (2002)

Las especificaciones estándar describen dos formas para el diseño, el diseño por esfuerzo de trabajo (WSD) que menciona que el esfuerzo máximo soportado no deberá ser mayor al esfuerzo de trabajo dado por cada material, el diseño por factores de carga (LFD) se conoce por la combinación de cargas por medio de ciertos factores dados por análisis probabilísticos. (Talledo, 2016, pág. 15)

Las estructuras deben estar diseñadas para soportar las siguientes cargas según el artículo 3.2.1. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002, pág. 19)

- Carga muerta.
- Carga viva.
- Efecto dinámico por carga viva.

- Carga de viento.
- Fuerzas longitudinales, fuerza centrífuga, fuerzas térmicas, presión de tierra, entre otras.

La especificación standard responde a las siguientes combinaciones de carga. (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002, pág. 30)

$$\begin{aligned}
 \text{Group (N)} = \gamma [ & \beta_D * D + \beta_L * (L + I) + \beta_C * CF + \beta_E * E + \beta_B \\
 & * B + \beta_S * SF + \beta_W * W + \beta_{WL} * WL + \beta_L * LF \\
 & + \beta_R * (R + S + T) + \beta_{EQ} * EQ + \beta_{ICE} * ICE ] \quad (1.1)
 \end{aligned}$$

Tabla 1.2 Factores de carga y coeficientes. Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2002, pág. 31)

Col. No.	1	2	3	3A	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
GROUP	$\gamma$	$\beta$ FACTORS													%	
		D	(L+I) <sub>n</sub>	(L+I) <sub>p</sub>	CF	E	B	SF	W	WL	LF	R+S+T	EQ	ICE		
SERVICE LOAD	I	1.0	1	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	0	0	100
	IA	1.0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
	IB	1.0	1	0	1	1	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	0	0	**
	II	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	125
	III	1.0	1	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0.3	1	1	0	0	0	125
	IV	1.0	1	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0	0	0	1	0	0	125
	V	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	140
	VI	1.0	1	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0.3	1	1	1	0	0	140
	VII	1.0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	133
	VIII	1.0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	140
IX	1.0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	150	
X	1.0	1	1	0	0	$\beta_E$	0	0	0	0	0	0	0	0	100	Culvert
LOAD FACTOR DESIGN	I	1.3	$\beta_D$	1.67*	0	1.0	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	0	0	Not Applicable
	IA	1.3	$\beta_D$	2.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	IB	1.3	$\beta_D$	0	1	1.0	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	0	0	
	II	1.3	$\beta_D$	0	0	0	$\beta_E$	1	1	1	0	0	0	0	0	
	III	1.3	$\beta_D$	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0.3	1	1	0	0	0	
	IV	1.3	$\beta_D$	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0	0	0	1	0	0	
	V	1.25	$\beta_D$	0	0	0	$\beta_E$	1	1	1	0	0	1	0	0	
	VI	1.25	$\beta_D$	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0.3	1	1	1	0	0	
	VII	1.3	$\beta_D$	0	0	0	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	1	0	
	VIII	1.3	$\beta_D$	1	0	1	$\beta_E$	1	1	0	0	0	0	0	1	
IX	1.20	$\beta_D$	0	0	0	$\beta_E$	1	1	1	0	0	0	0	1		
X	1.30	1	1.67	0	0	$\beta_E$	0	0	0	0	0	0	0	0	Culvert	

Para comprobar que el diseño, se debe cumplir con la desigualdad de la ecuación ( 1.1)



$$Group (N) \leq \phi R_n \quad (1.2)$$

#### 1.5.10.4.2 Método de diseño AASHTO LRFD (2017)

Se considera el efecto total de carga facturada como:

$$Q = \sum[\eta_i \gamma_i Q_i] \quad (1.3)$$

Los factores de cada carga se encuentran en la table 4, esto depende de la combinación del estado límite que se a usar (Resistencia, Evento extremo, Servicio y fatiga)

*Tabla 1.3 Combinaciones de cargas y factores de carga. Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017)*

Load Combination Limit State	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use One of These at a Time				
										EQ	BL	IC	CT	CV
Strength I (unless noted)	$\gamma_p$	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Strength II	$\gamma_p$	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Strength III	$\gamma_p$	—	1.00	1.00	—	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Strength IV	$\gamma_p$	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Strength V	$\gamma_p$	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Extreme Event I	1.00	$\gamma_{EQ}$	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—	—
Extreme Event II	1.00	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00
Service I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Service II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—	—
Service III	1.00	$\gamma_{LL}$	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	$\gamma_{TG}$	$\gamma_{SE}$	—	—	—	—	—
Service IV	1.00	—	1.00	1.00	—	1.00	1.00/1.20	—	1.00	—	—	—	—	—
Fatigue I— LL, IM & CE only	—	1.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fatigue II— LL, IM & CE only	—	0.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- Cargas permanentes (DC, DW y EV) (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017, pág. 65)

- Cargas transitorias (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017, pág. 65)

Tabla 1.4 Factores de cargas para cargas permanentes,  $\gamma_p$ . Fuente: (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017)

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
<i>DC</i> : Component and Attachments		1.25	0.90
<i>DC</i> : Strength IV only		1.50	0.90
<i>DD</i> : Downdrag	Piles, $\alpha$ Tomlinson Method	1.40	0.25
	Piles, $\lambda$ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (2010) Method	1.25	0.35
<i>DW</i> : Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
<i>EH</i> : Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• <i>AEP</i> for anchored walls		1.35	N/A
<i>EL</i> : Locked-in Construction Stresses		1.00	1.00
<i>EV</i> : Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures			
o Metal Box Culverts, Structural Plate Culverts with Deep Corrugations, and Fiberglass Culverts		1.50	0.90
o Thermoplastic Culverts		1.30	0.90
o All others		1.95	0.90
<i>ES</i> : Earth Surcharge		1.50	0.75

### Estado límite de servicio

Se consideran restricciones sobre el esfuerzo, deformaciones y grietas en condiciones de servicio regulares.

### Estado límite de fatiga y fractura

El estado límite de fatiga se tomará como una restricción en un rango de esfuerzos que ocurren cuando un camión de diseño en cierto número de ciclos esté dentro del rango de esfuerzos. El estado límite de fatiga se tomará como un conjunto de requisitos de tenacidad de los materiales.

### Estado límite de resistencia

Se tomará el estado límite de resistencia para garantizar la resistencia y la estabilidad tanto local como global, cumplen con los estados de cargas especificadas en un puente que se espera que experimente en su vida útil.

$$Q = \sum[\eta_i \gamma_i Q_i] \leq \Phi R_n = R_\gamma \quad (1.4)$$

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95$$

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1.0$$

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Formulación, descripción y selección de alternativa óptima

#### 2.1.1 Características

##### 2.1.1.1 Características técnicas

Los tipos de puentes más utilizados son los siguientes, se detalló materiales, longitudes recomendadas por la bibliografía para la facilidad en la selección de alternativas:

- **Puente tipo losa.**

Tablero: Hormigón armado y acero de refuerzo

Luz recomendada: 0m a 12m.

- **Puente con vigas de hormigón armado**

Vigas: Hormigón armado

Tablero: Hormigón armado

Luz recomendada: 12m a 20m.

- **Puente con vigas de concreto (pretensado, postensado).**

Vigas: Pretensadas o postensadas

Tablero: Hormigón armado

Luz recomendada: 12m a 50m.

- **Puente con vigas de acero (sección compuesta).**

Vigas: Acero estructural

Tablero: Hormigón armado

Luz recomendada: 30m a 100m

- **Puente tipo arco.**

Elementos: Arcos de concreto o acero estructural.

Tablero: Hormigón armado y acero de refuerzo.

Luz recomendada: 90m a 420m.

- **Puente tipo armadura.**

Armadura: Perfiles tubulares de acero estructural.

Tablero: Hormigón armado y acero de refuerzo.

Luz recomendada: 90m a 550m.

- **Puente colgante.**

Torre: Acero estructural

Tablero: Hormigón armado

Tipo de suspensión: Cables

Luz recomendada: 300m a 2000m

Para el proyecto se seleccionó un puente tipo viga cuyos materiales más utilizados son el acero estructural y el concreto, ambos materiales poseen ventajas y desventajas.

*Tabla 2.1 Tabla comparativa de Acero y Concreto*

	<b>Acero estructural</b>	<b>Concreto</b>
<b>Resistencia a corrosión</b>	Posee por medios externos	Posee
<b>Resistencia característica</b>	3ksi – 5ksi	36ksi – 50ksi
<b>Peso específico</b>	2.4 ton/m <sup>3</sup>	7.85 ton/m <sup>3</sup>
<b>Tiempo de construcción</b>	Requiere menos tiempo	Requiere más tiempo
<b>Esbeltez de elementos</b>	Elementos esbeltos	Elementos rígidos
<b>Ductilidad</b>	Alta	Moderada-baja
<b>Mano de obra</b>	Mano de obra especializada no abundante	Mano de obra calificada en abundancia

### **2.1.1.2 Características económicas**

Para realizar una comparación entre los puentes de vigas de acero en contraste de los puentes de concreto preforzado se tomó como referencia “Alternativas de diseño de un puente de dos vanos (85m de longitud total) sobre la quebrada grande en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura”.

#### Puente con vigas de concreto preforzado.

Este puente tiene un presupuesto general de aproximadamente \$930000, el presupuesto general se detalla en la Tabla 5.1 en el Apéndice A17.

#### Puente con vigas de acero de sección compuesta.

Este puente tiene un presupuesto general de aproximadamente \$760000, el presupuesto general se detalla en la Tabla 5.2 en el Apéndice A17. Comparando los precios de las distintas alternativas existe una diferencia de aproximadamente \$130000 a favor de las vigas de acero de sección compuesta, cuyo presupuesto es menor debido dos factores principalmente:

- Menor peso hacia la cimentación.
- Menor tiempo de construcción.

### **2.1.1.3 Características legales**

El marco legal vigente en el Ecuador respecto a la construcción y diseño de obras civiles tiene la finalidad de preservar el medio ambiente y la obra civil como tal, para ello es necesario cumplir con leyes las cuales son:

- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre.
- Ley de caminos de la República del Ecuador.
- Ley de gestión ambiental.
- Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
- Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública.

Normas:

- Norma ecuatoriana de la construcción.
- Norma ecuatoriana vial.
- INEN 02.
- AASHTO Bridge Design Specifications (Norma internacional).
- American Welding Society (Norma internacional).
- American Institute of Steel Construction (Norma internacional).
- American Concrete Institute (Norma internacional).

#### **2.1.1.4 Parámetros cuantificadores**

Para la selección de alternativa óptima se ha realizado un resumen de los parámetros más relevantes del proyecto los cuales son:

##### **2.1.1.4.1 Costo de material.**

Acero estructural: En el Ecuador el costo del acero es bastante elevado debido a que es un material importado y su proceso de industrialización es bastante complejo.

Concreto: El cemento al ser un material producido en el país, es bastante económico y sencillo de conseguir, tiene la desventaja de transporte y requiere mayor cantidad de mano de obra.

##### **2.1.1.4.2 Estética**

Una característica fundamental que tienen todos los puentes es su estética, esto depende del tipo de configuración y material a usar, actualmente esta es muy demandada ya que puede mejorar la vista panorámica de un sitio, por lo tanto, atrae visitantes que sienten curiosidad hacia la estructura.

##### **2.1.1.4.3 Proceso constructivo**

Vigas de acero estructural: El proceso de transporte y colocación de vigas de acero requiere de menos tiempo que las demás alternativas por bajo peso, la

única desventaja radica en el proceso de soldadura, ya que se requiere de personal calificado para el mismo.

Vigas de concreto pretensado o postensado: Las vigas de concreto pretensado al ser prefabricadas poseen la misma facilidad que las vigas de acero ya que en el sitio no se requiere de gran proceso para ubicarlas, la desventaja de este tipo de vigas es que son muy robustas y en la zona no las fabrican. Las vigas de concreto postensado poseen una ventaja en relación con las vigas pretensadas, se pueden fabricar en sitio, pero requerirá mayor personal y más tiempo en la obra.

Vigas de concreto armado: Al ser el tipo de vigas más común que se maneja en el medio no requiere de mano de obra especializada, pero sí de mucho más tiempo de construcción y mayor cantidad de materiales y personal por ser las más robustas de las 3 alternativas.

#### 2.1.1.4.4 Impacto ambiental

Acero estructural: Al ser transportadas directamente a sitio y al no requerir de mucho espacio, el trabajo con este material no produce muchos desechos ni contaminación mediante polvo.

Concreto: Al ser comúnmente fundidas en sitio, se requiere de mayor espacio y control de los desperdicios además de que generan mayor contaminación por emisión de partículas de polvo.

#### 2.1.1.4.5 Mano de obra

Vigas de acero estructural: Requiere de mano de obra especializada para la soldadura.

Concreto: Al ser el material más utilizado en el país, posee mano de obra en abundancia.



#### 2.1.1.4.6 Mantenimiento.

Acero estructural: Requiere de mantenimiento permanente para controlar principalmente los problemas de corrosión y deterioro.

Concreto: No requiere de mantenimiento permanente y se realizan con menor frecuencia.

#### 2.1.1.4.7 Vida útil

Acero estructural: El acero estructural tiene un periodo de vida bastante alto si se respeta el plan de mantenimiento, llegando a alcanzar los 60 años en puentes, túneles, offshore, además de que puede ser reciclado y reutilizado. (Cooper, Skelton, Moynihan, & Allwood, 2013)

Concreto: El periodo de vida útil del concreto es de aproximadamente 50 años, posterior a esto el material empieza a perder resistencia además de no poder ser reutilizado. (An, Mekawa, & Ishida, 2007)

#### 2.1.1.4.8 Costo de cimentación

Acero estructural: El acero al ser un material liviano y resistente, en consecuencia, la carga muerta se verá reducida y por lo tanto las solicitaciones a la cimentación también.

Vigas de concreto preforzado: El concreto tiene una relación resistencia/peso mucho menor que el acero, por lo tanto, la cantidad de carga a la cimentación será mayor, pero debido a la presencia de prefuerzo, el elemento viga tendrá menores dimensiones que una viga de concreto armado.

Vigas de concreto armado: Al ser un elemento cuya resistencia a flexión depende mucho de su rigidez, este tendrá dimensiones mayores a las vigas de concreto preforzado, incrementando las cargas transmitidas a la cimentación.

### **2.1.1.5 Alternativa A: Puente con vigas de acero (sección compuesta)**

Esta se constituye principalmente por vigas de acero tipo I armadas por flejes de acero estructural que se apoyan en los estribos que están a los extremos del puente o pilas si el diseño lo requiere, su tablero está compuesto por hormigón armado.

Ventajas:

- Es de fácil adaptabilidad para casi cualquier tipo de terreno, dependiendo de las distintas solicitaciones.
- Su uso más recurrente es para puentes vehiculares.
- El acero debido a su alta relación resistencia/peso lo hace un material muy favorable debido a que la estructura es más liviana lo que es factible para suelos deficientes.
- Se construye de una forma más rápida y sencilla que otras configuraciones de puentes.
- El acero es un material fácilmente reciclable por lo que resulta beneficioso debido a la gestión sostenibles de los recursos del medio ambiente. Al finalizar la vida útil del puente, se puede cortar en tamaños manejables para su traslado a las empresas encargadas de fundir el acero y darle un nuevo uso al material, es decir que el desperdicio es mínimo.
- Disminuye la carga muerta, por ende, se ahorra entre un 40% y 50% en costos de cimentación.
- Ofrece un gran beneficio de forma económica, ambiental y social.

Desventajas:

- Se debe hacer mantenimientos cada cierto tiempo para evitar la corrosión en las vigas.
- Se debe restringir debido a la susceptibilidad de pandeo.

### **2.1.1.6 Alternativa B: Puente con vigas de concreto pretensado o postensado**

La estructura cuenta con elementos de vigas pretensadas o postensadas, dependiendo de la sollicitación, comúnmente se utilizan perfiles de viga tipo I, el tablero se compone de hormigón armado mientras que los estribos varían según las condiciones de sitio.

Ventajas:

- Debido a la ausencia de grietas en el proceso de fabricación del elemento pretensado, el acero de refuerzo se conserva contra la corrosión.
- Ayuda a reducir la carga muerta, lo que beneficia a la cimentación en comparación con las vigas de hormigón armado convencionales.
- Debido a la fuerza de prefuerzo la sección de las vigas se reduce en comparación con las de hormigón armado, y puede tener vanos de mayor longitud.
- El uso de tendones y la contraflecha que se genera ayudan a reducir la deflexión y el cortante en la viga.

Desventajas:

- El diseño de los elementos pretensados es más complejo.
- Se necesita mano de obra calificada tanto para la construcción de los elementos pretensados como para montaje de estos.
- Se utiliza acero de alta resistencia, el costo está en un rango entre 2.5 a 3.5 mayor que el acero de refuerzo común.
- La elaboración de estos elementos se torna muy complicado en campo, es por esto por lo que se los fabrica en una empresa para su posterior traslado a sitio.
- El traslado del elemento pretensado es muy complejo debido a su poca manejabilidad.

### **2.1.1.7 Alternativa C: Puente con vigas de concreto armado**

Su estructura cuenta con vigas de concreto con refuerzo de acero pasivo, es decir, sin prefuerzo, su armadura consta básicamente por varillas longitudinales y estribos (transversal), el tablero se compone igualmente por concreto y refuerzo de varillas, por lo general sus vigas son embebidas en conjunto con el tablero, proveyéndole una forma de viga T.

Ventajas:

- Posee un proceso de diseño más sencillo que las demás alternativas.
- Posee gran rigidez en comparación con las vigas de acero.
- Resistencia a la corrosión para el refuerzo de acero.
- Mayor accesibilidad a la mano de obra.

Desventajas:

- Debido a la falta de una fuerza de prefuerzo, se debe admitir cierto grado de fisuras en la viga.
- Peso considerable por su falta de resistencia a flexión para puentes mayores a 20 metros.
- Altos niveles de peso transmitidos hacia la subestructura.

### **2.1.2 Restricciones**

El puente al ser ubicado en una zona con altas pendientes y en el límite de la zona urbana de la parroquia Guaranda presenta las siguientes restricciones tanto de diseño como de logística de la construcción:

- Profundidad e aproximadamente 7 metros lo que dificulta el proceso de encofrado del tablero.
- Al ubicarse en las cercanías de la zona urbana, existirá la limitante de horarios de fundición por medio de mixers.
- El ancho insuficiente de las calles en zona urbana dificulta el transporte de vigas prefabricadas de concreto de grandes longitudes.

- La topografía del terreno dificulta el posicionamiento de las grúas telescópicas, por lo tanto, las mismas no deberán tener grandes dimensiones.
- La presencia de laderas verticales requiere un análisis de estabilidad de y reforzamiento de taludes.
- Falta de datos topográficos en la zona de la quebrada Tomabela para realizar un modelamiento hidráulico más preciso.
- La falta de industrialización de la ciudad de Guaranda obliga a obtener recursos de construcción en otras provincias.

### 2.1.3 Selección de alternativa óptima

Tabla 2.2 Parámetros para selección de alternativa óptima. Fuente: Elaboración propia

Alternativa Categoría	Puntuación ideal	A	B	C
<b>Costo del material</b>	20	12	18	18
<b>Estética</b>	10	10	8	7
<b>Proceso constructivo</b>	20	20	14	12
<b>Impacto ambiental</b>	20	20	14	12
<b>Mano de obra</b>	15	9	12	15
<b>Mantenimiento</b>	10	7	10	10
<b>Vida útil</b>	20	20	16	16
<b>Costo de cimentación</b>	30	30	24	18
<b>Total</b>	145	<b>128</b>	116	108

Para la selección de alternativa óptima, se realizó una tabla donde se evaluaron varios parámetros con diferentes ponderaciones, de las cuales los más importantes son: Costo del material, proceso constructivo, impacto ambiental, vida útil y costo de cimentación. Finalmente se compararon todas las alternativas con la puntuación ideal y se concluye que la alternativa óptima es la de “Puente con vigas de acero de sección compuesta”.

## **2.2 Información Técnica Necesaria**

### **2.2.1 Datos Topográficos**

La información topográfica de la zona desempeña un papel crucial para asegurar el desempeño correcto del proyecto, ya que de esta proviene información para el cálculo como estabilidad de taludes, modelamiento hidráulico del cauce y cálculo de movimientos de tierra, además de proporcionar la información para la selección de longitud del puente.

El GAD de Guaranda realizó un trabajo previo de levantamiento topográfico en la zona a implementar, el cuál será utilizado y procesado para realizar los análisis posteriores en el proyecto del puente, dicho levantamiento se muestra en el Apéndice.

### **2.2.2 Datos Geológicos**

La ciudad de Guaranda se encuentra ubicada en una depresión de terreno, la cual posee rocas correspondientes a la edad Pleistocénica, y consiste en materiales piroclásticos que están cubriendo la topografía, además es común ver suelos de origen volcánico conocido en la ciudad como Cancagua, pero que corresponden a tobas andesíticas de grano fino y origen amarillo, las cuales se formaron a causa de las últimas erupciones del volcán Chimborazo. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

#### **2.2.2.1 Datos Sísmicos**

De acuerdo con la norma ecuatoriana de construcción, la ciudad de Guaranda se encuentra en una zona sísmica IV de alto peligro, como se muestra en la Figura 2.1

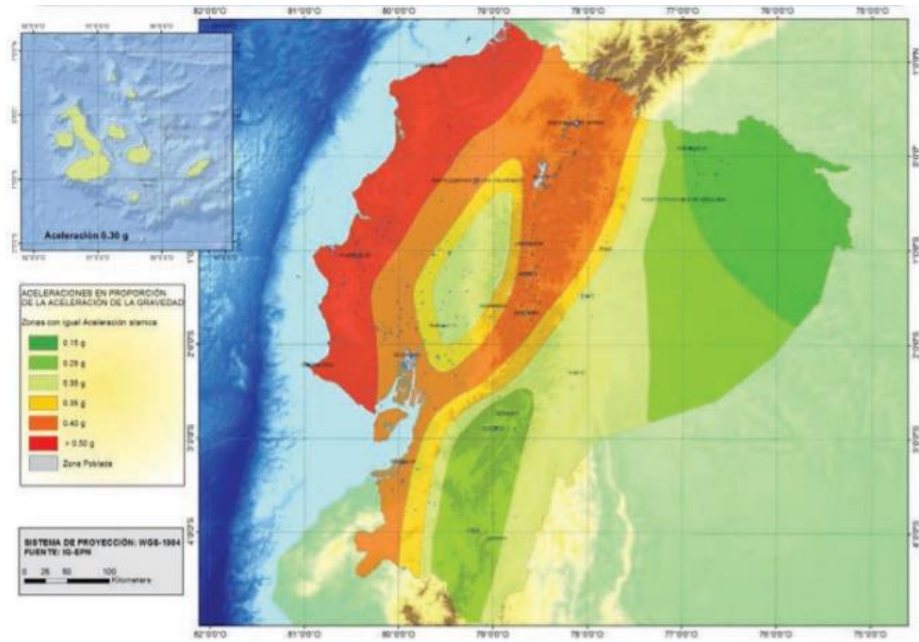


Figura 2.1 Zonas sísmicas del Ecuador. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2014)

Además, el proyecto requiere de la curva de peligro sísmico de la zona para obtener el PGA en un periodo de retorno de 1000 años, es decir, una tasa de excedencia anual de 0.001.

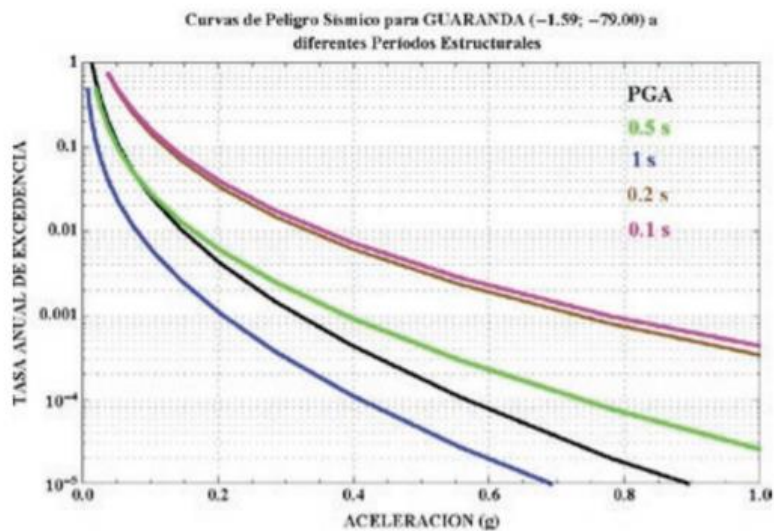


Figura 2.2 Curva de peligro sísmico de Guaranda. Fuente: (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

### 2.2.3 Datos Geotécnicos

Para el estudio de suelo se requiere de los siguientes ensayos:

- Granulometría.
- Límites de Atterberg.
- Peso específico del suelo.
- Resistencia a compresión simple.
- Ensayo de corte directo.

Para realizar estos ensayos se tomaron muestras de manera superficial en la zona de los taludes como se muestra en la, retirando primero la capa vegetal para perforar mediante un tubo Shelby, en base a las recomendaciones de NEC Geotecnia y Cimentaciones.



*Figura 2.3 Toma de muestra con tubo shelby*





*Figura 2.4 Muestreo con tubo shelby.*

Estos ensayos se realizan con el fin de obtener parámetros de suelo como, resistencia a compresión no confinada, ángulo de fricción interna, cohesión y peso volumétrico.

Finalmente, en la Figura 2.5 y Figura 2.6 se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio para cada estribo.

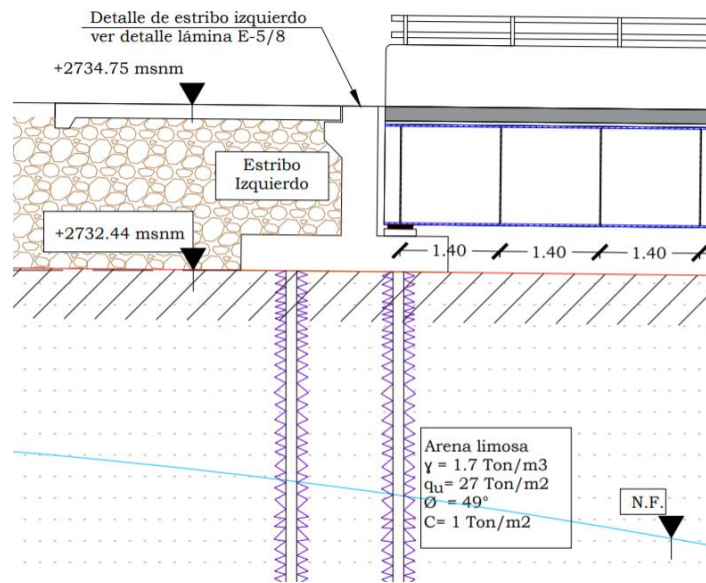


Figura 2.5 Parámetros de suelo del estribo izquierdo. Fuente: Elaboración propia.

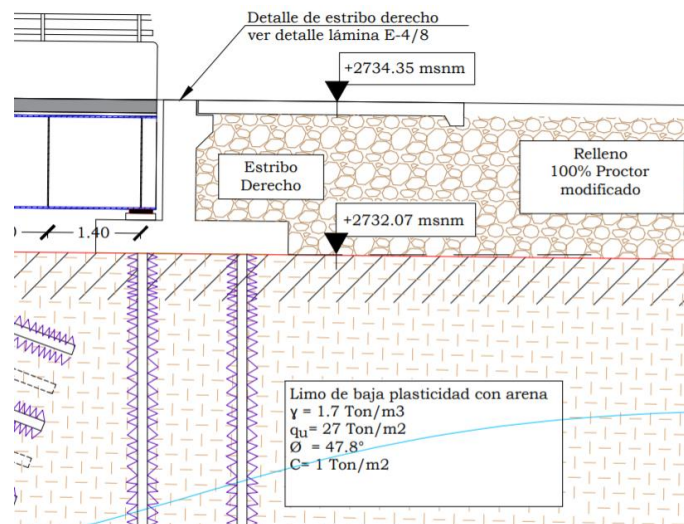
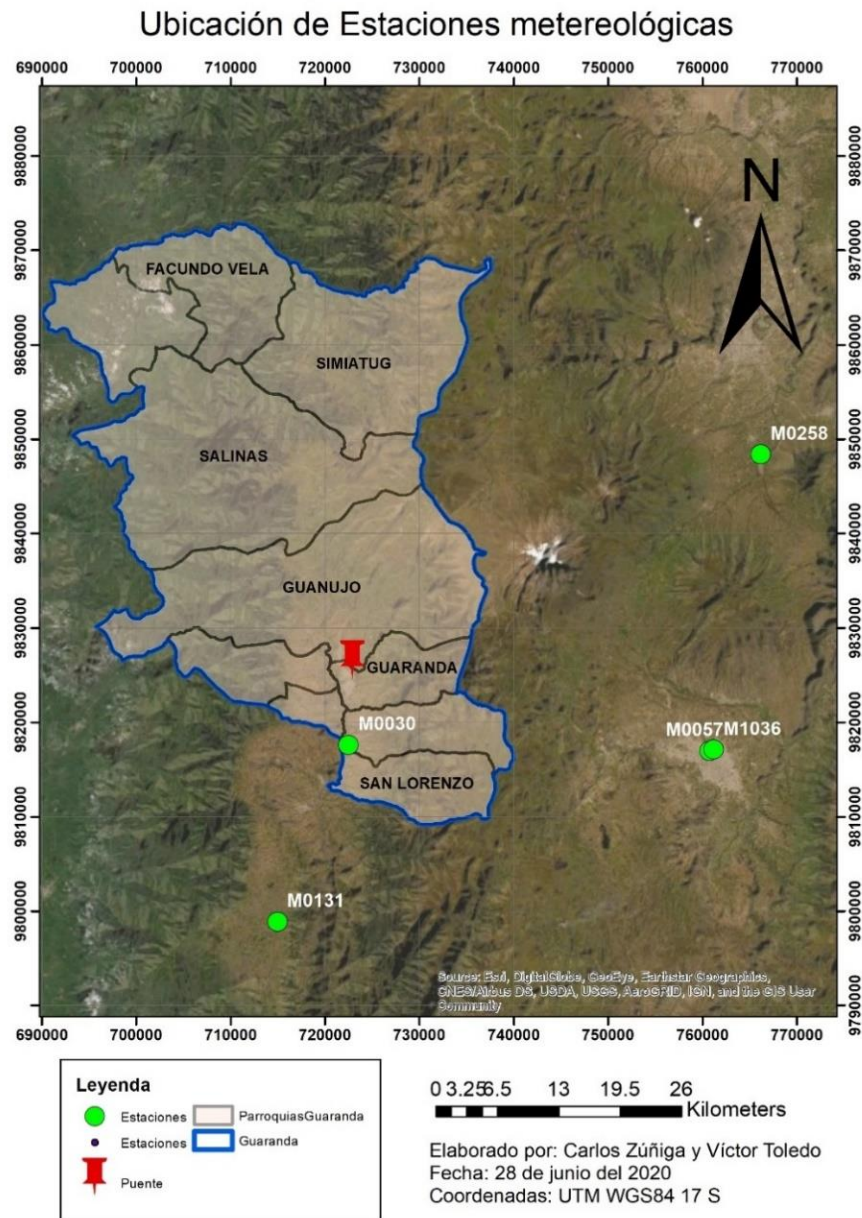


Figura 2.6 Parámetros de suelo del estribo derecho. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de laboratorio se muestran en el Apéndice

## 2.2.4 Datos Hidrológicos

Para la recolección de información hidrológica, obtuvimos información de las curvas IDF por parte del INAMHI de las siguientes estaciones que se muestran en el Mapa 3.



*Mapa 3 Ubicación de Estaciones meteorológicas del INAMHI. Fuente: Elaboración propia*

De las cuales se seleccionó la estación San Simón M0030, que está más cercana a la zona de estudio, y la cual posee ecuaciones de curvas IDF mostradas en la Figura 2.7.

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R <sup>2</sup>
CÓDIGO	NOMBRE				
M0030	SAN SIMÓN	5<30	$i = 174.8695 * T^{0.1457} * t^{-0.459}$	0.9851	0.9704
		30<120	$i = 589.2026 * T^{0.1703} * t^{-0.8441}$	0.9978	0.9957
		120<1440	$i = 695.4409 * T^{0.1622} * t^{-0.885}$	0.9981	0.9963

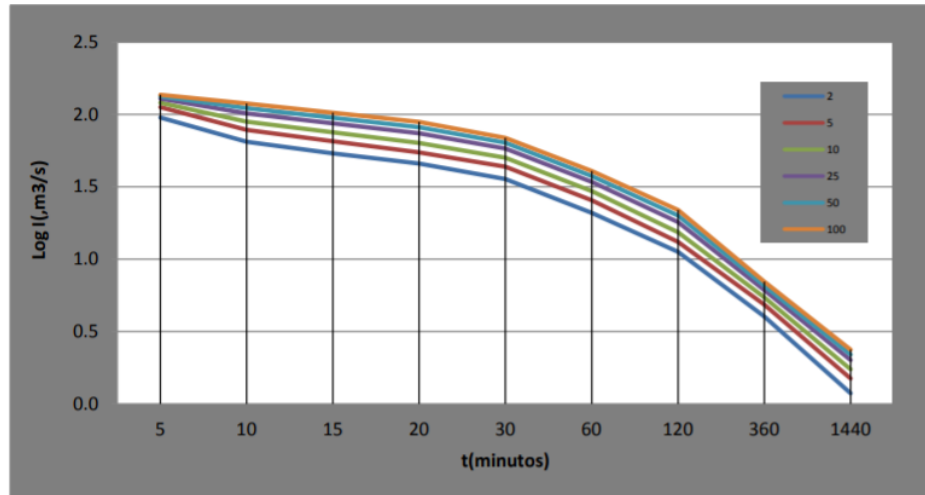


Figura 2.7 Curvas IDF de la estación San Simón. Fuente: (INAMHI, 2019, pág. 42)

Para el análisis de precipitaciones máximas, se requiere la información de tiempo promedio de una lluvia en la ciudad de Guaranda, la cual se nos fue proporcionada mediante experiencias de los habitantes, dicha lluvia tiene un tiempo aproximado de 2 horas.

## 2.3 Análisis de información obtenida

### 2.3.1 Datos Topográficos

Al realizar el modelamiento de las curvas de nivel se puede determinar que la zona es montañosa, con una quebrada que tiene un ancho aproximado de 30m y una profundidad de 10m, donde posteriormente se hará el diseño del puente de 35m de longitud.

### 2.3.2 Datos Sísmicos

El proyecto se ubica en una zona sísmica IV, donde no se puede obviar un análisis sísmico ya que puede comprometer a la estructura y acortar su tiempo de vida útil

debido al daño que se pueden generar en los elementos por movimiento de alta intensidad del terreno.

### **2.3.3 Datos Geotécnicos**

Al realizar los respectivos ensayos de suelo, se determinó que en el talud derecho de la quebrada el suelo se conforma por limo de baja plasticidad con arena, mientras que en el talud izquierdo se encuentra Arena limosa, además se determinó las propiedades mecánicas del suelo que posteriormente nos permitirá realiza el diseño de la cimentación.

### **2.3.4 Datos Hidrológicos**

Se obtiene los datos de precipitaciones máximas dentro de la microcuenca, que nos permite realizar un análisis hidráulico para determinar el nivel de agua máximo extraordinario con un periodo de retorno de 50 años, con este nivel de agua podremos determinar el gálibo del puente.

## **2.4 Consideraciones para el diseño**

La metodología del diseño estructural del puente está basada en la normativa AASHTO LRFD 2017, para el diseño geotécnico se tomará en cuenta el método de diseño ASD por medio de factores de seguridad establecidos en la normativa local NEC Geotecnia y Cimentaciones, a continuación, se mostrará un diagrama de flujo resumiendo el proceso de diseño.

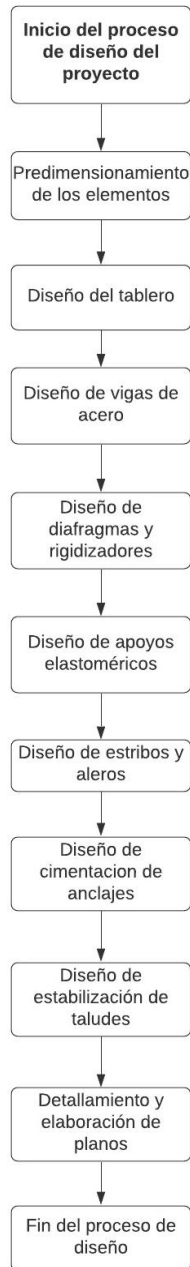


Figura 2.8 Diagrama de flujo del proceso de diseño. Fuente: Elaboración propia

## 2.4.1 Criterios para el diseño

### 2.4.1.1 Losa

El diseño de la losa en base al AASHTO LRFD 2017, bajo estados límites de resistencia, se muestra en el Apéndice A1.

#### **2.4.1.2 Voladizo del tablero**

Se diseñará los extremos del tablero como voladizos bajo los requerimientos del AASHTO LRFD 2017, se muestra en el Apéndice A2.

#### **2.4.1.3 Cargas de viento y frenado**

Se determinará las fuerzas de viento y de frenado según AASHTO LRFD 2017 para posteriormente realizar el análisis estructural de los elementos, se muestra en el Apéndice A3.

#### **2.4.1.4 Diseño de viga de acero bajo esfuerzos de flexión**

Se determinará las dimensiones de la viga de acero y sus propiedades geométricas cumpliendo con los requisitos mínimos establecidos en la norma AASHTO LRFD 2017, se muestra en el Apéndice A4.

#### **2.4.1.5 Diseño de viga de acero bajo esfuerzos de corte**

La comprobación de la viga bajo esfuerzos de corte y el diseño de pernos de cortante tipo STUD se muestra en el Apéndice A5.

#### **2.4.1.6 Chequeo de estado límite de servicio**

Se comprueba los estados de deformaciones elásticas y plásticas en la viga de acero, se muestra en el Apéndice A6.

#### **2.4.1.7 Diseño de rigidizadores por aplastamiento.**

Se diseñan rigidizadores capaces de proporcionar mayor resistencia al esfuerzo cortante, se muestra en el Apéndice A7.

#### **2.4.1.8 Diseño de diafragmas.**

El diseño de los arriostramientos para proporcionar soporte lateral, cumpliendo con los requerimientos AISC-360 y AASHTO LRFD 2017 se muestran en el Apéndice A8.

#### **2.4.1.9 Diseño de apoyos elastómericos reforzados con placas de acero.**

Se diseñarán apoyos elastómericos con base al Método A del AASHTO LRFD 2017, con el fin de dar un mejor desempeño sísmico, se muestra en el Apéndice A9.

#### **2.4.1.10 Diseño de juntas de dilatación.**

La selección del tipo de junta se muestra en el Apéndice A10.

#### **2.4.1.11 Diseño de losa de aproximación.**

Se diseñará una losa de aproximación en los accesos del puente con la finalidad de reducir los asentamientos en las cercanías del tablero, se muestra en el Apéndice A11.

#### **2.4.1.12 Estribos.**

La comprobación bajo estados límites de resistencia del AASHTO LRFD 2017, evento extremo de los estribos y su acero de refuerzo se muestran en el Apéndice A12.

#### **2.4.1.13 Asentamientos**

Se determinan los asentamientos en cada estribo incluyendo el aporte de los anclajes continuos inyectados por medio de una mejora en los módulos elásticos del suelo, se muestra en el Apéndice A13.

#### **2.4.1.14 Socavación general**

Se determina el espesor de suelo que es afectado por el caudal de diseño, bajo métodos de Maza y Blench, se muestra en el Apéndice A14.

#### **2.4.1.15 Estabilización de taludes**

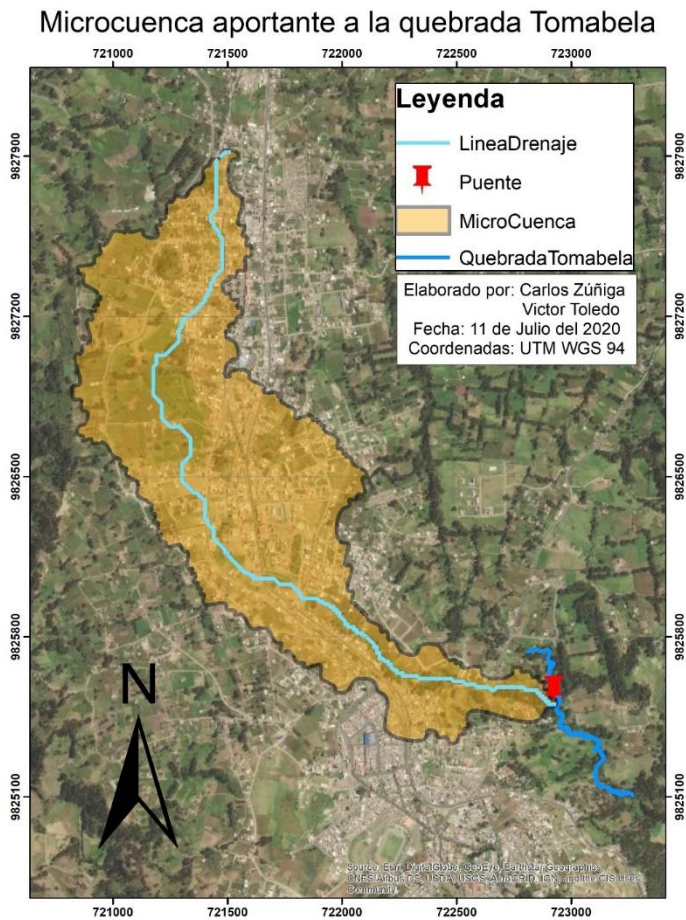
Considerando las cargas del puente, se realiza un análisis de estabilidad de taludes para las condiciones, actuales, con anclajes continuos inyectados y con bulones de anclajes en el talud bajo requisitos establecidos en NEC Geotecnia y cimentaciones, se muestra en el Apéndice A15.



## 2.4.2 Otros criterios para el diseño

### 2.4.2.1 Estudio hidrológico

El objetivo de realizar el estudio hidrológico es el de obtener un caudal de diseño, se determinó la geometría y parámetros de la microcuenca aportante con la ayuda de sistemas de información geográfica, ver Mapa 4



Mapa 4 Microcuenca aportante a la quebrada Tomabela. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se utilizaron las ecuaciones de curvas IDF de la estación San Simón mostradas en la Figura 2.7 y se obtuvo un hietograma de diseño mostrado en la Figura 2.9.

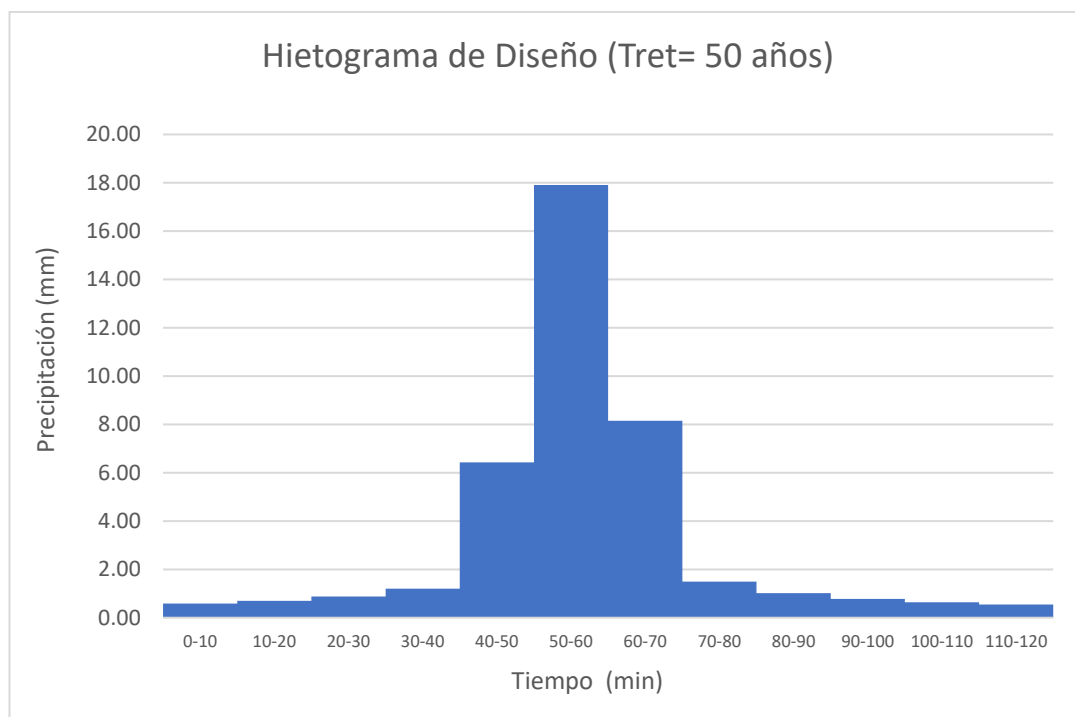


Figura 2.9 Hietograma de diseño para un Tret=50 años. Fuente: Elaboración propia

A continuación, con información de cultivos y uso de tierra de la zona ver, por medio del método número de curva se obtuvo el grupo Hidrológico del suelo y el valor de las abstracciones, ver Tabla 2.4.

Tabla 2.3 Uso de cobertura de suelos. Fuente: Elaboración propia

Area Residencial	74.976801	Ha
Herbacea (Humeda alterada)	4.811836	Ha
Sin cobertura	0.950515	Ha
Bosque Eucalipto	13.229846	Ha
Pastizal (Kikuyo Ryegrass)	33.332831	Ha
Cultivo Maiz	41.950525	Ha
<b>Total</b>	<b>169.252354</b>	<b>Ha</b>

Tabla 2.4 Grupo hidrológico del suelo y número de curva de la microcuenca. Fuente:  
Elaboración propia

Grupo hidrológico del suelo			
B			
Uso de tierra	%	CN	Producto
Residencial	44%	85	37.65
Cultivo Maiz	25%	71	17.60
Pastizal	20%	61	12.01
Bosque	8%	55	4.30
Sin cobertura	1%	66	0.37
Herbacea Pastizal	3%	61	1.73
			<b>73.67</b>

Condicion Humeda	B
CN(III)	86.55

#### 2.4.2.2 Estudio hidráulico

Con el dato de caudal de diseño, se realizó un modelo hidráulico en HEC-RAS, con el fin de obtener la cota de inundación en base al periodo de retorno dado y recomendar un gálibo para el puente.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Información técnicas procesadas

#### 3.1.1 Análisis hidrológico e hidráulico

Con la ayuda del software HEC-HMS y la información mencionada en el apartado 2.3.2.1, se obtuvo el hidrograma de diseño y el caudal máximo de la microcuenca aportante.

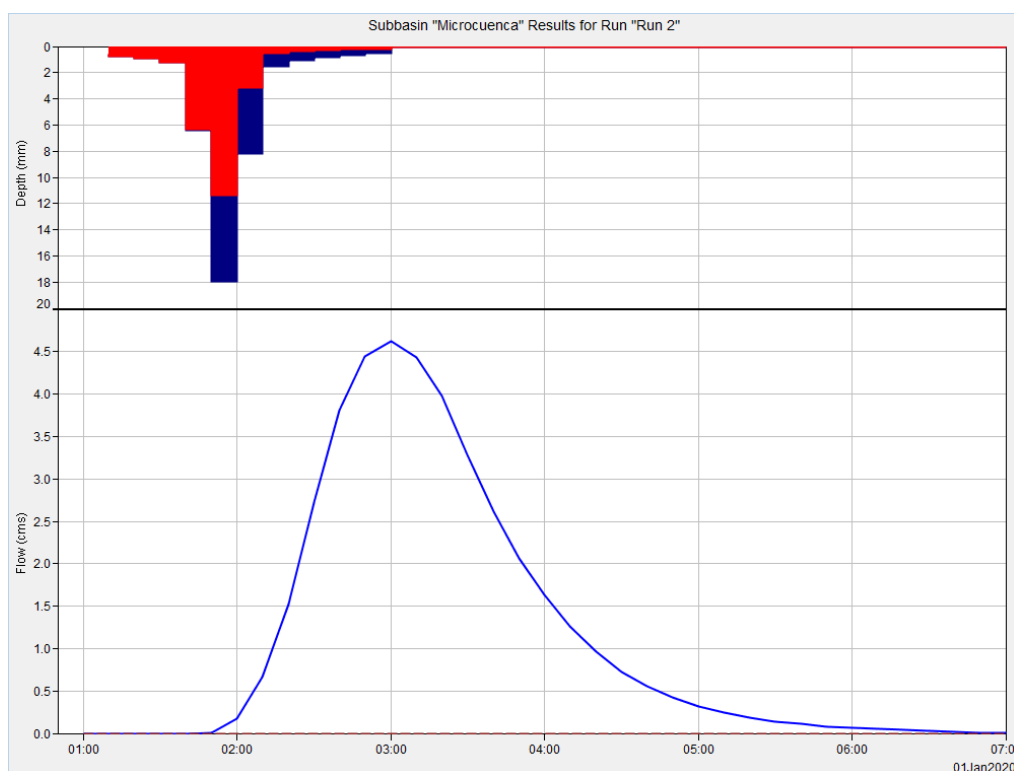


Figura 3.1 Hidrograma e hietograma de diseño obtenidos de HEC-HMS. Fuente: Elaboración propia.

Con el caudal de diseño y la topografía de sitio se puede obtener el nivel de agua respectivo al caudal de diseño de 4.6 m<sup>3</sup>/s, obteniendo como un nivel de agua de 2727.33 msnm, y finalmente se obtiene un gálibo de 5.57 m mayor a 3m, valor recomendado por el PhD Mijaíl Arias y mayor a 2.5m valor recomendado por

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) para evitar futuros daños debidos a transporte de palizada en una futura avenida.

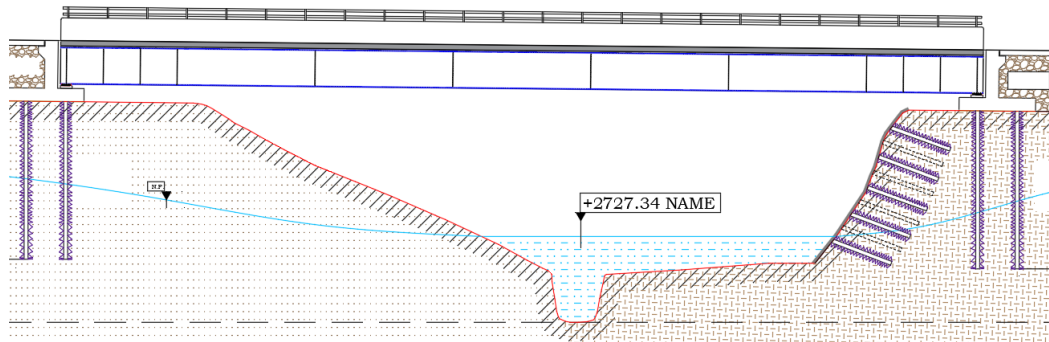


Figura 3.2 Nivel de agua máximo extraordinario. Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2 Sismicidad

Para las consideraciones sísmicas es necesario establecer el tipo de suelo de la zona a implementar el puente, la NEC recomienda realizar una clasificación de suelo con una profundidad de 30 metros de la zona de construcción, pero para propósitos de diseño se ha considerado un suelo tipo C con, además se debe evaluar el PGA para un periodo de retorno de 1000 años impuesto por la normativa AASHTO LRFD 2017 como se muestra en la Figura 3.3.

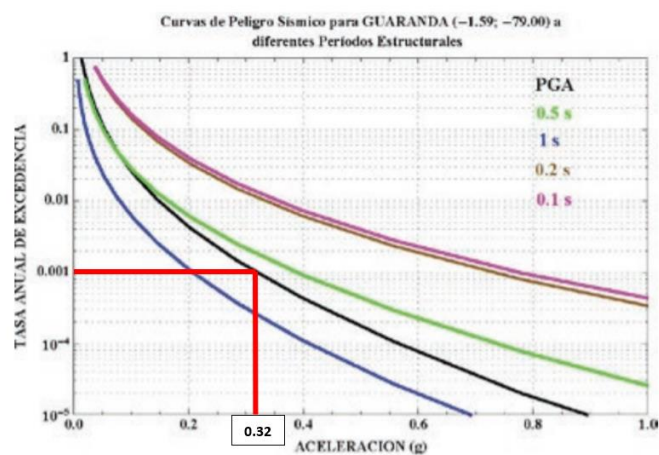


Figura 3.3 Curva de peligro sísmico de Guaranda para una tasa de excedencia de 0.001 ( $T_{ret}=1000$  años). Fuente: Elaboración propia.

Para la construcción del espectro de diseño se utilizó un factor de reducción sísmica  $R=2$  debido a la falta de mecanismos de disipación de energía (Rótulas plásticas), por lo tanto, el diseño sísmico representa un diseño basado en resistencia en lugar de un sistema dúctil en el cual se admite daño. En la tabla se muestra los coeficientes de suelo utilizados.

Suelo tipo C	
<b>Fa</b>	1.24
<b>Fd</b>	1.17
<b>Fs</b>	1.04

Figura 3.4 Coeficientes de suelo. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con los parámetros previamente mencionados se elaboró una rutina en Matlab, el código se muestra en el Apéndice A16, para la elaboración del espectro elástico e inelástico de la zona que se muestra en la Figura 3.5.

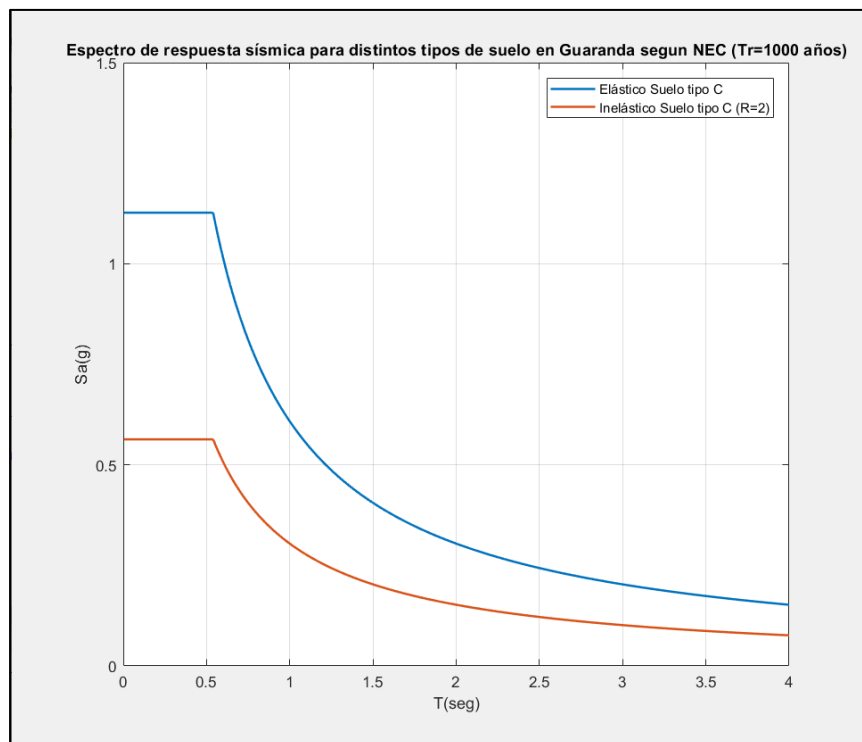


Figura 3.5 Espectro de respuesta inelástico y elástico de la zona según NEC 2015 (Tret=1000 años). Fuente: Elaboración propia.

## 3.2 Consideraciones para el diseño

### 3.2.1 Análisis estructural del tablero

Para determinar las magnitudes de momentos flectores en el tablero, se realizó un modelo estructural de una viga continua simplemente apoyada con un ancho unitario bajo varios estados de carga que se muestran en las figuras 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11.

#### Momento por carga de losa

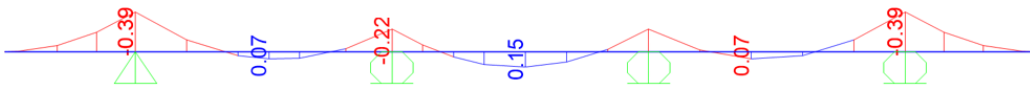


Figura 3.6 Diagrama de momentos por carga de losa (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

#### Momento por carga de asfalto

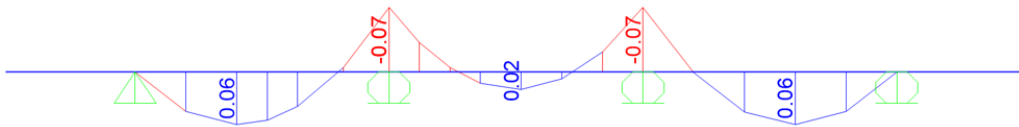


Figura 3.7 Diagrama de momentos por carga de asfalto (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

#### Momento por carga de vereda



Figura 3.8 Diagrama de momentos por carga de vereda (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

#### Momento por carga de barrera



Figura 3.9 Diagrama de momentos por carga de barrera (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

### Momento por carga viva +M



Figura 3.10 Diagrama de momentos por carga viva +M (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

### Momento por carga viva -M

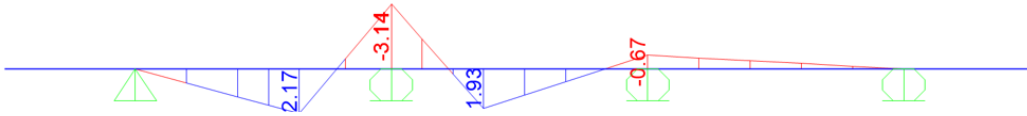


Figura 3.11 Diagrama de momentos por carga viva -M (Ton\*m). Fuente: Elaboración propia

El proceso de combinación de cargas se detalla en el Apéndice A1, finalmente los momentos últimos de diseño del estado límite de resistencia se muestra en la

Tabla 3.1 Resumen de momentos últimos de diseño para losa de tablero. Fuente: Elaboración propia

<b>Mu +</b>	4.75 Ton*m
<b>Mu -</b>	-5.097 Ton*m

### 3.2.2 Análisis estructural de vigas de acero

Para determinar las magnitudes de deflexiones, fuerzas cortante y momentos en la superestructura con una viga de acero de 1.4m de peralte se realizó un modelo estructural que se muestra en la Figura 3.12.



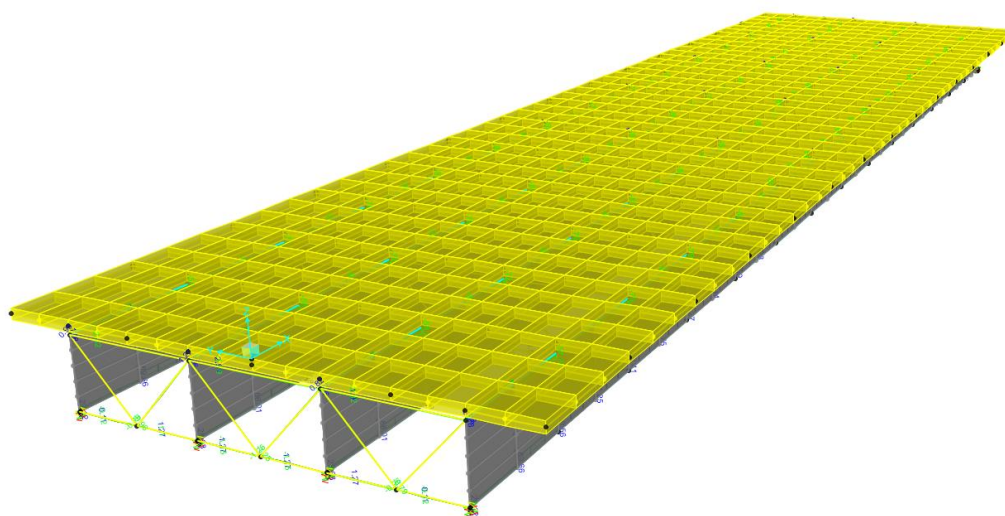


Figura 3.12 Modelo estructural de la superestructura del puente. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de fuerzas cortante y momentos flectores para la viga exterior e interior se detallan en las tablas Tabla 3.2 y Tabla 3.3 respectivamente.

Tabla 3.2 Resumen de fuerzas cortantes y momentos flectores para vigas exteriores. Fuente: Elaboración propia.

	<b>Mmax Ton*m</b>	<b>Mmin Ton*m</b>	<b>Vmax Ton</b>	<b>Vmin Ton</b>
<b>DC1</b>	236.23	-2.44	27.48	-27.49
<b>DC2</b>	68.20	-0.78	9.70	-9.70
<b>DW</b>	40.50	-0.41	4.50	-4.50
<b>LL+IM</b>	257.90	-12.47	29.15	-29.15
<b>PL</b>	28.64	-0.32	3.89	-3.89
<b>BR</b>	4.80	-4.80	0.40	0.31
<b>Sx-Sy</b>	41.01	13.52	3.05	0.98
<b>WS</b>	1.94	-186.10	21.15	-21.15

Tabla 3.3 Fuerzas cortantes y momentos flectores para vigas interiores. Fuente: Elaboración propia.

	<b>Mmax Ton*m</b>	<b>Mmin Ton*m</b>	<b>Vmax Ton</b>	<b>Vmin Ton</b>
<b>DC1</b>	233.94	-2.35	26.74	-26.74

<b>DC2</b>	60.33	-0.54	5.51	-5.51
<b>DW</b>	40.48	-0.41	4.62	-4.62
<b>LL+IM</b>	252.81	-2.26	35.30	-35.31
<b>PL</b>	25.94	-0.24	2.34	-2.34
<b>BR</b>	4.80	-4.80	0.44	0.30
<b>Sx-Sy</b>	14.29	9.99	1.31	0.88
<b>WS</b>	1.31	-125.27	15.43	-15.43

Para la comprobación de deflexiones existen dos condiciones para las cuales debe cumplir lo requerido por AASHTO LRFD 2017. Las deflexiones provienen del análisis estructural bajo las condiciones de carga: (i) 100% carga de camión HL-93. (ii) 25% carga de camión HL-93 + 100% carga de carril. Los resultados se detallan en la tabla

*Tabla 3.4 Deflexión permisible. Fuente: Elaboración propia.*

	<b>Condición 1</b>	<b>Condición 2</b>	<b>Límite</b>	<b>Cumple</b>
<b>Deflexión (cm)</b>	3.45	2.58	$L/1000=$ 3.50	SI

Se debe comprobar la capacidad de la viga de acero para los estados límites de resistencia y evento extremo, se muestra en la Tabla 3.5.

*Tabla 3.5 Comprobación de capacidad de viga de acero. Fuente: Elaboración propia*

	<b>Mu Ton*m</b>	<b>Phi*Mn Ton*m</b>	<b>Cumple</b>
<b>Resistencia I</b>	942.75	1183.43	SI
<b>Resistencia III</b>	701.84	1183.43	SI
<b>Resistencia V</b>	903.71	1183.43	SI
<b>Evento extremo I</b>	769.69	1183.43	SI

Con base a los resultados mostrados anteriormente se puede notar que la capacidad de la viga es mucho mayor a las cargas solicitadas bajo los estados límites de resistencia y evento extremo, además de comprobar la capacidad a flexión también se verificó que la deflexión sea menor a la máxima permisible, en este caso el criterio más crítico es el de la deflexión, para el cual se tuvo que aumentar previamente el peralte de la viga hasta 1.4m.

Las comprobaciones por resistencia a fuerzas cortantes y la selección de pernos de corte se muestra en el Apéndice A5.

### 3.2.3 Análisis de apoyos elastómericos

El diseño del apoyo elastómerico se muestra en el Apéndice A9, posteriormente se obtuvo las dimensiones del apoyo 35x45x6 cm, con 4 placas de acero de ¼". Para realizar el modelo estructural del puente e incluir el aporte de los apoyos elastómericos es necesario obtener la rigidez lateral y vertical con el fin de modelarlos como resortes, se muestra en Tabla 3.6.

*Tabla 3.6 Rigideces del apoyo elastómerico. Fuente: Elaboración propia*

<b>Kh</b>	3982.99 N/mm
<b>Kv</b>	1435733.32 N/mm

Se puede notar la alta diferencia de magnitud entre la rigidez lateral y vertical, siendo la rigidez vertical 360 veces mayor a la horizontal, justamente la baja rigidez en el plano es lo que permite que la superestructura se comporte como un cuerpo rígido y disminuya el efecto de cargas sísmicas.

### 3.2.4 Análisis estructural de diafragmas.

Para la selección del perfil a utilizar en los diafragmas, se debe comprobar que el perfil cumpla con el momento mínimo de estabilidad, estado límite de resistencia 1 y evento extremo, se muestran en las Figura 3.13 y Figura 3.14 respectivamente.

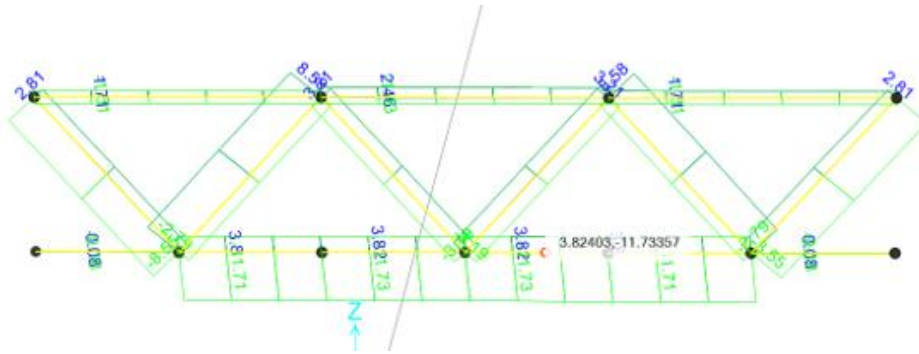


Figura 3.13 Solicitaciones en diafragmas bajo estado límite de resistencia I (Ton).  
Fuente: Elaboración propia.

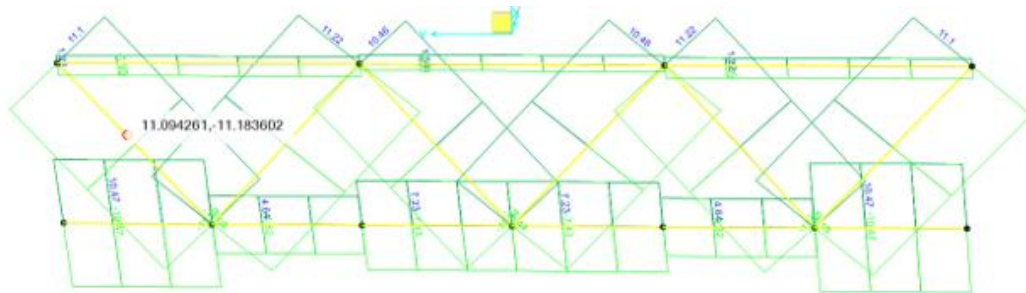


Figura 3.14 Solicitaciones en diafragmas bajo estado límite de evento extremo I (Ton).  
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como resultados las solicitaciones de cargas axiales a compresión para un perfil L65x65x6, se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Comprobación de capacidad de diafragmas L65x65x6. Fuente: Elaboración propia

	Estados límites	Estabilidad	Capacidad	Cumple
Horizontal	11.7 ton	8.63 ton	13.01 ton	OK
Diagonal	11.09 ton	11.58 ton	13.68 ton	OK

### 3.2.4.1 Análisis estructural de losa de aproximación.

Para obtener los diagramas de momentos y fuerzas cortantes en la losa de aproximación, esta se modeló estructuralmente bajo el criterio de ancho unitario y se utilizó un módulo de reacción del suelo de 10kg/cm<sup>3</sup> con el fin de obtener

resultados más cercanos a la realidad, en la figura se muestran los diagramas de momentos y fuerza cortante respectivamente.

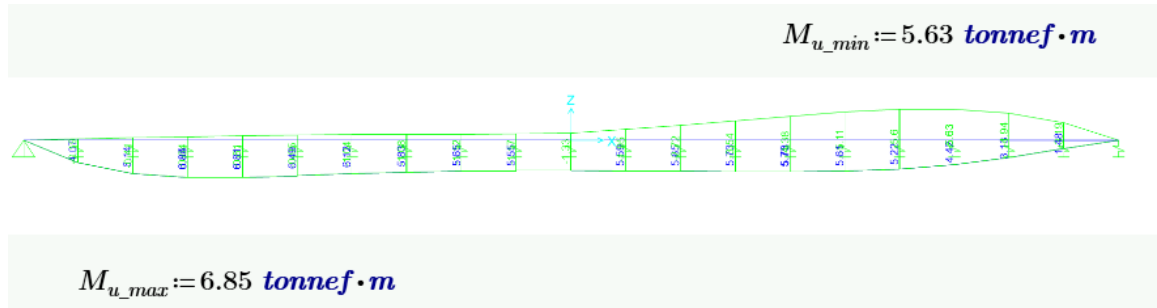


Figura 3.15 Diagrama de momentos en losa de aproximación para estado límite de resistencia I. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3.16 Diagrama de fuerza cortante en losa de aproximación para estado límite de resistencia I. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con las solicitaciones previamente mencionadas, se procede a calcular el acero de refuerzo en la losa de aproximación, se muestra en el Apéndice A8.

### 3.2.5 Análisis estructural de estribo.

Se realizó un modelo de elementos tipo Shell Thick seleccionando de forma conservadora un módulo de reacción de suelo de 4 kg/cm<sup>3</sup>, a continuación, se evaluó el estado límite de resistencia I, siendo el más desfavorable. Posteriormente se revisaron los valores M11 y M22 para el cálculo de acero de refuerzo, como se muestra en la Figura 3.17 y Figura 3.18 respectivamente.

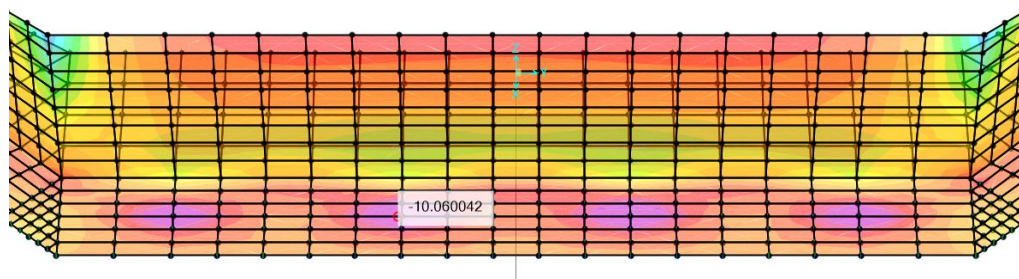


Figura 3.17 Momento M11 (ton\*m) en el pie del estribo. Fuente: Elaboración propia.

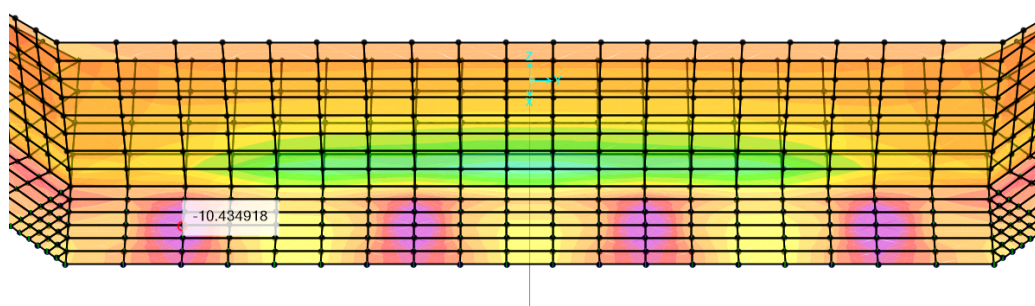


Figura 3.18 Momento M22 (ton\*m) en el pie del estribo. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de diseño del estribo y sus comprobaciones por estabilidad se detallan en el Apéndice A12.

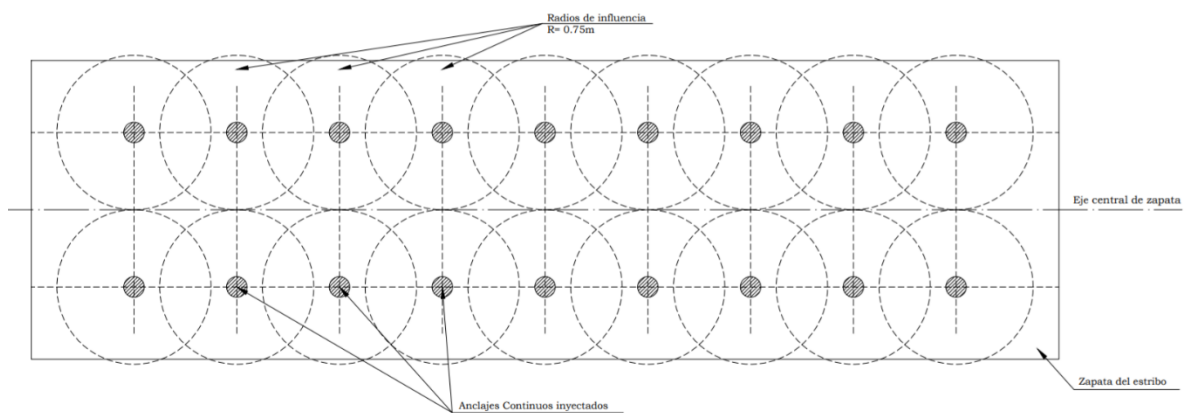
### 3.2.6 Capacidad de anclajes continuos inyectados.

Se construyen perforando el terreno en diámetros de 12 a 15 cm, inyectando a presión mediante el uso de obturadores e introduciendo una barra de acero de 25 mm con una longitud de 6m, con un  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

Esta es una solución que ha sido implementada por el Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, hace más de dos décadas, con excelentes resultados. Dependiendo del tipo de roca o suelo consolidado en el cual sean construidos los anclajes continuos inyectados (con lechada adherente y cohesionante) desarrollan una resistencia a la tracción desde 2.5 Ton por metro lineal, en rocas sedimentarias blandas hasta 8 Ton/m en rocas ígneas. En el proyecto Paso

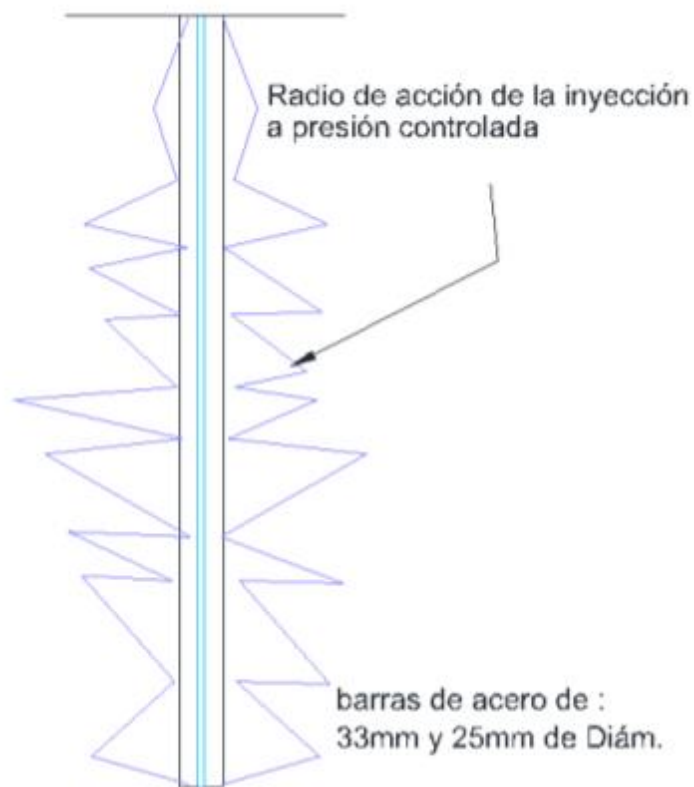
Pihuapungo, se realizaron pruebas in situ y se obtuvo que anclajes continuos inyectados de 6m generaban un promedio de 7.3 Ton por cada metro.

Para el caso del proyecto se asume 2 Ton/m. Cabe anotar que resistencia a la compresión es de aproximadamente 5 veces mayor la resistencia a la tracción, con lo que se garantiza la suficiente resistencia portante y al cortante. El radio de influencia de cada anclaje continuo inyectado en la cimentación de muestra en Figura 3.19.



*Figura 3.19 Distribución y radios de influencia de anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016).*

El uso de esta solución geotécnica presenta un radio de acción en la cual los estratos del suelo mejoran la cohesión gracias a la inyección de lechada a una presión controlada, formando en las paredes del anclaje una especie de rugosidades asegurando adherencia con el suelo, esta propuesta permite transmitir las cargas hacia un estrato más resistente, como si fuese el caso de un pilote, además de disminuir el riesgo de falla del talud, objetivo principal de su implementación.



*Figura 3.20 Radio de acción de anclajes continuos inyectados. Fuente: (Chávez Moncayo, 2016)*

### **3.2.7 Análisis de estabilización de taludes.**

Se realizan perforando hacia el interior del terreno entre 2.4m y 4m, se efectúan inyecciones a presión mediante un obturador y se introduce una barra de acero de 22 a 25 mm ( $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ ). Cuando la barra de acero se fragua con la lechada adherente y cohesionante, pueden tener resistencias a la tracción de 8 a 20 toneladas, dependiendo del tipo de roca y grado de meteorización. Esta solución también ha sido desarrollada por el Dr. Chávez, exitosamente y sustituye a los pernos anclados con placa y perno. Para el proyecto se asume una resistencia de 10 Toneladas por bulón.

El gunitado es una solución que se viene realizando desde hace más de dos décadas. Para valorar su resistencia se efectúa pruebas de compresión y dependiendo de la calidad del agregado, el cemento y los aditivos se pueden



alcanzar resistencias a la compresión desde 200 hasta 500 Kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia al corte que es la que interesa en los taludes es de aproximadamente el 10% de la resistencia a la compresión, de acuerdo con pruebas experimentales, para el presente caso se asume 20 Kg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente se agrega una malla anclada a los bulones se transforma en la armadura de la capa del hormigón proyectado.

Para los resultados de análisis de estabilidad de taludes bajo esta solución se muestra en la Figura 3.21, donde se puede observar que existe un FS mínimo de 3.6 bajo condiciones sísmicas de  $K_{hor}=0.24g$ , valor mayor al  $FS=1.5$  proporcionado por NEC Geotecnia y cimentaciones. Es necesario realizar esta propuesta para evitar futuros problemas de socavación y de posible afectación en la cimentación del puente.

Los demás análisis realizados en condiciones actuales y únicamente con anclajes continuos inyectados se muestran en el Apéndice A15.

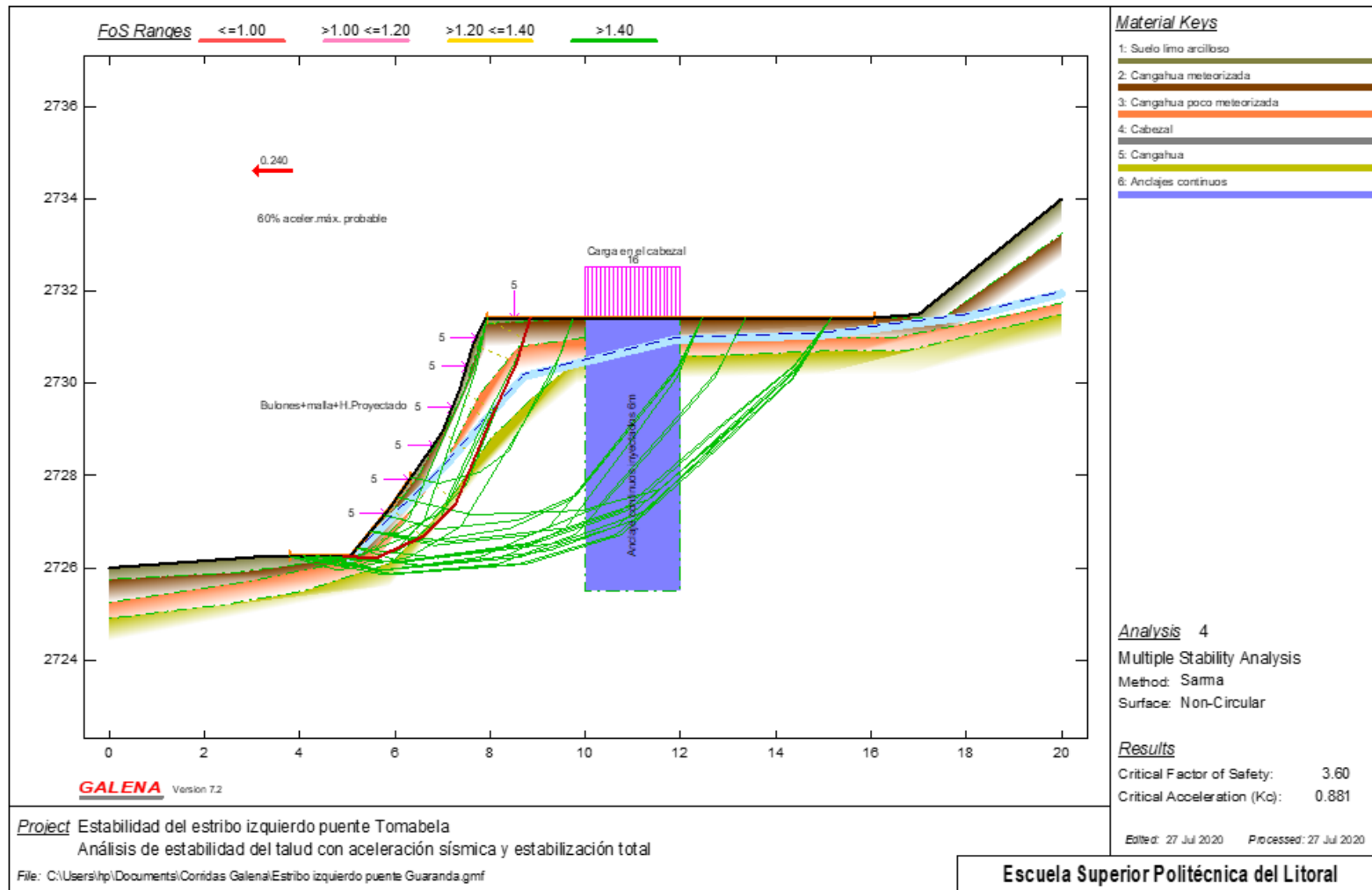


Figura 3.21 Resultado de propuesta de estabilización de taludes en software Galena con un FS=3.6. Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.8 Método Constructivo.**

Se utiliza un método constructivo de hormigón fundido en sitio con diferentes resistencias para cada elemento, además de vigas de acero que son ensambladas en el taller para su posterior traslado al sitio de construcción. La estabilización de talud se la realiza por medio de bombeo de lechada de cemento hidráulico, a continuación, se detalla el proceso constructivo del puente.

#### **3.2.8.1 Trabajos preliminares**

Consiste en la extracción de la cobertura vegetal, despejando el área, para realizar otras actividades futuras, además se utiliza equipos topográficos y tiza para delimitar el área de construcción, esta fase de construcción tiene una duración estimada de 2 días.

#### **3.2.8.2 Estabilización de taludes**

Actividad que consiste en la inyección a presión de lechada de hormigón hidráulico al terreno mediante una bomba, ayuda a la estabilización del terreno en el que se va a construir el puente para la posterior colocación de una malla de acero sobre la superficie del terreno donde se colocarán los bulones inyectados, luego se realiza un vaciado sobre la superficie para dar por terminado la fase de construcción en un tiempo estimado de 7 días.

#### **3.2.8.3 Movimiento de tierra**

Se utiliza máquina excavadora y volqueta para la excavación y desalojo del material de sitio que se va a extraer, luego se inicia el proceso de provisión de material de préstamo para el mejoramiento del terreno natural en la obra, tiene una duración estimada de 5 días.

#### **3.2.8.4 Subestructura**

Se realiza el vaciado de hormigón simple en las bases de los estribos para darle un recubrimiento extra y evitar que el hormigón tenga un deterioro rápido para luego realizar la inyección de lechada de hormigón hidráulico en la cimentación de los estribos del puente, con el propósito de aumentar la capacidad de carga

en el suelo, luego se procede a cortar, doblar y amarrar el acero que constituye la armadura de refuerzo de los estribos para el posterior vaciado de hormigón en los estribos luego de que la armadura y el encofrado hayan sido colocados, la resistencia del hormigón es de 280kg/cm<sup>2</sup>. Para reducir los asentamientos en las aproximaciones del puente, se utilizan losas de aproximación, se coloca la armadura de refuerzo, el encofrado y por último el hormigón, luego se procede a curar el hormigón con ayuda de un curador químico que evita el agrietamiento. El tiempo estimado de esta fase es de 32 días.

### **3.2.8.5 Superestructura**

Las vigas de acero se ensamblan en taller para su posterior traslado al sitio de construcción debido a las dificultades del transporte, se colocan los respectivos conectores de corte para que la viga y la losa trabajen como sección compuesta, también se procede a la colocación de diafragmas, rigidizadores y pintura epóxica anticorrosiva para su posterior izado, colocando el neopreno en su posición, luego se coloca el encofrado de la losa que soportará la armadura y el hormigón.

### **3.2.8.6 Obras complementarias**

Trata de las diferentes actividades que no forman parte de la estructura, aseguran su correcta funcionalidad, le brindan comodidad y seguridad tanto a los peatones como a los conductores que circulan por el puente.

### **3.2.8.7 Señalización horizontal y vertical**

En esta etapa engloba todas señales de tránsito como la pintura en la calzada, ojos de gato, letreros informativos, entre otros elementos que ayudan a la seguridad del conductor y el peatón.

## **3.2.9 Detalles de Diseño**

### **3.2.9.1 Detalle de losa**

El detalle respectivo de acero de refuerzo en la losa se muestra la Figura 3.22.

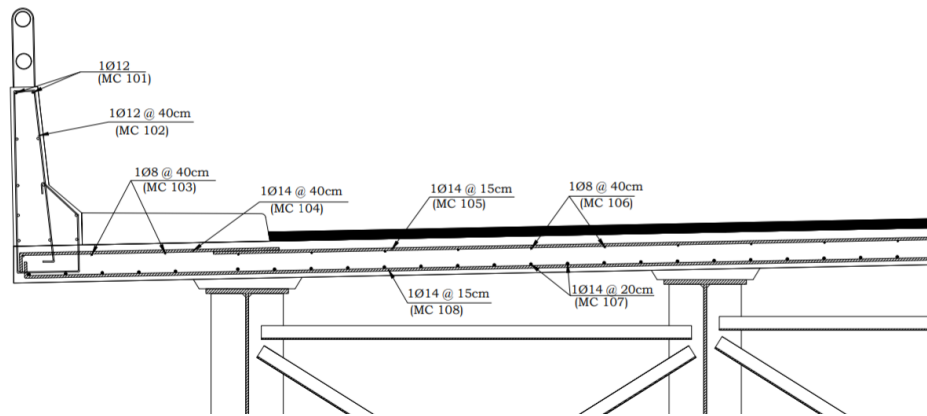


Figura 3.22 Detallamiento de acero de refuerzo en el tablero. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.2 Detalle de viga

El detalle del tipo de viga a usar en la superestructura se muestra en Figura 3.23.

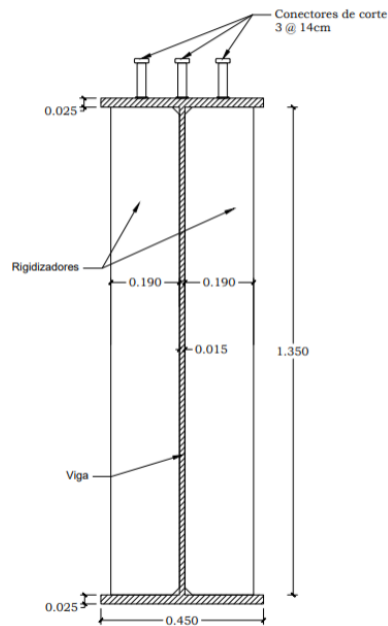


Figura 3.23 Detallamiento de viga de acero. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.3 Detalle de diafragmas

El detalle del tipo de diafragma a usar en la superestructura se muestra en la Figura 3.24.

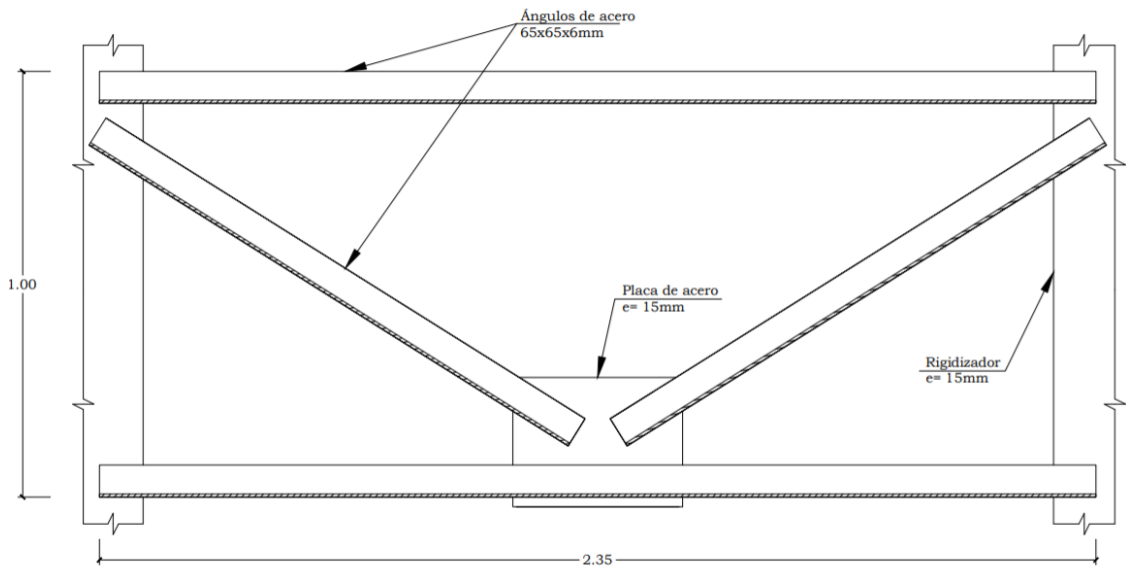


Figura 3.24 Detalle de arriostramiento a usar en la superestructura. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.4 Detalle de apoyo elastómerico

El detalle del apoyo a usar en la subestructura se muestra en la Figura 3.25

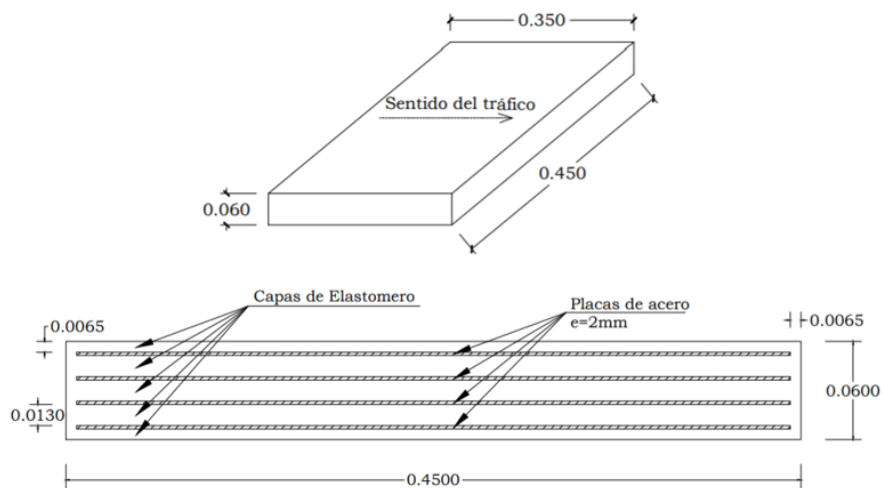


Figura 3.25 Detalle de apoyo elastómerico. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.5 Detalle de estribo

El detalle del acero de refuerzo en el estribo se muestra en la Figura 3.26.

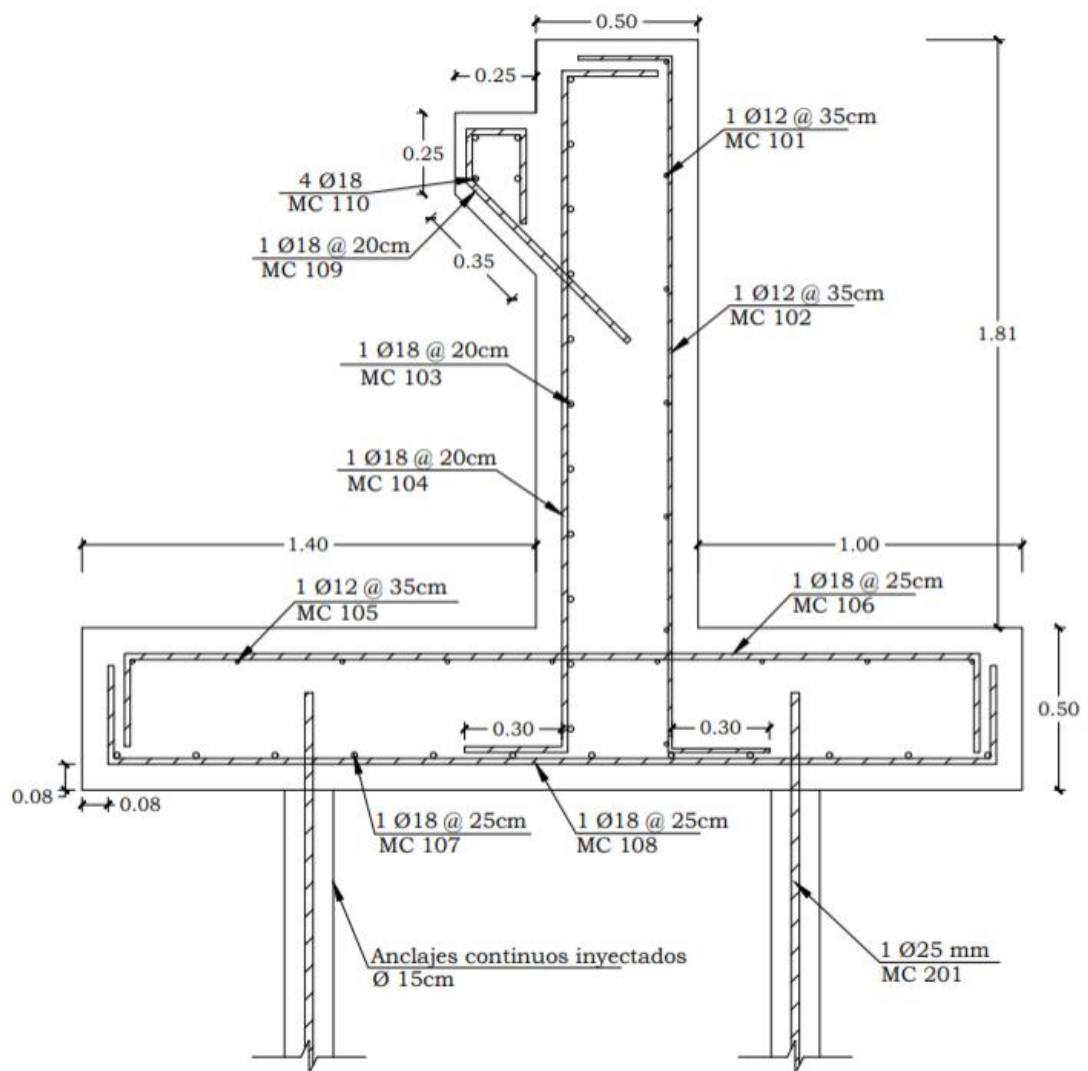


Figura 3.26 Detalle de acero de refuerzo en el estribo. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.9.6 Detalle de anclajes continuos inyectados

El detalle y distribución de los anclajes continuos inyectados (6m de profundidad y 15cm de diámetro) en el estribo derecho e izquierdo se muestran en la Figura 3.27 y Figura 3.28 respectivamente.

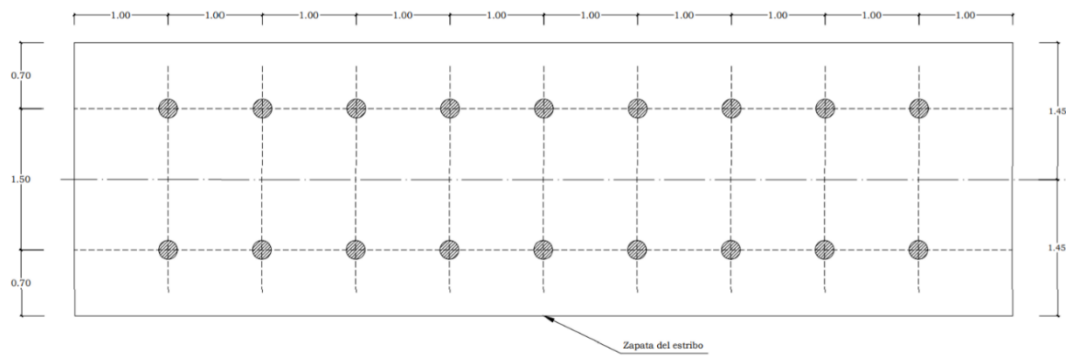


Figura 3.27 Distribución de anclajes en el estribo derecho. Fuente: Elaboración propia.

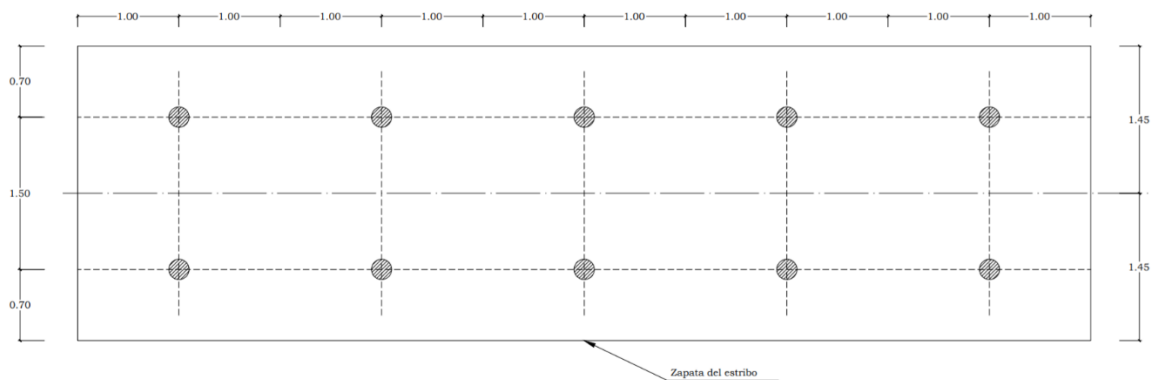


Figura 3.28 Distribución de anclajes en el estribo izquierdo. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.9.7 Detalle de bulones de anclajes

El detalle de la propuesta de estabilización de talud derecho mediante bulones de anclajes se muestra en la Figura 3.29, los cuales son barras de acero de 22m perforadas a una longitud de 2.4m y espaciadas entre si cada dos metros en una distribución de tresbolillo.



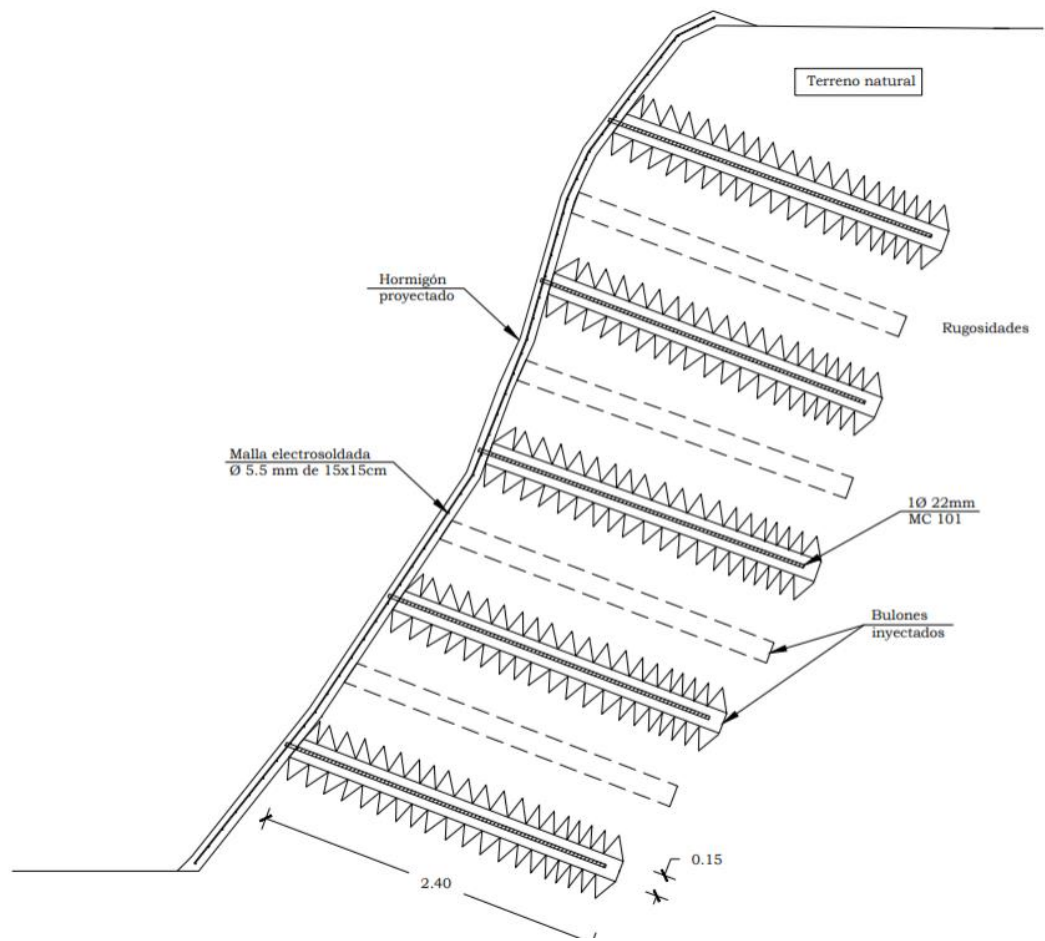


Figura 3.29 Distribución vertical de bulones de anclajes. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.10 Presupuesto

#### 3.2.10.1 Estructura de trabajo EDT

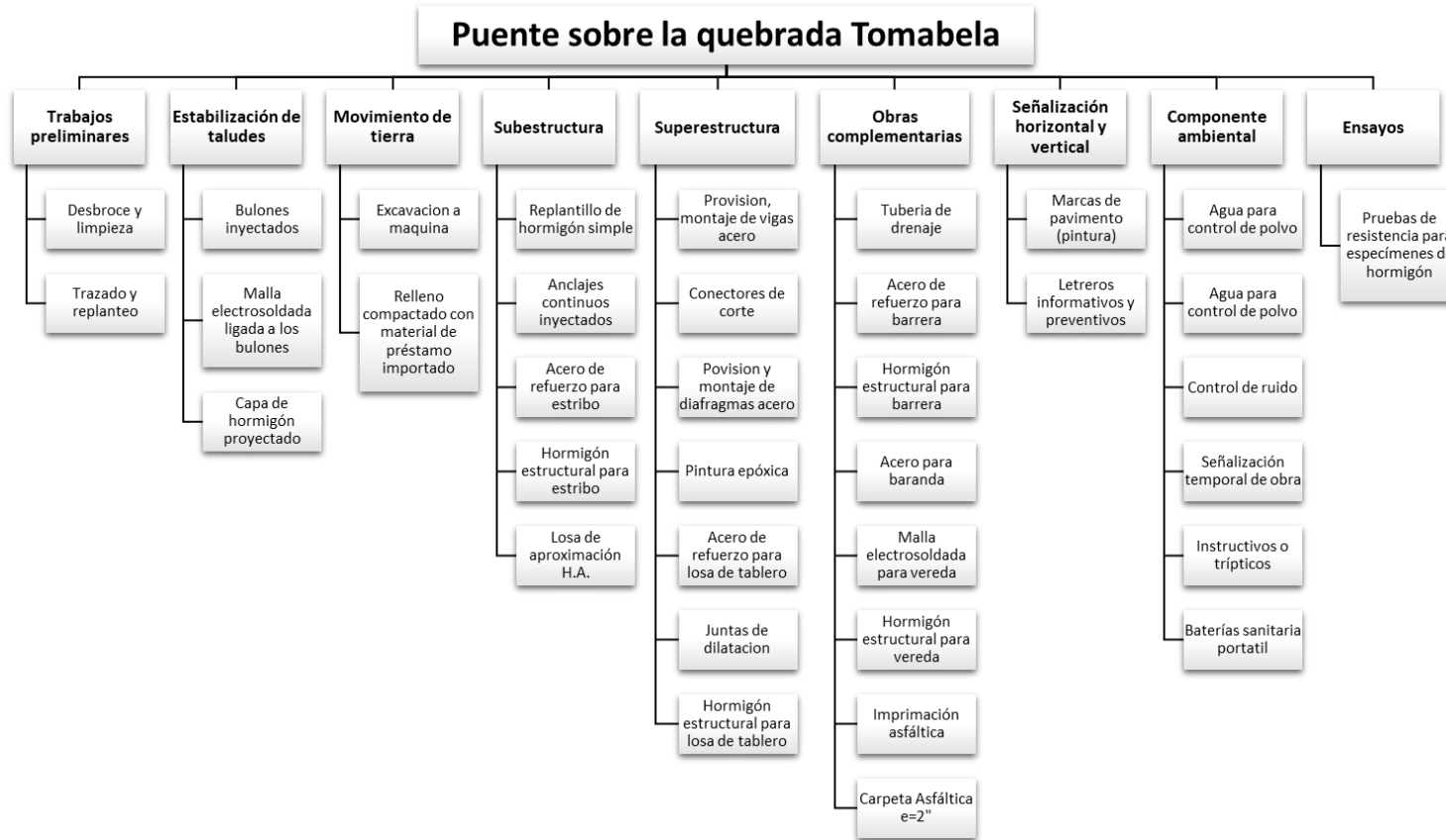


Figura 3.30 Estructura de trabajo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.10.2 Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios de cada rubro se encuentra detallado en el apéndice B, a continuación, se detalla el costo de cada fase del proyecto en base a los rubros de cada actividad y los porcentajes representativos de cada fase en base al presupuesto general del proyecto.

Tabla 3.8. Propuesto general del proyecto

Fases del proyecto	Precio	Porcentaje
1. Trabajos preliminares	\$1,572.90	0.54%
2. Estabilización de taludes	\$12,091.56	4.13%
3. Movimiento de tierra	\$7,280.29	2.49%
4. Subestructura	\$57,718.03	19.72%
5. Superestructura	\$191,965.55	65.58%
6. Obras Complementarias	\$18,950.29	6.47%
7. Señalización horizontal y vertical	\$600.70	0.21%
8. Componente Ambiental	\$1,781.83	0.61%
9. Ensayos	\$761.40	0.26%
Total	<b>\$292,722.55</b>	<b>100.00%</b>

El precio total del proyecto es de \$292,722.55 dólares, teniendo el mayor porcentaje en la superestructura con un 65.58% con respecto al presupuesto general, y la subestructura con un porcentaje del 19.72%. Estas dos fases abarcan la mayoría del presupuesto.

A continuación, se detalla los valores de cada rubro con sus respectivas cantidades.

Tabla 3.9. Detallamiento de costos de cada rubro

No rubro	Código	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total
<b>1. Trabajos preliminares</b>						
1	1.1	1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)	m2	362.0	\$ 3.29	\$ 1,190.98
2	1.2	1.2 Trazado y replanteo	m2	308.0	\$ 1.24	\$ 381.92
<b>2. Estabilización de taludes</b>						
3	2.1	2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm	u	60.0	\$ 103.19	\$ 6,191.40
4	2.2	2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones	m2	84.0	\$ 11.19	\$ 939.96
5	2.3	2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm	m2	84.0	\$ 59.05	\$ 4,960.20
<b>3. Movimiento de tierra</b>						
6	3.1	3.1 Excavacion a maquina	m3	603.1	\$ 4.58	\$ 2,761.97
7	3.2	3.2 Relleno compactado con material de préstamo	m3	214.2	\$ 21.09	\$ 4,518.32
<b>4. Subestructura</b>						
8	4.1	4.1 Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 e=8cm	m3	7.0	\$ 147.77	\$ 1,031.55
9	4.2	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm	m	168.0	\$ 66.12	\$ 11,108.16
10	4.3	4.3 Acero de refuerzo para estribo fy=4200 kg/cm2	kg	5677.3	\$ 2.74	\$ 15,555.86
11	4.4	4.4 Hormigón estructural para estribo f'c=280 kg/cm2	m3	75.7	\$ 306.79	\$ 23,226.46
12	4.5	4.5 Losa de aproximación H.A.	m3	16.0	\$ 424.75	\$ 6,796.00
<b>5. Superestructura</b>						
15	5.1	5.1 Provision, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)	kg	49881.7	\$ 2.64	\$ 131,687.76
16	5.2	5.2 Conectores de corte.	u	3000.0	\$ 2.41	\$ 7,230.00
17	5.3	5.3 Provision y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)	kg	1031.6	\$ 3.28	\$ 3,383.81
18	5.4	5.4 Pintura epóxica	m2	672.0	\$ 5.03	\$ 3,380.03
19	5.5	5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero fy=4200kg/cm2	kg	8057.1	\$ 2.22	\$ 17,886.68
20	5.6	5.6 Juntas de dilatacion JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)	m	14.6	\$ 374.24	\$ 5,478.87
21	5.7	5.7 Hormigon estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2	m3	74.0	\$ 309.75	\$ 22,918.40
<b>6. Obras Complementarias</b>						
22	6.1	6.1 Tubería de drenaje (4 pulgadas)	m	30.0	\$ 13.65	\$ 409.50
23	6.2	6.2 Acero de refuerzo para barrera fy=4200 kg/cm2	kg	1048.2	\$ 2.72	\$ 2,851.14
24	6.3	6.3 Hormigon estructural para barrera f'c=210 kg/cm2	m3	14.3	\$ 255.17	\$ 3,643.83
25	6.4	6.4 Acero para baranda	kg	868.0	\$ 3.49	\$ 3,029.32
26	6.5	6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda	m2	70.0	\$ 11.42	\$ 799.40
27	6.6	6.6 Hormigon estructural para vereda f'c=210 kg/cm2	m3	12.6	\$ 260.18	\$ 3,266.89
28	6.7	6.7 Imprimación asfáltica	m2	313.9	\$ 0.75	\$ 235.43
29	6.8	6.8 Carpeta Asfáltica e=2"	m2	313.9	\$ 15.02	\$ 4,714.78
<b>7. Señalización horizontal y vertical</b>						
30	7.1	7.1 Marcas de pavimento (pintura)	m	172.0	\$ 2.23	\$ 383.56
31	7.2	7.2 Letreros informativos y preventivos	u	3.0	\$ 72.38	\$ 217.14
<b>8. Componente Ambiental</b>						
32	8.1	8.1 Agua para control de polvo	m3	12.5	\$ 10.26	\$ 128.25
33	8.2	8.2 Charlas de concientizacion	u	2.0	\$ 136.43	\$ 272.86
34	8.3	8.3 Control de ruido	u	2.0	\$ 23.77	\$ 47.54
35	8.4	8.4 Señalización temporal de obra	u	2.0	\$ 64.26	\$ 128.52
36	8.5	8.5 Instructivos o tripticos	u	200.0	\$ 0.09	\$ 18.00
37	8.6	8.6 Baterías sanitaria portatil (incl. instalacion y desinstalacion)	u	2.0	\$ 593.33	\$ 1,186.66
<b>9. Ensayos</b>						
38	9.1	9.1 Pruebas de resistencia para especímenes de hormigón	u	30.0	\$ 25.38	\$ 761.40
<b>Total</b>						\$292,722.55

### 3.2.10.3 Cronograma valorado del proyecto

El proyecto tiene una duración de 100 días laborables sin considerar los fines de semana y días festivos, el diagrama de Gantt se detalla en el apéndice B, este tiempo se lo estima en base a los rendimientos de cada rubro. El intervalo de tiempo utilizado está dado por mes y el costo desglosado se estima de acuerdo con el avance del proyecto.

Tabla 3.10. Cronograma valorado

Cronograma valorado de trabajos								
Proyecto puente sobre la quebrada tomabela en Guaranda								
No rubro	Código	Descripción del rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
		<b>1.Trabajos preliminares</b>	\$1,572.90					\$1,572.90
1	1.1	1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)	\$1,190.98					\$1,190.98
2	1.2	1.2 Trazado y replanteo	\$381.92					\$381.92
		<b>2. Estabilización de taludes</b>	\$12,091.56					\$12,091.56
3	2.1	2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm	\$6,191.40					\$6,191.40
4	2.2	2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones	\$939.96					\$939.96
5	2.3	2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm	\$4,960.20					\$4,960.20
		<b>3. Movimiento de tierra</b>	\$7,280.29					\$7,280.29
6	3.1	3.1 Excavación a maquina	\$2,761.97					\$2,761.97
7	3.2	3.2 Relleno compactado con material de préstamo	\$4,518.32					\$4,518.32
		<b>4. Subestructura</b>	\$4,260.03	\$21,381.28	\$32,076.72			\$57,718.03
8	4.1	4.1 Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 e=8cm	\$1,031.55					\$1,031.55
9	4.2	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm	\$3,228.48	\$7,879.68				\$11,108.16
10	4.3	4.3 Acero de refuerzo para estribo fy=4200 kg/cm2		\$13,501.60	\$2,054.26			\$15,555.86
11	4.4	4.4 Hormigón estructural para estribo f'c=280 kg/cm2			\$23,226.46			\$23,226.46
12	4.5	4.5 Losa de aproximación H.A.			\$6,796.00			\$6,796.00
		<b>5. Superestructura</b>			\$113,418.33	\$47,723.63	\$30,823.59	\$191,965.55
15	5.1	5.1 Provision, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)			\$113,418.33	\$18,269.43		\$131,687.76
16	5.2	5.2 Conectores de corte.				\$7,230.00		\$7,230.00
17	5.3	5.3 Pvision y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)				\$3,383.81		\$3,383.81
18	5.4	5.4 Pintura epóxica				\$3,380.03		\$3,380.03
19	5.5	5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero fy=4200kg/cm2				\$15,460.36	\$2,426.32	\$17,886.68
20	5.6	5.6 Juntas de dilatacion JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)					\$5,478.87	\$5,478.87
21	5.7	5.7 Hormigon estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2					\$22,918.40	\$22,918.40
		<b>6. Obras Complementarias</b>					\$18,950.29	\$18,950.29
22	6.1	6.1 Tuberia de drenaje (4 pulgadas)					\$409.50	\$409.50
23	6.2	6.2 Acero de refuerzo para barrera fy=4200 kg/cm2					\$2,851.14	\$2,851.14
24	6.3	6.3 Hormigon estructural para barrera f'c=210 kg/cm2					\$3,643.83	\$3,643.83
25	6.4	6.4 Acero para baranda					\$3,029.32	\$3,029.32
26	6.5	6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda					\$799.40	\$799.40
27	6.6	6.6 Hormigon estructural para vereda f'c=210 kg/cm2					\$3,266.89	\$3,266.89
28	6.7	6.7 Imprímación asfáltica					\$235.43	\$235.43
29	6.8	6.8 Carpeta Asfáltica e=2"					\$4,714.78	\$4,714.78
		<b>7 Señalización horizontal y vertical</b>					\$600.70	\$600.70
30	7.1	7.1 Marcas de pavimento (pintura)					\$383.56	\$383.56
31	7.2	7.2 Letreros informativos y preventivos					\$217.14	\$217.14
		<b>8 Componente Ambiental</b>	\$1,781.83					\$1,781.83
32	8.1	8.1 Agua para control de polvo	\$128.25					\$128.25
33	8.2	8.2 Charlas de concientizacion	\$272.86					\$272.86
34	8.3	8.3 Control de ruido	\$47.54					\$47.54
35	8.4	8.4 Señalización temporal de obra	\$128.52					\$128.52
36	8.5	8.5 Instructivos o tripticos	\$18.00					\$18.00
37	8.6	8.6 Baterías sanitaria portatil (incl. instalacion y desinstalacion)	\$1,186.66					\$1,186.66
		<b>9. Ensayos</b>	\$761.40					\$761.40
38	9.1	9.1 Pruebas de resistencia para especimenes de hormigón	\$761.40					\$761.40
	<b>TOTAL</b>		\$27,748.01	\$21,381.28	\$145,495.05	\$47,723.63	\$50,374.58	\$292,722.55

### 3.2.10.4 Costos indirectos

Los costos indirectos están en base a precios que, no relacionados directamente con la construcción, se tiene un porcentaje del 25% en costos indirectos con

respecto al presupuesto general del proyecto de costos directos, incluyendo utilidad, imprevistos y pólizas de seguro.

*Tabla 3.11. Costos indirectos*

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Duración del proyecto					Total
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	
<b>Campamento</b>	1	\$ 1,000.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 1,000.00
<b>Bodega</b>	1	\$ 1,000.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 1,000.00
<b>Instalaciones provisionales</b>	1	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 750.00
<b>Equipo de seguridad</b>	6	\$ 60.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 1,800.00
<b>Servicios básicos</b>	1	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 250.00
<b>Suministros de oficina</b>	1	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 125.00
<b>Bodeguero</b>	1	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 2,038.80
<b>Guardia</b>	1	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 2,022.00
<b>Gerente de proyecto</b>	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
<b>Superintendente de obra</b>	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
<b>Residente de obra</b>	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
<b>Ayudante de residente</b>	1	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 2,000.16
<b>Seguridad industrial</b>	1	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 2,092.10
<b>Planillero</b>	1	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 2,022.00
			\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 30,100.06
<b>Utilidad</b>							9.24%	\$ 21,794.40
<b>Imprevisto</b>							1%	\$ 2,358.70
<b>Garantías de anticipo, póliza de seguro, gastos legales e impuestos</b>							2%	\$ 4,717.40
<b>Costo Directo</b>								\$ 235,870.14
<b>% Indirecto</b>							25.00%	\$ 58,970.57

# CAPITULO 4

## 4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Objetivo

1. Identificar los posibles impactos ambientales que podrían producirse con la implementación del puente sobre la quebrada Tomabela de la ciudad de Guaranda.
2. Determinar las medidas de prevención para aquellas actividades que representen un alto riesgo ambiental.

### 4.2 Descripción del proyecto

Con el objetivo de reducir el tráfico vehicular dentro de la ciudad de Guaranda, se ha propuesto la alternativa de una vía de desvío de tráfico pesado en el perímetro de la ciudad, dicha vía requiere de la construcción de un puente sobre la quebrada Tomabela.

Para la implementación del puente, se han considerado 3 alternativas, las cuales son: Puente con vigas de concreto armado, vigas de concreto preforzado y vigas de acero estructural, para la cual se ha seleccionado la alternativa de vigas de acero estructural, por su facilidad de construcción y reducción en el impacto ambiental.

Teniendo una implantación de 1661m<sup>2</sup>, un área de construcción de aproximadamente 860m<sup>2</sup>, de los cuales 590m<sup>2</sup> corresponden a actividades que requieren de fundición de tablero, hormigón proyectado y estribos con sus respectivos anclajes de cimentación, lo que implica el retiro de capa vegetal y excavaciones, además de ser una actividad propensa a producir residuos sólidos de hormigón y acero de varillas.

El proyecto al requerir grandes volúmenes de concreto es necesario añadir a la evaluación del impacto ambiental el proceso de curado químico, por lo cual es

necesario evaluar obligatoriamente las actividades que estén relacionadas con el hormigón como material.

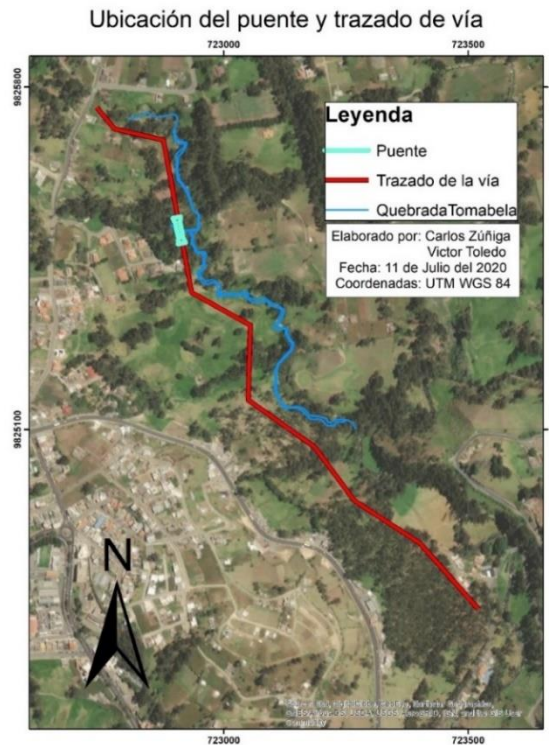
El proyecto no posee gran área de afectación en comparación con otros tipos de obras civiles (carreteras). La alternativa seleccionada permite disminuir el uso de hormigón fundido en sitio como material para la superestructura y se plantea evaluar el impacto ambiental de las actividades, que en su mayoría pueden generar residuos sólidos.

La principal cualidad por la que se escogió el puente con vigas de acero estructural es que, al finalizar su vida útil, este material se puede reciclar y darle un nuevo uso a futuro, es decir, que se reduce en gran medida los desperdicios, por lo tanto, reduciendo el impacto ambiental que se podría generar a largo plazo.

### **4.3 Ubicación del proyecto**

El puente se ubicará en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda a los límites de la zona urbana con las coordenadas UTM-WGS84 722912.028E, 9825501.86N. Con una cota promedio de 2732 msnm.





*Mapa 5 Ubicación del puente y trazado de la vía. Fuente: Elaboración propia*

#### **4.4 Descripción de las actividades del proyecto**

La propuesta del diseño del puente sobre la Quebrada Tomabela posee varias actividades relacionadas a 3 fases principalmente: Construcción, mantenimiento y cierre del proyecto.

En la etapa de Construcción tenemos la mayor cantidad de actividades del proyecto y se mencionan aquellas que afectan de mayor manera el componente ambiental, entre las actividades más importantes a tomar en cuenta en este capítulo están: Desbroce y limpieza de la capa vegetal, que implica limpiar el terreno de todo tipo de obstáculo y maleza en el área de construcción para futuros trabajos (i); trazado y replanteo del terreno con equipos de topografía y el derrame intencionado de cal en el terreno para identificar zonas de construcción (ii); excavación con maquinaria en las zonas dos se ubicaran los estribos y losa de aproximación (iii); desalojo de material excavado hacia una zona regulada por el ministerio del ambiente en el que depositará el material (iv); relleno y compactación con material de importación (v);

colocación de bulones de anclaje y capa de hormigón proyectado, con el fin de estabilizar el talud derecho del puente (vi, vii), perforación del terreno y colocación de anclajes con lechada inyectada a presión, dicha actividad cambia las propiedades del terreno, lo cual se tomará en cuenta en la matriz de impacto ambiental (viii, iv); armado de varillas de refuerzo para estribos, tablero y losa de aproximación, esta actividad es propensa a generar residuos sólidos de acero (x); fundición de elementos estructurales, actividad que puede generar residuos sólidos de concreto en el terreno natural (xi); desencofrado y curado de elementos estructurales, para no generar un gran impacto ambiental, se opta por utilizar encofrado metálico, esto evita que se generen mayor cantidad de desperdicios. (xii); suministro del acero y unión de vigas de acero estructural es uno de los rubros más importantes en el proyecto por lo cual también ha sido considerado en la evaluación del impacto ambiental (xiii); soldadura de vigas con diafragmas (xiv); imprimación y colocación de carpeta asfáltica, el material a usar en esta actividad es un derivado del petróleo, es por esto que se lo debe manejar de una forma correcta para evitar que restos de estos materiales se derramen sobre el río. (xv); colocación de marcas en el pavimento, en esta actividad se utiliza la pintura, dicho material se lo debe usar con precaución debido a que este puede alterar la composición del suelo y generar un gran impacto ambiental (xvi) y colocación de letreros y preventivos (xvii).

En la Tabla 4.1 se muestra un resumen de las actividades de la etapa de construcción y sus fases.

Tabla 4.1 Actividades de construcción. Fuente: Elaboración propia

Fases	Etapas	Actividades
<b>Construcción</b>	Etapa I	Desbroce y limpieza de la capa vegetal.
		Trazado y replanteo.
	Etapa II	Excavación con maquinaria de al menos 2 metros debajo de la superficie.
		Desalajo del material excavado.
		Relleno y compactación en las aproximaciones del estribo.
	Etapa III	Colocación de bulones de anclaje de 2.4m
		Colocación de capa de hormigón proyectado.
		Perforación del terreno para la ubicación de anclajes.
		Colocación y fundición de anclajes.
		Encofrado de los estribos.
		Armado de varillas de refuerzo.
		Fundición de elementos estructurales.
	Desencofrado y curado.	
	Etapa IV	Suministro del acero y unión de vigas de acero estructural.
		Soldadura de vigas con diafragmas.
		Curado de estructuras de H.A.
	Etapa V	Colocación de obras de drenaje.
		Imprimación y colocación de carpeta asfáltica.
	Etapa VI	Colocación de marcas en el pavimento.
		Colocación de letreros y preventivos.

Respecto a la fase de mantenimiento, únicamente se han considerado 2 actividades: Correcciones en vacíos de pintura epóxica para evitar corrosión, esta actividad es la más importante en esta fase, debido a que se pueden generar residuos de pintura y existe el riesgo de derrame de esta en el terreno natural (i) y las pruebas de resistencia no destructivas para comprobar la resistencia del H.A. (ii). El resumen de actividades de la fase Mantenimiento se detallan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Actividades de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

Fases	Etapas	Actividades
<b>Mantenimiento</b>	Etapa I	Correcciones en vacíos de pintura epóxica para evitar corrosión.
	Etapa II	Pruebas de resistencia no destructivas para comprobar la resistencia del H.A.

En la fase de cierre existen 4 actividades: Retiro y limpieza de los residuos causados en la construcción (i), retiro de baterías sanitarias, cuya limpieza y control de residuos sanitarios deben ser considerados en el presupuesto y en la evaluación del impacto ambiental (ii), entrega legal del proyecto al GAD de Guaranda (iii) y la apertura del puente al tráfico (iv).

*Tabla 4.3 Actividades de Cierre del proyecto. Fuente: Elaboración propia*

<b>Fases</b>	<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Cierre del proyecto	Etapa I	Retira y limpieza de los residuos causados durante la construcción
		Retiro de baterías sanitarias.
		Entrega legal del proyecto.
		Apertura del puente.

#### **4.5 Áreas sensibles y potenciales impactos.**

Para la selección de los factores ambientales es importante analizar la naturaleza del proyecto, el cual es la construcción de un puente, esto implica varios factores; físicos, debido a que existirá un cambio drástico como tal en el terreno y en las cercanías del puente; biótico, a causa de la implementación del puente, se reducirán las áreas verdes en las zona del puente durante su construcción y socioeconómico, debido a que pertenecerá a una nueva vía, la cual desviaré el tráfico que existe en la ciudad de Guaranda además de generar empleos para los habitantes nativos de la zona durante la construcción de la misma.

Los factores ambientales a tomar en cuenta son: Aire, suelo, ruido, agua superficial y agua subterránea, en la Tabla 4.4 y Tabla 4.5 se detallan las áreas sensibles, sus factores ambientales y potenciales impactos de las fases de construcción, mantenimiento y cierre del proyecto respectivamente.

Tabla 4.4 Áreas sensibles y potenciales impactos de la fase de Construcción. Fuente:  
Elaboración propia

Fase	Factor	Factor ambiental	Potenciales Impactos
Construcción	Físico	Aire	-Contaminación del aire causado por emisión de gases por parte de la maquinaria del proyecto.
			-Contaminación de partículas de polvo.
		Suelo	-Degradación de la calidad del suelo superficial causado por derrames de lechada.
			-Pérdida de la capa vegetal.
		Ruido	-Contaminación acústica causada por la maquinaria pesada dentro del proyecto.
		Agua Superficial	-Reducción de la calidad del agua causada por residuos de pintura, soldadura, aditivos y demás materiales de construcción.
	Agua Subterránea	-Contaminación de agua subterránea causada por la posible infiltración en el proceso de curado de hormigón.	
	Biótico	Flora	-Reducción de flora presente a causa del desbroce.
		Fauna	-Posible migración por causa de ruidos y desbroce del terreno.
	Socioeconómico	Paisaje	-Desbroce del terreno disminuye la cantidad de árboles propios de la zona.
Empleo		-Aumento de cantidad de empleo dentro de la zona de construcción	

**Aire:** En este factor ambiental se consideran dos tipos de potenciales impactos, el primero es debido a los gases que generan las maquinarias como: mixers, volquetas, concreteras, máquinas soldadoras, grúa, entre otros. Para el segundo impacto se considera las partículas de polvo que se van a generar por la circulación, principalmente de volquetas y mixers para el traslado de materiales de construcción.

**Suelo:** Se considera principalmente los diferentes materiales que son propensos a derrames como la lechada de cemento portland, además de la alteración en la composición del suelo debido a excavaciones y desbroce de maleza.

**Ruido:** En este factor ambiental se considera la contaminación acústica de la zona debido a la presencia de diferentes maquinarias como mixers, volquetas,

excavadoras, maquinas concreteras, entre otras afectan directamente a la fauna, perturbando su ecosistema.

Agua superficial: Se considera los diferentes desperdicios que pueden caer en el rio como: Restos de soldadura, pintura, hormigón, emulsión asfáltica, curador químico, entre otros desperdicios que pueden alterar la composición del agua, por lo tanto, generar un gran impacto ambiental.

Agua subterránea: El derrame de residuos químicos como la pintura, curador químico y emulsión asfáltica, puede generar una contaminación en un depósito de agua subterránea debido al proceso de infiltración, afectando en gran medida el ecosistema.

Flora: Debido a la presencia del puente en la zona, se debe realizar el proceso de desbroce y desbosque, lo que implica que además de retirar maleza, también se deben talar árboles, lo cual genera un gran impacto en la zona. Una vez finalizado el proyecto se procede a realizar una reforestación a sus alrededores para mitigar el impacto generado.

Fauna: Por la presencia de maquinarias de construcción, la fauna se ve afectada por el ruido que se genera, en consecuencia, tienden a migrar hacia otras zonas.

Paisaje: La zona en la que se realizará la construcción del puente, tiende a cambiar debido a la presencia de la estructura y la tala de árboles, esto genera un gran impacto, por tanto, se deben tomar acciones para poder mitigarlo.

Empleo: Debido a la construcción, las personas que son nativas de la zona se beneficiarán, ya que serán contratadas, lo cual genera un ingreso económico al cantón.

Tabla 4.5 Áreas sensibles y potenciales impactos de la fase de Mantenimiento y Cierre.

Fuente: Elaboración propia

Fase	Factor	Factor ambiental	Potenciales Impactos
Mantenimiento	Físico	Suelo	-Degradación de suelo por la caída de desechos de pintura.
		Ruido	-Contaminación acústica a causa del compresor para pintar las vigas de acero.
		Agua Superficial	-Posible contaminación por caída de pintura en el río de la quebrada Tomabela.
	Biótico	Flora	-Desechos de pintura y otros químicos que se utilizan para preservar la estructura, caen sobre las plantas.
	Socioeconómico	Empleo	-Aumento de cantidad de empleo dentro de la zona de construcción
Cierre	Biótico	Flora	-Reforestación ambiental en la zona afectada
	Socioeconómico	Cultura	-Crecimiento urbano en las cercanías del puente.
		Paisaje	-Atracción visual a causa del nuevo puente.

## 4.6 Línea base ambiental

### 4.6.1 Caracterización climática

El cantón Guaranda se ubica en la provincia de Bolívar, en la región sierra del Ecuador, posee variedad de zonas climáticas los cuales se ven detallados en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Tabla de Zonas climáticas. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

ZONAS CLIMATICAS		CARACTERÍSTICAS		
Tipo	Temperatura	Régimen de lluvias	Precipitación	Sector
Ecuatorial de Alta Montana	<10°C	Bimodal	500 a 1.200 mm	Zonas noreste de: Guaranda, San Lorenzo, San Simón, Salinas y Simiatug.
Ecuatorial meso térmico Seco	12-14 °C	Bimodal	500 a 750mm	Santa Fe, San Simón
Ecuatorial Meso térmico semi húmedo	12 a 16 °C	Bimodal	750 a 1.750 mm	Centro oeste de: San Lorenzo, San Simón, Santa Fe, Julio Moreno, Guaranda, Salinas y Simiatug, este de Facundo Vela
Tropical Mega térmico húmedo	18 – 24°C	Bimodal Unimodal	1.750 – 2500 mm	Facundo Vela, y este de San Luis de Pambil; oeste de Salinas
Mega térmico lluvioso	22 –26°C	Unimodal	2.000 – 3.000 mm	San Luis de Pambil y Oeste de Salinas

En la Tabla 4.6 se puede apreciar que el cantón Guaranda posee un clima húmedo, por el cual se puede concluir que estaría delimitado por zonas de bosques tropicales, que se caracterizan por tener diversidad de flora y fauna, que podrían ser afectadas en la implementación de alguna obra civil. El tipo de clima puede proporcionar una idea general del tipo de zona, flora y fauna en la que se va a construir el puente, en este caso su temperatura y precipitaciones no afectarían a la construcción.

#### 4.6.2 Geología

El cantón Guaranda posee una depresión en la cual se ubica la ciudad, esta está formada por un basamento de rocas volcánicas, las cuales son impermeables y duras, y en su cobertura posee rocas piroclásticas con un espesor aproximado de 60m, en la cobertura de la topografía está formada por tobas andesíticas de grano fino de color amarillo de las últimas erupciones del volcán Chimborazo y otros volcanes. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

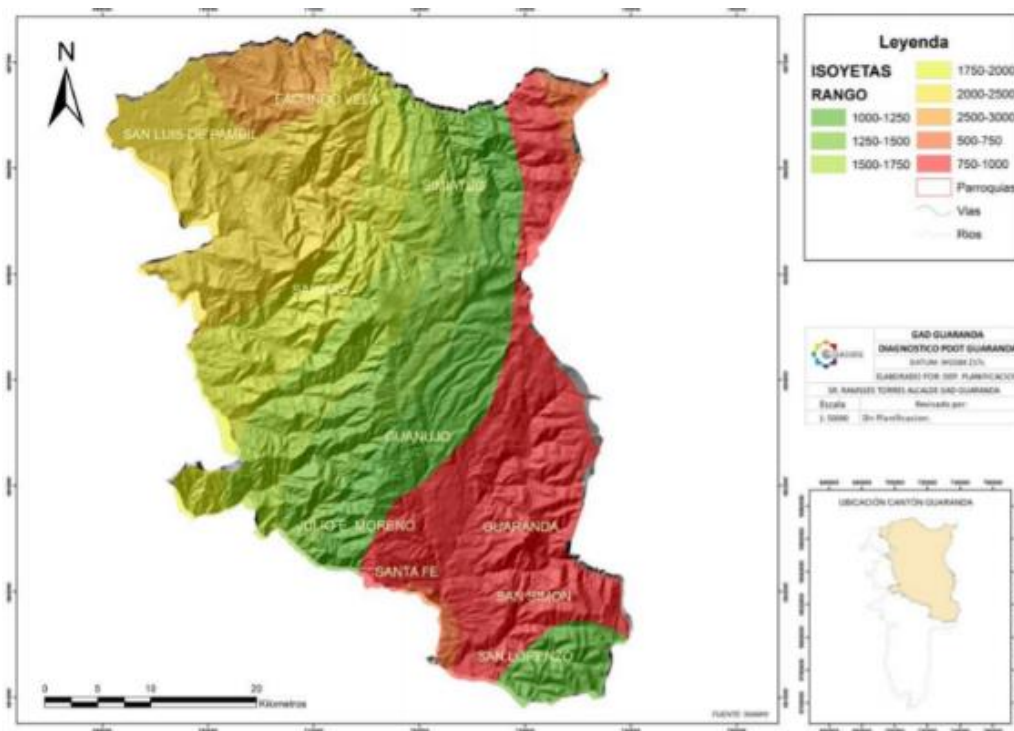
La geología del sitio, nos indica que predominan los suelos finos en la superficie, lo cual también fue corroborado mediante ensayos de laboratorio, este tipo de



suelo tiene la característica principal de poseer un grado de permeabilidad bastante bajo, por lo tanto, aquellos residuos líquidos podrían afectar el flujo superficial y subsuperficial degradando su calidad, además de existir la posibilidad de contaminar el flujo de agua que existe actualmente en la quebrada.

#### 4.6.3 Precipitación

En el régimen Sierra se evidencia una duración en las precipitaciones menor en comparación con la costa, debido a la altura sobre el nivel del mar y la cantidad de nubosidades que no logran sobrepasar dicha altura, en base a experiencias de los pobladores del cantón, se tienen lluvias con una duración aproximada de 2 horas y su distribución de precipitación se muestra en el Mapa 6



Mapa 6 Mapa de precipitaciones del cantón Guaranda. Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

La precipitación anual dentro de la ciudad de Guaranda es la más baja del cantón, por lo cual la misma no representaría grave problema en el momento de la

construcción, en caso de presenciar lluvias se debe posponer las actividades que impliquen excavación y procesos de fundición de concreto.

#### **4.6.4 Paisaje**

El paisaje de Guaranda es colorido, donde predomina el color verde, la zona urbana está rodeada de 7 colinas, en las cuales se puede apreciar la Cordillera de Los Andes y el volcán Chimborazo. El cantón Guaranda posee varias zonas turísticas naturales como son: Laguna de Patachocha, colina Cacique, minas de sal, bosques tropicales y laguna Puricocha. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

Este aspecto es de los más importantes por su inevitable cambio en caso de realizarse el proyecto, para evitar afectar de forma negativa se deberá incluir en el proyecto actividades de jardinería.

#### **4.6.5 Temperatura**

El cantón de Guaranda posee mucha variedad en su topografía, desde la zona más alta predominante en la sierra, hasta las llanuras predominantes en la costa, por esta razón existe un amplio rango en la temperatura. “En la zona alta la temperatura media anual es de 7°C y en la zona baja de 22°C. Las temperaturas más bajas se presentan en la zona alta de noviembre hasta abril, y las más elevadas de mayo a octubre” (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014).

Las temperaturas de la ciudad de Guaranda son adecuadas para el proceso de construcción, además de permitir reducir el tiempo de fraguado del concreto y por lo tanto aumentar el tiempo de trabajabilidad de este, es posible que dentro de la zona a implementar el puente y la carretera aumente un poco la temperatura debido al desbosque y desbroce.

#### 4.6.6 Hidrología

En el cantón Guaranda se forma la cuenca del río Guayas, y posee dos principales subcuencas, las cuales son Babahoyo y Yaguachi. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

En una reciente visita a la zona del proyecto se pudo apreciar un cauce de río bastante pequeño como se muestra en la *Figura 4.1*, debido a que tiene un olor característico de aguas servidas, se concluyó que dicha agua proviene de la ciudad, existe una microcuenca aportante que tiene su propio cauce, esta se mezcla con las aguas servidas al pasar por la ciudad, sigue su curso por la quebrada Tomabela hasta llegar a la quebrada Negroyaco.



*Figura 4.1* Cauce de la quebrada Tomabela. Fuente: *Elaboración propia.*

Al existir un cauce en la zona a ubicar el puente, se debe considerar que dicha agua ya poseía contaminantes provenientes de la ciudad por lo que la implementación del puente no sería la causante principal de este problema, pero que podría ser afectada en el proceso de construcción del puente.

#### **4.6.7 Aire**

El aire del cantón Guaranda no posee contaminación, a excepción de la zona urbana la cual percibe contaminación a causa del transporte de vehículos obsoletos, tales como buses. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

El proyecto de la implementación del puente nace de la necesidad de desviar el tráfico pesado dentro de la ciudad de Guaranda, por lo tanto, parte de la contaminación de aire de la ciudad se transportará hacia la zona del puente y la nueva vía, por lo tanto, es importante reducir y reponer la vegetación en las cercanías de la carretera y del puente sobre la Quebrada Tomabela.

#### **4.6.8 Fauna**

Las especies más abundantes en Guaranda son especies de tamaño pequeño, además de que existen mamíferos como guanta, guatusa, ardilla, puercos, osos hormigueros, monos entre otros. En su ecosistema existen aves como loros, pavas, pericos, garrapatero y varias especies de reptiles. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda, 2014)

La fauna que existe dentro del área a implementar el proyecto de carretera y puente seguramente migrará a otras zonas del cantón a causa del ruido generado en la construcción y por el tráfico, por lo tanto, se deberá establecer una medida de control de ruido.

#### **4.6.9 Flora**

Dentro de los humedales se encuentran registradas alrededor de 456 individuos, en las cuales predominan las familias: apláceas, ericáceas, asteráceas y gencianáceas, cuyos tipos son mayormente hierbas y arbustos, ver Tabla 4.7 (Manobanda Cando & Olvera Lumbi, 2013, pág. 109)

Tabla 4.7 Especies de la zona de páramo y humedal. Fuente: (Manobanda Cando & Olvera Lumbi, 2013)

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	TIPO	N° INDIVIDUAL
1	APIACEAE	azorella peduncularis	almohadilla	Hierba	12
		azorella biloba	almohadilla	Hierba	10
		eryngium humile	cardon santo	Hierba	15
2	ASTERACEAE	baccharis angustata	chilca	Hierba	23
		diplostephium rupestre	estrella de monte	arbusto	24
		hypochaeris sessiliflora	achicoria flor amarilla	Hierba	15
		dorobaea pimpinellifolia	flor amarilla	Hierba	16
		xenophyllum humile	arquitecto	Hierba	19
		hypochaeris sanchoisdes	hierba de chancho	Hierba	15
		baccharis buxifolia	punin de monte	arbusto	13
		taraxacum officinale	diente de león	Hierba	24
		chuquiragua jussiemi	chuquiragua	arbusto	25
wemeria pumila	achicoria blanca	Hierba	18		
3	ERICACEAE	pernettya prostrata	borrachera, nigua	arbusto	12
		vaccinium floribundum	mortiño	arbusto	10
4	GENTIANACEAE	gentiana sedifolia	amor sacha	Hierba	11
		gentianella cerastioides	cashpachina	Hierba	12
		gentianella hirculus	genciana	Hierba	12
5	LICOPODIACEAE	huperzia crassa	licopodio	arbusto	21
6	POACEAE	stipa ichu	paja	Hierba	20
		agrostis nigritella	pajilla	Hierba	34
7	ROSACEAE	lchemilla orbiculata	hierba de inhante	Hierba	15
		acaena elongata	sigze	arbusto	15
		lchemilla vulcanica	sigze	arbusto	15
8	GERIANACEAE	geranium diffusum	geranio	arbusto	14
		geranium multipattitum	geranio	arbusto	18
9	PLANTAGINACEAE	plantago rigida	liquen	arbusto	3
		lecanora subfusca	liquen	arbusto	13
<b>9</b>		<b>28</b>			<b>454</b>

Existe gran variedad de especies en el cantón Guaranda, las cuales se verán afectadas inevitablemente por la construcción del nuevo puente, por lo tanto, se deberá tratar de reforestar la zona en la cual se ubica el proyecto de construcción del puente sobre la Quebrada Tomabela.

#### 4.7 Valoración de impactos ambientales

Existe mucha variedad de modelos para la evaluación de impactos hacia el medio ambiente, entre los más utilizados están las matrices de causa y efecto, las cuales son métodos cualitativos y preliminares que se usan para valorar distintos aspectos en un proyecto, este tipo de modelo posee como valores de entrada las actividades del hombre que pueden alterar el medio ambiente, factores ambientales que son características del medio que pueden verse afectadas por las actividades y como salida se tiene una puntuación final que indica de forma cuantitativa que tan

considerable es el impacto de cada actividad hacia el medio ambiente. (Pinto Arroyo, 2007, pág. 3)

Existen varios criterios para evaluar las actividades y sus impactos, los cuales se detallan en la Tabla 4.8.

*Tabla 4.8 Criterios de valoración para la elaboración de la matriz de Evaluación de impacto ambiental. Fuente (Conesa Fernández, 1997)*

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

Luego de realizar la matriz de causa-efecto, obtenemos puntajes los cuales determinan el grado de riesgo que posee cada actividad, en la Tabla 4.9 se definen cinco tipos de riesgos y recomendaciones de acciones a tomar para disminuir el efecto negativo hacia el medio ambiente.

Tabla 4.9 Grados de riesgo y sus acciones a tomar. Fuente: (Conesa Fernández, 1997)

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 <b>NO DEBE</b> empezar ni continuar hasta que el riesgo se haya reducido, con la implementación de una medida de mitigación.

Tabla 4.10 Matriz de impacto ambiental para la fase de construcción. Fuente: Elaboración propia

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)					
			1	2	3	1	2	3		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	Referencia del Impacto T=SxP	parcial	parcial	alta	baja	moderada	alta	corto plazo	mediano plazo	permanente	largo plazo	medio plazo	inmediato	reversible		mitigable	irreversible	simple	acumulativo	sinérgico		
Construcción del puente	Desbroce y limpieza de la capa vegetal.	Necesidad de preparación del terreno		2				3	6			1						2		1						7	42	Alto		
	Trazado y replanteo.	Definición de límites del terreno		2				3	6	0			0			0					2	0				2	12	Bajo		
	Colocación de bulones de anclaje de 2.4m.	Inyección de lechada	Degradación de calidad de suelo por desechos de cemento.	2				2	4	0				1			1					1			1	5	20	Medio		
	Colocación de capa de hormigón proyectado con malla de refuerzo.	Necesidad de revestir el suelo del hormigón	Degradación de calidad de suelo por desechos de cemento y acero de refuerzo.	2				2	4	1				1			1					1			1	6	24	Medio		
	Excavación con maquinaria de al menos 2 metros debajo de la superficie.	Extracción de material	Modificación del terreno	2					3	6	1				1			2					2		1	8	48	Alto		
	Desalojo del material excavado.	Desechar material sobrante	Reubicación de material desalojado	2					3	6	1				1			2		2		1			1	8	48	Alto		
	Relleno y compactación en las aproximaciones del estribo.	provisión de material de préstamo	Alteración de las propiedades del suelo natural	2					3	6	1						2	0				1			1	6	36	Alto		
	Perforación del terreno para la ubicación de anclajes.	Remoción del de suelo en puntos estratégicos	Extracción de suelo natural	2					3	6	1						2		2			1			1	8	48	Alto		
	Colocación y fundición de anclajes.	Inyección de hormigón en el terreno	Generación de desechos sólidos	2					3	6	1						1				1				1	6	36	Alto		
	Encofrado de los estribos.	Uso de suelo para encofrado	Utilización de encofrado reutilizable	1					3	3	1		0				1		1	0			0			3	9	Bajo		
	Armado de varillas de refuerzo.	Proceso de preparación de armadura de refuerzo	Generación de residuos sólidos	2					3	6	0				1			1			1				1	5	30	Alto		
	Fundición de elementos estructurales.	Colado de hormigón en sitio	Generación de residuos de hormigón	2					3	6	1				1			1			1				1	6	36	Alto		
	Desencofrado y curado.	Extracción de encofrado y uso de químicos	Desechos que caen sobre el suelo	2					2	4	0				1			1			1				1	5	20	Medio		
	Suministro del acero y unión de vigas de acero estructural.	Provisión de acero estructural para viga	Generación de residuos sólidos	2					3	6	0				1			1			1				1	5	30	Alto		
	Soldadura de vigas con diafragmas.	Uso de soldadura para ensamblar diafragmas	Generación de residuos de acero	2					3	6	0				1			1			1				1	5	30	Alto		
	Curado de estructuras de H.A.	uso de químicos para el curado de hormigón	Desechos químicos generados por el curado de hormigón	2					2	4	1				1			1				1			1	6	24	Medio		
	Colocación de obras de drenaje.	Necesidad de colocación de tubería	Desecho generados por instalación de tuberías	2					3	6	0			0			1			0					1	3	18	Medio		
	Imprimación y colocación de carpeta asfáltica.	Uso de material asfáltico para recubrir losa	Alteración de las propiedades del río por desechos asfálticos	2					2	4	1				1			1			1				1	6	24	Medio		
Colocación de marcas en el pavimento.	Uso de pintura para señalización	Desechos generados por pintura	2					2	4	1				1			1			1				1	6	24	Medio			
Colocación de letreros y preventivos.	uso de suelo para colocación de letreros preventivos	Desechos de hormigón asfáltico y emulsión para imprimación	2					2	4	1				1			1			1				1	6	24	Medio			



Tabla 4.11 Matriz de impacto ambiental para la fase de mantenimiento. Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO																		VALORACION									
			Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	
			1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto I=SP	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
Mantenimiento	Correcciones en vacíos de pintura epóxica para evitar corrosión.	Utilización de pintura epóxica en el sitio	1	2				4		1			1													7	28	Alto		
	Pruebas de resistencia no destructivas para comprobar la resistencia del H.A.	Transporte de muestras	1				2	2	0		0			0						2	0					0		2	4	No significativo

Tabla 4.12 Matriz de impacto ambiental para la fase de cierre. Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO																		VALORACION									
			Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)	
			1	2	3	1	2	3	Relevancia del Impacto I=SP	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 de proyecto	Retiro y limpieza de los residuos generados durante la construcción.	Limpieza de terreno	1				3	3	0		0								2			2	0			1		5	15	Medio
	Retiro de baterías sanitarias.	Transporte de material		2			3	6		1		1	0						0				1			1		4	24	Medio
	Entrega legal del proyecto.	Acabados generales	1				3	3		1		0							2			2	1			1		7	21	Medio
	Apertura del puente.	Libre circulación de vehículos		2			3	6		1		1							2	0			1			1		6	36	Alto

La evaluación de impactos ambientales obtenido con las matriz de impacto ambiental de la Tabla 4.10, Tabla 4.11 y Tabla 4.12 con las actividades que ocasionan afectación negativa al ambiente son: Desbroce y limpieza de la capa vegetal (i), Excavación con maquinaria (ii), Desalojo del material excavado (iii), Relleno y compactación en las proximidades del estribo (iv), perforación del terreno para la ubicación de anclajes (v), colocación y ubicación de anclajes (vi), armado de varillas de refuerzo (vii), fundición de elementos estructurales (viii), Suministro y unión de vigas de acero estructural (ix), soldadura de vigas con diafragmas (x), correcciones de pintura epóxica (xi) y la apertura del puente (xii), estas actividades causan impactos ambientales como la generación de ruido, esparcimiento de polvo en el aire, posibles derrames de desechos en el terreno natural y reducción de capa vegetal en la zona.

Las actividades mencionadas anteriormente obtuvieron una valoración en la matriz de impacto ambiental de 25 a 48 puntos, considerándose como actividades de alto riesgo ambiental y que deben ser consideradas obligatoriamente en las medidas de prevención y mitigación, las cuales se mencionaran posteriormente.

#### **4.8 Medidas de prevención**

Las medidas de prevención únicamente serán tomadas en cuenta en aquellas actividades que poseen riesgo medio y alto, y estarán divididas en 3 fases: Construcción, mantenimiento y proceso de cierre de proyecto.

En la Tabla 4.13; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las actividades de la fase de construcción con su respectivo riesgo, esta fase posee la mayoría de las actividades que generan alto riesgo ambiental en el proyecto, los cuales generan en su gran mayoría residuos sólidos y líquidos, por esta razón una de las medidas de prevención mas adecuada para esta fase, es la separación de aquellos materiales que pueden ser reutilizados a futuro e identificar zonas en las cuales los demás residuos puedan ser depositados.

En la Tabla 4.14 y Tabla 4.15 se muestran las medidas de prevención de las fases de mantenimiento y cierre, al ser fases cortas, estas poseen apenas 2 actividades

con alto impacto, la cuales son: (i) pintura epóxica para mantenimiento y (ii) apertura del puente, cuyas medidas de prevención son la utilización de lonas para evitar contaminación por pintura y el humedecer la zona del proyecto para evitar generación de polvo en la apertura del puente.

*Tabla 4.13 Medidas de prevención para actividades de construcción*

	ACTIVIDADES	IMPACTO	RIESGO	MEDIDA DE PREVENCIÓN
<b>Construcción del puente</b>	Desbroce y limpieza de la capa vegetal.	Remoción de cobertura vegetal.	Alto	1. Reforestación de cobertura vegetal. 2. Los troncos que se talan deben recibir un tratamiento previo a su desalojo.
	Trazado y replanteo.	Contaminación con cal sobre el terreno.	Bajo	1. Riesgo tolerable.
	Colocación de bulones de anclaje de 2.4m.	Degradación de calidad de suelo por desechos de cemento.	Medio	1. separar los residuos según su origen. 2. Destinar un área específica en la zona para la acumulación de estos residuos.
	Colocación de capa de hormigón proyectado con malla de refuerzo.	Degradación de calidad de suelo por desechos de cemento y acero de refuerzo.	Medio	1. Tener recipientes para la recolección de desechos sólidos para su posterior depósito en escombreras.
	Excavación con maquinaria de al menos 2 metros debajo de la superficie.	Modificación del terreno	Alto	1. Utilizar el material que se extrae del sitio para relleno estructural o no estructural en un proyecto aledaño.
	Desalojo del material excavado.	Reubicación de material desalojado	Alto	1. Identificar la ubicación de patios de almacenamiento temporal para el manejo de material de excavación para su posterior reubicación. 2. Procurar compactar en capas homogéneas el material reubicado.
	Relleno y compactación en las aproximaciones del estribo.	Alteración de las propiedades del suelo natural	Alto	1. Definir el área de trabajo antes de realizar el relleno y compactación para reducir el área afectada.
	Perforación del terreno para la ubicación de anclajes.	Extracción de suelo natural	Alto	1. Definir los puntos de perforación para evitar perforaciones innecesarias y afectar la estabilización del talud.
	Colocación y fundición de anclajes.	Generación de desechos sólidos	Alto	1. Disponer de recipientes para la recolección de los sobrantes de concreto y acero para su posterior depósito o reutilización.
	Encofrado de los estribos.	Utilización de encofrado reutilizable	Bajo	1. Riesgo tolerable.
	Armado de varillas de refuerzo.	Generación de residuos sólidos	Alto	1. Disponer de recipientes para la recolección de los sobrantes de acero.
	Fundición de elementos estructurales.	Generación de residuos de hormigón	Alto	1. Disponer de recipientes y de control adecuado para evitar o recolectar los residuos de la fundición.
	Desencofrado y curado.	Desechos que caen sobre el suelo	Medio	1. clasificar los residuos sólidos según el uso que se ha dado como: encofrado para hormigón, envases de pintura y áridos. 2. reutilizar los materiales que aún sirven
	Suministro del acero y unión de vigas de acero estructural.	Generación de residuos sólidos	Alto	1. Diariamente se debe realizar una limpieza general en el área de trabajo, para evitar accidente y mitigar la posible contaminación que estos residuos generarían. 2. Los residuos recolectados se los debe trasladar a un centro de recolección de estos residuos.
	Soldadura de vigas con diafragmas.	Generación de residuos de acero	Alto	1. Disponer de recipientes para la recolección de los sobrantes de acero.
	Curado de estructuras de H.A.	Desechos químicos generados por el curado de hormigón	Medio	1. Cubrir las zonas de drenaje para evitar el posible derrame de líquidos al río y terreno natural. 2. Solicitar mayor control durante el proceso.
	Colocación de obras de drenaje.	Desecho generados por instalación de tuberías	Medio	1. Realizar el diseño con anticipación para gestionar de una forma coordinada la cantidad de material y evitar el exceso de desperdicios generados.
	Imprimación y colocación de carpeta asfáltica.	Alteración de las propiedades del río por desechos asfálticos	Medio	1. Tener especial cuidado en el manejo de estos residuos y separar de los otros tipos de residuos para mandarlos a un sitio de disposición final específico
	Colocación de marcas en el pavimento.	Desechos generados por pintura	Medio	1. Realizar limpieza posterior al pintado y destinar los residuos en recipientes separados de los materiales reutilizables.
	Colocación de letreros y preventivos.	Desechos de hormigón asfáltico y emulsión para imprimación	Medio	1. Tener especial cuidado en el manejo de estos residuos y separar de los otros tipos de residuos para mandarlos a un sitio de disposición final específico

*Tabla 4.14 Medidas de prevención para actividades de mantenimiento*

	ACTIVIDADES	IMPACTO	RIESGO	MEDIDA DE PREVENCIÓN
<b>Mantenimiento</b>	Correcciones en vacíos de pintura epóxica para evitar corrosión.	Generación de desechos de pintura que caen en el agua	Alto	1. Reducir contaminación del agua por medio de colocación de lonas durante el proceso de pintado.
	Pruebas de resistencia no destructivas para comprobar la resistencia del H.A.	utilización de instalaciones particulares para pruebas	No significativo	1. No requiere acción

*Tabla 4.15 Medidas de prevención para actividades de cierre de proyecto*

	ACTIVIDADES	IMPACTO	RIESGO	MEDIDA DE PREVENCIÓN
<b>Cierre de proyecto</b>	Retiro y limpieza de los residuos generados durante la construcción.	Recolección y limpieza de desechos	Medio	1. Transportar los residuos a los centros de recolección pertinentes. 2. Destinar un grupo para la limpieza general del área de trabajo.
	Retiro de baterías sanitarias.	Generación de polvo por transporte de baterías sanitarias	Medio	1. Humedecer la zona donde circulan los vehículos para evitar la polución que se genera por polvo.
	Entrega legal del proyecto.	Restauración general del área	Medio	1. Realizar una regeneración de áreas verdes equivalente o superior al área que se utilizó para la construcción.
	Apertura del puente.	Generación de desechos y polvo por la circulación de vehículos.	Alto	1. Humedecer la zona donde circulan los vehículos para evitar la polución que se genera por polvo.

## 4.9 Conclusiones

1. Debido a la presencia de actividades con riesgo alto y a la zona de implantación es de aproximadamente 1664m<sup>2</sup>, se ha considerado que el proyecto pertenece a la categoría 2 de bajo impacto, por lo tanto, la implementación del proyecto requiere únicamente un registro ambiental, el mapa de intersección y el certificado de categorización por el SUIA se encuentran en el apéndice C.

2. Las actividades que afectan mayormente al ambiente son: Excavaciones y desalojo de material (i), desbroce y limpieza del terreno (ii) y aquellas que implican la fundición de concreto (iii), respecto a las medidas de prevención se recomienda tener más control en este tipo de actividades, especialmente en la fundición de concreto, además de tener recipientes para retirar los desechos sólidos causados en la construcción, respecto a las actividades de excavación se recomienda identificar zonas donde se pueda colocar el material excavado y finalmente para evitar la reducción de áreas verdes se debe reforestar las zonas previamente afectadas.

Mediante los lineamientos previamente expuestos, se concluye que el proyecto es viable siempre y cuando se sigan las recomendaciones de prevención de impactos ambientales para aquellas actividades con medio y alto riesgo ambiental.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

A lo largo de la etapa universitaria en ESPOL, se obtuvieron conocimientos en distintos aspectos de la ingeniería civil, los cuales son hidráulica, hidrología, geotecnia y estructuras, siendo estas las herramientas más importantes al momento de realizar este proyecto. Finalmente se concluye que el proyecto generará un beneficio para la comunidad de Guaranda y además que en este se relaciona gran cantidad de ramas de la carrera, propósito principal de materia integradora, posteriormente se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Mediante el análisis hidrológico con información obtenida del INAMHI se determinó un caudal de diseño de  $4.6\text{m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 50 años, ideal para un puente de un solo tramo cuyo periodo de vida útil ronda los 60 años, además se concluye que el gálibo del puente al ser de 5.57m es más que suficiente para evitar que el nivel del agua junto con palizada afecte a la superestructura del puente.
2. La propuesta de anclajes continuos inyectados para la cimentación del puente mejora considerablemente la capacidad portante del suelo, disminuyendo los asentamientos y mejorando el desempeño bajo acciones sísmicas, esta solución es válida en el tipo de suelo que se tenía, el cual era una toba meteorizada en la superficie, al estar cerca a la ladera hace que esta propuesta sea ideal para mejorar la estabilidad del terreno en dicha zona, además de disminuir considerablemente la profundidad del estribo, lo cual se refleja en un ahorro económico en comparación con puentes de similares características. Estos anclajes tendrán un radio de perforación de 15cm con un radio de influencia de 75cm y una profundidad de 6 metros, siendo 18 anclajes distribuidos en el estribo derecho por tener mayor inclinación en la ladera y 10 anclajes en el estribo izquierdo.

3. El puente, al atravesar una quebrada con una profundidad aproximada de 7 metros y con la posibilidad de tener altos flujos de agua que a futuro podrían causar socavación en dichas laderas, se propuso la estabilización adicional del talud derecho del puente (el más afectado debido a su inclinación natural) por medio de bulones de anclajes pasivos, obteniendo un FS de 3.6 en condiciones sísmicas para la propuesta final del puente, a simple vista una propuesta conservadora, pero que protegerá indiscutiblemente el talud frente a una futura avenida.
4. Al tener una longitud de 35 metros determinados mediante la topografía natural del terreno, es ideal plantear la propuesta de un puente tipo viga de acero-losa, para su modelo estructural se utilizaron resortes con el fin de modelar los apoyos elastómericos y reducir las sollicitaciones sísmicas, finalmente se pudo notar que los estados límites de resistencia predominaban al momento de realizar el diseño, por lo que se puede concluir que para puentes de un solo tramo con apoyos elastómericos se podría ignorar el estado límite de evento extremo en los que se consideran las demandas sísmicas.
5. El proyecto del puente sobre la quebrada Tomabela resulta factible en conjunto con la vía de desvío de tráfico Negroyaco-PircaPamba para dar comodidad y seguridad tanto a los transportistas como a los peatones que circulan por el centro de Guaranda. El proyecto del puente se podrá realizar en un tiempo estimado de 100 días laborables y un costo estimado de \$292,722.55 dólares.

Con la implementación de conectores de corte se logra que las vigas de acero trabajen en conjunto con la losa para formar una sección compuesta, disminuyendo la profundidad del alma en compresión y consigo el riesgo de pandeo local en el alma, aumentando la capacidad de resistencia a flexión, además la adición de diafragmas produce un aumento de rigidez lateral lo cual el comportamiento ante cargas laterales y en etapas constructivas cuando la sección aun no trabaja como sección compuesta evitando la susceptibilidad al pandeo. Finalmente, mediante 2 análisis en los softwares

de Midas Civil y CSI Bridge se concluye que para nuestro medio (Ecuador), es más confiable realizar modelos estructurales de puentes en CSI Bridge, por ser un software similar a SAP2000, el cual es muy usado en el medio.

## **5.2 Recomendaciones**

1. Es recomendable que la institución INAMHI instale mayor cantidad de estaciones meteorológicas y pluviométricas en el país, con precisión de minutos de ser posible, con el fin de tener una base de datos más amplia y resultados más cercanos a la realidad para futuros diseños.
2. Se recomienda seguir las especificaciones técnicas de la colocación de anclajes continuos inyectados y bulones de anclajes, además de evitar colocar el uso de placas en la unión entre hormigón proyectado y bulón de anclaje, para evitar posibles fallas por parte de la lechada en su proceso de fraguado.
3. Se recomienda realizar ensayos SPT en el proceso de construcción en ambos estribos, con el fin de confirmar los parámetros de suelo utilizados para el diseño.
4. Se recomienda realizar el ensayo de velocidad de onda en el terreno, con el fin de poder correlacionarlo y obtener el periodo fundamental del suelo y poder compararlo con el de la estructura con el objetivo de tomar medidas para evitar amplificaciones debido a aceleraciones sísmicas y resonancia.



# BIBLIOGRAFÍA

## Libros

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2002). Obtenido de Standard Specifications for Highway Bridges: [https://kupdf.net/download/aashto-2002-standard-specifications-for-highway-bridges-17th\\_5af8664fe2b6f5f20add3215\\_pdf](https://kupdf.net/download/aashto-2002-standard-specifications-for-highway-bridges-17th_5af8664fe2b6f5f20add3215_pdf)
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2017). Obtenido de AASHTO LRFD bridge design specifications: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAASHTO94/aashto-lrfd-bridge?kpromoter=marc>
- Barker, R., & Puckett, J. (2013). Obtenido de Design of Highway Bridges: [https://www.academia.edu/35178426/Design\\_of\\_Highway\\_Bridges\\_An\\_LRFD\\_Approach\\_Third\\_Edition](https://www.academia.edu/35178426/Design_of_Highway_Bridges_An_LRFD_Approach_Third_Edition)
- Federal Highway Administration. (2015). Obtenido de Selecting the Right Bridge Type: <https://www.fhwa.dot.gov/bridge/steel/pubs/hif16002/volume05.pdf>
- Rodríguez S., A. (2017). Puentes con AASHTO-LRFD 2014 (7th Edition). Biblioteca Nacional del Perú.

## Artículos de internet

- An, X., Mekawa, K., & Ishida, T. (2007). Obtenido de Life-span simulation and design approach for reinforced concrete structures: <https://www.koreascience.or.kr/article/CFKO200716263466637.j>
- Cooper, D., Skelton, A., Moynihan, M., & Allwood, J. (2013). Obtenido de Component level strategies for exploiting the lifespan of steel products: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344913002619?token=CEA6CE08103F7A6EB0028A1E180E0492274D6D18BFDC4190323235C77319B2D477B2B87A55D44703047C0719776BF2AF>
- Pipinato, A. (2015). Obtenido de Innovative Bridge Design Construction, Rehabilitation and Maintenance: <https://www.elsevier.com/books/innovative-bridge-design-handbook/pipinato/978-0-12-800058-8>

## **Tesis**

- Aguaguña, J. (2013). *Estudio de la Vulnerabilidad física, ante eventos adversos (sismos, deslizamientos, e inundaciones), en el sistema de red vial en el área urbana de la ciudad de Guaranda*. Universidad Estatal de Bolívar Guaranda.
- Castro, J. (2013). *Evaluación y zonificación de los procesos geodinámicos que influyen en el área urbana del cantón Guaranda*. Quito.
- Huaca, N., Juiña, K., Suntaxi, L., & Yunga, J. (2012). *Alternativas de diseño de un puente de dos vanos (85m de longitud total) sobre la quebrada grande en la ciudad de Ibarra, provincia Imbabura*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Manobanda Cando, M., & Olvera Lumbi, M. (2013). *Protección de los humedales del páramo del cantón Guaranda conservando la biodiversidad para la producción hídrica, con niveles de pureza, calidad óptima, en el desarrollo del buen vivir*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda.
- Mullo, G. (2018). *Estrategia en la implementación de una red de equipamientos urbanos como instrumentos para la transformación de la ciudad: Guaranda - Bolívar*. PUCE, Quito.
- Rivas, J. (2013). *Diseño y análisis técnico – económico del proyecto para el puente sobre el río Sade ubicado en Valle del Sade, Provincia de Esmeraldas*. EPN, Quito.
- Talledo, A. (2016). *Estudio comparativo de las normas AASHTO Standard y AASHTO LRFD en la determinación de los valores a aplicarse en el análisis de la superestructura de un puente*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

## **Documentos de sitios web**

- Alcaldía de Guaranda. (2016). *SIMIATUG*. Obtenido de <http://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/simiatug/>
- Conesa Fernández, V. (1997). Obtenido de Metodología de Matriz propuesta por Vicente Conesa Fernández: <https://bibliotecavirtualaserena.files.wordpress.com/2018/02/clase-5a-conesa-fernc3a1ndez.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda. (2014). Obtenido de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2025: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000250001\\_PDOT%20SUBIDO%20A%20SENPLADES\\_13-04-2016\\_09-41-37.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000250001_PDOT%20SUBIDO%20A%20SENPLADES_13-04-2016_09-41-37.pdf)

- INAMHI. (2019). Obtenido de Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación: [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO DE INTENSIDADES V FINAL.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf)
- Ing. Abelardo Paucar Camacho, M. (2013). Obtenido de Metodología para la estimación de vulnerabilidad a nivel cantonal: <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/846/1/Perfil%20Territorial%20OGUARANDA.pdf>
- JC, J. M. (2019). *EcuRed*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/index.php?title=Guaranda \(Ecuador\)&action=history](https://www.ecured.cu/index.php?title=Guaranda_(Ecuador)&action=history)
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. (2017). *Guaranda*. Obtenido de <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/guaranda/#>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Obtenido de Manual de Puentes: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-04-](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-04-)
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). Obtenido de Geotecnia y Cimentaciones: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-GC-Geot%C3%A9cnia-y-Cimentaciones.pdf>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *Peligro sísmico diseño sismorresistente*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- Pinto Arroyo, S. (2007). Obtenido de Valoración de impactos ambientales: <https://static.eoi.es/savia/documents/componente48148.pdf>

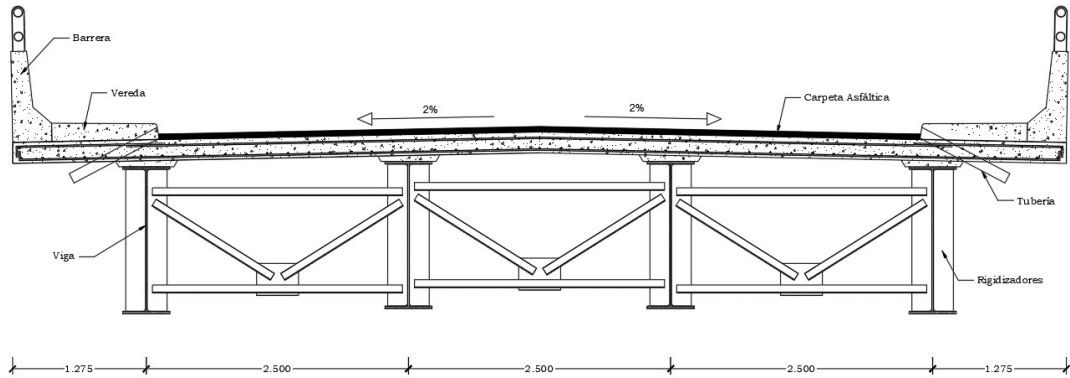
# APÉNDICES

## **APÉNDICE A**

### **Información relevante al Proyecto**

# Apéndice A1: Losa

## 1.1 Diseño geométrico de losa



### 1.1.1 Espesor de Losa. Art. 7.1.1 LRFD 2017

$$S := 2.50 \text{ m}$$

$$t_{min} := \frac{S + 10 \text{ ft}}{30} \geq 0.54 \text{ ft}$$

$$t_{min} := 0.19 \text{ m}$$

$$t_{min} = 0.20 \text{ m}$$

**S**= Separación entre vigas

**t<sub>min</sub>**= Espesor de la losa

### 1.1.2 Profundidades mínimas para superestructura. Tabla 2.5.2.6.3-1 LRFD 2017

NOTA: Vigas de acero de un solo tramo

$$L := 35 \text{ m}$$

$$Dt := 0.033 L$$

$$Dt = 1.155 \text{ m}$$

**L**= longitud de vano del puente

**Dt**= peralte mínimo de la viga mas el tablero

### 1.1.3 Longitud efectiva de la losa. Art. 9.7.2.3 LRFD 2017

$$L_a := 2.5 \text{ m} \quad b_f := 0.381 \text{ m}$$

$$S := La - \frac{bf}{2} \quad S = 2.31 \text{ m}$$

**La**= longitud transversal entre los centros de la viga metálica.

**bf**= ancho de ala de la vigas metálica.

**S**= Longitud efectiva

## 1.2 Cargas y combinaciones de cargas

### 1.2.1 Anchos de franja equivalente interiores para tableros con armadura principal perpendicular al tráfico. Tabla 4.6.2.1.3-1 LRFD 2017

NOTA: Hormigón colado in situ, con dirección de franja primaria paralela o perpendicular con relación al tráfico.

$$S = 2.31 \text{ m}$$

$$M_{pos} := 0.66 \text{ m} + 0.55 \cdot S$$

$$M_{pos} = 1.93 \text{ m}$$

$$M_{neg} := 1.22 \text{ m} + 0.25 S$$

$$M_{neg} = 1.797 \text{ m}$$

### 1.2.2 Combinaciones de Carga por resistencia I

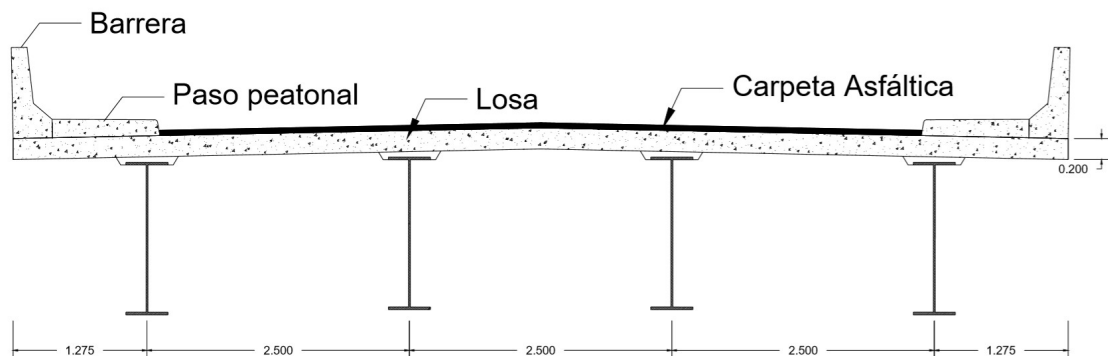
$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \Phi R_n = R_\gamma \quad \text{Art. 1.3.2.1-1 LRFD 2017}$$

$$Mu = \eta[(1.25 - 0.9)DC + (1.5 - 0.65)DW + 1.75(LL + ML)]$$

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95 \quad \text{Art. 1.3.2.1-2 LRFD 2017}$$

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1.0 \quad \text{Art. 1.3.2.1-3 LRFD 2017}$$

### 1.2.3 Cálculo de cargas permanentes



$$\text{hormigon} := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{(\text{m}^3)}$$

$$A.Barrera := 0.203 \text{ m}^2$$

$$\text{LosadC} := t_{\min} \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{hormigon}$$

$$\text{BarreraDC} := A.Barrera \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{hormigon}$$

$$\text{LosadC} = 0.456 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$\text{BarreraDC} = 0.487 \text{ tonnef}$$

$$\text{AnchoPP} := 1 \text{ m}$$

$$\text{EspesorPP} := 0.15 \text{ m}$$

$$P.PeatonalDC := \text{EspesorPP} \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{hormigon}$$

$$P.PeatonalDC = 0.36 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$\text{EspesorAs} := 0.05 \text{ m}$$

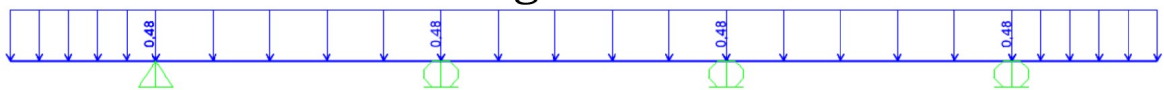
$$\text{Asfalto} := 2.3 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

$$C.AsfalticaDW := \text{EspesorAs} \cdot 1 \text{ m} \cdot \text{Asfalto}$$

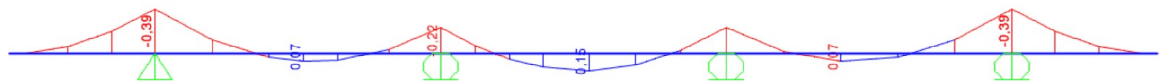
$$C.AsfalticaDW = 0.115 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

### 1.2.4 Diagrama de momentos debido a cargas permanentes

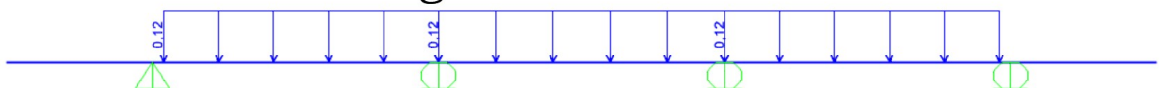
#### Carga de losa



#### Momento por carga de losa

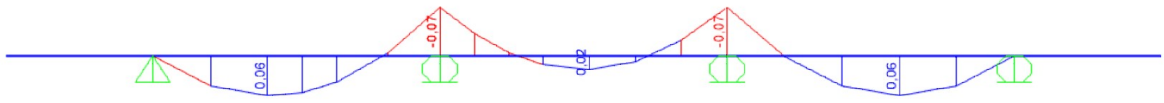


#### Carga de asfalto





### Momento por carga de asfalto



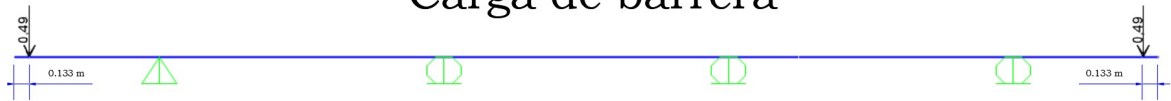
### Carga de vereda



### Momento por carga de vereda



### Carga de barrera



### Momento por carga de barrera

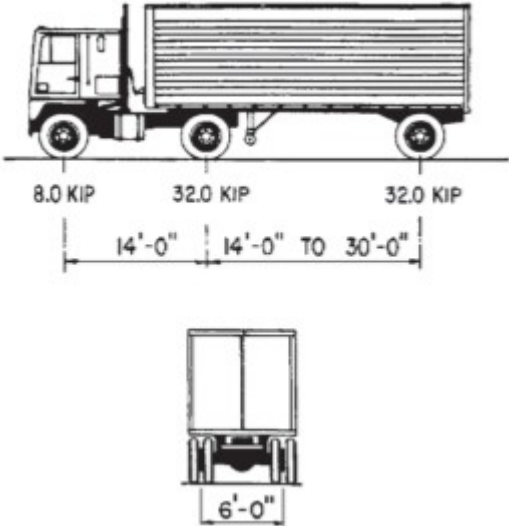


CARGAS		MOMENTOS NEGATIVOS (Ton-m)	
DC	Losa	-0,22	-0,09
	Barrera	0,1	
	Vereda	0,03	
DW	Asfalto	-0,07	

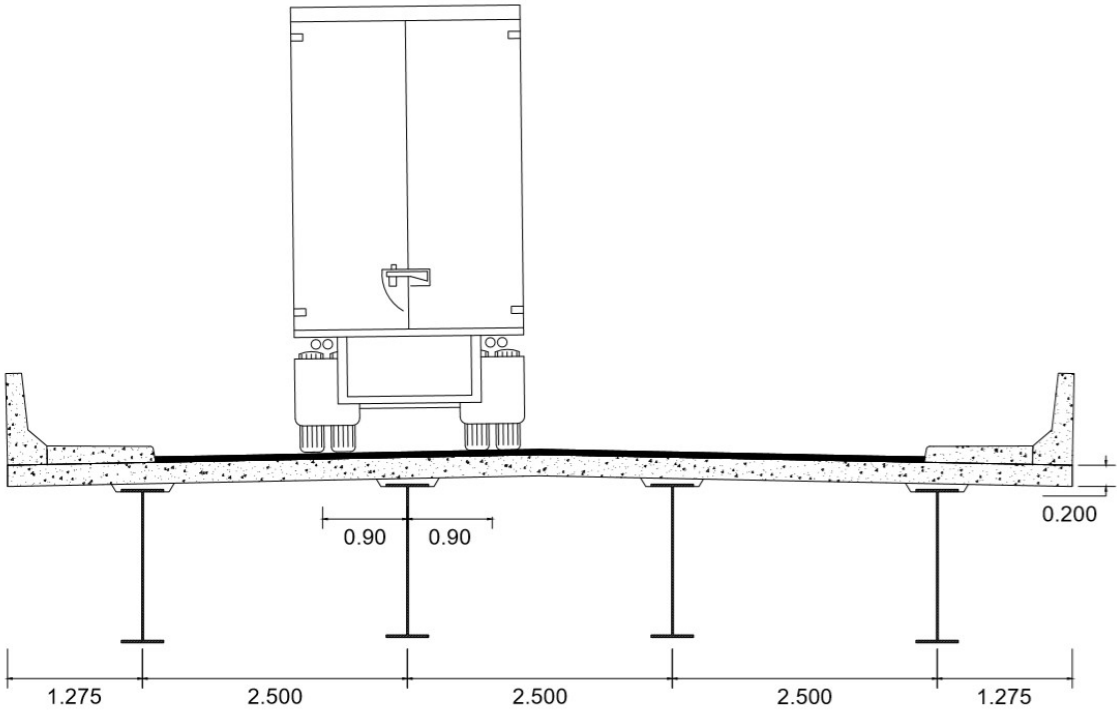
CARGAS		MOMENTOS POSITIVOS (Ton-m)	
DC	Losa	0,036	-0,333
	Barrera	-0,293	
	Vereda	-0,076	
DW	Asfalto	0,0577	

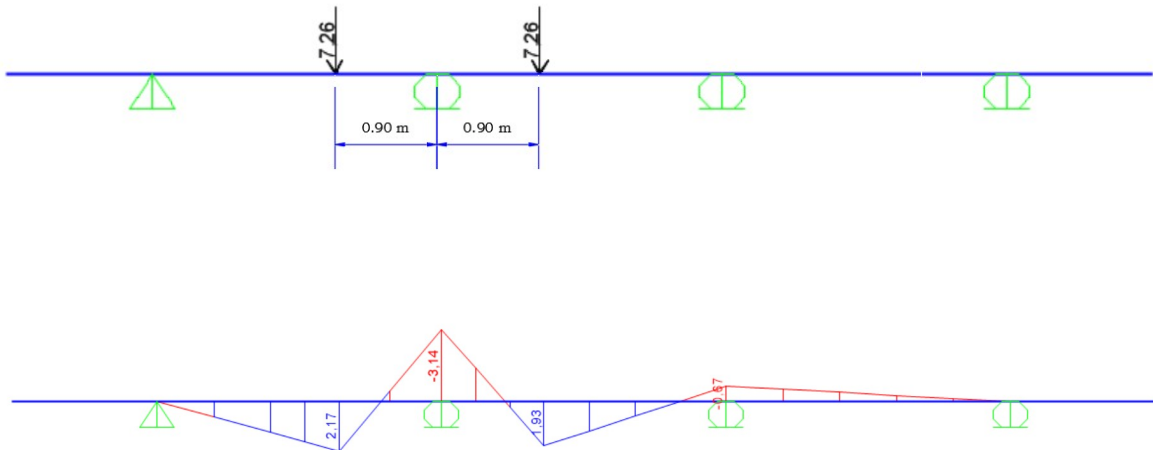
**1.2.5 Carga viva por momento negativo -M y efecto de la carga dinámica.**

Vehículo de diseño: HL-93



*Vehículo de diseño. Fuente: Figura 3.6.1.2.2-1 AASHTO LRFD 2017*





La carga se la aplica a 0.90m del primer apoyo interior para ambos lados, el máximo momento negativo se lo obtiene en el mismo apoyo.

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

De la tabla 3.6.1.1.2-1 LRFD 2017 se obtiene el factor de presencia múltiple, se escoge el valor de 1.2 debido a que se tiene 1 carril cargado.

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%

De la tabla 3.6.2.1-1 LRFD 2017, se obtiene el incremento por carga dinámica de 33%

$$mu := 1.2 \text{ m}$$

$$M := -3.14 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{neg} = 1.797 \text{ m}$$

$$M' := \frac{mu \cdot M}{M_{neg}}$$

$$M' = -2.096 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

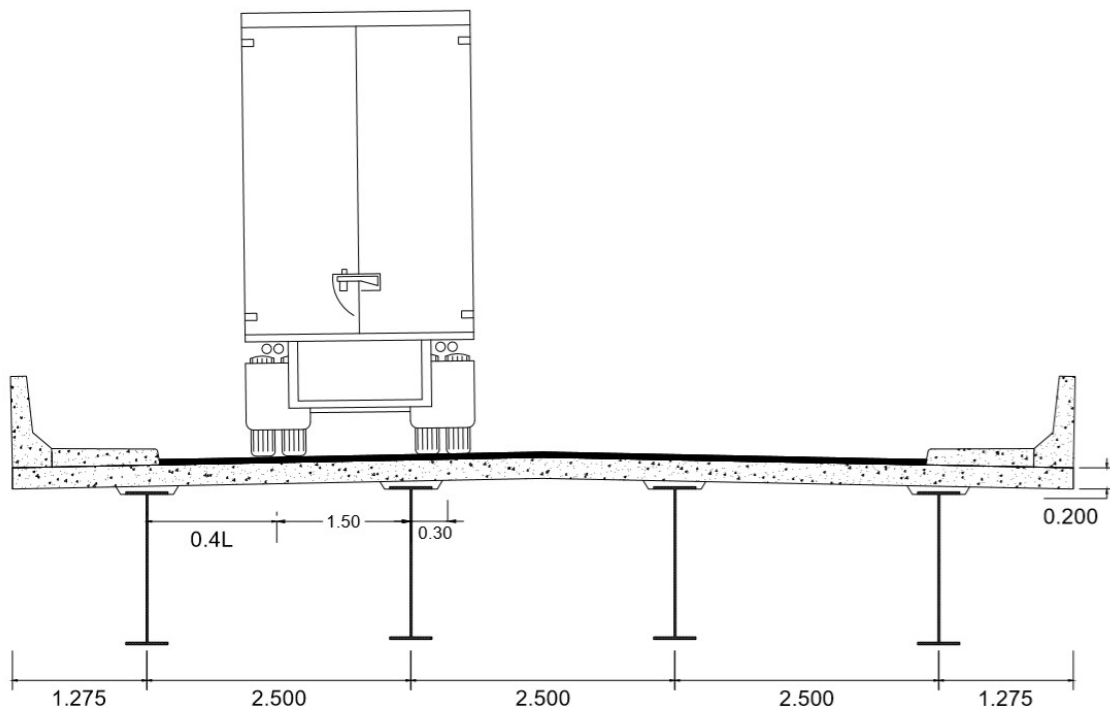
$$M_{imn} := M' \cdot 1.33$$

$$M_{imn} = -2.788 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**mu**= factor de presencia múltiple obtenido en la tabla 3.6.1.1.2-1.  
**M**= Momento debido a la carga dinámica obtenido del diagrama de momentos negativo.  
**Mneg**= Representa el ancho de la franja equivalente negativo obtenido en la sección 2.1

### 1.2.6 Carga viva por momento positivo y efecto de la carga dinámica.

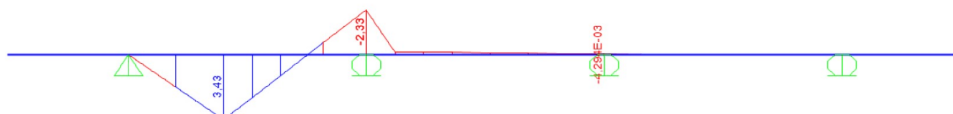
Vehículo de diseño: HL-93



Carga viva



Momento por carga viva +M



En este caso, la carga está a una distancia de  $0.4L$  del apoyo exterior, siendo  $L$  la longitud entre los apoyos  $L=2,50\text{m}$ .

$$\mu := 1.2 \text{ m}$$

$$M_p := 3.43 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pos} = 1.93 \text{ m}$$

$$M_{pos} = 1.93 \text{ m}$$

$$M_{p'} := \frac{\mu \cdot M_p}{M_{pos}}$$

$$M_{p'} = 2.132 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{im} := M_{p'} \cdot 1.33$$

$$M_{im} = 2.836 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**$\mu$** = factor de presencia múltiple obtenido en la tabla 3.6.1.1.2-1.

**$M_p$** = Momento debido a la carga dinámica obtenido del diagrama de momentos positivo.

**$M_{pos}$** = Representa el ancho de la franja equivalente positivo obtenido en la sección 2.1

### 1.3 Estado límite de resistencia I

#### 1.3.1 Estado límite de resistencia para momento negativo -M

De la sección 2.2 se obtiene la siguiente expresión:

$$M_u = \eta[(1.25 - 0.9)DC + (1.5 - 0.65)DW + 1.75(LL + ML)]$$

$$\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$$

$$DC := -0.09 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$DW := -0.07 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{imn} = -2.788 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{un} := 1 \cdot [(1.25) \cdot DC + (1.5) DW + 1.75 \cdot M_{imn}]$$

$$M_{un} = [-5.097] \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**$DC$** = Representa la suma de momentos obtenidos por las cargas permanentes (losa, vereda y barrera).

**$DW$** = Representa el momento negativo que se encuentra sobre el primer apoyo interno dado por la carpeta asfáltica.

**$M_{imn}$** = Momento por incremento de carga dinámica negativo.

**$M_{un}$** = Momento último negativo calculado por Resistencia I

#### 1.3.2 Estado límite de resistencia para momento positivo +M

De la sección 2.2 se obtiene la siguiente expresión:

$$M_u = \eta[(1.25 - 0.9)DC + (1.5 - 0.65)DW + 1.75(LL + ML)]$$

$$\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$$

$$DCp := -0.333 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$DWp := 0.058 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mim = 2.836 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mu := 1 \cdot [(0.9) \cdot DCp + (1.5) DWp + 1.75 \cdot Mim]$$

$$Mu = [4.75] \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

**DCp**= Representa la suma de momentos obtenidos por las cargas permanentes (losa, vereda y barrera).

**DWp**= Representa el momento positivo.

**Mim**= Momento por incremento de carga dinámica positivo.

**Mu**= Momento último positivo calculado por Resistencia I

## 1.4 Cálculo del acero de la losa

### 1.4.1 Acero negativo (perpendicular al tráfico)

$$Mun = [-5.097] \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f'c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

#### **Asumir**

$$\emptyset \text{ Acero} = 14 \text{ mm}$$

$$b := 100 \text{ cm}$$

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

$$Area := (14 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$tmin := 20 \text{ cm}$$

$$d := tmin - rec - \frac{1.4 \text{ cm}}{2}$$

$$Area = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$d = 0.143 \text{ m}$$

**∅ Acero**= Diámetro del acero.

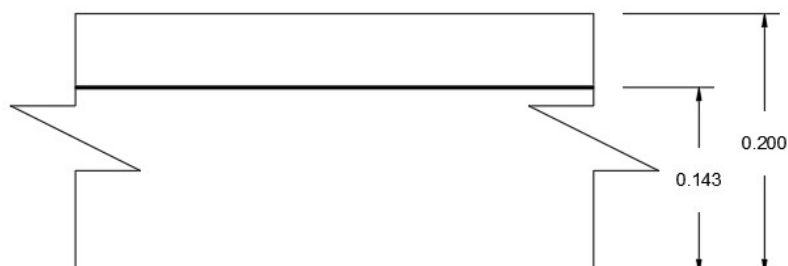
**Area**= área de la sección transversal del acero de 14mm.

**b**= ancho tributario de la losa.

**rec**= recubrimiento de la losa.

**tmin**= Espesor de la losa.

**d**= peralte.



$$a := 0$$

$$1 \quad As := \left| \frac{Mun}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 9.429 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.664 \text{ cm}$$

$$2 \quad As := \left| \frac{Mun}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 10.012 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.767 \text{ cm}$$

$$3 \quad As := \left| \frac{Mun}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 10.05 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.774 \text{ cm}$$

$$4 \quad As := \left| \frac{Mun}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 10.053 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.774 \text{ cm}$$

valor constante

$$As := \left| \frac{Mun}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$As = 10.053 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.774 \text{ cm}$$

Nota: se empieza a iterar desde un valor de  $a=0$  para obtener el área de acero distribuido en la sección de losa que se está analizando, se realizan dichas iteraciones hasta que los valores de "As" y "a" sean constantes.

$$As = 10.053 \text{ cm}^2$$

$$Area = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$n^{\circ}barras := \frac{As}{Area}$$

$$n^{\circ}barras = 6.53$$

$$S := \frac{b}{n^{\circ}barras}$$

$$S = 0.153 \text{ m}$$

Se escoge un espaciamiento entre varillas de acero de 15cm por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$S := 0.15 \text{ m}$$

$$n^{\circ} \text{barras} := \frac{b}{S}$$

$$A_s := n^{\circ} \text{barras} \cdot \text{Area}$$

$$A_s = 10.776 \text{ cm}^2$$

$$n^{\circ} \text{barras} = 6.667$$

$$n^{\circ} \text{barras} := 7$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 14mm @ 15cm}$$

### Comprobación

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

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

$$t_{\min} = 0.2 \text{ m}$$

$$f_r := 2.01 \cdot \sqrt{280}$$

$$S := b \cdot \frac{t_{\min}^2}{6}$$

$$f_r = 33.634$$

$$S := 100 \cdot \frac{20^2}{6}$$

$$M_{nn} := 0.9 \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$1.2M_{cr} := 1.2 f_r \cdot S$$

$$1.2M_{cr} = 2.691 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{nn} = 5.463 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33M_u := 1.33 \cdot |M_{un}|$$

$$1.33M_u = 6.779 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

se escoge el menor valor entre 1.2Mcr y 1.33Mu luego se tiene que cumplir la siguiente desigualdad

$$\text{"Min}(1.2M_{cr} \text{ ó } 1.33M_u) \leq M_{nn}$$

Satisface

### 1.4.2 Acero positivo (perpendicular al tráfico)

$$M_u := 5.574 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_u = 5574 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

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

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

**Asumir**



Ø Acero= 12mm

$$\text{Area} := (14 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$
$$\text{Area} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$b := 100 \text{ cm}$

$\text{rec} := 2.5 \text{ cm}$

$t_{\text{min}} := 20 \text{ cm}$

$$d := t_{\text{min}} - \text{rec} - \frac{14}{2} \cdot \text{mm}$$

$d = 0.168 \text{ m}$

**Ø Acero**= Diámetro del acero.

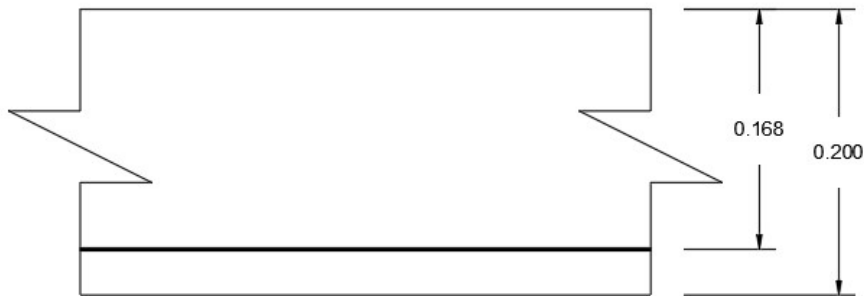
**Area**= área de la sección transversal del acero de 14mm.

**b**= ancho tributario de la losa.

**rec**= recubrimiento de la losa.

**tmin**= Espesor de la losa.

**d**= peralte.



$$a := 0$$

$$1 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 8.777 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.549 \text{ cm}$$

$$2 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 9.202 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.624 \text{ cm}$$

$$3 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 9.223 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.628 \text{ cm}$$

$$4 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 9.224 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 1.628 \text{ cm}$$

$$\text{valor constante} \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$As = 9.224 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.628 \text{ cm}$$

Nota: se empieza a iterar desde un valor de  $a=0$  para obtener el área de acero distribuido en la sección de losa que se está analizando, se realizan dichas iteraciones hasta que los valores de "As" y "a" sean constantes.

$$As = 9.224 \text{ cm}^2$$

$$Area = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$n^{\circ}barras := \frac{As}{Area}$$

$$n^{\circ}barras = 5.992$$

$$S := \frac{b}{n^{\circ}barras}$$

$$S = 0.167 \text{ m}$$

Se escoge un espaciamiento entre varillas de acero de 15cm por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$S := 0.15 \text{ m}$$

$$n^{\circ}barras := \frac{b}{S}$$

$$n^{\circ}barras = 6.667$$

$$n^{\circ}barras := 7$$

$$As := n^{\circ}barras \cdot Area$$

$$As = 10.776 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 14mm @ 15cm}$$

### Comprobación

$$f'c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

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

$$tmin = 0.2 \text{ m}$$

$$fr := 2.01 \cdot \sqrt{280}$$

$$S := b \cdot \frac{tmin^2}{6}$$

$$fr = 33.634$$

$$S := 100 \cdot \frac{20^2}{6}$$

$$Mnn := 0.9 \cdot As \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$1.2Mcr := 1.2 \cdot fr \cdot S$$

$$Mnn = 6.511 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.2Mcr := 2.691 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33Mu := 1.33 \cdot |Mun|$$

$$1.33Mu = 6.779 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

se escoge el menor valor entre 1.2Mcr y 1.33Mu luego se tiene que cumplir la siguiente desigualdad

$$\text{"Min}(1.2Mcr \text{ ó } 1.33Mu) \leq Mnn$$

Satisface

### 1.4.3 Acero por retracción y temperatura (negativo "superior", paralelo al tráfico)

$$tmin = 20 \text{ cm}$$

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

$$fy = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Astemp := \frac{\left(0.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot b \cdot tmin\right)}{2 \cdot (b + tmin) \cdot fy} = 0.149 \text{ mm}^2$$

$$Asmax := 1.27 \text{ mm}^2$$

$$Asmin := 0.233 \text{ mm}^2$$

$$\text{comprobar}(Asmin) := \begin{cases} \text{if } Astemp < Asmin \\ \quad \parallel Asmin \end{cases}$$

$$\text{comprobar}(Asmin) = 0.233 \text{ mm}^2$$

$$As := 2.33 \text{ cm}^2$$

$$fi := 8 \text{ mm}$$

$$Areafi := \pi \cdot \frac{fi^2}{4} = 0.503 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separacion} := \frac{Areafi}{\frac{As}{2 \text{ m}}} = 43.146 \text{ cm}$$

$$Smáx := 3 \text{ tmin} = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{ó}$$

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

$$\text{Separación}(Smax) := \begin{cases} \text{if } Smax > Separacion \\ \quad \parallel Separacion \end{cases}$$

$$\text{Separación}(S_{max}) = 43.146 \text{ cm}$$

$$\text{Separación} := 40 \text{ cm}$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 8mm @ 40cm}$$

**tmin**= Espesor de la losa

**b**= Ancho de influencia de la losa.

**Astemp**= Área de acero por retracción y temperatura.

**Asmax**= Área máxima de acero.

**Asmin**= Área mínima de acero.

**fi**= Diámetro del acero.

**Areafi**= Área de la varilla de acero.

#### 1.4.4 Acero de distribución (positivo "inferior", paralelo al tráfico)

$$S := 2310 \text{ mm}$$

$$f_i := 14 \text{ mm}$$

$$A_s := 10.776 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area} := \pi \cdot \frac{f_i^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$\text{Porcentaje} := \frac{3840 \text{ mm}^{\frac{1}{2}}}{S^{\frac{1}{2}}} = 79.896$$

$$\% = \frac{3840}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

Se escoge el menor porcentaje entre el calculado y 67%, en este caso el menor es 67%.

$$A_s := A_s \cdot 0.67 = 7.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} := \frac{\text{Area}}{A_s} = 0.213$$

$$\text{Separación} := 20 \text{ cm}$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 14mm @ 20cm}$$

S= Longitud efectiva de la losa.

As= Area de acero real positivo de la sección 4.2

## Apéndice A2: Voladizo

### 2.1 Predimensionamiento y momentos para volado de losa

$$\text{Hormigon} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

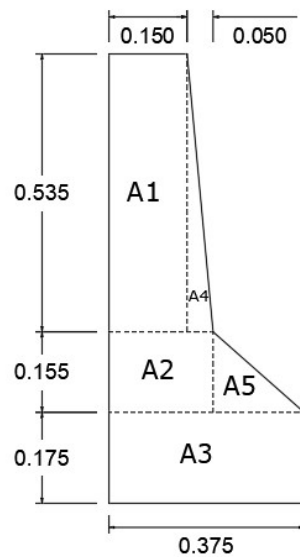
$$\text{Asfalto} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$t_{\text{losa}} := 0.20 \text{ m}$$

$$t_{\text{vereda}} := 0.15 \text{ m}$$

$$t_{\text{asfalto}} := 0.05 \text{ m}$$

$$\text{AnchoVereda} := 1 \text{ m}$$



#### Áreas de barrera

$$A1 := 0.150 \text{ m} \cdot 0.535 \text{ m} = 0.08 \text{ m}^2$$

$$A2 := 0.155 \text{ m} \cdot (0.150 \text{ m} + 0.050 \text{ m}) = 0.031 \text{ m}^2$$

$$A3 := 0.375 \text{ m} \cdot 0.175 \text{ m} = 0.066 \text{ m}^2$$

$$A4 := \frac{0.050 \text{ m} \cdot 0.535 \text{ m}}{2} = 0.013 \text{ m}^2$$

$$A5 := \frac{(0.375 \text{ m} - 0.150 \text{ m} - 0.050 \text{ m}) \cdot 0.155 \text{ m}}{2}$$

$$A5 = 0.014 \text{ m}^2$$

$$AT := A1 + A2 + A3 + A4 + A5 = 0.204 \text{ m}^2$$

#### Centro de gravedad

$$CG1 := \frac{0.150 \text{ m}}{2} = 0.075 \text{ m}$$

$$CG2 := \frac{(0.150 \text{ m} + 0.050 \text{ m})}{2} = 0.1 \text{ m}$$

$$CG3 := \frac{0.375 \text{ m}}{2} = 0.188 \text{ m}$$

$$CG4 := 0.150 \text{ m} + \frac{0.050 \text{ m}}{3} = 0.167 \text{ m}$$

$$CG5 := 0.150 \text{ m} + 0.050 \text{ m} + \frac{(0.375 \text{ m} - 0.150 \text{ m} - 0.050 \text{ m})}{3} = 0.258 \text{ m}$$

$$CG_{\text{total}} := \frac{A1 \cdot CG1 + A2 \cdot CG2 + A3 \cdot CG3 + A4 \cdot CG4 + A5 \cdot CG5}{AT} = 0.133 \text{ m}$$

## 2.2 Cargas

$$losaDC := tlosa \cdot 1 \text{ m} \cdot Hormigon = 480 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$BarreraDC := AT \cdot 1 \text{ m} \cdot Hormigon = 489.15 \text{ kgf}$$

$$VeredaDC := tvereda \cdot 1 \text{ m} \cdot Hormigon \cdot AnchoVereda = 360 \text{ kgf}$$

$$AsfaltoDW := tasfalto \cdot 1 \text{ m} \text{ Asfalto} = 115 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$PeatonalLL := 360 \text{ kgf}$$

## 2.3 Carga viva y efecto de carga dinámica

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

$$lt := 1.275 \text{ m}$$

$$lb := 0.375 \text{ m}$$

$$l := 0.300 \text{ m}$$

$$lbf := \frac{bf}{4} = 0.113 \text{ m}$$

$$X := lt - lb - l - lbf = 0.488 \text{ m}$$

$$X = 1.599 \text{ ft}$$

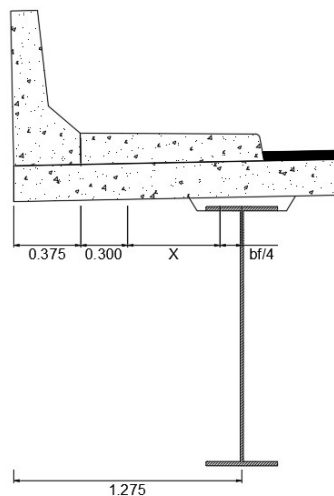
Número de carriles cargados = 1

Table 3.6.11.2-1—Multiple Presence Factors,  $m$

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

$$mp := 1.2 \text{ m}$$

Ancho de franja primaria. Tab. 4.6.2.1.3-1 LRFD 2017



$$Afe := 45 \text{ in} + 10 \frac{\text{in}}{\text{ft}} \cdot X$$

$$Afe = 1.549 \text{ m}$$

Table 4.6.2.1.3-1—Equivalent Strips

Type of Deck	Direction of Primary Strip Relative to Traffic	Width of Primary Strip (in.)
Concrete:	Overhang	45.0 + 10.0X
• Cast-in-place	Either Parallel or Perpendicular	+M: 26.0 + 6.6S -M: 48.0 + 3.0S
• Cast-in-place with stay-in-place concrete formwork	Either Parallel or Perpendicular	+M: 26.0 + 6.6S -M: 48.0 + 3.0S
• Precast, post-tensioned	Either Parallel or Perpendicular	+M: 26.0 + 6.6S -M: 48.0 + 3.0S

### Momento por carga viva

$$MLL := PeatonalLL \cdot X = 175.5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

**Por resistencia I**  $Mu = \eta[(1.25 - 0.9)DC + (1.5 - 0.65)DW + 1.75(LL + ML)]$   
 $IM := 33\%$

$$losaDC := losaDC \cdot lt \cdot \left( \frac{lt}{2} - lbf \right) = 321.3 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$BarreraDC := BarreraDC \cdot (X + l + (lb - CGtotal)) = 503.462 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$VeredaDC := VeredaDC \cdot (0.4 \text{ m} - lbf) = 103.5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$DC := losaDC + BarreraDC + VeredaDC = 928.262 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mim := \frac{mp \cdot (MLL + MLL \cdot IM)}{Afe} = 180.796 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mu := 1 \cdot [(1.25) \cdot DC + 1.75 \cdot Mim] = [1.477] \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

## 2.4 Cálculo del acero de la losa

### 2.4.1 Acero negativo (perpendicular al tráfico)

$$Mu = [1.477] \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$fy := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$f'c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

### Asumir

$$\emptyset \text{ Acero} = 14 \text{ mm}$$

$$b := 100 \text{ cm}$$

$$Area := (14 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

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

$$tmin := 20 \text{ cm}$$

$$d := tmin - rec - \frac{1.4 \text{ cm}}{2}$$

$$Area = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$d = 0.143 \text{ m}$$

**∅ Acero**= Diámetro del acero.

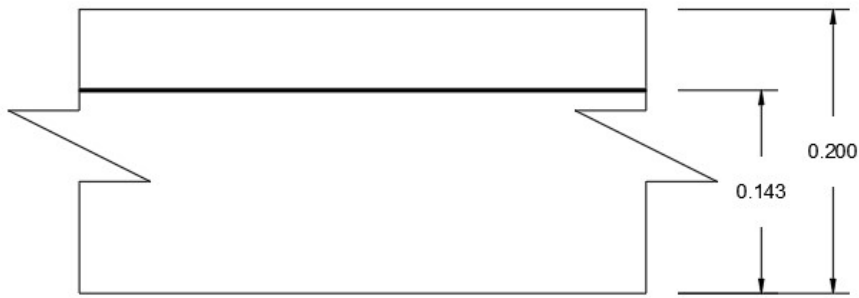
**Area**= área de la sección transversal del acero de 14mm.

**b**= ancho tributario de la losa.

**rec**= recubrimiento de la losa.

**tmin**= Espesor de la losa.

**d**= peralte.



$$a := 0$$

$$1 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 2.732 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 0.482 \text{ cm}$$

$$2 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 2.779 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 0.49 \text{ cm}$$

$$3 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 2.78 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 0.491 \text{ cm}$$

$$4 \quad As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 2.78 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 0.491 \text{ cm}$$

valor constante

$$As := \left| \frac{Mu}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$As = 2.78 \text{ cm}^2$$

$$a := \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$a = 0.491 \text{ cm}$$



Nota: se empieza a iterar desde un valor de  $a=0$  para obtener el área de acero distribuido en la sección de losa que se está analizando, se realizan dichas iteraciones hasta que los valores de "As" y "a" sean constantes.

$$As = 2.78 \text{ cm}^2$$

$$Area = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$n^{\circ}barras := \frac{As}{Area}$$

$$n^{\circ}barras = 1.806$$

$$S := \frac{b}{n^{\circ}barras}$$

$$S = 0.554 \text{ m}$$

Se escoge un espaciamiento entre varillas de acero de 15cm por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$S := 0.40 \text{ m}$$

$$n^{\circ}barras := \frac{b}{S}$$

$$n^{\circ}barras = 2.5$$

$$As := n^{\circ}barras \cdot Area$$

$$n^{\circ}barras := 3$$

$$As = 4.618 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ } \emptyset \text{ 14mm @ 40cm}$$

### Comprobación

$$f'c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

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

$$tmin = 0.2 \text{ m}$$

$$fr := 2.01 \cdot \sqrt{280}$$

$$S := b \cdot \frac{tmin^2}{6}$$

$$fr = 33.634$$

$$S := 100 \cdot \frac{20^2}{6}$$

$$Mnn := 0.9 \cdot As \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$1.2Mcr := 1.2 \cdot fr \cdot S$$

$$1.2Mcr := 2.691 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$Mnn = 2.453 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33Mu := 1.33 \cdot |Mu|$$

$$1.33Mu = 1.964 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

se escoge el menor valor entre 1.2Mcr y 1.33Mu luego se tiene que cumplir la siguiente desigualdad

$$\text{"Min}(1.2M_{cr} \text{ ó } 1.33M_u) \leq M_{nn}$$

### Comprobación de $\phi=0.9$

$$c := \frac{a}{0.85} = 0.577 \text{ cm}$$

$$Et := 0.003 \cdot \frac{(d-c)}{c} = 0.071$$

$$\text{comprobar}(Et) := \text{if } Et > 0.005 \left| \begin{array}{l} \text{"cumple"} \end{array} \right.$$

$$\text{comprobar}(Et) = \text{"cumple"}$$

### Longitud de desarrollo

$$\text{Area} = 1.539 \text{ cm}^2$$

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

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

$$f'_c = 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Acero} := 14 \text{ mm}$$

$$L1 := \frac{\left( 0.02 \frac{\text{s}}{\text{kg}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{m}^{\frac{3}{2}}} \right) \cdot \text{Area} \cdot b \cdot f_y}{\sqrt{f'_c}} = 0.242 \text{ m}$$

$$L2 := 0.06 \cdot \text{Acero} \cdot f_y$$

$$L2 := 0.353 \text{ m}$$

### 2.4.2 Acero por retracción y temperatura (negativo "superior", paralelo al tráfico)

$$t_{min} = 20 \text{ cm}$$

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

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

$$\text{Astemp} := \frac{\left( 0.75 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot b \cdot t_{min} \right)}{2 \cdot (b + t_{min}) \cdot f_y} = 0.149 \text{ mm}^2$$

$$As_{max} := 1.27 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} := 0.233 \text{ mm}^2$$

$$\text{comprobar}(As_{min}) := \text{if } Astemp < As_{min} \left| \begin{array}{l} \\ \parallel As_{min} \end{array} \right|$$

$$\text{comprobar}(As_{min}) = 0.233 \text{ mm}^2$$

$$As := 2.33 \text{ cm}^2$$

$$f_i := 8 \text{ mm}$$

$$Area_{fi} := \pi \cdot \frac{f_i^2}{4} = 0.503 \text{ cm}^2$$

$$Separacion := \frac{Area_{fi}}{\frac{As}{2 \text{ m}}} = 43.146 \text{ cm}$$

$$S_{m\acute{a}x} := 3 \text{ t}_{min} = 0.6 \text{ m}$$

$$S_{max} := 45 \text{ cm}$$

$$Separaci\acute{o}n(S_{max}) := \text{if } S_{max} > Separacion \left| \begin{array}{l} \\ \parallel Separacion \end{array} \right|$$

$$Separaci\acute{o}n(S_{max}) = 43.146 \text{ cm}$$

$$Separaci\acute{o}n := 40 \text{ cm}$$

$$1 \text{ } \varnothing \text{ 8mm @ 40cm}$$

**t<sub>min</sub>**= Espesor de la losa

**b**= Ancho de influencia de la losa.

**A<sub>temp</sub>**= Área de acero por retracción y temperatura.

**A<sub>smax</sub>**= Área máxima de acero.

**A<sub>smin</sub>**= Área mínima de acero.

**f<sub>i</sub>**= Diámetro del acero.

**Area<sub>fi</sub>**= Area de la varilla de acero.

### 2.4.3 Acero de distribución (positivo "inferior", paralelo al tráfico)

$$S := 2310 \text{ mm}$$

$$As := 10.776 \text{ cm}^2$$

$$f_i := 14 \text{ mm}$$

$$Area := \pi \cdot \frac{f_i^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$\text{Porcentaje} := \frac{3840 \text{ mm}^{\frac{1}{2}}}{S^{\frac{1}{2}}} = 79.896$$

$$\% = \frac{3840}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

Se escoge el menor porcentaje entre el calculado y 67%, en este caso el menor es 67%.

$$A_s := A_s \cdot 0.67 = 7.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separacion} := \frac{\text{Area}}{A_s} = 0.213$$

$$\text{Separacion} := 20 \text{ cm}$$

1 Ø 14mm @ 20cm

**S**= Longitud efectiva de la losa.

**A<sub>s</sub>**= Área de acero real positivo de la sección 4.2

## Apéndice A3: Cargas de viento y frenado

### 3.1 Cálculo de presión de viento

$$P_B := 0.0024 \text{ MPa}$$

Presión básica de viento.

$$V_{DZ} := 160 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Velocidad del viento de diseño.

$$V_B := 160 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Velocidad básica de viento.

$$P_D := P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = 0.245 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Presión del viento de diseño.

$$P_{\text{vientoV}} := P_D \cdot 10.05 \text{ m} = 2.46 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

### 3.2 Cálculo de fuerza de frenado

$$L = 35 \text{ m}$$

$$\# \text{carriles} := 2$$

$$BR_1 := 0.25 (3.63 \text{ tonnef} + 14.52 \text{ tonnef} + 14.52 \text{ tonnef}) (\# \text{carriles}) = 16.335 \text{ tonnef}$$

$$BR_2 := 0.25 \cdot (11.34 \text{ tonnef} + 11.34 \text{ tonnef}) (\# \text{carriles}) = 11.34 \text{ tonnef}$$

$$BR_3 := 0.05 \left( 32.67 \text{ tonnef} + L \cdot 0.952 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \right) \cdot (\# \text{carriles}) = 6.599 \text{ tonnef}$$

$$BR_4 := 0.05 \left( 22.68 \text{ tonnef} + L \cdot 0.952 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \right) \cdot (\# \text{carriles}) = 5.6 \text{ tonnef}$$

$$BR := \max(BR_1, BR_2, BR_3, BR_4) = 16.335 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza de frenado en 2 carriles.}$$

## Apéndice A4: Diseño de viga

### 4.1 Chequeo de la sección I sometida a flexión

#### 4.1.1 Geometría

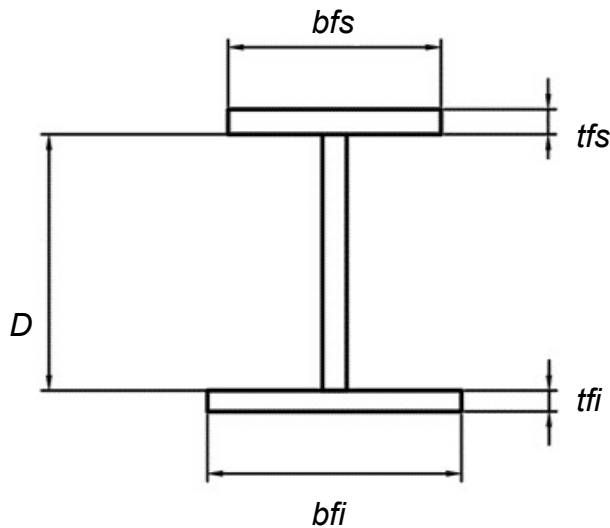


Fig1. Sección de un perfil I

$L := 35 \text{ m}$  Longitud del tramo.

$b_{fs} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala superior.

$t_{fs} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala superior.

$D := 1350 \text{ mm}$  Altura del alma.

$t_w := 15 \text{ mm}$  Espesor del alma.

$b_{fi} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala inferior.

$t_{fi} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala inferior.

$d := D + t_{fs} + t_{fi} = 1400 \text{ mm}$  Peralte total.

#### 4.1.2 Material de la sección

$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$  Esfuerzo de fluencia del acero.

$E := 29000 \text{ ksi} = 199947.962 \text{ MPa}$  Módulo de elasticidad del acero.

#### 4.1.3 Cálculo de propiedades de la sección

##### Área de la sección

$A_{fs} := b_{fs} \cdot t_{fs} = 112.5 \text{ cm}^2$  Área del ala superior.

$A_{fi} := b_{fi} \cdot t_{fi} = 112.5 \text{ cm}^2$  Área del ala inferior.

$A_w := D \cdot t_w = 202.5 \text{ cm}^2$  Área del alma.

$$A_{g\_NC} := A_{fs} + A_{fi} + A_w = 427.5 \text{ cm}^2 \quad \text{Área gruesa de la sección.}$$

#### **4.1.4 Centroides desde la fibra inferior.**

$$y_{fs} := t_{fi} + D + \frac{t_{fs}}{2} = 1387.5 \text{ mm} \quad \text{Ala superior.}$$

$$y_{fi} := \frac{t_{fi}}{2} = 12.5 \text{ mm} \quad \text{Ala inferior.}$$

$$y_w := t_{fi} + \frac{D}{2} = 700 \text{ mm} \quad \text{Alma.}$$

$$y_{cg} := \frac{A_{fs} \cdot y_{fs} + A_{fi} \cdot y_{fi} + A_w \cdot y_w}{A_{g\_NC}} = 700 \text{ mm} \quad \text{Sección.}$$

### **4.2 Cálculo de momentos**

#### **4.2.1 Momentos de inercias de sección no compuesta en el eje X**

$$I_{xfs} := \frac{b_{fs} \cdot t_{fs}^3}{12} = 58.594 \text{ cm}^4$$

$$I_{xfi} := \frac{b_{fi} \cdot t_{fi}^3}{12} = 58.594 \text{ cm}^4$$

$$I_{xw} := \frac{t_w \cdot D^3}{12} = 307546.875 \text{ cm}^4$$

$$I_{x\_NC} := \left( I_{xfs} + A_{fs} \cdot (y_{fs} - y_{cg})^2 \right) + \left( I_{xfi} + A_{fi} \cdot (y_{fi} - y_{cg})^2 \right) + \left( I_{xw} + A_w \cdot (y_w - y_{cg})^2 \right)$$

$$I_{x\_NC} = 1371140.625 \text{ cm}^4$$

#### **4.2.2 Momentos de inercias de sección no compuesta en el eje Y**

$$I_{yfs} := \frac{b_{fs}^3 \cdot t_{fs}}{12} = 18984.375 \text{ cm}^4$$

$$I_{yfi} := \frac{b_{fi}^3 \cdot t_{fi}}{12} = 18984.375 \text{ cm}^4$$

$$I_{yw} := \frac{t_w^3 \cdot D}{12} = 37.969 \text{ cm}^4$$

$$I_{y_{NC}} := I_{yfs} + I_{yfi} + I_{yw} = 38006.719 \text{ cm}^4$$

#### **4.2.3 Módulos de sección elásticos de la sección no compuesta alrededor del eje X**

$$y_{top} := d - y_{cg} = 700 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{bottom} := y_{cg} = 700 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde inferior

$$S_{NC\_top} := \frac{I_{x_{NC}}}{y_{top}} = 19587.723 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico hasta fibra superior

$$S_{NC\_bottom} := \frac{I_{x_{NC}}}{y_{bottom}} = 19587.723 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico hasta fibra inferior

#### **4.2.4 Cálculo del momentos elásticos de la sección no compuesta**

$$M_{yc\_NC} := S_{NC\_top} \cdot F_y = 759.026 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Momento elástico respecto al ala superior



$M_{yt\_NC} := S_{NC\_bottom} \cdot F_y = 688.577 \text{ tonnef} \cdot m$  Momento elástico respecto al ala inferior

$M_{y\_NC} := \min(M_{yc\_NC}, M_{yt\_NC}) = 688.577 \text{ tonnef} \cdot m$  Momento elástico de la sección no compuesta

#### **4.2.5 Módulo de sección plástico de la sección no compuesta al rededor del eje X**

$$Y_{EN} := \frac{A_{fs} - A_{fi}}{2 t_w} + \frac{D}{2} + t_{fi} = 700 \text{ mm}$$

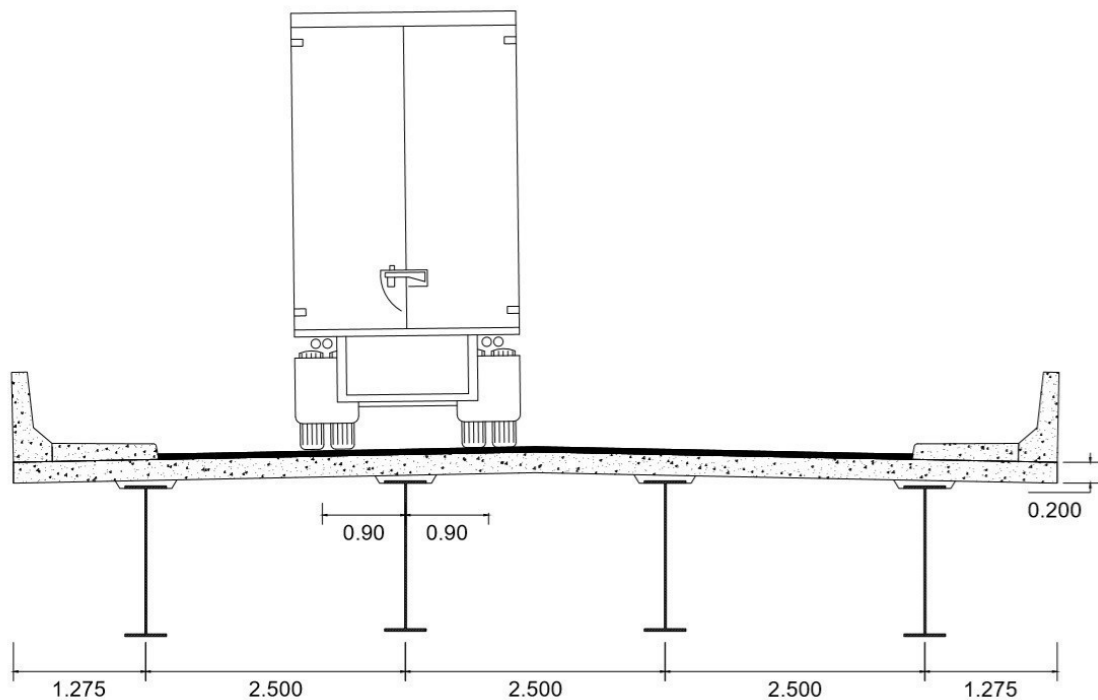
$$Z_x := A_{fs} \cdot \left( d - Y_{EN} - \frac{t_{fs}}{2} \right) + A_{fi} \cdot \left( Y_{EN} - \frac{t_{fi}}{2} \right) + \frac{(D - (Y_{EN} - t_{fi}))^2}{2} \cdot t_w + \left( \frac{(Y_{EN} - t_{fi})^2}{2} \right) \cdot t_w$$

$Z_x = 22303125 \text{ (mm)}^3$  Módulo de sección plástico

#### **4.2.6 Cálculo del momento plástico de la sección no compuesta**

$$M_{p\_NC} := Z_x \cdot F_y = 784.032 \text{ tonnef} \cdot m$$

Ancho efectivo para vigas



Sección típica de un puente viga-losa. Fuente: Elaboración propia

$$B := 2.5 \text{ m} \qquad B_{ext} := 1.275 \text{ m} \qquad \frac{L}{B} = 14$$

$$b_{eff\_int} := \text{if} \left( \frac{L}{B} \geq 5, B, \frac{L}{5} \right) = 2.5 \text{ m} \qquad \text{Ancho efectivo interior}$$

$$b_{eff\_ext} := \frac{b_{eff\_int}}{2} + \min \left( \frac{b_{eff\_int}}{2}, B_{ext} \right) = 2.5 \text{ m} \qquad \text{Ancho efectivo exterior}$$

$$b_{eff} := b_{eff\_int}$$

### **4.3 Chequeo de dimensiones de la sección I**

#### **4.3.1 Chequeo de esbeltez del alma (Art. 6.10.2 AASHTO LRFD 2017)**

$$\frac{D}{t_w} = 90 \qquad \text{Relación de esbeltez del alma, debe ser menor o igual a 150 (Sin rigidizadores)}$$

$$\text{if} \left( \frac{D}{t_w} \leq 150, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

#### **4.3.2 Chequeo de dimensiones de alas (Art. 6.10.2 AASHTO LRFD 2017)**

$$\frac{b_{fs}}{2 \cdot t_{fs}} = 9 \qquad \text{Relación de esbeltez del ala superior, debe ser menor o igual a 12}$$

$$\text{if} \left( \frac{b_{fs}}{2 \cdot t_{fs}} \leq 12, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

$$\frac{b_{fi}}{2 \cdot t_{fi}} = 9 \qquad \text{Relación de esbeltez del ala inferior, debe ser menor o igual a 12}$$

$$\text{if} \left( \frac{b_{fi}}{2 \cdot t_{fi}} \leq 12, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

$$b_f := \min(b_{fs}, b_{fi}) = 450 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left( b_f \geq \frac{D}{6}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

$$1.1 \cdot t_w = 16.5 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left( \min(t_{fs}, t_{fi}) \geq 1.1 \cdot t_w, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Relación de inercias en el eje débil de las alas.

$$\text{if} \left( 10 \geq \min \left( \frac{I_{yfs}}{I_{yfi}} \right) \geq 0.1, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

Restricción de ancho del ala a compresión (AASHTO LRFD C6.10.3.4-1).

$$\text{if} \left( b_{fs} \geq \frac{L}{85}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

### 4.3.3 Chequeo de dimensiones de alas (T 2.5.2.6.3-1 AASHTO LRFD 2017)

Peralte mínimo (incluye deck) en función de la longitud del tramo.

$$d_{min} := 0.033 \cdot L = 1155 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left( d \geq d_{min}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

## 4.4 Cálculo de sección compuesta a corto plazo

### 4.4.1 Sección compuesta a corto plazo (Short Time) Viga interior

$$f'_c := 28 \text{ MPa} = 4.061 \text{ ksi}$$

Resistencia a compresión del concreto

$$E_c := 1820 \frac{\text{kip}^{0.5}}{\text{in}} \cdot \sqrt{f'_c} = 3667.676 \text{ ksi}$$

AASHTO LRFD 2017 C5.4.2.4-2

$$E_c = 25287.733 \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$n := \frac{E}{E_c} = 7.907$$

Relación Modular acero/concreto  
AASHTO LRFD 2017 6.10.1.1.1b-1

$$n := 8$$

$$b_{s\_CP} := \frac{b_{eff\_int}}{n} = 312.5 \text{ mm}$$

Ancho de espesor de losa  
equivalente en acero a corto plazo

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

Espesor de losa

#### **4.4.2 Cálculo de área de la sección compuesta**

$$A_{s\_CP} := b_{s\_CP} \cdot t_s = 625 \text{ cm}^2$$

Área de losa equivalente en acero  
a corto plazo

$$A_{g\_CP} := A_{s\_CP} + A_{g\_NC} = 1052.5 \text{ cm}^2$$

Área de sección compuesta a corto  
plazo

#### **4.4.3 Centroides desde la fibra inferior de las sección compuesta a corto plazo**

$$d = 1400 \text{ mm}$$

Peralte total de la viga

$$t_{srec} := 50 \text{ mm}$$

Espesor de relleno entre viga y losa

$$y_s := d + t_{srec} + \frac{t_s}{2} = 1550 \text{ mm}$$

Distancia al centroide de losa desde  
la fibra inferior

$$y_{cg\_CP} := \frac{A_{fs} \cdot y_{fs} + A_{fi} \cdot y_{fi} + A_w \cdot y_w + A_{s\_CP} \cdot y_s}{A_{g\_CP}} = 1204.751 \text{ mm}$$

Centroide de  
la sección  
compuesta a  
corto plazo

#### **4.4.4 Momento de inercia de sección compuesta en el eje X a corto plazo**

$$I_{xs} := b_{s\_CP} \cdot \frac{t_s^3}{12} = 20833.333 \text{ cm}^4$$

$$I_{x\_CP} := \left( I_{xfs} + A_{fs} \cdot (y_{fs} - y_{cg\_CP})^2 \right) + \left( I_{xfi} + A_{fi} \cdot (y_{fi} - y_{cg\_CP})^2 \right) + \left( I_{xw} + A_w \cdot (y_w - y_{cg\_CP})^2 \right) + \left( I_{xs} + A_{s\_CP} \cdot (y_s - y_{cg\_CP})^2 \right)$$

$$I_{x\_CP} = 3226111.429 \text{ cm}^4$$

Inercia en X a corto plazo de la sección compuesta

#### **4.4.5 Módulo elástico de la sección compuesta a corto plazo:**

$$y_{top} := d - y_{cg\_CP} = 195.249 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{bottom} := y_{cg\_CP} = 1204.751 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde inferior

$$S_{CP\_top} := \frac{I_{x\_CP}}{y_{top}} = 165230.281 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico hasta fibra superior

$$S_{CP\_bottom} := \frac{I_{x\_CP}}{y_{bottom}} = 26778.251 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico hasta fibra inferior

### **4.5 Cálculo de la sección compuesta a largo plazo**

#### **4.5.1 Sección compuesta a largo plazo (Large Time) Viga interior**

$$n := \frac{E}{E_c} = 7.907$$

Relación Modular acero/concreto  
AASHTO LRFD 2017  
6.10.1.1.1b-1

$$n := 8$$

$$b_{s\_LP} := \frac{b_{eff\_int}}{3n} = 104.167 \text{ mm}$$

Ancho de espesor de losa equivalente en acero a largo plazo  $3n$

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

Espesor de losa

#### **4.5.2 Cálculo de área de la sección compuesta**

$$A_{s\_LP} := b_{s\_LP} \cdot t_s = 208.333 \text{ cm}^2$$

Área de losa equivalente en acero a largo plazo

$$A_{g\_LP} := A_{s\_LP} + A_{g\_NC} = 635.833 \text{ cm}^2$$

Área de sección compuesta a largo plazo

### **4.5.3 Centroides desde la fibra inferior de las sección compuesta a largo plazo**

$$d = 1400 \text{ mm}$$

Peralte total de la viga

$$t_{srec} := 50 \text{ mm}$$

Espesor de relleno entre viga y losa

$$y_s := d + t_{srec} + \frac{t_s}{2} = 1550 \text{ mm}$$

Distancia al centroide de losa desde la fibra inferior

$$y_{cg\_LP} := \frac{A_{fs} \cdot y_{fs} + A_{fi} \cdot y_{fi} + A_w \cdot y_w + A_{s\_LP} \cdot y_s}{A_{g\_LP}} = 978.506 \text{ mm}$$

Centroide de la sección compuesta a largo plazo

### **4.5.4 Momento de inercia de sección compuesta en el eje X a largo plazo**

$$I_{xs} := b_{s\_LP} \cdot \frac{t_s^3}{12} = 6944.444 \text{ cm}^4$$

$$I_{x\_LP} := (I_{xfs} + A_{fs} \cdot (y_{fs} - y_{cg\_LP})^2) + (I_{xfi} + A_{fi} \cdot (y_{fi} - y_{cg\_LP})^2) + (I_{xw} + A_w \cdot (y_w - y_{cg\_LP})^2) + (I_{xs} + A_{s\_LP} \cdot (y_s - y_{cg\_LP})^2)$$

$$I_{x\_LP} = 2390105.875 \text{ cm}^4$$

Inercia en X a largo plazo de la sección compuesta

### **4.5.5 Módulo elástico de la sección compuesta a largo plazo:**

$$y_{top} := d - y_{cg\_LP} = 421.494 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde superior

$$y_{bottom} := y_{cg\_LP} = 978.506 \text{ mm}$$

Distancia del centroide al borde inferior

$$S_{LP\_top} := \frac{I_{x\_LP}}{y_{top}} = 56705.559 \text{ cm}^3$$

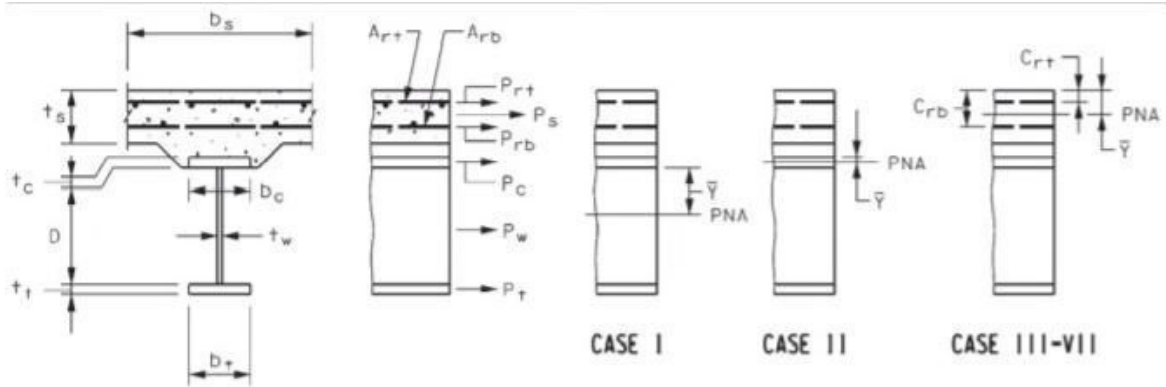
Módulo de sección elástico hasta fibra superior

$$S_{LP\_bottom} := \frac{I_{x\_LP}}{y_{bottom}} = 24426.075 \text{ cm}^3$$

Módulo de sección elástico hasta fibra inferior

## 4.6 Cálculo del momento plástico de la sección compuesta

### 4.6.1 Cálculo del eje neutro plástico para secciones con momento positivo según AASHTO LRFD 2017 TABLA D6.1-1



Casos de sección compuesta para momentos positivos. Fuente: AASHTO LRFD (2017)

$$b_c := b_{fs} \quad \text{Ala superior (Compresión)}$$

$$t_c := t_{fs}$$

$$b_t := b_{fi} \quad \text{Ala inferior (Tracción)}$$

$$t_t := t_{fi}$$

$$P_s := 0.85 \cdot f'_c \cdot b_{eff} \cdot t_s = 11900 \text{ kN}$$

Fuerza plástica en la losa

$$P_c := F_y \cdot b_c \cdot t_c = 3878.301 \text{ kN}$$

Fuerza plástica en el ala a compresión

$$P_w := F_y \cdot D \cdot t_w = 6980.942 \text{ kN}$$

Fuerza plástica en el alma

$$P_t := F_y \cdot b_t \cdot t_t = 3878.301 \text{ kN}$$

Fuerza plástica en el ala a tracción

Case	PNA	Condition	$\bar{Y}$ and $M_p$
I	In Web	$P_t + P_w \geq P_c + P_s + P_n$	$\bar{Y} = \left( \frac{D}{2} \right) \left[ \frac{P_t - P_c - P_s - P_n - P_{rb}}{P_w} + 1 \right]$ $M_p = \frac{P_w}{2D} \left[ \bar{Y}^2 + (D - \bar{Y})^2 \right] + [P_t d_t + P_w d_w + P_n d_n + P_s d_s + P_c d_c + P_r d_r]$
II	In Top Flange	$P_t + P_w + P_c \geq P_s + P_n + P_{rb}$	$\bar{Y} = \left( \frac{t_c}{2} \right) \left[ \frac{P_w + P_t - P_s - P_n - P_{rb}}{P_c} + 1 \right]$ $M_p = \frac{P_c}{2t_c} \left[ \bar{Y}^2 + (t_c - \bar{Y})^2 \right] + [P_t d_t + P_w d_w + P_n d_n + P_s d_s + P_r d_r]$
III	Concrete Deck, Below $P_{rb}$	$P_t + P_w + P_c \geq \left( \frac{c_n}{t_s} \right) P_s + P_n$	$\bar{Y} = (t_s) \left[ \frac{P_t + P_w + P_c - P_n - P_{rb}}{P_s} \right]$ $M_p = \left( \frac{\bar{Y}^2 P_s}{2t_s} \right) + [P_n d_n + P_{rb} d_{rb} + P_c d_c + P_w d_w + P_t d_t]$
IV	Concrete Deck, at $P_{rb}$	$P_t + P_w + P_c + P_{rb} \geq \left( \frac{c_n}{t_s} \right) P_s + P_n$	$\bar{Y} = c_{rb}$ $M_p = \left( \frac{\bar{Y}^2 P_s}{2t_s} \right) + [P_n d_n + P_c d_c + P_w d_w + P_t d_t]$
V	Concrete Deck, Above $P_{rb}$ Below $P_n$	$P_t + P_w + P_c + P_{rb} \geq \left( \frac{c_n}{t_s} \right) P_s + P_n$	$\bar{Y} = (t_s) \left[ \frac{P_{rb} + P_c + P_w + P_t - P_n}{P_s} \right]$ $M_p = \left( \frac{\bar{Y}^2 P_s}{2t_s} \right) + [P_n d_n + P_{rb} d_{rb} + P_c d_c + P_w d_w + P_t d_t]$
VI	Concrete Deck, at $P_n$	$P_t + P_w + P_c + P_{rb} + P_n \geq \left( \frac{c_n}{t_s} \right) P_s$	$\bar{Y} = c_n$ $M_p = \left( \frac{\bar{Y}^2 P_s}{2t_s} \right) + [P_{rb} d_{rb} + P_c d_c + P_w d_w + P_t d_t]$
VII	Concrete Deck, Above $P_n$	$P_t + P_w + P_c + P_{rb} + P_n < \left( \frac{c_n}{t_s} \right) P_s$	$\bar{Y} = (t_s) \left[ \frac{P_{rb} + P_c + P_w + P_t + P_n}{P_s} \right]$ $M_p = \left( \frac{\bar{Y}^2 P_s}{2t_s} \right) + [P_n d_n + P_{rb} d_{rb} + P_c d_c + P_w d_w + P_t d_t]$

*Cálculo del eje neutro plástico y momento plástico de la sección compuesta.  
Fuente: AASHTO LRFD (2017)*

#### **4.6.2 Caso 1: Eje neutro plástico en el alma**

**if** ( $P_t + P_w \geq P_c + P_s$ , “Se encuentra en el alma”, “No aplica”) = “No aplica”

#### **4.6.3 Caso 2: Eje neutro plástico en el ala superior**

**if** ( $P_t + P_w + P_c \geq P_s$ , “Se encuentra en el ala superior”, “No aplica”) = “Se encuentra en el ala superior”



#### 4.6.4 Caso 3: Eje neutro plástico en la losa

if ( $P_t + P_w + P_c < P_s$ , "Se encuentra en la losa", "No aplica") = "No aplica"

#### Calculo del momento plástico respecto al caso 2

$$Y_p := \frac{t_c}{2} \cdot \left( \frac{P_w + P_t - P_s}{P_c} + 1 \right) = 9.146 \text{ mm}$$

Distancia al ENP desde desde tope de ala superior.

$$d_s := Y_p + t_{srec} + \frac{t_s}{2} = 159.146 \text{ mm}$$

Distancia del ENP al centroide de la losa.

$$d_w := (t_c - Y_p) + \frac{D}{2} = 690.854 \text{ mm}$$

Distancia del ENP al centroide del alma.

$$d_t := (t_c - Y_p) + D + \frac{t_t}{2} = 1378.354 \text{ mm}$$

Distancia del ENP al centroide del ala inferior.

$$M_p := \frac{P_c}{2 \cdot t_c} \cdot \left( Y_p^2 + (t_c - Y_p)^2 \right) + (P_s \cdot d_s + P_w \cdot d_w + P_t \cdot d_t) = 1232.664 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### 4.7 Cálculo del momento elástico de la sección compuesta

$$M_{D1} := 1.25 \cdot 236.23 \text{ tonnef} \cdot m$$

Momento factorado causado por la carga permanente antes de que el concreto se endurezca, trabaja como sección no compuesta.(D6.2.2)

$$M_{D2} := 1.25 \cdot 68.2 \text{ tonnef} \cdot m + 1.5 \cdot 40.49 \text{ tonnef} \cdot m$$

Momento factorado causado por el residuo de carga permanente después de haberse endurecido la losa y empieza a trabajar como sección compuesta. (D6.2.2)

$$M_{D2} = 145.985 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$S_{NC} := \min(S_{NC\_bottom}, S_{NC\_top}) = 19587.723 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico de sección no compuesta.

$$S_{CP} := \min(S_{CP\_top}, S_{CP\_bottom}) = 26778.251 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico de sección compuesta.a corto plazo.

$$S_{LP} := \min(S_{LP\_top}, S_{LP\_bottom}) = 24426.075 \text{ cm}^3$$

Módulo elástico de sección compuesta.a largo plazo.

$$M_{AD} := S_{CP} \cdot \left( F_y - \frac{M_{D1}}{S_{NC}} - \frac{M_{D2}}{S_{LP}} \right) = 377.62 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento adicional para causar cedencia en la sección.

$$M_y := M_{AD} + M_{D1} + M_{D2} = 818.893 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento total para causar cedencia en la sección.

## 4.8 Chequeo de sección compacta

Chequeo de alas (Art. 6.10.8.2.2-4 AASHTO LRFD 2017)

$$\lambda_{fs} := \frac{b_{fs}}{2 \cdot t_{fs}} = 9$$

$$\lambda_{rfs} := 0.56 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 13.487$$

$$\lambda_{pfs} := 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 9.152$$

**if ( $\lambda_{fs} \leq \lambda_{pfs}$ , "Compacta", if ( $\lambda_{fs} < \lambda_{rfs}$ , "No compacta", "Esbelta")) = "Compacta"**

Chequeo de almas componente plástico para sección compuesta (A6.2.1 AASHTO LRFD 2017)

$$D_{CP} := 0 \text{ mm}$$

Altura de compresión plástica del alma.

$$R_h := 1$$

Factor para sección híbrida, 1 cuando toda la sección es de un solo material.

$$\lambda_{wp} := \frac{2 \cdot D_{CP}}{t_w} = 0$$

Relación de esbeltez del alma con compresión plástica.

$$\lambda_{pw} := 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 90.553$$

Límite de esbeltez para sección compacta.

$$\lambda_{rw} := 5.7 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 137.274$$

Límite de esbeltez para sección compacta.

**if ( $\lambda_{wp} \leq \lambda_{pw}$ , "Compacta", if ( $\lambda_{wp} < \lambda_{rw}$ , "No compacta", "Esbelta")) = "Compacta"**

## 4.9 Cálculo del resistencia a flexión para viga I (compuesta y no compuesta)

### 4.9.1 Cálculo de resistencia a flexión para sección no compuesta

$$L_b := 5 \text{ m}$$

Longitud no arriostrada.

$$b_{fc} := b_{fs} = 450 \text{ mm}$$

Ancho de ala a compresión.

$$t_{fc} := t_{fs} = 25 \text{ mm}$$

Espesor de ala a compresión.

$$D_{C\_NC} := d - y_{cg} - t_{fs} = 675 \text{ mm}$$

Ancho del alma a compresión elástica.

$$h_{ca} := d - \frac{t_{fs}}{2} - \frac{t_{fi}}{2} = 1375 \text{ mm}$$

Distancia entre centroides de alas.

$$r_t := \frac{b_{fc}}{\sqrt{12 \cdot \left( \frac{h_{ca}}{d} + \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{D_{C\_NC} \cdot t_w}{b_{fc} \cdot t_{fc}} \cdot \frac{D_{C\_NC}^2}{h_{ca} \cdot d} \right) \right)}} = 126.583 \text{ mm}$$

Radio de giro efectivo de pandeo torsional.  
6.10.8.3 AASHTO LRFD 2017

$$L_p := 1 \cdot r_t \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.049 \text{ m}$$

Longitud límite de comportamiento plástico puro.

$$R_h := 1$$

Factor para sección híbrida, 1 cuando toda la sección es de un solo material  
6.10.1.10.1 AASHTO LRFD 2017

$$F_{yr} := \min \left( 0.7 \cdot F_y, R_h \cdot F_y \cdot \frac{S_{NC\_bottom}}{S_{NC\_top}} \right)$$

6.10.8.2.2, 6.11.8.2.2  
AASHTO LRFD 2017

$$F_{yr} := \max (F_{yr}, 0.5 \cdot F_y) = 241.317 \text{ MPa}$$

$$J := D \cdot \frac{t_w^3}{3} + \frac{b_{fc} \cdot t_{fc}^3}{3} \cdot \left( 1 - 0.63 \cdot \frac{t_{fc}}{b_{fc}} \right) + b_{fi} \cdot \frac{t_{fi}^3}{3} \cdot \left( 1 - 0.63 \cdot \frac{t_{fi}}{b_{fi}} \right) = 604.219 \text{ cm}^4$$

$$L_r := 1.95 \cdot r_t \cdot \frac{E}{F_{yr}} \cdot \sqrt{\frac{J}{S_{NC\_top} \cdot h_{ca}}} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \cdot \left( \frac{F_{yr}}{E} \cdot \frac{S_{NC\_top} \cdot h_{ca}}{J} \right)^2}} = 11.873 \text{ m}$$

$$L_r = 11.873 \text{ m}$$

Longitud límite de comportamiento lateral torsional inelástico.

if ( $L_p < L_b < L_r$ , "Pandeo inelástico", if ( $L_b > L_r$ , "Pandeo elástico", "Momento Plástico")) = "Pandeo inelástico"

$$C_b := 1$$

$$M_{p\_NC} = 784.032 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PLI} := C_b \cdot \left( M_{p\_NC} - (M_{p\_NC} - 0.7 \cdot M_{y\_NC}) \cdot \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right) = 717.244 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{n\_NC} := \begin{cases} L_b < L_p \\ \parallel \\ M_{p\_NC} \\ \text{else} \\ \parallel \\ M_{PLI} \end{cases} = 717.244 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento nominal sección no compuesta.

#### 4.9.2 Cálculo de resistencia a flexión para sección compuesta

$$D_p := Y_p + t_{srec} + t_s = 259.146 \text{ mm}$$

Distancia del ENP a la parte superior de la losa

$$d_{SC} := d + t_{srec} + t_s = 1650 \text{ mm}$$

Altura total de la sección compuesta.

$$M_n := \begin{cases} D_p \leq 0.1 d_{SC} \\ \parallel \\ M_p \\ \text{else} \\ \parallel \\ M_p \cdot \left( 1.07 - 0.7 \cdot \frac{D_p}{d_{SC}} \right) \end{cases} = 1183.431 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento nominal sección compuesta.

### 4.9.3 Cálculo de resistencia a flexión para sección compuesta

$$\phi_f := 1$$

Factor de resistencia a flexión.

$$\phi_f \cdot M_n = 1183.431 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a flexión minorada.

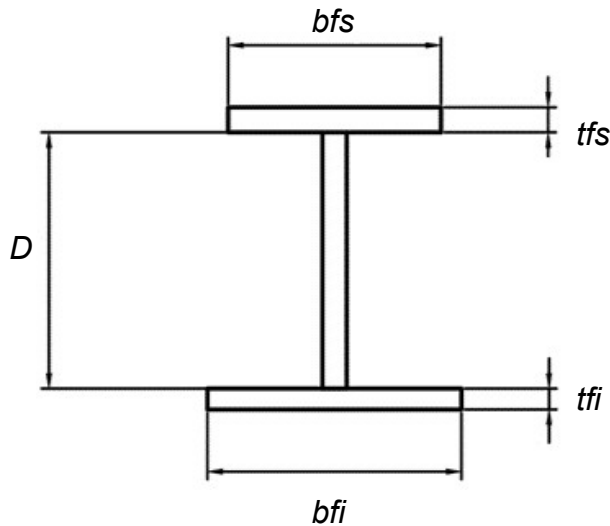
$$M_u := 942.75 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento último para estado límite de resistencia.

**if ( $M_u > \phi_f \cdot M_n$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”**

## Apéndice A5: Chequeo de la sección I sometida a corte

### 5.1 Geometría



Sección de un perfil I. Fuente: Elaboración propia

$L := 35 \text{ m}$  Longitud del tramo.

$b_{fs} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala superior.

$t_{fs} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala superior.

$D := 1350 \text{ mm}$  Altura del alma.

$t_w := 15 \text{ mm}$  Ancho del alma.

$b_{fi} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala inferior.

$t_{fi} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala inferior.

$b_{eff} := 2500 \text{ mm}$  Ancho efectivo de losa.

$t_l := 200 \text{ mm}$  Espesor de losa.

$d := D + t_{fs} + t_{fi} = 1400 \text{ mm}$  Peralte total.

### 5.2 Material de la sección

$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$

Esfuerzo de fluencia del acero.

$E := 29000 \text{ ksi} = 199947.962 \text{ MPa}$

Módulo de elasticidad del acero.

$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Resistencia a compresión del concreto.

$E_c := 1820 \frac{\text{kip}^{0.5}}{\text{in}} \cdot \sqrt{f'_c} = 25042.07 \text{ MPa}$

Módulo de elasticidad del concreto.

### 5.3 Resistencia nominal de alma rigidizada

$$d_o := 1400 \text{ mm}$$

Distancia entre rigidizadores.

$$k := 5 + \frac{5}{\left(\frac{d_o}{D}\right)^2} = 9.649$$

Coefficiente de pandeo de corte.

$$\left(\frac{2 \cdot D \cdot t_w}{b_{fs} \cdot t_{fs} + b_{fi} \cdot t_{fi}}\right) = 1.8$$

Art. 6.10.9.3.2-2 AASHTO LRFD 2017

$$V_p := 0.58 \cdot F_y \cdot D \cdot t_w = 412.878 \text{ tonnef}$$

Fuerza plástica a corte, Art. 6.10.9.3.2-3 AASHTO LRFD 2017

$$C := \begin{cases} \text{if } \frac{D}{t_w} > 1.4 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \left| \frac{1.57}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} \cdot \frac{E \cdot k}{F_y} \right| \\ \text{else} \\ \text{if } \frac{D}{t_w} \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \\ \left| 1 \right| \\ \text{else} \\ \left| \frac{1.12}{\frac{D}{t_w}} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot k}{F_y}} \right| \end{cases} = 0.931$$

Relación de pandeo por corte y cedencia por corte.  
Art. 6.10.9.3.2-4  
Art. 6.10.9.3.2-5  
Art. 6.10.9.3.2-6  
AASHTO LRFD 2017

Para paneles finales:

$$V_{ne} := C \cdot V_p = 384.377 \text{ tonnef}$$

Art. 6.10.9.3.3-1 AASHTO LRFD 2017

Para paneles internos:

$$V_{ni} := V_p \cdot \left( C + \frac{0.87 \cdot (1 - C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_o}{D}\right)^2} + \frac{d_o}{D}} \right) = 394.385 \text{ tonnef}$$

Art. 6.10.9.3.2-8 AASHTO LRFD 2017

$$\phi_{corte} := 1$$

Art. 6.5.4.2 AASHTO LRFD 2017

$$V_u := 106.72 \text{ tonf}$$

Cortante actuante para estado límite de resistencia.

**if** ( $V_u > \phi_{corte} \cdot V_{ni}$ , “No cumple”, “Cumple para panel interno”) = “Cumple para panel interno”

**if** ( $V_u > \phi_{corte} \cdot V_{ne}$ , “No cumple”, “Cumple para panel externo”) = “Cumple para panel externo”

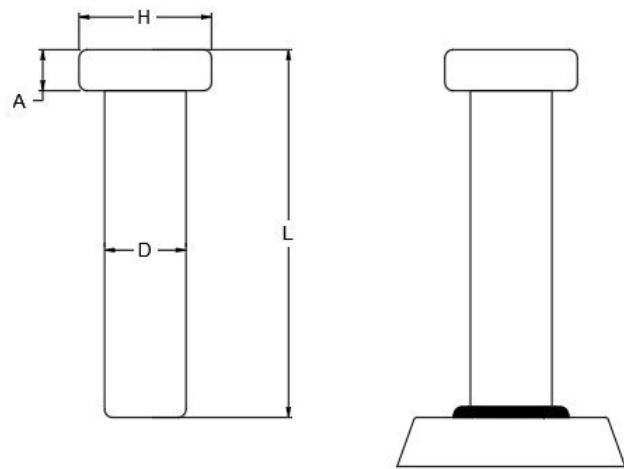
## 5.4 Fuerzas de diseño en conectores de corte tipo perno

$$L_{perno} := 4 \text{ in} + \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$D_{perno} := 0.75 \text{ in}$$

$$A_{perno} := 10 \text{ mm}$$

$$H_{perno} := 1.25 \text{ in}$$



Se debe cumplir la siguiente condición:

**if** ( $\frac{L_{perno}}{D_{perno}} > 4$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

### Cálculo de fuerzas de diseño Art. 6.10.10.4.2 AASHTO LRFD 2017

$$P_{losa} := 0.85 \cdot (f'c \cdot b_{eff} \cdot t_l) = 1190 \text{ tonnef}$$

Resistencia de la sección de concreto.

$$P_{acero} := F_y \cdot D \cdot t_w + F_y \cdot b_{fs} \cdot t_{fs} + F_y \cdot b_{fi} \cdot t_{fi} = 1502.811 \text{ tonnef}$$

Resistencia de la sección de acero.

Se selecciona la menor resistencia de la sección.

$$P_p := \min(P_{losa}, P_{acero}) = 1190 \text{ tonnef}$$

Menor resistencia de la sección de acero.



### Fuerza en caso de puente curvo.

$$F_p := 0 \text{ tonnef}$$

### Fuerza cortante de diseño.

$$P := \sqrt{P_p^2 + F_p^2} = 1190 \text{ tonnef}$$

Art.6.10.10.4.2-1 AASHTO LRFD  
2017

## 5.5 Resistencia nominal de los pernos de corte.

$$F_{y\_perno} := 50 \text{ ksi}$$

$$F_{u\_perno} := 60 \text{ ksi}$$

$$A_{area\_perno} := \pi \cdot \frac{D_{perno}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$Q_{n1} := 0.5 \cdot A_{area\_perno} \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} = 12.05 \text{ tonnef}$$

Art.6.10.10.3-1 AASHTO LRFD  
2017

$$Q_{n2} := A_{area\_perno} \cdot F_{u\_perno} = 12.023 \text{ tonnef}$$

Art.6.10.10.3-1 AASHTO LRFD  
2017

$$Q_n := \min(Q_{n1}, Q_{n2}) = 12.023 \text{ tonnef}$$

Resistencia nominal del perno de  
corte.

$$\phi_{perno\_corte} := 0.85$$

Art. 6.5.4.2 AASHTO LRFD 2017

$$n_{min} := \frac{P}{\phi_{perno\_corte} \cdot Q_n} = 116.439$$

Número mínimo de pernos de corte a lo  
largo de cada viga.

$$n := 138$$

Número de pernos de corte a usar a lo  
largo de cada viga.

$$Separacion := \frac{L}{\frac{n+2}{3}} = 75 \text{ cm}$$

Separación de pernos de corte en fila de dos.

if ( $Separacion > 4 \cdot D_{perno}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

## 5.6 Resistencia nominal de los pernos de corte por fatiga.

Asumiento al menos 960 camiones por día

$$V_{fatiga} := 107.46 \text{ tonnef}$$

$$Z_r := 5.5 \text{ N} \cdot \left( \frac{D_{perno}}{\text{mm}} \right)^2 = 0.204 \text{ tonnef} \quad \text{Art. 6.10.10.2 AASHTO LRFD 2017}$$

$$y_{top} := 154.73 \text{ mm}$$

Distancia del centroide a corto plazo al borde superior

$$t_{srec} := 50 \text{ mm}$$

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

Espesor de losa.

$$y' := y_{top} - \frac{t_s}{2} = 54.73 \text{ mm}$$

Distancia del centroide de la sección a corto plazo hasta el centroide de la losa.

$$b_{s\_CP} := 104.17 \text{ mm}$$

Ancho de la losa transformada a sección de corto plazo.

$$I_{x\_CP} := 2557102.6 \text{ cm}^4$$

Inercia a corto plazo de la sección no compuesta.

$$Q := y' \cdot b_{s\_CP} \cdot t_s = 1140.245 \text{ cm}^3$$

Primer momento de área a corto plazo de la sección no compuesta.

$$V_{sr} := V_{fatiga} \cdot \frac{Q}{I_{x\_CP}} = 4.792 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Flujo cortante en el conector de corte.

$$n_{fila} := 3$$

Número de pernos por fila.

$$p := n_{fila} \cdot \frac{Z_r}{V_{sr}} = 12.743 \text{ cm}$$

Espaciamiento en cm de pernos.

if ( $p > 4 \cdot D_{perno}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

## Apéndice A6: Chequeo de estado límite de servicio

### 6.1 Deformaciones elásticas

Las deformaciones elásticas son tomadas en cuenta por las deflexiones causadas únicamente por el camión de diseño o por el 25% del camión de diseño + carga de carril.

$$L := 35 \text{ m}$$

$$LL := 3.45 \text{ cm}$$

$$LL_{\text{carril}_{0.25\text{camion}}} := 2.58 \text{ cm}$$

$$\text{if} \left( \max (LL, LL_{\text{carril}_{0.25\text{camion}}}) > \frac{L}{1000}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$$

### 6.2 Deformaciones plasticas estado limite de servicio II

$M_{DC1} := 236.24 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  Momento causado por la carga permanente antes de que el concreto se endurezca, trabaja como sección no compuesta. (D6.2.2)

$M_{DC2} := 68.20 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  Momento causado por el residuo de carga permanente después de haberse endurecido la losa y empieza a trabajar como sección compuesta. (D6.2.2)

$M_{DW} := 40.48 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  Momento causado por la capa de rodadura.

$M_{LL\_IM} := 257.82 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$  Momento causado por el camión de diseño.

$$S_{NC\_top} := 16963.5 \text{ cm}^3 \quad S_{CP\_top} := 165259.02 \text{ cm}^3 \quad S_{LP\_top} := 52340.47 \text{ cm}^3$$

$$S_{NC\_bottom} := 16963.5 \text{ cm}^3 \quad S_{CP\_bottom} := 23346.84 \text{ cm}^3 \quad S_{LP\_bottom} := 21316.48 \text{ cm}^3$$

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de fluencia del  
acero.

$$f_{top} := \frac{M_{DC1}}{S_{NC\_top}} + \frac{M_{DC2} + M_{DW}}{S_{LP\_top}} + \frac{1.3 \cdot M_{LL\_IM}}{S_{CP\_top}} = 176.823 \text{ MPa}$$

Esfuerzo por estado  
límite de Servicio II  
para ala superior.

$$f_{bottom} := \frac{M_{DC1}}{S_{NC\_bottom}} + \frac{M_{DC2} + M_{DW}}{S_{LP\_bottom}} + \frac{1.3 \cdot M_{LL\_IM}}{S_{CP\_bottom}} = 327.353 \text{ MPa}$$

Esfuerzo por estado  
límite de Servicio II  
para ala inferior.

### Chequeo de ala superior

$$R_h := 1$$

Factor de hibridez, 1 para un solo material.

$$0.95 \cdot R_h \cdot F_y = 327.501 \text{ MPa}$$

if ( $f_{top} > 0.95 \cdot R_h \cdot F_y$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

### Chequeo de ala inferior

$$f_l := 0 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de pandeo lateral, 0 para puentes  
rectos.

if  $\left( f_{bottom} + \frac{f_l}{2} > 0.95 \cdot R_h \cdot F_y, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"} \right) = \text{"Cumple"}$

## Apéndice A7: Diseño de rigidizadores por aplastamiento

### Acero A588 GR50 para vigas

$$F_y := 50 \text{ ksi} = 344.7 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de fluencia del  
acero para vigas

Acero Grado 50:

$$F_{y_r} := 50 \text{ ksi} = 344.7 \text{ MPa}$$

Esfuerzo de fluencia del  
acero para rigidizadores

$$E := 29000 \text{ ksi} = (2 \cdot 10^5) \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad del  
acero

### Soldadura: AWS E70xx

$$F_{EXX} := 70 \text{ ksi}$$

Resistencia límite al corte  
del metal Fexx

## 7.1 Geometría de viga

$$L := 35 \text{ m} \quad \text{Longitud del tramo.}$$

Sin cambio de  
sección

$$b_{fs} := 450 \text{ mm} \quad \text{Ancho de ala superior.}$$

$$t_{fs} := 25 \text{ mm} \quad \text{Espesor de ala superior.}$$

$$D := 1350 \text{ mm} \quad \text{Altura del alma.}$$

$$t_w := 15 \text{ mm} \quad \text{Espesor del alma.}$$

$$b_{fi} := 450 \text{ mm} \quad \text{Ancho de ala inferior.}$$

$$t_{fi} := 25 \text{ mm} \quad \text{Espesor de ala inferior.}$$

$$d := D + t_{fs} + t_{fi} = 1400 \text{ mm} \quad \text{Peralte total.}$$

$$D_{sol\_s} := 7 \text{ mm}$$

Ancho de soldadura entre el ala y el alma.

$$k := t_{fs} + D_{sol\_s} = 32 \text{ mm}$$

Distancia del tope del ala al extremos de la soldadura.

Reacción en el apoyo

$$R_u := 112.12 \text{ tonnef}$$

## 7.2 Resistencia del alma por las cargas

### 7.2.1 Resistencia por cedencia del alma

$$R_u \leq \phi_b \cdot R_{n1}$$

$$\phi_b := 1$$

Factor de minoración por cedencia del alma.

$$N := 35 \text{ cm}$$

Longitud del apoyo.

$$R_{n1} := (5 \cdot k + N) \cdot (F_y \cdot t_w) = 268.924 \text{ tonnef}$$

Resistencia por cedencia del alma.

### 7.2.2 Resistencia por aplastamiento del alma.

$$R_u \leq \phi_w \cdot R_{n2}$$

Para reacciones en apoyos internos y para fuerzas concentradas a una distancia mayor o igual a  $d/2$  medido desde el extremo de la viga.

$$\phi_w := 0.80$$

Factor de minoración por aplastamiento del alma

$$R_{n2} := 0.80 \cdot t_w^2 \cdot \left( 1 + 3 \cdot \left( \frac{N}{d} \right) \cdot \left( \frac{t_w}{t_{fs}} \right)^{1.5} \right) \cdot \sqrt{\frac{E \cdot F_y \cdot t_{fs}}{t_w}} = 265.309 \text{ tonnef}$$

Resistencia al aplastamiento del alma

$$\phi R_{n\_min} := \min(\phi_b \cdot R_{n1}, \phi_w \cdot R_{n2}) = 212.247 \text{ tonnef}$$

Resistencia mínima del alma

$$\frac{R_u}{\phi R_{n_{min}}} = 0.528$$

Si es mayor a 1, necesita rigidizadores en el apoyo

$$b_t := \frac{b_{fs} - t_w}{2} = 217.5 \text{ mm}$$

$$b_t := 190 \text{ mm}$$

Ancho del rigidizador

$$t_p := 15 \text{ mm}$$

Espesor del rigidizador

$$D = 1350 \text{ mm}$$

Altura del rigidizador

### 7.2.3 Requerimiento para el detallado

$$b_t \leq 0.48 \cdot t_p \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

6.10.11.3.2-1 AASHTO LRFD  
2017

Límite del ancho del  
rigidizador

$$0.48 \cdot t_p \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 173.399 \text{ mm}$$

$$\text{if} \left( b_t < 0.48 \cdot t_p \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}}, \text{"Satisface"}, \text{"Aumentar ancho"} \right) = \text{"Satisface"}$$

### 7.2.4 Ancho del rigidizador

$$b_t \geq 2 + \frac{D}{30} \quad D = 135 \text{ cm}$$

$$\text{if} \left( b_t \geq 2 \text{ in} + \frac{D}{30}, \text{"Satisface"}, \text{"aumentar ancho"} \right) = \text{"Satisface"}$$

$$16 \cdot t_p \geq b_t \geq \frac{b_{fi}}{4}$$

$$\text{if} \left( 16 \cdot t_p \geq b_t \geq \frac{b_{fi}}{4}, \text{"Satisface"}, \text{"aumentar ancho"} \right) = \text{"Satisface"}$$

$$I_t \geq I_{t1} \quad \text{Restricción 1}$$

$$I_t \geq I_{t2} \quad \text{Restricción 2}$$

$$d_0 := 500 \text{ cm}$$

$$J := \frac{2.5}{\left(\frac{d_0}{D}\right)^2} - 2 \quad J := \text{if} \left( \frac{2.5}{\left(\frac{d_0}{D}\right)^2} - 2 \geq 0.5, J, 0.5 \right) = 0.5 \quad \text{Rigidez a flexión del rigidizador}$$

$$b := \min(D, d_0) = 53.15 \text{ in} \quad \text{Se escoge el menor valor}$$

$$I_{t1} := b \cdot t_w^3 \cdot J = 5.473 \text{ in}^4$$

$$F_{crs} := \frac{0.31 \cdot E}{\left(\frac{b_t}{t_p}\right)^2} \quad F_{crs} := \text{if} (F_{crs} \leq F_y, F_{crs}, F_y) = 344.738 \text{ MPa} \quad \text{Esfuerzo por pandeo local del rigidizador}$$

$$\rho_t := \max \left( \frac{F_y}{F_{crs}}, 1 \right) = 1 \quad \text{Se escoge el mayor valor}$$

$$I_{t2} := \frac{D^4 \cdot \rho_t^{1.3}}{40} \cdot \left( \frac{F_y}{E} \right)^{1.5} = 14.282 \text{ in}^4$$

$$I_t := \frac{t_p \cdot b_t^3}{12} + t_p \cdot b_t \cdot \left( \frac{b_t}{2} \right)^2 = 59.018 \text{ in}^4$$

$$\text{if} (I_t \geq \min(I_{t1}, I_{t2}), \text{"Satisface"}, \text{"No satisface"}) = \text{"Satisface"}$$

### 7.3 Diseño

$$\phi_b := 1$$

Factor de resistencia por cedencia local del alma

$$A_{pn} := 2 \cdot (b_t - 25 \text{ mm}) \cdot t_p$$

Área de la sección transversal sin destajes

$$R_{sbr} := 1.4 \cdot A_{pn} \cdot F_y$$

Resistencia al aplastamiento



$$R_{sbr} := \phi_b \cdot R_{sbr} = 2099.454 \text{ kN}$$

Resistencia al  
aplastamiento minorada

$$\frac{R_u}{R_{sbr}} = 0.524$$

Demanda capacidad

$$\text{if} \left( \frac{R_u}{R_{sbr}} \leq 1, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”} \right) = \text{“Cumple”}$$

### 7.3.1 Diseño del rigidizador como columna

$$KL := 0.75 \cdot D = 101.25 \text{ cm}$$

Longitud efectiva para  
rigidizadores

$$A := (18 \cdot t_w) \cdot t_w + 2 \cdot b_t \cdot t_p = 91.5 \text{ cm}^2$$

Área total de rigidizadores  
y alma efectiva

$$I := \frac{1}{12} \cdot (18 \cdot t_w) \cdot t_w^3 + \left( \frac{1}{12} \cdot t_p \cdot b_t^3 + (b_t \cdot t_p) \cdot \left( \frac{b_t}{2} + \frac{t_w}{2} \right)^2 \right) \cdot 2 = 5599.531 \text{ cm}^4$$

#### Inercia y alma efectiva

$$r_s := \sqrt{\frac{I}{A}} = 7.823 \text{ cm}$$

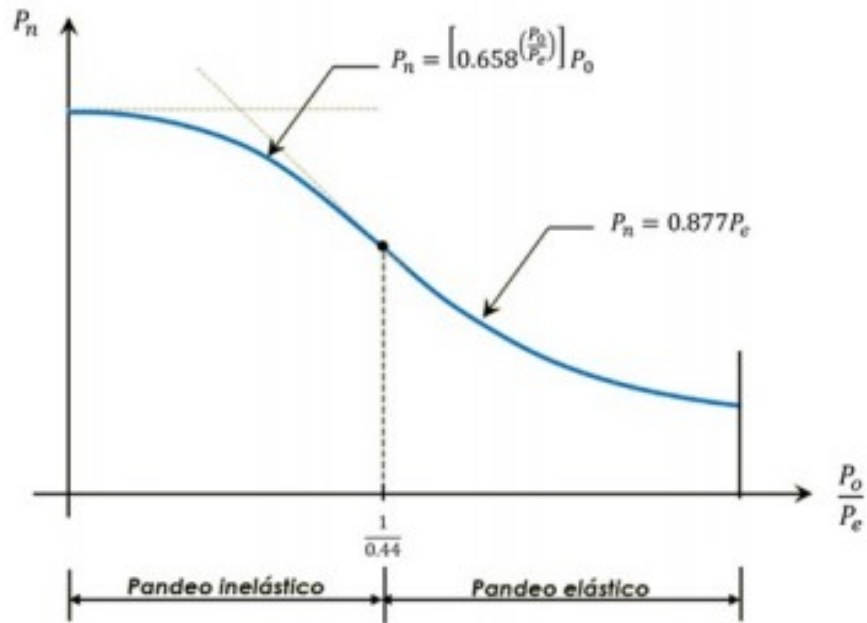
Radio de giro de rigidizadores y alma efectiva

$$P_0 := F_y \cdot A = 3154.35 \text{ kN}$$

Resistencia nominal equivalente a cedencia

$$P_e := \frac{\pi^2 \cdot E}{\left( \frac{KL}{r_s} \right)^2} \cdot A = 107789.97 \text{ kN}$$

Carga crítica elástica al pandeo flexional



Curva de resistencia a compresión

$$P_n := \text{if} \left( \frac{P_e}{P_0} \geq 0.44, \left( 0.658 \left( \frac{P_0}{P_e} \right) \right) \cdot P_0, 0.877 P_e \right) = 3115.951 \text{ kN}$$

$$\phi_c := 0.9$$

Coefficiente de minoración a compresión

$$\phi_c \cdot P_n = 2804.36 \text{ kN}$$

Resistencia a compresión factorada

$$\frac{R_u}{\phi_c \cdot P_n} = 0.392$$

Demanda capacidad

## 7.4 Cálculo de soldadura

Espesor de la parte soldada más delgada	Espesor mínimo de soldadura
$\leq 19 \text{ mm}$	6.4 mm
$> 19 \text{ mm}$	8.0 mm

Se considera un espesor de soldadura de 7mm

$$D_{sol} := 7 \text{ mm}$$

Resistencia a corte de la soldadura

$$\phi_{e2} := 0.80$$

coeficiente de minoración  
para soldadura a corte

$$R_r := 0.6 \cdot \phi_{e2} \cdot F_{EXX}$$

Resistencia de soldadura

$$l_w := 4 \cdot (D - 5 \text{ mm}) = 5380 \text{ mm}$$

Longitud de contacto entre  
planchas y el alma de la  
viga. son dos rigidizadores,  
en total son 4 soldaduras.

$$\beta := \text{if} \left( \frac{D - 5 \text{ mm}}{D_{sol}} < 100, 1, 1.2 - 0.2 \cdot \frac{(D - 5 \text{ mm})}{100 \cdot D_{sol}} \right) = 0.82 \quad \text{Factor de reducción para longitud de soldadura}$$

$$l_{w\_ef} := l_w \cdot \beta = 4388.54 \text{ mm}$$

Longitud de la soldadura factorada

$$D_{sol\_ef} := \frac{D_{sol}}{\sqrt{2}} = 4.95 \text{ mm}$$

Ancho efectivo de la soldadura

$$DC := \frac{R_u}{R_r \cdot l_{w\_ef} \cdot D_{sol\_ef}} = 0.218$$

Demanda capacidad de la soldadura

**if**( $DC \leq 1$ , "Satisface", "Aumentar espesor soldadura") = "Satisface"

Se hace una comprobación de que no se haya sobrepasado el ancho de soldadura

$$D_{max} := \text{if} (\min(t_w, t_p) < 0.25 \text{ in}, \min(t_w, t_p), \min(t_w, t_p) - 0.0625 \text{ in}) = 13.413 \text{ mm}$$

**Espesor máximo de soldadura**

**if**( $D_{sol} \leq D_{max}$ , "Satisface", "Disminuir espesor soldadura") = "Satisface"

### 7.4.1 Cálculo de soldadura entre alma y ala

$$v = \frac{V \cdot Q}{I}$$

$$V_{NC} := 27.51 \text{ tonnef}$$

Cortante máximo en viga no compuesta.  
Cargas antes de que el concreto fragüe

$$V_C := 77.73 \text{ tonnef}$$

Cortante máximo para la viga compuesta.  
Incluye todas las cargas de diseño factoradas que se generan luego del fraguado del hormigón

### Sección no compuesta

$$Y_{cg_s} := 612.5 \text{ mm}$$

distancia desde el centro de gravedad del ala superior al centro de gravedad de la sección no compuesta

$$Q_{NC_s} := t_{fs} \cdot b_{fs} \cdot (Y_{cg_s}) = 6890.625 \text{ cm}^3$$

Momento estático alrededor del eje neutro cuando la sección es no compuesta. Para el ala superior

$$Y_{cg_i} := 612.5 \text{ mm}$$

Distancia desde el centro de gravedad del ala inferior al centro de gravedad de la sección no compuesta

$$Q_{NC_i} := t_{fi} \cdot b_{fi} \cdot (Y_{cg_i}) = 6890.625 \text{ cm}^3$$

Momento estático alrededor del eje neutro cuando la sección es no compuesta. Para el ala inferior

## Sección compuesta

$$Y_{cg\_s} := y_s - 195.249 \text{ mm} - t_s - t_{srec} - \frac{t_{fs}}{2} = 1092.251 \text{ mm}$$

$$Q_{C\_s} := t_{fs} \cdot b_{fs} \cdot (Y_{cg\_s}) = 12287.824 \text{ cm}^3$$

$$Y_{cg\_i} := 1204.751 \text{ mm} - \frac{t_{fi}}{2} = 1192.251 \text{ mm}$$

$$Q_{C\_i} := t_{fi} \cdot b_{fi} \cdot (Y_{cg\_i}) = 13412.824 \text{ cm}^3$$

$$I_{NC} := 8.18 \cdot 10^5 \text{ cm}^4$$

$$I_C := 1.1 \cdot 10^6 \text{ cm}^4$$

$$v_i := \frac{V_{NC} \cdot Q_{NC\_i}}{I_{NC}} + \frac{V_C \cdot Q_{C\_i}}{I_C} = 1.18 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

$$v_s := \frac{V_{NC} \cdot Q_{NC\_s}}{I_{NC}} + \frac{V_C \cdot Q_{C\_s}}{I_C} = 1.1 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

$$v := \max(v_i, v_s) = 1.18 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

Distancia desde el centro de gravedad del ala superior al centro de gravedad de la sección compuesta

Momento estático alrededor del eje neutro cuando la sección es compuesta. Para el ala superior

Distancia desde el centro de gravedad del ala inferior al centro de gravedad de la sección compuesta

Momento estático alrededor del eje neutro cuando la sección es compuesta. Para el ala inferior

Momento de inercia para sección no compuesta

Momento de inercia para sección compuesta

Fuerza de cortante en el ala inferior

Fuerza de cortante en el ala superior

Fuerza de diseño para las soldaduras de las alas

$$D_{sol} = 7 \text{ mm}$$

$$\phi_{e2} = 0.8$$

$$R_r := 0.6 \cdot \phi_{e2} \cdot F_{EXX}$$

## **7.5 Comprobación de la resistencia de soldadura por unidad de longitud**

$$D_{sol\_ef} = 4.95 \text{ mm}$$

$$D_{sol\_ef\_2} := 2 \cdot R_r \cdot D_{sol\_ef} = 2.34 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}}$$

$$DC := \frac{v}{2 \cdot R_r \cdot D_{sol\_ef}} = 0.504$$

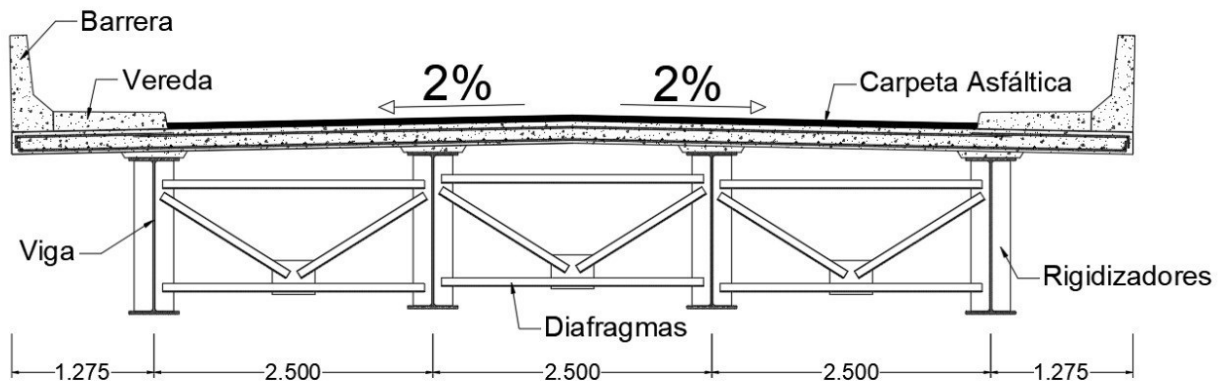
**if**( $DC < 1$ , “Satisface”, “aumentar espesor”) = “Satisface”

$$D_{max} := \text{if}(\min(t_w, t_{fs}) < 0.25 \text{ in}, \min(t_w, t_{fs}), \min(t_w, t_{fs}) - 0.0625 \text{ in}) = 13.413 \text{ mm}$$

**if**( $D_{sol} \leq D_{max}$ , “Satisface”, “disminuir espesor”) = “Satisface”

## Apéndice A8: Diseño de sistema de arriostramiento para vigas I

### 8.1 Geometría del puente



$$L := 35 \text{ m}$$

Longitud del tramo.

$$L_b := 5 \text{ m}$$

Longitud no arriostrada.

$$n := 5$$

Número de nodos en el arriostramiento.

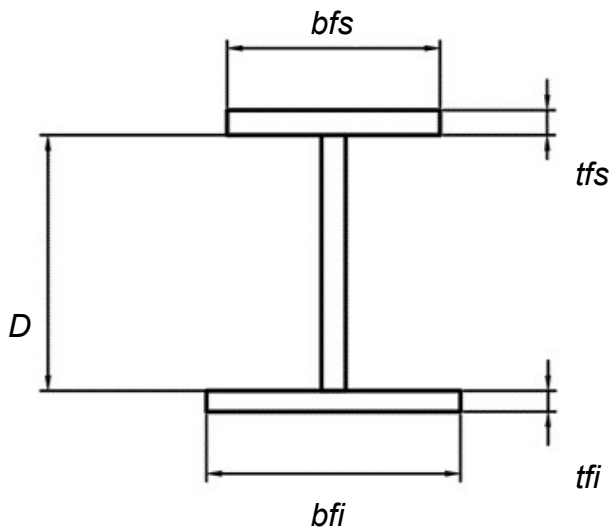
$$S := 2.5 \text{ m}$$

Separación entre vigas.

$$M_f := 942.75 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento máximo en el tramo.

## 8.2 Geometría de la sección



Sección de un perfil I. Fuente: Elaboración propia

$L := 35 \text{ m}$  Longitud del tramo.

$b_{fs} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala superior.

$t_{fs} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala superior.

$D := 1350 \text{ mm}$  Altura del alma.

$t_w := 15 \text{ mm}$  Ancho del alma.

$b_{fi} := 450 \text{ mm}$  Ancho de ala inferior.

$t_{fi} := 25 \text{ mm}$  Espesor de ala inferior.

$d := D + t_{fs} + t_{fi} = 1400 \text{ mm}$  Peralte total.

### Propiedades de la sección

$I_x := 5.18 \cdot 10^6 \cdot \text{cm}^4$  Inercia al rededor del eje X.

$I_y := 7.14 \cdot 10^4 \cdot \text{cm}^4$  Inercia alrededor del eje Y.

## 8.3 Materiales

### Acero de vigas Gr50

$F_{y_v} := 50 \text{ ksi} = 344.738 \text{ MPa}$

$E_v := 29000 \text{ ksi} = 199947.962 \text{ MPa}$

### Acero de ángulos de arriostamiento Gr36

$F_{y_{br}} := 36 \text{ ksi} = 248.211 \text{ MPa}$

$F_{u_{br}} := 58 \text{ ksi}$

$E_{br} := 29000 \text{ ksi} = 199947.962 \text{ MPa}$



## 8.4 Requerimientos geométricos

### Profundidad de marco de arriostramiento

$$h_{min} := 0.75 \cdot D = 1012.5 \text{ mm} \quad \text{Altura mínima del marco, AASHTO LRFD 2017 6.7.4.2}$$

$$h_b := 1200 \text{ mm} \quad \text{Altura del marco}$$

$$\text{if}(h_b > h_{min}, \text{"Cumple"}, \text{"No cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

## 8.5 Requerimientos de diseño (AISC 360 Ap 6.2.1)

$$\phi := 0.75 \quad C_b := 1$$

$$\phi_c := 0.9$$

$$h := D + \frac{t_{fi}}{2} + \frac{t_{fs}}{2} = 1375 \text{ mm} \quad \text{Distancia entre centroides de alas.}$$

$$\beta_{T_{req}} := \frac{2.4 \cdot L \cdot M_f^2}{\phi \cdot n \cdot E_v \cdot I_y \cdot C_b^2} = 1367.561 \text{ tonnef} \cdot m \quad \text{Rigidez torsional requerida.}$$

$$M_{br} := \frac{0.005 \cdot L_b \cdot L \cdot M_f^2}{\phi \cdot n \cdot E_v \cdot I_y \cdot C_b^2 \cdot h} = 10.36 \text{ tonnef} \cdot m \quad \text{Resistencia a momento requerida.}$$

## 8.6 Geometría del arriostramiento.

$$L_h := S - \frac{t_w}{2} - 15 \text{ cm} = 2342.5 \text{ mm} \quad \text{Longitud de elemento horizontal.}$$

$$L_d := \sqrt{\left(\frac{L_h}{2}\right)^2 + h_b^2} = 1676.85 \text{ mm} \quad \text{Longitud de elemento diagonal.}$$

## 8.7 Predimensionado de perfiles.

$$K := 0.75$$

Factor de longitud efectiva AASHTO LRFD 2017  
Art 4.6.2.5

$$“KL/r < 140”$$

Factor de esbeltez AASHTO LRFD 2017 Art 6.9.3

Para elemento horizontal.

$$r_{zh\_min} := \frac{K \cdot 0.5 \cdot L_h}{140} = 6.275 \text{ mm}$$

$$r_{yh\_min} := \frac{K \cdot L_h}{140} = 12.549 \text{ mm}$$

Para elemento diagonal.

$$r_{zd\_min} := \frac{K \cdot L_d}{140} = 8.983 \text{ mm}$$

$$r_{yd\_min} := \frac{K \cdot L_d}{140} = 8.983 \text{ mm}$$

$$r_{z\_min} := \min(r_{zh\_min}, r_{zd\_min}) = 6.275 \text{ mm}$$

$$r_{y\_min} := \min(r_{yh\_min}, r_{yd\_min}) = 8.983 \text{ mm}$$

Perfil a usar para arriostramientos. (L65x65x6mm)

$$A_a := 7.44 \text{ cm}^2$$

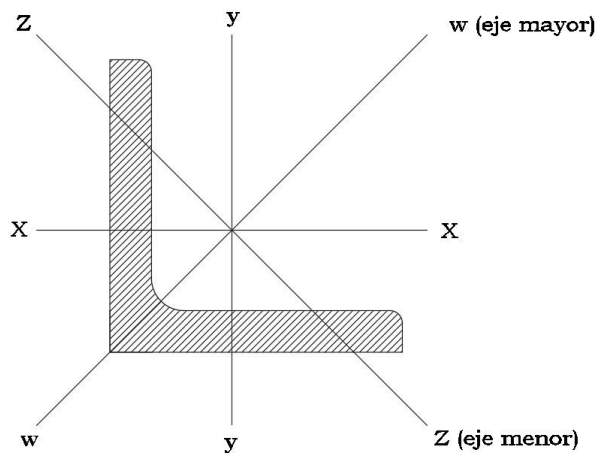
$$r_{xa} := 19.7 \text{ mm}$$

$$I_{xa} := 29.2 \text{ cm}^4$$

$$r_{ya} := r_{xa} \quad I_{ya} := I_{xa}$$

$$r_{wa} := 2.49 \text{ cm}$$

$$r_{za} := 1.24 \text{ cm}$$



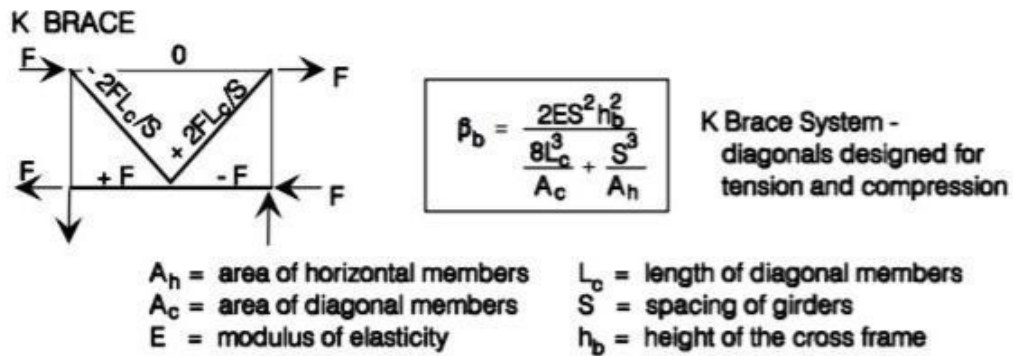
Ejes de perfil L. Fuente: Elaboración propia

if ( $r_{za} > r_{z\_min}$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

if ( $r_{ya} > r_{y\_min}$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

## 8.8 Rigidez torsional del sistema

### Rigidez del marco de arriostramiento



$$\beta_b := \frac{2 \cdot E_{br} \cdot S^2 \cdot h_b^2}{\frac{8 \cdot L_d^3}{A_a} + \frac{L_h^3}{A_a}} = 5951.381 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

### Rigidez del marco de arriostramiento

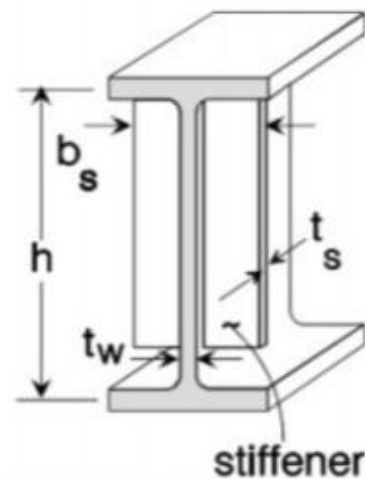
$$b_s := 395 \text{ mm}$$

$$h = 1375 \text{ mm}$$

$$t_w = 15 \text{ mm}$$

$$t_s := 10 \text{ mm}$$

$$n_g := 4$$



$$\beta_{sec} := 3.3 \cdot \frac{E_v}{h} \cdot \left( \frac{(1.5 \cdot h \cdot t_w^3)}{12} + \frac{t_s \cdot b_s^3}{12} \right) = 2541.531 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

### Rigidez aportada por número de vigas conectadas

$$\beta_g := \frac{24 \cdot (n_g - 1)^2}{n_g} \cdot \frac{S^2 \cdot E_v \cdot I_x}{L^3} = 8313.726 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Rigidez del sistema

$$\beta_T := \frac{1}{\frac{1}{\beta_b} + \frac{1}{\beta_{sec}} + \frac{1}{\beta_g}} = 1430.685 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\beta_T := \min(\beta_T, \beta_b, \beta_{sec}, \beta_g) = 1430.685 \text{ tonnef} \cdot m \quad \beta_{T_{req}} = 1367.561 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\beta_T < \beta_{T_{req}}$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

## 8.9 Resistencia del sistema de arriostramiento.

$$M_{br} = 10.36 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$F := \frac{M_{br}}{h_b} = 8.634 \text{ tonnef}$$

$$P_{ch} := F = 8.634 \text{ tonnef}$$

Fuerza descompuesta a compresión en el elemento horizontal.

$$P_{cd} := 2 \cdot L_d \cdot \frac{F}{S} = 11.582 \text{ tonnef}$$

Fuerza descompuesta a compresión en el elemento diagonal.

### Resistencia a compresion del elemento horizontal

$$\frac{K \cdot (0.5 \cdot L_h)}{r_{za}} = 70.842$$

$$4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_{br}}{F_{y_{br}}}} = 133.681$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E_{br}}{\left(\frac{K \cdot (0.5 \cdot L_h)}{r_{za}}\right)^2} = 393.223 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} := \text{if } \frac{K \cdot (0.5 \cdot L_h)}{r_{za}} < 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_{br}}{F_{y\_br}}} = 190.582 \text{ MPa}$$

$$\left\| \begin{array}{l} F_{y\_br} \cdot \left( 0.658 \frac{F_{y\_br}}{F_e} \right) \\ \text{else} \\ 0.877 \cdot F_e \end{array} \right\|$$

$$\phi P_{nch} := \phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_a = 13.013 \text{ tonnef} \quad P_{ch} = 8.634 \text{ tonnef} \quad P_{uh} := 11.7 \text{ tonnef}$$

if ( $P_{ch} < \phi P_{nch}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

if ( $P_{uh} < \phi P_{nch}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

### Resistencia a compresión del elemento diagonal

$$\frac{K \cdot (L_d)}{r_{ya}} = 63.839 \quad 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_{br}}{F_{y\_br}}} = 133.681$$

$$F_e := \frac{\pi^2 \cdot E_{br}}{\left( \frac{K \cdot (L_d)}{r_{ya}} \right)^2} = 484.215 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} := \text{if } \frac{K \cdot (L_d)}{r_{ya}} < 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E_{br}}{F_{y\_br}}} = 200.283 \text{ MPa}$$

$$\left\| \begin{array}{l} F_{y\_br} \cdot \left( 0.658 \frac{F_{y\_br}}{F_e} \right) \\ \text{else} \\ 0.877 \cdot F_e \end{array} \right\|$$

$$\phi P_{ncd} := \phi_c \cdot F_{cr} \cdot A_a = 13.675 \text{ tonnef} \quad P_{cd} = 11.582 \text{ tonnef} \quad P_{ud} := 11.09 \text{ tonnef}$$

if ( $P_{cd} < \phi P_{ncd}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

if ( $P_{ud} < \phi P_{ncd}$ , "Cumple", "No cumple") = "Cumple"

## 8.10 Soldadura del sistema de arriostramiento.

Fluencia a tensión de la sección total

$$P_{n1} := F_{y_{br}} \cdot A_a = 18.831 \text{ tonnef}$$

Fractura por tension de la seccion total

$$x_g := 1.85 \text{ cm}$$

$$U := 0.75$$

$$A_e := U \cdot A_a = 5.58 \text{ cm}^2$$

$$P_{n2} := F_{u_{br}} \cdot A_e = 22.754 \text{ tonnef}$$

Tamano de soldadura

$$t_{max} := 6 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

$$t := 6 \text{ mm}$$

$$E_{70XX} := 70 \text{ ksi}$$

$$R_n := 0.75 \cdot 0.6 \cdot E_{70XX} \cdot 0.707 \cdot t = 0.094 \frac{\text{tonnef}}{\text{mm}}$$

$$L_{soldadura} := \frac{\min(P_{n1}, P_{n2})}{R_n} = 20.044 \text{ cm}$$

$$L_{1soldadura} := \frac{x_g}{60 \text{ mm}} \cdot L_{soldadura} = 6.18 \text{ cm}$$

$$L_{2soldadura} := L_{soldadura} - L_{1soldadura} = 13.864 \text{ cm}$$

## Anexo 9: Apoyo de elastómero reforzado con Placas de acero

### Datos generales

$$Lt := 35 \text{ m}$$

$$RDL := 78.74 \text{ kip} = 35.716 \text{ tonnef}$$

$$RLL := 88.72 \text{ kip} = 40.243 \text{ tonnef}$$

$$W := 45 \text{ cm} = 17.7 \text{ in}$$

$$Temp := 50 \text{ }^\circ\text{F} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Lt**= Longitud del tramo

**RDLL**= Reacción carga muerta de servicio

**RLL**= Reacción carga viva de servicio.

**W**= Ancho de ala inferior.

**Temp**= temperatura promedio en la zona.

### 9.1 Movimiento debido a temperatura

$$MovimientoTemperatura := 1.5 \cdot 0.0000065 \cdot 50 \cdot Lt$$

$$MovimientoTemperatura = 1.706 \text{ cm}$$

### 9.2 Espesor mínimo requerido de la placa

$$Espesor := 2 \cdot MovimientoTemperatura$$

$$Espesor = 3.413 \text{ cm}$$

$$EspesorRequerido := 2 \text{ in} = 5.08 \text{ cm}$$

$$\text{Presión Máxima} = \frac{(RDL + RLL)}{W \cdot L} \leq 1000 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$L := \frac{(RDL + RLL)}{1 \frac{\text{kip}}{\text{in}^2} \cdot W} \quad L = 24.009 \text{ cm}$$

$$L := 35 \text{ cm} = 13.78 \text{ in}$$

$$W \times L = 45\text{cm} \times 35\text{cm}$$

### Factor de forma

$$S := \frac{(W \cdot L)}{0.5 \text{ in} \cdot 2 \cdot (W + L)} \quad S \geq 7.5$$

$$S = 7.751$$

### Espesor máximo de placa

$$EspMax := \frac{1}{3} \cdot L \quad \begin{array}{l} EspMax = 4.593 \text{ in} \\ EspMax = 11.667 \text{ cm} \end{array}$$

$$comprobar(EspMax) := \text{if } EspMax \geq EspesorRequerido \left| \begin{array}{l} \text{“Satisface”} \end{array} \right|$$

$$comprobar(EspMax) = \text{“Satisface”}$$

### 9.3 Esfuerzo a compresión

$$Esf := \frac{RDL}{W \cdot L} = 322.539 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

$$comprobar := \text{if} \left( Esf > 155 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}, \text{“Satisface”}, \text{“No satisface”} \right)$$

$$comprobar = \text{“Satisface”}$$

### 9.4 Deflexión vertical inicial

#### Esfuerzo de compresión total

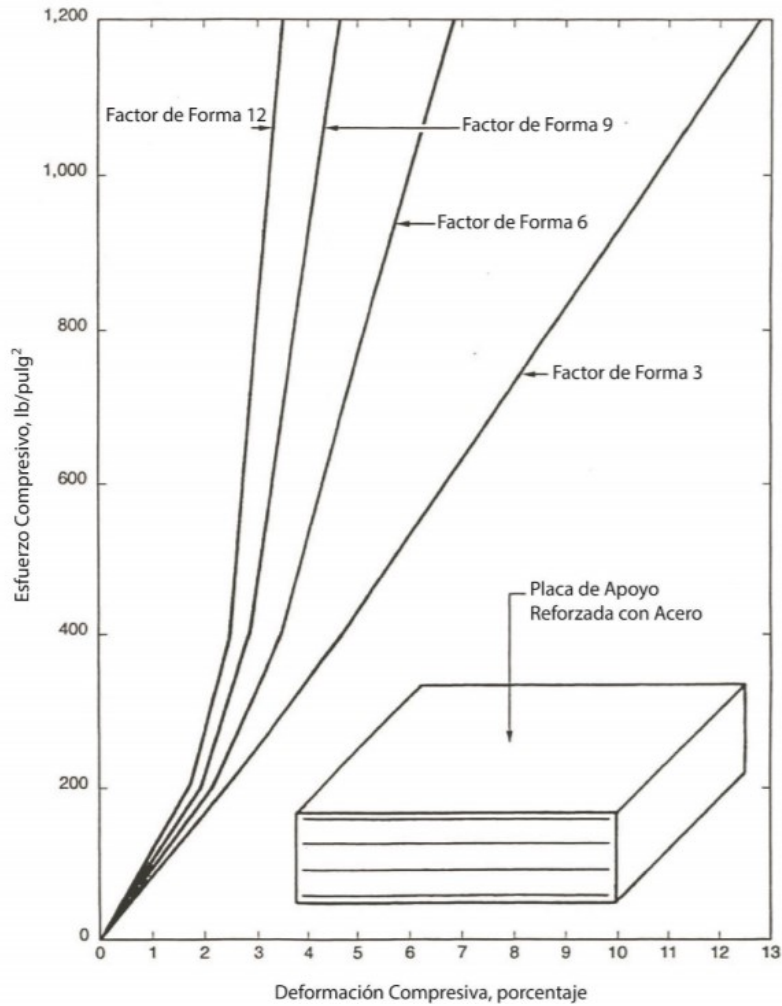
$$Esf := \frac{RDL + RLL}{W \cdot L} = 685.959 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

$$EspesorInicial := EspesorRequerido - (EspesorRequerido \cdot 0.035)$$

$$EspesorInicial = 4.902 \text{ cm}$$

El valor de 0.035 se lo determina extrapolando en la siguiente gráfica. Se requiere el factor de forma estimado anteriormente de 8 y el esfuerzo a compresión total.





### Espesor total después del desplazamiento

$$E_{sfin} := \text{EspesorInicial} - (\text{EspesorRequerido} \cdot 0.035) \cdot 0.25 = 1.913 \text{ in}$$

### 9.5 Máxima fuerza cortante

$$F_{smax} := \frac{RDL}{5} = 7.143 \text{ tonnef}$$

$$G := 131 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Area} := W \cdot L = 1575 \text{ cm}^2$$

$$\text{MovimientoTemperatura} = 1.706 \text{ cm}$$

$$\text{EspesorRequerido} = 5.08 \text{ cm}$$

$$F_s := \frac{(G \cdot Area \cdot Movimiento Temperatura)}{Espesor Requerido} = 6.93 \text{ tonnef}$$

Comprobar (Fs) := if  $F_s < F_{smax}$   
 || "Satisface"

Comprobar (Fs) = "Satisface"

Espesor de Diseño [pulg]	Numero de Capas de 1/2 " *	Número de Placas de Acero	Espesor Real	
			Mínimo	Máximo**
1.0	2	2	1.15	1.29
1.5	3	3	1.73	1.89
>> 2.0	4	4	2.30	2.48
2.5	5	5	2.88	3.08
3.0	6	6	3.45	3.67
3.5	7	7	4.03	4.27
4.0	8	8	4.60	4.86
4.5	9	9	95.18	5.46
5.0	10	10	5.75	6.05
5.5	11	11	6.33	6.65
6.0	12	12	6.90	7.24

### Especificaciones del proveedor

Prueba	Valor	Unidades	Método de ensayo
Espectroscopia IR	Neopreno	Espectro FT-IR	ASTM D3677-10
Dureza de indentación	65±5	Shore A	ASTM D 2240
Carga de rotura	>190	Kgs /cm <sup>2</sup>	ASTM D 412
Alargamiento a rotura	45 a 55 ≥425	%	ASTM D 412
	56 a 65 ≥350		
	66 a 75 ≥300		

Dureza= 65 ± 5

Table 14.7.6.2-1—Correlated Material Properties

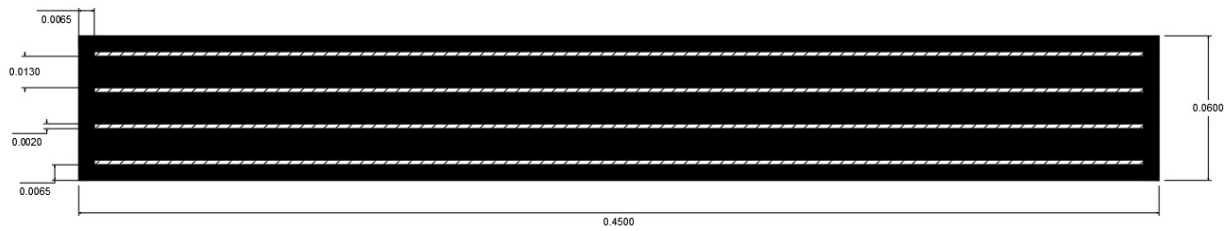
	Hardness (Shore A)		
	50	60	70 <sup>1</sup>
Shear Modulus @ 73°F (ksi)	0.095–0.130	0.130–0.200	0.200–0.300
Creep deflection @ 25 yr divided by initial deflection	0.25	0.35	0.45

$$G = 0.186 \text{ ksi}$$

$$E_{apoyo} := 6 \cdot (S)^2 \cdot G = 463.081 \frac{N}{mm^2}$$

$$Kh := \frac{G \cdot Area}{4 \cdot \left(\frac{1}{2} \text{ in}\right)} = 3982.986 \frac{N}{mm}$$

$$Kv := \frac{E_{apoyo} \cdot Area}{4 \cdot \left(\frac{1}{2} \text{ in}\right)} = 1435733.31 \frac{N}{mm}$$



$$\frac{Kv}{Kh} = 360.467$$

## Apéndice A10: Junta de dilatación

$$L := 35 \text{ m} = 114.829 \text{ ft}$$

Longitud del puente.

$$T_1 := 115$$

Temperatura máxima en puentes de acero F.

$$T_0 := -10$$

Temperatura mínima en puentes de acero F.

$$T_{range} := 1.2 \cdot (T_1 - T_0) = 150$$

Diferencia factorada de temepaturas F.

$$T_{min} := T_0 - \frac{T_{range} - (T_1 - T_0)}{2} = -22.5$$

Temperatura mínima .

$$T_{max} := T_1 + \frac{T_{range} - (T_1 - T_0)}{2} = 127.5$$

Temperatura máxima .

$$T_{midrange} := \frac{T_{max} + T_{min}}{2} = 52.5$$

Temperatura promedio .

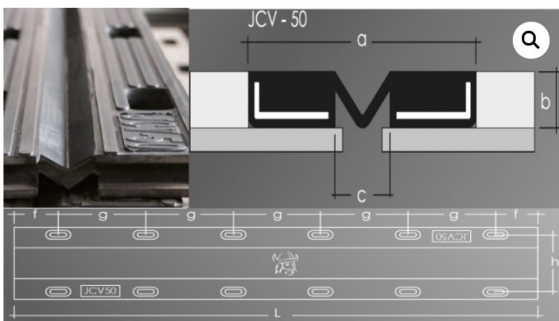
$$\Delta_{temp} := \frac{1}{2} \cdot 0.0000065 \cdot T_{range} \cdot \frac{L}{ft} \cdot 12 \text{ in} = 1.706 \text{ cm}$$

Expansion térmica.

$$\Delta_{shrink} := 0 \text{ in}$$

Retraccion (0 para puentes de acero)

Se debe usar un ancho de junta de al menos 2cm y teniendo maximo 3cm de desplazamiento longitudinal por cargas, escogiendo como junta adecuada a:



### Juntas de dilatación JCV -50

SOLICITAR PROFORMA

Modelo	Movimiento Admitido (Mm)	Cotas (Mm)						Peso (Kg)	
		a	b	c	f	g	h		L
JCV-50	50	207	35	40	146	292	143	1752	26.2

## Apéndice A11: Losa de aproximación

$$L_1 := 4000 \text{ mm}$$

Longitud de losa.

$$W_1 := 10000 \text{ mm}$$

Ancho de losa.

$$N_L := 2$$

Numero de carriles.

$$E_{la} := 2100 \text{ mm} + 0.12 \cdot \sqrt{L_1 \cdot W_1} = 2858.947 \text{ mm}$$

$$E_{la} := \min\left(E_{la}, \frac{W_1}{N_L}\right) = 285.895 \text{ cm}$$

Ancho equivalente.

$$t_s := 20 \text{ cm}$$

Las dimensiones para el modelo estructural serán las proporcionadas anteriormente.

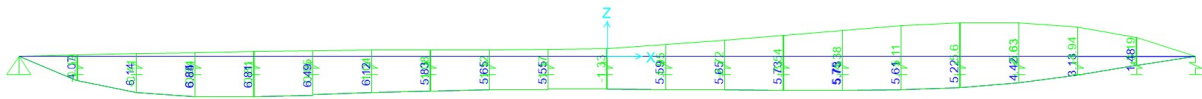
Se asume un modulo de balasto de 10kgf/cm<sup>3</sup> y se realiza el modelo con cada resorte.

$$10 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^3} \cdot E_{la} \cdot 20 \text{ cm} = 57178.933 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}}$$

Coficiente de rigidez de cada resorte para un ancho de influencia de 20 cm.

### 11.1 Acero mínimo

$$M_{u\_min} := 5.63 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



$$M_{u\_max} := 6.85 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot E_{la} \cdot t_s}{2 \cdot (E_{la} + t_s) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 1.691 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min} := \frac{A_{s\_min}}{E_{la}} = 0.592 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{phi} := 8 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 0.503 \text{ cm}^2$$

$$S := \frac{A_v}{A_{s\_min}} = 84.972 \text{ cm}$$

Usar varillas de 8mm @ 45 cm

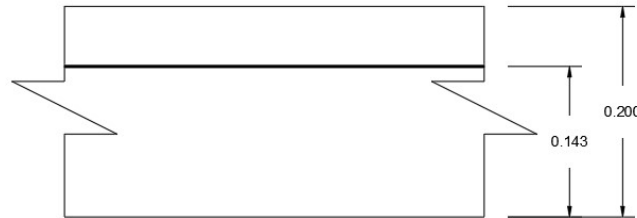
## 11.2 Diseño por flexión positiva

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

$$d := 14.3 \text{ cm}$$

$$b := E_{la} = 285.895 \text{ cm}$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



$$a := 0$$

$$1 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_max}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 12.673 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.043 \text{ cm}$$

$$2 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_max}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 13.152 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.082 \text{ cm}$$

$$3 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_max}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 13.171 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.084 \text{ cm}$$

$$4 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_max}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 13.172 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.084 \text{ cm}$$

valor constante

$$A_s := \left| \frac{M_{u\_max}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right|$$

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 13.172 \text{ cm}^2$$

$$A_{sp} := \frac{A_s}{E_{la}} = 4.607 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$a = 1.084 \text{ cm}$$

$$\phi := 14 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2$$

$$S := \frac{A_v}{A_{sp}} = 33.412 \text{ cm}$$

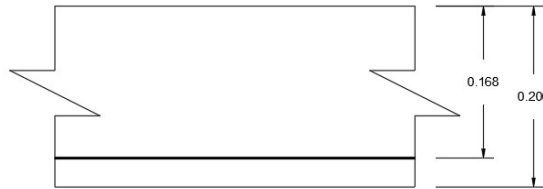
Usar varillas de 14mm @ 30 cm

### 11.3 Diseño por flexión negativa

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

$$d := 16.8 \text{ cm}$$

$$b := E_{la} = 285.895 \text{ cm}$$



$$a := 0$$

$$1 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_min}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 8.866 \text{ cm}^2 \quad a = 0.73 \text{ cm}$$

$$2 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_min}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 9.062 \text{ cm}^2 \quad a = 0.746 \text{ cm}$$

$$3 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_min}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 9.067 \text{ cm}^2 \quad a = 0.746 \text{ cm}$$

$$4 \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_min}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 9.067 \text{ cm}^2 \quad a = 0.746 \text{ cm}$$

$$\text{valor constante} \quad A_s := \left| \frac{M_{u\_min}}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \right| \quad a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = 9.067 \text{ cm}^2 \quad A_{sn} := \frac{A_s}{E_{la}} = 3.171 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad a = 0.746 \text{ cm}$$

$$phi := 14 \text{ mm} \quad A_v := \pi \cdot \frac{phi^2}{4} = 1.539 \text{ cm}^2 \quad S := \frac{A_v}{A_{sn}} = 48.539 \text{ cm}$$

Usar varillas de 14mm @ 45 cm

## 11.4 Acero de distribución

$$\text{Porcentaje} := \frac{1750 \text{ mm}^2}{L_1^2} = 27.67$$

$$\% = \frac{1750}{\sqrt{L_1}} \leq 50\%$$

$$\text{phi} := 10 \text{ mm}$$

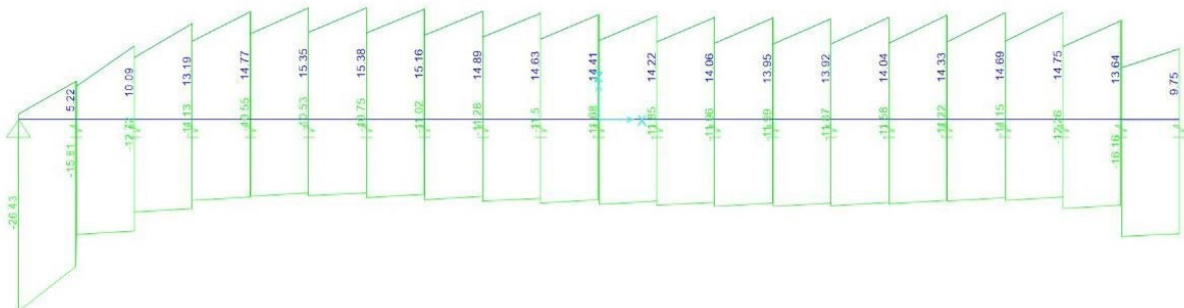
$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\text{Asd} := \text{Asp} \cdot 0.2767 = 1.275 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{Separacion} := \frac{A_v}{\text{Asd}} = 0.616 \text{ m}$$

1 Ø 10mm @ 45cm

## 11.5 Verificación de cortante



$$V_u := 26.43 \text{ tonf}$$

$$d := 14.3 \text{ cm}$$

$$\phi V_c := 0.9 \cdot 0.53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot \sqrt{f'c} \cdot E_{la} \cdot d = 31.151 \text{ tonf}$$

if ( $V_u > \phi V_c$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"



## Apéndice A12: Estribos

### 12.1 Predimensionamiento

$$L := 35 \text{ m} = 35000 \text{ mm}$$

Longitud puente mm.

$$H' := 0 \text{ mm}$$

Altura promedio (0 para 1 solo tramo).

$$N := 305 \text{ mm} + 2.5 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \cdot L + 10 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \cdot H' = 392.5 \text{ mm}$$

$$N := 40 \text{ cm}$$

Longitud de apoyo para zona D.

$$d_{\text{anclaje}} := 1.5 \text{ m}$$

$$h_{\text{estribo}} := 2.31 \text{ m}$$

$$h_{\text{parapeto}} := 1.81 \text{ m}$$

$$h_{\text{base}} := 0.5 \text{ m}$$

$$h_{\text{la}} := 0.25 \text{ m}$$

$$b_{\text{estribo}} := 2.9 \text{ m}$$

$$b_{\text{parapeto}} := 0.5 \text{ m}$$

$$b_{\text{apoyo}} := 1 \text{ m}$$

$$b_{\text{la}} := 0.25 \text{ m}$$

$$b_{\text{talon}} := 1.4 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{relleno}} := 1700 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_{\text{relleno}} := 35 \text{ deg}$$

$$c_{\text{relleno}} := 0.09 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} := 1711 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_{\text{suelo}} := 47.8 \text{ deg}$$

$$c_{\text{suelo}} := 0.175 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 17.162 \text{ kPa}$$

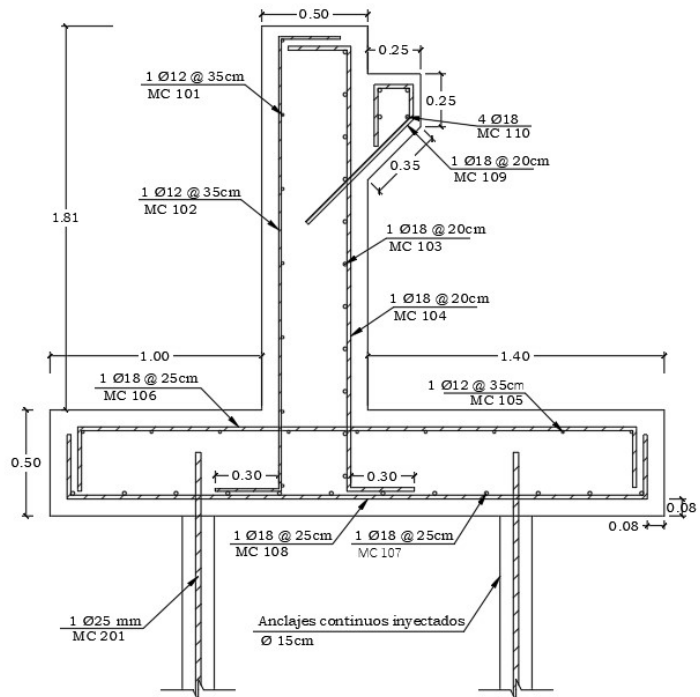
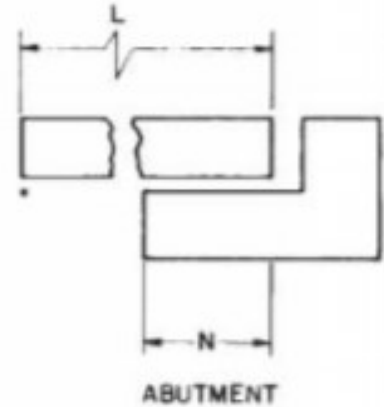
$$E_c = 255358.052 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_{\text{varilla}} := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

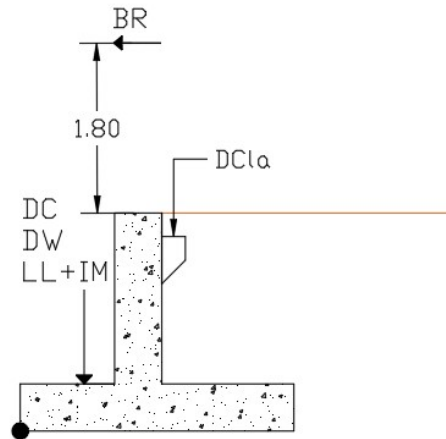
$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_c := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



## 12.2 Cargas aplicadas al estribo



Carga por peso permanente de superestructura.

$$DC := \frac{(4 \cdot 270.75 \text{ kN} + 4 \cdot 103.68 \text{ kN})}{W_1} = 15.272 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{DC} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{DC\_centro} := X_{DC} - \frac{b_{\text{estribo}}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga por peso de losa de aproximación.

$$DC_{la} := 5.92 \text{ kN} \cdot \frac{1}{E_{la}} = 0.211 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{DCla} := b_{\text{apoyo}} + b_{\text{parapeto}} + \frac{b_{la}}{2} = 1.625 \text{ m}$$

$$X_{DCla\_centro} := X_{DCla} - \frac{b_{\text{estribo}}}{2} = 0.175 \text{ m}$$

Carga por peso de la capa de rodadura.

$$DW := \frac{(4 \cdot 46.58 \text{ kN})}{W_1} = 1.9 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{DW} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{DW\_centro} := X_{DW} - \frac{b_{\text{estribo}}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga vertical transmitida por el vehículo y peatones.

$$LL_v := 1471.8 \frac{\text{kN}}{W_1} = 15.008 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{LLv} := b_{\text{apoyo}} - 0.325 \text{ m} = 0.675 \text{ m}$$

$$X_{LLv\_centro} := X_{LLv} - \frac{b_{estribo}}{2} = -0.775 \text{ m}$$

Carga horizontal transmitida por el vehículo.

$$BR := 0.25 (35.6 \text{ kN} + 142.3 \text{ kN} + 142.3 \text{ kN}) \frac{(2)}{W_1} = 1.633 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Y_{BR} := h_{estribo} + 1.8 \text{ m} = 4.11 \text{ m}$$

Carga variable uniformemente distribuida sobre la superficie del terraplén.

Altura del estribo (m)	$h_{eq}$ (m)
1.50	1.20
3.00	0.90
$\geq 6.00$	0.60

$$\gamma_{relleno} := 1800 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$K_o := 1 - \sin(\phi_{relleno}) = 0.426$$

$$h_{eq} := 1.018 \text{ m}$$

$$q_{LS} := \gamma_{relleno} \cdot h_{eq} = 1.832 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad LS_h := q_{LS} \cdot K_o \cdot 1 \text{ m} = 0.781 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$LS_h := q_{LS} \cdot h_{estribo} \cdot K_o = 1.805 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad Y_{LS_h} := 0.5 \cdot h_{estribo} = 1.155 \text{ m}$$

$$LS_v := q_{LS} \cdot b_{talon} = 2.565 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad X_{LS_v} := b_{apoyo} + b_{parapeto} + \frac{b_{talon}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

$$X_{LS_v\_centro} := X_{LS_v} - \frac{b_{estribo}}{2} = 0.75 \text{ m}$$

Consideraciones sísmicas

$$k_h := 0.35$$

$$k_v := 0$$

Presión activa total causada por relleno

$$\Psi := \text{atan}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right) = 19.29 \text{ deg}$$

$$\theta := 0 \text{ deg}$$

$$\delta_{relleno} := \frac{2}{3} \cdot \phi_{relleno} = 23.333 \text{ deg}$$

$$\beta := \text{atan}\left(\frac{1}{100}\right) = 0.573 \text{ deg}$$

$$K_{AD} := \frac{(\cos(\phi_{\text{relleno}} - \theta - \Psi))^2}{\cos(\Psi) \cdot (\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta_{\text{relleno}} + \theta + \Psi) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta_{\text{relleno}} + \phi_{\text{relleno}}) \cdot \sin(\phi_{\text{relleno}} - \beta - \Psi)}{\cos(\delta_{\text{relleno}} + \theta + \Psi) \cdot \cos(\beta - \theta)}}\right)^2}$$

$$K_{AD} = 0.556$$

$$P_{AD} := \frac{1}{2} \cdot K_{AD} \cdot \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_{\text{estribo}}^2 \cdot (1 - k_v) = 2.669 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Presión activa estática causada por el relleno

$$K_A := \frac{(\cos(\phi_{\text{relleno}} - \theta))^2}{(\cos(\theta))^2 \cdot \cos(\delta_{\text{relleno}} + \theta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta_{\text{relleno}} + \phi_{\text{relleno}}) \cdot \sin(\phi_{\text{relleno}} - \beta)}{\cos(\delta_{\text{relleno}} + \theta) \cdot \cos(\beta - \theta)}}\right)^2} = 0.424$$

$$P_{a\_Coulomb} := \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_{\text{estribo}}^2 = 2.036 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad Y_{Pa\_Coulomb} := \frac{h_{\text{estribo}}}{3} = 0.77 \text{ m}$$

Presión activa dinámica causada por el relleno

$$\Delta P_{AD} := P_{AD} - P_{a\_Coulomb} = 0.633 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad K_A \cdot \gamma_{\text{relleno}} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1.81 \text{ m} = 1.381 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$Y_{\Delta PAD} := 0.6 \cdot h_{\text{estribo}} = 1.386 \text{ m}$$

Peso causado por el relleno en el talón

$$W_{\text{relleno}} := b_{\text{talon}} \cdot (h_{\text{estribo}} - h_{\text{base}}) \cdot \gamma_{\text{relleno}} = 4.561 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$X_{\text{relleno}} := b_{\text{estribo}} - \frac{b_{\text{talon}}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

$$X_{\text{relleno\_centro}} := X_{\text{relleno}} - \frac{b_{\text{estribo}}}{2} = 0.75 \text{ m} \quad (h_{\text{estribo}} - h_{\text{base}}) \cdot (\gamma_{\text{relleno}}) = 3.258 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Peso propio del estribo

$$A1 := b_{apoyo} \cdot h_{base} = 0.5 \text{ m}^2$$

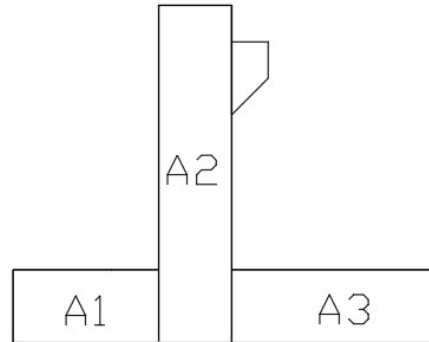
$$A2 := b_{parapeto} \cdot h_{estribo} = 1.155 \text{ m}^2$$

$$A3 := b_{talon} \cdot h_{base} = 0.7 \text{ m}^2$$

$$F1 := \gamma_c \cdot A1 = 1.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F2 := \gamma_c \cdot A2 = 2.772 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F3 := \gamma_c \cdot A3 = 1.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$



$$X_{F1} := \frac{b_{apoyo}}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$X_{F2} := b_{apoyo} + \frac{b_{parapeto}}{2} = 1.25 \text{ m}$$

$$X_{F3} := b_{estribo} - \frac{b_{talon}}{2} = 2.2 \text{ m}$$

$$X_{F1\_centro} := X_{F1} - \frac{b_{estribo}}{2} = -0.95 \text{ m}$$

$$X_{F2\_centro} := X_{F2} - \frac{b_{estribo}}{2} = -0.2 \text{ m}$$

$$X_{F3\_centro} := X_{F3} - \frac{b_{estribo}}{2} = 0.75 \text{ m}$$

## 12.3 Capacidad de soporte y excentricidad

### 12.3.1 Fuerzas verticales y momentos resistentes

Peso propio del estribo

$$W_{estribo} := (F1 + F2 + F3) \cdot 1 \text{ m} = 5.652 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_W_{estribo}} := F1 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F1} + F2 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F2} + F3 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F3} = 7.761 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{W_{estribo}} := F1 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F1\_centro} + F2 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F2\_centro} + F3 \cdot 1 \text{ m} \cdot X_{F3\_centro} = -0.434 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga viva camión, peatones e impacto

$$P_{LLv} := LL_v \cdot 1 \text{ m} = 15.008 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_P_{LLv}} := P_{LLv} \cdot X_{LLv} = 10.131 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{P_{LLv}} := P_{LLv} \cdot X_{LLv\_centro} = -11.631 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso propio de la superestructura

$$P_{DC} := DC \cdot 1 \text{ m} = 15.272 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_PDC} := P_{DC} \cdot X_{DC} = 10.309 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDC} := P_{DC} \cdot X_{DC\_centro} = -11.836 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso losa de aproximación

$$P_{DCl_a} := DC_{la} \cdot 1 \text{ m} = 0.211 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_PDCl_a} := P_{DCl_a} \cdot X_{DCl_a} = 0.343 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDCl_a} := P_{DCl_a} \cdot X_{DCl_a\_centro} = 0.037 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso de la capa de rodadura

$$P_{DW} := DW \cdot 1 \text{ m} = 1.9 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_PDW} := P_{DW} \cdot X_{DW} = 1.282 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{PDW} := P_{DW} \cdot X_{DW\_centro} = -1.472 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso del relleno contenido

$$P_{relleno} := W_{relleno} \cdot 1 \text{ m} = 4.561 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_relleno} := P_{relleno} \cdot X_{relleno} = 10.035 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{relleno} := P_{relleno} \cdot X_{relleno\_centro} = 3.421 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Peso de sobrecarga

$$P_{LSv} := LS_v \cdot 1 \text{ m} = 2.565 \text{ tonnef}$$

$$M_{r\_LSv} := P_{LSv} \cdot X_{LSv} = 5.644 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{LSv} := P_{LSv} \cdot X_{LSv\_centro} = 1.924 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sumatoria de fuerzas verticales

$$FV := W_{estribo} + P_{LLv} + P_{DC} + P_{DCla} + P_{DW} + P_{relleno} + P_{LSv} = 45.17 \text{ tonnef}$$

$$FV_{min} := W_{estribo} + P_{DC} + P_{DCla} + P_{DW} + P_{relleno} + P_{LSv} = 30.162 \text{ tonnef}$$

Sumatoria de momentos resistentes

$$Mr := M_{r\_Westribo} + M_{r\_PLLv} + M_{r\_PDC} + M_{r\_PDCl a} + M_{r\_PDW} + M_{r\_relleno} + M_{r\_LSv} = 45.504 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mr_{min} := M_{r\_Westribo} + M_{r\_PDC} + M_{r\_PDCl a} + M_{r\_PDW} + M_{r\_relleno} + M_{r\_LSv} = 35.374 \text{ tonnef} \cdot m$$

### **12.3.2 Fuerzas horizontales y momentos volcantes**

Fuerza activa estática del relleno

$$P_{a\_Coulomb} := P_{a\_Coulomb} \cdot 1 \text{ m} = 2.036 \text{ tonnef}$$

$$M_{v\_aCoulomb} := P_{a\_Coulomb} \cdot Y_{Pa\_Coulomb} = 1.568 \text{ tonnef} \cdot m$$

Fuerza activa dinámica del relleno

$$\Delta P_{AD} := \Delta P_{AD} \cdot 1 \text{ m} = 0.633 \text{ tonnef}$$

$$M_{v\_AD} := \Delta P_{AD} \cdot Y_{AD} = 0.877 \text{ tonnef} \cdot m$$

Empuje de sobrecarga

$$LS_h := LS_h \cdot 1 \text{ m} = 1.805 \text{ tonnef}$$

$$M_{v\_LS_h} := \Delta P_{AD} \cdot Y_{LS_h} = 0.731 \text{ tonnef} \cdot m$$

Empuje por fuerza de frenado

$$BR := BR \cdot 1 \text{ m} = 1.633 \text{ tonnef}$$

$$M_{v\_BR} := BR \cdot Y_{BR} = 6.71 \text{ tonnef} \cdot m$$

Sumatoria de fuerzas horizontales

$$FH := P_{a\_Coulomb} + \Delta P_{AD} + LS_h + BR = 6.106 \text{ tonnef}$$

$$Mv := M_{v\_aCoulomb} + M_{v\_\Delta PAD} + M_{v\_LS_h} + M_{v\_BR} = 9.885 \text{ tonnef} \cdot m$$

### **12.3.3 Comprobación estado límite de resistencia 1**

#### **Fuerzas estado límite de resistencia 1a**

$$FV_{RI\_a} := 0.9 \cdot W_{estribo} + 0 \cdot P_{LLv} + 0.9 \cdot P_{DC} + 0.9 \cdot P_{DCla} + 0.65 \cdot P_{DW} + 1 \cdot P_{relleno} + 0 \cdot P_{LSv}$$

$$FV_{RI\_a} = 24.818 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{RI\_a} := 0.9 \cdot M_{r\_W_{estribo}} + 0 \cdot M_{r\_PLLv} + 0.9 \cdot M_{r\_PDC} + 0.9 \cdot M_{r\_PDCla} + 0.65 \cdot M_{r\_PDW} + 1 \cdot M_{r\_relleno} + 0 \cdot M_{r\_LSv}$$

$$Mr_{RI\_a} = 27.44 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{RI\_a} := 1.5 \cdot P_{a\_Coulomb} + 0 \cdot \Delta P_{AD} + 1.75 \cdot LS_h + 1.75 \cdot BR = 9.069 \text{ tonnef}$$

$$Mv_{RI\_a} := 1.5 \cdot M_{v\_aCoulomb} + 0 \cdot M_{v\_ \Delta PAD} + 1.75 \cdot M_{v\_LS_h} + 1.75 \cdot M_{v\_BR} = 15.373 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

#### **Fuerzas estado límite de resistencia 1b**

$$FV_{RI\_b} := 1.25 \cdot W_{estribo} + 1.75 \cdot P_{LLv} + 1.25 \cdot P_{DC} + 1.25 \cdot P_{DCla} + 1.5 \cdot P_{DW} + 1.35 \cdot P_{relleno} + 1.75 \cdot P_{LSv}$$

$$FV_{RI\_b} = 66.181 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{RI\_b} := 1.25 \cdot M_{r\_W_{estribo}} + 1.75 \cdot M_{r\_PLLv} + 1.25 \cdot M_{r\_PDC} + 1.25 \cdot M_{r\_PDCla} + 1.5 \cdot M_{r\_PDW} + 1.35 \cdot M_{r\_relleno} + 1.75 \cdot M_{r\_LSv}$$

$$Mr_{RI\_b} = 66.092 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{RI\_b} := 1.5 \cdot P_{a\_Coulomb} + 0 \cdot \Delta P_{AD} + 1.75 \cdot LS_h + 1.75 \cdot BR = 9.069 \text{ tonnef}$$

$$Mv_{RI\_b} := 1.5 \cdot M_{v\_aCoulomb} + 0 \cdot M_{v\_ \Delta PAD} + 1.75 \cdot M_{v\_LS_h} + 1.75 \cdot M_{v\_BR} = 15.373 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

#### **Excentricidad estado límite de resistencia 1a**

$$e_{RI\_a} := \frac{b_{estribo}}{2} - \left( \frac{Mr_{RI\_a} - Mv_{RI\_a}}{FV_{RI\_a}} \right) = 0.964 \text{ m}$$

$$e_{max} := \frac{b_{estribo}}{3} = 0.967 \text{ m}$$

if ( $e_{RI\_a} > e_{max}$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”



### Deslizamiento de estado límite de Evento resistencia 1a

$$R_{t\_RIa} := FV_{RIa} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{suelo}\right) + b_{estribo} \cdot c_{suelo} \cdot 1 \quad m = 20.503 \text{ tonnef}$$

$$\varphi_t := 0.8 \quad \text{Factor de reducción de fuerza en contacto T10.5.5.2.2-1}$$

$$\varphi_t \cdot R_{t\_RIa} = 16.402 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza resistente en la base.}$$

$$\text{if}(FH_{RIa} > \varphi_t \cdot R_{t\_RIa}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

### Excentricidad estado límite de resistencia 1b

$$e_{RIb} := \frac{b_{estribo}}{2} - \left(\frac{Mr_{RIb} - Mv_{RIb}}{FV_{RIb}}\right) = 0.684 \text{ m} \quad FV_{RIb} = 649.012 \text{ kN}$$

$$e_{max} := \frac{b_{estribo}}{3} = 0.967 \text{ m} \quad Mr_{RIb} - Mv_{RIb} = 497.386 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{if}(e_{RIb} > e_{max}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

### Deslizamiento de estado límite de Evento resistencia 1b

$$R_{t\_RIb} := FV_{RIb} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{suelo}\right) + b_{estribo} \cdot c_{suelo} \cdot 1 \quad m = 46.216 \text{ tonnef}$$

$$\varphi_t := 0.8 \quad \text{Factor de reducción de fuerza en contacto T10.5.5.2.2-1}$$

$$\varphi_t \cdot R_{t\_RIb} = 36.972 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza resistente en la base.}$$

$$\text{if}(FH_{RIb} > \varphi_t \cdot R_{t\_RIb}, \text{"No cumple"}, \text{"Cumple"}) = \text{"Cumple"}$$

## 12.3.4 Comprobacion estado limite de Evento Extremo 1

### Fuerzas estado límite de Evento Extremo 1

$$FV_{EEI} := 1 \cdot W_{estribo} + 0.5 \cdot P_{LLv} + 1 \cdot P_{DC} + 1 \cdot P_{DCla} + 1 \cdot P_{DW} + 1 \cdot P_{relleno} + 0.5 \cdot P_{LSv}$$

$$FV_{EEI} = 36.384 \text{ tonnef}$$

$$Mr_{EEI} := 1 \cdot M_{r\_W\text{estribo}} + 0.5 \cdot M_{r\_PLLv} + 1 \cdot M_{r\_PDC} + 1 \cdot M_{r\_PDCla} + 1 \cdot M_{r\_PDW} + 1 \cdot M_{r\_relleno} + 0.5 \cdot M_{r\_LSv}$$

$$Mr_{EEI} = 37.617 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FH_{EEI} := 1 \cdot P_{a\_Coulomb} + 1 \cdot \Delta P_{AD} + 0.5 \cdot LS_h + 0.5 \cdot BR = 4.387 \text{ tonnef}$$

$$Mv_{EEI} := 1 \cdot M_{v\_aCoulomb} + 1 \cdot M_{v\_\Delta PAD} + 0.5 \cdot M_{v\_LS_h} + 0.5 \cdot M_{v\_BR} = 6.165 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Excentricidad estado límite de Evento Extremo 1

$$e_{EEI} := \frac{b_{\text{estribo}}}{2} - \left( \frac{Mr_{EEI} - Mv_{EEI}}{FV_{EEI}} \right) = 0.586 \text{ m}$$

$$e_{max} := \frac{2}{5} \cdot b_{\text{estribo}} = 1.16 \text{ m}$$

if ( $e_{EEI} > e_{max}$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

### Deslizamiento de estado límite de Evento Extremo 1

$$R_{t\_EEI} := FV_{EEI} \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{\text{suelo}}\right) + b_{\text{estribo}} \cdot c_{\text{suelo}} \cdot 1 \text{ m} = 27.692 \text{ tonnef}$$

$$\varphi_t := 1$$

Factor de reducción de fuerza en contacto Art 10.5.5.3.2

$$\varphi_t \cdot R_{t\_EEI} = 27.692 \text{ tonnef} \quad \text{Fuerza resistente en la base.}$$

$$FH_{EEI} = 4.387 \text{ tonnef}$$

if ( $FH_{EEI} > \varphi_t \cdot R_{t\_EEI}$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

### 12.3.5 Capacidad de carga estribo izquierdo (Limo baja plasticidad)

$$c_{ML} := 0.1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$NF := 1.5 \text{ m}$$

$$\phi_{ML} := 47.8 \text{ deg}$$

$$\gamma'_{\text{suelo}} := \gamma_{\text{suelo}} - 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot \left(1 - \frac{NF}{b_{\text{estribo}}}\right) = 1228.241 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Debido a que el estribo estará apoyado en el suelo se concluye que no hay esfuerzos efectivos.

$$N_q := \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{ML}}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{ML})} = 214.694$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi_{ML}) = 193.766$$

$$N_y := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi_{ML}) = 501.484$$

$$S_c := 1 + 0.2 \cdot \left( \frac{b_{estribo}}{10 \text{ m}} \right) \cdot \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{ML}}{2} \right) \right)^2 = 1.39$$

$$S_y := 1 + 0.1 \cdot \left( \frac{b_{estribo}}{10 \text{ m}} \right) \cdot \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{ML}}{2} \right) \right)^2 = 1.195$$

$$d_c := 1$$

$$d_y := 1$$

$$i_c := 1$$

$$i_y := 1$$

$$q_{u\_suelo} := c_{ML} \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{suelo} \cdot b_{estribo} \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y \cdot i_y = 133.632 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Presiones actuantes en la base estado límite de resistencia 1b

$$q_{RI\_b} := \frac{\frac{FV_{RI\_b}}{\text{m}}}{b_{estribo} - 2 \cdot e_{RI\_b}} = 4.318 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $q_{RI\_b} > 0.45 \cdot q_{u\_suelo}$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### 12.3.6 Capacidad de carga estribo derecho (Arena limosa)

$$c_{SM} := 0.1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad NF := 1.5 \text{ m} \quad \gamma_{SM} := 1711 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\phi_{SM} := 49 \text{ deg} \quad \gamma'_{SM} := \gamma_{SM} - 1000 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \cdot \left( 1 - \frac{NF}{b_{estribo}} \right) = 1228.241 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

Debido a que el estribo estara apoyado en el suelo se concluye que no hay esfuerzos efectivos.

$$N_q := \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{SM}}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{SM})} = 265.497$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi_{SM}) = 229.924$$

$$N_y := (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \cdot \phi_{SM}) = 674.918$$

$$S_c := 1 + 0.2 \cdot \left( \frac{b_{estribo}}{10 \text{ m}} \right) \cdot \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{SM}}{2} \right) \right)^2 = 1.415$$

$$S_y := 1 + 0.1 \cdot \left( \frac{b_{estribo}}{10 \text{ m}} \right) \cdot \left( \tan \left( 45 \text{ deg} + \frac{\phi_{SM}}{2} \right) \right)^2 = 1.207$$

$$d_c := 1$$

$$d_y := 1$$

$$i_c := 1$$

$$i_y := 1$$

$$q_{u\_suelo} := c_{SM} \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma'_{suelo} \cdot b_{estribo} \cdot N_y \cdot S_y \cdot d_y \cdot i_y = 177.667 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Presiones actuantes en la base estado límite de resistencia 1b

$$q_{RI\_b} := \frac{\frac{FV_{RI\_b}}{\text{m}}}{b_{estribo} - 2 \cdot e_{RI\_b}} = 4.318 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if ( $q_{RI\_b} > 0.45 \cdot q_{u\_suelo}$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### 12.3.7 Refuerzo de acero de temperatura

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := 35 \text{ cm}$$

$$A_{s\_temp} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

### **12.3.8 Diseño estructural de la cara posterior acero vertical parapeto**

#### **Cortantes y momentos de diseño**

$$M_{ls} := 1.29 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{pa} := 0.754 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{br} := 1.63 \text{ tonnef} \cdot (h_{estribo} + 1.8 \text{ m}) = 6.699 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_{ls} := 1.8 \text{ tonnef}$$

$$V_{pa} := 2.04 \text{ tonnef}$$

$$V_{br} := 1.63 \text{ tonnef}$$

$$M_u := 1.5 \cdot M_{pa} + 1.75 \cdot M_{br} + 1.75 \cdot M_{ls} = 15.112 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{serv} := M_{pa} + M_{br} + M_{ls} = 8.743 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_u := 1.5 \cdot V_{pa} + 1.75 \cdot V_{br} + 1.75 \cdot V_{ls} = 9.063 \text{ tonnef}$$

#### **Revisión de capacidad a flexión**

$$\phi := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$Sep := 20 \text{ cm}$$

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$A_{s\_parapeto} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 12.723 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{A_{s\_parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm}} = 2.245 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{phi}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot As\_parapeto \cdot fy \cdot \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 19.227 \text{ tonnef} \cdot m$$

**if** ( $\phi M_{n\_parapeto} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 Mu = 20.099 \text{ tonnef} \cdot m$$

**if** ( $\phi M_{n\_parapeto} \geq \min(M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

### Revisión de corte

$$d_v\_parapeto := \max \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2}, 0.9 \cdot d_{m\_parapeto}, 0.72 \cdot b_{parapeto} \right) = 39.977 \text{ cm}$$

$$\beta_{parapeto} := 2$$

$$V_{n\_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{parapeto} \cdot \left( \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} \cdot \text{ksi} \right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_v\_parapeto = 35.449 \text{ tonnef}$$

$$V_{n\_Max\_parapeto} := 0.25 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_v\_parapeto = 279.841 \text{ tonnef}$$

$$\phi V_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot \min(V_{n\_parapeto}, V_{n\_Max\_parapeto}) = 31.904 \text{ tonnef}$$

**if** ( $\phi V_{n\_parapeto} \geq Vu$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

1 Ø 18mm @ 20cm

### 12.3.9 Diseño estructural de la cara frontal acero vertical parapeto

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{\text{parapeto}}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{\text{parapeto}}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sep} := 35 \text{ cm}$$

$$A_{s\_temp} := A_v \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{Sep}}\right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12mm @ 35cm

### 12.3.10 Diseño estructural de la cara posterior acero horizontal parapeto

#### Momento de diseño

$$M_u := 6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

#### Revisión de capacidad a flexión

$$\text{phi} := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sep} := 40 \text{ cm}$$

$$\text{Rec} := 8 \text{ cm}$$

$$A_{s\_parapeto} := A_v \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{Sep}}\right) = 6.362 \text{ cm}^2$$

$$a_{\text{estribo}} := \frac{A_{s\_parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm}} = 1.123 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{\text{parapeto}} - \text{Rec} - \frac{\text{phi}}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot A_{s\_parapeto} \cdot f_y \cdot \left(d_{m\_parapeto} - \frac{a_{\text{estribo}}}{2}\right) = 9.748 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33 Mu = 7.98 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} \geq \min(M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

1 Ø 18mm @ 40cm

### 12.3.11 Diseño estructural de la cara frontal acero horizontal parapeto

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{phi^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := 35 \text{ cm}$$

$$As\_temp := A_v \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{Sep}\right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12mm @ 35cm

### 12.3.12 Diseño estructural de la cara posterior acero horizontal unión alero y parapeto

#### Momento de diseño

$$Mu := 13.2 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$



### Revisión de capacidad a flexión

$$\phi := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

$$Sep := 20 \text{ cm}$$

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 12.723 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{As_{parapeto} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm}} = 2.245 \text{ cm}$$

$$d_{m_{parapeto}} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_{parapeto}} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot fy \cdot \left( d_{m_{parapeto}} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 19.227 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n_{parapeto}} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_{parapeto}} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33 Mu = 17.556 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n_{parapeto}} \geq \min(M_{cr_{parapeto}}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

1 Ø 18mm @ 20cm

### 12.3.13 Diseño estructural de la cara superior del pie acero vertical (Apoyo de vigas)

#### Momento de diseño

$$M_u := 5 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$V_u := 26.32 \text{ tonnef}$$

#### Revisión de capacidad a flexión

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

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

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 4.524 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{As_{parapeto} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm}} = 0.798 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi}{2} = 41.4 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot fy \cdot \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 7.011 \text{ tonnef} \cdot m$$

**if ( $\phi M_{n\_parapeto} < M_u$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”**

#### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{c\_parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 Mu = 6.65 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\text{if} (\phi M_{n\_parapeto} \geq \min (M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu), \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

### Revisión de corte

$$d_{v\_parapeto} := \max \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2}, 0.9 \cdot d_{m\_parapeto}, 0.72 \cdot b_{parapeto} \right) = 41.001 \text{ cm}$$

$$\beta_{parapeto} := 2$$

$$V_{n\_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{parapeto} \cdot \left( \sqrt{\frac{f'_c}{ksi}} \cdot ksi \right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v\_parapeto} = 36.357 \text{ tonnef}$$

$$V_{n\_Max\_parapeto} := 0.25 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v\_parapeto} = 287.006 \text{ tonnef}$$

$$\phi V_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot \min (V_{n\_parapeto}, V_{n\_Max\_parapeto}) = 32.721 \text{ tonnef}$$

$$\text{if} (\phi V_{n\_parapeto} \geq Vu, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

1 Ø 12mm @ 25cm

### 12.3.14 Diseño estructural de la cara inferior del pie acero vertical (Apoyo de vigas)

#### Momento de diseño

$$Mu := 10 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### Revisión de capacidad a flexión

$$phi := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{phi^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

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

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$As\_parapeto := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 10.179 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{As_{parapeto} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm}} = 1.796 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi hi}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot fy \cdot \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 15.468 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 Mu = 13.3 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} \geq \min(M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

1 Ø 18mm @ 25cm

### 12.3.15 Diseño estructural de la cara superior del pie acero horizontal (Apoyo de vigas)

#### Momento de diseño

$$Mu := 5.5 \text{ tonnef} \cdot m$$

#### Revisión de capacidad a flexión

$$\phi hi := 12 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi hi^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

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

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$As_{\text{parapeto}} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{\text{Sep}} \right) = 4.524 \text{ cm}^2$$

$$a_{\text{estribo}} := \frac{As_{\text{parapeto}} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm}} = 0.798 \text{ cm}$$

$$d_{m_{\text{parapeto}}} := b_{\text{parapeto}} - Rec - \frac{\phi hi}{2} = 41.4 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n_{\text{parapeto}}} := 0.9 \cdot As_{\text{parapeto}} \cdot fy \cdot \left( d_{m_{\text{parapeto}}} - \frac{a_{\text{estribo}}}{2} \right) = 7.011 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n_{\text{parapeto}}} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6$$

$$\gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{\text{parapeto}} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{\text{parapeto}}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr_{\text{parapeto}}} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{\text{parapeto}} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 Mu = 7.315 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n_{\text{parapeto}}} \geq \min(M_{cr_{\text{parapeto}}}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “No cumple”

1 Ø 12mm @ 25cm

### 12.3.16 Diseño estructural de la cara inferior del pie acero horizontal (Apoyo de vigas)

#### Momento de diseño

$$Mu := 10 \text{ tonnef} \cdot m$$

### Revisión de capacidad a flexión

$$\phi := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

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

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$As_{parapeto} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 10.179 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{As_{parapeto} \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm}} = 1.796 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot As_{parapeto} \cdot fy \cdot \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 15.468 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} < Mu$ , “No cumple”, “Cumple”) = “Cumple”

### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6 \quad \gamma_3 := 0.75$$

$$fr := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Sc_{parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot fr \cdot Sc_{parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$1.33 Mu = 13.3 \text{ tonnef} \cdot m$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} \geq \min(M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu)$ , “Cumple”, “No cumple”) = “Cumple”

1 Ø 18mm @ 25cm

### 12.3.17 Diseño estructural de la cara superior del talón acero vertical

#### Momento de diseño

$$M_u := 9 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$V_u := 4 \text{ tonnef}$$

#### Revisión de capacidad a flexión

$$\phi_i := 18 \text{ mm}$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi_i^2}{4} = 2.545 \text{ cm}^2$$

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

$$Rec := 8 \text{ cm}$$

$$A_{s\_parapeto} := A_v \cdot \left( 100 \frac{\text{cm}}{Sep} \right) = 8.482 \text{ cm}^2$$

$$a_{estribo} := \frac{A_{s\_parapeto} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot 100 \text{ cm}} = 1.497 \text{ cm}$$

$$d_{m\_parapeto} := b_{parapeto} - Rec - \frac{\phi_i}{2} = 41.1 \text{ cm}$$

$$\phi M_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot A_{s\_parapeto} \cdot f_y \cdot \left( d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2} \right) = 12.938 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

if ( $\phi M_{n\_parapeto} < M_u$ , "No cumple", "Cumple") = "Cumple"

#### Revisión de acero mínimo

$$\gamma_1 := 1.6 \quad \gamma_3 := 0.75$$

$$f_r := 0.24 \text{ ksi} \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{\text{ksi}}} = 33.674 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_{c\_parapeto} := 100 \text{ cm} \cdot \frac{b_{parapeto}^2}{6} = 41666.667 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr\_parapeto} := \gamma_1 \cdot \gamma_3 \cdot f_r \cdot S_{c\_parapeto} = 16.837 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$1.33 Mu = 11.97 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$\text{if } (\phi M_{n\_parapeto} \geq \min(M_{cr\_parapeto}, 1.33 \cdot Mu), \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

### Revisión de corte

$$d_{v\_parapeto} := \max\left(d_{m\_parapeto} - \frac{a_{estribo}}{2}, 0.9 \cdot d_{m\_parapeto}, 0.72 \cdot b_{parapeto}\right) = 40.352 \text{ cm}$$

$$\beta_{parapeto} := 2$$

$$V_{n\_parapeto} := 0.0316 \cdot \beta_{parapeto} \cdot \left(\sqrt{\frac{f'c}{ksi}} \cdot ksi\right) \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v\_parapeto} = 35.781 \text{ tonnef}$$

$$V_{n\_Max\_parapeto} := 0.25 \cdot f'c \cdot 100 \text{ cm} \cdot d_{v\_parapeto} = 282.461 \text{ tonnef}$$

$$\phi V_{n\_parapeto} := 0.9 \cdot \min(V_{n\_parapeto}, V_{n\_Max\_parapeto}) = 32.203 \text{ tonnef}$$

$$\text{if } (\phi V_{n\_parapeto} \geq Vu, \text{“Cumple”}, \text{“No cumple”}) = \text{“Cumple”}$$

1 Ø 18mm @ 30cm

### 12.3.18 Diseño estructural de la cara inferior del talón acero vertical

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{kgf}{cm} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{parapeto}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{parapeto}) \cdot 4200 \frac{kgf}{cm^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{phi^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$Sep := 35 \text{ cm}$$

$$A_{s\_temp} := A_v \cdot \left(100 \frac{cm}{Sep}\right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12mm @ 35cm



### 12.3.19 Diseño estructural de la cara superior del talón acero horizontal

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{\text{parapeto}}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{\text{parapeto}}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sep} := 35 \text{ cm}$$

$$A_{s\_temp} := A_v \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{Sep}}\right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12mm @ 35cm

### 12.3.20 Diseño estructural de la cara inferior del talón acero horizontal

$$A_{s\_min} := \frac{760 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}} \cdot 100 \text{ cm} \cdot b_{\text{parapeto}}}{2 \cdot (100 \text{ cm} + b_{\text{parapeto}}) \cdot 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 3.016 \text{ cm}^2$$

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

$$A_v := \pi \cdot \frac{\text{phi}^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sep} := 35 \text{ cm}$$

$$A_{s\_temp} := A_v \cdot \left(100 \frac{\text{cm}}{\text{Sep}}\right) = 3.231 \text{ cm}^2$$

1 Ø 12mm @ 35cm

## Apéndice A13: Asentamientos

### 13.1 Estribo izquierdo (limo de baja plasticidad)

$$E_{s\_ML} := 60 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidad del suelo.}$$

$$\mu_{ML} := 0.4 \quad \text{Relación de Poisson del suelo.}$$

$$FV := W_{estribo} + 0.5 \cdot P_{LLv} + P_{DC} + P_{DCl a} + P_{DW} + P_{relleno} + 0.5 \cdot P_{LSv} = 36.384 \text{ tonnef}$$

$$Mr := M_{r\_Westribo} + 0.5 \cdot M_{r\_PLLv} + M_{r\_PDC} + M_{r\_PDCl a} + M_{r\_PDW} + M_{r\_relleno} + 0.5 \cdot M_{r\_LSv} = 37.617 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$Mv := M_{v\_aCoulomb} + 0.5 \cdot M_{v\_\Delta PAD} + 0.5 \cdot M_{v\_LSh} + 0.5 \cdot M_{v\_BR} = 5.726 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$e_{serv} := \frac{b_{estribo}}{2} - \left( \frac{Mr - Mv}{FV} \right) = 0.573 \text{ m}$$

$$q_{serv\_centro} := \frac{\frac{FV}{m}}{b_{estribo} - 2 \cdot e_{serv}} = 2.075 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{serv\_borde1} := \frac{\frac{FV}{m}}{b_{estribo} - 2 \cdot e_{serv}} = 2.075 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$q_{serv\_borde2} := 0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$I_{centro} := 180.512 \frac{\text{cm}}{m}$$

$$I_{borde} := 101.133 \frac{\text{cm}}{m}$$

$$S_{ML\_centro} := q_{serv\_centro} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{ML}^2)}{E_{s\_ML}} \cdot I_{centro} = 1.492 \text{ cm}$$

$$S_{ML\_borde1} := q_{serv\_borde1} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{ML}^2)}{E_{s\_ML}} \cdot I_{borde} = 0.836 \text{ cm}$$

$$S_{ML\_borde2} := q_{serv\_borde2} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{ML}^2)}{E_{s\_ML}} \cdot I_{borde} = 0 \text{ cm}$$

## **13.2 Estribo derecho (Arena limosa)**

$$E_{s\_SM} := 80 \text{ MPa}$$

Módulo de elasticidad del suelo.

$$\mu_{SM} := 0.45$$

Relación de Poisson del suelo.

$$S_{SM\_centro} := q_{serv\_centro} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{SM}^2)}{E_{s\_SM}} \cdot I_{centro} = 1.062 \text{ cm}$$

$$S_{SM\_borde1} := q_{serv\_borde1} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{SM}^2)}{E_{s\_SM}} \cdot I_{borde} = 0.595 \text{ cm}$$

$$S_{SM\_borde2} := q_{serv\_borde2} \cdot b_{estribo} \cdot \frac{(1 - \mu_{SM}^2)}{E_{s\_SM}} \cdot I_{borde} = 0 \text{ cm}$$

## Apéndice A14: Socavación general

### 14.1 Socavación general del estribo derecho (suelo granular Arena limosa)

Socavación general para arenas (Maza, 1968)

$$Q_d := 4.6 \frac{m^3}{s}$$

Caudal de diseño T=50 años.

$$n_{\text{manning}} := 0.035$$

Coefficiente de rugosidad de manning.

$$\gamma_d := 1711 \frac{kg}{m^3}$$

Peso específico seco.

$$H_o := 0.5 \text{ m}$$

Tirante inicial.

$$S_o := 0.0075$$

Pendiente de la zona a analizar

$$D_m := 9.5 \text{ mm} \cdot \frac{0.28}{100} + 6.4 \text{ mm} \cdot \frac{0.7}{100} + 4.75 \text{ mm} \cdot \frac{0.83}{100} + 2 \text{ mm} \cdot \frac{4.05}{100}$$

$$D_m := 1.18 \text{ mm} \cdot \frac{6.88}{100} + 0.425 \cdot \frac{38.25}{100} \cdot 0.15 \text{ mm} \cdot \frac{20.75}{100} + 0.075 \text{ mm} \cdot \frac{4.83}{100} + D_m = 0.282 \text{ mm}$$

$$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{manning}}} = 2.474$$

Coefficiente de distribución de gasto

$$\beta := 0.82$$

Coefficiente de periodo de retorno.

$$\psi := 1.06$$

Coefficiente de material en suspensión

$$x := -0.0089 \cdot \left( \log \left( \frac{D_m}{\text{mm}} \right) \right)^2 - 0.041 \cdot \log \left( \frac{D_m}{\text{mm}} \right) + 0.395 = 0.415$$

$$H_s := \left( \frac{\alpha \cdot \left( \frac{H_o}{\text{m}} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.68 \cdot \left( \frac{D_m}{\text{mm}} \right)^{0.28} \cdot \beta \cdot \psi} \right)^{\frac{1}{1+x}} \cdot m = 1.562 \text{ m}$$

Altura total con fondo erosionado

$$Y_s := H_s - H_o = 1.062 \text{ m}$$

### Socavación general para arenas (Blench, 1969)

$d_{50} := 0.425 \text{ mm}$       Tamaño de tamiz donde pasa el 50% de muestra

$q := \frac{Q_d}{15 \text{ m}} = 0.307 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$       Caudal por unidad de ancho

$H_s := 1.2 \cdot \left( \frac{\left( \frac{q}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}}} \right)^{\frac{2}{3}}}{\left( \frac{d_{50}}{\text{mm}} \right)^{\frac{1}{6}}} \right) \cdot 1 \text{ m} = 0.629 \text{ m}$       Altura total con fondo erosionado

$Y_s := H_s - H_o = 0.129 \text{ m}$       Espesor de terreno erosionado

## **14.2 Socavación general del estribo izquierdo (suelo cohesivo limo baja plasticidad)**

### Socavación general para suelos cohesivos (Maza, 1968)

$n_{\text{manning}} := 0.035$       Coeficiente de rugosidad de manning.

$\gamma_d := 1711 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$       Peso específico seco.

$H_o := 0.5 \text{ m}$       Tirante inicial.

$S_o := 0.0075$       Pendiente de la zona a analizar

$\alpha := \frac{S_o^{0.5}}{n_{\text{manning}}} = 2.474$       Coeficiente de distribución de gasto

$\beta := 0.82$       Coeficiente de periodo de retorno.

$\psi := 1.06$       Coeficiente de material en suspensión

$x := 0.1363 \cdot \left( \frac{\gamma_d}{\frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} \right)^2 - 0.58 \cdot \left( \frac{\gamma_d}{\frac{\text{ton}}{\text{m}^3}} \right) + 0.893 = 0.284$

$$H_s := \left( \alpha \cdot \frac{\left( \frac{H_o}{m} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.6 \cdot \left( \frac{\gamma_d}{\frac{ton}{m^3}} \right)^{1.18} \cdot \beta \cdot \psi} \right)^{\frac{1}{1+x}} \quad \cdot m = 0.763 \text{ m} \quad \text{Espesor de terreno erosionado}$$

$$Y_s := H_s - H_o = 0.263 \text{ m} \quad \text{Espesor de terreno erosionado}$$

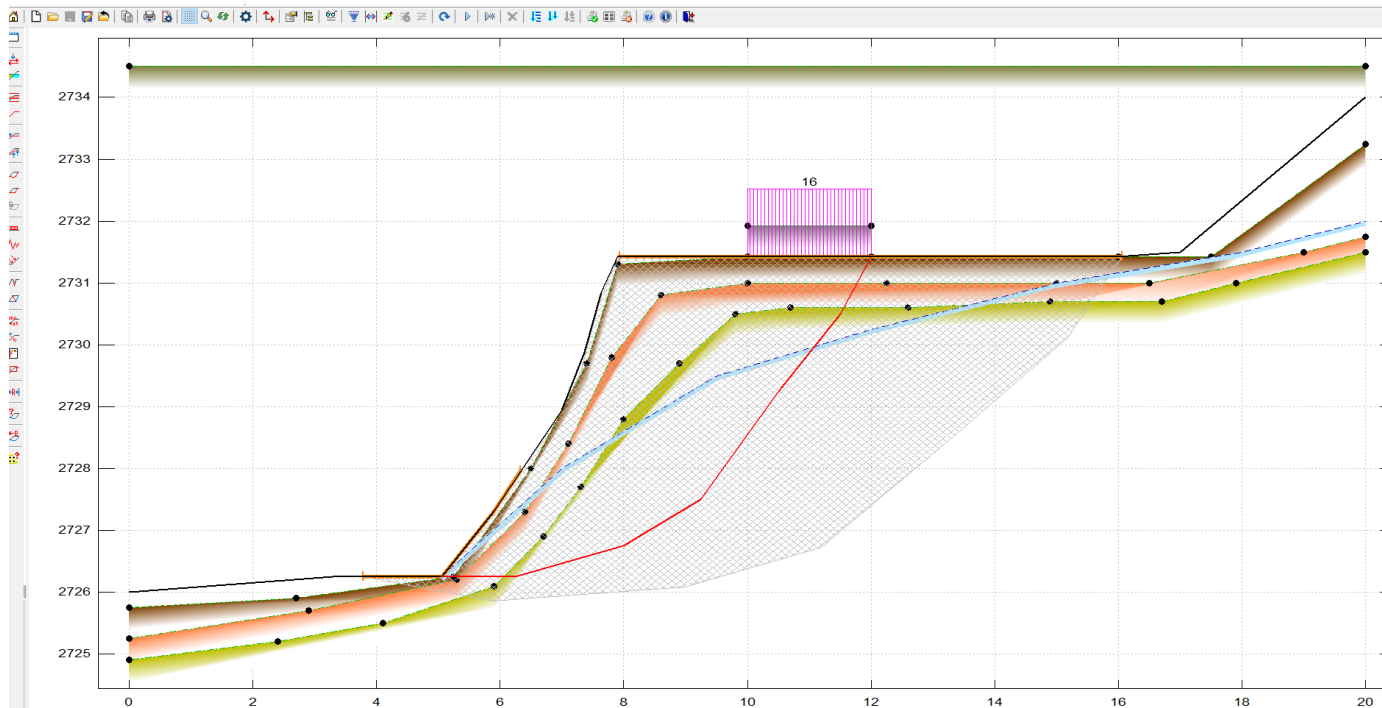
$$Y_{s\_promedio} := \frac{0.265 \text{ m} + 0.129 \text{ m}}{2} = 0.197 \text{ m}$$

## Apéndice A15: Estabilización de Talud

### Modelo con cargas gravitacionales

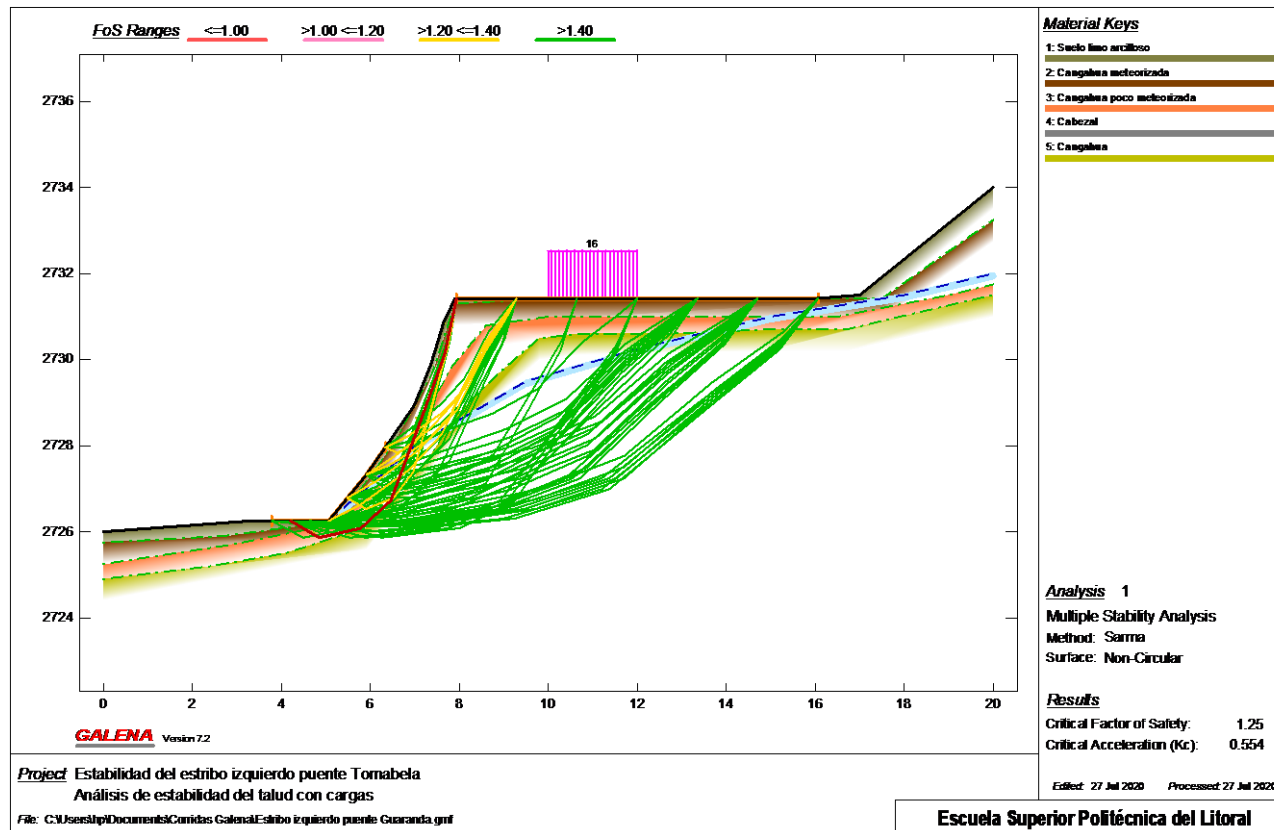
En la siguiente figura se presenta el modelo de la cimentación con el talud y sus respectivas cargas. Se tiene tres tipos de suelo que son: canchagua meteorizada (café), Canchagua poco meteorizada (naranja) y Canchagua (verde).

El modelo se lo realiza en el programa GALENA para determinar la estabilización que se genera en el suelo por la presencia de los anclajes y bulones.



## Análisis con cargas gravitacionales

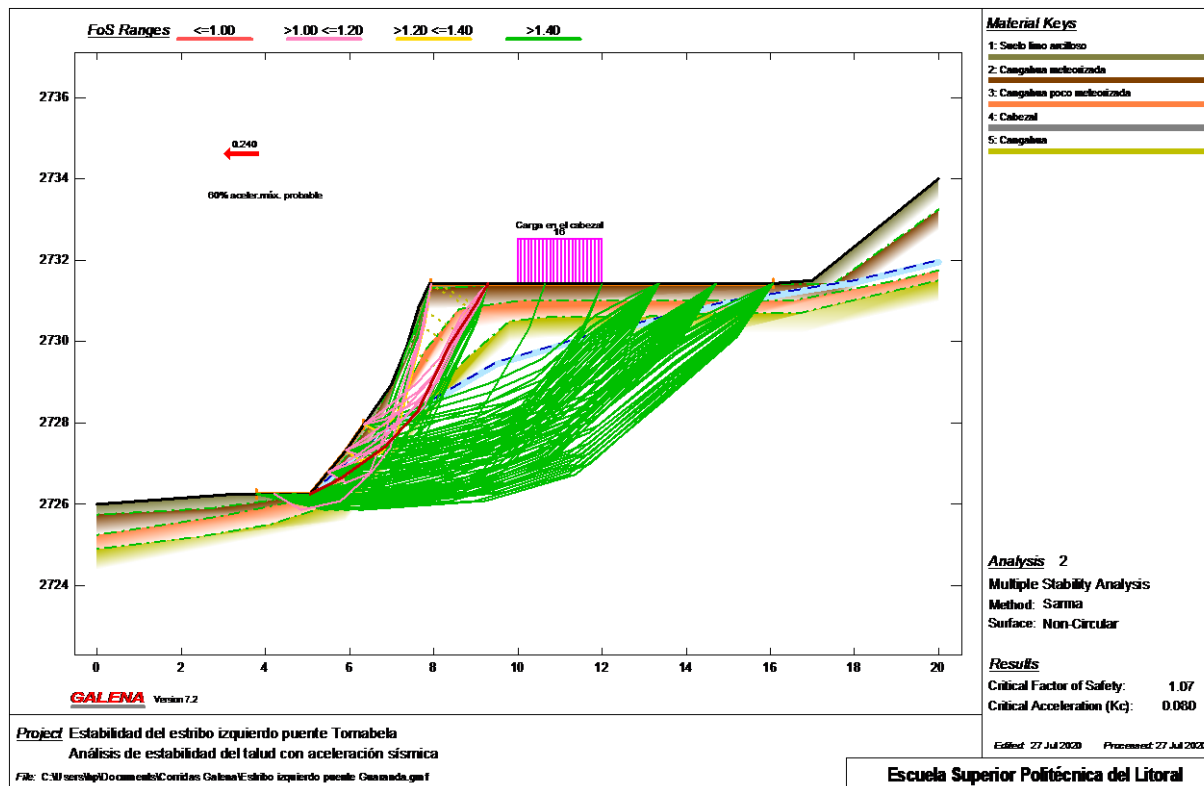
Se considera las cargas gravitacionales para determinar el factor de seguridad sin presencia de los anclajes, esto se lo hace con el fin de obtener una comparativa de resultados, nos da un factor de seguridad de 1.25 analizando únicamente las cargas de que genera la superestructura y la cimentación.





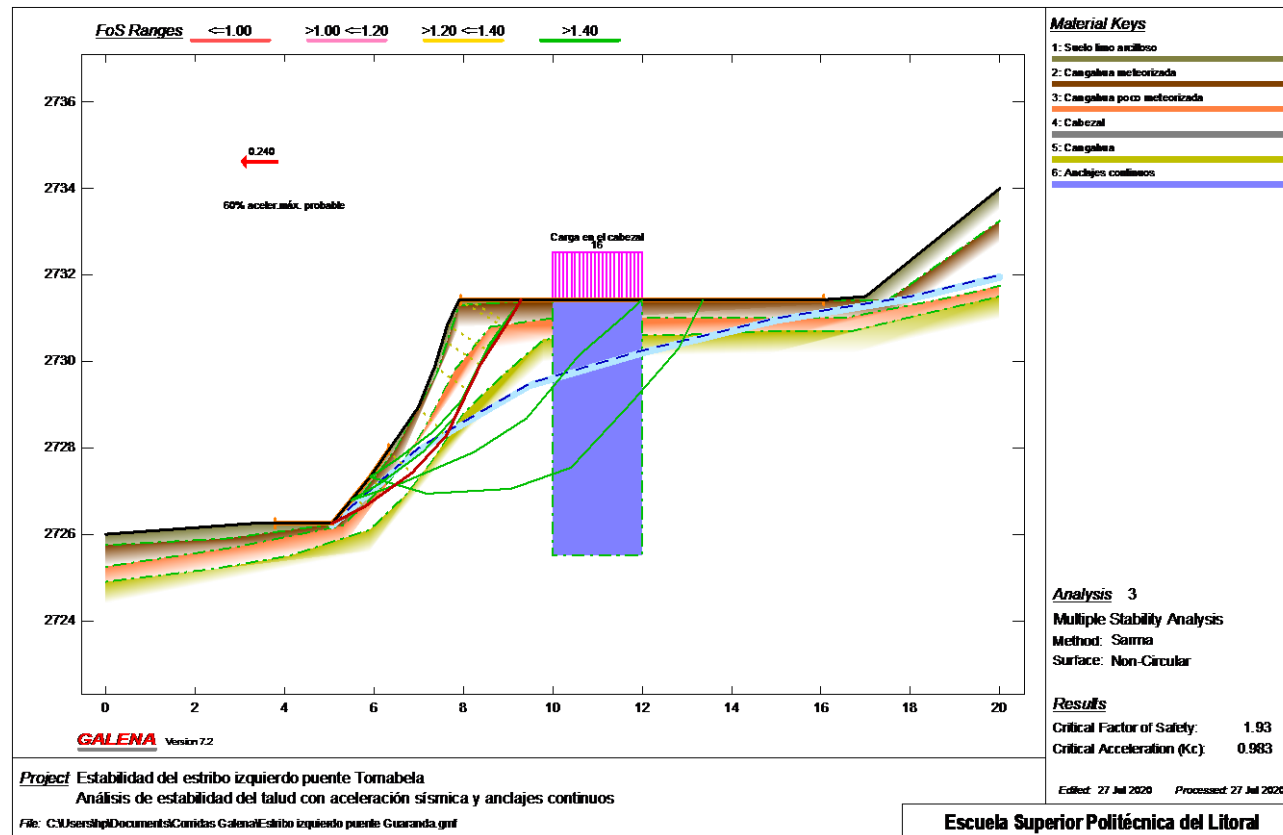
## Análisis con cargas gravitacionales y aceleración sísmica

El análisis se lo realiza con las cargas gravitacionales y el 60% de 0.4g que representa la aceleración sísmica. El factor de seguridad obtenido es de 1.07, reduciendo 0.18 en comparación con el anterior análisis, por la presencia de la aceleración dando como resultado que el talud no cumple con lo estipulado en la norma NEC 2015, es por esto que se debe realizar una estabilización por medio de anclajes inyectados continuos y bulones.



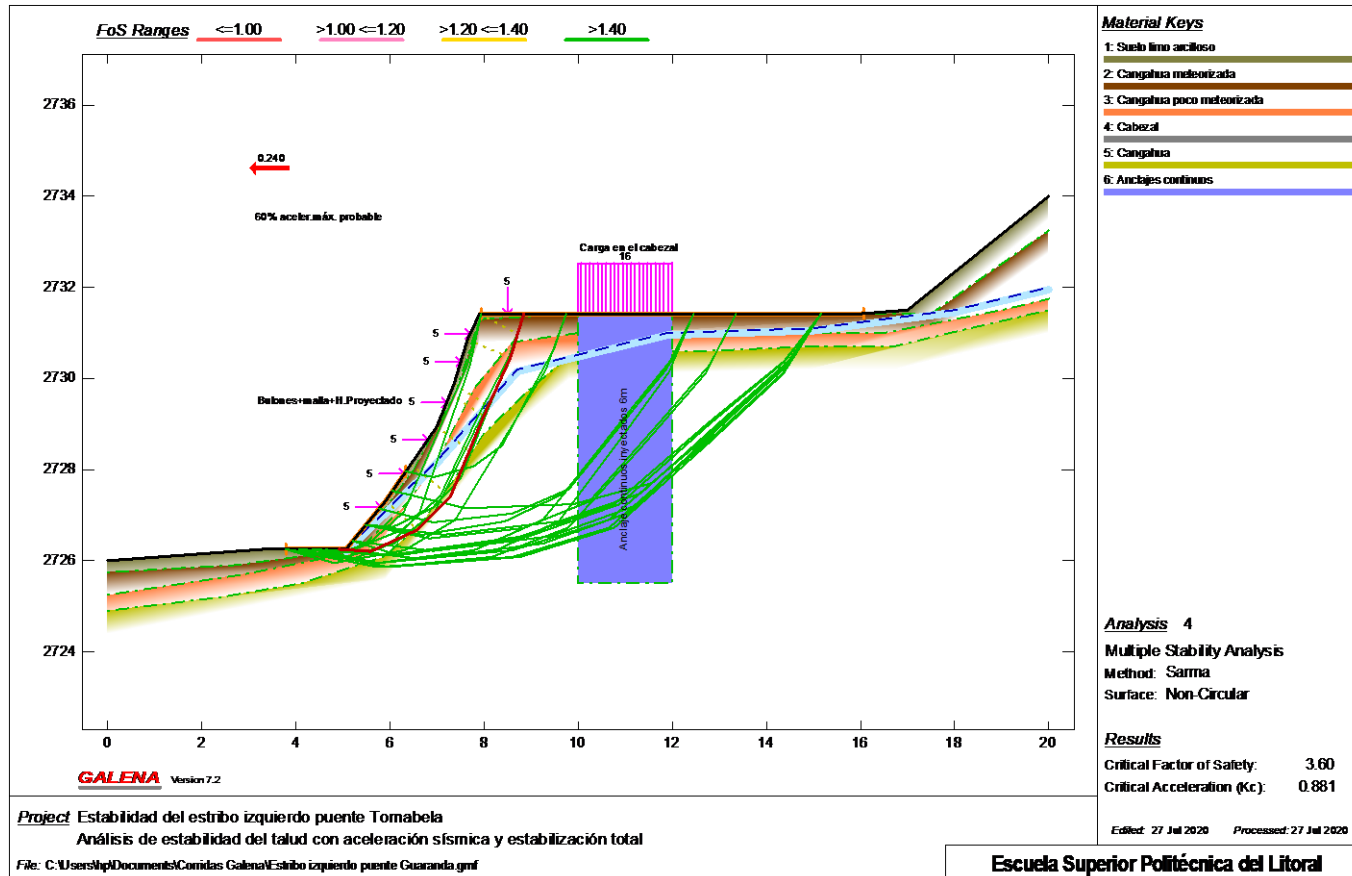
## Análisis con anclajes inyectados continuos

El siguiente análisis se lo realiza con los anclajes continuos inyectados que se encuentran debajo de la cimentación del puente, esta configuración de anclajes incrementa el factor de seguridad hasta 1.93, siendo un método eficiente para aumentar la capacidad portante del suelo y la cohesión.



## Análisis con anclajes continuos inyectados y bulones en talud

Se realiza el análisis del talud con los anclajes continuos inyectados y los bulones, este proceso aumenta el factor de seguridad a 3.60, logrando aumentar también la estabilidad en la superficie de falla que se encuentra a 1m de la superficie del terreno.



A continuación, se detalla los datos ingresados con los respectivos resultados de cada análisis.

### **DATA: Analysis 1 - Análisis de estabilidad del talud**

Material Properties (5 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo limo arcilloso

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
3.00	13.0	15.24	0.00

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua meteorizada

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
5.00	18.0	16.21	0.00

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua poco meteorizada

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
10.00	25.0	16.75	Auto

Material: 4 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cabezal

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
450.00	47.0	24.00	Auto

Material: 5 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua

Cohesion	Phi	UnitWeight	Ru
40.00	30.0	17.75	Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810      Unit weight of water/medium above ground: 9.810

Material Profiles (5 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Suelo limo arcilloso

0.00	2734.50	20.00	2734.50
------	---------	-------	---------

Profile: 2 (10 points) Material beneath: 2 - Cangahua meteorizada

0.00	2725.75	2.70	2725.90	5.25	2726.25	6.50	2728.00
7.40	2729.70						

7.90 2731.30 10.00 2731.42 16.00 2731.42 17.50 2731.42  
20.00 2733.25

Profile: 3 (13 points) Material beneath: 3 - Cangahua poco meteorizada

0.00 2725.25 2.90 2725.70 5.30 2726.20 6.40 2727.30  
7.10 2728.40

7.80 2729.80 8.60 2730.80 10.00 2731.00 12.25 2731.00  
15.00 2731.00

16.50 2731.00 19.00 2731.50 20.00 2731.75

Profile: 4 (4 points) Material beneath: 4 - Cabezal

10.00 2731.42 12.00 2731.42 12.00 2731.92 10.00 2731.92

Profile: 5 (15 points) Material beneath: 5 - Cangahua

0.00 2724.90 2.40 2725.20 4.10 2725.50 5.90 2726.10  
6.70 2726.90

7.30 2727.70 8.00 2728.80 8.90 2729.70 9.80 2730.50  
10.70 2730.60

12.60 2730.60 14.90 2730.70 16.70 2730.70 17.90 2731.00  
20.00 2731.50

Slope Surface (11 points)

0.00 2726.00 3.30 2726.25 5.06 2726.25 5.90 2727.31  
6.99 2728.94

7.36 2729.88 7.64 2730.85 7.90 2731.42 16.00 2731.42  
17.00 2731.50

20.00 2734.00

Phreatic Surface (7 points)

5.06 2726.25 7.00 2728.00 9.50 2729.50 12.00 2730.25  
15.00 2731.00

18.00 2731.50 20.00 2732.00

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (7 points)

5.06 2726.25 6.25 2726.25 8.00 2726.75 9.25 2727.50  
10.50 2729.25

11.50 2730.50 12.00 2731.42

#### Distributed Loads (1 load)

Load	X-Left	Pressure	X-Right	Pressure
1	10.00	16.0	12.00	16.0

#### Variable Restraints

Horizontal range around X-Left: 2.55 Trial positions within range: 7  
Horizontal range around X-Right: 8.13 Trial positions within range: 7  
Vertical range around Mid-Point: 1.55 Trial positions within range: 7

### **RESULTS: Analysis 1 - Análisis de estabilidad del talud**

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface  
Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Initial failure surface approximation - Factor of Safety: 3.229 Critical Acceleration (Kc): 1.579

#### Analysis Summary

There were: 61 successful analyses from a total of 343 trial failure surfaces (FoS/Kc filter applied)

92 analyses terminated due to unacceptable geometry

190 analyses rejected due to FoS/Kc being outside valid range

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.25 Critical Acceleration (Kc): 0.554  
Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices; examine slice data and consult the GALENA Help utility

#### Results Summary - Lowest 61 Factor of Safety surfaces

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	4.21	2726.25	7.93	2731.42	-0.77	1.247	0.554
2	5.48	2726.79	7.93	2731.42	-0.52	1.272	0.418
3	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.77	1.331	0.307

4	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.77	1.346	0.323
5	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.52	1.347	0.337
6	6.34	2727.96	7.93	2731.42	-0.26	1.354	0.705
7	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.77	1.362	0.333
8	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.52	1.38	0.367
9	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.26	1.402	0.409
10	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.77	1.407	0.373
11	5.91	2727.32	7.93	2731.42	-0.52	1.453	0.751
12	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.52	1.459	0.447
13	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.26	1.727	0.713
14	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.52	1.769	0.703
15	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0	1.817	0.886
16	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.26	1.978	0.903
17	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.52	2.284	0.823
18	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.26	2.341	0.895
19	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.77	2.405	0.821
20	3.78	2726.25	13.35	2731.42	-0.26	2.409	0.973
21	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.77	2.411	0.88
22	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.52	2.447	0.87
23	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.77	2.514	0.77
24	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.26	2.516	0.939
25	4.63	2726.25	9.29	2731.42	-0.26	2.54	0.605
26	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.52	2.54	0.824
27	5.48	2726.79	9.29	2731.42	-0.26	2.557	0.26
28	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.26	2.57	0.873
29	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0	2.617	0.95
30	4.21	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	2.637	0.934
31	3.78	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	2.637	0.928
32	4.63	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	2.643	0.997
33	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.52	2.683	0.951
34	4.63	2726.25	7.93	2731.42	-0.26	2.69	0.03
35	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.77	2.709	0.814
36	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.26	2.731	0.981
37	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.52	2.778	0.857
38	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.77	2.816	0.995
39	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.26	2.817	0.914
40	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0	2.862	0.997
41	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0.26	2.902	0.884
42	3.78	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	2.912	0.907
43	3.78	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	2.914	0.954
44	4.21	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	2.922	0.92
45	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0	2.922	0.922
46	4.63	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	2.926	0.967
47	4.21	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	2.927	0.964
48	5.06	2726.25	7.93	2731.42	-0.26	2.933	0.074

49	5.06	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	2.955	0.992
50	5.91	2727.32	14.71	2731.42	0.26	3.154	0.979
51	4.21	2726.25	12	2731.42	-0.77	3.17	0.727
52	5.06	2726.25	12	2731.42	-0.77	3.245	0.633
53	5.48	2726.79	7.93	2731.42	-0.26	3.256	0.243
54	4.63	2726.25	12	2731.42	-0.77	3.261	0.79
55	5.48	2726.79	12	2731.42	-0.52	3.494	0.424
56	5.91	2727.32	7.93	2731.42	-0.26	3.637	0.517
57	4.21	2726.25	7.93	2731.42	-0.52	3.646	0.497
58	5.48	2726.79	10.65	2731.42	-0.77	3.839	0.933
59	5.91	2727.32	10.65	2731.42	-0.52	3.936	0.765
60	3.78	2726.25	7.93	2731.42	-0.77	4.425	0.611
61	6.34	2727.96	12	2731.42	0.52	4.998	0.924

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (surface 1, 7 points)

4.21 2726.25      4.85 2725.86      5.79 2726.08      6.46 2726.73  
7.13 2728.58  
7.67 2730.11      7.93 2731.42

Non-Vertical Slice Geometry - Critical Failure Surface (surface 1, 11 slices)

Slice      ----- Left Hand Side -----      X-S      -----  
-- Base -----

	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle(°H)	Angle(°V)	Length	Area	Angle(°H)	Width	Length
1	4.21	2726.25	4.21	2726.25	0	0	0	0.05	-31.23	0.64	0.75
2	4.46	2726.25	4.85	2725.86	44.72	-45.28	0.55	0.2	12.97	0.5	0.51
3	5.06	2726.25	5.35	2725.98	43.51	-46.49	0.4	0.2	12.97	0.44	0.45
4	5.29	2726.54	5.79	2726.08	42.46	-47.54	0.68	0.71	43.92	0.67	0.93
5	5.9	2727.31	6.46	2726.73	46.3	-43.7	0.81	0.99	70.1	0.67	1.97
6	6.87	2728.76	7.13	2728.58	34.61	-55.39	0.32	0.06	70.71	0.08	0.23
7	6.99	2728.94	7.21	2728.79	33.98	-56.02	0.26	0.24	70.71	0.34	1.03
8	7.36	2729.88	7.55	2729.77	31.12	-58.88	0.22	0.08	70.71	0.12	0.36
9	7.46	2730.23	7.67	2730.11	30.07	-59.93	0.24	0.13	78.41	0.13	0.67
10	7.64	2730.85	7.8	2730.76	28.18	-61.82	0.18	0.07	78.4	0.13	0.65
11	7.9	2731.42	7.93	2731.4	26.18	-63.82	0.04	0	78.38	0	0.02
RHS	7.93	2731.42	7.93	2731.42	0	0	0				
				X-S Area:	2.73		Path Length:	7.57			

Non-Vertical Slice Properties - Critical Failure Surface (surface 1, 11 slices)

Slice Left-Hand-Side      --- Base ---      Total-Extrnl-Force      - Water-Force -  
Effect-Normal-Stress



	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi	Weight	Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0	0	7	20.2	0.76	0	0	0	0	0	-28.91
2	7.1	20.4	10	25	3.29	0	0	0	1.22	-40.08	11.75
3	8.33	22.5	10	25	3.24	0	0	0.94	3.02	-40.83	23.9
4	7.77	21.4	10	25	11.63	0	0	2.28	7.38	-8.5	2.11
5	7.55	21.3	9.17	23.8	16.07	0	0	2.13	4.8	-6.98	-1.25
6	4.82	17.5	5	18	1.02	0	0	0	0	-10.89	0.43
7	4.95	17.9	5	18	3.79	0	0	0	0	-13.12	0.88
8	4.13	15.8	5	18	1.28	0	0	0	0	-11.76	1.25
9	4.14	15.8	5	18	2.08	0	0	0	0	-9.23	0.14
10	3.72	14.8	4.64	17.1	1.06	0	0	0	0	-8	-0.52
11	3	13	3	13	0	0	0	0	0	-1.11	-5.3
RHS	0	0	0	0							
	X-S Weight:	44.23									

## DATA: Analysis 2 - Análisis de estabilidad del talud

Material Properties (5 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo limo arcilloso

Cohesion Phi UnitWeight Ru

3.00 14.0 15.24 0.00

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

5.00 20.0 16.21 0.00

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua poco meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

10.00 26.0 16.75 Auto

Material: 4 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cabezal

Cohesion Phi UnitWeight Ru

450.00 47.0 24.00 Auto

Material: 5 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua

Cohesion Phi UnitWeight Ru

40.00 30.0 17.75 Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810

Unit weight of water/medium above ground: 9.810

Material Profiles (5 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Suelo limo arcilloso

0.00 2734.50 20.00 2734.50

Profile: 2 (10 points) Material beneath: 2 - Cangahua meteorizada

0.00	2725.75	2.70	2725.90	5.25	2726.25	6.50	2728.00
7.40	2729.70						
7.90	2731.30	10.00	2731.42	16.00	2731.42	17.50	2731.42
20.00	2733.25						

Profile: 3 (13 points) Material beneath: 3 - Cangahua poco meteorizada

0.00	2725.25	2.90	2725.70	5.30	2726.20	6.40	2727.30
7.10	2728.40						
7.80	2729.80	8.60	2730.80	10.00	2731.00	12.25	2731.00
15.00	2731.00						
16.50	2731.00	19.00	2731.50	20.00	2731.75		

Profile: 4 (4 points) Material beneath: 4 - Cabezal

10.00	2731.42	12.00	2731.42	12.00	2731.92	10.00	2731.92
-------	---------	-------	---------	-------	---------	-------	---------

Profile: 5 (15 points) Material beneath: 5 - Cangahua

0.00	2724.90	2.40	2725.20	4.10	2725.50	5.90	2726.10
6.70	2726.90						
7.30	2727.70	8.00	2728.80	8.90	2729.70	9.80	2730.50
10.70	2730.60						
12.60	2730.60	14.90	2730.70	16.70	2730.70	17.90	2731.00
20.00	2731.50						

Slope Surface (11 points)

0.00	2726.00	3.30	2726.25	5.06	2726.25	5.90	2727.31
6.99	2728.94						
7.36	2729.88	7.64	2730.85	7.90	2731.42	16.00	2731.42
17.00	2731.50						
20.00	2734.00						

Phreatic Surface (7 points)

5.06	2726.25	7.00	2728.00	9.50	2729.50	12.00	2730.25
15.00	2731.00						
18.00	2731.50	20.00	2732.00				

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (7 points)

5.06	2726.25	6.25	2726.25	8.00	2726.75	9.25	2727.50
10.50	2729.25						
11.50	2730.50	12.00	2731.42				

Distributed Loads (1 load)

Load	X-Left	Pressure	X-Right	Pressure
1	10.00	16.0	12.00	16.0

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.240

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	2.55	Trial positions within range:	7
Horizontal range around X-Right:	8.13	Trial positions within range:	7
Vertical range around Mid-Point:	1.55	Trial positions within range:	7

## **RESULTS: Analysis 2 - Análisis de estabilidad del talud**

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Initial failure surface approximation - Factor of Safety: 2.493      Critical Acceleration (Kc): 1.353

Analysis Summary

There were: 101 successful analyses from a total of 343 trial failure surfaces (FoS/Kc filter applied)

92 analyses terminated due to unacceptable geometry

150 analyses rejected due to FoS/Kc being outside valid range

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.07      Critical Acceleration (Kc): 0.080

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices; examine slice data and consult the GALENA Help utility

Results Summary - Lowest 99 Factor of Safety surfaces

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.77	1.073	0.08
2	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.77	1.091	0.1
3	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.77	1.1	0.108
4	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.52	1.103	0.12
5	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.52	1.129	0.149
6	5.48	2726.79	7.93	2731.42	-0.52	1.131	0.227
7	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.77	1.136	0.146
8	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0.26	1.16	0.2
9	4.21	2726.25	7.93	2731.42	-0.77	1.168	0.421
10	5.91	2727.32	7.93	2731.42	-0.26	1.176	0.378
11	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.52	1.194	0.227
12	6.34	2727.96	7.93	2731.42	-0.26	1.275	0.539
13	5.91	2727.32	7.93	2731.42	-0.52	1.305	0.599
14	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.26	1.42	0.495
15	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.52	1.436	0.472
16	6.34	2727.96	9.29	2731.42	0	1.518	0.714
17	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.26	1.617	0.672
18	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.52	1.678	0.59
19	3.78	2726.25	9.29	2731.42	-0.26	1.689	0.795
20	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.26	1.725	0.672
21	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.77	1.735	0.573
22	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.77	1.744	0.53
23	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.52	1.769	0.587
24	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.52	1.77	0.629
25	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0.77	1.77	0.644
26	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.26	1.775	0.885
27	3.78	2726.25	13.35	2731.42	-0.26	1.78	0.745
28	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0.26	1.794	0.64
29	5.06	2726.25	13.35	2731.42	0	1.803	0.836
30	3.78	2726.25	13.35	2731.42	-0.52	1.81	0.829
31	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0.26	1.824	0.707
32	5.06	2726.25	14.71	2731.42	0	1.832	0.722
33	3.78	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	1.842	0.697
34	4.21	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	1.843	0.703
35	5.06	2726.25	7.93	2731.42	0.52	1.848	0.977
36	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.77	1.848	0.57
37	4.63	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	1.857	0.778
38	5.48	2726.79	13.35	2731.42	0	1.865	0.823
39	4.21	2726.25	14.71	2731.42	-0.52	1.889	0.844
40	3.78	2726.25	14.71	2731.42	-0.52	1.891	0.792
41	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.52	1.893	0.619

42	5.06	2726.25	14.71	2731.42	-0.26	1.896	0.878
43	4.63	2726.25	14.71	2731.42	-0.52	1.904	0.911
44	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.52	1.908	0.705
45	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0.26	1.918	0.649
46	3.78	2726.25	14.71	2731.42	-0.77	1.92	0.971
47	3.78	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	1.924	0.672
48	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0.26	1.925	0.682
49	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0	1.931	0.689
50	4.21	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	1.933	0.688
51	3.78	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	1.934	0.724
52	4.63	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	1.942	0.739
53	4.21	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	1.942	0.737
54	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.26	1.943	0.746
55	4.21	2726.25	13.35	2731.42	-0.26	1.945	0.902
56	5.06	2726.25	16.07	2731.43	-0.26	1.957	0.765
57	4.63	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	1.962	0.828
58	5.48	2726.79	14.71	2731.42	0	1.962	0.77
59	4.21	2726.25	13.35	2731.42	-0.52	1.966	0.999
60	5.06	2726.25	16.07	2731.43	-0.52	1.967	0.922
61	3.78	2726.25	16.07	2731.43	-0.77	1.969	0.822
62	4.21	2726.25	16.07	2731.43	-0.77	1.977	0.862
63	6.34	2727.96	13.35	2731.42	0.77	1.995	0.761
64	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0.77	2.009	0.76
65	5.48	2726.79	14.71	2731.42	-0.26	2.017	0.887
66	6.34	2727.96	9.29	2731.42	-0.26	2.043	0.014
67	5.91	2727.32	13.35	2731.42	0	2.058	0.873
68	3.78	2726.25	13.35	2731.42	-0.77	2.075	0.961
69	5.91	2727.32	13.35	2731.42	-0.26	2.076	0.99
70	5.91	2727.32	14.71	2731.42	0.26	2.097	0.745
71	6.34	2727.96	13.35	2731.42	0.52	2.104	0.812
72	5.91	2727.32	9.29	2731.42	-0.26	2.11	0.342
73	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0.52	2.114	0.803
74	4.63	2726.25	9.29	2731.42	-0.26	2.116	0.821
75	5.06	2726.25	16.07	2731.43	0.77	2.128	0.795
76	5.91	2727.32	14.71	2731.42	0.52	2.146	0.765
77	5.91	2727.32	14.71	2731.42	0	2.149	0.827
78	5.48	2726.79	9.29	2731.42	-0.26	2.157	0.594
79	6.34	2727.96	13.35	2731.42	0.26	2.171	0.867
80	5.91	2727.32	14.71	2731.42	-0.26	2.204	0.913
81	6.34	2727.96	13.35	2731.42	0	2.266	0.958
82	5.48	2726.79	16.07	2731.43	0.26	2.31	0.888
83	5.48	2726.79	16.07	2731.43	0.52	2.312	0.873
84	5.48	2726.79	16.07	2731.43	0	2.314	0.925
85	5.48	2726.79	16.07	2731.43	0.77	2.319	0.863
86	4.63	2726.25	7.93	2731.42	-0.26	2.355	0.141

87	6.34	2727.96	14.71	2731.42	0.26	2.477	0.911
88	4.63	2726.25	12	2731.42	-0.77	2.557	0.783
89	5.91	2727.32	16.07	2731.43	0.77	2.558	0.96
90	5.91	2727.32	16.07	2731.43	0.52	2.567	0.966
91	5.06	2726.25	12	2731.42	-0.77	2.568	0.575
92	5.91	2727.32	16.07	2731.43	0.26	2.577	0.982
93	5.48	2726.79	12	2731.42	-0.77	2.691	0.563
94	5.48	2726.79	12	2731.42	-0.52	2.703	0.813
95	5.91	2727.32	12	2731.42	-0.77	2.963	0.65
96	5.48	2726.79	10.65	2731.42	-0.52	2.983	0.772
97	5.48	2726.79	7.93	2731.42	-0.26	3.057	0.147
98	4.21	2726.25	7.93	2731.42	-0.52	3.211	0.438
99	6.34	2727.96	12	2731.42	-0.77	3.42	0.192

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (surface 1, 7 points)

5.06 2726.25      5.79 2726.64      6.85 2727.42      7.61 2728.27  
8.38 2729.92  
8.99 2730.89      9.29 2731.42

Non-Vertical Slice Geometry - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice ----- Left Hand Side ----- X-S -----  
-- Base -----

	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle(°H)	Angle(°V)	Length	Area	Angle(°H)	Width	Length
1	5.06	2726.25	5.06	2726.25	0	0	0	0.13	28.1	0.73	0.82
2	5.56	2726.88	5.79	2726.64	46.53	-43.47	0.33	0.22	36.3	0.45	0.56
3	5.9	2727.31	6.24	2726.97	44.96	-45.04	0.48	0.45	36.31	0.61	0.76
4	6.31	2727.92	6.85	2727.42	42.89	-47.11	0.74	0.97	48.26	0.76	1.14
5	6.99	2728.94	7.61	2728.27	46.83	-43.17	0.91	0.94	65.17	0.49	1.16
6	7.36	2729.88	8.1	2729.33	36.58	-53.42	0.92	0.61	65.17	0.27	0.65
7	7.54	2730.5	8.38	2729.92	34.77	-55.23	1.02	0.38	57.77	0.19	0.36
8	7.64	2730.85	8.57	2730.23	33.75	-56.25	1.12	0.74	57.76	0.35	0.66
9	7.9	2731.42	8.92	2730.78	31.9	-58.1	1.2	0.13	57.77	0.06	0.12
10	8.12	2731.42	8.99	2730.89	31.56	-58.44	1.02	0.31	60.19	0.3	0.61
RHS	9.29	2731.42	9.29	2731.42	0	0	0				

X-S Area: 4.88      Path Length: 6.86

Non-Vertical Slice Properties - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice Left-Hand-Side --- Base ---      Total-Extrnl-Force      - Water-Force -  
Effect-Normal-Stress

	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi	Weight	Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0	0	5	18.6	2.05	0	-0.49	0	0.31	0	6.84
2	4.81	18.5	10	26	3.6	0	-0.86	0.08	1.69	15.44	8.15
3	5.87	20.4	10	26	7.3	0	-1.75	0.31	2.94	20.89	10.23
4	6.88	21.7	10	26	15.84	0	-3.8	0.73	3.23	21.27	4.86
5	8	23.6	10	26	15.5	0	-3.72	0.04	0.07	15.79	4.65
6	7.43	22.5	10	26	9.93	0	-2.38	0	0	14.81	2.49
7	6.62	21.6	10	26	6.16	0	-1.48	0	0	10.77	5.23
8	6.28	21.2	10	26	12.06	0	-2.89	0	0	8.41	2.36
9	5.04	19.4	8.33	24	2.11	0	-0.51	0	0	3.99	-8.98
10	4.63	18.9	4.86	19.6	4.97	0	-1.19	0	0	3.2	-6.34
RHS	0	0	0	0							

X-S Weight: 79.52

### DATA: Analysis 3 - Análisis de estabilidad del talud

Material Properties (6 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo limo arcilloso

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
5.00 15.0 15.24 0.00

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
10.00 22.0 16.21 0.00

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua poco meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
20.00 28.0 16.75 Auto

Material: 4 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cabezal

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
450.00 47.0 24.00 Auto

Material: 5 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
60.00 31.0 17.75 Auto

Material: 6 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Anclajes continuos

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
500.00 46.0 23.00 Auto

Water Properties

Unit weight of water: 9.810

Unit weight of water/medium above ground: 9.810

Material Profiles (6 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Suelo limo arcilloso

0.00 2734.50 20.00 2734.50

Profile: 2 (10 points) Material beneath: 2 - Cangahua meteorizada

0.00 2725.75 2.70 2725.90 5.25 2726.25 6.50 2728.00  
7.40 2729.70  
7.90 2731.30 10.00 2731.42 16.00 2731.42 17.50 2731.42  
20.00 2733.25

Profile: 3 (13 points) Material beneath: 3 - Cangahua poco meteorizada

0.00 2725.25 2.90 2725.70 5.30 2726.20 6.40 2727.30  
7.10 2728.40  
7.80 2729.80 8.60 2730.80 10.00 2731.00 12.25 2731.00  
15.00 2731.00  
16.50 2731.00 19.00 2731.50 20.00 2731.75

Profile: 4 (4 points) Material beneath: 4 - Cabezal

10.00 2731.42 12.00 2731.42 12.00 2731.92 10.00 2731.92

Profile: 5 (15 points) Material beneath: 5 - Cangahua

0.00 2724.90 2.40 2725.20 4.10 2725.50 5.90 2726.10  
6.70 2726.90  
7.30 2727.70 8.00 2728.80 8.90 2729.70 9.80 2730.50  
10.70 2730.60  
12.60 2730.60 14.90 2730.70 16.70 2730.70 17.90 2731.00  
20.00 2731.50

Profile: 6 (5 points) Material within: 6 - Anclajes continuos

10.00 2731.40 10.00 2725.50 12.00 2725.50 12.00 2731.40  
10.00 2731.40

Slope Surface (11 points)

0.00 2726.00 3.30 2726.25 5.06 2726.25 5.90 2727.31  
6.99 2728.94  
7.36 2729.88 7.64 2730.85 7.90 2731.42 16.00 2731.42  
17.00 2731.50



20.00 2734.00

#### Phreatic Surface (7 points)

5.06	2726.25	7.00	2728.00	9.50	2729.50	12.00	2730.25
15.00	2731.00						
18.00	2731.50	20.00	2732.00				

#### Failure Surface

##### Initial non-circular surface for critical search (7 points)

5.06	2726.25	6.25	2726.25	8.00	2726.75	9.25	2727.50
10.50	2729.25						
11.50	2730.50	12.00	2731.42				

#### Distributed Loads (1 load)

Load	X-Left	Pressure	X-Right	Pressure
1	10.00	16.0	12.00	16.0

#### Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.240

#### Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	2.55	Trial positions within range:	7
Horizontal range around X-Right:	8.13	Trial positions within range:	7
Vertical range around Mid-Point:	1.55	Trial positions within range:	7

### **RESULTS: Analysis 3 - Análisis de estabilidad del talud**

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface

Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques

Initial failure surface approximation - Factor of Safety: 4.941      Critical Acceleration (Kc): 3.233

#### Analysis Summary

There were: 5 successful analyses from a total of 343 trial failure surfaces (FoS/Kc filter applied)

92 analyses terminated due to unacceptable geometry

246 analyses rejected due to FoS/Kc being outside valid range

Critical (minimum) Factor of Safety: 1.93

Critical Acceleration (Kc): 0.983

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices; examine slice data and consult the GALENA Help utility

Results Summary - Lowest 5 Factor of Safety surfaces

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	5.06	2726.25	9.29	2731.42	0.77	1.928	0.983
2	5.48	2726.79	9.29	2731.42	0.77	1.936	0.992
3	5.91	2727.32	9.29	2731.42	0.77	1.958	0.994
4	5.48	2726.79	12	2731.42	0.77	5.315	0.946
5	5.91	2727.32	13.35	2731.42	-0.77	5.847	0.783

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (surface 1, 7 points)

5.06 2726.25      5.79 2726.64      6.85 2727.42      7.61 2728.27  
8.38 2729.92  
8.99 2730.89      9.29 2731.42

Non-Vertical Slice Geometry - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice      ----- Left Hand Side -----      X-S      -----  
-- Base -----

	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle(°H)	Angle(°V)	Length	Area	Angle(°H)	Width	Length
1	5.06	2726.25	5.06	2726.25	0	0	0	0.13	28.1	0.73	0.82
2	5.56	2726.88	5.79	2726.64	46.53	-43.47	0.33	0.22	36.3	0.45	0.56
3	5.9	2727.31	6.24	2726.97	44.96	-45.04	0.48	0.45	36.31	0.61	0.76
4	6.31	2727.92	6.85	2727.42	42.89	-47.11	0.74	0.97	48.26	0.76	1.14
5	6.99	2728.94	7.61	2728.27	46.83	-43.17	0.91	0.94	65.17	0.49	1.16
6	7.36	2729.88	8.1	2729.33	36.58	-53.42	0.92	0.61	65.17	0.27	0.65
7	7.54	2730.5	8.38	2729.92	34.77	-55.23	1.02	0.38	57.77	0.19	0.36
8	7.64	2730.85	8.57	2730.23	33.75	-56.25	1.12	0.74	57.76	0.35	0.66
9	7.9	2731.42	8.92	2730.78	31.9	-58.1	1.2	0.13	57.77	0.06	0.12
10	8.12	2731.42	8.99	2730.89	31.56	-58.44	1.02	0.31	60.19	0.3	0.61
RHS	9.29	2731.42	9.29	2731.42	0	0	0				

X-S Area: 4.88 Path Length:

6.86

Non-Vertical Slice Properties - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice Left-Hand-Side --- Base --- Total-Extrnl-Force - Water-Force -  
Effect-Normal-Stress

	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi	Weight	Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0	0	9.62	20.2	2.05	0	-0.49	0	0.31	0	5.8
2	9.26	20.1	20	28	3.6	0	-0.86	0.08	1.69	13.08	6.69
3	11.56	22.2	20	28	7.3	0	-1.75	0.31	2.94	18.03	8.61
4	13.6	23.6	20	28	15.84	0	-3.8	0.73	3.23	17.8	5.29
5	15.99	25.6	20	28	15.5	0	-3.72	0.04	0.07	13.5	4.38
6	14.75	24.4	20	28	9.93	0	-2.38	0	0	12.46	3.15
7	13.13	23.4	20	28	6.16	0	-1.48	0	0	9.01	5.97
8	12.46	23.1	20	28	12.06	0	-2.89	0	0	6.89	3.36
9	9.92	21.3	16.67	26	2.11	0	-0.51	0	0	3.05	-7.8
10	9.08	20.7	9.64	21.5	4.97	0	-1.19	0	0	2.41	-6.12

RHS 0.00 0.0 ----- 0.00 0.00

X-S Weight: 79.52

### DATA: Analysis 4 - Análisis de estabilidad del talud

Material Properties (6 materials)

Material: 1 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Suelo limo arcilloso

Cohesion Phi UnitWeight Ru

5.00 15.0 15.24 0.00

Material: 2 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

10.00 22.0 16.21 0.00

Material: 3 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua poco meteorizada

Cohesion Phi UnitWeight Ru

20.00 28.0 16.75 Auto

Material: 4 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cabezal

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
450.00 47.0 24.00 Auto

Material: 5 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Cangahua

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
60.00 31.0 17.75 Auto

Material: 6 (Mohr-Coulomb Isotropic) - Anclajes continuos

Cohesion Phi UnitWeight Ru  
500.00 46.0 23.00 Auto

### Water Properties

Unit weight of water: 9.810 Unit weight of water/medium above ground: 9.810

### Material Profiles (6 profiles)

Profile: 1 (2 points) Material beneath: 1 - Suelo limo arcilloso

0.00 2734.50 20.00 2734.50

Profile: 2 (10 points) Material beneath: 2 - Cangahua meteorizada

0.00 2725.75 2.70 2725.90 5.25 2726.25 6.50 2728.00  
7.40 2729.70  
7.90 2731.30 10.00 2731.42 16.00 2731.42 17.50 2731.42  
20.00 2733.25

Profile: 3 (13 points) Material beneath: 3 - Cangahua poco meteorizada

0.00 2725.25 2.90 2725.70 5.30 2726.20 6.40 2727.30  
7.10 2728.40  
7.80 2729.80 8.60 2730.80 10.00 2731.00 12.25 2731.00  
15.00 2731.00  
16.50 2731.00 19.00 2731.50 20.00 2731.75

Profile: 4 (4 points) Material beneath: 4 - Cabezal

10.00 2731.42 12.00 2731.42 12.00 2731.92 10.00 2731.92

Profile: 5 (15 points) Material beneath: 5 - Cangahua

0.00 2724.90 2.40 2725.20 4.10 2725.50 5.90 2726.10  
6.70 2726.90  
7.30 2727.70 8.00 2728.80 8.90 2729.70 9.80 2730.50  
10.70 2730.60

12.60 2730.60 14.90 2730.70 16.70 2730.70 17.90 2731.00  
20.00 2731.50

Profile: 6 (5 points) Material within: 6 - Anclajes continuos

10.00 2731.40 10.00 2725.50 12.00 2725.50 12.00 2731.40  
10.00 2731.40

Slope Surface (11 points)

0.00 2726.00 3.30 2726.25 5.06 2726.25 5.90 2727.31  
6.99 2728.94  
7.36 2729.88 7.64 2730.85 7.90 2731.42 16.00 2731.42  
17.00 2731.50  
20.00 2734.00

Phreatic Surface (7 points)

5.06 2726.25 7.00 2728.20 8.70 2730.20 11.90 2731.00  
15.00 2731.10  
18.00 2731.50 20.00 2732.00

Failure Surface

Initial non-circular surface for critical search (7 points)

5.06 2726.25 6.25 2726.25 8.00 2726.75 9.25 2727.50  
10.50 2729.25  
11.50 2730.50 12.00 2731.42

Distributed Loads (1 load)

Load	X-Left	Pressure	X-Right	Pressure
1	10.00	16.0	12.00	16.0

Earthquake Force

Pseudo-static earthquake (seismic) coefficient: 0.240

External Forces (7 forces)

Force	Force	X-Pos'n	Angle
1	5	5.8	360
2	5	6.3	360
3	5	6.8	360
4	5	7.2	360
5	5	7.5	360
6	5	7.7	360
7	5	8.5	270

Sarma Slice Boundaries (1 boundary)

Boundary	Upper X-Pos'n	Upper Y-Pos'n	Lower X-Pos'n	Lower Y-Pos'n	Angle (°Hor)	Angle (°Ver)	Cohesion	Phi Locking
1	5.50	2726.00	16.00	2731.50	27.65	62.35	Auto	

Variable Restraints

Horizontal range around X-Left:	2.55	Trial positions within range:	10
Horizontal range around X-Right:	8.13	Trial positions within range:	10
Vertical range around Mid-Point:	1.55	Trial positions within range:	10

## RESULTS: Analysis 4 - Análisis de estabilidad del talud

Sarma Non-Vertical Slice Method of Analysis - Non-Circular Failure Surface  
Critical Failure Surface Search using Multiple Surface Generation Techniques  
Initial failure surface approximation - Factor of Safety: 5.238      Critical Acceleration (Kc): 3.231

Analysis Summary

There were: 23 successful analyses from a total of 1001 trial failure surfaces (FoS/Kc filter applied)

276 analyses terminated due to unacceptable geometry

78 analyses failed to produce a valid result

624 analyses rejected due to FoS/Kc being outside valid range

Critical (minimum) Factor of Safety: 3.60

Critical Acceleration (Kc): 0.881

Negative normal stresses exist on the base and/or side of one or more slices; examine slice data and consult the GALENA Help utility

Results Summary - Lowest 23 Factor of Safety surfaces

Surface	X-Left	Y-Left	X-Right	Y-Right	Y-Deflection	FoS	Kc
1	4.92	2726.25	8.84	2731.42	-0.09	3.603	0.881
2	3.78	2726.25	9.74	2731.42	-0.6	3.663	0.364
3	3.78	2726.25	7.93	2731.42	-0.43	17.003	0.724
4	3.78	2726.25	15.16	2731.42	-0.77	NaN	72.17
5	3.78	2726.25	15.16	2731.42	-0.6	NaN	62.409
6	4.07	2726.25	8.84	2731.42	-0.43	3.417	0.795
7	4.07	2726.25	15.16	2731.42	-0.77	NaN	64.599
8	4.07	2726.25	15.16	2731.42	-0.26	NaN	18.814
9	4.35	2726.25	8.84	2731.42	-0.09	2.814	0.822
10	4.35	2726.25	12.45	2731.42	-0.6	4.599	0.03
11	4.35	2726.25	13.36	2731.42	-0.77	4.774	0.684
12	4.35	2726.25	15.16	2731.42	-0.26	NaN	16.014
13	4.63	2726.25	7.93	2731.42	-0.43	5.783	0.299
14	4.92	2726.25	15.16	2731.42	-0.43	NaN	25.679
15	5.2	2726.43	12.45	2731.42	-0.77	5.175	0.238
16	5.2	2726.43	15.16	2731.42	-0.43	NaN	29.874
17	5.48	2726.79	8.84	2731.42	-0.09	3.521	0.376
18	5.48	2726.79	12.45	2731.42	-0.43	5.15	0.545
19	5.48	2726.79	13.36	2731.42	-0.6	5.629	0.604
20	5.48	2726.79	15.16	2731.42	-0.43	NaN	25.918
21	5.77	2727.14	12.45	2731.42	-0.6	5.569	0.903
22	6.05	2727.54	15.16	2731.42	-0.77	NaN	15.525
23	6.34	2727.96	9.74	2731.42	-0.26	3.594	0.904

Note: Y-Deflection values are failure surface mid-point vertical distances from the initial failure surface mid-point

Critical Failure Surface (surface 1, 7 points)

4.92 2726.25      5.59 2726.21      6.58 2726.68      7.29 2727.41  
7.99 2729.18  
8.56 2730.46      8.84 2731.42

Non-Vertical Slice Geometry - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice ----- Left Hand Side ----- X-S -----

-- Base -----

	X-Top	Y-Top	X-Base	Y-Base	Angle(°H)	Angle(°V)	Length	Area	Angle(°H)	Width	Length
1	4.92	2726.25	4.92	2726.25	0	0	0	0	-3.7	0.15	0.15
2	5.06	2726.25	5.07	2726.24	46.69	-43.31	0.01	0.08	-3.64	0.52	0.52
3	5.28	2726.52	5.59	2726.21	45.32	-44.68	0.45	0.69	25.36	0.99	1.09
4	5.9	2727.31	6.58	2726.68	43.06	-46.94	0.93	1	46.28	0.71	1.02
5	6.44	2728.11	7.29	2727.41	39.63	-50.37	1.1	1	68.16	0.4	1.08
6	6.99	2728.94	7.69	2728.42	36.72	-53.28	0.87	0.67	68.16	0.3	0.81
7	7.28	2729.67	7.99	2729.18	34.49	-55.51	0.87	0.2	66.22	0.1	0.24
8	7.36	2729.88	8.09	2729.39	33.82	-56.18	0.88	1	66.21	0.47	1.16
9	7.64	2730.85	8.56	2730.46	23.24	-66.76	1	0.55	73.66	0.15	0.54
10	7.9	2731.42	8.71	2730.97	29.02	-60.98	0.92	0.21	73.66	0.13	0.47
RHS	8.84	2731.42	8.84	2731.42	0	0	0				
X-S Area:		5.41		Path Length:		7.09					

Non-Vertical Slice Properties - Critical Failure Surface (surface 1, 10 slices)

Slice Left-Hand-Side --- Base --- Total-Extrnl-Force - Water-Force -

Effect-Normal-Stress

	Cohesion	Phi	Cohesion	Phi	Weight	Vert	Horiz	Side	Base	Side	Base
1	0	0	5	15	0.01	0	0	0	0	0	2.18
2	5	15	15	24.4	1.26	0	-0.3	0	1.22	29.24	12.69
3	12.94	22.5	27.06	28.5	11.37	0	2.27	0.85	9	14.15	8.91
4	18.79	25.2	60	31	16.61	0	1.01	3.9	10.99	13.45	5.29
5	21.6	25.5	47.5	30.1	16.51	0	1.04	4.1	9.09	17.79	-2.66
6	16	25.6	20	28	11.08	0	2.34	1.11	3.12	25.41	5.12
7	14.7	24.4	20	28	3.26	0	-0.78	0.12	0.32	21.89	2.47
8	14.51	24.3	20	28	16.32	0	1.08	0.02	0.08	19.69	8.12
9	11.3	22.3	16.67	26	8.95	0	2.85	0	0	11.42	6.8
10	8.79	20.3	9.09	20.7	3.33	5	-0.8	0	0	7.09	0.35
RHS	0	0	0	0							

X-S Weight: 88.7



## APÉNDICE A16

```
%---Espectro de respuesta---%
R=2; %Factor de reducción sísmica
%Tipo de suelo C
Z=0.32;
n=2.84;
Fa=1.24;
Fd=1.17;
Fs=1.04;
t=0:0.005:4;
To=0.1*Fs*Fd/Fa;
Tc=0.55*Fs*Fd/Fa;
c=( (t>=0) & (t<=Tc) ) * (n*Z*Fa) + (t>Tc) .* (Z*n*Fa*(Tc./t));

plot(t,c,t,c./R,'linewidth',1.5),grid
axis([0 4 0 1.5])
legend('Elástico Suelo tipo C','Inelástico Suelo tipo C
(R=2)');
title('Espectro de respuesta sísmica para distintos tipos
de suelo en Guaranda según NEC (Tr=1000 años)');
xlabel('T(seg)');
ylabel('Sa(g)');
```

## APÉNDICE A17

Tabla 5.1 Presupuesto referencial para puente de 85m de dos vanos de concreto preforzado

Fuente: (Huaca, Juiña, Sntaxi, & Yunga, 2012, pág. 475)

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>PRELIMINARES</b>					
1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	3217.74	1.65	5309.271
2	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	2500	0.92	2300
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>7.609.27</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>					
3	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA PUENTES	m3	3,719.33	15.84	58914.1872
4	REPLANTILLO DE HORMIGÓN f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup>	m3	29.90	105.25	3146.975
<b>HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE "B" f<sub>c</sub>= 280 kg/cm<sup>2</sup> Infraestructura</b>					
5	ENCOFRADO DE ZAPATAS EN ESTRIBOS	m2	165.20	10.14	1675.128
6	HORMIGONADO DE ZAPATAS Y MUROS	m3	543.40	106.00	57600.4
7	ENCOFRADO DE PILA	m2	16.36	10.14	165.8904
8	HORMIGONADO DE PILA	m3	201.02	102.69	20642.7438
9	ENCOFRADO DE PANTALLA EN ESTRIBOS	m2	732.96	10.14	7432.2144
10	HORMIGONADO DE PANTALLA EN ESTRIBOS	m3	342.24	102.69	35144.6256
11	ENCOFRADO DE MUROS DE ALA	m2	1,045.00	10.14	10,596.30
12	HORMIGONADO DE MUROS DE ALA	m3	496.80	106.00	52,660.80
<b>ACERO DE REFUERZO EN BARRAS CORRUGADAS f<sub>y</sub>= 4200 kg/cm<sup>2</sup></b>					
13	ACERO DE ZAPATAS	Kg	7,613.22	1.66	12637.9452
14	ACERO EN PANTALLA DE ESTRIBOS	Kg	49,368.63	1.66	81951.9258
15	ACERO EN PILAS	Kg	8,068.25	1.66	13393.295
16	MATERIAL FILTRANTE	m3	69.00	25.63	1768.47
17	TUBO PVC D= 10 cm - DRENAJE	ml	93.50	5.34	499.29
18	VERIFICACIÓN DE CAP. PORTANTE DE SUELO DE CIMENTACIÓN CON PERFORACIÓN MECÁNICA, 8M X MARGEN, INC. TRANSP. Y PERSONAL	GBL	3.00	7,000.00	21000
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>379,230.19</b>
<b>SUPERESTRUCTURA</b>					
<b>HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE "B" f<sub>c</sub>= 280 kg/cm<sup>2</sup></b>					
19	HORMIGÓN EN TABLERO	m3	387.60	240.19	93097.644
20	HORMIGÓN EN VIGAS PRETENSADAS f <sub>c</sub> = 350 kg/cm <sup>2</sup>	m3	49.50	240.19	11889.405
21	HORMIGÓN EN PROTECCIONES LATERALES f <sub>c</sub> = 350 kg/cm <sup>2</sup>	m3	54.40	240.19	13066.336
22	JUNTA DE DILATACION	ml	5.00	160.89	804.45
23	APOYOS DE NEOPRENO DUREZA 60 GRADOS SHORE, TIPO STUP (25X32X4)CM	u	20.00	100.62	2012.4
<b>ACERO DE REFUERZO EN BARRAS CORRUGADAS f<sub>y</sub>= 4200 kg/cm<sup>2</sup></b>					
24	ACERO EN TABLERO	Kg	32,834.55	1.66	54505.353
25	ACERO EN VIGAS	Kg	32,210.59	1.66	53469.5794
26	ACERO EN PROTECCIONES LATERALES	Kg	3,756.89	1.66	6236.4374
<b>ACERO DE ALTA RESISTENCIA f<sub>c</sub>=19200kg/cm<sup>2</sup></b>					
27	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE VIGAS POSTENSADAS	U	10.00	21,484.66	214,846.60
28	TUBO PVC D= 10 cm - DRENAJE	ml	93.50	5.34	499.29
29	BORDILLO	m3	6.38	96.88	618.0944
30	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5CM	m2	90.53	12.02	1088.1706
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>452,133.76</b>
<b>ACCESOS</b>					
31	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	4,463.20	12.40	55343.68
32	EXCAVACION SIN CLASIFICAR (INCLUYE DESALOJO)	m3	4,835.13	7.10	34329.423
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>89,673.10</b>
<b>AMBIENTALES</b>					
33	CHARLAS DE CONCIENCIACION	u	2.00	91.72	183.44
34	EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	u	1.00	2,117.10	2,117.10
35	MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS	u	1.00	269.35	269.35
36	MANEJO DE EFLUENTES LIQUIDOS	u	1.00	419.58	419.58
37	PROTECCION DEL AIRE	u	1.00	52.10	52.10
38	RÓTULOS AMBIENTALES	u	2.00	150.61	301.22
39	SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	u	2.00	69.86	139.72
40	SEÑAL NO PASAR	u	2.00	91.52	183.04
41	SEÑAL PUENTE EN CONSTRUCCION	u	2.00	84.86	169.72
42	TRAMPA DE GRASAS (PROTECCION SUELO)	u	1.00	317.00	317.00
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>4,152.27</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>932,798.59</b>

Tabla 5.2 Presupuesto referencial para puente de 85m de dos vanos de concreto preforzado Fuente: (Huaca, Juiña, Suntaxi, & Yunga, 2012, pág. 476)

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>PRELIMINARES</b>					
1	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	3217.74	1.65	5309.271
2	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	m2	2500	0.92	2300
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>7,609.27</b>
<b>INFRAESTRUCTURA</b>					
3	EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA PUENTES	m3	3,719.33	15.84	58914.1872
4	REPLANTILLO DE HORMIGÓN f <sub>c</sub> = 180 kg/cm <sup>2</sup>	m3	29.90	105.25	3146.975
					102.69
					0
4	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE "B" f <sub>c</sub> = 240 kg/cm <sup>2</sup> Infraestructura				
4	ENCOFRADO DE ZAPATAS Y ESTRIBOS	m2	166.20	10.14	1676.128
5	HORMIGONADO DE ZAPATAS Y MUROS	m3	543.40	106.00	57600.4
6	ENCOFRADO DE PILA	m2	16.36	10.14	165.8904
7	HORMIGONADO DE PILA	m3	201.02	102.69	20642.7438
8	ENCOFRADO DE PANTALLA EN ESTRIBOS	m2	732.96	10.14	7437.2144
9	HORMIGONADO DE PANTALLA EN ESTRIBOS	m3	342.24	102.69	35144.6256
10	ENCOFRADO DE MUROS DE ALA	m2	1,045.00	10.14	10,596.30
11	HORMIGONADO DE MUROS DE ALA	m3	496.80	106.00	52,660.80
					0
12	ACERO DE ZAPATAS	Kg	7,613.22	1.66	12637.9452
13	ACERO EN PANTALLA DE ESTRIBOS	Kg	49,368.63	1.66	81951.9258
14	ACERO EN PILAS	Kg	8,068.25	1.66	13393.295
15	MATERIAL FILTRANTE	m3	69.00	25.63	1768.47
16	TUBO PVC D= 10 cm - DRENAJE	ml	93.50	5.34	499.29
17	VERIFICACIÓN DE CAP. PORTANTE DE SUELO DE CIMENTACIÓN CON PERFORACIÓN MECÁNICA, 8M X MARGEN, INC. TRANSP. Y PERSONAL	GBL		7,000.00	0
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>358,230.19</b>
<b>SUPERESTRUCTURA</b>					
HORMIGÓN ESTRUCTURAL CLASE "B" f <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup>					
18	HORMIGÓN EN TABLERO	m3	387.60	240.19	93,097.64
19	HORMIGÓN EN PROTECCIONES LATERALES	m3	54.40	240.19	13,066.34
20	JUNTA DE DILATACION	ml	5.00	160.89	804.45
21	APOYOS DE NEOPRENO DUREZA 80 GRADOS SHORE, TIPO STUP (25X32X4)CM	u	20.00	100.62	2,012.40
					0.00
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS CORRUGADAS f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup>					
22	ACERO EN TABLERO	Kg	32,834.55	1.66	54,505.35
23	ACERO PARA PERFILES Y ARRIOSTRAMIENTO ASTM A-36 f <sub>y</sub> =2520g/cm <sup>2</sup>	kg	2,085.50	1.66	3,461.93
24	ACERO PARA PLANCHAS ASTM A-588 f <sub>y</sub> =3500 g/cm <sup>2</sup>	kg	19,639.00	0.87	17,085.93
25	ACERO EN PROTECCIONES LATERALES	Kg	3,756.89	1.66	6,236.44
26	SUM. FABR. Y TRANSPORTE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 F <sub>y</sub> =3500 kg/cm <sup>2</sup>	kg	19,639.00	2.42	47,526.38
27	ACERO ESTRUCTURAL MONTAJE	kg	19,639.00	2.42	47,526.38
28	CONECTORES DE CORTE TIPO CANAL	U	480.00	5.34	2,563.20
29	PINTURA ACERO ESTRUCTURAL PESO=21724.5KG	m2	1,530.00	6.89	10,541.70
30	TUBO PVC D= 10 cm - DRENAJE	ml	93.50	5.34	499.29
31	BARANDALES DE HORMIGÓN ARMADO PARA PUENTES	ml	6.38	96.88	618.09
32	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5CM	m2	234.60	12.02	2,819.89
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>302,365.42</b>
<b>ACCESOS</b>					
33	MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m3	4,463.20	12.40	55,343.68
34	EXCAVACION SIN CLASIFICAR (INCLUYE DESALOJO)	m3	4,835.13	7.10	34,299.42
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>89,673.10</b>
<b>AMBIENTALES</b>					
35	CHARLAS DE CONCIENCIACION	u	2.00	91.72	183.44
36	EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	u	1.00	2,117.10	2,117.10
37	MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS	u	1.00	269.35	269.35
38	MANEJO DE EFLUENTES LIQUIDOS	u	1.00	419.58	419.58
39	PROTECCION DEL AIRE	u	1.00	52.10	52.10
40	RÓTULOS AMBIENTALES	u	2.00	150.61	301.22
41	SEÑAL HOMBRES TRABAJANDO	u	2.00	69.86	139.72
42	SEÑAL NO PASAR	u	2.00	91.52	183.04
43	SEÑAL PUENTE EN CONSTRUCCION	u	2.00	84.86	169.72
44	TRAMPA DE CRASAS (PROTECCION SUELO)	u	1.00	317.00	317.00
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>4,152.27</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>762,030.25</b>



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

**Obra:** Carlos Zuñiga - TESIS

**Ordena:** Carlos Zuñiga

**Lugar:**

**Fecha:** 02 de Julio del 2020

## NOMENCLATURA

W.- contenido de humedad %

Ip.- indice plástico %

C.- consistencia relativa

Ym.- peso volumétrico húmedo Kg/m3

qu.- resistencia a la compresión simple Kg/cm2

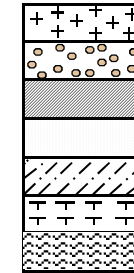
Tamices (Nº 4-200).- pasante acumulado

Po.- presión efectiva Kg/cm2

Lw.- limite liquido %

N.- numero de golpes estandar

E.- deformación en rotura %



Relleno

Grava

Arcilla

Arena

Limo

Turba

Mat. Orgánica

**Perforación:**

**Nivel freático:**

**Coordenadas:** X=

Y=

## TALUD DERECHO

Muestra Nº	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S	W (%)	Lw	Ip	C1	Ym	Po	No 4	No 200	E	qu	N <sub>60</sub>
4	--	Arena Limosa		SM	13	NP	NP	--	--	--	98	23	--	--	--

## TALUD IZQUIERDO

Muestra Nº	Profundidad (m)	Descripción Visual	Estratigrafía	S.U.C.S	W (%)	Lw	Ip	C1	Ym	Po	No 4	No 200	E	qu	N <sub>60</sub>
5	--	Limo de baja plasticidad con arena		ML	23	NP	NP	--	1711	--	98	71	3,58	2,7	--



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ANALISIS GRANULOMETRICO

Proyecto: Carlos Zúñiga

Ordena: Carlos Zúñiga

Lugar:

Fuente del Material: Talud derecho

Descripción del Material: Arena Limosa

Fecha: 02 de Julio del 2020

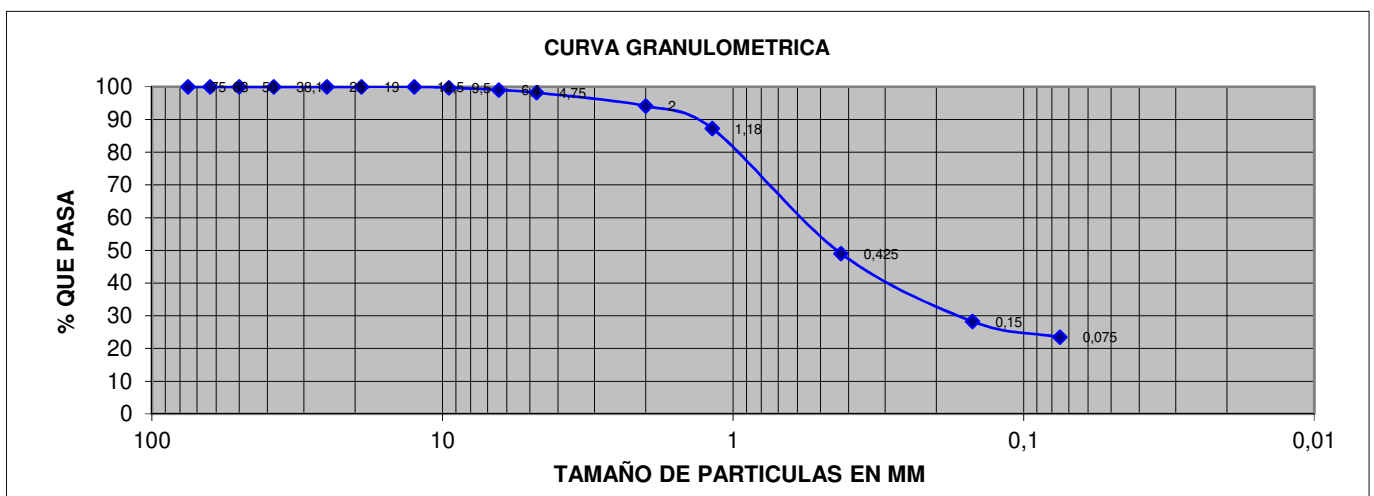
Muestra: 4

Profundidad: indicadas

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	0	0,00	0,00	100,00	----
1/2"	12,5	0	0,00	0,00	100,00	----
3/8"	9,5	11	0,28	0,28	99,73	----
1/4"	6,4	28	0,70	0,98	99,03	----
No. 4	4,75	33	0,83	1,80	98,20	----
No.10	2	162	4,05	5,85	94,15	----
No. 16	1,18	275	6,88	12,73	87,28	----
No. 40	0,425	1530	38,25	50,98	49,03	----
No. 100	0,15	830	20,75	71,73	28,28	----
No. 200	0,075	193	4,83	76,55	23,45	0 -- 20
FONDO		938	23,45	100,00	0,00	
TOTAL		4000,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = SM( Arena limosa)

Clasificación AASTHO = A-1-b (Fragmentos de roca, grava y arena)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

TelFax : 2886360 - 2882086- 091210964

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) TelFax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Carlos Zúñiga

Ordena: 0

Lugar: 0

Fuente del Material: Proporcionado por el contratante

Descripción del Material: Arena Limosa

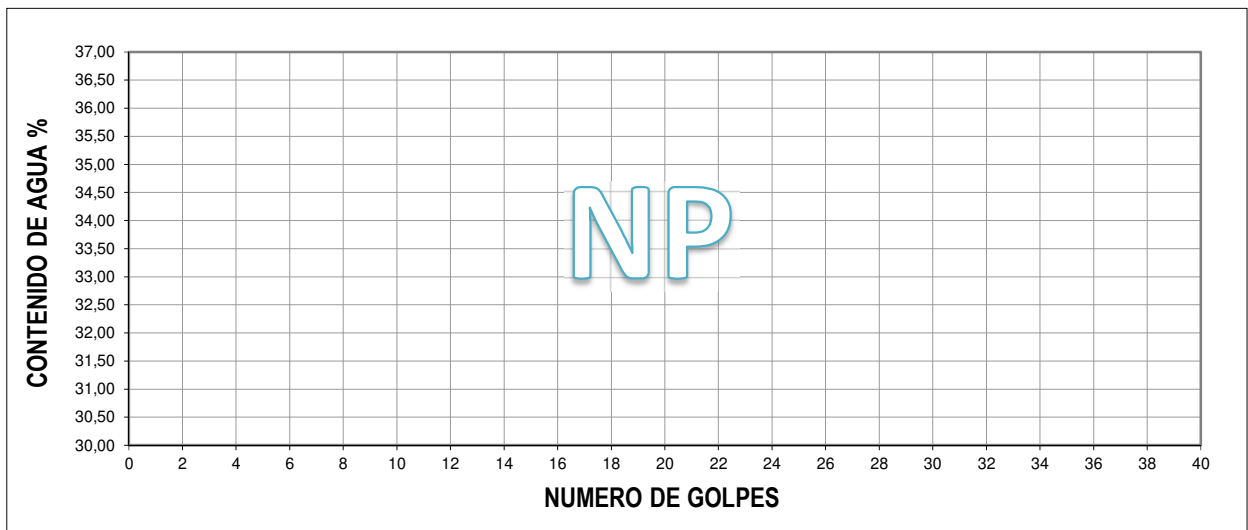
Fecha: 02 de Julio del 2020

Muestra: 4

Profundidad: indicadas

### LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°											
peso en gramos	Recipiente + peso humedo										
	Recipiente + peso seco										
	Agua	Ww									
	Recipiente										
	Peso Seco	Ws									
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>									0,00
<b>Número de golpes</b>											25



### LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°									
peso en gramos	Recipiente + peso humedo								
	Recipiente + peso seco								
	Agua	Ww							
	Recipiente								
	Peso Seco	Ws							
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>							

Wl= 0,00

Wp= 0,00

Ip= 0,00

Simbolo de la carta de plasticidad (NP)

Observaciones:

NO PLASTICO

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

TelFax : 2886360 - 2882086- 091210963

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) TelFax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ANALISIS GRANULOMETRICO

**Proyecto:** Carlos Zúñiga

**Ordena:** Carlos Zúñiga

**Lugar:** 0

**Fuente del Material:** Talud Izquierdo

**Descripción del Material:** Limo baja plasticidad con arena

**Fecha:** 02 de Julio del 2020

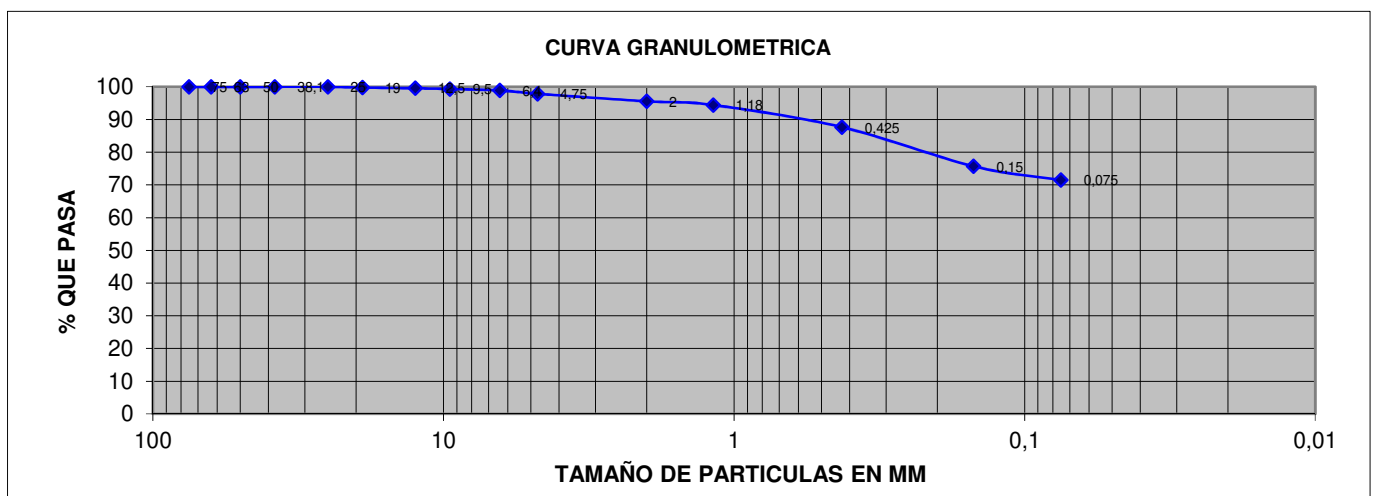
**Muestra:** 5

**Profundidad:** indicadas

TAMIZ	Tamiz mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES
3"	75	0	0,00	0,00	100,00	100
2 1/2 "	63	0	0,00	0,00	100,00	----
2"	50	0	0,00	0,00	100,00	----
1 1/2"	38,1	0	0,00	0,00	100,00	----
1"	25	0	0,00	0,00	100,00	----
3/4"	19	9	0,23	0,23	99,78	----
1/2"	12,5	9	0,23	0,45	99,55	----
3/8"	9,5	9	0,23	0,68	99,33	----
1/4"	6,4	17	0,43	1,10	98,90	----
No. 4	4,75	41	1,03	2,13	97,88	----
No.10	2	92	2,30	4,43	95,58	----
No. 16	1,18	45	1,13	5,55	94,45	----
No. 40	0,425	271	6,78	12,33	87,68	----
No. 100	0,15	478	11,95	24,28	75,73	----
No. 200	0,075	170	4,25	28,53	71,48	0 -- 20
FONDO		2859	71,48	100,00	0,00	
TOTAL		4000,00	100,00			

Observaciones: Clasificación SUCS = ML (Limo baja plasticidad con arena)

Clasificación AASTHO = A-4 (Suelo limoso)



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

TelFax : 2886360 - 2882086- 091210964

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) TelFax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

Proyecto: Carlos Zúñiga

Ordena: 0

Lugar: 0

Fuente del Material: Proporcionado por el contratante

Descripción del Material: Limo baja plasticidad con arena

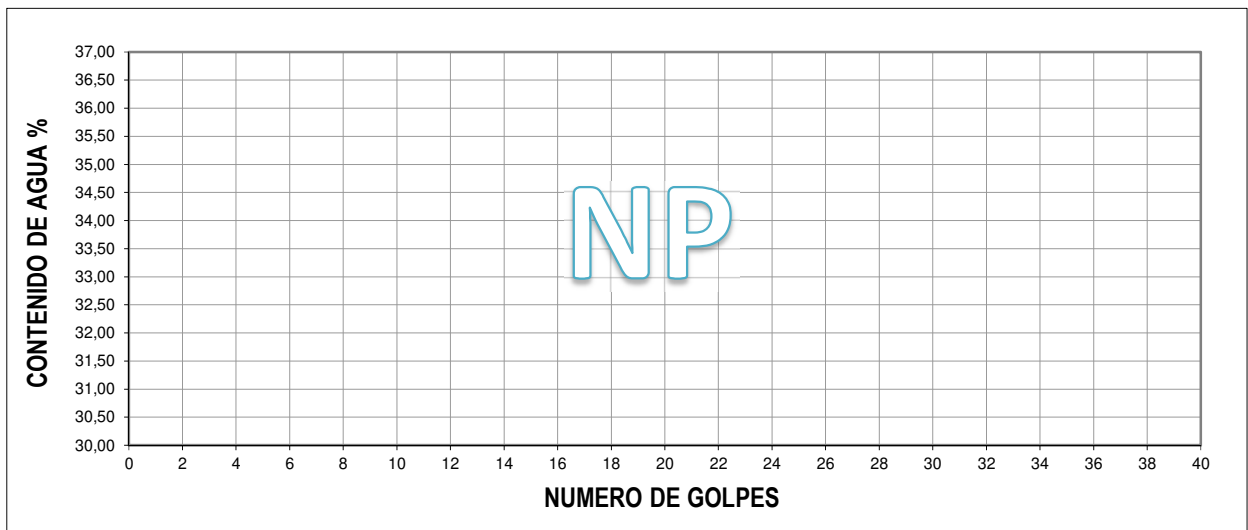
Fecha: 02 de Julio del 2020

Muestra: 5

Profundidad: indicadas

### LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°											
peso en gramos	Recipiente + peso humedo										
	Recipiente + peso seco										
	Agua	Ww									
	Recipiente										
	Peso Seco	Ws									
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>									0,00
<b>Número de golpes</b>											25



### LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°									
peso en gramos	Recipiente + peso humedo								
	Recipiente + peso seco								
	Agua	Ww							
	Recipiente								
	Peso Seco	Ws							
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>							

Wl= 0,00

Wp= 0,00

Ip= 0,00

Simbolo de la carta de plasticidad (NP)

Observaciones:

NO PLASTICO

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

TelFax : 2886360 - 2882086- 091210963

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) TelFax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com







# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**Proyecto:** Carlos Zuñiga - TESIS

**Ordena:** Carlos Zuñiga

**Lugar:**

**Fuente del Material:** Talud Izquierdo parte del talud

**Descripción del Material:**

**Diámetro del anillo** 6,35 cm

**Fecha:** 02 de Julio del 2020

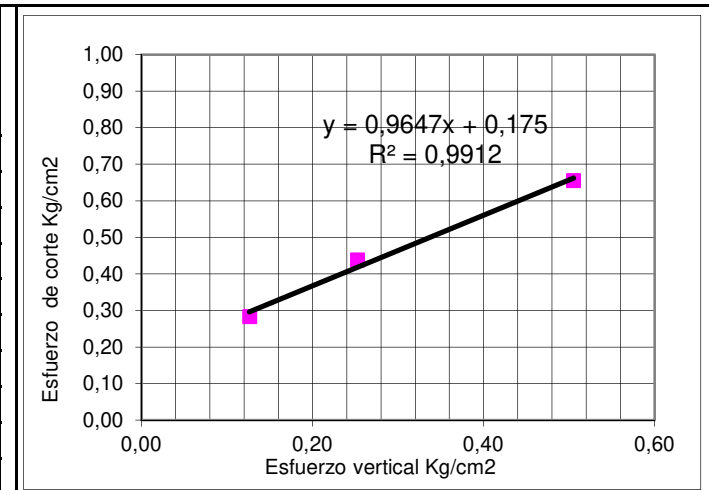
**Profundidad:** ----

**Muestra:** 2

**Sondeo:** 1

**Abscisa:** ---

Desplazamiento Horizontal LC - 8 0.001"	CARGA V= 4 Kg			CARGA V= 8 Kg			CARGA V= 16 Kg		
	Carga T		GT	Carga T		GT	Carga T		GT
	LC - 2	kg	Kg/cm <sup>2</sup>	LC - 2	kg	Kg/cm <sup>2</sup>	LC - 2	kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0,010	0,0015	2,10	0,0665	0,0031	4,35	0,1374	0,0049	6,88	0,2171
0,020	0,0024	3,37	0,1063	0,0054	7,58	0,2393	0,0086	12,07	0,3811
0,030	0,0038	5,33	0,1684	0,0068	9,54	0,3013	0,0110	15,44	0,4874
0,040	0,0050	7,02	0,2216	0,0084	11,79	0,3722	0,0129	18,10	0,5716
0,050	0,0060	8,42	0,2659	0,0094	13,19	0,4165	0,0139	19,51	0,6159
0,060	0,0064	8,98	0,2836	0,0099	13,89	0,4387	0,0146	20,49	0,6469
0,070	0,0062	8,70	0,2747	0,0081	11,37	0,3589	0,0148	20,77	0,6558
0,080							0,0135	18,94	0,5982
0,090									
0,100									



Esfuerzo vertical Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de corte Kg/cm <sup>2</sup>
0,126	0,284
0,253	0,439
0,505	0,656

<b>Ph =</b> 53,5 <b>gr.</b>	<b>Ph =</b> 55,0 <b>gr.</b>	<b>Ph =</b> 44,7 <b>gr.</b>
<b>Ps =</b> 38,0 <b>gr.</b>	<b>Ps =</b> 39,1 <b>gr.</b>	<b>Ps =</b> 32,3 <b>gr.</b>
<b>Pr =</b> 8,3 <b>gr.</b>	<b>Pr =</b> 8,6 <b>gr.</b>	<b>Pr =</b> 8,4 <b>gr.</b>
<b>W =</b> 52,2 <b>%</b>	<b>W =</b> 52,1 <b>%</b>	<b>W =</b> 51,9 <b>%</b>

Limo arena fina, limos.  
**COHESIÓN ( C 0,10 Kg/cm<sup>2</sup>**  
**FRICCIÓN ( Φ ) 47° 48' 11.54"**  
 Calculado por:  
 Verificado por:

Ing. Luis E. Figueroa R.

## **APÉNDICE B**

**Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios, Especificaciones técnicas y Diagrama de Gantt.**

Código	Descripción del rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio total	Duración teórica (días)	Precedencias
<b>1. Trabajos preliminares</b>							
1.1	1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)	m2	362.00	\$ 3.29	\$ 1,190.98	1.00	cc
1.2	1.2 Trazado y replanteo	m2	308.00	\$ 1.24	\$ 381.92	1.00	1.1
<b>2. Estabilización de taludes</b>							
2.1	2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm	u	60.00	\$ 103.19	\$ 6,191.40	3.75	1.2
2.2	2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones	m2	84.00	\$ 11.19	\$ 939.96	1.05	2.1
2.3	2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm	m2	84.00	\$ 59.05	\$ 4,960.20	1.68	2.2
<b>3. Movimiento de tierra</b>							
3.1	3.1 Excavación a maquina	m3	603.05	\$ 4.58	\$ 2,761.97	3.77	2.3
3.2	3.2 Relleno compactado con material de préstamo importado	m3	214.24	\$ 21.09	\$ 4,518.32	1.11	3.1
<b>4. Subestructura</b>							
4.1	4.1 Replentillo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 e=8cm	m3	6.98	\$ 147.77	\$ 1,031.55	0.87	3.2
4.2	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm	m	168.00	\$ 66.12	\$ 11,108.16	6.09	4.1
4.3	4.3 Acero de refuerzo para estribo fy=4200 kg/cm2	kg	5677.32	\$ 2.74	\$ 15,555.86	20.37	4.2
4.4	4.4 Hormigón estructural para estribo f'c=280 kg/cm2	m3	75.71	\$ 306.79	\$ 23,226.46	7.57	4.3
4.5	4.5 Losa de aproximación H.A.	m3	16.00	\$ 424.75	\$ 6,796.00	2.20	4.4
<b>5. Superestructura</b>							
5.1	5.1 Provisión, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)	kg	49881.73	\$ 2.64	\$ 131,687.76	12.47	4.4
5.2	5.2 Conectores de corte.	u	3000.00	\$ 2.41	\$ 7,230.00	1.99	5.1
5.3	5.3 Provisión y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl.	kg	1031.65	\$ 3.28	\$ 3,383.81	3.09	5.1
5.4	5.4 Pintura epóxica	m2	671.97	\$ 5.03	\$ 3,380.03	7.73	5.2,5.3
5.5	5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero fy=4200kg/cm2	kg	8057.06	\$ 2.22	\$ 17,886.68	12.09	5.4
5.6	5.6 Juntas de dilatación JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)	m	14.64	\$ 374.24	\$ 5,478.87	0.92	6.8
5.7	5.7 Hormigón estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2	m3	73.99	\$ 309.75	\$ 22,918.40	7.40	6.1
<b>6. Obras Complementarias</b>							
6.1	6.1 Tubería de drenaje (4 pulgadas)	m	30.00	\$ 13.65	\$ 409.50	0.81	5.5
6.2	6.2 Acero de refuerzo para barrera fy=4200 kg/cm2	kg	1048.21	\$ 2.72	\$ 2,851.14	2.23	5.7
6.3	6.3 Hormigón estructural para barrera f'c=210 kg/cm2	m3	14.28	\$ 255.17	\$ 3,643.83	1.43	6.2
6.4	6.4 Acero para baranda	kg	868.00	\$ 3.49	\$ 3,029.32	1.30	6.3
6.5	6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda	m2	70.00	\$ 11.42	\$ 799.40	2.19	6.3
6.6	6.6 Hormigón estructural para vereda f'c=210 kg/cm2	m3	12.56	\$ 260.18	\$ 3,266.89	0.78	6.5
6.7	6.7 Imprimación asfáltica	m2	313.90	\$ 0.75	\$ 235.43	0.14	6.6
6.8	6.8 Carpeta Asfáltica e=2"	m2	313.90	\$ 15.02	\$ 4,714.78	0.27	6.7
<b>7. Señalización horizontal y vertical</b>							
7.1	7.1 Marcas de pavimento (pintura)	m	172.00	\$ 2.23	\$ 383.56	0.06	6.8
7.2	7.2 Letreros informativos y preventivos	u	3.00	\$ 72.38	\$ 217.14	0.14	6.8
<b>8. Componente Ambiental</b>							
8.1	8.1 Agua para control de polvo	m3	12.50	\$ 10.26	\$ 128.25	0.27	-
8.2	8.2 Charlas de concientización	u	2.00	\$ 136.43	\$ 272.86	1.75	-
8.3	8.3 Control de ruido	u	2.00	\$ 23.77	\$ 47.54	0.13	-
8.4	8.4 Señalización temporal de obra	u	2.00	\$ 64.26	\$ 128.52	0.25	-
8.5	8.5 Instructivos o tripticos	u	200.00	\$ 0.09	\$ 18.00	0.50	-
8.6	8.6 Baterías sanitaria portatil (incl. instalacion y desinstalacion)	u	2.00	\$ 593.33	\$ 1,186.66	-	-
<b>9. Ensayos</b>							
9.1	9.1 Pruebas de resistencia para especimenes de hormigón	u	30.00	\$ 25.38	\$ 761.40	0.30	-
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 292,722.55</b>	<b>98.15</b>	

<b>Cronograma valorado de trabajos</b>
<b>Proyecto puente sobre la quebrada tomabela en Guaranda</b>

No rubro	Código	Descripción del rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
		<b>1. Trabajos preliminares</b>	\$1,572.90					\$1,572.90
1	1.1	1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)	\$1,190.98					\$1,190.98
2	1.2	1.2 Trazado y replanteo	\$381.92					\$381.92
		<b>2. Estabilización de taludes</b>	\$12,091.56					\$12,091.56
3	2.1	2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm	\$6,191.40					\$6,191.40
4	2.2	2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones	\$939.96					\$939.96
5	2.3	2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm	\$4,960.20					\$4,960.20
		<b>3. Movimiento de tierra</b>	\$7,280.29					\$7,280.29
6	3.1	3.1 Excavación a máquina	\$2,761.97					\$2,761.97
7	3.2	3.2 Relleno compactado con material de préstamo	\$4,518.32					\$4,518.32
		<b>4. Subestructura</b>	\$4,260.03	\$21,381.28	\$32,076.72			\$57,718.03
8	4.1	4.1 Replanteo de hormigón simple $f'c=140$ kg/cm2 e=8cm	\$1,031.55					\$1,031.55
9	4.2	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm	\$3,228.48	\$7,879.68				\$11,108.16
10	4.3	4.3 Acero de refuerzo para estribo $f_y=4200$ kg/cm2		\$13,501.60	\$2,054.26			\$15,555.86
11	4.4	4.4 Hormigón estructural para estribo $f'c=280$ kg/cm2			\$23,226.46			\$23,226.46
12	4.5	4.5 Losa de aproximación H.A.			\$6,796.00			\$6,796.00
		<b>5. Superestructura</b>			\$113,418.33	\$47,723.63	\$30,823.59	\$191,965.55
15	5.1	5.1 Provisión, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)			\$113,418.33	\$18,269.43		\$131,687.76
16	5.2	5.2 Conectores de corte.				\$7,230.00		\$7,230.00
17	5.3	5.3 Provisión y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)				\$3,383.81		\$3,383.81
18	5.4	5.4 Pintura epóxica				\$3,380.03		\$3,380.03
19	5.5	5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero $f_y=4200$ kg/cm2				\$15,460.36	\$2,426.32	\$17,886.68
20	5.6	5.6 Juntas de dilatación JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)					\$5,478.87	\$5,478.87
21	5.7	5.7 Hormigón estructural para losa de tablero $f'c=280$ kg/cm2					\$22,918.40	\$22,918.40
		<b>6. Obras Complementarias</b>					\$18,950.29	\$18,950.29
22	6.1	6.1 Tubería de drenaje (4 pulgadas)					\$409.50	\$409.50
23	6.2	6.2 Acero de refuerzo para barrera $f_y=4200$ kg/cm2					\$2,851.14	\$2,851.14
24	6.3	6.3 Hormigón estructural para barrera $f'c=210$ kg/cm2					\$3,643.83	\$3,643.83
25	6.4	6.4 Acero para baranda					\$3,029.32	\$3,029.32
26	6.5	6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda					\$799.40	\$799.40
27	6.6	6.6 Hormigón estructural para vereda $f'c=210$ kg/cm2					\$3,266.89	\$3,266.89
28	6.7	6.7 Imprimación asfáltica					\$235.43	\$235.43
29	6.8	6.8 Carpeta Asfáltica e=2"					\$4,714.78	\$4,714.78
		<b>7 Señalización horizontal y vertical</b>					\$600.70	\$600.70
30	7.1	7.1 Marcas de pavimento (pintura)					\$383.56	\$383.56
31	7.2	7.2 Letreros informativos y preventivos					\$217.14	\$217.14
		<b>8 Componente Ambiental</b>	\$1,781.83					\$1,781.83
32	8.1	8.1 Agua para control de polvo	\$128.25					\$128.25
33	8.2	8.2 Charlas de concientización	\$272.86					\$272.86
34	8.3	8.3 Control de ruido	\$47.54					\$47.54
35	8.4	8.4 Señalización temporal de obra	\$128.52					\$128.52
36	8.5	8.5 Instructivos o trípticos	\$18.00					\$18.00
37	8.6	8.6 Baterías sanitaria portátil (incl. instalación y desinstalación)	\$1,186.66					\$1,186.66
		<b>9. Ensayos</b>	\$761.40					\$761.40
38	9.1	9.1 Pruebas de resistencia para especímenes de hormigón	\$761.40					\$761.40
	<b>TOTAL</b>		\$27,748.01	\$21,381.28	\$145,495.05	\$47,723.63	\$50,374.58	\$292,722.55

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Costo	4° trimestre					1er trimestre
							mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	
1	<b>Proyecto Puente Guaranda</b>	<b>99.81 días</b>	<b>mié 9/9/20</b>	<b>mar 26/1/21</b>		<b>\$292,722.55</b>						
2	<b>1. Trabajos preliminares</b>	<b>2 días</b>	<b>mié 9/9/20</b>	<b>jue 10/9/20</b>		\$1,572.90						
3	1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)	1 día	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$1,190.98						
4	1.2 Trazado y replanteo	1 día	jue 10/9/20	jue 10/9/20	3	\$381.92						
5	<b>2. Estabilización de taludes</b>	<b>6.48 días</b>	<b>vie 11/9/20</b>	<b>lun 21/9/20</b>		\$12,091.56						
6	2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm	3.75 días	vie 11/9/20	mié 16/9/20	4	\$6,191.40						
7	2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones	1.05 días	mié 16/9/20	jue 17/9/20	6	\$939.96						
8	2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm	1.68 días	jue 17/9/20	lun 21/9/20	7	\$4,960.20						
9	<b>3. Movimiento de tierra</b>	<b>4.88 días</b>	<b>lun 21/9/20</b>	<b>lun 28/9/20</b>		\$7,280.29						
10	3.1 Excavacion a maquina	3.77 días	lun 21/9/20	vie 25/9/20	8	\$2,761.97						
11	3.2 Relleno compactado con material de préstamo	1.11 días	vie 25/9/20	lun 28/9/20	10	\$4,518.32						
12	<b>4. Subestructura</b>	<b>37.1 días</b>	<b>lun 28/9/20</b>	<b>mié 18/11/20</b>		\$57,718.03						
13	4.1 Replanteo de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 e=8cm	0.87 días	lun 28/9/20	mar 29/9/20	11	\$1,031.55						
14	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm	6.09 días	mar 29/9/20	mié 7/10/20	13	\$11,108.16						
15	4.3 Acero de refuerzo para estribo fy=4200 kg/cm2	20.37 días	mié 7/10/20	mié 4/11/20	14	\$15,555.86						
16	4.4 Hormigón estructural para estribo f'c=280 kg/cm2	7.57 días	mié 4/11/20	lun 16/11/20	15	\$23,226.46						
17	4.5 Losa de aproximación H.A.	2.2 días	lun 16/11/20	mié 18/11/20	16	\$6,796.00						
18	<b>5. Superestructura</b>	<b>51.55 días</b>	<b>lun 16/11/20</b>	<b>mar 26/1/21</b>		\$191,965.55						
19	5.1 Provision, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)	12.47 días	lun 16/11/20	mié 2/12/20	16	\$131,687.76						
20	5.2 Conectores de corte.	1.99 días	mié 2/12/20	vie 4/12/20	19	\$7,230.00						
21	5.3 Pvision y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)	3.09 días	mié 2/12/20	lun 7/12/20	19	\$3,383.81						
22	5.4 Pintura epóxica	7.73 días	lun 7/12/20	jue 17/12/20	20;21	\$3,380.03						
23	5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero fy=4200kg/cm2	12.09 días	jue 17/12/20	lun 4/1/21	22	\$17,886.68						
24	5.6 Juntas de dilatacion JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)	0.92 días	lun 25/1/21	mar 26/1/21	34	\$5,478.87						
25	5.7 Hormigon estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2	7.4 días	mar 5/1/21	jue 14/1/21	27	\$22,918.40						
26	<b>6. Obras Complementarias</b>	<b>15.67 días</b>	<b>lun 4/1/21</b>	<b>mar 26/1/21</b>		\$18,950.29						
27	6.1 Tuberia de drenaje (4 pulgadas)	0.81 días	lun 4/1/21	mar 5/1/21	23	\$409.50						
28	6.2 Acero de refuerzo para barrera fy=4200 kg/cm2	2.23 días	jue 14/1/21	mar 19/1/21	25	\$2,851.14						
29	6.3 Hormigon estructural para barrera f'c=210 kg/cm2	1.43 días	mar 19/1/21	mié 20/1/21	28	\$3,643.83						
30	6.4 Acero para baranda	3.8 días	mié 20/1/21	mar 26/1/21	29	\$3,029.32						
31	6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda	2.19 días	mié 20/1/21	vie 22/1/21	29	\$799.40						
32	6.6 Hormigon estructural para vereda f'c=210 kg/cm2	0.78 días	vie 22/1/21	lun 25/1/21	31	\$3,266.89						
33	6.7 Imprimación asfáltica	0.14 días	lun 25/1/21	lun 25/1/21	32	\$235.43						
34	6.8 Carpeta Asfáltica e=2"	0.27 días	lun 25/1/21	lun 25/1/21	33	\$4,714.78						
35	<b>7. Señalización horizontal y vertical</b>	<b>0.14 días</b>	<b>lun 25/1/21</b>	<b>mar 26/1/21</b>		\$600.70						
36	7.1 Marcas de pavimento (pintura)	0.06 días	lun 25/1/21	lun 25/1/21	34	\$383.56						
37	7.2 Letreros informativos y preventivos	0.14 días	lun 25/1/21	mar 26/1/21	34	\$217.14						
38	<b>8. Componente Ambiental</b>	<b>1.75 días</b>	<b>mié 9/9/20</b>	<b>jue 10/9/20</b>		\$1,781.83						
39	8.1 Agua para control de polvo	0.27 días	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$128.25						
40	8.2 Charlas de concientizacion	1.75 días	mié 9/9/20	jue 10/9/20		\$272.86						
41	8.3 Control de ruido	0.13 días	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$47.54						
42	8.4 Señalización temporal de obra	0.25 días	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$128.52						
43	8.5 Instructivos o tripticos	0.5 días	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$18.00						
44	8.6 Baterías sanitaria portatil (incl. instalacion y desinstalacion)	1 día	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$1,186.66						
45	<b>9. Ensayos</b>	<b>0.3 días</b>	<b>mié 9/9/20</b>	<b>mié 9/9/20</b>		\$761.40						
46	9.1 Pruebas de resistencia para especímenes de hormigón	0.3 días	mié 9/9/20	mié 9/9/20		\$761.40						

Proyecto: Proyecto integradora  
Fecha: jue 10/9/20

Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:  
 Código del rubro  
 Herramienta menor 5% M/O

**1.1 Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)**  
11

UNIDAD: m2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				
Volqueta de 8m3	1.000	25.00	25.00	0.0221	0.5525
Bulldozer	1.000	72.00	72.00	0.0221	1.5912
Motosierra	1.000	1.44	1.44	0.0221	0.0318
<b>SUBTOTAL M =</b>					2.1973

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL HR. B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.04	1.0100	0.0221	0.0223
Peón	2.00	3.60	7.2000	0.0221	0.1591
Operador de motosierra	1.00	3.65	3.6200	0.0221	0.0800
Operador de bulldozer	1.00	4.04	4.0100	0.0221	0.0886
Chofer: volquetas	1.00	3.84	3.8428	0.0221	0.0849
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.4350

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O =</b>					0.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P =</b>					0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2.6323
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	0.6581
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	3.2904
<b>VALOR OFERTADO</b>	\$ <b>3.29</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

1.2 Trazado y replanteo

UNIDAD: m<sup>2</sup>

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M.O

1.2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0107
Equipo topográfico	1.000	15	15.00	0.02600	0.3900
SUBTOTAL M =					0.4007

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1.000	3.60	3.60	0.0260	0.0936
Cadenero	1.000	3.65	3.65	0.0260	0.0949
maestro de obra	0.250	4.04	1.01	0.0260	0.0263
SUBTOTAL N =					0.2148

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cuarton	u	0.090	2.9500	0.2655
Tiras	u	0.038	1.7500	0.0665
Clavos 2"	lb	0.006	1.1300	0.0068
Cal	Saco	0.010	3.0000	0.0300
SUBTOTAL O =				0.3688

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de madera	w/km	0.013	0.400	0.005
SUBTOTAL P =				0.0050

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		0.9893
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	0.2473
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.2366
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>1.24</b>



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**2.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm**

Código del rubro

**2.1**

**UNIDAD: u**

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.4775
Compresor 750 CFM	1.00	47.00	47.00	0.50000	23.5000
Martillo neumático	1.00	12.50	12.50	0.50000	6.2500
Inyectora de baja presión	1.00	9.34	9.34	0.50000	4.6700
Mezcla de lechada manual (2sacos)	1.00	1.50	1.50	0.50000	0.7500
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>35.6475</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Op. Martillo Neumático	2.00	3.82	7.64	0.5000	3.8200
Op. Compresor	1.00	3.82	3.82	0.5000	1.9100
Ayudante de perforador	2.00	3.82	7.64	0.5000	3.8200
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>9.5500</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50kg)	Saco	0.14	7.8000	1.0920
Sikament	kg	0.09	1.4500	0.1305
Agua	m3	0.01	1.5000	0.0150
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	7.16	1.2000	8.5920
Bentonita gruesa	kg	1.12	0.4100	0.4592
Diesel	gal	2.58	1.0400	2.6832
Barra de perforación	u	0.2	89.0000	17.8000
PVC 1.5"	m	0.65	6.9000	4.4850
Geotextil NT-3000	m2	0.5	4.2000	2.1000
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>37.3569</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0.0000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				<b>82.5544</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD .....</b>				<b>20.6397</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>103.1941</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>\$ 103.19</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

2.2 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones

UNIDAD: m2

Código del rubro

2.2

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				
Amoladora	1.00	2.50	2.50	0.10000	0.2500
Martillo eléctrico 10 kg.	2.00	4.38	8.76	0.10000	0.8760
SUBTOTAL M =					1.2340

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	6.00	3.60	21.60	0.1000	2.1600
SUBTOTAL N =					2.1600

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Malla electrosoldada 5.5mmX6.25X2.25	m2	1.05	4.8000	5.0400
Anclaje barra 12mmX50cm	u	1	0.5200	0.5200
SUBTOTAL O =				5.5600

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	8.9540
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.1927
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 11.19</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

2.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm

UNIDAD: m<sup>2</sup>

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

2.3

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.2069
Compresor 750 CFM	1.00	47.00	47.00	0.1600	7.5200
Sistema de Gutinado	1.00	55.00	55.00	0.1600	8.8000
Generador 20KV.A	1.00	38.00	38.00	0.1600	6.0800
<b>SUBTOTAL M =</b>					22.6069

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Op. Hormigón proyectado	2.00	3.82	7.64	0.1600	1.2224
Op. Compresor	1.00	3.82	3.82	0.1600	0.6112
Peón	4.00	3.60	14.40	0.1600	2.3040
<b>SUBTOTAL N =</b>					4.1376

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Sigunit L-600 AF	kg	0.25	2.8600	0.7150
Sikament N100	kg	0.11	1.4500	0.1595
Microsilice	kg	0.24	3.4500	0.8280
Hormigón fc=240kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.10	180.0000	18.0000
Diesel	gal	0.53	1.0400	0.5512
Agua	m <sup>3</sup>	0.16	1.5000	0.2400
<b>SUBTOTAL O =</b>				20.4937

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		47.2382
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	11.8107
COSTO TOTAL DEL RUBRO		59.0489
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>59.05</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**3.1 Excavacion a maquina**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**3.1**

**UNIDAD: m3**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0185
Volqueta de 8m3	1.00		25.00	0.05000	1.2500
Excavadora	1.00		45.00	0.04500	2.0250
<b>SUBTOTAL M =</b>					3.2935

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25		4.04	1.0100	0.0455
Peón	0.50		3.60	0.0450	0.3240
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.3695

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL O =</b>					0.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
<b>SUBTOTAL P =</b>					0.0000

<b>TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				3.6630
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD .....</b>				25.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				4.5788
<b>VALOR OFERTADO</b>				\$ <b>4.58</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**3.2 Relleno compactado con material de préstamo importado**

Código del rubro

**3.2**

**UNIDAD:** m<sup>3</sup>

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0630
Excavadora	1.00	45.00	45.000	0.0530	2.3850
Volqueta 8m <sup>3</sup>	1.00	25.00	25.000	0.0500	1.2500
Tanquero	1.00	20.00	20.000	0.0530	1.0600
Rodillo doble tambor	1.00	40.00	40.000	0.0530	2.1200
Plancha vibroapisonadora	1.00	2.50	2.500	0.0530	0.1325
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>7.0105</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.04	1.0100	0.0530	0.0535
Peón	2.00	3.60	7.2000	0.0530	0.3816
Chofer: Tanqueros	1.00	3.84	3.8428	0.0530	0.2037
Chofer: Volqueta	1.00	3.84	3.8428	0.0530	0.2037
Op. Rodillo autopropulsado	1.00	3.85	3.8500	0.0530	0.2041
Op. Excavadora	1.00	4.04	4.0400	0.0530	0.2141
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>1.2606</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Material de relleno	m <sup>3</sup>	1.2	7.00	8.4000
Agua	m <sup>3</sup>	0.1	2.00	0.2000
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>8.6000</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0.0000</b>

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	16.8711
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	4.2180
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21.0891
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 21.09</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**4.1 Replanto de hormigón simple f'c=140 kg/cm2 e=8cm**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**4.1**

**UNIDAD: m3**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.000				2.03
Concretera	1.000		4.50	1.000	4.50
Vibrador	1.000		3.125	1.000	3.13
<b>SUBTOTAL M =</b>					9.65

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Albañil	1.000	3.65	3.65	1.00	3.65
Peón	8.000	3.60	28.80	1.00	28.80
Maestro de obra	2.000	4.04	8.08	1.00	8.08
<b>SUBTOTAL N =</b>					40.53

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Arena	m3	0.65	10.00	6.5000
Cemento tipo I(50kg)	saco	6.00	7.80	46.8000
Ripio	m3	0.95	15.00	14.2500
Agua	m3	0.24	2.00	0.4800
<b>SUBTOTAL O =</b>				68.03

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	118.2115
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	29.5544
COSTO TOTAL DEL RUBRO	147.7659
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 147.77</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm

Código del rubro

4.2

UNIDAD: m

Herramienta menor 5% M.O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	1.000				0.37
Compresor 750 CFM	1.000	47.00	47.000	0.290	13.63
Perforadora de roca neumática 0.5-0.7 Mpa	1.000	60.00	60.000	0.290	17.40
Inyectora de baja presión	1.000	9.34	9.340	0.290	2.71
Mezcladora de lechada manual (2 sacos)	1.000	1.50	1.500	0.290	0.44
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>34.54</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo de perforación	1.000	3.82	3.82	0.290	1.11
Operador compresor	1.000	3.82	3.82	0.290	1.11
Ayudante de perforador	1.000	3.62	3.62	0.290	1.05
Peón	4.000	3.58	14.32	0.290	4.15
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>7.42</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	Saco	0.30	7.80	2.3400
Silicament N100	Kg	0.20	1.45	0.2900
Agua	m3	0.01	1.50	0.0150
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	3.85	1.20	4.6200
Brocas de perforación 4"	u	1.00	0.33	0.3300
Bentonita gruesa	kg	4.26	0.41	1.7466
Diesel	gal	1.53	1.04	1.5912
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>10.93</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0.0000</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		52.8955
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	13.2251
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>66.1206</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	\$	<b>66.12</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

4.3 Acero de refuerzo para estribo fy=4200 kg/cm2

UNIDAD: kg

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

43

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0429
Cortadora dobladora de hierro			2.1300	0.0287	0.0611
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.1041

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250	4.04	1.0100	0.0287	0.0290
Peón	4.000	3.60	14.4000	0.0287	0.4133
Fierro	2.000	3.65	7.3000	0.0287	0.2095
Ayudante de fierro	2.000	3.60	7.2000	0.0287	0.2066
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.8584

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	1.05	1.0800	1.1340
Alambre de amarre	lb	0.11	0.9000	0.0990
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.2330

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2.1955
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	0.5489
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.7444
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>2.74</b>



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

4.4 Hormigón estructural para estribo f'c=280 kg/cm2

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

4.4

UNIDAD: m3

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				1.1496
Vibrador	1.00	3.125	3.1250	0.8000	2.5000
Encofrado metálico	2.15	0.800	1.7200	0.8000	1.3760
Bomba para hormigón	1.000	6.0000	6.0000	0.8000	4.8000
<b>SUBTOTAL M =</b>					9.8256

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.4	4.04	1.6160	0.8000	1.2928
Albañil	2.0	3.65	7.3000	0.8000	5.8400
Peón	5.0	3.60	18.0000	0.8000	14.4000
Carpintero	0.5	3.65	1.8250	0.8000	1.4600
<b>SUBTOTAL N =</b>					22.9928

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigón premezclado f'c= 280kg/cm2	m3	1.05	201.80	211.8900
Curado químico	galón	0.19	3.78	0.7182
<b>SUBTOTAL O =</b>				212.6082

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	245.4266
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	61.3598
COSTO TOTAL DEL RUBRO	306.7864
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 306.79</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

4.5 Losa de aproximación H.A.

Código del rubro

4.5

UNIDAD: m<sup>3</sup>

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				2.4453
Vibrador	1.000		3.1250	1.1000	3.4375
Encofrado metálico	0.450		0.8000	1.1000	0.3960
				1.1000	
<b>SUBTOTAL M =</b>					6.2788

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250	4.04	1.0100	1.1000	1.1110
Albañil	2.000	3.65	7.3000	1.1000	8.0300
Peón	3.000	3.60	10.8000	1.1000	11.8800
Carpintero	1.000	3.65	3.6500	1.1000	4.0150
Fierro	2.000	3.65	7.3000	1.1000	8.0300
Ayudante de fierro	4.000	3.60	14.4000	1.1000	15.8400
<b>SUBTOTAL N =</b>					48.9600

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm <sup>2</sup>	kg	61.4	1.0800	66.3120
Hormigón fc= 210kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.05	201.8000	211.8900
Clavos	lb	0.25	1.0000	0.2500
Alambre de amarre	lb	0.18	0.9000	0.1620
Curado químico	galón	0.3	20.0000	6.0000
<b>SUBTOTAL O =</b>				284.6140

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		339.7988
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	84.9577
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		424.7565
<b>VALOR OFERTADO</b>	\$	<b>424.76</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

5.1 Provision, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

5.1

UNIDAD: kg

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0057
Amoladora	2.000	1.9000	3.8000	0.00200	0.0076
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2.000	17.0000	34.0000	0.00200	0.0680
Grúa móvil 25 ton (incluye operador)	2.000	70.0000	140.0000	0.00200	0.2800
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.3613

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.50	4.0400	2.0200	0.00200	0.0040
Peón	6.00	3.6000	21.6000	0.00200	0.0432
Soldador	2.00	4.0400	8.0800	0.00200	0.0162
Inspector de soldadura	1.00	25.0000	25.0000	0.00200	0.0500
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.1134

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Planchas de acero estructural A588 Gr50	kg	0.06	0.9200	0.0552
Vigas soldadas tipo I en acero A588	kg	0.94	1.6400	1.5416
Electrodo E 7018	kg	0.01	3.7000	0.0370
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.6338

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2.1085
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.6357
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 2.64</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**5.2 Conectores de corte.**

**UNIDAD: u**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**5.2**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0120
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2.000		17.0000	0.0053	0.1802
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.1922

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250		4.0400	1.0100	0.0054
Peón	1.000		3.6000	0.0053	0.0191
Soldador	2.000		4.0400	0.0053	0.0428
Ayudante de soldador	2.000		3.7000	0.0053	0.0392
Inspector de soldadura	1.00		25.0000	0.0053	0.1325
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.2390

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Conectores de corte tipo Stud	u	1	1.5000	1.5000
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.5000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	1.9312
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	0.4828
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.4140
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 2.41</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

5.3 Póvision y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)

Código del rubro

5.3

UNIDAD:

kg

Herramienta menor 5% M.O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5%				0.0582
Soldadora				0.0240	
Amoladora				0.0240	
SUBTOTAL M=					0.0582

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250	4.0400	1.0100	0.0240	0.0242
Peón	4.000	3.6000	14.4000	0.0240	0.3456
Soldador	2.000	4.0400	8.0800	0.0240	0.1939
Inspector de soldadura	1.00	25.0000	25.0000	0.0240	0.6000
SUBTOTAL N=					1.1638

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Angulos 65x65x6mm A-36	kg	1.05	1.3000	1.3650
Electrodo E 7018	kg	0.01	3.7000	0.0370
SUBTOTAL O=				1.4020

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P=				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2.6240
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.2801
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 3.28</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**5.4 Pintura epóxica**

Código del rubro

**5.4**

**UNIDAD: m2**

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.1187
Compresor de aire de 125HP	1.000	9.4000	9.4000	0.0920	0.8648
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.9835

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peon	3.000	3.6000	10.8000	0.0920	0.9936
Operador de equipo liviano	1.000	3.6500	3.6500	0.0920	0.3358
Pintor	2.000	3.6500	7.3000	0.0920	0.6716
Inspector de pintura	1.000	4.0500	4.0500	0.0920	0.3726
<b>SUBTOTAL N =</b>					2.3736

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Lija de agua N100	u	0.15	0.6000	0.0900
Pintura epóxica	l	0.034	3.4500	0.1173
Ajustador	l	0.226	2.0500	0.4633
<b>SUBTOTAL O =</b>				0.6706

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	4.0277
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.0347
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 5.03</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**5.5 Acero de refuerzo para losa de tablero fy=4200kg/cm2**

Código del rubro

**5.5**

**UNIDAD:** kg

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0245
Cortadora dobladora de hierro	1.00	2.1300	2.1300	0.0120	0.0256
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.0500

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.0400	1.0100	0.0120	0.0121
Peón	5.00	3.6000	18.0000	0.0120	0.2160
Fierro	3.00	3.6500	10.9500	0.0120	0.1314
Ayudante de fierro	3.00	3.6000	10.8000	0.0120	0.1296
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.4891

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	1.05	1.0800	1.1340
Alambre de amare	lb	0.11	0.9000	0.0990
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.2330

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Transporte de acero de refuerzo	kg/km			
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

<b>TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)</b>				1.7721
<b>INDIRECTOS Y UTILIDAD .....</b>				25.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				0.4430
<b>VALOR OFERTADO</b>				2.2151
				\$ <b>2.22</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:  
 Código del rubro  
 Herramienta menor 5% M/O  
**EQUIPOS**

5.6 Juntas de dilatación JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)  
5.6

UNIDAD: m

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
SUBTOTAL M=					0.0000

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250	4.0400	1.0100	0.5000	0.5050
SUBTOTAL N=					0.5050

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Junta de dilatación JVC-300	m	1	282.9508	282.9508
SUBTOTAL O=				282.9508

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Logística y transporte	m	1.000	15.930	15.930
SUBTOTAL P=				15.9300

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	299.3858
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00% 74.8535
COSTO TOTAL DEL RUBRO	374.2393
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 374.24</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**5.7 Hormigón estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2**

**UNIDAD: m3**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**5.7**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				1.1496
Vibrador	1.00	3.125	3.1250	0.8000	2.5000
Encofrado metálico	5.32	0.800	4.2560	0.8000	3.4048
Bomba para hormigón	1.000	6.0000	6.0000	0.8000	4.8000
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>11.8544</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.40	4.040	1.6160	0.8000	1.2928
Albañil	2.00	3.650	7.3000	0.8000	5.8400
Peón	5.00	3.600	18.0000	0.8000	14.4000
Carpintero	0.50	3.650	1.8250	0.8000	1.4600
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>22.9928</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigón f'c= 280kg/cm2	m3	1.05	201.8000	211.8900
Curador químico	galón	0.28	3.7800	1.0584
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>212.9484</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0.0000</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	247.7956
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	61.9521
COSTO TOTAL DEL RUBRO	309.7477
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 309.75</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

6.1 Tubería de drenaje (4 pulgadas)

UNIDAD: m

Código del rubro

6.1

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.2550
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.2550

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR. B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Plomero	2.00	3.6500	7.3000	0.2150	1.5695
Peón	4.00	3.6000	14.4000	0.2150	3.0960
Maestro de obra	0.50	4.0400	2.0200	0.2150	0.4343
<b>SUBTOTAL N =</b>					5.0998

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubo PVC 4"	m	1.05	5.3000	5.5650
<b>SUBTOTAL O =</b>				5.5650

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		10.9198
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	2.7302
COSTO TOTAL DEL RUBRO		13.6500
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>13.65</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**6.2 Acero de refuerzo para barrera fy=4200 kg/cm2**

Código del rubro

**6.2**

**UNIDAD: kg**

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O Amoladora	1.00	2.50	2.5000	0.0170	0.0425
SUBTOTAL M =					0.0618

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.0400	1.0100	0.0170	0.0172
Fierero	2.00	3.6500	7.3000	0.0170	0.1241
Peón	4.00	3.6000	14.4000	0.0170	0.2448
Ayudante de fierero	2.00	3.6000	7.2000	0.0170	
SUBTOTAL N =					0.3861

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 figurado	kg	1.05	1.1500	1.2075
Alambre de amarre	lb	0.58	0.9000	0.5220
SUBTOTAL O =				1.7295

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2.1774
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	0.5444
COSTO TOTAL DEL RUBRO		2.7218
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>2.72</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**6.3 Hormigón estructural para barrera f'c=210 kg/cm2**

**UNIDAD: m3**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**6.3**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.6914
Vibrador	1.00	3.1250	3.1250	0.8000	2.5000
Encofrado metálico	4.50	0.8000	3.6000	0.8000	2.8800
Bomba para hormigón	1.000	6.0000	6.0000	0.8000	4.8000
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>10.8714</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.0400	1.0100	0.8000	0.8080
Albañil	1.00	3.6500	3.6500	0.8000	2.9200
Peón	3.00	3.6000	10.8000	0.8000	8.6400
Carpintero	0.50	3.6500	1.8250	0.8000	1.4600
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>13.8280</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Hormigón f'c= 210kg/cm2	m3	1.05	170.0000	178.5000
Curado químico	galón	0.25	3.7500	0.9375
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>179.4375</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>0.0000</b>

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	204.1369
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	51.0369
COSTO TOTAL DEL RUBRO	255.1738
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 255.17</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**6.4 Acero para baranda**

Código del rubro

**6.4**

**UNIDAD:**

kg

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0296
Amoladora	2.00	1.9000	3.8000	0.0120	0.0456
Equipo y elementos auxiliares para soldar	2.00	17.0000	34.0000	0.0120	0.4080
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.4832

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.0400	1.0100	0.0120	0.0121
Soldador	2.00	3.6000	7.2000	0.0120	0.0864
Peón	4.00	4.0400	16.1600	0.0120	0.1939
Inspector de soldadura	1.00	25.0000	25.0000	0.0120	0.3000
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.5924

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubos de acero 80x3mm	kg	1.05	1.6000	1.6800
Electrodo E 7018	kg	0.01	3.7000	0.0370
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.7170

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	2.7926
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	0.6982
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.4908
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 3.49</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

6.5 Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda

UNIDAD: m2

Código del rubro

6.5

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O Amoladora	1.00	2.50	2.5000	0.2500	0.1483 0.6250
SUBTOTAL M =					0.7733

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.25	4.0400	1.0100	0.2500	0.2525
Ferrero	1.00	3.6500	3.6500	0.2500	0.9125
Peón	2.00	3.6000	7.2000	0.2500	1.8000
SUBTOTAL N =					2.9650

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm	m2	1.05	4.8000	5.0400
Alambre de amarré	lb	0.4	0.9000	0.3600
SUBTOTAL O =				5.4000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	9.1383
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	2.2848
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.4231
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 11.42</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

**6.6 Hormigón estructural para vereda f'c=210 kg/cm2**

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

**6.6**

**UNIDAD: m3**

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.3878
Vibrador	1.000	3.1250	3.1250	0.5000	1.5625
Bomba para hormigón	1.000	6.0000	6.0000	0.5000	3.0000
<b>SUBTOTAL M =</b>					4.9503

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.250	4.0400	1.0100	0.5000	0.5050
Albañil	1.000	3.6500	3.6500	0.5000	1.8250
Peón	2.000	3.6000	7.2000	0.5000	3.6000
Carpintero	1.000	3.6500	3.6500	0.5000	1.8250
<b>SUBTOTAL N =</b>					7.7550

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tablas	u	1.05	4.0000	4.2000
Cuartones	u	1.5	2.9500	4.4250
clavos	lb	1.05	1.1300	1.1865
Hormigón f'c= 210kg/cm2	m3	1.05	170.0000	178.5000
Curado químico	galón	0.5	3.7500	1.8750
tiras	u	3	1.7500	5.2500
<b>SUBTOTAL O =</b>				195.4365

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	208.1418
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	52.0381
COSTO TOTAL DEL RUBRO	260.1799
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 260.18</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

6.7 Imprimación asfáltica

Código del rubro

6.7

UNIDAD: m2

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0026
Distribuidor de asfalto	1.00		28.0100	0.0035	0.0980
Escoba autopropulsada	1.00		17.7300	0.0035	0.0621
SUBTOTAL M =					0.1627

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
peón	2.00	3.6000	7.2000	0.0035	0.0252
Op. Distribuidor de asfalto	1.00	3.8500	3.8500	0.0035	0.0135
Op. Barredora autopropulsada	1.00	3.8500	3.8500	0.0035	0.0135
SUBTOTAL N =					0.0522

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Asfalto	lt	0.85	0.3000	0.2550
Diesel	lt	0.21	0.3000	0.0630
SUBTOTAL O =				0.3180

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Asfalto	lt	0.850	0.079	0.067
SUBTOTAL P =				0.0670

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	0.5999
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00% 0.1500
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.7499
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.75</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

6.8 Carpeta Asfáltica e=2"

Código del rubro

6.8

UNIDAD: m<sup>2</sup>

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0251
Generador eléctrico	1.0	26.67	26.6700	0.0070	0.1867
Terminadora de asfalto	1.0	81.15	81.1500	0.0070	0.5681
Rodillo neumático	1.0	32.60	32.6000	0.0070	0.2282
Volqueta 8m3	1.0	25.00	25.0000	0.0070	0.1750
Planta asfáltica	1.0	125.17	125.1700	0.0070	0.8762
Cargadora frontal	1.0	26.05	26.0500	0.0070	0.1824
Escoba autopropulsada	1.0	17.73	17.7300	0.0070	0.1241
Distribuidor de asfalto	1.0	28.01	28.0100	0.0070	0.1961
Rodillo vibratorio liso	1.0	26.60	26.6000	0.0070	0.1862
<b>SUBTOTAL M =</b>					<b>2.7480</b>

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Op. Acabadora de pavimento	1.0	3.8500	3.8500	0.0070	0.0270
Op. Rodillo autopropulsado	1.0	3.8500	3.8500	0.0070	0.0270
Chofer: Volquetas	1.0	3.8428	3.8428	0.0070	0.0269
Peón	10.0	3.6000	36.0000	0.0070	0.2520
Op. Planta asfáltica	1.0	4.0400	4.0400	0.0070	0.0283
Ayudante de maquinaria	4.0	3.6500	14.6000	0.0070	0.1022
Op. Cargadora frontal	1.0	4.0400	4.0400	0.0070	0.0283
Op. Barredora autopropulsada	0.2	3.8500	0.7700	0.0070	0.0054
op. Distribuidor de asfalto	0.2	3.8500	0.7700	0.0070	0.0054
<b>SUBTOTAL N =</b>					<b>0.5023</b>

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Asfalto	lt	14.95	0.3000	4.4850
Material para carpeta	m3	0.15	13.5000	2.0250
<b>SUBTOTAL O =</b>				<b>6.5100</b>

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
Asfalto	lt	14.950	0.079	1.181
<b>SUBTOTAL P =</b>				<b>1.1810</b>

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)

INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%

COSTO TOTAL DEL RUBRO

**VALOR OFERTADO**

10.9413

2.7356

13.6769

**\$ 13.68**

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

7.1 Marcas de pavimento (pintura)

UNIDAD: m

Código del rubro

7.1

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0017
franjadora	1.00	28.8000	28.8000	0.00285	0.0821
Camioneta	1.00	4.8000	4.8000	0.00285	0.0137
Escoba autopropulsada	1.00	32.6400	32.6400	0.00285	0.0930
<b>SUBTOTAL M =</b>					0.1905

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1.00	3.6000	3.6000	0.00285	0.0103
Op. Equipo pesado	1.00	2.9400	2.9400	0.00285	0.0084
Chofer: camioneta	1.00	5.2900	5.2900	0.00285	0.0151
<b>SUBTOTAL N =</b>					0.0337

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Pintura de tráfico	gl	0.05	28.0000	1.4000
Microesferas	kg	0.085	1.8500	0.1573
<b>SUBTOTAL O =</b>				1.5573

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
<b>SUBTOTAL P =</b>				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	1.7815
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.2269
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 2.23</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

7.2 Letreros informativos y preventivos

Código del rubro

7.2

UNIDAD: u

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.1660
Soldadora	1.00	2.5000	2.5000	0.3600	0.9000
SUBTOTAL M =					1.0660

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	2.00	3.6000	7.2000	0.3600	2.5920
Maestro soldador	0.50	4.0400	2.0200	0.3600	0.7272
SUBTOTAL N =					3.3192

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
letrero - metal (señal de seguridad)	u	1	53.5200	53.5200
SUBTOTAL O =				53.5200

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	57.9052
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00% 14.4777
COSTO TOTAL DEL RUBRO	72.3829
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 72.38</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:  
Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

8.1 Agua para control de polvo  
**8.1**

UNIDAD: m3

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O Tanquero	1.00	30.00	30.00	0.17000	0.0480 5.1000
SUBTOTAL M =					5.1480

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer de tanquero	1.00	3.8428	3.8428	0.1700	0.6533
Peón	0.50	3.6000	1.8000	0.1700	0.3060
SUBTOTAL N =					0.9593

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m3	1.05	2.0000	2.1000
SUBTOTAL O =				2.1000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	8.2073
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	2.0520
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.2593
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 10.26</b>

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

8.2 Charlas de concientizacion

UNIDAD: u

Código del rubro

8.2

Herramienta menor 5% M.O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	5%				3.1031
Equipo de audio y video	1.00	1.5000	1.5000	6.9810	10.4715
camioneta doble cabina	1.00	4.8000	4.8000	6.9810	33.5088
SUBTOTAL M =					47.0834

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer. camioneta	1.00	5.2900	5.2900	6.9810	36.9295
Peón	1.00	3.6000	3.6000	6.9810	25.1316
SUBTOTAL N =					62.0611

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
				0.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	109.1445
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	27.2887
COSTO TOTAL DEL RUBRO	136.4332
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 136.43</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

8.3 Control de ruido

Código del rubro

83

UNIDAD: u

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O Soniómetro digital	1.00	30.0000	30.0000	0.5000	0.1913 15.0000
SUBTOTAL M =					15.1913

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Técnico ambiental	1.00	4.0500	4.0500	0.5000	2.0250
Ayudante técnico	1.00	3.6000	3.6000	0.5000	1.8000
SUBTOTAL N =					3.8250

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
				0.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	19.0163
INDIRECTOS Y UTILIDAD ..... 25.00%	4.7545
COSTO TOTAL DEL RUBRO	23.7708
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 23.77</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

8.4 Señalización temporal de obra

Código del rubro

8.4

UNIDAD: u

Herramienta menor 5% M/O

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.4004
SUBTOTAL M =					0.4004

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra	0.200	4.0400	0.8080	1.0000	0.8080
peón	2.000	3.6000	7.2000	1.0000	7.2000
SUBTOTAL N =					8.0080

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cinta de seguridad	u	1	25.0000	25.0000
Conos	u	1	18.0000	18.0000
SUBTOTAL O =				43.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		51.4084
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	12.8528
COSTO TOTAL DEL RUBRO		64.2612
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>64.26</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:  
 Código del rubro  
 Herramienta menor 5% M/O

8.5 Instructivos o trípticos  
8.5

UNIDAD: m2

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0036
SUBTOTAL M =					0.0036

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1.000	3.6000	3.6000	0.0200	0.0720
SUBTOTAL N =					0.0720

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL O =				
0.0000				

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				
0.0000				

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	0.0756
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.0945
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 0.09</b>



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:**

8.6 Baterías sanitaria portátil (incl. instalacion y desinstalacion)

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

8.6

UNIDAD: u

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				5.9360
SUBTOTAL M =					5.9360

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Mestro de obra	1.000	4.0400	4.0400	8.0000	32.3200
Peón	3.000	3.6000	10.8000	8.0000	86.4000
SUBTOTAL N =					118.7200

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Letrina sanitaria movil	u	1	350.0000	350.0000
SUBTOTAL O =				350.0000

**TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)		474.6560
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	25.00%	118.6701
COSTO TOTAL DEL RUBRO		593.3261
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$</b>	<b>593.33</b>

Guayaquil, 8 de julio del 2020

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Rubro:

9.1 Pruebas de resistencia para especimenes de hormigón

UNIDAD: u

Código del rubro  
Herramienta menor 5% M/O

9.1

**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% M/O	5%				0.0144
SUBTOTAL M =					0.0144

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	1.00	3.6000	3.6000	0.08000	0.2880
SUBTOTAL N =					0.2880

**MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Probetas de hormigón	u	1	20.0000	20.0000
SUBTOTAL O =				20.0000

**TRANSPORTE**

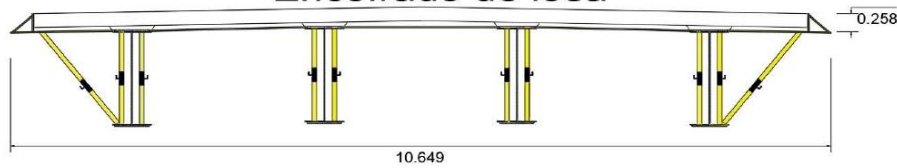
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL P =				0.0000

Guayaquil, 8 de julio del 2020

TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)	20.3024
INDIRECTOS Y UTILIDAD .....	5.0761
COSTO TOTAL DEL RUBRO	25.3785
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>\$ 25.38</b>

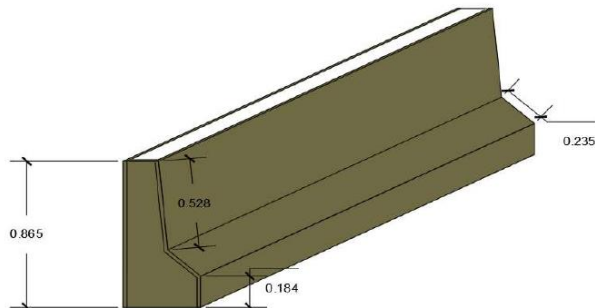
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Duración del proyecto					Total
			MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	
Campamento	1	\$ 1,000.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 1,000.00
Bodega	1	\$ 1,000.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 1,000.00
Instalaciones provisionales	1	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 750.00
Equipo de seguridad	6	\$ 60.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 1,800.00
Servicios básicos	1	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 250.00
Suministros de oficina	1	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 125.00
Bodeguero	1	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 407.76	\$ 2,038.80
Guardia	1	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 2,022.00
Gerente de proyecto	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
Superintendente de obra	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
Residente de obra	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 5,000.00
Ayudante de residente	1	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 400.03	\$ 2,000.16
Seguridad industrial	1	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 418.42	\$ 2,092.10
Planillero	1	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 404.40	\$ 2,022.00
			\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 6,020.01	\$ 30,100.06
Utilidad							9.24%	\$ 21,794.40
Imprevisto							1%	\$ 2,358.70
Garantías de anticipo, póliza de seguro, gastos legales e impuestos							2%	\$ 4,717.40
Costo Directo								\$ 235,870.14
% Indirecto							25.00%	\$ 58,970.57

## Encofrado de losa



Área de encofrado de losa	
Área inferior	375 m <sup>2</sup>
Área lateral	18 m <sup>2</sup>
<b>Área total</b>	<b>393 m<sup>2</sup></b>

## Encofrado de Barrera



Área de encofrado de barrera	
0.87 x 17.5 =	15.3 m <sup>2</sup>
0.53 x 17.5 =	9.3 m <sup>2</sup>
0.24 x 17.5 =	4.2 m <sup>2</sup>
0.19 x 17.5 =	3.3 m <sup>2</sup>
<b>Área total</b>	<b>32.1 m<sup>2</sup></b>

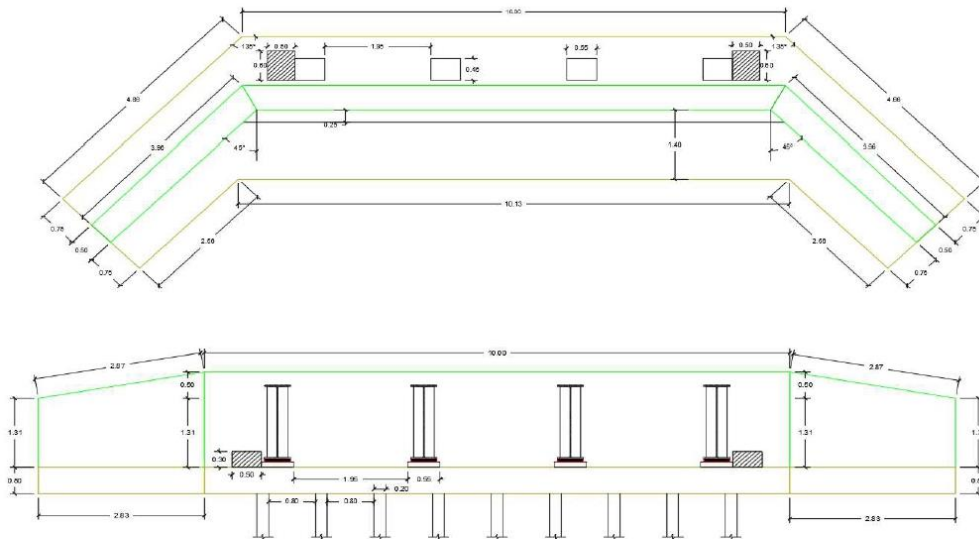
Encofrado de barrera deslizante cada 17.5m	
2 barreras	
Área total =	64.3 m <sup>2</sup>

## Losas de aproximación



ancho	10 m
Longitud	4 m
Espesor	0.2 m
Área de encofrado paralelo al tráfico	1.6 m <sup>2</sup>
Área de encofrado perpendicular al tráfico	4 m <sup>2</sup>
<b>Área total de encofrado</b>	<b>5.6 m<sup>2</sup></b>

## Estribos



Área de encofrado	
Pantalla	36.2 m <sup>2</sup>
Zapata	19.3 m <sup>2</sup>
Alas	19.0 m <sup>2</sup>

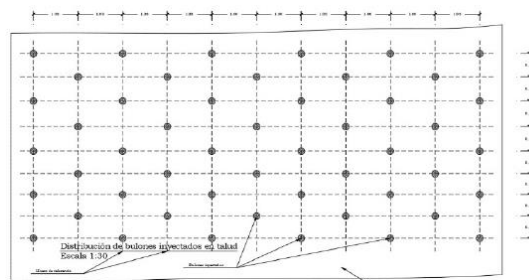
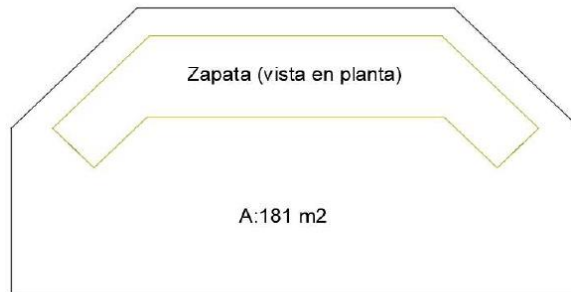
Área planta	43.6 m <sup>2</sup>
2 estribos	87.26
<b>En 2 estribos</b>	<b>148.9 m<sup>2</sup></b>
<b>Área total para curado</b>	<b>236.2 m<sup>2</sup></b>

<b>Total</b>	<b>74.5 m<sup>2</sup></b>
Área de encofrado/m <sup>3</sup>	<b>2.15 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup></b>
Área de curado/m <sup>3</sup>	<b>0.18 gal/m<sup>3</sup></b>

<b>Código:</b>	1.1	<b>Unidad:</b>	m2
----------------	-----	----------------	----

<b>Nombre:</b>	Desbroce y limpieza (incl. Desalojo)		
----------------	--------------------------------------	--	--

**Accesos y talud**



63.27 m2

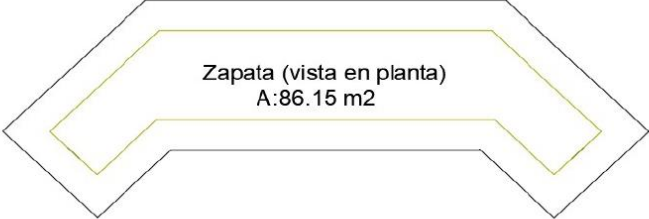
Area estribo	181	m2
Numero de estribos	2	u
Area talud	63.27	m2
<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>m2</b>

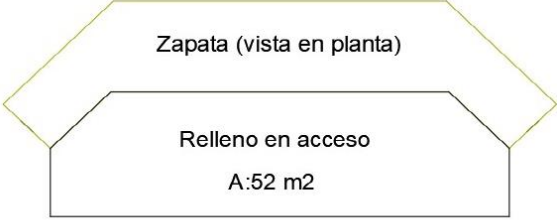
<b>Código:</b>	1.2	<b>Unidad:</b>	m2												
<b>Nombre:</b>	Trazado y replanteo														
<table border="1"> <tr> <td>Area estribo</td> <td>87.5</td> <td>m2</td> </tr> <tr> <td>Numero de estribos</td> <td>2</td> <td>u</td> </tr> <tr> <td>Area talud</td> <td>133</td> <td>m2</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>308</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Area estribo	87.5	m2	Numero de estribos	2	u	Area talud	133	m2	<b>Total</b>	<b>308</b>	<b>m2</b>
Area estribo	87.5	m2													
Numero de estribos	2	u													
Area talud	133	m2													
<b>Total</b>	<b>308</b>	<b>m2</b>													

<b>Código:</b>	2.1	<b>Unidad:</b>	u		
<b>Nombre:</b>	Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm				
<p>Distribución de bulones inyectados en talud Escala 1:30</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>60</b></td> </tr> </table>				<b>Total</b>	<b>60</b>
<b>Total</b>	<b>60</b>				

<b>Código:</b>	2.2	<b>Unidad:</b>	m2									
<b>Nombre:</b>	Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm, ligada a los bulones											
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Ancho</td> <td>14</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>6</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>84</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Ancho	14	m	Alto	6	m	<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>m2</b>
Ancho	14	m										
Alto	6	m										
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>m2</b>										

<b>Código:</b>	2.3	<b>Unidad:</b>	m2									
<b>Nombre:</b>	Capa de hormigón proyectado de e=10cm											
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Ancho</td> <td>14</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Alto</td> <td>6</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>84</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Ancho	14	m	Alto	6	m	<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>m2</b>
Ancho	14	m										
Alto	6	m										
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>m2</b>										

<b>Código:</b>	3.1	<b>Unidad:</b>	m3																
<b>Nombre:</b>	Excavacion a maquina																		
<div style="border: 1px solid black; width: 30%; margin: 0 auto; padding: 5px; margin-bottom: 20px;">Estribos</div> 																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Area estribo</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">86.15</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">m2</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Numero de estribos</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">u</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Profundidad</td> <td style="text-align: center;">3.5</td> <td style="text-align: center;">m</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>603.05</b></td> <td style="text-align: center;"><b>m3</b></td> <td></td> </tr> </table>				Area estribo	86.15	m2		Numero de estribos	2	u		Profundidad	3.5	m		<b>Total</b>	<b>603.05</b>	<b>m3</b>	
Area estribo	86.15	m2																	
Numero de estribos	2	u																	
Profundidad	3.5	m																	
<b>Total</b>	<b>603.05</b>	<b>m3</b>																	

<b>Código:</b>	3.2	<b>Unidad:</b>	m3																
<b>Nombre:</b>	Relleno compactado con material de préstamo																		
<div style="border: 1px solid black; width: 30%; margin: 0 auto; padding: 5px; margin-bottom: 20px;">Accesos</div> 																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Area de losa de aprox.</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">52</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">m2</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Numero de losas</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">u</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Profundidad</td> <td style="text-align: center;">2.06</td> <td style="text-align: center;">m</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td style="text-align: center;"><b>214.24</b></td> <td style="text-align: center;"><b>m3</b></td> <td></td> </tr> </table>				Area de losa de aprox.	52	m2		Numero de losas	2	u		Profundidad	2.06	m		<b>Total</b>	<b>214.24</b>	<b>m3</b>	
Area de losa de aprox.	52	m2																	
Numero de losas	2	u																	
Profundidad	2.06	m																	
<b>Total</b>	<b>214.24</b>	<b>m3</b>																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Total del rubro</b></td> <td style="width: 20%; text-align: center;"><b>214.24</b></td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><b>m3</b></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>				<b>Total del rubro</b>	<b>214.24</b>	<b>m3</b>													
<b>Total del rubro</b>	<b>214.24</b>	<b>m3</b>																	



<b>Código:</b>	4.1	<b>Unidad:</b>	m3
<b>Nombre:</b>	4.1 Replanteo de hormigón simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ $e=8\text{cm}$		

A zapata: 43.63 m2



ESTRIBO		
A zapata	43.63	m2
Espesor	0.08	m
Número de estribos	2	
<b>Total</b>	<b>6.98</b>	<b>m3</b>

<b>Código:</b>	4.2	<b>Unidad:</b>	m
<b>Nombre:</b>	4.2 Anclajes continuos inyectados, 6m barra de acero 25mm		

Longitud	6	m
Numero	28	
<b>Total</b>	<b>168</b>	<b>m</b>

<b>Código:</b>	4.4	<b>Unidad:</b>	m3
<b>Nombre:</b>	4.4 Hormigón estructural para estribo $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$		

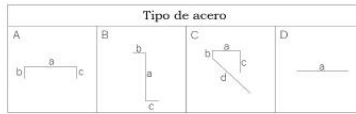
Apantalla: 4.86 m2

A zapata: 43.63 m2



ESTRIBO		
A zapata	43.63	m2
Espesor	0.5	m
A pantalla	4.86	m2
Altura	1.81	m
A alero	2.02	m2
Altura media	1.56	m
A mensula	0.094	m2
Longitud	10	m
#estribos	2	
<b>Vtotal</b>	<b>75.708</b>	<b>m3</b>

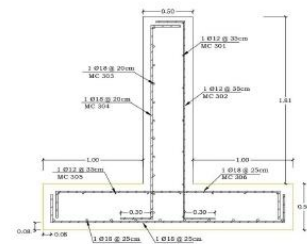
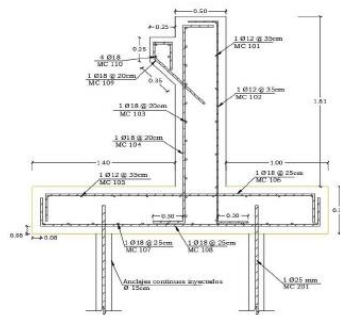
Código:	4.3	Unidad:	kg
Nombre:	4.3 Acero de refuerzo para estribo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$		



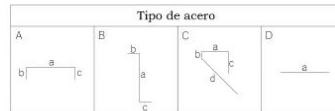
Acero de refuerzo para cada estribo											
Mc	Tipo	Φ [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
101	D	12	10	0	0	0	10	7	70	0.888	62.15
102	B	12	2.15	0.3	0.3	0	2.75	30	82.5	0.888	73.24
103	D	18	10	0	0	0	10	11	110	1.998	219.73
104	B	18	2.1	0.3	0.3	0	2.7	51	137.7	1.998	275.07
105	D	12	10	0	0	0	10	9	90	0.888	79.90
106	A	18	2.64	0.3	0.3	0	3.24	41	132.84	1.998	265.36
107	D	18	10	0	0	0	10	12	120	1.998	239.71
108	A	18	2.74	0.3	0.3	0	3.34	41	136.94	1.998	273.55
109	C	18	0.19	0.17	0.3	0.7	1.36	51	69.36	1.998	138.55
110	D	18	10	0	0	0	10	4	40	1.998	79.90
<b>TOTAL</b>											<b>1,707 kg</b>

Acero de refuerzo para cada ala de estribos											
Mc	Tipo	Φ [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
301	D	12	4	0	0	0	4	7	28	0.888	24.86
302	B	12	2.15	0.3	0.3	0	2.75	13	35.75	0.888	31.74
303	D	18	4	0	0	0	4	11	44	1.998	87.89
304	B	18	2.1	0.3	0.3	0	2.7	21	56.7	1.998	113.26
305	D	12	4	0	0	0	4	8	32	0.888	28.41
306	A	18	2.34	0.3	0.3	0	2.94	17	49.98	1.998	99.84
307	D	18	4	0	0	0	4	10	40	1.998	79.90
308	A	18	2.34	0.3	0.3	0	2.94	17	49.98	1.998	99.84
<b>TOTAL</b>											<b>566 kg</b>

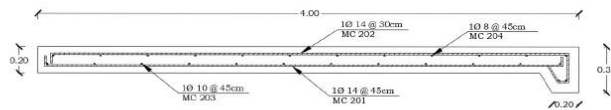
Nº de estribos	2
Peso de acero de estribos	1,707 kg
Nº de alas de estribos	4
Peso de cada ala de estribo	566 kg
<b>TOTAL</b>	<b>5,677.3 kg</b>



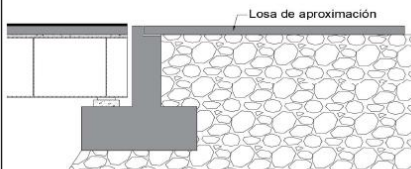
Código:	4.5	Unidad:	m <sup>3</sup>
Nombre:	4.5 Losa de aproximación H.A.		



Acero de refuerzo para cada losa de aproximación											
Mc	Tipo	Φ [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
201	A	14	3.9	0	0	0	3.9	24	93.6	1.208	113.11
202	C	14	2.15	0.23	0.15	3.98	6.51	35	227.85	1.208	275.34
203	A	10	10	0.08	0.08	0	10.16	10	101.6	0.617	62.64
204	A	8	10	0.08	0.08	0	10.16	10	101.6	0.395	40.09
<b>TOTAL</b>											<b>491 kg</b>

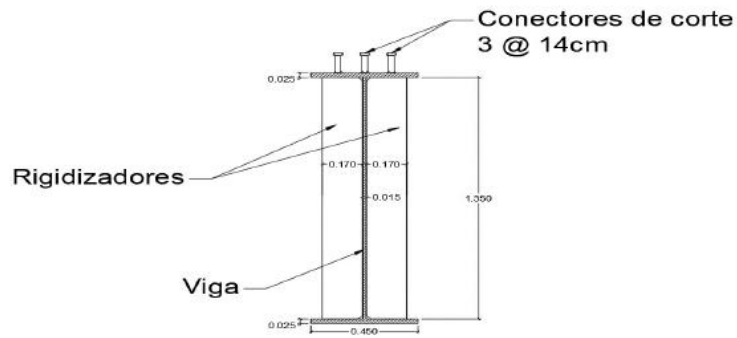


Nº de losas de aproximación	2
Peso de cada losa de aproximación	491 kg
<b>TOTAL</b>	<b>982 kg</b>



Longitud	4 m
Ancho	10 m
Espesor	0.2 m
Volumen	8 m <sup>3</sup>
Numero de losas	2
<b>Total</b>	<b>16 m<sup>3</sup></b>

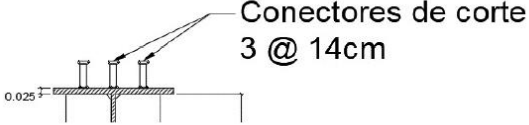
<b>Código:</b>	5.1	<b>Unidad:</b>	kg
<b>Nombre:</b>	Provision, montaje de vigas acero ASTM A-588 Gr50 (incl. Transporte)		

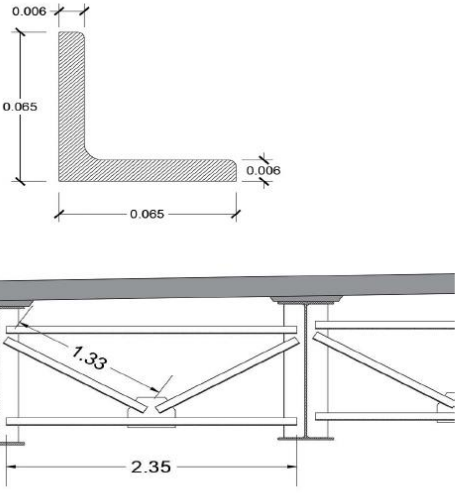


Viga	
Longitud de viga	35 m
espesor de alas	0.025 m
ancho de alas	0.45 m
espesor de alma	0.015 m
peralte de alma	1.35 m
Nº de vigas	4
Área de sección	0.0428 m <sup>2</sup>
Volúmen	1.50 m <sup>3</sup>
Peso específico de acero	7,850 kg/m <sup>3</sup>
<b>Peso por viga</b>	<b>11,745.6 kg</b>

Rigidizadores	
Ancho	0.19 m
Alto	1.35 m
espesor	0.015 m
Nº de rigidizadores por viga	24
Nº de vigas	4
Peso específico de acero	7,850 kg/m <sup>3</sup>
volumen por viga	0.0923 m <sup>3</sup>
Volumen total	0.3694 m <sup>3</sup>
<b>Peso total</b>	<b>2,899.5 kg</b>

<b>Peso total de 4 vigas</b>	<b>49881.726 kg</b>
------------------------------	---------------------

<b>Código:</b>	5.2	<b>Unidad:</b>	u																					
<b>Nombre:</b>	Conectores de corte																							
 <p><b>Conectores de corte 3 @ 14cm</b></p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Conectores de corte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Longitud de viga</td> <td></td> <td>35 m</td> </tr> <tr> <td>Nº de conectores por fila</td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Separación entre filas</td> <td></td> <td>0.14 m</td> </tr> <tr> <td>Nº de conectores por viga</td> <td></td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>Nº de Vigas</td> <td></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><b>Cantidad de conectores</b></td> <td></td> <td><b>3000</b></td> </tr> </tbody> </table>				Conectores de corte			Longitud de viga		35 m	Nº de conectores por fila		3	Separación entre filas		0.14 m	Nº de conectores por viga		750	Nº de Vigas		4	<b>Cantidad de conectores</b>		<b>3000</b>
Conectores de corte																								
Longitud de viga		35 m																						
Nº de conectores por fila		3																						
Separación entre filas		0.14 m																						
Nº de conectores por viga		750																						
Nº de Vigas		4																						
<b>Cantidad de conectores</b>		<b>3000</b>																						

<b>Código:</b>	5.3	<b>Unidad:</b>	m2												
<b>Nombre:</b>	Povision y montaje de diafragmas acero ASTM A-36 (incl. Transporte)														
<p><b>Perfil L</b></p> 															
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>L por marco</td> <td>7.36</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de marcos</td> <td>24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso por metro</td> <td>5.8404</td> <td>kg/m</td> </tr> <tr> <td><b>Peso total</b></td> <td><b>1031.65</b></td> <td><b>kg</b></td> </tr> </tbody> </table>				L por marco	7.36	m	Número de marcos	24		Peso por metro	5.8404	kg/m	<b>Peso total</b>	<b>1031.65</b>	<b>kg</b>
L por marco	7.36	m													
Número de marcos	24														
Peso por metro	5.8404	kg/m													
<b>Peso total</b>	<b>1031.65</b>	<b>kg</b>													

<b>Código:</b>	5.4	<b>Unidad:</b>	m2
<b>Nombre:</b>	Pintura epóxica		
Perimetro viga	4.12	m	
L	35	m	
n vigas	4		
	576.8	m2	
Perimetro diafragma	0.26	m	
L	7.36	m	
n marcos	24		
	45.9264	m2	
Area rigidizadores	49.248	m2	
<b>Total</b>	<b>671.9744</b>	<b>m2</b>	

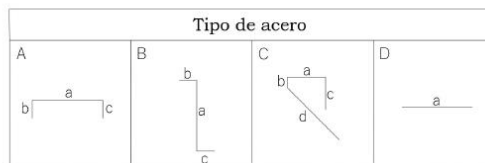
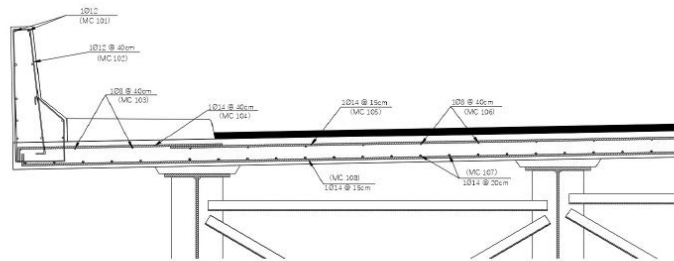
<b>Código:</b>	5.6	<b>Unidad:</b>	m																		
<b>Nombre:</b>	Juntas de dilatacion JVC-300 1.83m (incl. Transporte e instalación)																				
<table border="1"> <tr> <td>Ancho de calzada</td> <td>7.3</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Numero de accesos</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud de calzadas</td> <td>14.6</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Longitud por junta</td> <td>1.83</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>número de juntas</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>14.64</b></td> <td><b>m</b></td> </tr> </table>				Ancho de calzada	7.3	m	Numero de accesos	2		Longitud de calzadas	14.6	m	Longitud por junta	1.83	m	número de juntas	8		<b>Total</b>	<b>14.64</b>	<b>m</b>
Ancho de calzada	7.3	m																			
Numero de accesos	2																				
Longitud de calzadas	14.6	m																			
Longitud por junta	1.83	m																			
número de juntas	8																				
<b>Total</b>	<b>14.64</b>	<b>m</b>																			

<b>Código:</b>	5.7	<b>Unidad:</b>	m3
<b>Nombre:</b>	Hormigon estructural para losa de tablero f'c=280 kg/cm2		
<b>Losa</b>			
Longitud del puente	35	m	
Espesor	0.20	m	
longitud de sección	10.05	m	
Área de sección	2.010	m2	
<b>Volumen de hormigón</b>	<b>70.35</b>	<b>m3</b>	
espesor de apoyo	0.05	m	
ancho de apoyo	0.52	m	
Área de seccion	0.026	m2	
Volumen	0.91	m3	
<b>Volumen total 4 apoyos</b>	<b>3.64</b>	<b>m3</b>	
<b>Volumen total</b>	<b>73.99</b>	<b>m3</b>	

<b>Código:</b>	5.5	<b>Unidad:</b>	kg
<b>Nombre:</b>	Acero de refuerzo para losa de tablero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$		

### Acero de refuerzo Losa

Mc	Tipo	Ø	Dimensiones		Long.P	Cantidad	Long.T	Peso	Total
		[mm]	a	b	[m]				
MC 103	D	8	12		12	18	216	0.395	85.23
MC 104	A	14	1.42	0.11	1.53	178	272.34	1.208	329.10
MC 105	D	14	7.88		7.88	235	1851.8	1.208	2237.74
MC 106	D	8	12		12	60	720	0.395	284.10
MC 107	D	14	12		12	153	1836	1.208	2218.65
MC 108	A	14	10	0.22	10.22	235	2401.7	1.208	2902.25
<b>TOTAL</b>									<b>8,057.1 kg</b>

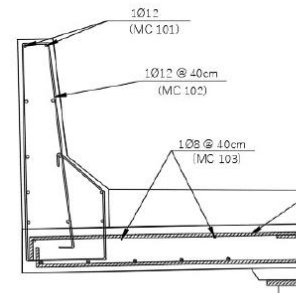
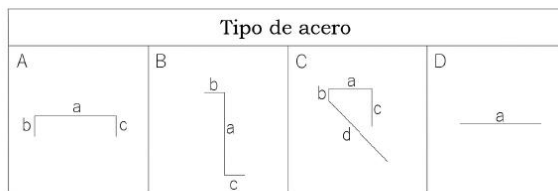


<b>Código:</b>	6.1	<b>Unidad:</b>	m									
<b>Nombre:</b>	Tuberia de drenaje (4 pulgadas)											
<table border="1"> <tr> <td>Longitud de tubería</td> <td>1</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de tuberías</td> <td>30</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>30</b></td> <td><b>m</b></td> </tr> </table>				Longitud de tubería	1	m	Número de tuberías	30		<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>m</b>
Longitud de tubería	1	m										
Número de tuberías	30											
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>m</b>										

<b>Código:</b>	6.2	<b>Unidad:</b>	kg
<b>Nombre:</b>	Acero de refuerzo para barrera $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$		

### Acero de refuerzo barrera

Mc	Tipo	$\Phi$	Dimensiones	Long.P	Cantidad	Long.T	Peso	Total
		[mm]	a	[m]	U	[m]	[Kg/m]	Kg
MC 101	D	12	12	12	66	792	0.888	703.15
MC 102	-	10		3.18	176	559.68	0.617	345.06
<b>TOTAL</b>								<b>1,048.2 kg</b>





<b>Código:</b>	6.3	<b>Unidad:</b>	m3
<b>Nombre:</b>	Hormigon estructural para barrera f'c=210 kg/cm2		
Longitud del puente		35.0 m	
Área de barrera		0.204 m2	
volumen de hormigon		7.14 m3	
2 barreras			
<b>Volumen de hormigón</b>		<b>14.3 m3</b>	

<b>Código:</b>	6.4	<b>Unidad:</b>	kg
<b>Nombre:</b>	Acero para barandas		
Longitud del puente		35.0 m	
Peso		6.200 kg/m	
Peso total		434.00 kg	
2 barandas			
<b>Peso total de barandas</b>		<b>868.0 kg</b>	

<b>Código:</b>	6.5	<b>Unidad:</b>	m2												
<b>Nombre:</b>	Malla electrosoldada 5.5mm, 15x15cm para vereda														
<table border="1"> <tr> <td>Ancho de vereda</td> <td>1</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Longitud</td> <td>35</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Número de veredas</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Area total</b></td> <td><b>70</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Ancho de vereda	1	m	Longitud	35	m	Número de veredas	2		<b>Area total</b>	<b>70</b>	<b>m2</b>
Ancho de vereda	1	m													
Longitud	35	m													
Número de veredas	2														
<b>Area total</b>	<b>70</b>	<b>m2</b>													

<b>Código:</b>	6.6	<b>Unidad:</b>	m3															
<b>Nombre:</b>	Hormigon estructural para vereda $f'c=210$ kg/cm2																	
<table border="1"> <tr> <td>Ancho</td> <td>1.025</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>espesor</td> <td>0.175</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Área</td> <td>0.179</td> <td>m2</td> </tr> <tr> <td>Longitud</td> <td>35</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td>6.28</td> <td>m3</td> </tr> </table>				Ancho	1.025	m	espesor	0.175	m	Área	0.179	m2	Longitud	35	m	Volumen	6.28	m3
Ancho	1.025	m																
espesor	0.175	m																
Área	0.179	m2																
Longitud	35	m																
Volumen	6.28	m3																
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">2 veredas en el puente</td> </tr> <tr> <td><b>Volumen</b></td> <td><b>12.56</b></td> <td><b>m3</b></td> </tr> </table>				2 veredas en el puente			<b>Volumen</b>	<b>12.56</b>	<b>m3</b>									
2 veredas en el puente																		
<b>Volumen</b>	<b>12.56</b>	<b>m3</b>																

<b>Código:</b>	6.7	<b>Unidad:</b>	m2									
<b>Nombre:</b>	Imprimación asfáltica											
<table border="1"> <tr> <td>Longitud puente</td> <td>43</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de calzada</td> <td>7.3</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>313.9</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Longitud puente	43	m	Ancho de calzada	7.3	m	<b>Total</b>	<b>313.9</b>	<b>m2</b>
Longitud puente	43	m										
Ancho de calzada	7.3	m										
<b>Total</b>	<b>313.9</b>	<b>m2</b>										

<b>Código:</b>	6.8	<b>Unidad:</b>	m2									
<b>Nombre:</b>	Carpeta Asfáltica e=2"											
<table border="1"> <tr> <td>Longitud puente</td> <td>43</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de calzada</td> <td>7.3</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>313.9</b></td> <td><b>m2</b></td> </tr> </table>				Longitud puente	43	m	Ancho de calzada	7.3	m	<b>Total</b>	<b>313.9</b>	<b>m2</b>
Longitud puente	43	m										
Ancho de calzada	7.3	m										
<b>Total</b>	<b>313.9</b>	<b>m2</b>										

<b>Código:</b>	7.1	<b>Unidad:</b>	m												
<b>Nombre:</b>	Marcas de pavimento (pintura)														
	<table border="1"> <tr> <td># de líneas</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud</td> <td>43</td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td><b>172</b></td> <td><b>m</b></td> <td></td> </tr> </table>			# de líneas	4			Longitud	43	m		<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>m</b>	
# de líneas	4														
Longitud	43	m													
<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>m</b>													

<b>Código:</b>	7.2	<b>Unidad:</b>	u				
<b>Nombre:</b>	Letreros informativos y preventivos						
	<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>3</td> <td>u</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Total</b>	3	u	
<b>Total</b>	3	u					

<b>Código:</b>	8.1	<b>Unidad:</b>	m3				
<b>Nombre:</b>	Agua para control de polvo						
	<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>12.5</td> <td>m3</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Total</b>	12.5	m3	
<b>Total</b>	12.5	m3					

<b>Código:</b>	8.2	<b>Unidad:</b>	u				
<b>Nombre:</b>	Charlas de concientizacion						
	<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>2</td> <td>u</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Total</b>	2	u	
<b>Total</b>	2	u					

<b>Código:</b>	8.3	<b>Unidad:</b>	u				
<b>Nombre:</b>	Control de ruido						
	<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>2</td> <td>u</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Total</b>	2	u	
<b>Total</b>	2	u					

<b>Código:</b>	8.4	<b>Unidad:</b>	u			
<b>Nombre:</b>	Señalización temporal de obra					
<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>2</td> <td>u</td> </tr> </table>				<b>Total</b>	2	u
<b>Total</b>	2	u				

<b>Código:</b>	8.5	<b>Unidad:</b>	u			
<b>Nombre:</b>	Instructivos o tripticos					
<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>200</td> <td>u</td> </tr> </table>				<b>Total</b>	200	u
<b>Total</b>	200	u				

<b>Código:</b>	8.6	<b>Unidad:</b>	u			
<b>Nombre:</b>	Baterías sanitaria portatil (incl. instalacion y desinstalacion)					
<table border="1"> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>2</td> <td>u</td> </tr> </table>				<b>Total</b>	2	u
<b>Total</b>	2	u				

<b>Código:</b>	9.1	<b>Unidad:</b>	u
<b>Nombre:</b>	Agua para control de polvo		
		Nº probetas	
<b>Volumen de hormigón en estribo</b>	75.71	10	
<b>Volumen de hormigón en losa</b>	73.99	10	
<b>Volumen de hormigón en barrera</b>	14.28	10	
<b>Total</b>			
		<b>30</b>	<b>u</b>

Ensayo	Norma	Frecuencia
Muestreo	ASTM C172 , NTE INEN 1763	Siempre que se solicite la ejecución de una prueba al hormigón.
Elaboración de probetas para pruebas de resistencia.	NTE INEN 1576, ASTM C31	Para cada tipo de hormigón: Por lo menos 1 vez al día. <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Por lo menos una vez cada 100m<sup>3</sup>.</span> Por lo menos cada 400 m <sup>2</sup> de hormigón colocado en superficie. Debe extraerse una prueba por cada lote o elemento constructivo.
Resistencia a la compresión	NTE INEN 1573, ASTM C39	A la edad de 28 días. Cuando se requiera según la especificación del proyecto. Cuando se requiera determinar la edad de desencofrado.
Resistencia a la flexión	NTE INEN 2554, ASTM C78	A los 28 días. Cuando se requiera según la especificación del proyecto

En la [Tabla 20: Frecuencia de los ensayos en el hormigón se indica el número de resultados de resistencia](#) (promedio de 2 probetas) que se requieren para la aceptación del hormigón, este número en ningún caso debe ser menor que 5. Para obras pequeñas con volúmenes de hormigón menores a 40 m<sup>3</sup>, el supervisor puede no requerir las pruebas de resistencia.

## Especificaciones técnicas

### 3.1 Anclajes continuos inyectados, 9m barra de acero 25mm

#### Descripción

Los anclajes continuos funcionan como micropilotes que conforman la cimentación de los estribos, aumenta la cohesión del suelo, su capacidad portante y la estabilización del talud. Deben ser bien colocados para evitar el mal funcionamiento de estos, siguiendo las especificaciones de los planos.

Los anclajes continuos inyectados se conforman básicamente por lechada y barras de acero de refuerzo, al inyectar la lechada, esta se expande dentro del suelo y se forman rugosidades que ayudan a su adherencia.

### **Procedimiento**

- Se perfora el terreno un diámetro de 20cm y una longitud de 9m con ayuda de la máquina perforadora de roca neumática.
- Se coloca la barra de acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  de 25mm.
- Se procede a inyectar la lechada con la inyectora de baja presión.

### **Unidad de pago**

El pago se lo realiza por metro lineal de los anclajes, además incluye la mano de obra, los materiales y maquinaria. Se constituirá la compensación total por la limpieza y acabado de la zona en donde se realiza la actividad descrita en el rubro.

Materiales: Cemento tipo I (50kg), Sikament N-100, Agua, Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , Bentonita gruesa, Diesel, Broca de perforación.

Herramientas: Compresor 750 CFM, Perforadora de roca neumática 0.5 – 0.7 Mpa, Inyectora de baja presión, Mezcladora de lechada.

Mano de obra calificada: Op. Equipo de perforación, Op. Compresor, Ayudante de perforador, peón.

## **3.4 Losa de aproximación**

### **Descripción**

Elemento que tiene como función unir el puente con la calzada de la vía y evitar asentamientos cerca del estribo, la losa de aproximación se constituye de hormigón  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . En el rubro incluye el armado del acero de refuerzo, encofrado y posterior vaciado del hormigón, se han puesto todas estas actividades en un solo rubro debido a la poca complejidad que representar para analizarlos en conjunto.

### **Procedimiento**

- Se procede cortar y doblar el acero de refuerzo según las especificaciones presentadas en los planos estructurales.
- A continuación, se procede al amarre del acero de refuerzo.

- Luego se coloca el encofrado de la losa de aproximación que consiste en confinar los 4 lados.
- Luego se procede al vaciado del hormigón y el acabado de la losa.
- Por último, se procede al desencofrado y limpieza de la zona de trabajo.

### Unidad de pago

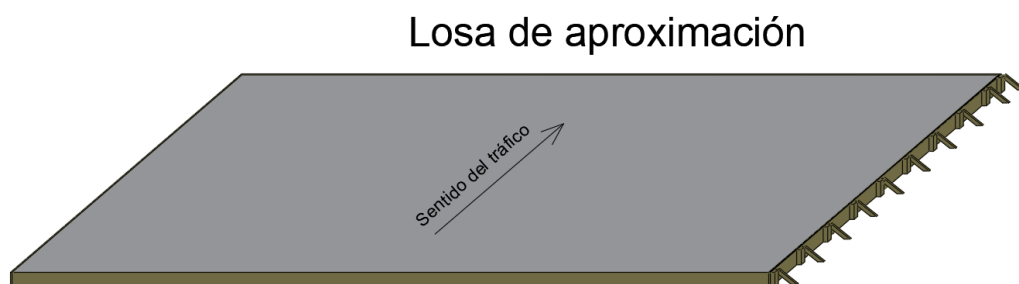
El pago se lo realiza por metro cúbico de hormigón. La mano de obra, herramientas, materiales y maquinarias corresponden por parte del contratista de la obra. Se constituirá la compensación total por la limpieza y acabado de la zona en donde se realiza la actividad descrita en el rubro.

Materiales: Hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , acero de refuerzo  $f_y= 4200\text{kg/cm}^2$ , alambre de amarre y curado químico.

Herramientas: Vibrador, Encofrado metálico y Herramienta menor.

Mano de obra calificada: Maestro de obra, albañil, Fierro, Ayudante de fierro, Carpintero y Peón.

La losa de aproximación va a estar empotrada en el asiento del estribo con ayuda de varillas de refuerzo  $f_y= 4200\text{kg/cm}^2$ , además de tener rugosidad en la superficie para su posterior asfaltado.



### 4.3 Juntas de dilatación.

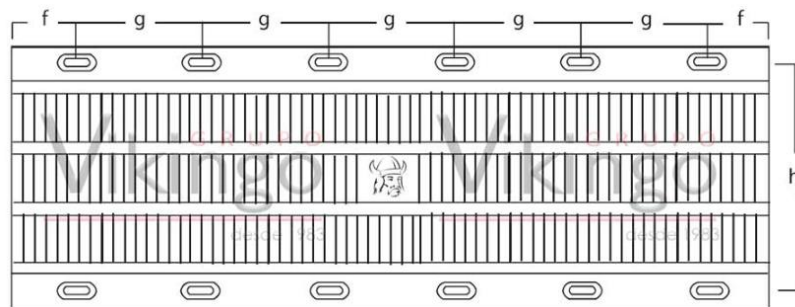
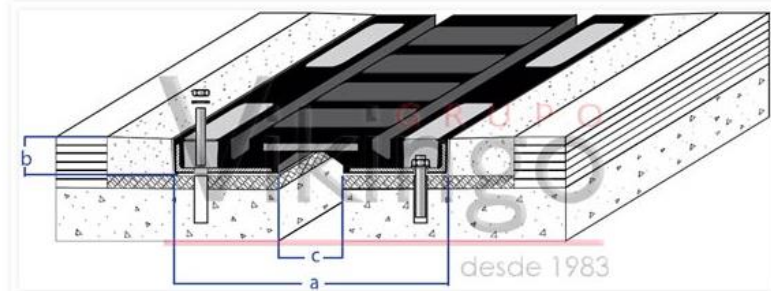
#### Descripción

La junta de dilatación o junta de expansión, fabricada por la empresa Cauchos Vikingos es un dispositivo que permite el movimiento en la junta que se encuentra entre el estribo y la losa, estos movimientos se deben a diferentes factores como la dilatación o

contracción por temperatura y los vehículos que corresponden a la carga viva mas influyente. Las juntas pueden soportar movimientos debido a cargas dinámicas de la estructura.

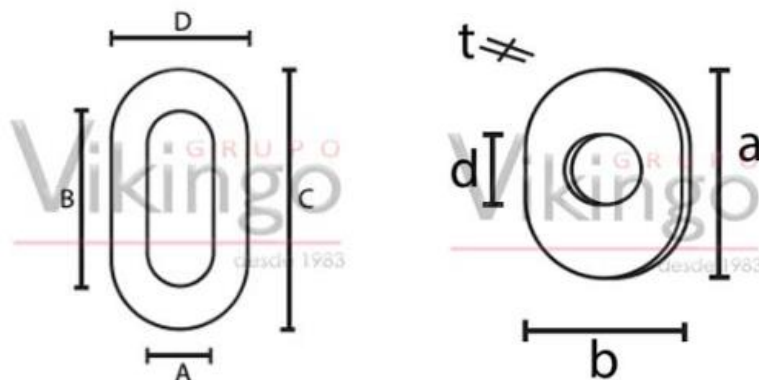
Se ha seleccionado la junta tipo JCV-300 debido a que se adapta a las especificaciones que se tiene en el puente.

JCV-150 / JCV-200 / JCV-250 / JCV-300



Tipo de junta	Movimiento admitido (mm)	Medidas (mm)			f	g	h	Peso (kg)
		a	b	c				
JCV-300	76	432	54	98	152	305	342	84.7

Tipo de junta	Medidas de orificio (mm)				Ø Taladro (mm)	Espárragos	Arandela (mm)	
	A	B	C	D			bxaxt	d
JCV-300	18	61	102	44	22	M-18	50x60x4	Ø 23





## **Unidad de pago**

El pago se lo realiza por metro lineal de junta de dilatación, la empresa que suministra el material se encarga de la mano de obra, material y maquinaria. Se constituirá la compensación total por la limpieza y acabado de la zona en donde se realiza la actividad descrita en el rubro.

Materiales: Juntas de dilatación  
Herramientas: Amoladora, taladro, martillo eléctrico.  
Mano de obra calificada: Maestro de obra, técnico en instalación de juntas sísmicas, peón.

**El personal y los equipos corresponden por parte de la empresa que suministra la junta de dilatación.**

## **4.5 Conectores de corte.**

### **Descripción**

Consiste en la provisión de conectores de corte tipo Nelson studs, para luego soldar en las alas de las vigas de acero tipo I, los conectores tienen una distribución de 3 por fila y la separación entre files es de 14cm.

La función principal de estos pernos de corte es darle propiedades de sección compuesta entre viga y losa, es decir que trabaje como un elemento monolítico. Los conectores de corte tipo Nelson Stud se hace en base a las especificaciones de la norma ASTM A -108 para aceros 1010-1020. Se debe importar debido a que en Ecuador no existe una empresa que los distribuya, la empresa que puede importar este tipo de material es Global pernos (Quito) pidiendo con 3 meses de anticipación para evitar inconvenientes con su transporte.

Sistema de medida: Pulgadas

Hilo: UNC

Material: Acero al carbono

Especificación: ASTM A-108

Medidas: 3/4 x 4-3/16 **Incluye cerámica**

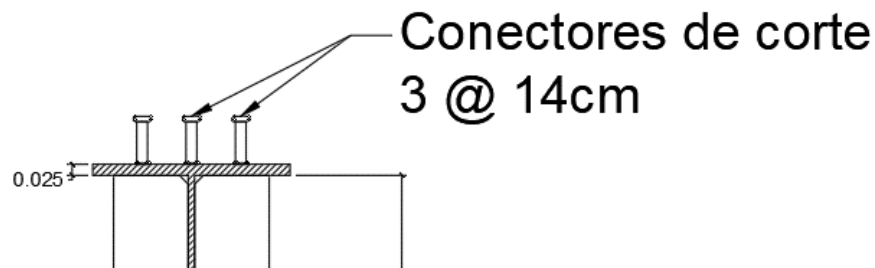
Equipo para instalación: Pistola soldadora.

Unidad de pago: U

Mano de obra calificada: Maestro de obra, Soldador, Ayudante y peón

### Procedimiento

- Se debe marcar en donde van posicionados los conectores de corte tipo Nelson stud.
- Se coloca el conector en la pistola soldadora con la cerámica.
- Se procede a colocar el perno en su posición y con ayuda de la pistola soldadora.
- Se retira la cerámica que queda alrededor del conector de corte después de soldar.



### 4.6 Pintura epóxica

#### Descripción

Sirve como base anticorrosiva con el acabado final recomendado, para proteger estructuras metálicas en general, puentes, torres, tuberías y tanques. No se recomienda para estructuras metálicas en contacto con agua potable o alimentos. Se utiliza la pintura Anticorrosiva alquímica verde oliva de pintuco en conjunto con el ajustador 121.014

Propiedad	Rango		Unidades
Acabado	Mate		
Peso neto por galón	5.85		kg
Sólidos por volumen (varían según el color)	41.2	43.2	%
Espesor seco recomendado	50	75	Micrones
Rendimiento teórico a 25 micrones película seca	62.3		m <sup>2</sup> /galón
Método de aplicación	Brocha, rodillo o convencional		
Ajustador o thinner recomendado para disolución	15% pintura epóxica por volumen de ajustador		
Punto de chispa copa cerrada	28 °C	°C (chequeo de copa cerrada)	
V.O.C	501		g/l (ASTM D-3960)

## Instrucciones de uso

- Se recomienda que la superficie esté libre de humedad, grasas y otros contaminantes.
- Se debe eliminar todo rastro de óxido, pintura deteriorada y partículas sueltas.
- Se debe obtener una rugosidad de 25 a 37 micrones.

## Preparación del producto y aplicación

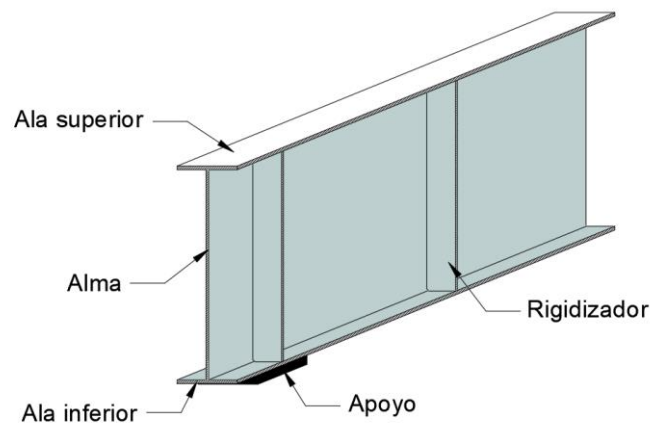
Se hace la mezcla homogénea con ayuda de una espátula para tener una completa uniformidad en el líquido, luego se agrega un 15% de pintura anticorrosiva por volumen de ajustador y se revuelve con una espátula para tener una mezcla homogénea uniforme.

A mayor temperatura, menor tiempo de secamiento y a mayor espesor, mayor tiempo de secamiento.

## Temperatura de aplicación

Temperatura	Pintura	Metal	Ambiente	Humedad ambiente
Normal	10°C a 30°C	12°C a 30°C	10°C a 30°C	30% a 90%
Mínima	5°C	5°C	5°C	0%
Máxima	40°C	40°C	40°C	95%

**El equipo y personal corresponde por parte del contratista de la obra.**



## 5.1 Bulones inyectados, L=2.4m, barra de acero 22mm

### Descripción

Sirven para estabilizar el talud derecho que se encuentra por debajo del estribo, esto le ayuda notablemente a las propiedades mecánicas del suelo aumentando en gran medida el factor de seguridad.

## **Procedimiento**

- Se empieza por hacer una limpieza al talud debido a que hay presencia de vegetación.
- A continuación, se procede a realizar perforaciones de 20cm de diámetro y 2.4m de longitud al talud con ayuda de una máquina perforadora.
- Se hace el bombeo de lechada con ayuda de una maquina inyectora de baja presión previamente habiendo introducido una barra de acero  $f_y = 4200 \text{kg/cm}^2$  de 22mm.

**El equipo, material y personal le corresponde a la empresa contratada para realizar el proceso.**

## **Unidad de pago**

El pago de lo realiza por unidad de bulón inyectado, se realiza el pago total una vez haya finalizado por completo la actividad incluyendo el acabado y la limpieza del lugar donde se se efectuó.

Medidas: 0.2m de diámetro X 2.4m de longitud

Equipo para instalación: Compresor 750 CFM, Martillo neumático, Inyectora de baja presión.

Mano de obra calificada: Op. Martillo neumático, Op. Compresor, Ayudante de perforador.

Materiales: Cemento tipo I (50kg), Sikament, Agua, Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{kg/cm}^2$ , Bentonita gruesa, Diesel, Barras de perforación, PVC 1.5", Geotextil NT-3000.

## **5.3 Capa de hormigón proyectado de e=10cm**

### **Descripción**

Sirve para darle una mayor estabilidad al talud, trabajando en conjunto con los bulones inyectados, consiste en una capa de 10cm de hormigón proyectado con una malla electrosoldada previamente colocada en sitio.

El procedimiento consiste únicamente en el bombeo del hormigón sobre la superficie del talud para confinarlo y hacerlo más consistente.

## **Procedimiento**

- Una vez colocada la malla se procede a bombear el hormigón obteniendo una capa uniforme de 10cm.
- Se deja secar y se le da los respectivos acabados.

**El equipo, material y personal le corresponde a la empresa contratada para realizar el proceso.**

## **Unidad de pago**

El pago se lo realiza por metro cuadrado como se detalla en el rubro, se realizará la compensación total una vez haya finalizado la actividad incluyendo el acabado y limpieza del sitio.

Equipo para instalación: Compresor 750 CFM, Sistema Gutinado, Generador 20KVA  
Materiales: Hormigón  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ , Sikament N100, Sigunit L-600 AF, Microsilice, Diesel.

Mano de obra calificada: Op. Hormigón proyectado, Op. Compresor, Peón.

# Cotizaciones



Estimado Sr. Zuniga buenos días;

Los flejes se puede fabricar de PLANCHA CALIENTE GR50 en longitud 6 y 12 metros, precio kilos es de \$0,92 mas IVA

No incluye transporte.

Gracias.



**HUGO PILLIZA**  
ASESOR CONTACT CENTER  
hpilliza@conduit.com.ec  
0994888107  
Av. Huayanay Ñan OE1-476 Panamericana Sur Km.10  
Quito  
0994888107  
www.kubiec.com  
 



# PROFORMA-07538

**Nombre del cliente** Victor Ernesto Toledo **Fecha** 25-06-2020  
**Contacto** Victor Ernesto Toledo **Proyecto** Guaranda

## Productos

Item	Código	Descripción	Imagen	Cantidad	Precio	Total
1	ACV-B-450-350-60-4-2	Apoyo de Neopreno tipo STUP de 450x350x60mm con 4 refuerzos de acero A36 de 2mm		Unidad(es) 8	277,20	2.217,60
2	MLE	Manejo de logística y envío.		Unidad 1	50,00	50,00

**Total** 2.267,60

**IVA** 272,11

**Total** 2.539,71

**En palabras** USD Dos Mil Quinientos Treinta Y Nueve y Setenta Y Uno Cent .

## Detalles de términos y condiciones

**Fabricadas bajo estándares de calidad de la Norma ISO 9001:2015 (ER-0113-2017)**

**MATERIA PRIMA ELASTÓMERO: NEOPRENE Rubber CR2322 (Invoice 001-018-000001)**

**Dureza: Shore A 65±5**

Tiempo de entrega: 4 días laborables a partir de la confirmación del anticipo (puede variar de acuerdo al cronograma de producción)

Lugar de entrega: **Planta Cauchos Vikingo Quito o Envío por transporte terrestre (más transporte)**

Garantía: 2 años contra defectos de fabricación (**10 años en apoyos de Neopreno para puentes**)

Forma de Pago: **50 % anticipo 50 % previa a la entrega o envío.**

Validez de la oferta: 15 días

\*Al realizar el pago del anticipo, el cliente acepta los términos y condiciones dispuestos por Cauchos Vikingo

Cualquier duda, sugerencia o queja, por favor comuníquese por cualquiera de nuestros canales.

## Realizado por:

Marcela Maldonado

## Revisado por:

Ing. Francisco Fuentes



**HORMIGONES  
MORENO**

RUC: 1701896548001

Dirección: Av. Circunvalación y Antonio Santillán  
Teléfono: 032-378790 / 032-964184 / Mina: 033-020386 / Celular: 0992-740564  
Riobamba - Ecuador

**HORMIGONES "MORENO"  
DISEÑO DEL HORMIGÓN  
PARA 1 M3**

**PARA: ING. CARLOS ZUÑIGA (GUARANDA)**

**RESISTENCIA: 210 Kg/cm<sup>2</sup>**

CEMENTO:	360 Kg. $\pm$ 2%
ARENA (0-8) m m. :	900 Kg.
CANTO RODADO – RIPIO (8-50) mm. :	900 Kg.
AGUA POTABLE:	$\leq$ 180 Ltrs.
ADITIVOS:	<b>EPS-413AR -TESPECON</b>
(Plastificante Reductor de Agua)	1,50 Ltrs./ M3

**ASENTAMIENTO: 12  $\pm$  2 cm.**

**PRECIO: \$ 170,00 Dólares C/M3 Incluido IVA**

**P (PESO ESPECIFICO DEL PREMEZCLADO): 2,2 T/M3  $\pm$  2%**

Riobamba, 22 de Julio del 2020

  
**ING. ARTURO MORENO L.**





**HORMIGONES  
MORENO**

RUC: 1701896548001

Dirección: Av. Circunvalación y Antonio Santillán  
Teléfono: 032-378790 / 032-964184 / Mina: 033-020386 / Celular: 0992-740564  
Riobamba - Ecuador

---

## HORMIGONES "MORENO" DISEÑO DEL HORMIGÓN PARA 1 M3

**PARA: ING. CARLOS ZUÑIGA (GUARANDA)**

RESISTENCIA: 280 Kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO:	450 Kg. ± 2%
ARENA (0-8) m m. :	900 Kg.
CANTO RODADO – RIPIO (8-50) mm. :	900 Kg.
AGUA POTABLE:	≤ 225 Ltrs.
ADITIVOS:	SIKA N-100
(Plastificante Reductor de Agua)	4 Ltrs./M3

ASENTAMIENTO: 12 ± 2 cm.

PRECIO: \$ 220,00 Dólares C/M3 Incluido IVA

P (PESO ESPECIFICO DEL PREMEZCLADO): 2,2 T/M3 ± 2%

Riobamba, 22 de Julio del 2020

ING. ARTURO MORENO L.



Riobamba, 29 de julio del 2020.

Ingeniero  
Carlos Octavio Zúñiga Olvera  
Presente.

De mi consideración:

Luego de saludarle y desearte éxitos en sus funciones Hormigonera de los Andes desea entregar a Usted la propuesta económica referente al tipo de resistencia de hormigón que usted requiere para el proyecto "Puente sobre la Quebrada Tomabela en la vía de desvío de tráfico Negroyaco-Pircapamba", tenemos a bien indicarle que nuestra empresa cuenta con el equipo técnico, maquinaria y la experiencia necesaria para garantizar un trabajo de alta calidad.

HORMIGÓN DE 280kg/cm <sup>2</sup>	\$201.80
HORMIGÓN DE 210kg/cm <sup>2</sup>	\$169.00

Este precio está incluido el valor del IVA y transporte.

Hormigonera de los Andes garantiza la calidad y cantidad de hormigón que se despacha desde nuestra planta.

La forma de pago, se deberá realizar de manera anticipada

Esperamos poder contar con su presencia en nuestras oficinas y planta de producción, para poder compartir con usted la grata experiencia de producir hormigón de alta calidad.



Ing. Rodrigo Pumagualli.  
GERENTE HORMIGONERA DE LOS ANDES  
0969245737

Km. 5 Panamericana Norte  
hormiandes@gmail.com  
593-3-2364 304 / 091 491 299



**MATRIZ MANTA:** Av. 24 de Mayo y Calle 4ta., esquina Telf: (05) 2620839-2624952-097633993  
**QUITO Norte:** Gualaquiza Oe4-177 y Av. de la Prensa Telf: (02) 3960900  
**QUITO Sur:** Taura y Panamericana Sur Km 5 - 1/2 Telf: (02) 2671310

**ESTABLECIMIENTOS:**  
**AMBAATO:** Av. Afahualpa y Juan Jaramillo, Esquina Telf: (03) 2585682 - 2585401  
**CUENCA:** Av. 12 de Abril entre Imbabura y El Oro Telf: (07) 2810042 - 2884788  
**EL COCA:** Av. 9 de Octubre y Cuyabeno, esquina Telf: (06) 2860031 - 2860047  
**GUAYAQUIL:** Frente: Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411  
 (Alfa): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411  
 (Planta2): Vía Daule Km 10-1/2 Telf: (04) 2111319 - 2111411  
 Local 2 Norte: Vía Daule Km 8-1/2 Telf: (04) 6026653 - 6026654  
 Local 3 Sur: Bloy Alfaro y Calacuchima, Esquina Telf: (04) 2415371  
**IBARRA:** Av. Cristóbal de Troya y Mejía Telf: (06) 2604596 - 2604597  
**LAGO AGRO:** Vía a Quito Km 2-1/2 Barrio Los Ceboos (Frente a la Nueva Clínica González) Telf: (06) 2361116  
**LOJA:** Calle Ambato, entre Ibarra y Tulcán Telf: (07) 2550609  
**MACHALA:** Guayas y El Guabo, esquina Telf: (07) 2921763 - 2921577  
**MILAGRO:** Av. 17 de Septiembre y Colón Telf: (04) 2973671 - 2971356  
**PORTO MEJO:** Av. Universitaria y César Chávez Cañarte Telf: (05) 2633105 - 2634569  
**QUEVEDO:** Vía a Valencia Km. 1 Telf: (06) 2781619 - 2781229  
**RIOBAMBA:** Av. Lizarzaburu y Monseñor Leandros Proaño Telf: (03) 2600137 - 2605383  
**STO. DOMINGO:** Vía Quevedo Km 3-1/2, frente al Bypass Vía Chone y vía Esmeraldas  
 Telf: (02) 3703144 - 3703145

**WWW.DIPACMANTA.COM**

**DIPAC MANTA S.A.**  
**R.U.C. 1390060757001**  
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL  
 RESOLUCIÓN 5388 DEL 9 DE JUNIO 1995 DIPAC MANTA S.A.

**Num. Pedido**  
**80804168**

- La mercancía viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercancía de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.

- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

31/07/2020

**NOMBRE/RAZON SOCIAL:** 016999999 CARLOS OCTAVIO ZÚÑIGA OLVERA **Telf:** 9999999  
**Ruc / Cédula:** 1205281452 **fe-dipac@dipacmanta.com**  
**Dirección:** . **Forma/Pago:** 01 CONTADO

**ESTA COTIZACION ES VALIDA SOLO POR 1 DIA**

Ord.	Artículo	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Total USD.
1	AL07506	ANG.IMP. 75mmx6mm(3x1/4)"	u	30,00	52,43	1.572,90

## 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- **MATERIA PRIMA:** La provisión del acero se regirá a la norma ASTM y el material a utilizarse será acero ASTM A588 para vigas soldadas y acero grado 50 para perfiles y conectores de acuerdo a nuestro inventario.
- **FABRICACIÓN Y SOLDADURA:** Los elementos serán elaborados bajo las normativas del código de soldadura estructural AWS (American Welding Society) D1.5. Dependiendo del elemento a ser fabricado, utilizaremos procesos de soldadura de: arco sumergido (SAW), de electrodo revestido (SMAW), alambre con protección gaseosa (GMAW) y para alambre tubular autoprotectido (FCAW), se usará electrodos equivalentes a E8016 C3 de acuerdo al proceso de soldadura. Tanto almas como patines de las vigas podrán ser conformados mediante uniones con juntas precalificadas. Elementos sin empates tienen precios diferentes y no son parte de esta oferta.
- El proceso de Arco Sumergido (SAW), será conforme al Código de Soldadura de Puentes AASHTO/AWS D1.5M/DA.5:2002 y especificaciones del proceso según especificaciones AWS.
- **DIMENSIONES:** De conformidad con el diseño aprobado por el Cliente, en el cual se especifiquen las dimensiones para la fabricación. Las tolerancias básicas con las que trabajará KUBIEC constan en el anexo a esta oferta.
- **LIMPIEZA SUPERFICIAL Y REVESTIMIENTO BASE PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** Se utilizará un proceso de Limpieza A Mano, según especificación americana SSPC-SP2 o alternativamente SSPC-SP3 (con grata metálica) y base de pintura a aplicarse en planta, se optaría por un Fondo Anticorrosivo Comercial con un espesor mínimo de película de 30 micras (en seco). Color Verde.

## 3. PRECIO DE PROVISIÓN DE ELEMENTOS EN ACERO:

**CUADRO 1: PRECIOS**

CANTIDAD OFERTADA	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	PRECIO TOTAL (US\$)
46.982,25	Vigas soldadas tipo I en acero A588 según detalle enviado	Kg	1,64	77.050,89
			<b>SUBTOTAL</b>	77.050,89
			<b>Flete</b>	0,00
			<b>IVA 12%</b>	9.246,11
			<b>TOTAL</b>	86.297,00

**APÉNDICE C**  
**Impacto Ambiental**



**RESUMEN DE LA INFORMACIÓN INGRESADA EN EL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL**

**CÓDIGO:** MAAE-RA-2020-366825

**FECHA DE REGISTRO:** 15 de septiembre de 2020

**SUPERFICIE:** 0.16614

**OPERADOR:** TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO

**ENTE RESPONSABLE:** GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE BOLÍVAR

**NOMBRE DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:** Puente Guaranda

**RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:** Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía de desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda

**SU TRÁMITE CORRESPONDE A UN(A):** Registro Ambiental

**EL IMPACTO DE SU ACTIVIDAD:** Impacto BAJO

**ACTIVIDADES**

Actividad principal CIU	Obras de superficie en calles, carreteras, autopistas, puentes o túneles, asfaltado de carretera, pintura y otros tipos de marcado de carretera, instalación de barreras de emergencia, señales de tráfico y elementos similares. Incluye la construcción de pistas para aeropuertos.	
	Opción seleccionada	¿Realiza obras de superficie en carretera como: asfaltado de carretera, pintura y otros tipos de marcado de carretera, instalación de barreras de emergencia, señales de tráfico y elementos similares?
Actividad complementaria 1 CIU	Montaje y levantamiento de construcciones prefabricadas en el lugar.	
Actividad complementaria 2 CIU	Construcción de carreteras, calles, autopistas y otras vías para vehículos o peatones.	
	Opción seleccionada	¿Es una vía de segundo o tercer orden, menor o igual a 1 Km?

**MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD**

Por consumo / ingresos	Consumo de combustibles	Rango	20 - 100
Por dimensionamiento	Área de construcciones civiles (área final construida)	Rango	0 - 1
Por capacidad	Transporte terrestre de materiales	Rango	0 - 200

**UBICACIÓN GEOGRÁFICA**



**Tipo de zona:** Rural

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
BOLIVAR	GUARANDA	GUARANDA, CABECERA CANTONAL Y CAPITAL PROVINCIAL

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD**

Guaranda- Bolívar, Quebrada Tomabela en la nueva vía de desvío Negroyaco-Pircapamba

**COORDENADAS DEL ÁREA GEOGRÁFICA EN DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR**

Shape	X	Y
1	722895.33300	9825479.46600
2	722887.95000	9825528.05800
3	722917.69300	9825534.47600
4	722930.74000	9825484.72700
5	722895.33300	9825479.46600

**COORDENADAS DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN EN DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR**

Shape	X	Y
1	722895.33300	9825479.46600
2	722887.95000	9825528.05800
3	722917.69300	9825534.47600
4	722930.74000	9825484.72700
5	722895.33300	9825479.46600

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

Generación de residuos o desechos peligrosos y/o especiales	No
Gestión de residuos o desechos peligrosos y/o especiales	No
Remoción de cobertura vegetal nativa	Si
Transporte de sustancias químicas	No
Proyecto declarado de alto impacto ambiental o interés nacional	No
Fabrica, usa o almacena sustancia químicas	No



TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO



DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, 15 de septiembre de 2020

Sr/a.

**TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO**

En su despacho

**CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN CON EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP), PATRIMONIO FORESTAL NACIONAL Y ZONAS INTANGIBLES Y CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO:****"PUENTE GUARANDA"****1.-ANTECEDENTES**

A través del Sistema Único de Información Ambiental – SUIA, el operador **TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO** del proyecto obra o actividad, adjunta el documento de coordenadas UTM en el sistema de referencia DATUM: WGS-84 Zona 17 Sur y solicita a esta Cartera de Estado el Certificado de Intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles y Categorización Ambiental; ubicado en:

Provincia	Cantón	Parroquia
BOLIVAR	GUARANDA	GUARANDA, CABECERA CANTONAL Y CAPITAL PROVINCIAL

**2.-CÓDIGO DE PROYECTO: MAAE-RA-2020-366825**

El proceso de Regularización Ambiental de su proyecto debe continuar en: **GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE BOLÍVAR**, localizado en la Jurisdicción Territorial de la Provincia.

**3.-RESULTADOS**

Del proceso automático ejecutado a la información registrada en el Sistema Único de Información Ambiental - SUIA, se obtiene que el proyecto, obra o actividad **PUENTE GUARANDA, NO INTERSECA** con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles.

Adicional el proyecto **MAAE-RA-2020-366825** interseca con las áreas especiales para la conservación de la Biodiversidad Cobertura y Uso de la Tierra: **MOSAICO AGROPECUARIO**

**4.-CATÁLOGO DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES:**

De la información ingresada por el operador **TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO** del proyecto, obra o actividad; y de acuerdo al proceso de categorización ambiental automático en el SUIA, se determina que:

**PUENTE GUARANDA**, código CIU **F4100.30**, le corresponde: **REGISTRO AMBIENTAL**.

**TIPO DE IMPACTO:** BAJO.

Yo, **TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO** con cédula de identidad **2400063216**, declaro bajo juramento que toda la información ingresada corresponde a la realidad y reconozco la responsabilidad que genera la falsedad u ocultamiento de proporcionar datos falsos o errados, en atención a lo que establece el artículo 255 del Código Orgánico Integral Penal, que señala: *"Falsedad u ocultamiento de información ambiental.- La persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años"*.





**TOLEDO MONTECE VICTOR ERNESTO**

La información geográfica utilizada para la emisión del presente Certificado de Intersección corresponde a:

**Información Geográfica Oficial del MAAE:**

MAR TERRITORIAL (17/06/2020)  
OFICINAS\_TECNICAS (09/07/2020)  
Área bajo Conservación - PSB (26/02/2020)  
Organización Territorial Provincial (26/02/2020)  
ECOSISTEMAS (26/02/2020)  
Cobertura y Uso de la Tierra (26/02/2020)  
Humedal RAMSAR (26/02/2020)  
Bosque y Vegetación Natural (26/02/2020)  
Sistema Nacional de Área Protegida / SNAP (26/02/2020)  
Patrimonio Forestal Nacional (26/02/2020)  
Zona de Amortiguamiento Yasuni (26/02/2020)  
Zona Intangible (26/02/2020)  
Reserva de Biosfera (26/02/2020)  
ZONIFICACION SNAP (16/03/2020)  
LIMITE INTERNO 20 KM (17/03/2020)

**Nota:** Información geográfica detallada disponible en el mapa interactivo del Ministerio del Ambiente y Agua.

La cobertura geográfica de corredores de conectividad se encuentra en desarrollo, sin embargo, conforme al RCOA esta cobertura geográfica si se considerará en el certificado ambiental.

**Información Geográfica Oficial externa CONALI:**

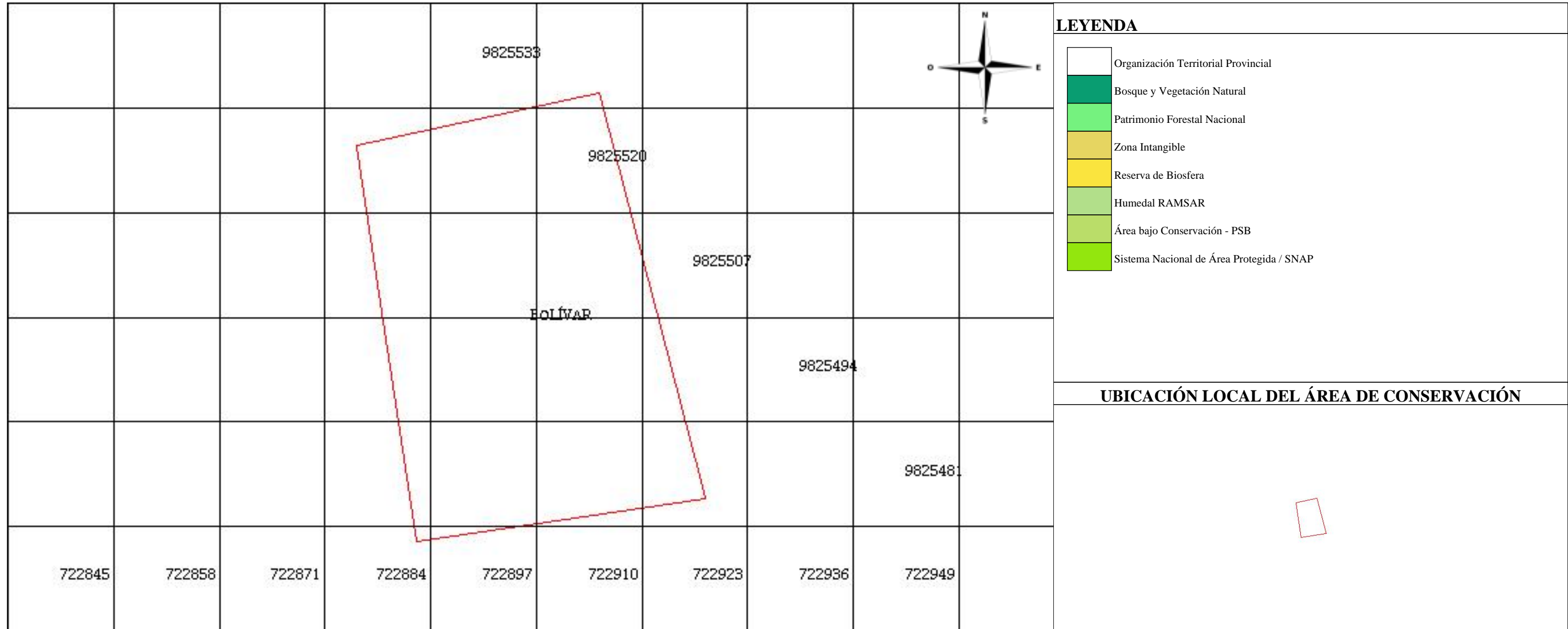
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL PROVINCIAL - (19/04/2019)  
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL CANTONAL - (19/04/2019)  
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL PARROQUIAL - (19/04/2019)

**SISTEMA DE REGULARIZACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL.**



**CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN DE PUENTE GUARANDA**

ECUADOR, ESCALA 1 : 500



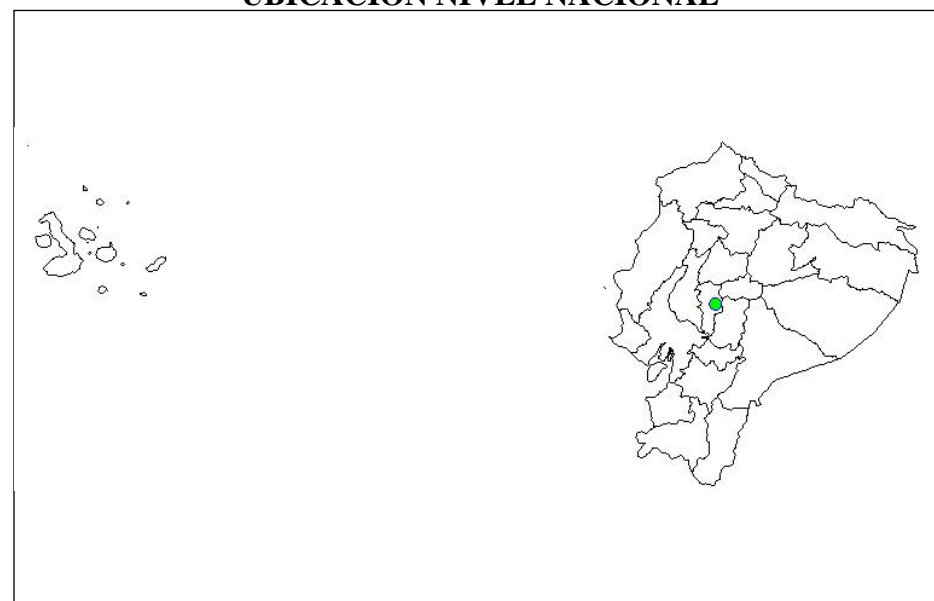
**LEYENDA**

- Organización Territorial Provincial
- Bosque y Vegetación Natural
- Patrimonio Forestal Nacional
- Zona Intangible
- Reserva de Biosfera
- Humedal RAMSAR
- Área bajo Conservación - PSB
- Sistema Nacional de Área Protegida / SNAP

**UBICACIÓN LOCAL DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN**



**UBICACIÓN NIVEL NACIONAL**



Sistema de Referencia  
WGS 84  
Proyección UTM  
Zona 17 S

**RESULTADO**

NO INTERSECA

**INFORMATIVO**

Cobertura y Uso de la Tierra

**CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN**

FECHA DE EMISIÓN: martes 15 de septiembre 2020

GENERADO POR: S.U.I.A

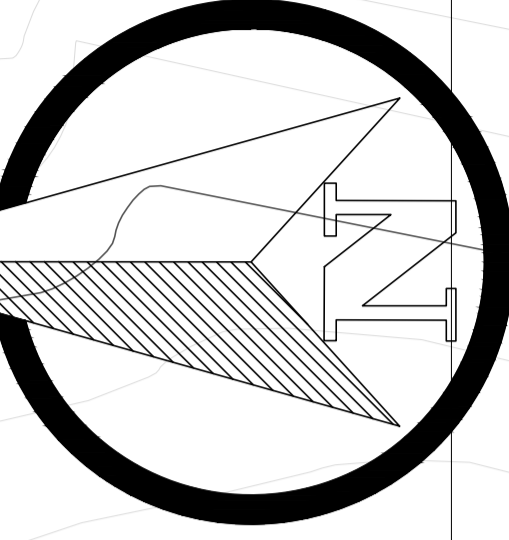
FUENTE DE DATOS: En el Certificado de Categorización Ambiental e Intersección se encuentran las fechas de actualización de la IG del MAAE y fuentes externas a la fecha de emisión del certificado.



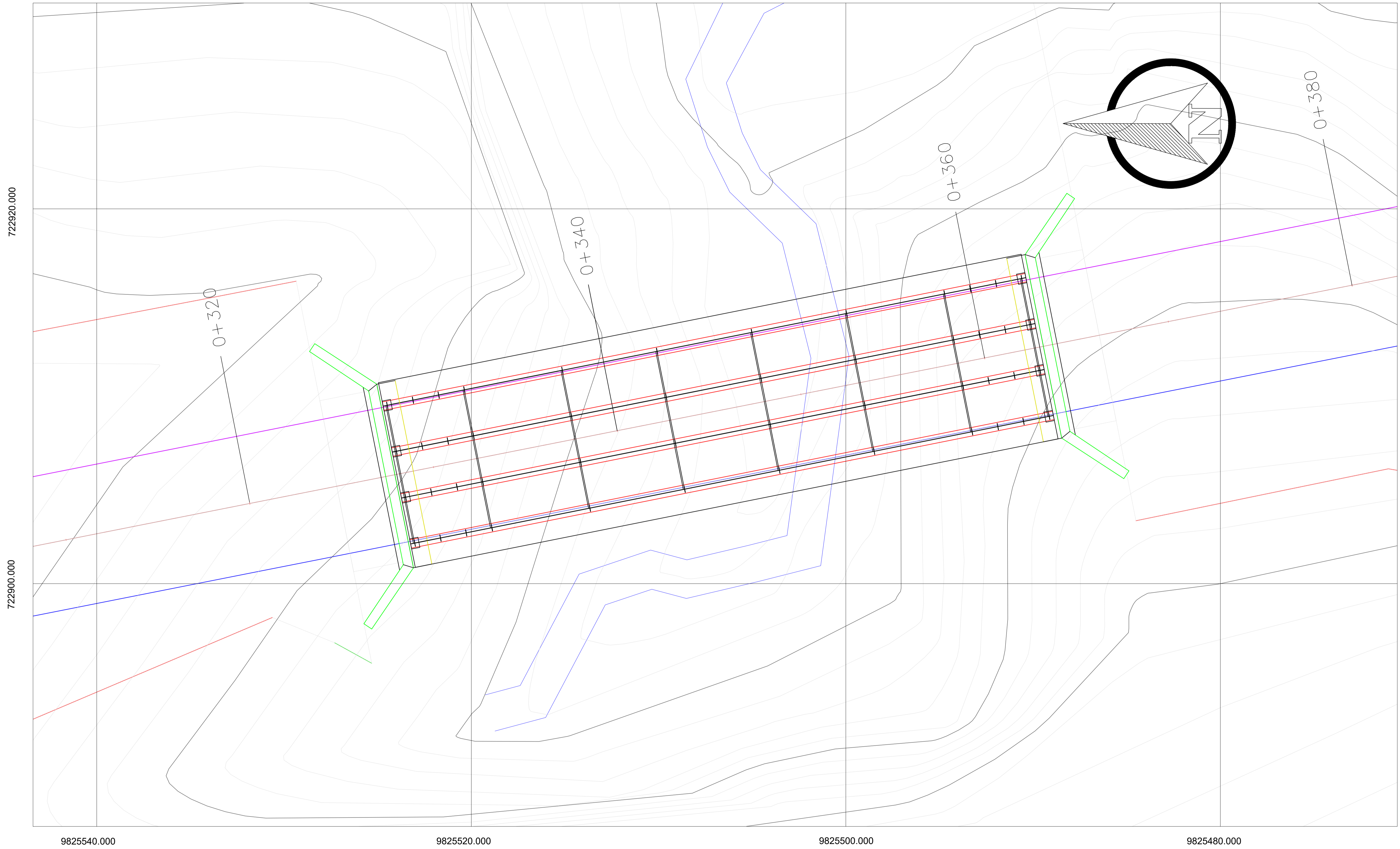
MAAE-RA-2020-366825



**TOPOGRAFÍA DE LA ZONA**  
Escala 1:100

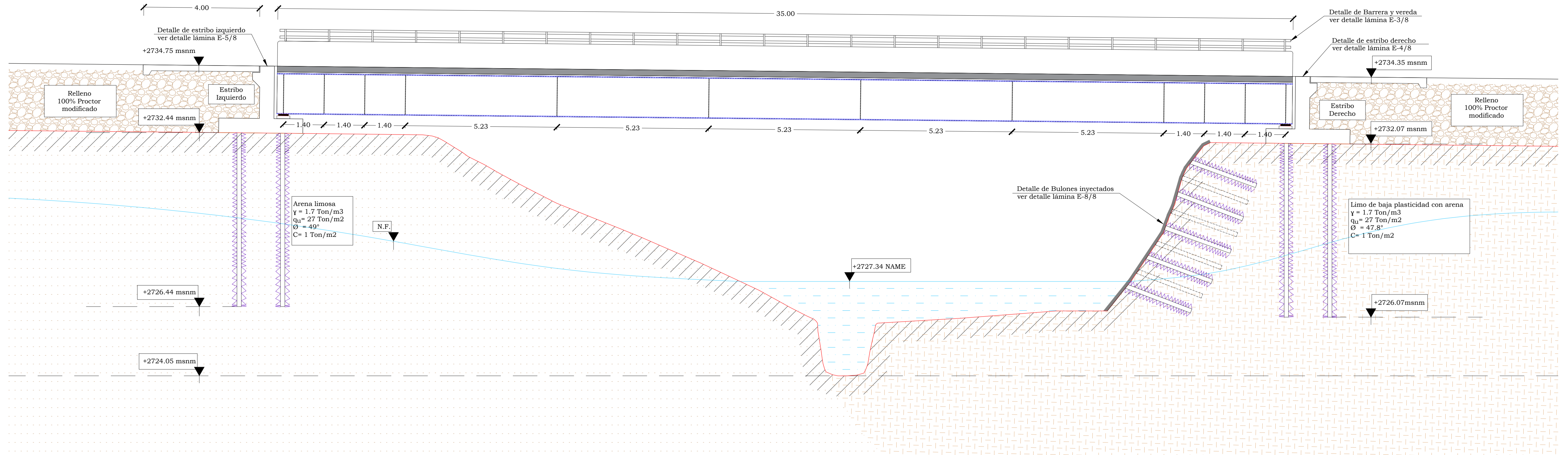


<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		<b>Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda</b>	
CONTENIDO:		<b>Implantación del puente</b>	
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: -Ing. Miguel Chávez PhD. -Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: -Victor Toledo M. -Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de Agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	-Ing. Priscila Valverde MSc. -Arq. Eunice Lindao	Escala: 1:100	Lámina: T-1

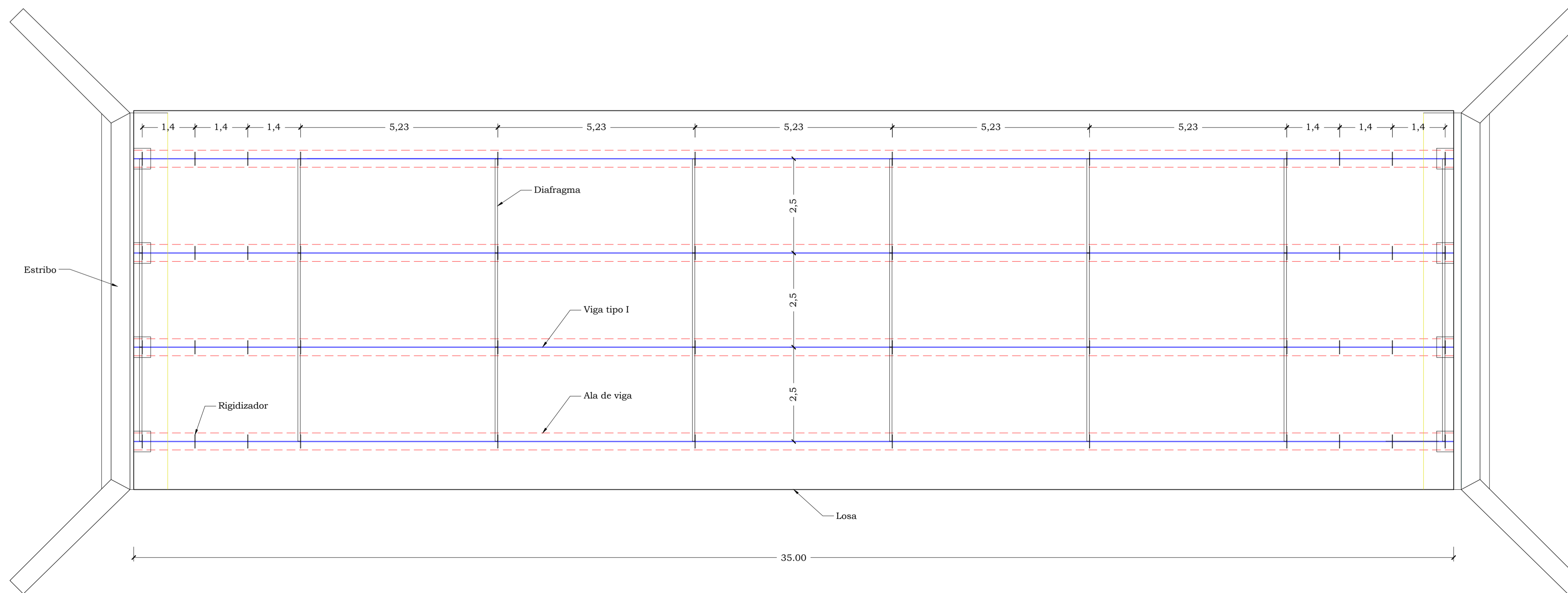


**IMPLANTACIÓN DEL PUENTE**  
Escala 1:100

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:		<b>Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda</b>	
CONTENIDO:		<b>Implantación del puente</b>	
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: -Ing. Miguel Chávez PhD. -Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: -Victor Toledo M. -Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de Agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	-Ing. Priscila Valverde MSc. -Arq. Eunice Lindao	Escala: 1:100	Lámina: T-1/9



Elevación topográfica del puente  
Escala 1:70



Planta de Losa  
Escala 1:75

**Especificaciones técnicas**

- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
- 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.

**Hormigón armado**

- 1.- Se utilizarán dos resistencias diferentes de hormigón premezclado:
  - $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  para losa y estribos con sus respectivas alas
  - $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  para barrera y vereda.
- 2.- El acero de refuerzo a utilizar tendrá un esfuerzo a fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- 3.- Se debe doblar el acero según las especificaciones que se presentan en el plano.
- 4.- Durante la fundición de los elementos, se debe realizar el proceso de vibrado de una forma adecuada según lo especificado en la norma NEC 2015.
- 5.- Utilizar curadores químicos en los elementos que ya se han fundido.
- 6.- Para el proceso de encofrado se utilizará encofrado metálico, para los elementos principales como: Losa, barreras y estribos respetando las dimensiones establecidas.
- 7.- Se debe tomar muestras de hormigón para realizar el respectivo control de calidad.
- 8.- El proceso de desencofrado se lo debe realizar cuando la resistencia el hormigón sea  $0.75f_c$ , esta resistencia se la determina con los ensayos de resistencia que se le realiza a las muestras de hormigón.

**Recubrimiento de acero de refuerzo**

- Losa: 5cm parte superior y 2.5cm parte inferior
- Estribos: 8cm.
- Losas de aproximación: 5cm
- Barreras: 2.5cm

**Acero estructural**

- 1.- El acero que se utilizará es A588 Gr 50 con esfuerzo a fluencia  $f_y=3515 \text{ kg/cm}^2$ .
- 2.- La viga tipo I serán ensambladas en taller para su posterior traslado al sitio de construcción.

**Normas**

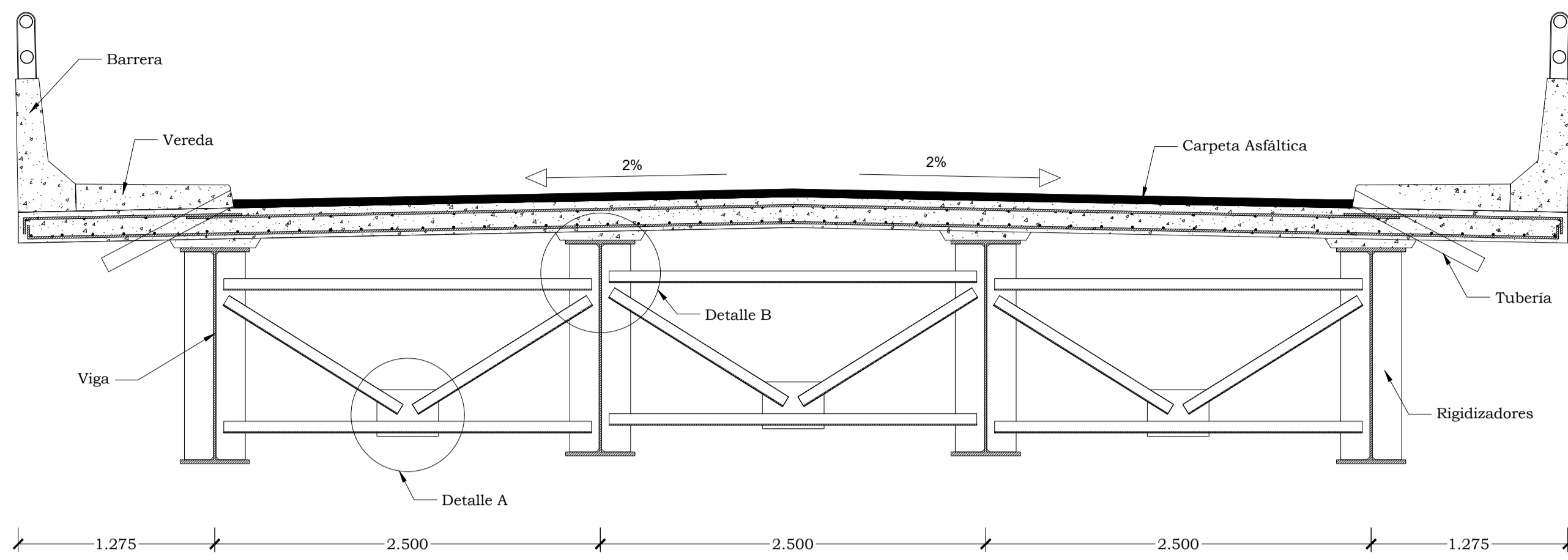
- NEC-2015.
- AASHTO LRFD 2017.
- Norma de soldadura AWS.
- ACI 318-19.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

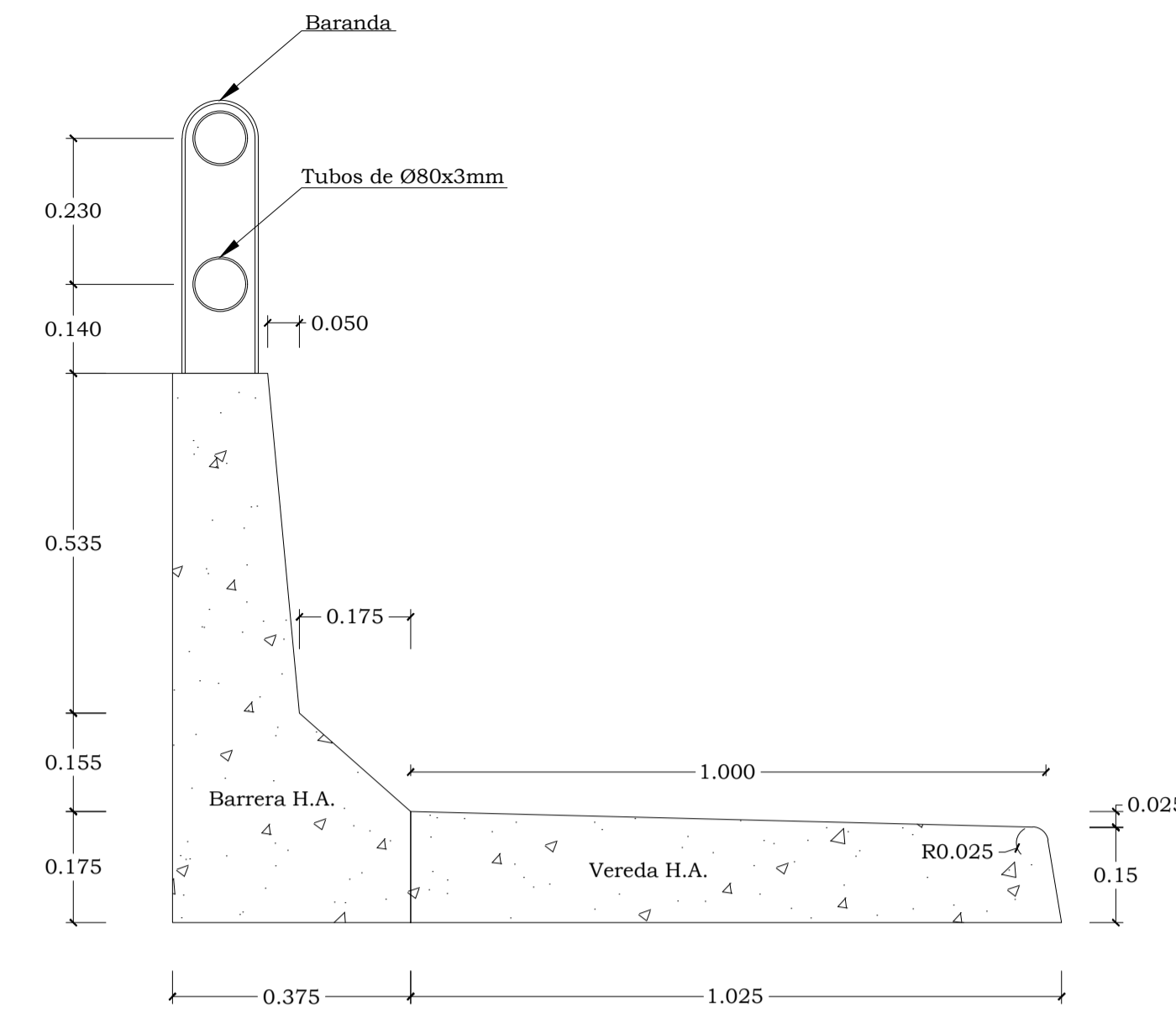
PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Vista en elevación y planta del puente**

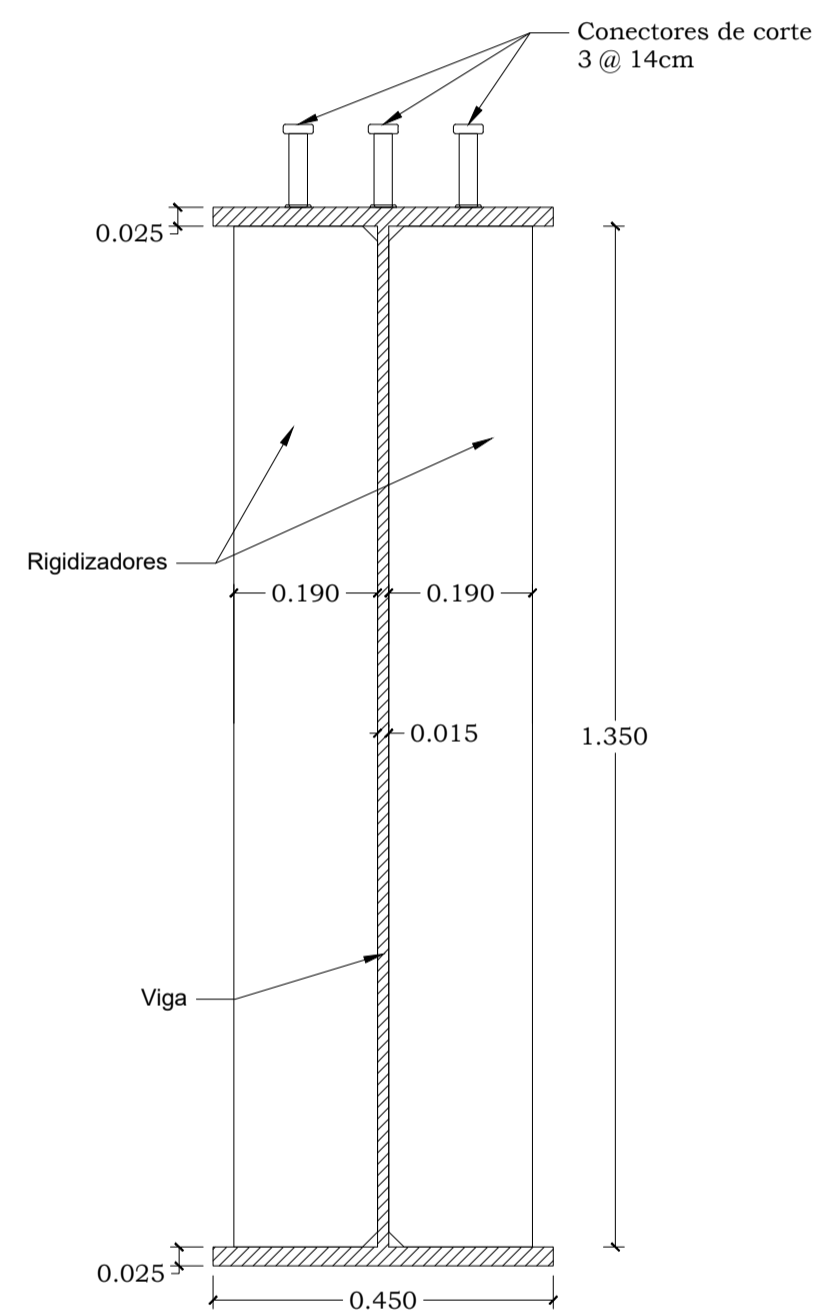
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao	Escala: T-2/9	Indicada



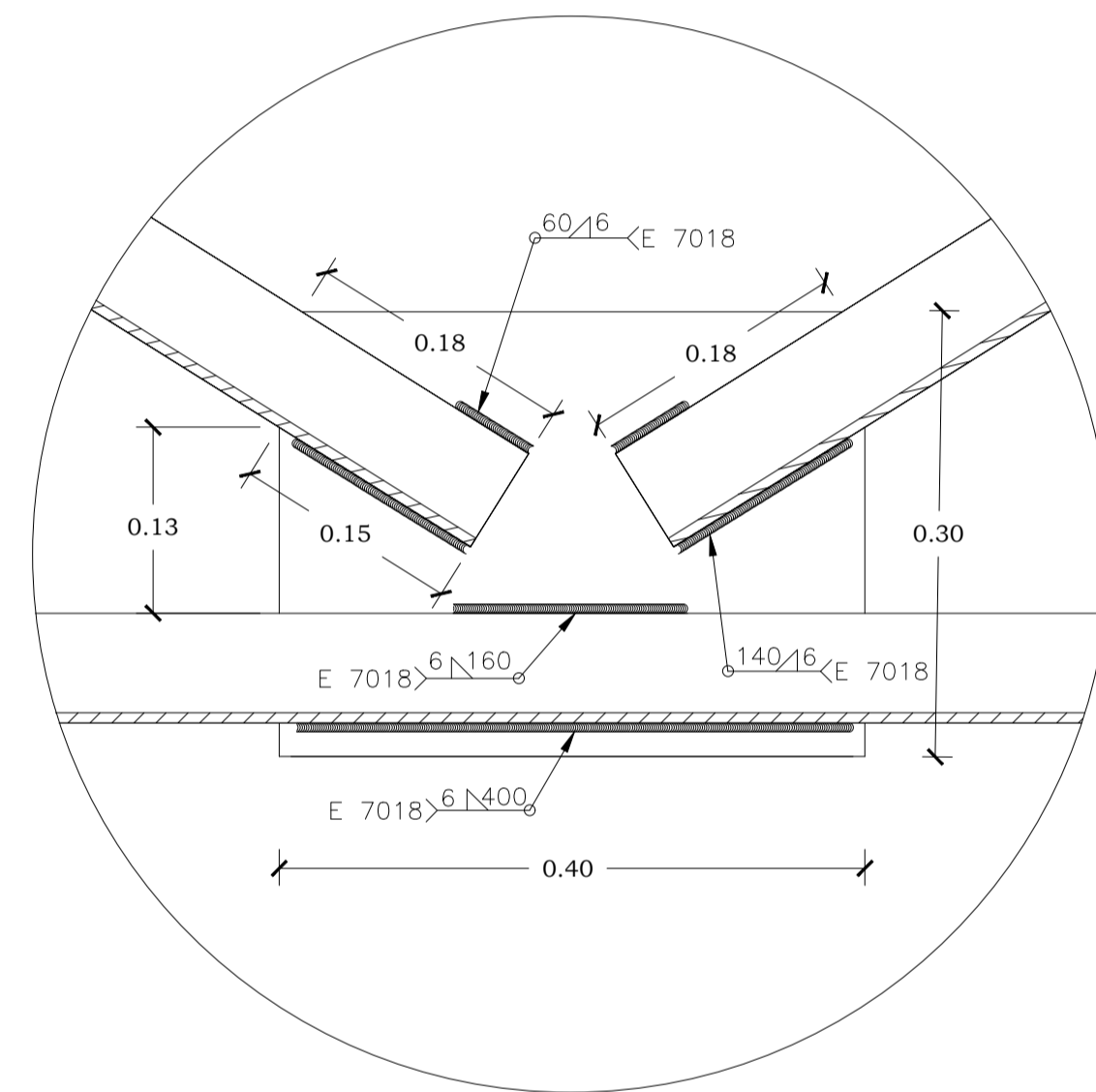
Vista transversal de la superestructura  
Escala 1:30



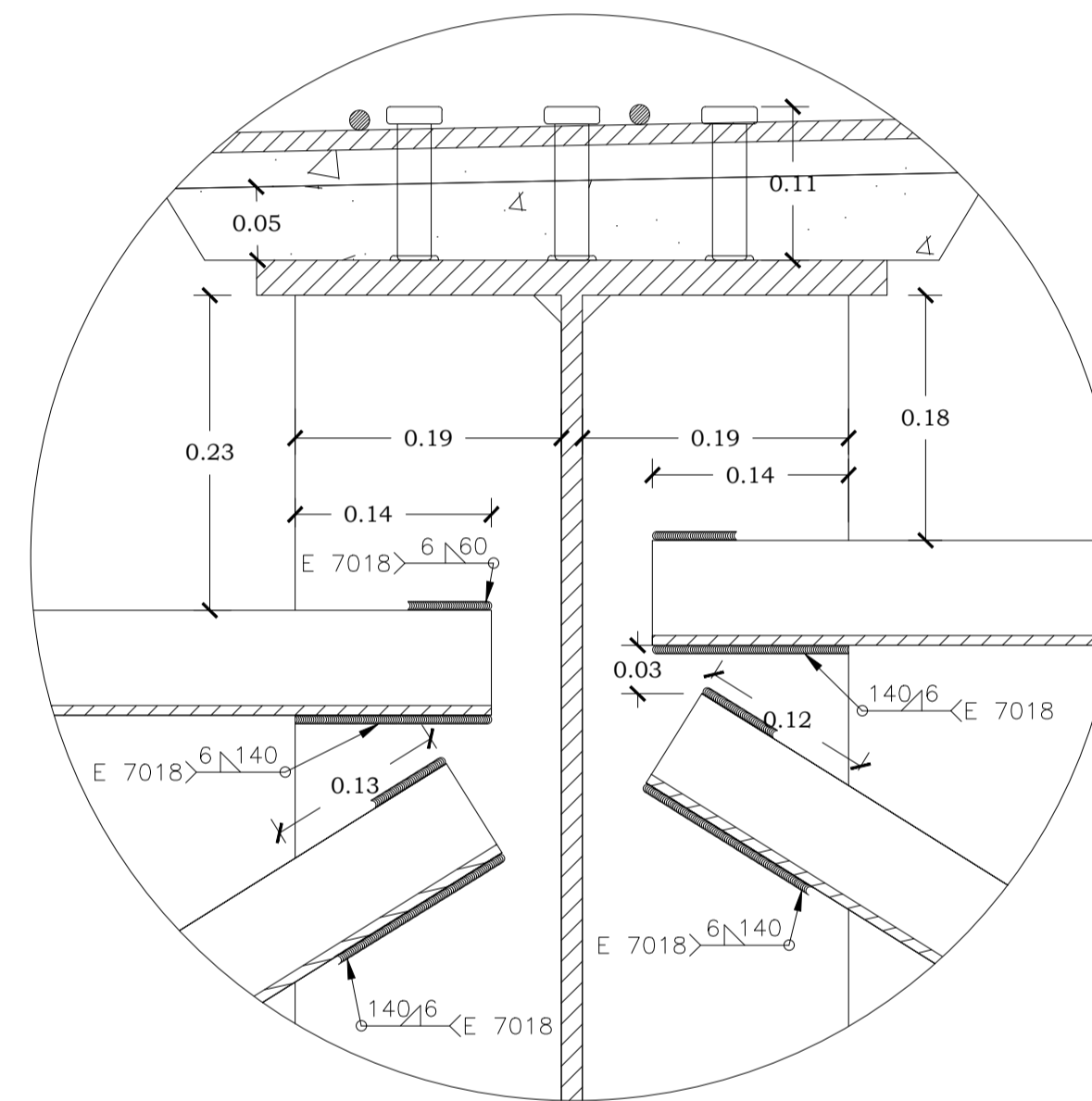
Detalle de barrera y vereda  
Escala 1:10



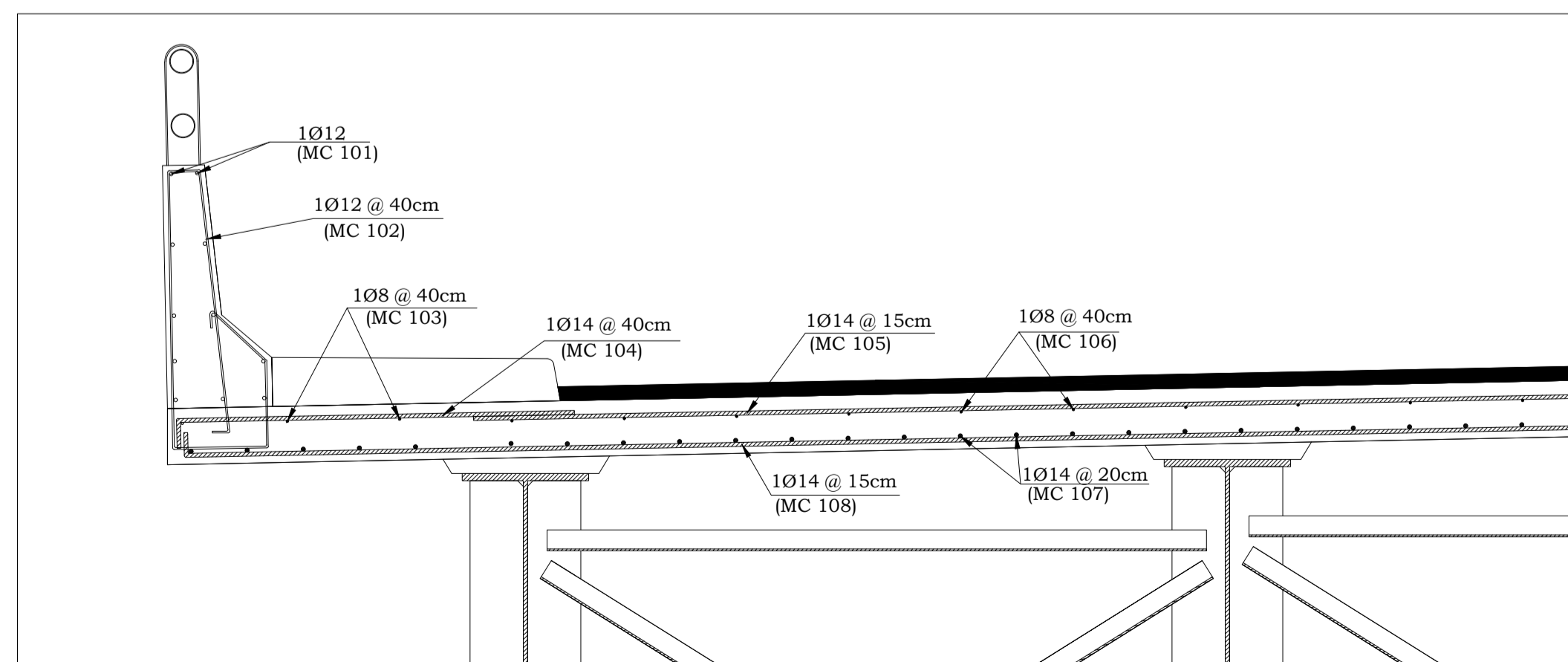
Detalle de viga de acero A588 Gr50  
Escala 1:10



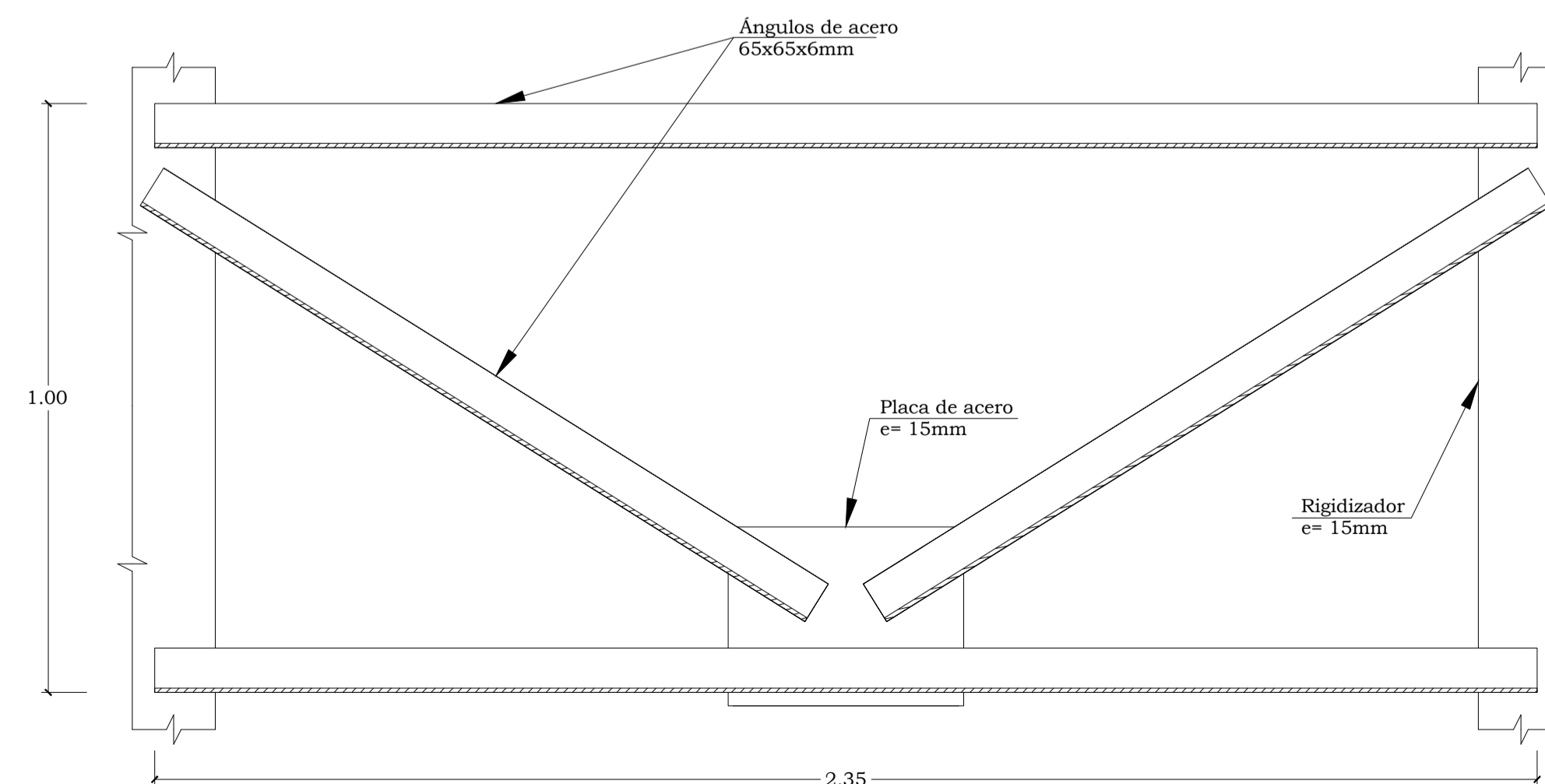
Detalle A  
Escala 1:5



Detalle B  
Escala 1:5



Distribución de acero en losa  
Escala 1:20



Distribución de acero en losa  
Escala 1:10

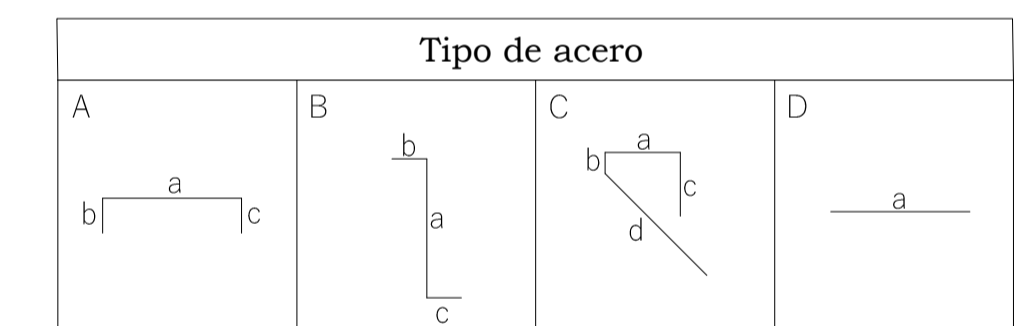
- Especificaciones técnicas**
- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
  - Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.

- Hormigón armado**
- Se utilizarán dos resistencias diferentes de hormigón premezclado  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  para losa y  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  para barrera y vereda.
  - El acero de refuerzo a utilizar tendrá un esfuerzo a fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Se debe doblar el acero según las especificaciones que se presentan en el plano.
  - Durante la fundición de los elementos, se debe realizar el proceso de vibrado de una forma adecuada según lo especificado en la norma NEC-2015.
  - Utilizar curadores químicos en los elementos que ya se han fundido.
  - Para el proceso de encofrado se utilizará encofrado metálico, para los elementos principales como: Losa y barreras, respetando las dimensiones establecidas.
  - Se debe tomar muestras de hormigón para realizar el respectivo control de calidad.
  - El proceso de desencofrado se lo debe realizar cuando la resistencia el hormigón sea  $0.75f_c$ , esta resistencia se la determina con los ensayos de resistencia que se le realiza a las muestras de hormigón.

- Acero estructural**
- El acero que se utilizará es A588 Gr 50 con esfuerzo a fluencia  $f_y=3515 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Las vigas tipo I serán ensambladas en taller para su posterior traslado al sitio de construcción.

- Soldadura**
- Las especificaciones de soldadura están en base a las normas: AWS D1.1 y AWS D1.5.
  - Se utilizará electrodos AWS-E-7018 para ensamblar los diferentes componentes de las vigas.
  - La soldadura debe tener un espesor mínimo de 6mm.
  - Los soldadores deben contar con certificación API, CWI ó ASME.
  - El inspector encargado de verificar la soldadura debe ser QAQC.

- Pintura**
- Realizar una limpieza al elemento de acero estructural, previo a la aplicación de la pintura.
  - Los elementos deben estar ensamblados para aplicar la pintura epóxica anticorrosiva.
  - Se debe aplicar pintura epóxica anticorrosiva a los elementos de acero estructural siguiendo las especificaciones del proveedor.
  - Se debe realizar un control de calidad para verificar el espesor de la pintura.



Acero de refuerzo Losa										
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones			Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c					
MC 103	D	8	12	0	12	18	216	0.395	85.23	
MC 104	A	14	0.11	1.42	0.11	1.64	178	291.92	352.76	
MC 105	D	14	7.88	0	0	7.88	235	1851.8	2237.74	
MC 106	D	8	12	0	0	12	60	0.395	284.10	
MC 107	D	14	12	0	0	12	153	1836	2218.65	
MC 108	A	14	0.11	10	0.11	10.22	235	2401.7	2902.25	
<b>TOTAL</b>									<b>8,080.7 kg</b>	

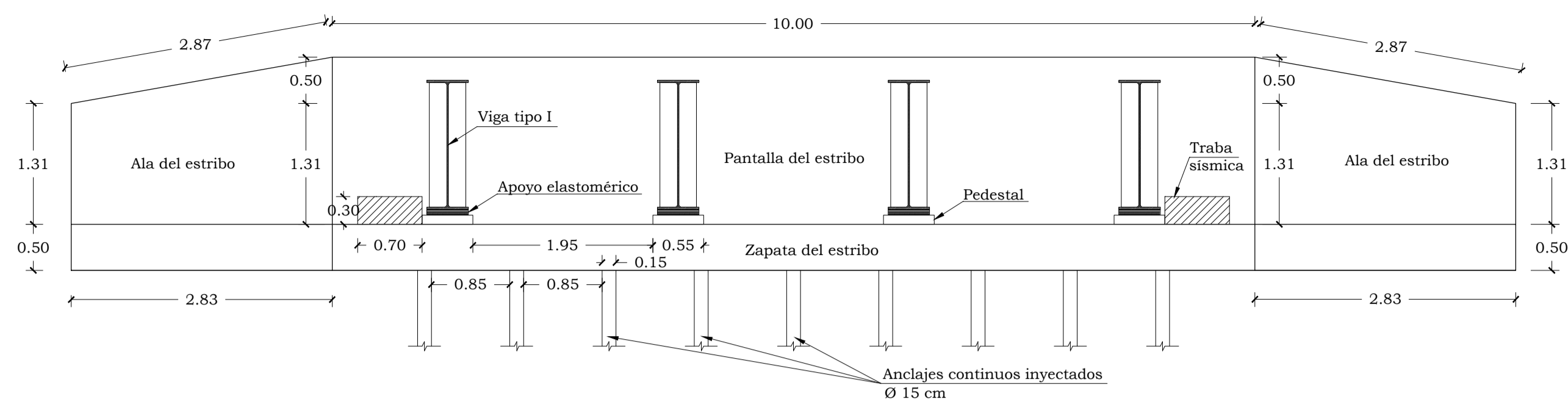
Acero de refuerzo barrera									
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones	Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg	
									a
MC 101	D	12	12	12	66	792	0.888	703.15	
MC 102	-	10	0	3.18	176	559.68	0.617	345.06	
<b>TOTAL</b>									<b>1,048.2 kg</b>

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

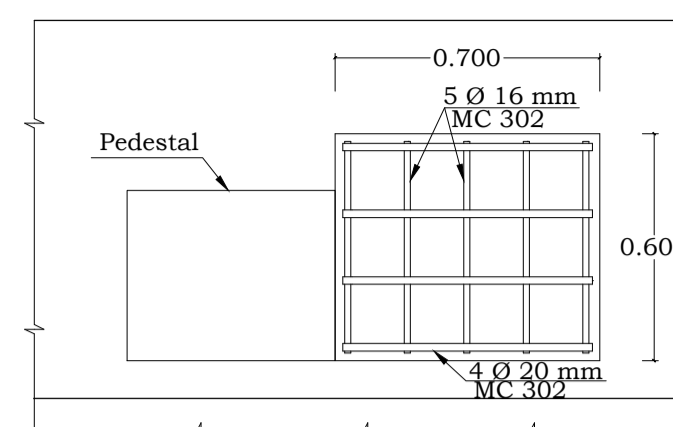
PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Detallamiento de superestructura del puente**

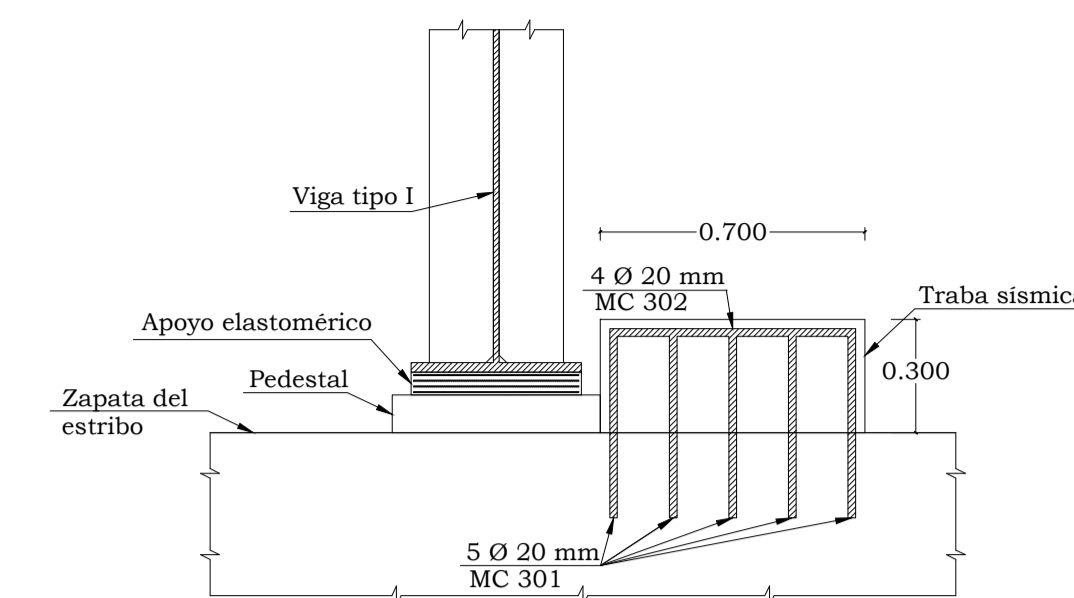
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-3/9
			Escala: Indicada



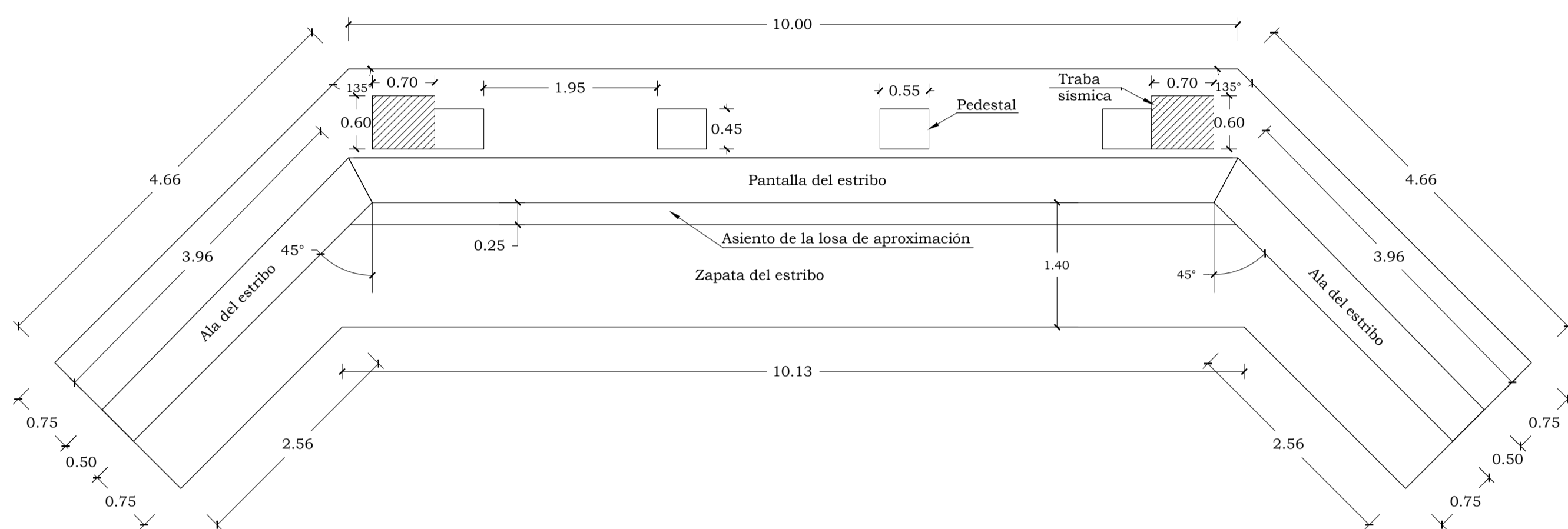
**Elevación frontal del estribo derecho**  
Escala 1:50



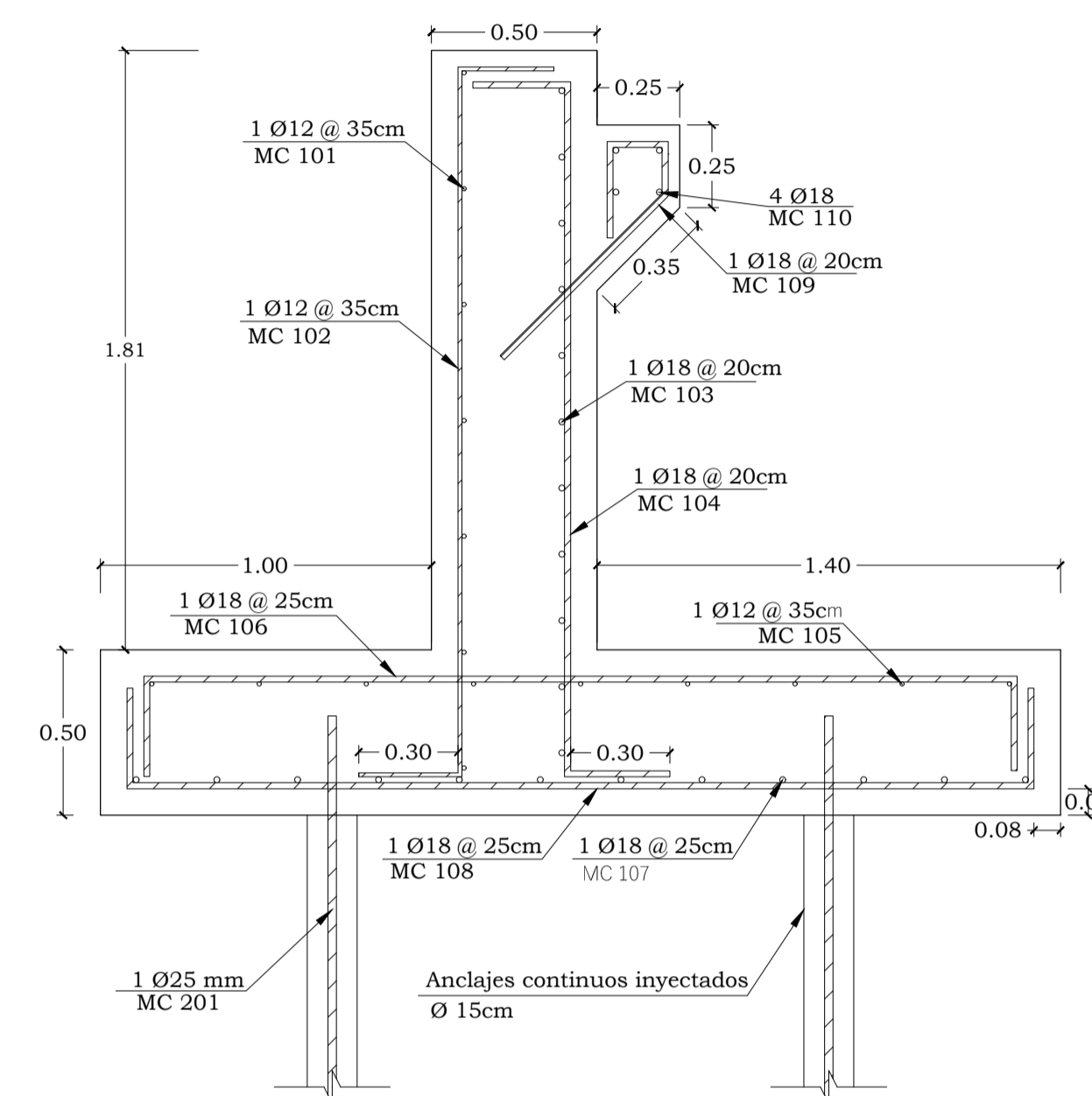
**Planta de traba sísmica**  
Escala 1:20



**Elevación de traba sísmica**  
Escala 1:20



**Planta del estribo derecho**  
Escala 1:50

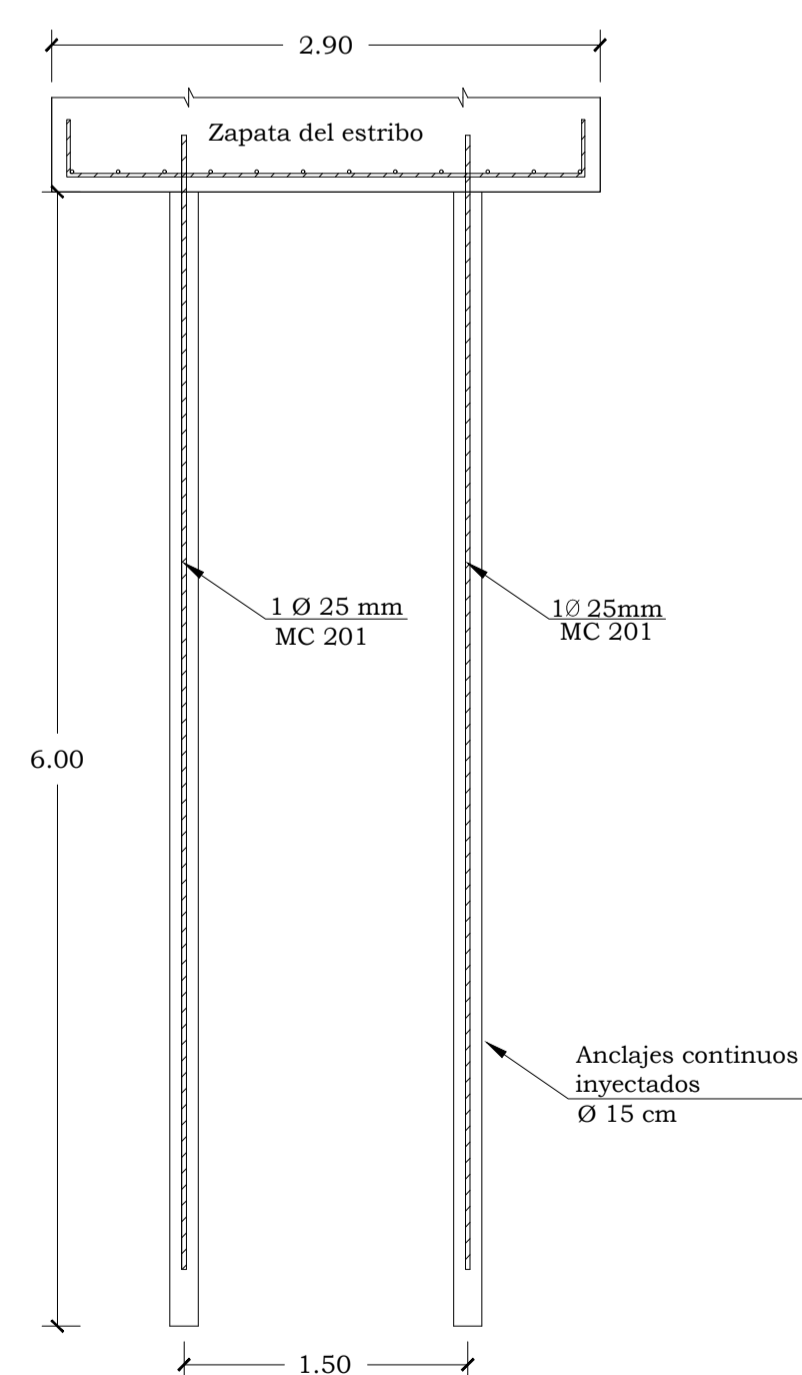
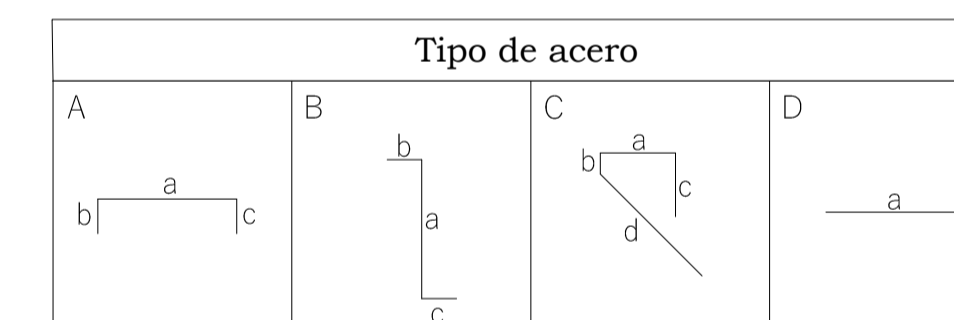


**Detallamiento del estribo derecho**  
Escala 1:20

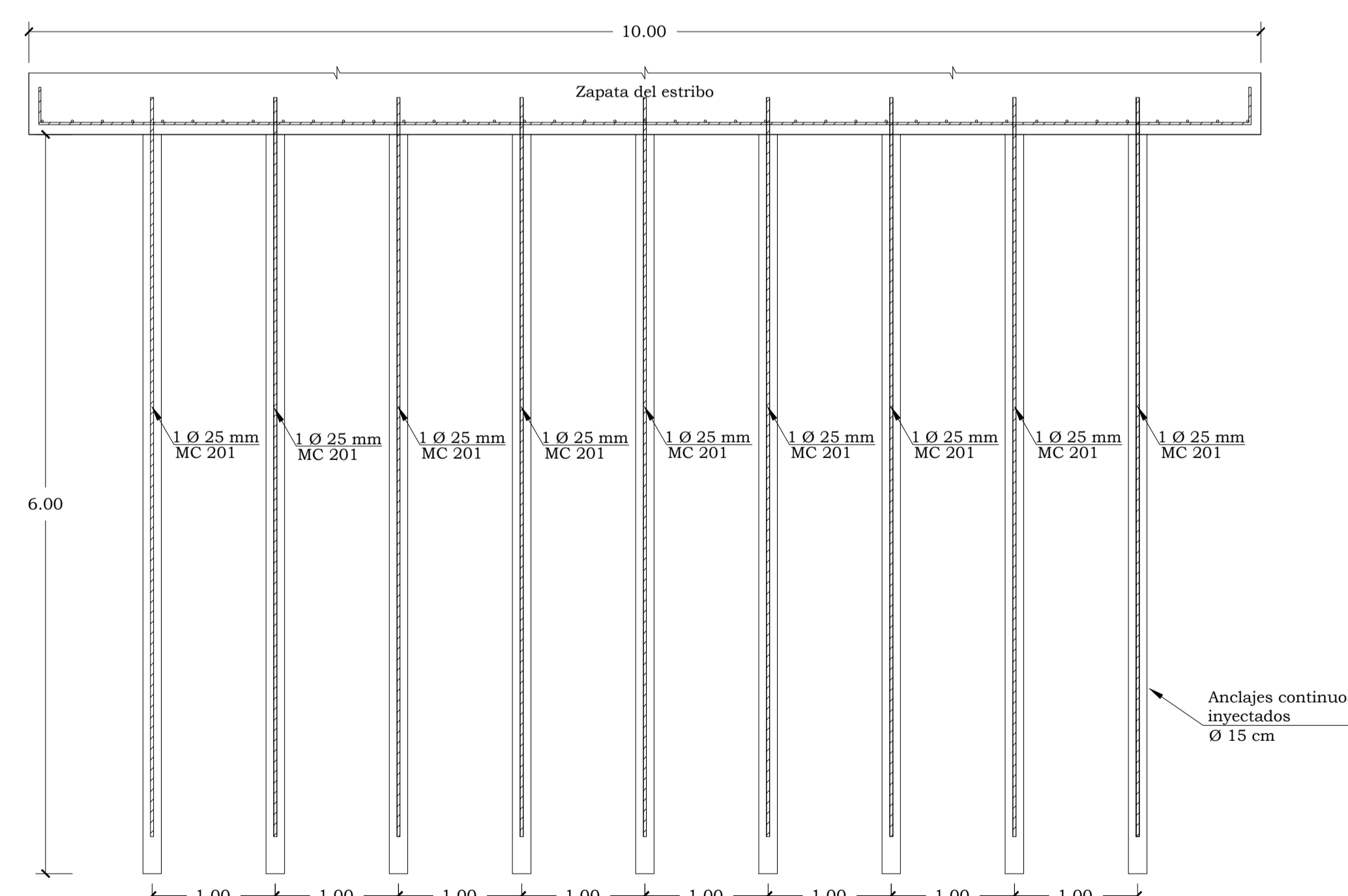
- Especificaciones técnicas**
- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
  - 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.

- Hormigón armado**
- 1.- Se utilizará hormigón premezclado de resistencia  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .
  - 2.- El acero de refuerzo a utilizar tendrá un esfuerzo a fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - 3.- Se debe doblar el acero según las especificaciones que se presentan en el plano.
  - 4.- Durante la fundición de los elementos, se debe realizar el proceso de vibrado de una forma adecuada según lo especificado en la norma pertinente.
  - 5.- Utilizar curadores químicos en los elementos que ya se han fundido.
  - 6.- Para el proceso de encofrado se utilizará encofrado metálico.
  - 7.- Se debe tomar muestras de hormigón para realizar el respectivo control de calidad.
  - 8.- El proceso de desencofrado se lo debe realizar cuando la resistencia el hormigón sea  $0.75f'c$ .
  - 9.- El recubrimiento del estribo es de 8cm.

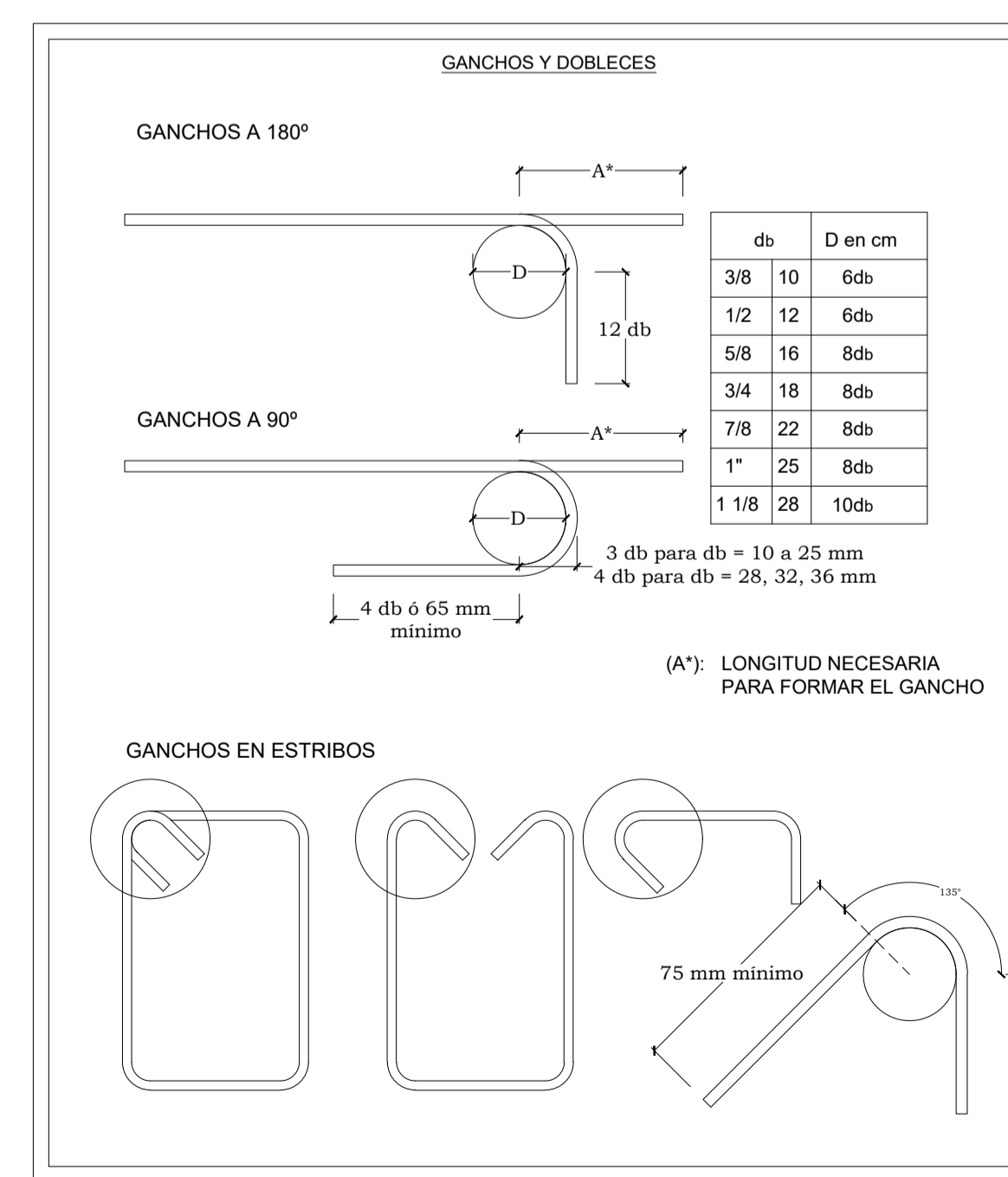
- Anclajes continuos inyectados**
- 1.- La cimentación del estribo derecho estará conformado por anclajes continuos inyectados, la distribución se la detalla en esta lámina.
  - 2.- Cada anclaje continuo inyectado tendrá una barra de acero de 25mm con esfuerzo de fluencia mínimo de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  bajo la norma estándar americana ASTM 706.
  - 3.- La lechada será inyectada mediante bombas a presión.
  - 4.- las barras de acero de los anclajes estarán amarradas a la armadura de



**Distribución longitudinal de anclajes para estribo derecho**  
Escala 1:40



**Distribución transversal de anclajes para estribo derecho**  
Escala 1:40



Acero de refuerzo del estribo											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
101	D	12	10	0	0	0	10	7	70	0.888	62.15
102	B	12	2.15	0.3	0.3	0	2.75	30	82.5	0.888	73.24
103	D	18	10	0	0	0	10	11	110	1.998	219.73
104	B	18	2.1	0.3	0.3	0	2.7	51	137.7	1.998	275.07
105	D	12	10	0	0	0	10	9	90	0.888	79.90
106	A	18	2.64	0.3	0.3	0	3.24	41	132.84	1.998	265.36
107	D	18	10	0	0	0	10	12	120	1.998	239.71
108	A	18	2.74	0.3	0.3	0	3.34	41	136.94	1.998	273.55
109	C	18	0.19	0.17	0.3	0.7	1.36	51	69.36	1.998	138.55
110	D	18	10	0	0	0	10	4	40	1.998	79.90
										<b>TOTAL</b>	<b>1,707 kg</b>

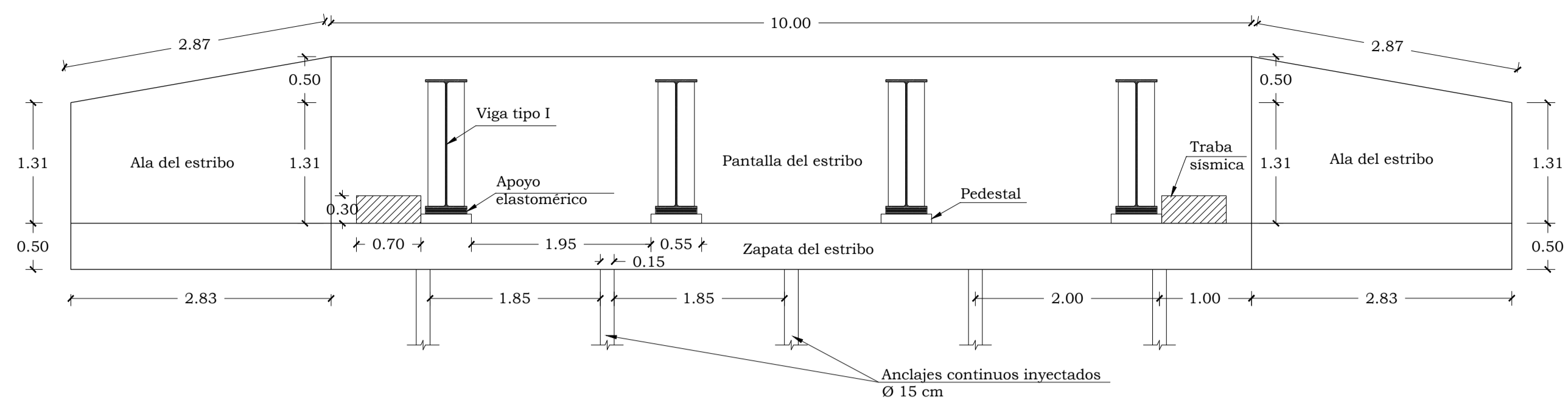
Acero de refuerzo de anclajes continuos inyectados											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
201	D	25	9.15	0	0	0	9.15	18	164.7	3.853	634.65

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

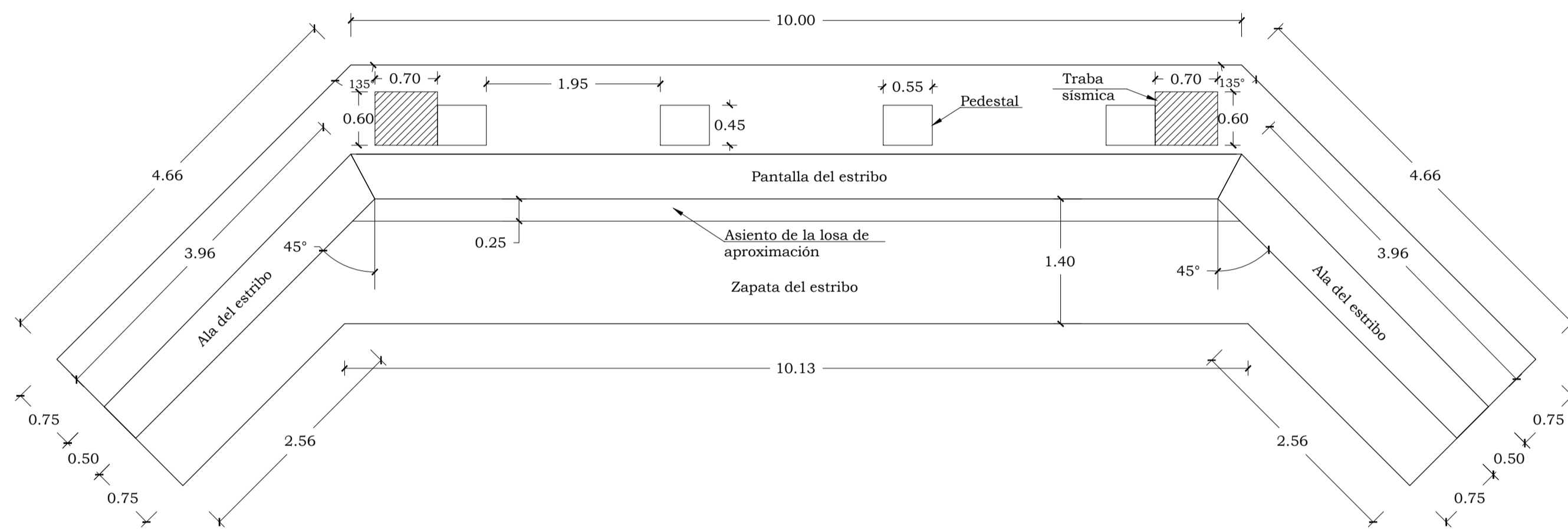
PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Detallamiento del estribo derecho**

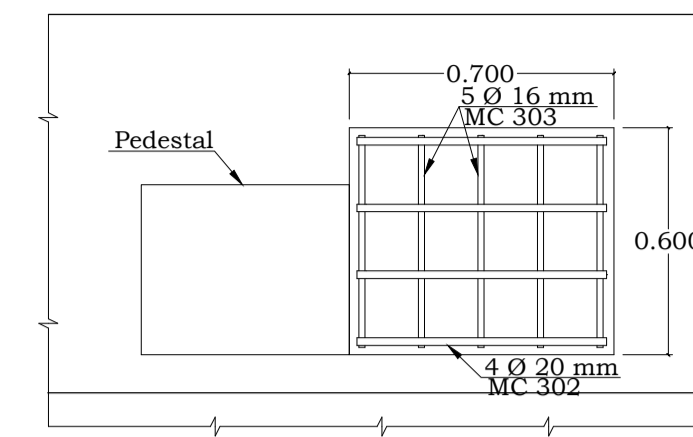
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-4/9 Escala: Indicada



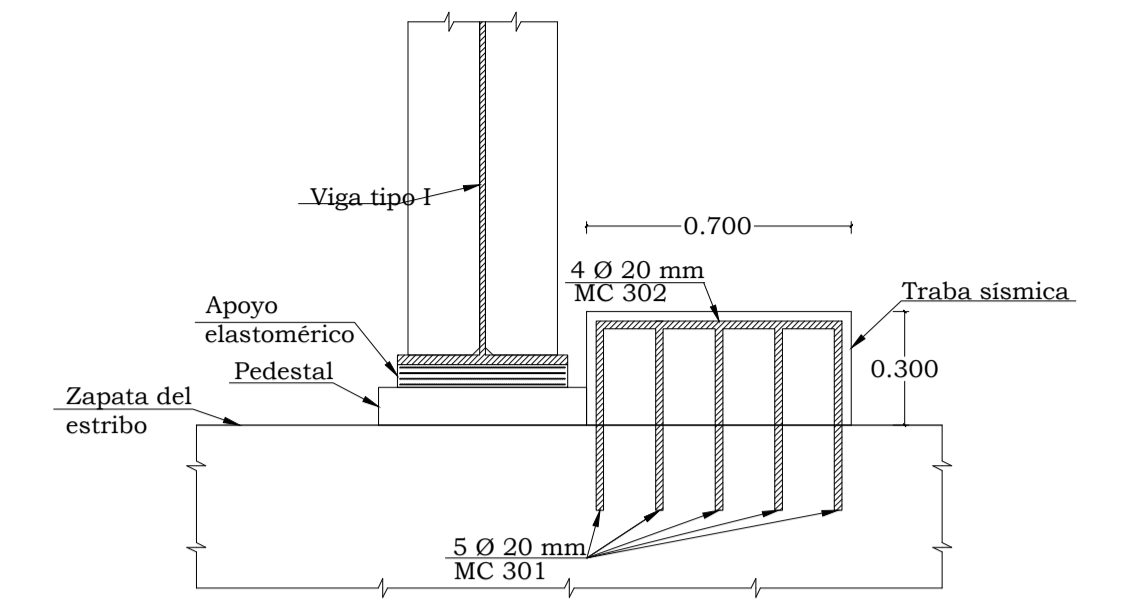
**Elevación frontal del estribo izquierdo**  
Escala 1:50



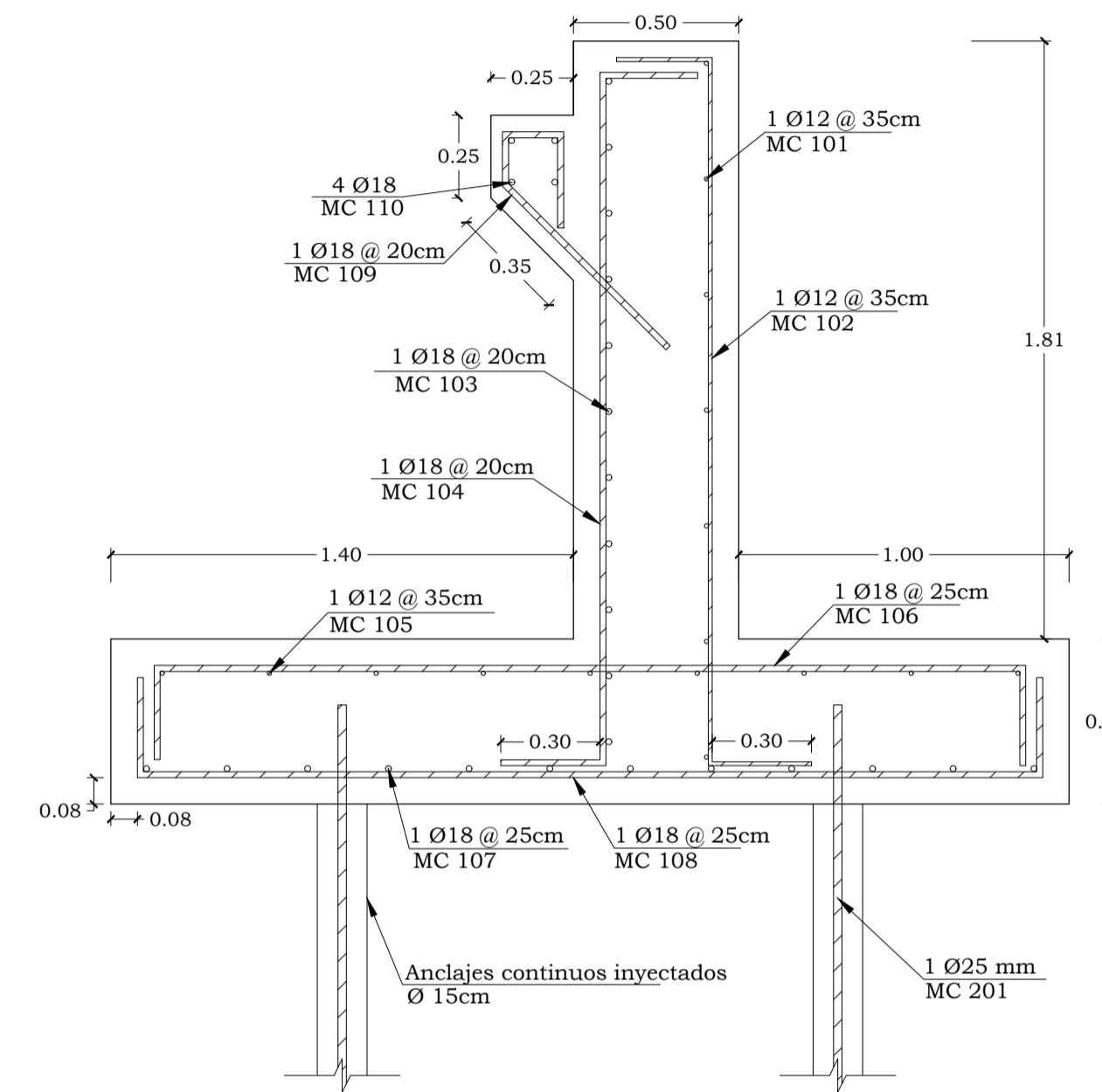
**Planta del estribo izquierdo**  
Escala 1:50



**Planta de traba sísmica**  
Escala 1:20



**Elevación de traba sísmica**  
Escala 1:20

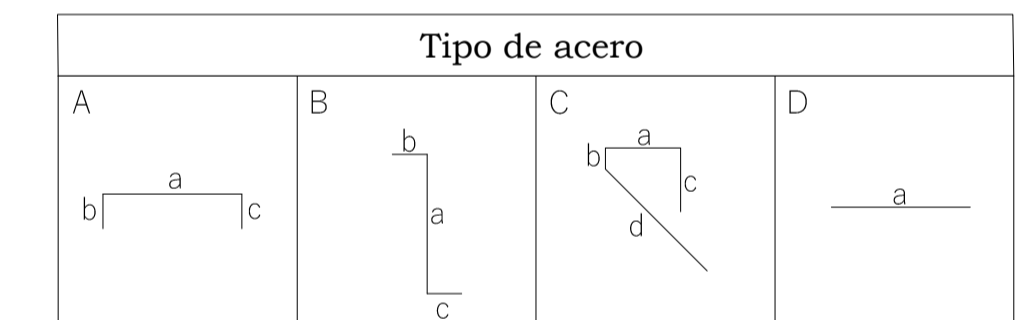


**Detallamiento del estribo izquierdo**  
Escala 1:20

- Especificaciones técnicas**
- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
  - 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.

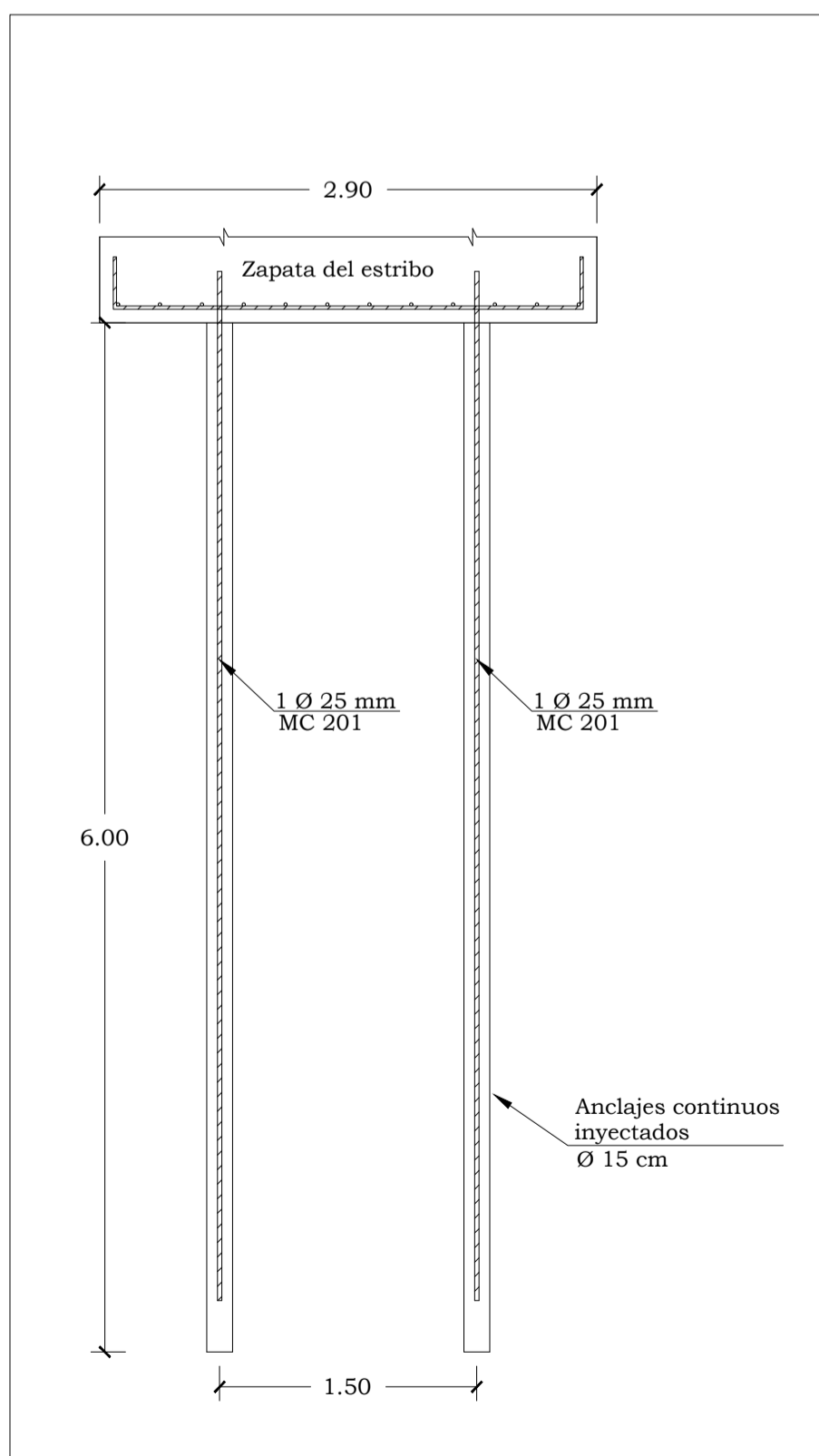
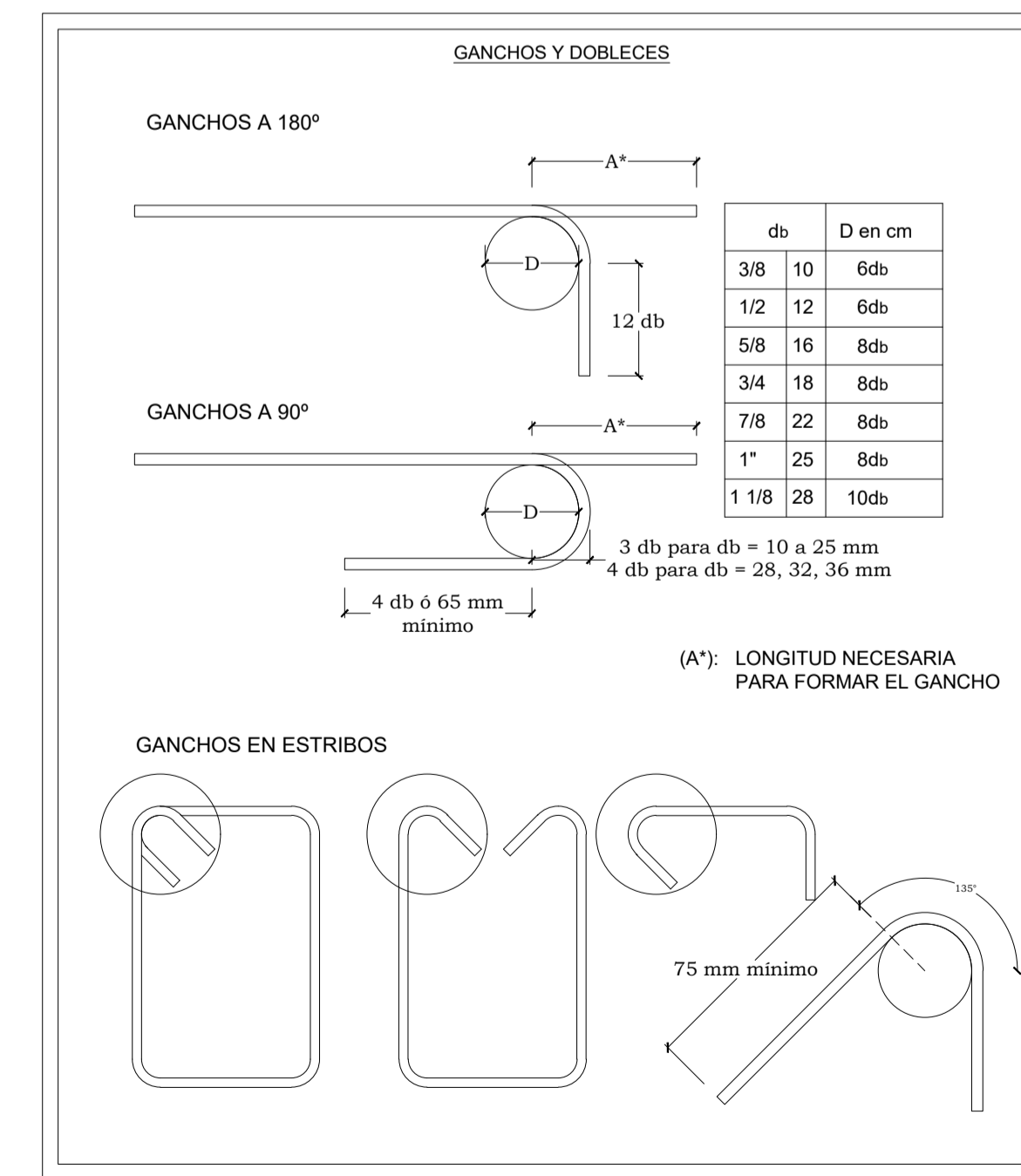
- Hormigón armado**
- 1.- Se utilizará hormigón premezclado de resistencia  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .
  - 2.- El acero de refuerzo a utilizar tendrá un esfuerzo a fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  bajo la norma estándar americana ASTM 706.
  - 3.- Se debe doblar el acero según las especificaciones que se presentan en el plano.
  - 4.- Durante la fundición de los elementos, se debe realizar el proceso de vibrado de una forma adecuada según lo especificado en la norma NEC-2015.
  - 5.- Utilizar curadores químicos en los elementos que ya se han fundido.
  - 6.- Para el proceso de encofrado se utilizará encofrado metálico.
  - 7.- Se debe tomar muestras de hormigón para realizar el respectivo control de calidad.
  - 8.- El proceso de desencofrado se lo debe realizar cuando la resistencia el hormigón sea  $0.75f_c$ , esta resistencia se la determina con los ensayos de resistencia que se le realiza a las muestras de hormigón.
  - 9.- El recubrimiento del estribo es de 8cm.

- Anclajes continuos inyectados**
- 1.- La cimentación del estribo izquierdo estará conformado por anclajes continuos inyectados, la distribución se la detalla en esta lámina.
  - 2.- Cada anclaje continuo inyectado tendrá una barra de acero de 25mm con esfuerzo de fluencia mínimo de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  bajo la norma estándar americana ASTM 706.
  - 3.- La lechada será inyectada mediante bombas a presión.

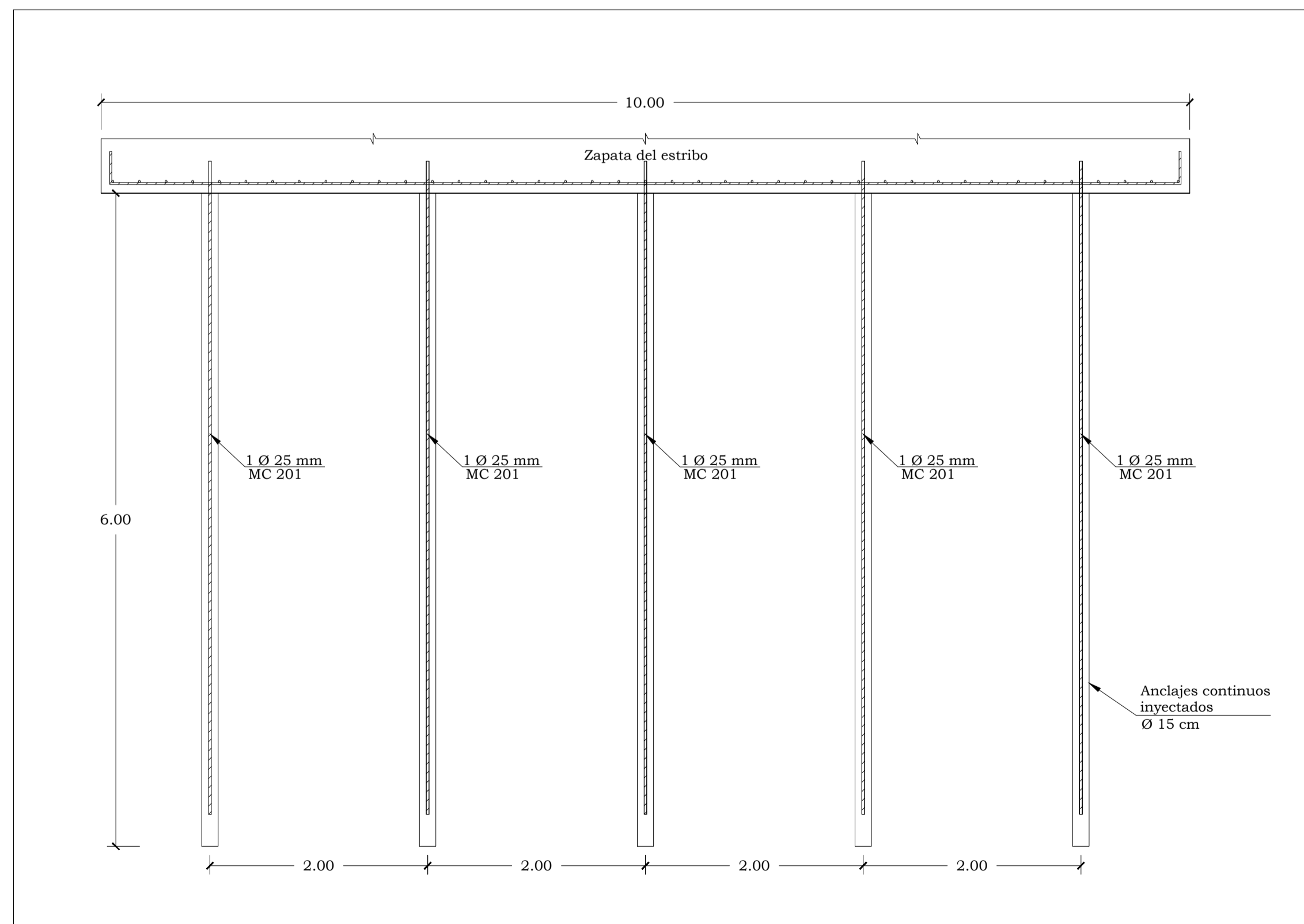


Acero de refuerzo del estribo											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
101	D	12	10	0	0	0	10	7	70	0.888	62.15
102	B	12	2.15	0.3	0.3	0	2.75	30	82.5	0.888	73.24
103	D	18	10	0	0	0	10	11	110	1.998	219.73
104	B	18	2.1	0.3	0.3	0	2.7	51	137.7	1.998	275.07
105	D	12	10	0	0	0	10	9	90	0.888	79.90
106	A	18	2.64	0.3	0.3	0	3.24	41	132.84	1.998	265.36
107	D	18	10	0	0	0	10	12	120	1.998	239.71
108	A	18	2.74	0.3	0.3	0	3.34	41	136.94	1.998	273.55
109	C	18	0.19	0.17	0.3	0.7	1.36	51	69.36	1.998	138.55
110	D	18	10	0	0	0	10	4	40	1.998	79.90
										<b>TOTAL</b>	<b>1,707 kg</b>

Acero de refuerzo de anclajes continuos inyectados											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
201	D	25	9.15	0	0	0	9.15	18	164.7	3.853	634.65



**Distribución longitudinal de anclajes para estribo izquierdo**  
Escala 1:40



**Distribución transversal de anclajes para estribo izquierdo**  
Escala 1:40

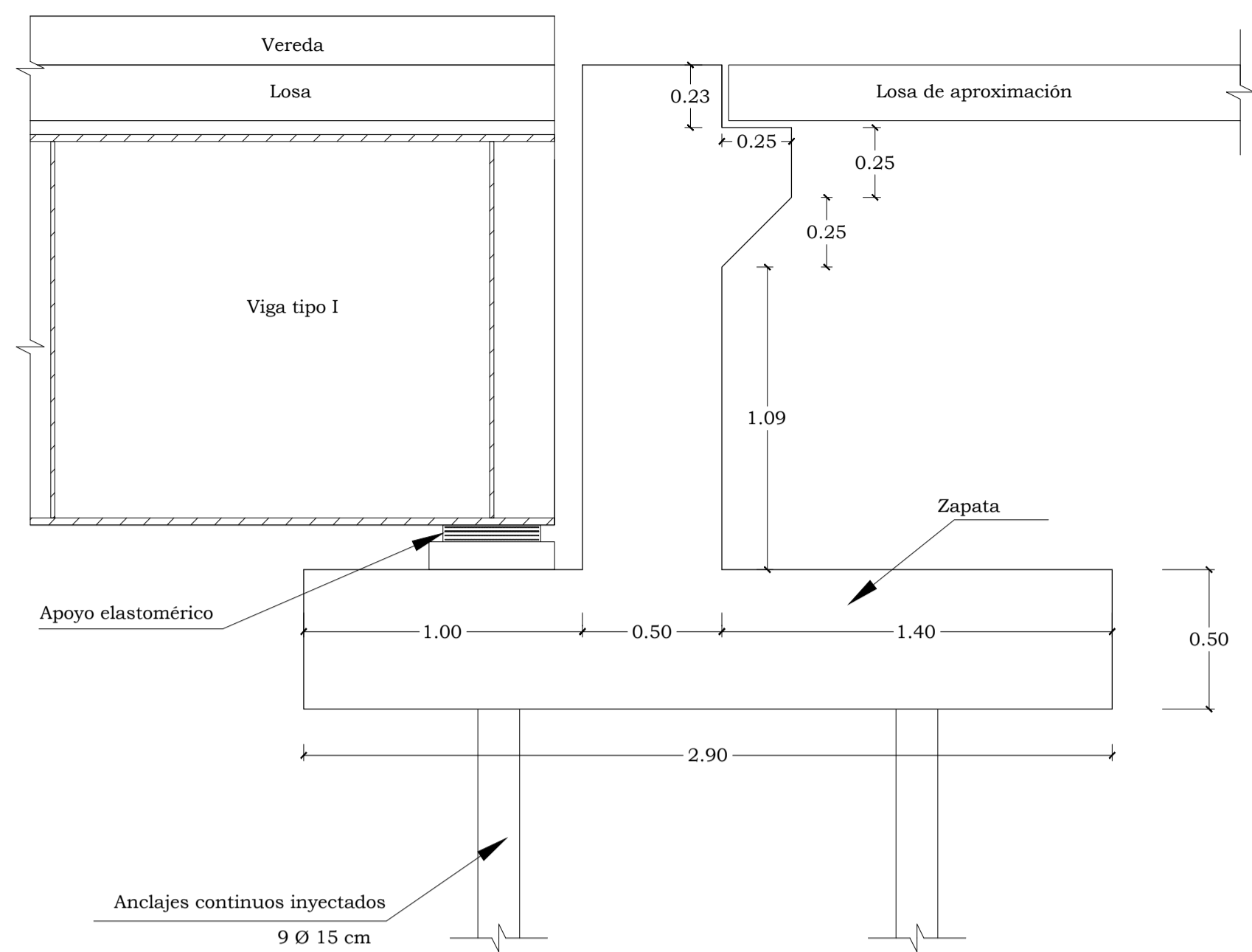
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

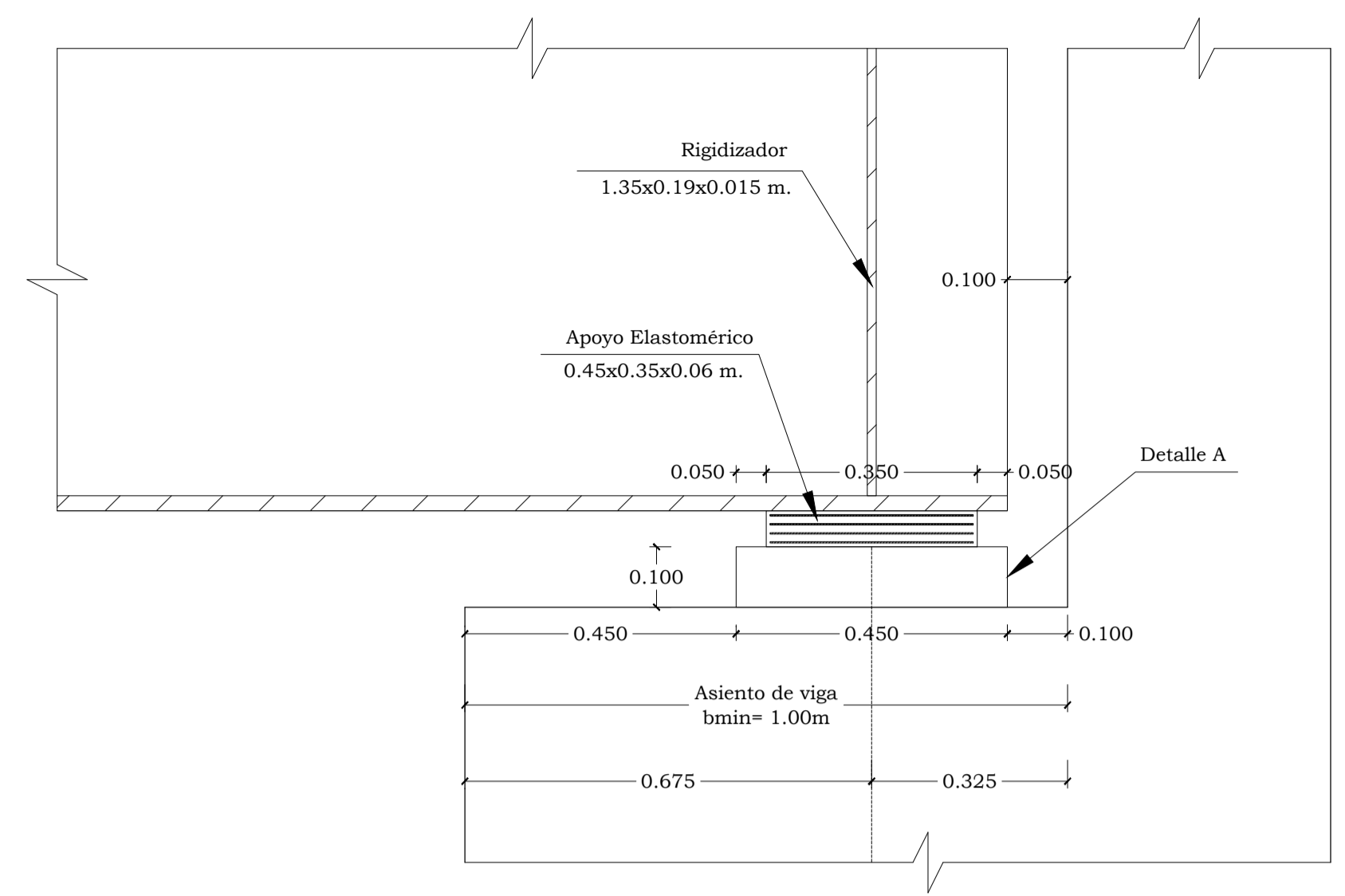
CONTENIDO: **Detallamiento del estribo izquierdo**

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSC.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSC.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSC.	- Ing. Priscila Valverde MSC. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-5/9
			Escala: Indicada

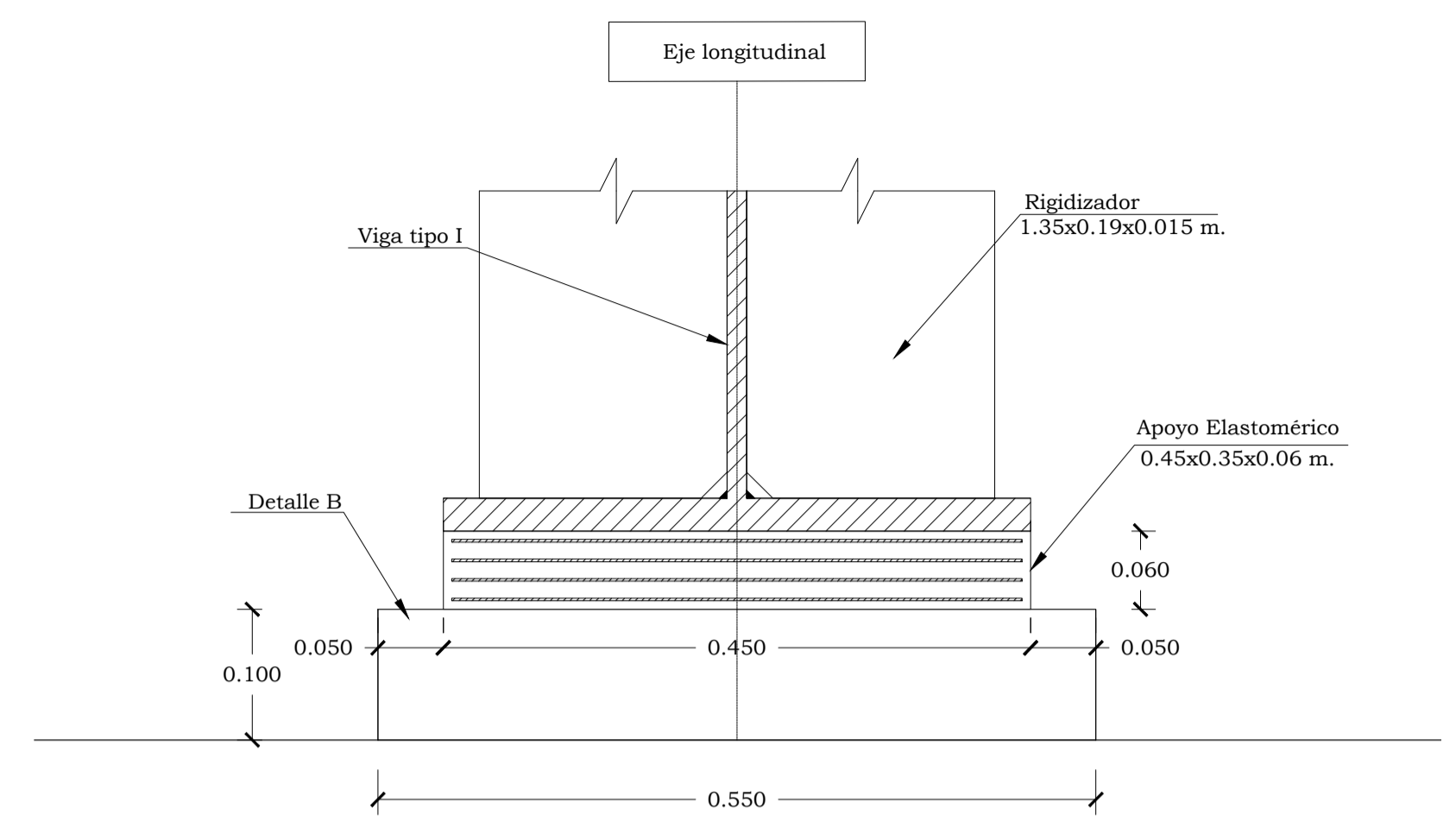




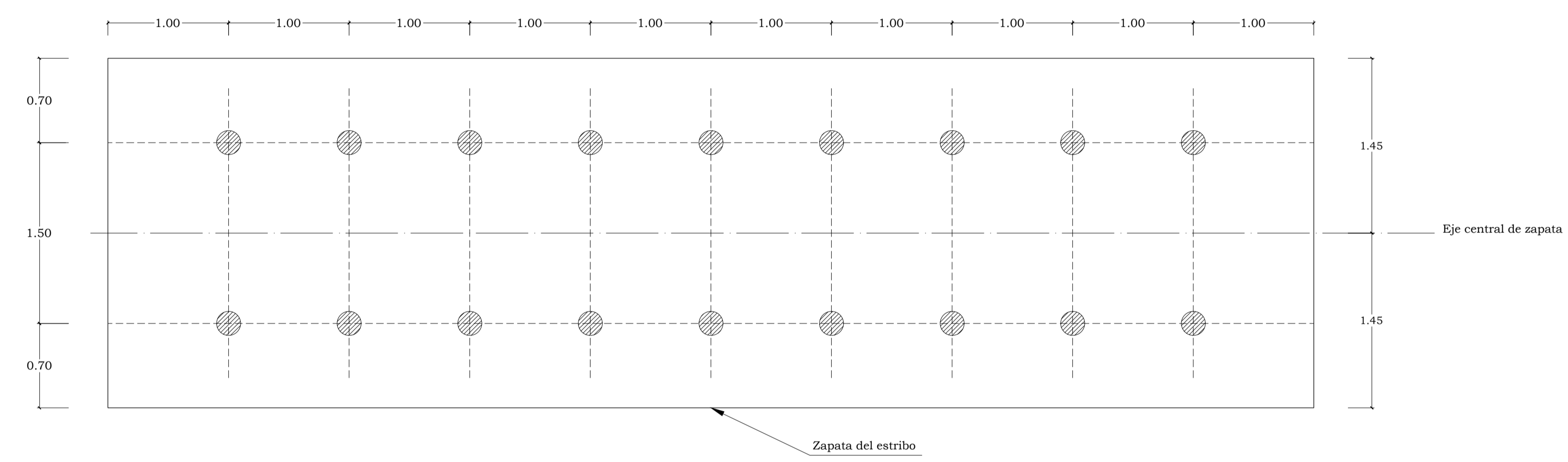
**Geometría del estribo derecho**  
Escala 1:20



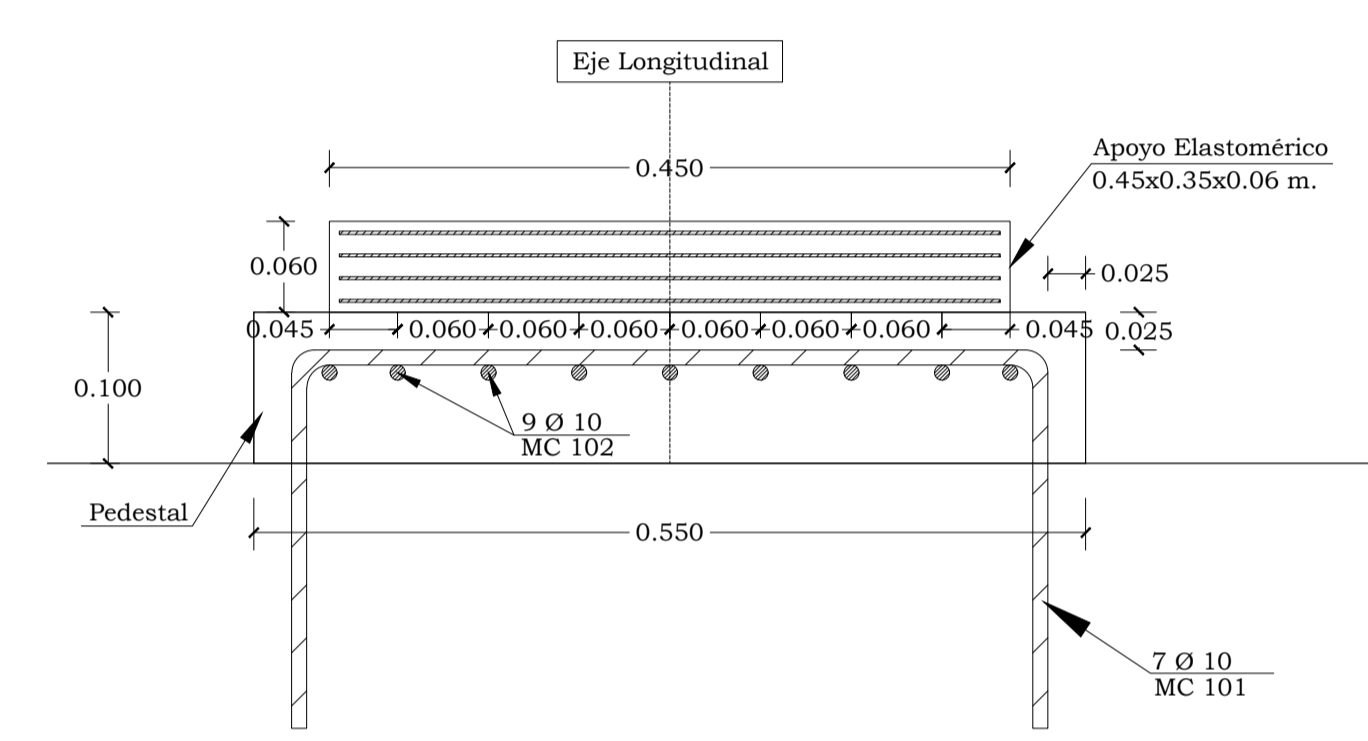
**Detallamiento del asiento de la viga**  
Escala 1:10



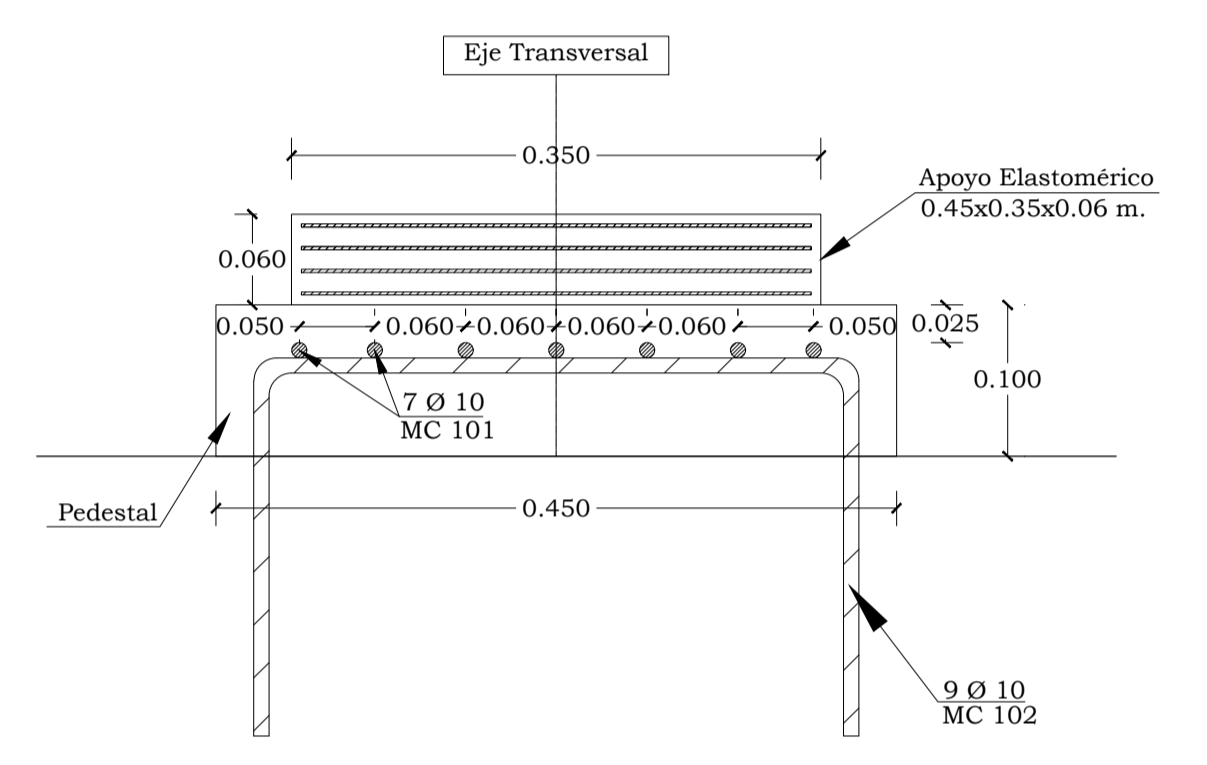
**Detallamiento longitudinal del apoyo**  
Escala 1:5



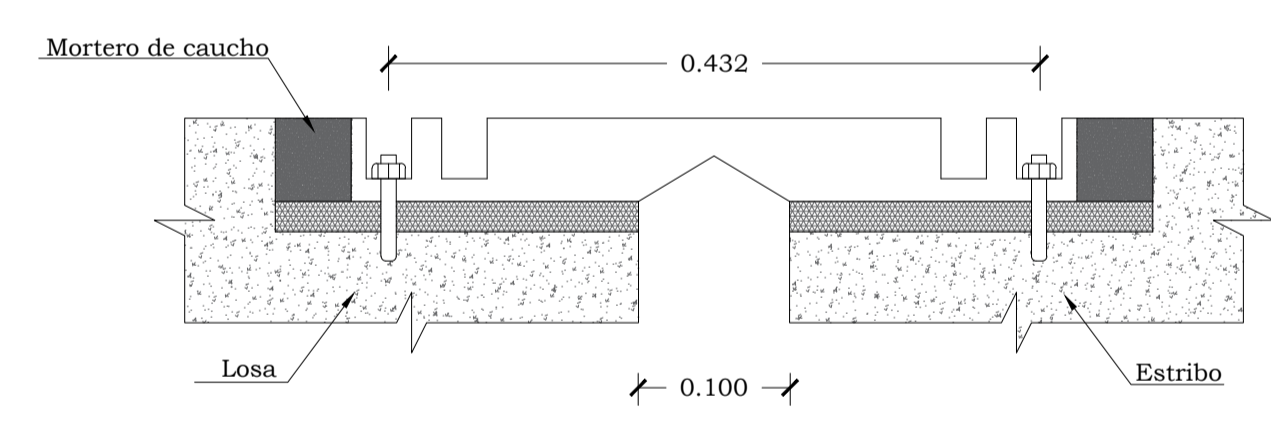
**Distribución de anclajes del estribo derecho**  
Escala 1:30



**Detalle B del apoyo**  
Escala 1:5

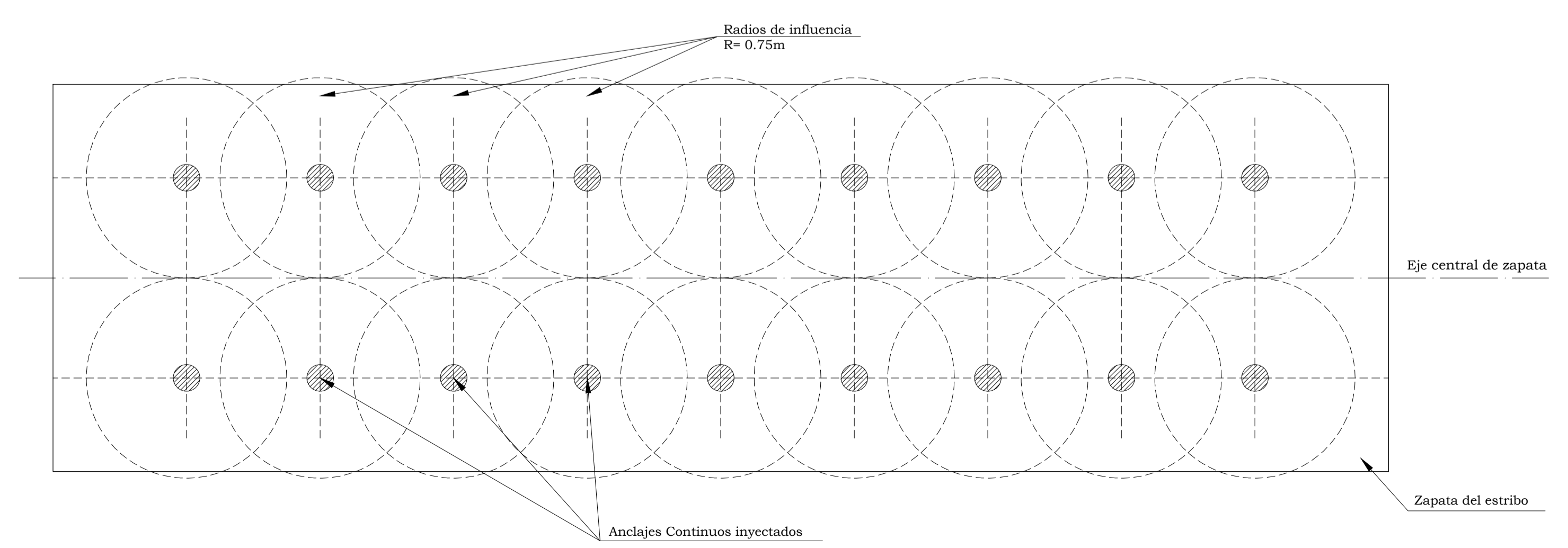


**Detalle A del asiento de la viga**  
Escala 1:5

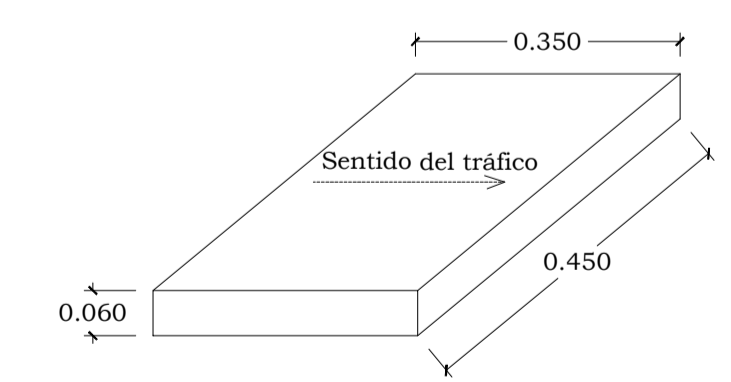


**Junta de dilatación**  
Escala 1:5

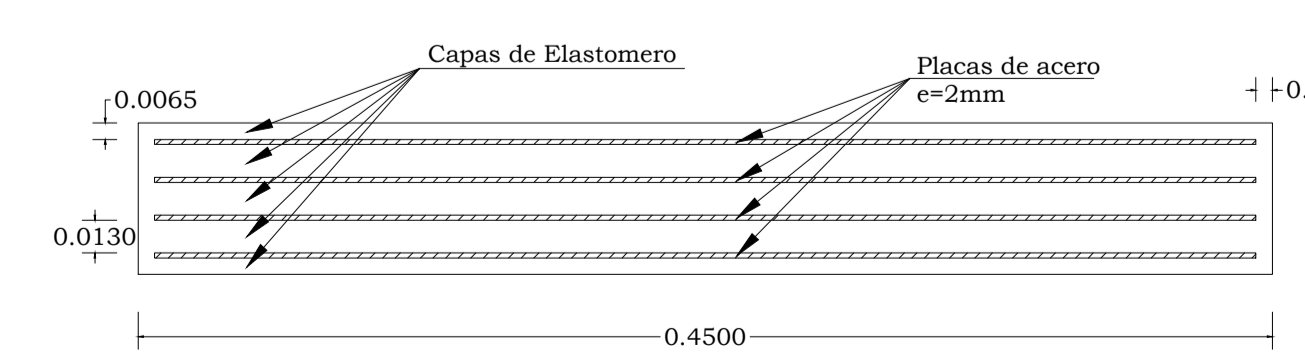
Tipo de acero			
A	B	C	D



**Distribución de anclajes con radios de influencia**  
Escala 1:30



**Apoyo elastomérico**  
Escala 1:10



**Detallamiento de apoyo elastomérico**  
Escala 1:3

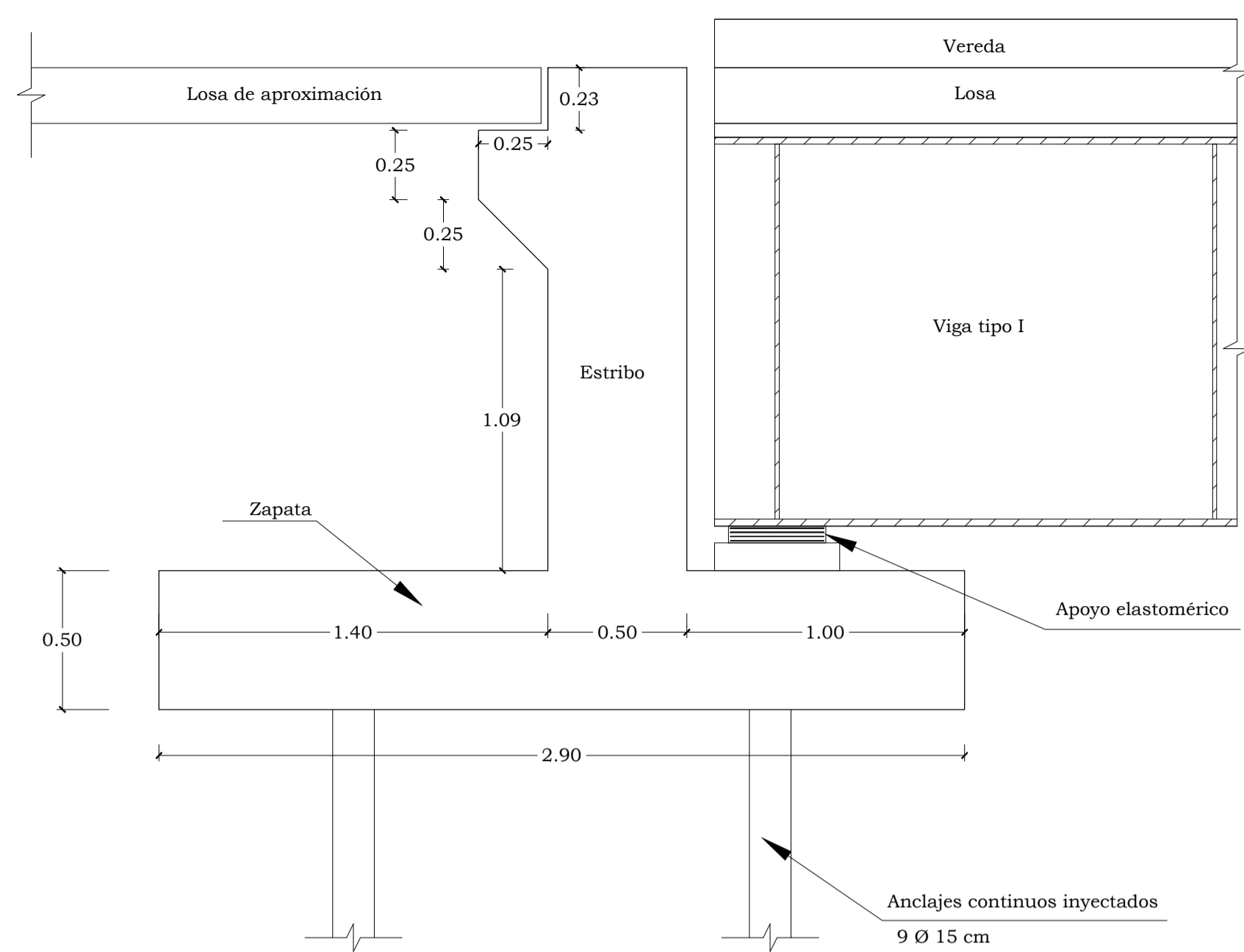
Acero de refuerzo para cada pedestal											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
101	A	10	0.4	0.25	0.25	0	7	6.3	0.617	3.88	
102	A	10	0.5	0.25	0.25	0	1	9	0.617	5.55	
<b>TOTAL</b>										<b>9 kg</b>	

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

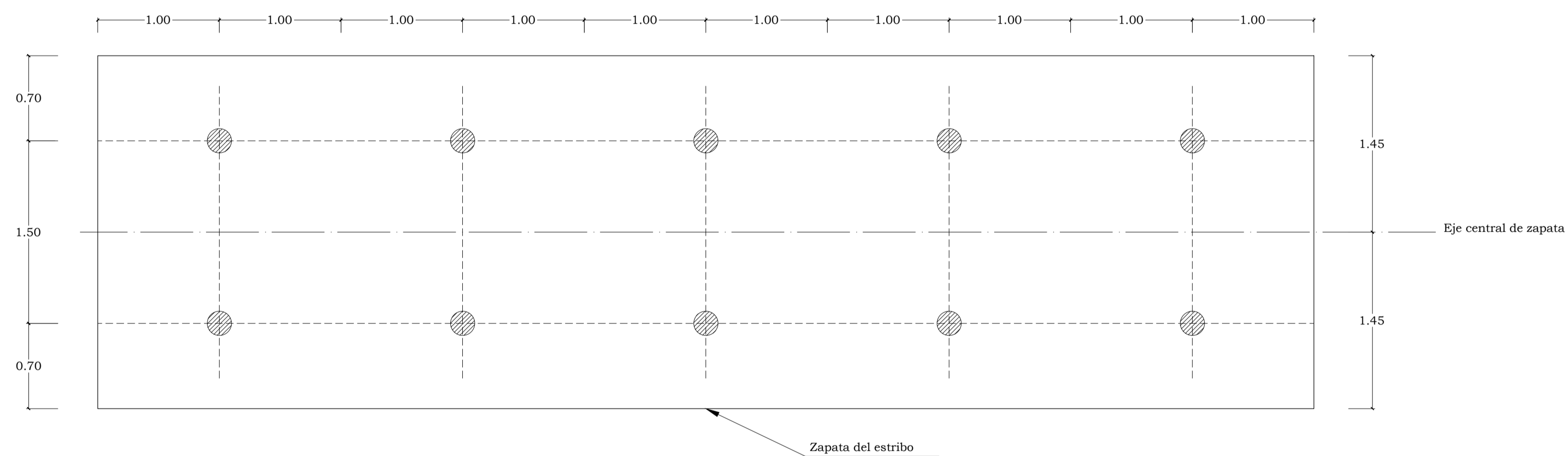
PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Diseño del asiento de viga y distribución de anclajes del estribo derecho**

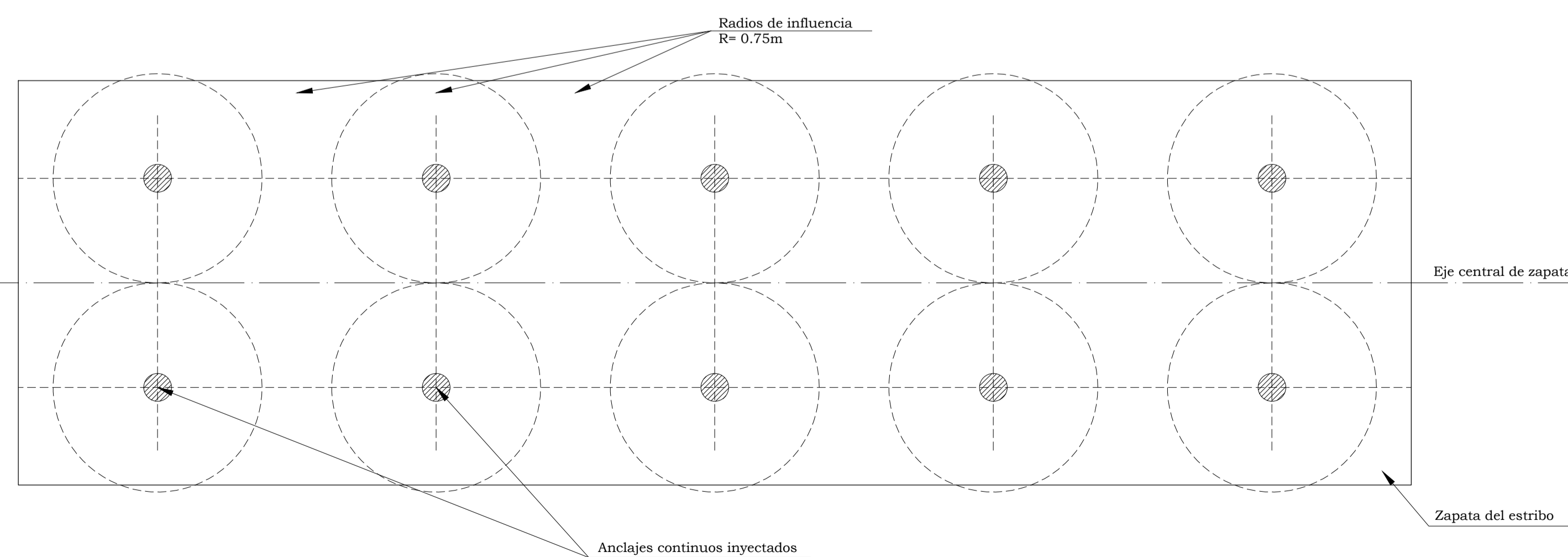
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-6/9 Escala: Indicada



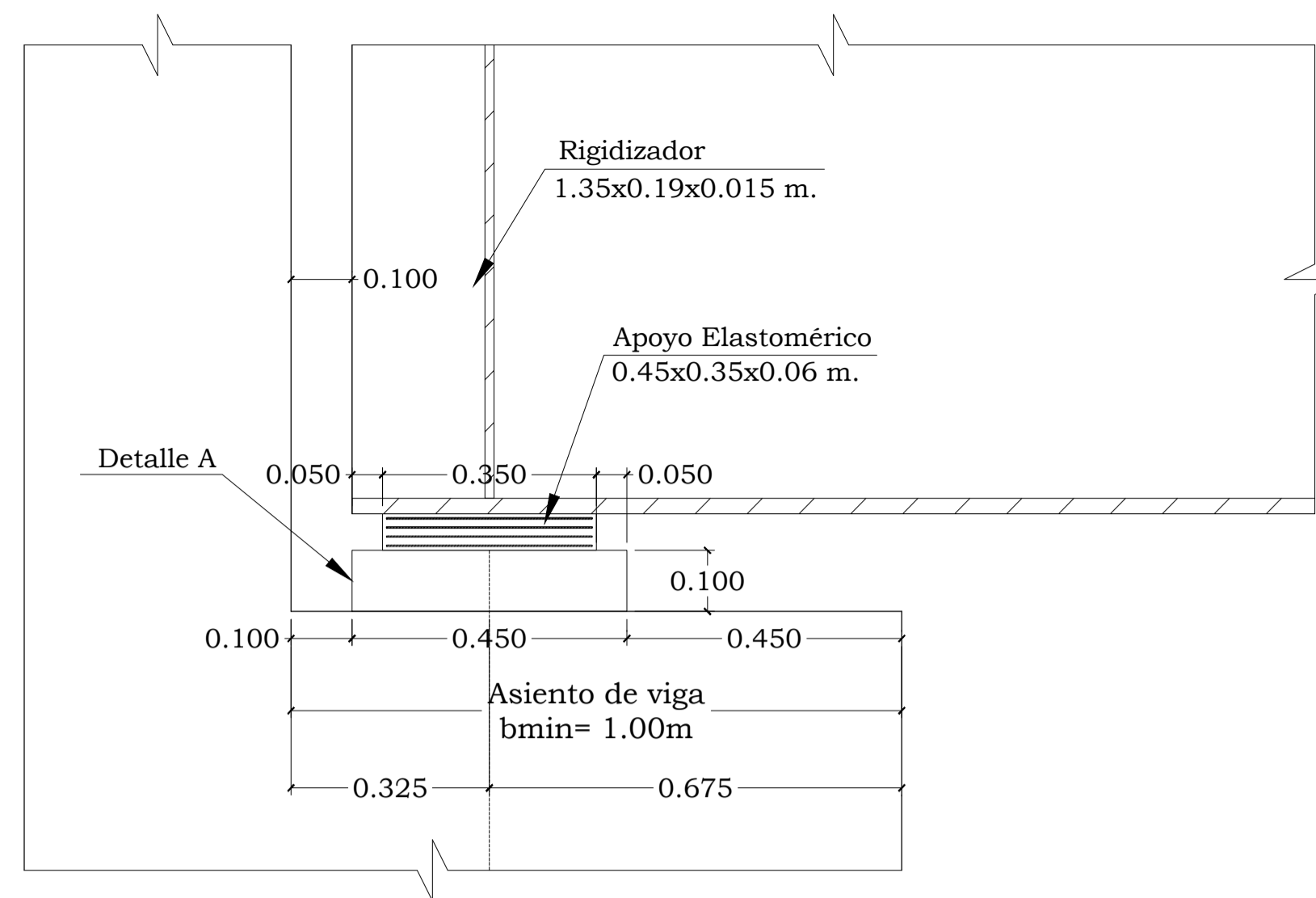
**Geometría del estribo izquierdo**  
Escala 1:20



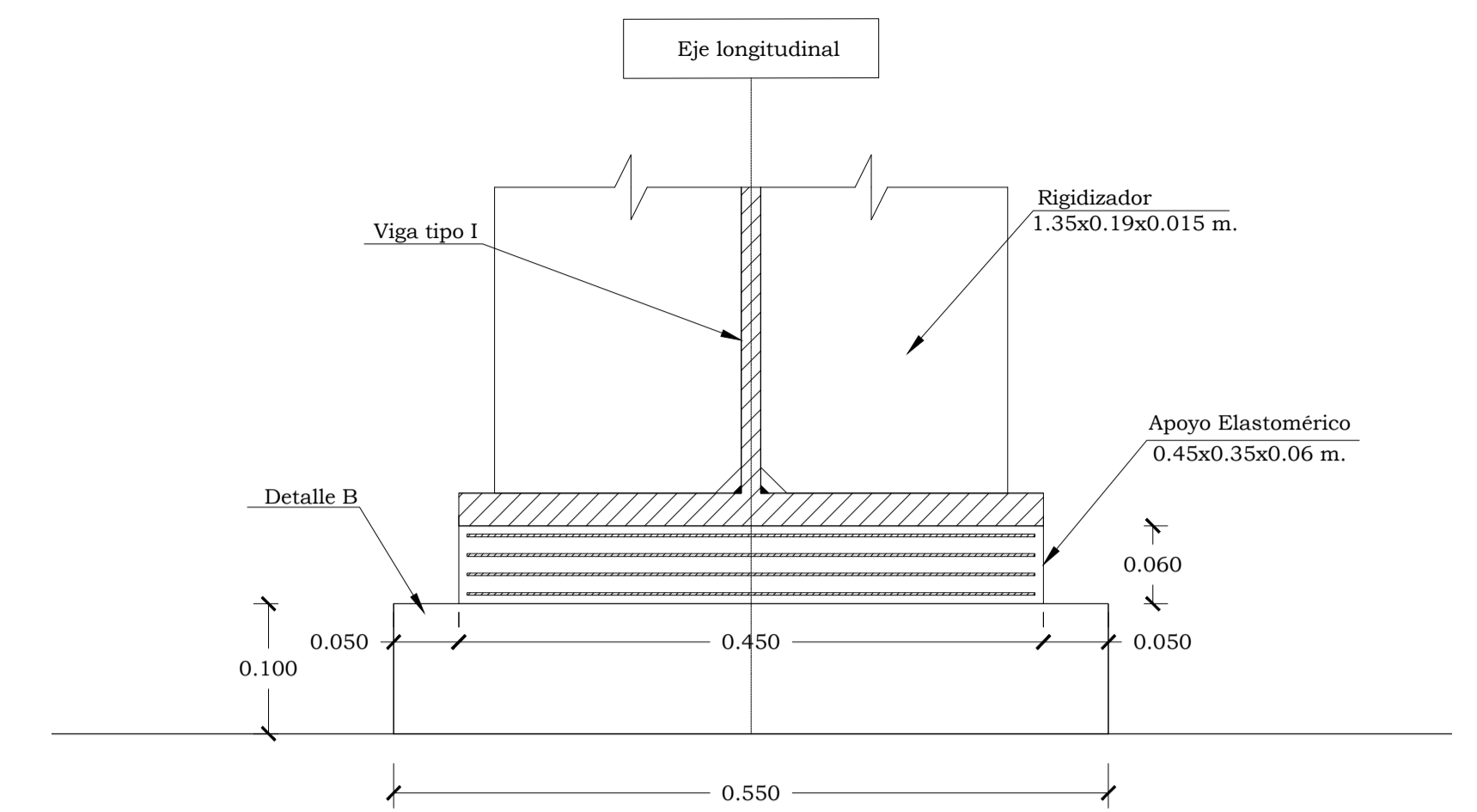
**Distribución de anclajes del estribo izquierdo**  
Escala 1:30



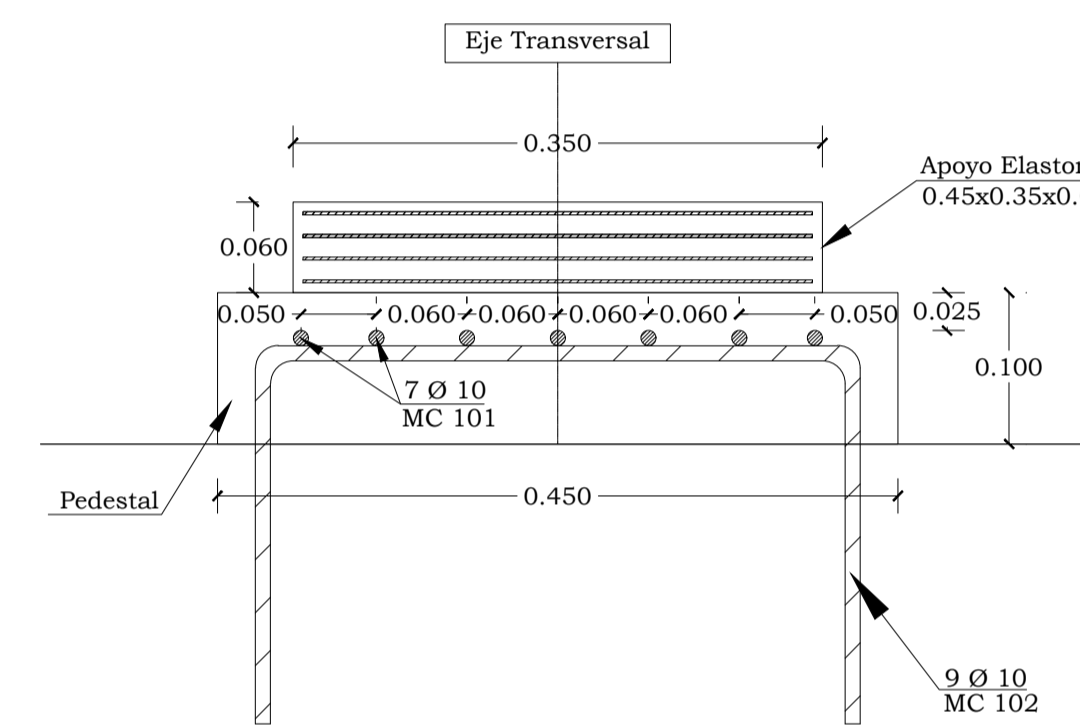
**Distribución de anclajes con radios de influencia**  
Escala 1:30



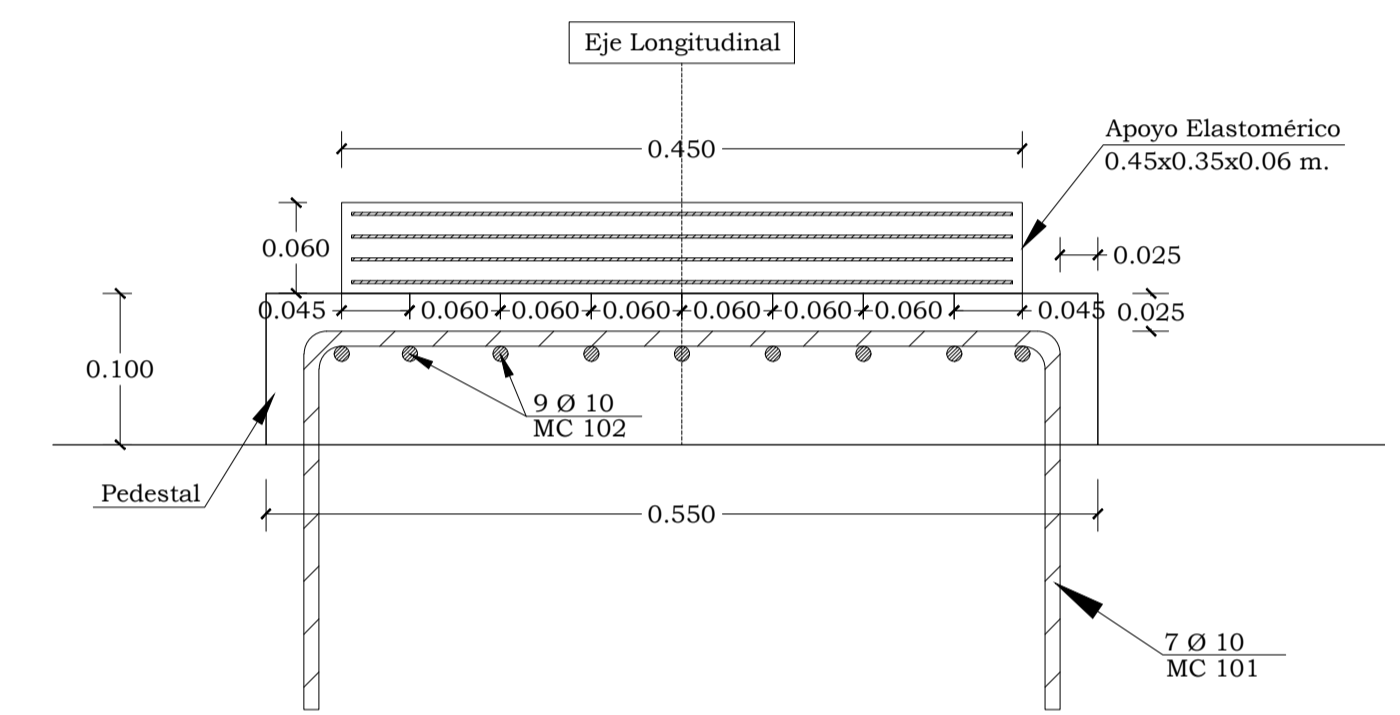
**Detallamiento del asiento de la viga**  
Escala 1:10



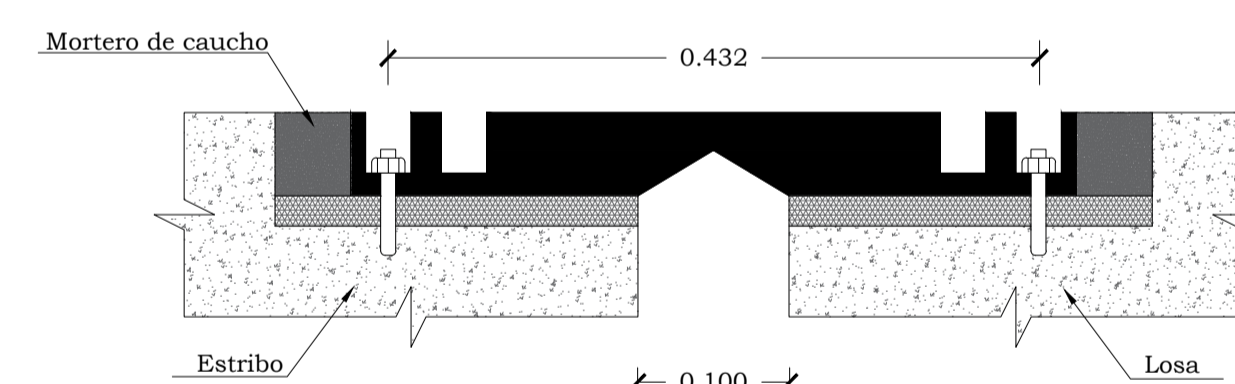
**Detallamiento longitudinal del apoyo**  
Escala 1:5



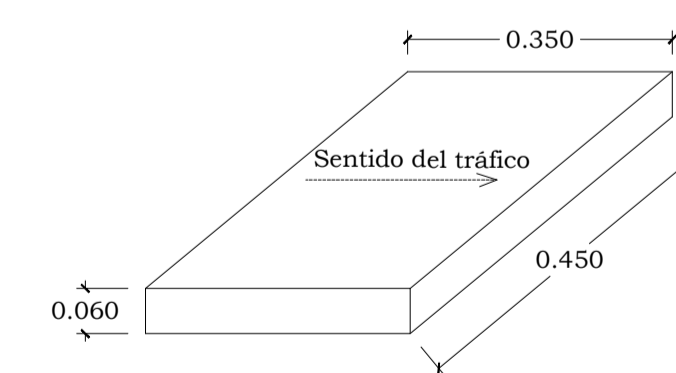
**Detalle A del asiento de la viga**  
Escala 1:5



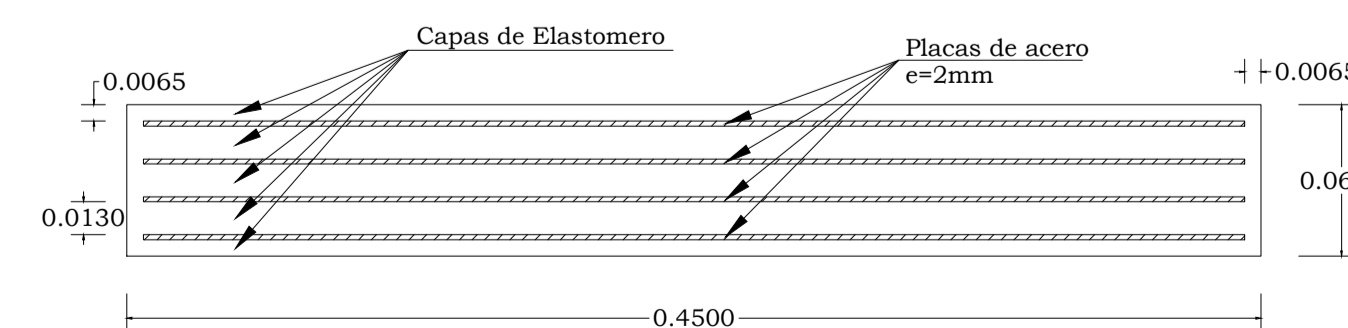
**Detalle B del apoyo**  
Escala 1:5



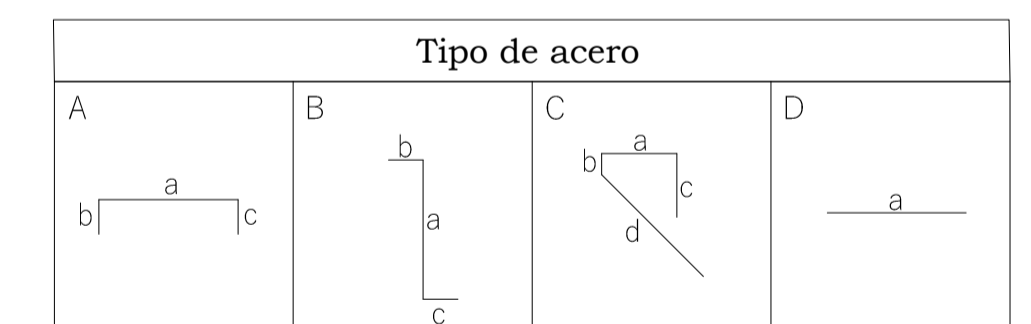
**Junta de dilatación**  
Escala 1:5



**Apoyo elastómico**  
Escala 1:10



**Detallamiento de apoyo elastómico**  
Escala 1:3



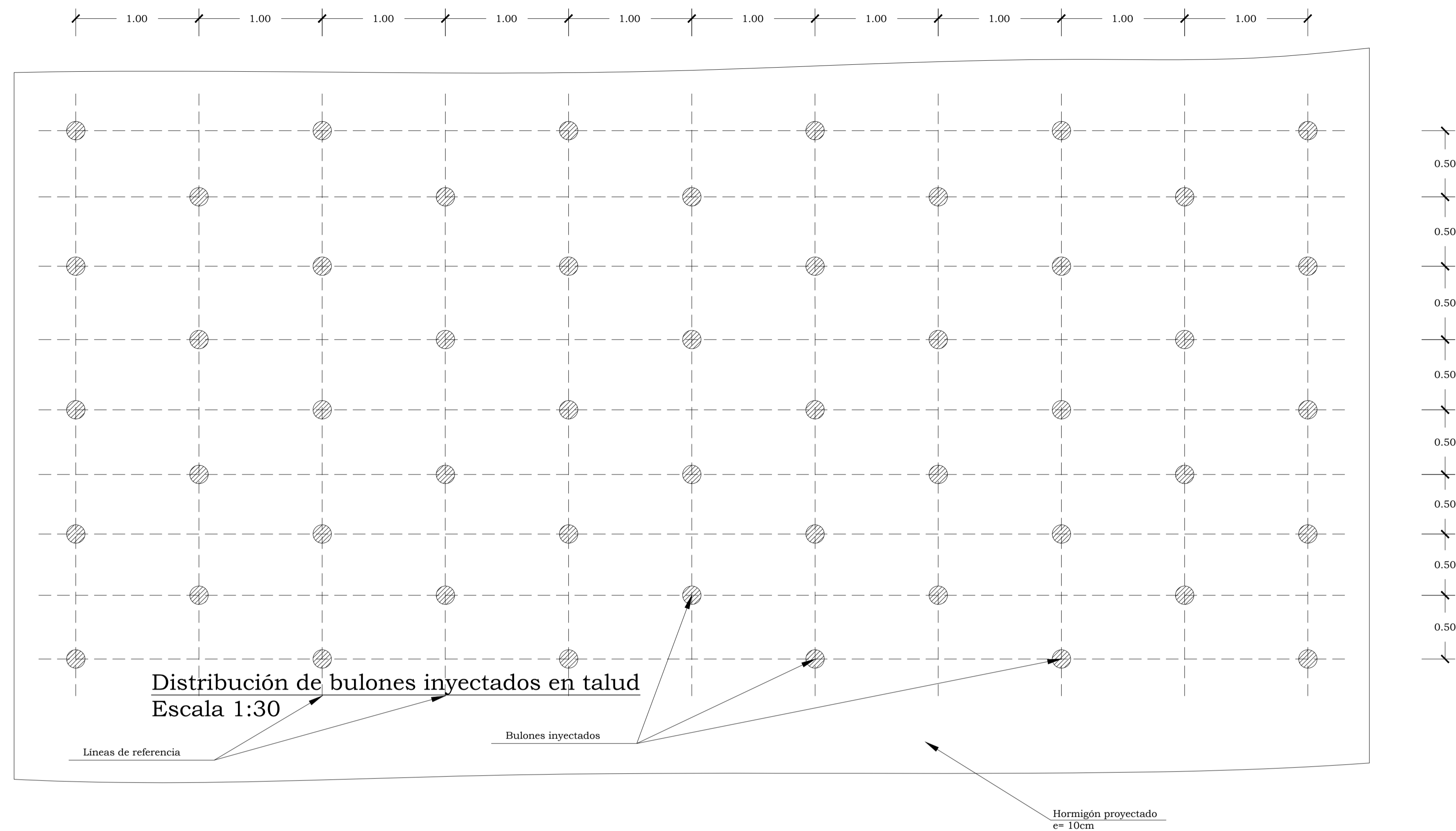
Acero de refuerzo para cada pedestal											
Mc	Tipo	Φ [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
101	A	10	0.4	0.25	0.25	0	0.9	7	6.3	0.617	3.88
102	A	10	0.5	0.25	0.25	0	1	9	9	0.617	5.55
<b>TOTAL</b>										<b>9 kg</b>	

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

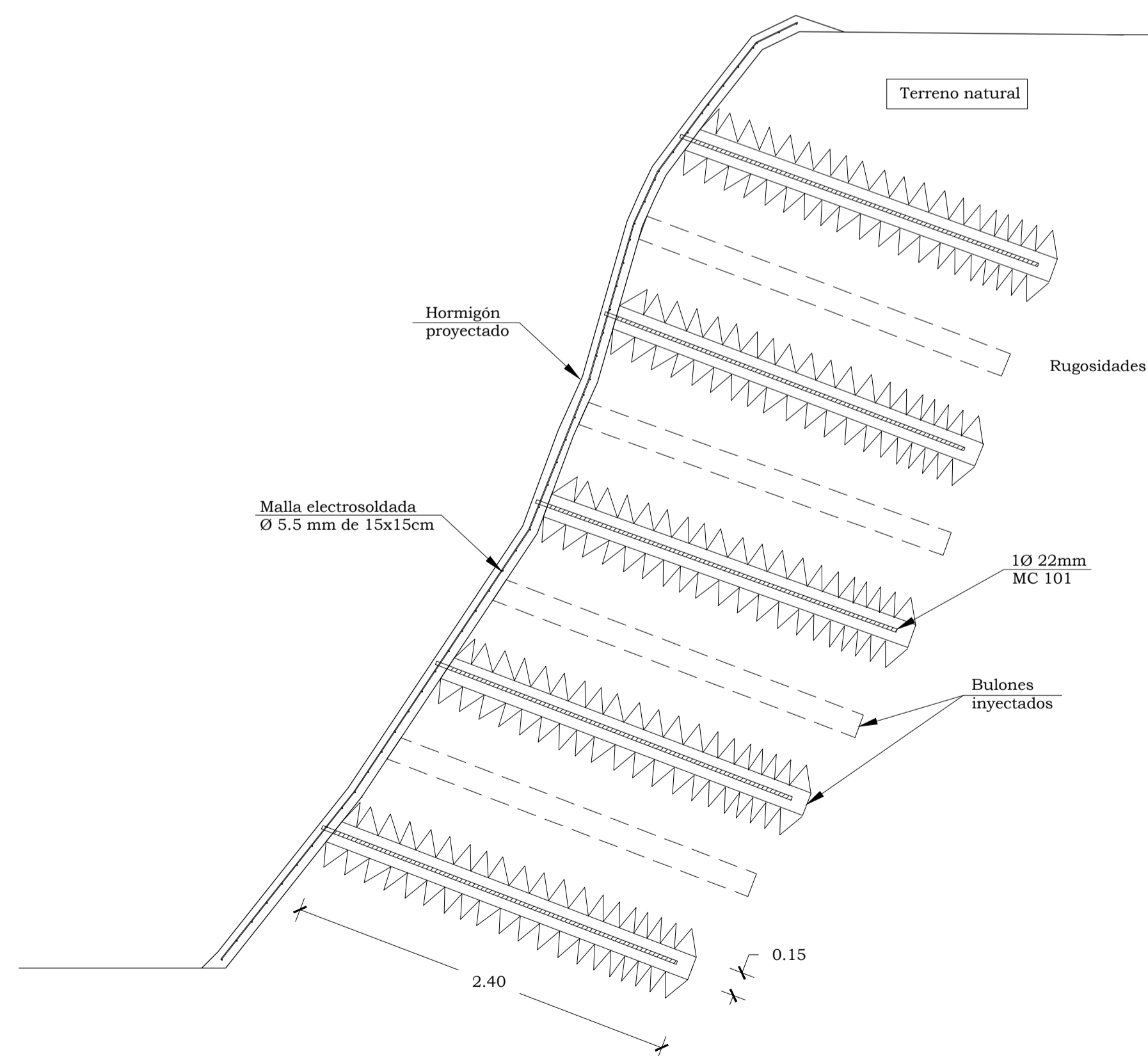
PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Diseño del asiento de viga y distribución de anclajes del estribo izquierdo**

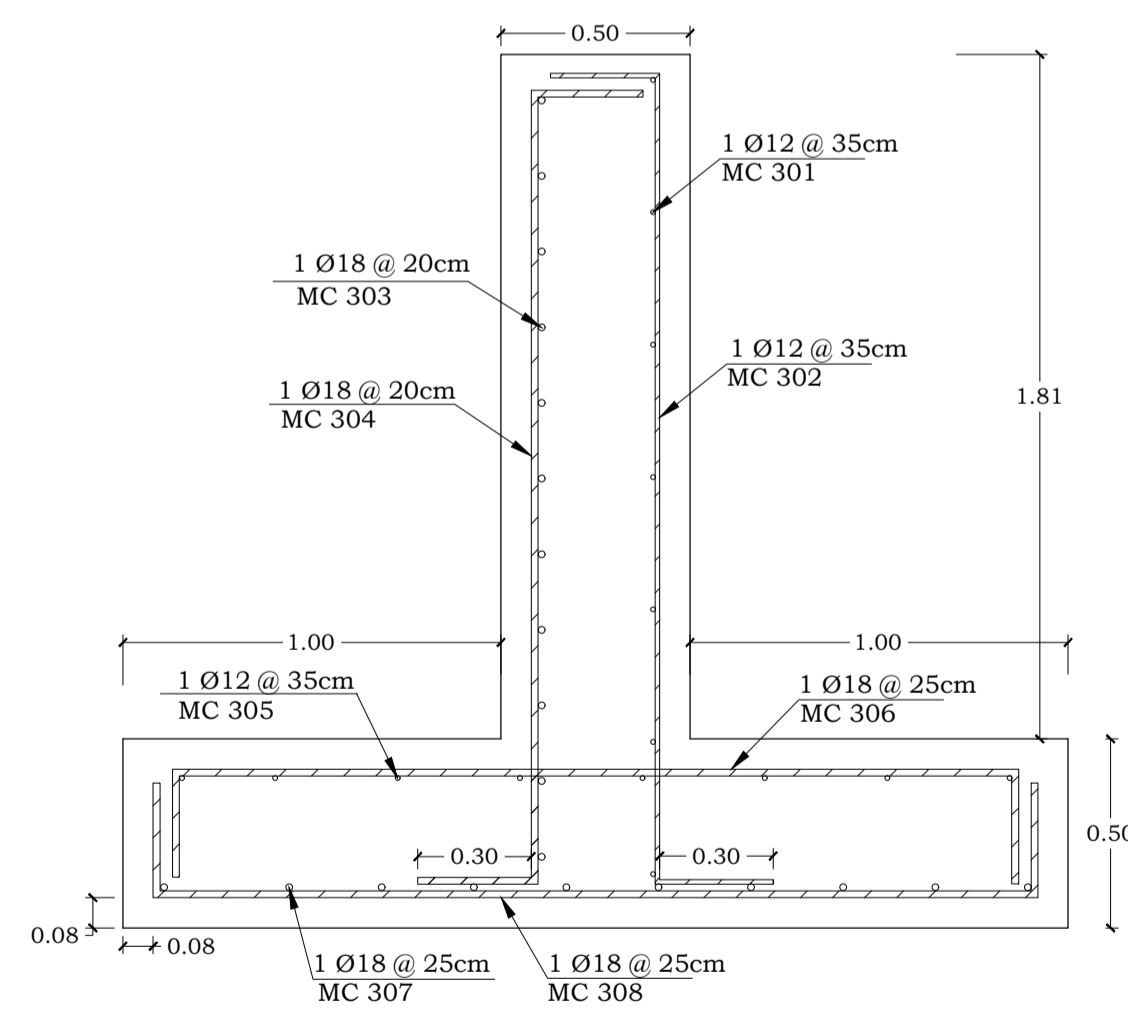
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-7/9
			Escala: Indicada



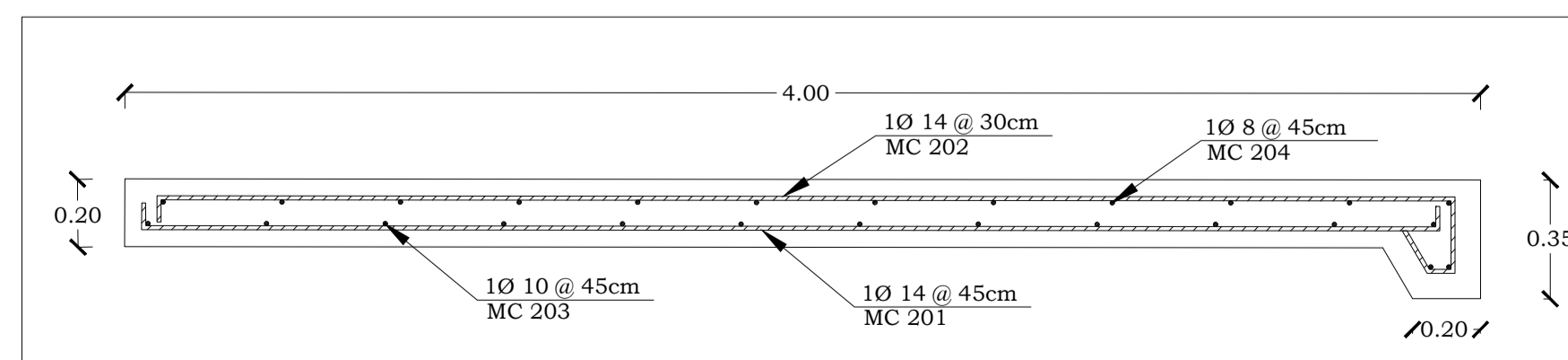
Distribución de bulones inyectados en talud  
Escala 1:30



Distribución de bulones inyectados  
Escala 1:30



Detallamiento de acero para ala de estribos  
Escala 1:20



Detallamiento de losa de aproximación  
Escala 1:20

**Especificaciones técnicas**

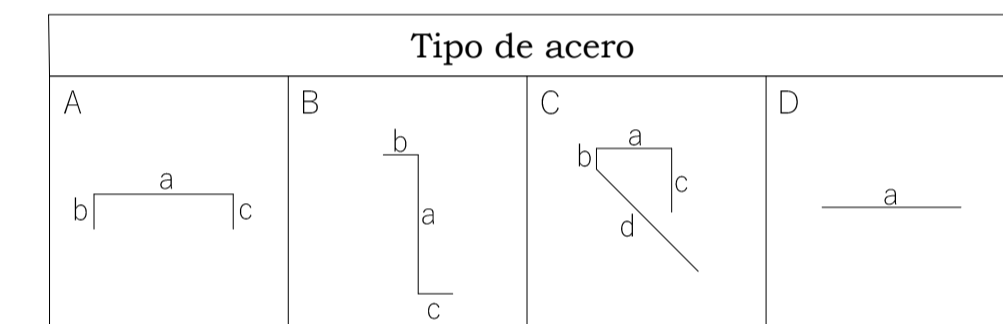
- 1.- Todas las medidas presentadas en este plano están en metros.
- 2.- Cualquier modificación o cambio en la estructura, se debe consultar con diseñador.

**Hormigón armado**

- 1.- Se utilizara hormigón premezclado de resistencia  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$  para fundición de losa de aproximación.
- 2.- El acero de refuerzo a utilizar tendrá un esfuerzo a fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  bajo la norma estándar americana ASTM 706.
- 3.- Se debe doblar el acero según las especificaciones que se presentan en el plano.
- 4.- Durante la fundición de la losa de aproximación, se debe realizar el proceso de vibrado de una forma adecuada según lo especificado en la norma pertinente.
- 5.- Utilizar curadores químicos en el elemento que ya se ha fundido.
- 6.- Para el proceso de encofrado se utilizará encofrado de madera, para la losa de aproximación.
- 7.- Se debe tomar muestras de hormigón para realizar el respectivo control de calidad.
- 8.- El proceso de desencofrado se lo debe realizar cuando la resistencia el hormigón sea  $0.75f_c$ , esta resistencia se la determina con los ensayos de resistencia que se le realiza a las muestras de hormigón.
- 9.- Se utiliza separadores para que el acero de refuerzo tenga el recubrimiento especificado.

**Bulones inyectados**

- 1.- Se utilizaran barras de acero de refuerzo de 22mm con una longitud de 2.35m.
- 2.- La barra de acero que se utilizará tendrá un esfuerzo de fluencia mínimo  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  bajo la norma estándar americana ASTM 706.
- 3.- Los bulones inyectados tienen un diámetro de 15cm y una longitud de 2.40m.
- 4.- Se utiliza malla electrosoldada de 5.5mm y separación de 15x15 cm.
- 5.- El espesor del hormigón proyectado es de 10cm.
- 6.- La barra de acero se amarra a la malla electrosoldada.



Acero de refuerzo para bulones inyectados											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
101	D	22	3.5	0	0	0	3.5	50	175	2,984	522.21
										<b>TOTAL</b>	<b>522 kg</b>

Acero de refuerzo para losa de aproximación											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
201	A	14	3.9	0	0	0	3.9	24	93.6	1,208	113.11
202	C	14	2.15	0.23	0.15	3.98	6.51	35	227.85	1,208	275.34
203	A	10	10	0.08	0.08	0	10.16	10	101.6	0.617	62.64
204	A	8	10	0.08	0.08	0	10.16	10	101.6	0.395	40.09
										<b>TOTAL</b>	<b>491 kg</b>

Acero de refuerzo para cada ala de estribos											
Mc	Tipo	Ø [mm]	Dimensiones				Long.P [m]	Cantidad U	Long.T [m]	Peso [Kg/m]	Total Kg
			a	b	c	d					
301	D	12	4	0	0	0	4	7	28	0.888	24.86
302	B	12	2.15	0.3	0.3	0	2.75	13	35.75	0.888	31.74
303	D	18	4	0	0	0	4	11	44	1.998	87.89
304	B	18	2.1	0.3	0.3	0	2.7	21	56.7	1.998	113.26
305	D	12	4	0	0	0	4	8	32	0.888	28.41
306	A	18	2.34	0.3	0.3	0	2.94	17	49.98	1.998	99.84
307	D	18	4	0	0	0	4	10	40	1.998	79.90
308	A	18	2.34	0.3	0.3	0	2.94	17	49.98	1.998	99.84
										<b>TOTAL</b>	<b>566 kg</b>

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: **Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda**

CONTENIDO: **Detallamiento de talud, losa de aproximación y muro de alas**

Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao		Lámina: E-8/9
			Escala: Indicada

Hormigón de estribo		
A zapata	43.63	m2
Espesor	0.5	m
A pantalla	4.86	m2
Altura	1.81	m
A alero	2.02	m2
Altura media	1.56	m
A mensula	0.094	m2
Longitud	10	m
#estribos	2	
<b>Vtotal</b>	<b>75.708</b>	<b>m3</b>

Hormigón de losa	
Longitud del puente	35 m
Espesor	0.20 m
longitud de sección transversal	10.05 m
Área de sección transversal	2.010 m2
<b>Volumen de hormigón</b>	<b>70.35 m3</b>

Acero para vigas	
Longitud de viga	35 m
espesor de alas	0.025 m
ancho de alas	0.45 m
espesor de alma	0.015 m
peralte de alma	1.35 m
Nº de vigas	4
Área de sección	0.0428 m2
Volúmen	1.50 m3
Peso específico de acero	7,850 kg/m3
<b>Peso por viga</b>	<b>11,745.6 kg</b>

Acero para rigidizadores	
Ancho	0.19 m
Alto	1.35 m
espesor	0.015 m
Nº de rigidizadores por viga	24
Nº de vigas	4
Peso específico de acero	7,850 kg/m3
volumen por viga	0.0923 m3
Volumen total	0.3694 m3
<b>Peso total</b>	<b>2,899.5 kg</b>

Carpeta asfáltica		
Longitud puente	35	m
Ancho de calzada	7.3	m
<b>Total</b>	<b>255.5</b>	<b>m2</b>

Hormigón de pedestales	
Espesor de pedestal	0.05 m
Ancho de pedestal	0.52 m
Área de seccion transversal de apoyo	0.026 m2
Volumen	0.05 m3
<b>Volumen total 4 pedestales</b>	<b>0.21 m3</b>

Perfil L 65x65x6 mm		
L por marco	7.36	m
Número de marcos	24	
Peso por metro	5.8404	kg/m
<b>Peso total</b>	<b>1031.65</b>	<b>kg</b>

Conectores de corte	
Longitud de viga	35 m
Nº de conectores por fila	3
Separación entre filas	0.14 m
Nº de conectores por viga	750
Nº de Vigas	4
<b>Cantidad de conectores</b>	<b>3000</b>

Área de pintura		
Perimetro viga	4.12	m
L	35	m
n vigas	4	
	576.8	m2
Perimetro diafragma	0.26	m
L	7.36	m
n marcos	24	
	45.9264	m2
Area rigidizadores	49.248	m2
<b>Total</b>	<b>671.9744</b>	<b>m2</b>

Hormigón de losa de aproximación		
Longitud	4	m
Ancho	10	m
Espesor	0.2	m
Volumen	8	m3
Numero de losas	2	
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>m3</b>

Hormigón de veredas	
Ancho	1.025 m
espesor	0.175 m
Área	0.179 m2
Longitud	35 m
Volumen	6.28 m3
2 veredas en el puente	
<b>Volumen</b>	<b>12.56 m3</b>

Malla electrosoldada		
Ancho de vereda	1	m
Longitud	35	m
Número de veredas	2	
<b>Area total</b>	<b>70</b>	<b>m2</b>

Longitud de juntas de dilatación		
Ancho de calzada	7.3	m
Numero de accesos	2	
Longitud de calzadas	14.6	m
Longitud por junta	1.83	m
número de juntas	8	
<b>Total</b>	<b>14.64</b>	<b>m</b>

Resumen acero de refuerzo		
Φ [mm]	Long.T [m]	Total Kg
8	1139.2	449.510
10	1444.96	890.872
12	2452	2176.920
14	7024.32	8488.284
18	2456.32	4906.700
22	175	522.207
25	252	971.047
<b>Peso total</b>		<b>18,405.5 kg</b>

Hormigón de barrera	
Longitud del puente	35.0 m
Área de barrera	0.204 m2
volumen de hormigon	7.14 m3
2 barreras	
<b>Volumen de hormigón</b>	<b>14.3 m3</b>

Imprimación asfáltica de losa de aproximación		
Longitud losa aproximacion	4	m
Ancho de calzada	10	m
Número de losas	2	
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>m2</b>

Replanteo para estribos		
A zapata	43.63	m2
Espesor	0.08	m
Número de estribos	2	
<b>Total</b>	<b>6.98</b>	<b>m3</b>

Carpeta asfáltica de losa de aproximación		
Longitud losa aproximacion	4	m
Ancho de calzada	10	m
Número de losas	2	
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>m2</b>

Longitud de anclajes		
Longitud	6	m
Numero	28	
<b>Total</b>	<b>168</b>	<b>m</b>

Tubería de drenaje		
Longitud de tubería	1	m
Número de tuberías	30	
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>m</b>

Imprimación asfáltica		
Longitud puente	35	m
Ancho de calzada	7.3	m
<b>Total</b>	<b>255.5</b>	<b>m2</b>

Tabla de resumen de acero estructural	
<b>Peso</b>	<b>51,781.4 kg</b>

Tabla de resumen de hormigón			
<b>Resistencia</b>	f'c= 140kg/cm2	f'c= 210kg/cm2	f'c= 280kg/cm2
<b>Volumen</b>	7.0 m3	42.8 m3	149.7 m3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:	Diseño del puente sobre la quebrada Tomabela para cruzar la vía Negroyaco - Pircapamba para desvío del tráfico pesado en la ciudad de Guaranda		
CONTENIDO:	Cantidad de materiales		
Coordinador de Materia Integradora: Ing. Nadia Quijano MSc.	Tutores de Conocimientos Específicos: - Ing. Miguel Chávez PhD. - Ing. Arnaldo Bayona MSc.	Estudiantes: - Victor Toledo M. - Carlos Zúñiga O.	Fecha de emisión: 26 de agosto, 2020
Tutor de Área de Conocimiento: Ing. Carlos Quishpe MSc.	- Ing. Priscila Valverde MSc. - Arq. Eunice Lindao	Lámina: E-9/9	Escala: Indicada