

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de
los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Romel Willian Farroñan Inoñan

ASESOR

Jose Alfredo Rolando Céspedes Deza

<https://orcid.org/0000-0003-1579-8388>

Chiclayo, 2023

**Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la
accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope,
Lambayeque 2021**

PRESENTADA POR

Romel Willian Farroñan Inoñan

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Jorge Enrique Álvarez Ruffrán

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Jose Alfredo Rolando Cespedes Deza

VOCAL

DEDICATORIA

A **Dios**, por guiar mis pasos y no abandonarme nunca; a mis adorables padres, **Juan y María Gladys**. A mis hermanos: **Aracely, Rosa, Ruberly, Graciela**, a mi estimado cuñado **Juan Carlos** y sobrinos. A mis abuelos en cielo: **Ricardo, Graciela; Aurelio**. A toda mi familia. Amigos. Por su apoyo incondicional en mi desarrollo personal y profesional. Para mí, tenerlos presente en mi vida es un privilegio.

Romel Willian Farroñan Inoñan

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por la vida y las bendiciones que me regala día a día. A mí padre **Juan farroñan bances** por dotarme la idea de este proyecto. Al **Ing. Pedro Ramón Patazca Rojas; Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza; Ing. Robert Manuel Carrasco Canales**, por las asesorías brindadas, orientación y motivación. A los docente y amigos de la Facultad de Ingeniería Civil Ambiental (USAT) la cual hicieron posible la elaboración de la presente tesis.

Romel Willian Farroñan Inoñan

Prueba final

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	idoc.pub Fuente de Internet	1%
7	documents.mx Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
9	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%

ÍNDICE

Resumen	14
Abstract	15
I. Introducción.....	16
1.1 Situación problemática.....	16
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Justificación	19
1.4 Objetivo general	20
1.5 Objetivos específicos.....	20
II. Revisión de literatura.....	22
2.1 Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1 A nivel internacional.....	22
2.1.2 A nivel nacional	24
2.1.3 A nivel local	27
2.2 Bases Teórico Científicas	28
2.2.1 Estructura.....	28
2.2.2 Diseño estructural	28
2.2.3 Puente.....	29
2.2.4 Puente vehicular.....	29
2.2.5 Criterios para el diseño estructural del puente	29
2.2.6 Concepción de puentes	29
2.2.7 Criterios de ubicación	30
2.2.8 Partes de un puente	30
2.2.9 Clasificación de puentes	38
2.2.10 Luces para puentes según el material constructivo	40
2.2.11 Tipo de puente según la luz libre	44
2.2.12 Peraltes mínimos en superestructuras de puentes.....	45
2.2.13 Cargas para diseño de puentes	46
2.2.14 Estados límites, factores y combinaciones de carga según AASHTO LRFD BRIGE	56
2.2.15 Factores de resistencia ϕ	61

2.2.16 Factores de distribución	62
2.2.17 Métodos de análisis de tableros de concreto	63
2.2.18 Líneas de influencia aplicado a puentes	65
2.2.19 El software como herramienta de análisis y diseño.....	67
2.2.20 Manuales y Normas vigentes	68
III. Materiales y métodos.....	70
3.1 Tipo y nivel de investigación	70
3.2 Población, muestra	71
3.3 Criterios de selección.....	72
3.4 Operacionalización de variables	73
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	74
3.5.1 Observación	74
3.5.2 Análisis de la documentación.....	74
3.6 Procedimientos	75
3.6.1 Estudio de tráfico	75
3.6.2 Estudio topográfico	75
3.6.3 Estudio hidrológico.....	75
3.6.4 Estudio geológico y geotécnico	76
3.6.5 Evaluación de impacto ambiental	77
3.7 Plan de procesamiento y análisis de datos.....	77
3.8 Matriz de consistencia	79
3.9 Aspectos éticos.....	80
IV. Resultados y discusión	81
4.1 Estudios básicos de ingeniería.....	81
4.1.1 Estudio de tráfico	81
4.1.2 Estudio topográfico	98
4.1.3 Estudio hidrológico.....	110
4.1.4 Estudio geológico y geotécnico.....	143
4.1.5 Estudio de riesgo sísmico.....	155
4.1.6 Evaluación de impacto ambiental	164

4.2 Diseño estructural del puente vehicular	198
4.2.1 Parámetros de diseño para el diseño del puente vehicular	198
4.2.2 Análisis de dos alternativas de puente vehicular	200
4.2.3 Aplicación de Software para el análisis, diseño y verificación de cargas.....	200
4.2.4 Memoria descriptiva de puente vehicular.....	201
4.2.5 Especificaciones técnicas de materiales	201
4.2.6 Memoria de cálculo de puente vehicular	201
4.2.7 Planos en general	202
4.2.8 Rentabilidad económica	202
4.2.9 Discusiones	203
V. Conclusiones	206
VI. Recomendaciones.....	208
VII. Referencias	209
VIII. Anexos	214
Anexo N°01: Memoria descriptiva	214
Anexo N°02: Especificaciones técnicas.....	217
Anexo N°03: Memoria de cálculo	222
Anexo N°04: Planos y detalles estructurales	350
Anexo N°05: Metrados y presupuesto	367
Anexo N°06: Documentos de proyecto	383
Anexo N°07: Gráficos	386
Anexo N°08: Tablas	387
Anexo N°09: Imágenes.....	389
Anexo N°10: Fotografías de campo	392
Anexo N°11: Instrumentos de recolección de datos.....	395
Anexo N°12: Certificado de Equipos.....	399

Lista de figuras

Fig. 1. Detalle de planta de puente vehicular	31
Fig. 2. Secciones de pilas para puentes de sobre ríos	32
Fig. 3. Secciones de pilas para puentes de intercambios viales y viaductos.....	32
Fig. 4. Configuración estructural.....	33
Fig. 5. Concepción de estribos	34
Fig. 6. Detalle elevación de puente Vehicular	36
Fig. 7. Sección transversal de vereda y componentes	37
Fig. 8. Detalle de sección transversal de puente vehicular	38
Fig. 9 Puente Losa	40
Fig. 10 Puente viga T.....	41
Fig. 11 Puente vigas cajón	42
Fig. 12 Puente Multiviga de acero.....	42
Fig. 13 Vigas I prefabricadas en sección compuesta con losa de concreto	43
Fig. 14 Tipo de puente según luz libre	44
Fig. 15 Profundidades mínimas para tableros de puentes.....	45
Fig. 16 Camión de diseño HL-93	48
Fig. 17 Tándem de diseño HL-93.....	48
Fig. 18 Carril de diseño	48
Fig. 19 Camión HL-93K.....	49
Fig. 20 Tándem HL-93M.....	49
Fig. 21 Camión HL93-S	50
Fig. 22 Filosofía de diseño.....	56
Fig. 23 Combinaciones de carga según el estado limite a aplicar	59
Fig. 24 Variaciones \emptyset de deformación de tensión neta.	61
Fig. 25 Sección transversal típica de puentes.	62
Fig. 26 Ancho de franja para viga losa.	64
Fig. 27 Línea de influencia para viga simplemente apoyada bajo un tren de carga.....	66
Fig. 28 línea de influencia aplicado al análisis de puentes	66
Fig. 29 Niveles de modelación en puentes para el análisis sismorresistente	67
Fig. 30 Índice medio diario	92
Fig. 31 Ecuación de ESAL para diseño de carreteras	94
Fig. 32 Ábacos full deph.....	96
Fig. 33 Velocidad de diseño aplicado a carreteras	96

Fig. 34 Ancho de calzada.....	97
Fig. 35 Ancho de berma.....	97
Fig. 36 Valores de bombeo en calzada.....	98
Fig. 37 Superficie del terreno y curvas de nivel.....	108
Fig. 38 Ortofoto y curvas de nivel.....	109
Fig. 39 Mapa político de la provincia de Lambayeque.	110
Fig. 40 La costa del Perú con un alta grado de inundación.	112
Fig. 41 Reconocimiento de cuencas y sus ríos principales.....	113
Fig. 42 Ubicación de estaciones meteorológicas.	114
Fig. 43 Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.	115
Fig. 44 Periodo de retorno vs vida útil de diseño.....	116
Fig. 45 Cuenca río La Leche.....	117
Fig. 46. Cuenca río Motupe.	118
Fig. 47 Parámetros Geomorfológicos.....	119
Fig. 48 Parámetros Geomorfológicos.....	120
Fig. 49 Caudales anuales del río Motupe m ³ /seg.....	122
Fig. 50 Cuales por mes en el río Motupe.....	122
Fig. 51 Caudales anuales del río la Leche m ³ /seg.	124
Fig. 52 Caudales mensuales del río la Leche m ³ /seg.....	124
Fig. 53 Diagrama de Shields.	127
Fig. 54 Validación de caudales a distintos periodos de retornos.	128
Fig. 55 Huellas marcadas en las márgenes del río.	128
Fig. 56 Ingreso de caudales a Hec Ras 6.1.0	129
Fig. 57 Comportamiento fluvial del tramo en estudio.....	129
Fig. 58 Perfil de velocidades en la sección transversal del río.	130
Fig. 59 Análisis de la sinuosidad continuidad río Motupe.	131
Fig. 60 Forma de cauce en el año 1669.....	131
Fig. 61 Forma de cauce en el año 2016.....	132
Fig. 62 Forma del cauce en el año2017.....	132
Fig. 63 Forma del cauce en el año abril del 2022.....	133
Fig. 64 Socavación general en ríos.....	134
Fig. 65 Socavación en pilas de puentes.....	135
Fig. 66 Socavación en pilas de puente.....	135
Fig. 67 Creación de superficie en civil 3D	136

Fig. 68 Importación de superficie a Hec Rac 6.1.0.	136
Fig. 69 Sección aguas abajo del puente vehicular.....	137
Fig. 70 Sección aguas arriba del puente vehicular	137
Fig. 71 Modelado de Puente en Hec Ras 6.1.0	138
Fig. 72 Contracción y socavaciones local en pilas y estribos.	139
Fig. 73 Protección de talud en canales.	141
Fig. 74Espolones transversales en el cauce.	142
Fig. 75 Protección local de estribos en un puente simplemente apoyado.	142
Fig. 76 Protección local de un puente continuo.	142
Fig. 77 Mapa geológico del cuadrángulo de Jayanca.....	144
Fig. 78 Inspección visual del lugar en estudio-tramo río Motupe.....	145
Fig. 79 Plano de investigaciones geofísicas.....	146
Fig. 80 Visualización un arreglo de geófonos convencional.	148
Fig. 81 Registro de onda P.....	148
Fig. 82 Equipo para el ensayo de MASW.	149
Fig. 83 Registro de ondas Rayleigh.....	149
Fig. 84 Clasificación Sísmica ASCE-2010.....	150
Fig. 85 Refracción sísmica LS-01 y Masw-01.....	151
Fig. 86 Refracción sísmica LS-02 y Masw-02.....	152
Fig. 87 Curva de dispersión Masw-01.....	153
Fig. 88 Curva de dispersión Masw-02.....	153
Fig. 89 Iteración entre placa oceánica y continental.	156
Fig. 90 Espectro de respuesta con 5% de amortiguamiento.	157
Fig. 91 Mapa de regiones sísmicas en el Perú.	158
Fig. 92 Espectro elástico de la zona de estudio-Monte Verde a San Luis.....	160
Fig. 93 Registro de sismos en el Perú-IGP.	161
Fig. 94 Hipocentro de sismos ocurridos en el Perú.	161
Fig. 95 Registro de sismos superficiales de 0km -60km.	162
Fig. 96 Registro de sismos superficiales de 61km -300km.	163
Fig. 97 Área de influencia directa.	173
Fig. 98 Área de influencia indirecta.	174
Fig. 99 Población del distrito de Mórrope, censo 2017.....	178
Fig. 100 Modelo del puente vehicular con tablero tipo viga losa.	200
Fig. 101Modelo del puente vehicular con tablero tipo viga cajón Multicelular.	201

Lista de tablas

Tabla 1 Tipo de pilares aplicables a puentes.....	33
Tabla 2 Criterios de selección preliminar del tipo de cimentación.	35
Tabla 3 Clasificación de puentes por MTC	39
Tabla 4 Luces recomendadas para puentes de concreto armado.....	40
Tabla 5 Luces recomendadas para puentes de acero	41
Tabla 6 Luces recomendadas para Vigas de concreto pre-esforzado.....	43
Tabla 7 Luces recomendadas según tipo de puente de concreto pre-esforzado.....	43
Tabla 8 Rango de luces para puentes de madera simplemente apoyados.....	44
Tabla 9 Cargas permanentes y transitorias	46
Tabla 10 Pesos unitarios según el tipo de material	47
Tabla 11 Factores de presencia múltiple LRFD.....	50
Tabla 12 Incremento de carga dinámica.....	50
Tabla 13 Coeficiente de arraste en pilas	53
Tabla 14 Coeficiente de arraste transversal en pilas	53
Tabla 15 Componentes del viento en la sobrecarga	54
Tabla 16 Estados límites, factores y combinaciones de carga	57
Tabla 17 Factor relacionado con la ductilidad según el tipo de elemento.....	58
Tabla 18 Factor relacionado a la redundancia según el tipo de elemento	58
Tabla 19 Factor relacionado a la importancia del puente	58
Tabla 20 Factores de carga permanentes γ_p	60
Tabla 21 Factores de carga permanente debido a deformaciones sobreimpuestas γ_p	60
Tabla 22 Factores de carga para gradiente de temperatura.....	61
Tabla 23 Factores de resistencia ϕ	61
Tabla 24 Franja equivalente para tableros de concreto	64
Tabla 25 Conteo de tráfico día lunes	85
Tabla 26 Conteo de tráfico día martes.....	86
Tabla 27 Conteo de tráfico día miércoles	87
Tabla 28 Conteo de tráfico día jueves	88
Tabla 29 conteo de tráfico día viernes.....	89
Tabla 30 Conteo de tráfico día sábado	90
Tabla 31 Conteo de tráfico día domingo	91
Tabla 32 Resumen de tráfico vehicular	92
Tabla 33 Cálculo de IMDs y IMDa.....	93

Tabla 34 Proyección de 20 años para tráfico normal	94
Tabla 35 Determinación de ESAL	95
Tabla 36 Coordenadas de BMs de lugar de estudio	101
Tabla 37 Puntos auxiliares en lugar de estudio	101
Tabla 38 Códigos utilizados en el levantamiento topográfico	101
Tabla 39 Puntos Taquimétricos de la superficie del terreno.....	102
Tabla 40 Periodo de retorno de la estructura.	115
Tabla 41 Descargas mensuales del río Motupe m3/seg.....	121
Tabla 42 Descargas mensuales del río La Leche m3/seg.	123
Tabla 43 Caudales probables para cada afluente.	125
Tabla 44 Caudales promedios de ambos métodos.	125
Tabla 45 Caudales definitivos para el diseño del puente vehicular.	125
Tabla 46 Características hidrológicas con Hec Ras 6.1.0.....	130
Tabla 47 Tirantes máximos a diferente periodo de retorno.	138
Tabla 48 Datos de diseño hidráulico Hec Ras 6.1.0.....	139
Tabla 49 Socavación por contracción y local en pilas y estribos.....	141
Tabla 50 Coordenadas de las líneas de refacción sísmica.	146
Tabla 51 Coordenadas de los ensayos MASW	146
Tabla 52 Materiales empleados en la refracción sísmica.	147
Tabla 53 Longitud de líneas sísmicas-refracción sísmica.	150
Tabla 54 Líneas Masw-refracción sísmica.	150
Tabla 55 Velocidad de las ondas Vp por estrato sísmico.	150
Tabla 56 Características geológicas de cada estrato-LS-01.....	151
Tabla 57 Características geológicas de cada estrato-LS-02.....	152
Tabla 58 Clasificación de suelo según ASCE 2010.	154
Tabla 59 Valores de capacidad portante según el tipo de material.	155
Tabla 60 Espectro de aceleraciones de la zona.	159
Tabla 61 Coeficiente de Respuesta Sísmico Elástico.....	159
Tabla 62 Caracterización de la flora silvestre.....	175
Tabla 63 Caracterización de Fauna Silvestre-Aves.....	176
Tabla 64 Caracterización de Fauna Silvestre-animales.....	177
Tabla 65 Caracterización de Fauna Silvestre- reptiles.	177
Tabla 66 Puestos de salud para emergencias.	179
Tabla 67 Factores ambientales.	182

Tabla 68 Matriz de Leopold de identificación de impactos.....	185
Tabla 69 Matriz de Leopold, puntuación de impactos.	186
Tabla 70 Residuos municipales.....	188
Tabla 71 Residuos no municipales.....	188
Tabla 72 Residuos de la construcción.	188
Tabla 73 Código de colores en el ámbito municipal.	189
Tabla 74 Código de colores en el ámbito NO municipal.....	189
Tabla 75 Infraestructuras de RCD.....	190
Tabla 76 Parámetros de diseño del puente vehicular-superestructura.....	199
Tabla 77 Parámetros de diseño del puente vehicular-infraestructura.....	199

Resumen

Los puentes son obras singulares, costosas y vitales para mantener el transporte del cual depende la economía de algunos sectores o regiones. De los cuales los más utilizados son de concreto armado y acero; para salvaguardar obstáculos como ríos; gracias a ello se convierten en una solución de paso como necesidad básica para una comunidad, para mejorar su crecimiento y desarrollo. Dicho lo anterior, la presente investigación trata de salvaguardar la necesidad de cruzar el río Motupe ubicado en el distrito de Morrope, sector Monte Verde a San Luis. La finalidad es que mejorar la accesibilidad de vía para el transporte de carga y de personas. De modo que, se va a proponer el diseño de dos alternativas puente vehicular, las cuales fueron evaluados como parte la carretera, para cruzar el río Motupe. El problema de transitabilidad en épocas de estiaje y más aún cuando el cauce abarca su máximo nivel de agua ante la ocurrencia de precipitaciones. Con la realización del puente vehicular se garantizará mejores condiciones de tránsito vehicular y peatonal, otorgando mayor seguridad y rapidez para trasladarse de un lado a otro. Para llevar la concepción del puente se hace los estudios básicos de ingeniería, se prestan dos alternativas de solución de puente en concreto armado convencional; se efectuó la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas, los planos de estructuras, metrados, costos, presupuesto que finaliza con el análisis de rentabilidad económica.

Palabras clave: Puentes de concreto; diseño estructural, cargas aplicadas a puentes, transitabilidad vehicular, río no navegable.

Abstract

Bridges are unique, costly and vital works to maintain transportation on which the economy of some sectors or regions depends. Of which the most used are reinforced concrete and steel; to safeguard obstacles such as rivers; Thanks to this, they become a step solution as a basic need for a community, to improve its growth and development. That said, the present investigation tries to safeguard the need to cross the Motupe River located in the Morrope district, Monte Verde sector to San Luis. The purpose is to improve the accessibility of the road for the transport of cargo and people. Therefore, the design of two vehicular bridge alternatives will be proposed, which were evaluated as part of the highway, to cross the Motupe River. The problem of passability in times of drought and even more so when the channel reaches its maximum water level before the occurrence of precipitation. With the completion of the vehicular bridge, better vehicular and pedestrian traffic conditions will be guaranteed, providing greater security and speed to move from one place to another. To carry out the conception of the bridge, the basic engineering studies are carried out, two alternative solutions for the bridge are provided in conventional reinforced concrete; the descriptive memory, the technical specifications, the plans of structures, meters, costs, budget that ends with the analysis of economic profitability were carried out.

Keywords: Concrete bridges; structural design, loads applied to bridges, vehicular passability, non-navigable river.

I. Introducción

1.1 Situación problemática

Los puentes son estructuras que se han construidos a lo largo del tiempo, forman parte de una red de comunicación: circulación de personas, transporte de mercancías, etc. que han servido para superar diferentes obstáculos, también llamadas estructuras hidráulicas que interactúan con los ríos, por lo tanto deben ser proyectados y diseñado bajo la iteración cauce - estructura, tal que así se provoque la mínima perturbación posible con el lecho fluvial, a bajo costo, sea funcional y seguridad en servicio [1].

La operación exitosa de la infraestructura de transporte de un país está directamente relacionada con su desarrollo. Dentro de esta infraestructura, los puentes son componentes esenciales para el flujo de tráfico normal dentro de un centro comercial vial .En efecto, el cierre de una vía provoca un colapso económico y social en una región debido a la merma de sus productos como consecuencia de los taponamientos provocados por el derrumbe de puentes y cierres en sus principales vías, traduciéndose en importantes pérdidas económicas .pérdidas para los residentes y las finanzas públicas [2].

De acuerdo con el American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) en 1994 se conoce lo siguiente: La mayoría de los puentes que han colapsado en Estados Unidos y en cualquier parte del mundo, fueron por causa de los efectos de socavación y erosión local [3].

Del mismo modo, en Colombia se realizó un estudio sobre el hundimiento de puentes entre 1996-1997 y 2001-2002 y se encontró que el 73% de las fallas se debió a la erosión del río [3].

Se aplico una estadística en año 1976 para conocer la falla 143 puentes a nivel mundial, los resultados fueron los siguientes:1 puente metálico fallo debido a corrosión de la estructura, 4 puentes debido a fatiga de sus elementos estructurales, 4 puentes producto de la fuerza del viento, 5 puentes colapsaron por un mal diseño, 11 puentes por terremotos, 12 puentes por malas prácticas constructivas, 14 puentes por choque de embarcaciones en la infraestructura, 22 puentes por mala calidad de materiales y finalmente los 70 puentes restantes fallaron producto de avenidas, donde se generan periodos de retorno de magnitud elevada. Tener presente que las pérdidas humanas son más importantes que los factores económicos debido al colapso del puente [4].

Según el estudio realizado por Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) sobre el fenómeno "El Niño" de Perú 97-98, la mayoría de los puentes colapsaron debido a la socavación del lecho

del río, presentando cimientos inclinados o colapso total. Este tipo de error se debe a la falta de investigación sobre la hidráulica y la presión de trabajo barata. Lambayeque, Piura, Tumbes. Solo en el municipio de Piura se derrumbaron dos de los cuatro puentes existentes. El puente de Bolognesi se derrumbó en el río Piura (3 muertos, 10 desaparecidos), bajo ese contexto se ha demostrado la vulnerabilidad hidráulica de los puentes, estos no están diseñado para soportar eventos extraordinarios. No es lo suficientemente largo, o los estribos y pilares son lo suficientemente profundos y la altura del puente no es lo suficientemente alta respecto al nivel de río [5].

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) tiene plena conciencia de los problemas que pasan en las sociedades, ha considerado necesario tomar medidas, en el marco de las Políticas de Gestión de Infraestructura Vial, para mejorar las condiciones de seguridad y los niveles de servicio de la red, incluidos los puentes. [2].

El Ministerio de transporte y comunicaciones, publicó que inicio el año 2021 con un plan *invierte.pe* aprobado donde instalará 1.084 puentes en todo el país, de los cuales 669 serán puentes modulares y 415 definitivos los cuales van a contribuir al mejoramiento de la transitabilidad de todos los peruanos por las carreteras en cualquier época del año a través de las unidades ejecutoras Provias Nacional (PVN) y Provias Descentralizado (PVD), y los trabajos para el Equipo Especial de la Reconstrucción con Cambios (EERC) de los cuales 2 puentes modulares para Lambayeque [6], **(Ver anexo N°9, imagen N°09.01)**.

El valor de la deuda pública del Perú al 31 de diciembre de 2020 fue de S/ 245 821,2 millones, un incremento de 22,1% respecto al 31 de diciembre de 2019, cuando los adeudos fueron de S/ 201 346,6 millones (S/ 74 810, 2 millones de deuda externa y S/ 126 536,3 millones de deuda interna). Este aumento se debe principalmente al mayor compromiso del Gobierno Central para cubrir las mayores necesidades financieras derivadas de la crisis sanitaria del COVID-19, así como para prefinanciar una parte de las necesidades fiscales para el año 2021 [7]. **(Ver anexo N°07, Gráfico N°07.01)**

En efecto el déficit de obras como son los puentes en el Perú es porque el estado peruano esta endeudado, presentado un presupuesto público y presupuesto fiscal bajo que son repartidos a los gobiernos regionales.

Ahora bien, el distrito de Mórrope **(Ver anexo N°9, Imagen N°09.02)**, a 17 km al norte se encuentra el caserío Monte verde, la zona en estudio pertenece a la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope, está cubierta por terrenos de vegetación natural y terrenos agrícolas, **(Ver anexo N°9, Imagen N°09.03)**. La necesidad de cruzar el río Motupe, ha tomado una gran importancia para los pobladores de la zona, como para los 84 caseríos y 2 centros

poblado-urbanos aledaños como son: Monte hermoso, Sequiones, Cruce Morales, Puplan, Caracucho, Cruce Caracucho, Santa Isabel, El Hornito, Fanupe barrio nuevo, Trapiche, Tranca Sasape, Casa blanca, Lagartera, Cruz del Médano, Lagunas, La colorada, El Romero, Cucufana, entre otros, **(Ver anexo N°9, Imagen N°09.04)**.

Tener un puente hará que la población se desplace a sus tierras comunales con mayor facilidad, puedan sembrar, cosechar y transportar sus productos. Por otro lado, los pobladores de todos los 84 caseríos y 2 centros poblado urbano trabajan diariamente (personal obrero) en las empresas de agroexportación (arándano, esparrago, palta) como son: Agrovisión Perú S.A.C, Arena Verde S.A.C; Beta Olmos S.A.C; Frusan S.A.C; Agrolata S.A.C; Perú Fresh S.A.C; Damper S.A.C, etc. de esa manera ser renumerados y tener de donde alimentarse. Estas se han instalado y vienen operando hace 5 años, generan trabajo para todos los pobladores del distrito de Morrope, entre otros distritos como son: olmos, Túcume, etc. **(Ver anexo N°9, Imagen N°09.05)**.

Puesto que, el transporte paso a ser primera fuente; se requiere de la construcción de un puente vehicular con la finalidad de cruzar el río Motupe sin problemas. La accesibilidad se torna complicado para los que transitan a diario, experimentan problemas como: vehículos volcados al bajar el río, otros vehículos quedan varados por horas al inicio, otros en medio y al finalizar aquel tramo. En ese caso de las personas que se encuentran en las unidades, tienen que bajarse y empujar el vehículo, para así lograr salir; porque la probabilidad que existe al no llegar a tiempo al trabajo es muy alta, una falta a esta empresa puede tomar la decisión de despedirlos definitivamente al vehículo y personal **(Ver anexo N°10, fotografía °N10.05)**.

Teniendo en cuenta que por esta vía circulan una gama de vehículos, desde los más livianos hasta los más pesados. Por ejemplo; carretas, bicicletas, autos, combis, camionetas, camiones, custer, tráileres, tractores, cargador frontal, volquetes, etc. la cual será verificado con el estudio de tráfico.

En condiciones normales (sin presencia de agua) los vehículos que transportan personal hacia las empresas optan ir siempre por esta ruta por que recorren menos kilometraje, es la más económica en cuanto a combustible, 50 soles de petróleo en ida y vuelta. Pero durante las épocas de precipitación, el río Motupe presenta un caudal biológico mínimo hasta un nivel de aguas máximas extraordinarias que generan inundación a todos los caseríos que se encuentran cerca a este, **(Ver anexo N°07, Gráfico N°07.02)**.

Debido a ello, los transportistas toman otras medidas, irse por otra ruta, carretera panamericana norte. Por ende, su salida de sus hogares es más temprano, aproximadamente 3

am, hacen un mayor recorrido(km), gastando 120 soles de combustible en ida y vuelta, el resultando es el transporte antieconómico.

Lo más situación más crítica está al regreso, una parte de los trabajadores se aburren del largo camino que recorren los vehículos, y toman la decisión de entre cortar el camino y llegar al río, en ese momento todos optan por nadar de extremo a extremo del cauce, poniendo en peligro su propia vida. Del mismo modo, los conductores de estas unidades se arriesgan a tratar de cruzar, unos salen victoriosos, otros se quedan varados, y son arrastrados por la corriente, (**Ver anexo N°10, Fotografía N°10.01 y N°10.02**).

1.2 Formulación del problema

¿Cómo influye el Diseño estructural de un puente vehicular en el desarrollo de las comunidades, optimizando la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021?

1.3 Justificación

En pocas palabras, los puentes se han convertido en estructuras básicas que debe tener toda sociedad, ya que es importante desde cualquier perspectiva en que sea medida, pues permite comunicar comunidades garantizando mejores condiciones de tránsito vehicular y peatonal.

Primero, **en la justificación técnica**, el proyecto se desarrollará con sustento en las normas vigentes americanas, Association of State Highway and Transportation Officials Bridge Design Specification (AASHTO LRFD) [8], Manual de Puentes del MTC para el diseño de la estructura y superestructura, garantizar las condiciones más óptimas de tránsito vehicular y transeúntes, del mismo modo este pueda brindar un desempeño adecuado, seguridad, y protección puesta en servicio [9]. El proyecto será en beneficio de la sociedad Morropana, como medio de comunicación directa entre localidades.

Segundo, **en la justificación económica**, con el desarrollo del proyecto se maximizará la transitabilidad entre los sectores Monte verde a Luis sin interrupción de la vía, incluso en épocas de lluvia y/o avenidas ordinarias. Para ello es importante de ya tener presente la elección del tipo de puente para el diseño final, debido es difícil enmarcar el tipo de puente después de tener toda una gama de estos [1]. Se buscará en lo posible que el proyecto este entre los lineamientos donde se muestre un excelente comportamiento estructural, sea funcional, económico, durable y segura, la cual estará al servicio de la comunidad Morropana reduciendo costos y gastos generales en transporte.

Tercero, **en la justificación ambiental**, en el desarrollo del proyecto se verán afectadas las variables de estado (factores ambientales) como son el suelo, agua, aire. Asimismo, al realizar

los ensayos geotécnicos, el polvo al momento de realizar el estudio de tráfico es por ello por lo que se realizarán con mucha responsabilidad de manera que no se alteren las condiciones de la zona por efectos de la contaminación [10].

Cuarto, **en la justificación social**, el proyecto impulsará principalmente el comercio, transportando alimentos de primera necesidad. Del mismo modo, las cosechas los agricultores y empresas de una manera más segura [11].

Quinto, **a nivel metodológico**, durante el desarrollo se tendrá como guía primordial los libros: Metodología de la Investigación Científica [12], Metodología de la Investigación Científica Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis [13], Metodología Integral Innovadora para planes y tesis-la Metodología del como formularlos [14], son obras completamente actualizadas e innovadoras, acorde con los últimos avances en el campo de la investigación de las diferentes ciencias y disciplinas.

Sexto, **en el aspecto ético profesional**, Con el desarrollo del proyecto incentivará a la entidad científica, de Ing. Civil a realizar proyectos de labor social que impacten positivamente en la sociedad y en el ambiente, que sean continuamente evaluados, fomenten el desarrollo sostenible para impulsar el crecimiento de nuestro país [15].

Ahora frente a esta realidad problemática **amerita diseñar un puente vehicular sobre el río Motupe**, (Ver anexo N°10, Fotografía N°10.03).

Estudios recientes [12], [13], [14] refiere que los objetivos deben expresarse con claridad y ser específicos, medibles, apropiados y realistas, del mismo modo hay que tenerlos presente durante todo el desarrollo.

1.4 Objetivo general

Diseñar la estructura de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, ubicado en el distrito Mórrope, provincia y región Lambayeque al periodo 2021.

1.5 Objetivos específicos

- Elaborar los estudios de tráfico, topográfico, hidrológico, geológico y geotécnico y la evaluación de impacto ambiental.
- Analizar los parámetros de diseño estructural bajo los lineamientos manual de Puentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Seleccionar el diseño estructural del puente a través de dos alternativas de interacción con relación a su funcionalidad y seguridad de servicio.

- Determinar los niveles del máximas avenidas y erosión en el cauce del río Motupe mediante el software HEC-HMS.
- Diseñar la estructura del puente mediante software CSI Bridge / SAP 2000.
- Evaluar la estabilidad estructural de los pilares y estribos del puente por socavación mediante el software Hec Ras / Hec Geohms.
- Presentar la memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones técnicas y plano de diseño estructural en planta, elevación y detalles del puente.
- Presentar la rentabilidad económica propuesto para inversión pública.

II. Revisión de literatura

Según [12] y [14] la revisión de la literatura implica localizar, consultar y obtener materiales bibliográficos y otros útiles para el propósito del estudio, de los cuales se debe extraer y recopilar la información relevante y necesaria. Ahora puedo decir que la información será selectiva, proveniente de fuentes primarias y secundarias más actuales, y tal vez consultadas por expertos en la materia.

2.1 Antecedentes de la investigación

Existe una data completa hecha por investigadores que se han tomado el tiempo en analizar, diseñar estas increíbles estructuras de puentes para el crecimiento y desarrollo de las comunidades.

2.1.1 A nivel internacional

Informes de la construcción. 2020. “El puente Doménico Parma (Colombia): alternativas en el diseño de una estructura suspendida”. Revista científica. Universidad de los andes, Bogotá.

Según [16], su investigación tiene como objetivo identificar el grado de implicación de Puente Parma en las fases de la concepción e implementación del último de sus proyectos de infraestructura civil, el puente sobre el río Chinchiná, para revisar el desempeño estructural de cada diseño alternativo que estudia, la aplicación de diferentes sistemas estructurales, para que puedan ser evaluados en cada alternativa su viabilidad en términos de costo, cronograma y diseño. Por último, el éxito final del proyecto se atribuye fácilmente a la manera en que Parma ha adaptado el proceso de diseño: a través del diseño casi completo de varias alternativas que permiten evaluar rápidamente los costos, los tiempos, el rendimiento estructural y la imagen estética de cada una de las propuestas. La relevancia para tener en cuenta en esta investigación va por la menor afectación posible del cauce del río, las posibilidades para prefabricar la mayor parte de los elementos de la sección del tablero, así como el peso propio y altura resultante del tablero. Igualmente, la rigidez torsional de la estructura como tal.

Arriaga Flores, Fernando. 2019. “Evaluación de la ductilidad en las pilas y torre del puente “el carrizo””. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana de México.

Arriaga [17] en su tesis de maestría determinó los índices de ductilidad en las pilas y torres de un puente mixto, construido por el método constructivo en voladizos sucesivos, en tres etapas diferentes de construcción, así como en estado cerrado. En concreto, se estudiará la

configuración estructural del puente mixto; "el Carrizo" a través del tiempo-historia y el análisis estático no lineal. La estructura dominada por sus modos fundamentales en las direcciones longitudinal y transversal concluyó que la capacidad y la demanda no alcanzaron los mismos valores esperados. En base a toda la investigación que se ha realizado durante el trabajo y los resultados obtenidos, que los efectos específicos del puente atirantado (flexibilidad, efectos de modos superiores, acoplamiento modal, etc.) les dan un cierto comportamiento diferente a otros puentes atirantados de esta estructura, hasta puentes de este tipo y esto se refleja en el índice de ductilidad (capacidad vs demanda, no corresponda). Por tanto, suena razonable que los índices de demanda y capacidad no coincidan. La relevancia a esta investigación es que se debe hacer un buen análisis, un buen modelado, tratar en lo posible de caer en estos efectos de flexibilidad, efectos de modos superiores o acoplamientos de modos, los cual hacen que cualquier estructura sea analizada incurriera en resultados no razonables.

Informes de la construcción. 2018. "Metodología para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica estructural de puentes de hormigón armado". Revista científica. Santiago de Cuba: Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas.

Según [18], El objetivo de su investigación es evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural de los puentes de carretera, así como la necesidad de utilizar una metodología propia para obtener resultados preliminares sobre el comportamiento de los puentes. Una evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica estructural permite establecer niveles de prioridad en el proceso de rehabilitación de un conjunto de puentes. Como resultado del método propuesto, destacan la degradación de la rigidez, la presencia de sísmicas y diafragmas, la esbeltez de pilas y estribos, la posibilidad de resonancia suelo-estructural, la homogeneidad del suelo, y la proximidad a caídas geológicas, y también se basa en el uso del período de vibración fundamental como indicador del comportamiento global de la estructura y en el análisis de su relación con la rigidez del suelo del área del sitio. La relevancia de esta investigación, se analizan muchos parámetros por los cuales fallan los puentes de concreto armado como longitud de las pilas, tipo de estructura, año de construcción, ángulo de esviaje, materiales empleados, efectos del sitio, tipos de apoyo, entre otros.

Conference Paper. 2017. "Comportamiento Sísmico de Puentes Carreteros Chilenos, con llaves de corte externas de sacrificio en zonas de alta amenaza sísmica". Revista científica. Santiago de Chile.

Según [19], de los eventos sísmicos observados en Chile, que tiene objetivo evaluar la influencia del uso de llaves de corte exteriores de sacrificio en el comportamiento sísmico de

puentes carreteros chilenos en zonas de alta amenaza sísmica, considerando la variabilidad en su comportamiento debido al tipo de suelo en particular el terremoto de Maule. Como resultado han demostrado que este tipo de estructuras son vulnerables a fallas e incluso colapsos, los problemas más comunes son desplazamiento transversal o giro excesivo en la superestructura, pérdida de apoyo vertical, daños dinámicos debido al esvía del mismo, daños en las vigas longitudinales de concreto armado pretensado, para ello aplican llaves externas sismorresistentes de sacrificio para mejorar el desempeño sísmico del puente. Asegura no existe un comportamiento sísmico uniforme, y que además a medida que disminuye la calidad del suelo la fragilidad sísmica aumenta y decrece la eficiencia del diseño. De su investigación es maravillosa, por qué cuán importante son las llaves de corte en zonas de alta sismicidad, asimismo aplicar las curvas de fragilidad para evaluar la vulnerabilidad de las estructuras.

Hurtado León, Pedro Alejandro. 2016. “Diseño estructural en hormigón armado del Puente sobre el río Tarqui en la calle Fernando de Aragón entre las calles Ortega y Gasset; y Menéndez y Pelayo”. Tesis pregrado, Universidad Católica de Cuenca.

Hurtado [20] en su tesis de pregrado, tiene como objetivos, Calcular y diseñar el puente en hormigón armado, sobre el río Tarqui en la calle Fernando de Aragón entre las calles Ortega y Gasset; y Menéndez y Pelayo. Los resultados fueron: determinó las características pluviométricas, los caudales máximos a diferentes periodos de retorno, la precipitación máxima, la correcta ubicación del puente, la altura de socavación de 2.20 metros para el mismo. En efecto, el proyecto contiene la ejecución de los estudios de campo, estructurales y diseño de hormigón armado, trabajando todos esos parámetros logró finalizar su investigación planteando un puente tipo arco como solución al incomodo tráfico vehicular presente en esas calles. La relevancia de este estudio recomienda en lo posible, los puentes deben diseñarse de forma que la sección hidráulica del río para las condiciones de creciente, lo que está limitado por el tipo de estructura, la longitud y su costo. Asimismo, para reducir la influencia del flujo, los estribos deben quedar alienados con la corriente y disponer de una forma hidrodinámica. Además, en su estudio recomienda que la cimentación debe quedar por debajo de la socavación total, afirma que la longitud del puente depende mucho de los estudios básicos de ingeniería.

2.1.2 A nivel nacional

Barrios Uribe, Diana; Cárdenas Cebrián, Yemme. 2019. “Rehabilitación del Puente Santiago con el Diseño de Vigas Presforzadas”. Tesis pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

En [21], el objetivo general de esta tesis es proporcionar un sistema de transporte seguro, fluido y bien organizado en la AV. Ejército mediante el empleo de tecnologías avanzadas adaptadas a las necesidades. Hacer uso de estructuras más contemporáneas también mejorará la apariencia del área. Usando estructuras postensadas, podremos crear caminos más amplios a lo largo de la Av. Ejército. Proporcionando los siguientes resultados, se optó por el postensado sobre el pretensado en relación con la acción parabólica contrarresta mejor el efecto de la carga externa. El uso de postensado nos permite reducir el peralte y agregar más luces a las vigas en comparación con un puente armado convencional. La relevancia para esta investigación que ínsita a usar programas de cómputo de ingeniería estructural como el CSI BRIDGE, por otro lado, el uso del sistema de esfuerzo como el postensado aplicado a puentes frente a puentes convencionales de concreto armado.

Acevedo Laos, Victor Manuel. 2019. “Guía de diseño de puentes atirantados con sección compuesta, con un ejemplo práctico”. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Acevedo [22] tiene como objetivo general, elaborar una metodología de análisis y diseño de puentes atirantados; como principales configuraciones, métodos para predimensionamiento, efectos P-delta, elaborar un ejemplo práctico. Con los siguientes resultados: Los modelos con elementos "Frame" con Eequivalente tienen la ventaja de poder monitorear la eficiencia del cable mirando el porcentaje del módulo de elasticidad real con el que está trabajando el cable. Mediante el programa SAP2000, se pueden realizar modelos con elementos "Frame" con *Eequivalente* y con elementos "Cable". Esta investigación es relevante para esta tesis, permite estudiar los puentes atirantados, su análisis y comportamiento. Para el análisis de este tipo de estructuras con cables es útil diseñar con el programa SAP2000.

Altamirano Requejo, Joel. 2018. “Análisis y Diseño del Puente Vehicular sobre el Río Yuracyacu, en el Sector Monterrey, distrito de nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín”. Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Martín.

En [23] la presente tesis surge al problema de la inadecuada viabilidad. Como resultado se realizó el Análisis y Diseño del Puente vehicular tipo sección compuesta (vigas metálicas y losa de concreto), cuya aplicación se realizó en Nueva Cajamarca, sobre el río Yuracyacu. Posteriormente, se completó la fase de diseño de acuerdo con el manual de diseño de puentes del MTC, utilizando el método Diseño Load & Resistance Factor Design (LRFD) establecido en los estándares de diseño de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Muestra el diseño de superestructura y todos sus componentes y en la infraestructura ínsita en el tema de pilotajes para las cimentaciones de estribos y pilares.

Establece que el tipo de puente que se adopte debería estar conforme con las necesidades y disponibilidad de mano de obra donde se va a desarrollar la obra, asimismo hacer un óptimo metrado para los elementos estructurales de la superestructura, debido a que de allí es dependiente todo el diseño. Además, se recomienda el uso de un software de análisis estructural como ayuda para completar el modelado completo de la estructura a analizar, ya que en tales condiciones se obtienen resultados que dan un comportamiento casi real. En esta fase es importante la correcta entrada de los datos y su interpretación.

Minchán Pajares, Manuel Lincoln. 2016. “Comparación de la Respuesta Sísmica de Puentes Viga –Losa, con y sin Aisladores Sísmicos, en Cajamarca”. Tesis posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca.

En [24], la presente tesis presenta como objetivo general, Comparar la respuesta sísmica de un puente viga-losa, con y sin aisladores sísmicos, en Cajamarca, asimismo determinación del desplazamiento vertical y horizontal del puente Viga losa en caso de sismo, usando aislador sísmico y sin aislador sísmico, teniendo en cuenta la partición sísmica de Cajamarca en el diseño, para puente libre de luz es: $L = 40.0$ metros y otro tiene $L = 50.0$ metros con apoyo intermedio, realizar análisis comparativo, fuerza y esfuerzo cortante entre la estructura de diseño normal y la estructura con aislador sísmico, determinación comparativa de desplazamientos de superestructura y subestructura, utilizando método de espectro multimodal del puente 1 y puente 2, determinación comparativa de desplazamiento de superestructura y estructura subestructura, utilizando el método de la historia del tiempo del puente 1 y el puente 2. Por lo que concluye que los puentes de concreto armado, tipo puente Viga-losa, dos tramos (apoyos intermedios), dos carriles de 3,60 m. de ancho a cada lado, el primer puente tiene una luz de 20 m, la longitud entre ejes (puente 1) y el segundo puente tiene una luz de 25 m. entre los ejes (puente 2), existen desplazamientos longitudinales y transversales, por sus características estructurales ante un sismo en la ciudad de Cajamarca, como si pudieran ser mitigados, utilizando aisladores sísmicos, y por lo tanto tendrían mayor estructural seguridad contra un terremoto. La relevancia que se extrae para esta investigación es que todo puente con alta presencia sísmica debe diseñarse y construirse con aisladores sísmicos ya que disminuye en gran media los desplazamientos longitudinales y transversales y por lo tanto habrá menos daños en este tipo de estructuras.

Apaza Quispe, Antolin. 2021. “Evaluación y criterios de diseño estructural para puentes reticulados según AASHTO LRFD 2017”. Tesis pregrado, Universidad Privada de Tacna.

En [25], su tesis tiene como objetivo general establecer una metodología de evaluación y criterios de diseño estructural de puentes reticulados según AASHTO LRFD 2017, asimismo; el comportamiento dinámico de los efectos de las cargas vehiculares. Luego de evaluación los resultados fueron los siguientes: La deflexión obtenida en el centro de la luz en el caso de un puente llave, en condiciones normales de carga vehicular con un vehículo T2S3 de 3 toneladas, es de 5,5 cm, por debajo del límite recomendado por AASHTO de 6 cm, muestra que la carga del puente es mayor que la estructura (36 toneladas). Como criterios para el diseño razonable de puentes de celosía, la tipología y la relación peralte/luz, se debe tener en cuenta el uso del método AASHTO LRFD y la aplicación del Manual de diseño de puentes del MTC. La relevancia a esta investigación es que los puentes reticulares o celosía permiten cubrir grandes luces entre los 200-300 metros, son fáciles y rápidos en construir, su defecto es que sufre ataques de corrosión, por ello pérdida de peso de sus miembros y por lo tanto pérdida de resistencia.

2.1.3 A nivel local

Vásquez Limo, Luis Manuel. 2018. “Diseño del Puente Matacoto, del Distrito de Matacoto, Provincia de Yungay, departamento de Anchas”. Tesis pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruz Gallo.

En [26], su tesis tiene como objetivo general proporcionar los estudios necesarios para la ejecución de un Puente nuevo según las consideraciones del Manual de Puentes 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Concluye con los siguientes resultados; se diseñó el puente Matocoto bajo las Normativas y Manuales establecidos del MTC; se diseñó con una luz de 45 metros y de sección compuesta dado que garantiza una menor inversión economía y durabilidad en el proyecto; se analizaron los estribos por volteo y deslizamiento con y sin puente; se utilizó un concreto de 280 kg/cm², entre otros. Se rescata que es necesario realizar todos los estudios básicos que recomienda el Manual del MTC y apearse a los Códigos existentes para realizar el diseño de estructural.

Caballero Talledo, Rubén Darío. 2019. “Evaluación por Desempeño Hidráulico y Estructural del Puente Pasamayito ante Máximas Avenidas”. Tesis pregrado, Universidad Señor de Sipán.

En [27], tiene como objetivo general. Realizar la evaluación por desempeño Hidráulico y estructural del puente Pasamayito ante Máximas Avenidas. Asimismo, realizar una inspección visual del puente y sus componentes; realizar los estudios de topografía, hidrología e hidráulica asociados con periodos de retorno de 5,10,25,50,100 y 500 años, a la vez analizar la respuesta sísmica de un puente regular. Como resultados finales presenta la importancia de

la inspección visual, el estudio topográfico, de tráfico, hidrológicos e hidráulicos para llevar a cabo la concepción de los puentes como tal. La relevancia de esta investigación es que se debe estudiar a fondo los niveles de agua (NAME), estudiar mi población y mi muestra, juntamente con las secciones de corte que recomienda el Manual de MTC.

Idrogo Regalado, Rodolfo Adryanzell. 2021. “Elaboración del expediente Técnico del Puente Collocsy, Distrito de Picsi, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, 2018”. Tesis pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

En [28], su investigación se basa en es la elaboración del expediente técnico del puente “Collocsy”, realizando primero estudios de mecánica de suelos, topografía, hidrología e hidráulica para determinar los parámetros requeridos para el diseño de la estructura. Este conectará permanentemente el centro de población de Capote con la ciudad de Chiclayo, salvando el caudal del río Lambayeque. Mostrando resultados como: El periodo de recuperación obtenido se basa en la vida útil de la estructura según lo permita el riesgo de falla, el período de recuperación es de 10 años; El período de amortización de la estimación de depuración es de 500 años, de conformidad con los requisitos de la Guía de puentes; La luz del puente de 20 metros, entre otros.

Hay que recalcar que en el lugar (Monte verde a San Luis) donde se diseñara el puente no amerita con estudios previos. Por ende, compete hacer los estudios básicos, para elaborar el diseño del puente vehicular sobre el río Motupe quien va a ofrecer la continuidad a la carreta existente; carretera que ha sido mejorada con materiales de la zona (hormigón), aplicados por tongadas con una compactación óptima a fin de mejorar la comunicación vial, la seguridad de transporte y buscar la integración de las comunidades de Morrope (**ver anexo N°10, fotografía N°10.4**).

2.2 Bases Teórico Científicas

Para la ejecución del proyecto se han considerado las siguientes bases teóricas, por ser necesario su conocimiento.

2.2.1 Estructura

Conjunto de elementos resistentes que pueden mantener su forma y calidad en el tiempo bajo la acción de cargas externas y acciones a las que deben ser sometidos [29].

2.2.2 Diseño estructural

Determina la forma y características de la estructura; incluye las fases de estructuración, análisis y dimensionamiento para soportar todas las cargas previstas sin doblarse, inclinarse, vibrar o agrietarse de ninguna manera que perjudique su funcionalidad durante su vida útil [30].

2.2.3 Puente

Un puente es una estructura emblemática que permite salvar un accidente geográfico como una depresión o barranco, el cauce de un río, una conexión con una carretera, un cuerpo de agua natural o artificial o cualquier otro obstáculo y que facilita el paso [31].

2.2.4 Puente vehicular

Diseñado para especialmente para el paso de vehículos, de personas, entre otros. [32].

2.2.5 Criterios para el diseño estructural del puente

Los ingenieros estructurales deben obtener todos los datos de respaldo, su equipo de especialistas; a cargo del medio ambiente, geología, geotecnia, topografía e hidráulica que deberán coordinar los criterios para el diseño estructural del mismo [32]. Tenemos los siguientes criterios:

- Planteamiento de tipología de puente, dimensiones y ubicación.
- Diseño del puente, elementos de contención de tierra y otras estructuras.
- Longitud del puente, longitud de apoyo en pilas y estribos, tipo, número y profundidad de apoyos, sección típica del puente o variable, número de carriles, sistemas de aislamientos, uso de neoprenos, entre otros.
- Tipo de cimentaciones: superficiales o profundas. Si se van a cimentar en roca o no.
- Ángulos de esviaje, niveles máximos de agua, socavación.
- Condiciones de sitio (si es un río navegable o no navegable, presencia de vegetación y flora).
- Potencial de licuefacción, derrumbes, avenidas, sísmico.
- Propuestas de mejora en seguridad (suelo, escape en fallas geológicas, calidad de materiales, etc.); drenaje, de estructuras.

2.2.6 Concepción de puentes

Para la concepción de puentes es importante analizarlo como estructura y como parte del entorno, aplicando estudios básicos de ingeniería, el uso de materiales, las fundaciones, sus dimensiones, el paisaje local y medio ambiente, también la experiencia y los conocimientos del diseñador, todos estos son necesarios para llegar a la mejor respuesta en la viabilidad de puentes [29]. La mejor solución en el diseño debe estar basado en los materiales, un correcto manejo de las cargas de manera que no se compromete a las personas, de manera que todos los componentes del puente deben ofrecer la seguridad, sean durables, tengan la fiabilidad y estabilidad durante su vida útil. En la concepción de puentes existen dos fases: diseño preliminar y diseño final [31].

2.2.7 Criterios de ubicación

Se consideran todos los aspectos que puedan influir en el desarrollo del proyecto, se miden y se evidencian de forma clara con la finalidad de alcanzar la solución más conservadora, en términos básicos tenemos: el costo, las fases de construcción, tipo de estructura, la navegabilidad, impacto ambiental, estética, riesgo y seguridad (fase constructiva y vida útil), geología, geotecnia y cimentaciones, colisión de embarcaciones, viento y sismo [32]. Para el caso de puentes sobre cursos de agua, el puente debe servir al río, mar o lago, cumpliendo con los requisitos de navegación exigidos. En casos particulares resulta forzada, por ejemplo: la unión de dos vías existentes, reemplazo de estructuras existentes, estructuras para usos especiales [33].

2.2.8 Partes de un puente

2.2.8.1 Superestructura

Por esta parte recorrer los vehículos, peatones, está conformada por el tablero, vigas longitudinales y vigas diafragma, aceras, postes, pasamanos, capa de rodadura entre otros elementos que hacen funcional [8].

a) Tablero estructural

Es el principal miembro que va a soportar directamente las cargas de los vehículos que pasan por el puente, desde luego automáticamente transfiere las cargas a las vigas longitudinales [29].

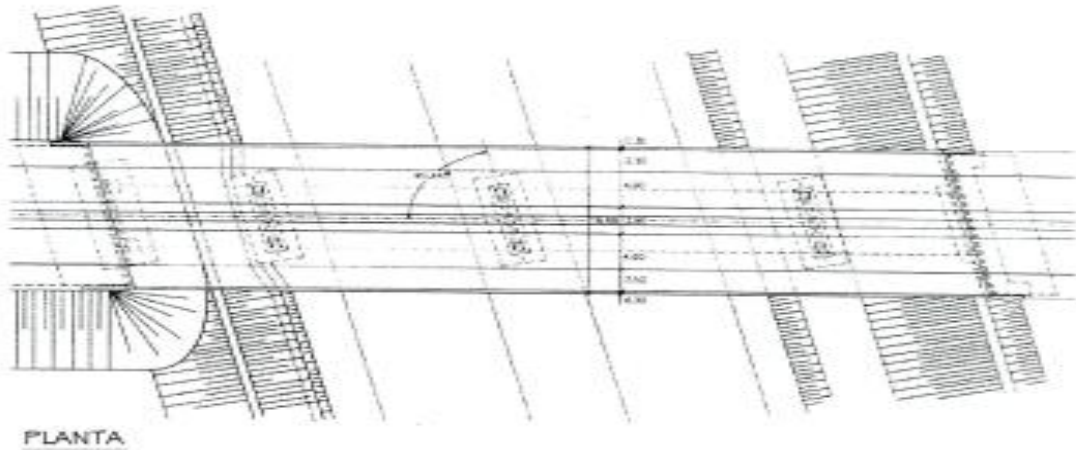
b) Vigas longitudinales

Se ubican debajo del tablero, y su función es transmitir las cargas a los apoyos, existen una gama de secciones, por ejemplo: vigas tipo AASHTO, vigas acarteladas, vigas tipo I, vigas tipo cajón, etc. [31].

c) Vigas diafragmas

Son elementos estructurales que se colocan al inicio, en medio y a terminar las vigas longitudinales con el fin controlar las deformaciones por torsión, deformaciones laterales y transversales de las vigas de la superestructura. Para vigas con luces más de 24 metros requieren de vigas diafragmas, para controlar pandeo. Pueden ser de concreto armado, de acero estructural, entre otros [34].

Fig. 1. Detalle de planta de puente vehicular



Fuente: [34]

2.2.8.2 Subestructura o infraestructura

Es aquella que está compuesta por los miembros estructurales encargados de soportar las fuerzas, acciones que provienen de la superestructura del puente, para transferirlas a la cimentación y posteriormente a terreno de fundación, tenemos estribos (abutments), las pilas (Pier cap), los apoyos (bearings) y las vigas cabezales (pier cap) [34].

a) Vigas cabezales (Pier Cap)

Elemento estructural en el cual se apoya el tablero del puente, es de sección cuadrada y/o Tee invertida o de alguna geometría en particular [32].

b) Apoyos (Berings)

Son aquellos que permiten una correcta transferencia de esfuerzos entre vigas longitudinales y viga cabezal, absorbiendo los movimientos, los requerimientos de fatiga, gradientes de temperatura, por ejemplo: Neopreno, apoyos metálicos (fijos, móviles) [33].

c) Pilas (Bents)

Son los elementos estructurales importantes, los cuales van a resistir las cargas provenientes de la superestructura, las fuerzas laterales como son fuerzas de sismo, viento, presiones de agua, etc. [31].

Una columna, por otro lado, es un elemento estructural que resiste la fuerza lateral principalmente por flexión, y un pilar es un elemento estructural que resiste la fuerza lateral principalmente a través del mecanismo de corte [35].

Hay varias formas de definirlos: Una se debe a la conexión con la superestructura: monolítica o en vuelo. Otra es la forma de su sección transversal: macizos y huecos, circulares, octogonales, hexagonales o rectangulares. También se distinguen por su

configuración estructural, es decir, si tienen una sola columna, varias columnas (aporticado) o pilares de muro martillo o grueso [35].

Fig. 3. Secciones de pilas para puentes de intercambios viales y viaductos

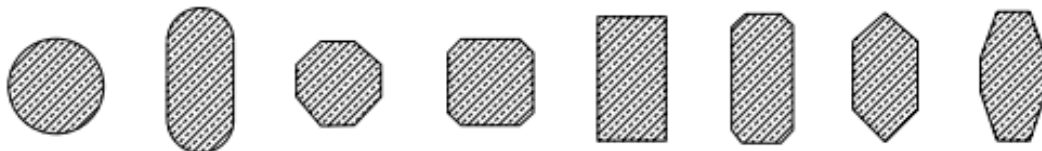
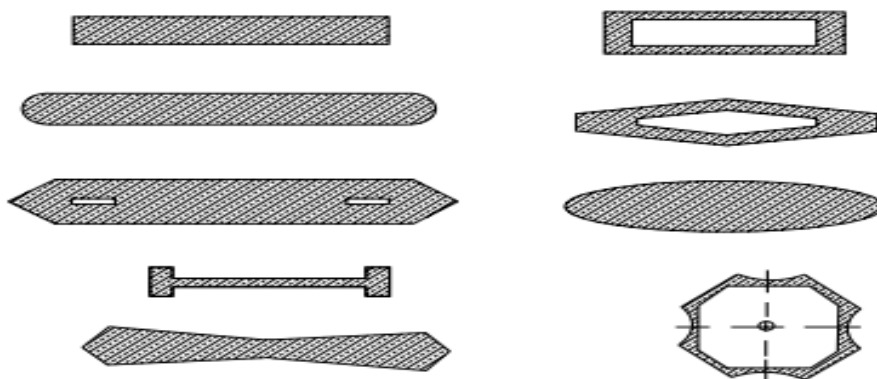


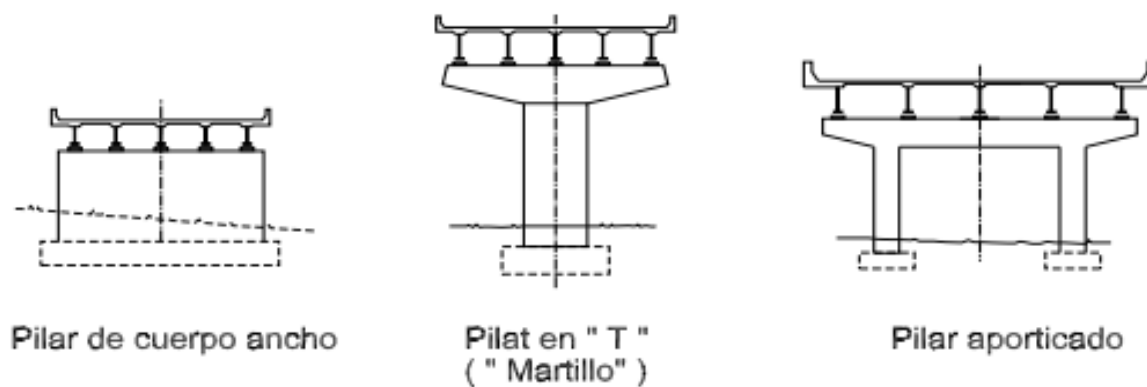
Fig. 2. Secciones de pilas para puentes de sobre ríos



Fuente: [35]

En el caso de tableros del tipo losa, se utilizan comúnmente los aporticados de varias columnas. Por último, pero no menos importante, el tipo de pilar determina la altura de los pilares. Los pilares altos requieren secciones de hueca para reducir el peso de las cimentaciones, lo que reduce la carga y hace que las cimentaciones sean más viables económicamente.

Fig. 4. Configuración estructural



Fuente: [35]

En la siguiente tabla se hace recomendaciones para el seleccionamiento de pilares.

Tabla 1 Tipo de pilares aplicables a puentes.

Tipos de Pilares aplicables		
Superestructuras de acero		
Sobre ríos	Pilares altos	De pared gruesa un martillo, sección hueca en la mayoría de los casos, en voladizo, puede combinarse tipo martillo o con pared gruesa en la base y un cuerpo de ancho variable.
	Menor altura	De pared gruesa o tipo martillo, sección sólida, tipo cantiléver.
Sobre terreno	Pilares altos	Tipo martillo y aporticado, sección hueca en el caso de un cuerpo y sección sólida para el tipo aporticado.
	Menor altura	Tipo martillo y aporticados, sección sólida, en voladizo.
Superestructuras de concreto presforzados		
Sobre ríos	pilares altos	De pared gruesa un martillo, sección hueca en la mayoría de los casos, en voladizo, puede combinarse tipo martillo o con pared gruesa en la base y un cuerpo de ancho variable.
	Menor altura	de pared gruesa o tipo martillo, sección sólida, en voladizo.
Sobre terreno	Pilares altos	Tipo martillo y posiblemente aporticados, sección hueca en el caso de un cuerpo y sección sólida para el tipo aporticado, en voladizo.
	Menor altura	Tipo martillo y porticados, sección sólida, en voladizo.
Superestructuras vaciadas in situ		
Sobre ríos	Pilares altos	De un solo cuerpo, el tablero se vacía en

		encofrados viajeros por el método de construcción en voladizo, secciones huecas, monolíticos empotrados en la cimentación.
	Menor altura	De pared gruesa, sección sólida, monolíticos empotrados en la base.
Sobre terreno	Pilares altos	De una columna o múltiples columnas, sección sólida para la mayoría de los casos, monolíticos, empotrados en la base.
	Menor altura	De una columna o múltiples columnas, sección sólida, monolíticos, articulados en la base.

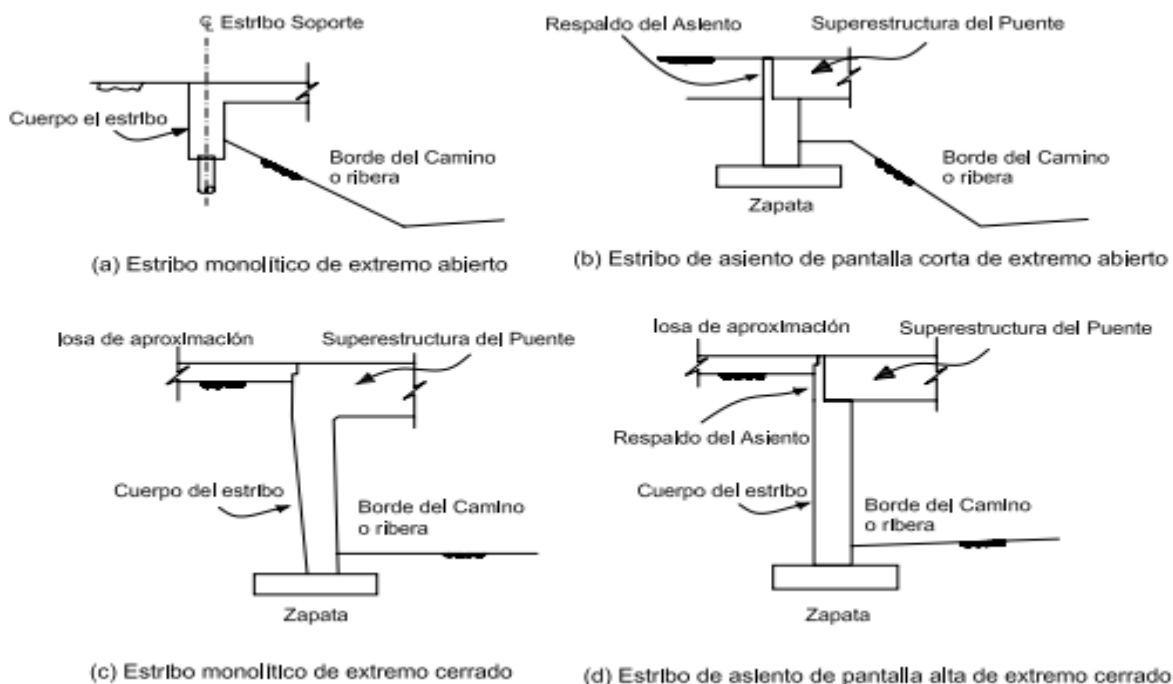
Fuente: [35]

d) Estribos (abutments)

Los estribos son muros estructurales que van el empuje de las tierras, soportan en sus extremos parte de superestructura. Son de concreto armado [9].

Los estribos son los elementos estructurales en el cual se apoya la superestructura y se pueden dividir en dos categorías en relación estribo-carretera o estribo-río. Tenemos estribos de extremo abierto y de extremo cerrado. Generalmente los estribos abiertos son más económicos, adaptables y atractivos que los estribos cerrados [35].

Fig. 5. Concepción de estribos



Fuente: [35]

e) Cimentaciones

Las cimentaciones superficiales y profundas a base de pilotes incados o perforados; tienen la función de recibir las cargas provenientes de la infraestructura más superestructura, y transmitir las al terreno de fundación. El tipo de cimentación dependerá del tipo de suelo, de la geometría de los pilares, entre otros [33].

En la siguiente tabla 2 nos muestra los tipos de cimentaciones y en qué condiciones aplicarlos según la capacidad resistente del suelo.

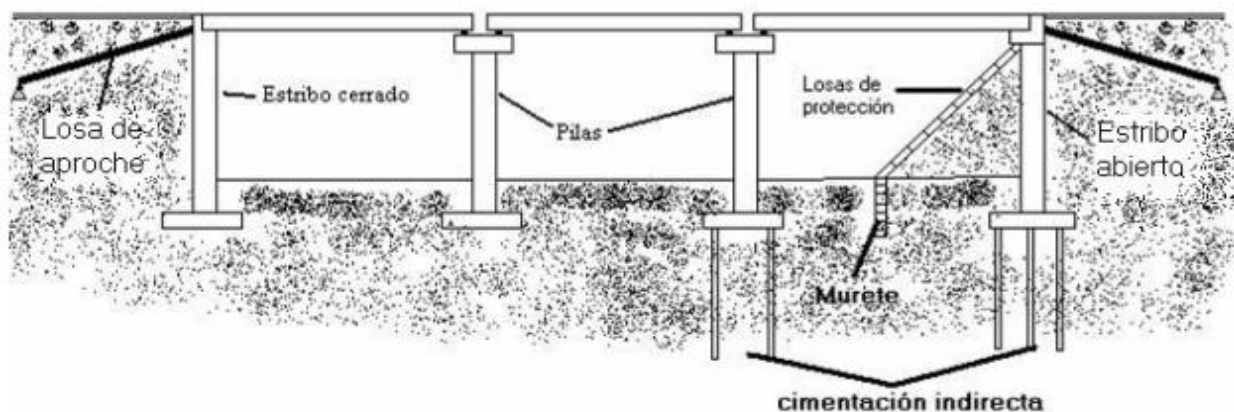
Tabla 2 Criterios de selección preliminar del tipo de cimentación.

Tipo de cimentación	Uso	Condición aplicable del terreno
Zapatatas	Columnas o pilares individuales y muros	Cualquier condición en la cual se disponga de una capacidad portante del suelo-cimentación adecuada. Puede utilizarse sobre un estrato simple homogéneo, estrato firme sobre estrato blando o estrato blando sobre estrato firme. Es de suma importancia la verificación de asentamientos inmediatos y por consolidación.
Losa de cimentación	Cargas de columnas o pilares superiores a las utilizadas en zapatas.	Por lo general se utilizan para valores de capacidad portante menores que los utilizados para zapatas. Pendiente la verificación de asentamientos.
Pilotes de fricción	Se utilizan en grupos para absorber grandes magnitudes de carga de columnas o pilares. Requieren el uso de cabezales o encepados.	En suelos de baja capacidad o resistencia superficial o en suelos con elevada capacidad portante pero ubicados a profundidades muy elevadas 20 a 45 m.
Pilotes por punta	Se utilizan en grupos para absorber grandes magnitudes de carga de columnas o pilares. requieren el uso de cabezales o encepados.	En suelos con baja capacidad o resistencia superficial o en suelos con elevada capacidad portante para apoyar la punta del pilote entre 8 m y 30 m de profundidad.
Pilas rotadas	Se utilizan para cargas mucho más elevadas que las aplicadas sobre pilotes. En	En suelos con baja capacidad o resistencia superficial o suelos con elevada capacidad

	estos casos tienden a eliminarse el cabezal o encepado mediante la construcción de pilas de grandes diámetros (Caissons) que a su vez sirven de pilares del puente.	portante para apoyar la punta del piloté entre 8 y 30 m de profundidad.
Cortina de pilotes	Se utilizan por lo general como elementos de contención en procesos de excavación y para construcción de cajones subterráneos	Cualquier tipo de suelo. En los casos de borde costa o cursos de agua se debe prestar especial atención a la corrosión. En los casos de los cajones subterráneos se requiere un control estricto del material de relleno.

Fuente: [32]

Fig. 6. Detalle elevación de puente Vehicular



Fuente: [31]

2.2.8.3 Componentes de la sección transversal de la vía del puente.

Son los componentes que forman parte del sistema estructural del puente, tenemos:

a) Calzada

Es la vía por donde transitan los vehículos, formada por uno, dos o más carriles con el ancho suficiente para brindar una buena circulación de los vehículos [32]. Los carriles según el manual de diseño geométrico de carretera tienen un ancho de 3.30 a 3.60 m de ancho. Se entiende por calzada el ancho libre entre sardineles de veredas y/o elementos de protección [9].

b) Superficie de rodadura

Es la capa de rodamiento ubicada encima del tablero, generalmente es pavimento flexible. Esta superficie de rodadura debe garantizar que los vehículos no deslicen, también funciona

como capa de protección para el tablero. Pendiente transversal mínima de 2% (2 cm/m), para las superficies de rodadura [32].

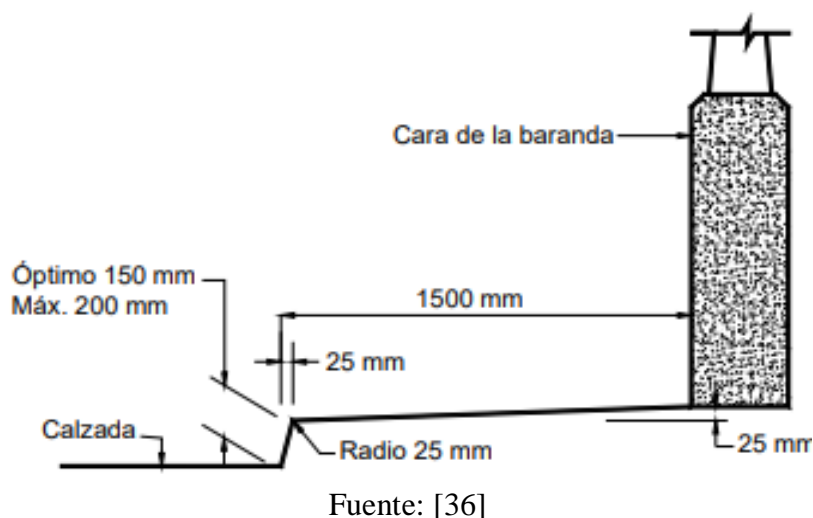
c) Barandas

Elementos que se instalan en todo el puente como medio funcional, de protección para los peatones y vehículos [34].

d) Veredas

Elemento importante para la transitabilidad de los peatones, con un ancho mínimo de 1.20 m para velocidades de diseño de 70km/h, sin barreras de protección. Mayores velocidades, debe tener un ancho de 1.50, constituida de barreras de protección [29].

Fig. 7. Sección transversal de vereda y componentes



e) Sistemas de drenaje

Diseñados para evacuar las aguas producto de las precipitaciones dadas en la zona. Tenemos drenaje transversal (1% mínimo) y longitudinal (0.5%) [32].

f) Bermas

Requeridas para el estacionamiento de vehículos de emergencia [31].

g) Brocales

Elementos que separan la vereda y la calzada, evita que los vehículos impacten contra la vereda, contienen los sistemas de drenaje [8].

h) Separadores viales

Elementos paralelos al eje de la vía, que dividen a la vía principal en dos calzadas para aliviar el flujo del tránsito [33].

i) Losa de transición

Toda estructura sufre asentamientos, en caso de puentes (estribos) presentan asentamientos diferenciales a la entrada y salida de la estructura, la cual genera un cambio de pendiente, esto hace que el vehículo impacte con la superestructura generándole un daño (presencia de escalón) y sobre todo mal confort al conductor. El diseño de la losa puede ser empotrada o simplemente apoyada al estribo. Si el problema se originase, este se traduce en un costo alto por reparaciones [32].

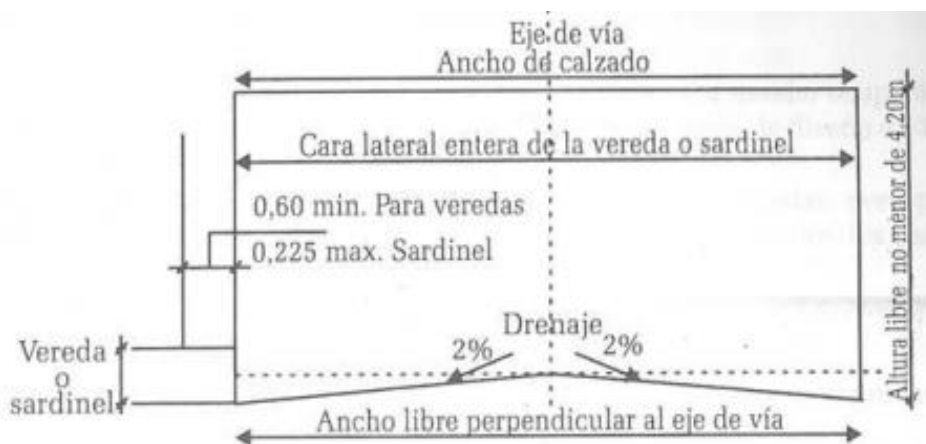
j) Gálibos

En cursos de agua se debe considerar la altura y ancho libre. Altura mínima 5.50m (puentes urbanos), 1.50m desde el NAME (ríos sin palizada), 2.50m desde el NAME (ríos con palizada) [9].

k) Angulo de esviaje

Es aquel que existe entre la línea de soporte respecto a una línea normal al eje del puente. Posee una influencia importante en la respuesta estructural para cargas rodantes, acción sísmica y viento [32].

Fig. 8. Detalle de sección transversal de puente vehicular



Fuente: [33]

2.2.9 Clasificación de puentes

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), clasifica los puentes de diferentes maneras [9]. En la **siguiente tabla 3** se muestra la clasificación de puente según entidad.

Tabla 3 Clasificación de puentes por MTC

Naturaleza de la vía soportada	Puentes carreteros, Puentes ferroviarios, trenes eléctricos, Puentes peatonales, Puentes para acueductos, Puentes para aviones que existen en los aeropuertos.
Material	Puentes de piedra, madera, de hierro, sogas, concreto armado, concreto pre-esforzado, entre otros.
Sistema estructural principal	<p>Puentes tipo viga Estos puentes pueden ser de tramo simplemente apoyado, tramos isostáticos tipo Gerber o cantiléver, asimismo tramos hiperestáticos o continuos.</p> <p>Puentes en arco Tenemos puentes de tablero superior, intermedio, y de tablero inferior, tímpano ligero relleno o tímpano relleno o tipo bóveda.</p> <p>Puentes Suspendedos Puentes colgantes, atirantados, o combinados.</p>
Geometría en planta	Puentes rectos, Puentes esviajados o curvos.
Posición de la vía	Puentes superiores, Puentes inferiores
Tiempo previsto	<p>Puentes definitivos Estos puentes serán diseñados un periodo de vida de 75 años.</p> <p>Puentes temporales Estos puentes serán diseñados un periodo de vida no mayor a 5 años.</p>
Demanda de tránsito y clase de carretera	<p>Se clasifican en función a la demanda del tránsito. Puentes para Autopistas de Primera Clase. Puentes para Autopistas de Segunda Clase. Puentes para Carreteras de 1ra. Clase. Puentes para Carreteras de 2da. Clase. Puentes para Carreteras de 3ra. Clase Y Puentes para Trochas Carrozables.</p>
Importancia operativa	Puentes importantes, puentes típicos, puentes relativamente menos importantes
Para fines de diseño sísmico	<p>Puentes Esenciales Son aquellos puentes que deberían, como mínimo, estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 1000 años.</p> <p>Puentes Críticos Son aquellos puentes que deberían, como mínimo, estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 2500 años</p>

Fuente: Elaboración propia

2.2.10 Luces para puentes según el material constructivo

2.2.10.1 Puentes de concreto armado

Obras de arte vaciados in situ o armados mediante elementos prefabricados, tienen asociados menores gastos en mantenimiento a diferencia de los puentes de acero, no se les considera como mejor alternativa para cubrir grandes luces por incremento de peso propio, costo de operación, en esos casos los puentes de acero en general y los presforzados resultan ser la mejor alternativa [32]. En la **tabla 4**, se muestra los diferentes sistemas estructurales para puentes de concreto armado de acuerdo con la luz que se desee salvaguardar.

Tabla 4 Luces recomendadas para puentes de concreto armado

Tipo	Luz(m)
Losa de concreto armado de sección maciza	5-14
Losa con alveolos	12-20
Vigas T	9-25
Vigas tipo cajón	15-36
Placa sólida en arco	12
Vigas en arco	18

Fuente: Project Development and Design Manual (PDDM)

En la figura 9, se observa un puente losa, es un puente continuo que se apoya en vigas cabezales rígidas, que permite salvar un vano entre apoyos de 5 a 14 metros.

Fig. 9 Puente Losa



Fuente: [32]

En la figura 10, podemos observar un puente viga losa de sección uniforme, de tipo continuo, apoyado en dos estribos hechos de concreto armado, este tipo de estructura permite cubrir una luz de 9 a 25 metros.

Fig. 10 Puente viga T



Fuente: Propio – Puente Pósitos (Morrope)

2.2.10.2 Puentes de acero y mixto acero concreto

Obras de arte rápidas en construir, permite poner a la disposición a una comunidad en menor tiempo. Sin embargo, tienen un nivel de costo elevado por el material constructivo y mantenimiento [8]. En las **siguientes tablas** se muestra los sistemas estructurales en acero, para puentes simplemente apoyado y puentes continuos, cada uno con su respectiva luz a cubrir.

Tabla 5 Luces recomendadas para puentes de acero

Tipo simplemente apoyado	Luz (m)
Vigas laminadas, no compuestas	12-15
Vigas laminadas, compuestas	15-25
Vigas armadas, no compuestas	30-45
Vigas armadas, compuestas	30-55
Vigas cajón	90-120
Armaduras sobre y bajo la calzada	60-120
Armaduras no conectadas sobre la calzada	45
Arco	90-150
Arcos enlazados	90-180

Tipo Continuo	Luz(m)
Vigas laminadas	15-20-15 a 25-30-25
Vigas armadas	30-36-30
Vigas cajón	30-36-30 a 90-120-90
Vigas laminadas	15-20-15 a 25-30-25
Vigas armadas	30-36-30

Fuente: [34]

En la figura 11, se observa un puente mixto, constituido por una losa de concreto armado soportado por vigas de acero tipo cajón, que se apoyan en los pilares y estribos de este, permite cubrir una luz de 60 a 120 metros entre apoyos.

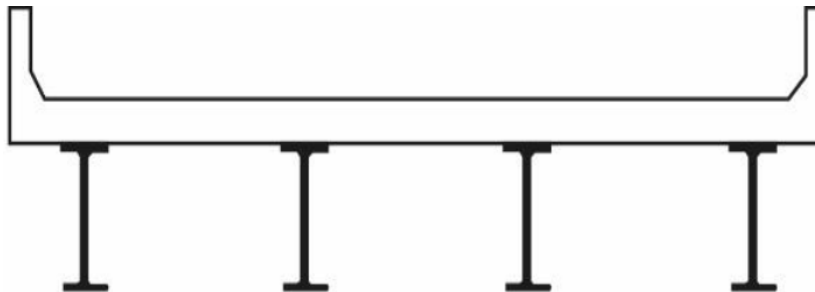
Fig. 11 Puente vigas cajón



Fuente: Propio – Puente vehicular urbano en Lima

En la figura 12, se muestra la sección transversal de una losa de concreto compuesta por vigas longitudinales de acero de sección compuesta, estas permiten cubrir un vano de luz de 15 a 25 metros.

Fig. 12 Puente Multiviga de acero



Fuente: [6]

2.2.10.3 Puentes de concreto pre-esforzado

Obras de arte que resultan de la combinación de concreto y acero de alta resistencia, en los cuales a cables se les aplica un tensado (pretensado-postensado), ello hace que el concreto este sometido a esfuerzos de compresión con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia. Son de bajo peso, permite cubrir grandes luces, soportan altas cargas concentradas y son durables en el tiempo [9]. En la **tabla 6 y 7**, se muestra las luces recomendadas para vigas de concreto pre-esforzado de acuerdo con el tipo de viga empleado en la superestructura del puente en análisis.

Tabla 6 Luces recomendadas para Vigas de concreto pre-esforzado

Tipo de viga	Longitud de tramo máximo(m)	Longitud de tramo recomendada (m)
Losas vaciadas en sitio	6-20	9-15
Losas con alveolos	6-20	6-15
Vigas I	15-38	15-29
Vigas Bulb-tee	25-46	29-46
Vigas Bath-Tub	25-46	25-30
Viga Wide-Flange	30-60	30-55
Viga cajón prefabricada	12-36	12-30
Viga doble T prefabricada	9-30	9-18

Fuente: Chen. W. F and Duan, L.2000 "Bridge engineering handbook"

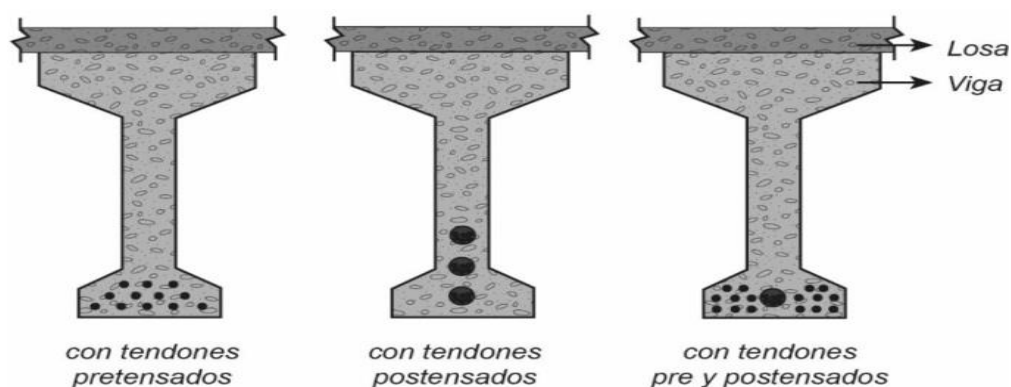
Tabla 7 Luces recomendadas según tipo de puente de concreto pre-esforzado

Tipo de puente	Longitud de tramo máximo(m)	Longitud de tramo recomendada (m)
Vigas prefabricadas pretensadas	9-60	9-55
Vigas prefabricadas empalmadas postensadas	30-99	36-76
Vigas prefabricadas pretensadas segmentales	60-137	76-122
Vigas tipo cajón de concreto vaciado en sitio postensado	30-180	46-180

Fuente: Chen.W.F and Duan, L.2000 "Bridge engineering handbook"

En la figura 13, se muestra tres vigas prefabricadas, la primera es una viga pretensada, la segunda es una viga postensada y la tercera es una viga prepostensada, todas son de sección compuesta que permiten cubrir una luz hasta 99 metros.

Fig. 13 Vigas I prefabricadas en sección compuesta con losa de concreto



Fuente: PDDM

2.2.10.4 Puentes de madera

Obras de arte temporales de longitud limitada, además son rápidas de construir a un bajo costo. No alcanzan resistencias elevadas por lo que encuentran restringidos a cierto rango de luces, cargas, ubicación y son sensibles a efectos atmosféricos [8].

En la siguiente tabla 8 se ilustra las luces recomendadas para puentes de madera, que se debe tener presente para la viabilidad, diseño y funcionamiento de los mismo.

Tabla 8 Rango de luces para puentes de madera simplemente apoyados

Simply supported	Light (m)
Wooden log	5.5
Laminated wood beams - nailed	14.9-15 2-14.9
Reinforcement	15.2-30.5 5-30 5-14.9
Platform - nailed	9.8-9 8-9.8
Platform - transversally reinforced	13.4

Fuente: [34]

2.2.10.5 Puentes de piedra

Obras de arte muy muy costosas, son resistentes, compactos, duraderos y que no requieren de mantenimiento. Estos puentes han sido reemplazados por puentes modernos, de acuerdo con a costos y calidad de servicio.

2.2.11 Tipo de puente según la luz libre

Se presenta una tabla con los rangos de aplicación de los diferentes tipos de puentes en relación con su longitud de vano mayor, cabe mencionar la aplicación de cada tipo de estructura no son preciso, es decir: metros más, metros menos en campo, reciben una modificación con el paso del tiempo y la incorporación de nuevas tecnologías [29].

Fig. 14 Tipo de puente según luz libre

Main Light Length (m)									
6	15	20	30	50	80	150	200	500	800 1200 1500
									COLGANTES Simple and Multiple
									ATIRANTADOS Concrete Steel
									PUENTE EN ARCO Concrete Steel Reinforced
									PUENTES RETICULADOS DE ACERO Isostatic Continuous Variable Height
									TABLEROS MIXTOS Steel Beam and Concrete Slab
									VIGA CAJON PREESFORZADO Constant Inertia Variable Inertia
									VIGAS PREESFORZADAS Prefabricated Double T Section
									VIGA CONCRETO REF. Isostatic and Continuous
									PUENTES LOSA Maciza Nervada Aligerado

Fuente: [37] extraído de Morales y Sapallanay, 2001 (Puentes- Diseño de Superestructura de sección compuesta).

2.2.12 Peraltes mínimos en superestructuras de puentes

2.2.12.1 Profundidades mínimas para superestructuras de profundidad constante

En el siguiente cuadro se muestra como calcular el espesor de tableros en puentes según el material empleado y tipo de viga empleada, estos parámetros están en función del espaciamiento entre apoyos y la luz del puente.

Fig. 15 Profundidades mínimas para tableros de puentes

Superestructura		Profundidad mínima (incluyendo el tablero) Si se utilizan elementos de profundidad variable, estos valores se pueden ajustar para considerar los cambios de rigidez relativa de las secciones de momento positivo y negativo.	
Material	Tipo	Tramos simples	Tramos continuos
Hormigón Armado	Losas con armadura principal paralela al tráfico	$\frac{1,2 (S+3)}{30}$	$\frac{(S+3)}{30} \geq 0.165m$
	Vigas T	0,070 L	0,065 L
	Vigas cajón	0,060 L	0,055 L
	Vigas de estructuras peatonales	0,035 L	0,033 L
Hormigón Pretensado	Losas	$0,030 L \geq 0.165m$	$0,027 L \geq 0.165m$
	Vigas cajón coladas in situ	0,045 L	0,040 L
	Vigas doble T prefabricadas	0,045 L	0,040 L
	Vigas de estructuras peatonales	0,033 L	0,030 L
	Vigas cajón adyacentes	0,030 L	0,025 L
Acero	Profundidad total de una viga doble T compuesta	0,040 L	0,032 L
	Profundidad de la porción de sección doble T de una viga doble T compuesta	0,033 L	0,027 L
	Cerchas	0,100 L	0,100 L

Fuente: [34]

Nota:

S=Luz del tramo de losa (m)

L = Luz del tramo de puente (m)

2.2.12.2 Tableros de Concreto Apoyados en Elementos Longitudinales

La altura de un tablero de concreto deberá ser mayor o igual que 17.5 cm

2.2.12.3 Mínimo espesor de los tableros de concreto en voladizo

- Si se tiene un sistema de postes sobre el tablero: 0.20m
- Si se tiene un sistema de postes montados lateralmente: 0.30m
- Si sobre la losa habrá parapetos o barreras de concreto: 0.20m

2.2.13 Cargas para diseño de puentes

2.2.13.1 Denominación de cargas AASHTO LRFD

Tabla 9 Cargas permanentes y transitorias

Cargas permanentes Actúan durante toda la vida útil sin variar su valor	Cargas transitorias Se observan variaciones frecuentes y significativas
<p>DC: Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales.</p> <p>DD: Fricción negativa (Downdrag).</p> <p>DW: Peso propio de la superficie de rodamiento e instalaciones para servicios al público.</p> <p>EH: Empuje horizontal del suelo.</p> <p>EV: Presión vertical del peso propio del suelo de relleno.</p> <p>ES: Sobrecarga de suelo.</p> <p>EL: Cargas debidas a tensiones residuales por construcción.</p> <p>PS: Fuerzas secundarias del postensado.</p> <p>CR: Efectos debidos a la fluencia.</p> <p>SH: Efectos debido a la retracción</p>	<p>LL: Carga viva vehicular.</p> <p>IM: Incremento por carga vehicular dinámica.</p> <p>CE: Fuerza centrífuga de los vehículos.</p> <p>BR: Fuerza de frenado de los vehículos.</p> <p>PL: Carga viva peatonal.</p> <p>LS: Sobrecarga de la carga viva.</p> <p>WA: Carga de agua y presión de corriente de agua</p> <p>WS: Viento sobre la estructura.</p> <p>WL: Viento sobre carga viva.</p> <p>FR: Fricción.</p> <p>TU: Efectos debido a temperatura uniforme.</p> <p>TG: Efectos debido a gradiente de temperatura.</p> <p>SE: Efectos de fuerza debido al asentamiento.</p> <p>EQ: Efecto sísmico.</p> <p>BL: Carga de explosivos.</p> <p>IC: Carga de hielo.</p> <p>CT: Fuerza de colisión de un vehículo.</p> <p>CV: Fuerza de colisión de una embarcación.</p>

Fuente: Adaptado de [32]

Estas cargas las podemos agrupar por:

2.2.13.2 Cargas permanentes: DC, DW, EV

Pesos específicos

En el siguiente cuadro se muestra los pesos específicos según el material empleado en el diseño y construcción, para aquellos elementos que son indispensables para que de alguna forma la estructura funcione correctamente.

Tabla 10 Pesos unitarios según el tipo de material

Material	Peso Unitario(kg/m ³)
Acero	7850
Agua fresca	1000
Agua salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Arena, limo, o arcilla compactados	1900
Concreto simple	
Liviano	1760
De arena liviana	1920
Peso Normal con $f'c \leq 350$ kg/cm ²	2320
Peso Normal con $350 < f'c \leq 1050$ kg/cm ²	$2240 + 0.23f'c$
Concreto Armado (C3.5.1 AASHTO)	Peso Concreto Simple + 80 kg/m ³
Grava, Macadam o balasto compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Madera blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficies de rodamiento bituminosas	2240
Material	Peso por unidad de longitud (kg/m)
Rieles de tránsito, durmientes y fijadores de vía	300

Fuente: Adaptado de [34]

a) Peso de los elementos estructurales y no estructurales (DC)

- Estribos, pilas (estructural).
- Barandas, entre otros (no estructural).

b) Peso de la superficie de rodadura e instalaciones (DW)

- Capa de rodamiento (pavimento asfáltico, pavimento rígido, entre otros)
- Postes e instalaciones de alumbrado público.
- Instalaciones de tuberías, telecomunicaciones, etc.

c) Peso propio por carga vertical producto del suelo de relleno (EV)

La acción que ejerce el suelo de relleno sobre las zapatas de la estructura.

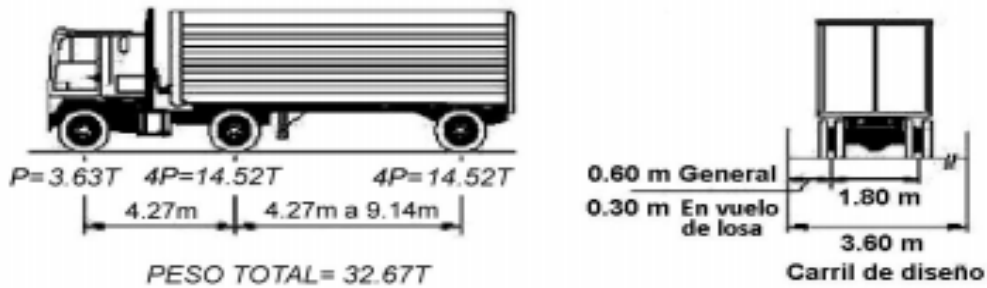
2.2.13.3 Cargas vivas LL, PL, IM, CE, BR, CT**a) Carga viva vehicular (LL)**

El Camión de diseño, tándem de diseño y carga de carril, son el modelo de carga viva (LL) para simular los efectos sobre el puente, se considera “nocional” de cortante y momento producido por un conjunto de vehículos que circular de manera rutinaria.

Camión de diseño HL-93

Representa a todos los vehículos convencionales. El peso del camión de diseño debe aumentar debido a los efectos dinámicos. La distancia entre los dos ejes más pesados se define como la que se encuentra entre los límites de 4,27 m y 9,14 m, donde tiene los mayores efectos.

Fig. 16 Camión de diseño HL-93

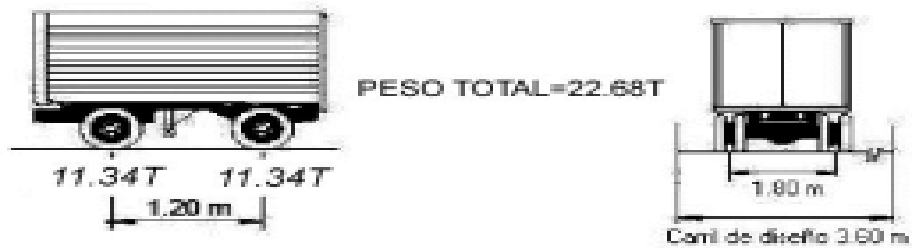


Fuente: [32]

Tándem de diseño HL-93

El tándem de diseño consta de dos ejes, cada uno con un peso de 11,34 toneladas separadas a 1,20 metros. La distancia transversal entre las ruedas es de 1,80 metros.

Fig. 17 Tándem de diseño HL-93

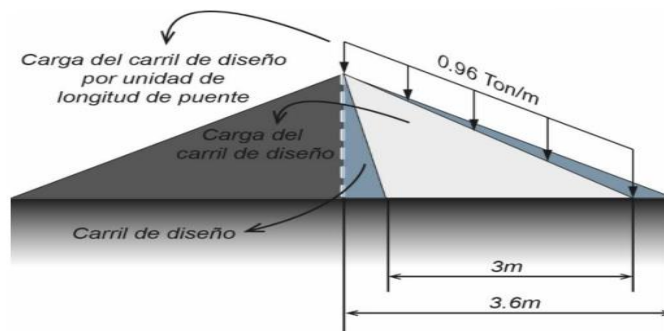


Fuente: [34]

Carga de Carril de diseño

Representación de tren de carga a lo largo de todo el puente y para un ancho de 3 metros.

Fig. 18 Carril de diseño



Fuente: [32]

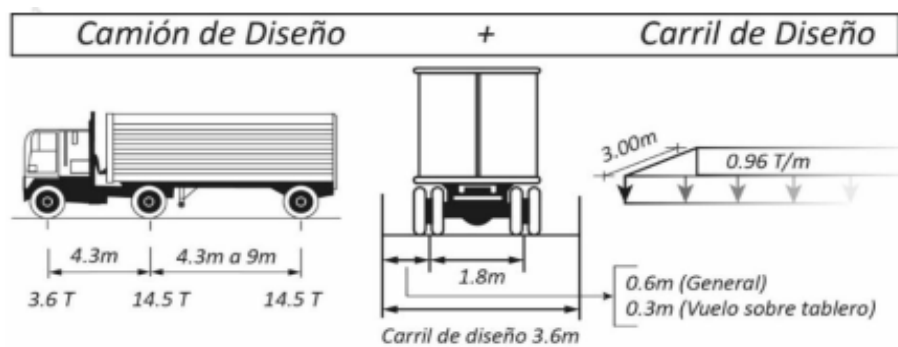
Carga vehicular de diseño (LL)

Son las combinaciones para determinar la acción más crítica en tableros de puente según código AASHTO, la que resulte mayor de las dos combinaciones.

Para momento máximo positivo:

Combinación HL-93K = 100% Camión de diseño + 100% carril de diseño

Fig. 19 Camión HL-93K

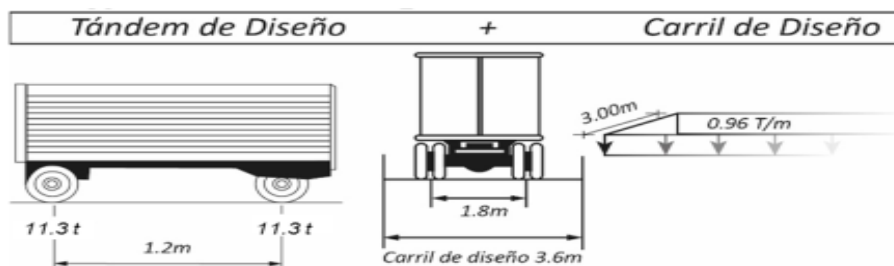


Fuente: [32]

El camión de diseño estará ubicado transversalmente tal que el eje de la carga de la rueda no esté más cerca que: para el diseño del volado del tablero, 0.30 m de la cara del brocal o defensa y para el diseño del resto de los componentes, 0.60 m del borde del carril de diseño.

Combinación HL93-M = 100% Tándem de diseño + 100% carril de diseño

Fig. 20 Tándem HL-93M



Fuente: [32]

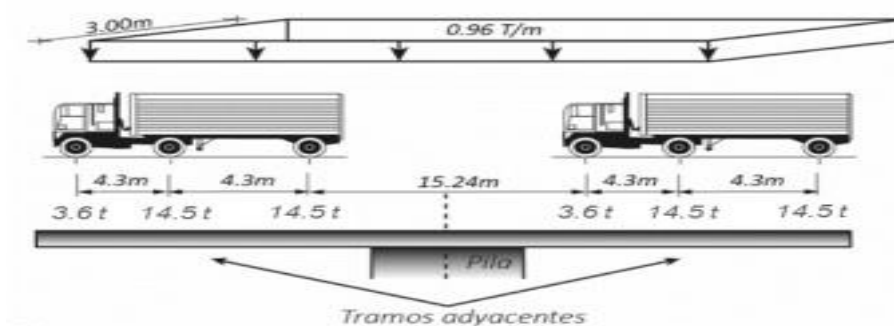
El tándem de diseño será ubicado transversalmente tal que el eje de la carga de la rueda no esté más cerca que: para el diseño del volado del tablero, 0.30m de la cara de la brocal o defensa y para el diseño del resto de componentes, 0.60m del borde del carril de diseño.

Para momento máximo negativo:

Aplica para puentes continuos donde existe puntos de contraflexión bajo carga uniforme en todos los tramos y reacciones en las pilas interiores.

Combinación HL-93= 90% Camión de diseño + 90% Carril de diseño

Fig. 21 Camión HL93-S



Fuente: [32]

Factor de presencia Múltiple

El efecto de la carga viva se determinará multiplicando cada posible combinación de carriles cargados por un factor de presencia múltiple, con el fin de tener en cuenta la probabilidad de ocupación simultánea de carriles por el HL-93 en su totalidad. Este factor debe aplicarse tanto a la carga vehicular viva como frenado. No se aplica al estado límite de fatiga.

Tabla 11 Factores de presencia múltiple LRFD

Número de carriles cargados	Factor de presencia múltiple
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Fuente: [32]

b) Incremento por carga dinámica (IM)

Son los efectos dinámicos debido a la carga de impacto que se transmite a través de las ruedas de los vehículos de diseño (camión o tándem); sin la acción de carril de diseño. A excepción de la fuerza centrífugas (CE), de frenado (BR), ni a la peatonal (PL), se deberán mayorar por los siguientes porcentajes.

Tabla 12 Incremento de carga dinámica

Componente	IM
Juntas de tablero-Todos los estados límites	75%
Todos los demás componentes	
Estado límites de fatiga y fractura	15%
Todos los demás estados límites	33%

Muros de sostenimiento, componentes debajo del nivel del terreno, componentes de madera.	No aplica
Componentes enterrados: alcantarillas	$33(1.0-0.41D_E) \geq 0\%$

Fuente: [34]

$$\text{factor de incremento} = 1 + \frac{IM}{100}$$

$$D_E = \text{Profundidad mínima de la cubierta sobre la estructura(m)}$$

c) Carga peatonal (PL)

En el artículo 3.6.1.6 de la AASTHO LRFD nos menciona que se deberá aplicar una carga peatonal de 365kg/m² en toda la acera en un ancho no menor a 60cm, la cual se deberá ser analizada simultáneamente con la carga vehicular.

d) Fuerza centrífuga (CE)

Toma mayor importancia en puentes curvos, por el efecto de volcamiento producido por los vehículos. Se aplica a 1.80 m sobre la calzada. Si se considera los factores de presencia múltiple, no se aplica IM y además se desprecia la carga de carril.

$$C = f \frac{v^2}{g * R}$$

V= Velocidad de diseño de la carretera (m/s)

f= 1.0 para estado de fatiga, 4/3 para otras combinaciones(estados).

R=radio de curvatura del carril (m)

g= acción de la gravedad 9.81 m/s²

Por ende, la fuerza centrífuga será:

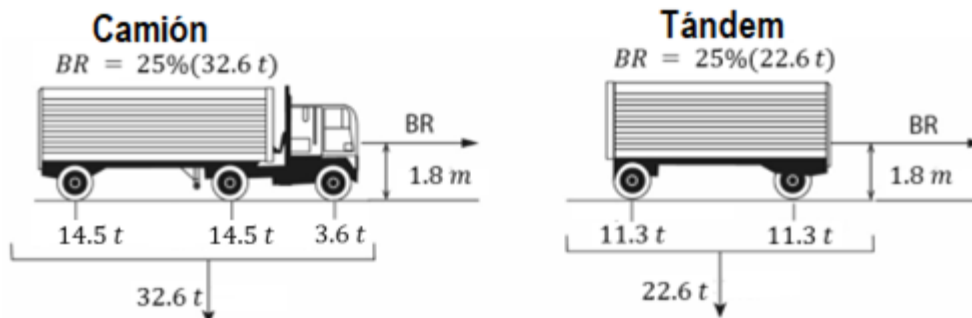
$$CE = C * (\text{Carga de camión o tándem})$$

e) Fuerza de frenado

Se asume que la fuerza actúa a 1.80m desde la calzada. Si aplica factores de presencia múltiple. No aplica IM.

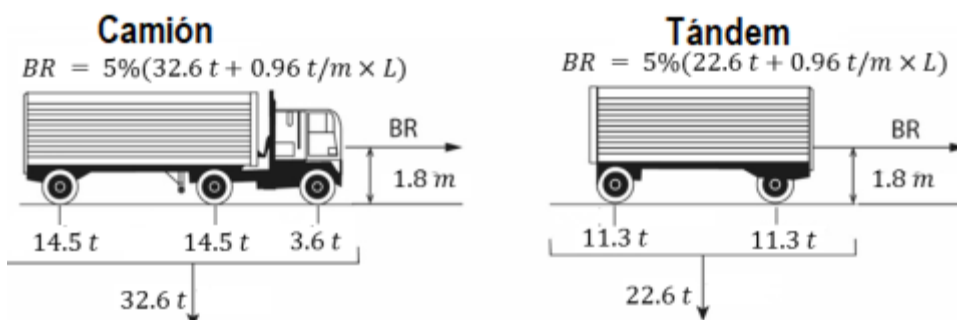
EL mayor de los dos valores:

- El 25% de los pesos por eje del camión o tándem de diseño.



Fuente: [32]

- El 5% del camión o tándem de diseño + carga de carril.



Fuente: [32]

- Si se espera que el puente lleve tráfico exclusivamente en una dirección en el futuro, los carriles deben cargarse simultáneamente en una dirección.

d) Fuerza de colisión (CT)

Me representa la posibilidad que un vehículo impacte contra subestructura, ya sea un estribo o pilar.

Posibilidades 1: Las pilas y estribos NO estén debidamente protegido a una distancia menor a 9 m; estos se deben diseñar para soportar una carga de 272tn aplicado a 1.5m proyectado desde el pavimento con un ángulo de ataque de 0° a 15° [9].

Posibilidades 2: Las pilas y estribos estén debidamente protegidos con terraplenes o barreras estructural antichoque (h=1.37m, h=1.06m) a 3m y más 3 m respectivamente.

2.2.13.4 Cargas Hidráulica: WA

Presión hidrostática: actúa de forma perpendicular a la superficie que retiene el agua.

$$Ph = \text{columna de agua} * \text{peso esp. agua}$$

Flotabilidad: La fuerza de levantamiento debido a la suma de las componentes de la presión hidrostática.

Presión de flujo: Tenemos

P. longitudinal: Actúa en la dirección longitudinal de la subestructura.

$$p = 52.6 * C_D * V^2$$

Donde:

p =presión long. del agua kg/cm²

v = velocidad para la inundación m/s

C_D =coeficiente de arrastre para pilas

Tabla 13 Coeficiente de arraste en pilas

Tipo	C_D
Pila con borde de ataque semicircular	0.7
Pila de extremo cuadrado	1.4
Arrastre acumulado contra la pila	1.4
Pila con borde de ataque en forma de cuña, ángulo $\leq 90^\circ$	0.8

Fuente: [9]

Donde la presión de flujo será:

$$P = p * A$$

Siendo A, el área en contacto directo con la presión.

P. transversal o lateral: cuando el gasto fluye con un ángulo determinado respecto al eje longitudinal. De la pila, cuyo impacto de presión es uniforme sobre la infraestructura.

$$p = 52.6 * C_L * V^2$$

p =presión transversal del agua kg/cm²

v = velocidad para la inundación m/s

C_L =coeficiente de arrastre transversal.

Tabla 14 Coeficiente de arrastre transversal en pilas

Ángulo	C_L
0°	0
5°	0.5
10°	0.7
20°	0.9
$\geq 30^\circ$	1

Fuente: [9]

Cargas producto de olas: Se determinarán de acuerdo con el sitio del proyecto.

Empuje hidrodinámico: Acción de una masa de agua al ocurrir un sismo

Socavación: Las cimentaciones estarán a 1.00m por debajo del nivel máximo de socavación.

2.2.13.5 Cargas de viento: WS, WL

a) Viento sobre la estructura (WS)

Presión horizontal: se asume uniformemente distribuida sobre al área expuesta al viento.

Para puentes a más de 9.15m N.T.N, o del agua será.

$$V_{DZ} = 2.5V_0 \left(\frac{V_9}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

Donde:

V_{DZ} = velocidad del viento de diseño a la altura de diseño Z (km/h)

V_0 = velocidad friccional (km/h)

V_9 = velocidad del viento a 9.15m sobre el nivel del terreno o agua de diseño (km/h). En ausencia de datos $V_9 = V_B = 160$ km/h

V_B = velocidad básica del viento igual a 160 km/h a una altura de 9.15m

Z_0 = longitud de fricción que trae el viento aguas arriba (m)

Z = altura de la estructura > 9.15m

Fuente: [34]

Donde la presión de viento de diseño será:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{160} \right)^2$$

P_D = presión del viento de diseño (kg/m²)

P_B = presión básica del viento (kg/m²)

Fuente: [34]

b) Viento actuante en vehículos (WL)

La presión de viento se aplicará a los vehículos presentes y a la estructura. La fuerza móvil aplicada es de 150 kg/m actuando perpendicular a la calzada a 1.80 de la misma.

Si el viento no es normal a la estructura, la componente de fuerza normal y paralela aplicada a la sobrecarga viva se pueden tratar de la siguiente manera:

Tabla 15 Componentes del viento en la sobrecarga

Ángulo	C.normal (kg/m)	C.paralela(kg/m)
0°	150	0
15°	130	18
30°	122	36
45°	98	48
60°	50	57

Fuente: [34]

2.2.13.6 Cargas por efecto de sismo: EQ

Según la filosofía de diseño AASHTO LRFD Bridge se basa

Los componentes estructurales deben ser capaces de soportar sismos leves a moderadas dentro del rango elástico sin sufrir daños significativos

Los procedimientos de diseño deben incorporar fuerzas realistas e intensidades de movimiento del suelo.

Los daños deben ser fácilmente identificables y accesibles para su inspección y reparación.

2.2.13.7 Acciones debidas a deformaciones superimpuestas: TU, TG, SH, CR, SE, PS

a) Variaciones de temperatura (TU)

Se debe considerar las solicitaciones internas que la fluencia lenta y por contracción provocan en los componentes [9].

b) Gradiente de temperatura (TG)

Habrá gradiente de temperatura en estructuras de concreto o metálicas con mesas de concreto, además de cambios de temperatura [29].

c) Contracción diferencial (SH)

Originado por concretos de diferentes edades o composiciones, ya sea en concreto, acero o madera. Originándose cambios de volumen importantes.

d) Fluencia lenta (CR)

Son esfuerzos generados por la fluencia del material por la cual esta constituido en la estructura, ya sea concreto, madera, entre otros [9].

e) Asentamiento (SE)

Cuando se prevé asentamientos diferenciales la subestructura. Se deben evaluar combinaciones a cada componente por separado para crear efectos críticos.

f) Fuerzas secundarias por elementos postensados (PS)

Cuando se utilizan fuerzas postensadas en una estructura continua, provocan reacciones en los apoyos y fuerzas internas que deben ser consideradas durante el diseño.

La norma ASSHTO recomienda:

- Zonas de anclaje: la fuerza de diseño del cable será 1.2 veces la fuerza de tensado.
- La fuerza de tensado no será menor que 1.30 veces la reacción debida a la carga permanente en el apoyo adyacente al punto de tensado.

2.2.13.8 Fuerzas de fricción: FR

Son fuerzas originadas producto fricción de las superficies deslizantes.

2.2.13.9 Colisión de embarcaciones: CV

Si el puente forma parte de un rio navegable con profundidades mayores a 60cm deben diseñarse para impactos accidentales de embarcaciones [32].

2.2.13.10 Empujes del suelo: EH, ES, LS, DD

Obedece a la teoría de empujes de suelo.

2.2.13.11 Cargas de hielo: IC, Cargas de explosiones: BL

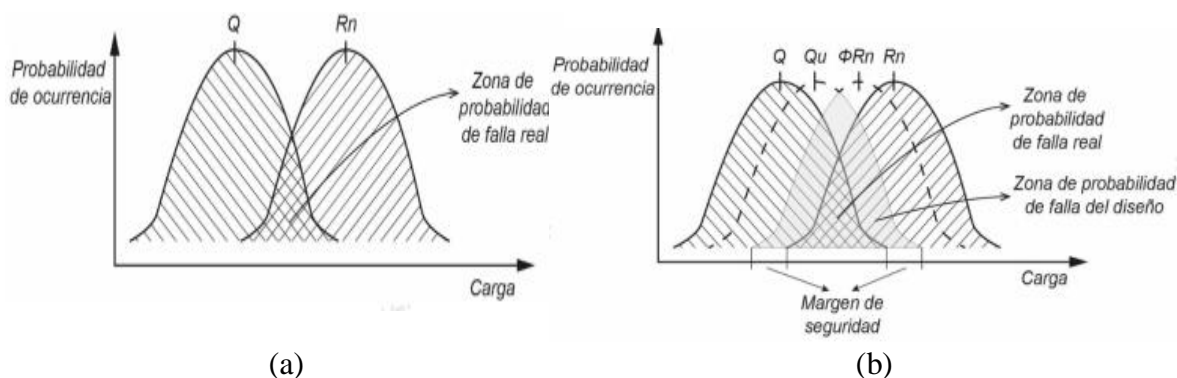
Dependerá de las condiciones de sitio, o en caso de ocurrencia.

2.2.14 Estados límites, factores y combinaciones de carga según AASHTO LRFD BRIGE

Basado en la metodología LRFD, presenta la sumatoria de las distintas solicitaciones últimas (Q), asimismo se refleja la resistencia nominal (Rn) del elemento analizado, basado en la calidad del material, sus características de la sección y su función a su naturaleza, para tal caso se aplica un factor de minoración (ϕ) que depende del material: concreto, acero, madera, entre otros. Esta filosofía de diseño establece mayorar las cargas actuantes y minorar su resistencia según la naturaleza, de esa manera el diseño cubra la mayor probabilidad de falla del elemento [32].

$$Q \leq \phi Rn$$

Fig. 22 Filosofía de diseño



Fuente: (a) Probabilidad de falla real, (b) Probabilidad de falla según LRFD, [32]

Para proporcionar una estructura que pueda soportar de forma segura las cargas de diseño durante su vida útil, total o parcialmente. Todos los puentes deben diseñarse con el mismo nivel de importancia, teniendo en cuenta los estados límites para cumplir con los objetivos de constructibilidad, seguridad y servicio, así como la debida consideración de inspección, economía y estética [9].

La normativa AASHTO LRFD presenta los siguientes estados límites.

a) Estado límite de resistencia

Permite garantizar que el puente tenga la suficiencia estructural (resistencia y estabilidad) local, como global frente a las cargas permanentes y vivas.

b) Estado límite de eventos extremos

Permite garantizar que el puente quede a pie después de un sismo, una inundación, colisión de embarcación, un vehículo o un flujo de hielo, socavación, entre otros.

c) Estado límite en servicio

Permite verificar el comportamiento de los elementos estructurales a condiciones normales, como la deformación y el ancho de las fisuras, etc.

d) Estado límite de fatiga y fractura

Debido que puente está sometido a cargas cíclicas, permite limitar el crecimiento de fisuras, durante el tiempo de vida de la estructura.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los estados límites y modificadores de carga empleados en el diseño de puentes.

Tabla 16 Estados límites, factores y combinaciones de carga

Despiece de estados límites	Factores y combinaciones de carga
<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite de resistencia <ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia I ✓ Resistencia II ✓ Resistencia III ✓ Resistencia IV ✓ Resistencia V 	$Q = \sum n_i * \gamma_i * Q_i$ <p> $Q = \text{carga ultima}$ $n_i = \text{Modificador de carga}$ $\gamma_i = \text{factor de carga}$ $Q_i = \text{Solicitud}$ </p>
<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite de eventos extremos <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evento extremo I ✓ Evento extremo II 	<ul style="list-style-type: none"> - Modificador de carga Para un valor máximo γ_i apropiado: $n_i = n_D * n_R * n_I \geq 0.95$
<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite en servicio <ul style="list-style-type: none"> ✓ Servicio I ✓ Servicio II ✓ Servicio III ✓ Servicio IV 	<ul style="list-style-type: none"> - Para un valor mínimo γ_i apropiado: $n_i = \frac{1}{n_D * n_R * n_I} < 1.00$
<ul style="list-style-type: none"> - Estado límite de fatiga y fractura <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fatiga I Fatiga II 	<p>Siendo: n_D = Factor relacionado a la ductilidad n_R = Factor relacionado a la redundancia n_I = Factor relacionado a la importancia operativa</p> <p>(Ver tablas 17, 18I, 19)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Factor de carga = γ_i (Ver figura Fig. 23) - Solicitud = Q_i

Fuente: Elaboración propia

- **Factor relacionado a la ductilidad**

Aplica a estado límite de resistencia y eventos extremos, para asegurar en desarrollo de las deformaciones inelásticas y visibles antes de la falla [32].

Tabla 17 Factor relacionado con la ductilidad según el tipo de elemento y conexión

n_D	Elementos y conexiones
≥ 1.05	No dúctiles
$= 1.00$	Diseño y detalles
≥ 0.95	A los que se ha aplicado medidas adicionales para mejorar la ductilidad más allá de los límites de esta norma.

Nota: Para otros elementos y tipo usar $n_D = 1$

Fuente: [34]

- **Factor relacionado a la redundancia**

Es la capacidad del sistema estructural de un puente de llevar cargas después de ser dañados o fallados uno o más de sus miembros [9].

Tabla 18 Factor relacionado a la redundancia según el tipo de elemento

n_R	Elementos
≥ 1.05	No redundantes
$= 1.00$	Con niveles convencionales de redundancia
≥ 0.95	Con niveles excepcionales de redundancia

Nota: Para otros elementos usar $n_R = 1$

Fuente: [9]

- **Factor relacionado a la importancia operativa**

El propietario puede declarar si un puente, o algún componente estructural y conexión tienen importancia operativa [9].

Tabla 19 Factor relacionado a la importancia del puente

n_I	Elementos
≥ 1.05	Críticos o esenciales
$= 1.00$	Típicos
≥ 0.95	Poca importancia

Nota: Para otros tipos de puentes usar $n_I = 1$

Fuente: [34]

- **Factor de carga γ_i**

Establece una variedad de factores para diferentes cargas para una combinación de diseño.

γ_p = Factor de carga permanente máximo o mínimo

γ_{TG} = Factor de carga por gradiente de temperatura

γ_{SE} = Factor de carga por asentamiento

Nota: γ_{SE} se considera en función a las características del proyecto, si no hay información se considera $\gamma_{SE} = 1$

γ_{EQ} = Factor de carga viva, aplicado simultáneamente con la carga sísmica.

En la figura, se presentan las combinaciones de carga para cada estado limite, con los respectivos factores de carga (LRFD) con la finalidad de producir la sollicitación tal mayorada más desfavorable en el proceso de diseño del miembro, cabe mencionar que los factores que no se mencionen en la tabla será consideradas de acuerdo con el proyecto en estudio.

Fig. 23 Combinaciones de carga según el estado limite a aplicar

Combinación de Cargas Estado Limite	DC																						
	DD	DW	EH	EV	ES	EL	PS	CR	SH	LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV	
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	γ_p	1.75	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA II	γ_p	1.35	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA III	γ_p	--	1.00	1.40	--	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA IV	γ_p	--	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RESISTENCIA V	γ_p	1.35	1.00	0.40	1.00	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO I	1.0	γ_{EQ}	1.00	--	--	1.00	--	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--
EVENTO EXTREMO II	γ_p	0.50	1.00	--	--	1.00	--	--	--	--	--	--	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00	--	--	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SERVICIO IV	1.00	--	1.00	0.70	--	1.00	1.00/1.20	--	1.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA I Solamente LL, IM & CE	--	1.50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FATIGA II- Solamente LL, IM & CE	--	0.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nota: Usar solamente uno de los indicados en estas columnas en cada combinación

Fuente: [9]

Estas combinaciones se analizan primero para un carril cargado, luego verifico para dos, tres, n carriles cargados y se multiplica por su factor de presencia múltiple según corresponda de forma independiente.

En la siguiente tabla se muestran los factores para amplificar o reducir las cargas de diseño en puentes, cargas las cuales la estructura va a estar expuestas en la estructura toda su vida útil.

Tabla 20 Factores de carga permanentes γ_p

Tipo de Carga, Fundación y Método Usado para Calcular Fricción Negativa (Downdrag)		Factor de Carga	
		Máximo	Mínimo
<i>DC</i> : Elemento y Accesorios		1.25	0.90
<i>DC</i> : Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
<i>DD</i> : Downdrag	Pilotes, Método Tomlinson α	1.4	0.25
	Pilotes, Método λ	1.05	0.30
	Ejes perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
<i>DW</i> : Superficies de Rodamiento e Instalaciones para Servicios		1.50	0.65
<i>EH</i> : Presión Horizontal del Terreno:			
• Activa		1.50	0.90
• En Reposo		1.35	0.90
• AEP para muros anclados		1.35	N/A
<i>EL</i> : Tensiones Residuales en Construcción		1.00	1.00
<i>EV</i> : Presión Vertical del Terreno			
• Estabilidad Global		1.00	N/A
• Muros de Sostenimiento y Estribos		1.35	1.00
• Estructura Rígida Enterrada		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
○ Alcantarillas Cajón Metálicas y de Placas Estructurales con Corrugaciones Profundas		1.5	0.9
○ Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
○ Todas las demás		1.95	0.9
<i>ES</i> : Sobrecarga de Suelo		1.50	0.75

Fuente: [34]

Tabla 21 Factores de carga permanente debido a deformaciones sobreimpuestas γ_p

Componente del puente	<i>PS</i>	<i>CR, SH</i>
Superestructura por segmento	1.0	Ver γ_p para <i>DC</i> de la tabla anterior
Subestructuras de concreto soportando superestructuras por segmentos		
Superestructuras de concreto continuas	1.0	1.0
Sub estructuras soportando superestructuras continuas		
• Usando I_g	0.5	0.5
• Usando $I_{efectiva}$	1.0	1.0
Subestructuras de acero	1.0	1.0

Fuente: [32]

Los factores de carga para gradientes de temperatura se especifican según el proyecto, pero si no se cuenta con información puede utilizar la siguiente.

Tabla 22 Factores de carga para gradiente de temperatura

γ_{TG}	Estado límite
0	De resistencia y evento extremo
1.0	Servicio cuando no hay carga viva
0.5	Servicio cuando se considera carga viva

Fuente: [32]

2.2.15 Factores de resistencia ϕ

Los valores de coeficientes de minoración para aplicados a estructuras de concreto armado a las distintas sollicitaciones.

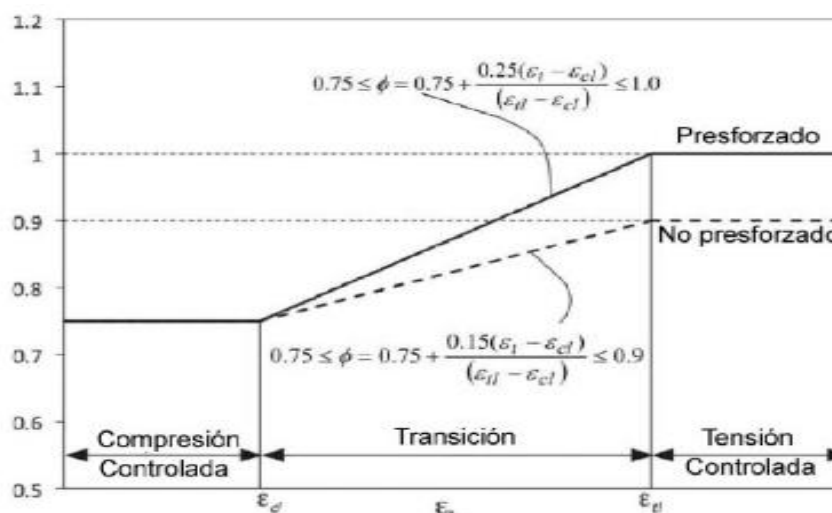
Tabla 23 Factores de resistencia ϕ .

Material	Tipo de resistencia	Factor de resistencia ϕ
concreto	Presforzado o tendones adheridos	1.00
	Pos-tensado o tendones adheridos	0.90
	Corte y torsión	0.90
	Flexión y tensión	0.90
	Compresión axial	0.75
	Compresión con la flexión	0.75 a 0.90 (tabla)
	Compresión en bielas y tirantes	0.70
	Compresión en zonas de anclaje	0.80
	Tracción en zonas de anclaje	1.00
	Hincado de pilotes	1.00

Fuente: [9]

En la siguiente figura se tiene la variación del ϕ con la deformación de tensión neta ϵ_t para refuerzo no presforzado y para acero de presfuerzo.

Fig. 24 Variaciones ϕ de deformación de tensión neta.

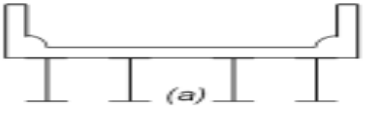
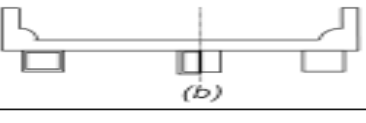
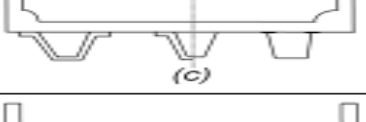
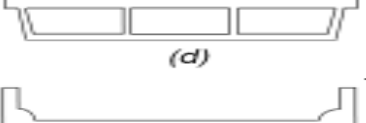
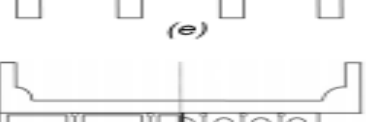
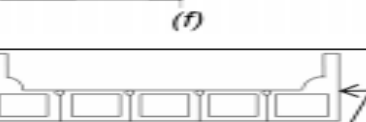

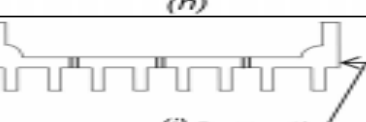

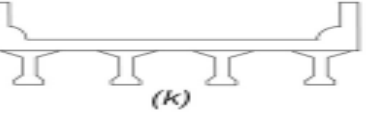
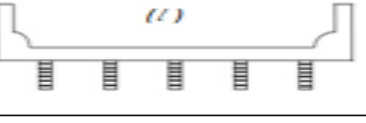



Fuente: [34]

2.2.16 Factores de distribución

Sistema de tableros aplicado a puentes.

Fig. 25 Sección transversal típica de puentes.

Componentes de Apoyo	Tipo de Tablero	Sección transversal típica
Vigas de acero	Losas de concreto, coladas en sitio; losas de concreto prefabricado; emparrillado de acero; paneles encolados / clavados, madera esforzada	
Cajones cerrados de concreto prefabricado o de acero	Losas de concreto vaciado en sitio	
Cajones abiertos de concreto prefabricado o de acero	Losas de concreto colocados en sitio, losas de tablero de concreto prefabricado.	
Cajones multiceldas de concreto colocados en sitio	Concreto Monolítico	
Vigas Tee de concreto vaciadas en sitio	Concreto Monolítico	
Sólidos prefabricados, Cajones de concreto celular o ahuecados con llave de corte	Cubierta de una capa de concreto colocada en sitio	
Sólidos prefabricados, Cajones de concreto celular o ahuecado con llave de corte y con o sin fuerza postensora transversal	Concreto Integral	
Secciones canales de concreto prefabricado con llaves de corte	Cubierta de una capa de concreto colocada en sitio	
Sección doble Tee de concreto prefabricado con llaves de corte y con o sin fuerza Post - tensora transversal	Concreto Integral	
Secciones Tee de concreto prefabricado con llaves de corte y con o sin fuerza postensora transversal	Concreto Integral	
Secciones bulbo Tee o I de concreto prefabricado	Concreto colocado en sitio, concreto prefabricado	
Vigas de madera	Concreto colocado en sitio o plataformas, paneles encolados/clavados o madera esforzada	

L para uso en carga viva en ecuaciones Factor de Distribución.

Fuente: [9]

Las tablas de los siguientes ítems para diseño se muestran en el manual de puentes 2018 del MTC.

- Factor de distribución para momentos en vigas interiores.
- Factores de distribución para momentos en vigas exteriores
- Reducción de los factores de distribución de momentos en vigas de puentes esviados.
- Factores de distribución para fuerza cortante en vigas interiores
- Factores de distribución para fuerza cortante en vigas exteriores.
- Corrección de los factores de distribución de corte para vigas sobre apoyos esviados.

2.2.16.1 Deflexiones máximas permitidas en losas de tableros-estado límite de servicio.

Para los sistemas de tableros que las deformaciones provocadas por la carga viva, y el incremento de carga dinámica no sean mayores que [9]:

- $\frac{L}{800}$ para tableros sin tráfico peatonal, solo vehicular.
- $\frac{L}{1000}$ para tableros con tráfico peatonal y/o vehicular.
- $\frac{L}{1200}$ para tableros con tráfico peatonal significativo

L= longitud del tramo a centros de los apoyos

2.2.17 Métodos de análisis de tableros de concreto

2.2.17.1 Método de análisis aproximado

El método de análisis aproximado también se conoce como método de franjas equivalentes, y su propósito principal es obtener momentos por carga viva, por unidad de ancho en una franja equivalente donde se supone que se encontrará el camión de diseño.

a) Ancho de las franjas equivalentes interiores

Para franjas equivalentes cuya dirección es perpendicular al tráfico que no estén sujetas a límites de ancho.

Donde:

S=espaciamiento de elementos de apoyo(ft)

h=espesor del tablero(in)

L=Longitud del tramo del tablero(ft)

Sb=espaciamiento entre barras de emparrillado(in)

+M=momento positivo

-M=momento negativo

X= distancia desde la aplicación de la carga al punto de apoyo(ft)

Tabla 24 Franja equivalente para tableros de concreto

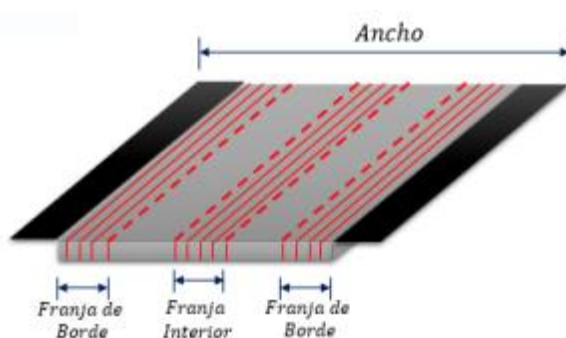
Tipo de Tablero	Dirección de franja principal relativa a la dirección de tráfico	Ancho de franjas principales (in)	Ancho de franjas principales (mm)
Concreto: <ul style="list-style-type: none"> Colocado en el lugar Colocado en el lugar con encofrados perdidos Prefabricado, postensado. 	Cantilever Paralelo o Perpendicular Paralelo o Perpendicular Paralelo o Perpendicular	$45.0+10.0X$ $+M: 26.0 + 6.6S$ $-M: 48.0 + 3.0S$ $+M: 26.0 + 6.6S$ $-M: 48.0 + 3.0S$ $+M: 26.0 + 6.6S$ $-M: 48.0 + 3.0S$	$1140 + 0.833 X$ $+M: 660 + 0.55S$ $-M: 1220 + 0.25S$ $+M: 660 + 0.55S$ $-M: 1220 + 0.25S$ $+M: 660 + 0.55S$ $-M: 1220 + 0.25S$
Acero: <ul style="list-style-type: none"> Emparrillado abierto Emparrillado lleno o parcialmente lleno Emparrillado compuesto, no lleno 	Barras principales Barras principales Barras principales	$1.25P+4.0 S_b$ Aplicar (Art. 2.6.4.2.1.8) Aplicar (Art. 2.6.4.2.1.8)	$0.007P+ 4.0 S_b$ Aplicar (Art. 2.6.4.2.1.8) Aplicar (Art. 2.6.4.2.1.8)
Madera : <ul style="list-style-type: none"> Prefabricado colado <ul style="list-style-type: none"> No interconectado Interconectado Laminada y tesada <ul style="list-style-type: none"> Paralelo Perpendicular Laminada y clavada <ul style="list-style-type: none"> Tableros continuos o paneles interconectados. Paneles no interconectados. 	Paralelo Perpendicular Paralelo Perpendicular Paralelo Perpendicular Paralelo Perpendicular Paralelo Perpendicular	$2.0h+30.0$ $2.0h+40.0$ $90.0+0.84L$ $4.0h+30.0$ $0.8S +108.0$ $10.0S+24.0$ $2.0h+30.0$ $4.0h+40.0$ $2.0h+30.0$ $2.0h+40.0$	$2.0h + 760$ $2.0h + 1020$ $2280 + 0.07L$ $4.0h + 760$ $0.066S + 2740$ $0.84S + 610$ $2.0h + 760$ $4.0h + 1020$ $2.0h + 760$ $2.0h + 1020$

Fuente: [9]

b) Ancho de las franjas internas equivalentes con armaduras principal paralela al tráfico para puentes tipo losa.

Para losas de puentes losa concreto de 4.60m que se extiendan fundamentalmente en la dirección paralela tráfico.

Fig. 26 Ancho de franja para viga losa.



Fuente: [32]

Para un carril cargado: ancho equivalente para corte y momento.

$$E = 0.25 + 0.42\sqrt{L_1}W_1$$

Para más de un carril cargado: ancho equivalente para corte y momento.

$$E = 2.10 + 0.12\sqrt{L_1}W_1 \leq \frac{W}{N_L}$$

Donde:

E= ancho equivalente (m)

L₁=menor valor (m) entre ancho real y 18 m

W₁=menor valor (m)entre ancho real y 18 m para carga en múltiples carriles o 9m

W= ancho físico entre los bordes del puente.

N_L=número de carriles de diseño.

c) Ancho de franja externas equivalentes para puente tipo losa

Franja exterior

Bordes longitudinales sin vereda(m):

$$Aborde = Abarrera + 0.30m + \frac{1}{4} * Eintero$$

Bordes longitudinales con vereda(m):

$$Aborde = Abarrera + Vereda + 0.30m + \frac{1}{4} * Einteror$$

Además, tiene que ser: menor 1/2 de franja interna o menor a 1.80 m

2.2.17.2 Método de diseño empírico

Referido exclusivamente a losas de tablero soportadas por componentes longitudinales. Basado en el concepto de la acción del arco interno en losas de concreto. Concibe el termino de **longitud efectiva** [9].

2.2.17.3 Método de análisis refinado

Este método no se utiliza comúnmente para analizar tableros estándar de un puente. Es un método potente para analizar un tablero complejo.

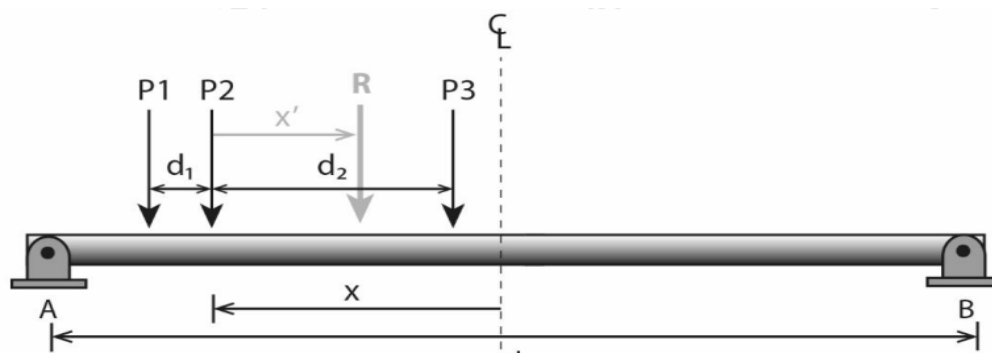
2.2.18 Líneas de influencia aplicado a puentes

Una línea de influencia es la representación gráfica que muestra el cambio en los valores de la fuerza cortante para una posición específica en la longitud del miembro a través de una carga en movimiento o un sistema de cargas [9].

2.2.18.1 Principio de Teorema de Barré

Este principio permite conocer la máxima sollicitación de una *viga simplemente apoyada* se encuentra en la mayoría de los casos bajo la carga más próxima a la resultante del tren de cargas, y en caso de desigualdad de distancias, se ubica bajo la carga más pesada.

Fig. 27 Línea de influencia para viga simplemente apoyada bajo un tren de carga

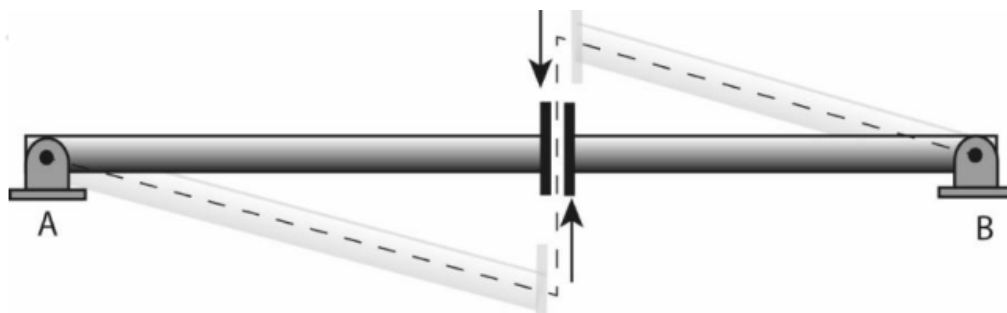


Fuente: [32]

2.2.18.2 Principio de Müller - Breslau

Este principio permite definir la línea de influencia mediante la eliminación de las restricciones de desplazamiento correspondiente a la función de respuesta de interés en la estructura original, válido para hallar las máximas solicitaciones en reacciones, cortantes, momentos flectores aplicando un desplazamiento o rotación unitarios para *estructuras en general*.

Fig. 28 línea de influencia aplicado al análisis de puentes



Fuente: [32]

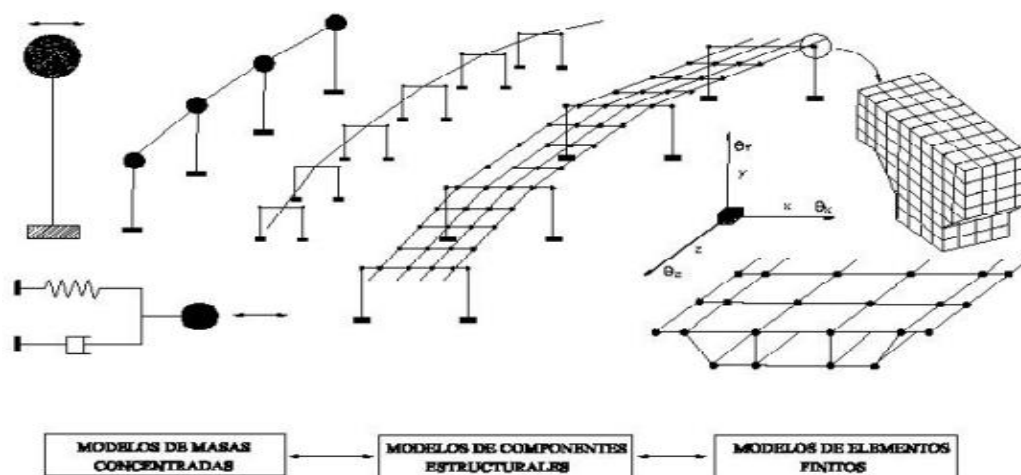
2.2.18.3 Modelamiento estructural

El modelado de los elementos que constituyen la estructura o la estructura global en sí queda a decisión del proyectista.

Existen recomendaciones que para puentes simplemente apoyados o continuos que van de $9m < L < 24m$ se considera suficiente con un modelado tipo viga 1D para analizar tableros exteriores e interiores.

Otro modelos más elegante y avanzado son a través de elementos finitos, pueden ser a través de elementos área tipo Shell o sólidos en los que fácilmente se puede detectar los esfuerzos internos que se producen en un elemento en cuestión, los cuales combinan los efectos de flexión en placas junto con los efectos de membrana en el plano.

Fig. 29 Niveles de modelación en puentes para el análisis sismorresistente



Fuente: [38]

2.2.19 El software como herramienta de análisis y diseño.

Software para puentes, de la familia COMPUTERS & STRUCTURES.INC-(CSI)

La computadora se ha convertido en una herramienta crucial para los ingenieros de puentes. Permite a los ingenieros realizar análisis de alta precisión en mucho menos tiempo que los métodos manuales, lo que les da más flexibilidad para cambiar las dimensiones de los miembros e investigar varias condiciones auxiliares, condiciones de carga y criterios de modelos, lo que sería casi imposible usando cálculos manuales en marcos de tiempo tan cortos [32].

Este uso responsable de la computadora es fundamental para mantener un control profesional sobre el análisis y diseño del proyecto; pero, la computadora no puede ni debe reemplazar la formación del ingeniero, mucho menos su experiencia, juicio y responsabilidad [32].

Algunas de estas herramientas de análisis y diseño:

-SAP 2000 - Structural Analysis Program

Software de elementos finitos para modelado, análisis y dimensionamiento de cualquier estructura. Para muchos ingenieros es una herramienta de trabajo diario. Por su versatilidad en el modelado de estructuras, puede ser utilizado para dimensionar puentes, edificios, estadios, túneles, estructuras industriales, estructuras marinas y cualquier otro tipo de infraestructura que deba ser analizada y dimensionada.

-CSI BRIBGE-Bridge Analysis, Design and Rating.

Software versátil y productivo que integra modelado, análisis y diseño de estructuras de puentes. Los ingenieros pueden definir fácilmente geometrías complejas, condiciones de contorno y casos de carga, además tiene una gran selección de plantillas para iniciar

rápidamente un modelo de puente. Se pueden diseñar puentes simples o complejos, de concreto, acero o una combinación de materiales. Se pueden modelar diafragmas, apoyos, estribos, pilares, vigas, juntas y otras estructuras. También incluye sencillos y prácticos diagramas de Gantt para simular secuencias de construcción y programación.

Software para análisis y comportamiento de cuencas, ríos y canales propiedad de US Army Corps of Engineers- Hydrologic Engineering Center.

-HEC-RAS

Está diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales y bidimensionales para toda una red de canales naturales y construidos. La siguiente es una lista de las capacidades importantes de HEC-RAS: Interfaces de usuario, componentes de análisis hidráulico, almacenamiento y gestión de datos, Mapeador RAS, gráficos e informes.

-HEC-HMS

El Sistema de Modelado Hidrográfico fue creado para simular los procesos hidrológicos completos de los sistemas de cuencas hidrográficas dendríticas. Muchos procedimientos tradicionales de análisis hidrológico, tales como infiltración de eventos, hidrogramas unitarios y enrutamiento hidrológico, están incluidos en el programa. Proporciona herramientas de análisis complementarias para la optimización del modelo, la previsión de caudales, la reducción de la profundidad, la evaluación de la incertidumbre del modelo, la erosión y el transporte de sedimentos y la calidad del agua.

Software para concepción y representación de los diseños - Autodesk

-AutoCAD civil 3d

Civil 3D es un programa de diseño de ingeniería civil que es compatible con BIM (Building Information Modeling) y proporciona funciones integradas para mejorar el diseño de edificios, carretas, ferrocarriles, puentes, entre otras estructuras; ya que simplifica la revisión y modificación de diseño, la documentación de construcción y los bocetos. Una potente herramienta que permite crear flujos de trabajo con distintos softwares, por ejemplo: civil 3d+Infraworks +Revit, entre otros.

2.2.20 Manuales y Normas vigentes

- **“Load and Resistance Factor Design (AASHTO LRFD) for Highway Bridge Superstructures”**

La filosofía de diseño del LRFD tiene en cuenta la variabilidad tanto en la resistencia como en las cargas, logra niveles relativamente uniformes de seguridad dentro de la superestructura

y subestructura (excluyendo cimientos) y sus diversos miembros, y se basa en evaluación de riesgos basada en la teoría de la confiabilidad [39].

- **“MTC: Manual de Puentes. 2018”**

Este manual incluye estándares, pautas y procedimientos para diseñar y calcular estructuras de puentes. Asimismo, contiene los estudios básicos de ingeniería que son de vital importancia para el diseño de obras de arte [9].

- **“Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2014”**

Este manual contiene los parámetros para el estudio Hidrológico, Hidráulico y Drenaje. Así mismo detalla todas las consideraciones a considerar en la concepción de un puente.

- **“Norma Peruana E.050 Suelos y cimentaciones.2020. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción”**

Esta norma especifica los requisitos para la realización de estudios mecánica de suelos (EMS), de cimentaciones, edificaciones y otras estructuras especificadas en esta norma. Se implementará un Sistema de Gestión Ambiental para asegurar la estabilidad y sostenibilidad de las instalaciones y promover el uso racional de los recursos [40].

- **“Norma Peruana E.060 Concreto Armado.2020. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción”**

Esta norma cubre los requisitos y requisitos mínimos para análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y control de estructuras de hormigón armado, pretensado y simple [40].

- **“Norma Peruana E.090 Estructuras Metálicas.2020. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción”**

Esta norma para diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas en edificaciones, utilizando los métodos LRFD y ASD, sirve como documento técnico de referencia para todo el país. Se considerará para perfiles de acero estructural para puentes [40].

- **“Ley General del ambiente °N28611: MINAM”**

Esta Ley General del Ambiente establece que toda persona tiene el derecho inalienable de vivir en un ambiente sano, equilibrado y apropiado para el pleno desarrollo de la vida, y que toda persona está obligada a contribuir a la efectiva gestión y protección del medio ambiente, en particular de los componentes del medio ambiente, así como la salud individual y colectiva para asegurar la preservación de la diversidad [10].

III. Materiales y métodos

Los materiales y métodos y/o acápites de investigación están enfocados bajo la literatura de Metodología de investigación científica, para el manejo procesos sistemáticos, críticos y empírico, para describir y explicar con sustento técnico como se realizó la investigación.

3.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación es de **naturaleza o enfoque cuantitativa**, porque trabaja con un conjunto de procesos de manera secuencial y probatoria, es decir: es una realidad objetiva única, de naturaleza inmutable debido a las observaciones y mediciones realizadas en la realidad, generando y verificando teorías basadas en otras investigaciones previas , aplicando la lógica deductiva partiendo de lo general a lo particular, donde la posición del investigador es neutral ya que busca garantizar procedimientos de recolección y análisis de datos rigurosos y objetivos, una revisión general de la literatura para definir las variables, etc. Permite elaborar un plan para probar el diseño, las variables de estudio se miden con precisión utilizando la estadística descriptiva e inferencial, con objetividad, rigor, confiabilidad y validez para presentar los resultados a través de tablas estadísticas, diagramas y modelos, de los cuales se extrae una serie de conclusiones. Entre otras palabras, ofrece la posibilidad de generalizar los resultados de forma más amplia, dándoles un mejor control [12]. También se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico [13].

Se tiene como **diseño de investigación es experimental, de sección transversal, de tipo descriptivo, con características de recolección de datos en un único momento** [12] y [14], dicho lo anterior, se centra en responder la problemática que aborda la realidad a través de teorías científicas, donde el investigador debe ser capaz de definir conceptos, variables y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos personas, grupos, comunidades y explicar el desempeño de la estructura y/o infraestructura ante las demandas sísmicas, sobrecarga por carga viva vehicular y cargas permanentes, en base a cálculos y procesamiento de la información que se ejecutó previamente para obtener los resultados óptimos que conducen a la explicación de conclusiones y recomendaciones.

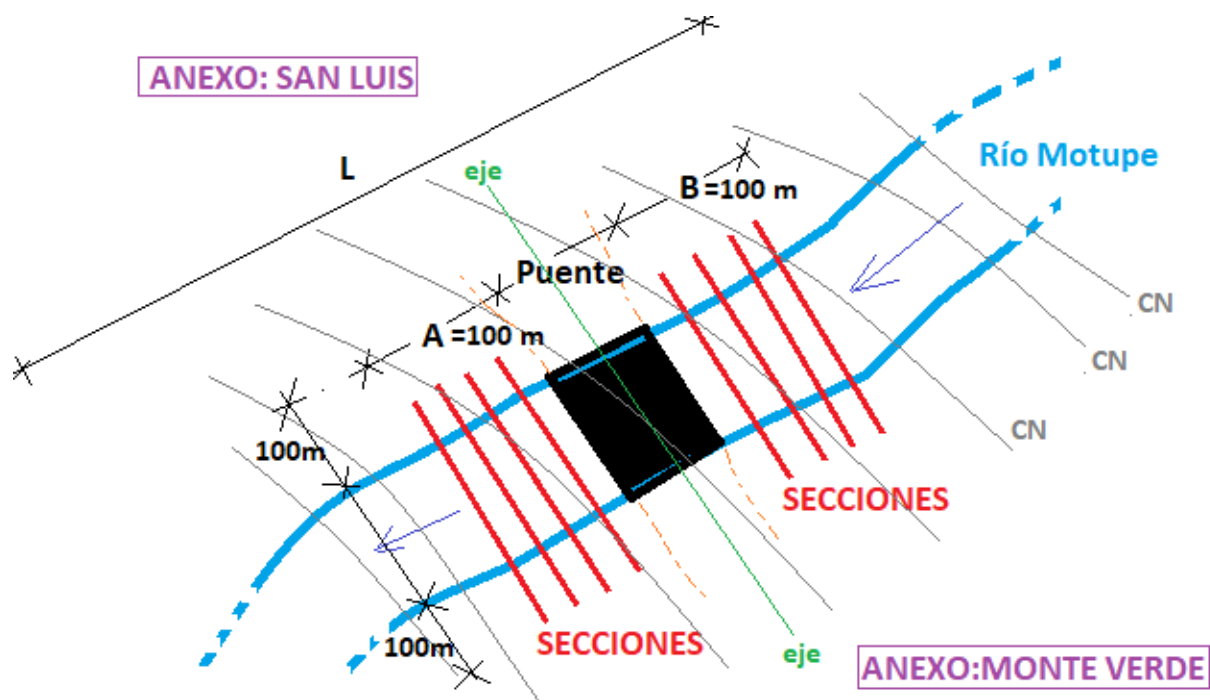
El propósito o finalidad de la investigación es aplicada, es decir busca la utilidad, de manera que se aplica teorías básicas ya existentes para solucionar problemas de la vida social, de la comunidad regional o del país, entre otros [13].

3.2 Población, muestra

La población y muestra son de **clase no probabilística** [13].

La **población o universo**, conjunto de individuos o elementos que podemos observar, medir una característica o atributo [12]. Hecha esta salvedad, mi población es el río Motupe en toda su Longitud, se recopilará toda la información posible para su posterior proceso sistemático. Dado que este tipo de estudio resultaría muy costoso y extenso se trabajará con muestra.

La **muestra o subgrupo** del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta [12]. Ya que influye mucho en el costo y tiempo. Haciendo referencia al Manual de Puentes del MTC, el área de estudio estará comprendiendo por lo menos 100.00 m a cada lado del puente en dirección longitudinal (correspondiente al eje de la carretera) y en dirección transversal (la del río u otro obstáculo a ser transpuesto), este engloba la longitud del puente 80 metros paralelo a eje de la carretera, secciones cada 10 m en tramos curvos y 20 m en tramos tangente, curvas de nivel cada 1 m ;volviendo al tema que nos ocupa, se ejecutaron los estudios de ingeniería, para llevar la concepción de dicho puente. Se representa la siguiente figura donde se detalla lo siguiente:



- POBLACIÓN: LONGITUD DEL RIO AL 100%
- MUESTRA: A+PUENTE+B
- CURVA DE NIVEL (CN) @ 1.00 m
- SECCIONES @10.00 m EN CURVAS Y 20.00 m EN GRAMOS TANGENTE.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Criterios de selección

El criterio más significativo en la elección de un diseño es que sea apropiado para probar ciertas hipótesis de estudio, además de tener un alto nivel de control sobre las variables de estudio [13]. Para tal caso, la elección final del tipo de puente, obviamente eligiendo la alternativa que presenta un cálculo estructural simple, que sea funcional, que sea económica, duradera, segura, de bajo mantenimiento, rápida de trabajar y que utiliza la mejor cantidad de material recursos humanos e instrumentales [41]. De manera que se propone el estudio de dos alternativas de puentes vehicular que serán posicionadas en un futuro sobre el río Motupe para cubrir una luz de 80m. Los mismos que fueron elegidos de acuerdo con los estudios básicos de ingeniería realizados en campo, más las consultas en las entidades páginas web de MTC. de puentes existentes en el mercado, así proponer un modelo de puente vehicular y que haya sido instalados dentro de la región Lambayeque la cual han logrado buen desempeño durante su vida útil, es decir que pueda responder a las cargas vivas y permanentes a las que va a estar expuesta.

También existen anteproyectos de los cuales ya han estimado de costo de construcción, operación y mantenimiento, que han analizado las facilidades de tener equipos suficientes en la obra, de contar con los proveedores de material cercanos, de conseguir una mano de obra calificada [41].

Para explicar que la concepción de un puente está en función a la luz principal y la luz respecto a cada tramo entre apoyos, ya que a medida que crecen las luces, el peso de la estructura aumenta y el peso de la carga viva disminuye y/o viceversa. En lo que respecta a estas estructuras, la carga total varía relativamente (carga móvil) independientemente del tramo. Sin embargo, colocar muchos pilares hará que el costo total de las cimentaciones puede variar ampliamente dependiendo del número y ubicación de los apoyos, el tipo y naturaleza del terreno, el tipo de cimentación y los métodos de ejecución, en tierra seca se tiene la ventaja de elegir luces menores, lo contrario ocurre cuando la zona está restringida con presencia de agua se opta por cimentaciones enormes, a grandes profundidades y con luces mayores entre apoyos [37].

Para finalizar, dentro de los criterios de selección de una obra de arte siempre deben primar estos tres aspectos fundamentales: aspectos económico y financiero, aspecto funcional y construcción, aspecto estético de la estructura [41].

Llegados a este punto, se analizará **puente con viga losa y puente cajón Multicelular en concreto armado convencional**, de las dos alternativas nos quedaremos con la más rentable.

3.4 Operacionalización de variables

Variable Teórica o abstracta		Variable intermedia o Dimensiones	Variabes empíricas o Indicadores	Instrumento de medición	Escala de Medición	
Independiente	Diseño estructural puente vehicular	Estudios básicos de ingeniería	Tráfico	Flujo vehicular, Vehículos de diseño	Ficha conteo vehicular del MTC	De Razón
			Topográfico	Perfil topográfico del terreno Curvas de nivel del terreno	Ficha técnica topográfica, Fotogrametría.	De Razón
			Hidrológico	Características de la cuenca Caudal máximo de diseño, material de arrastre. Nivel freático, socavación.	Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC	De razón
			Ambiental	Acciones, Componentes y factores en la fase de construcción.	Matriz de Leopold	De razón
			Geológico y geotécnico	Perfil estratigráfico del suelo Capacidad portante del suelo	Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC	De razón
		Diseño estructural	Parámetros de diseño Alternativas de diseño Diseño de elementos estructurales	Manual de puentes del MTC	De razón	
		Cauce	Avenidas y erosión del río Socavación en pilas y estribos	Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC	De razón	
		Especificaciones	Memoria descriptiva	Fichas técnicas de los materiales.	Nominal	
		Memoria de cálculo	Diseño estructural: cimentaciones, infraestructura, superestructura. Metrados Costos unitarios	Manual de puentes del MTC, Normas y códigos de AASHTO LRFD	De razón	
		Planos	Estructuras: planta, elevación y detalles, cimentaciones.	Software AutoCAD	De razón	
	Rentabilidad económica	Presupuesto	Fichas técnicas de presupuesto y Software S10	De razón		
Dependiente	Accesibilidad	Condiciones de la zona	Accesibilidad del río Morfología del terreno Cuenca Con o sin presencia de agua Cuenca con o sin presencia de vegetación	Observación y análisis de documentación.	Nominal	

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas son un conjunto de reglas y procedimientos para regular un determinado proceso y lograr un objetivo específico. De la misma manera, los instrumentos son herramientas conceptuales o materiales que se utilizan para recopilar datos e información, como preguntas y elementos que necesitan respuestas del investigador en función de sus objetivos [13].

3.5.1 Observación

Es el proceso de conocimiento de la realidad factual, mediante el contacto directo, a través de los sentidos, la más antigua y al mismo tiempo la más confiable [13].

Según los medios utilizados: La observación estructurada se utiliza para investigaciones descriptivas-cuantitativas, mientras que la observación no estructurada se utiliza para investigaciones exploratorias de tipo cualitativo.

Según la participación del observador: observación participante versus observación no participante.

Según el número de observadores: Observación individual y observación grupal. La fiabilidad de la observación del equipo es mayor.

Según el lugar donde se realiza: observación de campo, laboratorio y gabinete.

Mediante esta técnica se va a conocer in situ del área de influencia es ineludible para el desarrollo de la investigación, asimismo para la realizar los estudios básicos de ingeniería. Por otro lado, identificar el lugar, para saber qué tipo de fenómenos naturales (inundaciones, deslizamientos de terreno, sequías, etc.) o antrópicos que ha ocurrido a lo largo del tiempo; también cuanta población circulara por la carretera, tipo de vehículos, tipo de mercancías transportan. Examinar si el lugar es adecuado para abarcar un puente vehicular asimismo los impactos positivos y negativos que va a producir en entorno, la utilización de una guía de fotos permitiera recordar y ubicarse al momento de procesar la información en gabinete, por ejemplo: cotas del terreno, libreta de campo, guías de observación, fichas, tablas.

3.5.2 Análisis de la documentación

Es el proceso de lectura y análisis de documentos como son libros, artículos, tesis, paper's, informes, normativas, manuales, planos de arquitectura y estructuras, mapas de riesgo y Google académico. Utiliza instrumento como ficha textual, ficha resumen, ficha paráfrasis para el dominio de las variables: conceptos básicos, técnicas avanzadas, ratios, disposiciones presupuestales [13].

3.6 Procedimientos

Son los procesos sistematizados, ordenados y objetivos para describir y clasificar datos de acuerdo con un plan preestablecido, se presentan en forma lógica tal que conduce a la consecución de objetivos y a probar hipótesis investigando [14].

Realizar los estudios de ingeniería bajo los lineamientos del manual de puentes del MTC 2018.

3.6.1 Estudio de tráfico

Este estudio está orientado a proporcionar la información básica para determinar los indicadores de tráfico en el tramo de la carretera hacia el río Motupe para determinar las características geométricas y estructurales del puente vehicular, por ejemplo: conteos y clasificación vehicular, análisis y consistencia de la información, conocer el tráfico actual, IMDs y el tráfico proyectado a 20 años (IMDa).

Instrumento: Fichas de conteo vehicular según el Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018).

3.6.2 Estudio topográfico

Se establecen las características del terreno donde se ejecutará la investigación para el diseño del puente vehicular. Los estudios topográficos tendrán como objetivos:

- Realización de trabajos de campo que permitan elaborar planos topográficos
- Proporcionar información fundamental para estudios de hidrología, geología, geotecnia y medio ambiente.
- Permitir la definición precisa de la ubicación y dimensiones de los elementos estructurales.

3.6.3 Estudio hidrológico

A través de este estudio se establecen los caudales máximos de diseño, con un periodo de retorno predeterminado y probabilidad de ocurrencia, como requisitos mínimos para determinar la ubicación óptima del puente en función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para la estructura.

Para el diseño de puentes, los estudios hidrológicos e hidráulicos deberán contemplar lo siguiente:

- Ubicación óptima del cruce.
- Caudal de diseño en la ubicación del puente.
- Zonas de inundación vinculadas a la ubicación del puente.
- Nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) en la ubicación del puente.
- Definir la altura del galibo.

- Cantidad mínima de desplante recomendada de apoyos
- Obras de protección y contención necesarias.

3.6.3.1 Cálculos de socavación

En la zona del río donde se ubicará el puente se deberá tener en cuenta los siguientes fenómenos de socavación: general, local y de contracción.

3.6.4 Estudio geológico y geotécnico

Se establecen las condiciones de la zona donde se desarrollará en proyecto, identificar el tipo de suelo, tipo y espesores de estratos para la fundación de las cimentaciones de puente y obras de protección. Instrumentos: Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC, calicatas, refracción sísmica, análisis en laboratorio.

Ensayos de Campo

Se realizarán ensayos en campo para determinar los parámetros de resistencia y deformación de los suelos o rocas, así como el perfil estructural, el cual se determinará mediante sondeos en función de la longitud del puente, el número de estribos, el número de pilares. Según el Manual de puentes del MTC propone ejecutar una variedad de ensayos y uno de ellos es la **Aplicación de la Geofísica** que se basa métodos sísmicos aplicados para obras donde las cimentaciones pasan de superficiales a ser profundas. La cual, **si aplican en este trabajo de diseño de puente vehicular, debido a la importancia del mismo. Agregar que ningún estudio geofísico da valores de capacidad portante del suelo (qu), para el diseño de cimentaciones se determinara por tablas de correlaciones de otras investigaciones guiándonos según el tipo de material (estrato) a cimentar.**

- Ensayo de Tomografía de Refracción sísmica (SRT) ondas P (Vp)
- Ensayo de Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW) ondas S (Vs)

Ensayos de laboratorio

Estos ensayos aplican para obras con cimentaciones superficiales u obras provisionales como construcción de almacenes, de guardianía, servicios de básicos, etc. **No se realizarán en este trabajo.**

- Contenido de humedad
- Gravedad específica.
- Distribución granulométrica.
- Determinación del límite líquido y límite plástico

3.6.5 Evaluación de impacto ambiental

Es un estudio técnico destinado a predecir, identificar, valorar y rastrear las consecuencias o efectos ambientales de determinadas acciones [42]. Para este estudio se analiza solamente los impactos ambientales en la fase de construcción que en la fase de funcionamiento. Trazar la línea base con y sin proyecto, aplicar medidas para corregir los impactos en el entorno debido a la alteración del medio ambiente.

3.7 Plan de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de datos es una actividad que se ejecuta luego de la recolección de la información, el análisis se realiza tomando en cuenta los niveles de medición de las variables y mediante la estadística. Para el análisis de datos cuantitativos, cuyo procedimiento es, seleccionar, ejecutar, explorar, evaluar la confiabilidad y validez de los instrumentos, aplicar el análisis estadístico descriptivo para cada variable de estudio, preparar los resultados para representarlos en cuadros, tablas, gráficos y diagramas, de manera que busca que los resultados sean precisos, oportunos y sobre todo confiables [13].

De acuerdo con ello el trabajo se ejecutará siguiendo los pasos correspondientes para obtener los resultados que serán interpretados para determinar las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

Hecha esta salvedad, luego de haber realizado los estudios básicos de ingeniería in situ, validados según indicado en el Manual MTC 2018, estos serán tabulados y limpiados de vicios que se pueda generarse al momento del cruce de información; los mismos que serán base para el proceso sistematizado de cálculo estructural y uso computarizado con programas de ingeniería civil como: Microsoft Word 2016, Microsoft Excel 2016, Foxit Phantom PDF, Programas de estructuras SAP 2000 V22 / CSIBRIGDE V22, AutoCAD 2020. Para la elección de tipo de puente se presentarán dos alternativas que están acordes con el tramo de luz a cubrir que serán en relación con su funcionalidad y seguridad de servicio, entre ellos tenemos al **puente con viga losa, puente con viga cajón, en concreto armado**, luego se procederá al diseño de los mismos de manera que cumpla con todas las expectativas en beneficio de la sociedad. Asimismo, con la información obtenida determinar los niveles de máximas avenidas y erosión en el cauce del río Motupe haciendo uso del software HEC-HMS. Por otro lado, presentar la estructuración de los puentes seleccionados para analizarlos y proceder al diseño de la estructura del puente mediante software CSi Bridge / SAP 2000. Para ello otro punto a tomar en cuenta es evaluar la estabilidad de los pilares y estribos del puente por socavación mediante el software Hec Ras / Hec Geohms; de acuerdo con el

análisis y la problemática que se detectará en los elementos estructurales presentar posibles medidas de protección para mitigar los efectos. Todo los cálculos y procedimientos estarán plasmados en la memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones técnicas, los planos estructurales en planta, elevación y detalles de un puente vehicular. Para finalizar, presentar la rentabilidad económica propuesto para inversión pública.

Los resultados se muestran con validez de acuerdo con cada variable de estudio, a fin de analizar, cuantificar los resultados, los mismos que se presentaran en tablas, figuras y otros, para su respectiva interpretación metodológica y temática.

3.8 Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA
 TÍTULO: “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”

Formulación del problema	Objetivos	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de Medición	
¿Cómo influye el Diseño estructural de un puente vehicular en el desarrollo de las comunidades, optimizando la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021?	Objetivo General: Diseñar la estructura de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, ubicado en el distrito Mórrope, provincia y región Lambayeque al periodo 2021.	Estudios básicos de ingeniería	Tráfico	Flujo vehicular, Vehículos de diseño	Ficha conteo vehicular del MTC	De Razón
			Topográfico	Perfil topográfico del terreno Curvas de nivel del terreno	Ficha técnica topográfica, Fotogrametría.	De Razón
			Hidrológico	Características de la cuenca Caudal máximo de diseño, material de arrastre. Nivel freático, socavación.	Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC	De razón
			Ambiental	Acciones, Componentes y factores en la fase de construcción.	Matriz de Leopold	De razón
			Geológico y geotécnico	Perfil estratigráfico del suelo Capacidad portante del suelo	Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos del MTC	De razón
		Objetivos específicos: -Elaborar los estudios de tráfico, topográfico, hidrológico, ambiental, geológico y geotécnico. -Analizar los parámetros de diseño estructural bajo los lineamientos manual de Puentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. -Seleccionar el diseño estructural del puente a través de dos alternativas de interacción con relación a su funcionalidad y seguridad de servicio. -Determinar los niveles del máximas avenidas y erosión en el cauce del río Motupe mediante el software HEC-HMS. -Diseñar la estructura del puente mediante software CSI Bridge / SAP 2000. -Evaluar la estabilidad estructural de los pilares y estribos del puente por socavación mediante el software Hec Ras / Hec Geohms. -Presentar la memoria descriptiva, memoria de cálculo, especificaciones técnicas y plano de diseño estructural en planta, elevación y detalles del puente. -Presentar la rentabilidad económica propuesto para inversión pública.	Diseño estructural	Parámetros de diseño Alternativas de diseño Diseño de elementos estructurales	Manual de puentes del MTC	De razón
	Cauce		Avenidas y erosión del río Socavación en pilas y estribos	Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC	De razón	
	Especificaciones		Memoria descriptiva	Fichas técnicas de los materiales.	Nominal	
	Memoria de cálculo		Diseño estructural: cimentaciones, infraestructura, superestructura. Metrados Costos unitarios	Manual de puentes del MTC, Normas y códigos de AASHTO LRFD	De razón	
	Planos		Estructuras: planta, elevación y detalles, cimentaciones.	Software AutoCAD	De razón	
	Rentabilidad económica		Presupuesto	Fichas técnicas de presupuesto y Software S10	De razón	
	Condiciones de la zona		Accesibilidad del río Morfología del terreno Cuenca Con o sin presencia de agua Cuenca con o sin presencia de vegetación	Observación y análisis de documentación.	Nominal	

Fuente: Elaboración propia

3.9 Aspectos éticos

Se relaciona con el campo de valores y principios que debe regir a todo investigador, y se deriva en gran medida de las mismas características del conocimiento científico [13].

Transferencia de conocimiento: Todo investigador tiene un alto concepto de rectitud, responsabilidad y honestidad, actitud moral y celo por la investigación, honestidad en el trabajo científico y amor por la verdad, veraz sin falsearlos [13].

SUNEDU: La comunidad escuelas superiores debe respetar la autoría y posesión intelectual de investigadores, empresas y otros.

USAT: Establece los principios éticos que aplicar al investigador es: la autonomía, bien común, honestidad, buena fe, justicia, libertad de investigación, responsabilidad y propiedad intelectual [15].

Colegio de Ingenieros del Perú (CIP): Define criterios y conceptos que deben orientar la conducta del ingeniero de acuerdo con los valiosos fines de la profesión que ejerce, en el contexto de los valores y principios que la institución promulga.

Otros:

- Referenciar toda la documentación a través de la norma IEEE, de las fuentes consultadas para no caer en el plagio, reconociendo en derecho de autor.
- Los estudios realizados en esta investigación estén debidamente certificados por laboratorios.

IV. Resultados y discusión

4.1 Estudios básicos de ingeniería

4.1.1 Estudio de tráfico

4.1.1.1 Introducción

El presente documento constituye el estudio de tráfico del proyecto de tesis nominado “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021, elaborado bajo el marco estipulado por la normatividad técnica vigente. La evaluación económica y ambiental de una vía requiere de insumos esenciales sobre las características del transporte en el área de influencia del proyecto vial. Estos insumos se refieren a la cantidad y composición de los vehículos que transitarán por la vía en los periodos de diseño definidos. Por ello, los estudios de tráfico son fundamentales para la determinación de la factibilidad de cualquier proyecto vial.

En el presente Proyecto se desarrolla en el Distrito de Morrope el cual cuenta con 84 caseríos y con una población de 48209 habitantes entre hombres y mujeres; para el presente trabajo nos dirigimos al caserío Monte Verde- San Luis, tramo río Motupe donde se realizó el estudio de tráfico.

4.1.1.2 Generalidades

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se desplazan por esta carretera existente (tocha).

4.1.1.3 Objetivos

El Estudio de Trafico tiene los objetivos siguientes:

- Conocer el volumen y clasificación vehicular en las horas punta de la mañana y tarde, en tramos relevantes para el estudio, a fin de establecer la utilización de la vía y el nivel de servicio que proporciona, estableciendo el nivel de congestión actual a través de IMD, IMDs, IMDa.
- Clasificación de la carretera según del manual de DG-2018.

4.1.1.4 Metodología de trabajo del estudio de tráfico

Área de influencia y seccionamiento de la vía con fines de tráfico

El área de influencia estará delimitada de acuerdo con la envergadura del proyecto, la superficie servida por la vía existente carretera Monte Verde - San Luis con en el tramo de río Motupe; sus inmediaciones geográficas y sobre la cual incide el desarrollo de las actividades socioeconómicas, por ser la infraestructura vial una de sus principales condicionantes.

Es una zona de fácil acceso, gracias a ello facilita la accesibilidad al lugar de estudio.

Demarcación Política:

El área definida con los criterios antes mencionados se ha reajustado a los límites políticos, con el objeto de poder obtener la información socioeconómica cuantificada requerida para el análisis sectorial, con miras a las proyecciones del tráfico de las vías; circunscribiéndola a la demarcación distrital.

Es necesario que las vías consideradas para propósitos de la determinación del Área de Influencia, incluya no solo los tramos, objeto del estudio, sino también a las rutas que directa o indirectamente tienen efecto en la atracción de la demanda para el tráfico dentro del área de influencia.

Definición de procedimientos para la ejecución de los conteos

Luego del reconocimiento de campo, que sirvió para observar el comportamiento del tráfico en la vía y fijar la distribución de los recursos a emplear en función a la magnitud alcanzada en cuanto a los niveles de tráfico que presenta, se procedió a preparar el material de conteo vehicular y al personal de encuestadores.

Para la realización del censo volumétrico de tráfico, se definió la estación de conteo de manera que el encuestador obtenga la información con facilidad, ya que este proceso se efectuará empleándose el conteo manual para discriminar los diferentes tipos de vehículos que componen el flujo de tránsito. En este tipo de conteo una persona provista de un tablero con un formulario va apuntando el paso de los vehículos tanto de ida y regreso (en ambos sentidos).

4.1.1.5 Características generales del conteo

Para el Estudio de tráfico se ha realizado:

- Se definió 1 estación de Conteo estratégicamente ubicada en la entrada del río. (ver en croquis)
- Los conteos se realizaron en un período de tiempo de 7 días consecutivos de lunes (04/04/22) a Domingo (10/04/22).
- Las horas de conteo fueron desde las 05:00am hasta 08:00 pm del día siguiente.

- Los conteos vehiculares fueron cerrados cada hora, con el objetivo de evaluar posibles intensidades de flujo extraordinarios.
- Los Conteos se realizaron en ambos sentidos.
- Los conteos fueron volumétricos y clasificados por tipo de vehículo de la siguiente manera: Vehículos ligeros (Mototaxi, Automóviles, Pick-up, combi), Vehículos pesados (Micro bus, B2, B3, B4-1, C2, C3, Volquete de 2 ejes, volquete de 3 ejes, T2S1, T2S2, T2S3, T3S1, T3S2, T3S3).

4.1.1.6 Croquis de ubicación de las estaciones de conteo

En figura se aprecia la ubicación de la estación de conteo:



Fuente: Google earth

En el Gráfico se muestra el punto donde se realizó el conteo de tráfico, para la presente tesis.

4.1.1.7 Trabajo de gabinete

- **Volumen de tránsito:** Se define como el número de vehículos que pasan por un punto o un carril durante una unidad de tiempo. Sus unidades son vehículos/día; vehículos/hora, etc.
- **Índice Medio Diario, IMD:** Es el promedio del número de vehículos que pasan por un punto durante un período de tiempo. Según el período de análisis para medir el volumen, podrá ser índice medio diario anual, IMDA, índice medio diario mensual (IMDM) o índice medio diario semanal (IMDS).
- **Días de conteo:** Mañana, tarde y noche; lo ideal es contar las 24 horas.

4.1.1.8 Resumen diario por cada hora de conteo

Se realizo el conteo desde el lunes 4 de abril al domingo 10 de abril de 5am a 8pm, horario en el cual se extrajo toda la información para trabajo en gabinete.

Para el procesamiento de datos, se han considerado los conteos vehiculares realizados en el Estudio de Factibilidad del presente Proyecto, por lo cual se toman las fichas técnicas (tablas establecidas por MTC) con adaptación propia.

Tablas que se utilizaron para el conteo durante los 7 días seguido los cuales se muestran a continuación.

Tabla 25 Cuento de tráfico día lunes

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Lunes	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	04/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA		
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	2	1	-	8	9	15	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
6 - 7	3	2	3	10	10	18	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
7 - 8	3	-	2	12	8	15	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
8 - 9	1	1	-	10	11	10	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
9 - 10	4	2	3	10	5	8	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	34
10 - 11	2	2	-	4	5	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
11 - 12	1	3	2	10	9	-	2	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	30
12 - 13	3	2	3	12	5	-	2	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	30
13 - 14	3	3	2	15	8	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
14 - 15	2	-	-	6	-	8	-	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	21
15 - 16	2	3	2	-	7	11	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
16 - 17	1	3	2	16	9	18	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
17 - 18	4	2	3	15	10	19	8	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66
18 - 19	3	-	2	15	12	18	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DÍA	34	24	24	143	108	148	61	0	13	10	2	2	0	2	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 26 Conteo de tráfico día martes

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Martes	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	05/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA		
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	2	-	-	9	10	14	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
6 - 7	2	2	3	10	8	19	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
7 - 8	3	-	2	13	9	15	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49
8 - 9	2	1	-	9	11	10	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
9 - 10	4	-	1	8	5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
10 - 11	2	2	-	4	5	8	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
11 - 12	-	1	2	10	4	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
12 - 13	3	2	3	14	5	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	31
13 - 14	3	1	1	16	6	2	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	31
14 - 15	2	-	-	6	-	8	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
15 - 16	-	3	2	-	7	12	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
16 - 17	1	-	2	16	9	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
17 - 18	4	2	1	15	10	19	8	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63
18 - 19	3	4	2	16	13	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X Día	31	18	19	146	102	151	61	0	13	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 27 Conteo de tráfico día miércoles

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Rio Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Miercoles	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	06/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA		
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	1	-	1	14	11	16	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
6 - 7	2	3	3	10	8	19	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56
7 - 8	3	-	3	13	9	15	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
8 - 9	2	1	-	9	11	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
9 - 10	4	2	1	9	5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
10 - 11	3	2	-	4	6	8	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
11 - 12	1	1	2	10	4	-	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
12 - 13	3	2	1	16	5	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31
13 - 14	3	1	1	14	6	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
14 - 15	2	-	-	6	-	8	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
15 - 16	-	3	2	-	7	12	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
16 - 17	1	-	2	13	9	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
17 - 18	-	2	2	15	11	17	8	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
18 - 19		2	2	15	13	19	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DÍA	25	19	20	148	105	150	59	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 28 Conteo de tráfico día jueves

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Rio Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Jueves	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Rio Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	07/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE						TOTAL POR HORA	
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3		
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	2	1	-	9	9	14	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
6 - 7	3	2	3	10	10	18	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
7 - 8	3	-	2	12	8	15	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
8 - 9	1	1	-	10	11	10	4	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	39
9 - 10	4	2	3	10	5	8	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	35
10 - 11	-	2	-	4	5	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
11 - 12	1	3	2	10	9	-	2	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	30
12 - 13	3	2	3	12	5	-	2	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	31
13 - 14	3	3	2	14	8	2	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	35
14 - 15	2	-	-	6	-	8	-	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	21
15 - 16	2	3	2	-	7	11	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
16 - 17	1	3	2	16	9	18	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
17 - 18	4	2	3	15	10	19	8	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
18 - 19	-	-	2	15	12	18	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DÍA	29	24	24	143	108	147	62	0	12	10	4	2	0	4	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 29 conteo de tráfico día viernes

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Viernes	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	08/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE						TOTAL POR HORA	
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3		
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	1	1	-	9	9	14	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
6 - 7	3	2	3	10	10	18	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
7 - 8	3	-	2	10	8	15	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
8 - 9	1	1	-	9	11	10	4	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	38
9 - 10	2	2	3	10	5	8	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	33
10 - 11	-	2	-	4	5	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
11 - 12	1	3	2	1	9	-	2	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	21
12 - 13	2	2	3	13	5	-	2	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	31
13 - 14	2	3	2	10	8	2	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	30
14 - 15	-	-	-	6	-	8	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	19
15 - 16	2	3	2	-	7	11	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
16 - 17	1	3	2	16	9	18	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
17 - 18	3	2	3	14	10	19	8	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61
18 - 19	-	-	2	14	12	19	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DIA	21	24	24	126	108	148	62	0	11	9	4	2	0	4	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 30 Conteo de tráfico día sábado

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Sábado	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	09/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN			TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA			
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1		T3S2	T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	1	1	-	10	9	13	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
6 - 7	1	3	3	8	10	16	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52
7 - 8	1	-	2	9	8	15	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
8 - 9	2	2	1	9	11	10	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
9 - 10	1	1	3	10	5	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
10 - 11	-	2	1	4	5	8	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
11 - 12	1	1	2	1	10	-	2	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	20
12 - 13	2	2	3	12	5	-	2	-	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	30
13 - 14	1	3	2	11	9	3	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	32
14 - 15	-	-	-	6	-	9	-	-	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	20
15 - 16	1	2	2	-	7	11	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
16 - 17	2	1	2	15	9	15	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51
17 - 18	1	2	2	14	10	16	7	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
18 - 19	1	-	2	13	12	16	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DÍA	15	20	25	122	110	141	62	0	12	9	2	2	0	2	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

Tabla 31 Conteo de tráfico día domingo

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Domingo	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	10/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		



















HORA	Mototaxi	CAMIONETA			Micro bus	BUS			CAMIÓN				TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA		
		Auto móvil	Pick-up	Combi		B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1 - 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 - 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 - 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 - 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
5 - 6	-	1	-	-	6	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
6 - 7	1	1	1	3	8	16	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
7 - 8	1	-	-	2	6	10	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
8 - 9	1	1	-	8	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
9 - 10	2	-	2	6	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
10 - 11	-	-	-	4	5	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
11 - 12	1	2	2	1	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
12 - 13	2	2	1	9	5	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
13 - 14	2	-	2	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
14 - 15	-	-	-	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
15 - 16	2	3	1	-	7	4	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
16 - 17	1	3	-	8	9	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
17 - 18	1	-	2	9	6	10	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37
18 - 19	-	-	-	6	9	15	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36
19 - 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
20 - 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
21 - 22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
22 - 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
23 - 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
TOTAL X DÍA	14	13	11	67	82	77	58	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TABLA: Adaptación del MTC
Elaboración propio

4.1.1.9 Consolidado de tráfico diario en ambos sentidos

Aquí el consolidado de conteo durante toda la semana.

Tabla 32 Resumen de tráfico vehicular

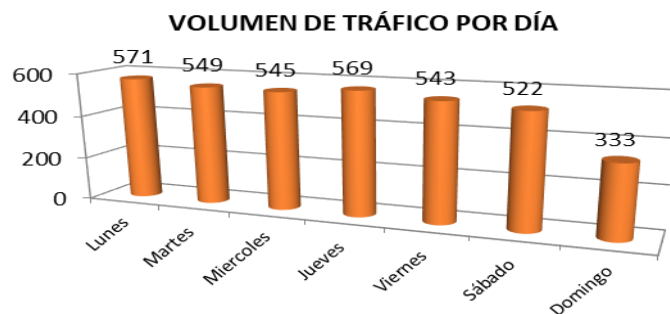
HORA	CAMIONETA					BUS					CAMIÓN		TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL	%	
	Mototaxi	Auto móvil	Pick-up	Combi	Micro bus	B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2			T3S3
Diagrama Vehicular																				
Lunes	34	24	24	143	108	148	61	0	13	10	2	2	0	2	0	0	0	0	571	15.72%
Martes	31	18	19	146	102	151	61	0	13	6	0	2	0	0	0	0	0	0	549	15.12%
Miércoles	25	19	20	148	105	150	59	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	545	15.01%
Jueves	29	24	24	143	108	147	62	0	12	10	4	2	0	4	0	0	0	0	569	15.67%
Viernes	21	24	24	126	108	148	62	0	11	9	4	2	0	4	0	0	0	0	543	14.95%
Sábado	15	20	25	122	110	141	62	0	12	9	2	2	0	2	0	0	0	0	522	14.37%
Domingo	14	13	11	67	82	77	58	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333	9.17%
TOTAL	169	142	147	895	723	962	425	0	86	49	12	10	0	12	0	0	0	0	3632	100.00%
%	4.65%	3.91%	4.05%	24.64%	19.91%	26.49%	11.70%	0.00%	2.37%	1.35%	0.33%	0.28%	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.10 Índice medio diario (IMD)

Para determinar el IMD se usa el volumen promedio del tránsito por tipo de vehículo y por día para lo cual se ha empleado la siguiente fórmula.

Fig. 30 Índice medio diario



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.11 Determinar del IMDs y IMDa

Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7} \quad IMD_A = IMD_S * FC$$

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice Medio Anual

V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tabla 33 Cálculo de IMDs y IMDa

Estación	HORA	Mototaxi	CAMIONETA				Micro bus	Bus				CAMIÓN		TRAYLER-SEMIREMOLQUE						TOTAL VEH. X DIA (IMD)	
			Auto móvil	Pick-up	Combi			B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		T3S3
Entrada del Rio Motupe- de 5am -5am-24 horas	Diagrama Vehicular																				
	Lunes	34	24	24	143	108	148	61	0	13	10	2	2	0	2	0	0	0	0	0	571
	Martes	31	18	19	146	102	151	61	0	13	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	549
	Miércoles	25	19	20	148	105	150	59	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	545
	Jueves	29	24	24	143	108	147	62	0	12	10	4	2	0	4	0	0	0	0	0	569
	Viernes	21	24	24	126	108	148	62	0	11	9	4	2	0	4	0	0	0	0	0	543
	Sábado	15	20	25	122	110	141	62	0	12	9	2	2	0	2	0	0	0	0	0	522
Domingo	14	13	11	67	82	77	58	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	333	
TOTAL	3632	169	142	147	895	723	962	425	0	86	49	12	10	0	12	0	0	0	0	0	3632
% TOTAL	100.00%	4.65%	3.91%	4.05%	24.64%	19.91%	26.49%	11.70%	0.00%	2.37%	1.35%	0.33%	0.28%	0.00%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
TOTAL IMDs	524	25	21	21	128	104	138	61	0	13	7	2	2	0	2	0	0	0	0	0	
% Sem. IMDs	100%	4.77%	4.01%	4.01%	24.43%	19.85%	26.34%	11.64%	0.00%	2.48%	1.34%	0.38%	0.38%	0.00%	0.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Clasificación	Vehículos ligeros					Vehículos pesados															
F.C	1.12					1.08															
IMDa=IMDs*FC	575.00	28.00	24.00	24.00	144.00	112.00	149.00	66.00	0.00	14.00	8.00	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
% IMDa	100%	4.87%	4.17%	4.17%	25.04%	19.48%	25.91%	11.48%	0.00%	2.43%	1.39%	0.35%	0.35%	0.00%	0.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.12 Valores de la tasa de crecimiento y PBI regional

- **Tasa de Crecimiento Anual de la Población:** para vehículos de pasajeros, la tasa de crecimiento es de 1.50% (INEI).
- **Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional:** para vehículos de carga, es de 3.18% (INEI).

4.1.1.13 Proyección de 20 años para tráfico normal

Aplicaremos la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

Tn: Tránsito proyectado al año n en vehículo/día

To: Tránsito actual (año base) en vehículo/día

n = año futuro de proyección (2022, n=20)

r = tasa anual de crecimiento del tránsito (depende del tipo de tráfico)

Tabla 34 Proyección de 20 años para tráfico normal

Clasif.	VEHÍCULO	Tas Cre. %	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Vehículos ligeros	Mototaxi	1.50%	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	32	33	33	34	34	35	36	36	37	37
	Auto móvil	1.50%	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32
	Pick-up	1.50%	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32
	Combi	1.50%	144	144	146	148	151	153	155	157	160	162	165	167	170	172	175	177	180	183	185	188	191
Vehículos Pesados	Micro bus	3.18%	112	112	116	119	123	127	131	135	139	144	148	153	158	163	168	174	179	185	191	197	203
	B2	3.18%	149	149	154	159	164	169	174	180	186	191	198	204	210	217	224	231	238	246	254	262	270
	B3	3.18%	66	66	68	70	73	75	77	80	82	85	87	90	93	96	99	102	106	109	112	116	120
	B4-1	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C2	3.18%	14	14	14	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	21	22	22	23	24	25	25	25
	C3	3.18%	8	8	8	9	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15	15
	Volquete 2 ejes	3.18%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	Volquete 3 ejes	3.18%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	T2S1	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T2S2	3.18%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	T2S3	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S1	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S2	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T3S3	3.18%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL IMDa			575	575	590	605	620	636	652	669	686	704	722	741	760	780	800	821	843	865	888	911	936

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.14 Determinación de Esal según AASHTO

Se trabajará con el IMDA del año actual 2022 cuyos datos se proyectarán años.

Fig. 31 Ecuación de ESAL para diseño de carreteras

Nº carriles en 1 dirección	%ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: S. MINAYA & A. ORDOÑEZ

Valores de la tabla que son multiplicados por el factor direccional recomendado 50%

$$\text{Esal} = 100 * 0.50 = 50\% = 0.50$$

Cálculo del factor de crecimiento

$$F.C = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

F.C= Factor de crecimiento.

r= Tasa de crecimiento anual %.

n= Periodo de diseño en años.

r (%) =3 (Rec. Manual suelos y pavimentos)

n(años)=20

F.C=26.87

Tabla 35 Determinación de ESAL

TIPO DE VEHICULOS	N° VEH. IMDa	N° VEH IMDa x % ESAL	N° VEH/AÑO	F.C	ESAL en el carril de diseño	F.C.	ESAL diseño
Mototaxi	28	14	5110	0.0001	1	26.87	14
Auto móvil	24	12	4380	0.0001	0	26.87	12
Pick-up	24	12	4380	0.0001	0	26.87	12
Combi	144	72	26280	0.0001	3	26.87	71
Micro bus	112	56	20440	0.94	19214	26.87	516277
B2	149	75	27193	3.71	100884	26.87	2710796
B3	66	33	12045	2.57	30956	26.87	831790
B4-1	0	0	0	2.03	0	26.87	0
C2	14	7	2555	3.71	9479	26.87	254706
C3	8	4	1460	2.57	3752	26.87	100823
Volquete 2 ejes	2	1	365	3.71	1354	26.87	36387
Volquete 3 ejes	2	1	365	2.57	938	26.87	25206
T2S1	0	0	0	6.87	0	26.87	0
T2S2	2	1	365	5.73	2091	26.87	56198
T2S3	0	0	0	5.51	0	26.87	0
T3S1	0	0	0	5.73	0	26.87	0
T3S2	0	0	0	4.59	0	26.87	0
T3S3	0	0	0	4.37	0	26.87	0
Total	575						4532289

Numero de Repeticiones de ejes equivalentes

Esal Diseño = Nrep de EE= 4.5×10^6 EE (20 años)

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.15 Espesor del asfalto

Dado que no se cuenta con datos de CBR, se asumirá un valor de 95%, teniendo en cuenta que la carpeta asfáltica estará sobre el tablero de concreto que a la vez es un material bueno, resistente y dúctil, más aun teniendo en cuenta las características de la zona son de baja pluviometría, no estará expuesto a ambientes agresivos, y solo si por dar continuidad y confort a los vehículos que transitan; por lo que la carpeta asfáltica estará apoyada sobre un, por ello que se muchos proyectistas recomiendan un espesor de **5 cm**. También según recomendación de la NTP CE.10 el espesor mínimo es de 60mm para pavimentos urbanos, pero en este caso se procederá a calcular un espesor pleno de capa asfáltica o **full deph por el método del Instituto del Asfalto**.

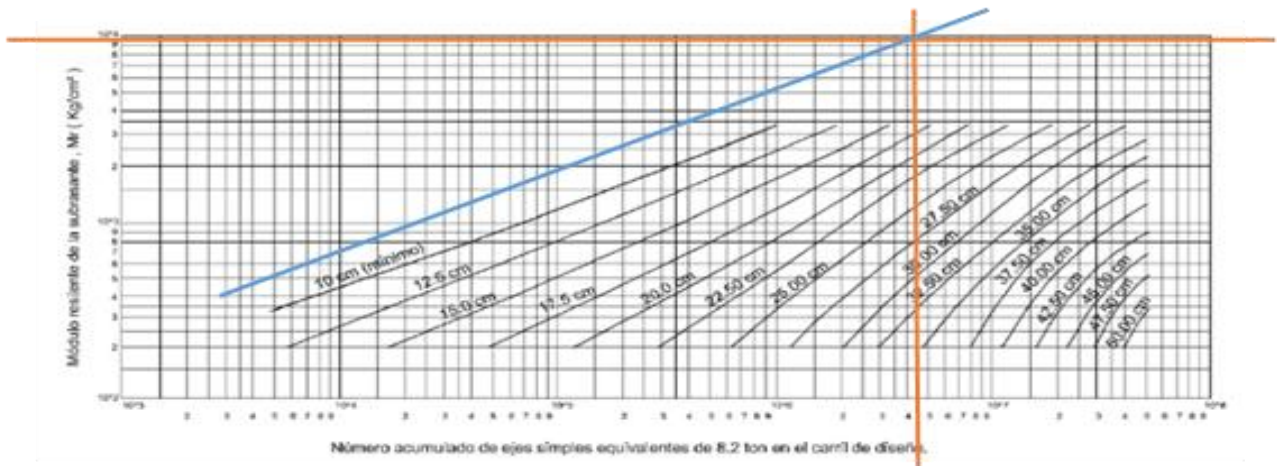
Datos:

$$ESAL = 4.5 \times 10^6 \text{ EE}$$

$$CBR (\%) = 95 \text{ "valor asumido"}$$

$$Mr = 100 * CBR = 9500 \text{ Kg/cm}^2$$

Fig. 32 Ábacos full deph



Fuente: Apuntes de clase.

Por lo tanto, el espesor de asfalto óptimo será de **5 cm** aproximadamente.

4.1.1.16 Clasificación de la carretera según el manual DG-218

Clasificación por demanda

- Carretera de segunda clase
- IMDa: 400- 2000 veh/día
- Una calzada de 2 carriles c/carril 3.30 m
- Cruces a nivel, puentes peatonales

4.1.1.17 Clasificación por orografía

Orografía tipo 1: Terreno plano. Inclinación transversal del terreno $\leq 10\%$. Pendientes longitudinales $< 3\%$.

4.1.1.18 Velocidad de diseño

Fig. 33 Velocidad de diseño aplicado a carreteras

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: DG-2018

Para carretera de segunda clase con orografía plana se puede diseñar con las velocidades de 60, 70, 80, 90, 100 km/h.

Para el caso del puente será con 60km/h como velocidad mínima en efectos de seguridad.

4.1.1.19 Ancho mínimo de calzada en tangente

El ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.

Fig. 34 Ancho de calzada

Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera						
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400						
	Primera Clase		Segunda Clase		Primera Clase		Segunda Clase		Primera Clase		Segunda Clase		Tercera Clase		Tercera Clase		Tercera Clase						
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Velocidad de diseño:																							
30km/h																		5.00	6.00				
40 km/h																		6.60	6.60	6.60	5.00		
50 km/h																		7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	5.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60					
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60					
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60					
90 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20			7.20		6.60	6.60							
100 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20				7.20										
110 km/h	7.20	7.20			7.20																		
120 km/h	7.20	7.20			7.20																		
130 km/h	7.20																						

- Notas:**
- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
 - b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

Fuente: DG-2018

4.1.1.20 Ancho de bermas

Se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

Fig. 35 Ancho de berma

Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400							
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda Clase		Primera Clase		Segunda Clase		Tercera Clase		Tercera Clase		Tercera Clase							
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30 km/h																								
40 km/h																		1.20	1.20	0.90	0.50			
50 km/h																		2.60	2.60	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	1.20	1.20	1.20	1.20						
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.20	1.20	1.20	1.20						
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.20	1.20	1.20	1.20						
90 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00			3.00	3.00	1.20	1.20	1.20	1.20						
100 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00				3.00											
110 km/h	3.00	3.00			3.00																			
120 km/h	3.00	3.00			3.00																			
130 km/h	3.00																							

- Notas:**
- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
 - b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase
 - c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el **Tópico 305.12**, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: DG-2018

4.1.1.21 Bombeo

La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.

Fig. 36 Valores de bombeo en calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG-2018

4.1.1.22 Vehículo de diseño

El camión de diseño escogido en función a la demanda y el número de ejes el HL-93.

4.1.2 Estudio topográfico

4.1.2.1 Memoria descriptiva

El presente informe tiene como objetivo fundamental describir los trabajos de LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO efectuados a través de ESTACIÓN TOTAL TOPCON y DRONE DJI PHANTOM 4 PRO V2 correspondiente al proyecto de tesis: “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”.

4.1.2.2 Objetivos

a) General

El objetivo del presente trabajo fue realizar el Levantamiento Topográfico y plasmar en planos los detalles, la identificación de las características físicas del terreno, definición de cotas, pendientes, además la determinación de perímetros del cauce, linderos colindancias, áreas, ángulos y vértices de las referencias a las coordenadas UTM, y otras características que permitan tener la información precisa, para la elaboración del proyecto de tesis y/o futuro: **“Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”**.

b) Específicos

- Establecer sobre toda su extensión las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí (BMs y PI), por mediciones de precisión relativamente alta (Estación total).

4.1.2.3 Metodología del trabajo

El presente trabajo se desarrolló aplicando la siguiente metodología de trabajo:

-Primero: reconocimiento de las áreas en estudio y zonas aledañas donde se ejecutará el proyecto.

-Segundo: Realización de los Trabajos de campo, mediciones, uso de equipos topográficos, toma de puntos de control (horizontal, vertical), para luego monitorear el vuelo del dron dji phantom 4 pro v2, el cual levantara del área a tiempo real.

-Tercero: Realización de los Trabajos de gabinete, el cual está basado en el procesamiento de datos, haciendo uso software civil 3D 2022.

a) Ubicación

Región : Lambayeque

Provincia : Lambayeque

Distrito : Morrope

Sector : Monte Verde a San Luis – Tramo río Motupe.

b) Linderes y medidas

Toda la longitud o extensión del Río Motupe en cuanto esté dentro de los límites del Distrito de Mórrope le pertenece a la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope (CCSPM). Como se sabe la dinámica del río es variada y de forma irregular, presentando los siguientes límites levantados y los poseionarios aledaños quienes tienen un predio inscrito en la Comunidad de Mórrope.

Área levantada con dron: 0.522km²

Colindantes:

- Por el Norte: Caserío San Luis
- Por el Sur: Caserío Monte Verde
- Por el Este: Aguas arriba del cauce (Propiedad de CCSPM)
- Por el Oeste: Aguas abajo del cauce (Propiedad CCSPM)

4.1.2.4 Descripción del área de trabajo

Descripción del terreno en altimetría y planimetría.

Se ejecutó una poligonal con medida abierta, utilizándose para ello Estación Total con colector Interno de Información, cada medida se realizó en modo fino, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador y logrando errores dentro de lo permitido.

- En primer lugar, se buscó un sitio visible de donde los hitos a colocar BM1, BM2, BM3, P3, P4, pueda darse lectura de los mismos. Se fijo la estación en el centro del río y se dio lectura a cada uno de los puntos mencionados (Ver fotos en anexos).
- Se situó el instrumento sobre la primera estación, cuidadosamente quedado bien nivelado y que la estación coincida con la plomada óptica y laser, para de esta forma asegurarse de que el eje óptico se encuentre precisamente sobre la estación y no sobre un punto cercano a ella, lo que acarrearía un error considerable en todas las medidas posteriormente realizadas desde dicha estación.
- Situado el instrumento, se medirá la altura instrumental, esta medida se efectuó con un flexómetro y se hizo desde el eje óptico hasta el punto de la estación.
- Se pasó a ubicar nuestro siguiente punto (vértice de poligonal básica de apoyo).
- Como es fácilmente comprensible a lo largo del río, en el eje del cauce existen áreas de difícil acceso y áreas libres para monumentar los puntos de control vertical aparte de los de control horizontal (puntos iniciales), por lo que se ha optado por establecer Puntos de Control Horizontal y Vertical en las áreas donde se ejecutaran las obras.

4.1.2.5 Descripción de elementos existentes en el terreno.

No se encontraron puntos o hitos de obras similares, para ello se posicionaron 3 BMs de concreto referenciales y 2 PI, para obtener la altura referenciada de m.s.n.m.

4.1.2.6 Monumentación de puntos topográficos

Los puntos de control ubicados en el área de estudio fueron ubicados en zonas estratégicas para facilitar su uso en el replanteo y fueron planificadas con anterioridad al levantamiento y se colocaron en el área a intervenir en hitos de concreto denominados del BM1 hasta BM3, para que de esta manera se pueda replantear topográficamente, cualquier punto que se requiera o alguna área a intervenir, los cuales se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 36 Coordenadas de BMs de lugar de estudio

Cuadro de BMs sistema WGS-84				
Punto	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	617032.320	9287467.964	45.342	BM1
2	616956.156	9287525.184	45.831	BM2
3	616758.533	9287276.510	41.870	BM3

Fuente: Elaboración propia.

También se establecieron puntos auxiliares de la poligonal denominados estación o punto de apoyo los cuales sirvieron para la radiación de todos los puntos necesarios de la zona. **Ver anexo N°11 Instrumentos de recolección de datos**

Tabla 37 Puntos auxiliares en lugar de estudio

Punto	Este	Norte	Elevación	Etiqueta
3	616827.737	9287323.324	41.742	P3
4	617061.578	9287613.092	42.172	P4

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.7 Levantamiento topográfico planimétrico

Descripción de la recolección de datos

Para la nivelación altimétrica se utilizó una estación Total moderna topcon, obteniendo las cotas de las estaciones de la Poligonal de apoyo abierta y sus respectivas coordenadas.

Los cuales se identificaron con los siguientes códigos.

Tabla 38 Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

Leyenda	
Descripción	Código
ESTACIONES	ET#
POSTE	PST
Terreno	T
Borde de Rio	B
Rio	R
Camino	CM

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.8 Puntos Taquimétricos o estaciones de apoyo o relleno topográfico

Los puntos taquimétricos obtenidos se realizaron haciendo una combinación entre la estación total topcon y el dron dji phantom 4 pro v2 las cuales se tomaron puntos que identifiquen los detalles, los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 39 Puntos Taquimétricos de la superficie del terreno

Punto	Este	Norte	Elevación	Etiqueta
1	617032.32	9287467.964	45.342	BM1
2	616956.156	9287525.184	45.831	BM2
3	616954.897	9287524.986	45.888	PST
4	616952.631	9287525.166	45.951	PST
5	616758.533	9287276.51	41.87	BM3
6	616827.737	9287323.324	41.742	P3
7	617061.578	9287613.092	42.172	P4
8	616927.7516	9287493.199	45.1814	T
9	616956.6942	9287529.213	45.2402	T
10	616977.9915	9287515.026	42.6558	R
11	617015.1253	9287614.884	43.4568	R
12	617073.0103	9287707.648	43.5491	R
13	617097.5842	9287743.117	43.5778	R
14	617137.0273	9287787.779	43.7603	R
15	617063.01	9287745.663	46.2505	B
16	617082.885	9287803.188	46.5511	B
20	617137.7754	9287675.461	43.5491	R
21	617162.3493	9287710.93	43.5778	R
22	617201.7924	9287755.593	43.7603	R
23	617206.2471	9287694.643	46.2505	B
24	617226.1221	9287752.168	46.5511	B
25	617021.3246	9287483.066	42.6558	R
26	617081.5007	9287584.642	43.4568	R
27	617048.1753	9287470.104	45.2402	T
28	617114.2068	9287572.17	45.2402	T
29	617233.1871	9287797.467	43.7603	R

30	616726.8186	9287256.853	41.6	R
31	616739.3804	9287244.301	41.6858	R
32	616750.6428	9287233.047	41.8005	R
33	616795.2589	9287264.644	41.6	R
34	616781.3975	9287278.495	41.6	R
35	616767.1031	9287298.838	41.959	R
36	616800.4569	9287319.615	41.8374	R
37	616821.2488	9287315.719	41.6695	R
38	616839.875	9287303.6	41.7964	R
39	616862.8328	9287329.57	41.9807	R
40	616855.9021	9287345.585	41.7929	R
41	616846.3725	9287360.734	42.4587	R
42	616872.7956	9287391.033	41.8002	R
43	616890.5554	9287385.406	41.7999	R
44	616903.9835	9287375.451	41.977	R
45	616897.8251	9287423.691	41.9398	R
46	616920.1153	9287422.299	41.8	R
47	616948.6745	9287416.034	41.8	R
48	616966.0886	9287438.308	41.8	R
49	616962.6058	9287460.581	41.8	R
50	616944.4951	9287477.982	42.9162	R
51	616969.5714	9287510	43.2612	R
52	616980.0199	9287505.824	42.2081	R
53	616995.3444	9287491.207	41.8004	R
54	617021.6619	9287563.673	42.2972	R
55	617024.9414	9287547.561	42.0001	R
56	617042.7055	9287554.115	42.186	R
57	617027.4011	9287522.437	42.0001	R
58	617011.8233	9287530.629	42.3	R
59	616995.9723	9287537.184	42	R
61	617059.6497	9287584.701	42.7428	R
69	617085.0273	9287619.61	43.1538	R

76	617151.1309	9287703.054	43.5685	R
77	617163.9147	9287825.969	43.6109	R
80	617186.6962	9287857.403	43.6149	R
81	617217.2956	9287893.74	43.669	R
82	617252.3297	9287916.783	43.6701	R
83	617277.6074	9287829.929	46.1902	T
84	617331.7107	9287774.537	46.6	T
85	617169.4008	9287919.442	46.5972	T
86	617109.089	9287880.889	46.5999	T
87	617033.6991	9287816.634	46.4029	T
88	617387.5879	9287712.941	46.4	T
89	617281.5987	9287727.564	46.4	T
90	617323.2691	9287671.134	46.4	T
91	617302.6628	9287610.782	46.4	T
92	617225.2117	9287642.733	46.2201	T
93	617123.6015	9287622.142	43.635	T
94	617105.8375	9287584.511	44.0668	T
95	617154.8662	9287549.72	46.1663	T
96	617237.2912	9287500.728	47	T
97	617073.8623	9287534.099	44.2718	T
98	617137.8128	9287495.048	46.1345	T
99	617191.1048	9287443.216	46.4003	T
100	617255.0552	9287678.944	46.3712	T
101	617064.625	9287458.126	45.5821	T
102	617137.8128	9287438.956	46.169	T
103	616986.4633	9287582.381	44.9332	T
104	617017.0174	9287659.063	46.0012	T
105	617048.2821	9287722.256	46.0497	T
106	617004.9379	9287760.597	46.3233	T
107	616997.8323	9287814.559	46.4019	T
108	616910.4334	9287753.497	46.2796	T
109	616901.9066	9287702.375	46.2638	T

110	616909.7228	9287620.012	46	T
111	616911.1439	9287528.419	45.8091	T
112	617048.9364	9287338.758	45.8	T
113	616989.7443	9287413.276	44.801	T
114	616999.819	9287254.824	45.9863	T
115	616982.7347	9287367.211	45.8041	T
116	616916.5329	9287313.863	44.801	T
117	616901.2821	9287250.076	45.4799	T
118	616886.3063	9287168.128	44.8732	T
119	616805.0089	9287199.482	42.7067	T
120	616841.3787	9287243.663	43.4102	T
121	616892.7245	9287296.395	44.802	T
122	616710.875	9287278.58	44.3009	T
123	616669.5132	9287314.21	45.1517	T
124	616623.1594	9287367.655	45.3427	T
125	616685.2022	9287433.927	45.4975	T
126	616725.1377	9287386.183	45.4229	T
127	616741.5398	9287337.726	45.073	T
128	616812.1402	9287389.746	45.2386	T
129	616750.0975	9287446.753	45.9543	T
130	616810.7139	9287525.139	45.9966	T
131	616837.8131	9287451.742	45.5016	T
132	616896.2901	9287473.832	45.2482	T
133	616840.6656	9287589.986	45.9995	T
134	616723.7115	9287508.037	45.7879	T
135	616992.7758	9287182.025	45.6724	T
136	616964.136	9287135.968	45.4219	T
137	616874.189	9287109.585	44.9255	T
138	616920.0027	9287132.174	45.6027	CM
139	616913.6821	9287133.227	45.4	CM
140	616927.0256	9287164.28	45.6068	CM
141	616920.705	9287165.859	45.6265	CM

142	616929.308	9287197.965	45.7705	CM
143	616935.102	9287196.912	45.7533	CM
144	616950.0023	9287275.713	45.8309	CM
145	616943.1302	9287276.241	45.8014	CM
146	616947.0068	9287310.4	45.8002	CM
147	616956.3459	9287311.456	45.8007	CM
148	616945.7733	9287248.245	45.8265	CM
149	616940.1346	9287249.654	45.8033	CM
150	616940.3108	9287219.545	45.8144	CM
151	616933.9673	9287221.481	45.8002	CM
152	616993.6092	9287270.389	45.9826	CM
153	616993.4987	9287268.179	45.9923	CM
154	616951.5917	9287271.494	45.8403	CM
155	617033.747	9287266.19	45.8765	CM
156	617033.8576	9287263.318	45.9667	CM
157	616950.2394	9287342.517	45.8002	CM
158	616956.7616	9287342.101	45.8007	CM
159	616963.1673	9287387.72	45.8016	CM
160	616958.3623	9287387.789	45.8005	CM
161	616963.3791	9287403.233	45.1152	CM
162	616957.1118	9287402.12	45.5528	CM
163	616953.0033	9287415.48	42.3948	CM
164	616956.0673	9287418.82	42.1246	CM
165	616943.2542	9287432.25	41.8002	CM
166	616948.6858	9287433.641	41.8001	CM
167	616952.1634	9287491.591	43.4296	CM
168	616956.3416	9287491.66	42.7508	CM
169	616954.74	9287506.203	43.5994	CM
170	616960.5894	9287507.108	43.4217	CM
171	616962.2607	9287517.128	44.1118	CM
172	616957.9433	9287518.52	44.8376	CM
173	616965.1854	9287527.218	44.8836	CM

174	616960.4502	9287527.844	45.0119	CM
175	616970.4781	9287545.772	45.1013	CM
176	616964.8375	9287548.208	45.2711	CM
177	616972.9888	9287567.342	45.9957	CM
178	616967.4875	9287566.715	45.9681	CM
179	616973.8245	9287595.523	46	CM
180	616969.2285	9287593.018	46	CM
184	616968.5307	9287636.612	46	CM
186	616968.2531	9287660.279	46.221	CM
188	616967.7656	9287689.644	46.3921	CM
189	616972.0851	9287716.576	46.3785	CM
190	616967.2756	9287718.356	46.4	CM
191	616973.3321	9287736.512	46.3932	CM
192	616967.4477	9287737.351	46.54	CM
193	616967.8039	9287771.526	46.64	CM
194	616974.3948	9287772.594	46.4	CM
195	616974.751	9287794.488	46.4	CM
196	616967.2695	9287797.87	46.4161	CM
197	616976.1761	9287823.857	46.5627	CM
198	616969.4071	9287822.789	46.6	CM
199	616943.0437	9287793.598	46.4001	T
200	617004.1427	9287789.86	46.3988	T
201	616993.8866	9287623.815	46.0012	T
202	617033.6299	9287655.332	43.4568	R
203	617044.8995	9287590.668	42.2972	R
204	617058.7118	9287644.407	42.2972	R
205	617096.0344	9287637.359	42.2972	R
206	617119.8387	9287680.527	42.1297	R
207	617092.5079	9287701.964	42.1297	R
208	617121.8958	9287745.132	42.2972	R
209	617153.6348	9287737.203	42.2972	R
210	617184.2048	9287771.345	42.3297	R

211	617152.9972	9287790.174	42.3297	R
212	617227.5008	9287822.017	42.2972	R
213	617196.2933	9287840.845	42.4297	R
214	617269.3141	9287867.651	42.497	R
215	617238.1066	9287886.479	42.4297	R
216	616931.3314	9287405.665	41.977	R
2540	616935.5834	9287458.069	41.8002	CM
2541	617075.8243	9287641.658	42.097	R
2542	617105.4763	9287690.672	42.5	R
2543	617142.6914	9287741.319	42.7	R
2544	617187.0521	9287800.023	42.85	R
2545	617215.0273	9287834.367	42.7	R

Fuente: Elaboración propia.

Consolidado de datos y desarrollo de curvas de nivel en Civil 3D

Fig. 37 Superficie del terreno y curvas de nivel.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.9 Recursos humanos y equipos utilizados

Personal profesional y técnico.

- 01 Responsable topógrafo.
- 01 Coordinador.

- 02 Asistentes.
- 02 Personal de apoyo.
- 01 Cadista.

Equipos, vehículos, muebles, oficina, etc.

En concordancia a la naturaleza del trabajo encomendado se utilizó el siguiente equipo:

- 01 estación total Marca Topcon
- 01 drone dji phantom 4 pro v2 01
- 01 trípode para estación
- 01 prismas
- 01 GPS navegador Garmin 78s
- 01 wincha de 5 m.
- 01 camioneta
- Software AutoCAD Civil versión 2019
- Excel versión 2016
- 01 computadora Core i 5.

4.1.2.10 Proceso de curvas de nivel

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la Interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son: Curvas mayores o primarias: 2.00 metros, curvas menores o secundarias: 1.00 metros.

Fig. 38 Ortofoto y curvas de nivel.



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Estudio hidrológico

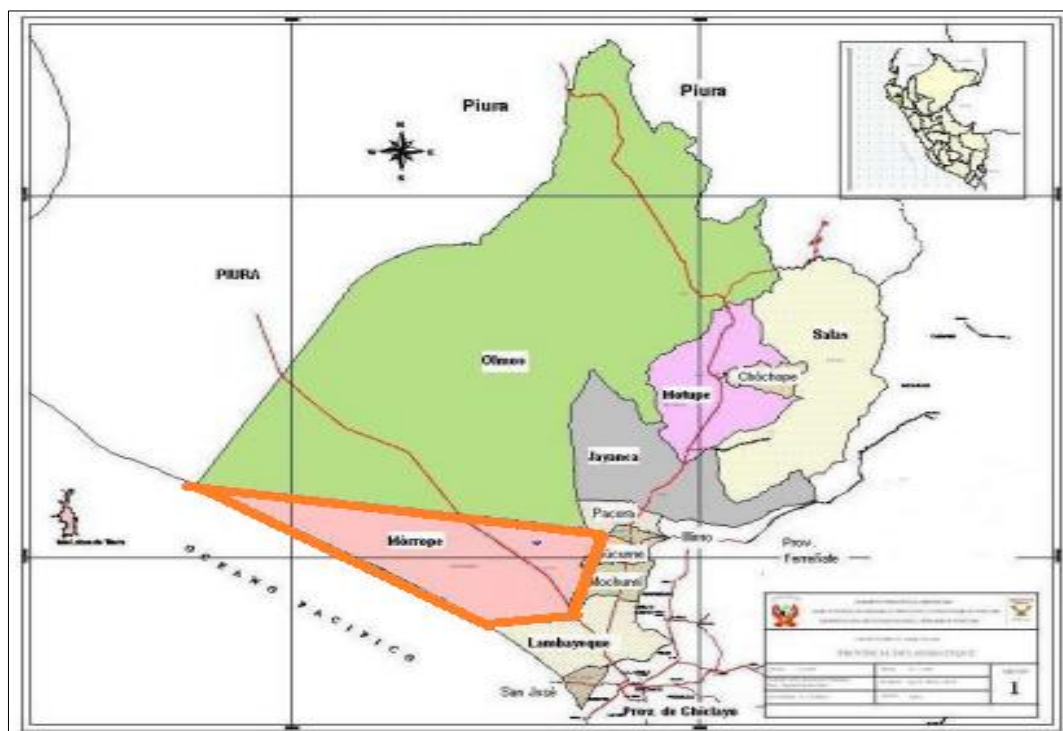
4.1.3.1 Introducción

El propósito del estudio es la estimación del caudal máximo probable que pasa por tramo del río Motupe, interceptada con la carretera de Monte Verde a San Luis, de forma que permita el correcto diseño y construcción de un puente vehicular sobre el cauce en mención.

El estudio hidrológico, se analiza en el régimen de precipitaciones y las demás características hidrológicas de la zona objeto del proyecto de tesis, para obtener la sumatoria de caudales generados por la cuenca Motupe la cual contempla la subcuenca Motupe y subcuenca la leche.

Para la redacción del presente se han consultado datos de las estaciones pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Centro Nacional De Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) haciendo uso del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), Asimismo se consultó información de INGEMMET con su aplicativo web de GEOCATMIN, para obtener información sobre tipo de depósitos u a que período pertenecen los suelos donde se realizará el proyecto.

Fig. 39 Mapa político de la provincia de Lambayeque.



Fuente: Gobierno regional de Lambayeque.

Ubicación

Departamento : Lambayeque

Provincia : Lambayeque

Distrito : Mórrope

Localidad : Monte Verde/San Luis

Altitud : 45m.s.n.m

Zona Geográfica: Costa

Población beneficiada: Según área de influencia directa e indirecta.

Objetivos

- Determinar las características hidrográficas de la zona en estudio.
- Estimar el NAMIN, NAMO, el NAME que aporta cuenca Motupe en la muestra de estudio, analizando las subcuencas Motupe y la Leche para períodos de retorno según la vida útil de la estructura.
- Evaluar si es posible determinar los niveles del máximas avenidas y erosión en el cauce del río Motupe mediante el software HEC-HMS.
- Evaluar la estabilidad estructural de los pilares y estribos del puente por socavación mediante el software Hec Ras
- Recomendar de obras de protección para pilares y estribos de puentes.

4.1.3.2 Caracterización de la zona

a) Clima

En condiciones normales, se caracteriza por la escasa precipitación que condiciona el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de Mórrope y caseríos se le puede clasificar como: Desértico subtropical árido, influenciado por la corriente fría marina de Humboldt, que actúa como elemento regular de los fenómenos meteorológicos.

b) Temperatura

La temperatura en verano fluctúa de la Estación Reque entre 25.29°C (diciembre) y 28.27°C(febrero), siendo la temperatura máxima anual de 28.27°C.

c) Precipitaciones

La precipitación pluvial es más común en los meses de febrero y marzo (19 mm), con menor precipitación en los meses de junio y septiembre (0 mm). Entre 1961 y 1998, la precipitación media anual fue de 34,94 mm, con valores superiores en condiciones de clima extremo. Al igual que en el año 1998, cuando ocurrió el evento “El Niño”, con

una precipitación promedio de 110,0 mm en febrero y 116,2 mm en marzo del mismo año.

d) Inundación

El distrito de Morrope y demás distritos de la región Lambayeque están catalogados como zonas inundables ALTO, presentamos una ortofoto a través de CENEPRED en su página de SIGIRD confirma la data.

Fig. 40 La costa del Perú con un alta grado de inundación.



Fuente: SIGRID

4.1.3.3 Hidrología

El proyecto se sitúa dentro de la cuenca hidrología del río Motupe, la cual comprende las subcuencas Motupe y subcuenca La leche, subcuenca salas, entre otros. El cauce principal toma diferentes nombres de acuerdo con los ríos afluentes, pobladores de la zona lo llaman río la Leche, río Motupe, río Morrope, río Fujimori. En otras palabras, tomaría el nombre de río Motupe porque es continuidad del río Motupe como río mayor.

Las aguas de la cuenca Motupe transcurren hacia el océano pacífico. Según sus unidades Hidrográficas; limita por el norte con la Unidad Hidrográfica Cuenca Olmos y por sur con la Unidad Hidrográfica Chancay-Lambayeque, por el Este con la Unidad Hidrográfica cuenca Chamaya y por el Oeste con el océano pacífico.

Fig. 41 Reconocimiento de cuencas y sus ríos principales.



Fuente: Geocatmin Ingemmet.

4.1.3.4 Datos pluviométricos

Estaciones Hidrológica Convencional

Para determinar las principales características pluviométricas en la zona donde se va proyectará el puente vehicular, se estudiará las estaciones que se encuentran más cerca del proyecto y contar con registros adecuados y representativos.

a) Estación Marrison

Para la subcuenca Motupe (río principal Motupe)

Latitud: 6°6'0" S

Longitud: 79°39'0" W

Altitud: 250 msnm

b) Estación Puchaca

Para la subcuenca La Leche (río tributario La leche)

Latitud: 6°22'25" S

Longitud: 79°28'10.25" W

Altitud: 336 msnm.

La sumatoria de caudales de las ambas subcuencas será el caudal de diseño para el puente vehicular, la cual se le aplica períodos de retorno según sea tipo de obra.

- **Puentes y defensas ribereñas:** 40 años de servicio
- Evaluación del período de retorno y vida útil de la obra para un riesgo de falla 25%.

Fig. 43 Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
 - Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje

Ecuación para determinar periodo de retorno en estructuras.

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}}$$

Donde:

T: Período de retorno

R: Riesgo de falla admisible de la obra

n: Vida útil de la obra

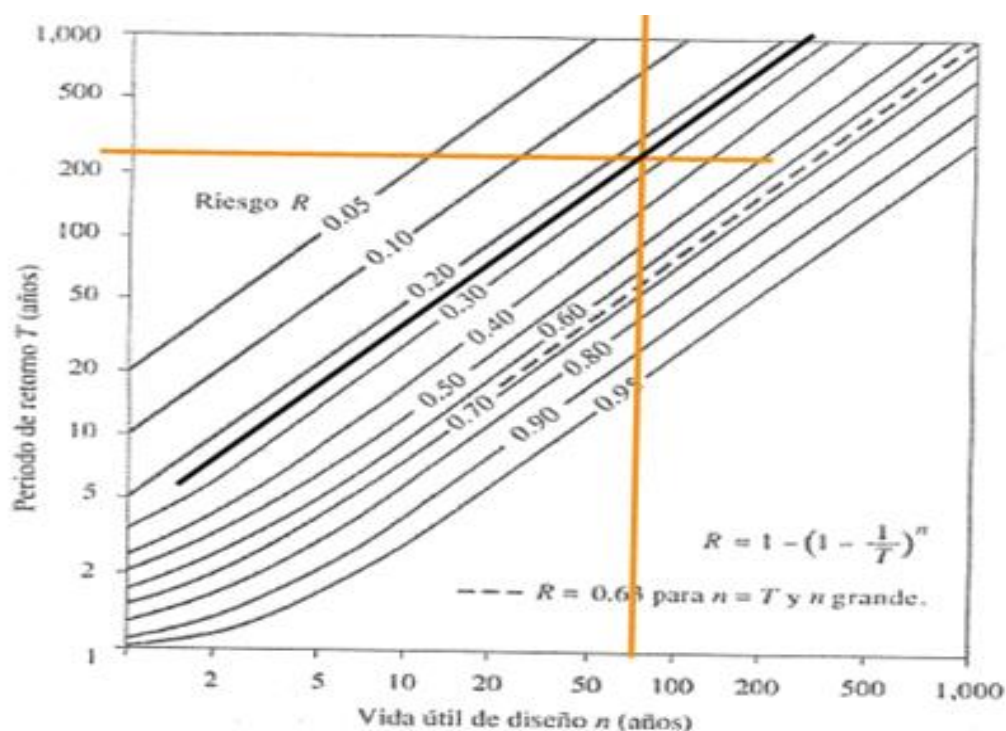
Cálculo de periodo de retorno sin variar el riesgo de falla admisible 25%

Tabla 40 Periodo de retorno de la estructura.

Variable	Dato	Descripción
Vida útil puente con mantenimiento.		
n =	75	Años de servicio
R=	0.25	%
T=	261 → 265	Años

Fuente: elaboración propia.

Fig. 44 Periodo de retorno vs vida útil de diseño.



Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje

Así tenemos que para el puente y las defensas se ha considerado una vida útil de 75 años con un riesgo de falla admisible de 25%, a lo que le corresponde un período de retorno (T) igual a 261 años. Y para el cálculo de la socavación se ha adoptado un período de retorno de igual.

4.1.3.6 Evaluación del Riesgo de falla admisible

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

T: Período de retorno

R: Riesgo de falla admisible de la obra

n: Vida útil de la obra

Todo proyecto diseñado con una vida útil mayor al periodo de retorno tendrá mayor posibilidad de fallar ante cualquier evento de magnitud igualado o excedido por lo menos una vez en promedio.

Para el cálculo hidráulico se hará con un periodo de retorno para una vida útil de 75 años y riesgo de falla admisible de 25% con un periodo de retorno de 265 años para definir caudales máximos extraordinarios, alturas de columna de agua y para el cálculo de la socavación.

4.1.3.7 Cálculos hidrológicos

Estudio de cuencas

a) Ubicación y extensión cuenca la Leche

La cuenca la leche de acuerdo con la nueva división política del Perú la mayor parte de la cuenca está en la región Lambayeque, en las provincias de Chiclayo, Ferreñafe y Lambayeque; ubicándose con un pequeño porcentaje en la región Cajamarca [45].

Se sitúa en las coordenadas UTM 9°321,708 N a 9°257,462 y 605,000 E a 701,049 E; cuya orientación es de NE-SW (noreste – suroeste). Cuya área es 2,253 km² en promedio.

Limites:

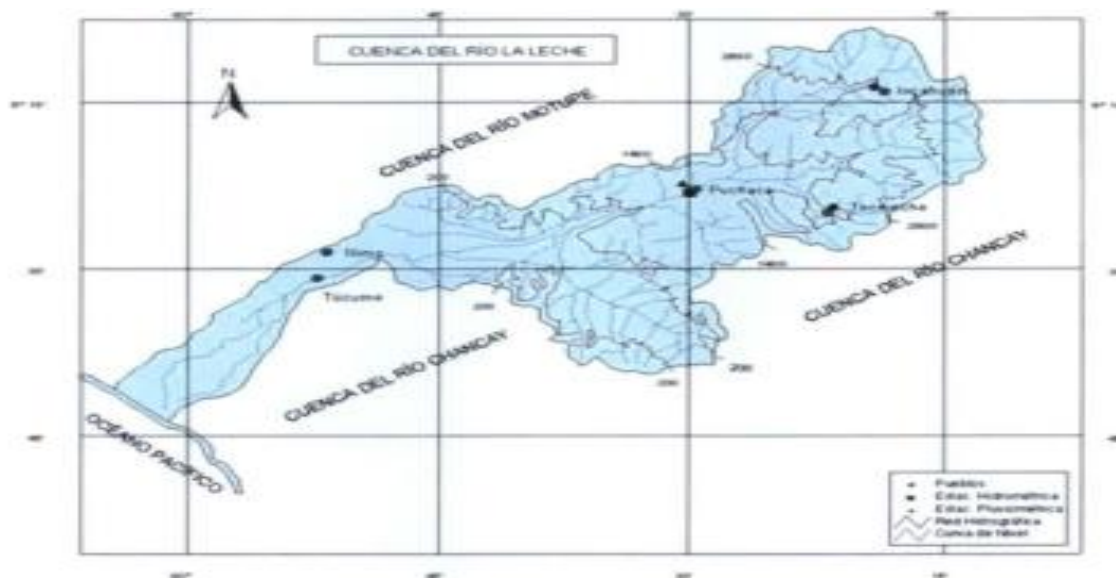
- Norte: Cuenca río Motupe
- Este: Cuenca río Huancabamba
- Oeste: Océano pacifico
- Sur: Cuenca río Chancay

Oferta hídrica

El río la leche durante la época de lluvias, puede pasar de un tiempo corto de unos 400, 500 o aún más m³/seg; lo que ocasiona desbordes en sus riberas e inundando las viviendas, los terrenos de cultivo y las vías de comunicación. En épocas del Niño Intenso suele descargar caudales de más de 1,000 m³/seg [45].

Generalmente son 9 meses de estiaje con un régimen normal y 3 de lluvia que son en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

Fig. 45 Cuenca río La Leche.



Fuente: [45]

b) Ubicación y extensión de la cuenca Motupe

La cuenca del río Motupe, que pertenece a la Vertiente del Pacífico, tiene un área de 1,576.323 km². La orientación es clara de NE-SW (Noreste-Suroeste). Las altitudes con referencia del nivel del mar fluctúan desde los cero metros hasta los 4050msnm [45].

Limites:

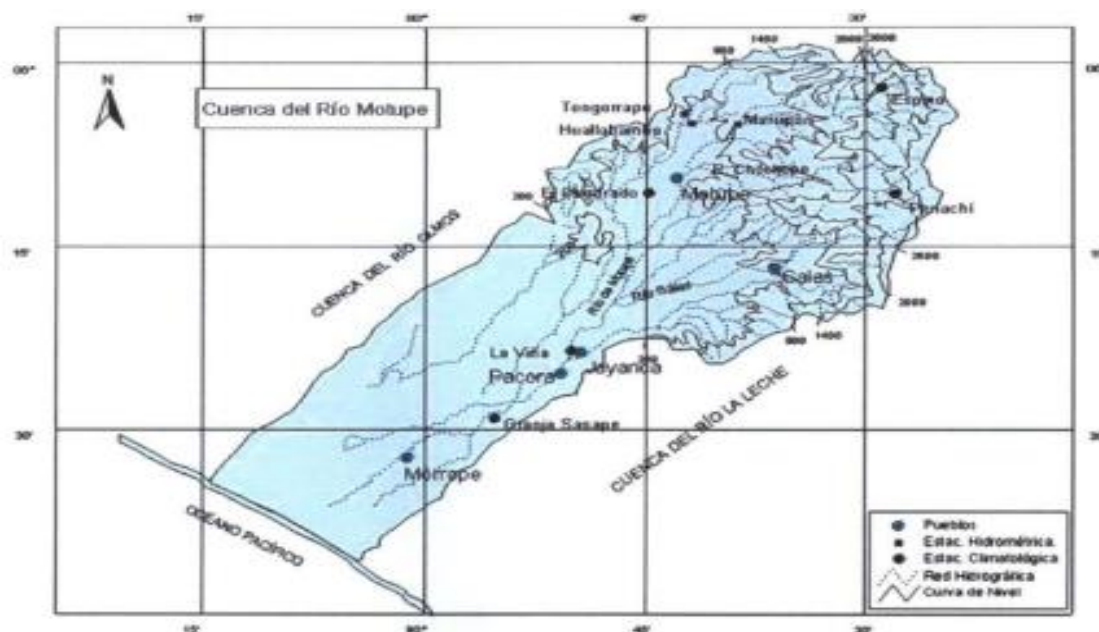
- Norte: Cuenca río Motupe
- Este: Cuenca río Huancabamba
- Oeste: Océano Pacífico
- Sur: Cuenca río la Leche

La confluencia del río Chiniama con el río Chóchope dan origen al río Motupe, en cuyo discurrir se ve incrementado con el aporte de afluentes como Chotoque, Apule, Salas y El papayo. El río Motupe continúa su recorrido hasta confundirse con el río la leche junto con el cual desembocan en el océano Pacífico.

Oferta hídrica

La oferta hídrica del río Motupe proviene solo de precipitaciones que concurren de la parte alta de la cuenca durante el verano. Con régimen normal de 9 meses de estiaje y 3 meses de lluvias (Enero, Febrero y Marzo) [45].

Fig. 46. Cuenca río Motupe.



Fuente: [45]

4.1.3.8 Parámetros de cuencas

Parámetro de forma: Área, Ancho y Perímetro de la cuenca, Longitud del río Principal, Índice de compacidad, Factor de forma, Factor de circulación y Rectángulo equivalente [43].

Parámetros de relieve: Curva hipsométrica, polígono de frecuencia, perfil longitudinal, pendiente promedio, Altitud media de la cuenca [43].

Parámetros de la red hídrica: Los parámetros de forma considerados en la cuenca del río Motupe: Orden de ríos, Razón de bifurcación, Densidad de drenaje y del cauce principal [43].

a.-Cuenca río Motupe

En la tesis de pregrado de [46] ha estudiado la delimitación de la cuenca del Río Motupe, analizó la curva hipsométrica de tipo C, nos menciona que la cuenca está en su fase de vejez, es una cuenca sedimentaria. En la fig. 47 tenemos los parámetros geomorfológicos estudiados.

Fig. 47 Parámetros Geomorfológicos.

TABLA RESUMEN DE PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS	
Coeficiente o índice de compacidad	1.919
Factor de Forma	0.219
Pendiente de cuenca	0.3378
Altitud media (m)	890.034
Pendiente del cauce principal	0.007
Ancho Promedio (km)	15.211
Altitud mas frecuente (m.s.n.m.)	91-200
Densidad de drenaje	0.645
Tiempo de concentración (hrs)	19.3

Fuente: [46]

b.-Cuenca río la Leche

En la tesis de pregrado de [47] ha estudiado a fondo los parámetros geomorfológicos de la cuenca río la leche, la cual la información se muestra en la fig.48.

Fig. 48 Parámetros Geomorfológicos.

PARAMETROS MORFOMETRICOS CUENCA RIO LA LECHE		
DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km ²	1569.78
Perímetro de la cuenca	km	249.63
Cotas		
Cota máxima	msnm	4150
Cota mínima	msnm	45.94
Centroide (PSC:wgs 1984 UTM Zona 17S)		
X centroide	m	669227.23
Y centroide	m	9292310.51
Z centroide	msnm	760.95
Forma de la cuenca		
Coeficiente de Gravelius (k)		1.76
Relación elongación (Re)		0.64
Factor de forma		0.32
Altitud		
Altitud media	msnm	760.95
Altitud más frecuente	msnm	3294.99
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	1493.22
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	11.53
De la Red Hídrica		
Densidad de drenaje (Dd)	km/km ²	0.72
Densidad de corriente (Dc)		0.53
Longitud de la cuenca	km	70.17
Longitud del curso principal	km	97.97
Orden de la Red Hídrica	Und	6
Longitud de la red hídrica	km	1127.83
Pendiente Promedio de la Red Hídrica	%	1.18
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	horas	7.68
Pendiente del cauce principal	m/km	41.89

Fuente: [47]

4.1.3.9 Registro de caudales de las estaciones más cercanas

a) Estación Marrison

Para el río Motupe se tiene un caudal de nivel de aguas mínimas (NAMIN) de 1.34 m³/seg, un nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) de 69.42 m³/seg, y un nivel de aguas extraordinarias (NAME) de 300 m³/seg. Como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41 Descargas mensuales del río Motupe m3/seg.

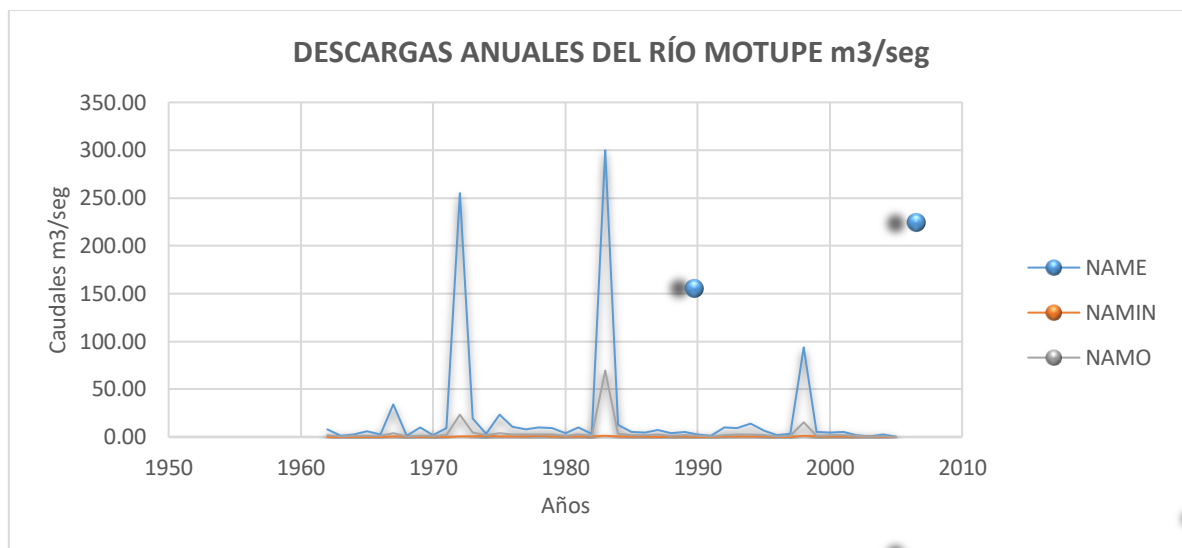
DESCARGAS MENSUALES DEL RÍO MOTUPE (m3/seg)															
AÑO	MESES												NAMIN	NAMO	NAME
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MIN	PROM	MAX
1962	0.43	8.00	7.00	2.50	1.86	1.11	0.82	1.31	0.57	0.14	0.39	0.12	0.12	2.02	8.00
1963	0.39	0.32	1.01	1.26	0.53	0.35	0.23	0.19	0.18	0.66	0.77	0.97	0.18	0.57	1.26
1964	1.26	1.69	1.72	2.53	1.90	1.46	0.70	0.44	0.00	0.72	0.90	0.10	0.00	1.12	2.53
1965	0.88	0.91	3.50	6.00	1.50	0.70	1.24	0.92	0.05	0.00	0.40	1.13	0.00	1.44	6.00
1966	1.43	1.45	1.89	2.10	2.30	1.17	0.71	0.66	0.35	0.12	0.00	0.84	0.00	1.09	2.30
1967	2.11	3.64	33.82	2.59	1.49	1.30	0.94	0.67	0.63	1.02	1.38	0.55	0.55	4.18	33.82
1968	1.35	0.73	1.31	1.50	0.71	0.24	0.46	0.81	0.76	0.87	0.87	0.37	0.24	0.83	1.50
1969	1.18	1.31	10.00	2.64	0.59	0.74	0.65	0.46	0.79	0.30	0.10	0.16	0.10	1.58	10.00
1970	1.24	1.26	1.80	1.32	1.93	0.86	0.90	0.90	0.85	0.85	1.07	1.74	0.85	1.23	1.93
1971	1.38	2.55	9.00	9.44	0.94	0.40	0.25	0.25	0.18	0.16	0.16	0.34	0.16	2.09	9.44
1972	0.34	1.00	255.00	16.50	1.67	1.71	1.36	1.30	1.05	0.77	1.15	1.05	0.34	23.58	255.00
1973	0.89	19.20	12.20	4.05	2.89	2.27	2.04	2.33	2.06	2.35	1.79	1.49	0.89	4.46	19.20
1974	1.66	3.43	2.50	1.58	1.91	1.69	1.72	1.50	1.82	2.18	1.34	1.97	1.34	1.94	3.43
1975	2.74	4.69	23.18	3.74	1.93	2.07	1.65	3.10	1.87	2.63	0.57	0.43	0.43	4.05	23.18
1976	2.86	10.69	4.35	6.70	3.27	1.70	1.09	0.58	0.58	0.45	0.59	0.63	0.45	2.79	10.69
1977	0.76	3.90	6.52	4.01	2.80	1.12	0.67	0.47	8.06	0.45	0.83	1.05	0.45	2.55	8.06
1978	1.73	1.56	10.00	8.00	2.40	1.91	1.74	1.07	1.46	1.70	1.98	1.30	1.07	2.90	10.00
1979	1.68	1.48	8.14	9.14	6.30	1.49	1.00	0.66	1.34	0.80	0.40	0.49	0.40	2.74	9.14
1980	0.71	1.18	1.81	3.70	1.20	1.10	0.72	0.52	0.26	1.30	1.12	1.12	0.26	1.23	3.70
1981	0.61	3.12	6.00	1.89	1.53	1.50	0.99	0.85	0.41	9.68	1.75	1.11	0.41	2.45	9.68
1982	0.85	1.00	1.14	2.37	1.66	0.97	1.04	0.40	0.63	1.40	1.25	3.36	0.40	1.34	3.36
1983	11.50	11.22	240.00	240.00	300.00	20.00	2.00	1.52	2.15	1.62	1.26	1.71	1.26	69.42	300.00
1984	1.55	12.50	8.53	2.86	2.88	1.44	1.93	0.72	0.91	2.76	2.24	2.51	0.72	3.40	12.50
1985	2.30	4.46	5.24	1.96	1.86	1.18	0.75	0.77	0.98	1.90	0.76	1.96	0.75	2.01	5.24
1986	3.09	0.99	1.66	4.43	2.89	1.32	0.74	1.11	0.79	0.97	1.24	1.51	0.74	1.73	4.43
1987	2.79	6.50	7.20	5.20	2.83	1.11	1.51	1.73	0.53	0.74	0.08	0.81	0.08	2.59	7.20
1988	2.26	4.20	1.82	2.90	1.00	1.34	0.40	0.32	0.33	0.98	2.26	0.89	0.32	1.56	4.20
1989	2.26	4.22	5.50	3.20	2.40	2.22	1.61	0.99	0.74	0.51	0.37	0.32	0.32	2.03	5.50
1990	0.99	1.90	2.85	1.80	1.05	0.99	0.87	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.20	2.85
1991	1.00	1.00	1.13	0.81	0.32	0.11	0.23	0.25	0.30	0.24	0.18	0.24	0.11	0.48	1.13
1992	0.75	0.90	3.20	10.00	4.22	1.10	0.49	0.42	0.65	0.93	0.78	1.08	0.42	2.04	10.00
1993	0.60	1.98	9.00	5.00	3.80	1.56	1.20	0.78	0.80	1.04	1.20	1.96	0.60	2.41	9.00
1994	1.84	14.00	3.20	6.20	2.00	1.29	0.26	0.70	1.04	1.12	0.84	0.96	0.26	2.79	14.00
1995	1.28	6.40	4.10	1.50	1.28	0.88	0.58	0.48	0.36	0.48	0.96	1.04	0.36	1.61	6.40
1996	1.04	1.12	2.04	1.40	1.64	0.88	0.32	0.12	0.16	0.00	0.38	0.48	0.00	0.80	2.04
1997	0.38	1.36	3.08	2.24	1.36	0.45	0.24	0.32	0.00	0.00	0.77	3.20	0.00	1.12	3.20
1998	10.50	20.75	93.75	31.25	21.88	2.40	1.44	1.44	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	15.63	93.75
1999	0.69	1.52	5.45	2.95	2.23	1.60	1.38	0.72	0.57	0.60	0.46	0.73	0.46	1.58	5.45
2000	1.85	2.11	4.75	2.35	1.61	1.27	1.00	1.24	1.18	1.02	0.78	1.29	0.78	1.70	4.75
2001	0.77	2.37	2.64	5.21	1.68	1.80	1.46	0.82	0.83	0.74	0.93	0.97	0.74	1.69	5.21
2002	1.15	1.65	1.69	1.65	1.47	1.36	0.79	1.04	0.75	0.94	1.21	1.03	0.75	1.23	1.69
2003	0.88	0.69	0.88	0.86	0.61	0.30	0.27	0.46	0.37	0.30	0.34	0.62	0.27	0.55	0.88
2004	0.46	1.11	2.59	1.86	0.77	0.35	0.21	0.15	0.18	0.34	0.45	0.73	0.15	0.77	2.59
2005								0.12	0.01	0.21	0.28	0.26	0.01	0.18	0.28
MÁXIMO	11.50	20.75	255.00	240.00	300.00	20.00	2.04	3.10	8.06	9.68	2.26	3.36	1.34	69.42	300.00
MÍNIMO	0.34	0.32	0.88	0.81	0.32	0.11	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	PARA DISEÑO		

Fuente: Adaptación de [45].

Durante el Fenómeno del Niño en 1972 se registró un caudal de 255m³/seg, en el 1983 tenemos un caudal de 300 m³/seg, siendo el más alto en la historia.

En la fig. 49 representa los picos durante los registrados desde los años 1962 hasta 2005.

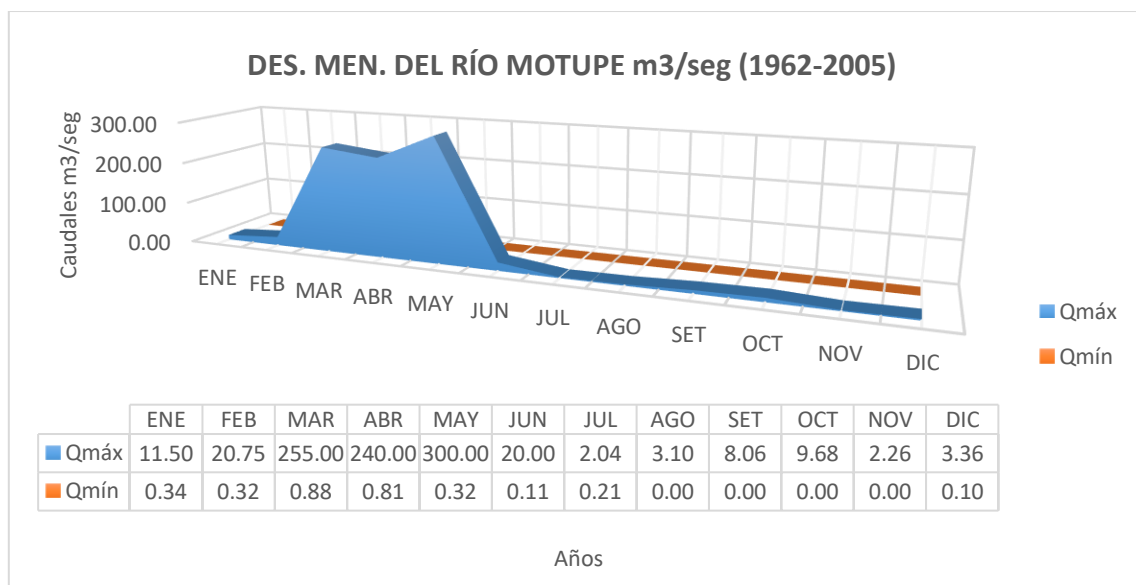
Fig. 49 Caudales anuales del río Motupe m3/seg.



Fuente: Elaboración propia.

En la fig. 50 representa los meses abundantes durante todo el año los cuales son: febrero, marzo, abril y mayo. Los demás meses son de estiaje normal.

Fig. 50 Cuales por mes en el río Motupe.



Fuente: Elaboración propia.

b) Estación Puchaca

Para el río la Leche se tiene un caudal de nivel de aguas mínimas (NAMIN) de 2.99 m3/seg, un nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) de 84.30 m3/seg, y un nivel de aguas extraordinarias (NAME) de 579 m3/seg. Ver tabla 42.

Tabla 42 Descargas mensuales del río La Leche m3/seg.

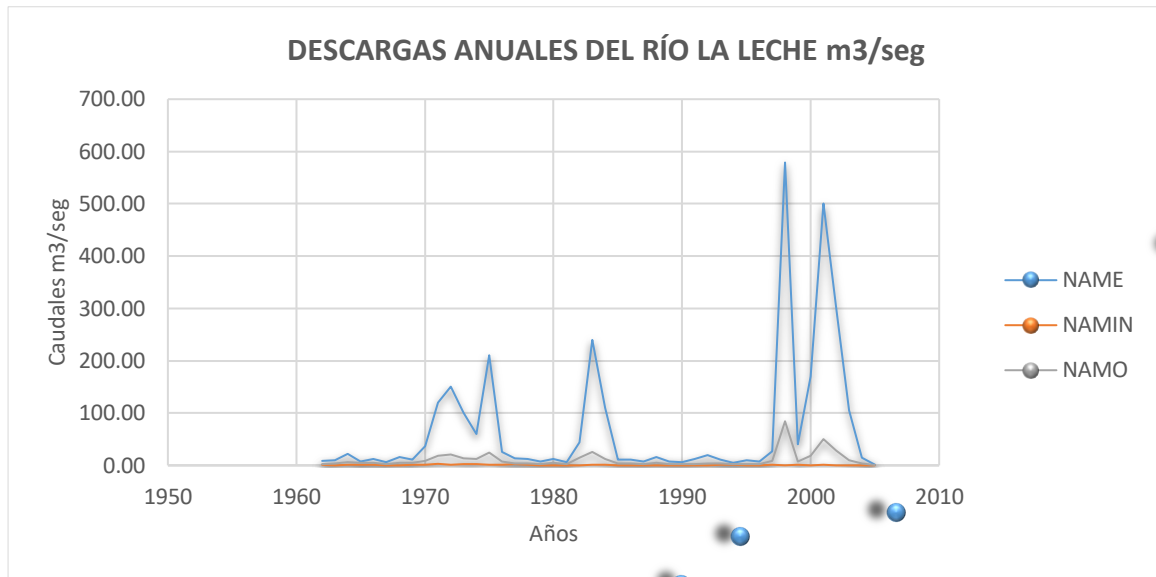
DESCARGAS MENSUALES DEL RÍO LA LECHE (m3/seg)															
AÑO	MESES												NAMIN	NAMO	NAME
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MIN	PROM	MAX
1962	1.37	0.94	8.18	4.70	2.04	1.17	1.00	0.86	1.72	1.08	2.54	2.04	0.86	2.30	8.18
1963	5.60	4.91	5.98	9.87	3.04	2.09	1.28	0.39	0.19	1.44	2.37	3.95	0.19	3.43	9.87
1964	1.86	4.62	13.76	22.32	5.79	4.25	3.63	2.28	2.11	6.48	5.94	1.16	1.16	6.18	22.32
1965	6.85	4.06	5.17	6.39	6.66	1.00	0.64	2.38	5.50	3.67	6.22	3.87	0.64	4.37	6.85
1966	10.90	12.32	9.79	6.71	2.59	1.20	2.60	1.61	1.70	5.66	2.36	1.13	1.13	4.88	12.32
1967	3.34	1.25	2.85	2.64	0.99	0.37	1.45	0.77	1.22	5.71	1.50	1.86	0.37	2.00	5.71
1968	4.45	6.62	15.38	10.60	3.75	3.29	1.07	2.22	2.91	5.35	2.65	0.44	0.44	4.89	15.38
1969	11.05	4.51	9.60	7.59	8.37	4.95	2.88	1.84	1.80	1.20	3.04	4.62	1.20	5.12	11.05
1970	6.79	6.92	36.09	20.90	7.39	6.54	2.98	1.32	1.99	5.40	4.47	6.69	1.32	8.96	36.09
1971	7.66	6.13	49.98	120.00	6.37	5.50	4.90	3.97	2.99	6.77	3.61	4.23	2.99	18.51	120.00
1972	12.13	20.50	150.00	25.82	10.37	6.54	4.63	3.20	4.79	1.60	2.08	5.51	1.60	20.60	150.00
1973	7.85	12.07	7.31	100.00	3.38	4.52	6.10	4.41	6.13	3.10	4.16	2.92	2.92	13.50	100.00
1974	10.45	11.64	59.36	17.40	8.47	7.26	3.21	2.91	4.84	7.44	4.95	9.77	2.91	12.31	59.36
1975	8.52	18.92	210.00	15.24	8.64	6.35	2.34	3.00	4.71	7.48	3.55	0.81	0.81	24.13	210.00
1976	4.92	13.86	25.21	13.39	6.63	6.69	4.29	2.36	1.97	0.67	0.91	2.24	0.67	6.93	25.21
1977	2.05	3.47	12.92	5.77	4.43	2.28	2.31	2.03	2.98	2.18	1.82	2.04	1.82	3.69	12.92
1978	3.07	3.79	11.64	5.45	3.26	1.98	0.92	1.70	2.16	1.75	3.08	2.08	0.92	3.41	11.64
1979	1.68	1.65	7.87	5.66	2.03	1.34	1.77	0.74	2.00	0.79	0.23	0.65	0.23	2.20	7.87
1980	0.98	10.42	10.87	11.90	2.17	4.70	2.07	0.65	0.42	8.14	3.57	3.73	0.42	4.97	11.90
1981	1.21	2.63	2.60	5.76	2.56	1.84	1.07	0.91	0.38	2.15	1.71	3.75	0.38	2.21	5.76
1982	12.76	16.83	42.20	43.59	36.65	8.00	4.14	0.47	0.75	2.29	1.56	5.12	0.47	14.53	43.59
1983	1.58	24.91	240.00	7.28	4.79	6.78	3.26	2.17	2.35	5.14	2.30	3.16	1.58	25.31	240.00
1984	2.50	5.70	8.32	110.00	5.69	2.18	0.70	2.24	1.09	5.65	1.92	3.38	0.70	12.45	110.00
1985	5.56	2.31	2.56	11.49	4.32	0.84	0.78	1.76	2.34	3.90	0.26	2.12	0.26	3.19	11.49
1986	9.52	11.60	10.61	3.33	2.60	0.37	1.02	1.44	0.41	0.96	3.43	4.92	0.37	4.18	11.60
1987	3.68	5.69	4.48	7.43	3.17	0.55	0.25	0.86	0.31	0.68	0.59	1.44	0.25	2.43	7.43
1988	4.72	14.36	15.42	11.79	2.48	3.95	1.07	0.22	0.38	1.64	2.37	0.58	0.22	4.92	15.42
1989	1.90	5.06	7.82	4.56	1.97	5.08	2.62	0.52	0.76	1.20	0.31	0.16	0.16	2.66	7.82
1990	1.25	5.93	5.90	2.41	1.51	0.60	0.22	0.23	0.31	4.07	3.29	2.10	0.22	2.32	5.93
1991	2.54	2.63	9.94	11.92	1.53	1.98	0.77	0.12	0.16	0.28	0.47	0.51	0.12	2.74	11.92
1992	1.03	5.15	20.03	12.10	3.59	1.57	0.73	0.48	0.76	1.06	0.75	1.35	0.48	4.05	20.03
1993	2.25	6.70	9.04	10.79	3.88	1.87	1.30	0.60	0.87	2.24	1.33	1.70	0.60	3.55	10.79
1994	4.11	5.22	3.79	2.69	1.74	0.62	0.67	0.76	0.82	0.81	1.63	3.37	0.62	2.19	5.22
1995	2.08	5.00	9.55	4.13	2.30	1.16	0.45	0.22	0.20	0.29	1.37	3.04	0.20	2.48	9.55
1996	0.55	7.82	4.87	3.80	2.05	0.56	0.44	0.42	0.40	1.62	1.04	0.71	0.40	2.02	7.82
1997	3.78	21.22	26.83	17.37	14.58	6.10	5.43	2.00	2.31	2.37	4.91	0.81	0.81	8.98	26.83
1998	72.70	140.05	154.70	579.00	43.32	9.52	3.47	0.30	0.10	0.24	1.70	6.48	0.10	84.30	579.00
1999	1.24	6.90	40.48	14.12	6.50	5.40	2.40	1.26	0.94	1.90	0.73	3.46	0.73	7.11	40.48
2000	7.55	10.95	170.00	13.15	5.46	4.44	2.98	2.23	1.77	0.80	0.30	4.39	0.30	18.67	170.00
2001	3.21	9.79	500.00	58.17	6.37	2.64	2.89	0.71	3.31	1.60	5.44	4.63	0.71	49.90	500.00
2002	3.91	12.36	3.46	300.00	3.89	3.44	0.91	0.96	0.32	2.49	6.51	4.66	0.32	28.58	300.00
2003	1.79	1.08	0.89	2.31	105.00	0.89	2.62	0.34	0.32	0.50	0.90	2.03	0.32	9.89	105.00
2004	0.79	6.48	14.11	5.11	0.77	0.80	0.34	0.22	0.66	2.50	1.45	3.67	0.22	3.08	14.11
2005								0.10	0.10	1.37	1.29	0.37	0.10	0.65	1.37
MÁXIMO	72.70	140.05	500.00	579.00	105.00	9.52	6.10	4.41	6.13	8.14	6.51	9.77	2.99	84.30	579.00
MÍNIMO	0.55	0.94	0.89	2.31	0.77	0.37	0.22	0.10	0.10	0.24	0.23	0.16	PARA DISEÑO		

Fuente: Adaptado de “Delimitación de la faja marginal del río Motupe” y [45].

Durante el Fenómeno del Niño en 1998 se registró un caudal de 579 m3/seg, en el 2001 tenemos un caudal de 500 m3/seg, en el 2002 tenemos un caudal de 300 m3/seg.

En la fig. 51 representa los picos durante los registrados desde los años 1962 hasta 2005.

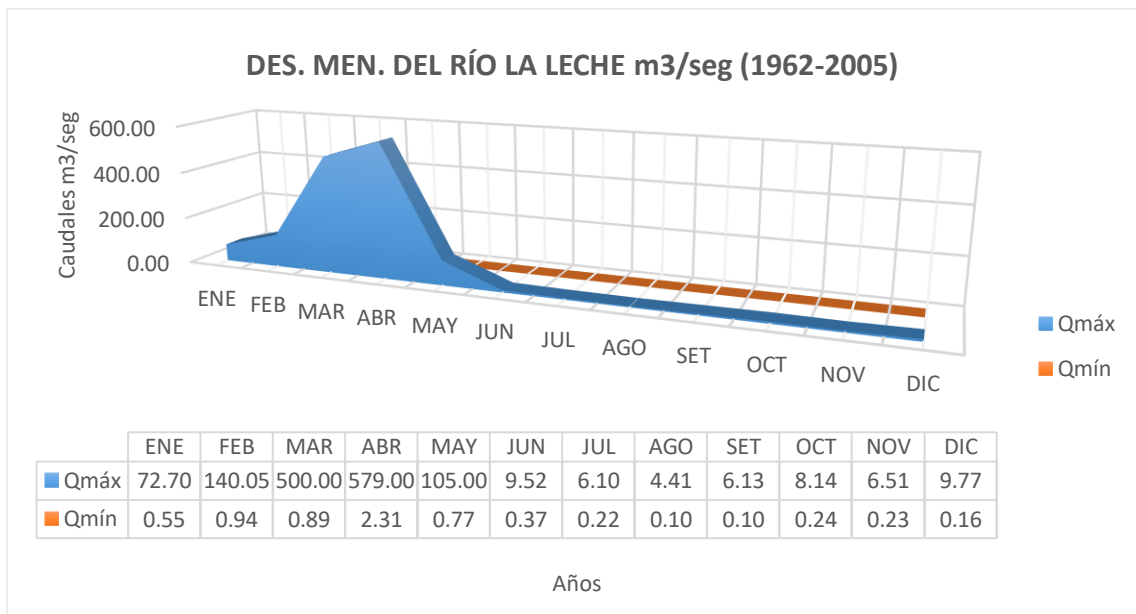
Fig. 51 Caudales anuales del río la Leche m3/seg.



Fuente: Elaboración propia.

En la fig.52 representa los meses abundantes durante en todo el año los cuales son: febrero, marzo, abril, mayo. Los demás meses son de estiaje normal.

Fig. 52 Caudales mensuales del río la Leche m3/seg.



Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvieron las máximas avenidas de ambos ríos producidas desde el año 1962 hasta 2005, sin interés de recurrir al Uso del Software HEC HMS. Estos datos serán aprovechados para proyectar los caudales para diferente periodo de retorno a la que va a estar expuesta la estructura.

4.1.3.10 Tramo de estudio: continuidad del río Motupe

Desde la unión del río Motupe y la Leche en las coordenadas 619699.11 E, 9288441.92 N zona 17 a una elevación de 48 metros la cual da continuidad al río Motupe hasta su desembocadura al océano pacífico pasando por un tramo de la carretera panamericana norte de manera desviada hasta llegar a la laguna la niña, teniendo una longitud de 36km aproximadamente y un ancho variable que opera entre los 55,60,65,70, 80 metros.

4.1.3.11 Cálculo del caudal para periodo de retornos determinados.

Se proyectará los caudales de los dos ríos, para periodos de retorno de 2 años, 50 años, 100 años, 265 años. Para la proyección de caudales se trabajó con dos métodos probabilísticos las cuales son GUMBEL y LEBEDIEV. En las siguientes tablas se muestran los resultados.

Tabla 43 Caudales probables para cada afluente.

Periodo de retorno (años)	Río Motupe Q(m ³ /seg)		Río la leche Q(m ³ /seg)	
	Gumbel	Lebediev	Gumbel	Lebediev
2	39.83	19.46	110.04	62.50
50	250.87	168.95	559.92	379.97
100	286.20	223.50	635.22	496.00
265	335.86	351.24	741.09	767.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Caudales promedios de ambos métodos.

Periodo de retorno (años)	Río Motupe Q(m ³ /seg)	Río la leche Q(m ³ /seg)
	promedio	promedio
2	29.65	86.27
50	209.91	469.95
100	254.85	565.61
265	343.55	754.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Caudales definitivos para el diseño del puente vehicular.

Periodo de retorno (años)	Continuidad del río Motupe Q(m ³ /seg)
2	115.92
50	679.86
100	820.46
265	1097.98

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.12 Modelamiento con HEC-HMS

No será posible este modelamiento en el software Hec Hms ya que este modelamiento se hace para cuencas completas, necesitando de un modelo de elevación digital (DEM). Por lo que no será posible porque la muestra es limitada a un tramo del río.

Se evaluó de manera empírica si ocurre o no movimiento de los sedimentos, mediante el uso del ábaco de Shields. Considerando los siguientes apartados con las características del proyecto.

-Para un río de sección muy ancho, el radio es igual al tirante de agua ($R=Y$).

-Tipo de material a una profundidad de 6 metros: arena arcósica y bioclástica, material de compacidad medianamente densa a densa (**Dato: refracción sísmica**).

-Determinación de la tensión cortante.

$$\tau_o = \gamma * h * s$$

Peso específico del agua $= \gamma = 1000 \text{ kgf/m}^3$

Profundidad del río $= h = 3.69 \text{ m}$

Pendiente del tramo del río $= S = 0.0012 \text{ m/m}$

$$\tau_o = 4.43 \text{ kg/m}^2$$

-Determinación de la fuerza crítica de arrastre adimensional.

$$\Psi = \frac{\tau_o}{(\gamma_s - \gamma) * D}$$

Peso específico de arenas superficiales $= \gamma_s = 2600 \text{ kg/m}^3$

Diámetro de la partícula arrastrada $= D = 2 \text{ mm}$ (centro del río)

Diámetro de la partícula arrastrada $= D = 3 \text{ mm}$ (márgenes del río)

$$\Psi(2 \text{ mm}) = 1.38$$

$$\Psi(3 \text{ mm}) = 0.92$$

- Determinación de la velocidad de corte.

$$V_* = \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho}}$$

Densidad del agua $= \rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$V_* = 0.208 \text{ m/seg}$$

-Determinación del número de Reynolds, adimensional.

$$Re_* = \frac{(V_* * D)}{\nu}$$

Viscosidad cinemática $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{seg}$

$$Re_*(2\text{mm}) = 417$$

$$Re_*(3\text{mm}) = 625$$

-Graficamos:

Fig. 53 Diagrama de Shields.

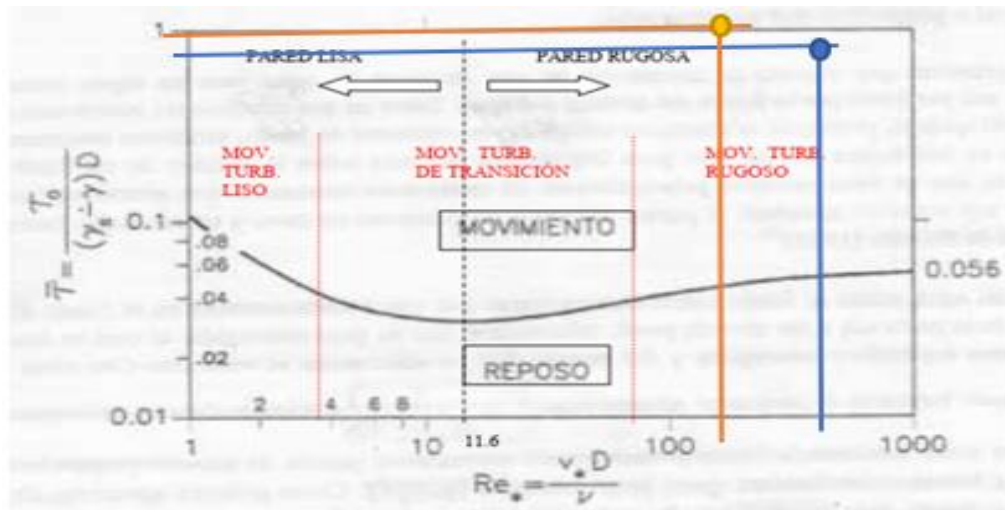


Diagrama de Shields.

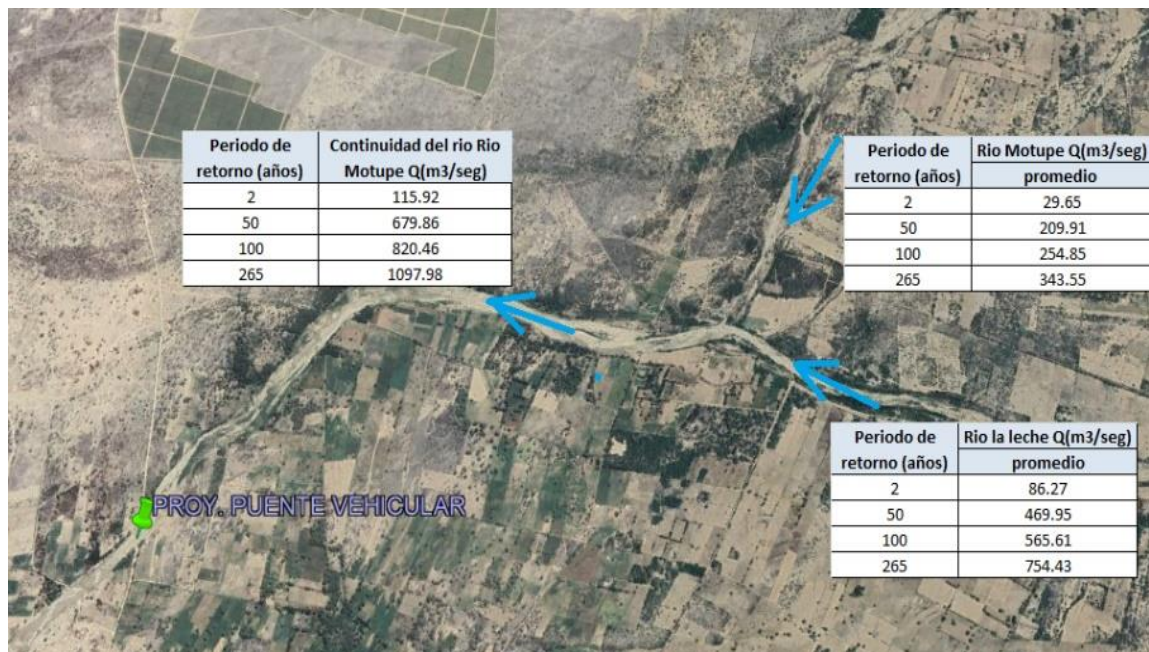
Fuente: Apuntes de clase de Hidrología.

Respuesta: Existe migración de partículas, la cual se interpreta que el tramo del río Motupe en estudio sufre erosión en el fondo y en los márgenes.

4.1.3.13 Validación del caudal de diseño

En definitiva, el caudal de diseño que atravesará la sección donde estará ubicado el puente vehicular tiene un nivel de aguas mínimas (NAMIN) de 115.92 m³/seg, un nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) de 820.46 m³/seg, y un nivel de aguas extraordinarias (NAME) de 1097.98 m³/seg. La pendiente del cauce en tramo en estudio es 0.0012m (levantamiento topográfico). En la fig.54 se muestra la participación de caudales de ambos ríos.

Fig. 54 Validación de caudales a distintos periodos de retornos.



Fuente: Elaboración propia, imagen satelital.

En la Fig.55 tenemos las marcas de agua de niveles máximos encontrados en campo, la misma que fue consultada con los pobladores cercanos a la zona.

Fig. 55 Huellas marcadas en las márgenes del río.



Fuente: Elaboración propia.

En la fig. 56 se tiene el ingreso de caudales para el modelamiento con Hec Ras 6.1.0, para un T (2 años) = 115.92 m³/seg, T (50 años) = 679.86 m³/seg, T (100 años) = 820.46 m³/seg, T (265 años) = 1097.98 m³/seg; los mismos que fueron estudiados en ambas cuencas.

Fig. 56 Ingreso de caudales a Hec Ras 6.1.0

Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): Reach Boundary Conditions ...

Locations of Flow Data Changes

River: RIOMOTUPE LISTO

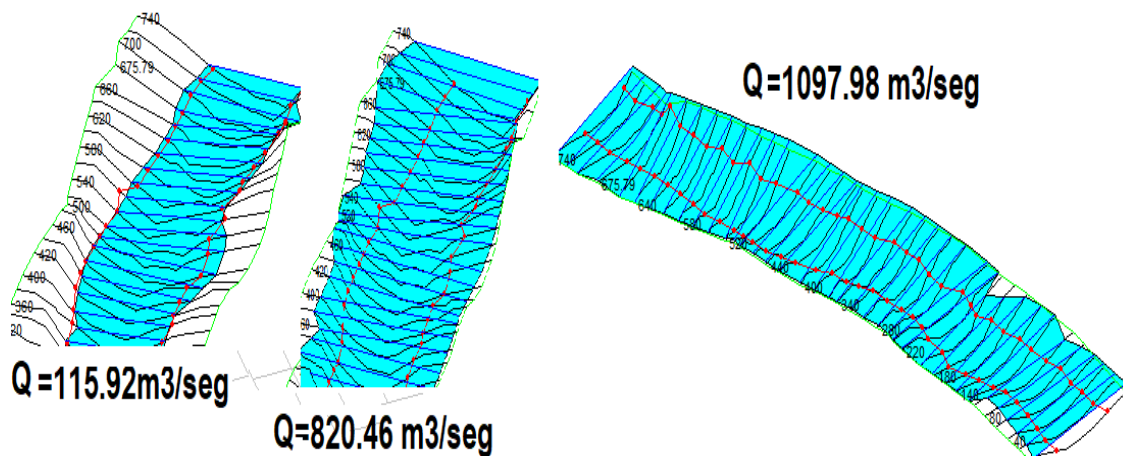
Reach: eje River Sta.: 740

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates				
	River	Reach	RS	T=2años	T=50años	T=100años	T=265años
1	RIOMOTUPE LISTO	eje	740	115.92	679.86	820.46	1097.98

Fuente: Elaboración Propia.

En la Fig.57 se aprecia el comportamiento del flujo en el cauce sin la influencia del puente, debido a la variación de periodo de retorno T (2 años) = 115.92 m³/seg, 820.46 m³/seg, T (265 años) = 1097.98 m³/seg.

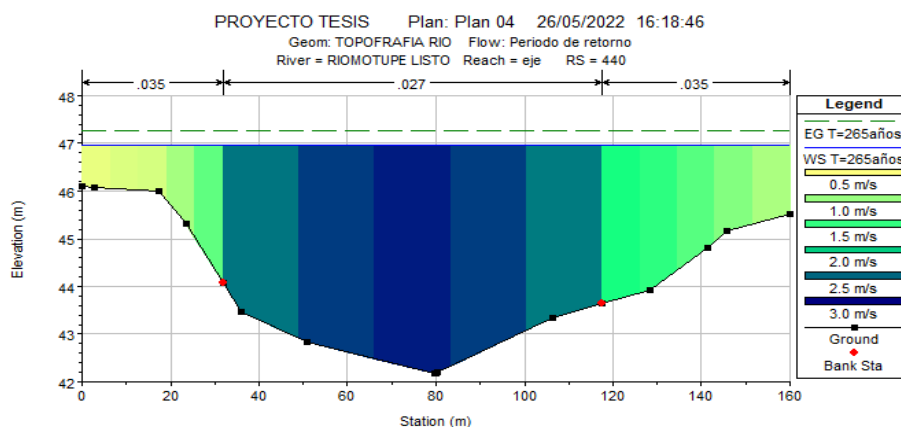
Fig. 57 Comportamiento fluvial del tramo en estudio.



Fuente: Elaboración propia

En la Fig.58 se puede tener el perfil de velocidades de todas las secciones definidas cada 2 metro a lo largo de la porción de superficie levantada, las cuales alcanzan los 3.5m/seg en el centro de la sección, la cual disminuye en dirección a los márgenes del río llegando hasta 0.5 m/seg.

Fig. 58 Perfil de velocidades en la sección transversal del río.



Fuente: Elaboración propia

De los resultados tenemos las características hidrológicas de las secciones 200 y 220 donde se ubicará el puente vehicular reportadas por Hec Ras 6.1.0

Tabla 46 Características hidrológicas con Hec Ras 6.1.0

Reach	River Sta	Perfil	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude	Tirante	Datos
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)	Sección
eje	220	T=2años	115.92	41.8	43.52	42.7	43.6	0.000776	1.25	92.96	69.92	0.34	1.72	DATOS AGUAS ARRIBA
eje	220	T=50años	679.86	41.8	45.41	44.35	45.83	0.001314	2.92	255.76	120.84	0.52	3.61	
eje	220	T=100años	820.46	41.8	45.77	44.64	46.23	0.001285	3.1	309.05	160	0.52	3.97	
eje	220	T=265años	1037.98	41.8	46.49	45.11	46.95	0.001061	3.18	424.71	160	0.49	4.69	
Bridge					-----> Ubicación de puente vehicular									
eje	200	T=2años	115.92	41.8	43.46	42.79	43.56	0.001165	1.46	79.42	63.79	0.42	1.66	DATOS AGUAS ABAJO
eje	200	T=50años	679.86	41.8	45.2	44.51	45.73	0.001892	3.29	228.54	107.33	0.61	3.4	
eje	200	T=100años	820.46	41.8	45.48	44.81	46.1	0.002004	3.6	260.05	126.55	0.64	3.68	
eje	200	T=265años	1037.98	41.8	46	45.34	46.74	0.001997	3.98	334.61	160	0.66	4.2	

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.14 Variaciones geomorfológicas del cauce del río

Desde el año 1965 el tramo que da **continuidad el río Motupe** ha tomado variaciones importantes en sus cauce, vamos a catalogarlo según Maill (1977), si el comportamiento que ahora en el 2022 presenta es de tipo: recto, meandriforme, entrelazado y anastomosado.

Análisis de sinuosidad

Para determinar la sinuosidad aplicaremos el concepto de Villota (2005), donde se debe analizar los siguientes parámetros, se debe tener en cuenta que ríos meándricos deben contar con cierto grado de simetría en su curvatura [48].

Índice de Sinuosidad (IS) = LC/LV

- Longitud del cauce del río (LC)

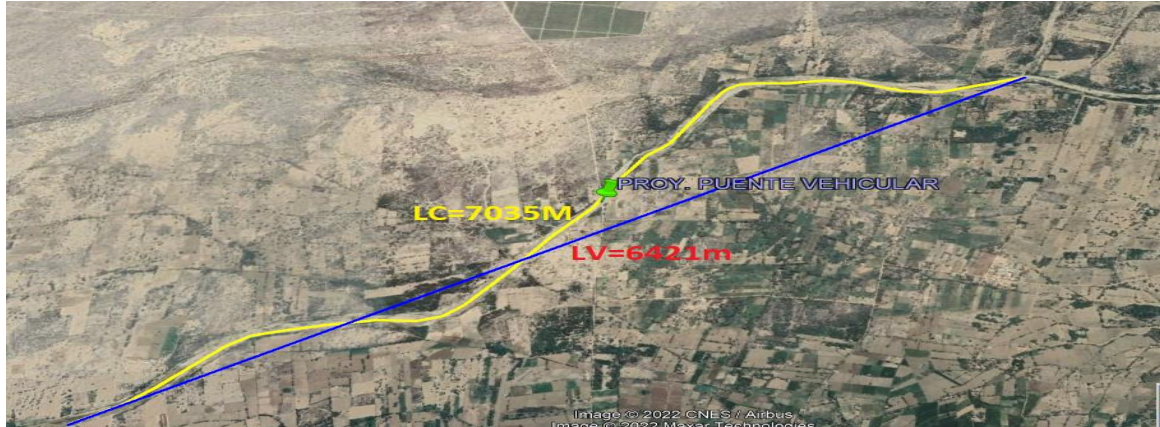
- Longitud del valle (LV)

Si IS es mayor o igual a 1,5 se le considera como meándrico, si es menor a este valor es recto o sinuoso [48].

Continuidad del río Motupe

Análisis de la sinuosidad del cauce río Motupe, sector Monte Verde a San Luis.

Fig. 59 Análisis de la sinuosidad continuidad río Motupe.



Fuente: Adaptado de Google Earth

Índice de Sinuosidad (IS)= $7035\text{m}/6421\text{m}=1.09$

Por lo tanto, estamos estudiando el comportamiento de un cauce sinuoso.

4.1.3.15 Variación de la forma del cauce

La forma natural que tiene el cauce en el tiempo se detalla en las imágenes capturadas por Google Earth. Desde aquellos años los materiales que ha transportado son arenas las cuales han sedimentado en zonas bajas (tramos curvos) cuando las velocidades del cauce eran mínimas. De la fig. 60 se observa a un río en formación, natural, sinuoso, muy ramificado, con un poder erosivo muy alto.

Fig. 60 Forma de cauce en el año 1669.



Fuente: Adaptado de Google Earth

De la Fig. 61 se observa un río ya formado, con corriente natural, sinuoso con alto poder erosivo, canalizado, con ahondamiento y estabilización del río en ambas márgenes.

Fig. 61 Forma de cauce en el año 2016.



Fuente: Adaptado de Google Earth

Durante el Fenómeno del Niño, el comportamiento del río fue bueno, pero ante avenidas extraordinarias alcanzó niveles altos que hizo que en intersecciones con vías de comunicación sobresalga el agua y generó inundaciones a pueblos cercanos como Monte verde, Monte hermoso, La colorada. Romero, Cucufana y el Angolo. Ver Fig. 62.

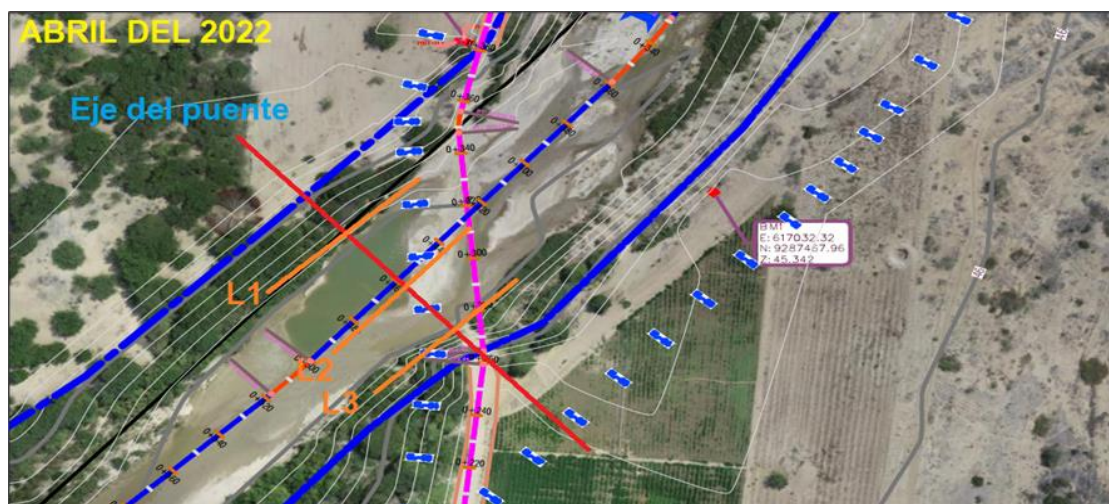
Fig. 62 Forma del cauce en el año 2017.



Fuente: Adaptado de Google Earth

Ahora el cauce del río Motupe se encuentra cubierta por vegetación en ambas márgenes, tiene una profundidad de 3.5 metros aproximadamente, después de todas las avenidas que ha tenido y el comportamiento que ha sufrido, se puede afirmar que es un cauce maduro estabilizado. Ver fig. 63.

Fig. 63 Forma del cauce en el año abril del 2022.



Fuente: Elaboración propia-levantamiento cartográfico con dron.

La ubicación del puente se hará en la zona marcada de rojo, zona madura ya definida que durante el tiempo no ha sufrido variaciones y su comportamiento ha sido resistente frente las máximas avenidas presentadas en el tiempo, por ende, se considera el sitio adecuado para la obra a proyectar. El puente vehicular tendrá la posición perpendicular al eje del cauce del río Motupe para que ángulo de ataque de las corrientes de agua sean menos erosivas y causen la menor perturbación, menor turbulencia, bajando el poder erosivo, así minimizar la socavación en los estribos y pilares de la obra, además tener un comportamiento controlable del flujo frente a obras de protección para los elementos estructurales del puente y el mismo cauce aguas arriba y aguas abajo.

4.1.3.16 Estudio Hidráulico

a) Estudio de la socavación

La decisión final sobre la base de la estructura del puente y/o las medidas para protegerlo depende no solo de los resultados que den las ecuaciones, sino también del juicio, la experiencia y el conocimiento del proyectista.

Comportamiento y degradación fluvial

Los ríos se caracterizan por ser elementos dinámicos en la naturaleza. Es decir, cambian constantemente de posición y forma. Básicamente, el río tiene tres funciones naturales

- Drenaje del agua generada en la cuenca como resultado de la precipitación.
- Desaguar los sólidos producto de la erosión de la cuenca.
- Evacuar el hielo en las zonas en que éste se presenta.

El manual de puentes del MTC considera:

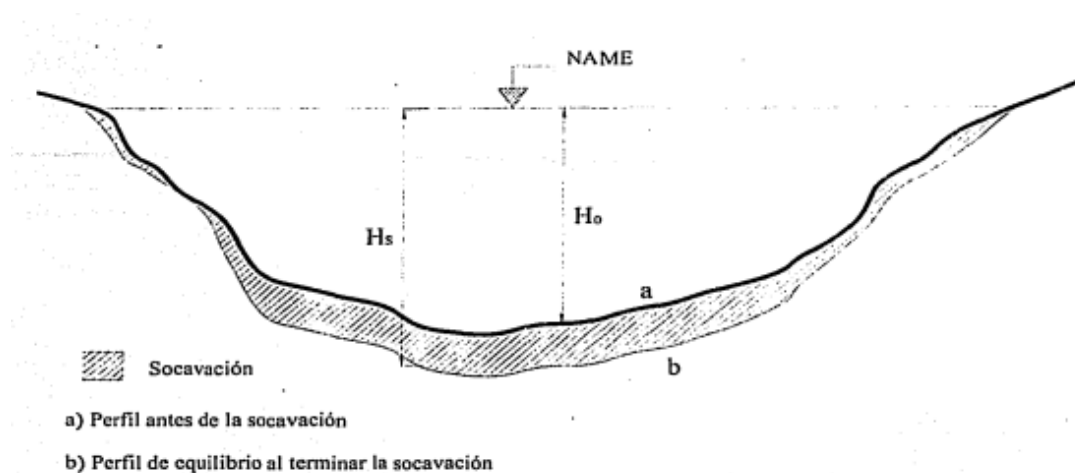
- Socavación por erosión general
- Socavación accidental por contracción o reducción.
- Socavación local

El proceso de socavación progresa hasta alcanzar un estado de equilibrio sedimentológico, no es infinito, sino que se puede conocer su límite mediante estimaciones. **Conocer la profundidad de socavación es importante para determinar la profundidad de la base de los cimientos.** La profundidad de la socavación máxima será: $S. \text{ general} + S. \text{ Contracción} + S. \text{ Local}$; por lo tanto, toda cimentación debe estar como mínimo 1 metro por debajo de está [44].

b) Socavación general

Se denomina socavación general al descenso generalizado durante una creciente, del fondo de un cauce como consecuencia del incremento en la capacidad de arrastrar y transportar en suspensión el material del fondo, lo cual provoca cambios en las condiciones hidráulicas del cauce.

Fig. 64 Socavación general en ríos.



Fuente: Análisis hidráulico para diseño de puentes-UNAM-México.

c) Socavación por contracción

Es la contracción del flujo producida por la reducción de la sección del cauce por la construcción de terraplenes de acceso al puente y en menor grado por las pilas que bloquean parte de la sección recta.

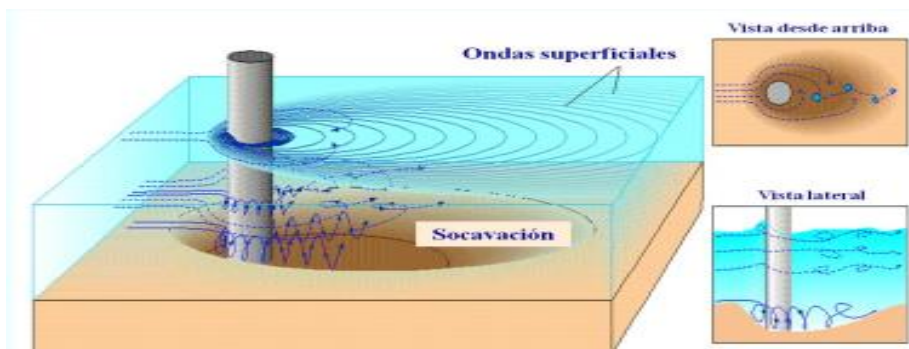
d) Socavación por Local

Cuando se coloca un obstáculo al paso de una corriente se produce la remoción del suelo en el lado de aguas arriba del mismo obstáculo. Los huecos o depresiones que se forman también se rellenan al disminuir la velocidad del agua, aunque en general, quedan pequeñas depresiones como testimonio de este fenómeno [49].

-Socavación en pilas de puentes

El efecto provocado por una pila al cruce de un cauce es el que aguas arriba de la misma el agua se levanta y posteriormente, por debajo del puente, el nivel del agua baja para volver a levantarse una vez que ha salido del puente [49].

Fig. 65 Socavación en pilas de puentes.

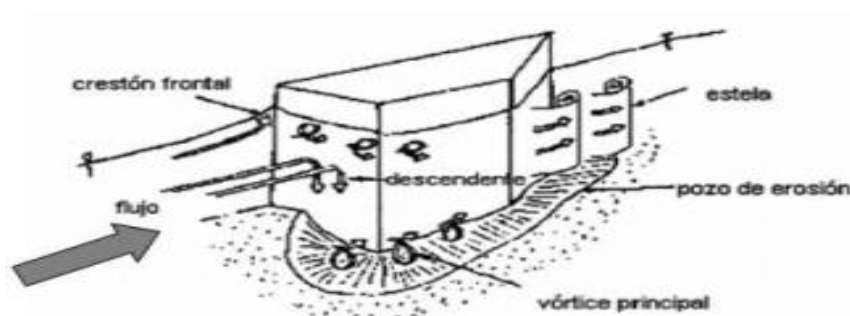


Fuente: USGS

-Socavación en estribos de puentes

El concepto de socavación en estribos se estudia de la misma manera ocurrida en los pilares de este tipo de estructuras, son elementos estructurales que se ubican en los extremos del puente e implican ordinariamente una disminución del ancho del río.

Fig. 66 Socavación en pilas de puente.

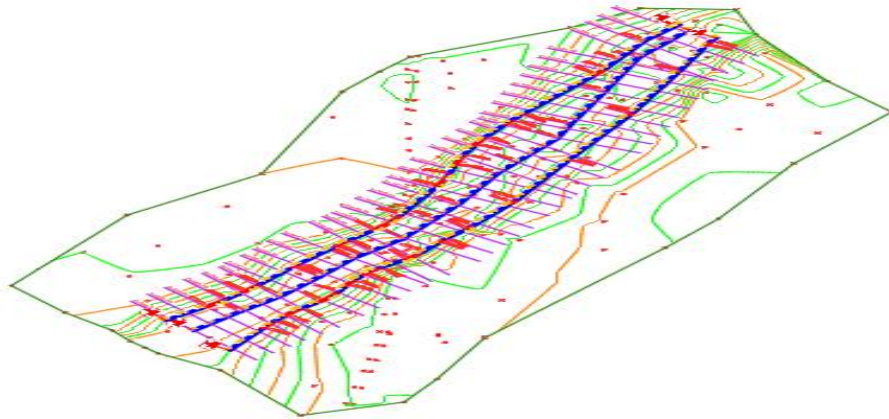


Fuente: Martínez Marín y otros

4.1.3.17 Cálculo de la socavación con HEC-RAS con 265 años

Basándose en el levantamiento topográfico mediante drone, se obtienen las curvas de nivel del área estudiada, luego se crea el alineamiento en el centro del cauce, seguida se limita el ancho del cauce, para así crear las secciones transversales, las cuales serán exportadas para el programa Hec Ras 6.1.0.

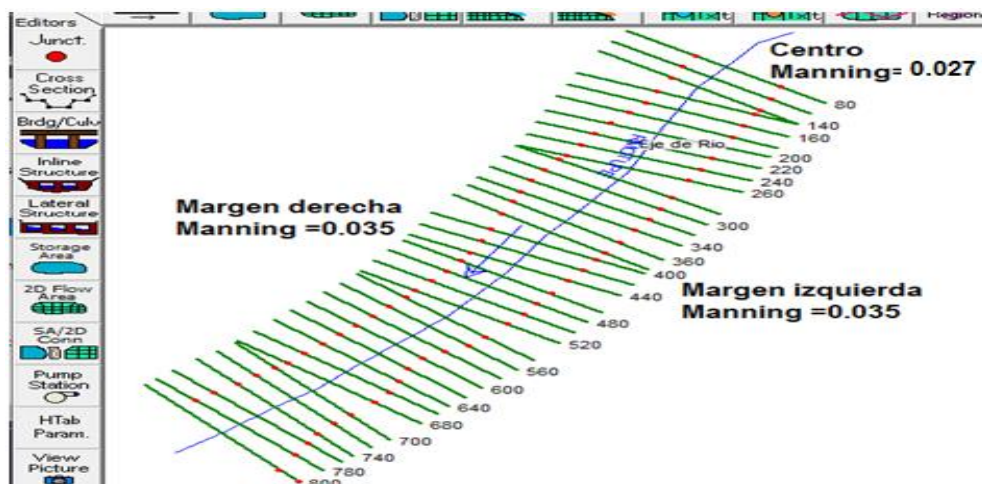
Fig. 67 Creación de superficie en civil 3D



Fuente: Elaboración propia

Se importa el alineamiento más las secciones transversales trabajadas del programa autodesk civil 3D al programa Hec Ras “RIOMOTUPE01.geo”. Una vez importada la data, se visualiza la geometría del tramo estudiado en el Rio Motupe. Se adoptará un número de **Manning de 0.035 en los bordes y 0.027 en el centro del rio**, son números para canales naturales “ríos grandes”. La pendiente según el perfil longitudinal es de **0.0012 para el canal**.

Fig. 68 Importación de superficie a Hec Rac 6.1.0.



Fuente: Elaboración propia

En la fig.70 de muestra el corte en la sección 210 donde está ubicado el puente vehicular. Para un periodo de retorno de 265años presenta un tirante de 4.69m aguas arriba y 4.20m aguas abajo y posible atrapamiento de palizada en los pilares.

Fig. 70 Sección aguas arriba del puente vehicular

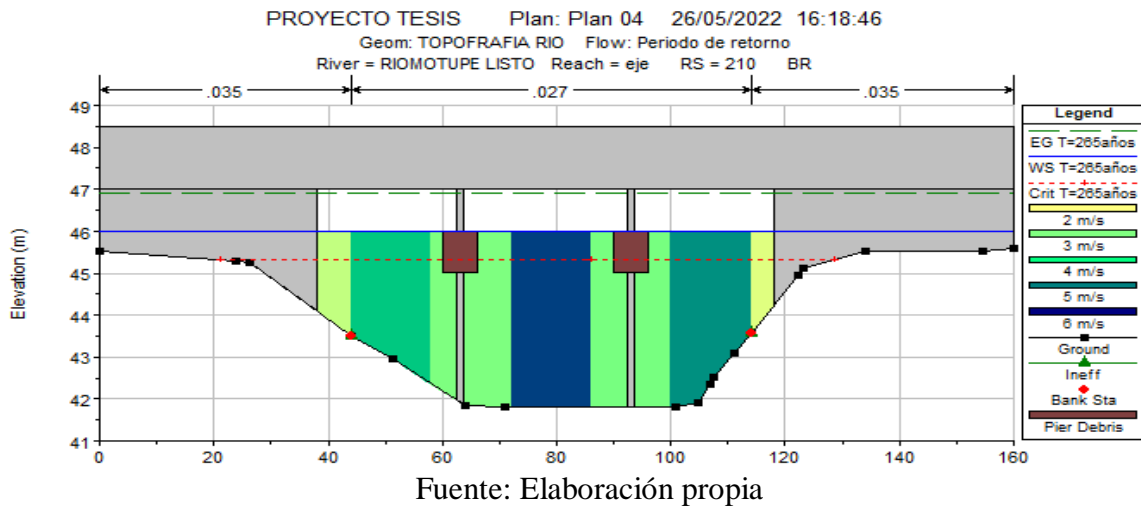
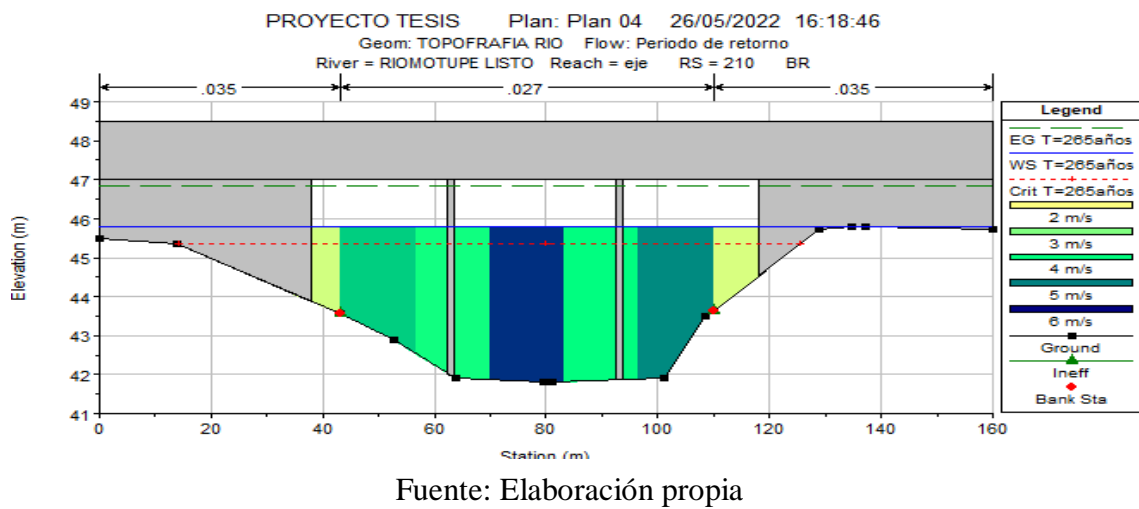


Fig. 69 Sección aguas abajo del puente vehicular



En la tabla 47 contiene los tirantes máximos a diferente periodo de retorno, siendo el tirante de 4.69m para un caudal de 1097.98 m³/seg correspondiente a un periodo de retorno de 265años.

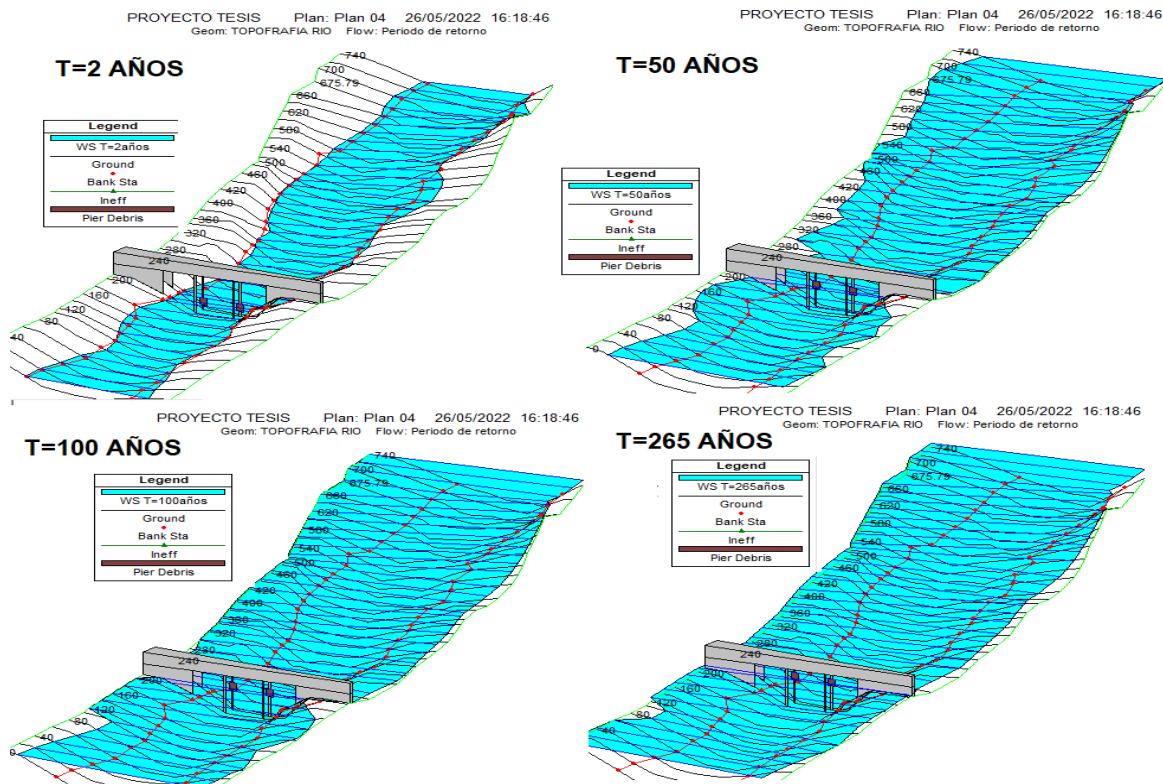
Tabla 47 Tirantes máximos a diferente periodo de retorno.

Reach	River Sta	Perfil	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude	Tirante	Datos
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)	Sección
eje	220	T=2años	115.92	41.8	43.52	42.7	43.6	0.000776	1.25	92.96	69.92	0.34	1.72	DATOS AGUAS ARRIBA
eje	220	T=50años	679.86	41.8	45.41	44.35	45.83	0.001314	2.92	255.76	120.84	0.52	3.61	
eje	220	T=100años	820.46	41.8	45.77	44.64	46.23	0.001285	3.1	309.05	160	0.52	3.97	
eje	220	T=265años	1097.98	41.8	46.49	45.11	46.95	0.001061	3.18	424.71	160	0.49	4.69	
Bridge			-----> Ubicación de puente vehicular											
eje	200	T=2años	115.92	41.8	43.46	42.79	43.56	0.001165	1.46	79.42	63.79	0.42	1.66	DATOS AGUAS ABAJO
eje	200	T=50años	679.86	41.8	45.2	44.51	45.73	0.001892	3.29	228.54	107.33	0.61	3.4	
eje	200	T=100años	820.46	41.8	45.48	44.81	46.1	0.002004	3.6	260.05	126.55	0.64	3.68	
eje	200	T=265años	1097.98	41.8	46	45.34	46.74	0.001997	3.98	334.61	160	0.66	4.2	

Fuente: Elaboración propia

En la fig.71 Se observa la iteración entre cauce y la estructura. Conforme aumenta el periodo de retorno, aumenta caudales, aumentan tirantes, aumentan velocidades, hay mayor transporte de sedimentos en el lecho. El posible desbordamiento del río solo con un periodo de retorno de 50 años con un caudal de 679.86m3/seg, por lo que se debe reforzar los márgenes con obras de ingeniera como: Construcción de gaviones, entre otros.

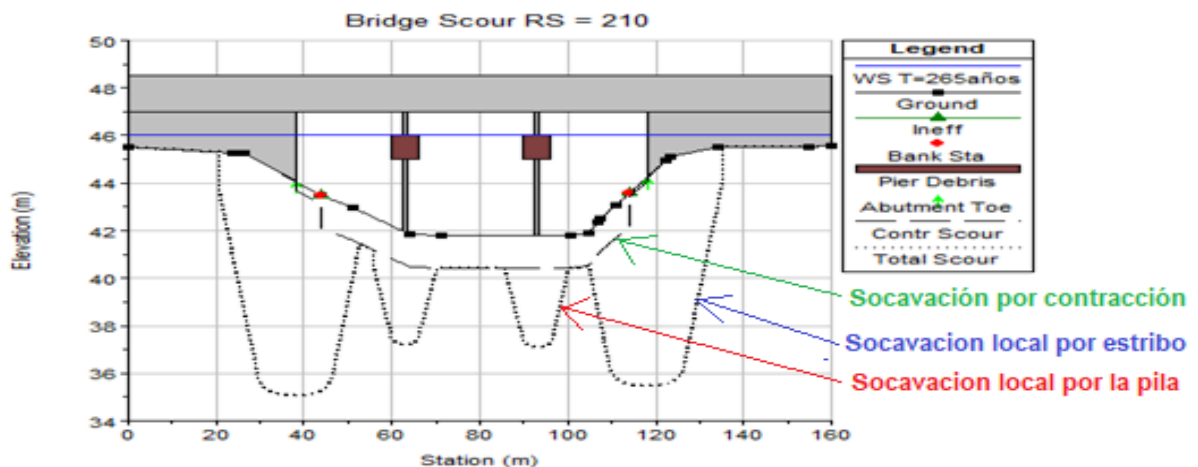
Fig. 71 Modelado de Puente en Hec Ras 6.1.0



Fuente: Elaboración propia

En la fig.72, se evaluó la socavación local y por contracción producto de la construcción del puente, se consideró un material de arena arcósica y bioclástica, material de compacidad medianamente densa a densa (estudio de refracción sísmica). Los diámetros de las partículas para el análisis son de 2mm para el centro del río y 3 mm para los bordes (información extraídos de: Ingeniería de Ríos - UMSNH). Para un periodo de retorno de 265 años se visualiza la información de migración de partículas.

Fig. 72 Contracción y socavaciones local en pilas y estribos.



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los resultados del software Hec Ras 6.1.0 para análisis de periodo de retorno 265 años, caso más crítico.

Tabla 48 Datos de diseño hidráulico Hec Ras 6.1.0.

Hydraulic Design Data				
Socavación por contracción				
		Left	Channel	Right
Input Data				
	Average Depth (m):	1.66	4.4	1.78
	Approach Velocity (m/s):	1.29	2.98	1.27
	Br Average Depth (m):	2.21	4.28	2.1
	BR Opening Flow (m ³ /s):	32.83	1046.4	18.75
	BR Top WD (m):	6	58.02	3.98
	Grain Size D50 (mm):	3	2	3
	Approach Flow (m ³ /s):	108.69	896.65	92.64
	Approach Top WD (m):	50.99	68.42	40.93
	K1 Coefficient:	0.59	0.64	0.59
Results				
	Scour Depth Ys (m):	0	1.3	0
	Critical Velocity (m/s):	0.97	1	0.98

	Equation:	Live	Live	Live
Socavación en Pilas				
	All piers have the same scour depth			
Input Data				
	Pier Shape:	Circular cylinder		
	Pier Width (m):	1		
	Grain Size D50 (mm):	2		
	Depth Upstream (m):	4.67		
	Velocity Upstream (m/s):	3.38		
	K1 Nose Shape:	1		
	Pier Angle:	0		
	Pier Length (m):	1		
	K2 Angle Coef:	1		
	K3 Bed Cond Coef:	1.1		
	Grain Size D90 (mm):	4.75		
	K4 Armouring Coef:	1		
Results				
	Scour Depth Ys (m):	2.8		
	Froude #:	0.5		
	Equation:	CSU equation		
Socavación en estribos				
		Left	Right	
Input Data				
	Station at Toe (m):	38	118	
	Toe Sta at appr (m):	44.99	123.39	
	Abutment Length (m):	44.99	36.95	
	Depth at Toe (m):	2.38	2.23	
	K1 Shape Coef:	1.00 - Vertical abutment		
	Degree of Skew (degrees):	90	90	
	K2 Skew Coef:	1	1	
	Projected Length L' (m):	44.99	36.95	
	Avg Depth Obstructed Ya (m):	1.49	1.69	
	Flow Obstructed Qe (m3/s):	78.49	75.88	
	Area Obstructed Ae (m2):	66.9	62.46	
Results				
	Scour Depth Ys (m):	8.61	8.6	
	Qe/Ae = Ve:	1.17	1.21	
	Froude #:	0.31	0.3	
	Equation:	Froehlich	Froehlich	

Fuente: Elaboración propia adaptado de Hec Ras 6.1.0

Se muestra la siguiente tabla de la profundidad de socavación estimada en los elementos importantes como es el caso de pilas y estribos cuando estos entran en contacto con el flujo de agua transcurridas en el río Motupe para un periodo de retorno de 265 años. Para el cálculo de contracción se basa en el método de la ecuación: live, para la socavación de pilas: ecuación del CSU (Colorado State University), para estribos se base en la ecuación de Froehlich.

Tabla 49 Socavación por contracción y local en pilas y estribos

Elemento	Soc. local + Soc. contracción (m)	
Estribo izquierdo	8.61	m
Estribo derecho	8.60	m
Pila	4.1	m

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.18 Sistemas de protección para mitigar el riesgo por erosión y socavación en puentes.

En general, existen varios tipos de protección que se pueden considerar contra la socavación en pilares, estribos y en riberas para la defensa de puentes.

La protección contra la socavación se usa para minimizar, controlar, retrasar, mitigar o monitorear los problemas de estabilidad del canal y del puente. Las soluciones al problema de la socavación del puente incluyen estudios de las causas fundamentales, incluidos los aspectos topográficos, hidrológicos, hidráulicos, estructurales y de geotecnia [50].

Medidas hidráulicas

Estructuras longitudinales

- Protección del talud con mallas a base de roca.

Fig. 73 Protección de talud en canales.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de desastres, México, 2017.

Estructuras transversales

- Espolones implantados en el cauce para disminuir la energía del flujo.

Fig. 74 Espolones transversales en el cauce.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de desastres, México, 2017.

Protección local del puente

- Protección contra socavación por contracción de la estructura.

Fig. 75 Protección local de estribos en un puente simplemente apoyado.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de desastres, México, 2017.

- Protección de pilas y estribos con sacos rellenos de piedra o colchacretos.

Fig. 76 Protección local de un puente continuo.



Fuente: Centro Nacional de Prevención de desastres, México, 2017.

4.1.4 Estudio geológico y geotécnico

4.1.4.1 Introducción

El presente estudio geológico y geotécnico corresponde a la evaluación de las características geológicas de la zona, con la finalidad de determinar las profundidades de cimentación, tipo de cimentación a utilizar en el proyecto vehicular ubicado en el río Motupe, sector Monte Verde -San Luis.

Ubicación

Departamento: Lambayeque

Provincia: Lambayeque

Distrito: Mórrope

Localidad: Monte Verde/San Luis

Altitud: 45m.s.n.m

Zona Geográfica: Costa

Población beneficiada: Según área de influencia directa e indirecta.

4.1.4.2 Objetivos

- Determinar las características geológicas de la zona.
- Determinar la estratigrafía del terreno a través de estudios geofísicos.
- Determinar la capacidad portante a través de tablas de acuerdo con el tipo de suelo.

4.1.4.3 Metodología

La metodología para lograr los objetivos propuestos ha considerado en tres etapas, la primera es realizar trabajos de gabinete para evaluar toda la información existente: planos, mapas satelitales, sitios web (INGEMEMT). La segunda, consistió en realizar trabajos de campo en el área de ubicación del puente a través evaluación geotécnicas como es el ensayo de refacción sísmica, que permitirá conocer el perfil litológico del suelo y la tercera es trabajar con toda la información de primera y segunda mano recolectada para definir los parámetros de cimentación del puente y obras complementarias.

4.1.4.4 Zonificación geológica de la zona

a) Descripción de suelo

Con base en el trabajo de Oscar Palacios y Natalio De La Cruz (1980) y una revisión del mapa integrado del cuadrángulo de Mórrope (2017), es posible concluir que el distrito de Mórrope fue sumergido previamente por el mar, mucho más allá de los límites actuales. Con la costa levantada en forma de terrazas (Formación Tablazos),

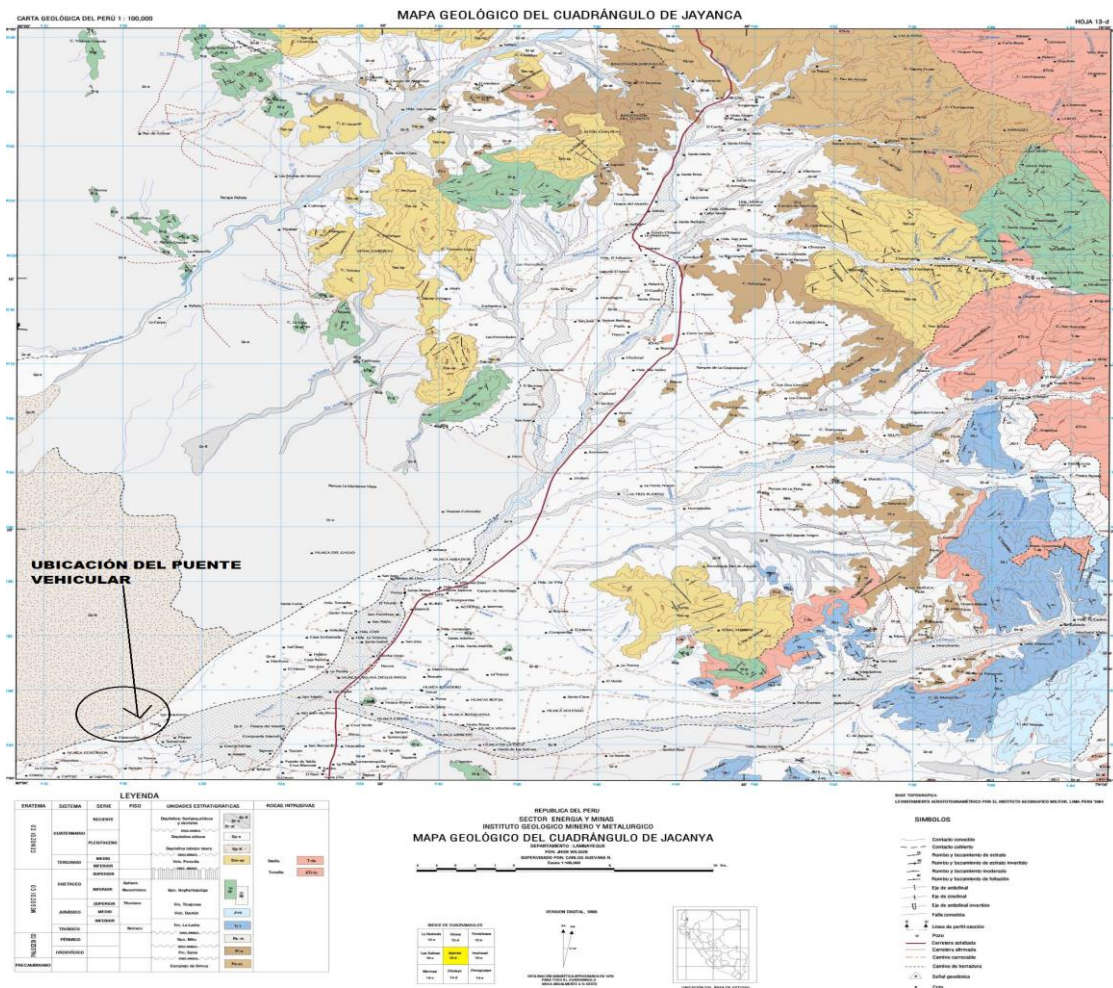
dejando depósitos de variables de diferentes tamaños y formas por descubrir. La cuenca de sedimentación está formada por antiguas llanuras inundables que actualmente están siendo cubiertas por arenas eólicas.

La superficie es plana a ligeramente inclinada (0-4%), en la unidad fisiográfica de terraza baja inundable (con mantos de arena), en la quebrada seca, afluente del Río Motupe/La leche. En temporada húmeda, esta zona es propensa a inundaciones por la presencia de fuertes avenidas.

El Instituto de Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) presenta el mapa geológico del cuadrángulo Jayanca 13-d.

Según la data el **punto se ubica sobre un suelo** perteneciente a la era CENOZOICO, con sistema CUATERNARIO, de serie PLEISTOCENO, con unidades estratigráficas de DEPOSITOS EOLICOS (Op-e), DEPOSITOS TABLAZO TALARA (Op-tt).

Fig. 77 Mapa geológico del cuadrángulo de Jayanca



Fuente: INGEMMET

b) Inspección visual

En la actualidad en el área del proyecto, existe presencia de vegetación en los márgenes del río, con presencia de depósitos superficiales de arenas fina de color blanca y material gredoso en el fondo como estrato resistente.

Fig. 78 Inspección visual del lugar en estudio-tramo río Motupe.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4.5 Ensayo indirecto de campo- Aplicación de la Geofísica

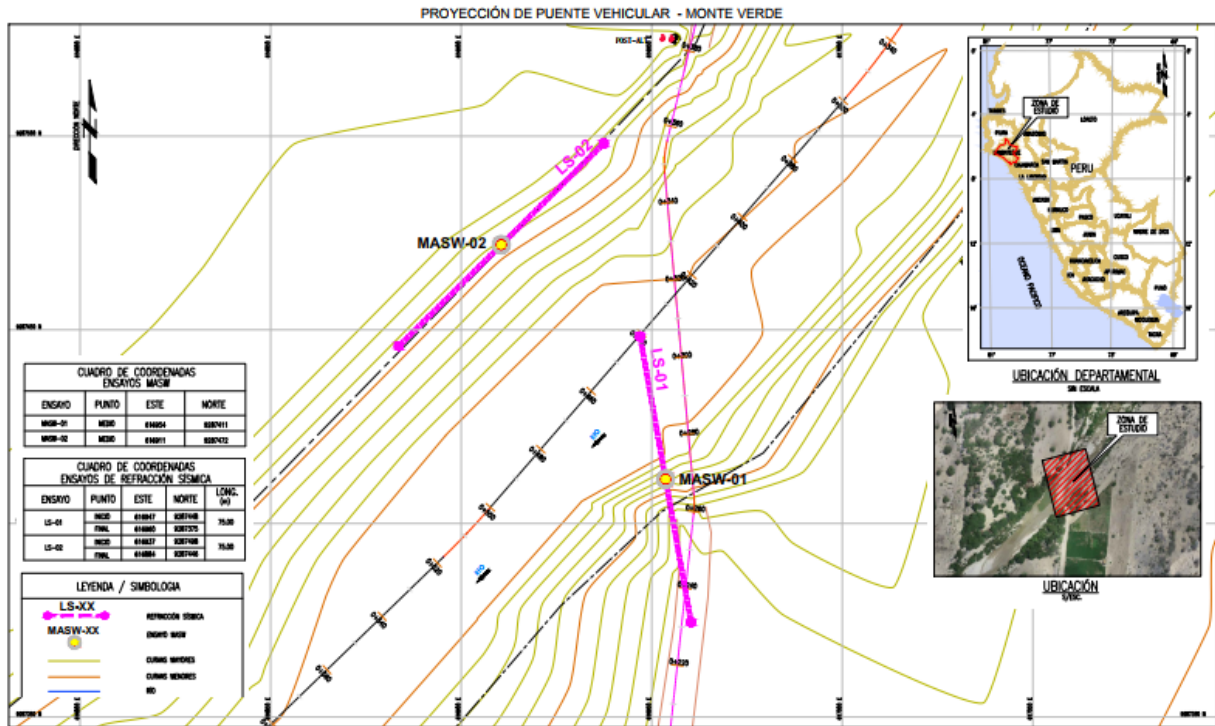
Los objetivos perseguidos en este estudio mediante los métodos de **Refracción Sísmica y MASW**, tienen como punto común determinar las distintas características del subsuelo importantes desde el punto de vista geológico y geotécnico. La capacidad resolutive de los métodos sísmicos ofrece enormes posibilidades de aplicación en el ámbito de la prospección geológica, la geotecnia y la hidrogeología.

Las aplicaciones principales son:

- Permiten detectar estratos de suelos más blandos entre estratos más rígidos.
- Clasificar la zona de estudio de acuerdo con los diferentes códigos sísmicos existentes.
- Determinar los módulos elásticos del suelo.
- Detección de contactos entre unidades litológicas de diferente naturaleza.

- a) **Ubicación:** Se ejecutó dentro del área del futuro puente en Monte Verde a San Luis tramo río Motupe, la misma que se encuentra ubicada en el distrito de Mórrope, provincia y departamento de Lambayeque. **(Ver planos en anexos)**

Fig. 79 Plano de investigaciones geofísicas



Fuente: Estudio geofísico.

- b) **Coordenadas:** Coordenadas referenciales UTM WGS84-17L

Tabla 50 Coordenadas de las líneas de refracción sísmica.

COORDENADAS DE LAS LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA UTM-WGS84				
Nombre	INICIO		FINAL	
	Este	Norte	Este	Norte
LS-01	616947	9287448	616960	9287375
LS-02	616937	9287498	616884	9287446

Fuente: Estudio geofísico

Tabla 51 Coordenadas de los ensayos MASW

COORDENADAS DE LOS MASW UTM-WGS84		
Nombre	Este	Norte
MASW-01	616954	9287411
MASW-02	616911	9287472

Fuente: Estudio geofísico

c) Metodología empleada

La metodología que se ha seguido en el estudio ha consistido en una fase de campo, donde se han implantado líneas de refracción sísmica y MASW; seguidamente, una fase de gabinete donde se han procesado las medidas de velocidad de **onda compresional V_p** (filtrado, corrección topográfica, proceso de inversión, etc.) además, se analizó la dispersión de las **ondas superficiales V_s** , para obtener las secciones y proceder a su interpretación.

d) Recursos empleados

Se hizo uso de un Sismógrafo GEA 24 (PASI) ambos equipos de última generación que posee un sistema de adquisición de datos que es almacenada y procesada por una computadora.

Tabla 52 Materiales empleados en la refracción sísmica.

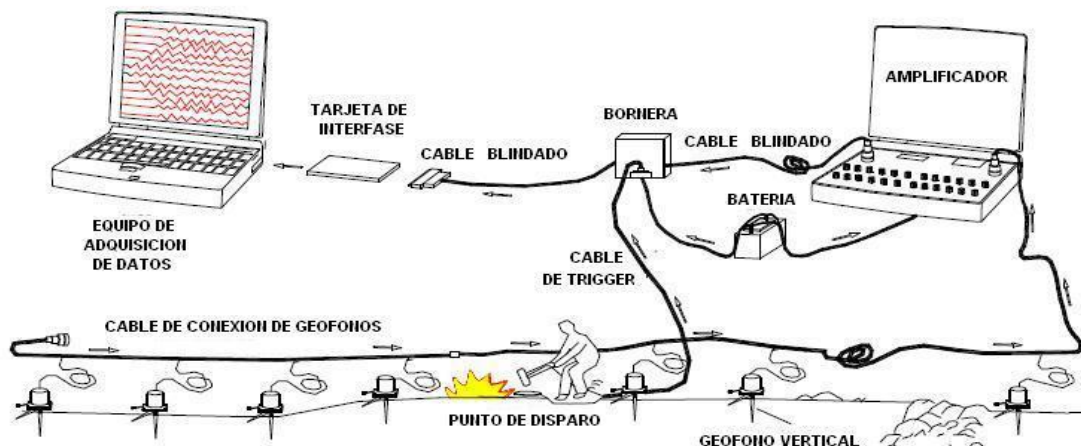
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MEDIDA	EQUIPO
01	Sismografo Gea 24 (PASI)	Und.	
01	Laptop	Und.	
02	Cables sísmicos	Roll	
26	Geófonos 4.5 Hz	Und.	
26	Geófonos 14.5 Hz	Und.	
01	Cable trigger	Roll	
01	Comba de 24 Lb	Und.	
01	Placa Metálica	Und.	
02	Batería de 12V	Und.	

Fuente: Estudio geofísico.

e) Descripción del método de refacción sísmica

Una vez determinados los objetivos de la exploración sísmica y determinada la ubicación del levantamiento, se fijaron las distancias en cada línea sísmica, con el fin de obtener la mayor precisión del tiempo de ocurrencia en campo en cada geófono de la señal sísmica y para lograr la profundidad requerida en el objetivo. Ver Fig.80.

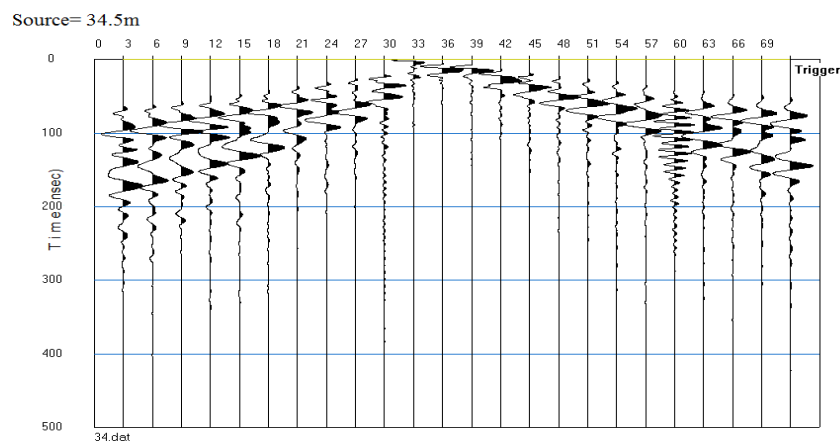
Fig. 80 Visualización un arreglo de geófonos convencional.



Fuente: Estudio geofísico

Por lo general, la onda produce vibraciones que son registradas en cada geófono y amplificadas por un sismómetro, para ser finalmente visualizadas en la pantalla de una computadora personal. La siguiente imagen nos muestra una imagen sísmica o de vibración del suelo estimulada artificialmente para una red de 24 geófonos. Ver Fig.81.

Fig. 81 Registro de onda P

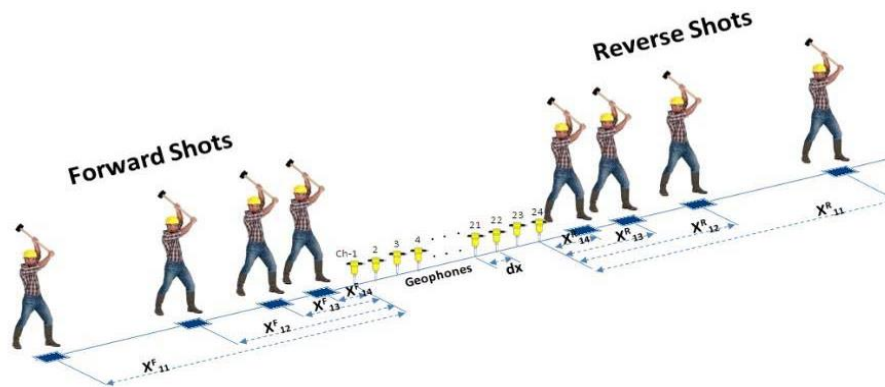


Fuente: Estudio geofísico

f) Descripción del método de MASW

Para realizar la prueba MASW, se instala una línea recta con 24 geófonos con una distancia de 3 m entre geófonos como se muestra en la figura; el registro de vibraciones se realizó con un sismógrafo digital y se registraron las vibraciones ambientales (microtremores) y las vibraciones superficiales inducidas (conmociones cerebrales, vehículos, etc.). Ver Fig.82.

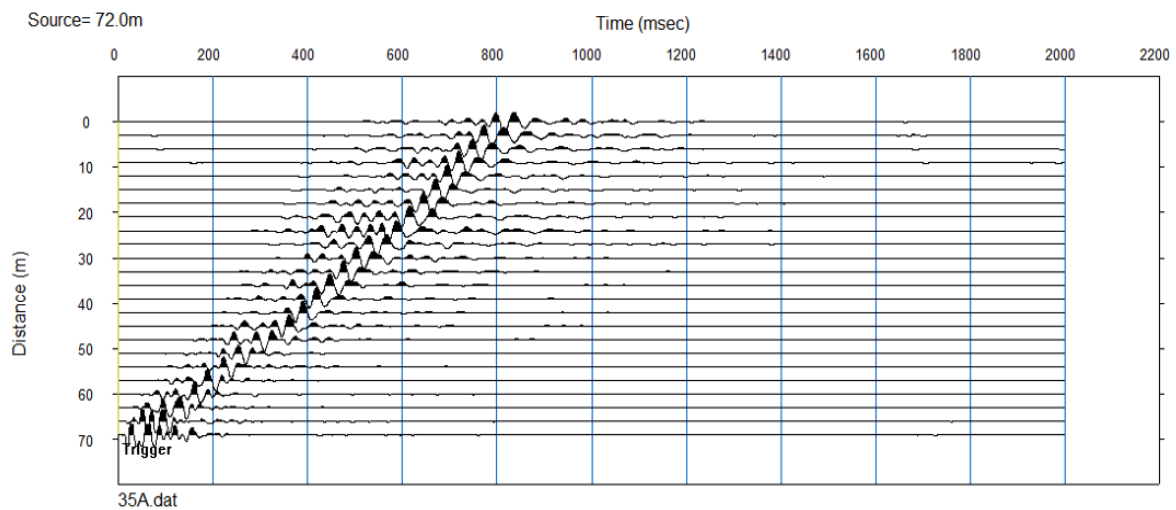
Fig. 82 Equipo para el ensayo de MASW.



Fuente: Estudio geofísico

En la etapa del registro de onda de superficie es importante determinar el Ground roll o tren de ondas. Existen cuatro métodos geofísicos para obtener las velocidades de las ondas de corte, “Vs”, ellas son: Cross hole, Down hole, Up hole, y MASW; esta última es la manera más común, mediante geófonos de componentes horizontales. Sin embargo, en realidad, se puede obtener indirectamente usando relaciones matemáticas. Ver Fig.83.

Fig. 83 Registro de ondas Rayleigh.



Fuente: Estudio geofísico

g) Clasificación sísmica de los suelos según ASCE 2010

El suelo se divide en 6 grupos diferentes en función del promedio de todas las velocidades de las ondas de corte correspondientes a cada capa presente en una profundidad de 30 m.

Fig. 84 Clasificación Sísmica ASCE-2010

Tipo de Suelo	denominación del suelo	Velocidad de ondas de corte $V_{s30}(m/s)^*$	Resistencia a la penetración Estandar SPT (N) [†]
A	Roca muy dura	$V_s > 1500$	N/A
B	Roca o suelo muy rígido	$760 < V_s < 1500$	N/A
C	Suelo muy denso o roca blanda	$360 < V_s < 760$	$N > 50$
D	Suelo rígido	$180 < V_s < 360$	$15 \leq N \leq 50$
E	Suelo blando	$V_s < 180$	$N < 15$

$V_{s30}(m/s)^*$; Velocidad promedio de ondas de corte en los 30 m más superficiales

N^* ; Numero de golpes

Fuente: Estudio geofísico

h) Longitud de las líneas sísmicas

En este estudio se realizaron dos líneas de refracción sísmica y dos puntos de prueba MASW y se obtuvieron los siguientes perfiles y sus longitudes.

Tabla 53 Longitud de líneas sísmicas-refracción sísmica.

Estación	Longitud (m)
LS-01	75.00
LS-02	75.00

Fuente: Estudio geofísico.

Tabla 54 Líneas Masw-refracción sísmica.

Estación	Longitud (m)
MASW-01	75.00
MASW-02	75.00

Fuente: Estudio geofísico

e) Resultados de líneas sísmicas y Masw

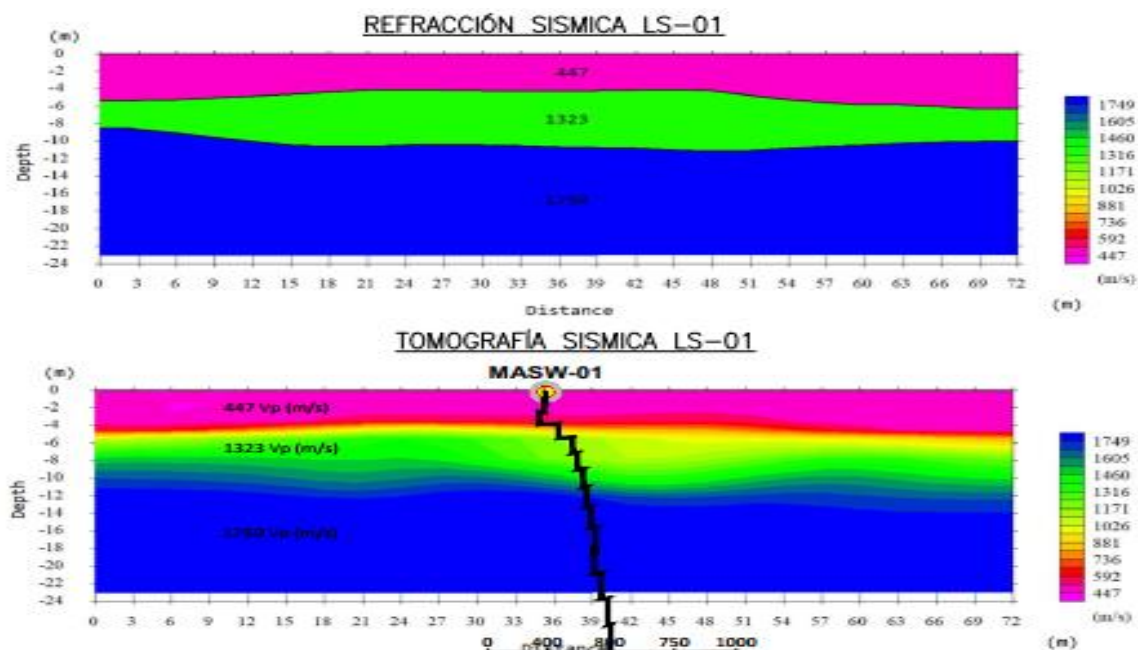
Tabla 55 Velocidad de las ondas V_p por estrato sísmico.

Línea	Estrato Sísmico	Velocidad V_p (m/s)	Descripción
LS-01	1	447	Material de compacidad medianamente densa a densa
	2	1323	Material de compacidad medianamente
	3	1750	Material de compacidad muy compacto
LS-02	1	432	Material de compacidad medianamente densa a densa
	2	794	Material de compacidad medianamente
	3	1594	Material de compacidad muy compacto

Fuente: Estudio geofísico

La interpretación de resultados de la línea sísmica-01 y Masw-1. Información para el estribo de la margen izquierda y pilares intermedios; la profundidad de investigación llega a los 24 metros, donde se ve la clasificación de tres estratos mencionados anteriormente en la tabla 56 correspondiente.

Fig. 85 Refracción sísmica LS-01 y Masw-01



Fuente: Estudio geofísico

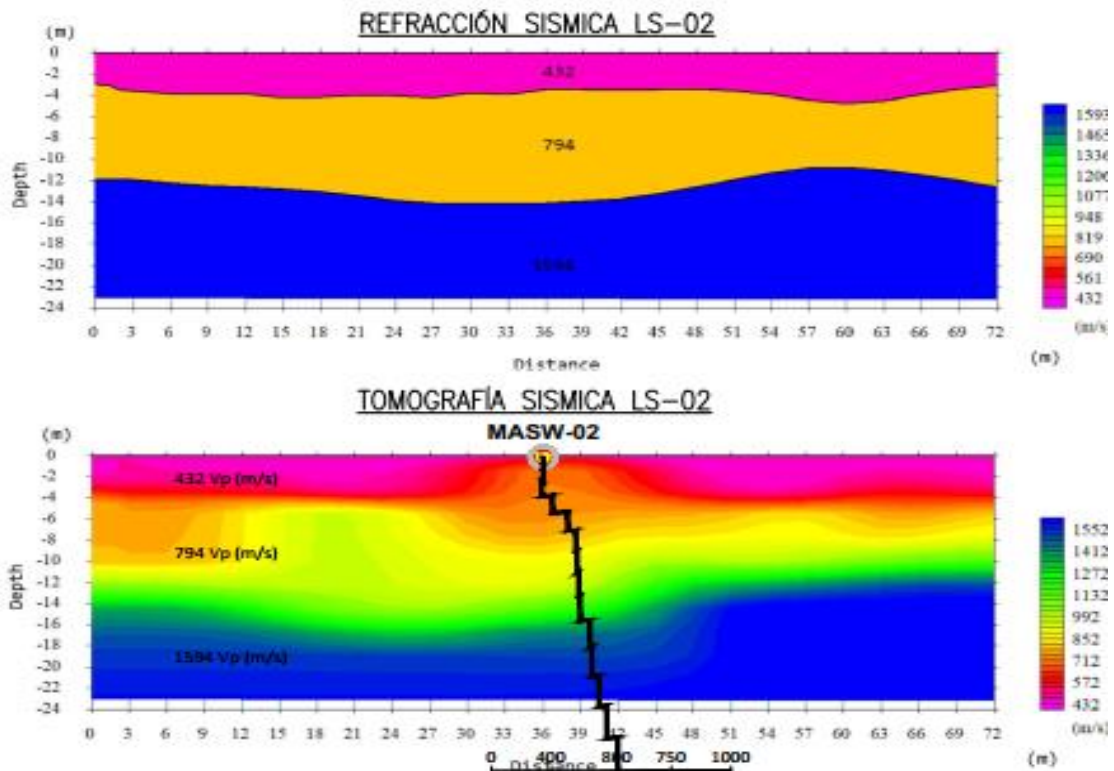
Tabla 56 Características geológicas de cada estrato-LS-01.

Ensayo	Estrato	Velocidad Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS-01	1	447	4.0 – 6.0	El primer estrato estaría compuesto por depósitos matriz de arena arcósica y bioclástica, material de compacidad medianamente densa a densa.
	2	1323	3.0 – 6.5	El segundo estrato estaría compuesto por areniscas consolidadas en matriz arenosa y capas de areniscas, materiales de compacidad densa.
	3	1750	> 15	Esta capa estaría compuesta por material conglomerado que se presentan con clastos redondeados de origen marino, materiales de muy compacto.

Fuente: Estudio geofísico

La interpretación de resultados de la línea sísmica-02 y Masw-02. Información para el estribo de la margen derecha y pilares intermedios, la profundidad de investigación llegó a los 24 metros, donde se ve la clasificación de tres estratos mencionados anteriormente en la tabla 57 correspondiente.

Fig. 86 Refracción sísmica LS-02 y Masw-02.



Fuente: Estudio geofísico

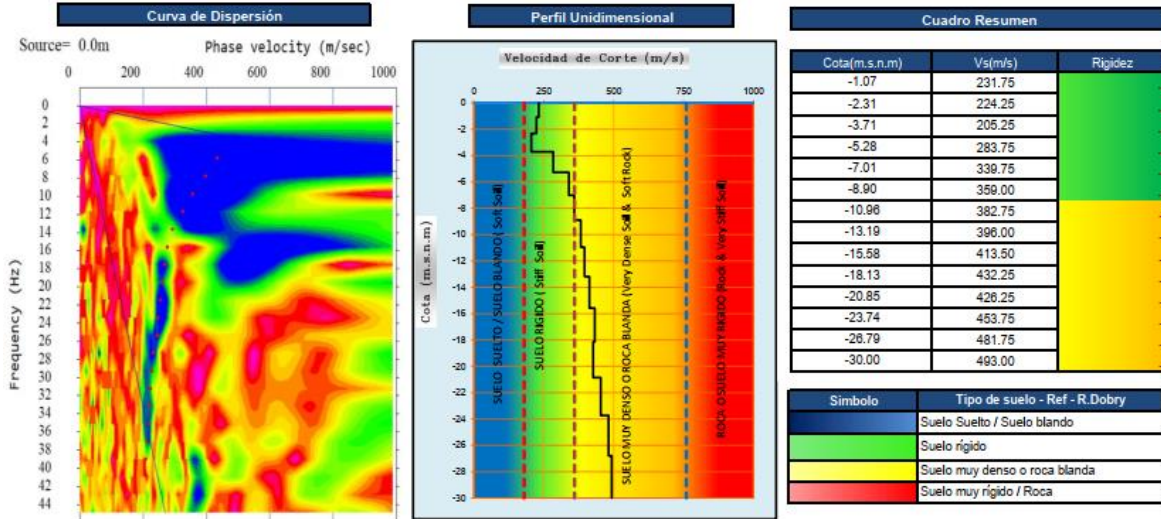
Tabla 57 Características geológicas de cada estrato-LS-02.

Ensayo	Estrato	Velocidad Vp (m/s)	Espesor (m)	Descripción
LS-02	1	432	3.0 – 4.7	El primer estrato estaría compuesto por depósitos tablaro matriz de arena arcósica y bioclástica, material de compacidad medianamente densa a densa. densa a densa.
	2	794	5.9 – 10.8	El segundo estrato estaría compuesto por areniscas consolidadas en matriz arenosa y capas de areniscas, materiales de compacidad densa.
	3	1594	> 20	Esta capa estaría compuesta por material conglomerados que se presentan con clastos redondeados de origen marino, materiales de muy compacto.

Fuente: Estudio geofísico

Del ensayo Masw-01, la profundidad de exploración llego a los 30 metros, la variación del subsuelo es de suelo rígido a suelo muy denso o presencia de roca blanda, resultados que se muestran a continuación.

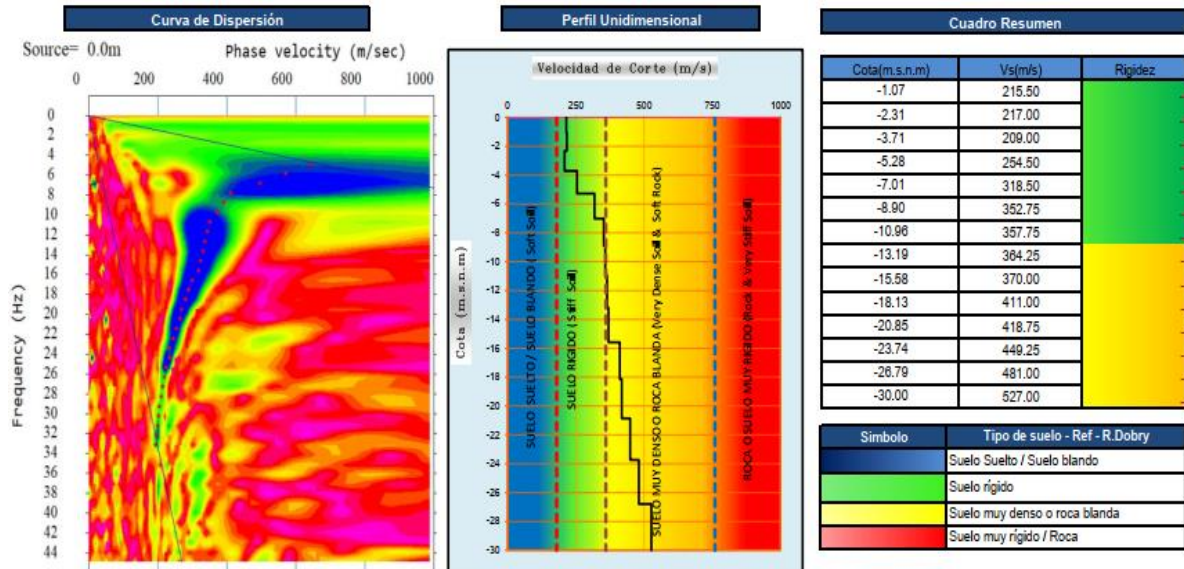
Fig. 87 Curva de dispersión Masw-01.



Fuente: Estudio geofísico

Del ensayo Masw-02, la profundidad de exploración llego a los 30 metros, la variación del subsuelo es de suelo rígido a suelo muy denso o presencia de roca blanda, resultados que se muestran a continuación.

Fig. 88 Curva de dispersión Masw-02.



Fuente: Estudio geofísico

De acuerdo con las exploraciones realizadas en campo, instituciones como ASCE 2010 a través de sus códigos clasifica el tipo de suelo según velocidad que recorren las ondas Vs30. Ver tabla 58.

Tabla 58 Clasificación de suelo según ASCE 2010.

Ensayo	Profundidad	Coordenadas UTM (WGS 84-Zona 18)		VS30 (m/s)	Clasificación sísmica según ASCE 2010	
		Este (m)	Norte (m)		Tipo de suelo	Denominación
MASW-01	30	616954	9287411	368	C	Suelo intermedio
MASW-02	30	616911	9287472	355	D	Suelo intermedio

Fuente: Estudio geofísico

La información es apta para dimensionar las cimentaciones del puente, asimismo analizar la profundidad de desplante de los elementos estructurales que van a soportar la superestructura e infraestructura, pues queda en manos del ingeniero estructural realizar cimentaciones superficiales o profundas según la importancia del puente vehicular. Es recomendable realizar ensayos de SPT para correlacionar dicha información.

4.1.4.6 Capacidad portante

Durante el año 2016 se canalizo el río Motupe (ensanchamiento, excavación y mejoramiento de talud), se hizo un enrocado al talud en la margen derecha e izquierda de dicho río. Cabe mencionar que en el año 2017 durante el fenómeno del niño entre los meses marzo y abril se presentaron avenidas extraordinarias, lo cual destruyó totalmente las riberas que habían sido mejoradas con rocas de diámetro 6",8"; muchas de ellas han quedado enterradas al pie del talud, la cual no permite realizar ensayos como Ensayo de Penetración Estándar (SPT) u otro ensayo de perforación. Hay que aclarar que este ensayo es aplicable solo a suelo granulares (gravas y arenas).

Gracias al ensayo indirecto de refracción sísmica realizado, me permite conocer el perfil litológico del lugar, con las capas que lo conforman.

Para el diseño de cimentaciones de puente Vehicular se trabajará con la siguiente tabla de valores de cargas permisibles sobre suelos en Kg/cm² conociendo el tipo de material.

Tabla 59 Valores de capacidad portante según el tipo de material.

Valores de cargas permisibles sobre suelos en kg/cm ²	
Cama de roca sólida cristalina masiva en buenas condiciones.	100
Roca foliada (esquitos, pizarras) en buenas condiciones.	40
Roca sedimentaria en buenas condiciones.	15
Gravas o arenas excepcionalmente compactas.	10
Gravas compactas o mezcla de grava y arena.	6
Grava suelta; arena gruesa compacta.	4
Compacta o arena gruesa confinada y húmeda	3
Arena fina suelta o húmeda, arena fina confinada.	2
Arcilla rígida	4
Arcilla media rígida.	2
Arcilla suave	1

Fuente: [51]

4.1.4.7 Canteras para materiales de construcción

Cerca del proyecto existe una Cantera al noreste, propiedad de la Comunidad Campesina San Pedro de Morrope (CCSPM), solo provee agregado Global(hormigón), no es buena calidad ya que a simple vista el agregado este mezclado con arcillas y limos, y que para su utilización requeriría de un lavado del material.

Valga la redundancia todas las obras en el distrito de Mórrope, utilizar agregados de la cantera Tres Tomas y cantera de Pátapo, son las mejores en calidad materiales y costos. Para ejecución del Proyecto se recomienda utilizar materiales provenientes de las mismas.

4.1.5 Estudio de riesgo sísmico

4.1.5.1 Introducción

Como sabemos que el origen de los sismos se dan principalmente por la tectónica de placas y la deriva continental.

Los estudios de riesgo sísmico tienen como objetivo identificar la actividad sísmica en las áreas afectadas del área de Lambayeque, donde se ubican los puentes vehiculares, e identificar posibles aceleraciones dentro de dicha área. Se utiliza para el diseño estructural del puente.

4.1.5.2 Condiciones sísmicas

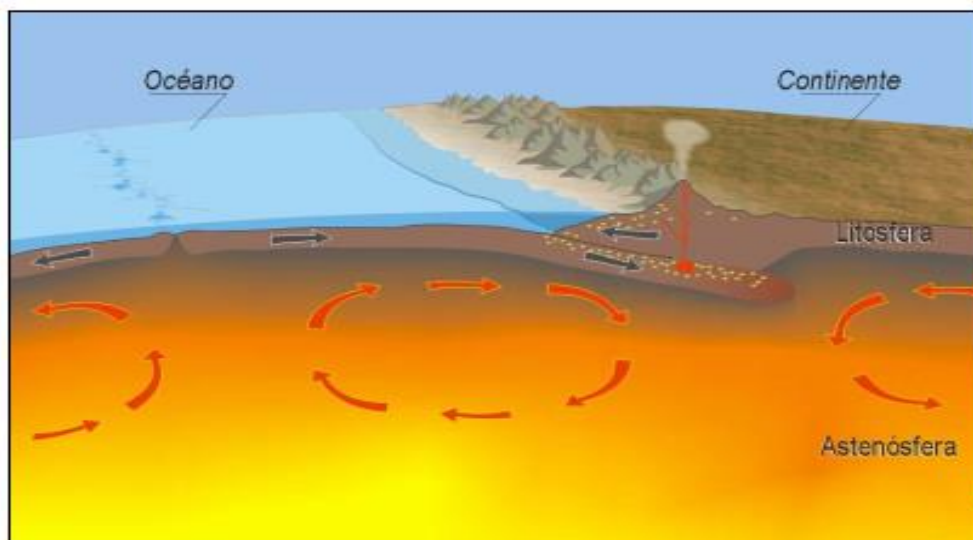
La ubicación geográfica del Perú, dentro del contexto geotectónico mundial se encuentra dentro del cinturón de fuego, la cual lo hace un país con un alto índice de sismicidad.

El origen de los sismos se debe principalmente por que la placa oceánica se subduce por debajo de la placa continental, al producirse fricción entre estas se libera una cantidad de energía y dependiendo de la profundidad en que se detone, producirá sismos de diferentes magnitudes lo cual al salir a la superficie terrestre originara daños a muchas construcciones.

En el Perú pueden clasificarse tres tipos de sismos [52]:

- Sismos con foco a poca profundidad superficial $h \leq 60\text{km}$.
- Sismos con foco a profundidad intermedia $60 < h \leq 300\text{km}$
- Sismos con foco profundo $h > 300\text{km}$

Fig. 89 Iteración entre placa oceánica y continental.



Fuente: [53]

4.1.5.3 Espectro de respuesta de diseño para puentes

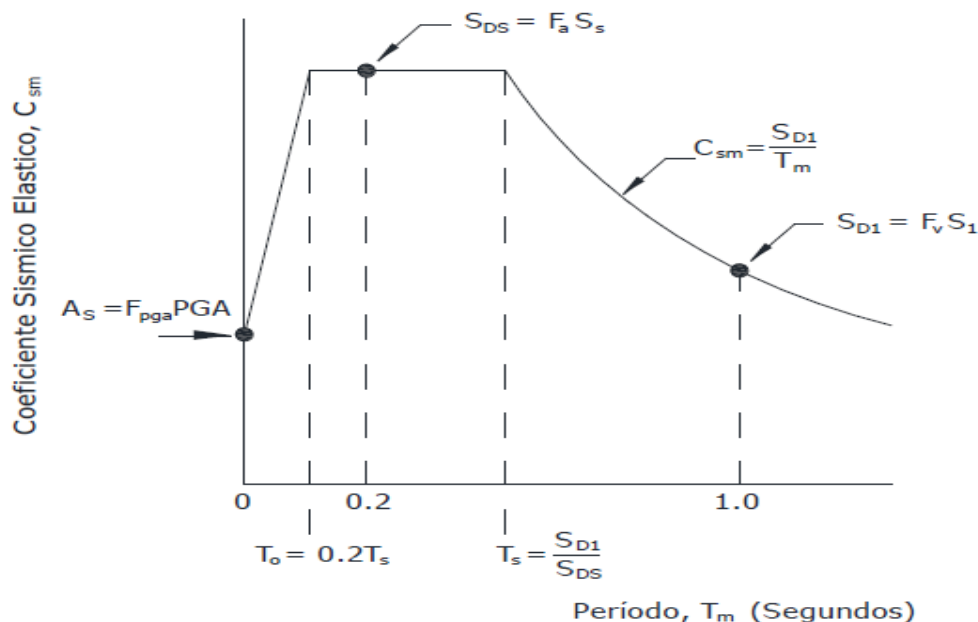
Para el análisis de sísmico de puentes en el Perú, el manual de puentes del MTC-2018 ha hecho una traducción de los parámetros de la Normas AASHTO.

Cada puente es singular, es decir cada uno tiene su propio problema debido al desplazamiento que pueden experimentar. Por ejemplo, para edificaciones se mide el desplazamiento relativo, pero en puentes se mide es el NO COLAPSO.

Para ello se presenta el espectro de respuesta al 5% de diseño amortiguado. Se construye el espectro calculando los picos mapeados de los coeficientes de aceleración

del terreno y los coeficientes de aceleración espectral escalados en los periodos cero, corto y largo de los factores de sitio F_{pga} , F_a y F_v .

Fig. 90 Espectro de respuesta con 5% de amortiguamiento.



Fuente: Manual de puentes MTC-2018

Para su elaboración es necesario conocer los siguientes parámetros:

-Coeficientes de aceleración para determinar los siguientes puntos

$A_s = F_{pga} * PGA$: Coeficiente de aceleración.

$S_{Ds} = F_a * S_s$: Coeficiente de aceleración, para periodo cortos(0.20seg).

$S_{D1} = F_v * S_1$: Coeficiente de aceleración, para periodo largo(1.00seg).

-Valores para los coeficientes de sitio según el lugar de estudio (ver mapa de isoaceleraciones espectrales del manual de puentes).

PGA: Se obtiene de la ordenada para 0.0s del espectro de peligro uniforme ($T_r = 1000$ años) para roca(g).

Ss: Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 0.2s del espectro de peligro uniforme ($T_r = 1000$ años) para roca (g).

S₁: Se obtiene determinando el valor de la ordenada para 1.0s del espectro de peligro uniforme ($T_r = 1000$ años) para roca (g).

-Coeficientes que modifican los valores de sitio

F_{pga}: Factor de sitio para periodo cero.

F_a: Factor de sitio para periodo corto.

F_v: Factor de sitio para periodo Largo.

-Periodos

T: Periodo fundamental de la estructura (seg)

To: Periodo de inicio de la platea de periodos cortos (seg)

Ts: Periodo final de la platea de periodos cortos (seg)

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

-Encontrado los parámetros anteriores, se determina las “ordenadas” del “espectro de respuesta de diseño” teniendo en cuenta estas consideraciones.

C_{sm}: Coeficiente de Respuesta Sísmico Elástico.

$$C_{sm} = (S_{DS} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \Rightarrow T \leq T_0$$

$$C_{sm} = S_{DS} \Rightarrow T_0 \leq T \leq T_s$$

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \Rightarrow T \geq T_s$$

4.1.5.4 Zonificación

Para definir la zona se utilizan las tablas de la AASHTO, requiriendo del siguiente dato $S_{D1} = F_v * S_1$ (Coeficiente de aceleración, para periodo largo(1.00seg)). El valor $S_{D1} = 0.60$ por lo tanto la zona de estudio queda definida como zona 4.

Fig. 91 Mapa de regiones sísmicas en el Perú.

Acceleration Coefficient, S_{D1}	Seismic Zone
$S_{D1} \leq 0.15$	1
$0.15 < S_{D1} \leq 0.30$	2
$0.30 < S_{D1} \leq 0.50$	3
$0.50 < S_{D1}$	4



Fuente: [9]

4.1.5.5 Espectro de respuesta para de diseño en el lugar de estudio-Mórrope.

Tomando los datos de la refacción sísmica del estudio geotécnico, el lugar de estudio se cataloga con un suelo tipo C, en el cual las ondas $V_{s30} = 368 \text{ m/seg}$ según ASCE-2010 y AASHTO. Asimismo, utilizando los mapas de isoaceleraciones del manual de puentes MTC-2018, se encontraron los valores de PGA, S_s , S_1 , valores que se

modifican con los coeficientes de sitio, para dar resultado a las ordenadas Csm que dar paso a la concepción del espectro de diseño.

Tabla 60 Espectro de aceleraciones de la zona.

ESPECTRO DE ACCELERACIONES ----- ----- Ubicación: Distrito de Mórrope, Departamento de Lambayeque	COEFICIENTES	PGA	0.47
		Ss	1.11
		S1	0.43
		Tipo suelo	C
	FACTOR DE SITIO	FPGA	1.00
		Fa	1.00
		Fv	1.40
Aceleración pico de suelo (0.0 seg)		AS	0.47
Aceleración de respuesta espectral (0.2 seg)		SDS	1.11
Aceleración de respuesta espectral (1.0 seg)		SD1	0.60
Periodo inicial de la platea de periodos cortos (s)		TO	0.00
Periodo final de la platea de periodos cortos (s)		TS	0.54
Periodo inicial de la platea de periodos largos (s)		TL	1.00
Zona sísmica SD1>0.50		Z	4

Fuente: Elaboración propia

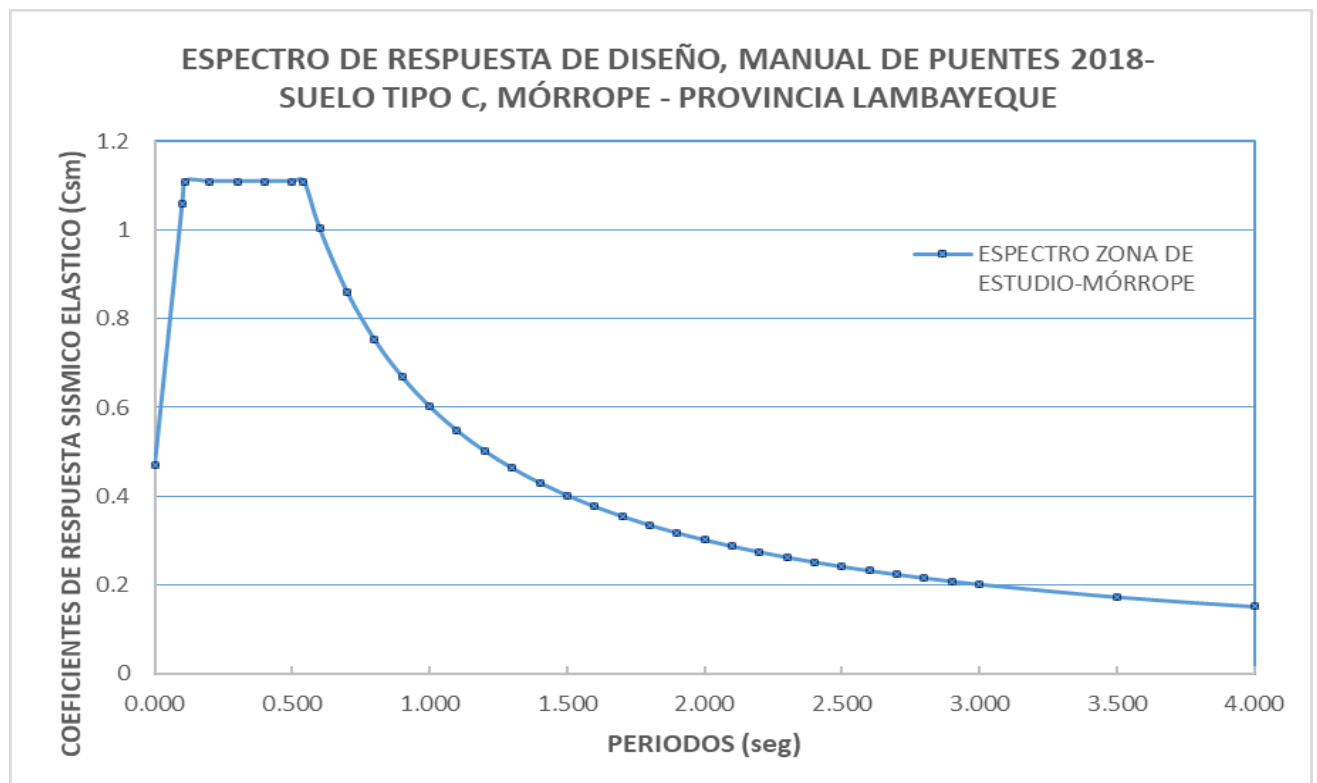
Tabla 61 Coeficiente de Respuesta Sísmico Elástico.

T (s)	Csm (m/seg²)
0.000	0.47
0.100	1.06
0.108	1.11
0.200	1.11
0.300	1.11
0.400	1.11
0.500	1.11
0.542	1.11
0.600	1.00
0.700	0.86
0.800	0.75
0.900	0.67
1.000	0.60
1.100	0.55
1.200	0.50
1.300	0.46
1.400	0.43
1.500	0.40
1.600	0.38
1.700	0.35
1.800	0.33
1.900	0.32

2.000	0.30
2.100	0.29
2.200	0.27
2.300	0.26
2.400	0.25
2.500	0.24
2.600	0.23
2.700	0.22
2.800	0.22
2.900	0.21
3.000	0.20
3.500	0.17
4.000	0.15

Fuente: Elaboración propia

Fig. 92 Espectro elástico de la zona de estudio-Monte Verde a San Luis



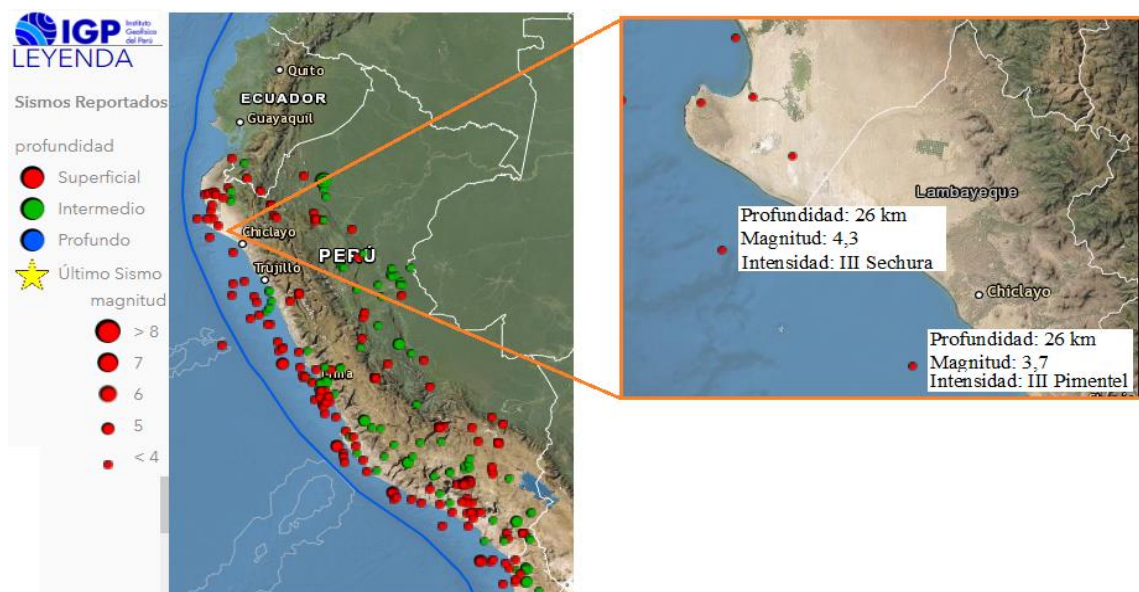
Fuente: Elaboración propia.

Estos parámetros serán ingresados al Csi Bridge para el análisis de desplazamiento dirección longitudinal y transversal del Puente.

4.1.5.6 Sismicidad histórica

En el año 2022 el Instituto Geográfico del Perú (IGP) ha registrado 290 eventos sísmicos, distribuidos a nivel nacional que van desde una magnitud de 3 hasta 5.5. En el departamento Lambayeque no se han registrado ocurrencias de sísmicos importantes hace mucho tiempo, donde muchos consideran que dicho Lambayeque está bajo de un silencio sísmico importante, donde se espera que un gran sismo azote la ciudad, la cual lo resultados serían catastróficos.

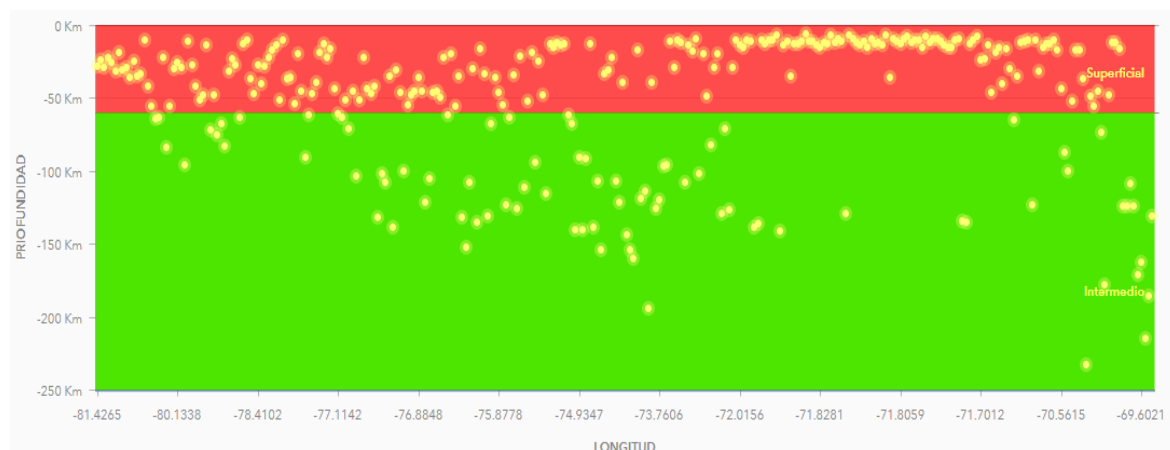
Fig. 93 Registro de sismos en el Perú-IGP.



Fuente: GEOIGP

Según la profundidad y longitud del epicentro tenemos; solo se han registrado sismos superficiales y sismos intermedios, no habiendo ocurrido hasta la fecha sismos profundos.

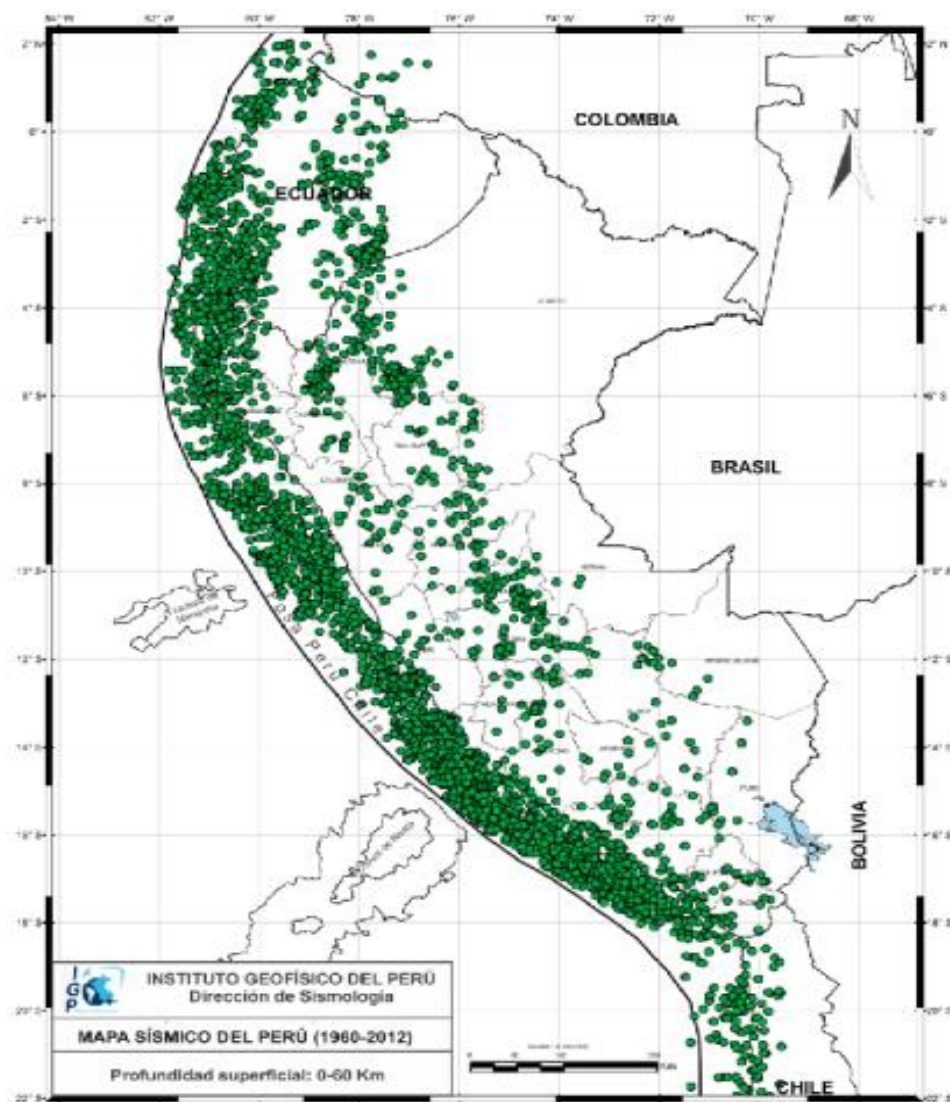
Fig. 94 Hipocentro de sismos ocurridos en el Perú.



Fuente: GEOIGP

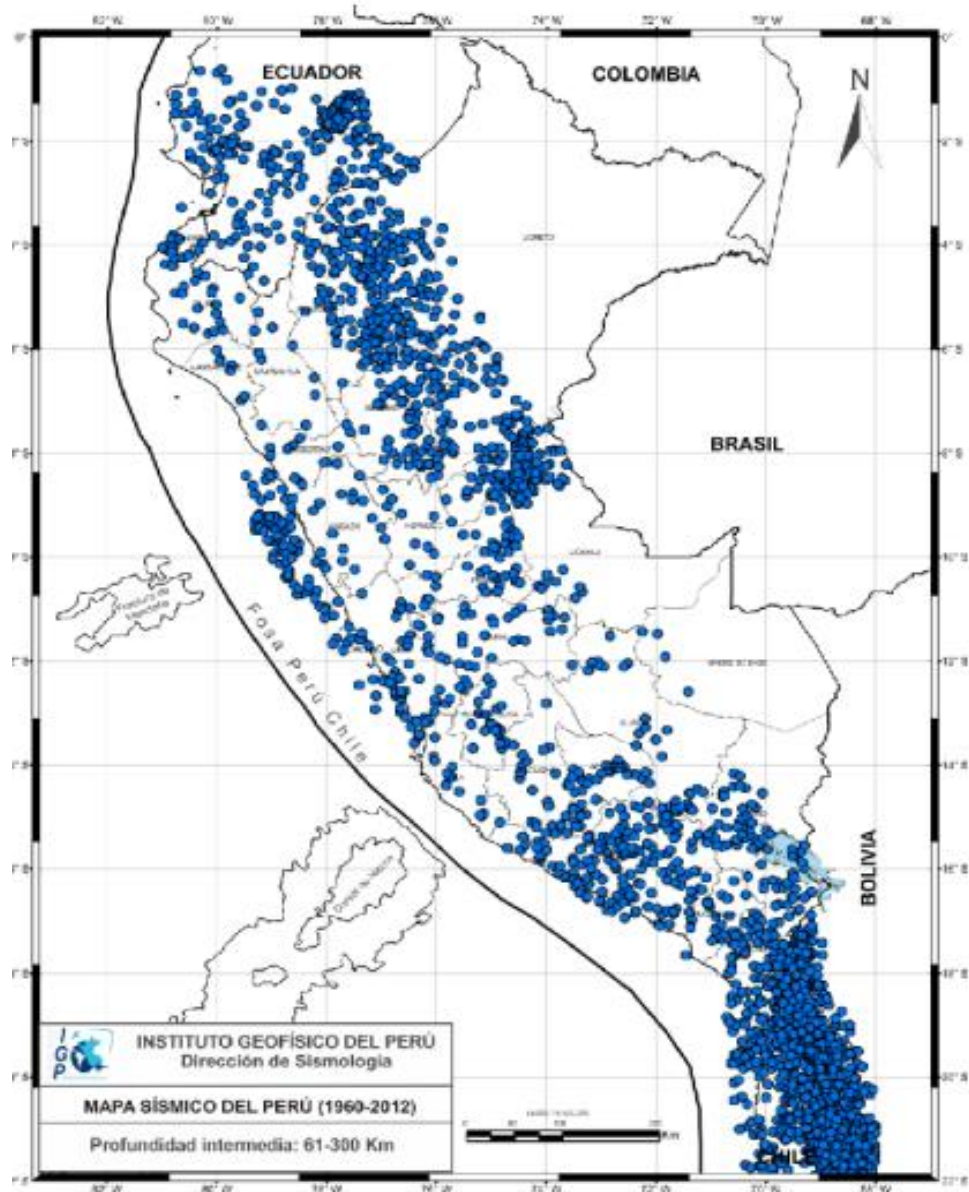
En Perú, la información de actividad sísmica pasada se remonta a 1500, y la calidad y precisión de esta información depende de la distribución y densidad de población de las áreas afectadas por sismos (IGP). Para el proyecto se tendrá en consideración batería de sismos registrados en el departamento Lambayeque, la cual permitirá diseñar elementos estructurales importantes para la superestructura, subestructura del puente vehicular.

Fig. 95 Registro de sismos superficiales de 0km -60km.



Fuente: Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú-IGP.

Fig. 96 Registro de sismos superficiales de 61km -300km.



Fuente: Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú

En todo proyecto dentro de la ingeniería civil cualquier sea su importancia debe ser analizada sísmicamente, con el hecho de rigidizar las zonas críticas y controlar los desplazamientos que experimentan los puentes durante la ocurrencia de sismos.

4.1.6 Evaluación de impacto ambiental

4.1.6.1 Resumen ejecutivo

La evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto de "Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021" teniendo como finalidad establecer un plan de manejo ambiental justificándose en el marco legal como la Constitución Política del Perú donde señala que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. La EIA se desarrollará para solucionar la problemática ambiental que será generada en la fase construcción del presente proyecto, más que en la fase de funcionamiento (no se contemplara este estudio). El mismo permitirá solucionar la necesidad de salvaguardar el paso de muchas comunidades Morropanas y por qué no decir los más de 84 centros poblados que posee Morrope permitiendo cruzar el río Motupe sin ningún inconveniente en épocas de sequía, en épocas de avenidas ordinarias y extraordinarias.

Todo proyecto de ingeniería debe contar con un marco legal, lo cual es toda una especialidad, la interpretación y aplicación de normativas en el campo laboral, que permitan la legalización como: protección del ambiente que se rige en el Perú para construcción de obras públicas y privadas, entre las que se destacan la Constitución Política del Perú, el Decreto Supremo N°015-2012-VIVIENDA, el Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, la ley general de Ambiente, la ley general de Salud, la ley general de residuos sólidos, entre otras que servirán para plantear los derechos y obligaciones que se tiene que lograr para poder mitigar los impactos que se generan en la obra.

Entre las características que están proyectadas para que serán realizadas en esta obra se ha programado:

- Desvió de tráfico.
- Construcción de obras preliminares.
- Construcción de la infraestructura.
- Construcción de la superestructura.

Las áreas de influencia que abarca el proyecto quedan contemplada por los anexos Monte Verde, anexo San Luis y todos sus accesos y el área indirecta las zonas aledañas que se verán afectadas por el movimiento que la obra va a generar como: Monte hermoso, Sequiones, Cruce Morales, Puplan, Caracucho, Cruce Caracucho, Santa Isabel, El Hornito, Fanupe barrio nuevo, Trapiche, Tranca Sasape, Casa blanca,

Lagartera, Cruz del Médano, Lagunas, La colorada, El Romero, Cucufana, Positos, Los bancos, entre otros.

Para el desarrollo del proyecto se evalúa la caracterización de los factores ambientales que de acuerdo con la naturaleza de este constituyen la línea base. De esta manera para el proyecto se ha considerado:

Línea base física

- Clima
- Calidad de aire
- Fisiografía
- Geología
- Geomorfología
- Uso actual de la tierra
- Hidrología
- Hidrografía
- Calidad del agua

Línea base biológica

- Flora silvestre,
- Fauna silvestre,
- Paisajes,
- Ecosistemas acuáticos,
- Áreas naturales protegidas

Línea base socioeconómica

- Demografía
- Comunidades campesinas y nativas
- Educación
- Salud
- Economía
- Uso de recursos naturales
- Transportes y comunicaciones
- Institucionalidad local
- Grupos de interés
- Problemática social

Donde en las dos primeras se ha tenido en cuenta esta información de la zona de antes de aplicar el proyecto en cuanto ha sido posible y cuanto, y en la tercera además se ha considerado la problemática por la que viene atravesando el distrito de Morrope, el departamento de Lambayeque y todo el Perú debido a la pandemia Covid-19 donde los impactos que traerá podrían ser mucho mayores e impidan la ejecución de la obra.

Se ha desarrollado un diagnóstico arqueológico para la comprobación de la no existencia de restos arqueológicos en la zona mediante la determinación de zona mediante el Software Geocatmin Ingemmet.

Se identificó y evaluó los pasivos ambientales que se encuentran en la obra, ellos cuales afectan generando un impacto perceptible a los elementos naturales, mediante el plan de pasivos ambientales se pretende limitar la degradación de ecosistemas cercanas al área de influencia del proyecto; En este proyecto se han identificado los siguientes impactos como la alteración de la calidad del aire, alteración de la calidad visual y alteración de la calidad del suelo.

Se identificó y evaluó los impactos ambientales, con la intención de determinar la magnitud e importancia de las acciones que se van a generar, basándose en las siguientes etapas: Etapa de actividades con potencial a provocar impacto basándose en las etapas de pre-construcción, en la etapa de construcción: movimiento de tierras simples y masivas, concreto simple, obras de concreto armado, trabajos de presforzado de cables de alta resistencia, estructuras metálicas, instalaciones de drenaje pluvial, entre otros.

Asimismo, los factores ambientales (aire, suelo, agua, flora, fauna, socioeconómico) a ser perjudicados por las acciones u actividades que se ejecutan por cada partida conforme lo estipulará el expediente técnico, los factores ambientales se dividen en componentes ambientales, en estos se evaluará la importancia y magnitud al que van a estar expuestos durante la construcción del puente vehicular.

Hay que recalcar que al instante que comienza la acción, comienza el impacto; cuando termina la acción termina el impacto, pero se deberá evaluar los efectos que la acción van produciendo aun cuando esta haya terminado. Dentro de estos impactos tenemos impactos positivos e impactos negativos, por ejemplo, al medio ambiente, como la alteración de la calidad del paisaje producto de las excavaciones, material de préstamo en la obra, tránsito de las maquinarias, disminución de la calidad del aire debido a una serie de gases, generación de polvo y ruido. Además, afecta a la calidad del suelo, producto de las excavaciones para cimentaciones superficiales y profundas a

base de pilotes u micropilotes según sea el caso, a ello se le suma, salud y seguridad, el personal puede presentar problemas de deficiencia auditiva, problemas respiratorios ocasionada por la emisión de gases, problemas con dolor de espalda y posible contagio de Covid 19. Pero también el proyecto genera impactos positivos como la generación de empleo no solo en la fase de construcción, sino mucho más antes, es decir todos los profesionales y técnicos que intervinieron para la construcción del puente vehicular sea viable. **Es por ello por lo que en el presente informe se establecerá un plan de manejo ambiental que conlleve a la ejecución de acciones preventivas, monitoreo ambiental, implementación de programas de seguridad, salud ocupacional y de cierre de obra.**

Para poder evaluar la magnitud e importancia del proyecto se realizó el método de Leopold, el cual se genera de una matriz donde el eje vertical son las acciones que causan el impacto ambiental y en el horizontal encontramos los factores con sus respectivos componentes ambientales. Como se ha dicho, las acciones o actividades que se van a realizar están enlazadas directamente con cada una de las partidas que contempla el expediente técnico, asimismo si el proyecto sale a flote se deberá ir a obra las veces que sea necesario.

En cuanto al proceso de Participación Ciudadana, durante la etapa de construcción del puente vehicular, parte de la ciudadanía estará dentro del área influencia directa como se explicó anteriormente; las estrategias para llevar a cabo la participación ciudadana ejemplo brindar información de proceso de ejecución del puente, de las etapas de construcción, del tiempo programado desde su inicio hasta el término de este, la habilitación de una oficina de atención con buzón de sugerencias.

Con respecto a la pandemia por Covid-19 en el proceso de participación ciudadana se brindada información de los casos Covid que existiesen en la obra, las precauciones que debe tener la población en épocas de cuarentena, usos correctos de medidas de seguridad implementadas por el Ministerio de Salud y dar a conocer el horario de trabajo para así puedan tener más cuidado al mantener la distancia mínima.

El desarrollo del plan de compensación forma parte del plan integral de la Estrategia de manejo ambiental, el cual se define como las medidas o acciones generadoras de beneficio ambiental proporcional al daño que se haya generado en el proyecto de inversión; siempre y cuando se agoten todas las medidas de prevención, corrección, mitigación y restauraciones eficaces; es decir naturaleza por naturaleza.

Existen programas que son encargados para establecer medidas correctivas, medidas mitigadoras y medidas preventivas a lo largo de la realización de un proyecto de construcción, las cuales están compuestas por subproyectos como

a.-Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes.

- Gestión integral de RS
- Medidas de segregación de residuos solidos
- Sistemas de almacenamiento de RS mediante la norma NTP 900.058.2019
- Manejo de residuos líquidos y efluentes.
- Disposición final de RS.

b.-Subprograma de control de erosión y sedimentos.

c.-Subprograma de protección de recursos naturales.

d.-Subprograma de salud local

e.-Subprograma de seguridad motivo de EIA

- Gestión de riesgos
- Implementación y medios de protección personal.
- Lineamientos de prevención y control frente a la propagación del COVID-19 en la ejecución de obras de construcción.

f.-Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales

g.-Subprograma de desvío del tráfico.

h.-Subprograma de monitoreo ambiental.

i.-Subprograma de asuntos sociales.

j.-Programas de educación ambiental.

k.-Programa de capacitación ambiental y seguridad.

l.-Programa de prevención de pérdidas y contingencias.

n.-Programa de prevención y control de riesgos laborales.

m.-Programa de contingencias

o.-Programa de cierre de obra

Será necesario la aplicación de un plan de compensación ambiental, haciendo uso de los lineamientos mínimos para compensación ambiental, estipulados por el Sistema Nacional de Evaluación de Impactos (SEIA). También haciendo uso de medidas correctoras; los daños generados por el proyecto podrían ser solventados.

4.1.6.2 Objetivo general del EIA

El propósito general es establecer, identificar y evaluar las condiciones ambientales actuales del área del proyecto y las mitigaciones en niveles aceptables, y prevenir el daño ambiental que puedan ocasionar las acciones en la fase constructiva.

4.1.6.3 Metodología

Comprende 3 etapas

Primera Etapa

Esto incluye la recopilación y el análisis sistemáticos de toda la información escrita y gráfica disponible sobre el área bajo investigación. Este método se utilizó para recopilar y organizar información sobre la investigación actual, centrándose en el medio ambiente, la física, la información geográfica, los recursos hídricos, la flora y la fauna, la socioeconomía y la población.

Segunda Etapa

El reconocimiento en el sitio fue el proceso de investigar visualmente y recopilar información sobre el área utilizando notas y fotografías. Se ha identificado la ubicación del impacto ambiental en el medio ambiente.

Tercera Etapa

El estudio se realizó en la oficina y analizó cada instrumento (físico, biológico, socioeconómico) para determinar los posibles impactos y evaluarlos en el informe final de EIA.

4.1.6.4 Marco legal

Se ha considerado la siguiente legalización que se rige en el Perú para la protección del medio ambiente:

a) Constitución Política del Perú.

El artículo 66 de la Constitución Política de 1993 establece en el que tanto los recursos naturales renovables como los no renovables son propiedad del Estado. Como los recursos naturales están en el territorio y son todos los bienes que contribuyen a su uso racional y al desarrollo y progreso nacional.

Los artículos 67-69 definen las políticas ambientales, de conservación y sostenibles, en una sociedad.

El artículo 2, párrafo 22 establece: Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, la salud, el esparcimiento y la recreación, y derecho a un medio ambiente equilibrado y adecuado en el que pueda florecer la vida [54].

b) Decreto Supremo N° 015-2012-VIVIENDA

Mediante este decreto aprueban normas de protección ambiental para proyectos relacionados con actividades de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento. Tiene los siguientes objetivos: Prevención, mitigación, control y mitigación de efectos ambientales adversos [55].

c) Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM

Este decreto establece la política ambiental nacional, que es una de las principales herramientas para lograr el desarrollo sostenible del país. El propósito de este documento es crear una hoja de ruta para el próximo siglo que garantice la protección del medio ambiente y el desarrollo humano [56].

d) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua – D.S. N° 002-2008-MINAM

Artículo 1: Aprobación de normas nacionales de calidad de aguas

La aprobación de normas para determinar concentraciones o niveles de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en estado ecológicamente receptivo, y como constituyente del agua, base de los ecosistemas acuáticos, y que no representen peligro para el ser humano.

e) Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire - D.S.074-2001-PCM y Modificatoria - DS N° 002-2008- MINAM

Los estándares de calidad del aire son aquellos que tienen en cuenta los niveles máximos de contaminante en el aire que un organismo receptor no debe superar para evitar riesgos a la salud.

Se tienen en cuenta los siguientes contaminantes:

- Dióxido de azufre SO₂
- Material particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros PM₁₀
- Monóxido de carbono CO
- Dióxido de Nitrógeno NO₂
- Ozono O₃
- Plomo Pb
- Sulfuro de hidrógeno H₂S

f) Ley General del Ambiente- N° 28611

Establecer los derechos de quienes viven en un ambiente sano y equilibrado que promueva la plena realización de la vida y las responsabilidades que la acompañan, como la responsabilidad de contribuir a una gestión ambiental eficaz [57].

g) Ley General de Salud- N°26842

Las normas de salud pública regulan asuntos como la higiene para restaurar la salud de las personas, la protección ambiental para la salud y el apoyo médico. “Se prohíbe a las personas naturales o jurídicas descargar desechos o contaminantes al agua, al aire o al suelo sin tomar las precauciones debidas a las normas de protección de la salud y el medio ambiente”, una de las disposiciones de la Ley [58].

h) Ley General de Residuos Sólidos- N° 27314

Esta ley se basa en los principios de minimización, evitación y protección del medio ambiente, la salud y el bienestar humanos, y los derechos, son obligaciones de todos los miembros de la sociedad en cuanto al adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos, la higiene y el medio ambiente [59].

i) Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

La Ley Orgánica de Municipios establece que los municipios deben velar por la salud pública e implementar proyectos que puedan cerrar brechas en muchas áreas, cumpliendo así con la ley.

4.1.6.5 Descripción y análisis del proyecto

a) Antecedentes

El presente proyecto está desarrollado unir comunidades sostenibles a través de un puente vehicular de concreto armado; el mismo que se desarrolla dentro del Distrito de Morrope en anexo Monte verde, carretera a San Luis con la intersección con el río Motupe a 17 km al norte de Mórrope, entrando por los caseríos Monte hermoso o Cruce Morales. La construcción de un puente es vital en toda sociedad por que atrae una alta demanda de tránsito, además permite que pobladores puedan trasladarse de un lugar a otro en poco tiempo mejorando así la calidad de vida de los moradores de la zona.

b) Ubicación geográfica

Geográficamente el proyecto del puente vehicular se encuentra ubicado en:

Departamento: Lambayeque

Provincia: Lambayeque

Distrito: Mórrope

Localidades: Monte Verde – San Luis

Calle: Camino principal, intersección río Motupe.

Zona: UTM – Zona 17 S Datum WGS84

Este: 616959.00 m

Norte: 9287451.00 m

Altitud: 45 m.s.n.m.

c) Características para realizar

El proyecto contempla las siguientes etapas:

- Construcción de infraestructura en todos sus componentes.
- Construcción de la superestructura en todos sus componentes.

d) Descripción de las actividades

Las Partidas que comprende el proyecto para cada etapa son:

Trabajos Preliminares, Obras Provisionales, Seguridad y Salud

Obras Preliminares:

- Instalación del cartel de obra.
- Instalación del cerco perimétrico provisional.
- Instalaciones Provisionales.

Trabajos Preliminares:

- Construcción de pase provisional.
- Movimiento de equipamiento y maquinaria.
- Eliminación de material.
- Trazos, niveles y replanteo.

Estructuras

Superestructura

- Obras de concreto simple.
- Obras de concreto armado.

Infraestructura

- Cimentaciones profundas de pilares (zapata combinada).
- Cimentaciones profundas de estribos (Talón y punta).
- Obras de concreto simple.
- Obras de concreto armado.

Arquitectura

- No importa mucho la parte estética debido a que no estará ubicado en la ciudad.

Instalaciones de drenaje

- Drenaje de las aguas pluviales.

Instalaciones Eléctricas

- Comprende la instalación de cableado y servicio de energía eléctrica a lo largo de toda la estructura. No contempla en esta tesis.

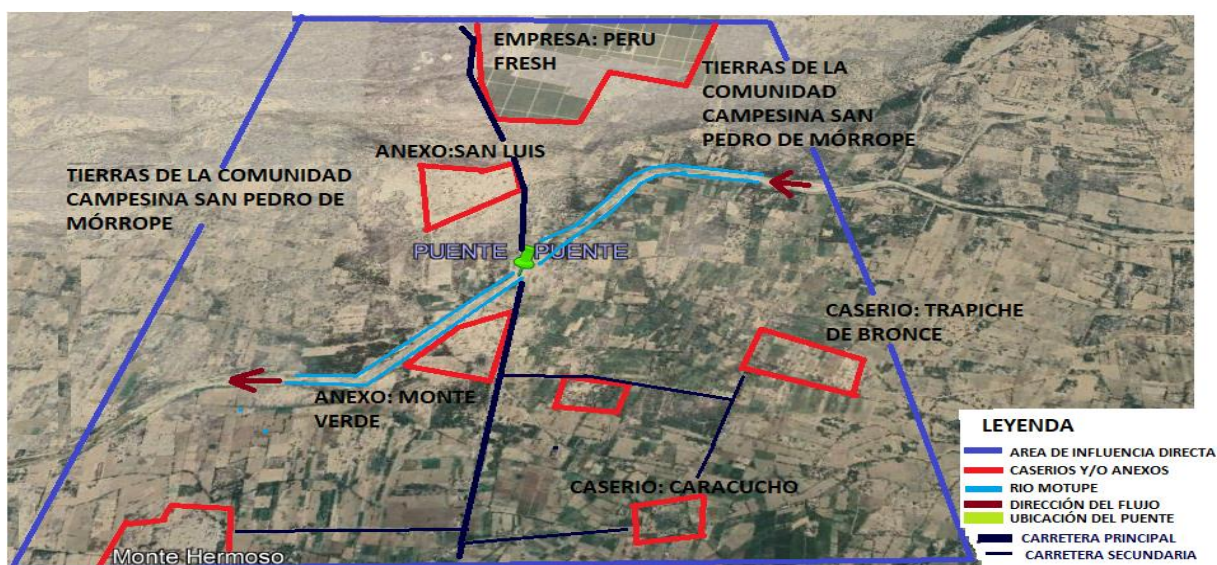
4.1.6.6 Área de influencia del proyecto

Se considera un rango de influencia que tiene en cuenta factores biológicos y abióticos además de la población circundante. De esta forma, ya se puede tener en cuenta el impacto positivo o negativo sobre los mismos en la etapa de construcción.

a) Área de influencia directa

El área de influencia directa comprende las zonas donde se verán afectados los factores ambientales, como la vegetación, el aire, el agua, el suelo en todos sus componentes. Todo aquello que se verá alterado por las acciones realizadas en este espacio. Comprende anexo Monte Verde, anexo San Luis, parte de la carretera y sus accesos, 500 metros aguas arriba y 500 metros agua debajo medios desde el eje de la carretera. Además, se verán impactadas 500 personas entre profesionales y agricultores sumadas de ambos anexos. En particular los más beneficiados será las empresas de agroexportación que se ubican al lado norte del anexo San Luis, un total 67 empresas las cuales podrán tener a tiempo completo el servicio de los pobladores sobre todo puedan transportar la materia primas que cosechan sin inconvenientes.

Fig. 97 Área de influencia directa.



Fuente: Adaptado de Google Earth.

b) Área de influencia indirecta

La zona de influencia indirecta es un aspecto de la integración económica o social que no necesariamente tiene un impacto negativo, pero puede tener un impacto positivo.

Consideramos que se vería afectadas tal vez las zonas aledañas al área directa, debido al movimiento que la obra va a generar, tal como transporte de material por el uso de las vías, también por el ruido debido a los procesos constructivos. De esta manera se considera como área de influencia indirecta a la zona encerrada con línea azul.

Fig. 98 Área de influencia indirecta.



Fuente: A adaptado de Google Earth.

4.1.6.7 Línea base ambiental

a) Línea de base física

-Clima: En condiciones normales se caracteriza por escasas precipitaciones lo que determina el carácter semidesértico y desértico de la estrecha franja costera; entonces el clima de Morrope se cataloga como: DESERTICO SUBTROPICAL ARIDO, que tiene influencia con la corriente oceánica fría de Humboldt, principal regulador de los fenómenos meteorológicos.

-Temperatura: En verano está entre 25.59 °C (Dic) y 28.27°C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C.

-Calidad del aire: La calidad de aire se considera satisfactoria sin riesgo alguno.

-Fisiografía: La topografía es llana, con pendientes 0 a 5%, formación eólica de llanuras costeras, dunas y médanos.

-Geología: Es una formación de suelos existentes, que corresponden a depósitos aluviales donde predominan los suelos de partículas finas como son arcillas de alta y media plasticidad, también arenas arcillosas de baja plasticidad, arcillas areno-limosas de media plasticidad. De origen eólico, con altos contenidos de sílice y cuarzo.

-Uso actual de la tierra: De acuerdo con el Censo Agropecuario de 1994 Mórrope tiene un área agrícola de 13,718.16 Has bajo riego y una superficie no agrícola de 64,578.27has.

-Hidrología: La hidrología está determinada por dos cuencas: Cuenca Motupe - La Leche. Cuyas aguas fluyen de Este a Oeste, hacia la vertiente del Pacífico variando de manera gradual ante la influencia del fenómeno “El Niño”.

Las precipitaciones son muy escasas durante la mayor parte del año, excepto en los años en los que se presenta el fenómeno de El Niño y llueve de moderada a intensa [60].

-Calidad del agua: La zona que comprende el proyecto cuenta con un sistema de agua potable el cual cuenta con redes y conexiones domiciliarias, según estudios realizados las aguas subterráneas de 14 localidades del distrito de Mórrope contienen arsénico 4 veces a lo normal.

-Inundaciones: Generalmente ante alta demanda de precipitaciones hace que el río Motupe se desborde.

b) Línea de base biológica

-Flora silvestre: existe una variedad de vegetación y plantas, los cuales podrían verse afectados tras la ejecución de la obra. En la tabla 62 se tiene la caracterización de plantas en el lugar en la zona estudiada.

Tabla 62 Caracterización de la flora silvestre.

Especie	Familia	Nombre común
Bursera graveolens	Burseraceae	Palo santo
Caesalpinia paipai	Fabaceae	Charán
Prosopis pallida	Fabaceae	Algarrobo
Acacia macrocantha	Fabaceae	Faique
Cordia lutea	Boraginaceae	Overo
Capparis ovalifolia	Capparidaceae	Vichayo
Proboscidea altheifolia	Martyniaceae	Yuca de caballo

Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque-Estrategia Regional de la diversidad biológica de Lambayeque.

-Fauna silvestre: En cuanto a la fauna que se puede encontrar en la construcción estará influenciada directamente a la obra, se puede considerar la presencia de animales domésticos como perros y gatos, así como también presencia de aves, mamíferos e insectos. Ver tabla 63,64,65.

Tabla 63 Caracterización de Fauna Silvestre-Aves.

NOMBRE	REINO	CLASE	ORDEN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	GENERO	GRADO DE AMENAZA
Tórtola melódica	Animalia	Aves	Columbiformes	Zenaida meloda	Columbidae	Zenaida	No presenta
Chisco	Animalia	Aves	Passeriformes	Mimus longicaudatus	Mimidae	Mimus	No presenta
Putilla	Animalia	Aves	Passeriformes	Pyrocephalus rubinus	Tyrannidae	Pyrocephalus	No presenta
Carpintero de Dorso Escarlata	Animalia	Aves	Piciformes	Veniliornis callonotus	Picidae	Veniliornis	No presenta
Gallinazo	Animalia	Aves	Incertae sedis (en discusión)	Coragyps atratus	Cathartidae	Coragyps	No presenta
Colibrí de Vientre Rufo	Animalia	Aves	Trochiliformes	Amazilia amazilia	Trochilidae	Amazilia	No presenta
Garza blanca	Animalia	Aves	Pelecaniformes	Ardea alba	Ardeidae	Ardea	No presenta
Cortarrama peruana	Animalia	Aves	Passeriformes	Phytotoma raimondii	Cotingidae	Phytotoma	No presenta
Gavilán	Animalia	Aves	Accipitriformes	Parabuteo unicinctus	Accipitridae	Parabuteo	No presenta
Copetón rufo	Animalia	Aves	Passeriformes	Myiarchus semirufus	Tyrannidae	Myiarchus	No presenta
Huerequeque.	Animalia	Aves	Charadriiformes	Burhinus superciliarius	Burhinidae	Burhinus	No presenta
Gorrión	Animalia	Aves	Passeriformes	Passer domesticus	Passeridae	Passer	No presenta
Chilala	Animalia	Aves	Passeriformes	Furnarius leucopus	Furnariidae	Furnarius	No presenta
Choqueco	Animalia	Aves	Passeriformes	Campylorhynchus	Troglodytidae	Campylorhynchus	No presenta

				fasciatus			
Guardacaballo	Animalia	Aves	Cuculiformes	Crotophaga sulcirostris	Cuculidae	Crotophaga	No presenta
Paca paca	Animalia	Aves	Strigiformes	Glaucidium peruanum	Strigidae	Glaucidium	No presenta
Arrocero	Animalia	Aves	Passeriformes	Sicalis flaveola	Thraupidae	Sicalis	No presenta

Fuente: Equipo técnico – Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.

Estudio de la Biodiversidad Continental de Lambayeque

Tabla 64 Caracterización de Fauna Silvestre-animales.

NOMBRE	REINO	CLASE	ORDEN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	GENERO
Venado	Animalia	Mammalia	Artiodactyla	Odocoileus virginianus	Cervidae	Odocoileus
Oso de anteojos (Parte alta de la cuenca)	Animalia	Mammalia	Carnívora	Tremarctos ornatus	Ursidae	Tremarctos
Zorro costeño	Animalia	Mammalia	Carnívora	Lycalopex sechurae	Canidae	Lycalopex
Ardilla de nuca blanca	Animalia	Mammalia	Sciurus	Sciurus stramineus	Sciuridae	Sciurus
Ratón de sechura	Animalia	Mammalia	Rodentia	Phyllotis gerbillus	Muridae	Phyllotis

Fuente: Equipo técnico – Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.

Estudio de la Biodiversidad Continental de Lambayeque

Tabla 65 Caracterización de Fauna Silvestre- reptiles.

NOMBRE	REINO	CLASE	ORDEN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	GENERO
Lagartija	Animalia	Reptilia	Squamata	Dicrodon guttulatum	Teiidae	Dicrodon
Coralillo	Animalia	Sauropsida	Squamata	Micrurus tschudii	Elapidae	Micrurus
Iguana	Animalia	Sauropsida	Squamata	Iguana iguana	Iguanidae	Iguana
Capon	Animalia	Reptilia	Squamata	Tropidurus occipitalis	Tropiduridae	Tropidurus
Pacaso	Animalia	Reptilia	Squamata	Callopiestes flavipunctatus	Teiidae	Callopiestes

Fuente: Equipo técnico – Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible.

Estudio de la Biodiversidad Continental de Lambayeque

-Paisajes: El paisaje del área del proyecto es rural, con una diversa vegetación.

-Ecosistemas acuáticos: El propio río Motupe debe ser protegido durante la construcción del puente.

-Áreas naturales protegidas: Se descarta la presencia de áreas protegidas dentro el área proyecto, ni en el distrito de Morrope.

c) Línea base socioeconómica

-Demografía: De acuerdo con la información brindada por el INEI del Censo Nacional de población y vivienda del año 2017, la población estimada para el distrito de Morrope fue de 48209 habitantes [61], con una tasa de crecimiento de a nivel provincia de 1.5%. y para Morrope tenemos 2.32%. Se presenta la tabla de todos los caseríos, anexos, del distrito de Morrope.

Fig. 99 Población del distrito de Mórrope, censo 2017.

<i>Tipo de área</i>	<i>Población 2017</i>	<i>Población 2019</i>
<i>Urbano de encuesta</i>	<i>12,390</i>	<i>12,972</i>
<i>Rural de encuesta</i>	<i>35,819</i>	<i>37,500</i>
Total	48,209	50,472

**Población proyectada al 2019*

Fuente: Censo Nacional 2017 de Población y de Vivienda

Elaboración: Equipo técnico MDM

-Comunidades campesinas y nativas: Según el SINIA en el departamento de Lambayeque existen 26 comunidades campesinas y una de ellas es la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope. El lugar donde se ejecutará el proyecto son tierras comunales [62].

-Educación: La región Lambayeque es una de la más competitivas, ocupa el puesto 6 de 24 regiones. [63] En cuanto a instituciones educativas que se encuentren ubicados cerca de la zona del proyecto, podemos mencionar: 11080 Jorge Chaves Dartnell; 10159 Daniel Alcides Carrión; 081 Santa Isabel, 11135 Cesar Vallejo.

-Salud: El distrito de Morrope cuenta con 19 postas centros y puestos de salud distribuidas en todo su territorio. Se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 66 Puestos de salud para emergencias.

CENTROS DE SALUD	ESTABLECIMIENTO	DISTRITO
C.S. CRUZ DEL MEDANO	C.S. CRUZ DEL MEDANO	MORROPE
C.S. CRUZ DEL MEDANO	P.S. FANUPE BARRIO NUEVO	MORROPE
C.S. MORROPE	C.S. MORROPE	MORROPE
P.S. ANNAPE	P.S. ANNAPE	MORROPE
P.S. ARBOLSOL	P.S. ARBOLSOL	MORROPE
P.S. CARACUCHO	P.S. CARACUCHO	MORROPE
P.S. CHEPITO	P.S. CHEPITO	MORROPE
P.S. CRUZ DE PAREDONES	P.S. CRUZ DE PAREDONES	MORROPE
P.S. EL ROMERO	P.S. EL ROMERO	MORROPE
P.S. HUACA DE BARRO	P.S. HUACA DE BARRO	MORROPE
P.S. HUACA TRAPICHE DE BRONCE	P.S. HUACA TRAPICHE DE BRONCE	MORROPE
P.S. LA COLORADA	P.S. LA COLORADA	MORROPE
P.S. LAGUNAS (MORROPE)	P.S. LAGUNAS (MORROPE)	MORROPE
P.S. MONTE HERMOSO	P.S. MONTE HERMOZO	MORROPE
P.S. POSITOS	P.S. POSITOS	MORROPE
P.S. SANTA ISABEL	P.S. SANTA ISABEL	MORROPE
P.S. SANTA ROSA LAS PAMPAS	P.S. SANTA ROSA LAS PAMPAS	MORROPE
P.S. SEQUION	P.S. SEQUION	MORROPE
P.S. TRANCA FANUPE	P.S. TRANCA FANUPE	MORROPE

Fuente: Gerencia Regional de salud de Lambayeque

-Economía: La economía de la Región Lambayeque se basa principalmente en los servicios (servicios gubernamentales y actividades como arriendo de inmuebles, transporte y hotelería) y el comercio (exportación de manufacturas, nuevas Mypes y dinámica del comercio interno), los cuales aportaron el 20.2 por ciento y el 26.4 por ciento, respectivamente, a la composición Regional de PBI en 2007 [63].

Transportes y Comunicaciones (12,5%), Manufactura (12,1%) y Agricultura (9,9%), todos los cuales, aunque con una participación menor, aportan un aporte importante a la formación del PBI de Lambayeque [63].

Debido la coyuntura actual, la economía se ha visto afectada, aún más para trabajadores y migrantes del sector informal.

-Uso de recursos naturales: Los recursos naturales son un tipo de recurso que puede ser aprovechado de diversas formas (tierra, agua, aire, minerales, bosques, bofedales, entre otros). Investigar las prácticas asociadas al uso y conservación de estos recursos naturales, tales como actividades productivas relacionadas con el uso de los recursos naturales (agricultura, ganadera, silvicultura y pesca), con la descripción de actividades priorizadas según el contexto de cada estudio. área y proyecto. También se deben considerar las actividades comerciales y el alineamiento de la producción local con los mercados existentes (a nivel distrital y regional) [64].

De acuerdo con esto, en la zona de proyecto es urbana por lo que no se lleva a cabo actividades directamente usando los recursos naturales.

-Transporte y Comunicaciones: Morrope cuenta con 5 paraderos distribuidos en todo su territorio, Entre las empresas que vienen operando encontramos: Empresa de transporte San Pedro Express, Colorada Express, Santísima Virgen Isael y San Pedro SRL. Asociación de mototaxistas propietarios unidos, Romero tours, Jehová es mi luz y Cristo Viene [65].

-Problemática social: Uno de los principales problemas la falta de comunicación entre localidades, falta de trabajo, desnutrición, inundaciones al desbordarse el río Motupe, tala de árboles, etc. Pero con el nuevo proyecto de puente vehicular permitirá solventar todos los problemas presentados.

4.1.6.8 Diagnóstico arqueológico

Por otro lado, de acuerdo con Geocatmin Ingemmet, como ya es de conocimiento el departamento de Lambayeque cuenta con diferentes zonas arqueológicas, prueba de ello son los diversos museos que hay en la región. No obstante, como el proyecto está ubicado en el distrito de Morrope, en el distrito de Lambayeque, en el cual no existen zonas arqueológicas donde se desarrollará el proyecto.

4.1.6.9 Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Un pasivo ambiental es el daño ambiental o daño inconmensurable que afecta perceptible y cuantificablemente algún entorno natural y humano, limitado a ciertos fondos como parques y sitios arqueológicos.

La responsabilidad ambiental de recuperación del plan se limitará a los procesos de degradación crítica que ponen en peligro a sus usuarios, áreas, ecosistemas y comunidades cercanas.

En el área de influencia directa del proyecto no se han registrado ambientes, tales como botaderos u otras perturbaciones ambientales, ni pasivos ambientales durante la etapa de construcción.

Sin embargo, el proyecto podría generar pasivos ambientales tales como:

-Alteración de la calidad del aire: El proyecto necesita de ciertas maquinarias que generan considerables emisiones de gases, polvo y ruido, perjudicando la calidad del factor. Por ejemplo, maquinaria como con herramientas manuales, montaje de estructuras prefabricados, movimiento de tierras, en las obras de concreto simple, en estructuras de concreto armado el componente ruido será uno de los más notables.

-Alteración de la calidad visual: Todas las acciones donde intervenga el concreto, generan una alteración de la calidad del factor paisaje.

-Alteración de la calidad del suelo: Toda acción donde interviene el concreto, es impacto irreversible, desde que el concreto entra en contacto con la tierra este ya no se puede remediar con alguna medida correctiva. Las principales acciones que afectarán al factor serán: excavaciones y movimientos de tierra simple y masivo, el vaciado de concreto para cimentaciones, para infraestructura y superestructura.

4.1.6.10 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para poder identificar y evaluar los impactos ambientales que genera el proyecto, se tiene en cuenta la información del área de estudio con el fin de conocer el procedimiento la obra, y así se logra determinar los posibles factores afectados, acciones o partidas que se desarrollan durante la ejecución del Puente Vehicular, con la intención de determinar la magnitud e importancia que conllevaran estas acciones.

-Actividades con potencial a provocar impacto:

Según Conesa, debido a las actividades que genera el proyecto nos encontramos en la tipología por la evolución de la calidad ambiental del medio, donde se encuentran los impactos positivos (incrementan la calidad ambiental del componente del medio sobre el que impactan), y negativos (dan lugar a una pérdida de la calidad ambiental del componente del medio sobre el que ejercen una presión de carácter negativo).

-Factores ambientales a ser perjudicados

Según Conesa, los subsistemas ambientales se subdividen en componentes que son un conjunto de factores ambientales agrupados en sus características, siendo concebidos como los elementos, cualidades y procesos del ambiente que pueden ser afectados por el proyecto.

Son susceptibles a modificaciones humanas y estas pueden ser significativas y causar problemas graves, generalmente a evaluar ya que suelen ser de mediano a largo plazo, o problemas menores y luego son llevaderos.

A continuación, los factores ambientales, que pueden ser afectados por el proyecto.

Ver tabla 67.

Tabla 67 Factores ambientales.

Sistema	Subsistema	Componente ambiental	Descripción
Medio físico	Medio inerte	Aire	Partículas en suspensión, nivel de ruidos, efluvios, emisión gases.
		Agua	Usos de agua potable
		Suelo	Calidad y capacidad, estabilidad, permeabilidad, morfología.
	Medio biótico	Flora	Plantas ornamentales,
		Fauna	Aves, insectos, animales domésticos
	Medio perceptual	Calidad visual	Paisaje urbano
Medio socio económico y cultural	Medio socio económico-cultural	Factor humano	Calidad de vida
			Salud y seguridad
		Empleo	
		Transporte vehicular y peatonal	
		Actividades comerciales	

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.11 Evaluación de impactos

Impactos al Medio Físico

a) Contaminantes al factor ambiental Aire:

-Emisiones de gases: A lo largo de la fase de construcción del proyecto se utilizarán diversos equipos y maquinarias, los cuales producirán gases contaminantes como CO₂, CO₂ y NO₂, que tendrán un impacto directo en la calidad química y física del aire. Es un impacto negativo con reversibilidad a corto y mediano plazo, extensión puntual o zonal e influencia directa en la atmósfera que puede ser mitigado con medidas preventivas.

-Partículas en suspensión: Durante la movilización y desmovilización de equipos y maquinarias para el proyecto; desmontaje de módulos prefabricados, puertas ventanas y rejillas; en las demoliciones y eliminación de material excedente; excavaciones de terreno natural tanto con maquinaria como con herramientas manuales, eliminación de materia excedente con cargador frontal y volquetes (DM=25KM). Todo ello provoca que se genere gran cantidad de partículas en el aire, ocasionando un impacto negativo.

-Nivel de ruido: Diversas acciones donde las emisiones acústicas prevalezcan, entonces este es uno de los impactos de mayor relevancia en el factor, debido a la

utilización y funcionamiento de los equipos y maquinarias aumenta el nivel sonoro en la zona de la obra, lo cual ocasiona un impacto negativo a dicho factor.

b) Contaminación al factor ambiental Agua:

-Agua de río: Básicamente este factor se ve afectado debido a su uso en obra asimismo las necesidades básicas de los trabajadores en su etapa de construcción, en otros.

c) Contaminación del factor ambiental Suelo:

-Morfología: Este componente se ve afectado al momento de las excavaciones tanto con maquinaria como con herramientas manuales, ya sea para la colocación del cartel como para las cimentaciones y puesta tierra, estas acciones cambian la forma del suelo, generando un impacto negativo.

-Calidad y capacidad del suelo: La calidad del suelo se vería afectada en la utilización del yeso a la hora del trazo y replanteo para la base del local escolar al momento del vaciado del concreto para diferentes acciones tanto para veredas, cimentaciones, losas, la instalación de la cisterna, estas acciones generan impacto negativo de manera irreversible (al menos las acciones donde interviene el concreto).

d) Contaminación del Factor Ambiental Flora:

-Plantas Ornamentales: Al momento del relleno con material propio o de préstamo este componente puede verse afectado. Por otro lado, el factor de la flora puede verse afectado al momento de la excavación in situ.

e) Contaminación del Factor Ambiental Fauna:

-Insectos, aves, animales domésticos: Durante la ejecución de la obra se producirá un impacto negativo, debido a que los insectos se verían afectados a momento de las excavaciones, por otro lado, con respecto a los animales domésticos y aves con la movilización de maquinarias y equipos se verán afectados porque estas acciones serán nuevas para ellos.

f) Contaminación del Factor Ambiental Calidad Visual:

-Paisaje Natural: Se ha considerado que la colocación del cartel de obra genera un impacto negativo, le quita calidad visual al paisaje natural.

-Paisaje Urbanístico: Durante la habilitación del almacén, oficinas y casetas; se observará escombros; el material producto de las excavaciones, las maquinarias de manera constante en el área de trabajo, todo ello producirá un impacto negativo.

g) Contaminación del factor Socioeconómico:

-Generación de empleo: Se generaría un impacto positivo debido a que se está brindando trabajo a un gran número de personas, técnico e ingenieros.

-Actividades comerciales: Este componente será afectado de manera positiva, debido a que, al momento de la construcción del puente vehicular, habrá un mayor consumo tanto de alimentos y bebidas en los trabajadores. Es por ello por lo que se considerará un impacto positivo.

h) Contaminación del factor Humano:

-Salud y Seguridad: En la acción de seguridad ocupacional, bioseguridad en el contexto Covid 19 y la señalización para la seguridad y salud en la obra serán acciones de que causen impactos de manera positiva tanto en los trabajadores como en los pobladores aledaños a la obra. Por otro lado, el ruido de las maquinarias afecta de forma directa al bienestar de la población, deteriora la salud de las personas presentándose problemas como la deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición. Así mismo, la emisión de gases que generan afecta a la salud de las personas de forma directa al respirar. Estas acciones finales estarían provocando un impacto negativo.

4.1.6.12 Método de Leopold para la identificación de impactos

Esta matriz tiene en el eje vertical las acciones que causan el impacto en el medio ambiente; y en el eje horizontal, las condiciones ambientales existentes pueden verse afectadas por estas acciones. Este método forma parte de uno de los métodos de evaluación e identificación de impacto ambiental proporcionados por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, en los lineamientos para la identificación y caracterización de impactos ambientales. Además, es el primer método establecido para la evaluación del impacto ambiental, desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de los Estados Unidos en 1971.

Para determinar **los impactos durante la fase de construcción del proyecto**, primero se deben tener en cuenta todas las acciones. participar en la construcción de puentes vehiculares. Esto se puede ver en la siguiente matriz de Leopold.

4.1.6.13 Plan de participación ciudadana

El Plan de Participación Ciudadana satisface el cumplimiento de la legislación peruana, teniendo en cuenta al D.S.N° 002-2009 El MINAM brinda información oportuna a la población, y ha desarrollado un Plan de Participación Ciudadana que toma en cuenta el contexto de emergencia sanitaria que enfrenta el país, así como la participación ciudadana intenta gestionar los contactos entre los intérpretes y los vecinos de la zona. de influencia, así como mejorar la toma de decisiones y crear entendimiento mutuo porque promueve la participación. Polaridad de grupos de interés en el área de influencia del proyecto. Por ejemplo; debido al transporte y transporte de materiales en exceso, la operación de maquinaria, las emisiones y el ruido son muy grandes, lo que puede cambiar la infraestructura existente, la inoperatividad de algunas áreas de vehículos cerrados, el vandalismo y el vandalismo; se debe informar a los residentes cómo actuar antes, durante y después de un evento aleatorio para mantener el horario comercial.

4.1.6.14 Plan de manejo ambiental

-Un plan de gestión ambiental tiene como objetivo establecer un conjunto de medidas que se pueden esperar, controlar, modificar, evitar o reducir durante las fases de implementación del proyecto. Para identificar y minimizar estos efectos secundarios, se debe designar un supervisor con experiencia y capacitación en procedimientos de gestión ambiental.

-Además, la implementación del proyecto durante la etapa de construcción generará impactos negativos que deben ser mitigados mediante la implementación y aplicación de políticas, estrategias y procedimientos para eliminar o reducir los impactos negativos, mejorando la calidad ambiental, aprovechando las oportunidades existentes y procurando no solo eliminar o reducir los impactos negativos.

4.1.6.15 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

a) Gestión integral de los RS:

De acuerdo La Ley General de Residuos Sólidos N°27314, actualizada por el decreto legislativo N°1278, los residuos sólidos se clasifican, de acuerdo con el manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad competente para su gestión. Se clasifican en residuos municipales y no municipales.

Tabla 70 Residuos municipales.

Residuos municipales	
Domésticos	Restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros
Comerciales	Papel, embalajes, restos del aseo personal, y similares
Aseo urbano	Barrido de calles y vías, maleza, entre otros
Productos provenientes de actividades que generen residuos similares a los anteriores mencionados	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71 Residuos no municipales.

Residuos no municipales	
Peligrosos	Residuos metálicos que contengan plomo o mercurio
	Residuos humanos provenientes de establecimientos de salud
	Residuos de plaguicidas
	Residuos de herbicidas
	Residuos provenientes de la fabricación de productos químicos
	Residuos con cianuro
No peligrosos	Residuos de construcción y demolición
	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)
	Residuos industriales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72 Residuos de la construcción.

Residuos de la construcción	
Peligrosos	Son sustancias que pueden causar daños irreparables a la salud humana y a determinados ecosistemas del medio. Es por ello por lo que este residuo requiere un tratamiento especial para aislarlo y facilitar su disposición específica o controlada. En Perú, este tipo de residuos no es recuperable porque su potencial de contaminación requiere atención a su destino.
No peligrosos	Estas son cosas que se pueden reutilizar como parte de materiales de construcción específicos como madera, metal, plástico, papel, cartón. En otras palabras, se trata de cosas que se pueden reciclar, reutilizar, utilizar para el mismo trabajo o para otros fines.

Fuente: Elaboración propia

b) Sistemas de almacenamiento:

El lugar de trabajo debe estar equipado con contenedores apropiados para la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos. Estos deben vaciarse diariamente y colocarse en un contenedor para su posterior eliminación.

c) NTP 900.058.2019 los colores de los dispositivos de almacenamiento (tachos, papeleras, contenedores)

Esta norma técnica peruana especifica los colores utilizados para la disposición adecuada de los residuos sólidos municipales y no locales municipales.

El código de colores se debe utilizar en el contenedor para almacenar residuos sólidos o en la etiqueta que identifica los residuos sólidos a almacenar.

Tabla 73 Código de colores en el ámbito municipal.

Color	Tipo de residuo
Verde	Aprovechables (papel, cartón, textiles, etc.)
Negro	No aprovechables (residuos sanitarios, cerámicos, etc.)
Marrón	Orgánicos (Hojarasca, restos de alimentos, etc.)
Rojo	Peligrosos (Pilas, luminarias, medicinas vencidas, etc.)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74 Código de colores en el ámbito NO municipal.

Color	Tipo de residuo
Azul	Papel y cartón
Blanco	Plásticos
Amarillo	Metales
Marrón	Orgánicos
Plomo	Vidrio
Rojo	Peligrosos
No aprovechable	Negro

Fuente: Elaboración propia

d) Manejo de residuos líquidos y efluentes:

Instalación de baños químicos en lugares estratégicos dentro del área de trabajo para asegurar su accesibilidad y limpieza.

Los aceites y lubricantes usados, los residuos de limpieza y mantenimiento, y otros residuos químicos deberán ser retenidos en recipientes herméticos y la evacuación final deberá hacerse conforme instrucciones de la supervisión.

e) Disposición final:

Una vez que se complete el trabajo, los residentes deberán dismantelar las estructuras temporales, eliminar adecuadamente los escombros y los desechos, y restaurar el paisaje.

De acuerdo con la Ley General de Residuos Sólidos N°27314, actualizada por el decreto legislativo N°1278, la disposición final de residuos del ámbito de gestión municipal se debe realizar mediante rellenos sanitarios y la del ámbito de gestión no municipal (peligrosos) mediante rellenos de seguridad.

En el caso de los residuos de construcción y demolición, se emplea como infraestructura a las escombreras para los residuos no aprovechables tal como se menciona en el Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA, actualizado en el N°019-2016.

Los desmontes provenientes de los RCD serán depositados las infraestructuras siguientes:

Tabla 75 Infraestructuras de RCD.

Infraestructuras	Puntos limpios
	Planta de tratamiento de RCD
	Planta de gestión de desmonte
	Estación de transferencia
	Vertederos inertes

Fuente: Elaboración propia

4.1.6.16 Subprograma de control de erosión y sedimentos

Limitar de forma correcta el movimiento de tierras en los frentes de trabajo.

4.1.6.17 Subprograma de protección de recursos naturales

El equipo pesado debe operarse para minimizar el daño al suelo y la vegetación. Además, se deben evitar en la medida de lo posible las molestias a los residentes que se alojen cerca del área del proyecto.

El residente de obra deberá mantener en buen estado de conservación toda la maquinaria a fin de evitar escapes de lubricantes o combustibles que puedan afectar los componentes suelo y aire.

La señalización propuesta por este subprograma representa básicamente la colocación de paneles informativos y preventivos, informando a los vecinos y trabajadores sobre la importancia de los recursos naturales y colaborando con los inspectores ambientales en puntos estratégicos específicos.

Realizar la correcta extracción de la flora que pueda verse afectada al momento de la ejecución de la obra para su posterior reintegro en el proyecto culminado.

4.1.6.18 Subprograma de salud local

Durante la fase de construcción, se minimizará el uso simultáneo de máquinas y otros equipos que causen ruidos desagradables, para no afectar la tranquilidad de las poblaciones locales; por lo tanto, es necesario proporcionar a los trabajadores información suficiente sobre la necesidad de reducir las emisiones de ruido con una supervisión eficaz de los residentes del sitio. En caso de que exista algún problema con los habitantes de la región, se alcanzará un consenso de beneficio mutuo, mediante la planificación de un cronograma de actividades. Asimismo, las máquinas y equipos mencionados deben recibir un mantenimiento adecuado para que produzcan el menor ruido posible. Otra forma de atenuación es colocar los transmisores lo más lejos posible de lugares sensibles al ruido.

4.1.6.19 Subprograma de seguridad motivo del EIA

Para reducir el riesgo planteado por diversas actividades (cortar, mover maquinaria pesada), los ocupantes del lugar de trabajo deben informar a la comunidad de la implementación, delimitación y marcación clara de áreas restringidas (para evitar la entrada no autorizada de personal externo), tipos de peligros, y qué hacer en caso de emergencia.

a) Equipos de primeros auxilios

Se requiere un botiquín de primeros auxilios, como mínimo: botiquín de primeros auxilios, cuerda, camilla, equipo de radio, micrófono, vendas y férulas, que el personal pueda trasladar rápidamente. La capacitación también cubrirá la identificación, identificación y reporte de áreas vulnerables, en el caso de fenómenos naturales y provocados por el hombre.

b) Implementos y medios de protección personal

Se debe proporcionar equipo de protección personal (EPP) a todos los trabajadores, en función de la actividad que estén realizando, para prevenir accidentes. Los Equipos de Protección Individual (EPI) deben cumplir unos requisitos mínimos de calidad, resistencia, durabilidad y confort para contribuir al mantenimiento y protección de la buena salud de los trabajadores.

c) Lineamientos de prevención y control frente a la propagación del COVID-19 en la ejecución de obras de construcción:

Con ello se busca contribuir con la prevención del contagio por COVID-19 en la ejecución de obras de construcción.

Aislamiento COVID-19: El procedimiento por el cual una persona con caso sospechoso, que responde a una prueba rápida o da positivo a una prueba de COVID-19, no es transportada a su domicilio u hospital, indefinidamente, hasta el alta hospitalaria.

Distanciamiento social: Aumentar la distancia entre las personas y reducir la frecuencia de contacto para reducir la transmisión de la enfermedad

Higiene Respiratoria: Las prácticas incluyen taparse la boca o la nariz con las manos al toser o estornudar con la ayuda de una mascarilla, y si esto no es posible, tirar del brazo o doblar el codo con la mano. Las toallitas deben desecharse inmediatamente después de su uso, en el cesto/depósito designado a tal efecto.

Higiene de Manos: Las prácticas incluyen lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón (o una solución recomendada) para evitar la transmisión o exposición al virus, especialmente después de toser, estornudar y sonarse la nariz.

d) Responsabilidades de las autoridades de la ejecución de la obra:

Planificar actividades para que durante la jornada laboral los empleados puedan mantener una distancia de seguridad de 1,50 metros, en las entradas y salidas y durante su estancia en las obras, y reorganizarse en la medida de lo posible. Si la ubicación de la planta no garantiza tales medidas, los casos de uso deben organizarse para que el área mantenga un uso máximo del 50% de la capacidad.

A través de la implementación del trabajo por turnos y otras medidas, evaluar e identificar actividades que impliquen una acumulación de personal que prefiera trabajos individuales.

e) Responsabilidades del personal

Los empleados no deben acudir al trabajo o lugar de trabajo cuando presenten factores de riesgo o señales de advertencia de COVID-19.

Mantener la distancia de seguridad entre personas trabajadoras de 1,50 metros. Para las actividades que deban realizarse en conjunto, cada persona debe estar completamente desinfectada y su cuidado posterior antes de comenzar la actividad.

4.1.6.20 Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales

El proyecto se encuentra en un área rural, donde no hay precursores ni rastros de restos arqueológicos y culturales.

4.1.6.21 Subprograma de desvío del tráfico

Proponer rutas provisionales o alternas a las empresas de transporte mediante un mapa de rutas para que los vehículos tengan conocimiento por cuales otros caminos alternos deben circular, con el fin de evitar la incomodidad de aglutinamientos vehiculares en zonas aledañas al proyecto.

Contratación de personal para que le informe a los pobladores sobre la ejecución de la obra y coloque las respectivas señalizaciones.

4.1.6.22 Programa de monitoreo ambiental

El seguimiento de las normas establecidas es una herramienta que nos permite asegurar que nuestro personal cumpla con las normas de conducta de manera sistemática y sistematizada. Para ello, se deberá.

Antes de empezar la ejecución de la obra, es de carácter obligatorio **trazar la línea base**, para ver a posteriori los daños que se van a generar producto de la realización de la obra.

Asimismo, la citada verificación de registros deberá realizarse periódicamente para verificar que se realiza y que cumple con todo lo expresado en dicho documento. El informe de esta vigilancia debe seguir una estructura en la que se mencionen instrucciones clave como la fecha, el perito evaluador, el motivo de la inspección y los resultados obtenidos.

4.1.6.23 Programa de asuntos sociales

Dirigida especialmente a la población del área de influencia directa (autoridades locales, grupos de interés y población) las cuales tocan temas como: Avance de obra y Seguridad y medio ambiente, con el objetivo de establecer una comunicación continua entre la población y la empresa contratista, que permita tener informada a la localidad de las diversas actividades que realizará la empresa contratista, a fin de facilitar su aceptación y generar el apoyo que se requiere, evitando generar molestias sorpresivas y probables accidentes. Para ello, se han establecido estrategias a emplear antes y durante la ejecución de la obra.

Instalación de una oficina de atención a la población.

Se acondicionará un ambiente para instalar una oficina para la atención a la población. En ella se tendrá un cuaderno de registro de solicitudes, quejas entre otros, competente a la fase de construcción de la obra.

4.1.6.24 Programa de educación ambiental

La educación ambiental ayuda a los individuos a comprender su interdependencia con su entorno a partir del conocimiento reflexivo y crítico de sus realidades biofísicas, sociales, políticas, económicas y culturales.

Este programa incluye la realización de campañas de educación ambiental y mantenimiento de la naturaleza. Estas campañas se facilitarán al personal del proyecto (charlas, carteles, folletos informativos) sobre normas básicas de conducta en el ámbito medioambiental.

a) Charla al personal de obra

Estas charlas tienen como objetivo concienciar a todos los trabajadores del campo sobre la importancia de conservar los recursos naturales en el área del proyecto y enfatizar la transmisión de valores, restricciones y prohibiciones en el uso de los recursos naturales.

b) Charla a la comunidad

Se espera crear conciencia ambiental y responsabilidades estudiantiles y comunitarias para la conservación de los recursos naturales, evaluar los proyectos realizados y asegurar la sostenibilidad de los trabajos. Para ello, se realizarán las coordinaciones necesarias con autoridades y pobladores dentro del impacto del proyecto para determinar discusiones sobre su respectivo entorno.

4.1.6.25 Programa de capacitación ambiental y seguridad

La capacitación de los trabajadores es de carácter fundamental para evitar accidentes en ocasión del trabajo, como así también para el cuidado del medio ambiente; por tal motivo se deberá realizar un plan de capacitación exigente para neutralizar o minimizar acciones inseguras, causales de la mayor parte de daños irreparables sobre el ambiente o el personal mismo de obra. La concientización sobre los riesgos a que nos expone esta actividad se dictará, para todos los niveles (personal de campo, residente, contratista).

Esta sesión debe contener la información necesaria para desarrollar adecuadamente su trabajo. Estas sesiones incluyen la contaminación acústica, la eliminación de residuos, la prevención de derrames de combustible o aceite lubricante, la aplicación de la normativa aplicable, el manejo seguro de los equipos, la señalización de los desvíos adecuados del tráfico de vehículos y la prevención del paso. Es necesario cubrir los lados de la cinta de seguridad.

4.1.6.26 Programa de prevención de pérdidas y contingencias

Es un conjunto de conocimientos y procedimientos que es necesario adquirir y aplicar para atender emergencias relacionadas con riesgos ambientales y desastres naturales que puedan ocurrir durante la fase de ejecución de un proyecto, principalmente para proteger la vida humana. De igual forma, los programas de respuesta a emergencias pueden establecer lineamientos para evitar demoras y costos que puedan afectar el normal desarrollo de los trabajos del proyecto. También identifica riesgos potenciales como accidentes laborales, problemas sociales, incendios y la posibilidad de un terremoto.

Por ejemplo; los exámenes médicos ocupacionales son la principal herramienta para identificar la salud colectiva de los trabajadores, esto permitirá a los empleadores prevenir las enfermedades ocupacionales o relacionadas con el trabajo, identificando oportunamente alteraciones de la salud asociadas a los riesgos en el puesto de trabajo.

a) Perfil de examen médico en construcción

El certificado médico ocupacional deberá contar con las siguientes pruebas médicas como mínimo: Antecedentes (chequeo general), evaluación psicológica, prueba de Hisopado para descartar de COVID-19.

b) Evaluación médica ocupacional de retiro:

Los controles de salud que se realicen el día anterior a la finalización de las actividades del trabajador en la empresa podrán ser realizados por un especialista durante un máximo de dos meses en el cargo. El propósito de este estudio es identificar las enfermedades relacionadas con el trabajo, las consecuencias de los accidentes de trabajo y el deterioro general causado por el trabajo.

c) Enfermedades ocupacionales

La Ley 29783, disposición de la Ley de Seguridad y Salud Industrial, establece que las enfermedades profesionales son aquellas que se desarrollan como consecuencia de la exposición a factores de riesgo relacionados con el trabajo.

Según la OMS, la enfermedad profesional es una condición patológica causada por la exposición al trabajo o al ambiente en el que se trabaja, causada por factores físicos, químicos o biológicos.

Las enfermedades más recurrentes son

- Hipoacusia o sordera provocada por el ruido.
- Mycobacterium tuberculosis
- Neumoconiosis por exposición a polvo de carbón
- Silicosis
- Enfermedades ocasionadas por agentes químicos
- Fatiga mental.
- Enfermedades respiratorias.
- Gastritis
- Estrés.
- Fatiga postural

d) Responsabilidades y participación de la autoridad encargada

Motivar al personal a través de las charlas mencionadas, cartas de reconocimiento, asistir a reuniones formales entre otras.

Dar prioridad a la Salud Ocupacional cuando deba tomarse una decisión en la que aquella esté en juego. Es decir, brindar todas las facilidades a los trabajadores durante su desplazamiento en obra para prevenir enfermedades ocupacionales.

Controlar resultados.

e) Responsabilidades y participación de los trabajadores

El seguimiento estricto de las Normas de seguridad a fin de garantizar un trabajo seguro.

Cumpliremos con los estándares y procedimientos de salud y seguridad ocupacional establecidos por la empresa. Informar a su gerente o coordinador de seguridad y salud ocupacional de las condiciones y/o situaciones deficientes que puedan ocasionar conductas o accidentes en el lugar de trabajo y hacer sugerencias de investigación participando en el desarrollo de normas y procedimientos de trabajo seguro.

No deambular con los EPP fuera del sitio de trabajo.

Descontaminar uniformes y otros objetos utilizados durante la jornada laboral.

La seguridad del trabajador depende sobre todo de sus propias acciones y requiere una acción voluntaria para proporcionar información y motivación.

4.1.6.27 Subprograma de contingencias

Los subprogramas describen las medidas y protocolos que debe seguir el personal del proyecto para evitar emergencias y cómo responder a este tipo de situaciones, ya sea de forma natural o artificial, en caso de emergencia. Ante situaciones de este tipo, provocadas por la naturaleza o por el hombre, como sismos, deslizamientos, incendios, accidentes laborales, actos delictivos, entre otros, por lo que su actualización e implementación deberá de hacerse por lo menos una vez al año, con la finalidad de perfeccionarlo y evaluar su operatividad.

- Ante sismos.
- Ante un incendio
- Ante deslizamientos y derrumbes.
- Ante derrames de aceites y/o combustibles.
- Ante accidentes laborales
- Por problemas sociales.
- Si se generan ocurrencia de actos delictivos

4.1.6.28 Programa de cierre de obra

El plan de cierre de obras describe las medidas que se deberán adoptar antes de culminar las actividades de Construcción, a fin de evitar efectos adversos al ambiente, producidos por los residuos sólidos industriales y domésticos que puedan existir o aflorar en el corto y mediano plazo.

Este programa tiene por objetivo los siguientes:

-Establecer las medidas de reacondicionamiento de cada una de las áreas afectadas por la ejecución de las obras.

-Reducir los riesgos a la salud humana, seguridad y formación de pasivos ambientales.

-Implementar medidas de rehabilitación de las áreas afectadas a medida que estas dejen de ser utilizadas (cierre progresivo).

- Consiste en recuperar todas las áreas afectadas hasta que se restablezcan en la medida de lo posible las condiciones ambientales originales. Además de reducir el riesgo de salud, seguridad y responsabilidad ambiental, fortaleceremos nuestros esfuerzos de rehabilitación cuando ya no se utilicen en las áreas afectadas.

a) Restauración del ambiente natural

Para hacer esto, debe comenzar a dismantelar y limpiar las oficinas, los almacenes y toda la infraestructura temporal construida en esa área. Al final de la obra, el vertedero del proyecto también deberá cerrarse y los materiales excedentes y residuos sólidos deberán ser dispuestos adecuadamente mediante disposición final en el lugar permitido. Reintegrar de forma adecuada la flora extraída previa ejecución de la obra.

b) Cierre Componente Social: Verificación de cancelación de todos los salarios de los trabajadores y proveedores locales de productos y servicios

En la entrega Final de la obra se deberá reportar el cumplimiento de todos los pagos a los proveedores locales y externos. La cancelación de todos los salarios de la empresa contratista de forma directa o indirecta del área del proyecto.

c) Prueba de descarte de COVID-19

Debe realizarse obligatoriamente para todo el personal de obra días previos al cese de la ejecución de esta.

4.1.6.29 Plan de compensación ambiental

Los programas de compensación ambiental eliminan la pérdida neta de biodiversidad, mantienen el funcionamiento del ecosistema y, si es posible, evitan áreas ecológicamente equivalentes a través de medidas de restauración y/o conservación, según sea el caso.

En el caso de Perú, las normas del SEIA establecen que los planes de compensación ambiental son parte de la estrategia de gestión ambiental para los estudios de impacto ambiental.

Contenido Mínimo del Plan de Compensación Ambiental

Los contenidos mínimos para un plan de compensación ambiental estipulados según los lineamientos de Compensación Ambiental serían los siguientes:

- Objetivos del plan de compensación ambiental.
- Explicación y evaluación de los impactos ambientales inevitables dentro del alcance del impacto del proyecto.

- Pérdida de valor estimada en la zona afectada (por impacto evitable).
- Selección, caracterización y tamaño de áreas y sus componentes para la aplicación de medidas de compensación ambiental.
- Conjunto de medidas, plazos y recursos para la restauración y/o conservación a fin de alcanzar las ganancias netas para el logro de la pérdida neta cero de biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas en las áreas seleccionadas.
- Proyección del estado y valor del área sujeta a medidas de compensación después de aplicado el Plan de Compensación Ambiental.
- Se esperan resultados medibles para la estimación de pérdida neta cero de biodiversidad y funciones del ecosistema.
- Presupuesto del plan de compensación ambiental. Esto incluye los costos y recursos necesarios para garantizar la implementación adecuada y el logro de las metas.
- Plan de implantación de medidas incluidas en el plan de compensación ambiental.

Es de esta manera que podemos concluir que el presente proyecto de puente vehicular debe hacerse en definitiva una EIA, trazar línea base y poder detectar los daños presentados durante la etapa de construcción; esto conllevará un plan de manejo ambiental debido a que los impactos negativos no lleguen a destruir la calidad ambiental de la zona, el ingeniero ambiental tiene que tratar de compensar estos daños hasta el punto donde la naturaleza llegue a su íntegra recuperación.

4.2 Diseño estructural del puente vehicular

4.2.1 Parámetros de diseño para el diseño del puente vehicular

Para el análisis de los puentes presentado se tendrá en cuenta toda la información presentada en las bases teóricas presentadas, como la forma de concesionar estas estructuras, tanto la superestructura como la infraestructura en su totalidad; aquí se debe tener un amplio conocimiento de las normativas AASHTO, interpretación los parámetros básicos del manual de puentes del MTC, el conocimiento de los materiales y técnicas constructivas. Asimismo, influye mucho los criterios de ubicación, las partes por la que va a estar compuesto el puente, su manera de clasificarlo; si es un puente impórtate, esencial o pertenece a otros rangos, tener en cuenta la luz máxima permitida para cada tramo, el dimensionamiento del tablero, dimensionamiento de estribos y pilas intermedias; las cargas que van a estar impuestas durante su vida útil. Todo ello se resume en los estudios básicos de ingeniería realizados presentados en los ítems correspondientes.

Tabla 76 Parámetros de diseño del puente vehicular-superestructura.

Superestructura	
Puente Continuo	Recto
Longitud del puente	80m
Número de tramos	3
Longitud de primer tramo	25m
Longitud de segundo tramo	30m
Longitud del tercer tramo	25m
Clasificación por demanda	Carretera de segunda clase
Tipo de orografía	Tipo plano
Ancho de calzada	7m
Velocidad de diseño	60km/h
Ancho de carril	3.5m
Berma	No contempla
Capa de asfáltica	5 cm
Pendiente transversal (bombeo)	2%
Pendiente longitudinal	1%
Vereda	b=0.6m; e=0.10m
Baranda New Jersey	b=0.40m; h=1m
Ancho del puente	w= 7m+0.6m+0.6m+0.40m+0.40m=9m
Gálibo (Ríos sin arrastre de palizada)	1.50m
Neoprenos	Uno para cada viga
Vehículos	
Vehículo de diseño Truck M(+)	HL93K (prima para diseño)
Vehículo tándem M(+)	HL93M
Vehículo S(-)	HL93S
Materiales empleados	
Tipo de material resistente	F'c=280 kgf/cm ² =4000psi
Módulo de elasticidad de concreto	Ec=217370.65kgf/cm ²
Peso específico	$\gamma_c=2400\text{kgf/m}^3$
Coefficiente de poisson	u=0.2
Acero de construcción	ASTM A615 grado 60
Resistencia a fluencia	Fy=4200kgf/cm ²
Módulo de elasticidad acero	2100000 kgf/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77 Parámetros de diseño del puente vehicular-infraestructura

Infraestructura	
Ubicación, costa peruana.	Zona 4
Clasificación de suelo NTP E-0.30	S2-Suelo intermedio
Clasificación de suelo refracción sísmica Prof.=12m a más	Suelo compacto
Clasificación de suelo ASCE 2010 - MASW Prof.=30m	C-Suelo muy denso o roca blanda
Capacidad portante permisible	3kgf/cm ²
Pilares por tramo	2
Total, pilas en todo largo del puente	4
Tipo de cimentación para pilas	Platea
Profundidad de socavación total en pilas	4.1m

N° estribos (uno a cada extremo de las márgenes del río)	2
Tipo de cimentación para estribo	Platea
Profundidad de socavación- en ambas márgenes	8.61m
Transporte de material T=265años	Si
Tirante de agua arriba del puente T=265años	Y=4.69m
Tirante de agua abajo del puente T=265años	Y=4.20m
Presencia de fallas locales geotectónicas	No

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Análisis de dos alternativas de puente vehicular

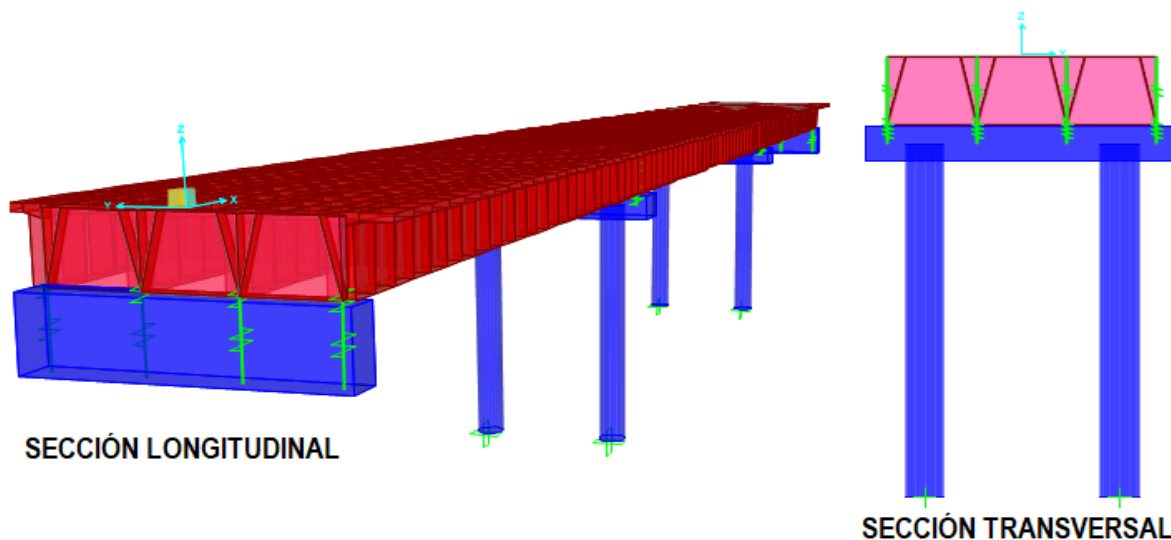
Se presentan dos alternativas de puentes, tenemos **un puente tipo viga losa y un puente viga cajón en concreto armado convencional**. La diferencia de los dos sistemas es que uno solamente en el cambio de tablero, es decir solo se cambia la superestructura, la infraestructura es igual para los dos puentes presentados, sus dimensiones y características se hacen en mención en las siguientes tablas.

4.2.3 Aplicación de Software para el análisis, diseño y verificación de cargas.

a) Puente viga losa

Se muestra el modelado del puente en su sección longitudinal y transversal en el programa Csi bridge, la cual contempla un tablero continuo de tres tramos: el primer tramo de 25 metros, un segundo tramo de 30 metros y el tercer tramo de 25 metros.

Fig. 100 Modelo del puente vehicular con tablero tipo viga losa.

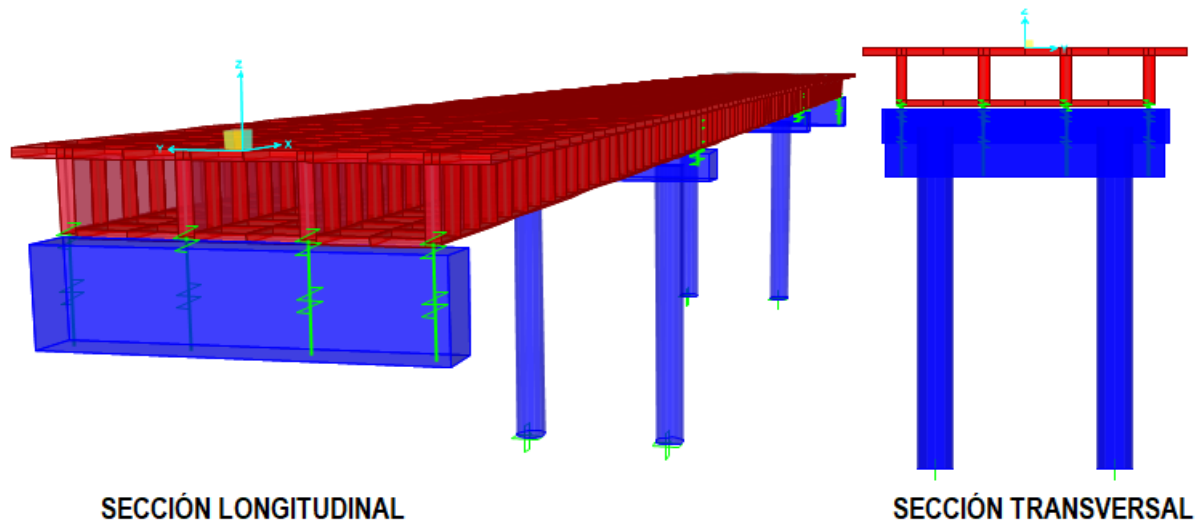


Fuente: Elaboración propia

b) Puente viga cajón

Se muestra el modelado del puente en su sección longitudinal y transversal en el programa Csi bridge, la cual contempla un tablero continuo de tres tramos: el primer tramo de 25 metros, un segundo tramo de 30 metros y el tercer tramo de 25 metros.

Fig. 101 Modelo del puente vehicular con tablero tipo viga cajón Multicelular.



Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Memoria descriptiva de puente vehicular

Se presenta el resumen de los estudios básicos de ingeniería, las cuales entran a formar parte del sustento para el diseño final del estudio definitivo de la tesis. **Ver anexo N°01: Memoria descriptiva.**

4.2.5 Especificaciones técnicas de materiales

El propósito de las especificaciones técnicas es prevenir y reducir las controversias que puedan surgir durante la ejecución de los proyectos, así como fomentar un trabajo de alta calidad. Para lograrlo, se enfatiza un aspecto clave, que se basa en incentivar el autocontrol de la calidad de la obra por parte del contratante; es decir, el contratante asegura un cierto nivel de calidad en la ejecución de la obra, en los materiales, equipos y personal que participa en cada una de las partidas durante la fase de construcción. La cual va ejercer un nivel de control para la conservación de ecosistemas y la calidad de vida de la población. **Ver anexo N°02: Especificaciones técnicas.**

4.2.6 Memoria de cálculo de puente vehicular

Se presentan brevemente los resultados de los análisis y cálculos de dimensionamiento estructural de los componentes del puente viga losa y viga cajón sobre el río Motupe. En base a las demandas actuantes se determinaron las dimensiones de los componentes y se elaboraron los planos estructurales de la presente tesis. **Ver anexo N°03: Memoria de cálculo**

Se tiene lo siguiente:

- Deflexión de puente viga losa.
- Deflexión de puente viga cajón.
- Diseño de tablero puente viga losa.
- Diseño de tablero puente viga cajón multicelular.
- Diseño de elastómeros.
- Diseño de vigas cabezal.
- Diseño de pilas.
- Diseño de estribos.
- Diseño de losa de transición.
- Diseño de cimentación.

4.2.7 Planos en general

Son la representación gráfica del diseño final de la geometría de la superestructura e infraestructura y cimentaciones. Es decir, su ubicación del puente; la geometría del tablero; altura de las pilas y de estribos; detalles en planta y altura para su correcto análisis de costos, construcción, operación, inspección y mantenimiento. **Ver anexo N°04: Planos y detalles estructurales.**

Para la presente tesis, se han elaborado los planos de:

- Plano de ubicación de Líneas de refacción sísmica GP-114-UB-GF-01.
- Plano de ubicación U-01.
- Plano de secciones transversales y perfil longitudinal de eje de río SL-01.
- Planos de estructuras para el puente viga losa E-01; E-02; E-03; E-04; E-05; E-06.
- Planos de estructuras para el puente Cajón Multicelular E-01; E-02; E-03; E-04; E-05; E-06.
- Plano planta y perfil de carretera modificada PP-01,
- Plano de secciones transversales de carretera modificada S-01.

4.2.8 Rentabilidad económica

La evaluación de la rentabilidad demanda la elaboración de metrados, costos por unidad de medida y el presupuesto general de cada alternativa de solución presentada. El despiece de metrados está en mención de todos los elementos estructurales y no estructurales que pueda tener la superestructura como la infraestructura planteada en los planos estructurales. De tal manera que se llega a un coste total y concluir con la alternativa más económica (segura, funcional, fácil de construir en un tiempo prudente). **Ver anexo N°05: Metrados y presupuesto.**

Se tiene lo siguiente:

- Presupuesto total de puente tipo viga losa= S/ 21,822,529.67
- Presupuesto total de puente tipo viga cajón multicelular= S/ 22,249,975.23
- Alternativa ganadora: Puente tipo viga losa.

Nota: El presupuesto total contiene el análisis de costo directo, gastos generales, utilidad y IGV.

4.2.9 Discusiones

Antecedentes internacionales.

-Para villate y camilo, el éxito final del puente Parma (puente colgante) fue haber optado en el análisis y diseño una serie de alternativas de solución que permiten rápidamente analizar los costos, tiempos, el rendimiento estructural y la imagen estética. Para la presente tesis tiene propuesta del diseño estructural del puente a base a dos alternativas, la cual es puente tipo cajón y puente viga losa en concreto armado con luces a cubrir entre los 25 y 30m por tramo.

-Arriaga en su investigación concluye que se debe efectuar un buen modelado en los softwares, para no tener problemas por efectos de flexibilidad, efectos de modos superiores o acoplamientos de modos, los cual hacen que cualquier estructura sea analizada incursione en resultados no razonables; para ello en este trabajo nos apoyamos en el software Csi bridge y Sap 2000 para realizar un análisis global del mismo.

-En el informe de Candebat, D.; Godínez, G, utiliza metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica de un puente de concreto armado, respecto a la longitud de las pilas, tipo de estructura, año de construcción, ángulo de esviaje, materiales empleados, efectos del sitio, tipos de apoyo, entre otros. En esta investigación se hace la evaluación mediante la aplicación espectro de diseño elástico.

-Para José Wilches y otros, recalca la importancia de utilizar los topes sísmicos en estructuras de puentes; la cual comparto la misma idea además ya que ayudan a controlar desplazamientos laterales excesivos.

-Hurtado recomienda que los estribos y pilares del puente deben estar y tener una forma aerodinámica para reducir la fuerza de ataque del flujo, de tal manera que se previene la formación de vórtices, y se estabilidad de los estribo y pilares. por otra parte, diseñar puentes rectos sin enviaje tienen con mejor comportamiento estructural frente a puentes curvos o con ángulos de esviaje importante. Concluyo también que el manual de puentes es claro en que la cimentación de este tipo de obras deberá estar como mínimo 1 m bajo el nivel de socavación total.

Antecedentes nacionales.

-Barrios en su investigación que insita a usar programas de cómputo de ingeniería estructural como el Csi Bridge, por otro lado, el uso del sistema de esfuerzo como el postensado aplicado a puentes frente a puentes convencionales de concreto armado para disminuir peraltes y ganar una mayor luz entre apoyos de elementos. En esta investigación se tiene una longitud de cauce a cubrir de 80 metros que fue repartida en dos tramos de 25 metros y un tramo de 30 metros en concreto armado convencional.

-Acevedo realiza el análisis y diseño de puentes atirantados; y sus principales configuraciones estructurales, en la manera de pre dimensionar e incorporar efectos p-delta (momentos de segundo orden). Habría la posibilidad de analizar el resolver el problema accesibilidad en el tramo río Motupe es mediante un puente atirantado con sección compuesta, la cual no contempla en esta investigación.

-Altamirano resultado hace análisis y diseño del puente vehicular tipo sección compuesta, para solucionar la accesibilidad sobre el río Yuracyacu en la Nueva Cajamarca mediante los parámetros del manual de puentes del MTC y AASHTO. En esta investigación las dos alternativas presentadas fueron dimensionadas de acuerdo con la normativa vigente.

-Minchán recalca que todo puente con alta presencia sísmica debe diseñarse y construirse con aisladores sísmicos ya que disminuye en gran media los desplazamientos longitudinales y transversales y por lo tanto habrá menos daños en este tipo de estructuras. Por lo que en esta investigación se incorporó el diseño de neoprenos en la cuales se apoyara la superestructura.

-Apaza hace el análisis de deflexión en el puente tipo celosía, teniendo 5,5 cm estando por debajo del límite recomendado por AASHTO de 6 cm. Afirma que los puentes reticulares cubrir grandes luces entre los 200-300 metros, son fáciles y rápidos en construir, pero en su defecto sufre ataques de corrosión y por lo tanto pérdida de resistencia. En esta investigación se utilizó como material primordial concreto + acero (concreto armado) tenido deflexiones para el tramo de 30 m de 0.0269m < 0.03m aceptables dentro de lo que enmarcan los códigos.

Antecedentes locales.

-Vásquez se rescata que es necesario realizar todos los estudios básicos que recomienda el Manual del MTC y apegarse a los códigos existentes para realizar el diseño de estructural. En la presente investigación se realizaron los estudios que compete a tráfico, topográfico, hidrológico, geológico y geotécnico, riesgo sísmico y evaluación de impacto ambiental para la concepción del puente.

-Caballero afirma en su investigación es que se debe estudiar a fondo los niveles de agua para el diseño de puentes de tal manera de determinar una altura óptima frente a las máximas

avenidas. Del cálculo hidrológico se tiene un tirante de 4.69m para 265 años de periodo de retorno y más allá de ello el manual de puentes recomienda un proyectar un galibo de 1.50m para ríos sin presencia de palizadas.

-Idrogo, realiza el expediente técnico del puente Collocsy, para conectar comunidades alejadas de la ciudad de Chiclayo; aquí en esta investigación no es exactamente un expediente técnico completo, pero se analiza los estudios básicos recomendados por el manual de puentes.

V. Conclusiones

-En definitiva, es de suma importancia la construcción del puente sobre el río Motupe. Por tal motivo el diseño del puente vehicular será una obra de arte va a integrar a los caseríos del distrito de Morrope y distritos vecinos. En adelante, cruzar el río Motupe ya es posible.

-Ahora bien, del estudio topográfico se tiene el camión de diseño HL-93 la cual me representa la variedad de vehículos que transitan diariamente por la vía, la misma que queda clasificada como carretera de segunda clase de tipo plano; con ancho mínimo de carril de 3.30m según el manual DG 2018 del MTC. Asimismo, el estudio topográfico contempla el relieve del terreno con un área levantada de 0.522 km². Del estudio hidrológico, se tienen los caudales máximos para un periodo retorno de 2años, 50años, 100años,265años teniendo un valor de 115.92 m³/seg, 679.86m³/seg,8220.46m³/seg y 1097.98m³/seg respectivamente; los mismos que ha sido ingresado al Hec Ras 6.1.0 dando como resultados tirantes de 1.72m,3.61m,3.97m, 4.69m aguas arriba del puente y 1.66m,3.4m,3.68m,4.20m aguas abajo del puente. Al mismo tiempo del estudio geológico y geotécnico, especialmente del estudio de refracción sísmica un primer estrato (espesor de 4m-6m) estaría compuesto por depósitos tablazo talara matriz de arena arcósica y bioclástica, material de compacidad medianamente densa a densa seguida de un segundo estrato (espesor de 3m-6.5m) estaría compuesto por areniscas consolidadas en matriz arenosa y capas de areniscas, materiales de compacidad densa y finalmente un tercer estrato (espesor >15m) estaría compuesto por material conglomerados que se presentan con clastos redondeados de origen marino materiales de muy compacto. Para optimizar a mayor profundidad el estudio se realizó el MASW, llegando hasta los 30 metros, con la rapidez que transita la onda Vs se tiene una variación incremental, es decir: de suelo rígido a suelo muy denso o roca blanda, de tal manera que el ASCE 2010 lo clasifica como tipo “C” y “D” respectivamente; por lo contrario, según la norma NTP E.030 Diseño sismorresistente queda definida como tipo S2(suelo intermedio). Del estudio de impacto ambientes resulta impórtate en todo proyecto la cual permite controlar y reducir los impactos negativos que producen las acciones en la fase constructiva lo que ocasionan pérdida de la biodiversidad, afectando la funcionalidad de los ecosistemas. Según el análisis en la matriz de Leopold la acción con mayor puntuación de -10 y 10 (magnitud e importancia) es vaciado y vibrado de concreto elaborado en obra cimentaciones, afectando notablemente al factor ambiental “suelo” en la componente “calidad y Capacidad del suelo”. De tal manera que de manera vertical se mide la agresividad de la acción y de manera horizontal se mide la fragilidad de factor ambiental. Como resultados tenemos que la acción verticalmente más

agresiva es excavación masiva de terreno natural con Maquinaria con un valor de -190; de mismo modo medido horizontalmente resulta el factor a Aire como el más frágil siendo la componente nivel de ruidos con un nivel de -558, seguido por el factor suelo en la componente calidad y capacidad de suelo con un nivel de -475.

-Se diseñó el puente vehicular de acuerdo con los parámetros mínimos recomendados por los códigos, del manual de puentes del ministerio de transporte y comunicaciones (MTC). En base a esto se definieron la superestructura e infraestructura.

-De las dos alternativas de solución tenemos al puente tipo viga losa y puente tipo cajón la cual se adaptan al lugar de emplazamiento con una adecuada funcionalidad y seguridad de servicio.

- No será posible este modelamiento en el software Hec Hms ya que este modelamiento se hace para cuencas completas, necesitando de un modelo de elevación digital (DEM). Por lo que no será posible porque la muestra es limitada a un tramo del río.

-El software Csi bridge es una potente herramienta para el modelado y análisis de puentes, con referencia a ello se modelo la estructura de puente tipo viga losa y puente tipo cajón multicelular de una manera global, la cual permite tener resultados precisos de la estructura a través de elementos finitos, aplicando automáticamente los factores de distribución por carga viva de manera interna en las vigas. El software SAP 2000 para este caso se usó para modelar elementos menores como la losa de transición, verificar momentos en las losas y vigas diafragma.

- La profundidad de socavación local más la socavación contracción analizado en el software Hec Ras 6.1.0 es de 4.10 para los pilares y de 8.61m para los estribos referente a un periodo de retorno de 265 años, siendo la parte critica cuando todo el material que rodean los elementos estructurales sea erosionado dejando al descubierto las pilas y estribos.

-Se realizó la memoria descriptiva del proyecto, juntamente con su memoria de cálculo y especificaciones técnicas de tal manera que se prevenga errores en la fase de construcción, garantizando la calidad de los materiales. Asimismo, se detallan los planos y detalles que son la representación gráfica de todos los cálculos numéricos realizados en la memoria de cálculo, de modo que se sean entregados en el campo de aplicación.

-Para finalizar, de las dos alternativas presentadas el puente viga losa es el más económico con un valor de S/ 21,822,529.67, resultando la alternativa ganadora para presentar al Invierte.pe.

VI. Recomendaciones

-Para el análisis y diseño de puentes es importante realizar el diseño con un ingeniero que se dedique al área de puentes.

-Tener conocimientos básicos del software SAP 2000 y Csi bridge para lograr una adecuada aplicación de cargas y por ende tener resultados confiables, en lo posible llevar capacitaciones.

-Revisar a profundidad el manual de puentes del MTC y normativas como AASHTO LRFD para el diseño de Puentes.

-Realizar el diseño del puente ganador con un nuevo sistema de postensado o pretensado y comparar el nuevo sistema estructural con las dos alternativas trabajadas en esta tesis y de manera económica para inversión pública.

VII. Referencias

- [1] M. Armisén, «Puentes que me ayudaron a entender y diseñar,» *Informe de construcción*, vol. 71, n° 553, pp. 1-18, 2019.
- [2] J. M. Garcia Giraldo, J. Ospina Giraldi y E. A. Graciano Gómez, «La infraestructura de puentes en las vías secundarias del departamento de Antioquía,» *Escuela de ingeniería de Antioquía*, pp. 199-131, 2014.
- [3] R. F. Arturo, «Erosión en pilares y estribos de puentes,» de *Trabajo presentado al IV congreso internacional de la construcción ICG*, Lima, 2014.
- [4] S. Alisson, «Dimensionamiento hidráulico optimizado de puentes con terraplenes,» Universidad de Piura, Piura, 2006.
- [5] M. Elbio Felipe, «Socavación producida por el río huallaga al puente colpa alta en la provincia de Huánuco, utilizando los métodos de artamanov, straub y maza, en el hec -ras,» Universidad de Piura, Piura, 2016.
- [6] MTC, «Plataforma Digital del Estado Peruano,» 4 Octubre 2018. [En línea]. Available: t.ly/yUcj. [Último acceso: 27 septiembre 2021].
- [7] MEF, «Informe Anual de Deuda Pública,» 31 Mayo 2021. [En línea]. Available: t.ly/aifP. [Último acceso: 27 septiembre 2021].
- [8] AASHTO, *Diseño de puentes*, Washington: Standard specifications for Highway Bridge, 1996.
- [9] MTC, *Manual de puentes*, Lima, 2018.
- [10] MINAM, «Sistema Nacional de Información Ambiental,» [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/minam>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [11] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/>. [Último acceso: 9 octubre 2021].
- [12] R. Hernandez, C. Fernandez y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, Mexico: McGRAW-HILL, 2014.
- [13] H. Ñaupas P y et.al., *Metodología de la Investigación Cuantitativa, Cualitativa y Redacción de la Tesis*, Quinta ed., Bogotá: Ediciones de la U, 2018.
- [14] A. Caballero Romero, *Metodología Integral Innovadora para planes y tesis*, Mexico: Cengage Learning Editores , 2014.

- [15] USAT, «Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo,» 1998. [En línea]. Available: <http://www.usat.edu.pe/>. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [16] C. Villate, N. Parra y J. Galindo, «El puente Doménico Parma (Colombia): alternativas en el diseño de una estructura suspendida.,» *Informes de la construcción*, vol. LXXII, p. 9, 2020.
- [17] F. Arriaga, «Evaluación de la ductilidad en las pilas y torre del puente el "carrizo".,» universidad Autónoma de Metropolitana , Mexico, 2019.
- [18] D. Candebat y G. Godínez, «Metodología para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica estructural de puentes de hormigón armado.,» *Informes de la Construcción*, vol. LXX, p. 13, 2018.
- [19] J. wilches Están y et al, «Comportamiento sísmico de puentes carreteros chilenos, con llaves de corte externas de sacrificio en zonas de alta amenaza sísmica,» Santiago, 2017.
- [20] P. Hurtado, «Diseño estructural en hormigón armado del puente sobre el río Tarqui en la calle Fernando de Aragón entre las calles Ortega y Gasset y Menéndez Pelayo,» Universidad Catolica de Cuenca, Ecuador, 2016.
- [21] B. Diana y C. Yemme, «Rehabilitación del puente Santiago con el Diseño de Vigas Presforzada, Departamento y Provincia del Cusco.,» Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, 2019.
- [22] V. Acevedo, «Guía de diseño de puenetes atirantados con sección compuesta, con un ejemplo práctico.,» Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima., 2021.
- [23] J. Altamirano, «Análisis y diseño del puente vehicular sobre el rio Yuracyacu, en el sector Monterrey, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín,» Universidad de SAn Martin , Nueva Cajamarca, 2018.
- [24] M. manuel, «Comparación de la respuesta sísmica de puentes viga- losa, con y sin aisladores sísmicos, en Cajamarca.,» Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca , 2016.
- [25] A. Apaza, «Evaluación y criterios de diseño estructural para puentes reticulados según AASHTO LRFD 2017,» Universidad Privada de Tacna., Tacna, 2021.
- [26] V. Manuel, «Diseño del Puente Matacoto,» Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2018.

- [27] C. Rubén, «Evaluación por desempeño Hidráulico y Estructural del Puente Pasamayito ante Maximas Avenidas,» Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, 2019.
- [28] R. Idrogo, «Elaboración del Expediente Técnico del Puente Collocsy, Distrito de Picsi, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque,2018,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.
- [29] H. Belmonte, Puentes, cuarta ed., Bolivia, 1990.
- [30] C. Rodriguez, «Criterios generales para el diseño de puentes; caso de estudio: Ampliación de sección del puente Cadereyta,» Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2015.
- [31] G. Godinez, Diseño y construcción de puentes, 2010.
- [32] Zigurat, Inesa adiestramiento,Sísmica adiestramiento, «Máster internacional en proyectos y construcción de puentes,» de *Conceptos básicos y generalidades en el diseño de puentes*, 2017.
- [33] M. M. Hadi, Puentes de concreto Armado, Huancayo, 2005.
- [34] A. Rodríguez, Puentes con AASHTO-LRFD, séptima ed., Lima, 2017.
- [35] G. Cesar, «Análisis y diseño de puentes de concreto armado, método AASHTO LRFD,» UNI, Lima, 2006.
- [36] AASHTO, «Especificaciones AASHTO, para el diseño de puentes por el método LRFD,» EE.UU, 2002.
- [37] G. Chacon Rosello y J. Curtihuanca Lima, «Optimización mediante alternativas multiples de diseño estructural del puente vehicular Pucara,» UNA, Puno, 2015.
- [38] A. Bonilla, «Análisis y diseño en concreto pretensado y postensado,» ACI Perú, Lima, 2002.
- [39] Federal Highway Administration, Load and Resistance Factor Design for Highway Bridge Superstructures, EE.UU, 2015.
- [40] SENCICO, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» [En línea]. Available: t.ly/erSF. [Último acceso: 9 Octubre 2021].
- [41] L. Horta Ramirez, «Proceso para la elección de la mejor alternativa del tipo de puente carretero,» UNAM, Mexico, 2002.
- [42] V. C. Fdez-Vítora., Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Mundi-Prensa, 2010.

- [43] Autoridad Nacional del Agua , «Estudio Hidrológico de la unidad Hidrografica Motupe la Leche,» Ministerio de Agricultura y Riego, Lambayeque , 2019.
- [44] MTC, «Manual de carreteras: Hidrología, Hidraulica y drenaje,» Lima, 2014.
- [45] Ministerio de Agricultura, «Propuesta de asignación de agua superficial en bloque para la formalización de derechos de agua valle la Leche y Motupe,» IRENA, Lambayeque, 2006.
- [46] F. Qiroga, «Estudio de inundabilidad del río Motupe, en el Distrito de Motupe, Departamento de Lambayeque,2020,» Universidad Católica San Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.
- [47] D. Hernandez, «Estudio de inundabilidad del río la leche aplicando los softwares Arcgis y Hec-Ras a su paso por el distrito de Pacora, Provincia y Departamento de Lambayeque-2019,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo , 2021.
- [48] Ingement, «Peligros geológicos y geo-hidrologicos detonados por el niño costero 2017 en la región Lambayeque-Cajamarca,» Lambayeque, 2017.
- [49] S. Jara Gonzales, «Análisis hidráulico para diseño de puentes,» Universidad Autónoma de México, Mexico, 2003.
- [50] G. M. Roberto, D. Flores Vidriales y J. C. Primero Venegas, «Vulnerabilidad de estructuras de punetes en zonas de gran influencia de huracanes,» Centro nacional de prevención de desastres, México, 2017.
- [51] M. Pacheco y P. Blanca., «Efectos de alteración hidrotornal en las propiedades físicas y mecánicas de la roca; caso de estudio: plataforma de pozo y planta geotérmica.,» Universidad del Salvador , Argentina, 2017.
- [52] H. Tavera y A. Consuelo, «Catálogo sísmico en el Perú,» IGP, Lima, 2001.
- [53] A. Muñoz, «Ingeniería Sismorresistente,» PUCP, Lima .
- [54] Congreso de la República del Perú, «Constitución Política del Perú,» Diario Oficial El Peruano, Lima, 1993.
- [55] C. y. S. Ministerio de Vivienda, «Constitucion Política del Peru: Decreto Supremo N° 015-2012-VIVIENDA,» 14 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/37923>. [Último acceso: 10 Diciembre 2020].

- [56] Congreso de la Republica del Perú, «Constitucion Politica del Peru: Decreto Supremo N° 0.12-2009-MINAM,» 06 Marco 2019. [En línea]. Available: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf. [Último acceso: 01 Noviembre 2020].
- [57] C. d. I. R. d. Perú, «Ministerio del Ambiente: Ley General del Ambiente N° 28611,» MINAN, Lima, 2005.
- [58] Congreso de la Republica del Perú, «Ley General de Salud,» Ministerio de Salud, Lima, 1997.
- [59] Congreso de la Republica del Perú, «Ley General de Residuos Solidos,» MINAN, Lima, 2000.
- [60] SENAMHI, «Mapa climático del Perú,» [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=lambayeque&p=mapa-climatico-del-peru>.
- [61] INEI, «Censo Nacional de población, vivienda y comunidades indígenas,» 2017. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1560/.
- [62] INEI, «Las Comunidades Campesinas y nativas como persona jurídica del sector agropecuario,» 2012.
- [63] «Caracterización de la región Lambayeque,» SINEACE.
- [64] SEIA, «Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Naiconal de Evaluación del Impacto Ambiental».
- [65] Municipalidad Distrital de Morrope , [En línea]. Available: <http://www.munimorrope.gob.pe/wp-content/uploads/2020/Resoluciones/Resolucion436.pdf>. [Último acceso: 16 Marzo 2020].

VIII. Anexos

Anexo N°01: Memoria descriptiva

1. Datos generales

-**Nombre del proyecto:** Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021

-**Fuente de financiamiento:** Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe).

-**Monto de Obra:** S/ 21,822,529.67

-**Especialidad:** Estructuras

2. Localización del proyecto

-Departamento: Lambayeque

-Provincia: Lambayeque

-Distrito : Morrope

-Avenida: Anexo Monte Verde a San Luis, Tramo río Motupe

3. Características geográficas

Situado en la costa central del Océano Pacífico, a una altitud de 45 metros sobre el nivel del mar, al Norte de Mórrope, teniendo las coordenadas: Este 616959.00 m, Norte 9287451.00 m

Límites geográficos

-Por el Norte: Caserío San Luis

-Por el Este: Aguas arriba del cauce (Propiedad de CCSPM)

-Por el Oeste: Aguas abajo del cauce (Propiedad CCSPM)

-Por el Sur: Caserío Monte Verde

Población

De acuerdo con la información brindada por el INEI del Censo Nacional de población y vivienda del año 2017, la población estimada para el distrito de Mórrope fue de 48209 habitantes.

Clima y topografía

En condiciones normales, se caracteriza por la escasa precipitación que condiciona el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de Mórrope y caseríos se le puede clasificar como: Desértico subtropical árido, influenciado por la corriente fría marina de Humboldt, que actúa como elemento regular de los fenómenos meteorológicos. La zona de influencia del proyecto es plana.

Cifras

- Fecha de Creación: 02 de Julio de 2022
- Población:48,209 hab. Censo del año 2017
- Superficie Total (m2): 720 m2 (área del puente), área levantada con dron 0.522km².
- Clima: 20° C - 28° C
- Altitud: 45 m.s.n.m

Antecedentes

El presente proyecto tiene la finalidad de unir comunidades, buscando la sostenibilidad a través de la construcción un puente vehicular de concreto armado, siendo necesario para mejorar la accesibilidad y comunicación del pueblo. El mismo que se desarrolla dentro del Distrito de Mórrope en anexo Monte verde a San Luis con la intersección con el río Motupe a 17 km al norte de Mórrope, entrando por los caseríos Monte hermoso o Cruce Morales. Con la construcción del puente atraerá una alta demanda de tránsito y que pobladores puedan trasladarse sus productos de un lugar a otro en poco tiempo; mejorando así la calidad de vida de los moradores de la zona.

4. Justificación de las soluciones adoptadas

Primero, en la justificación técnica, el proyecto se desarrollará con sustento en las normas vigentes americanas, Association of State Highway and Transportation Officials Bridge Design Specification (AASHTO LRFD) y Manual de Puentes del MTC para el diseño de la superestructura e infraestructura, de tal modo que se garantice las condiciones más óptimas de tránsito vehicular y transeúntes, del mismo modo este pueda brindar un desempeño adecuado, seguridad, y protección puesta en servicio [9]. El proyecto será en beneficio de la sociedad Morropana, como medio de comunicación directa entre localidades.

Segundo, en la justificación económica, con el desarrollo del proyecto se maximizará la transitabilidad entre los sectores Monte verde a Luis, a los caseríos aledaños, sin interrupción de la vía, incluso en épocas de lluvia y/o avenidas ordinarias. Se buscará en lo posible que el proyecto este entre los lineamientos donde se muestre un excelente comportamiento estructural, sea funcional, económico, durable y segura, la cual estará al servicio de la comunidad Morropana la cual permita reducir costos y gastos generales en transporte.

Tercero, en la justificación ambiental, en el desarrollo del proyecto se afectarán las variables de estado (factores ambientales) como son el suelo, agua y aire durante la fase de construcción. Asimismo, cuando se realice ensayos como la extracción de muestras (calicatas), estudios geotécnicos, levantamiento de polvo al momento de realizar el estudio de

tráfico, para ello se debe manejar estos casos con mucha responsabilidad de manera que se no se alteren las condiciones de la zona por efectos de la contaminación.

Cuarto, en la justificación social, el proyecto impulsará el comercio, los pobladores del sector San Luis puedan acudir a los puestos de salud, poder transportar alimentos de primera necesidad, transportar los productos de los agricultores y empresas de una manera segura, asimismo la comunicación directa entre comunidades.

5. Objetivos y metas

Diseñar la estructura de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, ubicado en el distrito Mórrope, provincia y región Lambayeque al periodo 2021, para beneficiar a toda la población del Caserío de Morrope, impulsando el comercio, la modernidad a el lugar, más aún lograr la integración de muchos distritos.

6. Diagnóstico de la situación actual

Ahora bien, el distrito de Mórrope a 17 km al norte se encuentra el caserío Monte verde, la zona en estudio pertenece a la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope, está cubierta por terrenos de vegetación natural y terrenos agrícolas. Existe la necesidad de construir un puente vehicular, es decir de tal manera que sea parte de la carretera y de la red vial para mejorar la transitabilidad a las unidades móviles provenientes de los 84 caseríos y 2 centros poblados que prestan servicios agrarios a expresas de agroexportación ubicadas dentro de las tierras comunales del mismo Morrope y del distrito de olmos. Ver anexo N°9; Imagen N°09.05: Máximas importaciones semanales por empresa (Kg). De tal manera de tratar de solucionar el problema de cruzar el río Motupe en épocas de sequía y mucho más en épocas de avenidas extraordinarias, de acuerdo con el estudio de tráfico se tiene un IMDs de 3632 vehículos, que representa una gama de vehículos transitan a diario por esta ruta, muchos de ellos pierden minutos e incluso horas atrapadas en el cauce; tenido como resultados que el personal que viajan en el interior de las unidades móviles sean despedidos o en otras ocasiones les hagan sus descuentos respectivos.

7. Alcances del proyecto

El proyecto contempla las siguientes metas: Construcción de un puente a la altura del Río Motupe. Mejorar la transitabilidad de tramo Monte Verde- San Luis tramo río Motupe. Para la ejecución de la obra se han considerado las partidas que intervienen la correcta ejecución del proyecto, Ver anexo N°5: Metrados costos y presupuestos.

Anexo N°02: Especificaciones técnicas

1. Datos generales

-Nombre del proyecto: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021

-Fuente de financiamiento: Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe).

-Monto de Obra: S/ 21,822,529.67

-Especialidad: Estructuras

2. Desvió de tráfico

Analizar un lugar apropiado aguas arriba o aguas abajo del río, aplicar desbroce, para crear una ruta alterna la cual deberá ser rellenada, compactada con afirmando y piedra over, asimismo otorgarle un con mantenimiento cada dos días, de tal manera evitar acumulación de tráfico y construir el puente en el lapso previsto.

Instalar carteles informativos para evitar accidentes en la vía.

3. Secuencia de construcción

La secuencia de construcción que se ha considerado para el proyecto es la siguiente:

Fase 0:

-Construcción de patios de maquinarias, obras preliminares; trabajos preliminares.

Fase 1:

-Construcción de la cimentación del estribo en la margen izquierda del río.

-Construcción de la cimentación del estribo en la margen derecha del río.

Fase 2:

-Construcción de la cimentación de los pilares (N°1), ubicados dentro del cauce.

-Construcción de la cimentación de los pilares (N°2) ubicados dentro del cauce.

Fase 3:

-Construcción de la elevación de los estribos en ambas márgenes.

-Construcción de la elevación de los pilares (N°1 y N°2) ubicados dentro del cauce.

Fase 4:

-Ubicación e instalación de neoprenos sobre los estribos ubicados en ambas márgenes del río y pilares (N°1 y N°2) ubicados dentro del cauce. }

Fase 5:

-Construcción del tablero in situ, conformados por vigas de concreto armado convencional, las cuales serán amarrados mediante una losa superior. Centrar las vigas a eje sobre los neoprenos.

Fase 6:

-Vaciado in situ de juntas de unión.

Fase 7:

-Colocación de cargas muertas como son superficie de rodadura, vereda, barrera New Jersey.

Fase 9:

-Retiro de restricciones longitudinales y transversales que estén impregnados en la estructura.

Fase 10:

-Realizar prueba de carga con un vehículo convencional con cargas similares al HL-93.

4. Organización de una partida.

La partida está constituida por: descripción, materiales, equipo, medición y pago.

5. Concreto estructural $f'_c=280\text{Kg/cm}^2$.

Cemento: El cemento será de tipo Portland.

Agregado fino: Será de arenas naturales o de trituración de rocas o gravas.

Agregado grueso: Será de grava natural o provendrá de la trituración de la roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio.

Agua: El empleo de agua en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceites, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Aditivos: Se podrán utilizar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto.

Fabricación de la mezcla: El concreto estructural será en premezclado, no se permitirá mezclado manual en ningún caso.

Curado: El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie, saturados de agua; o en todo caso por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas que garantice los mismos resultados.

6. Acero de refuerzo de $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$

Está constituido por barras de refuerzo corrugadas con límite de fluencia 4200 kg/cm^2 ASTM-A615; serán colocados en diferentes estructuras permanentes de concreto.

Pesos teóricos de barras de refuerzo

Esp.Téc. N°02.01: Acero de refuerzo ASTM A-615

Vra #	DIÁMETRO		PESO kg/m	ÁREAS DE ACERO POR TIPO Y GRUPOS DE VARILLAS (As cm ²)									
	Pulg	cm		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1/4	0.64	0.248	0.32	0.64	0.96	1.28	1.6	1.92	2.24	2.56	2.88	3.2
2.5	5/16	0.79	0.388	0.49	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.43	3.92	4.41	4.9
3	3/8	0.95	0.559	0.71	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26	4.97	5.68	6.39	7.10
4	1/2	1.27	0.993	1.27	2.54	3.81	5.08	6.35	7.62	8.89	10.16	11.43	12.7
5	5/8	1.59	1.552	1.98	3.96	5.94	7.92	9.9	11.88	13.86	15.84	17.82	19.8
6	3/4	1.9	2.235	2.85	5.7	8.55	11.4	14.25	17.1	19.95	22.8	25.65	28.5
8	1	2.54	3.973	5.07	10.14	15.21	20.28	25.35	30.42	35.49	40.56	45.63	50.7
9	1 1/8	2.86	5.028	6.41	12.82	19.23	25.64	32.05	38.46	44.87	51.28	57.69	64.1
10	1 1/4	3.18	6.207	7.92	15.84	23.76	31.68	39.6	47.52	55.44	63.36	71.28	79.2
11	1 3/8	3.49	7.511	9.58	19.16	28.74	38.32	47.9	57.48	67.06	76.64	86.22	95.8
12	1 1/2	3.81	8.938	11.4	22.8	34.2	45.6	57	68.4	79.8	91.2	102.6	114

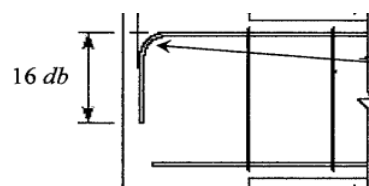
Fuente: Apuntes de clase.

Recubrimientos: se deberá emplear los recubrimientos mínimos según sea el caso.

- Exposición directa al agua salada =100mm
- Concreto contra el suelo=75mm
- Ubicaciones costeras=75mm
- Otras situaciones=50mm
- Barras interiores hasta #36=40mm
- Fondo de losas de concreto vaciado en sitio, hasta barras de #36 =25mm
- Encofrados en pilas y estribos se debe garantizar como mínimo 50mm de recubrimiento.

Diámetro mínimo de doblado (db): en todas las barras se aplicará una longitud de 16db empleada.

Esp. Téc. N°02.02: Diámetro de doblado mínimo.



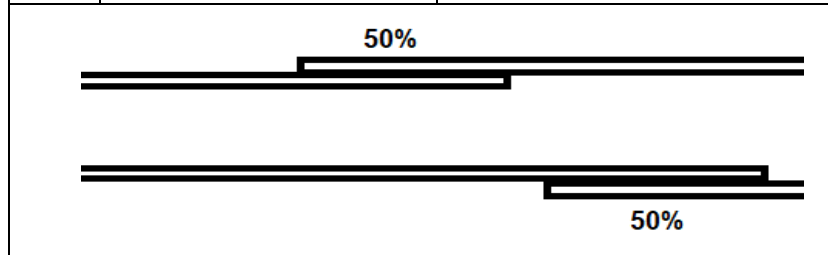
db	16db
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	35
1"	45

Fuente: Elaboración propia.

Longitud de desarrollo (ld) en empalmes: Para empalmar las barras de refuerzo tipo B se debe tener en consideración la siguiente longitud de desarrollo.

Esp. Téc. N°02.03: Longitud de desarrollo en barras corrugadas.

Anclaje tipo B (50%-50%)		
db	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
1/2"	155	35
5/8"	195	40
3/4"	235	50
1"	310.00	65



Fuente: Elaboración propia.

7. Control de materiales

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras suministrados por el contratista, por lo que es de su responsabilidad la selección de los mismos, de las fuentes de aprovisionamiento del proyecto con a teniendo en cuenta que los materiales deben cumplir con los requisitos de calidad exigidos en estas especificaciones y requerimientos establecidos los estudios técnicos y ambientales del proyecto.

Los precios consignados en los presupuestos de cada proyecto deberán incluir los costos de transporte de carga, descarga, manipuleo, mermas y otros conceptos que puedan existir.

Los materiales suministrados y demás elementos que el contratista emplee en la ejecución de las obras deberán ser de primera calidad y adecuados al objeto que se destina. los materiales deberán ser aprobados por el supervisor en caso contrario serán rechazados aquellos que no cumplan los controles de calidad correspondientes.

8. Almacenamiento de materiales

Los materiales tienen que ser almacenados de manera que se asegure la conservación de su calidad para la obra y tienen que ser localizados de modo que se facilite su rápida inspección.

Los materiales aun cuando no hayan sido aprobados antes de ser almacenados pueden ser inspeccionados cuántas veces sean necesarias antes de que se utilicen en obra.

El almacenamiento de materiales es responsabilidad del contratista de garantizar las medidas mínimas de seguridad a fin de evitar accidentes físicamente a los trabajadores y personas que circulan por la obra.

Los materiales sean almacenados fuera del área de tránsito peatonal y traslado de maquinarias y equipos.

9. Transporte de materiales

El transporte de materiales debe sujetarse a las medidas de seguridad según las normas vigentes y deben estar bajo responsabilidad de personas competentes y autorizadas. De tal manera de evitar lesiones físicas y reducir el riesgo de accidente durante el proceso de traslado.

Los equipos y vehículos de transporte de materiales deberán ser operados por personal autorizado y debidamente capacitado para ello.

10. Aceptación de trabajos

La aceptación de los trabajos estará sujeta a la conformidad de las mediciones y ensayos de control que deberán cumplir y estar dentro de las tolerancias y límites establecidos en las especificaciones técnicas de cada partida o por el supervisor.

11. Enrocado de protección

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras en talud, plataformas, puentes y otros elementos de la carretera, para evitar los efectos de erosión de las aguas, por lo general utilizando rocas, gaviones y otros materiales, de acuerdo con las especificaciones y conformidad del proyecto.

12. Seguridad laboral

Es responsabilidad del supervisor evaluar, observar y elaborar recomendaciones respectivas en forma oportuna, así como el cumplimiento de las recomendaciones dadas. Es responsabilidad del contratista hacer cumplir las recomendaciones dadas por el supervisor.

13. Medición y pago

En todo trabajo se deben medir las cantidades realmente ejecutadas en el periodo ejecutado, excepto cuando se trate de una partida cuyo pago sea a suma alzada o global en cuyo caso se estimará lo ejecutado en porcentajes.

Tenemos: metro (m), metro cuadrado (m²); metro cubico (m³); Unidad (Und.), Hectárea (Ha); Kilogramo(kg), Litro (L), Global (Glb.); entre otros.

Los pagos unitarios del contratista definidos para cada partida del presupuesto cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

Anexo N°03: Memoria de cálculo

Datos generales

-Nombre del proyecto: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021

-Fuente de financiamiento: Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe).

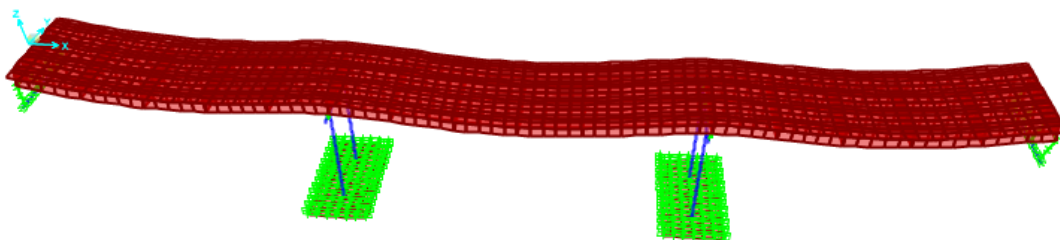
-Plazo de ejecución:

-Monto de Obra: S/ 21,822,529.67

-Especialidad: Estructuras

a) Deflexión de puente viga losa

Anexo N°03.01 Deformada de puente viga losa



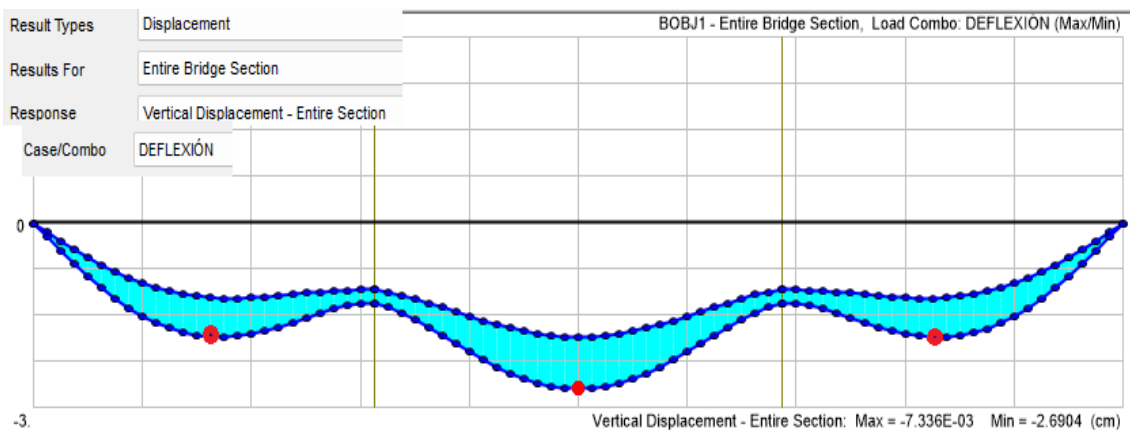
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°03.02 Cargas para considerar en el análisis

Load Combination Name	(User-Generated)	DEFLECCIÓN	
Notes	Modify/Show Notes...		
Load Combination Type	Linear Add		
Options			
Convert to User Load Combo		Create Nonlinear Load Case from Load Combo	
Define Combination of Load Case Results			
Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
asfalto	Linear Static		1.
asfalto	Linear Static		1.
barrera	Linear Static		1.
DEAD	Linear Static		1.
vereda	Linear Static		1.
LL+I	Moving Load		1.
PL	Linear Static		1.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°03.03 Diagrama de desplazamiento máximo y mínimo.



Fuente: Elaboración propia.

Desplazamiento vertical en Csi bridge

- Tramo 1=0.0185m
- Tramo 2=0.0269m
- Tramo 3=0.0185m

$L/1000 >$ Desplazamiento vertical

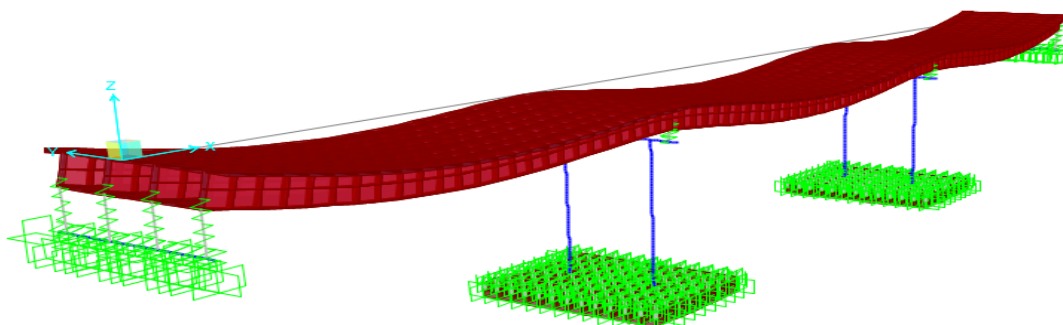
- Tramo 1 y 3 = $25\text{m}/1000=0.025\text{m}>0.0185\text{ m}\dots\text{ok}$
- Tramo 2 = $30\text{m}/1000=0.03\text{m}>0.0269\text{ m}\dots\text{ok}$

Desplazamiento Longitudinal=0.418cm

Desplazamiento transversal=0.066cm

b) Deflexión de puente viga cajón

Anexo N°03.04 Deformada de puente viga cajón Multicelular



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°03.05 Cargas para considerar en el análisis

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

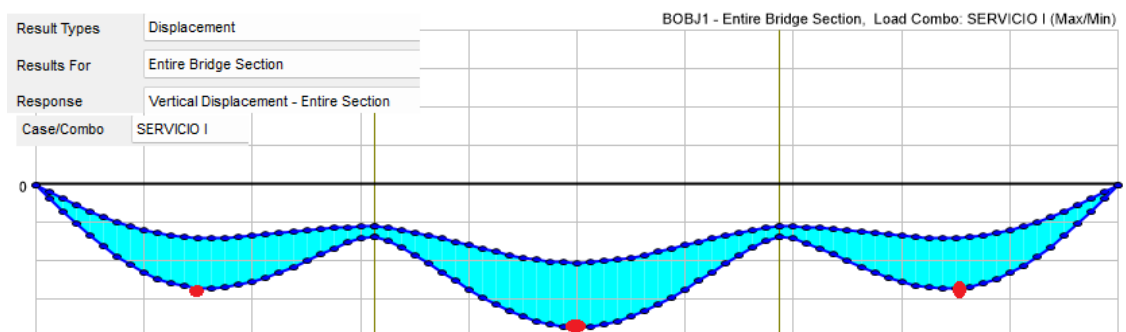
Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
PL	Linear Static		1.
LL+I	Moving Load		1.
asfalto	Linear Static		1.
DEAD	Linear Static		1.
barrera	Linear Static		1.
vereda	Linear Static		1.
PL	Linear Static		1.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°03.06 Diagrama de desplazamiento máximo y mínimo.



Fuente: Elaboración propia.

Desplazamiento vertical

- Tramo 1=0.0169m
- Tramo 2=0.0232m
- Tramo 3=0.0169m

$L/1000 >$ Desplazamiento vertical

- Tramo 1 y 3=25/1000=0.025>0.0169 m...ok
- Tramo 2= 30/1000=0.03>0.0232 m...ok

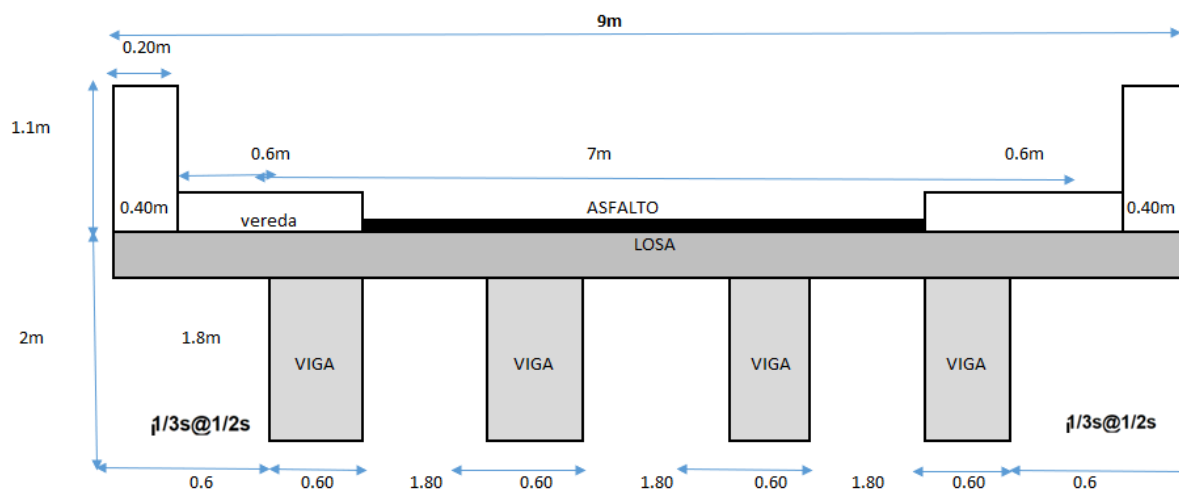
Desplazamiento Longitudinal=0.3325cm

Desplazamiento transversal=0.0685cm

c) **Diseño de tablero puente viga losa**

Todas las imágenes adjuntas en este apartado han sido elaboradas por el tesista.

Predimensionamiento



Cálculo de S.

$$2 * (1/3s + 0.6) + 0.6 * 2 + 3s = 9m \quad \text{--->} \quad s = 1.80m$$

$$2 * (1/2s + 0.6) + 0.6 * 2 + 3s = 9m \quad \text{-->} \quad s = 1.65m$$

Diseño de losa

DATOS	
L =	30.00 m
W =	9.00 m
f'c =	280 kgf/cm ²
fy =	4200 kgf/cm ²
asfalto =	0.05 m

PREDIMENSIONAMIENTO		
ALTURA DE VIGA	ANCHO DE VIGA	ESPELOR DE LOSA
h = 1.95 m	b = 0.30 * h	S = 1.80 m
h = 2.00 m	L = 30.00 m	S = 5.90 pie
	S' = 2.40 m	t = 0.53 pie
	b = 0.60 m	t = 0.16 m
	b = 0.60 m	t min = 0.175 m
		t min = 0.20 m
		t = 0.20 m

P.E. del Concreto	2.4	Tn/m ³
P.E. Asfalto	2.243	Tn/m ³
Espesor de carpeta e =	0.05	m

Diseño de losa para un = 1 m

Metrados de cargas:

DC:

Peso de losa = 0.48 tnf/m
 Peso barrera = 0.55 tnf Area=0.230m² ---> c.g =0.13m
 Peso de vereda= 0.144 Tnf/m

DW:

Peso de carpeta = 0.112 tnf/m

CARGA VEHICULAR

MDW (+): 2550.00 kgf.m/m 0.40L del primer apoyo

MDW (-): -1541.00 kgf.m/m Cara del apoyo

Usando la tabla de la AASHTO LRFD para un S'=2.40m

Máximos momentos por sobrecarga por unidad de ancho, N-mm/mm

S mm	Momento positivo	MOMENTO NEGATIVO						
		Distancia desde el eje de la viga hasta la sección de diseño para momento negativo						
		0,0 mm	75 mm	150 mm	225 mm	300 mm	450 mm	600 mm
1300	21 130	11 720	10 270	8940	7950	7150	6060	5470
1400	21 010	14 140	12 210	10 340	8940	7670	5960	5120
1500	21 050	16 320	14 030	11 720	9980	8240	5820	5250
1600	21 190	18 400	15 780	13 160	11 030	8970	5910	4290
1700	21 440	20 140	17 290	14 450	12 010	9710	6060	4510
1800	21 790	21 690	18 660	15 630	12 930	10 440	6270	4790
1900	22 240	23 050	19 880	16 710	13 780	11 130	6650	5130
2000	22 780	24 260	20 960	17 670	14 550	11 770	7030	5570
2100	23 380	26 780	23 190	19 580	16 060	12 870	7410	6080
2200	24 040	27 670	24 020	20 370	16 740	13 490	7360	6730
2300	24 750	28 450	24 760	21 070	17 380	14 570	9080	8050
2400	25 500	29 140	25 420	21 700	17 980	15 410	10 870	9340
2500	26 310	29 720	25 990	22 250	18 510	16 050	12 400	10 630
2600	27 220	30 220	26 470	22 730	18 980	16 480	13 660	11 880

MDC:

MDC (+) = -116.08 kgf.m/m

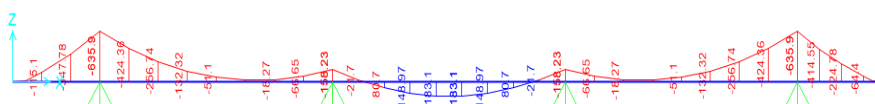
MDC (-) = -66.65 kgf.m/m

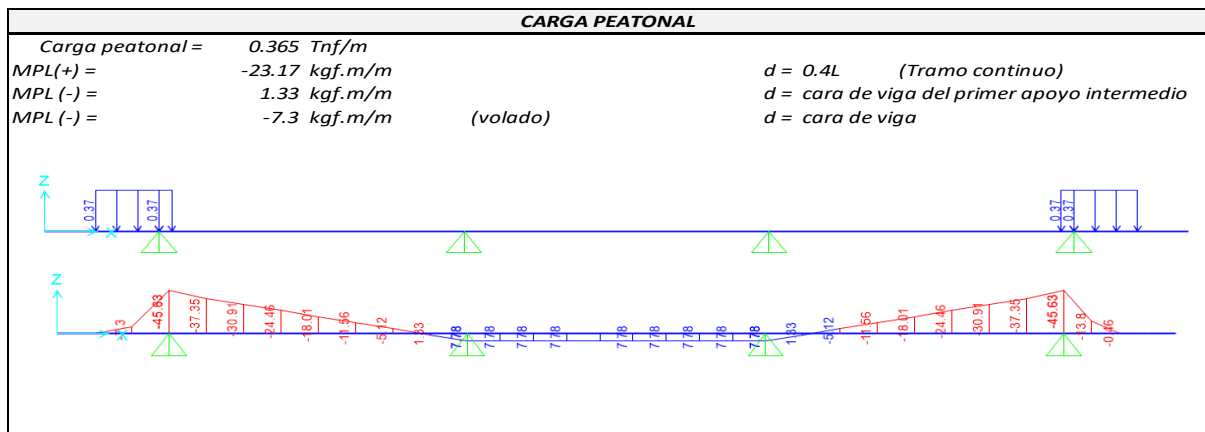
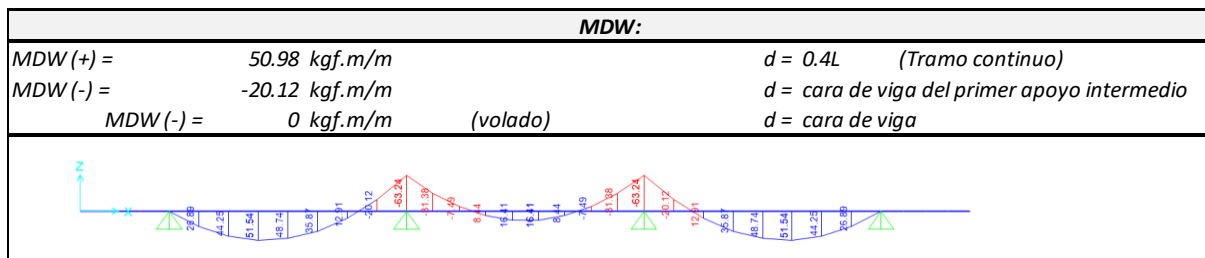
MDC (-) = -347.78 kgf.m/m (volado)

d = 0.4L (Tramo continuo)

d = cara de viga del primer apoyo intermedio

d = cara de viga





**Diseño principal por flexión:
Estado límite de resistencia I.**

REFUERZO POSITIVO

RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS				
CARGA	TIPO	M(+)	γ_p de resistencia I	
Losa+barrera+vereda	MDC =	-116.08 kgf.m/m	0.90	1.25
Asfalto	MDW =	50.98 kgf.m/m	0.65	1.50
Carga vehicular	MLL+I =	2550.00 kgf.m/m	1.75	
Carga Peatonal	PL =	-23.17 kgf.m/m	1.75	

$$Mu = n \times (0.90MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I) + 1.75(PL))$$

$n = 1.00$ Modificador de carga ≥ 0.95
 $Mu = 4393.95$ kgf.m/m Momento último actuante
 $b = 100.00$ cm
 $h = 20.00$ cm
 $d = 16.83$ cm
 $\phi = 0.90$ asumido

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

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$a = 1.28$ cm asumido
 $As = 7.18$ cm²
 $a = 1.27$ cm calculado
 $C = 1.49$ cm $\beta = 0.85$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

$\phi = 2.19 > 0.90$ $\phi = 0.90$ ok fi asumido
 barra de 1/2" 1.27 cm²
 $s = 17.68$

Usar 1 ϕ 1/2" @ 0.17 m

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

$s = 17.00$ cm
 $As = 7.47$ cm²
 $a = 1.318339$ cm

$$Mur = \phi As * fy (d - \frac{a}{2})$$

$Mur = 4565.04$ kgf.m/m $> Mu$ ok

REFUERZO MÁXIMO

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

REFUERZO MÍNIMO

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de:

a. $M_{cr} = 1.10 f_r S$

Módulo de ruptura del concreto especificado

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$$

Modulo de sección

$$S_c = 6666.67 \text{ cm}^3 \quad S_c = \frac{bh^2}{6}$$

Momento crítico

$$M_{cr} = 2466.47 \text{ kgf.m/m}$$

b. $1.33 M_u$

$$1.33 M_u = 5843.954 \text{ kgf.m/m}$$

<i>Mur</i>	<i>menor M_{cr}, 1.33 M_u</i>	
4565.04 kgf.m/m	>	2466.47 kgf.m/m

ok

REFUERZO NEGATIVO

RESUMEN DE MOMENTOS NEGATIVOS

CARGA	TIPO	M(-)	γ_p	de resistencia I
Losa+barrera+vereda	MDC =	-66.65 kgf.m/m	0.90	1.25
Asfalto	MDW =	-20.12 kgf.m/m	0.65	1.50
Carga vehicular	MLL+I =	-1541.00 kgf.m/m	1.75	
Carga Peatonal	PL =	1.33 kgf.m/m	1.75	

$$M_u = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I) + 1.75(PL))$$

$$n = 1.00 \text{ Modificador de carga } \geq 0.95$$

$$M_u = -2807.92 \text{ kgf.m/m Momento último actuante}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$h = 20.00 \text{ cm}$$

$$d = 14.37 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90 \text{ asumido}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = 0.94 \text{ cm} \quad \text{asumido}$$

$$A_s = 5.35 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.94 \text{ cm} \quad \text{calculado}$$

$$C = 1.11 \text{ cm} \quad \text{beta}=0.85$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

$$\phi = 2.44 > 0.90 \quad \phi = 0.90 \quad \text{ok fi asumido}$$

$$\text{barra de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 23.76 \text{ cm}$$

MOMENTO ÚLTIMO RESITENTE

$$s = 17.00 \text{ cm}$$

$$A_s = 7.47 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.32 \text{ cm}$$

$$M_{ur} = \phi A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{ur} = 3870.365274 \text{ kgf.m/m} > M_u \quad \text{ok}$$

REFUERZO MÁXIMO

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

REFUERZO MÍNIMO

a. $M_{cr} = 1.10 f_r S$

Módulo de ruptura del concreto especificado

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$$

Modulo de sección

$$s = 6666.67 \text{ cm}^3 \quad S = \frac{bh^2}{6}$$

Momento crítico

$$M_{cr} = 2466.47 \text{ kgf.m/m}$$

b. $1.33 M_u$

$$1.33 M_u = 3734.52695 \text{ kgf.m/m}$$

M_u	menor M_{cr} , $1.33 M_u$	
3870.37 kgf.m/m	$>$	2466.47 kgf.m/m ok

REFUERZO POR DISTRIBUCIÓN

Si el acero de refuerzo principal es perpendicular al tráfico

$$s = 1.80 \text{ m} \quad \frac{220}{\sqrt{s}} \leq 67\%$$

$$s = 5.904 \text{ pie}$$

$$\% = 90.54$$

$$\% = 67$$

$$A_s = 4.81 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 26.39 \text{ cm}$$

Usar 1 \emptyset 1/2" 0.25 m

REFUERZO POR TEMPERATURA

$$A_s, t = \frac{0.18b \cdot h}{2(b+h)}$$

$$b = 900 \text{ cm} \quad \text{Ancho del puente}$$

$$h = 20.00 \text{ cm} \quad \text{Peralte de losa}$$

$$A_s, t = 1.76 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_s, \text{ temp} \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s, t = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{barra de } 3/8'' = 0.71 \quad s \leq 3h \quad 60.00 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

$$s = 30.47 \text{ cm} \quad s \leq 45 \text{ cm} \quad 45.00 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

Usar 1 \emptyset 3/8" @ 0.25 m

Estado límite de servicio I.

REFUERZO POSITIVO

Verificación para una varilla de acero

Tipo **M(+)**

MDC = -116.08 kgf.m/m
MDW = 50.98 kgf.m/m
MLL+l = 2550 kgf.m/m

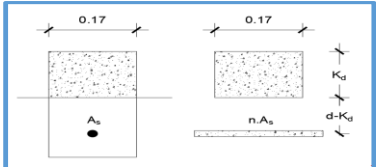
$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + l))$

n = 1 Modificador de carga

M_s = 2484.9 kgf.m/m Momento de servicio

$f_s = \frac{M_s}{A_s \times jd} \leq 0.60 f_y$ Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

s = 0.170 m Ancho tibutario (sepación del acero)
M_s = 422.43 kgf.m Momento de servicio positivo
A_s = 1.27 cm² Barra de 1/2"



$b \times kd) \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$

b = 17.00 cm Base
n = 8.37 Relación modular
n.As = 10.63 cm² Relación modular X área de acero
d = 16.83 cm Peralte

kd = 4.00 cm

$jd = d - \frac{kd}{3}$

jd = 15.49 cm

$f_s = 2147.12 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2520 \text{ kgf/cm}^2$ ok

REFUERZO NEGATIVO

Verificación para una varilla de acero

Tipo **M(-)**

MDC = -66.65 kgf.m/m
MDW = -20.12 kgf.m/m
MLL+l = -1541.00 kgf.m/m

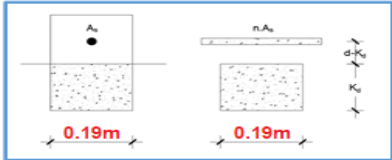
$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + l))$

n = 1 Modificador de carga

M_s = -1627.77 kgf.m/m Momento de servicio

$f_s = \frac{M_s}{A_s \times jd} \leq 0.60 f_y$ Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio

s = 0.17 m Ancho tibutario (sepación del acero)
M_s = -276.72 kgf.m Momento de servicio negativo
A_s = 1.27 cm² Barra de 1/2"



$(b \times kd) \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$

b = 17.00 cm Base
n = 8.37 Relación modular
n.As = 10.63 cm² Relación modular X área de acero
d = 14.37 cm Peralte

kd = 3.48 cm

$jd = d - \frac{kd}{3}$

jd = 13.21 cm

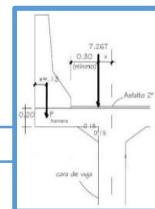
$f_s = 1650.06 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2520.00 \text{ kgf/cm}^2$ ok

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO	
$S_{max} = \frac{125000\gamma_e}{\beta_s * f_s} - 2 * dc$	$\beta_s = 1 + \frac{dc}{0.7 * (h - dc)}$
$h = 20.00 \text{ cm}$	altura de la losa
$dc = 3.18 \text{ cm}$	Recubrimiento + la mitad de una varilla de 1/2"
$\beta_s = 1.27$	
$\gamma_e = 0.75$	Para condiciones de exposición severa
$S_{max} = 28.04 \text{ cm}$	
$S = 17.00 \text{ cm}$	ok

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO	
$S_{max} = \frac{125000\gamma_e}{\beta_s * f_s} - 2 * dc$	$\beta_s = 1 + \frac{dc}{0.7 * (h - dc)}$
$h = 20.00 \text{ cm}$	altura de la losa
$dc = 5.64 \text{ cm}$	Recubrimiento + la mitad de una varilla de 1/2"
$\beta_s = 1.56$	
$\gamma_e = 0.75$	Para condiciones de exposición severa
$S_{max} = 25.14 \text{ cm}$	
$S = 17.00 \text{ cm}$	ok

Diseño del refuerzo por flexión (volado).

ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA I				
REFUERZO NEGATIVO				
RESUMEN DE MOMENTOS POSITIVOS				
CARGA	TIPO	M(+)	γ_p de resistencia I	
Losa+barrera+vereda	MDC =	-347.78 kgf.m/m	0.90	1.25
Asfalto	MDW =	0.00 kgf.m/m	0.65	1.50
Carga Peatonal	PL =	-7.30 kgf.m/m	1.75	
Ancho de la Franja				
$E(-) = 1.22 + 0.25 S'$				
	$S' =$	2.40 m		
	$E(-) =$	1.82 m		
Peso de media carga vehicular P/2				
Carga vehicular	MLL+I =	0.00 kgf.m/m	1.75	
En este caso no hay carga por carga vehicular				
$Mu' = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I) + 1.75(PL))$				
	$n =$	1.00 Modificador de carga		
	$Mu =$	-0.45 tnf.m/m	Momento último actuante	



ESTADO LÍMITE DE EVENTO EXTREMO II

COLISIÓN VEHICULAR (CT)

CT=	1.00	Evento extremo II-Colisión de Vehículo
R _w =	25.17 tnf	Resistencia a la carga transversal
L _c =	1.85 m	Longitud crítica de la línea de rotura
H =	0.85 m	Altura de la barrera

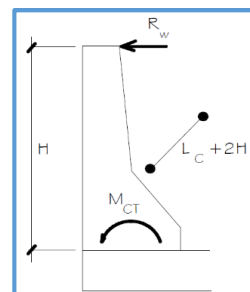
$$M_{CT} = \left(\frac{R_w}{L_c + 2H} \right) (H)$$

$$M_{ct} = -6033.05 \text{ kgf.m/m}$$

$$Mu = n \times (Mu' + 1.00CT)$$

$$n = 1.00 \quad \text{Modificador de carga}$$

$$Mu = -6.03 \text{ tnf.m/m} \quad \text{Momento ultimo actuante}$$



As (-) =	1 Ø 1/2" @	0.17 m
As (+) =	1 Ø 1/2" @	0.17 m
As (-) =	1 Ø 1/2" @	0.17 m (Separación supuesta para volado)

Acero de refuerzo para 1 metro franja en el volado

barra de 1/2" =	1.27 cm ²	
As (1/2") =	7.47 cm ²	Acero dispuesto
As (1/2") =	7.47 cm ²	Acero de refuerzo
Ast	14.94 cm²/m	
b =	100.00 cm	Ancho 1m
h =	20.00 cm	Altura de losa
d =	14.37 cm	
Ø =	1.00	Caso de eventos extremo II

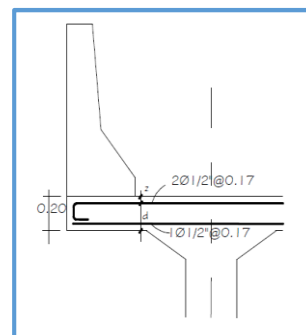
$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = 2.64 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$\phi Mn = \phi As * fy * (d - \frac{a}{2})$$

$$\phi Mn = 8.19 \text{ tnf.m/m}$$



Reducción del momento por la fuerza de tensión axial ejercida por la colisión en el volado

$$T = \frac{R_w}{L_c + 2H}$$

$$T = 7.10 \text{ tnf/m}$$

$$Ast = 14.94 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$Pu = 7.10 \text{ tnf/m}$$

$$\phi P_n = \phi Ast fy$$

$$\phi = 1.00$$

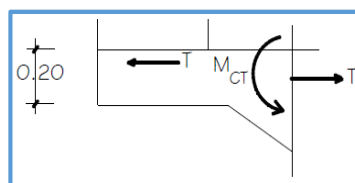
$$\phi P_n = 62.75 \text{ tnf/m}$$

$$\phi Mn = 8.19 \text{ tnf.m/m}$$

$$Mu = \phi Mn \left(1 - \frac{Pu}{\phi P_n} \right)$$

$$Mu = 7.26 \text{ tnf.m/m} \quad \text{ok}$$

Usar 1/2" + 1/2" @ 0.17 m Intercalado



LONGITUD DE DESARROLLO:

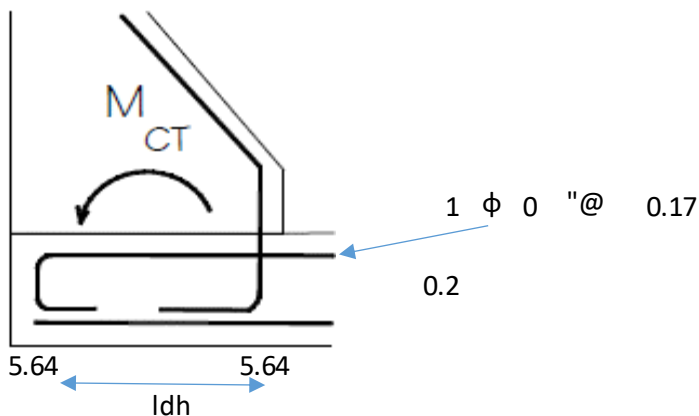
$ldh = lhb \cdot \text{Factor de modificacion}$

F.M = 0.7

$$l_{hb} = \frac{319d_b}{\sqrt{f'_c}}$$

lhb = 24.59 cm

lhb*0.7 = 17.2147 cm



Considerando:

Condiciones

ldh = 8 * db = 10.16 cm

ldh = 15 cm

ldh = 28.73 cm

ok ok ok

CARGA MUERTA (DC):

$$M_x = -0.48 * \frac{(0.90 + X)^2}{2} - 0.14 * 0.60 * (0.20 + X - 0.10) - 0.55 * (0.90 + X) + 1.94 * X =$$

CARGA POR SUPERFICIE DE RODADURA (DW):

Se despreciara por ser muy pequeña

CARGA POR COLISION VEHICULAR:

Mct = -6033.05 kgf.m/m

$$M_{CT} = -\frac{6}{1.50} * (1.50 - X)$$

$$-6.47 = 1.0 [1.25 M_{DC,x} + 1.0 M_{CT,x}]$$

$$-6.47 = 1.25 \left[-0.48 * \frac{(0.90 + X)^2}{2} - 0.14 * 0.60 * (0.20 + X - 0.10) - 0.55 * (0.90 + X) + 1.94 * X \right] + 1.0 \left[-\frac{6}{1.50} * (1.50 - X) \right]$$

Resolviendo se obtiene el valor de "x":

$$x = 15 \text{ cm}$$

Se aplican las siguientes condiciones:

15 * db = 15(1.27cm) = 19.05 cm

d = 14.37 cm

S/20 = 180cm/20 = 9 cm

Max = 19.05 cm

Se tiene un total de : 0.15 + 0.1905m =

35.00 m

L = 0.60cm

Diseño de viga interior .

DATOS	
$h =$	2.00 m
$bw =$	0.60 m
$b =$	2.40 m
$L =$	30.00 m
$t =$	0.20 m
$S' =$	2.40 m
$f'c =$	280 kgf/cm ²
$f_y =$	4200 kgf/cm ²

Altura de tablero.

Ancho de viga.

Ancho de la viga T.

Longitud del tramo.

Espesor de losa.

Espaciamiento a ejes de vigas.

Resistencia del concreto.

Fluencia del acero.

$h=0.8$ a 0.9 de la viga principal

VIGA DIAFRAGMA	
$h =$	1.60 m
$h =$	1.60 m
$b =$	0.30 m

Altura de la viga calculada con losa.

Altura de la viga definida con losa.

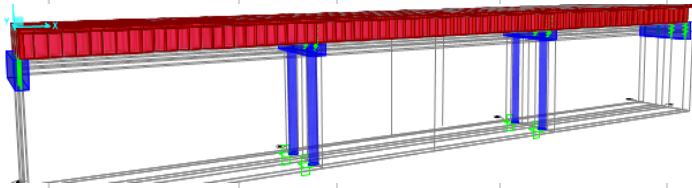
P.E. del Concreto	2.4	Tn/m ³
P.E. Asfalto	2.243	Tn/m ³
Espesor de carpeta $e =$	0.05	m

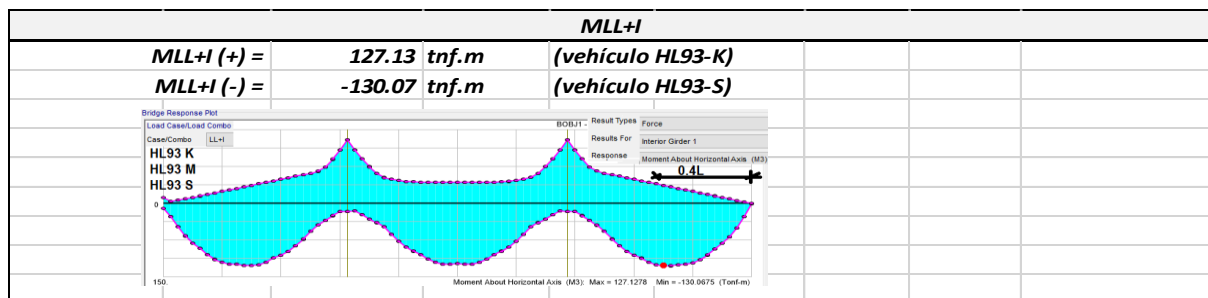
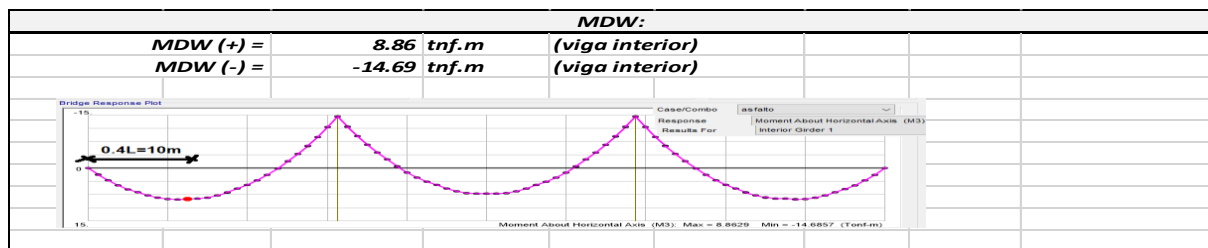
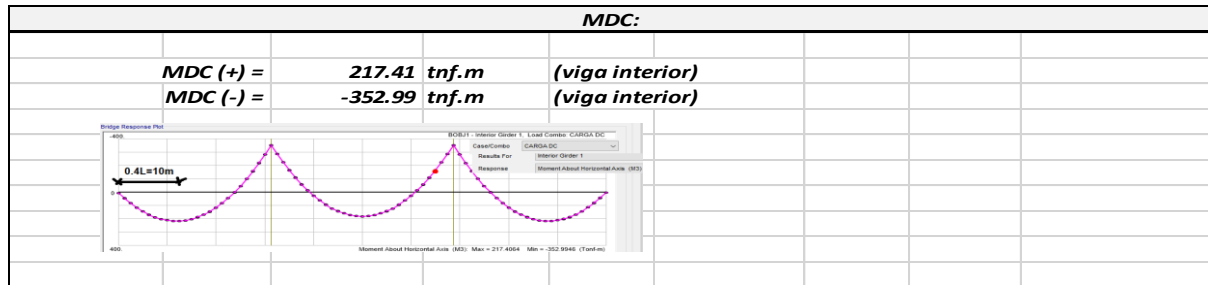
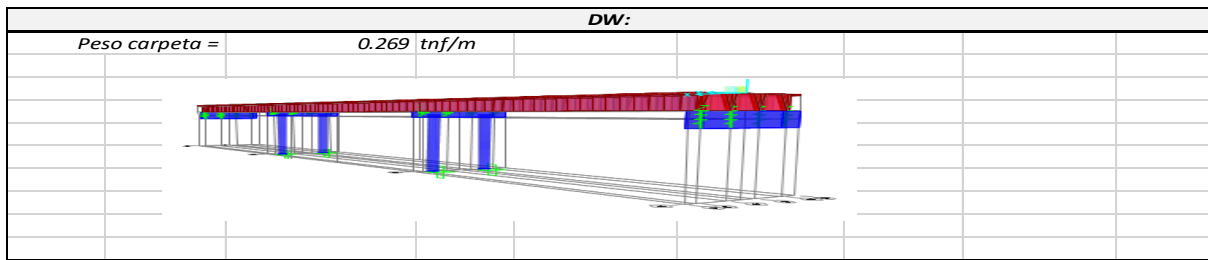
Diseño:

- Resistencia I
- Servicio I
- Fatiga I ó II dependiendo

Metrado de cargas.

DC:			
Peso losa =	1.15 tnf/m	Peso viga diafragma =	1.814 tnf
Peso viga =	2.59 tnf		
Peso cartelas =	0.0540 tnf/m	(2 cartelas)	
DC =	3.7980 tnf/m		





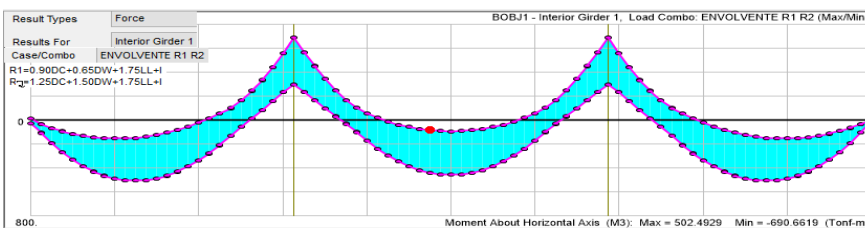
MOMENTOS	
MDC (+) =	217.41 tnf.m
MDW (+) =	8.86 tnf.m
MLL+I (+) =	127.13 tnf.m

Resistencia I	Servicio I	Fatiga I
1.25	1.00	-
1.50	1.00	-
1.75	1.00	1.50

MOMENTOS	
MDC (-) =	-352.99 tnf.m
MDW (-) =	-14.69 tnf.m
MLL+I (-) =	-130.07 tnf.m

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

REFUERZO POSITIVO



$$Mu = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$$

$n =$	1.00	Modificador de carga
$Mu =$	507.53 tnf.m	Momento último actuante
$b =$	240.00 cm	
$h =$	200.00 cm	
$d =$	189.92 cm	
$hf =$	20.00 cm	
$\phi =$	0.90	
$a =$	5.27 cm	
$As =$	71.69 cm ²	
$a =$	5.27 cm	< hf
$C =$	6.20 cm	diseñar como viga rectangular

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

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{c} - 1 \right) \leq 0.90$$

$\phi =$	5.09 > 0.90	$\phi = 0.90$	ok fi asumido
barra de 1" =	5.07 cm ²		
$nb =$	14.14		
$nb =$	15.00		
Usar	18 ϕ 1"	Cumple con el acero mínimo	

$bmin =$	57.78 cm	ok
----------	----------	----

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

$As =$	91.26 cm ²
$a =$	6.71 cm

$$Mur = \phi As * fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$Mur =$	643.58 tnf.m	> Mu	ok
---------	--------------	--------	----

REFUERZO MAXIMO

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

REFUERZO MÍNIMO

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de:

a) $M_{cr} = 1.10 f_r S$

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_r = 2.01 \sqrt{f'c}$$

$$s = 1600000.00 \text{ cm}^3 \quad S = \frac{bh^2}{6}$$

$$M_{cr} = 591.95 \text{ tnf.m}$$

b) $1.33 M_u$

$$1.33 M_u = 675.01 \text{ tnf.m}$$

Mur	643.58 tnf.m	>	menor M_{cr} , 1.33 M_u	ok
			591.95 tnf.m	

REFUERZO POR TEMPERATURA

En el alma de la viga T, en las caras laterales, se colocará acero de temperatura:

$$A_{s,t} = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b+h)}$$

$b =$	60.00 cm	
$h =$	200.00 cm	
$A_{s,t} =$	4.15 cm ² /m	$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s,temp} \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$
$y =$	155.00 cm	
$A_{s,t} =$	6.44 cm ²	
barra de 1/2" =	1.27 cm ²	
$N_b =$	5.07 barras	
$N_b =$	6.00 barras	
$S =$	19.73 cm	
$S =$	15.00 cm	

Usar 6 Ø 1/2" cada cara @19cm

$S_{max}=3t$ 180 cm

$S_{max}=30\text{cm}$ (12pulgadas)

REFUERZO POR PARAMENTO

Prevenir el agrietamiento en el miembro, se debe proporcionar acero de paramento en ambas caras de su sección transversal, debidamente distribuidas.

$$A_{s,k} = 0.10 \times (d - 76)$$

peralte > 90.00 cm

Para este caso va primar el acero por paramento y no el acero por temperatura

$A_{s,k} =$	11.39 cm ² /m
$y =$	155.00 cm
$A_{s,k} =$	17.66 cm ²
barra de 3/4" =	2.85 cm ²
$N_b =$	6.20
$N_b =$	7.00
$S =$	16.14 cm
$S =$	15.00 cm

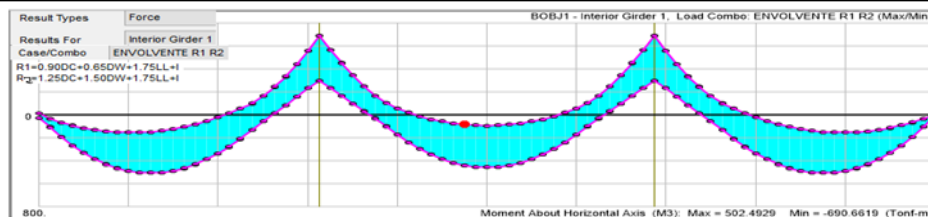
Usar 7Ø 3/4" por caras @15 cm

$S_{max}=3t$ 180 cm

$S_{max}=30\text{cm}$ (12pulgadas)

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

REFUERZO NEGATIVO



$$M_u = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$$

$n =$	1.00	Modificador de carga
$M_u =$	-690.89	tnf.m
$b =$	240.00	cm
$h =$	200.00	cm
$d =$	189.92	cm
$hf =$	20.00	cm
$\phi =$	0.90	
$a =$	7.21	cm
$A_s =$	98.10	cm ²
$a =$	7.21	cm
$C =$	8.49	cm

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot (d - \alpha/2)}$$

< hf diseñar como viga rectangular

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

$\phi =$	3.86 > 0.91	$\phi = 0.91$ ok fi asumido
barra de 1" =	5.07 cm ²	
$nb =$	19.35	
$nb =$	20.00	

Usar 22 Ø 1" Cumple con el acero mínimo
Cumple con el acero en servicio

$b_{min} =$ 57.78 cm ok

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

$$A_s = 111.54 \text{ cm}^2$$

$$a = 8.20 \text{ cm}$$

$$M_{ur} = \phi A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{ur} = 783.45 \text{ tnf.m} > M_u \quad \text{ok}$$

REFUERZO MAXIMO

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

REFUERZO MÍNIMO

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de:

a) $M_{cr} = 1.10 f_r S$

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_r = 2.01 \sqrt{f'_c}$$

$$s = 1600000.00 \text{ cm}^3 \quad S = \frac{bh^2}{6}$$

$$M_{cr} = 591.95 \text{ tnf.m}$$

b) $1.33 M_u$

$$1.33 M_u = 918.88 \text{ tnf.m}$$

$$M_{ur} = 783.45 \text{ tnf.m} > \begin{matrix} \text{menor } M_{cr}, 1.33 M_u \\ 591.95 \text{ tnf.m} \end{matrix} \quad \text{ok}$$

REFUERZO POR TEMPERATURA

En el alma de la viga T, en las caras laterales, se colocará acero de temperatura:

$$A_{s,t} = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b+h)}$$

$$b = 60.00 \text{ cm}$$

$$h = 200.00 \text{ cm}$$

$$A_{s,t} = 4.15 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s,temp} \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$y = 155.00 \text{ cm}$$

$$A_{s,t} = 6.44 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 1/2" = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$N_b = 5.07 \text{ barras}$$

$$N_b = 6.00 \text{ barras}$$

$$S = 19.73 \text{ cm}$$

$$S = 15.00 \text{ cm}$$

Usar 6 Ø 1/2" cada cara @19cm

$$S_{max} = 3t = 180 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 30 \text{ cm (12 pulgadas)}$$

REFUERZO POR PARAMENTO

Prevenir el agrietamiento en el miembro, se debe proporcionar acero de paramento en ambas caras de su sección transversal, debidamente distribuidas.

$$A_s, k = 0.10 \times (d - 76)$$

peralte > 90.00 cm

Para este caso va primar el acero por paramento y no el acero por temperatura

$$A_s, k = 11.39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$y = 155.00 \text{ cm}$$

$$A_s, k = 17.66 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 3/4" = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$N_b = 6.20$$

$$N_b = 7.00$$

$$S = 16.14 \text{ cm}$$

$$S = 15.00 \text{ cm}$$

Usar 7Ø 3/4" por caras @15 cm

$$S_{max} = 3t \quad 180 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 30 \text{ cm (12 pulgadas)}$$

ESTADO LÍMITE SERVICIO I

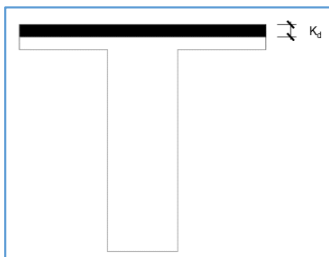
SECCIÓN RECTANGULAR

$$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + I))$$

$$n = 1.00 \quad \text{Modificador de carga}$$

$$M_s = 353.40 \text{ tn}\cdot\text{m} \quad \text{Momento de servicio}$$

$$A_s = 91.26 \text{ cm}^2 \quad \text{Acero total por resistencia}$$



$$b \times kd \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$$

$$b = 240.00 \text{ cm} \quad \text{Ancho de zona comprimida}$$

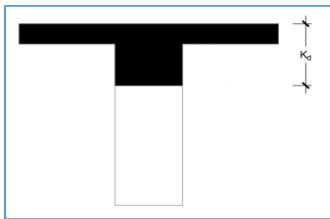
$$n = 8.31 \quad \text{Relación Modular}$$

$$n \cdot A_s = 758.48 \text{ cm}^2$$

$$d = 189.92 \text{ cm} \quad \text{Peralte}$$

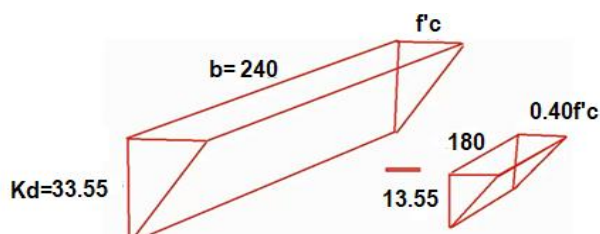
$$kd = 31.69 \text{ cm} \quad kd > hf$$

SECCIÓN T



$$bw \times kd \times \frac{kd}{2} + (b - bw) \times hf \times \left(kd - \frac{hf}{2} \right) = n \cdot As \times (d - kd)$$

$f'c =$	280 kgf/cm ²
$bw =$	60.00 cm
$b =$	240.00 cm
$hf =$	20.00 cm
$n =$	8.31
$n \cdot As =$	758.48 cm ²
$d =$	189.92 cm
$kd =$	33.55 cm



180.00 ancho
13.55 alto
0.40 f'c

$$Y = \frac{0.5 \times kd \times b \times f'c \times kd \times \frac{2}{3} - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c \times (kd - hf) \times \frac{2}{3}}{0.5 \times kd \times b \times f'c - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c}$$

$Y =$	24.23 cm
$Y' =$	9.32 cm
$jd =$	180.60 cm

$$jd = d - Y'$$

$$fs = \frac{Ms}{As \times jd} \leq 0.60 fy$$

$fs =$	2144.26 kgf/cm ²	\leq	2520.00 kgf/cm ²	ok
--------	-----------------------------	--------	-----------------------------	----

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO

$$S_{max} = \frac{125000\gamma_e}{\beta_s * fs} - 2 * dc$$

$$\beta_s = 1 + \frac{dc}{0.7 * (h - dc)}$$

$h =$	200.00 cm	Altura total incluye losa
$dc =$	7.54 cm	Centro de la primera barra inferior
$\beta_s =$	1.06	
$\gamma_e =$	1.00	Grado de exposición de las barras de acero clase I
$S_{max} =$	40.13 cm	Espaciamiento máximo de las barras
$S =$	6.44 cm	ok

ESTADO LÍMITE SERVICIO I

SECCIÓN RECTANGULAR

$$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + I))$$

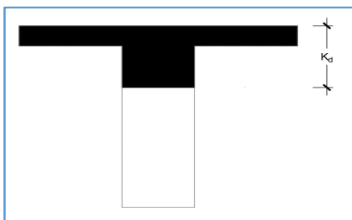
$n =$	1.00	Modificador de carga
$M_s =$	497.75 tnf.m	Momento de servicio
$A_s =$	111.54 cm ²	Acero total por resistencia



$$b \times kd \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$$

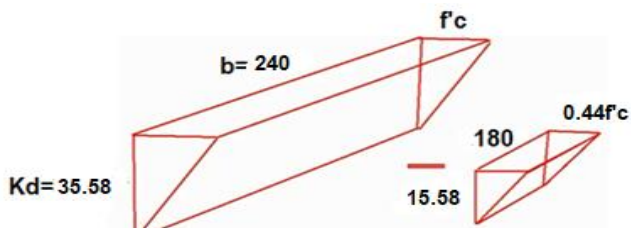
$b =$	240.00 cm	Ancho de zona comprimida
$n =$	8.31	Relación Modular
$n.A_s =$	927.03 cm ²	
$d =$	189.92 cm	Peralte
$kd =$	34.63 cm	$kd > hf$

SECCIÓN T



$$bw \times kd \times \frac{kd}{2} + (b - bw) \times hf \times \left(kd - \frac{hf}{2} \right) = n.A_s \times (d - kd)$$

$f'c =$	280 kgf/cm ²
$bw =$	60.00 cm
$b =$	240.00 cm
$hf =$	20.00 cm
$n =$	8.31
$n.A_s =$	927.03 cm ²
$d =$	189.92 cm
$kd =$	35.58 cm



180.00 ancho
15.58 alto
0.44 f'c

$$Y = \frac{0.5 \times kd \times b \times f'c \times kd \times \frac{2}{3} - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c \times (kd - hf) \times \frac{2}{3}}{0.5 \times kd \times b \times f'c - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c}$$

$Y =$	25.96 cm
$Y' =$	9.62 cm
$jd =$	180.30 cm

$$jd = d - Y'$$

$$f_s = \frac{M_s}{A_s \times jd} \leq 0.60 f_y$$

$f_s =$	2475.05 kgf/cm ²	\leq	2520.00 kgf/cm ² ok
---------	-----------------------------	--------	--------------------------------

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO

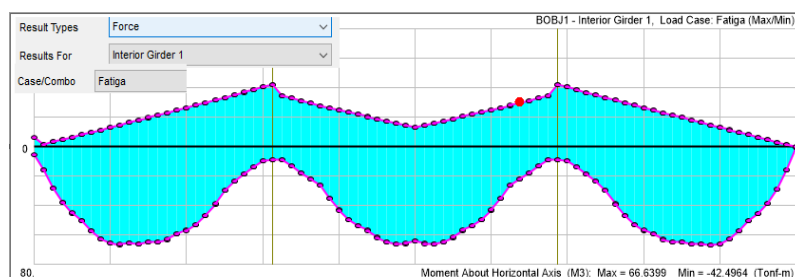
$$S_{max} = \frac{125000\gamma_e}{\beta_s * f_s} - 2 * dc$$

$$\beta_s = 1 + \frac{dc}{0.7 * (h - dc)}$$

$h =$	200.00 cm	Altura total incluye losa
$dc =$	7.54 cm	Centro de la primera barra superior
$\beta_s =$	1.06	
$\gamma_e =$	0.75	Grado de exposición de las barras de acero clase II
$S_{max} =$	20.79 cm	Espaciamiento máximo de las barras
$S =$	6.44 cm	ok

ESTADO LÍMITE FATIGA I

MDC (+) =	217.41 tnf.m	(por viga)	Csi Bridge
MDW (+) =	8.86 tnf.m	(por viga)	Csi Bridge
MLL+I (+) =	66.63 tnf.m	(por viga)	Csi Bridge



$$M_{fat} = n * (1.5(MLL + I))$$

$$M_{fat} = 99.95 \text{ tnf.m} \quad \text{Momento de fatiga sin Factor de presencia múltiple}$$

$$M'_{fat} = M_{DC} + M_{DW} + M_{fat}$$

$$M'_{fat} = 326.22 \text{ tnf.m}$$

$$S = 1600000.00 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$f_{tracc} = \frac{M'_{fat}}{S} \geq 0.8 \sqrt{f'c}$$

$$f_{tracc} = 20.39 \text{ kgf/cm}^2 \geq 13.39 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

CÁLCULO DE ESFUERZOS

$$f_s = \frac{M}{A_s * jd}$$

$$A_s = 91.26 \text{ cm}^2$$

$$jd = 180.60 \text{ cm}$$

Esfuerzos por carga permanente

$$f_{DL} = 1372.90 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzos por carga viva

$$f_{DW} = 606.42 \text{ kgf/cm}^2$$

RANGO DE ESFUERZOS

$$f_{min} = 1372.90 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{max} = 1979.33 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{Rango límite} = 606.42 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{límite} = 1687 - 0.33 * f_s$$

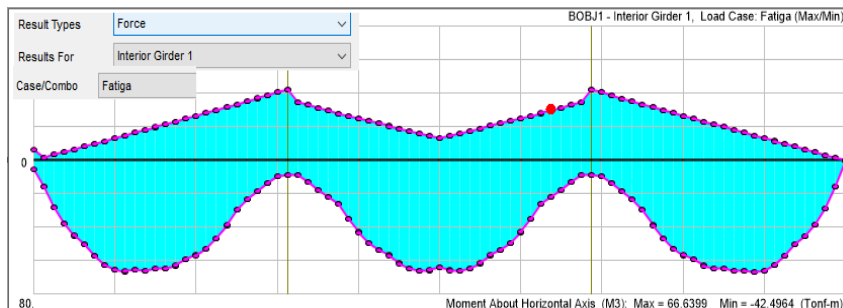
$$f_{límite} = 1233.94 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

ESTADO LÍMITE FATIGA I

$MDC (-) = -352.99 \text{ tnf.m}$ (por viga) Csi Bridge

$MDW (-) = -14.69 \text{ tnf.m}$ (por viga) Csi Bridge

$MLL+ (-) = -42.49 \text{ tnf.m}$ (por viga) Csi Bridge



$$M_{fat} = n \times (1.5(M_{LL} + I))$$

$$M_{fat} = 63.74 \text{ tnf.m}$$

Momento de fatiga sin Factor de presencia multiple

$$M'_{fat} = M_{DC} + M_{DW} + M_{fat}$$

$$M'_{fat} = 303.95 \text{ tnf.m}$$

$$S = 1600000.00 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$f_{tracc} = \frac{M'_{fat}}{S} \geq 0.8 \sqrt{f'c}$$

$$f_{tracc} = 19.00 \text{ kgf/cm}^3 \geq 13.39 \text{ kgf/cm}^3 \quad \text{ok}$$

CÁLCULO DE ESFUERZOS

$$f_s = \frac{M}{A_s * j d}$$

$$A_s = 111.54 \text{ cm}^2$$

$$j d = 180.30 \text{ cm}$$

Esfuerzos por carga permanente

$$f_{DL} = 1828.29 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzos por carga viva

$$f_{DW} = 316.92 \text{ kgf/cm}^2$$

RANGO DE ESFUERZOS

$$f_{\text{mín}} = 1828.29 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{\text{máx}} = 2145.21 \text{ kgf/cm}^2$$

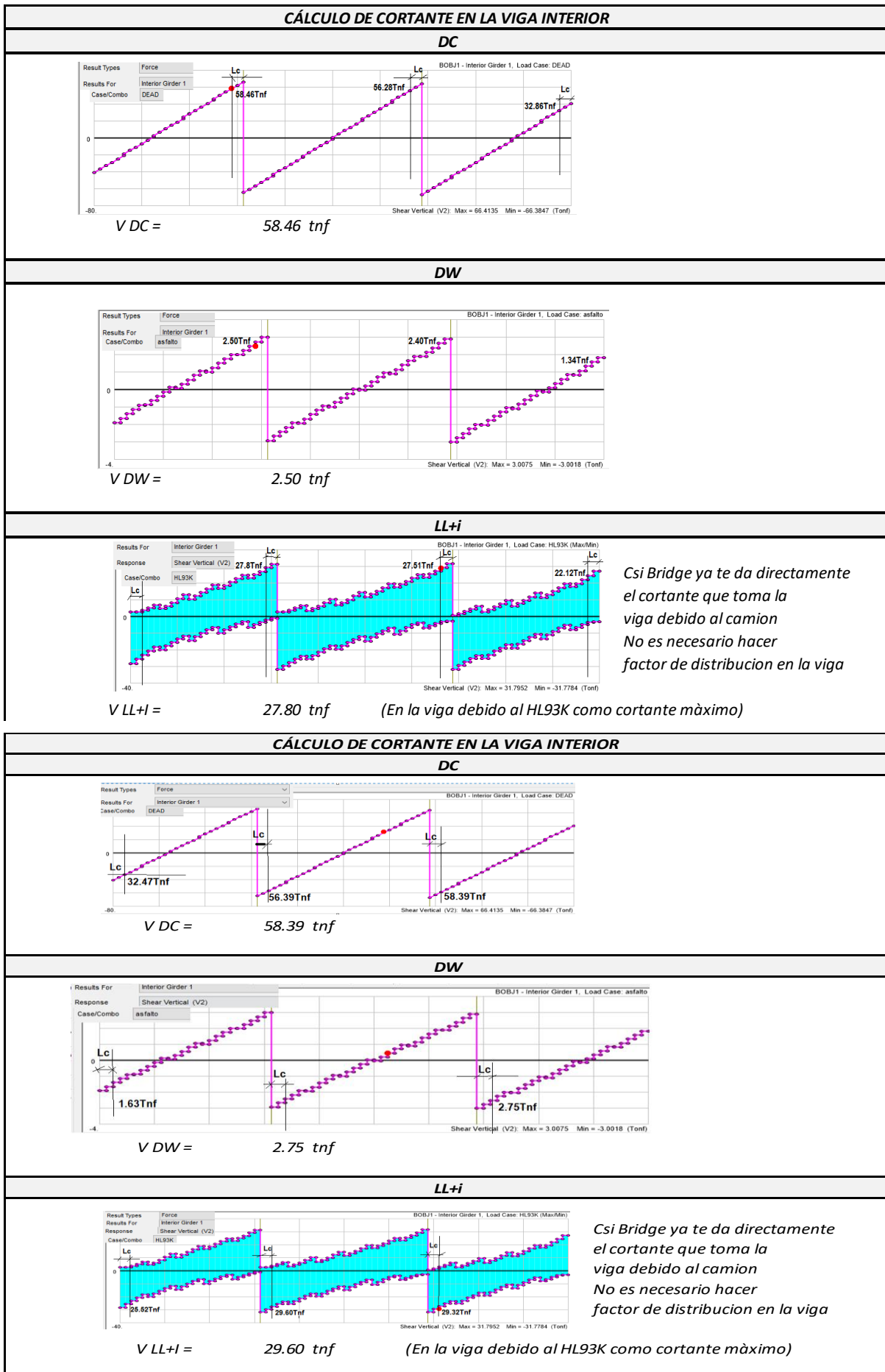
$$\text{Rango límite} = 316.92 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{\text{límite}} = 1687 - 0.33 \times f_s$$

$$f_{\text{límite}} = 1083.66 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

DISEÑO POR CORTANTE			
$Vu \geq 0.50 \times \phi Vc$		requiere estribos por cortante	
$\phi =$	0.90 Para puentes según AASHTO		
$Vn = Vu / fi$			
$Vn = 0.25 * f'c * bv * dv$	AASHTO		
$Vn = Vc + Vs$	ACI		
$Vc = 0.53 * \text{raiz}(f'c) * bw * d$	ACI		
$Vc = 0.0316 * \beta * \text{raiz}(f'c) * bv * dv$			
DISTANCIA DE LA SECCIÓN CRÍTICA POR CORTE			
$h =$	200.00 cm	Altura del tablero	$dv = d - a/2$
$d =$	189.92 cm	Peralte efectivo	
$a =$	5.27 cm		
$dv =$	187.28 cm	Peralte de corte efectivo	
$dv >= 0.90d =$	170.93 cm	ok	
$dv >= 0.72h =$	144.00 cm	ok	
$b_{ap} =$	30.00 cm	Base del apoyo como mínimo	
$bv =$	60.00 cm		
Lc =	202.28 cm		2.02 m

DISEÑO POR CORTANTE			
$Vu \geq 0.50 \times \phi Vc$		requiere estribos por cortante	
$\phi =$	0.90 Para puentes según AASHTO		
$Vn = Vu / fi$			
$Vn = 0.25 * f'c * bv * dv$	AASHTO		
$Vn = Vc + Vs$	ACI		
$Vc = 0.53 * \text{raiz}(f'c) * bw * d$	ACI		
$Vc = 0.0316 * \beta * \text{raiz}(f'c) * bv * dv$			
DISTANCIA DE LA SECCIÓN CRÍTICA POR CORTE			
$h =$	200.00 cm	Altura del tablero	$dv = d - a/2$
$d =$	189.92 cm	Peralte efectivo	
$a =$	7.21 cm		
$dv =$	186.31 cm	Peralte de corte efectivo	
$dv >= 0.90d =$	170.93 cm	ok	
$dv >= 0.72h =$	144.00 cm	ok	
$b_{ap} =$	30.00 cm	Base del apoyo como mínimo	
$bv =$	60.00 cm		
Lc =	201.31 cm		2.01 m



CORTANTES	
VDC =	58.46 tnf
VDW =	2.50 tnf
VLL+I =	27.80 tnf

Resistencia I	
	1.25
	1.50
	1.75

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

$$Vu = n \times (1.25VDC + 1.50VDW + 1.75(VLL + I))$$

n =	1.00	Modificador de carga
Vu =	125.48 tnf	Cortante último

$$Vn = Vu/\phi$$

Vn =	139.42 tnf	Cortante Nominal
bv =	23.62 pulg	Base de la viga
dv =	73.73 pulg	Peralte de corte efectivo
f'c =	3.98 klb/pulg ²	Resistencia del concreto

$$\epsilon_s = \frac{\left(\frac{|Mu|}{dv} + |Vu|\right)}{E_s A_s}$$

Mu =	507.53 tnf.m	Mu=Valor absoluto del momento mayorado
dv =	187.28 cm	Vu=Valor de cortante mayorado
Vu =	125.48 tnf	As=Area de acero de refuerzo longitudinal en la cara a flexion
Es =	2100000 kf/cm ²	ϵ_s = Deformacion neta neta a tracción en el centroide del refuerzo a tracción
As =	71.69 cm ²	
ϵ_s =	0.0026	

$$\theta = 29 + 3500\epsilon_s$$

θ =	38.22 °	θ = Angulo de inclinación del esfuerzo a compresión diagonal
------------	---------	---

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)}$$

β =	1.61
-----------	------

$$Vc = 0.0316\beta\sqrt{f'c} \times b_v \times d_v$$

Vc =	177.16 klb	
Vc =	80.43 tnf	Vortante que toma el concreto

$$Vn = 0.25f'c \times b_v \times d_v$$

Vn =	1733.04 klb	
Vn =	786.80 tnf	Cortante Nominal

$$Vs = Vc + Vs$$

Vs =	58.99 tnf	Cortante que toma el acero
------	-----------	----------------------------

$$Vs = \frac{A_v f_y d_v (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha}{s}$$

α =	90 °	Despejar "S" --> la separación de los estribos
estribos de 1/2" =	1.27 cm ²	Angulo de inclinación del estribo
s =	43.02 cm	

SEPARACIÓN MÁXIMA DEL ACERO TRANSVERSAL DEL REFUERZO

$$v_u = \frac{|Vu|}{\phi b_v d_v}$$

v_u =	12.41 kg/cm ²	
$0.125f'c$ =	35.00 kg/cm ²	$v_u < 0.125f'c$
$s \leq 0.80 dv$ =	149.83 cm	
$s \leq 24$ pulg =	60.96 cm	
S max =	60.96 cm	ok

$$\begin{aligned} \text{si } v_u < 0.125f'_c & \quad s_{\text{máx}} = 0.8d_v \leq 60 \text{ cm} \\ \text{si } v_u \geq 0.125f'_c & \quad s_{\text{máx}} = 0.4d_v \leq 30 \text{ cm} \end{aligned}$$

Usar estribos de 1/2" @ 0.30 m

ACERO TRANSVERSAL MÍNIMO

$$A_v \geq 0.27 \sqrt{f'c} \frac{b_v s}{f_y}$$

$$A_v = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$s = 30.00 \text{ cm}$$

$$2.54 \text{ cm}^2 \geq 1.94 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

CORTANTES

$$VDC = 58.39 \text{ tnf}$$

$$VDW = 2.75 \text{ tnf}$$

$$VLL+I = 29.60 \text{ tnf}$$

Resistencia I

$$1.25$$

$$1.50$$

$$1.75$$

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

$$Vu = n \times (1.25VDC + 1.50VDW + 1.75(VLL + I))$$

$$n = 1.00 \quad \text{Modificador de carga}$$

$$Vu = 128.91 \text{ tnf} \quad \text{Cortante último}$$

$$Vn = Vu/\phi$$

$$Vn = 143.24 \text{ tnf} \quad \text{Cortante Nominal}$$

$$bv = 23.62 \text{ pulg} \quad \text{Base de la viga}$$

$$dv = 73.35 \text{ pulg} \quad \text{Peralte de corte efectivo}$$

$$f'c = 4.98 \text{ klb/pulg}^2 \quad \text{Resistencia del concreto}$$

$$\epsilon_s = \frac{\left(\frac{|Mu|}{dv} + |Vu| \right)}{E_s A_s}$$

$$Mu = 690.89 \text{ tnf.m}$$

$$dv = 186.31 \text{ cm}$$

$$Vu = 128.91 \text{ tnf}$$

$$E_s = 2100000 \text{ kf/cm}^2$$

$$A_s = 98.10 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_s = 0.0024$$

Mu =Valor absoluto del momento mayorado
 Vu =Valor de cortante mayorado
 A_s =Area de acero de refuerzo longitudinal en la cara a flexion
 ϵ_s =Deformacion neta neta a tracción en el centroide del refuerzo a tracción

$$\theta = 29 + 3500\epsilon_s$$

$$\theta = 37.49^\circ$$

θ = Angulo de inclinación del esfuerzo a compresión diagonal

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)}$$

$$\beta = 1.70$$

$$Vc = 0.0316\beta \sqrt{f'c} \times b_v \times d_v$$

$$Vc = 208.03 \text{ klb}$$

$$Vc = 94.45 \text{ tnf}$$

Cortante que toma el concreto

$$Vn = 0.25f'c \times b_v \times d_v$$

$$Vn = 2157.23 \text{ klb}$$

$$Vn = 979.38 \text{ tnf}$$

Cortante Nominal

$$Vs = Vc + Vn$$

$$Vs = 48.79 \text{ tnf}$$

Cortante que toma el acero

$$V_s = \frac{A_v f_y d_v (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha}{s}$$

Despejar "S" --> la separación de los estribos

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\text{estribos de } 1/2" = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 53.11 \text{ cm}$$

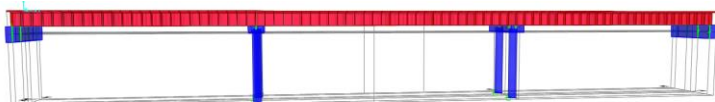
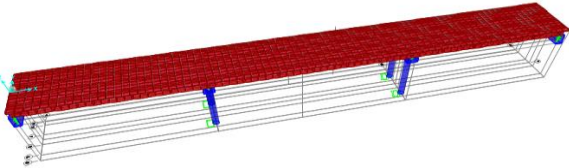
Angulo de inclinación del estribo

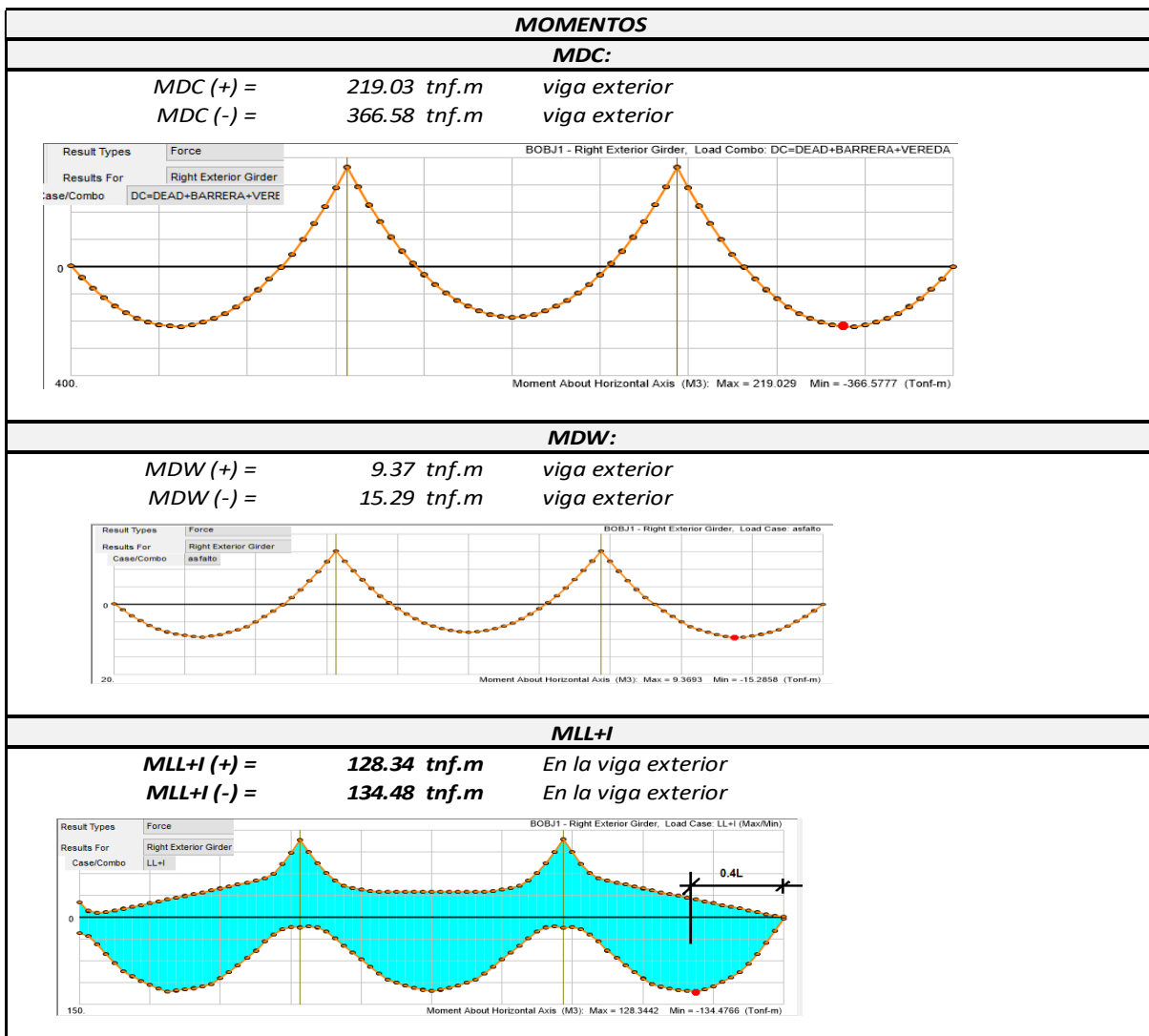
SEPARACIÓN MÁXIMA DEL ACERO TRANSVERSAL DEL REFUERZO	
$v_u = \frac{ V_u }{\phi b_v d_v}$	$\text{si } v_u < 0.125f'_c \quad s_{m\acute{a}x} = 0.8d_v \leq 60 \text{ cm}$ $\text{si } v_u \geq 0.125f'_c \quad s_{m\acute{a}x} = 0.4d_v \leq 30 \text{ cm}$
$v_u = 12.81 \text{ kg/cm}^2$	$0.125f'_c = 35.00 \text{ kg/cm}^2$
$s \leq 0.80 d_v = 149.05 \text{ cm}$	$v_u < 0.125f'_c$
$s \leq 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}$	
$S_{max} = 60.96 \text{ cm}$	ok
Usar estribos de 1/2" @ 0.30 m	
ACERO TRANSVERSAL MÍNIMO	
$A_v \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$	
$A_v = 2.54 \text{ cm}^2$	
$s = 30.00 \text{ cm}$	
$2.54 \text{ cm}^2 \geq 1.94 \text{ cm}^2$	ok

Diseño de viga exterior.

DATOS	
$h =$	2.00 m
$bw =$	0.60 m
$b =$	2.10 m
$L =$	30.00 m
Avereda =	0.60 m
$t =$	0.20 m
$S' =$	2.40 m
Barrera =	0.40 m
$f'_c =$	280 kgf/cm ²
$f_y =$	4200 kgf/cm ²

VIGA DIAFRAGMA	
$h =$	1.60 m
$h =$	1.60 m
$b =$	0.30 m

METRADO DE CARGAS			
DC:			
Peso losa =	1.01 tnf/m	Peso viga diafragma =	0.907 tnf
Peso viga =	2.59 tnf/m	WDC2=	0.907 tnf
Peso cartelas =	0.0540 tnf/m		
Peso de vereda =	0.2400 tnf/m ²		
Peso barreras =	0.55 tnf/m		
WDC1 =	4.4460 tnf/m		
			
DW:			
Peso de carpeta =	0.123 tnf/m		
WDW=	0.123 tnf/m		
			

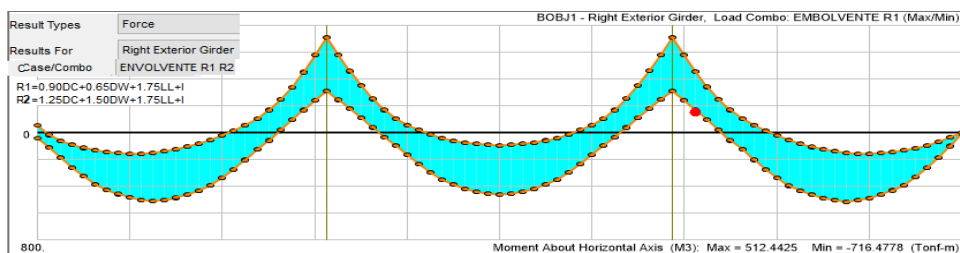


MOMENTOS por viga	
MDC (+) =	219.03 tnf.m
MDW (+) =	9.37 tnf.m
MLL+I (+) =	128.34 tnf.m

Resistencia I	Servicio I	Fatiga I
1.25	1.00	-
1.50	1.00	-
1.75	1.00	1.50

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I: refuerzo longitudinal por flexión

DISEÑO DEL REFUERZO



$$M_u = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$$

$$\begin{aligned} n &= 1.00 \\ M_u &= 512.44 \text{ tnf.m} && \text{Momento último actuante} \\ b &= 210.00 \text{ cm} \\ h &= 200.00 \text{ cm} \\ d &= 179.65 \text{ cm} \\ hf &= 20.00 \text{ cm} \\ \phi &= 0.90 \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - a/2)}$$

$$\begin{aligned} a &= 6.46 \text{ cm} < hf && \text{diseñar como viga rectangular} \\ A_s &= 76.84 \text{ cm}^2 \\ a &= 6.46 \\ C &= 7.60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

$$\begin{aligned} \phi &= 4.05 > 0.90 && \phi = 0.90 \\ \text{barra de 1"} &= 5.07 \text{ cm}^2 \\ nb &= 15.16 \end{aligned}$$

Usar 17 ϕ 1"

$$\begin{aligned} b_{min} &= 53.24 \text{ cm} \\ S &= 8.69 \text{ cm} \end{aligned}$$

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

$$\begin{aligned} A_s &= 86.19 \text{ cm}^2 \\ a &= 7.24 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$M_{ur} = \phi A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{ur} = 573.50 \text{ tnf.m} > M_u \quad \text{ok}$$

REFUERZO MÍNIMO

$$M_{cr} = 1.10 f_r S$$

$$\begin{aligned} f_r &= 2.01 \sqrt{f'c} \\ f_r &= 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$\begin{aligned} s &= 1400000 \text{ cm}^3 \\ M_{cr} &= 517.96 \text{ tnf.m} \end{aligned}$$

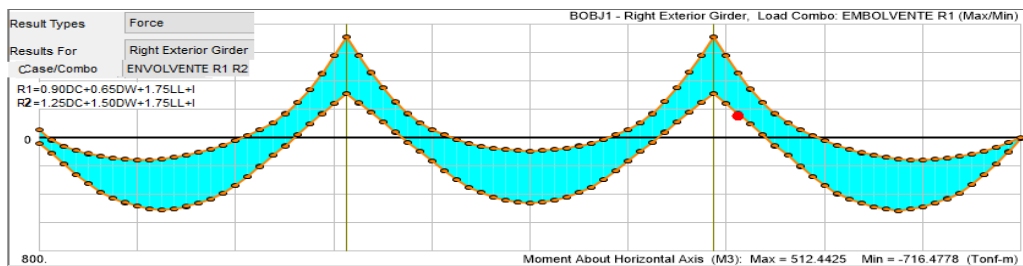
$$1.33 M_u$$

$$1.33 M_u = 681.55 \text{ tnf.m}$$

$$\begin{aligned} M_{ur} &> \text{menor } M_{cr}, 1.33 M_u \\ 573.50 \text{ tnf.m} &> 517.96 \text{ tnf.m} \quad \text{ok} \end{aligned}$$

REFUERZO POR TEMPERATURA	
$As,t = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b+h)}$	
$b =$	60.00 cm
$h =$	200.00 cm
$As,t =$	4.15 cm ² /m $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As, temp \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$
$y =$	160.00 cm
$As,t =$	6.65 cm ²
barra de 1/2" =	1.27 cm ²
$Nb =$	5.23
$Nb =$	6.00
$S =$	19.11 cm
$S =$	15.00 cm
Usar 6 Ø 1/2" @ en cada cara	
REFUERZO POR PARAMENTO	
$As,k = 0.10 \times (d - 76)$ peralte > 90.00 cm	
$As,k =$	10.37 cm ² /m
$y =$	160.00 cm
$As,k =$	16.58 cm ²
barra de 3/4" =	2.85 cm ²
$Nb =$	5.82
$Nb =$	6.00
$S =$	17.19 cm
$S =$	15.00 cm
Usar 7 Ø 3/4" @ en cada cara	

MOMENTOS por viga	
$MDC (-) =$	366.58 tnf.m
$MDW (-) =$	15.29 tnf.m
$MLL+I (-) =$	134.48 tnf.m

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I: refuerzo longitudinal por flexión
DISEÑO DEL REFUERZO


$$Mu = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$$

$$n = 1.00$$

$$Mu = 716.48 \text{ tnf.m} \quad \text{Momento último actuante}$$

$$b = 210.00 \text{ cm}$$

$$h = 200.00 \text{ cm}$$

$$d = 179.65 \text{ cm}$$

$$hf = 20.00 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

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

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

$$a = 9.10 \text{ cm} < hf \quad \text{diseñar como viga rectangular}$$

$$As = 108.25 \text{ cm}^2$$

$$a = 9.10$$

$$C = 10.71 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

$$\phi = 3.02 > 0.91 \quad \phi = 0.91$$

$$\text{barra de 1"} = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$nb = 21.35$$

Usar 24 ϕ 1"

$$b_{min} = 53.24 \text{ cm}$$

$$S = 8.69 \text{ cm}$$

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

$$As = 121.68 \text{ cm}^2$$

$$a = 10.23 \text{ cm}$$

$$Mur = \phi As * fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mur = 802.79 \text{ tnf.m} > Mu \quad \text{ok}$$

REFUERZO MÍNIMO

$$M_{cr} = 1.10 f_r S$$

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'c}$$

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$s = 1400000 \text{ cm}^3$$

$$M_{cr} = 517.96 \text{ tnf.m}$$

$$1.33 M_u$$

$$1.33 M_u = 952.92 \text{ tnf.m}$$

$$Mur > \text{menor } M_{cr}, 1.33 M_u$$

$$802.79 \text{ tnf.m} > 517.96 \text{ tnf.m} \quad \text{ok}$$

REFUERZO POR TEMPERATURA

$$A_{s,t} = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b+h)}$$

$$b = 60.00 \text{ cm}$$

$$h = 200.00 \text{ cm}$$

$$A_{s,t} = 4.15 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s,temp} \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$y = 160.00 \text{ cm}$$

$$A_{s,t} = 6.65 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 1/2" = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$Nb = 5.23$$

$$Nb = 6.00$$

$$S = 19.11 \text{ cm}$$

$$S = 15.00 \text{ cm}$$

Usar 6 \emptyset 1/2" @ en cada cara

REFUERZO POR PARAMENTO

$$A_{s,k} = 0.10 \times (d - 76)$$

peralte > 90.00 cm

$$A_{s,k} = 10.37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$y = 160.00 \text{ cm}$$

$$A_{s,k} = 16.58 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 3/4" = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$Nb = 5.82$$

$$Nb = 6.00$$

$$S = 17.19 \text{ cm}$$

$$S = 15.00 \text{ cm}$$

Usar 7 \emptyset 3/4" @ en cada cara

ESTADO LÍMITE SERVICIO I: Verificación de la fisuración por la distribución de la armadura

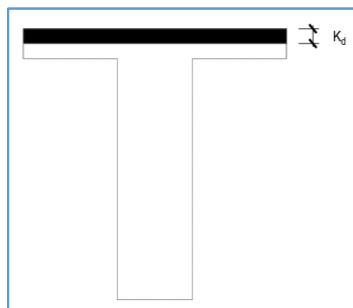
SECCIÓN RECTANGULAR

$$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + I))$$

$$n = 1.00$$

$$M_s = 356.74 \text{ tnf.m}$$

$$A_s = 86.19 \text{ cm}^2$$



$$b \times kd \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$$

$$b = 210.00 \text{ cm}$$

$$n = 8.31$$

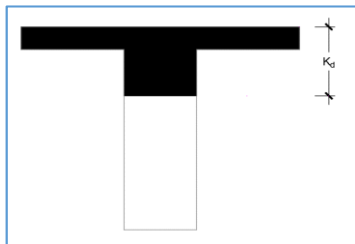
$$n.A_s = 716.34 \text{ cm}^2$$

$$d = 179.65 \text{ cm}$$

$$kd = 32.50 \text{ cm}$$

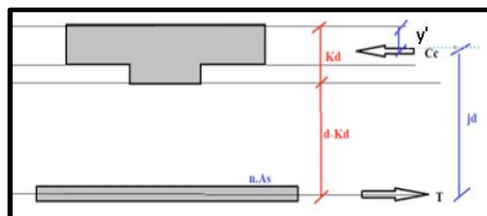
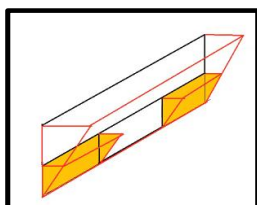
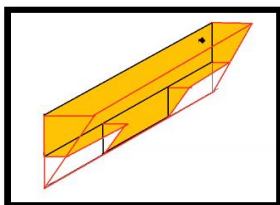
$kd > hf$

SECCIÓN T



$$b_w \times k d \times \frac{k d}{2} + (b - b_w) \times h_f \times \left(k d - \frac{h_f}{2} \right) = n \cdot A_s \times (d - k d)$$

$$\begin{aligned} f'c &= 280 \text{ kgf/cm}^2 \\ b_w &= 60.00 \text{ cm} \\ b &= 210.00 \text{ cm} \\ h_f &= 20.00 \text{ cm} \\ n &= 8.31 \\ n \cdot A_s &= 716.34 \text{ cm}^2 \\ d &= 179.65 \text{ cm} \\ k d &= 34.55 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$Y = \frac{0.5 \times k d \times b \times f'c \times k d \times \frac{2}{3} - 0.5 \times (k d - h_f) \times (b - b_w) \times \left(\frac{k d - h_f}{k d} \right) \times f'c \times (k d - h_f) \times \frac{2}{3}}{0.5 \times k d \times b \times f'c - 0.5 \times (k d - h_f) \times (b - b_w) \times \left(\frac{k d - h_f}{k d} \right) \times f'c}$$

$$\begin{aligned} Y &= 24.97 \text{ cm} \\ Y' &= 9.58 \text{ cm} \\ j d &= 170.07 \text{ cm} \end{aligned} \quad \boxed{j d = d - Y'}$$

$$f_s = \frac{M_s}{A_s \times j d} \leq 0.60 f_y$$

$$f_s = 2433.76 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2520.00 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO

$$S_{max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s * f_{se}} - 2 * d_c$$

$$\begin{aligned} h &= 200.00 \text{ cm} \\ d_c &= 7.54 \text{ cm} \\ \beta_s &= 1.06 \\ \gamma_e &= 1.00 \\ S_{max} &= 33.56 \text{ cm} \\ S &= 8.69 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7 * (h - d_c)}$$

ok

ESTADO LÍMITE SERVICIO I: Verificación de la fisuración por la distribución de la armadura

SECCIÓN RECTANGULAR

$$M_s = n \times (1MDC + 1MDW + 1(MLL + I))$$

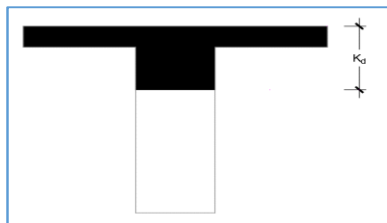
$$\begin{aligned} n &= 1.00 \\ M_s &= 516.34 \text{ tnf.m} \\ A_s &= 121.68 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



$$b \times kd \times \frac{kd}{2} = nA_s \times (d - kd)$$

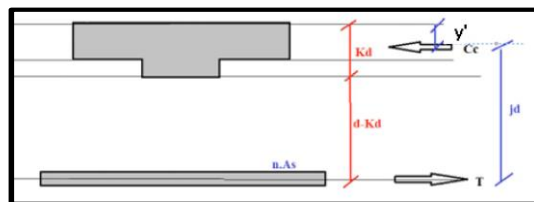
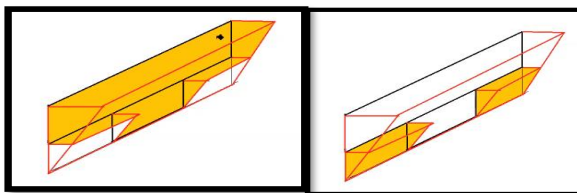
$$\begin{aligned} b &= 210.00 \text{ cm} \\ n &= 8.31 \\ n.A_s &= 1011.31 \text{ cm}^2 \\ d &= 179.65 \text{ cm} \\ kd &= 37.05 \text{ cm} \end{aligned} \quad kd > hf$$

SECCIÓN T



$$bw \times kd \times \frac{kd}{2} + (b - bw) \times hf \times \left(kd - \frac{hf}{2} \right) = n.A_s \times (d - kd)$$

$$\begin{aligned} f'c &= 280 \text{ kgf/cm}^2 \\ bw &= 60.00 \text{ cm} \\ b &= 210.00 \text{ cm} \\ hf &= 20.00 \text{ cm} \\ n &= 8.31 \\ n.A_s &= 1011.31 \text{ cm}^2 \\ d &= 179.65 \text{ cm} \\ kd &= 40.50 \text{ cm} \end{aligned}$$



$$Y = \frac{0.5 \times kd \times b \times f'c \times kd \times \frac{2}{3} - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c \times (kd - hf) \times \frac{2}{3}}{0.5 \times kd \times b \times f'c - 0.5 \times (kd - hf) \times (b - bw) \times \left(\frac{kd - hf}{kd} \right) \times f'c}$$

$$\begin{aligned} Y &= 29.99 \text{ cm} \\ Y' &= 10.51 \text{ cm} \\ jd &= 169.14 \text{ cm} \quad \mathbf{jd = d - Y'} \end{aligned}$$

$$f_s = \frac{M_s}{A_s \times jd} \leq 0.60 f_y$$

$$f_s = 2508.87 \text{ kgf/cm}^2 \leq 2520.00 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

ESPACIAMIENTO MÁXIMO DEL REFUERZO

$$S_{max} = \frac{125000\gamma_e}{\beta_s * f_{se}} - 2 * dc$$

$$h = 200.00 \text{ cm}$$

$$dc = 7.54 \text{ cm}$$

$$\beta_s = 1.06$$

$$\gamma_e = 0.75$$

$$S_{max} = 20.31 \text{ cm}$$

$$S = 8.69 \text{ cm}$$

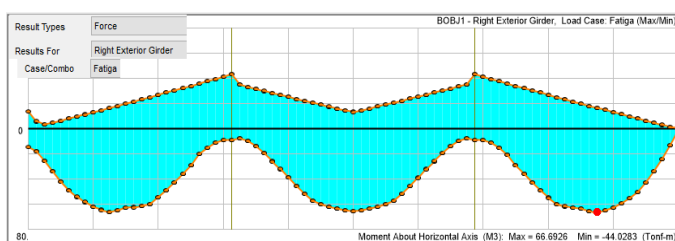
$$\beta_s = 1 + \frac{dc}{0.7 * (h - dc)}$$

ok

ESTADO LÍMITE FATIGA I

$$MDC (+) = 219.03 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$

$$MDW (+) = 9.37 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$



$$MLL+ (+) = 66.69 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$

$$M_{fat} = n \times (1.5(MLL + I))$$

$$M_{fat} = 100.04 \text{ tnf.m}$$

$$M'_{fat} = M_{DC} + M_{DW} + M_{fat}$$

$$M'_{fat} = 328.43 \text{ tnf.m}$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$S = 1400000.00$$

$$ffat = \frac{M'_{fat}}{S} \geq f_{tracc} = 0.8 \sqrt{f'c}$$

$$ffat = 23.46 \text{ kgf/cm}^2 \geq$$

se usará la sección agrietada

$$13.39 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$$

CÁLCULO DE ESFUERZOS-VERIFICACIÓN

$$f = \frac{M}{As * jd}$$

$$MDC (+) = 219.029 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$

$$MDW (+) = 9.3693 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$

$$M_{fat} = 100.035 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})$$

$$As = 86.19$$

$$jd = 170.07$$

Esfuerzos por carga permanente

$$f_{DL} = 1558.17 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzos por carga viva

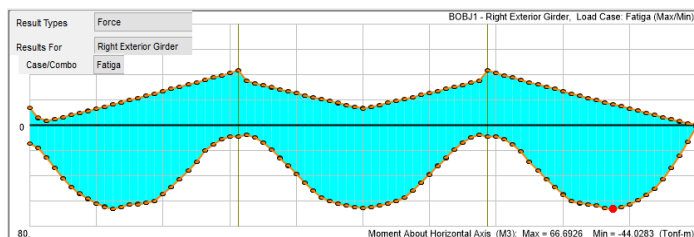
$$f_{LL} = 682.46 \text{ kgf/cm}^2$$

RANGO DE ESFUERZOS

$$\begin{aligned}
 f_{\min} &= 1558.17 \text{ kgf/cm}^2 \\
 f_{\max} &= 2240.63 \text{ kgf/cm}^2 \\
 \text{Rango límite} &= 682.46 \text{ kgf/cm}^2 \\
 \mathbf{f_{\text{límite}} = 1687 - 0.33 \times f_{\min}} \\
 f_{\text{límite}} &= 1172.80 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}
 \end{aligned}$$

ESTADO LÍMITE FATIGA I

$$\begin{aligned}
 \text{MDC (-)} &= 366.58 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga}) \\
 \text{MDW (-)} &= 15.29 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga})
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{MLL+ (+)} &= 44.03 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga}) \\
 \mathbf{M_{fat} = n \times (1.5(MLL + I))} \\
 M_{fat} &= 66.04 \text{ tnf.m} \\
 \mathbf{M'_{fat} = M_{DC} + M_{DW} + M_{fat}} \\
 M'_{fat} &= 447.90 \text{ tnf.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{S = \frac{bh^2}{6}} \\
 S &= 1400000.00
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{ffat = \frac{M'_{fat}}{S} \geq f_{tracc} = 0.8 \sqrt{f'c}}$$

$$ffat = 31.99 \text{ kgf/cm}^2 \geq$$

se usará la sección agrietada
13.39 kgf/cm² ok

CÁLCULO DE ESFUERZOS-VERIFICACIÓN

$$\mathbf{f = \frac{M}{As * jd}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MDC (-)} &= 366.577 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga}) \\
 \text{MDW (-)} &= 15.2858 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga}) \\
 M_{fat} &= 66.042 \text{ tnf.m} \quad (\text{por viga}) \\
 A_s &= 121.68 \\
 j_d &= 169.14
 \end{aligned}$$

Esfuerzos por carga permanente

$$f_{DL} = 1855.45 \text{ kgf/cm}^2$$

Esfuerzos por carga viva

$$f_{LL} = 320.90 \text{ kgf/cm}^2$$

RANGO DE ESFUERZOS

$f_{\min} = 1855.45 \text{ kgf/cm}^2$
 $f_{\max} = 2176.35 \text{ kgf/cm}^2$
Rango límite = 320.90 kgf/cm^2
 $f_{\text{límite}} = 1687 - 0.33 \times f_{\min}$
 $f_{\text{límite}} = 1074.70 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{ok}$

DISEÑO POR CORTANTE

$V_u \geq 0.50 \times \phi V_c$ requiere estribos por cortante
 $\phi = 0.90$

$V_n = V_u / f_i$
 $V_n = 0.25 \times f'_c \times b_v \times d_v$ AASHTO
 $V_n = V_c + V_s$ ACI
 $V_c = 0.53 \times \text{raiz}(f'_c) \times b_w \times d$ ACI
 $V_c = 0.0316 \times \beta \times \text{raiz}(f'_c) \times b_v \times d_v$

DISTANCIA DE LA SECCIÓN CRÍTICA POR CORTE

$h = 200.00 \text{ cm}$
 $d = 179.65 \text{ cm}$
 $a = 6.46 \text{ cm}$
 $d_v = 176.42 \text{ cm}$
 $d_v \geq 0.90d = 161.69 \text{ cm}$
 $d_v \geq 0.72h = 144.00 \text{ cm}$
 $b_{ap} = 30.00 \text{ cm}$

$d_v = d - a/2$
ok
ok

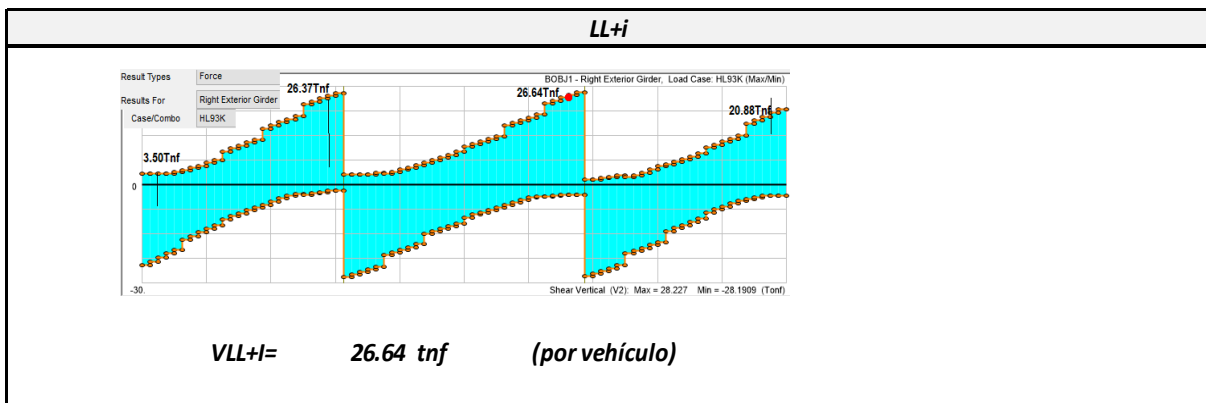
Lc = 191.42 cm 1.91 m

DC

V DC = 67.09 tnf

DW

V DW = 2.69 tnf



DISEÑO POR CORTANTE

$V_u \geq 0.50 \times \phi V_c$ requiere estribos por cortante

$\phi = 0.90$

$V_n = V_u / \phi$

$V_n = 0.25 * f'_c * b_v * d_v$ AASHTO

$V_n = V_c + V_s$ ACI

$V_c = 0.53 * \text{raiz}(f'_c) * b_w * d$ ACI

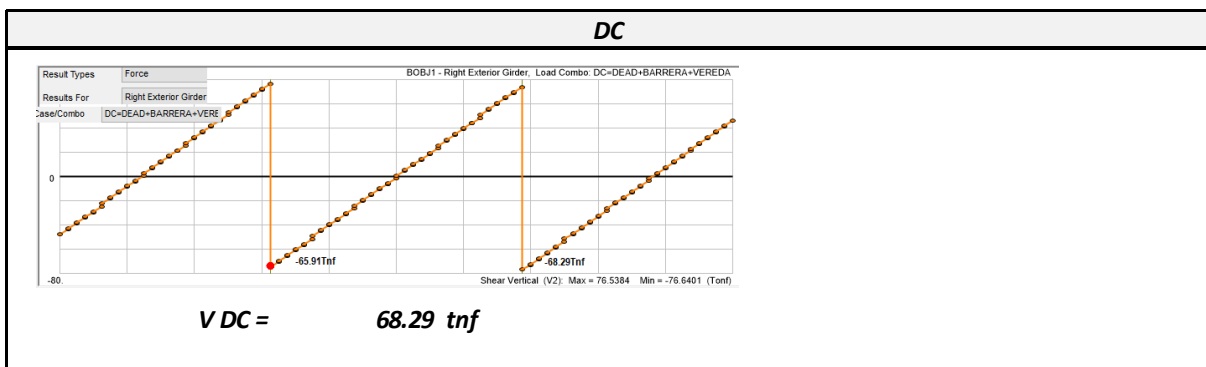
$V_c = 0.0316 * \beta * \text{raiz}(f'_c) * b_v * d_v$

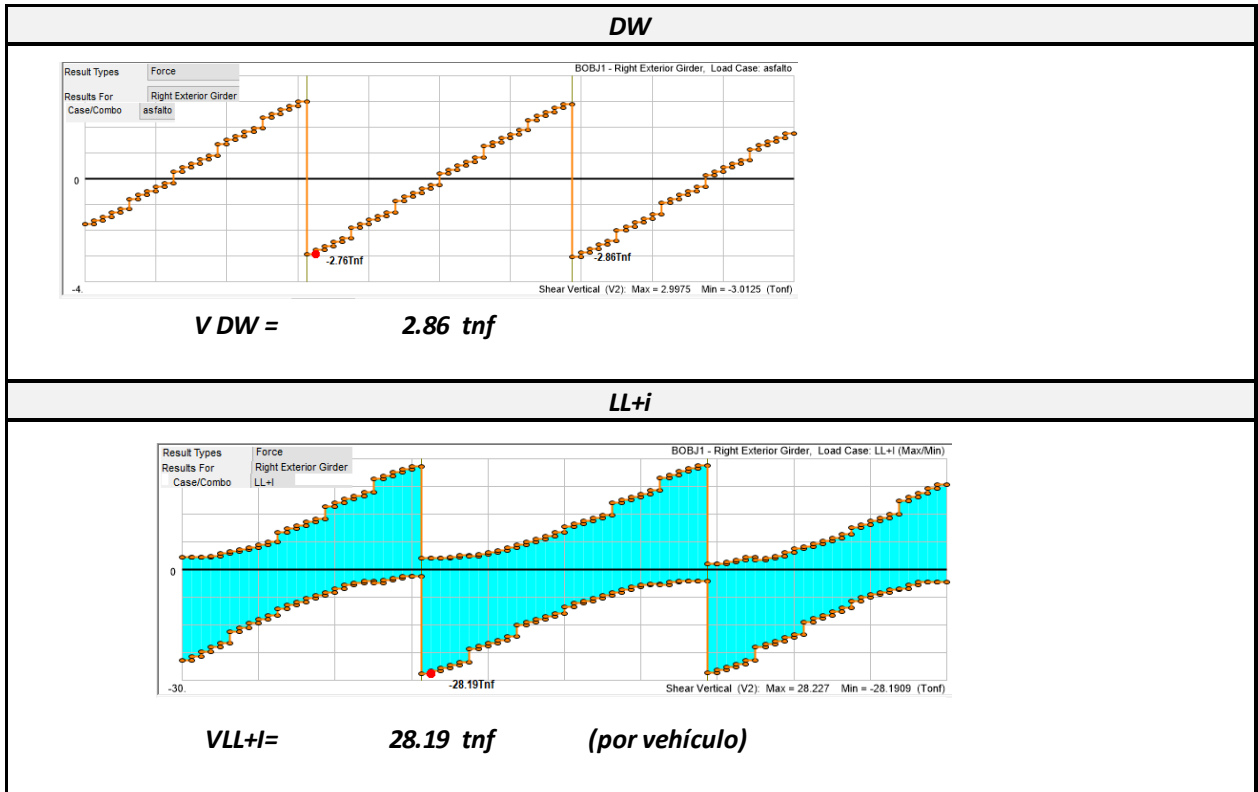
DISTANCIA DE LA SECCIÓN CRÍTICA POR CORTE

$h =$	200.00 cm	
$d =$	179.65 cm	
$a =$	9.10 cm	
$d_v =$	175.10 cm	
$d_v \geq 0.90d =$	161.69 cm	ok
$d_v \geq 0.72h =$	144.00 cm	ok
$b_{ap} =$	31.00 cm	

$d_v = d - a/2$

Lc = 190.60 cm 1.91 m





CORTANTES	
$V_{DC} =$	67.09 tnf
$V_{DW} =$	2.69 tnf
$V_{LL+i} =$	26.64 tnf

Resistencia I	
	1.25
	1.50
	1.75

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

$$Vu = n \times (1.25VDC + 1.50VDW + 1.75(VLL + I))$$

$$n = 1.00$$

$$Vu = 134.52 \text{ tnf}$$

$$Vn = Vu/\phi$$

$$Vn = 149.46 \text{ tnf}$$

$$bv = 60.00 \text{ cm}$$

$$bv = 23.62 \text{ pulg}$$

$$dv = 69.46 \text{ pulg}$$

$$f'c = 3.98 \text{ klb/pulg}^2$$

$$\epsilon_s = \frac{\left(\frac{|Mu|}{dv} + |Vu|\right)}{E_s A_s}$$

$$Mu = 512.44 \text{ tnf.m}$$

$$dv = 176.42 \text{ cm}$$

$$Vu = 134.52 \text{ tnf}$$

$$E_s = 2100000 \text{ kf/cm}^2$$

$$A_s = 76.84 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_s = 0.002$$

$$\theta = 29 + 3500\epsilon_s$$

$$\theta = 35.30^\circ$$

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)}$$

$$\beta = 2.04$$

$$Vc = 0.0316\beta\sqrt{f'c} \times b_v \times d_v$$

$$Vc = 211.21 \text{ klb}$$

$$Vc = 95.89 \text{ tnf}$$

$$Vn = 0.25f'c \times b_v \times d_v$$

$$Vn = 1632.51 \text{ klb}$$

$$Vn = 741.16 \text{ tnf}$$

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vs = 53.57 \text{ tnf}$$

$$Vs = \frac{A_v f_y d_v (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha}{s}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\text{estribos de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 49.61 \text{ cm}$$

SEPARACIÓN MÁXIMA DEL ACERO TRANSVERSAL DEL REFUERZO	
$v_u = \frac{ V_u }{\phi b_v d_v}$	$\begin{aligned} \text{si } v_u < 0.125f'_c & \quad s_{m\acute{a}x} = 0.8d_v \leq 60 \text{ cm} \\ \text{si } v_u \geq 0.125f'_c & \quad s_{m\acute{a}x} = 0.4d_v \leq 30 \text{ cm} \end{aligned}$
$v_u = 14.12 \text{ kg/cm}^2$ $b_v = 60.00 \text{ cm}$ $0.125f'_c = 35.00 \text{ kg/cm}^2$ $v_u < 0.125f'_c$ $s \leq 0.80 d_v = 141.14 \text{ cm}$ $s \leq 24 \text{ pulg} = 60.96 \text{ cm}$ $s_{max} = 60.96 \text{ cm}$	ok
Usar estribos de 1/2" @ 0.30 m	
ACERO TRANSVERSAL MÍNIMO	
$A_v \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$	
$A_v = 2.54 \text{ cm}^2$ $s = 30.00 \text{ cm}$ $b_v = 60.00 \text{ cm}$ $2.54 \text{ cm}^2 \geq 1.94 \text{ cm}^2$	ok

CORTANTES	
VDC =	68.29 tnf
VDW =	2.86 tnf
VLL+I =	28.19 tnf

Resistencia I	
	1.25
	1.50
	1.75

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I

$$Vu = n \times (1.25VDC + 1.50VDW + 1.75(VLL + I))$$

$$n = 1.00$$

$$Vu = 138.99 \text{ tnf}$$

$$Vn = Vu/\phi$$

$$Vn = 154.43 \text{ tnf}$$

$$bv = 60.00 \text{ cm}$$

$$bv = 23.62 \text{ pulg}$$

$$dv = 68.94 \text{ pulg}$$

$$f'c = 4.98 \text{ klb/pulg}^2$$

$$\epsilon_s = \frac{\left(\frac{|Mu|}{dv} + |Vu|\right)}{E_s A_s}$$

$$Mu = 716.48 \text{ tnf.m}$$

$$dv = 175.10 \text{ cm}$$

$$Vu = 138.99 \text{ tnf}$$

$$E_s = 2100001 \text{ kf/cm}^2$$

$$A_s = 108.25 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_s = 0.002$$

$$\theta = 29 + 3500\epsilon_s$$

$$\theta = 35.30^\circ$$

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)}$$

$$\beta = 2.04$$

$$Vc = 0.0316\beta\sqrt{f'c} \times b_v \times d_v$$

$$Vc = 234.51 \text{ klb}$$

$$Vc = 106.47 \text{ tnf}$$

$$Vn = 0.25f'c \times b_v \times d_v$$

$$Vn = 2027.40 \text{ klb}$$

$$Vn = 920.44 \text{ tnf}$$

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vs = 47.96 \text{ tnf}$$

$$Vs = \frac{A_v f_y d_v (\cot\theta + \cot\alpha) \sin\alpha}{s}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\text{estribos de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$s = 55.00 \text{ cm}$$

SEPARACIÓN MÁXIMA DEL ACERO TRANSVERSAL DEL REFUERZO		
$v_u = \frac{ V_u }{\phi b_v d_v}$	si $v_u < 0.125f'_c$ $s_{m\acute{a}x} = 0.8d_v \leq 60 \text{ cm}$ si $v_u \geq 0.125f'_c$ $s_{m\acute{a}x} = 0.4d_v \leq 30 \text{ cm}$	
$v_u =$	14.70 kg/cm ²	
$b_v =$	60.00 cm	
$0.125f'_c =$	35.00 kg/cm ²	$v_u < 0.125f'_c$
$s \leq 0.80 d_v =$	140.08 cm	
$s \leq 24 \text{ pulg} =$	60.96 cm	
$S_{max} =$	60.96 cm	ok
Usar estribos de 1/2" @ 0.30 m		
ACERO TRANSVERSAL MÍNIMO		
$A_v \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$		
$A_v =$	2.54 cm ³	
$s =$	30.00 cm	
$b_v =$	60.00 cm	
	2.54 cm ³	\geq 1.94 cm ³ ok

Diseño de viga diafragma.

DATOS		
$W =$	9.00 m	Ancho del puente
$S' =$	2.40 m	Separación a ejes
$h =$	1.60 m	Altura de la viga diafragma
$b =$	0.30 m	Base de la viga diafragma
$t =$	0.20 m	Espesor de losa
cartelas =	0.15 m	
$f'_c =$	280 kgf/cm ²	Resistencia especificada del concreto
$f_y =$	4200 kgf/cm ²	Resistencia a la fluencia del acero

METRADO DE CARGAS	
DC:	
Para un ancho de base de viga diafragma=	0.30 m
CARGAS EN EL EJE A DEBIDO AL VOLADO	
<i>P barrera =</i>	<i>165.60 kgf</i>
<i>P vereda=</i>	<i>36.00 kgf</i>
<i>P losa =</i>	<i>86.40 kgf</i>
<i>P cartelas =</i>	<i>8.10 kgf</i>
<i>P total =</i>	<i>296.10 kgf</i>
MOMENTO EN EL EJE A DEBIDO AL VOLADO	
<i>M barrera =</i>	<i>127.51 kgf.m</i>
<i>P vereda=</i>	<i>9.00 kgf.m</i>
<i>M losa =</i>	<i>38.88 kgf.m</i>
<i>M cartelas =</i>	<i>2.84 kgf.m</i>
<i>M total =</i>	<i>178.23 kgf.m</i>
CARGA DISTRIBUIDA POR PESO PROPIO DE DIAFRAGMA	
<i>W pesopropio =</i>	<i>1008.00 kgf/m</i>
<i>DW peso de asfalto =</i>	<i>33.65 kgf/m</i>
MDC:	
<i>MDC (+) =</i>	<i>367.20 kgf.m</i> <i>0.4L</i>
<i>MDC (-) =</i>	<i>-175.80 kgf.m</i> <i>A cara del apoyo intermedio</i>
DW	
<i>MDC (+) =</i>	<i>15.58 kgf.m</i> <i>0.4L</i>
<i>MDC (-) =</i>	<i>-8.43 kgf.m</i> <i>A cara del apoyo intermedio</i>
MLL+i:	
<i>MLL+i (+) =</i>	<i>2.55 Tnf.m</i> <i>Vehiculo</i>
<i>MLL+i (-) =</i>	<i>-1.54 Tnf.m</i> <i>Vehiculo</i>

Estado límite de resistencia I.

REFUERZO POSITIVO			
Tipo	Momento	γ_p Factores de resistencia	
MDC =	0.37 Tnf.m	0.90	1.25
MDw =	0.016 Tnf.m	0.65	1.50
MLL+I =	2.55 Tnf.m	1.75	1.75
$Mu = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$			
n =	1.00		
Mu =	4.94 Tnf.m	Momento último actuante	
b =	30.00 cm		
h =	140.00 cm		
d =	132.14 cm		
ϕ =	0.90		
$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$	$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$		
a =	0.58 cm		
As =	0.99 cm ²		
a =	0.58		
C =	0.68 cm		
$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$			
ϕ =	29.55 > 0.90	$\phi = 0.90$	
barra de 1/2" =	1.27 cm ²		
nb =	0.78		
Usar 2 ϕ 1/2"			
MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE			
As =	2.54 cm ²		
a =	1.49 cm		
$Mur = \phi As * fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$			
Mur =	12.62 tnf.m	> Mu	ok
REFUERZO MÍNIMO			
$M_{cr} = 1.10 f_r S$			
f _r =	33.63 kgf/cm ²	$f_r = 2.01 \sqrt{f'c}$	
s =	98000.00 cm ³	$S = \frac{bh^2}{6}$	
M _{cr} =	36.26 tnf.m		
1.33 M_U			
1.33 Mu =	6.58 tnf.m		
Mur	12.62 tnf.m	menor M _{cr} , 1.33 M _U	
		> 6.58 tnf.m	ok

REFUERZO NEGATIVO

Tipo	Momento	γ_p	Factores de resistencia	
MDC =	-0.18 Tnf.m	0.90	1.25	
MDw =	-0.008	0.65	1.50	
MLL+I =	-1.54 Tnf.m	1.75	1.75	

$$Mu = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$$

n =	1.00	
Mu =	2.93 Tnf.m	Momento último actuante
b =	30.00 cm	
h =	140.00 cm	
d =	132.14 cm	
ϕ =	0.90	

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

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - a/2)}$$

a =	0.35 cm
As =	0.59 cm ²
a =	0.35
C =	0.41 cm

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d}{C} - 1 \right) \leq 0.90$$

ϕ =	48.64 > 0.90	$\phi = 0.90$
barra de 1/2" =	1.27 cm ²	
nb =	0.46	

Usar 2 ϕ 1/2"

MOMENTO ÚLTIMO RESISTENTE

As =	2.54 cm ²
a =	1.49 cm

$$Mur = \phi As * fy \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Mur =	12.62 tnf.m	> Mu	ok
-------	-------------	------	----

REFUERZO MÍNIMO

$$M_{cr} = 1.10 f_r S$$

$$f_r = 33.63 \text{ kgf/cm}^2 \quad f_r = 2.01 \sqrt{f'c}$$

$$s = 98000.00 \text{ cm}^3$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

$$M_{cr} = 36.26 \text{ tnf.m}$$

$$1.33 M_U$$

$$1.33 M_U = 3.90 \text{ tnf.m}$$

Mur	12.62 tnf.m	menor M _{cr} , 1.33 M _U	>	3.90 tnf.m	ok
-----	-------------	---	---	------------	----

REFUERZO POR PARAMENTO

$$As, k = 0.10 \times (d - 76) \quad \text{peralte} > 90.00 \text{ cm}$$

$$As, k = 5.61 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As, k = 7.86 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$Nb = 6.19$$

$$Nb = 7.00$$

$$S = 16 \text{ cm}$$

Usar 7 \emptyset 1/2" @ en cada cara

REFUERZO POR TEMPERATURA

$$As, t = \frac{0.18 \times b \times h}{2(b + h)}$$

$$b = 30.00 \text{ cm}$$

$$h = 140.00 \text{ cm}$$

$$As, t = 2.22 \text{ cm}^2/\text{m} \quad 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As, temp \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As, t = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As, t = 3.26 \text{ cm}^2$$

$$\text{barra de } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$Nb = 2.57$$

$$Nb = 3.00$$

$$S = 39 \text{ cm}$$

Usar 3 \emptyset 1/2" @ en cada cara

DISEÑO POR CORTANTE

DISTANCIA DE LA SECCIÓN CRÍTICA POR CORTE

$$\emptyset = 0.90$$

$$h = 140.00 \text{ cm}$$

$$d = 132.14 \text{ cm}$$

$$a = 0.58 \text{ cm}$$

$$dv = 131.85 \text{ cm}$$

$$dv = d - a/2$$

$$dv > 0.90d = 118.93 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

$$dv > 0.72h = 100.80 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

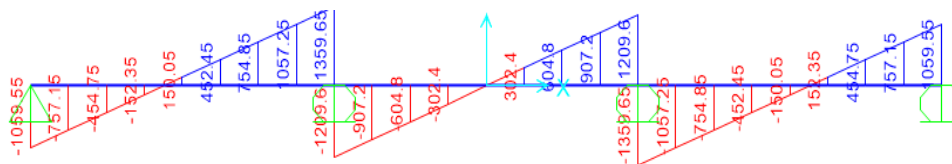
$$b_{ap} = 30.00 \text{ cm}$$

$$bv = 30.00 \text{ cm}$$

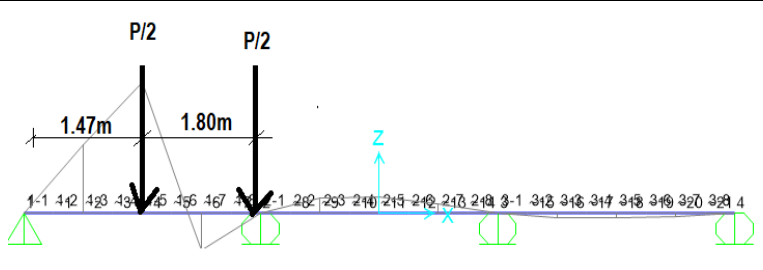
$$Lc = 146.85 \text{ cm} \quad 1.47 \text{ m}$$

CÁLCULO DE CORTANTES ÚLTIMOS

DC



$$VDC = 0.42 \text{ tnf}$$

DW			
VDW=	0.02 tnf		
LL+i			
			
y1=	0.69	P1=	7.26 Tnf.m
y2=	0.077	P2=	7.26 Tnf.m
VLL+i = Y1*P1+Y2*P2			
VLL+i=	5.57 tnf		
VLL+i=	8.89 tnf	con 1.33 *1.2	

CORTANTES	
VDC =	0.42 tnf
VDw=	0.02
VLL+i =	8.89 tnf

Resistencia I	
0.90	1.25
0.65	1.50
1.75	1.75

ESTADO LÍMITE RESISTENCIA I				
$Mu = n \times (1.25MDC + 1.50MDW + 1.75(MLL + I))$				
n =	1.00			
Vu =	16.11 tnf			
$Vc = 0.53\sqrt{f'_c} b_v d_v$				
Vc =	35.08 tnf			
$Vs = \frac{A_v f_y d_v}{s}$				
s =	30.00 cm			
Vs =	26.21 tnf			
$Vn = Vc + Vs$				
Vn =	61.29 tnf			
$Vn = 0.25f'_c \times b_v \times d_v$				
Vn =	276.89 tnf			
$Vu = \phi Vn$				
Vu =	55.16 tnf	>	16.11 tnf	ok

ACERO TRANSVERSAL MÍNIMO			
$A_{v\min} \geq 0.27 \sqrt{f'_c} \frac{b_v s}{f_y}$			
1.42 cm ²	≥	0.97 cm ²	ok
SEPARACIÓN MÁXIMA DEL ACERO TRANSVERSAL DEL REFUERZO			
$v_u = \frac{ V_u }{\phi b_v d_v}$			
	$v_u =$	4.52 kg/cm ²	
	$0.125 f'_c =$	35.00 kg/cm ²	$v_u < 0.125 f'_c$
	$s \leq 0.80 d_v =$	105.48 cm	
	$s \leq 60 \text{ cm} =$	60.00 cm	
	$S_{\max} =$	60.00 cm	ok

Diseño de barrera de concreto new jersey.

DATOS	
Barrera =	0.40 m
$f'_c =$	280 kgf/cm ²
$f_y =$	4200 kgf/cm ²
Asfalto =	0.05 m

DISTANCIAS	
$x_1 =$	0.15 m
$x_2 =$	0.05 m
$x_3 =$	0.20 m
$x' =$	0.179 m
$y_1 =$	0.47 m
$y_2 =$	0.25 m
$y_3 =$	0.13 m

Resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la barrera.

SECCIÓN A1	
$z = \text{recub} + \phi + \frac{\phi}{2}$	
$z =$	6.83 cm
$d_1 =$	7.50 cm
$d_2 =$	11.07 cm
$d_3 =$	13.17 cm
$d =$	10.58 cm
barra de 3/8" =	0.71 cm ²
$As =$	0.11 cm ²
$d = h - z$	
	Distancia horizontal
	Distancia horizontal
	Distancia horizontal
	Distancia horizontal
	Peralte promedio
$As = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$	
$a =$	0.04 cm
$\phi =$	1.00 Caso de eventos extremos
$Mu = \phi As * f_y (d - \frac{a}{2})$	
$Mu_1 =$	0.05 tnf.m

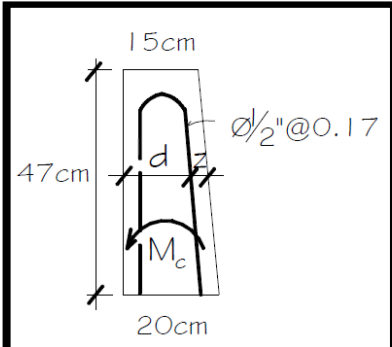
SECCIÓN A2	
$z = \text{recub} + \phi + \frac{\phi}{2}$	$d = h - z$
d3 = 13.17 cm	Distancia horizontal
d4 = 33.17 cm	Distancia horizontal
d = 23.17 cm	Peralte promedio
barra de 3/8" = 0.71 cm ²	
As = 0.71 cm ²	$As = \text{abarra/s}$
$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$	b=y2
a = 0.50 cm	
φ = 1.00	Caso de eventos extremos
$Mu = \phi As * fy (d - \frac{a}{2})$	
Mu2 = 0.68 tnf.m	
SECCIÓN A3	
$z = \text{recub} + \phi + \frac{\phi}{2}$	$d = h - z$
d4 = 33.17 cm	Distancia horizontal
d = 33.17 cm	Peralte promedio
barra de 3/8" = 0.71 cm ²	
As = 0.36 cm ²	$As = \text{abarra/s}$
$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$	b=y3
a = 0.48 cm	
φ = 1.00	Caso de eventos extremos
$Mu = \phi As * fy (d - \frac{a}{2})$	
Mu3 = 0.49 tnf.m	
Mw = 1.22 tnf.m	

Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente:

barra de 1/2" = 1.27cm² barra a usar

S = 0.17 cm separación

As = 7.47 cm²/cm barra a usar/separación

SECCIÓN A1	
$z = \text{recub} + \frac{\phi}{2}$	
z = 5.72 cm	
$d = h - z$	
d = 12.19 cm	
$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$	
a = 1.32 cm	
$Mc = \phi As * fy (d - \frac{a}{2})$	
φ = 1.00	Caso de eventos extremos
Mc1 = 3.62 tnf.m	

SECCIÓN A2

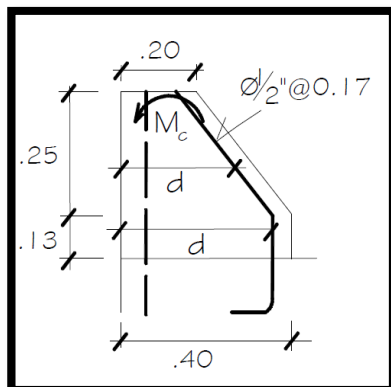
$$d = 24.29 \text{ cm} \quad \text{Peralte promedio}$$

$$M_c = \phi A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi = 1.00 \text{ Caso de eventos extremos}$$

$$M_{c2} = 7.41 \text{ tnf.m}$$

$$z = \text{recub} + \frac{\phi}{2}$$



SECCIÓN A3

$$d = 34.29 \text{ cm}$$

$$M_c = \phi A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi = 1.00 \text{ Caso de eventos extremos}$$

$$M_{c3} = 10.55 \text{ tnf.m}$$

$$M_c = 5.79 \text{ tnf.m}$$

LONGITUD CRÍTICA DE LA LÍNEA DE ROTURA (LC) SEGÚN EL PATRÓN DE FALLA

Siendo:

L_t = longitud de distribución longitudinal de la fuerza de impacto F_i
= 1.07m, para el nivel TL-4

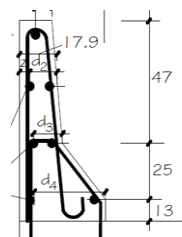
H = altura de la barrera

M_b = resistencia flexional adicional en la parte superior del muro

M_w = resistencia flexional del muro respecto de su eje vertical

M_c = resistencia flexional de los muros en voladizo respecto de un eje paralelo al eje longitudinal del puente

L_c = longitud crítica de la línea de rotura en el patrón de falla



$$L_t = 1.07 \text{ m}$$

$$H = 0.85 \text{ m}$$

$$M_b = 0.00 \text{ tnf.m}$$

$$M_w = 1.22 \text{ tnf.m}$$

$$M_c = 5.79 \text{ tnf.m}$$

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w)}{M_c}}$$

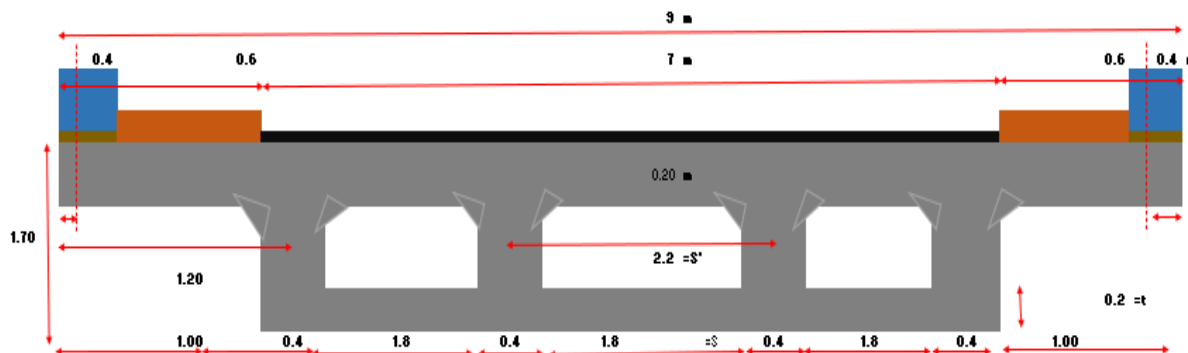
$$L_c = 1.85 \text{ m}$$

RESISTENCIA NOMINAL A LA CARGA TRANSVERSAL RW

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c L_c^2}{H} \right)$$

Rw = 25.17 tn ok

d) Diseño de tablero puente viga cajón multicelular.



$$2 * (1/3s + 0.4) + 0.4 * 2 + 3s = 9$$

s = 2

$$2 * (1/2s + 0.4) + 0.4 * 2 + 3s = 9$$

s = 1.85

s = 1.8

DATOS		
Vereda	0.6	m
Ancho de seccion transversal	9.00	m
Varanda New jersey	0.4	m
Centroide de Barrera	0.13	m
Ancho exterior	1.00	m
Ancho interior	1.8	m
Longitud del del tramo	30	m
S'	2.2	m
S	1.8	m
f'c	280	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Vehiculo de Diseño	HL-93	
Peso Específico de Concreto	2.4	Tn/m3
Peso Específico de Asfalto	2.23	Tn/m3
Espesor del Asfalto	0.05	m

Predimensionamiento:

VIGA

Factor = 0.055

H=170cm

bw=40cm

LOSA

tsup= 16.17cm

tsup= 20.00cm

tinf= 20.00cm

b= 100 cm

Metrado de cargas.**Cargas de Diseño**

P.E. del Concreto	2.4 Tn/m ³
P.E. Asfalto	2.23 Tn/m ³
Espesor de carpeta e =	0.05 m
Area de Barrera =	0.230 m ²

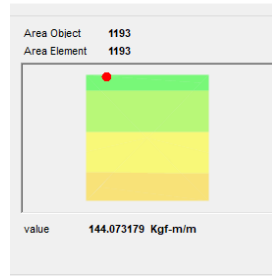
DC

1.-CÁLCULOS

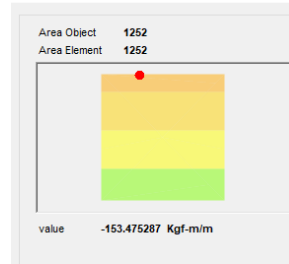
PESO DE LOSA=	Ancho de diseño	Espesor	P.E. del Concreto	=	0.480 Tn/m ²
	1.00 m	0.200 m	2.4 Tn/m ³		
				W _{DC} =	0.48 Tnf/m ²
PESO DE BARRERA=	Area de Barrera =	P.E. del Concreto	=	0.55 Tn/m	
	0.230 m ²	2.4 Tn/m ³			
			W _{DC} =	0.55 Tnf/m	
PESO VEREDA=	Altura de vereda	P.E. del Concreto	=	0.240 Tn/m ²	
	0.100 m	2.4 Tn/m ³			
			W _{DC} =	0.240 Tnf/m ²	

2.-IDEALIZACIÓN DE LA LOSA

Force Diagram



Force Diagram



4.-OBTENCIÓN DE MOMENTOS DE DISEÑO

MOMENTO FLECTOR POSITIVO

MDC(+)= 150.00 Kgf-m/m

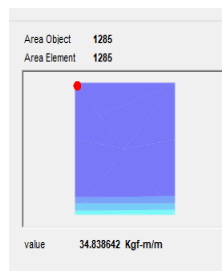
MOMENTO FLECTOR NEGATIVO

MDC(-)= -155.00 Kgf-m/m

DW

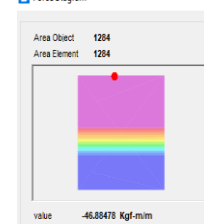
	Espeor	P.E. Asfalto		
PESO DE ASFALTO=	0.050 m	2.23 Tn/m3	=	0.112 Tn/m2

W_{DC}=	0.112	Tn/m2
------------------------	--------------	--------------



MOMENTO FLECTOR POSITIVO

MDW(+)= 35.00 Kgf-m/m

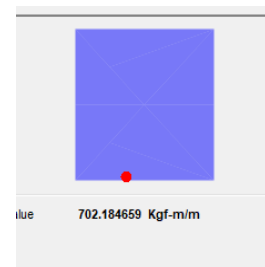
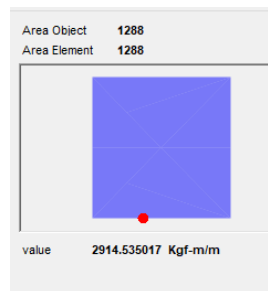


MOMENTO FLECTOR NEGATIVO

MDW(-)= -47.00 Kgf-m/m

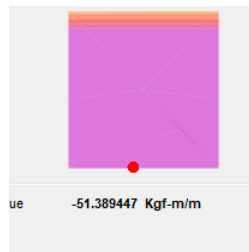
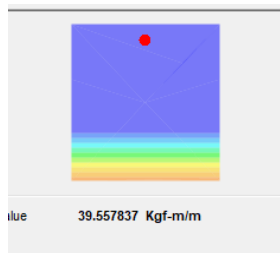
C) LL+I

VEHICULO HL-93 K



LL+IM	M(+)=	2915.000	kg-m/m
	M(-)=	702.000	kg-m/m

PL



	Ancho de Vereda mínimo	Carga		
Carga Peatonal =	0.60m	0.365 Tn/m2	=	0.365 Tn/m2

PL	M(+)=	40.000	kg-m/m
	M(-)=	-52.000	kg-m/m

Resumen de momentos flectores.

A)	DC	MDC(+)=	150	kg-m/m
		MDC(-)=	-155	kg-m/m
B)	DW	MDW(+)=	35	kg-m/m
		MDW(-)=	-47	kg-m/m
C)	LL+I	M(+)=	2915	kg-m/m
		M(-)=	702	kg-m/m
D)	PL	M(+)=	40	kg-m/m
		M(-)=	-52	kg-m/m

Diseño del refuerzo.

Estado límite: resistencia I.

Refuerzo por flexión.

PARAMETROS DE DISEÑO

n:	Modificador de carga
$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95 \quad (1.3.2.1-2)$	

- nD: Factor relacionado a la ductilidad
- nR: Factor relacionado a la redundancia
- nI: Factor relacionado a la importancia operativa

n=	1*1*1	=	1	OK
-----------	-------	---	----------	-----------

A) Refuerzo negativo.

Estado límite	n	DC	DW	LL+I	PL
Resistencia I	1	1.25	1.50	1.75	1.75
Resistencia I	1	0.90	0.65	1.75	1.75

Max
Min

Procedemos a calcular el momento de diseño para el Estado Límite de Resistencia I

Estado límite	n	MDC	MDW	MLL+I	PL
Resistencia I	1	-155 kg.m/m.	-47 kg.m/m.	702 kg.m/m.	-52 kg.m/m.

Mu=	873.25 kg.m/m.
------------	-----------------------

***FORMULAS BÁSICAS A USAR**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$



$$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}$$



$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{\left(\frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}\right)}{2}\right)}$$

***CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO A DISEÑAR**

b=	100 cm.
h=	20 cm.
Recubrimiento=	5 cm.
# de capas:	una capa
Barra a utilizar:	1/2"
Φ FLEXIÓN ASUMIDO=	0.9
d=	14.365 cm.
f'c=	280 kg./cm ² .
f'y=	4200 kg./cm ² .



$$A_s = \frac{873.25 * 10^2}{0.90 * 4200 * \left(14.365 - \frac{\left(\frac{4200 * A_s}{0.85 * 280 * 100}\right)}{2}\right)}$$

As=	1.62 cm².
------------	-----------------------------



$$a = \frac{4200 * 6.45}{0.85 * 280 * 100}$$

a=	0.29	cm
a=	0.29	cm

***Procedemos hacer la verificación del Φ:**

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1\right) \leq 0.9$$

c=	0.34 cm.
dt=	14.365 cm.

$$c = \frac{a}{0.85}$$



$$\phi = 0.65 + 0.15 * \left(\frac{14.365}{0.34} - 1\right)$$

Φ	=	6.89	<=	0.9
---	---	------	----	-----

Φ VERIFICADO	=	0.9
--------------	---	-----

***Procedemos a calcular el espaciamiento:**

*Usando Φ= 1/2"

$$S = \frac{A_{barra} * b}{A_{s calculado}}$$

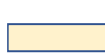
$$S = \frac{1.29 * 100}{1.62}$$

s=	79.40 cm.
-----------	------------------

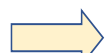
USAR: 1Φ 1/2"@ 0.200 m.

***Hallamos el Acero útil:**

$$A_{s(uti)} = \frac{A_{barra} * b}{S}$$



$$A_{s(uti)} = \frac{1.29 * 100}{20}$$



As(uti)=	6.45 cm².
-----------------	-----------------------------

***Hallamos el "a útil":**

$$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = \frac{4200 * 6.45}{0.85 * 280 * 100}$$



a(uti)=	1.14 cm.
----------------	-----------------

*Momento último resistente:

$$M_u = \phi * A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \Rightarrow M_{u,r} = 0.90 * 6.45 * 4200 \left(14.365 - \frac{1.14}{2} \right) * 10^{(-5)} \Rightarrow M_{u,r} = 3.36 \text{ Tn.m}$$

REFUERZO MÍNIMO

A. $M_{CR} = 1.1 * F_r * S$

*Esfuerzo de rotura:

$$F_r = 2.01 * \sqrt{f'c} \Rightarrow F_r = 2.01 * \sqrt{280} \Rightarrow F_r = 33.63 \text{ Kg/cm}^2$$

*Modulo de sección:

$$S = \frac{b * h^2}{6} \Rightarrow S = \frac{100 * 20^2}{6} \Rightarrow S = 6666.67 \text{ cm}^3$$

*Momento de agrietamiento:

$$M_{CR} = 1.1 * F_r * S \Rightarrow M_{CR} = 1.1 * 33.63 * 6666.67 * 10^{-5} \Rightarrow M_{CR} = 2.47 \text{ Tn.m}$$

B. $1.33 * M_u$

*Hallamos 1.33*M_u,actuante:

$$1.33 * M_u, \text{actuante} \Rightarrow 1.33 * 870 * 10^{-3} \Rightarrow 1.33 * M_u, \text{actuante} = 1.16 \text{ Tn.m}$$

*Hacemos la respectiva verificación:

$$M_{u, \text{resistente}} > (\text{menor entre } M_{cr} \text{ ó } 1.33M_u) \Rightarrow 3.36 \text{ Tn.m} > \text{menor}(1.16 \text{ Tn.m}) \Rightarrow \text{Cumple con acero mínimo}$$

B) Refuerzo positivo.

Estado límite	n	DC	DW	LL+I	PL	
Resistencia I	1	1.25	1.50	1.75	1.75	Max
Resistencia I	1	0.90	0.65	1.75	1.75	Min

Procedemos a calcular el momento de diseño para el Estado Límite de Resistencia I

Estado límite	n	MDC	MDW	MLL+I	PL
Resistencia I	1	150 kg.m/m.	35 kg.m/m.	2915 kg.m/m.	40 kg.m/m.

$$M_u = 5341.25 \text{ kg.m/m.}$$

***FORMULAS BÁSICAS A USAR**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$



$$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}$$



$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{\left(\frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}\right)}{2}\right)}$$

***CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO A DISEÑAR**

b=	100 cm.
h=	20 cm.
Recubrimiento=	3 cm.
# de capas:	una capa
Barra a utilizar:	1/2''
Φ FLEXIÓN ASUMIDO=	0.9
d=	16.365 cm.
f'c=	280 kg./cm2.
f'y=	4200 kg./cm2.



$$A_s = \frac{5341.25 * 10^2}{0.90 * 4200 * \left(16.365 - \frac{\left(\frac{4200 * A_s}{0.85 * 280 * 100}\right)}{2}\right)}$$

$$A_s = 9.08 \text{ cm}^2.$$



$$a = \frac{4200 * 6.95}{0.85 * 280 * 100}$$

a=	1.60	cm
a=	1.60	cm

*Procedemos hacer la verificación del Φ:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1\right) \leq 0.9$$

$$c = \frac{a}{0.85}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 * \left(\frac{16.365}{1.88} - 1\right)$$

c=	1.88 cm.
d_t=	16.365 cm.



φ	=	1.80	<=	0.9
---	---	------	----	-----



Φ VERIFICADO	=	0.9
--------------	---	-----

*Procedemos a calcular el espaciamiento:

*Usando φ= 1/2''

$$S = \frac{A_{\text{barra}} * b}{A_{s \text{ calculado}}}$$

$$S = \frac{1.29 * 100}{9.08}$$

$$s = 14.21 \text{ cm}$$

USAR: 1Φ 1/2" @ 0.140 m.

*Hallamos el Acero útil:

$$A_s(\text{uti}) = \frac{A_{\text{barra}} * b}{S}$$



$$A_s(\text{uti}) = \frac{1.29 * 100}{14}$$



$$A_{s(\text{uti.})} = 9.21 \text{ cm}^2.$$

*Hallamos el "a útil":

$$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'c * b}$$

$$a = \frac{4200 * 9.21}{0.85 * 280 * 100}$$



$$a_{(\text{uti.})} = 1.63 \text{ cm}$$

*Hallamos el momento último resistente:

$$M_u = \phi * A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_u, r = 0.90 * 9.21 * 4200 \left(16.365 - \frac{1.63}{2} \right) * 10^4 (-5)$$

$$M_{u,r} = 5.42 \text{ Tn.m}$$

REFUERZO MÍNIMO

$$A. \quad M_{CR} = 1.1 * F_r * S$$

*Esfuerzo de rotura:

$$F_r = 2.01 * \sqrt{f'c}$$

$$F_r = 2.01 * \sqrt{280}$$

$$F_r = 33.63 \text{ Kg/cm}^2$$

*Modulo de sección:

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

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

$$S = 6666.67 \text{ cm}^3$$

*Momento de agrietamiento:

$$M_{CR} = 1.1 * F_r * S$$

$$M_{CR} = 1.1 * 33.63 * 6666.67 * 10^{-5}$$

$$M_{CR} = 2.47 \text{ Tn.m}$$

$$B. \quad 1.33 * M_U$$

*Hallamos 1.33*M_u,actuante:

$$1.33 * M_u, \text{actuante}$$

$$1.33 * 5341 * 10^{-3}$$

$$1.33 * M_u, \text{actuan} = 7.10 \text{ Tn.m}$$

*Hacemos la respectiva verificación:

$$M_{u, \text{resistente}} > (\text{menor entre } M_{cr} \text{ ó } 1.33 M_u)$$

$$5.42 \text{ Tn.m} > \text{menor}(2.47 \text{ Tn.m})$$

Cumple con acero mínimo

Refuerzo por temperatura.

Calculamos el acero por temperatura :

$$\text{Para } f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2: \quad A_s \geq \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_s \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Datos

$$b = 900 \text{ cm}$$

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

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

$$A_s t = \frac{0.18 (b * h)}{2 (b + h)}$$

$$A_s t = \frac{0.18 (900 * 20)}{2 (840 + 20)}$$

$$A_s t = 1.76 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Verificación de acero por temperatura respecto a los parámetros mínimos:



Diseñamos con el acero por temperatura mínimo de acuerdo a los límites:

$$A_{s_t} = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Calculamos el espaciamiento del refuerzo:



Hacemos la verificación del espaciamiento del refuerzo:

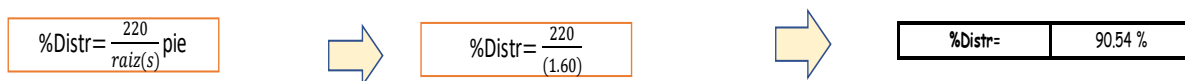
Separación máxima:	
a) s=60 cm.	OK
b) s=45 cm.	OK

USAR: 1Φ 3/8" @ 0.30 m.

Refuerzo de distribución:

Calculamos el porcentaje por distribución :

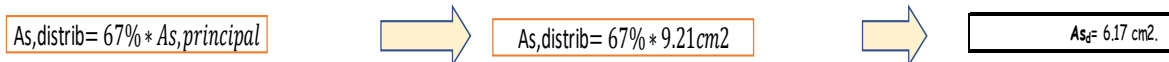
Datos
h= 20 cm.
B= 100 cm.
S= 1.800 m



Diseñamos con el porcentaje de distribución mínimo de acuerdo a los límites:

$$\% \text{ distribución} = 67.0 \%$$

Calculamos el acero por distribución:



Calculamos el espaciamiento del refuerzo:



USAR: 1Φ 1/2" @ 0.20 m.

Estado límite: servicio I.

Refuerzo por flexión:

PARAMETROS DE DISEÑO

n: Modificador de carga

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95 \quad (1.3.2.1-2)$$

- nD: Factor relacionado a la ductilidad
- nR: Factor relacionado a la redundancia
- nI: Factor relacionado a la importancia operativa

Por lo tanto:

n=	1*1*1	=	1	OK
----	-------	---	---	----

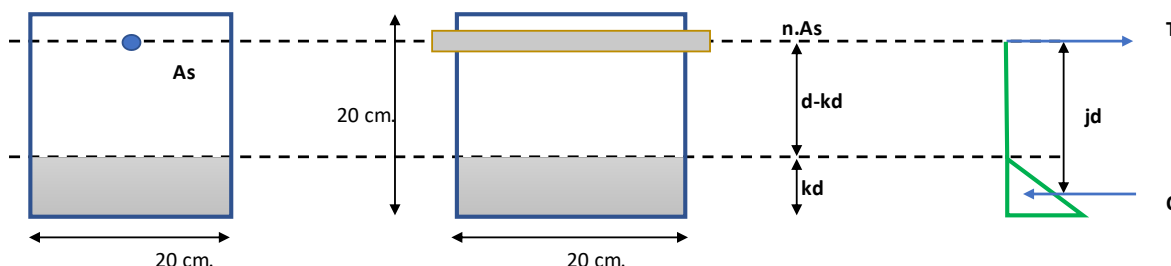
A) Refuerzo negativo.

Procedemos a calcular el momento de diseño para el Estado Límite de Servicio I

Estado límite	n	MDC	MDW	MLL+I	PL
Servicio I	1	-155 kg.m./m.	-47 kg.m./m.	702 kg.m./m.	-52 kg.m./m.

Ms= 449 kg.m./m.

*Revisión de fisuración por un ancho de espaciamiento del refuerzo negativo.



Revisión de fisuración para refuerzo negativo:	Equilibrio de fuerzas: F _{COMPRESIÓN} = F _{TRACCIÓN}	Separación máxima del refuerzo:
<p>Φ barra= 1/2"</p> <p>Recubrimiento: 5 cm.</p> <p>d= 14.365 cm.</p> <p>Ms= 449 kg.m./m.</p> <p>Ms_(ancho trib.) = 89.80 kg.m.</p> <p>As= 1.29 cm².</p> <p>n.As= 10.79 cm².</p>	<p>kd₁= 3.43 cm.</p> <p>kd₂= -4.51 cm.</p> <p>kd= 3.43 cm.</p> <p>jd= 13.22 cm.</p> <p>f_{ss}= 526.564567 kg./cm².</p> <p>60%fy= 2520 kg./cm².</p> <p style="text-align: center; background-color: #d4edda;">OK</p>	$s \leq \frac{125,000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$ <p>γ_e= 0.75</p> <p>d_c= 5.635 cm.</p> <p>β_s= 1.56</p> <p>S_{MAX}= 102.83 cm.</p> <p>S_(ASUM.)= 20 cm.</p> <p style="text-align: center; background-color: #d4edda;">OK</p>

$$s \leq \frac{125,000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)}$$

- γ_e = factor de exposición
- = 1.00 para la condición de exposición Clase 1
- = 0.75 para la condición de exposición Clase 2
- d_c = espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema de tensión hasta el centro del refuerzo de flexión más próximo allí localizado (cm).
- f_{ss} = esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio (kg/cm²).
- h = espesor total o peralte del componente (cm).
- d_t = distancia desde la fibra de compresión extrema hasta el centroide de la barra de tracción extrema (cm).

B) Refuerzo positivo.

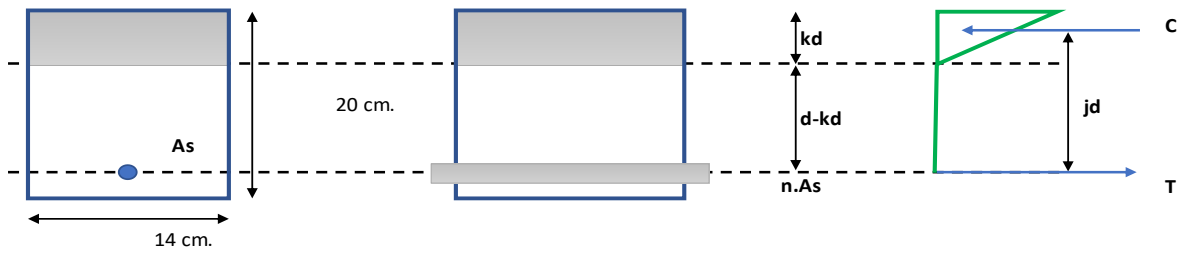
Procedemos a calcular el momento de diseño para el Estado Límite de Servicio I

Estado límite	n	DC	DW	LL+I	PL
Servicio I	1	1	1	1	1

Estado límite	n	MDC	MDW	MLL+I	PL
Servicio I	1	150 kg.m./m.	35 kg.m./m.	2915 kg.m./m.	40 kg.m./m.

Ms=	3141 kg.m./m.
------------	----------------------

*Revisión de fisuración por un ancho de espaciamiento del refuerzo negativo.



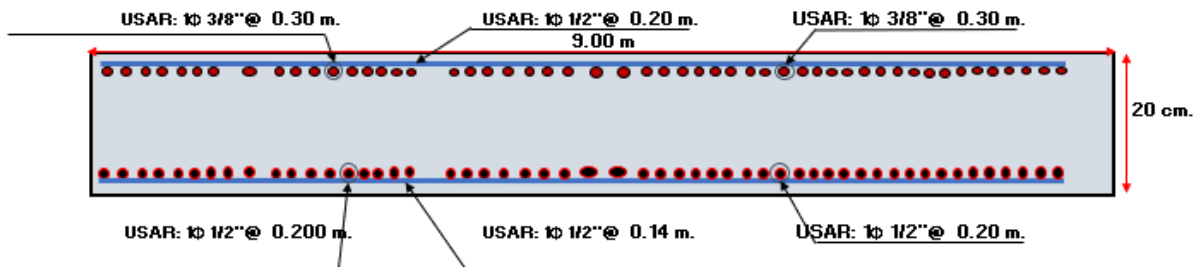
Revisión de fisuración para refuerzo positivo:	Equilibrio de fuerzas: $F_{COMPRESIÓN} = F_{TRACCIÓN}$	Separación máxima del refuerzo:
Φ barra= 1/2" Recubrimiento: 3 cm. $d = 16.365$ cm. $Ms = 3141$ kg.m./m. $Ms_{(ancho trib.)} = 439.74$ kg.m. $As = 1.29$ cm ² . $n.As = 10.79$ cm ² .	$kd_1 = 4.31$ cm. $kd_2 = -5.85$ cm. $kd = 4.31$ cm. $jd = 14.93$ cm. $f_{ss} = 2283.52243$ kg./cm ² . $60\%f_y = 2520$ kg./cm ² .	$s \leq \frac{125,000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$ $\gamma_e = 1$ $d_c = 3.635$ cm. $\beta_s = 1.32$ $S_{MAX} = 34.28$ cm. $S_{(ASUM.)} = 14$ cm.
	OK	OK

$$s \leq \frac{125,000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)}$$

- γ_e = factor de exposición
- = 1.00 para la condición de exposición Clase 1
- = 0.75 para la condición de exposición Clase 2
- d_c = espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema de tensión hasta el centro del refuerzo de flexión más próximo allí localizado (cm).
- f_{ss} = esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio (kg/cm²).
- h = espesor total o peralte del componente (cm).
- d_t = distancia desde la fibra de compresión extrema hasta el centroide de la barra de tracción extrema (cm).

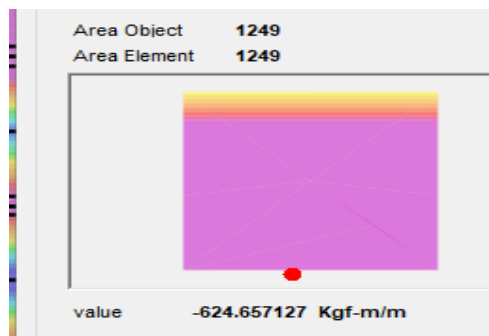
Distribución final del acero.



Diseño del voladizo:

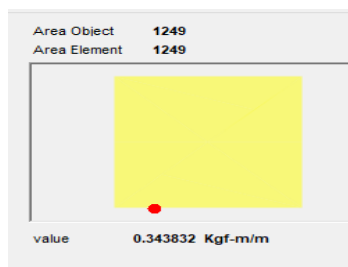
A) CALCULO DE MOMENTOS

DC



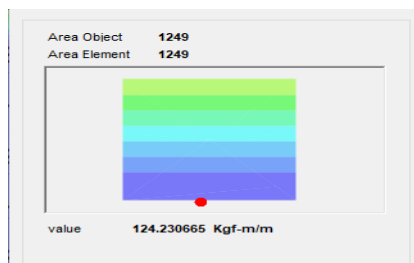
$$\mathbf{MDC(-)= -625.00 \text{ Kgf-m/m}}$$

DW



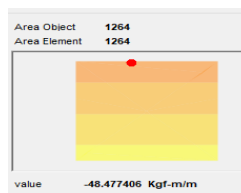
$$\mathbf{MDW(-)= 0.35 \text{ Kgf-m/m}}$$

LL+IM



$$\mathbf{M(LL+IM)= 919.47 \text{ Kgf-m/m}}$$

PL



$$\mathbf{MPL -50.00 \text{ Kgf-m/m}}$$

B) RESUMEN DE MOMENTOS

A)	DC	MDC(-)=	-625.00 Kgf-m/m
B)	DW	MDW(-)=	0.35 Kgf-m/m
C)	LL+I	M(-)=	919.47 Kgf-m/m
D)	LL+I	M(-)=	-50.00 Kgf-m/m

Diseño del refuerzo:**Estado límite: resistencia I.****Refuerzo por flexión.****A) Refuerzo negativo.**

Estado límite	n	DC	DW	LL+I	PL	
Resistencia I	1	1.25	1.50	1.75	1.75	Max
Resistencia I	1	0.90	0.65	1.75	1.75	Min

Área de acero calculado:		Verificación de ϕ		Verificación del refuerzo mínimo	
Mu=	740.8475 kg.m/m.	$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_c}{c} - 1 \right) \leq 0.9$		As(uti.)=	6.45 cm ² .
b=	100 cm.	c=	0.29	a(uti.)=	1.14 cm.
$\phi_{\text{FLEXIÓN}}$ =	0.9	dt=	14.365 cm.	MUR=	3.36 Tn.m.
Recubrimiento=	5 cm.	ϕ =	0.9	$M_{cr} = 1.1(f_c S)$	a) M _{CR} = 2.47 Tn.m. b) 1.33*Mu= 0.99 Tn.m.
# de capas:	una capa		0		
Barra a utilizar:	1/2"	Usando ϕ =	1/2"	Cumple con acero mínimo	
d=	14.365 cm.	s=	93.76		
a=	0.24 cm.	USAR: 1ϕ 1/2" @ 0.20 m.			
As=	1.38 cm ² .	ALTERNADO			
a=	0.24 cm.				

Puente tipo cajón: diseño de viga interior - refuerzo positivo:

Luz Total	80	m
Luz Tramo 1	25	m
Luz Tramo 2	30	m
Luz Tramo 3	25	m
F'c=	280	kg/cm ²
Fy=	4200	kg/cm ²
Tramo	Continuo	
Inc. Barreras	Si	

Dimensionamiento de la Viga Interior		
Distancia Eje a Eje de Vigas S:	2.20	m
Ancho Viga Int. (Losa Superior) b sup	2.20	m
Peralte Total	1.70	m
Altura de Losa Superior t sup:	0.20	m
Altura de Losa Inferior t inf:	0.20	m
Ancho de Voladizo v:	1.20	m
Ancho Viga Int. (Losa Inferior) b inf:	2.20	m
Espesor de Nervios bw:	0.40	m
Peralte de Nervios H':	1.30	m

Propiedades de la sección: Viga Interior		
S	2.20 m	7.22 ft
L	30.00 m	98.40 ft
Nc	3	3 und
Nb	4	4 und
d	1.70 m	66.93 in

Pesos Especificos de los Materiales

P.E. del Concreto	2.4 Tn/m ³
P.E. Asfalto	2.23 Tn/m ³
Espesor de carpeta e =	0.05 m

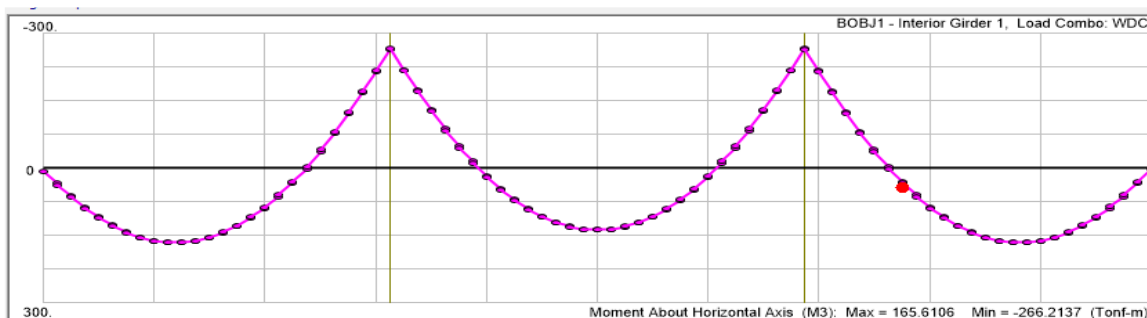
Cargas Distribuidas.

Carga Permanente: DC

TODO LO QUE CARGA LA VIGA INTERIOR EN EL CSI BRIDGE

W _{losa superior}	2.20 m	0.200 m	2.4 Tn/m³	=	1.056 Tn/m
W _{viga}	0.40 m	1.300 m	2.4 Tn/m³	=	1.248 Tn/m
W _{losa inferior}	2.20 m	0.200 m	2.4 Tn/m³	=	1.056 Tn/m
W _{barrera}	0.23 m ²		2.4 Tn/m³	=	0.552 Tn/m
W _{vereda}	0.60 m	0.100 m	2.4 Tn/m³	=	0.144 Tn/m
W _{cartelas}	2* 0.5 *	0.15 * 0.15	2.4 Tn/m³	=	0.054 Tn/m

W_{DC} = 4.110 Tn/m



MDC(+)=	165.61	Tnf-m
MDC(-)=	-266.21	Tnf-m

Carga por superficie de rodadura: DW

TODO LO QUE CARGA LA VIGA INTERIOR EN EL CSI BRIDGE

W _{asfalto}	2.20 m	0.05 m	2.23 Tn/m³	=	0.25 Tn/m
----------------------	--------	--------	------------------------------	---	-----------

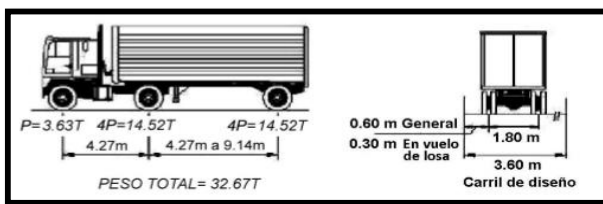
W_{DW} = 0.25 Tn/m



MDW(+)=	10.21	Tnf-m
MDW(-)=	-16.78	Tnf-m

Carga por carga viva: LL + i

Vehículo de Diseño: HL - 93
 Camión de Diseño: HL - 93K



P	3.63	Tn
4P	14.52	Tn

Tándem de Diseño: HL - 93M



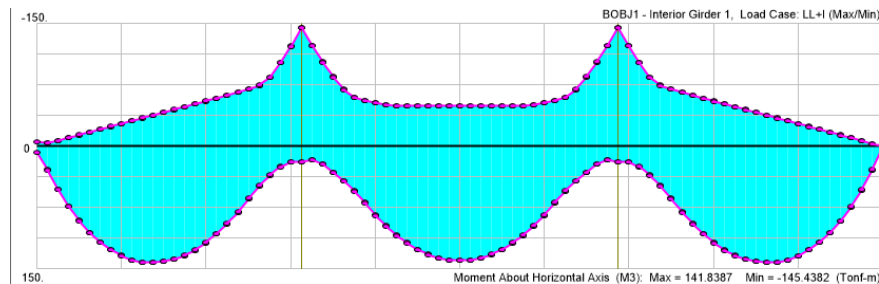
P1	11.40	Tn
P2	11.40	Tn

Carril de Diseño:



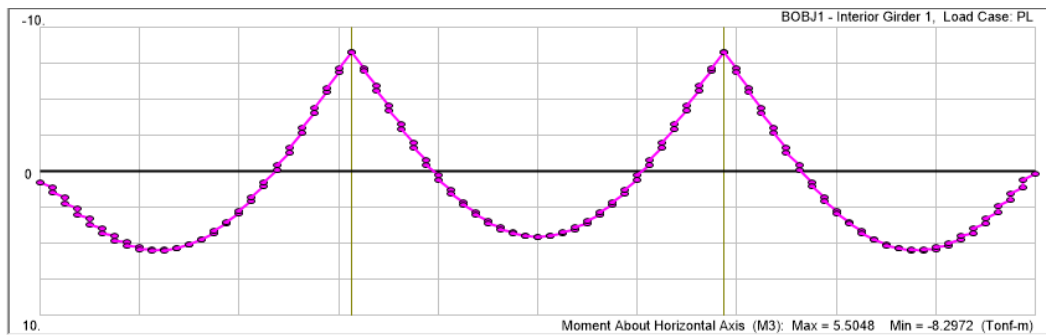
Carril	0.954	Tn/m
--------	-------	------

M(+) = Momento mayor entre el Camión o Tandem x 1.33 + Mom. Carril



$M_{LL+i} (+)$	141.830	Tn-m
$M_{LL+i} (-)$	-145.430	Tn-m

Carga por carga viva: PL



MPL (+)	5.500	Tn-m
MPL (-)	-8.290	Tn-m

Resumen de Momentos Positivos

M_{DC}	165.610	Tn - m	(POR METRO)	ACTUANDO EN LA VIGA INTERIOR
M_{Dw}	10.210	Tn - m	(POR METRO)	ACTUANDO EN LA VIGA INTERIOR
$M_{carga\ viva}$	141.830	Tn - m	(POR METRO)	ACTUANDO EN LA VIGA INTERIOR
M_{PL}	5.500	Tn - m	(POR METRO)	ACTUANDO EN LA VIGA INTERIOR

Diseño de la viga interior por flexión: estado resistencia I.

$$M_u = n \sum \gamma_i M_i = \phi R_n \quad \text{Donde: } n = n_D \cdot n_R \cdot n_I > 0.95$$

$n_D =$	1.00	Factor de ductilidad
$n_R =$	1.00	Factor de redundancia
$n_I =$	1.00	Factor de importancia

n	1
---	---

Factores de carga

	DC	DW	LL + i	PL
Momentos	165.610	10.210	141.830	5.500
γ	1.25	1.50	1.75	1.75
	207.013	15.315	248.203	9.625

$M_{Resistencia\ I} =$	$\eta^*(Y_{DC} * M_{DC} + Y_{DW} * M_{DW} + Y_{LL+i} * M_{LL+i} + 1.75PL)$
$M_{Resistencia\ I}$	480.1550 Tn - m

Diseño por flexión:**Diseño por Flexión.**

hf sup =	20.00	cm
Φ	0.9	Será recalculado luego
f'c=	280.00	Kgf/cm ²
fy=	4200.00	Kgf/cm ²

Mu=	480.16	Tnf-m
b=	220.00	cm
d=	164.46	cm

a=	6.32	cm
As=	78.75	cm ²
a=	6.32	cm

$a < hf$	hf = 20.00 cm
----------	---------------

Diseño como viga rectangular

a=	6.317	cm
As=	78.751	cm ²

Verificación

$$\phi = 0.65 + 0.15 * \left(\frac{d}{c} - 1 \right)$$

d=	164.46	cm
a=	6.32	cm
β	0.850	
c	7.435	cm

Φ	3.8178	El valor de Φ es 0.9
--------	--------	---------------------------

Usando	$\phi 1$	"	
B acero req=	15.53		
S	14.16	cm	
B acero colocado=	16		
Usar	$\phi 1$	"	@ 13.00 cm

Refuerzo mínimo.

$$A_{s\text{ Util}} = \frac{A_{\text{ barra } X b}}{s}$$

$\phi 1$	"	5.07	cm ²
b=		220	cm
S=		13.00	cm

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

As util=	85.750	cm ²	a =	6.878	cm
----------	--------	-----------------	-----	-------	----

$$M_{u\text{ resistente}} = \phi * A_s * f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Mu resistente= 521.928 Ton-m

$$M_{CR} = 1.10 \times F_r \times S$$

$$F_r = 2.01 \times \sqrt{f'c}$$

$$S = \frac{b \times h^2}{6}$$

1) $M_{cr} =$ 392.046 Tn - m

Fr	33.634	kg/cm ²
b=	220	cm
h=	170.00	cm
S	1059666.67	cm ³

MResistencia I 480.16 Tn - m

2) $1.33M_u =$ 638.606 Tn - m

$$M_{u\text{ resistente}} > (\text{menor entre } M_{cr} \text{ ó } 1.33M_u)$$

Muresist. = 521.928 > Mcr = 392.046 OK

Verificación Sí cumple acero mínimo

Refuerzo de la Losa Inferior:**Armadura Mínima paralela a la viga.**

$$A_s = 0.004 * b_{inferior} * t_{f inferior}$$

b inf. =	2.20 m
t _f inf. =	#####

$$A_{s_{\min}} = 17.6 \text{ cm}^2$$

Usando= $\emptyset 1/2''$

$$S = \frac{A_{\text{barra}} \times b}{A_{s_{\min}}}$$

$$S = 15.83 \text{ cm} \quad \text{Se usa en una cara-cara superior}$$

Usar $\emptyset 1/2''$ @ 15.00 cm

Armadura Mínima perpendicular a la viga.

$$A_s = 0.005 * t_{f inferior} * 100$$

t _f inf. =	0.200 m
-----------------------	---------

$$A_{s_{\min}} = 10 \text{ cm}^2$$

Usando= $\emptyset 1/2''$

$$S = \frac{2 * A_{\text{barra}} \times b}{A_{s_{\min}}}$$

$$S = 25.34 \text{ cm} \quad \text{Se usa en ambas caras-cara superior y cara inferior}$$

Usar $\emptyset 1/2''$ @ 25.00 cm

Acero por contracción y temperatura.

$A_s t = \frac{0.18 (bw * h)}{2 (bw + h)}$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">bw =</td> <td style="padding: 2px;">0.40 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">h =</td> <td style="padding: 2px;">1.70 m</td> </tr> </table>	bw =	0.40 m	h =	1.70 m
bw =	0.40 m				
h =	1.70 m				
$A_{s \text{ temperatura}} = 2.9143 \text{ cm}^2/\text{m}$	En cada cara				
$2.33 < A_{st} < 12.70$					
$A_{s \text{ temperatura}} = 2.91 \text{ cm}^2/\text{m}$					
Usando = $\varnothing 1/2''$					
$S = \frac{A \text{ barra } \times b}{A_{s \text{ min}}}$	Se usa en ambas caras-cara derecha y cara izquierda				
$S = 43.47 \text{ cm}$	Condiciones: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">$s < 3h$</td> <td style="padding: 2px;">ó</td> <td style="padding: 2px;">$s < 45 \text{ cm}$</td> </tr> </table>	$s < 3h$	ó	$s < 45 \text{ cm}$	
$s < 3h$	ó	$s < 45 \text{ cm}$			
Usar $\varnothing 1/2''$ @ 40.00 cm					

Acero de Paramento:

$A_{sk} = 0.10 * (d - 76) \text{ cm}^2/\text{m}$			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">d =</td> <td style="padding: 2px;">164.46</td> <td style="padding: 2px;">cm</td> </tr> </table>	d =	164.46	cm
d =	164.46	cm	
$A_{sL} = 8.846 \text{ cm}^2/\text{m}$			
$A_{sk} = A_{sL} * 1.300 \text{ m cm}^2$			
$A_s = 11.500 \text{ cm}^2$			
Usar 7 $\varnothing 5/8''$ $A_s = 13.86 \text{ cm}^2$			
Se usa en ambas caras-cara derecha y cara izquierda			

Condiciones de servicio I.

$$\mu_u = n \sum g_i \cdot M_i = \varnothing R_n \quad \text{Donde: } n = n_D \cdot n_R \cdot n_I > 0.95$$

$$n_D = 1.00 \quad \text{Factor de ductibilidad}$$

$$n_R = 1.00 \quad \text{Factor de redundancia}$$

$$n_I = 1.00 \quad \text{Factor de importancia}$$

n	1
---	---

Factores de carga

	DC	DW	LL + i	PL
Momentos	165.610	10.210	141.830	5.500
γ	1	1	1	1
	165.610	10.210	141.830	5.500

$M_{\text{servicio I}} =$	$\eta * (YDC * MDC + YDW * MDW + YLL+I * MLL+I + 1PL)$
$M_{\text{servicio I}}$	323.1500 Tn - m

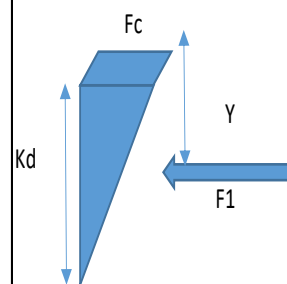
E_s	2100000	kg/cm ²
E_c	252671.328	kg/cm ²
n	8.31	
A_s	85.75	cm ²
$(n \cdot A_s)$	712.69	cm ²
b	220	cm
b_w	40.00	cm
h_f	20.00	cm
H	170.00	cm
d	164.46	cm
d_c	5.54	cm

ASUMIENDO QUE LA SECCIÓN EVALUADA ES RECTANGULAR

$$b \cdot Kd \cdot \frac{Kd}{2} = (n \cdot A_s) \cdot (d - Kd)$$

$Kd =$	29.560	cm
--------	--------	----

$Kd > h_f$	No se evalúa como sección rectangular
------------	---------------------------------------

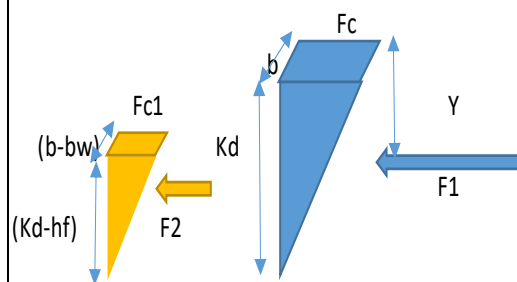


EVALUANDO LA SECCIÓN COMO "T"

$$b_w \cdot Kd \cdot \frac{Kd}{2} + (b - b_w) \cdot h_f \cdot (Kd - \frac{h_f}{2}) = (n \cdot A_s) \cdot (d - Kd)$$

$Kd =$	31.230	cm
--------	--------	----

$Kd > h_f$	Si se evalúa como sección rectangular
------------	---------------------------------------



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot Fc \cdot Kd \cdot b$$

3435.300	Fc
----------	----

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot Fc1 \cdot (Kd - hf) \cdot (b - \frac{Fc}{Kd} = \frac{Fc1}{(Kd - hf)})$$

$$Fc1 = \frac{Fc}{Kd} \cdot (Kd - hf)$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Fc}{Kd} \cdot (Kd - hf) \cdot (Kd - hf) \cdot (b - bw)$$

363.438	Fc
---------	----

$$Y = \frac{F1 \cdot (\frac{Kd}{3}) - F2 \cdot (hf + \frac{Kd - hf}{3})}{(F1 - F2)}$$

$$F_s = \frac{Ms}{As \cdot jd}$$

$$F_s < 0.60 \cdot fy$$

MServicio I	323.15
As	85.75
kd	31.23
hf	20.00
d	164.46
Y =	8.83

Tn - m
cm2
cm
cm
cm
cm

Jd	155.627	cm
Fs	2421	kg/cm ²
0.6 Fy	2520	kg/cm ²

Sí cumple con la condición de servicio

Separación máxima de la armadura.

B _s	1.05	
F _s	2421.48	
Y _e	1.00	
H	170.00	cm
d	164.46	cm
d _c	5.54	cm

$$S_{m\acute{a}x} \leq \frac{125000 * \gamma_e}{\beta_S * f_s} - 2 * d_c \quad \beta_S = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

$$\gamma_e = 1$$

$$d_c = r + \phi \left(\frac{1}{2} \right) + \frac{\phi (1')}{2}$$

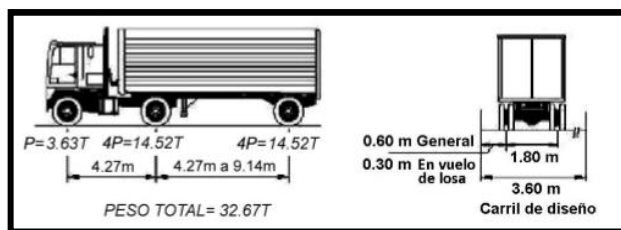
S _{máx}	38.17	cm
S	13.00	cm

Sí cumple separación máxima

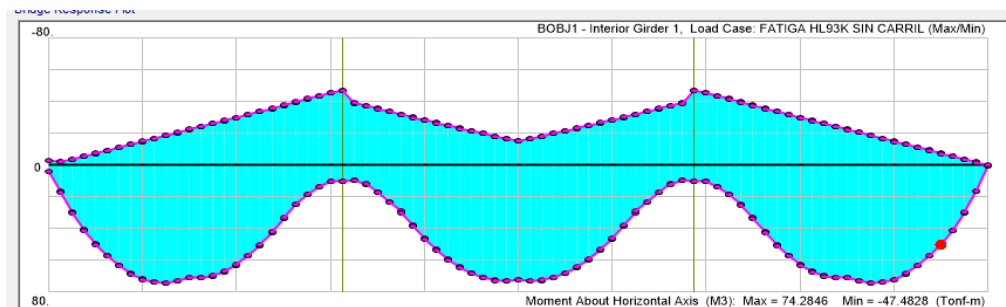
Verificación de la fatiga.

Vehículo de Diseño: HL - 93

Camión de Diseño: HL - 93K



P	3.63	Tn
4P	14.52	Tn



M_{LL+I} **74.280** Tn - m Con el factor de distribución e incremento por impacto (15%)

Mu = nΣgi.Mi = φRn Donde: n=nD.nR.nI > 0.95

- n_D = 1.00 Factor de ductibilidad
- n_R = 1.00 Factor de redundancia
- n_I = 1.00 Factor de importancia

n	1
---	---

Factores de carga

	DC	DW	LL + i FAT
Momentos	0	0	74.280
γ	0	0	1.5
	0	0	111.420

M_{Fatiga I} = η*(YLL+I*M_{LL+I} FAT)

M_{Fatiga I} **111.420** Tn - m

***Sección Fisurada**

$$f_{tracción} C^{\circ} > 0.80 * (\sqrt{f'c})$$

$$f_{tracción} = \frac{M}{S}$$

$$0.80 * \text{RAIZ}(f'c) = 13.387 \text{ kg/cm}^2$$

	DC	DW	LL+i
Momentos	165.610	10.210	74.280
γ	1	1	1.5
	165.610	10.210	111.420

$$f_{tracción} C^{\circ} = \frac{M'_{fatiga}}{S} = \frac{M_{dc} + M_{dw} + M_{fat}}{s}$$

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$M'_{Fatiga I}$	287.2400	Tn - m
b=	220.00	cm
h=	170.00	cm
S	1059666.67	cm ³

$$F_{tracción C^{\circ}} = 27.107 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{tracción C^{\circ}} > 0.80 * \text{raiz}(f'c) \text{ Se usará la sección agrietada}$$

Verificación de Esfuerzos***Esfuerzos en el refuerzo por carga viva**

$M_{Fatiga I}$	111.42	Tn - m
As	85.75	cm ²
jd	155.627	cm

$$F_s = \frac{M_{fat}}{As * jd}$$

$$F_{LL} = 834.9110 \text{ kg/cm}^2$$

***Esfuerzos en el refuerzo por carga permanente**

MDC(+)=	165.61	Tnf-m
DW	10.210	Tnf-m
As	85.75	cm ²
jd	155.63	cm

$$F_s = \frac{M_{DC} + M_{DW}}{As * jd}$$

$$F_{DL} = 1317.4839 \text{ kg/cm}^2$$

***Rango Máximo de Esfuerzos**

$F_{mín}$	1317.4839	kg/cm ²
$F_{máx}$	2152.3949	kg/cm ²
Rango	834.9110	kg/cm ²
$F_{Límite}$	1252.2303	kg/cm ²

$$f_{mín} = 0 + f_{DL}$$

$$f(\text{Rango}) = f_{máx} - f_{mín}$$

$$f_{máx} = f_{LL} + f_{DL}$$

$$f(\text{Límite}) = 1687 - 0.33 * f_{mín}$$

Sí cumple por fatiga

$$f_{Límite} > f_{Rango}$$

Diseño por Cortante.

B: Dispositivo de apoyo	30.00	cm
-------------------------	-------	----

$$d_v = d - \frac{a}{2}$$

H	170	cm
d=	164.46	cm
a=	6.32	cm
dv=	161.3	cm

$$L_c = \frac{B \text{ apoyo}}{2} + dv$$

dv > 0.9 * d	148.014	cm
dv > 0.72 * h	131.24	cm

dv	161.300	cm
----	---------	----

Lc : Ubicación de la sección crítica de corte con respecto al eje del apoyo	176.300	cm
---	----------------	----

Resumen de Cortantes

	A 1.76 m		Del Eje del Apoyo
V_{DC}	46.27	Tn	POR METRO
V_{DW}	3.40	Tn	POR METRO
V_{LL+i}	31.40	Tn	POR METRO
PL	1.05	Tn	POR METRO

***Factores de Carga**

	DC	DW	LL + i	PL
Cortantes	46.27	3.40	31.40	1.05
γ	1.25	1.5	1.75	1.75
	57.838	5.100	54.949	1.838

$V_{Resistencia I} =$	$\eta^*(YDC * MDC + YDW * MDW + YLL+i * MLL+i + YPL * PL)$
$V_{Resistencia I}$	119.724 Tn

Φ	0.90
Vn 1	133.03
F'c=	280.00
Fy=	4200.00
bw=	40.00
dv	161.30
Vn 2	451.64

Tn

$$Vn1 = \frac{Vu}{\phi}$$

kg/cm2

kg/cm2

*Se considerará el menor de ambos Vn

cm

cm

Tn

$$Vn2 = 0.25 * f'c * bw * dv$$

Vn 1	133.03	Tn
------	--------	----

*Datos:

Mu=	480.16	Tnf-m
VResistencia	119.72	Tn
dv	161.30	cm
Es	2100000.00	kg/cm2
As util=	85.75	cm2
bw=	40.00	cm

ξs	0.002
β	1.753
θ	37.808

$$Vc = 0.0316 * \beta * \sqrt{f'c} * bw * dv$$

Vc	110.37	KLb
Vc	50.17	Tn

$$\epsilon = \frac{\left(\frac{Mu}{dv}\right) + Vu}{Es * As}$$

$$\beta = \frac{4.8}{1 + 750 * \epsilon}$$

$$\theta = 29 + 3800 * \epsilon$$

$$Vs = Vn - Vc$$

Vs	82.86	Tn
----	-------	----

Usando Ø 1/2" As= 1.27 cm2

$$S = \frac{Av * fy * dv * (Cot\theta + Cota) * sen\alpha}{Vs}$$

Ramas	2
S=	26.70

cm

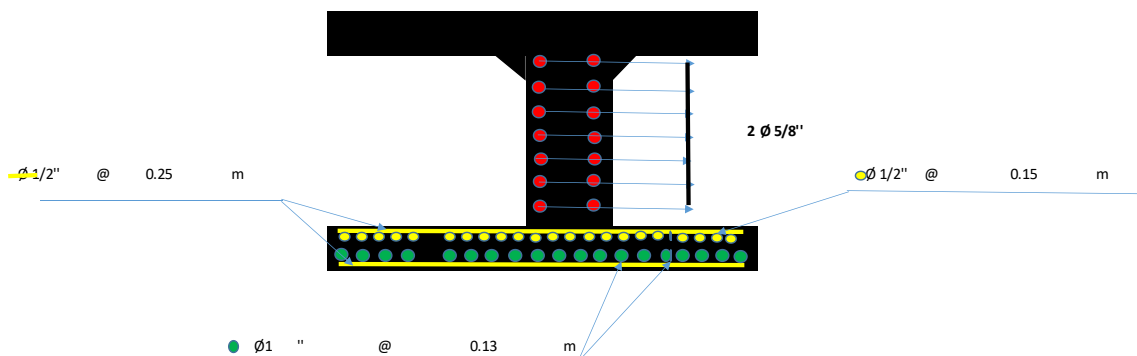
Usar Ø 1/2" @ 26.00 cm

Ok

*Refuerzo Transversal Mínimo			
V_s	82.86	Tn	$\frac{Av}{S} \geq 0.0316 * \sqrt{f'c} * \frac{bw}{fy}$
$F'c$	280.00	kg/cm ²	
Fy	4200.00	kg/cm ²	
bw	40.00	cm	
s	26.00	cm	
Av_{min}	1.119	cm ²	$Av_{min} = 0.27 * \sqrt{f'c} * \frac{bw * S}{fy}$
Av	2.53	cm ²	
			Cumple por acero mínimo por cortante
			$Av > Av_{min}$

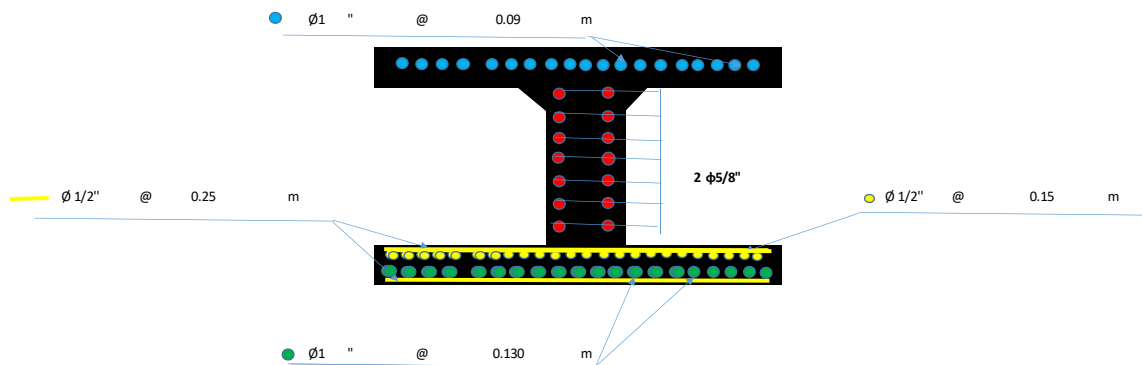
*Espaciamiento Máximo			
*Datos:		*Condiciones	
$F'c$	280.00	kg/cm ²	$1) \text{ Si } : V < 0.125 * f'c$ $\rightarrow S_{max} \leq 0.80 * dv \text{ y } \leq 24 \text{ pulg} = 60 \text{ cm}$
Φ	0.9		
VResistencia l	119.7243	Tn	
bw	40	cm	
dv	161.300	cm	
			$V = \frac{Vu}{\Phi * bw * dv}$
V	20.62	kg-f/cm ²	$2) \text{ Si } : V > 0.125 * f'c$ $\rightarrow S_{max} \leq 0.40 * dv \text{ y } \leq 12 \text{ pulg} = 30 \text{ cm}$
$0.125f'c$	35	kg-f/cm ²	
Condicion 1		Cumple por acero máximo por cortante	
S_{max}	60.00	cm	$S_{max} > S$
S	26.00	cm	

RESUMEN DEL DISEÑO DE LA VIGA INTERIOR (+)					
	Distribución de aceros				
Diseño por Flexión	Usar	$\Phi 1$ "	@	13.00	cm
Acero mínimo en la losa inferior paralelo a los nervios	Usar	$\Phi 1/2$ "	@	15.00	cm
Acero mínimo en la losa inferior perpendicular los nervios	Usar	$\Phi 1/2$ "	@	25.00	cm
Acero por temperatura	Usar	$\Phi 1/2$ "	@	40.00	cm
Acero Longitudinal en los nervios	Usar	7	$\Phi 5/8$ "	13.86	cm ²
Acero por cortante (Estribos)	Usar	$\Phi 1/2$ "	@	26.00	cm

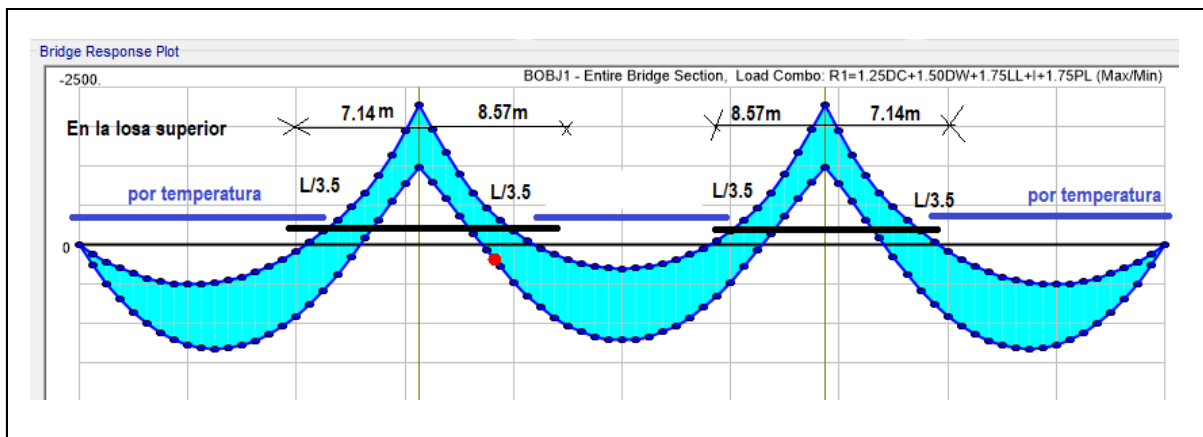


De la misma manera se procede a calcular el acero para momento negativo de la viga interior.

RESUMEN DEL DISEÑO DE LA VIGA INTERIOR (-)					
Diseño por Flexión	Distribución de aceros				
	Usar	Ø1 "	@	9.00	cm
Acero por cortante (Estribos)	Usar	Ø 1/2"	@	28.00	cm

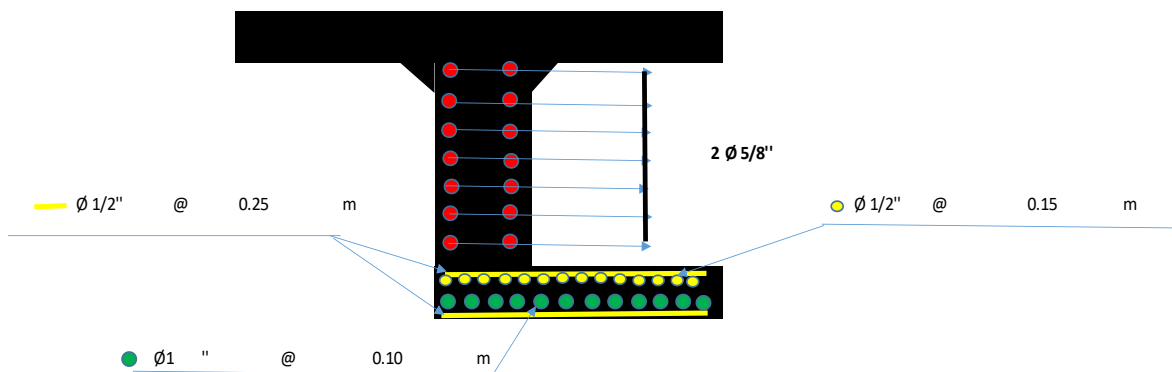


Distancia mínima para satisfacer el momento negativo medida desde el eje de la pila.



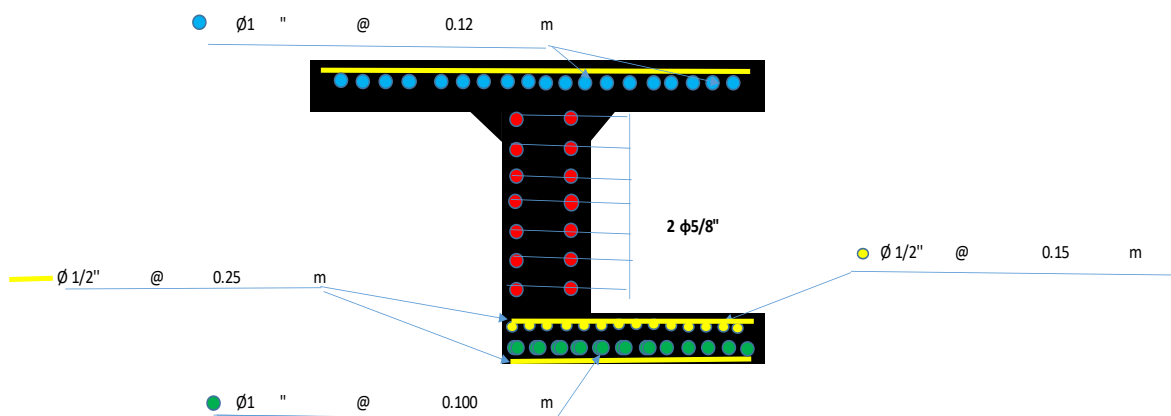
De la misma manera se procede a calcular el acero para momento positivo de la viga exterior.

RESUMEN DEL DISEÑO DE LA VIGA EXTERIOR (+)					
Diseño por Flexión	Distribución de aceros				
	Usar	Ø1 "	@	10.00	cm
Acero mínimo en la losa inferior paralelo a los nervios	Usar	Ø 1/2"	@	15.00	cm
Acero mínimo en la losa inferior perpendicular los nervios	Usar	Ø 1/2"	@	25.00	cm
Acero por temperatura	Usar	Ø 1/2"	@	40.00	cm
Acero Longitudinal en los nervios	Usar	7	Ø 5/8"	13.86	cm2
Acero por cortante (Estribos)	Usar	Ø 1/2"	@	30.00	cm

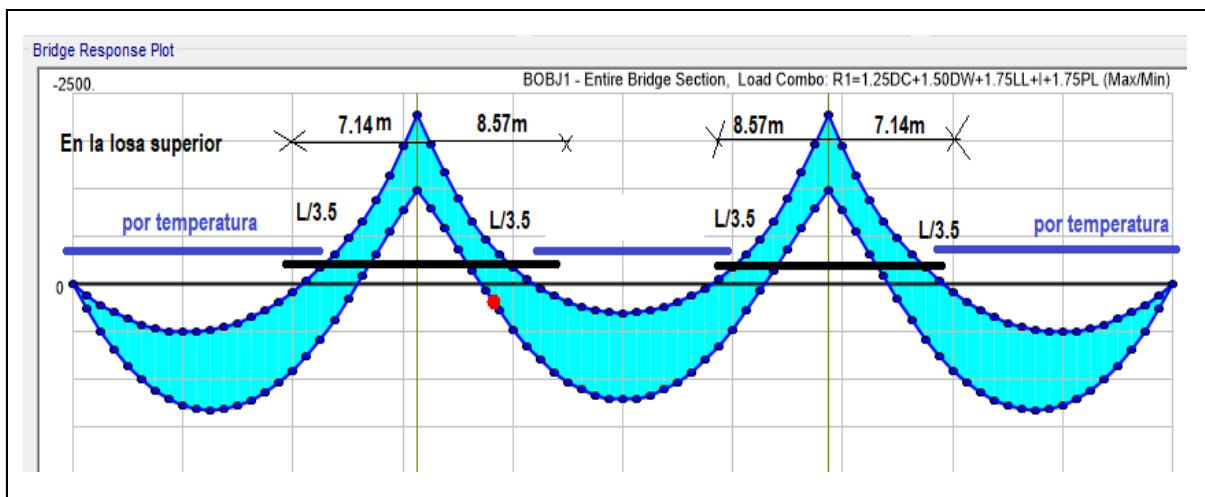


De la misma manera se procede a calcular el acero para momento negativo de la viga exterior.

RESUMEN DEL DISEÑO DE LA VIGA INTERIOR (-)					
Diseño por Flexión	Usar	Ø1 "	@	12.00	cm
Acero por cortante (Estribos)	Usar	Ø 1/2"	@	30.00	cm



Distancia mínima para satisfacer el momento negativo medida desde el eje de la pila.



e) Diseño de elastómeros:

DISPOSITIVOS DE APOYO-VIGA CABEZAL

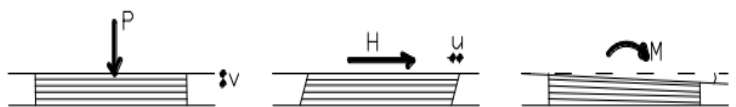


Fig. 4.1 Solicitaciones en dispositivos de apoyo

APOYOS DE ELASTÓMERO

CARGAS DE LA SUPERESTRUCTURA			CONSIDERACIONES ADICIONALES
	PESO PROPIO	98.79 Tn	
SUPERFICIE RODADURA	6.78 Tn		- Cuando el grosor de una capa exterior es mayor o igual que la mitad de una capa interior n puede incrementar en 0.5 por cada capa exterior
CARGA VIVA VEHICULAR	48.40 Tn		
CARACTERÍSTICAS GENERALES	LONGITUD DE LA VIGA	30.0 m	- Todas las capas interiores tendrán el mismo grosor y las capas exteriores no tendrán más del 70% del grosor de una capa interior.
	BASE VIGAS	0.40 m	
	ACORTAMIENTO POR RETRACCIÓN DEL CONCRETO	0.9 cm	
	DUREZA DE ELASTÓMERO	60	
	ACERO DE PLACAS DE REFUERZO	A 36	
	Fy ACERO DE PLACAS DE REFUERZO	2530 Kg/cm2	
	REGIÓN DE UBICACIÓN	Costa	
	TEMPERATURA DE INSTALACIÓN	25 °C	
MÉTODO UTILIZADO	A		

1.- CÁLCULO DE ÁREA EN PLANTA DEL ELASTÓMERO (Á=L*W)

PDC =	98790 kg	
PDW =	6780 kg	
PLL =	48400 kg	
PT =	153970 kg	(Estado Límite de Servicio)



El esfuerzo en compresión promedio para dispositivos de elastómero rectangulares reforzados con acero cumplirá:

$$\sigma_s \leq 1.25 GSi$$

$$\sigma_s \leq 87.90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$A_{req} = \frac{PT}{\sigma_s} = \frac{153970 \text{ kg}}{87.9 \text{ Kg/cm}^2} = 1752 \text{ cm}^2$$

$$B = W = 40 \text{ cm}$$

$$L = \frac{1752 \text{ cm}^2}{40 \text{ cm}} = 43.800 \text{ cm} \quad \checkmark = 50 \text{ cm}$$

$$A_{efec} = 2000 \text{ cm}^2$$

OK

2.- MÁXIMA DEFORMACIÓN POR CORTE DEL ELASTÓMERO (Δ_S)**POR TEMPERATURA**

RANGOS DE TEMPERATURA (°C)						
MATERIAL	COSTA		SIERRA		SELVA	
Concreto Armado o Presforzado	10 °C	40 °C	-10 °C	35 °C	10 °C	50 °C
Acero	5 °C	50 °C	-20 °C	50 °C	10 °C	60 °C
Madera	10 °C	40 °C	-10 °C	35 °C	10 °C	50 °C

$$T_{inst} = 25 \text{ °C}$$

$$\Delta_T = 20 \text{ °C}$$

$$L = 3000 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0.0000108 / \text{°C}$$

Libro de serquén

$$\Delta_{temp} = 0.648 \text{ cm}$$

POR RETRACCIÓN DE FRAGUA

$$\Delta_{retrac} = 0.9 \text{ cm}$$

$$\gamma_{TU} = 1.2$$

Acortamiento total de viga, estado límite de Servicio

$$\Delta_S = \gamma_{TU} (\Delta_{tem} + \Delta_{retrac})$$

$$\Delta_S = 1.86 \text{ cm}$$

3.- CÁLCULO DE ESPESOR DEL ELASTÓMERO (h_{rt})

$$h_{rt} > 2\Delta_S$$

$$h_{rt} > 3.72 \text{ cm}$$

4.- FACTOR DE FORMA (S_i) mínimo

Detalle	Dureza (Shore A)					
	50		60		70	
Módulo de corte G @ 23°C (Kg/cm ²)	6.68	9.14	9.14	14.06	14.06	21.09
Deflexión por creep @ 25 años dividida por la deflexión inicial	0.25		0.35		0.45	

$$G = 9.14 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_S = \frac{PT}{A_{efec}} = 76.99 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_S \leq 1.25GS_i \quad \longrightarrow \quad S_i \geq \frac{\sigma_S}{1.25G} = 6.74$$

5.- GROSOR DE LA CAPA INTERIOR DEL ELASTÓMERO (h_{ri})

$$S_i \geq \frac{LW}{2h_{ri}(L+W)} = \quad \longrightarrow \quad h_{ri} \leq \frac{LW}{2S_i(L+W)} = 1.65 \text{ cm}$$

donde:

L = dimensión del dispositivo en planta perpendicular al eje de rotación considerado (generalmente paralelo al eje global longitudinal del puente).

W = dimensión del dispositivo en planta paralelo al eje de rotación considerado (generalmente paralelo al eje global transversal del puente).

D = diámetro del dispositivo.

h_{ri} = grosor de la capa considerada.

Asumiendo capa interior	$h_{ri} =$	1.60 cm		
Factor de forma para capa interior	$S_i =$	6.94	\geq	6.74
		OK		

6.- GROSOR DE LAS CAPAS EXTERIORES DEL ELASTÓMERO (h_{re})

$$h_{re} \leq 0.7h_{ri}$$

$$h_{re} \leq 1.12 \text{ cm}$$

Asumiendo	$h_{re} =$	1.00 cm
-----------	------------	---------

Factor de forma para capa exterior	$S_e =$	11.11
------------------------------------	---------	-------

7.- NÚMERO DE CAPAS INTERIORES (n)

$$h_{rt} = nh_{ri} + 2h_{re} \longrightarrow n = \frac{h_{rt} - 2h_{re}}{h_{ri}}$$

$$n = 1.07$$

$$n = 4$$

$$\frac{S_i^2}{n} \leq 20$$

Para dispositivos rectangulares con $n \geq 3$

$$9.65 \leq 20$$

OK

8.- ESPESOR TOTAL DE ELASTÓMERO (h_{rt})

$$h_{rt} = nh_{ri} + 2h_{re}$$

$$h_{rt} = 8.40 \text{ cm}$$

9.- ESPESOR DE LAS PLACAS DE REFUERZO (h_s)

Estado Límite de Servicio

$$h_s \geq \frac{3h_{max}\sigma_s}{F_y}$$

Asumiendo $h_{max} = h_{ri}$

$$h_s \geq 0.15 \text{ cm}$$

Estado Límite de Fatiga

$$h_s \geq \frac{2h_{max}\sigma_L}{\Delta F_{TH}}$$

CONSTANTE DE AMPLITUD DE FATIGA CRÍTICA (ΔF) $_{TH}$

CATEGORÍA	ΔF) $_{TH}$ (Kg/cm ²)
A	1687
B	1125
B'	844
C	703
C'	844
D	492
E	316
E'	183

$$\Delta F_{TH} = 1687 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_L = \frac{P_{LL}}{A} = 24.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Finalmente:

$$h_s = 0.046 \text{ cm}$$

Verificación Adicional

Asumiendo:

$$0.20 \text{ cm} \geq 0.15 \text{ cm}$$

OK

10.- ALTURA TOTAL DEL DISPOSITIVO DE ELASTÓMERO REFORZADO (H)

$$H = h_{rt} + (n + 1)h_s = 9.40 \text{ cm}$$

11.-VERIFICACIONES**Estabilidad del dispositivo**

$$\rightarrow H \leq \frac{L}{3}$$

$$9.40 \text{ cm} \leq 16.67 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$\rightarrow H \leq \frac{W}{3}$$

$$9.40 \text{ cm} \leq 13.33 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

Esfuerzo de compresión por carga total (σ_s)

$$\rightarrow \sigma_s \leq 1.25GS_i$$

$$77.0 \text{ Kg/cm}^2 \leq 79.34 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\rightarrow \sigma_s \leq 87.89 \text{ Kg/cm}^2$$

$$77.0 \text{ Kg/cm}^2 \leq 87.89 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

Deformaciones por compresión en el dispositivo

$$\sigma_D = \frac{P_{DC+DW}}{A} = \frac{105570 \text{ kg}}{2000 \text{ cm}^2}$$

$$\sigma_D = 52.79 \text{ Kg/cm}^2 = 0.75 \text{ ksi}$$

$$\sigma_S = 76.99 \text{ Kg/cm}^2 = 1.09 \text{ ksi}$$

Deformaciones por compresión para elastómero dureza 60				
CAPA	CARGA	S	σ (Ksi)	ξ (%)
Interior	Muerta	6	0.74	3.6
	Total	6	0.97	4.45
Exterior	Muerta	11.25	0.74	2.9
	Total	11.25	0.97	3.5

Deflexión por compresión inicial del dispositivo

$$\delta = nh_{ri}\epsilon_{int} + 2h_{re}\epsilon_{ext}$$

$$\delta = 0.355 \text{ cm}$$

Deflexión por compresión inicial debido a la carga muerta

$$\delta_{DC} = nh_{ri}\varepsilon_{int} + 2h_{re}\varepsilon_{ext}$$

$$\delta_{DC} = 0.288 \text{ cm}$$

Deflexión por compresión inicial debido a la carga viva

$$\delta_{LL} = \delta - \delta_{DC}$$

$$\delta_{LL} = 0.066 \text{ cm}$$

Deflexión por creep

Detalle	Dureza (Shore A)		
	50	60	70
Módulo de corte G @ 23°C (Kg/cm2)	6.68 - 9.14	9.14 - 14.06	14.06 - 21.09
Deflexión por creep @ 25 años dividida por la deflexión inicial	0.25	0.35	0.45

$$\delta_{creep} = C_d \delta_{DC}$$

$$\delta_{creep} = 0.101 \text{ cm}$$

Deflexión debido al creep y la carga viva

$$\delta_{creep+LL} < 1/8''$$

0.167 cm

<

0.318 cm

OK

Deflexión por compresión inicial de una capa interior de elastómero

$$\delta_i \leq 0.09 h_{ri}$$

$$\varepsilon_{int} h_{ri} \leq 0.09 h_{ri}$$

$$\varepsilon_{int} \leq 0.09$$

0.0445

≤

0.09

OK

12.- ANCLAJE DEL DISPOSITIVO

Fuerza cortante generada en el apoyo debido al desplazamiento

$$\Delta_u = \gamma_{TU} \Delta_s$$

$$\Delta_u = 2.23 \text{ cm}$$

$$H_U = GA * \frac{\Delta_u}{h_{rt}}$$

$$H_U = \boxed{4.9 \text{ Tn}}$$

$$F_f = \mu P_{DC}$$

$$F_f = \boxed{20 \text{ Tn}}$$

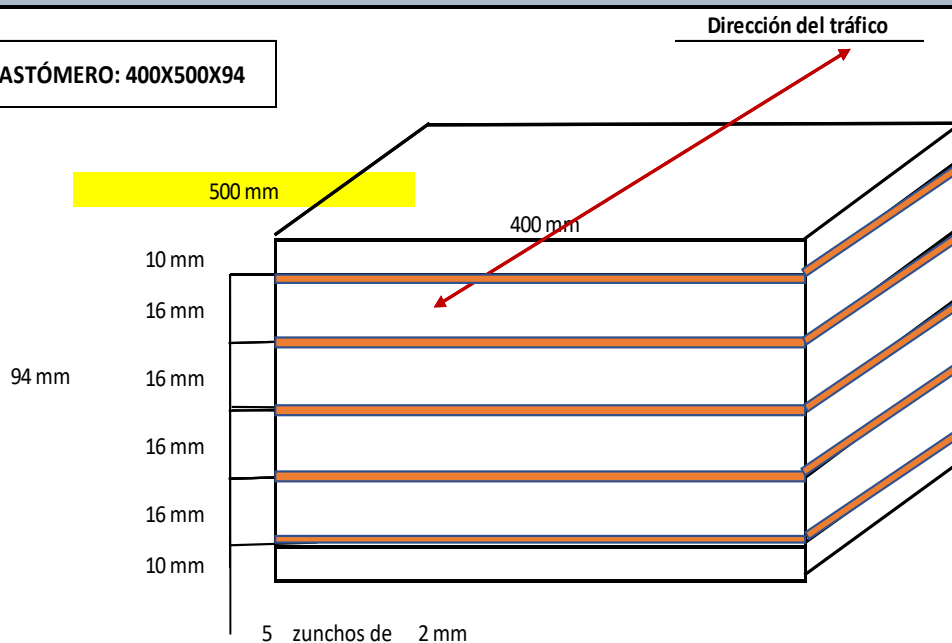
NO SE REQUIEREN ANCLAJES

13.- ROTACIÓN DEL DISPOSITIVO

El diseño por rotación está implícito en la geometría y los esfuerzos límites propuestos por el Método A. Por lo tanto, no se requieren cálculos de rotación adicionales.

COMPOSICIÓN FINAL DEL DISPOSITIVO ELASTÓMERO DUREZA 60

ELASTÓMERO: 400X500X94



f) Diseño de viga cabezal

RESUMEN DE CARGAS PARA LA SUBESTRUCTURA

1) DATOS A TENER

DATOS		
ANCHO DE TABLERO	9	m
ANCHO DE LOSA INFERIOR	7.8	m
LONGITUD DEL ESTRIBO PUENTE VIGA	9	m

2) PREDIMENSIONAMIENTO

A) PILARES

Dc=	120.00 cm	Diámetro del pilar asumido
Ds=	120.00 cm	Peralte de la Viga Cabezal asumido
Dftg=	100.00 cm	Profundidad de la cimentación
Pu=	487.20 tonf	Máxima de fuerza de compresión última actuando en la sección de la columna
B=	180.00 cm	Ancho de la Viga Cabezal asumido

A.1) PRIMERA VERIFICACIÓN

$$0.70 \leq \frac{D_c}{D_s} \leq 1.00$$

La relación Dc/Ds:

1.00

OK

OK

$$0.70 \leq \frac{D_{ftg}}{D_c}$$

La relación Dftg/Dc:

0.83

OK

A.2) SEGUNDA VERIFICACIÓN

$$\text{if}(Dc_{Pu} \leq Dc, \text{"OK"}, \text{"No cumple"}) = \text{"OK"}$$

$$Dc_{Pu} := \sqrt{\frac{4 P_u}{0.20 \cdot f'_c \cdot \pi}}$$

Dc Pu= 105.25 cm

Verificación: OK

B) VIGA CABEZAL

B.1) ANCHO DE LA VIGA CABEZAL

Se recomienda un ancho mínimo para una adecuada transferencia de cortante en la junta:

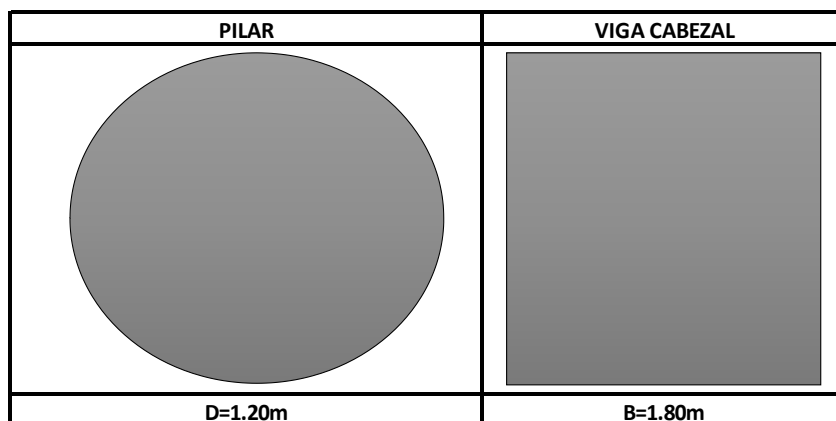
$$\text{if}(B_{cap_{rec}} \leq B_{cap}, \text{"OK"}, \text{"No cumple"}) = \text{"No cumple"}$$

$$B_{cap_{rec}} := Dc + 60 \text{ cm} =$$

Bcap= 180.00 cm

Verificación: OK

C) DIMENSIONES FINALES



3) De la superestructura, se extraen las cargas de diseño a la sub estructura

A) VIGA CABEZAL

A.1) Peso Propio de la viga cabezal.

b	h	Peso específico	PESO PROPIO
1.80 m	1.20 m	2.4 Tn/m ³	5.184 Tn/m

A.2) Cortantes extraídos de la viga exterior e interior en el pilar central.

	VIGA EXTERIOR	VIGA INTERIOR	
V DC	49.20	50.30	Ton
V DW	2.60	3.40	Ton
V LL	27.00	33.00	Ton
V fatiga	14.50	18.30	Ton

B) ESTRIBOS

B.1) Cortantes extraídos de la viga exterior e interior en el ESTRIBO

	VIGA EXTERIOR	VIGA INTERIOR	
V DC	-31.15	-29.60	Ton
V DW	-1.46	-2.10	Ton
V LL	-22.23	-28.60	Ton

B.2) Sumamos los cortantes de las Vigas Exterior y las Vigas Interior por DC,DW,LL+i

VDC	-121.5	Ton
VDW	-7.12	Ton
VLL	-101.66	Ton

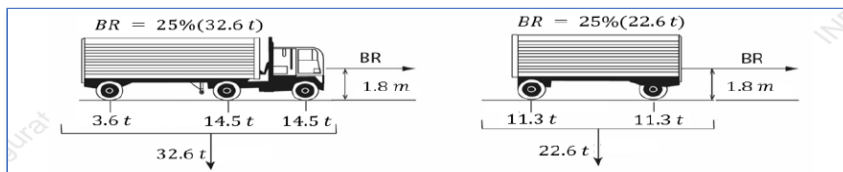
B.3) Dividimos los cortantes entre el ancho del Estribo(9m) para obtener por 1m de ancho de diseño

VDC	-13.50	Ton/m
VDW	-0.79	Ton/m
VLL	-11.30	Ton/m

4) Calculamos la fuerza de frenado

➔ Primera condición de análisis de fuerza de frenado debida al camión o al tándem de diseño.

- 25 % del peso por eje del camión o tándem de diseño.

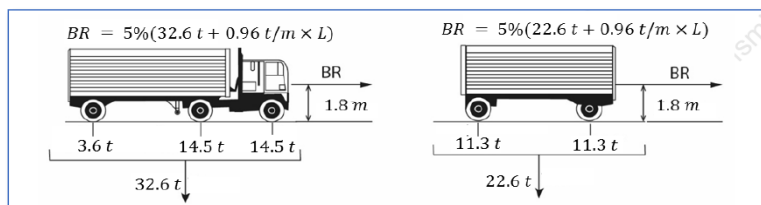


PARA UN CARRIL CARGADO	
CAMIÓN	TÁNDEM
3.63 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	
32.67 Tnf	22.80 Tnf
9.80 Tnf	6.84 Tnf

PARA DOS CARRILES CARGADOS	
CAMIÓN	TÁNDEM
3.63 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	
32.67 Tnf	22.80 Tnf
16.34 Tnf	11.40 Tnf

➔ Segunda condición de análisis de fuerza de frenado debida al camión o al tándem de diseño

- 5 % del camión de diseño más la carga del carril de diseño, o 5% del tándem de diseño más la carga de carril de diseño.



PARA UN CARRIL CARGADO	
CAMIÓN	TÁNDEM
3.63 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	
32.67 Tnf	22.80 Tnf
CARRIL DE DISEÑO	
0.95 Tnf	0.95 Tnf
3.68 Tnf	3.09 Tnf

PARA DOS CARRILES CARGADOS	
CAMIÓN	TÁNDEM
3.63 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	11.40 Tnf
14.52 Tnf	
32.67 Tnf	22.80 Tnf
CARRIL DE DISEÑO	
0.95 Tnf	0.95 Tnf
6.13 Tnf	5.14 Tnf

F= **16.34 Tnf**

Br= **2.27 Tn/m**

M_{br} (eje de viga cabezal)= **71.06 tonf.m**

M_{br} (base del estribo)= **31.99 tonf.m**



$$B_r = \frac{F}{\# \text{ de vías} \times 3.6}$$

Distancia a eje de viga cabezal	4.35 m
Distancia a base del estribo	14.10 m

1m de ancho

6) Análisis de la Viga Cabezal con el Pilar

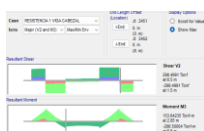
- 6.1) Obtenemos los momentos luego de hacer el análisis estructural

Momento DC Tnf-m	Momento DW Tnf-m	Momento LL+I Tnf-m	Momento fatiga Tnf-m
Momento 48.57	Momento positivo 3.74	Momento positivo 28.39	Momento positivo -15.52
Momento -96.85	Momento negativo -5.41	Momento negativo -40.16	Momento negativo -16.5

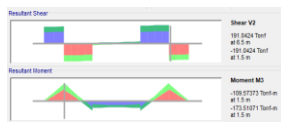
6.2) Factores de carga a Usar.

FACTORES DE CARGA				
	RESISTENCIA I	SERVICIO I	FATIGA I	EVENTO EXTREMO I
DC	1.25	1	-	1.25
DW	1.5	1	-	1.5
LL+I	1.75	1	1.5	0.5
BR	1.75	1	-	0.5
EQ	-	-	-	1

6.3) Momentos de los Estados Límites



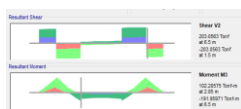
RESISTENCIA I	
Momento positivo	153.64 Tnf-m
Momento negativo	-286.50 Tnf-m



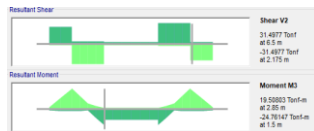
EVENTO EXTREMO I	
Momento positivo	-109.57 Tnf-m
Momento negativo	-173.51 Tnf-m



Momento Último Resistente del Pilar
100.82 Tnf-m



SERVICIO	
Momento positivo	102.20 Tnf-m
Momento negativo	-191.95 Tnf-m



FATIGA	
Momento positivo	19.51 Tnf-m
Momento negativo	-24.76 Tnf-m

6.4) Momentos de Diseño de la VIGA CABEZAL

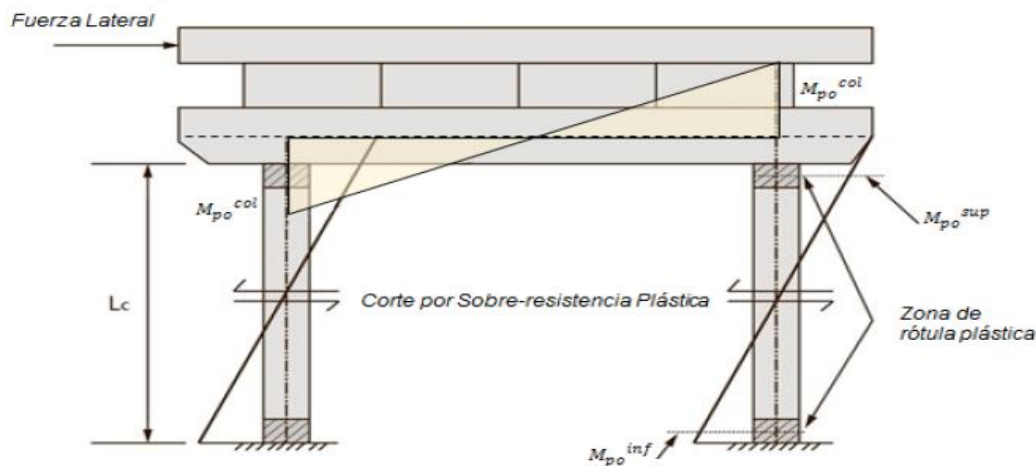
Momento de Diseño de Viga Cabezal	
Momento Positivo	100.82 Tnf-m
Momento Negativo	-286.50 Tnf-m

Diseño sismorresistente de la viga cabezal.

1) DATOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO		
Altura de la sección	H=	120.00 cm
Base de la sección	B=	180.00 cm
Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto	Fc=	280 kgf/cm ²
Esfuerzo de cedencia del acero de refuerzo	Fy=	4200 kgf/cm ²
Módulo de elasticidad del acero de refuerzo	Es=	2100000 kgf/cm ²
Momento flector negativo (Resistencia)	Mu,neg=	286.50 tonf.m
Momento flector positivo (Resistencia)	Mu,pos=	153.64 tonf.m
Corte máximo (Resistencia)	Vu=	295.04 tonf
Separación entre columnas	Scol=	5.00 m
Diámetro de columnas	Dc=	1.20 m
Recubrimiento hasta el centroide de las barras de refuerzo	rec,b=	5.00 cm

2) PROTECCIÓN POR CAPACIDAD DE LA VIGA CABEZAL

Fuerzas de sobre-resistencia



Fuerza de sobre-resistencia

Momento resistente de la columna en dirección transversal	Mr,col=	-100.82 tonf.m
Momento plástico de la columna incluyendo la sobre-resistencia	Mpo=	-131.07 tonf.m
Longitud libre de la viga cabezal	Lcab=	3.80 m
Cortante plástico de la columna incluyendo la sobre-resistencia	Vpo=	-68.98 tonf
Momento negativo de diseño	Mu,neg=	286.50 tonf.m
Momento positivo de diseño	Mu,pos=	153.64 tonf.m
Cortante de diseño	Vu=	295.04 tonf

$$V_{po} = \frac{M_{po} + M_{po}}{L_{cab}}$$

$$M_{u,neg} = \max(M_{po}, M_{u,negR1})$$

$$M_{u,pos} = \max(M_{po}, M_{u,posR1})$$

$$V_u = \max(V_{po}, V_{u,R1})$$

3) DISEÑO POR FLEXIÓN-REFUERZO NEGATIVO-REFUERZO POSITIVO

3.1) Momento de agrietamiento

$\gamma_1 = 1.6$ Factor de variación de agrietamiento por flexión
 $\gamma_2 = 0.75$ Relación de cedencia del acero de refuerzo

$$M_{cr} := \gamma_3 \cdot \gamma_1 \cdot \left(0.24 \sqrt{f'_c \cdot ksi} \cdot \left(\frac{B_{cap} \cdot H_{cap}^2}{6} \right) \right);$$

Mcr = 174.57 Tnf-m

3.2) Momento de diseño

$$M_u := \max(M_{u_neg}, \min(1.33 \cdot M_{u_neg}, M_{cr}))$$

Mu = 286.50 Tnf-m

3.3) Acero proporcionado

Procedemos a calcular el área de acero:

*FORMULAS BÁSICAS A USAR

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad \rightarrow \quad a = \frac{f_y \cdot A_s}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad \rightarrow \quad A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{f_y \cdot A_s}{2 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b} \right)}$$

*CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO A DISEÑAR

b=	180 cm.
h=	120 cm.
Recubrimiento=	5 cm.
# de capas:	una capa
Barra a utilizar:	1 ''
Φ FLEXIÓN ASUMIDO=	0.9
d=	112.46 cm.
f'c=	280 kg./cm2.
f'y=	4200 kg./cm2.

$$A_s = \frac{286.50 \cdot 10^5}{0.90 \cdot 4200 \cdot \left(112.46 - \frac{4200 \cdot A_s}{2 \cdot 0.85 \cdot 280 \cdot 180} \right)}$$

a=	6.81 cm.
As=	69.50 cm2.
a=	6.81 cm.

$$a = \frac{4200 \cdot 69.50}{0.85 \cdot 280 \cdot 180}$$

*Procedemos hacer la verificación del Φ:

$$\phi = 0.65 + 0.15 \left(\frac{d_t}{c} - 1 \right) \leq 0.9$$

$$C = \frac{a}{0.85}$$

$$\phi = 0.65 + 0.15 \cdot \left(\frac{172.46}{8.02} - 1 \right)$$

c	=	8.02 cm.
dt	=	112.46 cm.

Φ	=	2.60	<=	0.9	OK
---	---	------	----	-----	----

Φ VERIFICADO	=	0.9
--------------	---	-----

*Procedemos a calcular el número de barras:

*Usando Φ = 1 ''

$$\#barras = \frac{A_s}{A_b}$$

$$\#barras = \frac{69.50}{5.1}$$

#barras = 17.00

7.338088272

USAR 17 BARRAS DE 1" en un metro

Espaciamento= 7 cm

3.4) Resistencia Nominal a Flexión

$A_s = 17 * 5.1$ → $A_s = 86.70 \text{ cm}^2$

$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'_c * b}$ → $a = \frac{86.70 * 4200}{0.85 * 280 * 180}$ → $a = 8.50 \text{ cm}$

$M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$ → $M_n = 86.70 * 4200 * \left(112.46 - \frac{8.50}{2}\right) * 10^{-5}$ → $M_n = 394.04 \text{ tonf.m}$

3.5) Resistencia Minorada a Flexión

$M_u = \phi * M_n$ → $\phi * M_n = 354.63 \text{ tonf.m}$ → Revisión OK

3.6) Acero de Paramento requerido por cara

*VERIFICACIÓN SI REQUIERE ACERO DE PARAMENTO

if ($d_l > 3 \text{ ft}$, "Si Requiere", "No Requiere")

$d_l = 112.46 \text{ cm}$.

VERIFICACIÓN: **Si Requiere**

$$A_{sk_req} := 0.012 \frac{\text{in}}{\text{ft}} \cdot (d_l - 30 \text{ in}) =$$

$d_l = 112.46 \text{ cm}$ → $d_l = 44.28 \text{ pulg}$

$A_{sk_req} = 0.2 \text{ in}^2/\text{ft}$ → $A_{sk_req} = 3.63 \text{ cm}^2/\text{m}$

*ACERO PROPORCIONADO

$$A_{s_prop} := \max(A_{st_sup}, A_{st_inf})$$

$A_{s_prop} = 86.70 \text{ cm}^2$.

*ACERO DE PARAMENTO MÁXIMO POR CARA

$$A_{sk_max} := \frac{A_{s_prop}}{4 \cdot (d_l)}$$

$A_{sk_max} = 19.27 \text{ cm}^2/\text{m}$

* ACERO DE PARAMENTO PARA EL DISEÑO

$$A_{sk} := \text{if}(d_l > 3 \text{ ft}, \min(A_{sk_req}, A_{sk_max}), 0 \text{ cm}^2) =$$

$A_{sk_max} = 3.63 \text{ cm}^2/\text{m}$

USAR BARRAS DE 3/4"

* SEPARACIÓN DE LA ARMADURA

*SEPARACIÓN REQUERIDA

$$Sep_{req_sk} := \frac{A_{sk}}{Ask} =$$

Ask= 2.85 cm².

Sep req_sk= 78.60 cm

Barra Nº	Diámetro		Peso (Kg/m)	Area (cm ²)	Perímetro (cm)
	(pulg.)	(cm.)			
3	3/8	0.98	0.559	0.71	2.99
4	1/2	1.27	0.993	1.27	3.99
5	5/8	1.59	1.552	1.98	4.99
6	3/4	1.91	2.235	2.85	5.98
7	7/8	2.22	3.042	3.88	6.98
8	1	2.54	3.973	5.07	7.98
9	1 1/8	2.86	5.028	6.41	8.98
10	1 1/4	3.18	6.207	7.92	9.97
11	1 3/8	3.49	7.511	9.58	10.97
12	1 1/2	3.81	8.938	11.40	11.97

*SEPARACIÓN MÁXIMA 1

$$Sep_{max_sk1} := \frac{d_l}{6} =$$

dl 112.46 cm.

Sep max_sk1= 18.74 cm ok

*SEPARACIÓN MÁXIMA 2

$$Sep_{max_sk2} := 12 \text{ in} = 30.48 \text{ cm}$$

*SEPARACIÓN MÁXIMA

$$Sep_{Ask} := \min(Sep_{req_sk}, Sep_{max_sk1}, Sep_{max_sk2}) =$$

* CANTIDAD MINIMA DE BARRAS POR CARA

$$N_{ask} := \frac{Ask \cdot d_l}{A_{sk}} = 6.0$$

USAR 6 BARRAS DE 3/4" POR CARA

H) Revisión de fisuración por distribución de armadura

Momento por Servicio 191.95 tonf.m

a) Ubicación del eje neutro

Es 2100000.00 kg/cm²Ec 252671.33 kg/cm²

n 8.31
 recubrimiento 5.00 cm
 d estribo 1.27
 d acero 2.54
 dc 7.54 cm
 dl 112.46 cm

b) Área de acero transformada

n.As 720.58 cm²

c) Determinar y para el eje neutro

Kd 26.26 cm
 b 180.00 cm
 Ast 720.58 cm²
 d 112.46 cm

d) Brazo jd

jd 103.71 cm
 fss 2135 kgf/cm²
 fss OK

$$b * y\left(\frac{y}{2}\right) = Ast * (d - y)$$

Separación Máxima de la Armadura

bs 1.096
 Sma: 38.35 cm

$$s_{max} = \frac{125000 \gamma_e}{\beta_s f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)}$$

I) Sección fisurada			
f traccion	13.39 kgf/cm ²		
M fatiga	24.76 tonf.m		
M' fat	127.02 tonf.m		
S	432000.00 cm ³		
f fat	29.40 kgf/cm ²	>	13.39 kgf/cm ² SECCIÓN AGRIETADA

Resumen	
Acero por flexión =	USAR 17 BARRAS DE 1"
Espaciamento=	7 cm
Acero por paramento=	USAR 6 BARRAS DE 3/4" POR CARA
Espaciamento=	18.00 cm

DISEÑO POR CORTE Y TORSIÓN DE LA VIGA CABEZAL		
1) DATOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO		
Altura de la sección	H=	120.00 cm
Base de la sección	B=	180.00 cm
Recubrimiento	r=	5.00 cm
Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto	F'c=	280.00 kgf/cm ²
Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto	F'c=	3.98 klb/pulg ²
Esfuerzo de cedencia del acero de refuerzo	Fy=	4200.00 kgf/cm ²
Esfuerzo de cedencia del acero de refuerzo	Fy=	59.74 klb/pulg ²
Módulo de elasticidad del acero de refuerzo	Es=	2100000.00 kgf/cm ²
Momento factorizado asociado al cortante máximo (cara del apoyo)	Mu=	286.50 tonf.m
Fuerza de corte factorizada máxima (cara del apoyo)	Vu=	295.04 tonf
Fuerza axial factorizada:	Nu=	0.00 tonf
Momento torsional factorizado	Tu=	0.00 tonf.m

2) CONDICIÓN PARA CONSIDERAR LOS MOMENTOS TORSIONALES

As superior	153.00 cm ²
As inferior	153.00 cm ²

A) Área gruesa de la Sección Transversal	
$A_{cp} = H * B$	$A_{cp} = 120cm * 180cm$
Acp	21600.00 cm ²
Acp	3348.01 pulg ²

B) Perímetro Externo de la Sección Transversal	
$P_c = 2 * (H * B)$	$P_c = 2 * (120cm + 180cm)$
Pc	600.00 cm
Pc	236.22 pulg

C) Momento Torsional de Agrietamiento

$$T_{cr} = 0.125 * \text{raíz}(f'c) * \frac{Acp^2}{Pc}$$

$$T_{cr} = 0.125 * \text{raíz}(3.98) * \frac{21600^2}{236.22}$$

Tcr	11837.10 klb.pulg
Tcr	136.38 tonf.m

D) Revisión

$$T_u > 0.25 * \phi t * T_{cr}$$

$$62.89 \text{Ton.m} > 0.25 * 0.90 * 277.21 \text{Ton.m}$$

$$62.89 \text{Ton.m} > 62.37 \text{Ton.m}$$

0.00 tonf.m	>	30.69 tonf.m
Verificación	No Considera Torsión	

Distribución del Acero de Refuerzo Transversal

A) Área del cortante

ramas	4
Area de Refuerzo	1.27 cm ²
Av	5.08 cm ²

B) Separación requerida

$$S_{req} = \left(\frac{Av}{\left(\frac{Av}{S}\right)_{req}} \right)$$

$$S_{req} = \left(\frac{5.08}{0.256} \right)$$

Sreq	19.84 cm
Verificación	OK
Colocar cada	17.00 cm

USAR BARRA DE 1/2" @17cm/4Ramas

13. Resistencia al Corte Proporcionada por el Acero de Refuerzo Transversal

$$(V_s) = \left(\frac{A_v * f_y * d_v}{s} \right) * ctg(teta)$$

$$(V_s) = \left(\frac{5.08 * 4200 * 41.32}{20} \right) * ctg(35.42^\circ) * 10^{-3}$$

V_s	185.17 tonf
-------	--------------------

Estribos= usar barra de 1/2" @17cm/4Ramas

DISEÑO POR CORTE DE JUNTA DE VIGA CABEZAL NO INTEGRAL		
Dc	Diámetro de la columna	1.2 m
d	Profundidad total de la viga cabezal	1.2 m

Requerimiento de acero de refuerzo por corte de la junta

Estribos verticales de acero de refuerzo por corte de la junta

$$A_s^{jvo} \geq 0.175 A_{st}$$

Barras de 1"= 5.1 cm²

Nºbarras= 60

A_{st}= 306.00 cm²

A_{s1}= 53.55 cm²

s= 11.38 cm 11.00 cm

USAR BARRA DE 1/2" @12cm/4Ramas

Estribos verticales dentro de la región de la junta

$$A_s^{jvi} \geq 0.135 A_{st}$$

A_{st}= 306.00 cm²

A_{s2}= 41.31 cm²

s= 14.76 cm 15.50 cm

USAR BARRA DE 1/2" @15.5cm/4Ramas

Acero de refuerzo longitudinal adicional en la viga cabezal

$$A_s^{jl} \geq 0.245 A_{st}$$

$$A_{st} = 306.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} = 74.97 \text{ cm}^2$$

*Procedemos a calcular el número de barras:

*Usando $\Phi = 1$ ''

$$\#barras = \frac{A_s}{A_b}$$

$$\#barras = \frac{74.97}{5.1}$$

USAR 15 BARRAS DE 1"

Longitud superior = 3.44 m

Longitud inferior = 3.14 m

#barras = 15.00

7 cm

Además, se debe adicionar barras "J" para confinar el refuerzo por paramento en el nudo.

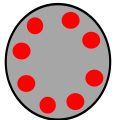
g) Diseño de pilas y cimentación

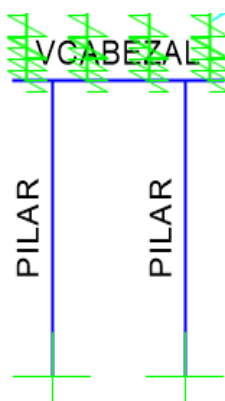
Diseño de pilar


DATOS DE DISEÑO

$f_c =$	280	kg/cm ²
$f_y =$	4200	kg/cm ²
$E_{con.} =$	252671.33	kg/cm ²
$E_{acer.} =$	2100000.00	kg/cm ²

PREDIMENSIONAMIENTO

SECCIÓN PILAR	d =	1.20
	 <p>Concreto armado</p>	



SECCIÓN VIGA CABEZAL	b = N =	1.80 m
	h =	1.80 m
 <p>Concreto armado</p>		

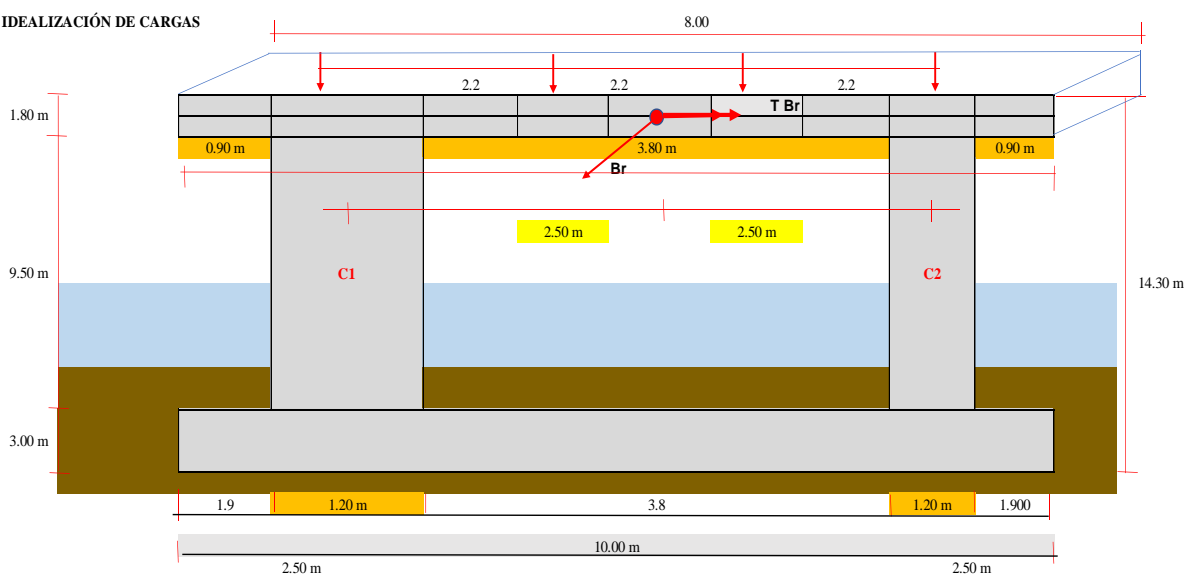
CARGAS DE DISEÑO

Para analizar desplazamientos se utilizo el espectro elástico.....carga EQ

Para analizar la presión de flujo longitudinal y transversalcarga Wa

ESFUERZO		RESISTENCIA I	SERVICIO I	EVENTO EXTREMO I - X	EVENTO EXTREMO I - Y	MAXIMO
C1	M2 - arrib	0.000	0.000	-327.944	0.000	327.94
	M2 - abajo	0.000	0.000	-327.944	0.000	327.94
	M3-arrib	-95.420	-55.383	-30.077	-403.682	403.68
	M3-abajo	-100.829	-57.831	-27.511	-499.288	499.29
	P	-567.870	-394.022	-490.454	-578.477	578.48
	V	-20.090	-11.417	-36.578	-100.670	100.67
C2	M2 - arrib	0.000	0.000	-327.944	0.000	327.94
	M2 - abajo	0.000	0.000	-327.944	0.000	327.94
	M3-arrib	-95.420	-55.383	-30.077	-403.682	403.68
	M3-abajo	-100.829	-57.831	-27.511	-499.288	499.29
	P	-567.870	-394.022	-490.454	-578.477	578.48
	V	-20.090	-11.417	-36.578	-100.670	100.67

IDEALIZACIÓN DE CARGAS



Predimensionamiento

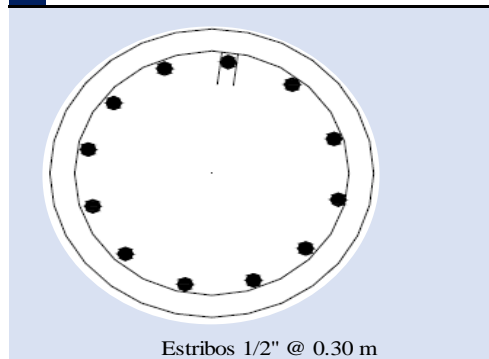
$$2(1/3X) + 1.20 * 2 + X = 10.00m$$

$$X = 3.80m$$

$$X = 1/3(3.80) = 1.27m \approx 1.30m$$

Diseño de elementos por flexo compresión.

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN



D1 =	120.00	cm
Ag =	11,309.73	cm ²
r =	5.00	cm
As =	306.00	cm ²
As.min =	0.406	cm ²
As.max =	0.027	cm ²

$$\frac{A_s}{A_g} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f_y} \leq 0.08$$

Acero maximo
OK

$$\frac{A_s f_y}{A_g f_c} + \frac{A_{ps} f_{pu}}{A_g f_c} \geq 0.135$$

Acero minimo
OK

Acero longitudinal para PILAR			
Varilla	Area (cm ²)	Cantidad	As
1"	5.1	60	306.00
1"	5.1	60	306.00

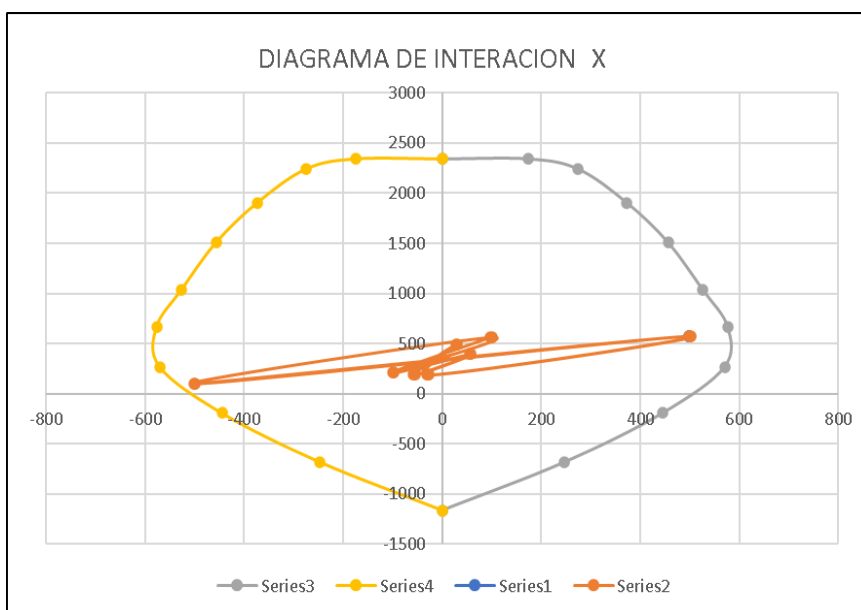
As Inicial: 260.1238717
Cuantía inicial: **0.023**

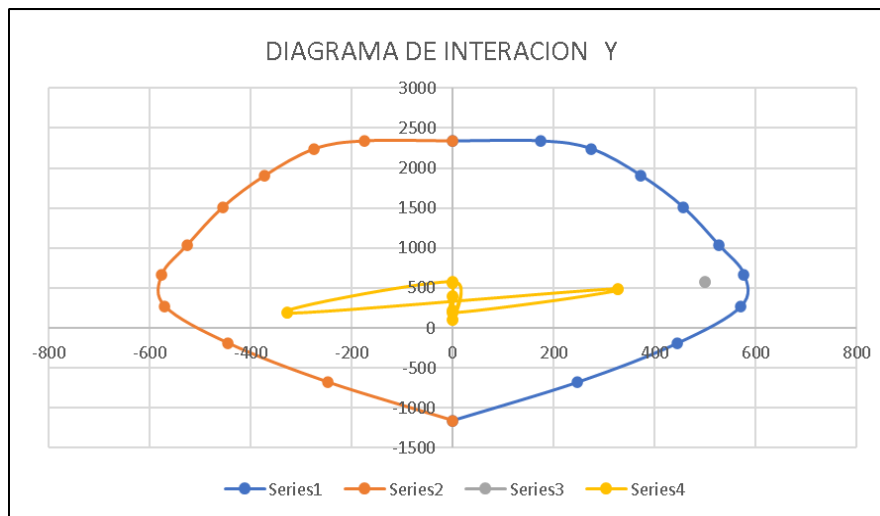
CARGAS ULTIMAS		
Pilar	Pu	Mu
C1	578.48	499.29
C2	578.48	499.29

	Curve 1	0 degrees		Curve 7	90 degrees	
	P	M3	-M3	P	M2	-M2
1	2342	0	0	2342	0	0
2	2342	174.3968	-174.3968	2342	174.3968	-174.3968
3	2241	274.9896	-274.9896	2241	274.9896	-274.9896
4	1907	372.9115	-372.9115	1907	372.9115	-372.9115
5	1511	456.3905	-456.3905	1511	456.3905	-456.3905
6	1039	526.4818	-526.4818	1039	526.4818	-526.4818
7	670.2736	576.8592	-576.8592	670.2736	576.8592	-576.8592
8	267.378	570.6027	-570.6027	267.378	570.6027	-570.6027
9	-192.8222	445.0413	-445.0413	-192.8222	445.0413	-445.0413
10	-680.3795	247.4031	-247.4031	-680.3795	247.4031	-247.4031
11	-1161.0151	0	0	-1161.0151	0	0

576.8592

PILARES	TABLE: Joint Reactions				F1	F2	F3	M1	M2	M3
	Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
	Text	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
C1	2455	RESISTENCIA 1	Combination	Max	565.817	20.0915	1.954E-14	6.675E-17	1.335E-16	97.29629
	2455	RESISTENCIA 1	Combination	Min	216.2761	-21.0907	1.954E-14	6.675E-17	1.335E-16	-100.82874
	2455	SERVICIO 1 VIGA	Combination	Max	394.0219	11.4167	1.549E-14	5.131E-17	1.026E-16	55.38285
	2455	SERVICIO 1 VIGA	Combination	Min	194.2842	-12.116	1.549E-14	5.131E-17	1.026E-16	-57.83146
	2455	EVENTO 1 VIGA	Combination	Max	490.4543	5.6584	36.5784	0.26769	327.94365	27.51092
	2455	EVENTO 1 VIGA	Combination	Min	189.8071	-6.4092	-36.5784	-0.26769	-327.94365	-30.07741
	2455	EVENTO 1 VIGA	Combination	Max	578.4773	100.6703	0.00003647	0.000003273	0.00007627	499.2877
	2455	EVENTO 1 VIGA	Combination	Min	101.784	-101.4212	-0.00003647	-0.000003273	-0.00007627	-501.8542
C2	2453	RESISTENCIA 1	Combination	Max	565.817	21.0907	1.962E-14	-6.675E-17	-1.335E-16	100.82874
	2453	RESISTENCIA 1	Combination	Min	216.2761	-20.0915	1.962E-14	-6.675E-17	-1.335E-16	-97.29629
	2453	SERVICIO 1 VIGA	Combination	Max	394.0219	12.116	1.555E-14	-5.131E-17	-1.026E-16	57.83146
	2453	SERVICIO 1 VIGA	Combination	Min	194.2842	-11.4167	1.555E-14	-5.131E-17	-1.026E-16	-55.38285
	2453	EVENTO 1 VIGA	Combination	Max	490.4542	6.4092	36.5785	0.26769	327.94367	30.07743
	2453	EVENTO 1 VIGA	Combination	Min	189.8072	-5.6584	-36.5785	-0.26769	-327.94367	-27.51094
	2453	EVENTO 1 VIGA	Combination	Max	578.4772	101.4213	0.00001453	0.00000336	0.00002988	501.85442
	2453	EVENTO 1 VIGA	Combination	Min	101.7841	-100.6704	-0.00001453	-0.00000336	-0.00002988	-499.28792



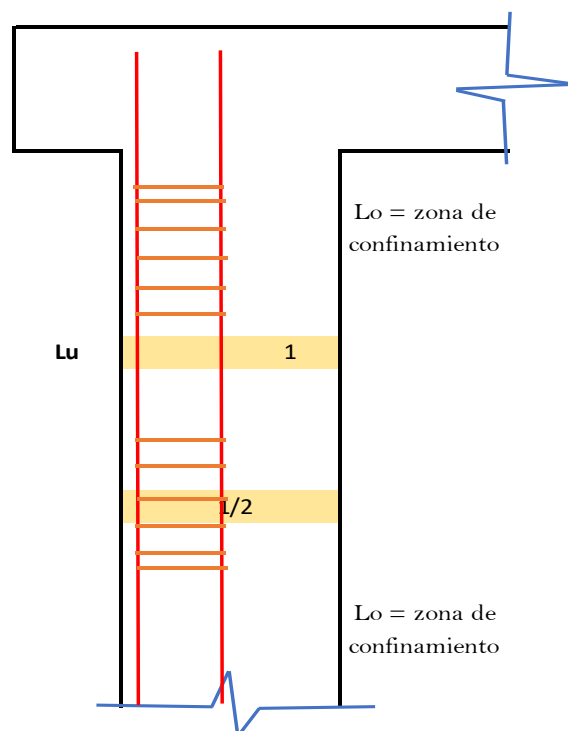


VERIFICACIÓN

$$0.10 \phi_{axial} f'_c A_g < P_u \quad \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \leq 1.0$$

Pilar	Pu	factor	factor < Pu	Mux	Mrx	Mux/Mrx	Mux/Mrx < 1
C1	578.48	237.5044046	OK	499.29	576.86	0.87	OK
C2	578.48	237.5044046	OK	499.29	576.86	0.87	OK

REFUERZO POR CORTE



$f'_c =$	280	kg/cm ²	Sección viga cabezal		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	b=	180 cm	h= 120 cm

ESPACIAMIENTOS MAXIMOS - SEGÚN E.060	Sección columna					Dirección X			
	dx =	120				cm	Mn, sup =	499.29	Tn-m
	dy =	120				cm	Mn, inf =	499.29	Tn-m
	Lu =	950	cm	Nu =	578.48	Tn			
				Hcol =	9.50	m			
				Φ =	0.85				
	Lo : Zona de confinamiento								
	Dc =	120.00	cm	Vu =	105.11	Tn			
	(H)/6 =	158.33	cm	Vn =	123.66	Tn			
	Lmax =	45	cm	Vc =	155.40	Tn			
	Lo :	158.33	cm	Vs =	0.10	Tn			
				Scalculo = 6766.75 cm					
	Estribos en zona de confinamiento			Dirección Y					
	6db =	15.24	cm	Mn, sup =	499.29	Tn-m			
	1/5*Dc =	24	cm	Mn, inf =	499.29	Tn-m			
	Smax =	20	cm	Nu =	578.48	Tn			
S =	15.24	cm	Hcol =	9.50	m				
			Φ =	0.85					
Estribos fuera de confinamiento									
16db =	40.64	cm	Vu =	105.11	Tn				
48dbe =	60.96	cm	Vn =	123.66	Tn				
d =	120	cm	Vc =	155.40	Tn				
d/2 =	56.73	cm	Vs =	0.10	Tn				
Smax =	30	cm	Scalculo = 6766.75 cm						
S =	30.00	cm							
			ZONA DE CONFINAMIENTO						

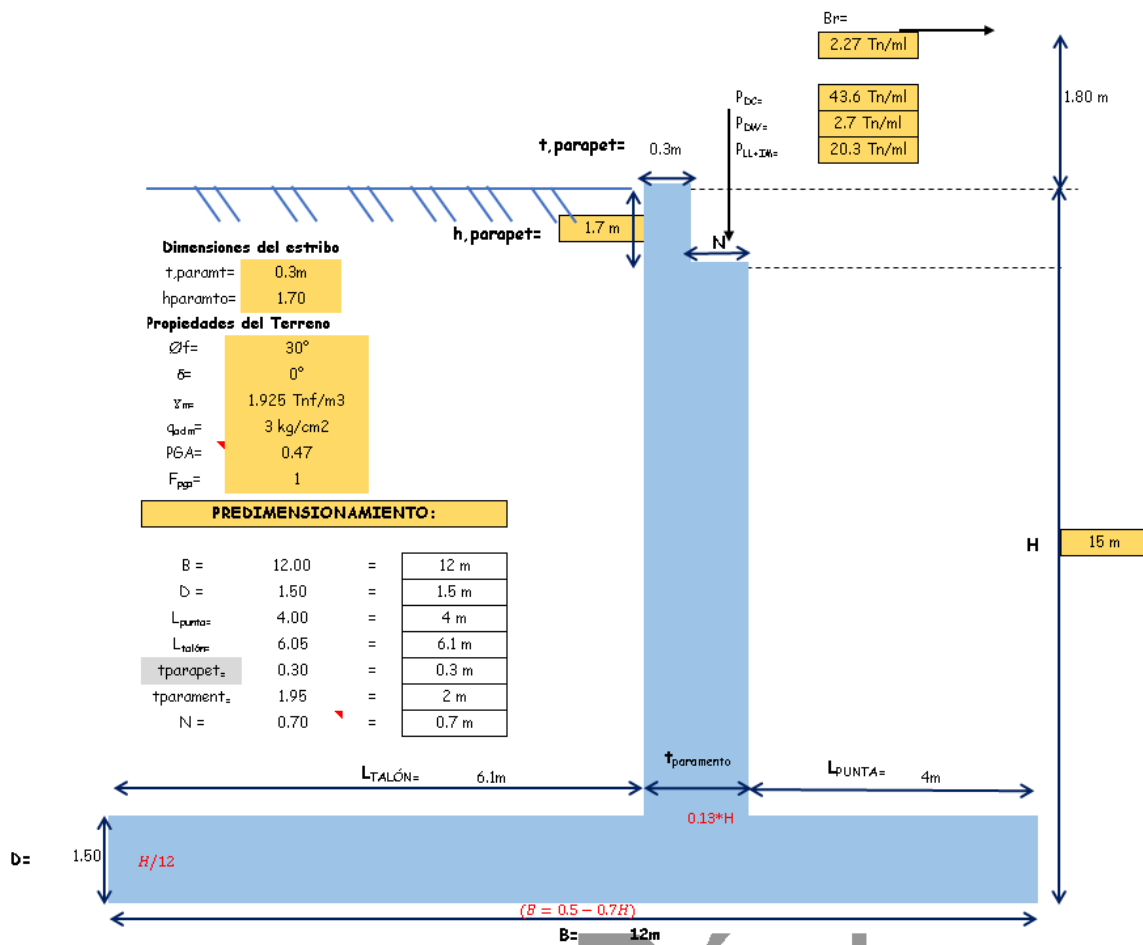
DATOS DISEÑO ESTRIBOS:		
Dirección X		
Pu	Mn,sup	Mn,inf
578.48	499.29	499.2877

DATOS DISEÑO ESTRIBOS:		
Dirección Y		
Pu	Mn,sup	Mn,inf
578.48	499.29	499.29

Cuadro resumen		
Estribos		1/2
10	@	15
R	@	30.00

h) Diseño de estribos

Predimensionamiento:



S° = 0.00 °
 L = 55 m 180 pie
 H = 15 m 49.2 pie

Revisión de longitud de apoyo propuesta:

$$N = (8 + 0.02L + 0.08H)(1 + 0.000125S^2)$$

Tabla 3.3: Porcentaje N por zona y coeficiente de aceleración A_z, según Especificaciones AASHTO LRFD

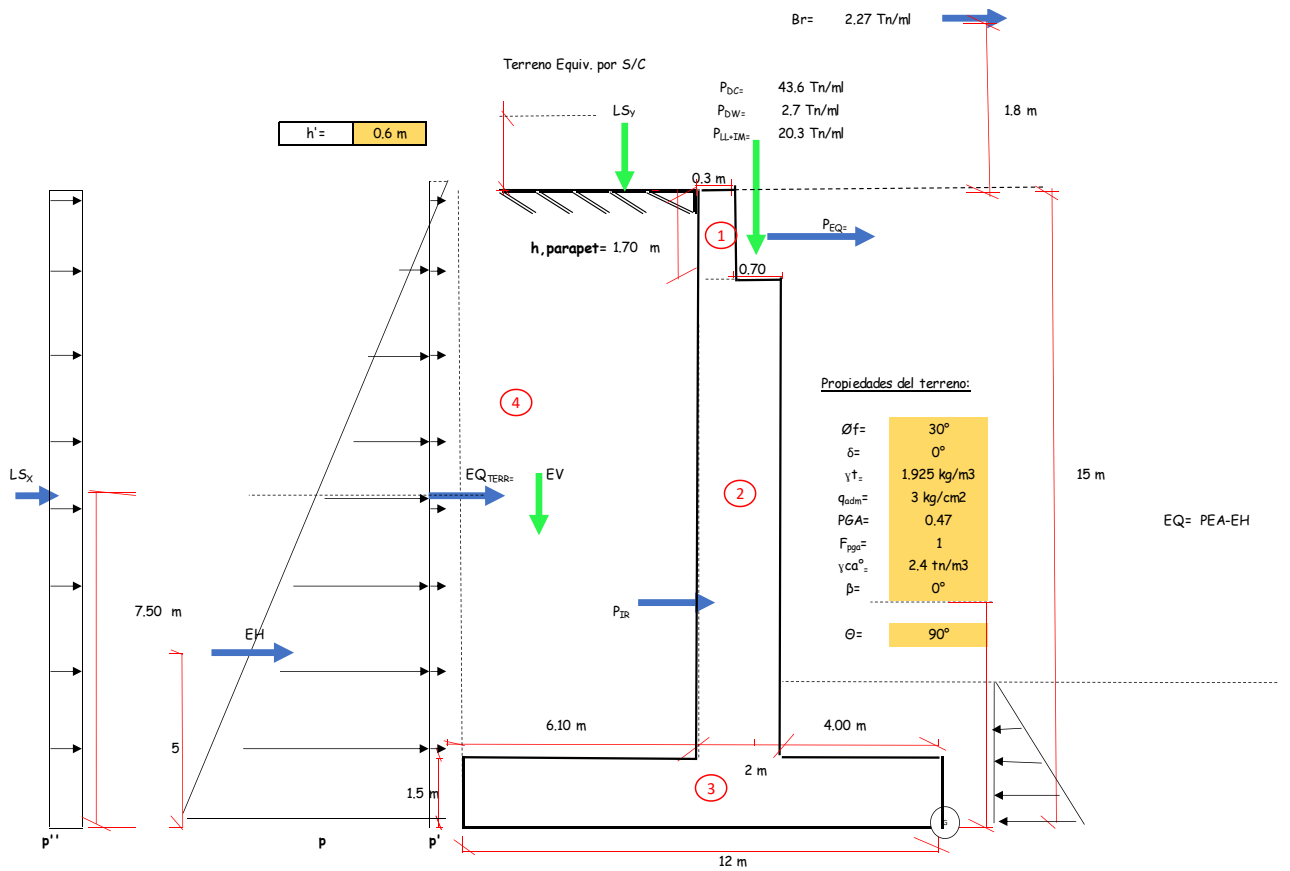
Zona	Coefficiente de Aceleración, A _z	Porcentaje, N
1	<0.05	≥75
1	≥0.05 y ≤0.15	100
2	Todos aplican	150
3	Todos aplican	150
4	Todos aplican	150

A(%) = 150 %

N_{mín} = 23.32 = 23.40 pulg
 N_{mín} = 59.22 = 59.22 cm

N = 70 >= 59.22 **OK**

Idealización de cargas



Caso I - Estribo con puente.

Cargas verticales (Considerando franjas de 1m de longitud de estribo)

CARGAS DC						
Elemento	Volumen (m3)	DC (Ton/m)	X_A (m)	Y_A (m)	$X_A * DC$ (Ton-m/m)	$Y_A * DC$ (Ton-m/m)
1	0.51	1.22	4.85	14.15	5.94	17.32
2	23.60	56.64	5.00	6.65	283.20	376.66
3	18.00	43.20	6.00	0.75	259.20	32.40
Σ		101.06			548.34	426.38

DC=	101.06 tn/ml
X_A =	5.43 m
Y_A =	4.22 m

Fondo= 1 ml

CARGAS EV (peso del terreno):

Elemento	Volumen (m3)	EV (Ton/m)	X_A (m)	Y_A (m)	$X_A \cdot EV$ (Ton-m/m)	$Y_A \cdot EV$ (Ton-m/m)
4	82.35	158.52	9.05	7.50	1434.64	1188.93
Σ		158.52			1434.64	1188.93

EV=	158.52 tn/ml
X_A =	9.05 m
Y_A =	7.50 m

Peso Propio de la Superestructura

P_{DC} =	43.59 tn/ml
X_A =	4.35 m

CARGAS DW:

P_{DW} =	2.7 tn/ml
X_A =	4.35 m

CARGAS LL+IM:

P_{LL+IM} =	20.29 tn/ml
X_A =	4.35 m

CARGAS LS (sobrecarga por carga viva del terreno)

h' =	0.6 m
Terr. Equiv. Extendido=	6.1 m
LS_y =	7.05 tn/ml
X_A =	8.95 m

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES

CARGA	TIPO	V (Ton/m)	X_A (m)	M_V (Ton-m/ml)
DC	DC	101.06	5.43	548.34
P_{DC}	DC	43.59	4.35	189.62
P_{DW}	DW	2.66	4.35	11.55
EV	EV	158.52	9.05	1434.64
P_{LL+IM}	LL+IM	20.29	4.35	88.28
LS_y	LS	7.05	8.95	63.06
Σ		333.17		2335.48

CARGAS HORIZONTALES (Considerando franjas de 1m de longitud de estribo)

Cálculo del coeficiente de empuje activo (K_a)

$\phi_f =$	30°
$\delta =$	0°
$\beta =$	0
$\Theta =$	90°

ϕ_f = ángulo de fricción interna
 δ = ángulo de fricción entre el suelo y el muro
 β = ángulo del material del suelo con la horizontal
 Θ = ángulo de inclinación del muro del lado del terreno

$K_a =$	0.33
---------	------

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi_f}{2} \right)$$

Cargas Actuantes:

Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno)

Componente horizontal de la sobrecarga por carga viva:

$\gamma_t =$	1.925 kg/m ³
$K_a =$	0.33
$h' =$	0.6 m
$p'' =$	0.385 tn/m ²

$$p'' = K_a h' \gamma_t$$

$LS_x =$	5.78 tn/m
$Y_A =$	7.50 m

$$LS_x = H(p'')$$

Cargas EQ (acción sísmica)

Cargas EH (presión lateral del terreno)

Por 15 m de terreno :

$\gamma_t =$	1.925 kg/m ³
$K_a =$	0.33
$H =$	15 m
$p =$	9.625 tn/m ³

$$p = K_a H \gamma_t$$

$EH =$	72.19 tn/m
$Y_A =$	5.00 m

$$EH = \frac{1}{2} H (p)$$

a) Efecto combinado de P_{AE} Y P_{IR}

Presión Estática del terreno más su efecto dinámico (P_{AE}):

$\phi_f =$	30°
$\delta =$	0°
$i =$	0°
$\beta =$	0°
$K_{ho} =$	0.47
$K_h =$	0.235
$K_v =$	0
$\Theta =$	13.22°

$F_{pga} =$	1
$PGA =$	0.47

Como $\phi_f = 30^\circ > i + v = 0^\circ + 8.53^\circ = 8.53^\circ$, el coeficiente de presión activa del terreno (K_{AE}) es:

$K_{AE} =$	0.504
------------	-------

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos\theta \cos^2\beta \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \frac{\left[\frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta)\cos(i - \beta)} \right]^2}{\cos(\delta + \beta + \theta)\cos(i - \beta)} \right]}$$

0.504

Entonces:	
$K_{AE} =$	0.504
$\gamma_t =$	1.925 kg/m ³
$H =$	15 m
$P_{AE} =$	109.2 tn/m

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma_t H^2$$

Acción Sísmica del terreno ($E_{Q_{terr}}$):

$E_{Q_{terr}} =$	37.02 tn/m
$Y_A =$	7.50 m

$$E_{Q_{terr}} = P_{AE} - EH$$

Fuerza Inercial del Estribo (P_{IR})

Como:

$W_w + W_s =$	peso del estribo y terreno tributario
$W_w + W_s =$	259.59 tn

$K_h =$	0.235
$P_{IR} =$	61.0 tn/m

$$P_{IR} = K_h (W_w + W_s)$$

$Y_A =$	C.G. del estribo y terreno tributario
$Y_A =$	6.22 m

Efecto Combinado de $P_{AE} + P_{IR}$

$P_{AE} + 0.5P_{IR} =$	139.71 tn/m
$(0.5P_{AE} > EH) + P_{IR} =$	133.19 tn/m

$E_{Q_{terr}} =$	37.02 tn/m
$0.5 * P_{IR} =$	30.50 tn/m

b) Carga sísmica por superestructura (P_{EQ}):

$P_{DC} =$	43.59111111
$P_{DW} =$	2.655555556

$PGA =$	0.47
$F_{pga} =$	1
$A_s =$	0.5

$$A_s = F_{pga}(PGA) = K_{ho}$$

$P_{EQ} =$	21.7 tn/m
$Y_A =$	14.15 m

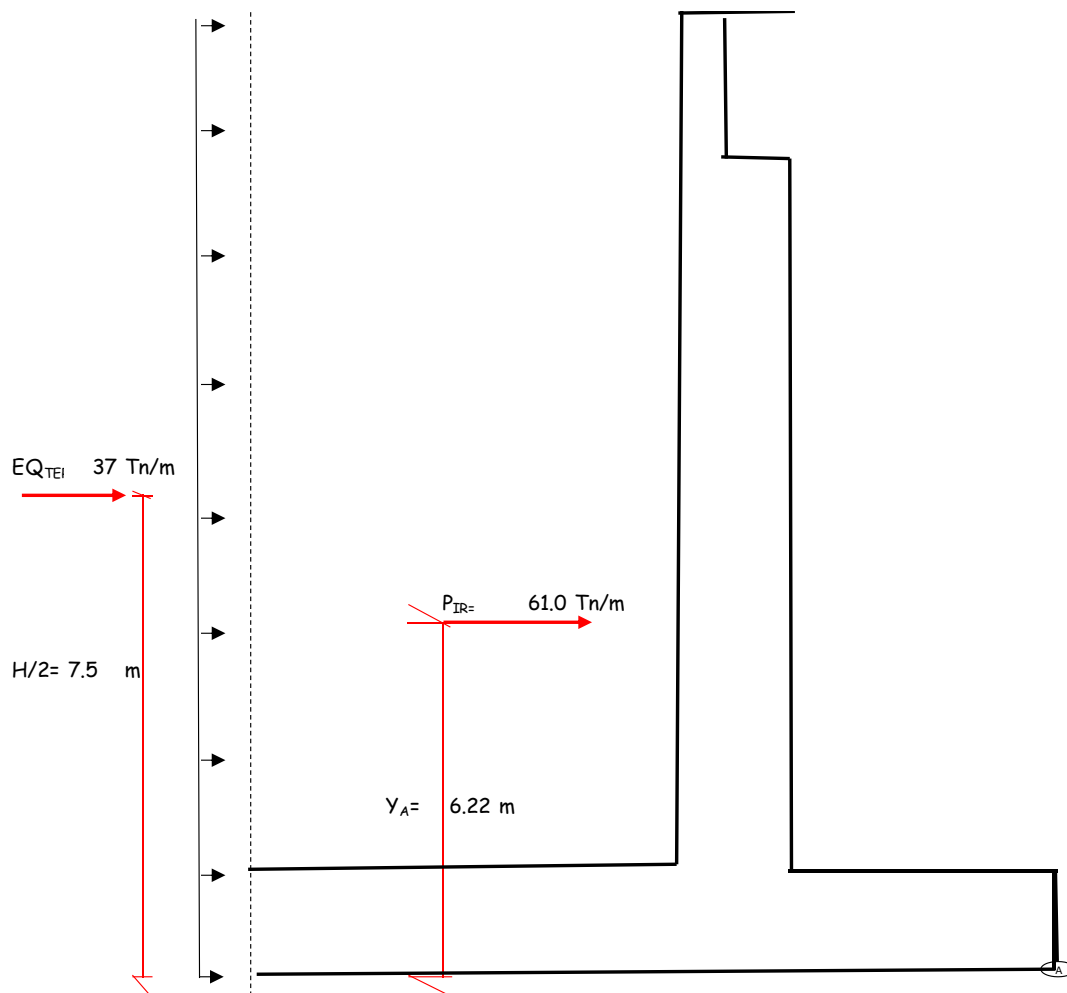
$$P_{EQ} = P_{DC+DW}(A_s) =$$

Carga BR(frenado)

BR=	2.27 tn/m
Y_A =	16.80 m

Resumen Cargas Horizontales

CARGA	TIPO	H (Ton/m)	Y_A (m)	M_H (Ton-m/ml)
LS_x	LS	5.78	7.50	43.31
EH	EH	72.19	5.00	360.94
EQ_{terr}	EQ	37.02	7.50	277.63
$0.5P_{IR}$	EQ	30.50	6.22	189.80
P_{EQ}	EQ	21.74	14.15	307.56
BR	BR	2.27	16.80	38.12
Σ		169.49		1217.36



FACTORES DE CARGA UTILIZADOS

ESTADO LIMITE	γ_{DC}	γ_{DW}	γ_{EV}	γ_{LL+IM}	γ_{LSY}	γ_{LSX}	γ_{EH}	γ_{EQ}	γ_{BR}	APLICACIÓN
RESISTENCIA IA	0.9	0.65	1	-	-	1.75	1.5	-	1.75	Deslizamiento y vuelco
RESISTENCIA IB	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	1.75	1.5	-	1.75	Presiones
EV. EXTREMO I	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	0.5	Deslizamiento, vuelco y presiones
SERVICIO I	1	1	1	1	1	1	1	-	1	Agrietamiento

Caso I - Estribo con puente.

CARGAS VERTICALES (Vu)							
TIPO DE CARGA	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$\Sigma =$ Vu(Ton)
	DC	P _{DC}	P _{DW}	EV	P _{LL+IM}	LS _y	
V (Ton)=	101.06	43.59	2.66	158.52	20.29	7.05	333.17
$\gamma =$	0.9	0.9	0.65	1	0	0	290.44
Resistencia Ia	90.96	39.23	1.73	158.52	0.00	0.00	
$\gamma =$	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	446.65
Resistencia Ib	126.33	54.49	3.98	214.01	35.51	12.33	
$\gamma =$	1	1	1	1	0.5	0.5	319.50
Ev. Extremo I	101.06	43.59	2.66	158.52	10.15	3.52	
$\gamma =$	1	1	1	1	1	1	333.17
Servicio I	101.06	43.59	2.66	158.52	20.29	7.05	

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES (Mvu)							
TIPO DE CARGA	DC		DW	EV	LL+IM	LS	$\Sigma =$ Mvu(Ton)
	DC	P _{DC}	P _{DW}	EV	P _{LL+IM}	LS _y	
Mv(Ton-m)	548.34	189.62	11.55	1434.64	88.28	63.06	2335.48
$\gamma =$	0.9	0.9	0.65	1	0	0	2106.31
Resistencia Ia	493.50	170.66	7.51	1434.64	0.00	0.00	
$\gamma =$	1.25	1.25	1.5	1.35	1.75	1.75	3141.37
Resistencia Ib	685.42	237.03	17.33	1936.76	154.48	110.35	
$\gamma =$	1	1	1	1	0.5	0.5	2259.82
Ev. Extremo I	548.34	189.62	11.55	1434.64	44.14	31.53	
$\gamma =$	1	1	1	1	1	1	2335.48
Servicio I	548.34	189.62	11.55	1434.64	88.28	63.06	

CARGAS HORIZONTALES (Hu)							
TIPO DE CARGA	LS		EQ			BR	$\Sigma =$ Hu (Ton)
	LSX	EH	EQ _{terr}	0.5P _{IR}	PEQ	BR	
H (Ton)=	5.78	72.19	37.02	30.50	21.74	2.27	169.49
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	0	1.75	122.36
Resistencia Ia	10.11	108.28	0.00	0.00	0.00	3.97	
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	0	1.75	122.36
Resistencia Ib	10.11	108.28	0.00	0.00	0.00	3.97	
$\gamma =$	0.5	1	1	1	1	0.5	165.46
Ev. Extremo I	2.89	72.19	37.02	30.50	21.74	1.13	
$\gamma =$	1	1	0	0	0	1	80.23
Servicio I	5.78	72.19	0.00	0.00	0.00	2.27	

MOMENTOS DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES M _{HU}							
TIPO DE CARGA	LS		EQ			BR	$\Sigma =$ M _{HU} (T-m)
	LSX	EH	EQ _{terr}	0.5P _{IR}	PEQ	BR	
M _H (Ton)=	43.31	360.94	277.63	189.80	307.56	38.12	1217.36
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	0	1.75	683.90
Resistencia Ia	75.80	541.41	0.00	0.00	0.00	66.70	
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	0	1.75	683.90
Resistencia Ib	75.80	541.41	0.00	0.00	0.00	66.70	
$\gamma =$	0.5	1	1	1	1	0.5	1176.64
Ev. Extremo I	21.66	360.94	277.63	189.80	307.56	19.06	
$\gamma =$	1	1	0	0	0	1	442.37
Servicio I	43.31	360.94	0.00	0.00	0.00	38.12	

A.1 VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA AL VOLTEO

a) Vuelco alrededor del punto "A"

-Estado Límite de Resistencia (AASHTO, Art. 11.6.3.3):

B=	12.00 m
$e_{\text{máx}}=$	4.00 m

Se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los dos tercios centrales ($e \leq B/3$), excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los 9/10 centrales ($e \leq 0.45B$).

-Estado Límite de Evento Extremo (AASHTO, Art. 11.6.5.1):

$e_{\text{máx}}=$	4.40 m
-------------------	--------

Para valores de γ_{EO} entre 0 y 1.0, interpolar linealmente entre los valores especificados. En nuestro caso, utilizando $\gamma_{EO}=0.5$, la interpolación señala el límite $e \leq (1/30)B$.

ESTADO	V_U (Ton/m)	M_{VU} (Ton-m/m)	M_{HU} (Ton-m/m)	$X_0=(M_{VU}-M_{HU})/V_U$ (m)	$e=B/2-X_0$ (m)	$e_{\text{máx}}$ (m)
Resistencia Ia	290.44	2106.31	683.90	4.90	1.10	OK
Resistencia Ib	446.65	3141.37	683.90	5.50	0.50	OK
Evento Extremo	319.50	2259.82	1176.64	3.39	2.61	OK

A.2 VERIFICACIÓN DE DESLIZAMIENTO

b) Deslizamiento en base del estribo

Con:

$\phi_f=$	30°
$\mu=$	0.58

Con:
 $\mu = \text{tg } \phi_f = \text{tg} 30^\circ = 0.577$ (Art. 10.6.3.3)

$\phi_r= 1.00$, estado límite de Resistencia (Tabla 11.5.7-1)
 $= 1.00$, estado límite de Evento Extremo (Art. 11.5.8)

$\phi_t=$	1
$\phi_t=$	1

, estado límite de Resistencia

, estado límite de evento extremo

ESTADO	V_U (Ton/m)	RESISTENTE (Ton/m)	$\Sigma =$	ACTUANTE (Ton/m) H_U
		$F_f = \mu(\phi_t V_u)$	H_u (Ton)	
Resistencia Ia	290.44	167.69	122.36	OK
Resistencia Ib	446.65	257.87	122.36	OK
Evento Extremo	319.50	184.47	165.46	OK

A.3 VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA BASE

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno (q_R)

I) Estado límite de resistencia, con:

(Tabla 11.5.7-1)

$\phi_b =$	0.55
------------	------

$q_R = \phi_b \cdot q_n = \phi_b (FS \cdot q_{adm})$	
FS =	3
$q_{adm} =$	3.00 kg/cm ²
$q_R =$	4.95 kg/cm ²

II) Estado límite de Evento Extremo, con:

(Art. 11.5.8)

$\phi_b =$	1
------------	---

$q_R = \phi_b \cdot q_n = \phi_b (FS \cdot q_{adm})$	
FS =	3
$q_{adm} =$	3.00 kg/cm ²
$q_R =$	9.00 kg/cm ²

III) Estado límite de Servicio, con:

$q_{adm} =$	3.00 kg/cm ²
-------------	-------------------------

ESTADO	V_U (Ton/m)	M_{VU} (Ton-m/m)	M_{HU} (Ton-m/m)	$X_0 = (M_{VU} - M_{HU}) / V_U$ (m)	$e = B/2 - X_0$ (m)	$q = V_U / (B - 2e)$ (kg/cm ²)	Verificación
Resistencia Ia	290.44	2106.31	683.90	4.90	1.10	2.97	OK
Resistencia Ib	446.65	3141.37	683.90	5.50	0.50	4.06	OK
Evento Extremo	319.50	2259.82	1176.64	3.39	2.61	4.71	OK
Servicio I	333.17	2335.48	442.37	5.68	0.32	2.93	OK

Caso II - Estribo sin puente.

B.1 ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

CARGAS VERTICALES (V_U)				
TIPO	DC	EV	LS	$\Sigma =$
CARGA	DC	EV	LS _y	V_U (Ton)
V (Ton)	101.06	158.52	7.05	266.63
$\gamma =$	0.9	1	0	249.48
Resistencia Ia	90.96	158.52	0.00	
$\gamma =$	1.25	1.35	1.75	352.67
Resistencia Ib	126.33	214.01	12.33	
$\gamma =$	1	1	0.5	263.11
Ev. Extremo I	101.06	158.52	3.52	
$\gamma =$	1	1	1	266.63
Servicio I	101.06	158.52	7.05	

CARGAS HORIZONTALES (H_U)					
TIPO	LS	EH	EQ		$\Sigma =$
CARGA	LSX	EH	P_{EQ}	$0.5P_{IR}$	H_U (T-m)
H (Ton)	5.78	72.19	21.74	30.50	99.70
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	118.39
Resistencia Ia	10.11	108.28	0.00	0.00	
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	118.39
Resistencia Ib	10.11	108.28	0.00	0.00	
$\gamma =$	0.5	1	1	1	96.81
Ev. Extremo I	2.89	72.19	21.74	30.50	
$\gamma =$	1	1	0	0	77.96
Servicio I	5.78	72.19	0.00	0.00	

MOMENTOS ESTABILIZADORES POR V_U (M_{VU})				
TIPO	DC	EV	LS	$\Sigma =$
CARGA	DC	EV	LS _y	M_{VU} (Ton)
M_V (Ton-m)	548.34	1434.64	63.06	2046.03
$\gamma =$	0.9	1	0	1928.14
Resistencia Ia	493.50	1434.64	0.00	
$\gamma =$	1.25	1.35	1.75	2732.53
Resistencia Ib	685.42	1936.76	110.35	
$\gamma =$	1	1	0.5	2014.50
Ev. Extremo I	548.34	1434.64	31.53	
$\gamma =$	1	1	1	2046.03
Servicio I	548.34	1434.64	63.06	

MOMENTO DE VUELCO POR H_U (M_{HU})					
TIPO	LS	EH	EQ		$\Sigma =$
CARGA	LSX	EH	EQ_{terr}	$0.5P_{IR}$	M_{HU} (T-m)
M_H (Ton)	43.31	360.94	277.63	189.80	681.88
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	617.20
Resistencia Ia	75.80	541.41	0.00	0.00	
$\gamma =$	1.75	1.5	0	0	617.20
Resistencia Ib	75.80	541.41	0.00	0.00	
$\gamma =$	0.5	1	1	1	660.22
Ev. Extremo I	21.66	360.94	277.63	189.80	
$\gamma =$	1	1	0	0	404.25
Servicio I	43.31	360.94	0.00	0.00	

B.2 VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA AL VOLTEO

a) Vuelco alrededor del punto "A"

B= 12 m

ESTADO	V_U (Ton/m)	M_{VU} (Ton-m/m)	M_{HU} (Ton-m/m)	$X_0=(M_{VU}-M_{HU})/V_U$ (m)	$e=B/2-X_0$ (m)	$e_{máx}=B/3$ (m)	Verificación
Resistencia Ia	249.48	1928.14	617.20	5.25	0.75	4.00	OK
Resistencia Ib	352.67	2732.53	617.20	6.00	0.00	4.00	OK
Evento Extremo	263.11	2014.50	660.22	5.15	0.85	4.00	OK

B.3 VERIFICACIÓN DE DESLIZAMIENTO

b) Deslizamiento en base del estribo

Con:

$\mu=$	0.58
$\phi_t=$	1
$\phi_t=$	1

, estado limite de Resistencia

, estado limite de evento extremo

ESTADO	V_U (Ton/m)	RESISTENTE (Ton/m) $F_f=U(\phi_t V_U)$	ACTUANTE H_U (Ton/m)	Verificación
Resistencia Ia	249.48	144.04	118.39	OK
Resistencia Ib	352.67	203.61	118.39	OK
Evento Extremo	263.11	151.91	96.81	OK

B.4 VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA BASE

c) Presiones actuantes en la base del estribo

B= 12 m

ESTADO	V_U (Ton/m)	M_{VU} (Ton-m/m)	M_{HU} (Ton-m/m)	$X_0=M_{VU}-M_{HU}/V_U$ (m)	$e=B/2-X_0$ (m)	$q=V_U/(B-2e)$ (kg/cm ²)	Verificación
Resistencia Ia	249.48	1928.14	617.20	5.25	0.75	2.37	OK
Resistencia Ib	352.67	2732.53	617.20	6.00	0.00	2.94	OK
Evento Extremo	263.11	2014.50	660.22	5.15	0.85	2.56	OK
Servicio I	266.63	2046.03	404.25	6.16	-0.16	2.17	OK

Cálculo de acero en el paramento.

$$P_u < 0.1 \cdot \phi \cdot f'c \cdot A_g$$

No se diseña por flexocompresión

Cargas	Resistencia I
PDC= 43.6 Tn/ml	1.25
PDW= 2.7 Tn/ml	1.5
PLL+IM= 20.3 Tn/ml	1.75

$$N_u = n \cdot (1.25 \cdot PDC + 1.5 \cdot PDW + 1.75 \cdot PLL)$$

$$N_u = P_u = 94 \text{ Tnf} \rightarrow 93985.56 \text{ kgf}$$

$$0.1 \cdot \phi \cdot f'c \cdot A_g = 504000 \text{ kgf}$$

Donde: $\phi = 0.9$

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

$$A_g = b \cdot t_{\text{paramento}}$$

$$A_g = 100 \cdot 200 = 20000 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 93985.6 \text{ Kgf} < 0.1 \cdot \phi \cdot f'c \cdot A_g = 504000.0 \text{ Kgf}$$

No se considera el efecto de la Flexocompresión

A._ Cargas que actuan en el Paramento:

CARGAS EN BASE DE PANTALLA				
CARGA	CARGA DISTR. (Ton/m)	CARGA (Tn)	Yp (m)	M (Ton-m)
LS	$p' = 0.385$	5.20	6.75	35.08
EH	$p' = 8.663$	58.47	4.50	263.12
EQ_{terr}	$p = 2.221$	29.98	6.75	202.39
$0.5P_{IR}$	-	6.80	2.47	16.79
P_{EQI}	-	21.74	11.80	256.48
BR	-	2.27	15.30	34.71

B._ Para el diseño estructural calculamos P_{IR} sin incluir la masa del suelo sobre el talón:

$W_{est} =$	57.86 tn/m
$K_h =$	0.235
$P_{IR} =$	13.59804 tn/m

C.- Momento y cortante sobre el paramento:

Momento ultimo Actuando sobre el paramento:	
Estado límite de resistencia l.-	Estado Evento Extremo l.-
$V_u = n(1.75M, LS+1.5M, EH+1.75M, BR)$	$V_u = n(0.50M, LS+1M, EH+1M, EQ+0.50M, BR)$
$n = 1$	$n = 1$
$n_D = 1$	$n_D = 1$
$n_R = 1$	$n_R = 1$
$n_I = 1$	$n_I = 1$
$M_u = 516.83 \text{ tn.m}$	$M_u = 500.41 \text{ tn.m}$

Cortante ultimo Actuando sobre el paramento:	
Estado límite de resistencia l.-	Estado Evento Extremo l.-
$V_u = n(1.75V, LS+1.5V, EH+1.75V, BR)$	$V_u = n(0.50V, LS+1V, EH+1V, EQ+0.50V, BR)$
$n = 1$	$n = 1$
$n_D = 1$	$n_D = 1$
$n_R = 1$	$n_R = 1$
$n_I = 1$	$n_I = 1$
$V_u = 100.77 \text{ tnf}$	$V_u = 92.19 \text{ tnf}$

A. Acero por flexión

DATOS:

$F'c=$	280	kg/cm ²
$F_y=$	4200	Kg/cm ²
$\phi=$	1.00	
$b=$	100.00	cm
$Rec=$	6.27	cm
$h=$	200.00	cm
$d=$	193.73	cm

($\phi_s=1.0$, según Art. 11.5.8 para estado límite de Evento Extremo)

DISEÑO DE REFUERZO:

Apoyos.-

$M_u=$	516.83	Tn-m
$b=$	100.00	cm
$d=$	193.73	cm
$\phi=$	1.00	
$a=$	11.55	cm
$A_s=$	65.47	cm ² /ml

$A_{s,f}=$	72.86
$a,f=$	12.86

Usando $\phi = 1"$

$$S = 7.79 \text{ cm}$$

$$S = 7 \text{ cm}$$

Usar: $\phi \ 1" \ @ \ 7 \text{ cm}$

$A_{s,máx}$

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
(Art. 5.7.3.3.1)

$A_{s,mín}$ (Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y $1.33M_u$:

a)	$M_{cr}=$	246.65	Tn-m
	$f_r=$	33.63	kg/cm ²
	$S=$	666666.7	cm ³

b)	$1.33 * M_u=$	687	Tn-m
----	---------------	-----	------

$$M_{u,mín} = 246.65 \text{ Tn-m}$$

$$M_{u,r} = 573.14 \text{ Tn-m}$$

$M_{u,r} > \text{menor}(1.33M_u \text{ y } M_{cr})$

Verificación: **OK**

B. Acero por temperatura

b=	100.00 cm
h=	200.00 cm
As,t=0.18bh/2(b+h)	6.0 cm ² /m (en cada cara)

2.33 cm ² /m <= As,temp <= 12.7 cm ² /m
Verificacion1: OK

Usando Ø = 1/2"

S= 21.50 cm

S= 20 cm

Usar: Ø 1/2" @ 20 cm

S _{máx} (3h)= 300 cm
S _{máx} = 45 cm
Verificacion2: OK

C. Acero por Paramento:

As,k(0.1*(d-76))=	11.8 cm ² /m
y=	193.73 cm
As,k=	22.8 cm ² /m (en cada cara)
As,f=	18.2 cm ² (en cada cara)

Si As,k <= As,f Usar acero As,k

Si As,k >= As,f Usar acero As,f

Usando Ø = 1/2"

S= 7.08 cm

S= 7 cm

Usar: Ø 1/2" @ 7 cm

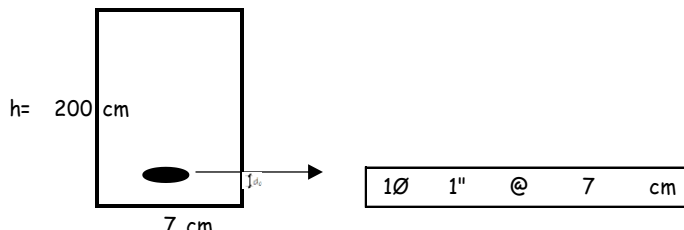
D. Revisión de fisuración por distribución de armadura

(se verifica el esfuerzo en el acer

$$f_s < 0.60 \cdot f_y$$

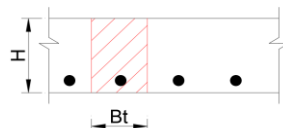
$$M_s = n(I \cdot OM_{LS} + I \cdot OM_{EH} + I \cdot OM_{BR})$$

n=	1
n _b =	1
n _r =	1
n _t =	1
M _s =	333 Tn-m/m
A _t =	0.07 m
M _s =	23.3 Tn-m



E. Esfuerzo del acero principal bajo cargas de servicio:

jd=	180 cm
f _{ss} =	2540 kg/cm ²
0.6fy=	2520 kg/cm ²
f _{ss} =	2520 kg/cm ²



f _{ss} = 2520 kg/cm ²	<=	0.6fy: 2520 kg/cm ²	Cumple
---	----	--------------------------------	--------

F. Separación máxima de la armadura:


S _{máx} =	37.20 cm		
γe=	0.75		
βs=	1.0000		
S _{util} : 7 cm	<=	S _{máx} : 37 cm	Cumple

S _{util} =	7 cm
---------------------	------

G= Revisión por corte:

Vu=	100.77 tnf	
Vn=	.25*f'c*bv*dv	
d=	194 cm	
a=	12 cm	
h=	200 cm	
bv=	100 cm	39.37 pulg
dv=d-a/2=	188 cm	74.00 pulg
dv>=0.90d=	174 cm	
dv>=0.72h=	144 cm	
f'c=	280.0 Kg/cm2	3.98 KSI

Resistencia al corte nominal:

Vc=	$0.0316 \cdot \beta \cdot \text{raiz}(f'c) \cdot bv \cdot dv$	=	310 Klb		141 Tnf
-----	---	---	---------	---	---------

Parametro de corte:

$\beta = 1.69$

$\epsilon_s = 0.002456$

Donde:

$$\beta = \frac{4.8}{(1 + 750\epsilon_s)} \quad \rightarrow \quad \epsilon_s = \frac{\left(\frac{|M_u|}{d_v} + |V_u|\right)}{E_s A_s}$$

Maxima resistencia al corte permitida en la seccion :

Vn=0.25*f'c*bv*dv=	1316 Tnf
--------------------	----------

Resistencia al corte reducida:

Vr=0.90*min(Vc,Vr=	126.75 Tnf
--------------------	------------

Revisión:

Vr=	126.75 Tnf	>=	Vu=	100.77 Tnf	OK
-----	------------	----	-----	------------	----

Diseño de la cimentación.**A. Acero parte superior de la zapata**

$$M_u = n[1.25 M_{DC} + 1.35 M_{EV} + 1.75 M_{LS}]$$

n=	1
n _b =	1
n _r =	1
n _t =	1

Mu=	770.71	Tn-m
-----	--------	------

B. Acero por flexión

DATOS

F'c=	280	kg/cm2
Fy=	4200	Kg/cm2
Ø=	0.90	
b=	100.00	cm
Rec=	8.46	cm
e _{INF} =	200.00	cm
d=	139.64	cm
h=	150.00	cm

As.mín

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M_{cr} y 1.33M_v:

a)	Mcr=	120.2279	Tn-m
	fr=	33.63373	Tn-m
	S=	324965.6	cm3

Mu,mín= 120 Tn-m

Mu,r= 800.90 Tn-m

b)	1.3Mu=	1025.04	Tn-m
----	--------	---------	------

Verificación: OK

Diseño del Refuerzo. -

Apoyos.-

Mu=	770.71	Tn-m	Verificación de Ø:	a=	28.7 cm	OK
b=	100.00	Kg-cm		c=	33.8 cm	
d=	139.64	cm		Ø=	1.12 > 0.9	
φ=	0.90					
a=	28.72	cm	As,f=	170.00		
As=	162.76	cm2/ml	a,f=	30.00		

Usando Ø = 1"

S= 3.13 cm

S= 3 cm

163 cm2 32 barras a una capas por metro s= 3.13 cm
 81 cm2 16 barras a dos capas por metro s= 6.27 cm ok

Usar: Ø 1" @ 3 cm

C. Acero por temperatura

b=	1200	cm
h=	150	cm

2.33 cm2/m <= As,temp <= 12.7 cm2/ml

verificacion: ok

As,Temp= 12.00 cm2/m (en cada cara)

Usando Ø = 1/2"

S=	10.8 cm
S=	10 cm

Smáx= 30 cm **ok**

Usar: Ø 1/2" @ 10 cm

B. Revisión de la punta por corte

n=	1
n _D =	1
n _R =	1
n _T =	1

V _u =	3.98 tn
V _r =	∅V _n
∅=	0.90 tn
d _e =	141.55

$$V_u = \eta [1.25 V_{DC} + 1.35 V_{EV} + 1.75 V_{LS}]$$

Verificación:	ok
---------------	----

b _v =	100.00 tn
d _v =	141.55 tn
β=	2.00 tn
L _{punta} =	4.00 tn
3d _v =	424.64 tn

no menor que el
mayor valor de

{	0.9d _e =	127	(Art. 5.8.2.9)
	0.72h=	108	

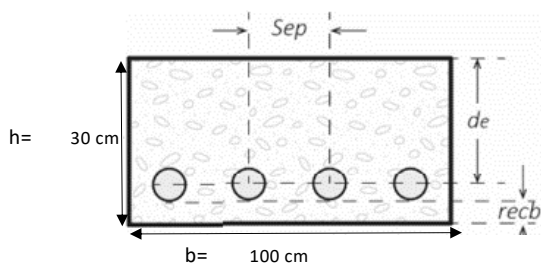
V _c =	125.53	Tn
Con:		
V _p =	0	
V _s =	0	
V _n =	125.53	Tn
V _r =	∅V _n	
V _r =	112.98	Tn
V _u =	3.98 tn	Tn

Verificación:	ok!
---------------	-----

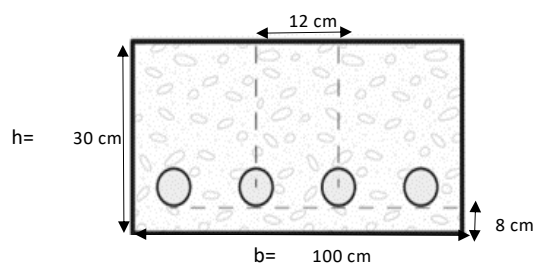
Diseño estructural del parapeto.

A. Acero por flexión

sección transversal unitaria, en el plano x-x



sección transversal unitaria, en el plano x-x



Area de acero proporcionado por un ancho unitario:

A(∅)=	3/4"
b=	100 cm
s=	12 cm

$$A_s = \frac{A(\phi) * b}{s} = \frac{2.85 * 100}{12} = 23.75 \text{ cm}^2$$

Usar: \emptyset 3/4" @ 12 cm

B._ Cálculo de solicitaciones sobre el parapeto:

$$\phi_f = 30$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\phi) = 0.5$$

$$h_{\text{parapeto}} = 1.70 \text{ m}$$

$$\gamma_t = 1.925 \text{ tnf/m}^3$$

$$qLS = h_{eq} * \gamma_t = 0.60 * 1.925 = 1.155 \text{ Tnf/m}^2$$

Empuje del suelo:

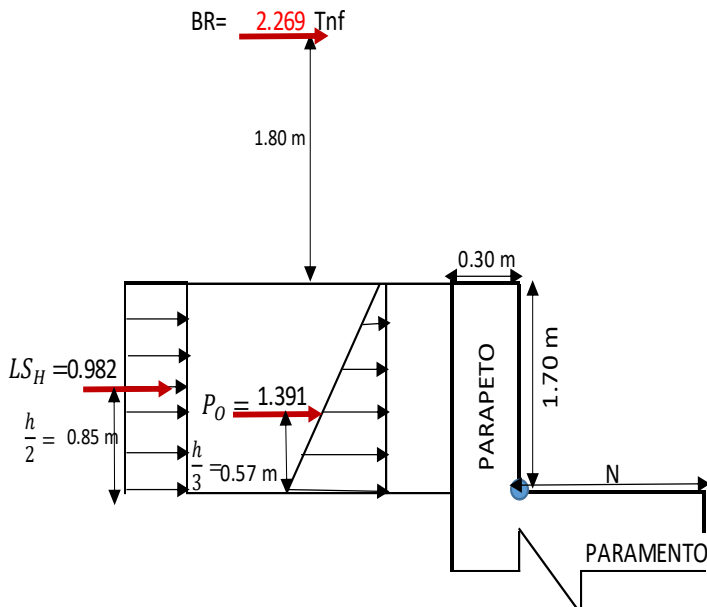
$$P_0 = \frac{1}{2} * k_0 * (h_{\text{parapeto}})^2 * \gamma_t = 1.391 \text{ Tnf/m}$$

Empuje de la sobrecarga:

$$LS_H = qLS * h_{\text{parapeto}} * k_0 = 0.982 \text{ Tnf/m}$$

Tabla 6.2: Altura equivalente del relleno heq, en función de la altura del estribo (H)=

Altura del estribo(m)	heq(m)
1.50	1.20
3.00	0.90
≥ 6.00	0.60



C._ Momento ultimo actuando sobre el parapeto:

$$M, Po = 1.391 * 0.57 = 0.7881 \text{ Tnf-m}$$

$$M, LSh = 0.982 * 0.85 = 0.8345 \text{ Tnf-m}$$

$$M, BR = 2.269 * 3.5 = 7.9406 \text{ Tnf-m}$$

$$Mu = n * (1.5 * M, Po + 1.75 * M, LSh + 1.75 * M, BR)$$

$$Mu = 1 * [1.5 * 0.788 + 1.75 * 0.834 + 1.75 * 7.941]$$

$$Mu = 16.54 \text{ Tnf-m}$$

Momento actuante

D._ Cortante ultimo actuando sobre el parapeto:

$$Vu = n * (1.5 * Po + 1.75 * LSh + 1.75 * BR)$$

$$Vu = 1 * [1.5 * 1.391 + 1.75 * 0.982 + 1.75 * 2.269]$$

$$Vu = 7.775 \text{ Tnf}$$

E._ Revisión del momento flector:

$$As = 23.75 \text{ cm}^2$$

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

$$h = 30.00 \text{ cm}$$

$$Rec = 8.00 \text{ cm}$$

$$d = 21.05 \text{ cm}$$

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

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

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} = 4.191 \text{ cm}$$

$$Mr = \phi * As * fy * \left(d - \frac{a}{2} \right) = 17.012 \text{ Tnf-m} \quad \text{Momento resistente}$$

Mr = 17.01 Tnf-m	>=	Mu = 16.54 Tnf-m	OK
------------------	----	------------------	----

F._ REFUERZO MINIMO :

$$Mu, r \geq \text{menor}(1.33Mu \text{ y } Mcr)$$

Calculo del momento de agrietamiento o momento critico (Mcr)

$$fr = 2.01 * \text{raiz}(f'c) = 33.634 \text{ kgf/cm}^2$$

$$So = b * h^2 / 6 = 15000 \text{ cm}^3$$

$$Mcr = 1.1 * fr * So = 5.5496 \text{ Tnf-m}$$

Donde:

Mu, r >= menor(1.33Mu y Mcr)		CUMPLE
Mr =	17.01 tnf-m	
1.3 * Mu =	21.50 tnf-m	
Mcr =	5.55 tnf-m	
menor(1.33Mu y Mcr)	5.55 tnf-m	

G._ ACERO DE TEMPERATURA:

$A_s, t = 0.18 * b * h / (2 * (b + h)) = 2.08 \text{ cm}^2$

A(ϕ)=	3/8"
S=	30.47 cm

Usar: ϕ 3/8" @ 30 cm

2.33 cm ² /m \leftarrow $A_s, temp = 12.7 \text{ cm}^2/\text{ml}$	
Verificacion1:	NO CUMPLE

S _{máx} (3h)=	90 cm
S _{máx} =	45 cm
Verificacion2:	OK

H._ Revisión de fisuración por distribución de armadura

$f_s \leq 0.60 * f_y$

$f_s = M_s / (A_s b * j d)$

$M_s = n(1.MDC + 1.MDW + 1.(MLL + l))$

$M_s = 9.563 \text{ Tnf-m}$

$n = 1$

$s = 0.12 \text{ m}$

$M_s = 1.148 \text{ Tnf-m}$

APLICAR SECCION TRANSFORMADA

$E_s = 2100000 \text{ kgf/cm}^2$

$E_c = 252671.328 \text{ kgf/cm}^2$

$n = 8.311$

$A(\phi) = 3/4"$

$A_b = 2.85 \text{ cm}^2 \quad 12 * (kd^2) / 2 = 23.69 * (21.05 - kd)$

$n * A_s = 23.69 \text{ cm}^2 \quad 6 kd^2 + 23.687 kd - 498 = 0$

$d = 21.05 \text{ cm}$

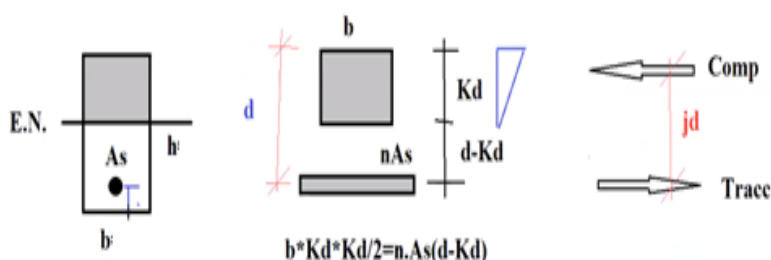
$b = 12 \text{ cm}$

$h = 30 \text{ cm}$

$kd = 7.35 \text{ cm}$

$d - kd = 13.7 \text{ cm}$

$jd = 18.6 \text{ cm}$



kd1=	-11.3
Kd2=	7.35

DONDE:

$M_s / (A_s b * j d)$	\leq	$0.60 * f_y$	kgf/cm ²
$f_s = 2165.43544$		2520	CUMPLE

I._ ESPACIAMIENTO MAXIMO (S_{max}):

CLASE1= 1

CLASE2= 0.75

$\gamma_e = 0.75$

$f_s = 2165 \text{ kgf/cm}^2$

$d_c = 5.96 \text{ cm}$

$B_{ss} = 1.354$

$S_{max} = 20.07 \text{ cm}$

S , barra long	\leq	S_{max}	
12 cm		20.07	CUMPLE

J._ REVISIÓN DE CORTE:

$V_n = .25 * f'_c * b_v * d_v$

$d = 21.05 \text{ cm}$

$a = 4.19 \text{ cm}$

$h = 30 \text{ cm}$

$b_v = 100 \text{ cm} \quad 39.37 \text{ pulg}$

$d_v = d - a/2 = 18.95 \text{ cm} \quad 7.4604 \text{ pulg}$

$d_v >= 0.90d = 18.94 \text{ cm}$

$d_v >= 0.72h = 21.6 \text{ cm}$

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad 3.98 \text{ KSI}$

Resistencia al corte nominal:

$V_c = 0.0316 * \beta * \text{raiz}(f'_c) * b_v * d_v = 37.03 \text{ Klb} \rightarrow 16.81 \text{ Tnf}$

Parametro de corte:

$\beta = 2$

Maxima resistencia al corte permitida en la seccion :

$V_n = 0.25 * f'_c * b_v * d_v = 132.6 \text{ Tnf}$

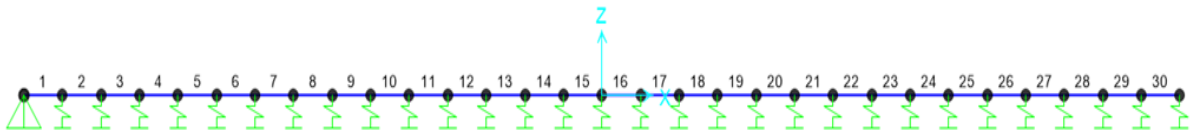
Resistencia al corte reducida:

$V_r = 0.90 * \min(V_c, V_n) = 15.132 \text{ Tnf}$

Revisión:

$V_r = 15.13 \text{ Tnf}$	\geq	$V_u = 7.775 \text{ Tnf}$	OK
---------------------------	--------	---------------------------	----

i) Diseño de losa de transición.



$$E = 2100 + 0.12\sqrt{L1 * W1} \leq W1/Nl$$

$$L1 = 3000 \text{ mm}$$

$$W1 = 18000 \text{ mm}$$

$$W = 9000 \text{ mm}$$

$$NL = 2$$

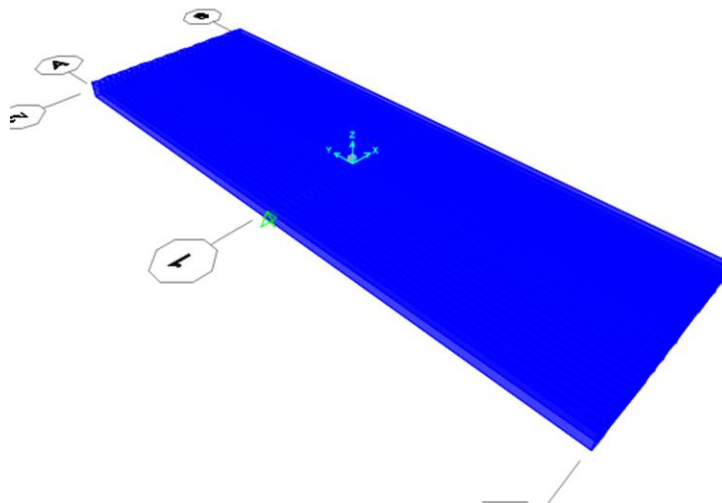
$$E = 2982 \text{ mm}$$

$$W/NL = 4500 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$E = 2.98 \text{ m}$$

$$E = 298.18 \text{ cm}$$

Modelado de losa de transición en SAP 2000.



Esfuerzo admisible del suelo = 3 kgf/cm²

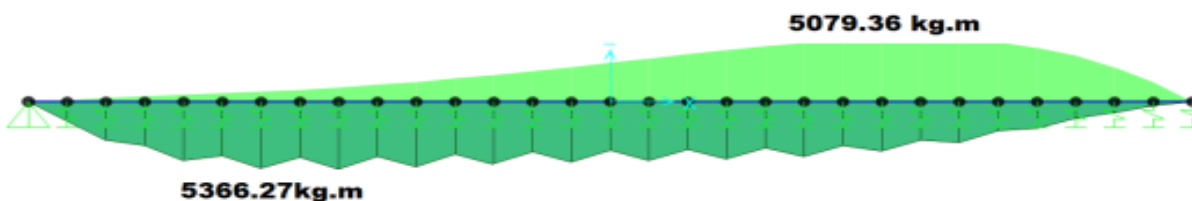
Coefficiente de balasto = 6 kgf/cm³ (tablas)

E = 298.1816307 cm

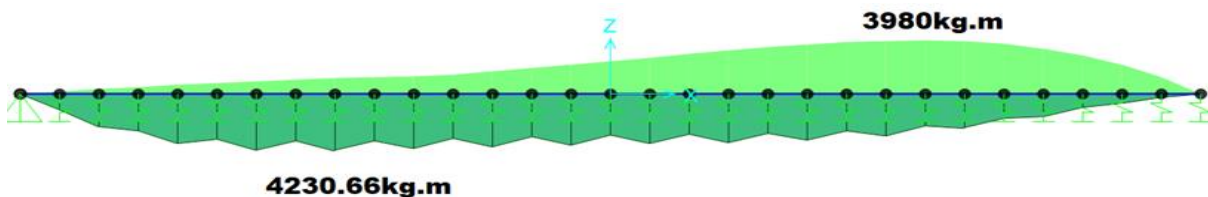
Ancho Tributario = 10 cm (dividir la viga)

Coefficiente de balasto = 17890.90 kgf/cm²

Envoltentes debido al camión.

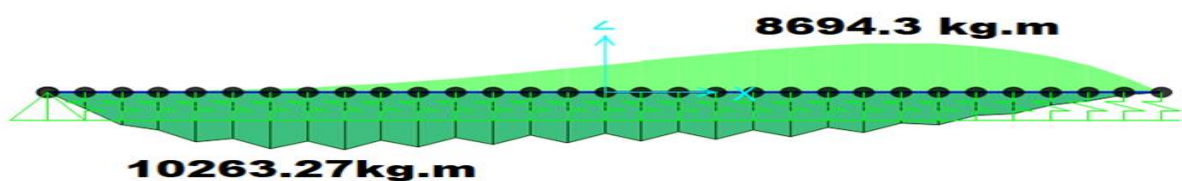


Envoltentes debido al tándem.

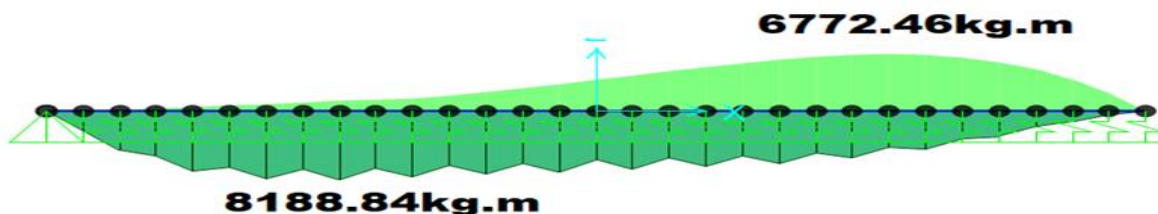


Por resistencia: 1.25DC+1.75LL+I

Combinación 1.25DC+1.75LL+I (Truck)



Combinación 1.25DC+1.75LL+I (Tándem)



Diseño con el mayor de los dos, es este caso con los datos del truck.

Diseño por flexión:

-Acero mínimo:

$$A_s \geq (0.18 \times b \times h) / 2(b+h)$$

$b =$	900	cm
$h =$	25.00	cm
$A_{s,t} =$	2.19	cm ² /m
$A_{s,t} =$	2.33	cm ² /m
barra de 3/8"	0.71	
$s =$	30.47	cm

Ancho del puente

Peralte de losa

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_s \leq 12.75 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$s \leq 3h \quad 75.00 \text{ cm}$$

$$s \leq 45 \text{ cm} \quad 45.00 \text{ cm}$$

Usar 1 Ø 3/8" @ 30cm

Acero inferior de la losa.

Mu =	10263.27	kgf.m/m	Momento último actuante
b =	298.18	cm	
h =	25.00	cm	
d =	21.825	cm	
Ø =	0.9	asumido	
a =	1.00	cm	asumido
As =	12.73	cm ²	
a =	1.00	cm	calculado
C =	1.18	cm	beta=0.85
Ø =	3.27	> 0.90	Ø =0.90 ok fi asumido
barra de	1.27	cm ²	
s =	29.74	cm	

Usar 1 Ø 1 25 cm

Acero superior de la losa.

Mu =	8694.6	kgf.m/m	Momento último actuante
b =	298.18	cm	
h =	25.00	cm	
d =	21.825	cm	
Ø =	0.9	asumido	
a =	0.85	cm	asumido
As =	10.75	cm ²	
a =	0.85	cm	calculado
C =	1.00	cm	beta=0.85
Ø =	3.78	> 0.90	Ø =0.90 ok fi asumido
barra de	1.27	cm ²	
s =	35.23	cm	

Usar 1 Ø 1 30 cm

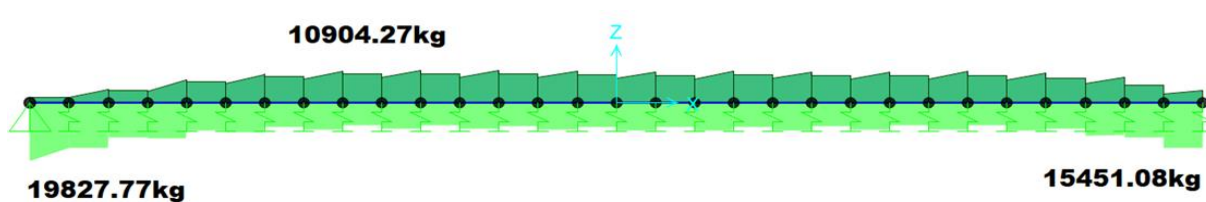
Acero transversal al tráfico.

$$\frac{55}{\sqrt{3}} \leq 50\%$$

s =	3.00	m	
55/raiz(3)	31.75	%	ok
As =	4.04	cm ²	
barra de	0.71	cm ²	
s =	52.36	cm	

Usar 1 Ø 3 30 cm

Verificación por corte.



$$V_u = 19827.77 \text{ kg}$$

Resistencia a corte.

$f_c =$	210	kgf/cm ²	
$b =$	298.18	cm	
$d =$	21.83	cm	
$\phi V_c =$	44984.52762		OK

j) Diseño de cimentación

Dimensiones de la cimentación

$L = 1000 \text{ cm}$

$B = 500 \text{ cm}$

$h = 100 \text{ cm}$

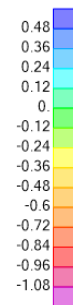
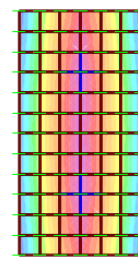
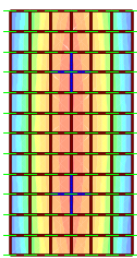
Esfuerzo del suelo = 3 kgf/cm^2

Módulo de balasto de Winkler = 6 kgf/cm^3 .

La capacidad portante del terreno y el módulo de subrasante del suelo (coeficiente de balasto), están en función de las características de la forma de la cimentación y de la profundidad. En este caso se tratará el cálculo de la cimentación con el uso del Csi Bridge, entonces la única comprobación a realizar y que proporciona el programa será la verificación de la capacidad portante del terreno en la cimentación.

Puente viga cajón Multicelular

Análisis en la dirección x

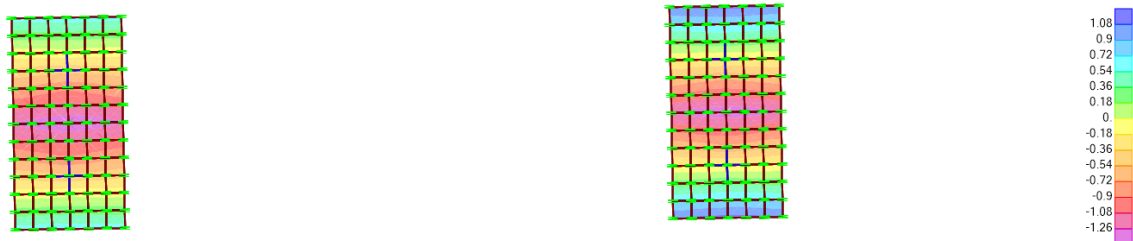


Esfuerzo máximo: 1.08 kgf/cm^2 .

Esfuerzo admisible del suelo: 3 kgf/cm^2

Esfuerzo máximo < Esfuerzo admisible del suelo...ok

Análisis en la dirección y



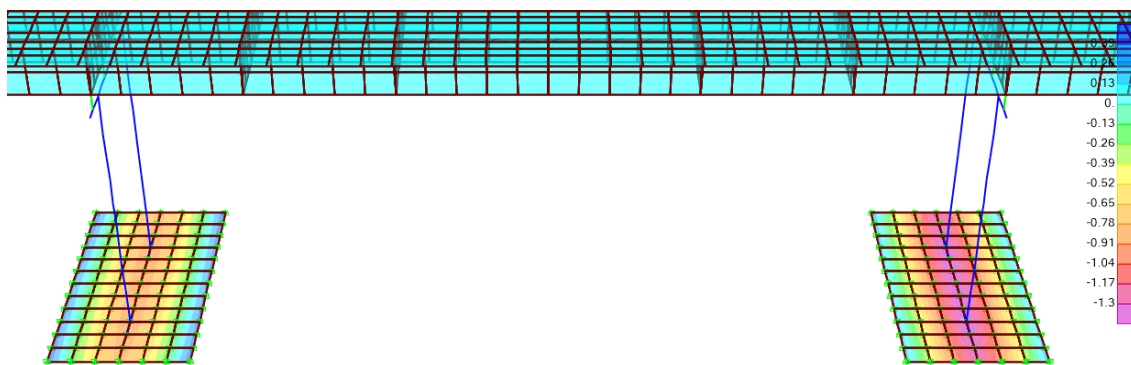
Esfuerzo máximo: 1.26 kgf/cm².

Esfuerzo admisible del suelo: 3 kgf/cm²

Esfuerzo máximo < Esfuerzo admisible del suelo

Puente viga cajón Multicelular

Análisis en la dirección x

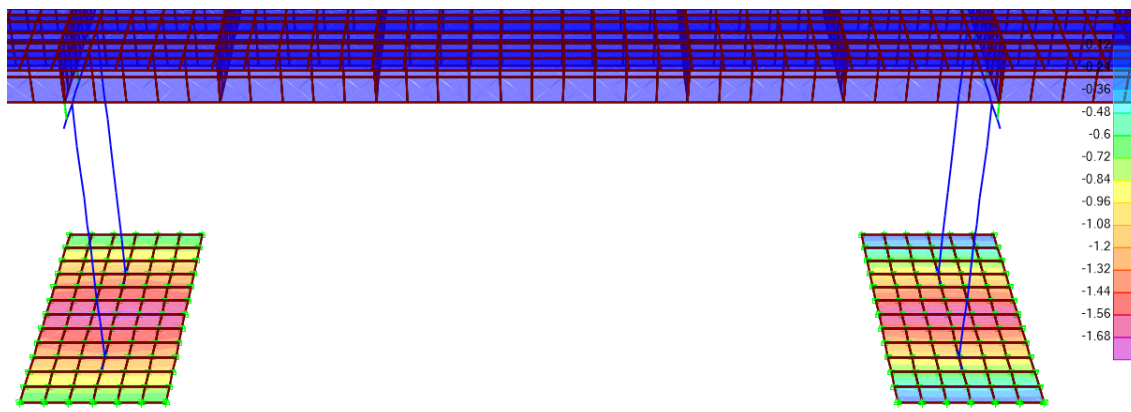


Esfuerzo máximo: 1.30 kgf/cm².

Esfuerzo admisible del suelo: 3 kgf/cm²

Esfuerzo máximo < Esfuerzo admisible del suelo...ok

Análisis en la dirección y

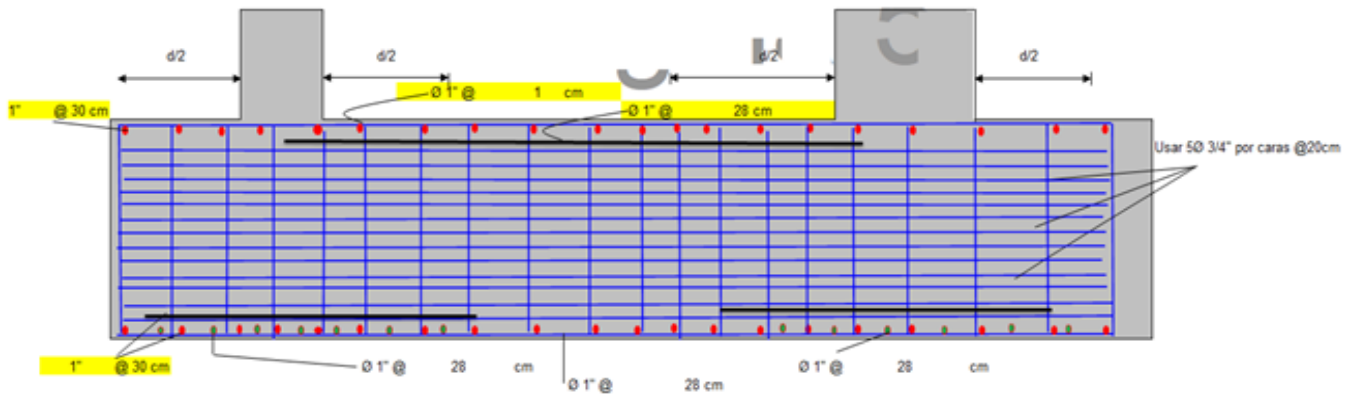


Esfuerzo máximo: 1.58 kgf/cm².

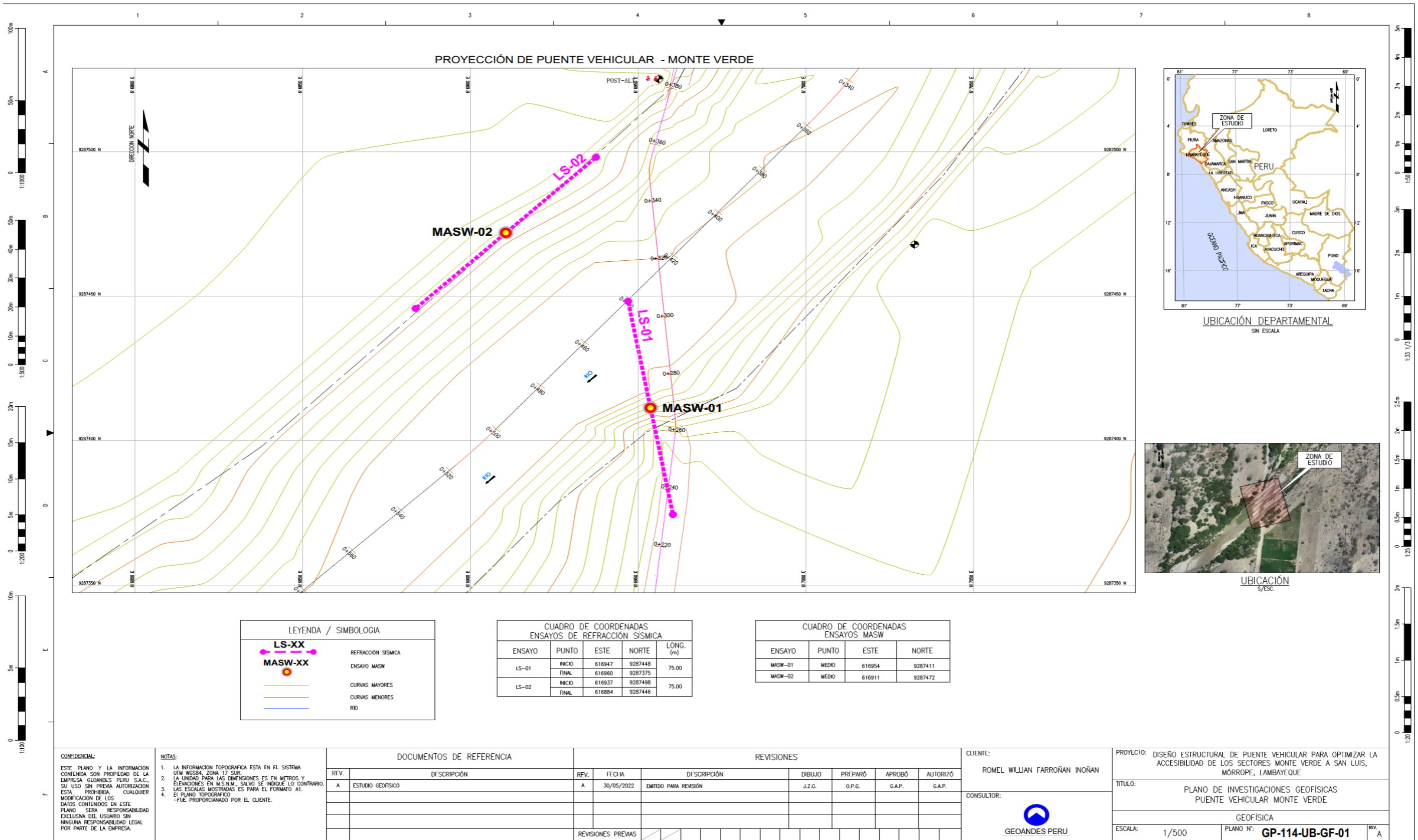
Esfuerzo admisible del suelo: 3 kgf/cm^2

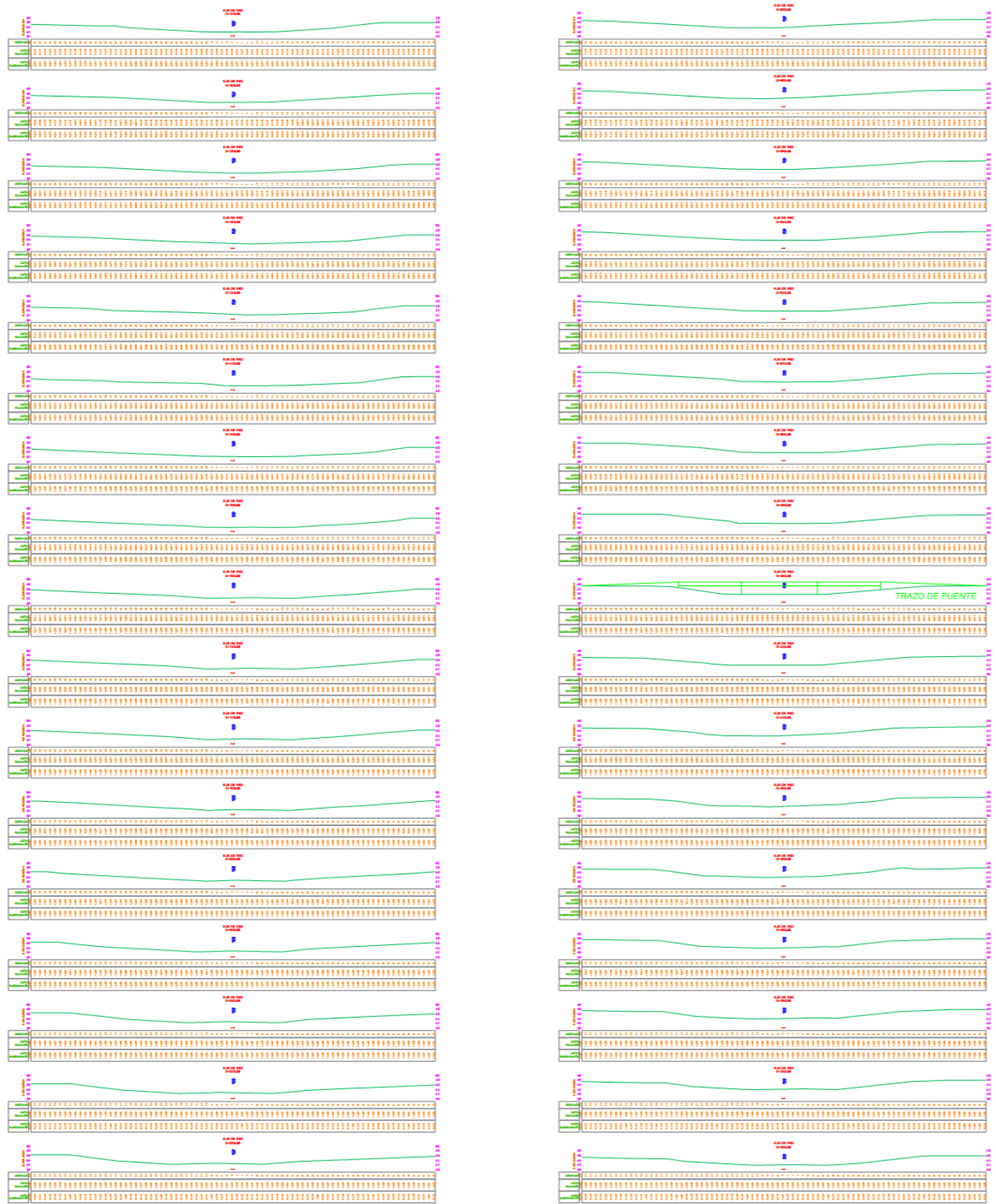
Esfuerzo máximo < Esfuerzo admisible del suelo

Distribución del refuerzo

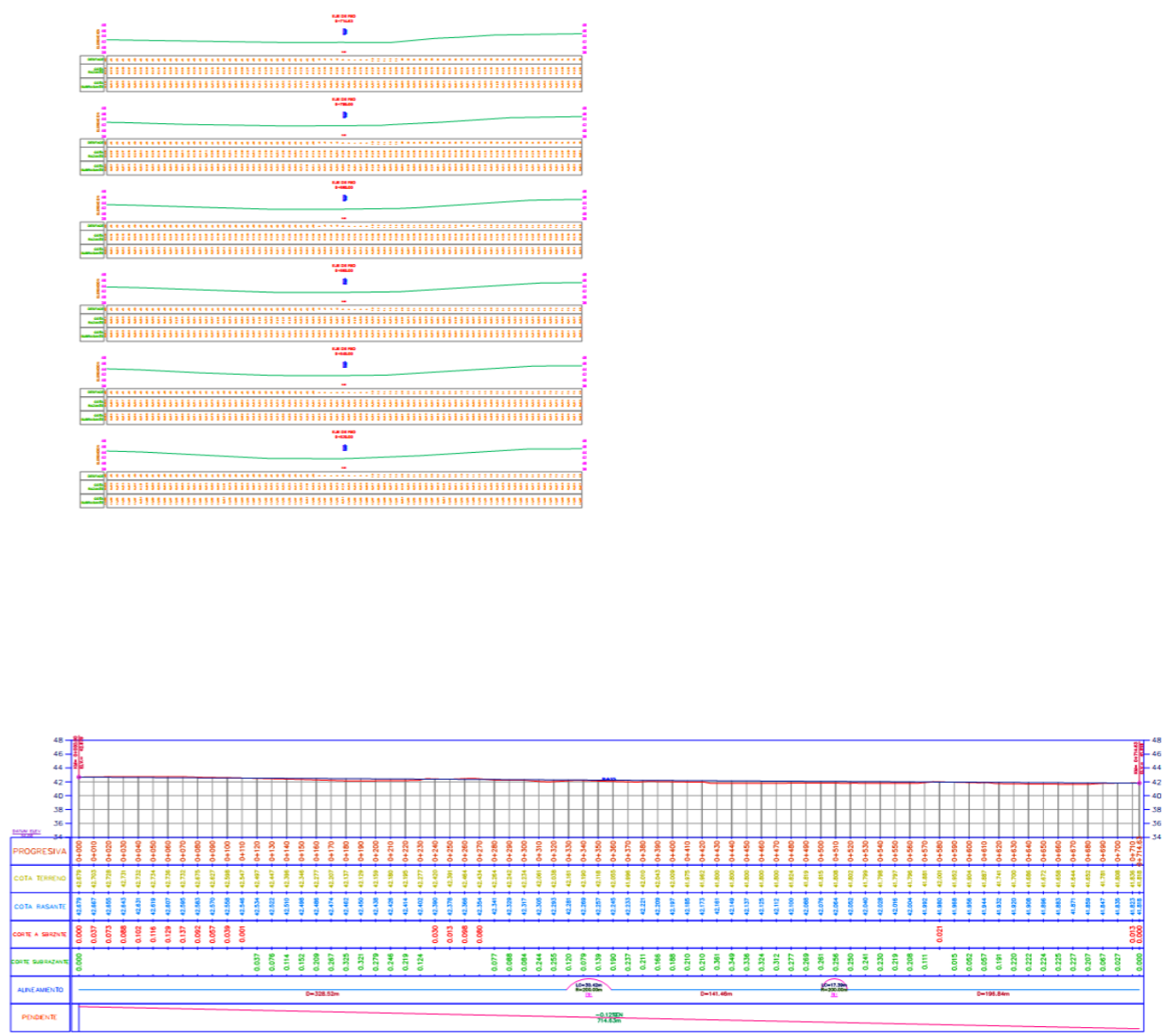


Anexo N°04: Planos y detalles estructurales





SECCIONES TRANSVERSALES EJE RÍO MOTUPE
ESC. 1/1000

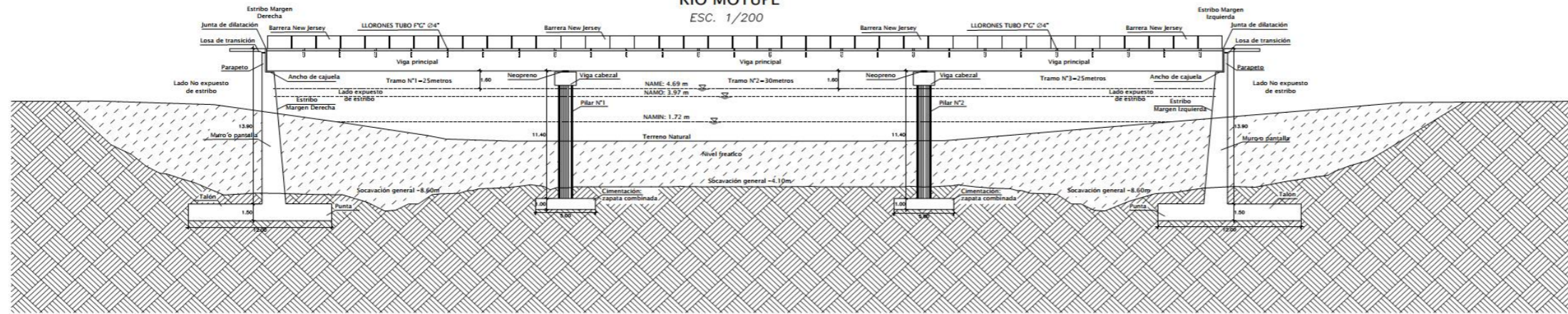


PERFIL LONGITUDINAL EJE RÍO MOTUPE
ESC. 1/2000

EJE DE RIO
P.L 0+000.00-0+714.63
ESCALA: H=1:1000 V=1:200

TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morropo, Lambayeque 2021 TESISISTA: Romel Willian Farrohan Inoñan ASesor: Ing. José Alfredo Rolando Caspedes Deza JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffran, Ing. Robert Manuel Carrasco Canales, Ing. José Alfredo Rolando Caspedes Deza PLANO: Secciones y perfil longitudinal - eje del río Motupe	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO USAT FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental ESCALA: 1:1000 FECHA: 2021	LÍNEA: SL-01
--	--	------------------------

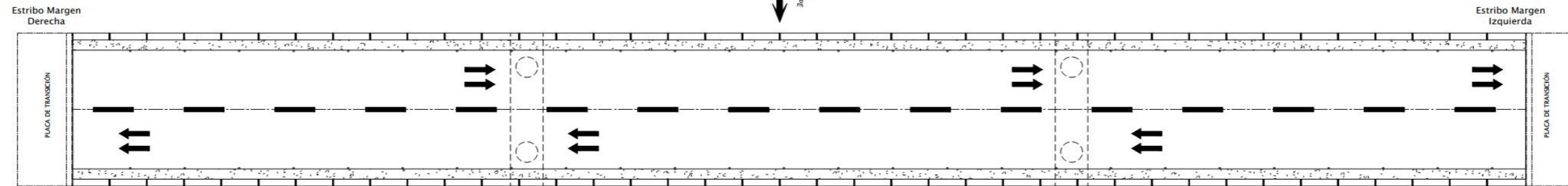
PUENTE VIGA LOSA
RIO MOTUPE
ESC. 1/200



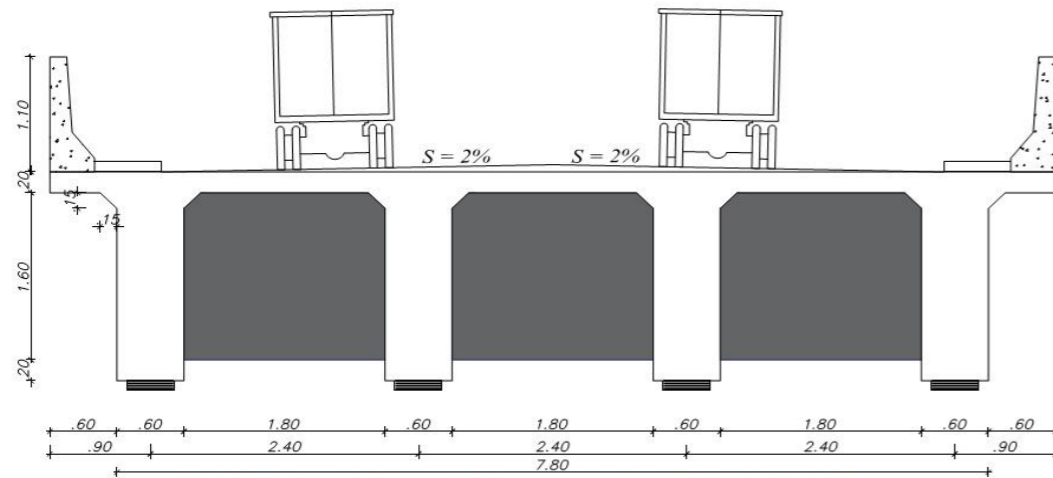
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1. CONCRETO ARMADO	
Zapatas de Estribos	$f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Muro o pantalla	$f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Losa del tablero	$f_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Losa de transición	$f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
Acero de Refuerzo	Grado ASTM A615 $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
2. RECUBRIMIENTOS	
Cimentaciones	75 mm
Pilas	50 mm
Viga Cabezal	50 mm
Muros	50 mm
Losas	30 mm
3. SUELO	
Resistencia admisible	3kg/cm ²
4. SOBRECARGA	
Vehículo de diseño HL93	
5. NORMAS DE DISEÑO	
Manual de puentes del MTC 2018	
AASHTO LRFD	

Materiales empleados	
Tipo de material resistente	$f_c=280 \text{ kg/cm}^2=4000 \text{ psi}$
Módulo de elasticidad de concreto	$E_c=217370.65 \text{ kgf/cm}^2$
Peso específico	$\gamma_c=2400 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente de poisson	$\mu=0.2$
Acero de construcción	ASTM A615 grado 60
Resistencia a fluencia	$F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad acero	2100000 kgf/cm ²

Vehículos	
Vehículo de diseño Truck M(+)	HL93K (prima para diseño)
Vehículo tandem M(+)	HL93M
Vehículo M(-)	HL93S



PLANTA - VISTA GENERAL
PUENTE VIGA LOSA
ESC. 1/120



SECCION TRANSVERSAL - PUENTE VIGA LOSA
RIO MOTUPE
ESC. 1/30



UBICACIÓN DEL PUENTE-RÍO MOTUPE
ESC. 1/30

Para el análisis y diseño de la superestructura	
Puente Continuo	Recto
Longitud del puente	80m
Número de tramos	3
Longitud de primer tramo	25m
Longitud de segundo tramo	30m
Longitud del tercer tramo	25m
Clasificación por demanda	Carretera de segunda clase
Tipo de orografía	Tipo plano
Ancho de calzada	7m
Velocidad de diseño	60km/h
Ancho de carril	3.5m
Berma	No contempla
Capa de asfáltica	5 cm
Pendiente transversal (bombeo)	2%
Pendiente longitudinal	1%
Vereda	b=0.6m; e=0.10m
Baranda New Jersey	b=0.40m; h=1m
Ancho del puente	w= 7m+0.6m+0.6m+0.40m+0.40m=9m
Gálibo (Ríos sin arrastre de palizada)	1.50m
Neoprenos	Uno para cada viga

Para el análisis y diseño de la superestructura	
Ubicación, costa peruana	Zona 4
Clasificación de suelo NTP E-0.30	S2-Suelo intermedio
Clasificación de suelo refracción sísmica Prof.=12m a más	Suelo compacto
Clasificación de suelo ASCE 2010 - MASW Prof.=30m	C-Suelo muy denso o roca blanda
Capacidad portante permisible	3kgf/cm ²
Pilares por tramo	2
Total pilas en todo largo del puente	4
Tipo de cimentación para pilas	Plataea
Profundidad de socavación total en pilas	4.1m
N° estribos (uno a cada extremo de las márgenes del río)	2
Tipo de cimentación para estribo	Plataea
Profundidad de socavación-en ambas márgenes	8.61m
Transporte de material T=265años	Si
Tirante de agua arriba del puente T=265años	Y=4.69m
Tirante de agua abajo del puente T=265años	Y=4.20m
Presencia de fallas locales geotectónicas	No

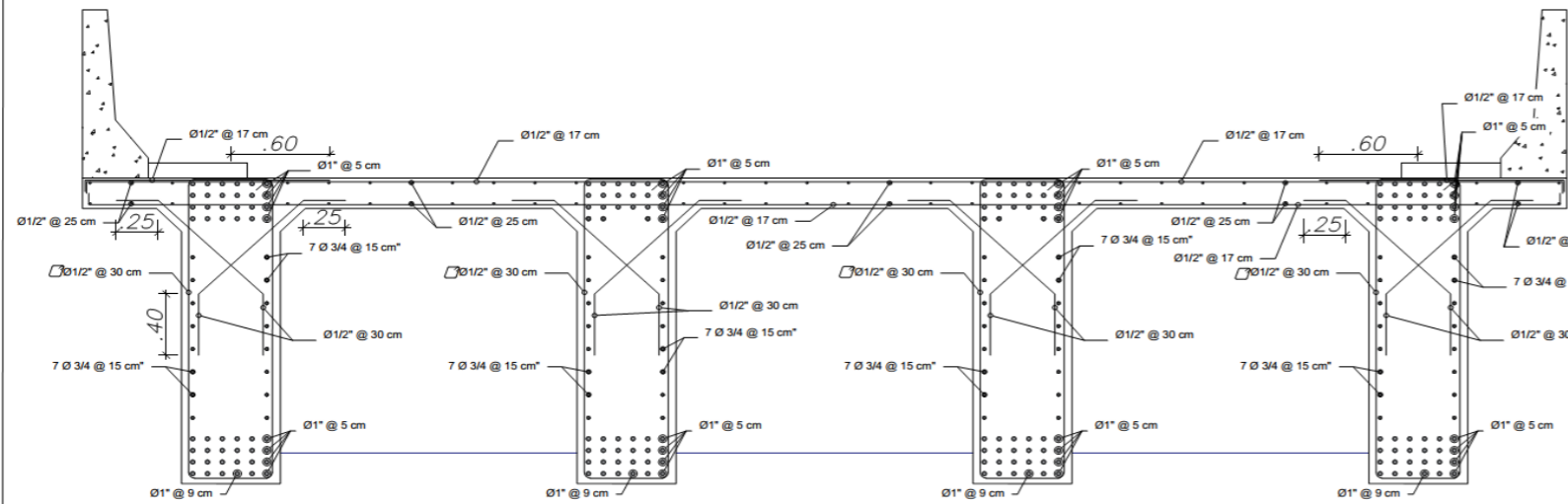
TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Marrupe, Lambayeque 2021	
TESISTA: Romel Wilian Farrofan Inoñan	
ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffin Ing. Robert Manuel Carrasco Camales Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza	
PLAND: Planta y perfil del puente	

USAT UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓRGORVEJO

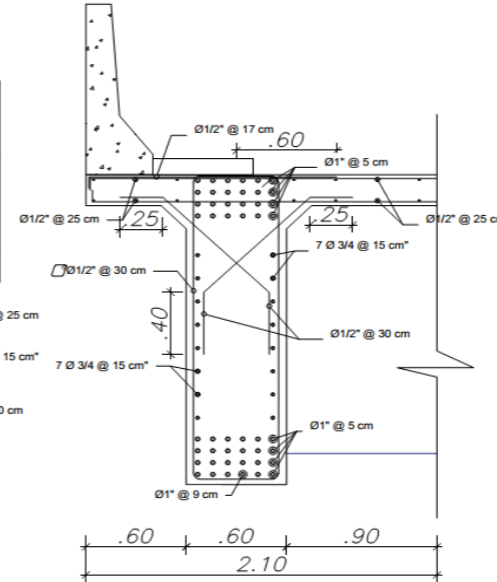
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil Industrial

LÁMINA: **E-01**

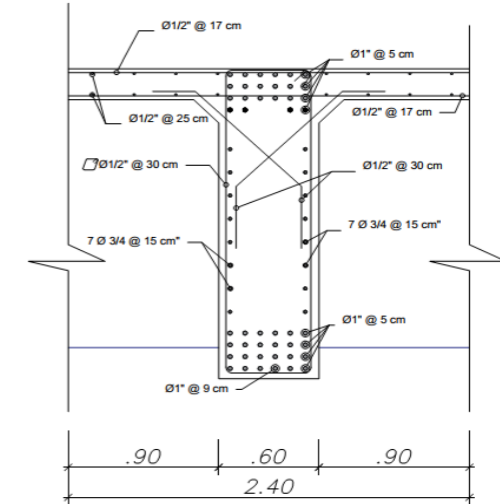
FECHA: 2021 JUN 2021



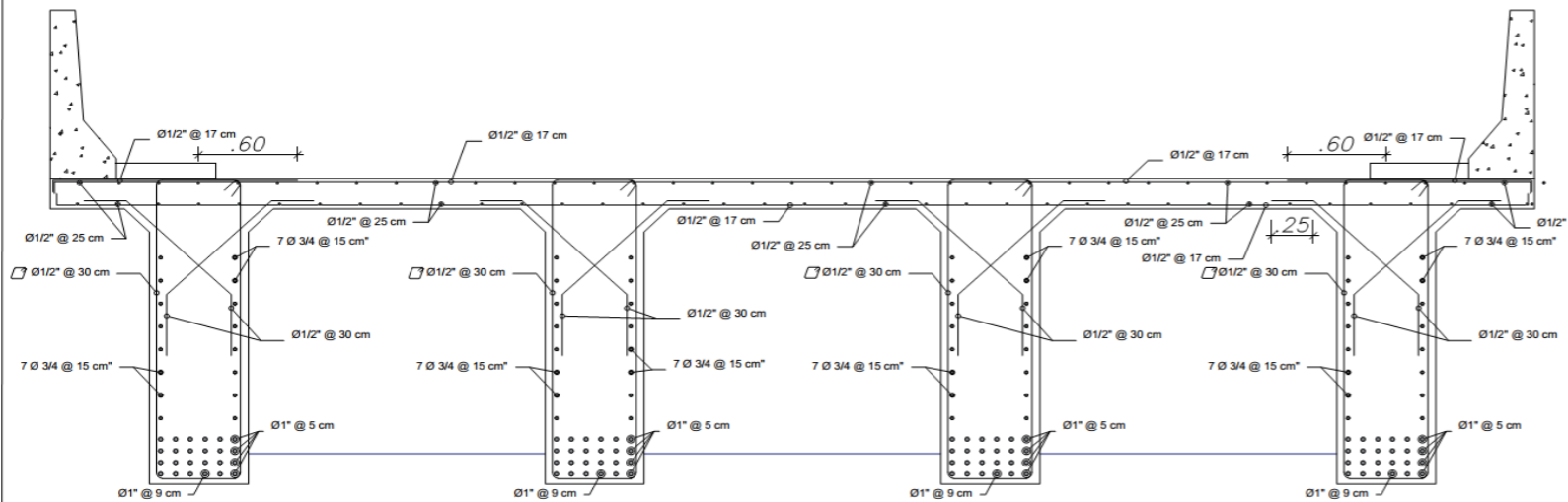
CORTE A-A
ESC. 1/20



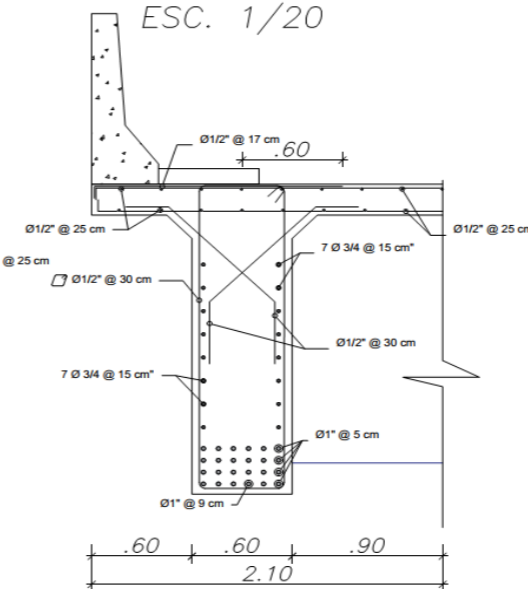
DETALLE DE VIGA EXTERIOR
CORTE A-A



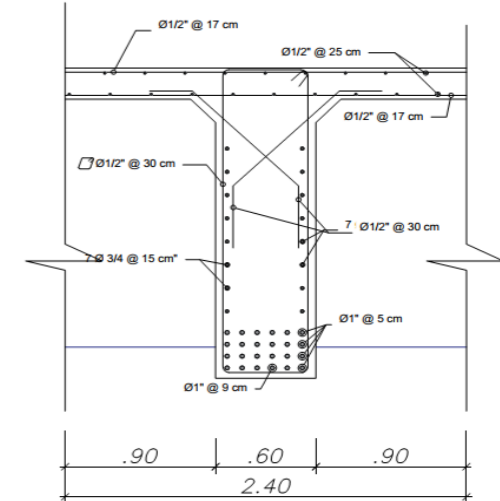
DETALLE DE VIGA INTERIOR
CORTE A-A



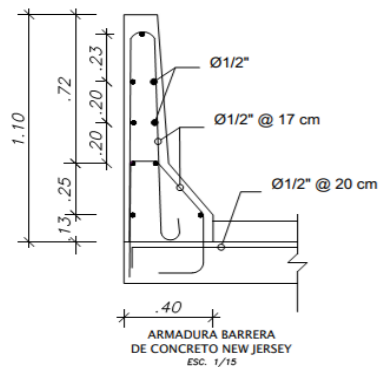
CORTE B-B
ESC. 1/20



DETALLE DE VIGA EXTERIOR
CORTE B-B

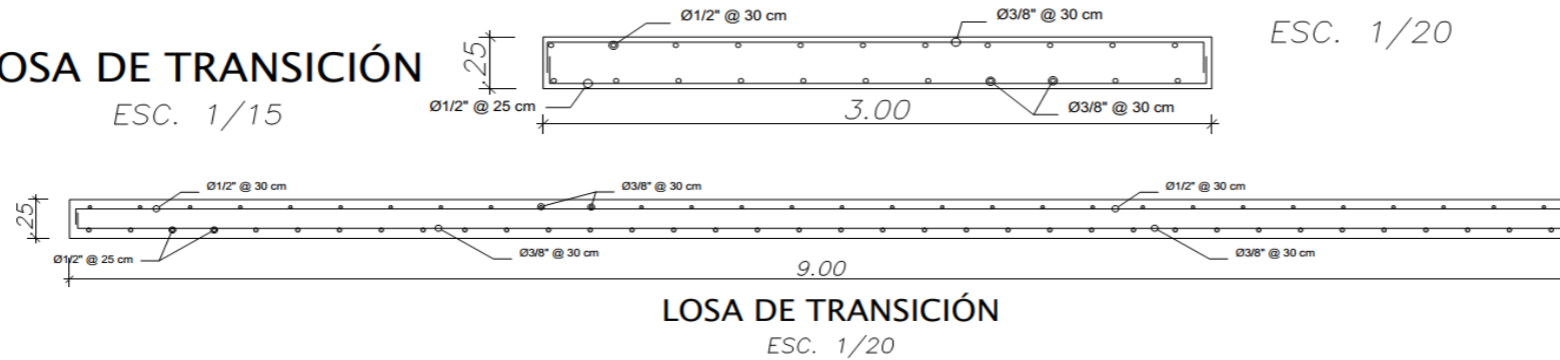


DETALLE DE VIGA INTERIOR
CORTE B-B



ARMADURA BARRERA DE CONCRETO NEW JERSEY
ESC. 1/15

LOSA DE TRANSICIÓN
ESC. 1/15



LOSA DE TRANSICIÓN
ESC. 1/20

db	16db (cm)
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	35
1"	45

Ld empalme tipo B (50%-50%)		
db	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
1/2"	155	35
5/8"	195	40
3/4"	235	50
1"	310.00	65

TEGID: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Menta Verde a San Luis, Morropo, Lambayeque 2021

TESISTA: Ramel William Farrohan Inoñan

ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Diez

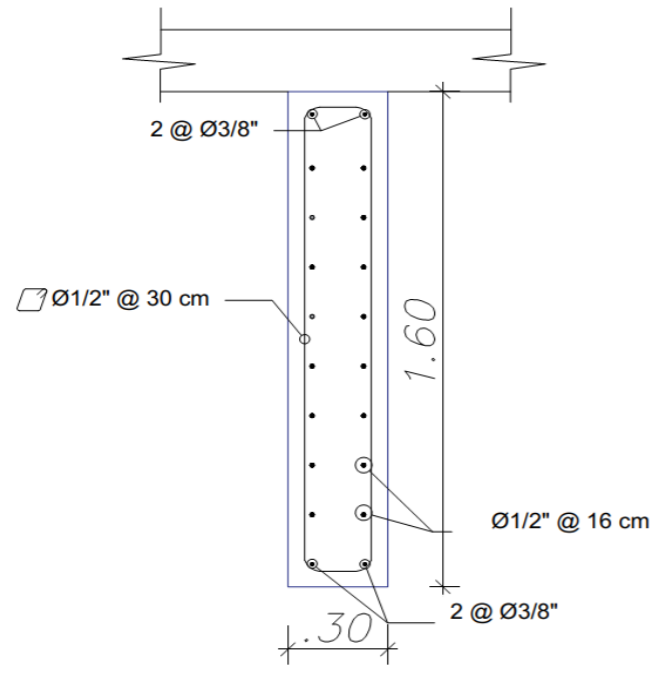
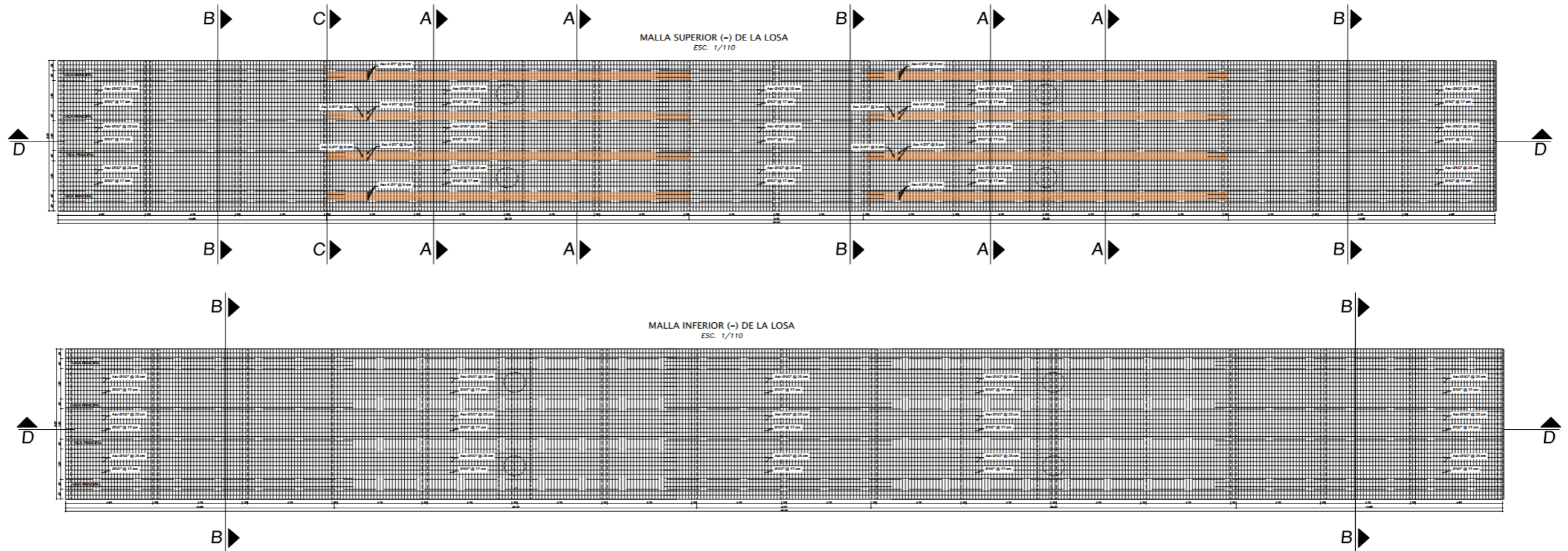
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffrán, Ing. Robert Manuel Carrasco Casanovi, Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Diez

PLANO: Tablero estructural y componentes

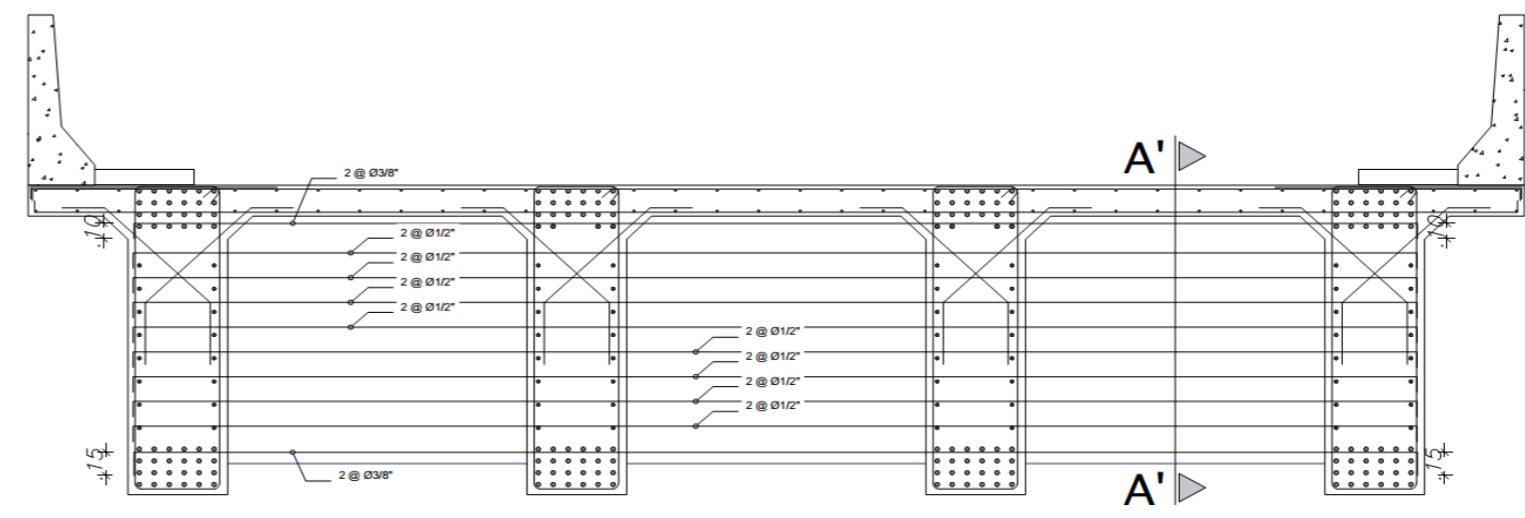
USAT UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental


LÁMINA: **E-02**



DETALLE DE VIGA DIAFRAGMA
CORTE A'-A'
ESC. 1/10

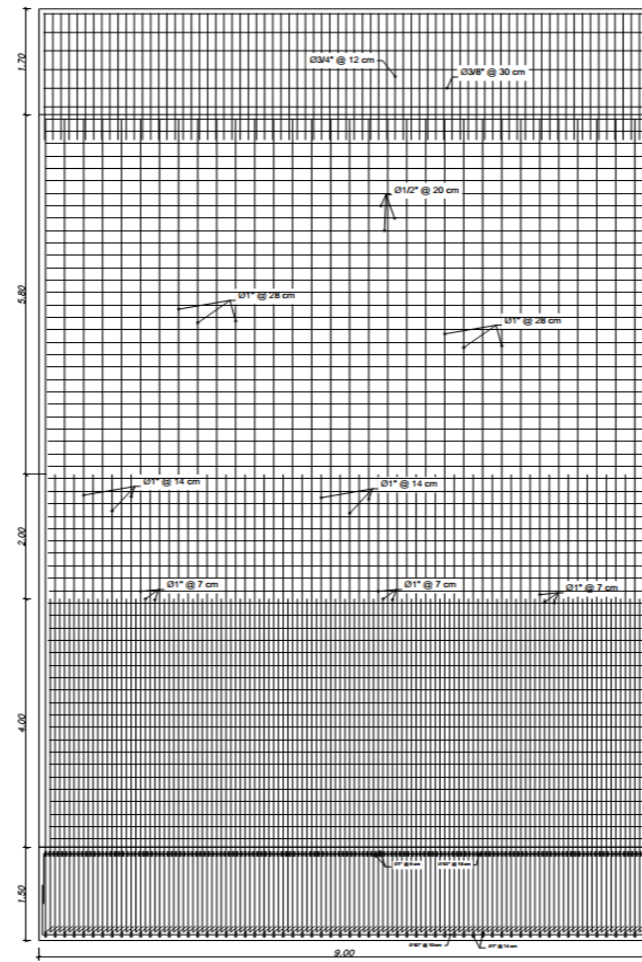


CORTE C-C
ESC. 1/20

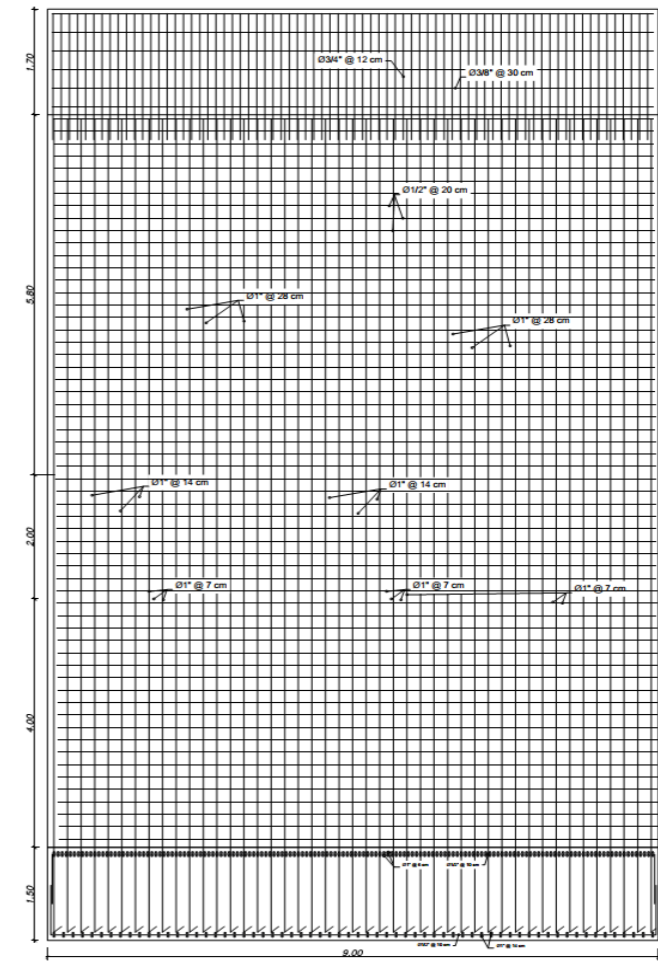
TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Maripue, Lambayeque 2021		 UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE HIGUERUE
TESISTA: Romel Wilian Farrofan Inchaun	ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffran Ing. Robert Manuel Carrasco Casales Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza		FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
PLANO: Distribución de acero en planta	ESCALA: 1:1 FECHA: JUN 2021	LIBRO: E-03



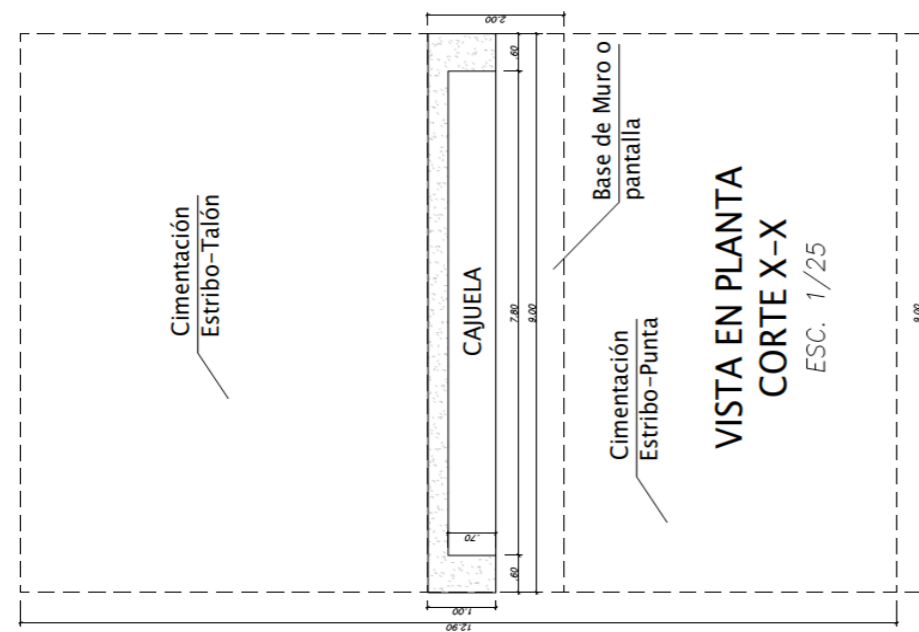
SECCION TRANSVERSAL -
ESTRIBO
ESC. 1/50



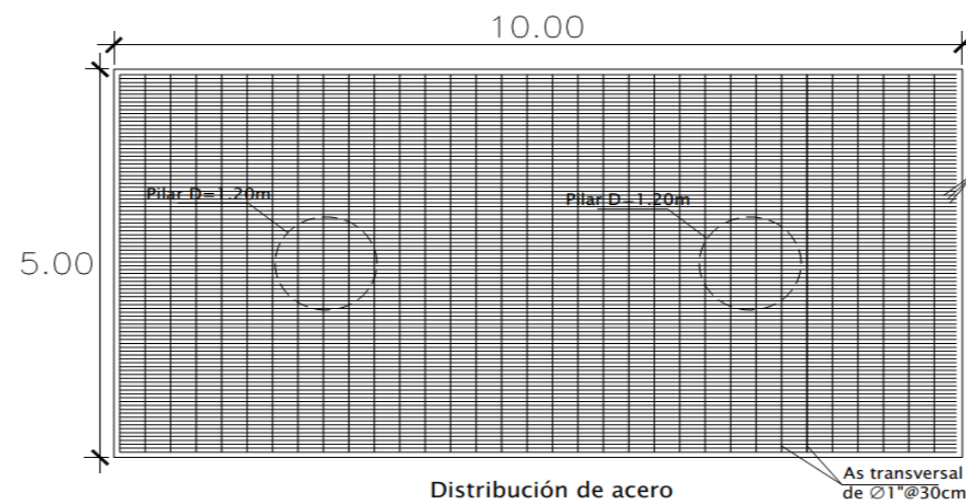
ESTRIBO - CARA NO EXPUESTA
ESC. 1/50



ESTRIBO - CARA EXPUESTA
ESC. 1/25



VISTA EN PLANTA
CORTE X-X
ESC. 1/25



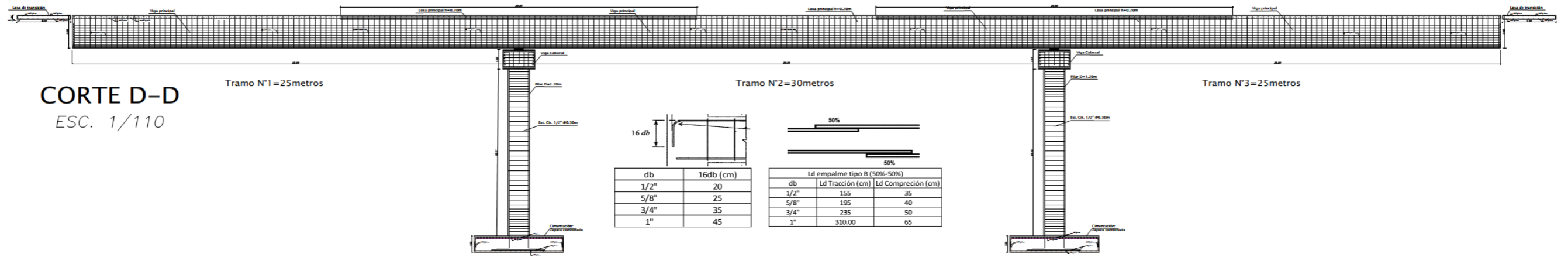
Distribución de acero superior-Cimentación
ESC. 1/25

db	16db (cm)
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	35
1"	45

Ld empalme tipo B (50%-50%)		
db	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
1/2"	155	35
5/8"	195	40
3/4"	235	50
1"	310.00	65

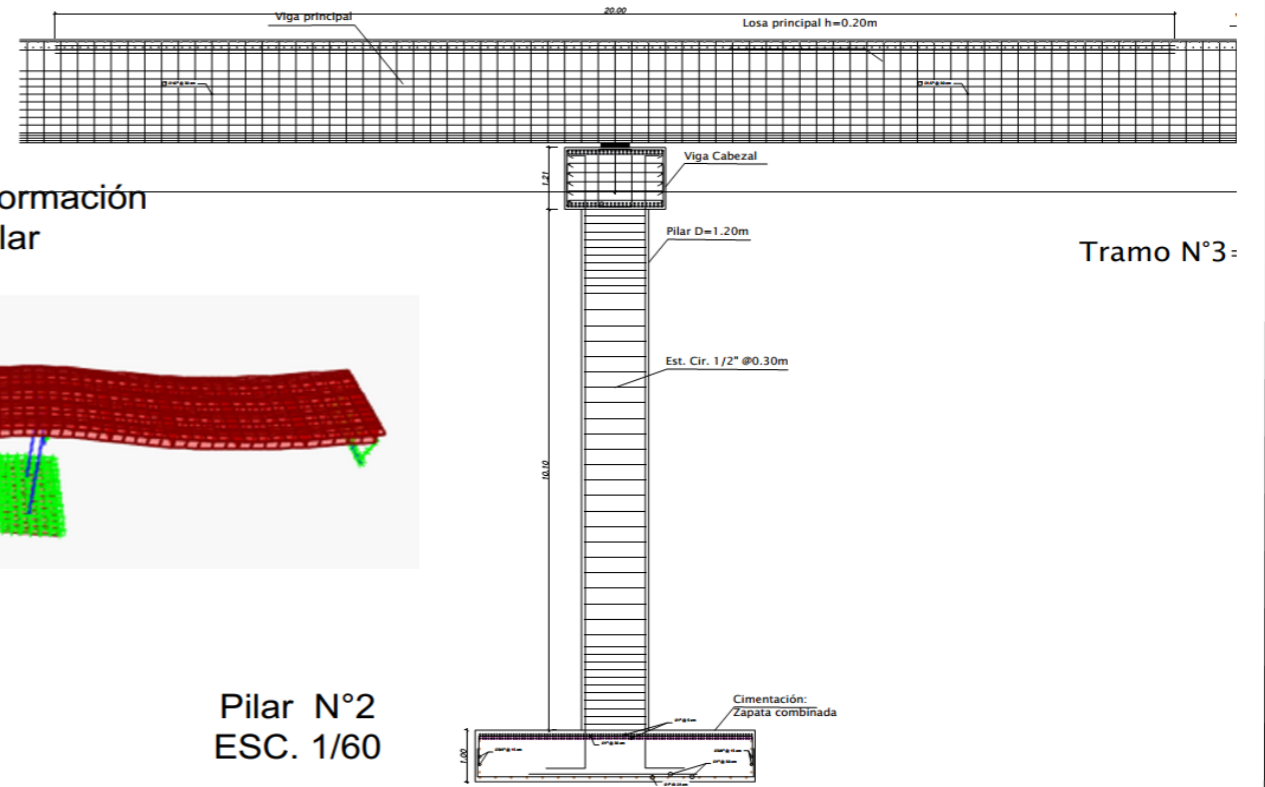
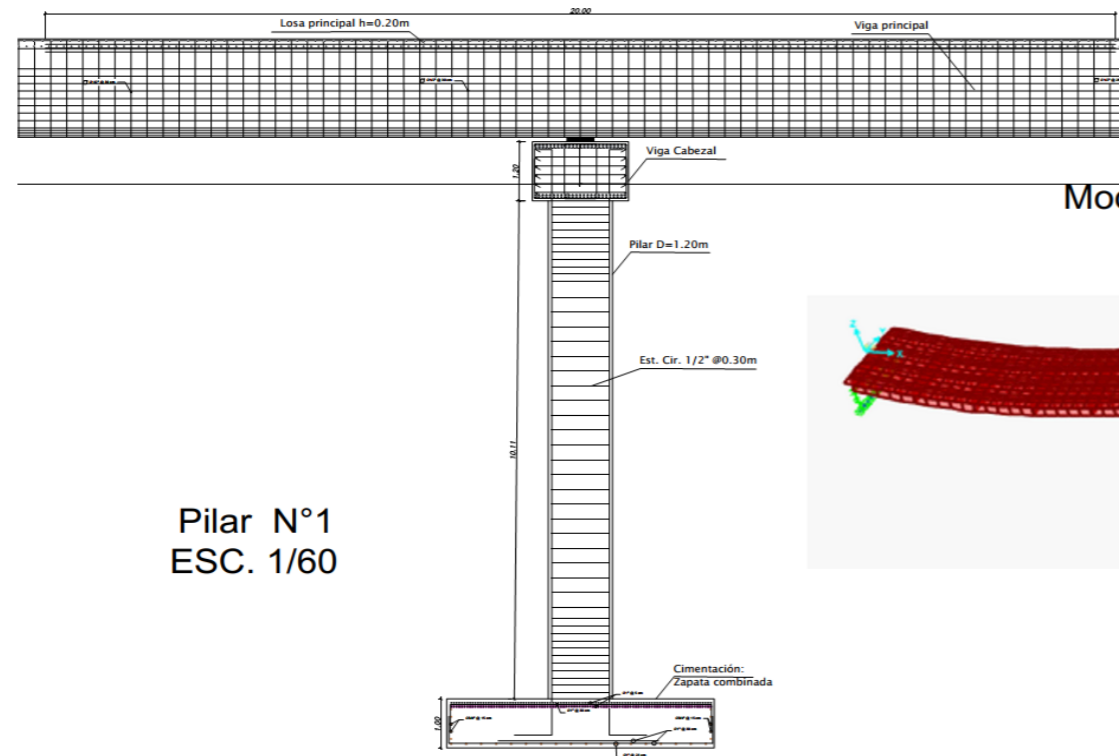
TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mézape, Lombayque 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TEREBIO DE MOGROVEJO
TESISISTA: Romel Wilian Farrohan Inoñan	ASesor: Ing. José Alfredo Rolando Cespedes Diez	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffran Ing. Robert Marjuel Carrasco Cayules Ing. José Alfredo Rolando Cespedes Diez		FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil-Ingeniería
PLANO: Estribo y componentes	ESCALA: 	LIBRO: E-04

CORTE D-D
ESC. 1/110

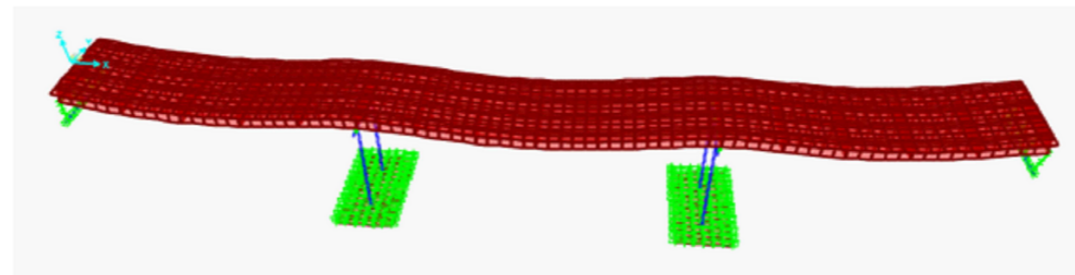


db	16db (cm)
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	35
1"	45

Ld empalme tipo B (50%-50%)		
db	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
1/2"	155	35
5/8"	195	40
3/4"	235	50
1"	310.00	65

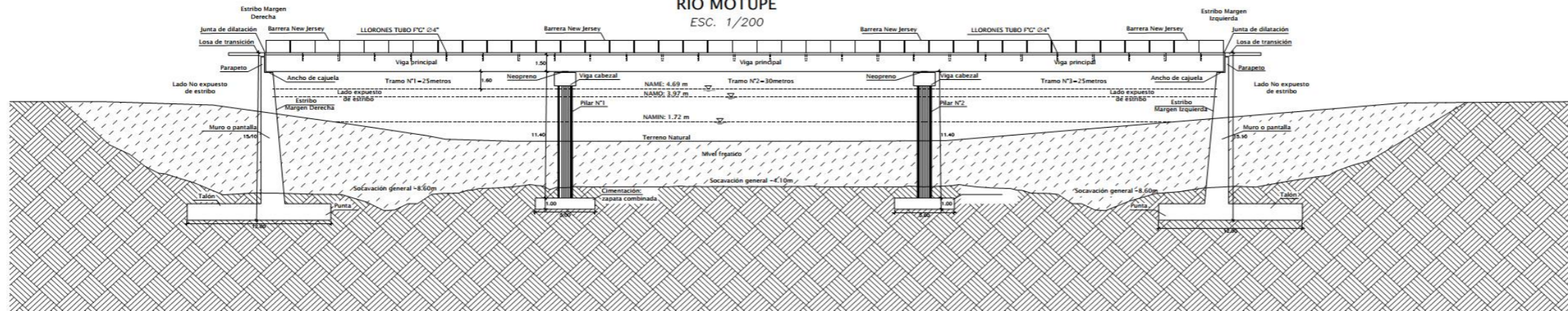


Modelo Matemático: Deformación del puente Vehicular



TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morropo, Lambayeque 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORROPUEJO
TESISISTA: Romel Willian Farrohan Inontan	ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Rofrón Ing. Robert Manuel Carrasco Cuevas Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza		FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental LAMBAEQUE JUNIO 2021 E - 06
PLANO: Corte Longitudinal-Distribución de acero		

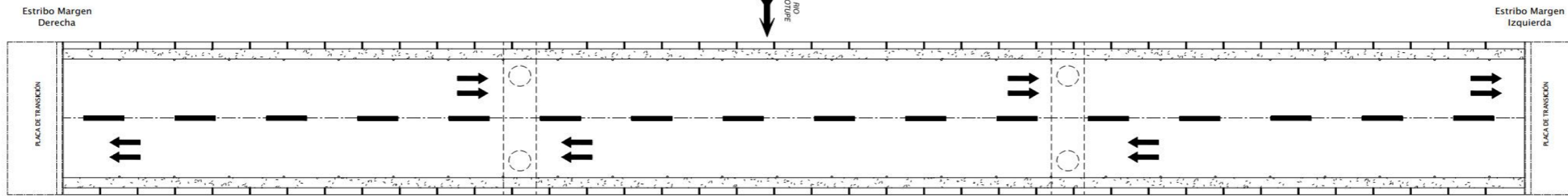
**PUENTE CAJÓN MULTICELULAR
RIO MOTUPE**
ESC. 1/200



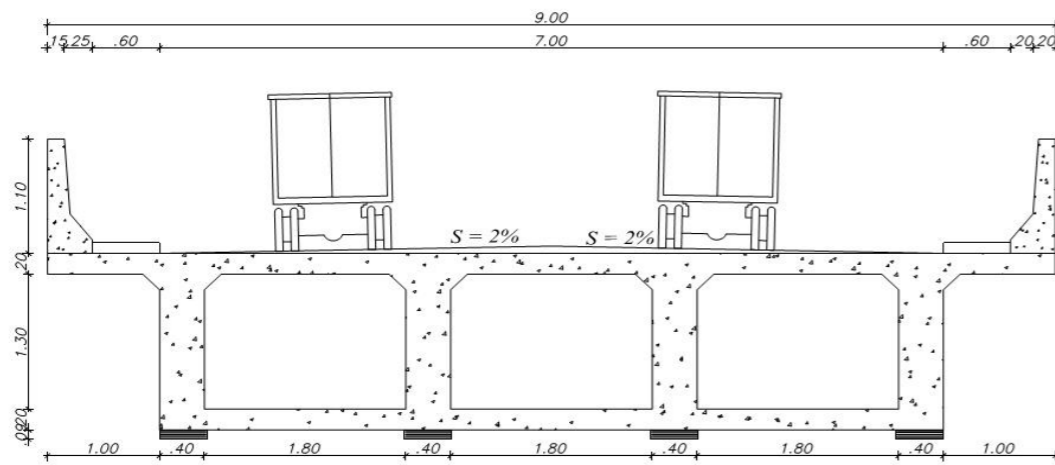
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1. CONCRETO ARMADO	
Zapatas de Estribos	$F_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Muro o pantalla	$F_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Losa del tablero	$F_c=280 \text{ kg/cm}^2$
Losa de transición	$F_c=210 \text{ kg/cm}^2$
Acero de Refuerzo	Grado ASTM A615 $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
2. RECUBRIMIENTOS	
Cimentaciones	75 mm
Pilas	50 mm
Viga Cabezal	50 mm
Muros	50 mm
Losas	30 mm
3. SUELO	
Resistencia admisible	3kg/cm2
4. SOBRECARGA	
Vehículo de diseño HL93	
5. NORMAS DE DISEÑO	
Manual de puentes del MTC 2018	
AASHTO LRFD	

Materiales empleados	
Tipo de material resistente	$F_c=280 \text{ kg/cm}^2=4000 \text{ psi}$
Módulo de elasticidad de concreto	$E_c=217370.65 \text{ kgf/cm}^2$
Peso específico	$\gamma_c=2400 \text{ kg/m}^3$
Coefficiente de poisson	$\mu=0.2$
Acero de construcción	ASTM A615 grado 60
Resistencia a fluencia	$F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad acero	2100000 kgf/cm^2

Vehículos	
Vehículo de diseño Truck M(+)	HL93K (prima para diseño)
Vehículo tandem M(+)	HL93M
Vehículo M(-)	HL93S



PLANTA - VISTA GENERAL
PUENTE CAJÓN MULTICELULAR
ESC. 1/200



SECCION TRANSVERSAL - PUENTE CAJÓN MULTICELULAR
RIO MOTUPE
ESC. 1/30



UBICACIÓN DEL PUENTE-RÍO MOTUPE
ESC. 1/30

Para el análisis y diseño de la superestructura	
Puente Continuo	Recto
Longitud del puente	80m
Número de tramos	3
Longitud de primer tramo	25m
Longitud de segundo tramo	30m
Longitud de tercer tramo	25m
Clasificación por demanda	Carretera de segunda clase
Tipo de orografía	Tipo plano
Ancho de calzada	7m
Velocidad de diseño	60km/h
Ancho de carril	3.5m
Berma	No contempla
Capa de asfáltica	5 cm
Pendiente transversal (bombeo)	2%
Pendiente longitudinal	1%
Vereda	$b=0.6m; e=0.10m$
Baranda New Jersey	$b=0.40m; h=1m$
Ancho del puente	$w=7m+0.6m+0.6m+0.40m+0.40m=9m$
Gálibo (Ríos sin arrastre de palizada)	1.50m
Neoprenos	Uno para cada viga

Para el análisis y diseño de la superestructura	
Ubicación, costa peruana	Zona 4
Clasificación de suelo NTP E-0.30	S2-Suelo intermedio
Clasificación de suelo refracción sísmica Prof.=12m a más	Suelo compacto
Clasificación de suelo ASCE 2010 - MASW Prof.=30m	C-Suelo muy denso o roca blanda
Capacidad portante permisible	3kg/cm2
Pilares por tramo	2
Total pilas en todo largo del puente	4
Tipo de cimentación para pilas	Plata
Profundidad de socavación total en pilas	4.1m
N° estribos (uno a cada extremo de las márgenes del río)	2
Tipo de cimentación para estribo	Plata
Profundidad de socavación- en ambas márgenes	8.61m
Transporte de material T=265años	Si
Tirante de agua arriba del puente T=265años	Y=4.69m
Tirante de agua abajo del puente T=265años	Y=4.20m
Presencia de fallas locales geotectónicas	No

TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morape, Lambayeque 2021

TESISTA: Romel Wilian Farruán Inoñán

ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza

JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffinán
Ing. Robert Manuel Carvajal Canales
Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza

PLANO: Planta y perfil del puente

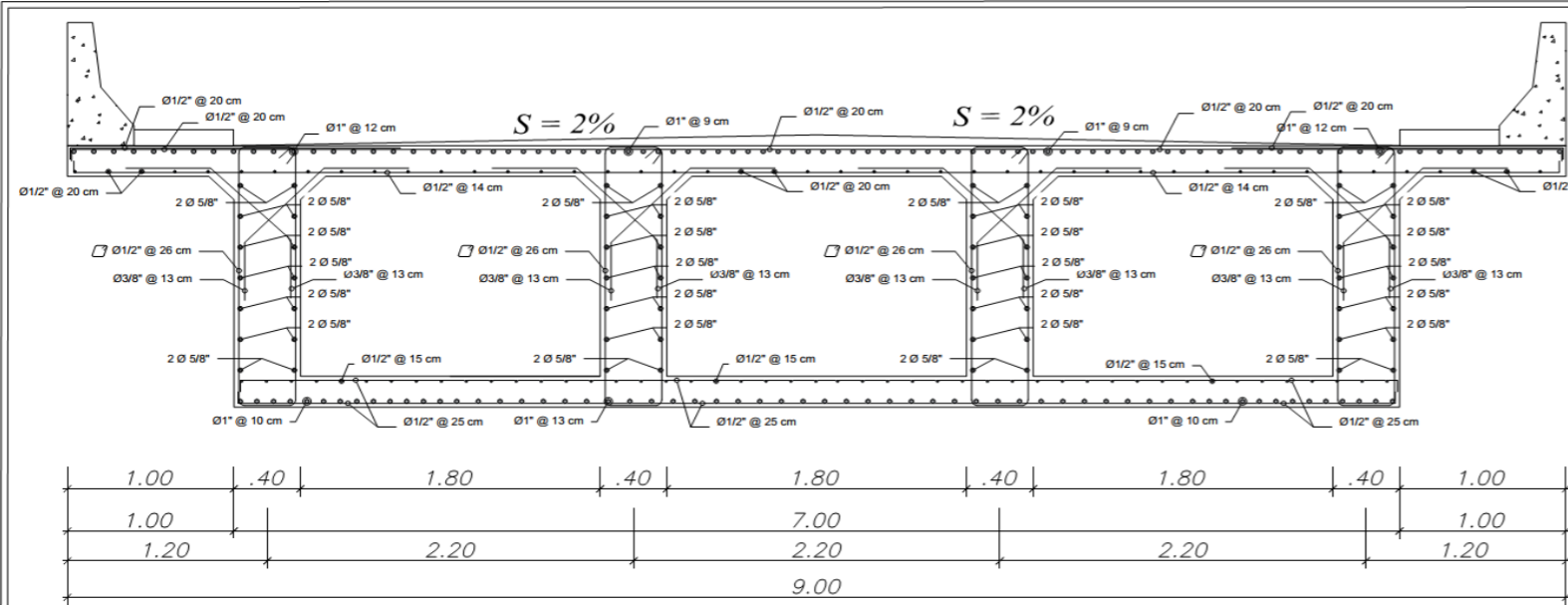
USAT UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MEGROVELJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

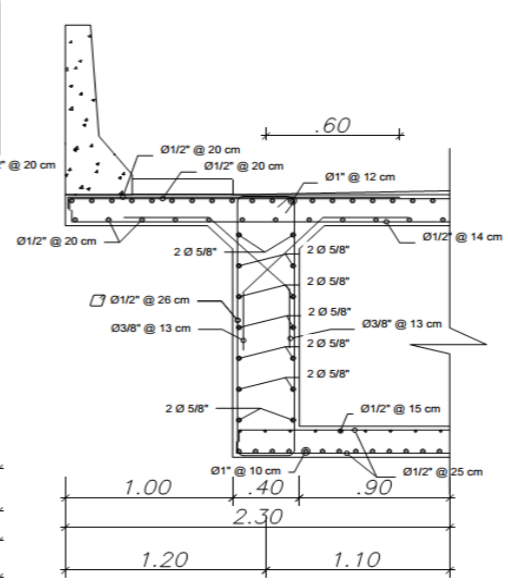
SECC: 0001

NO: 400-001

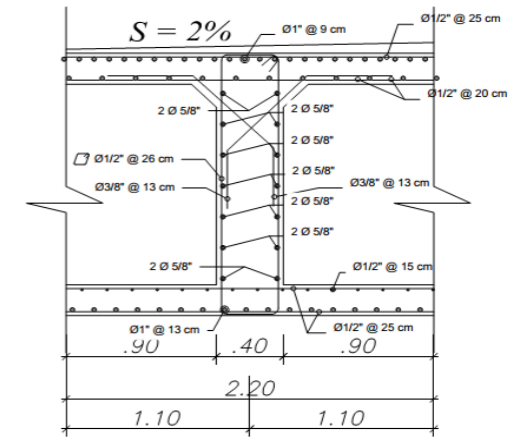
E-01



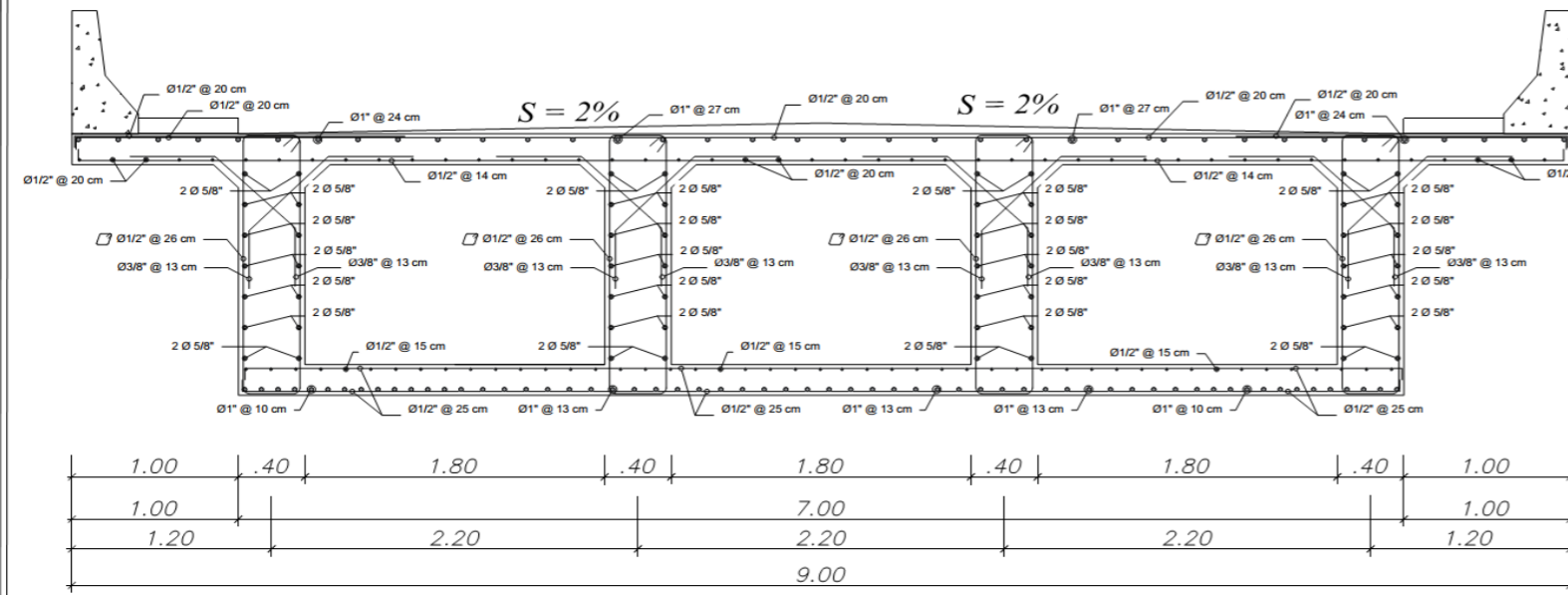
CORTE A-A
ESC. 1/20



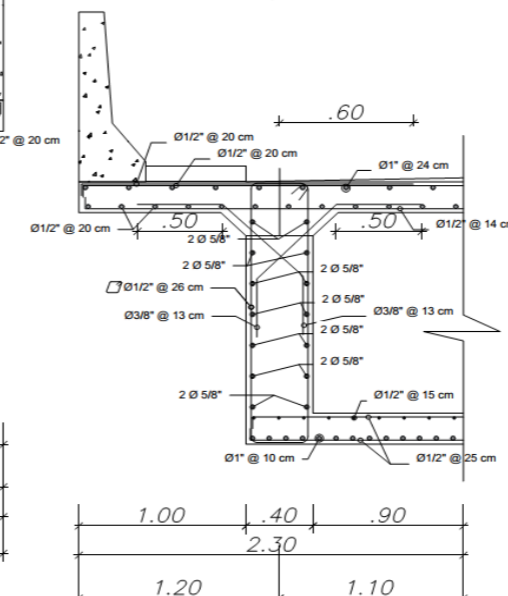
DETALLE DE VIGA EXTERIOR
CORTE A-A
ESC. 1/20



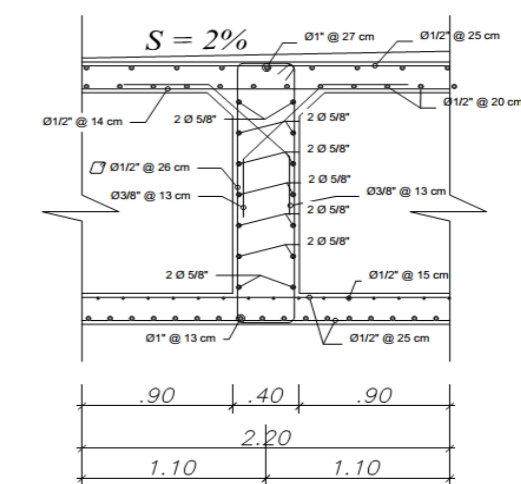
DETALLE DE VIGA INTERIOR
CORTE A-A
ESC. 1/20



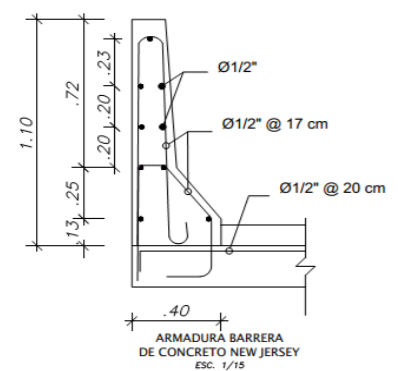
CORTE B-B
ESC. 1/20



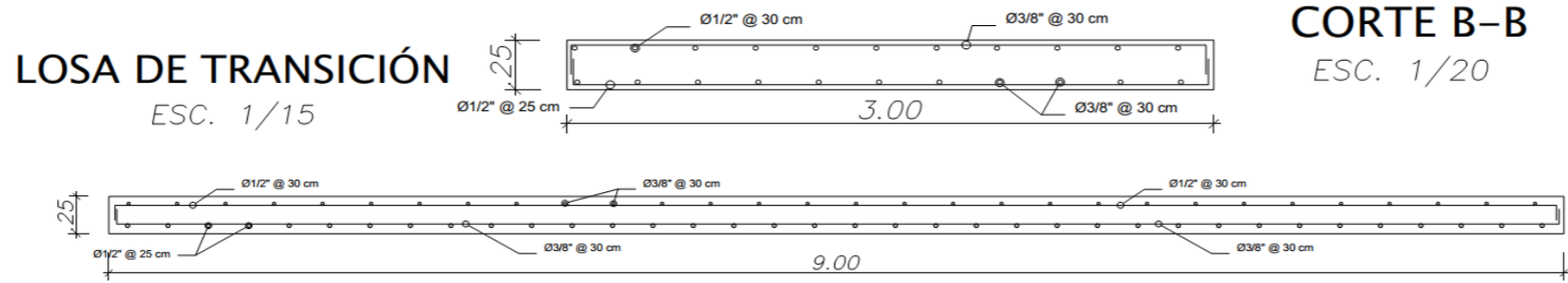
DETALLE DE VIGA EXTERIOR
CORTE B-B
ESC. 1/20



DETALLE DE VIGA INTERIOR
CORTE B-B
ESC. 1/20



ARMADURA BARRERA
DE CONCRETO NEW JERSEY
ESC. 1/15



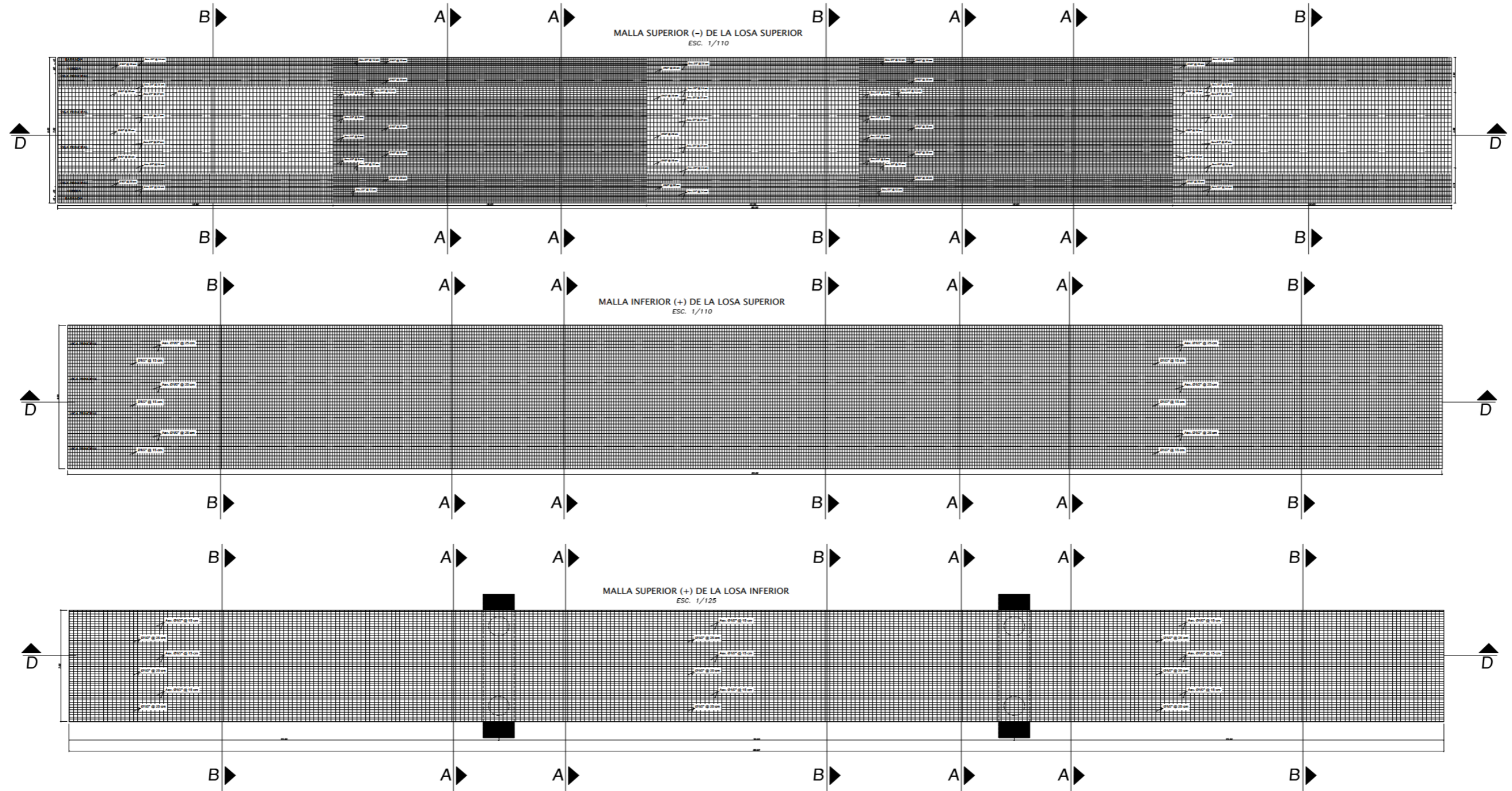
LOSA DE TRANSICIÓN
ESC. 1/15


LOSA DE TRANSICIÓN
ESC. 1/20

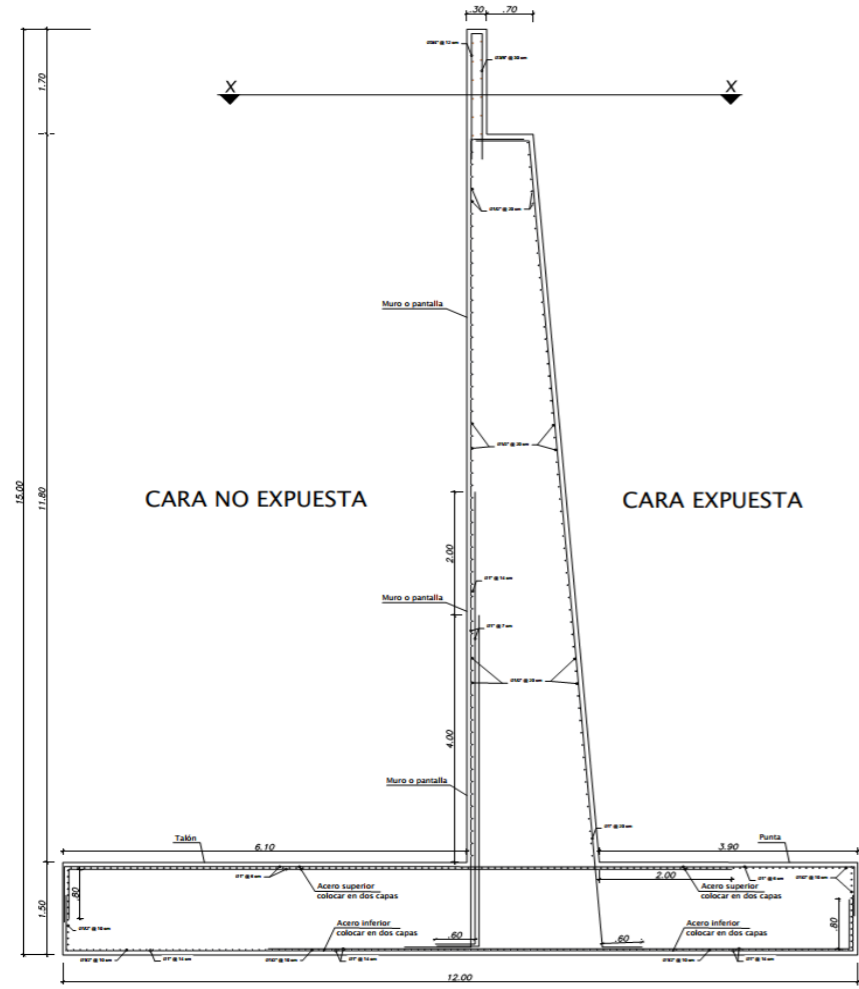
db	16db (cm)	Ld empalme tipo B (50%-50%)	
1/2"	20	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
5/8"	25	155	35
3/4"	35	195	40
1"	45	235	50
		310.00	65

TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mariposa, Lambayeque 2021
 TESISISTA: Romel Wilton Furohuan Inohuan
 ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza
 JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffinán, Ing. Robert Manuel Carrasco Canales, Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza
 PLANO: Tablero estructural y componentes

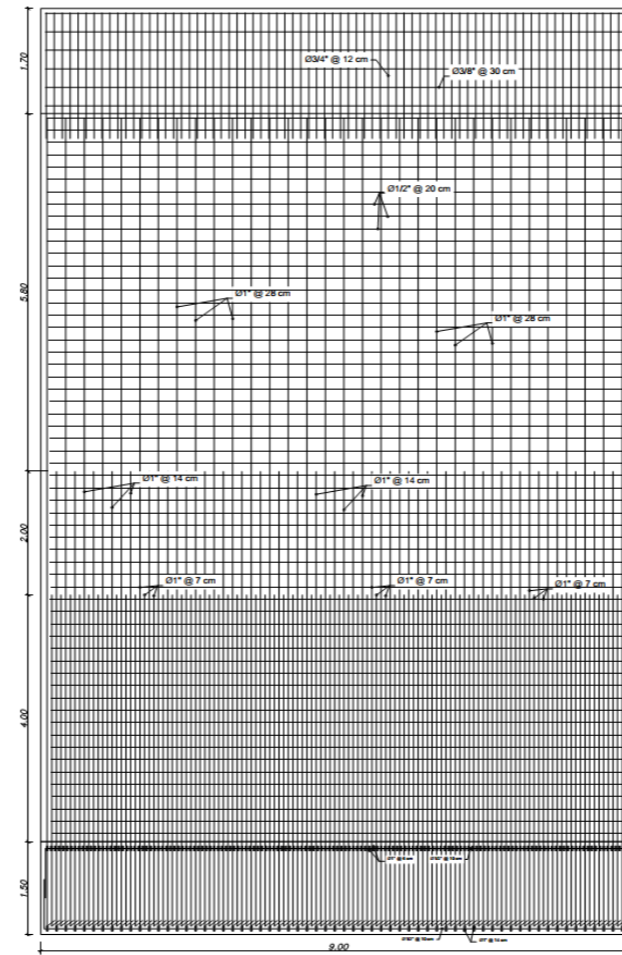
UNIVERSIDAD CATÓLICA
 SANTO TORIBIO
 DE MOCHISQUE, AZ
USAT
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA
 CIVIL AMBIENTAL
 LÍNEA: **E-02**



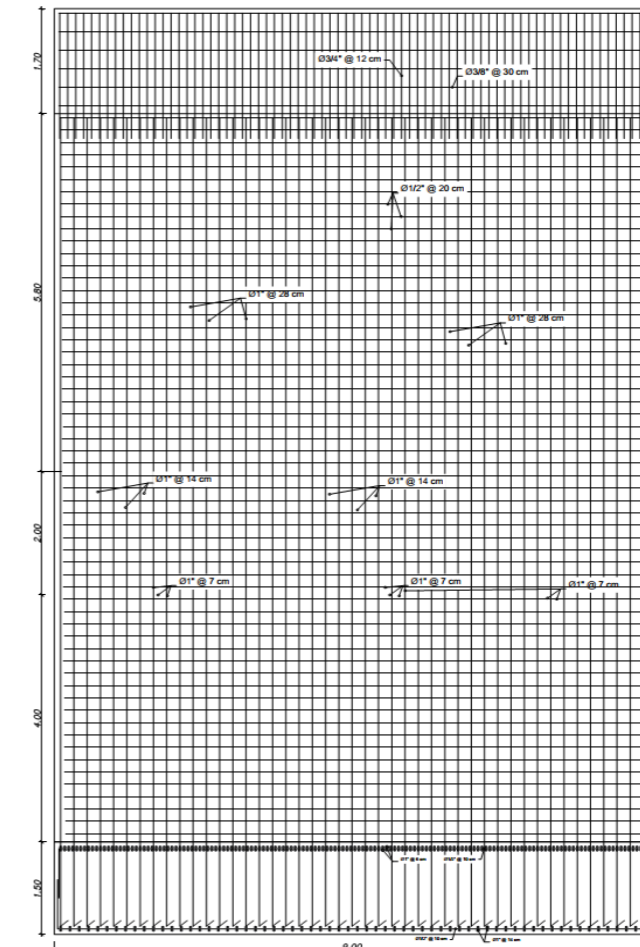
<p>TESSIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morrope, Lambayeque 2021</p> <p>TESISTA: Romel Wilian Farrohan Inchaun</p> <p>ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza</p> <p>JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffin Ing. Robert Manuel Carrasco Conales Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza</p> <p>PLANO: Distribución de acero en planta</p>	 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓRRPEPE, JI</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental</p> <p>LIBRO: E-03</p> <p>ESCALA: 1:1000 FECHA: 04/01/2021</p>
--	--



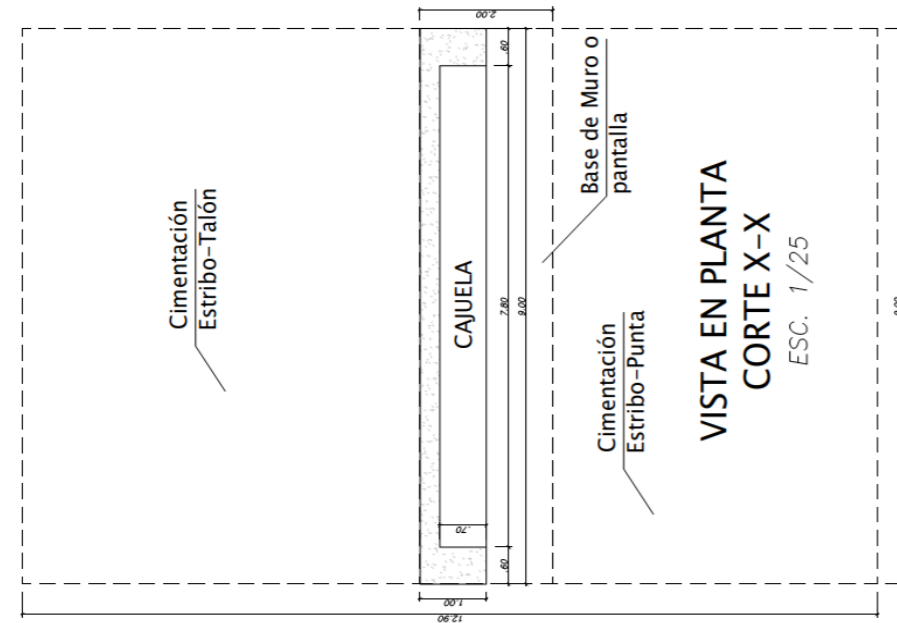
SECCION TRANSVERSAL -
ESTRIBO
ESC. 1/50



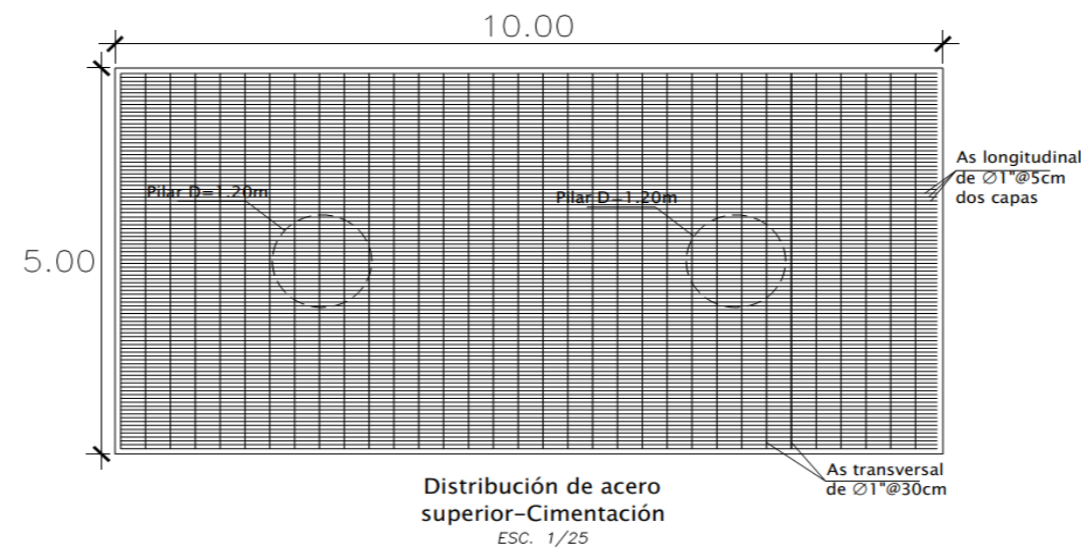
ESTRIBO - CARA NO EXPUESTA
ESC. 1/50



ESTRIBO - CARA EXPUESTA
ESC. 1/25



VISTA EN PLANTA
CORTE X-X
ESC. 1/25



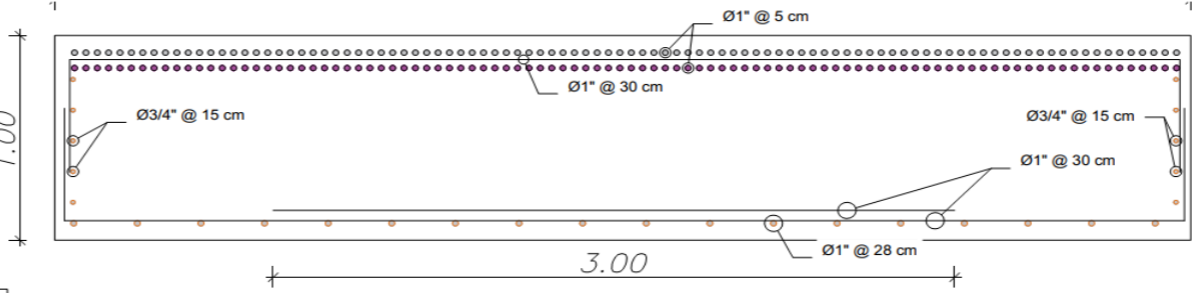
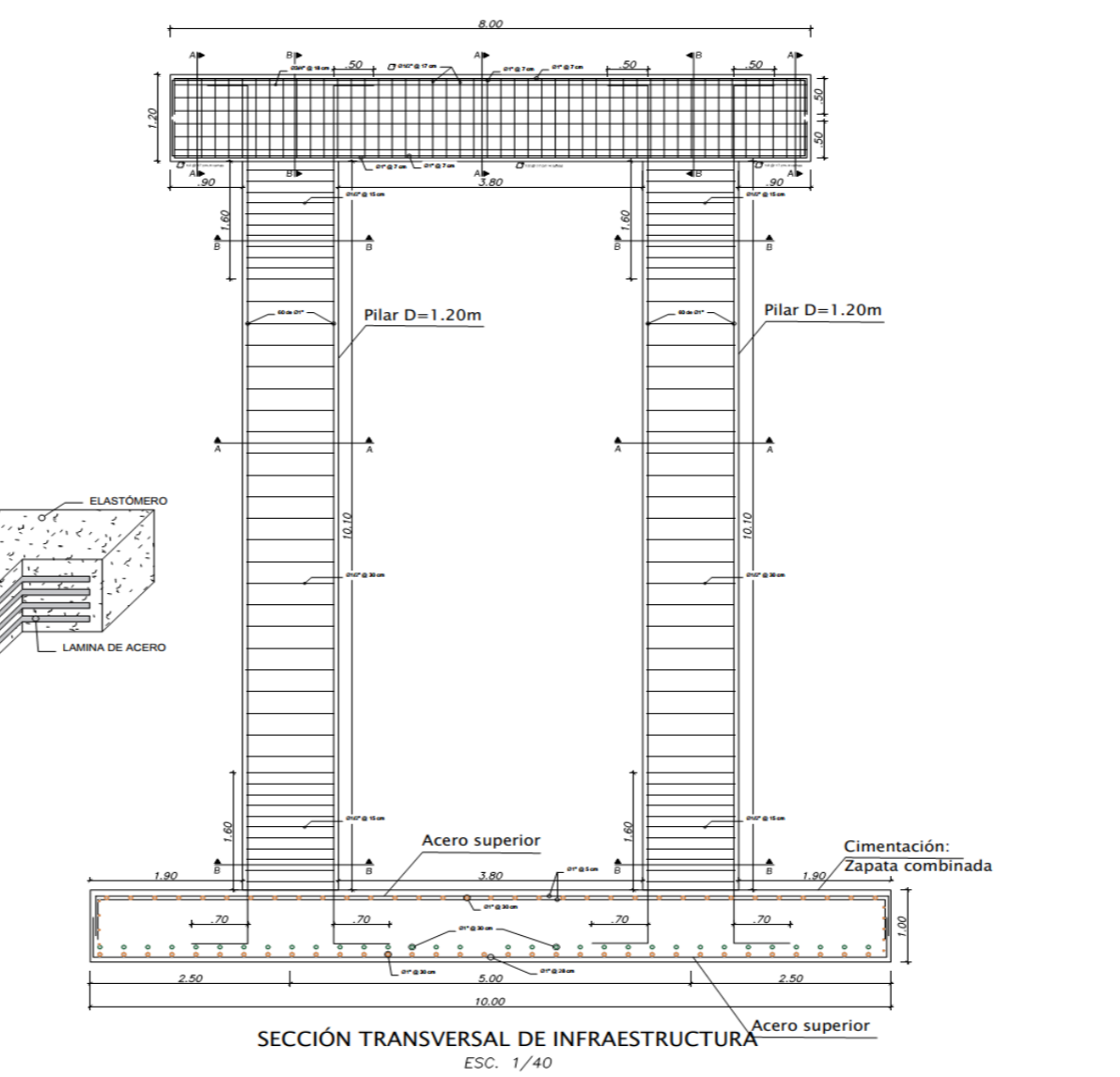
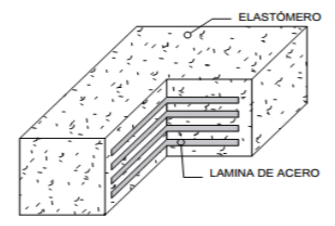
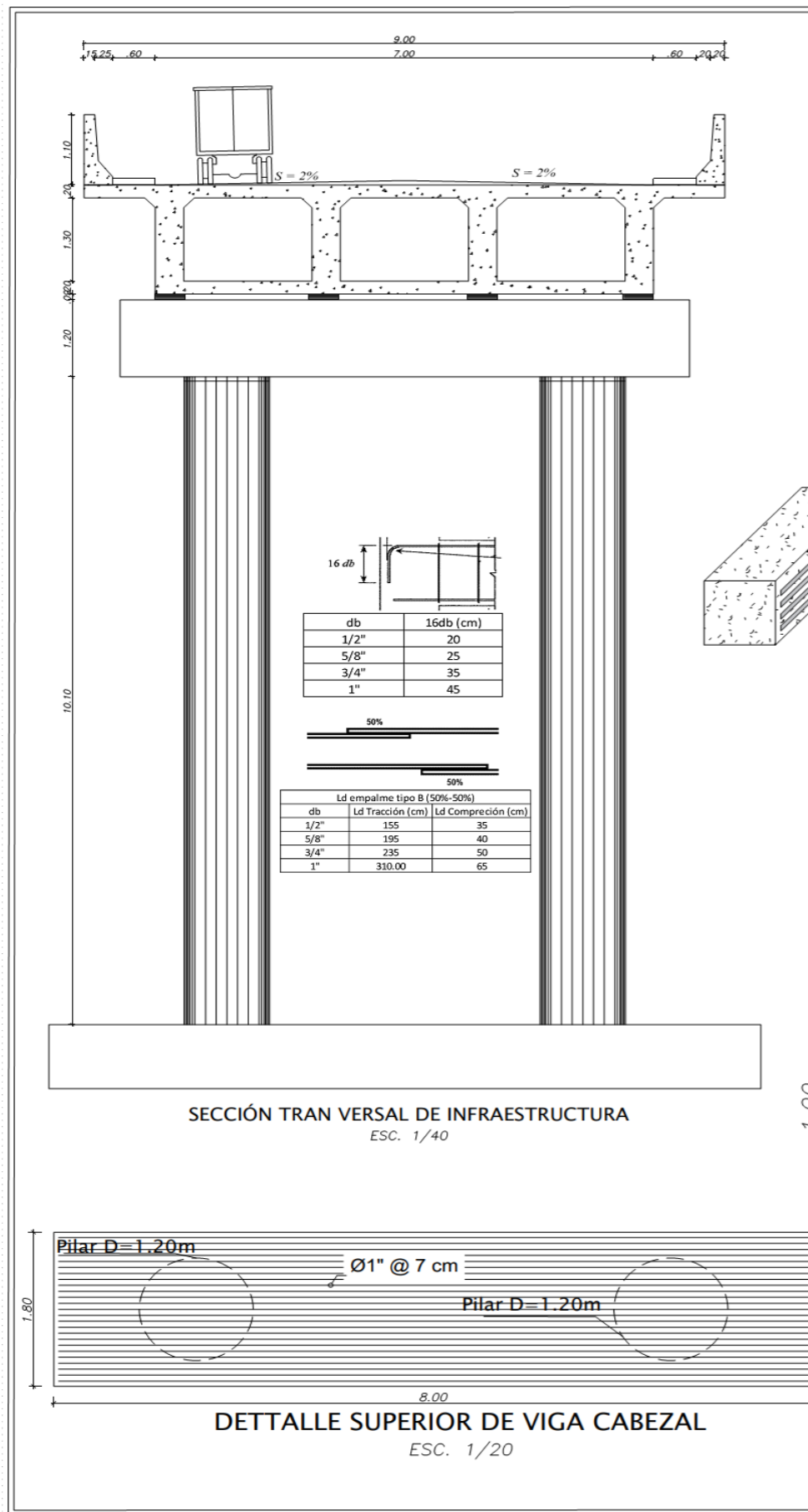
Distribución de acero superior-Cimentación
ESC. 1/25

db	16db (cm)
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	35
1"	45

Ld empalme tipo B (50%-50%)		
db	Ld Tracción (cm)	Ld Compresión (cm)
1/2"	155	35
5/8"	195	40
3/4"	235	50
1"	310.00	65

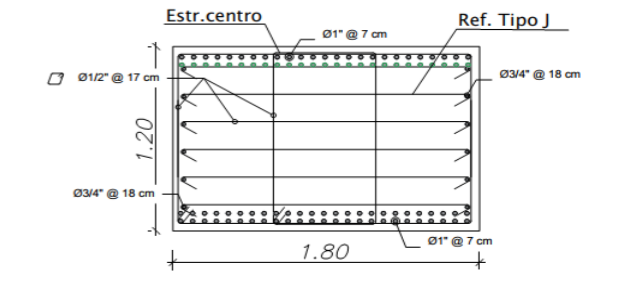
TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde o San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021.
 TESISISTA: Ramel William Farruñan Inchausti
 ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza
 JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffinán, Ing. Robert Manuel Carrasco Canales, Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza
 PLANO: Estribo y componentes

USAT UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓRRUPE
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LÁMINA: **E-04**



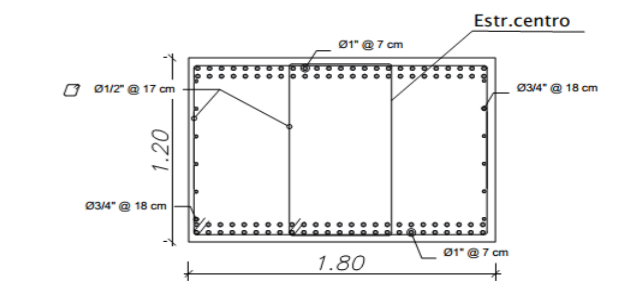
SECCIÓN TRANSVERSAL - CIMENTACIÓN

ESC. 1/20



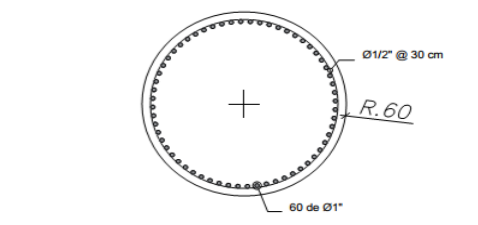
DETALLE DE VIGA CABEZAL CORTE B-B

ESC. 1/20



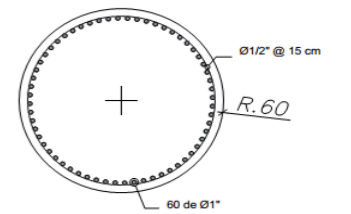
DETALLE DE VIGA CABEZAL CORTE A-A

ESC. 1/20



DETALLE DE PILAR CORTE A-A

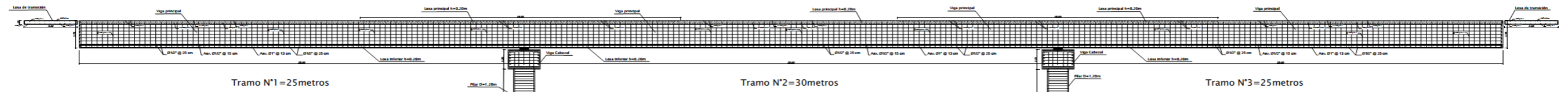
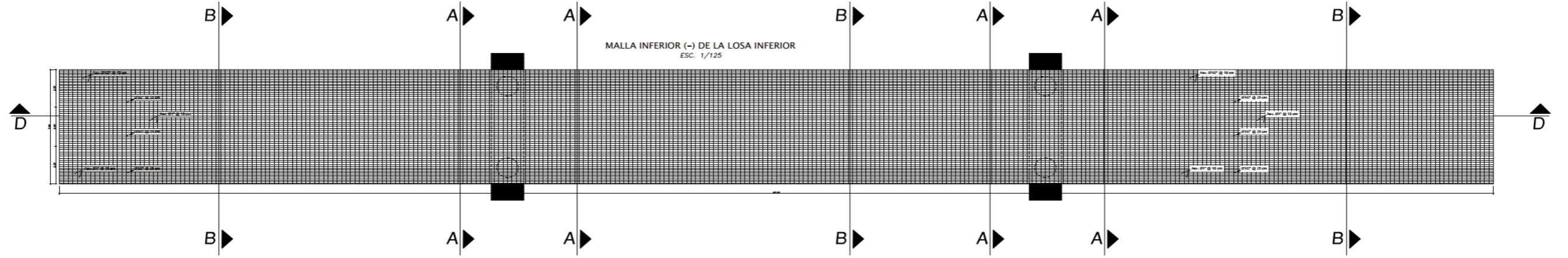
ESC. 1/20



DETALLE DE PILAR CORTE B-B

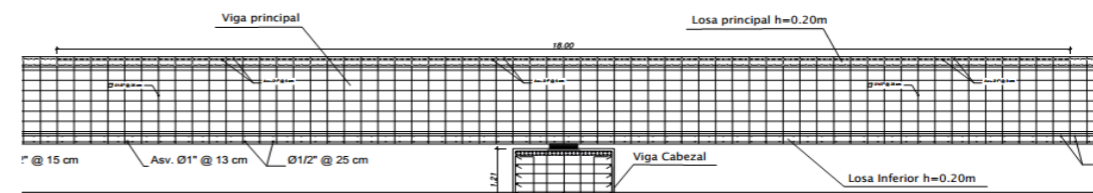
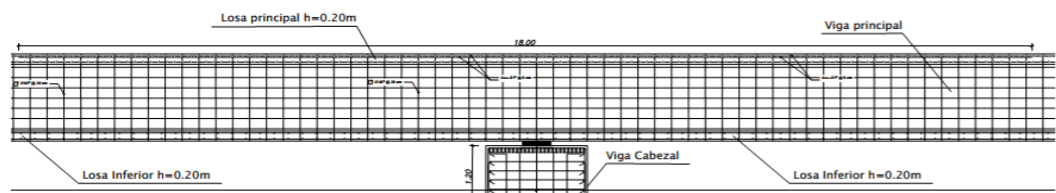
ESC. 1/20

TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morropu, Lombayquez 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO
TESISISTA: Romel Wilton Farrohan Inoñan	ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffran Ing. Robert Manuel Carrasco Cevallos Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza	FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental	LIBRO: E-05
PLANO: Pilar-Cimentación-Viga Cabezal-Cortes	ESCALA:	FECHA:

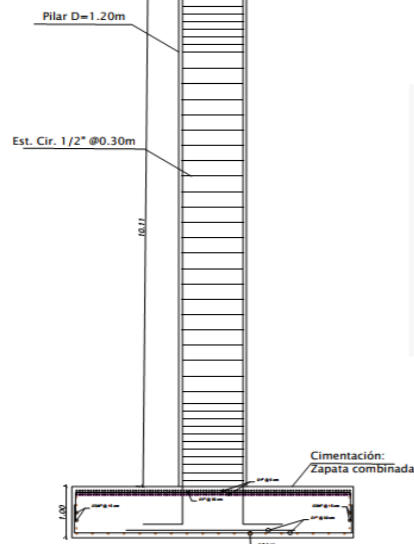
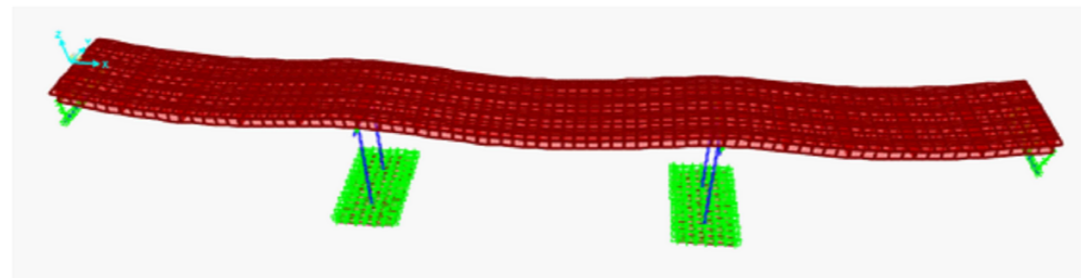


CORTE D-D
ESC. 1/250

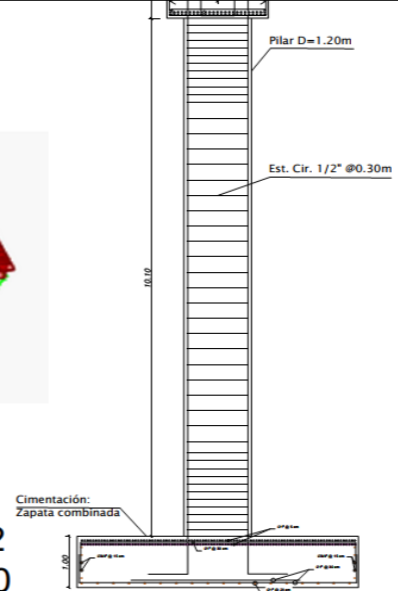
db	16db (cm)	Ld empalme tipo B (50%-50%)	
1/2"	20	db	Ld Tracción (cm) / Ld Compresión (cm)
5/8"	25	1/2"	155 / 35
3/4"	35	5/8"	195 / 40
1"	45	3/4"	235 / 50
		1"	310.00 / 65



Modelo Matemático: Deformación del puente Vehicular



Pilar N°1
ESC. 1/60



Pilar N°2
ESC. 1/60

TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Morape, Lambayeque 2021		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MÓDROVEJO
TESISTA: Romel Wilian Farruñan Inoñan	ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza	
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Alvarez Ruffinán Ing. Robert Manuel Carrasco Canales Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Dieza		FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
PLANO: Corte Longitudinal-Distribución de acero	ESCALA: 1/60	FIGURA: 001 E-06

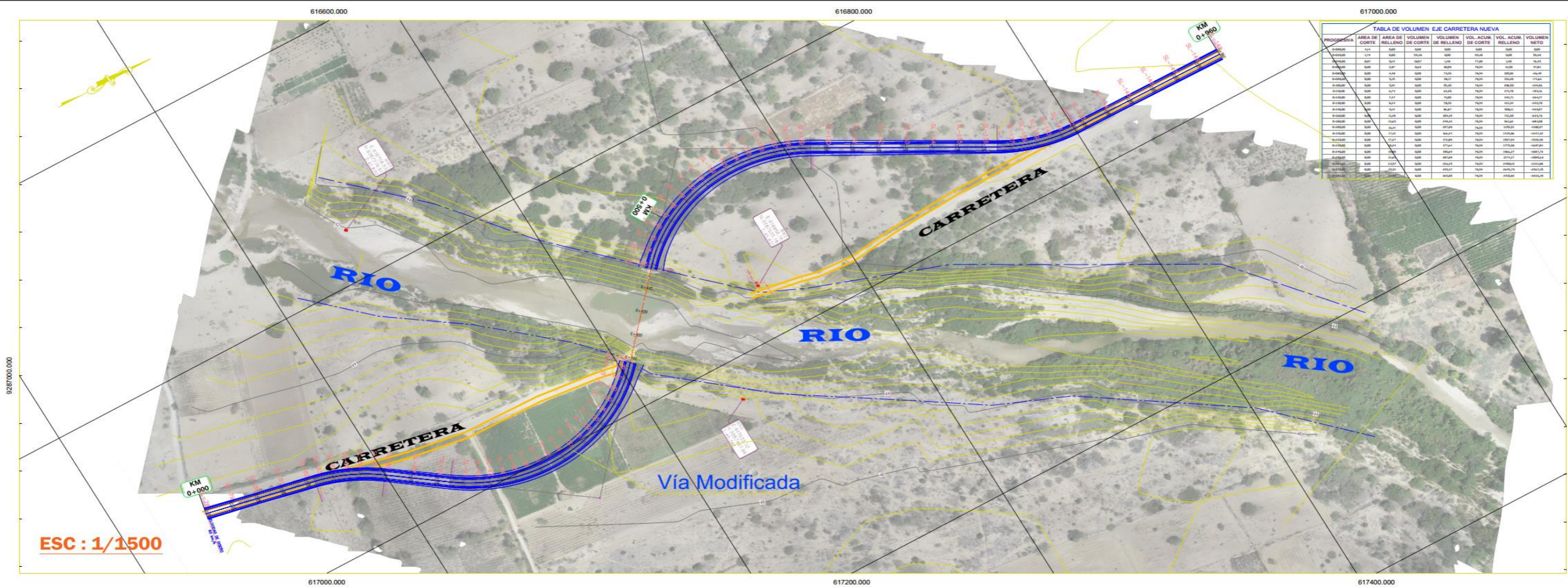
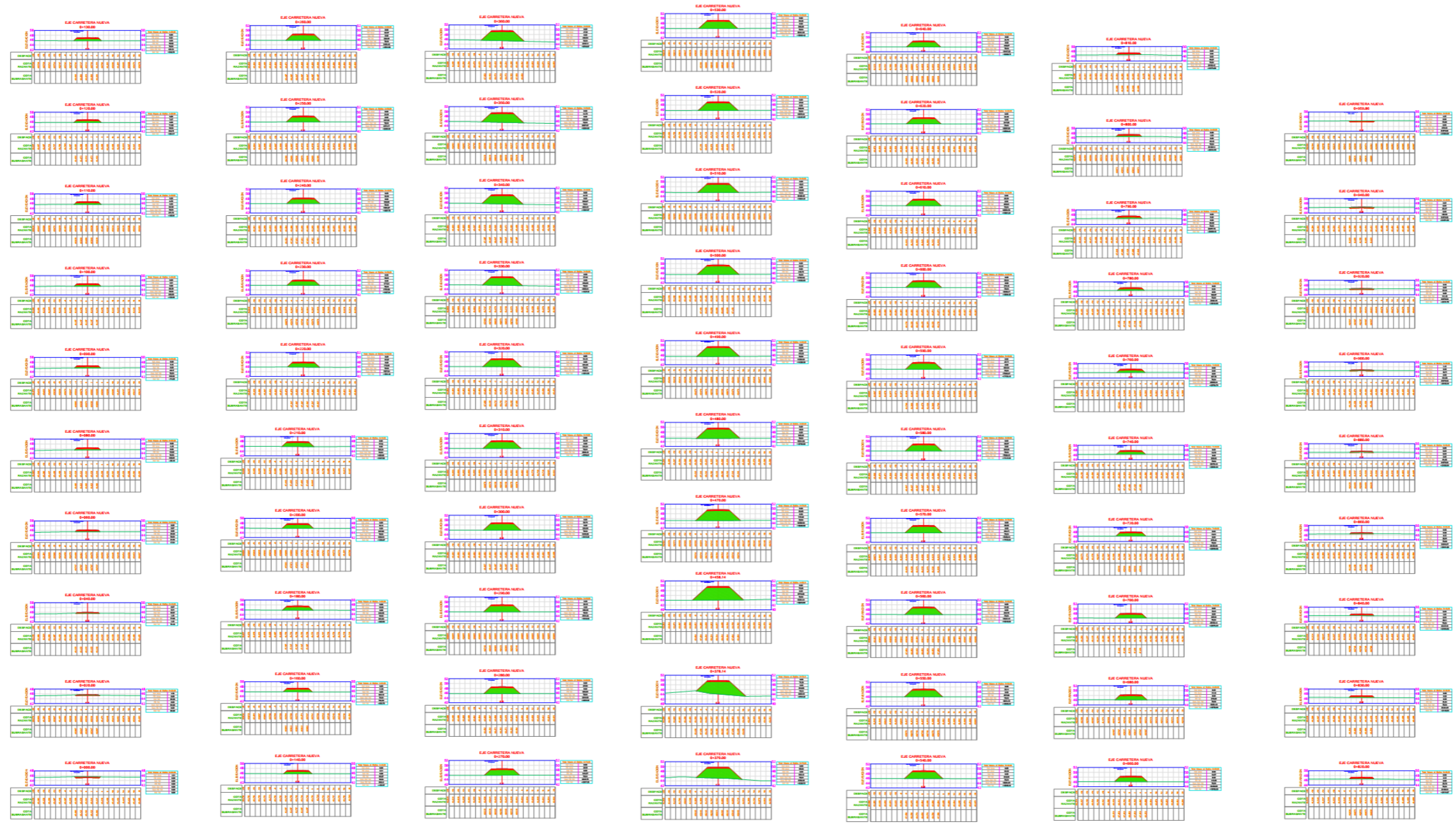



TABLA DE VOLUMEN EJE CARRETERA NUEVA

PROGRESIVA	AREA DE CORTE	AREA DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOL. ACUM. DE CORTE	VOL. ACUM. DE RELLENO	VOLUMEN NETO
0+000	127	505	505	0	505	0	0
0+005	127	505	505	0	1010	0	0
0+010	127	505	505	0	1515	0	0
0+015	127	505	505	0	2020	0	0
0+020	127	505	505	0	2525	0	0
0+025	127	505	505	0	3030	0	0
0+030	127	505	505	0	3535	0	0
0+035	127	505	505	0	4040	0	0
0+040	127	505	505	0	4545	0	0
0+045	127	505	505	0	5050	0	0
0+050	127	505	505	0	5555	0	0
0+055	127	505	505	0	6060	0	0
0+060	127	505	505	0	6565	0	0
0+065	127	505	505	0	7070	0	0
0+070	127	505	505	0	7575	0	0
0+075	127	505	505	0	8080	0	0
0+080	127	505	505	0	8585	0	0
0+085	127	505	505	0	9090	0	0
0+090	127	505	505	0	9595	0	0
0+095	127	505	505	0	10100	0	0
0+100	127	505	505	0	10605	0	0
0+105	127	505	505	0	11110	0	0
0+110	127	505	505	0	11615	0	0
0+115	127	505	505	0	12120	0	0
0+120	127	505	505	0	12625	0	0
0+125	127	505	505	0	13130	0	0
0+130	127	505	505	0	13635	0	0
0+135	127	505	505	0	14140	0	0
0+140	127	505	505	0	14645	0	0
0+145	127	505	505	0	15150	0	0
0+150	127	505	505	0	15655	0	0
0+155	127	505	505	0	16160	0	0
0+160	127	505	505	0	16665	0	0
0+165	127	505	505	0	17170	0	0
0+170	127	505	505	0	17675	0	0
0+175	127	505	505	0	18180	0	0
0+180	127	505	505	0	18685	0	0
0+185	127	505	505	0	19190	0	0
0+190	127	505	505	0	19695	0	0
0+195	127	505	505	0	20200	0	0
0+200	127	505	505	0	20705	0	0
0+205	127	505	505	0	21210	0	0
0+210	127	505	505	0	21715	0	0
0+215	127	505	505	0	22220	0	0
0+220	127	505	505	0	22725	0	0
0+225	127	505	505	0	23230	0	0
0+230	127	505	505	0	23735	0	0
0+235	127	505	505	0	24240	0	0
0+240	127	505	505	0	24745	0	0
0+245	127	505	505	0	25250	0	0
0+250	127	505	505	0	25755	0	0
0+255	127	505	505	0	26260	0	0
0+260	127	505	505	0	26765	0	0
0+265	127	505	505	0	27270	0	0
0+270	127	505	505	0	27775	0	0
0+275	127	505	505	0	28280	0	0
0+280	127	505	505	0	28785	0	0
0+285	127	505	505	0	29290	0	0
0+290	127	505	505	0	29795	0	0
0+295	127	505	505	0	30300	0	0
0+300	127	505	505	0	30805	0	0
0+305	127	505	505	0	31310	0	0
0+310	127	505	505	0	31815	0	0
0+315	127	505	505	0	32320	0	0
0+320	127	505	505	0	32825	0	0
0+325	127	505	505	0	33330	0	0
0+330	127	505	505	0	33835	0	0
0+335	127	505	505	0	34340	0	0
0+340	127	505	505	0	34845	0	0
0+345	127	505	505	0	35350	0	0
0+350	127	505	505	0	35855	0	0
0+355	127	505	505	0	36360	0	0
0+360	127	505	505	0	36865	0	0
0+365	127	505	505	0	37370	0	0
0+370	127	505	505	0	37875	0	0
0+375	127	505	505	0	38380	0	0
0+380	127	505	505	0	38885	0	0
0+385	127	505	505	0	39390	0	0
0+390	127	505	505	0	39895	0	0
0+395	127	505	505	0	40400	0	0
0+400	127	505	505	0	40905	0	0
0+405	127	505	505	0	41410	0	0
0+410	127	505	505	0	41915	0	0
0+415	127	505	505	0	42420	0	0
0+420	127	505	505	0	42925	0	0
0+425	127	505	505	0	43430	0	0
0+430	127	505	505	0	43935	0	0
0+435	127	505	505	0	44440	0	0
0+440	127	505	505	0	44945	0	0
0+445	127	505	505	0	45450	0	0
0+450	127	505	505	0	45955	0	0
0+455	127	505	505	0	46460	0	0
0+460	127	505	505	0	46965	0	0
0+465	127	505	505	0	47470	0	0
0+470	127	505	505	0	47975	0	0
0+475	127	505	505	0	48480	0	0
0+480	127	505	505	0	48985	0	0
0+485	127	505	505	0	49490	0	0
0+490	127	505	505	0	49995	0	0
0+495	127	505	505	0	50500	0	0
0+500	127	505	505	0	51005	0	0
0+505	127	505	505	0	51510	0	0
0+510	127	505	505	0	52015	0	0
0+515	127	505	505	0	52520	0	0
0+520	127	505	505	0	53025	0	0
0+525	127	505	505	0	53530	0	0
0+530	127	505	505	0	54035	0	0
0+535	127	505	505	0	54540	0	0
0+540	127	505	505	0	55045	0	0
0+545	127	505	505	0	55550	0	0
0+550	127	505	505	0	56055	0	0
0+555	127	505	505	0	56560	0	0
0+560	127	505	505	0	57065	0	0
0+565	127	505	505	0	57570	0	0
0+570	127	505	505	0	58075	0	0
0+575	127	505	505	0	58580	0	0
0+580	127	505	505	0	59085	0	0
0+585	127	505	505	0	59590	0	0
0+590	127	505	505	0	60095	0	0
0+595	127	505	505	0	60600	0	0
0+600	127	505	505	0	61105	0	0
0+605	127	505	505	0	61610	0	0
0+610	127	505	505	0	62115	0	0
0+615	127	505	505	0	62620	0	0
0+620	127	505	505	0	63125	0	0
0+625	127	505	505	0	63630	0	0
0+630	127	505	505	0	64135	0	0
0+635	127	505	505	0	64640	0	0
0+640	127	505	505	0	65145	0	0
0+645	127	505	505	0	65650	0	0
0+650	127	505	505	0	66155	0	0
0+655	127	505	505	0	66660	0	0
0+660	127	505	505	0	67165	0	0
0+665	127	505	505	0	67670	0	0
0+670	127	505	505	0	68175	0	0
0+675	127	505	505	0	68680	0	0
0+680	127	505	505	0	69185	0	0
0+685	127	505	505	0	69690	0	0
0+690	127	505	505	0	70195	0	0
0+695	127	505	505	0	70700	0	0
0+700	127	505	505	0	71205	0	0
0+705	127	505	505	0	71710	0	0
0+710	127	505	505	0	72215	0	0
0+715	127	505	505	0	72720	0	0
0+720	127	505	505	0	73225	0	0
0+725	127	505	505	0	73730	0	0
0+730	127	505	505	0	74235	0	0
0+735	127	505	505	0	74740	0	0
0+740	127	505	505	0	75245	0	0
0+745	127	505	505	0	75750	0	0
0+750	127	505	505	0	76255	0	0
0+755	127	505	505	0	76760	0	0
0+760	127	505	505	0	77265	0	0
0+765	127	505	505	0	77770	0	0
0+770	127	505	505	0	78275	0	0
0+775	127	505	505	0	78780	0	0
0+780	127	505	505	0	79285	0	0
0+785	127	505	505	0	79790	0	0
0+790	127	505	505	0	80295	0	0
0+795	127	505	505	0	80800	0	0
0+800	127	505	505	0	81305	0	0
0+805	127	505	505	0	81810	0	0
0+810	127	505	505	0	82315	0	0
0+815	127	505	505	0	82820	0	0
0+820	127	505	505	0	83325	0	0
0+825	127	505	505	0	83830	0	0
0+830	127	505	505	0	84335	0	0
0+835	127	505	505	0	84840	0	0
0+840	127	505	505	0	85345	0	0
0+845	127	505	505	0	85850	0	0
0+850	127	505	505	0	86355	0	0
0+855	127	505	505	0	86860	0	0
0+860	127	505	505	0	87365	0	0
0+865	127	505	505	0	87870	0	0
0+870	127	505	505	0	88375	0	0
0+875	127	505	505	0	88880	0	0
0+880	127	505	505	0	89385	0	0
0+885	127	505	505	0	89890	0	0
0+890	127	505	505	0	90395	0	0
0+895	127	505	505	0	90900	0	0
0+900	127	505					



TESIS: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Manto Verde a San Luis, Miraflores, Lambayeque 2021		 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUELLA
TESISITA: Romel Wilian Ferrerán Incha		
ASESOR: Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza		FACULTAD DE INGENIERIA Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
JURADOS: Ing. Jorge Enrique Álvarez Ruffin Ing. Robert Manuel Carrasco Canales Ing. José Alfredo Rolando Céspedes Deza		
PLANO: Secciones transversales de carretera modificada		LÍNEA: S-01 FECHA: JUN 2021

Anexo N°05: Metrados y presupuesto**RESUMEN DE METRADO PUENTE VIGA LOSA**

PROYECTO: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021

ESPECIALIDAD: Estructuras

FECHA : 02/07/2022

Item	Descripción	Und	Metrado
01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb	1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	m2	5,220.00
01.03	TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RIO	glb	1.00
02	SUB ESTRUCTURA		
02.01	ESTRIBOS		
02.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	M3	2,222.27
02.01.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1,570.96
02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	16.80
02.01.04	ACERO DE REFUERZO f _y 4,200 kg/cm ² BAJO AGUA	kg	82,291.67
02.01.05	CONCRETO f _c =280 kg/cm ² BAJO AGUA	m3	651.31
03.01	VIGA CABEZAL		
03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	832.00
04.01.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm	kg	8,743.57
04.01.03	CONCRETO f _c =280 kg/cm ²	m3	17.28
04.01	PILARES		
04.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	305.00
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	420.16
04.01.03	ACERO DE REFUERZO f _y 4,200 kg/cm ² BAJO AGUA	kg	37,252.67
04.01.04	CONCRETO f _c =280 kg/cm ² BAJO AGUA	m3	22.85
05	SUPERESTRUCTURA		
05.01	TABLERO		
05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	34.52
05.01.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm	kg	82,567.64
05.01.03	CONCRETO f _c =280 kg/cm ²	m3	496.80
05.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	560.00
06	LOSA DE TRANSICIÓN		
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	48.00
06.02	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm	kg	1,113.69
06.03	CONCRETO f _c =210 kg/cm ²	m3	13.50
06.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	54.00
07	VARIOS		
07.01	ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)	GL B	1.00
07.02	ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS	GL	1.00

	SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)	B	
07.03	JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	ml	50.40
07.04	DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	16.00
07.05	DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	52.00
07.06	BARRERA DE SEGURIDAD NEW YERSEY	ml	160.00
07.07	PRUEBA DE CARGA	glb	1.00
07.08	TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	52.00
08	PAVIMENTOS		
08.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	28.00
08.02	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2	560.00
08.03	MORTERO ASFALTICO e=0.01m	m2	560.00
09	VEREDAS		
09.01	VEREDA CONCRETO	M3	9.60
10	TRANSPORTES		
10.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	glb	1.00
10.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	glb	1.00
11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		
11.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00
11.02	SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	glb	1.00
11.03	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00
11.04	PROGRAMA DE CIERRE	glb	1.00
11.05	Plan Covid	glb	1.00
11.06	PROGRAMA SOCIAL	glb	1.00

06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2							48.00
	Losa de transición 9x3 en estribo		2.00	1.00	9.00	3.00		48.00	
06.02	ACERO DE REFUERZO f'y=4,200 kg/cm	kg	1.00					1113.69	1,113.69
06.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3							13.50
	concreto en losa de transición		2.00	1.00	9.00	3.00	0.25	13.50	
06.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	2.00	1.00	9.00	3.00		54.00	54.00
07	VARIOS								
07.01	ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)	pto	1.00					1.00	1.00
07.02	ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)	glb	1.00					1.00	1.00
07.03	JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	ml							50.40
	Junta entre losa transición y tablero		2.00	1.00	9.00			18.00	
	Veredas		2.00	27.00	0.60			32.40	
07.04	DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	4.00	4.00				16.00	16.00
07.05	DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	2.00	26.00				52.00	52.00
07.06	BARRERA DE SEGURIDAD NEW YERSEY	ml	2.00	80.00				160.00	160.00
07.07	PRUEBA DE CARGA	glb	1.00					1.00	1.00
07.08	TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	2.00	26.00				52.00	52.00
08	PAVIMENTOS								
08.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	1.00	7.00	80.00	0.05		28.00	28.00
08.02	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2	1.00	7.00	80.00			560.00	560.00
08.03	MORTERO ASFALTICO e=0.01m	m2	1.00	7.00	80.00			560.00	560.00
09	VEREDAS								
09.01	VEREDA CONCRETO	M3	2.00	AREA	48.00	0.10		9.60	9.60
10	TRANSPORTES								
10.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	glb	1.00					1.00	1.00
10.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	glb	1.00					1.00	1.00
11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL								
11.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00					1.00	1.00
11.02	SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	glb	1.00					1.00	1.00
11.03	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00					1.00	1.00
11.04	PROGRAMA DE CIERRE	glb	1.00					1.00	1.00
11.05	Plan Covid	glb	1.00					1.00	1.00
11.06	PROGRAMA SOCIAL	glb	1.00					1.00	1.00

Metrado de acero puente viga losa.

Partida	DESCRIPCION/DISEÑO	Ø pulg.	# de elementos	Longitud elemento	# de veces	Longitud Total	Peso kg/m	Peso		Und	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1
								Parcial	Total							
	BASE DEL PILAR								46,184.07		-	-	-	-	-	-
	BASE DEL PILAR BASTONES								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	151	10.81	2	3,264.62	3.973	12,970.34	-		-	-	-	-	-	3,264.62
	Refuerzo transversal	1	65	9.57	2	1,249.57	3.973	4,964.54	-		-	-	-	-	-	1,249.57
									-		-	-	-	-	-	-
	ACERO LONGITUDINAL								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	151	13.63	2	4,116.26	3.973	16,353.90	-		-	-	-	-	-	4,116.26
	Refuerzo transversal	1	65	13.48	2	1,760.10	3.973	6,992.89	-		-	-	-	-	-	1,760.10
	TRANSVERSALES								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1/2	274	9.00	2	4,932.00	0.994	4,902.41	-		-	4,932.00	-	-	-	-
	Acero Muro								36,107.60		-	-	-	-	-	-
	Acero superior								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	3/8	31	4.22	2	261.64	0.56	146.52	-		261.64	-	-	-	-	-
	ACERO VERTICAL IZQUIERDO								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	130	14.90	2	3,861.23	3.973	15,340.66	-		-	-	-	-	-	3,861.23
	Refuerzo longitudinal	1	130	7.82	2	2,026.50	3.973	8,051.27	-		-	-	-	-	-	2,026.50
	Refuerzo longitudinal	1	130	6.00	2	1,554.86	3.973	6,177.45	-		-	-	-	-	-	1,554.86
	ACERO VERTICAL DERECHO								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	46	14.54	2	1,337.68	3.973	5,314.60	-		-	-	-	-	-	1,337.68
	ACERO TRANSVERSAL								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1/2	60	9.00	2	1,083.60	0.994	1,077.10	-		-	1,083.60	-	-	-	-
	ZAPATA COMBINADA								24,147.03		-	-	-	-	-	-
	ACERO LONGITUDINAL								-		-	-	-	-	-	-
		1	18	11.01	2	396.43	3.973	1,575.02	-		-	-	-	-	-	396.43
		1	97	11.00	2	2,134.00	3.973	8,478.38	-		-	-	-	-	-	2,134.00
		1	97	10.94	2	2,122.36	3.973	8,432.14	-		-	-	-	-	-	2,122.36
	ACERO VERTICAL								-		-	-	-	-	-	-
		1	33	5.99	2	395.08	3.973	1,569.64	-		-	-	-	-	-	395.08
		1	33	6.03	2	397.91	3.973	1,580.91	-		-	-	-	-	-	397.91
		1	32	3.00	2	192.00	3.973	762.82	-		-	-	-	-	-	192.00
	ACERO- BORDES								-		-	-	-	-	-	-
		1	20	11.00	2	440.00	3.973	1,748.12	-		-	-	-	-	-	440.00
	PILARES								13,105.65		-	-	-	-	-	-
	LONGITUDINAL								-		-	-	-	-	-	-
		1	60	13.10	4	3,143.04	3.973	12,487.30	-		-	-	-	-	-	3,143.04
	ESTRIBO - ZONA DE CONFINAMIENTO								-		-	304.13	-	-	-	-
		1/2	22	3.46	4	304.13	0.994	302.30	-		-	-	-	-	-	-
	ESTRIBO - ZONA CENTRAL								-		-	317.95	-	-	-	-
		1/2	23	3.46	4	317.95	0.994	316.04	-		-	-	-	-	-	-
									-		-	-	-	-	-	-
	VIGA CABEZAL								8,743.57		-	-	-	-	-	-
	ACERO LONGITUDINAL- INFERIOR								-		-	-	-	-	-	-
		1	50	8.90	2	890.00	3.973	3,535.97	-		-	-	-	-	-	890.00
	ACERO LONGITUDINAL - SUPERIOR								-		-	-	-	-	-	-
		1	50	8.90	2	890.00	3.973	3,535.97	-		-	-	-	-	-	890.00
	BORDE								-		-	-	-	189.60	-	-
		3/4	12	7.90	2	189.60	2.234	423.57	-		-	-	-	-	-	-
	ESTRIBOS - CUADRADO								-		-	544.27	-	-	-	-
		1/2	46	5.92	2	544.27	0.994	541.01	-		-	-	-	-	-	-

ESTRIBOS - C	1/2	46	3.70	2	340.77	0.994	338.72	-	-	-	-	-	-	-
	1/2	96	1.93	2	370.56	0.994	368.34	-	-	-	-	-	-	-
PUENTE LOSA								82,567.64						
VIGA EXT.-														
ACERO LONG. - MAYA INFERIOR	1	24	80.11	2	3,845.23	3.973	15,277.11	-	-	-	-	-	-	3,845.23
ACERO LONG. - MAYA SUPERIOR - A-A	1	24	40.32	2	1,935.36	3.973	7,689.19	-	-	-	-	-	-	1,935.36
REFUERZO LONG	3/4	14	80.09	2	2,242.44	2.234	5,009.60	-	-	-	-	2,242.44	-	-
ESTRIBO	1/2	267	5.08	2	2,712.72	0.994	2,696.44	-	-	2,712.72	-	-	-	-
REFUERZO X	1/2	267	3.08	2	1,642.58	0.994	1,632.73	-	-	1,642.58	-	-	-	-
VIGA INT.-														
ACERO LONG. - MAYA INFERIOR	1	24	80.11	2	3,845.23	3.973	15,277.11	-	-	-	-	-	-	3,845.23
ACERO LONG. - MAYA SUPERIOR - A-A	1	22	40.32	2	1,774.08	3.973	7,048.42	-	-	-	-	-	-	1,774.08
REFUERZO LONG	3/4	14	80.09	2	2,242.44	2.234	5,009.60	-	-	-	-	2,242.44	-	-
ESTRIBO	1/2	267	5.08	2	2,712.72	0.994	2,696.44	-	-	2,712.72	-	-	-	-
REFUERZO X	1/2	267	3.08	2	1,642.58	0.994	1,632.73	-	-	1,642.58	-	-	-	-
VIGA DIAFRAGMA.-														
ACERO LONG	3/8	4	7.92	17	538.56	0.56	301.59	-	538.56	-	-	-	-	-
ACERO DE REFUERZO	1/2	16	7.92	17	2,154.24	0.994	2,141.31	-	-	2,154.24	-	-	-	-
ESTRIBO	1/2	18	3.50	17	1,071.00	0.994	1,064.57	-	-	1,071.00	-	-	-	-
ACERO DE LOSA - SUPERIOR.-														
LONG - TRAMO COMPLETO	1/2	30	80.10	1	2,403.00	0.994	2,388.58	-	-	2,403.00	-	-	-	-
LONG - TRAMO DE VIGA	1/2	4	44.67	2	357.36	0.994	355.22	-	-	357.36	-	-	-	-
VERTICAL	1/2	470	9.10	1	4,277.00	0.994	4,251.34	-	-	4,277.00	-	-	-	-
VERTICAL - BASTON	1/2	470	1.56	2	1,464.52	0.994	1,455.73	-	-	1,464.52	-	-	-	-
ACERO DE LOSA - INFERIOR.-														
LONG - TRAMO COMPLETO	1/2	30	80.10	1	2,403.00	0.994	2,388.58	-	-	2,403.00	-	-	-	-
VERTICAL	1/2	470	9.10	1	4,277.00	0.994	4,251.34	-	-	4,277.00	-	-	-	-
Losa Transición								1,113.69						
Acero superior transversal	3/8	31	3.25	2	201.50	0.56	112.84	-	201.50	-	-	-	-	-
Acero inferior transversal	1/2	31	3.25	2	201.50	0.994	200.29	-	-	201.50	-	-	-	-
Acero inferior transversal	1 1/2	31	3.25	2	201.50	3.973	800.56	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL								211,969.24 KG	0	1,002	35,213	0	4,674	41,572
									0	561	35001	0	10443	165164
									0	111	3,913	0	519	4,619

Presupuesto

Presupuesto	0106001	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021			
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS			
Cliente	Farroñan Inoñan William		Costo al	30/06/2022	
Lugar	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				605,961.76
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gb	1.00	450,384.20	450,384.20
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN	m2	5,220.00	0.62	3,236.40
01.03	TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RIO	gb	1.00	152,341.16	152,341.16
02	SUB ESTRUCTURA				3,065,203.11
02.01	ESTRIBO				1,224,951.73
02.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	2,222.27	27.15	60,334.63
02.01.02	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1,570.96	55.62	87,376.80
02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	16.80	223.69	3,757.99
02.01.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg	82,291.67	7.96	655,041.69
02.01.05	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	651.31	642.46	418,440.62
02.02	VIGA CABEZAL				1,426,773.58
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	832.00	253.48	210,895.36
02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	8,743.57	137.79	1,204,776.51
02.02.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	17.28	642.46	11,101.71
02.03	PILARES				413,477.80
02.03.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	305.00	27.15	8,280.75
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	420.16	223.69	93,985.59
02.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg	37,252.67	7.96	296,531.25
02.03.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	22.85	642.46	14,680.21
03	SUPER ESTRUCTURA				11,864,344.80
03.01	TABLERO				11,689,761.92
03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	34.52	253.48	8,750.13
03.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	82,567.64	137.79	11,376,995.12
03.01.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m3	496.80	563.04	279,718.27
03.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	560.00	43.39	24,298.40
03.02	LOSA DE TARSICIÓN				174,582.88
03.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	48.00	253.48	12,167.04
03.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	1,113.69	137.79	153,455.35
03.02.03	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3	13.50	490.18	6,617.43
03.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	54.00	43.39	2,343.06
04	VARIOS				666,118.42
04.01	ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)	pto	1.00	6,000.00	6,000.00
04.02	ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)	gb	1.00	1,500.00	1,500.00
04.03	JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	m	50.40	3,015.00	151,956.00
04.04	DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	16.00	15,621.72	249,947.52
04.05	DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	52.00	1,265.87	65,825.24
04.06	BARRERA DE SEGURIDAD NEW JERSEY	m	160.00	713.38	114,140.80
04.07	PRUEBA DE CARGA	gb	1.00	51,788.86	51,788.86
04.08	TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	52.00	480.00	24,960.00
05	PAVIMENTOS				7,105.84
05.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	28.00	39.18	1,097.04
05.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	560.00	3.32	1,859.20
05.03	MORTERO ASFALTICO (e=10 mm)	m2	560.00	7.41	4,149.60
06	VEREDAS				3,333.41
06.01	VEREDA DE CONCRETO	m3	9.60	347.23	3,333.41
07	TRANSPORTE				11.60
07.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	gb	1.00	2.86	2.86
07.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	gb	1.00	8.74	8.74

08	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				154,000.00
08.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	gb	1.00	20,000.00	20,000.00
08.02	SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	gb	1.00	19,000.00	19,000.00
08.03	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	gb	1.00	35,000.00	35,000.00
08.04	PROGRAMA DE CIERRE	gb	1.00	15,000.00	15,000.00
08.05	PLAN COVID	gb	1.00	50,000.00	50,000.00
08.06	PROGRAMA SOCIAL	gb	1.00	15,000.00	15,000.00

Presupuesto

Presupuesto	0106001	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021			
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS			
Ciente	Farroñan Inoñan William			Costo al	30/06/2022
Lugar	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	COSTO DIRECTO				16,366,078.94
	GASTOS GENERALES(5%)				818,303.95
	UTILIDAD(8%)				1,309,286.32

	SUB TOTAL				18,493,669.21
	IGV(18%)				3,328,860.46

	TOTAL DEL PRESUPUESTO				21,822,529.67

SON : VEINTISEIS MILLONES TRESCIENTOS TREINTA MIL QUINIENTOS OCHENTA Y 48/100 NUEVOS SOLES

RESUMEN DE METRADO PUENTE VIGA CAJÓN MULTICELULAR

PROYECTO: Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021

ESPECIALIDAD: Estructuras

AD :

FECHA : 02/07/2022

Item	Descripción	Un d.	Metra do
01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb	1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	m2	5,220.00
01.03	TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RIO	glb	1.00
02	SUB ESTRUCTURA		
02.01	ESTRIBOS		
02.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	M3	2,222.27
02.01.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1,570.96
02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	16.80
02.01.04	ACERO DE REFUERZO f_y 4,200 kg/cm ² BAJO AGUA	kg	82,291.67
02.01.05	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² BAJO AGUA	m3	651.31
03.01	VIGA CABEZAL		
03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	832.00
04.01.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm	kg	8,743.57
04.01.03	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ²	m3	17.28
04.01	PILARES		
04.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	305.00
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	420.16
04.01.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² BAJO AGUA	kg	37,252.67
04.01.04	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² BAJO AGUA	m3	22.85
05	SUPERESTRUCTURA		
05.01	TABLERO		
05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	34.52
05.01.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm	kg	82,567.64
05.01.03	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ²	m3	496.80
05.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	560.00
06	LOSA DE TRANSICIÓN		
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	48.00
06.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm	kg	1,113.

			69
06.03	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	13.50
06.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m ²	54.00
07	VARIOS		
07.01	ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)	GL B	1.00
07.02	ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)	GL B	1.00
07.03	JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	ml	50.40
07.04	DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	16.00
07.05	DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	52.00
07.06	BARRERA DE SEGURIDAD NEW YERSEY	ml	160.00
07.07	PRUEBA DE CARGA	glb	1.00
07.08	TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	52.00
08	PAVIMENTOS		
08.01	AFIRMADO GRANULAR	m ³	28.00
08.02	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m ²	560.00
08.03	MORTERO ASFALTICO $e=0.01$ m	m ²	560.00
09	VEREDAS		
09.01	VEREDA CONCRETO	M ³	9.60
10	TRANSPORTES		
10.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	glb	1.00
10.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	glb	1.00
11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		
11.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00
11.02	SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	glb	1.00
11.03	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00
11.04	PROGRAMA DE CIERRE	glb	1.00
11.05	Plan Covid	glb	1.00
11.06	PROGRAMA SOCIAL	glb	1.00

Planilla de metrados puente viga cajón multicelular.

Item	Descripción	Unid.	N° Elem.	Cant	Dimensiones			Parcial	Total
					Longitud	Ancho	Altura		
01	TRABAJOS PRELIMINARES								
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb	1.00	1.00			1.00	1.00	
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	m2	1.00	5220.00			5220.00	5,220.00	
01.03	TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RIO	glb	1.00				1.00	1.00	
02	SUB ESTRUCTURA								
02.01	ESTRIBOS								
02.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3						2,222.27	
	Estribo izquierdo	m3	1.00	AREA	135.64	9.00	1220.75		
	Estribo derecho	m3	1.00	AREA	111.28	9.00	1001.52		
02.01.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3					1570.96	1,570.96	
02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2						16.80	
	TALÓN Y PUNTA DE ESTRIBOS		2.00	AREA	12.00	9.00	0.20	16.80	
02.01.04	ACERO DE REFUERZO f'y 4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg					82291.67	82,291.67	
02.01.05	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3						651.31	
	Base de Estribos		2.00	AREA	108.00	1.50		324.00	
	parte superior estribos		2.00		18.18		9.00	327.31	
03.01	VIGA CABEZAL								
03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	1.00	AREA	10.40	80.00		832.00	832.00
04.01.02	ACERO DE REFUERZO f'y=4,200 kg/cm	kg					8743.57	8,743.57	
04.01.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m3	1.00	AREA	9.60	1.80		17.28	17.28
04.01	PILARES								
04.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	1.00	AREA	50.00	6.10		305.00	305.00
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2						420.16	
	Encofrado de pilar		4.00	AREA	10.40		10.10	420.16	
04.01.03	ACERO DE REFUERZO f'y)4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg					37252.67	37,252.67	
04.01.04	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	2.00	AREA	1.13		10.10	22.85	22.85
05	SUPERESTRUCTURA								
05.01	TABLERO								
05.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2						34.52	
	Tablero Viga Cajón Multi celular		1.00	1.00	16.43			16.43	
	Encofrado interior de viga		3.00	1.00	6.03			18.09	
05.01.02	ACERO DE REFUERZO f'y=4,200 kg/cm	kg	1.00				82567.64	82,567.64	
05.01.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2	m3						496.80	
	CONCRETO DEL TABLER (INCLUYE BARRERA		1.00	AREA	6.21	80.00		496.80	
05.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2						560.00	
	Carpeta en el tablero multi celular		1.00		7.00	80.00		560.00	
06	LOSA DE TRANSICIÓN								
06.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2						48.00	

		Losa de transición 9x3 en estribo		2.00	1.00	9.00	3.00		48.00	
06.02		ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm	kg	1.00					1113.69	1,113.69
06.03		CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m ³							13.50
		concreto en losa de transición		2.00	1.00	9.00	3.00	0.25	13.50	
06.04		CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m ²	2.00	1.00	9.00	3.00		54.00	54.00
07		VARIOS								
07.01		ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)		pto	1.00				1.00	1.00
07.02		ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)		glb	1.00				1.00	1.00
07.03		JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	ml							50.40
		Junta entre losa transición y tablero		2.00	1.00	9.00			18.00	
		Veredas		2.00	27.00	0.60			32.40	
07.04		DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	4.00	4.00				16.00	16.00
07.05		DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	2.00	26.00				52.00	52.00
07.06		BARRERA DE SEGURIDAD NEW JERSEY	ml	2.00	80.00				160.00	160.00
07.07		PRUEBA DE CARGA	glb	1.00					1.00	1.00
07.08		TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	2.00	26.00				52.00	52.00
08		PAVIMENTOS								
08.01		AFIRMADO GRANULAR	m ³	1.00	7.00	80.00	0.05		28.00	28.00
08.02		IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m ²	1.00	7.00	80.00			560.00	560.00
08.03		MORTERO ASFALTICO e=0.01m	m ²	1.00	7.00	80.00			560.00	560.00
09		VEREDAS								
09.01		VEREDA CONCRETO	M3	2.00	AREA	48.00	0.10		9.60	9.60
10		TRANSPORTES								
10.01		TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	glb	1.00					1.00	1.00
10.02		TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	glb	1.00					1.00	1.00
11		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL								
11.01		PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00					1.00	1.00
11.02		SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	glb	1.00					1.00	1.00
11.03		PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00					1.00	1.00
11.04		PROGRAMA DE CIERRE	glb	1.00					1.00	1.00
11.05		Plan Covid	glb	1.00					1.00	1.00
11.06		PROGRAMA SOCIAL	glb	1.00					1.00	1.00

Metrado de acero puente viga cajón multicelular.

Partida	DESCRIPCION/DISEÑO	Ø pulg.	# de elementos	Longitud elemento	# de veces	Longitud Total	Peso kg/m	Peso		Und	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1
								Parcial	Total							
	BASE DEL PILAR								46,184.07		-	-	-	-	-	-
	BASE DEL PILAR BASTONES								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	151	10.81	2	3,264.62	3.973	12,970.34	-		-	-	-	-	-	3,264.62
	Refuerzo transversal	1	65	9.57	2	1,249.57	3.973	4,964.54	-		-	-	-	-	-	1,249.57
	ACERO LONGITUDINAL								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	151	13.63	2	4,116.26	3.973	16,353.90	-		-	-	-	-	-	4,116.26
	Refuerzo transversal	1	65	13.48	2	1,760.10	3.973	6,992.89	-		-	-	-	-	-	1,760.10
	TRANSVERSALES								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1/2	274	9.00	2	4,932.00	0.994	4,902.41	-		-	4,932.00	-	-	-	-
	Acero Muro								36,107.60		-	-	-	-	-	-
	Acero superior								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	3/8	31	4.22	2	261.64	0.56	146.52	-		261.64	-	-	-	-	-
	ACERO VERTICAL IZQUIERDO								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	130	14.90	2	3,861.23	3.973	15,340.66	-		-	-	-	-	-	3,861.23
	Refuerzo longitudinal	1	130	7.82	2	2,026.50	3.973	8,051.27	-		-	-	-	-	-	2,026.50
	Refuerzo longitudinal	1	130	6.00	2	1,554.86	3.973	6,177.45	-		-	-	-	-	-	1,554.86
	ACERO VERTICAL DERECHO								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1	46	14.54	2	1,337.68	3.973	5,314.60	-		-	-	-	-	-	1,337.68
									-		-	-	-	-	-	-
	ACERO TRANSVERSAL								-		-	-	-	-	-	-
	Refuerzo longitudinal	1/2	60	9.00	2	1,083.60	0.994	1,077.10	-		-	1,083.60	-	-	-	-
	VIGAS								15,090.11		-	-	-	-	-	-
									-		-	-	-	-	-	-
	ACERO TRANSVERSAL								-		-	-	-	-	-	-
	bastones	3/8	616	1.56	8	7,692.48	0.56	4,307.79	-		7,692.48	-	-	-	-	-
	estribos	1/2	309	1.56	8	3,852.48	0.994	3,829.37	-		-	3,852.48	-	-	-	-
	transversal	5/8	14	80.00	4	4,480.00	1.552	6,952.96	-		-	-	4,480.00	-	-	-
	tablero superior								60,276.58		-	-	-	-	-	-
	ACERO TRANSVERSAL								-		-	-	-	-	-	-
	bastones	1/2	401	2.06	2	1,652.12	0.994	1,642.21	-		-	1,652.12	-	-	-	-
	acero transversal	1/2	572	9.07	2	10,385.00	0.994	10,322.69	-		-	10,385.00	-	-	-	-
	transversal	1	76	80.00	2	12,160.00	3.973	48,311.68	-		-	-	-	-	-	12,160.00
	tablero inferior								9,648.40		-	-	-	-	-	-
									-		-	-	-	-	-	-
	ACERO TRANSVERSAL								-		-	-	-	-	-	-
	transversal	1/2	321	7.10	2	4,558.20	0.994	4,530.85	-		-	4,558.20	-	-	-	-
	acero transversal	1	71	9.07	2	1,288.08	3.973	5,117.55	-		-	-	-	-	-	1,288.08
	ZAPATA COMBINADA								24,147.03		-	-	-	-	-	-
	ACERO LONGITUDINAL								-		-	-	-	-	-	-
		1	18	11.01	2	396.43	3.973	1,575.02	-		-	-	-	-	-	396.43

ACERO VERTICAL	1	97	11.00	2	2,134.00	3.973	8,478.38	-	-	-	-	-	2,134.00		
	1	97	10.94	2	2,122.36	3.973	8,432.14	-	-	-	-	-	2,122.36		
	1	33	5.99	2	395.08	3.973	1,569.64	-	-	-	-	-	395.08		
	1	33	6.03	2	397.91	3.973	1,580.91	-	-	-	-	-	397.91		
	1	32	3.00	2	192.00	3.973	762.82	-	-	-	-	-	192.00		
ACERO- BORDES	1	20	11.00	2	440.00	3.973	1,748.12	-	-	-	-	-	440.00		
PILARES								13,105.65							
LONGITUDINAL	1	60	13.10	4	3,143.04	3.973	12,487.30	-	-	-	-	-	3,143.04		
ESTRIBO - ZONA DE CONFINAMIENTO	1/2	22	3.46	4	304.13	0.994	302.30	-	-	304.13	-	-	-		
ESTRIBO - ZONA CENTRAL	1/2	23	3.46	4	317.95	0.994	316.04	-	-	317.95	-	-	-		
VIGA CABEZAL								8,743.57							
ACERO LONGITUDINAL- INFERIOR	1	50	8.90	2	890.00	3.973	3,535.97	-	-	-	-	-	890.00		
ACERO LONGITUDINAL - SUPERIOR	1	50	8.90	2	890.00	3.973	3,535.97	-	-	-	-	-	890.00		
BORDE	3/4	12	7.90	2	189.60	2.234	423.57	-	-	-	-	189.60	-		
ESTRIBOS - CUADRADO	1/2	46	5.92	2	544.27	0.994	541.01	-	-	544.27	-	-	-		
	1/2	46	3.70	2	340.77	0.994	338.72	-	-	340.77	-	-	-		
ESTRIBOS - C	1/2	96	1.93	2	370.56	0.994	368.34	-	-	370.56	-	-	-		
Losa Transición								1,113.69							
Acero superior transversal	3/8	31	3.25	2	201.50	0.56	112.84	-	201.50	-	-	-	-		
Acero inferior transversal	1/2	31	3.25	2	201.50	0.994	200.29	-	-	201.50	-	-	-		
Acero inferior transversal	1 1/2	31	3.25	2	201.50	3.973	800.56	-	-	-	-	-	-		
								-							
TOTAL								214,416.70	KG	0	8,156	28,543	4,480	190	43,620
										0	4567	28371	6953	424	173301
										0	906	3,171	498	21	4,847

Presupuesto

Presupuesto	0106001	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021		
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS		
Cliente	Farroñan Inoñan William		Costo al	30/06/2022
Lugar	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				605,961.76
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	450,384.20	450,384.20
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACIÓN	m2	5,220.00	0.62	3,236.40
01.03	TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RIO	glb	1.00	152,341.16	152,341.16
02	SUB ESTRUCTURA				3,065,203.11
02.01	ESTRIBO				1,224,951.73
02.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	2,222.27	27.15	60,334.63
02.01.02	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1,570.96	55.62	87,376.80
02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	16.80	223.69	3,757.99
02.01.04	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg	82,291.67	7.96	655,041.69
02.01.05	CONCRETO fc=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	651.31	642.46	418,440.62
02.02	VIGA CABEZAL				1,426,773.58
02.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	832.00	253.48	210,895.36
02.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	8,743.57	137.79	1,204,776.51
02.02.03	CONCRETO fc=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	17.28	642.46	11,101.71
02.03	PILARES				413,477.80
02.03.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA	m3	305.00	27.15	8,280.75
02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA	m2	420.16	223.69	93,985.59
02.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 BAJO AGUA	kg	37,252.67	7.96	296,531.25
02.03.04	CONCRETO fc=280 kg/cm2 BAJO AGUA	m3	22.85	642.46	14,680.21
03	SUPER ESTRUCTURA				12,184,912.95
03.01	TABLERO				12,010,330.07
03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	34.52	253.48	8,750.13
03.01.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	85,015.09	137.79	11,714,229.25
03.01.03	CONCRETO fc=280 kg/cm2	m3	467.20	563.04	263,052.29
03.01.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	560.00	43.39	24,298.40
03.02	LOSA DE TARSICIÓN				174,582.88
03.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA	m2	48.00	253.48	12,167.04
03.02.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	1,113.69	137.79	153,455.35
03.02.03	CONCRETO fc = 210 kg/cm2	m3	13.50	490.18	6,617.43
03.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	54.00	43.39	2,343.06
04	VARIOS				666,118.42
04.01	ENSAYO DE TOMOGRAFÍA DE REFRACCIÓN SISMICA (STR) ONDAS P (VP)	pto	1.00	6,000.00	6,000.00
04.02	ENSAYO DE ANALISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES (MASW Y ONDAS S (VS)	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
04.03	JUNTAS DE DILATACIÓN DE PUENTE	m	50.40	3,015.00	151,956.00
04.04	DISPOSITIVOS DE APOYO (NEOPRENO)	und	16.00	15,621.72	249,947.52
04.05	DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø4"; L=0.75m	und	52.00	1,265.87	65,825.24
04.06	BARRERA DE SEGURIDAD NEW JERSEY	m	160.00	713.38	114,140.80
04.07	PRUEBA DE CARGA	glb	1.00	51,788.86	51,788.86
04.08	TAPA DE BOCA DE INSPECCIÓN (4")	und	52.00	480.00	24,960.00
05	PAVIMENTOS				7,105.84
05.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	28.00	39.18	1,097.04
05.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	560.00	3.32	1,859.20
05.03	MORTERO ASFALTICO (e=10 mm)	m2	560.00	7.41	4,149.60

06	VEREDAS				3,333.41
06.01	VEREDA DE CONCRETO	m3	9.60	347.23	3,333.41
07	TRANSPORTE				11.60
07.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000m	glb	1.00	2.86	2.86
07.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m	glb	1.00	8.74	8.74
08	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				154,000.00
08.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
08.02	SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES	glb	1.00	19,000.00	19,000.00
08.03	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00	35,000.00	35,000.00
08.04	PROGRAMA DE CIERRE	glb	1.00	15,000.00	15,000.00
08.05	PLAN COVID	glb	1.00	50,000.00	50,000.00
08.06	PROGRAMA SOCIAL	glb	1.00	15,000.00	15,000.00

Presupuesto

Presupuesto	0106001	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021		
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS		
Cliente	Farroñan Inoñan William		Costo al	30/06/2022
Lugar	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE			

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	COSTO DIRECTO				16,686,647.09
	GASTOS GENERALES(5%)				834,332.35
	UTILIDAD(8%)				1,334,931.77
	=====				
	SUB TOTAL				18,855,911.21
	IGV(18%)				3,394,064.02
	=====				
	TOTAL DEL PRESUPUESTO				22,249,975.23

SON : VEINTIDOS MILLONES DOSCIENTOS CUARENTINUEVE MIL NOVECIENTOS SETENTICINCO Y 23/100 NUEVOS SOLES

Anexo N°06: Documentos de proyecto

Documento N°06.01: Constancia de la no existencia del proyecto.



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Mórrope, 28 de abril del 2021

Sr: **Prof. Nery Alejandro Castillo Santamaría**

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DE MÓRROPE

Municipalidad Distrital de Mórrope

ASUNTO: Constancia sobre inexistencia de proyecto y viabilidad del mismo.

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE CARRETERO SOBRE EL RÍO MOTUPE EN EL SECTOR MONTE VERDE, DISTRITO DE MÓRROPE, LAMBAYEQUE 2021.

De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar proyecto de tesis denominado: **ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE CARRETERO SOBRE EL RÍO MOTUPE EN EL SECTOR MONTE VERDE, DISTRITO DE MÓRROPE, LAMBAYEQUE 2021**, motivo por el cual solicito a usted una autorización respectiva para hacer estudios escalonados y documento donde se indique que lo mencionado del proyecto no se encuentra en el Banco de proyectos de la Municipalidad Distrital de Mórrope, asimismo por parte del Gobierno regional. Dejo mis datos para envío de documentos, en caso contrario acudiré a su despacho.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente.

ROMEL WILLIAN FARROÑAN INOÑAN

DNI N° 77913453

CORREO: Willian.05farro@gmail.com

CELULAR: 918440664



Por favor a U.F.
para su atención
y presente al
respeto.

Fuente: Elaboración propia.

Documento N°06.02: Constancia de inexistencia de proyecto viable emitido por la municipalidad distrital de Mórrope.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MÓRROPE - LAMBAYEQUE



Ref: Expediente N° 7110 de Fecha: 28/04/2021

CONSTANCIA DE INEXISTENCIA DE PROYECTO VIABLE

El que suscribe, como JEFE DE UNIDAD FORMULADORA-ING.JOSE POLICARPIO CORONADO YNOÑAN, con DNI 45729218

HACE CONSTAR:

Que, el Proyecto de tesis denominado: "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PUENTE CARRETERO SOBRE EL RIO MOTUPE EN EL SECTOR MONTEVERDE, DISTRITO DE MORROPE-LAMBAYEQUE 2021", presentado por el Estudiante del 8vo Ciclo de Ing. Civil de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo- ROMEL WILLIAN FARROÑAN INOÑAN, identificado con DNI N° 77913453, NO EXISTE Como Estudio de Preinversión en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Distrital de Mórrope y tampoco en el banco de proyectos del Gobierno Regional.

Se expide la presente, para los fines que el interesado crea conveniente

Mórrope, 05 de Mayo del 2021


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPE
 Ing. José Policarpio Coronado Ynoñan
 Reg. CIP 218694
 Jefe de Unidad Formuladora



Documento N°06.03: Constancia de inexistencia de proyecto viable emitido por la municipalidad distrital de Mórrope.



COMUNIDAD CAMPESINA "San Pedro" de Mórrope

RECONOCIDA POR RESOLUCIÓN SUPREMA N° 14 DEL 05 DE MARZO DE 1951

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Mórrope, 30 de marzo de 2022

CARTA N° 001- 2022/CCSPM/A

Señor:
ROMEL WILLIAM FARROÑAN INOÑAN

Presente.-

ASUNTO : ACEPTACIÓN DEL PERMISO PARA REALIZAR ESTUDIOS DE CAMPO .

REF: Solicitud S/N con N° exp. 516, 02 folios.

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo en nombre de la Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope que me honro en administrar, y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que, habiendo revisado su solicitud, donde indica la realización de un proyecto de tesis denominado: "Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021", motivo por el cual solicita el permiso para la realización de estudios de campo inherentes al proyecto. Por lo tanto, damos autorización para realizar dichos estudios en los sectores Monte Verde a San Luis.

Esperando haber realizado cortésmente su petición me despido de Ud.

Atentamente,



¡Nuestra Comunidad al Servicio de Todos!

DIRECCIÓN: Calle Bolognesi N° 171 - Mórrope

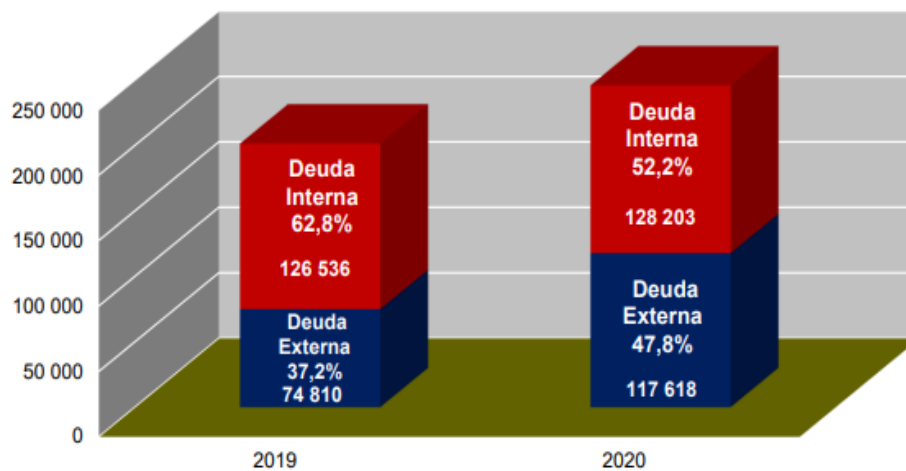
ccspm2020.2021@gmail.com

Comunidad Campesina San Pedro de Mórrope 2022 - 2023

Fuente: CPSM

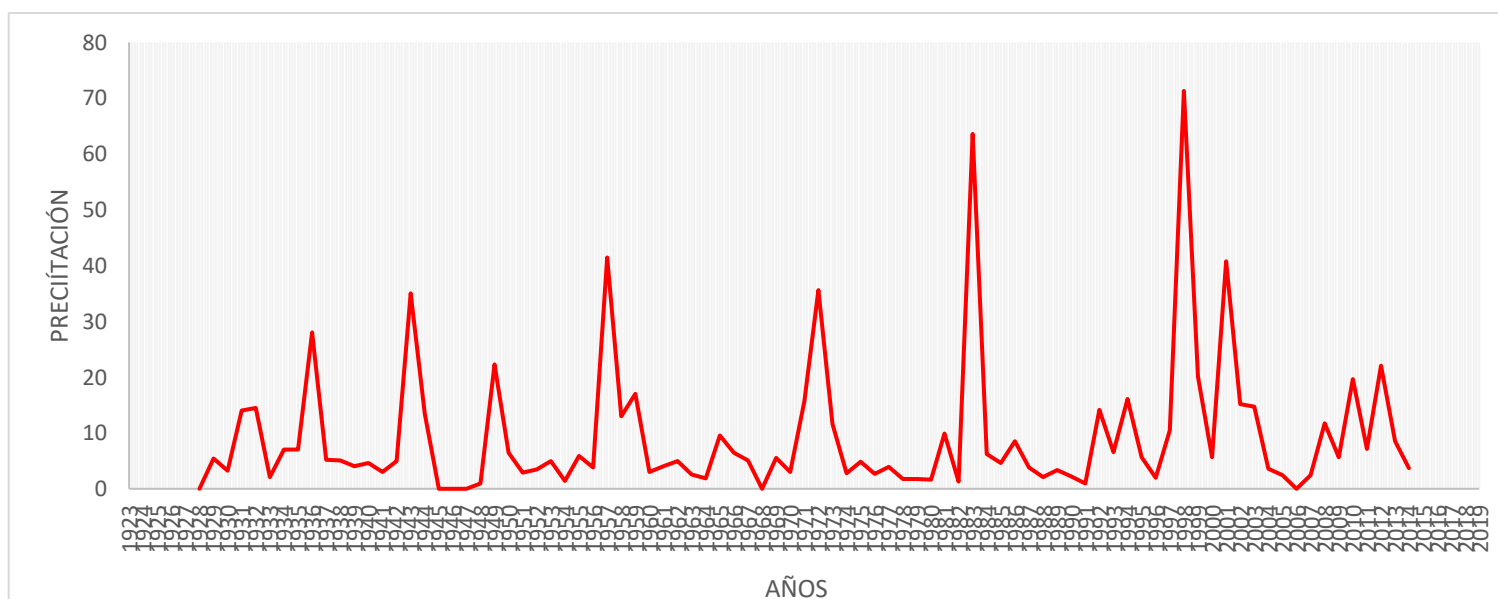
Anexo N°07: Gráficos

Gráfico N°07.01: Deuda pública total: saldo adeudado en millones.



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Gráfico N°07.02: Histórico del mes más precipitado por año en Lambayeque.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°08: Tablas

Tabla N°08.01: Población de Mórrope censo 2017.

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y sexo	Total	Grupos de edad					
		Menores de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
DISTRITO MORROPE	48 209	1 313	16 700	12 410	8 547	6 554	2 685
Hombres	24 046	665	8 582	6 101	4 146	3 194	1 358
Mujeres	24 163	648	8 118	6 309	4 401	3 360	1 327
Viviendas particulares	47 940	1 313	16 698	12 189	8 510	6 546	2 684
Hombres	23 923	665	8 582	6 002	4 128	3 189	1 357
Mujeres	24 017	648	8 116	6 187	4 382	3 357	1 327
Viviendas colectivas	257	-	2	215	35	4	1
Hombres	115	-	-	95	17	2	1
Mujeres	142	-	2	120	18	2	-
URBANA	12 390	327	4 270	3 203	2 329	1 654	607
Hombres	6 151	157	2 216	1 542	1 133	816	287
Mujeres	6 239	170	2 054	1 661	1 196	838	320
RURAL	35 819	986	12 430	9 207	6 218	4 900	2 078
Hombres	17 895	508	6 366	4 559	3 013	2 378	1 071
Mujeres	17 924	478	6 064	4 648	3 205	2 522	1 007

Fuente: INEI.

Tabla N°08.02: Actividades económicas del distrito de Mórrope.

Ocupación	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	68.8
Pesca	2.5
Explotación de minas y canteras	1.6
Industrias manufactureras	5.6
Suministro de electricidad, gas y agua	0.1
Construcción	2.1
Comercio	4.5
Venta, mantenimiento, vehículos automotrices y motorizados	0.9
Hoteles y restaurantes	0.8
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	4.7
Actividades inmobiliarias, empresariales y alquileres	0.4
Administración pública y defensa	0.8
Enseñanza	1.2
Servicios sociales y de salud	0.6
Otras actividades servicios comunitarios social y personales	1.2
Hogares privados con servicio doméstico	1.7
Actividad económica no especificada	2.6

Fuente: INEI – Indicadores demográficos, sociales y económicos 2007.

Tabla N°08.03: Producción Agraria del Distrito de Mórrope.

Distrito	Variables	Arroz	Maíz	Frejol seco	Zarandaja	Frijol de palo	Camote	Cebolla	Maíz de chala	Alfalfa
Mórrope	Siembra(ha)	82	9	3	1	3	5	3	9	6
	Sup.Perd(ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cosechas(ha)	82	7	3	1	3	5	3	9	6
	Rendimiento(ton/a)	9.5	11	No	No	2	12.5	17.5	10.3	41.6
	Producción(ton)	762	35	3	3	5	51	72	83	210

Fuente: Adaptado de Subgerencia de desarrollo Económico Local.

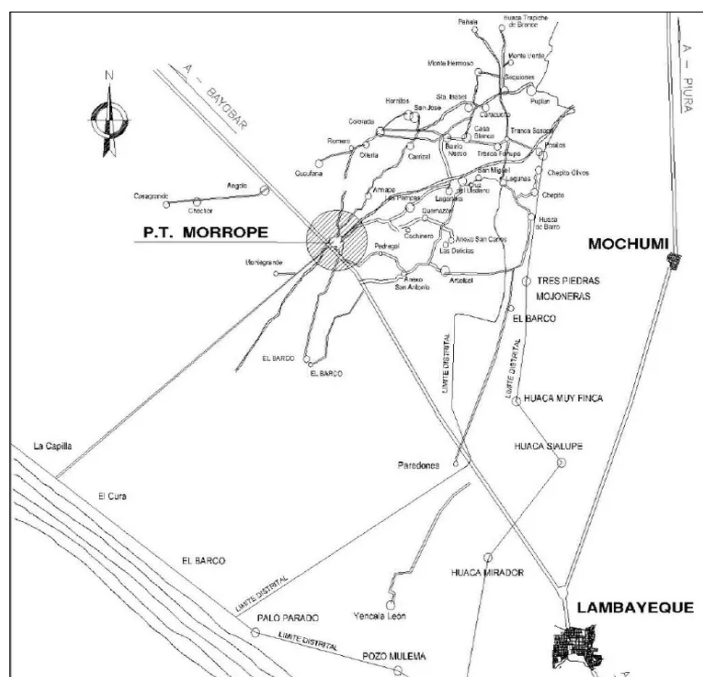
Anexo N°09: Imágenes

Imagen N°09.01: Reconstrucción e implementación de puentes 2021.



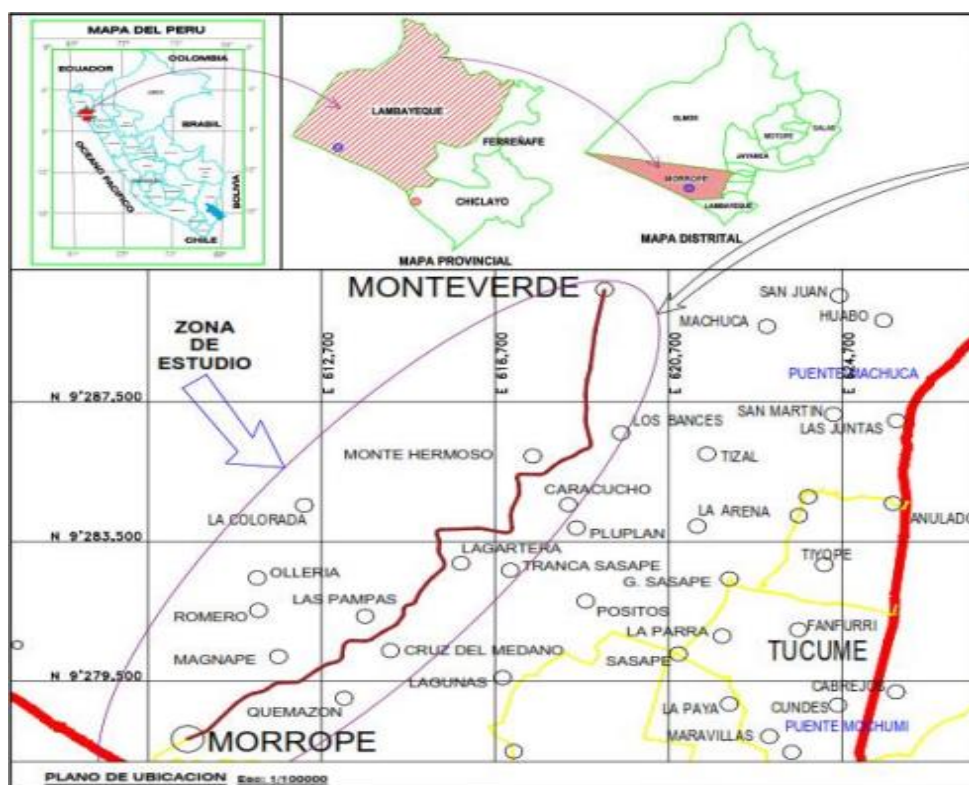
Fuente: MTC digital

Imagen N°09.02: Mapa de localización Mórrope.



Fuente: Google

Imagen N°09.03: Acceso al lugar donde se realizará la ejecución de la tesis.



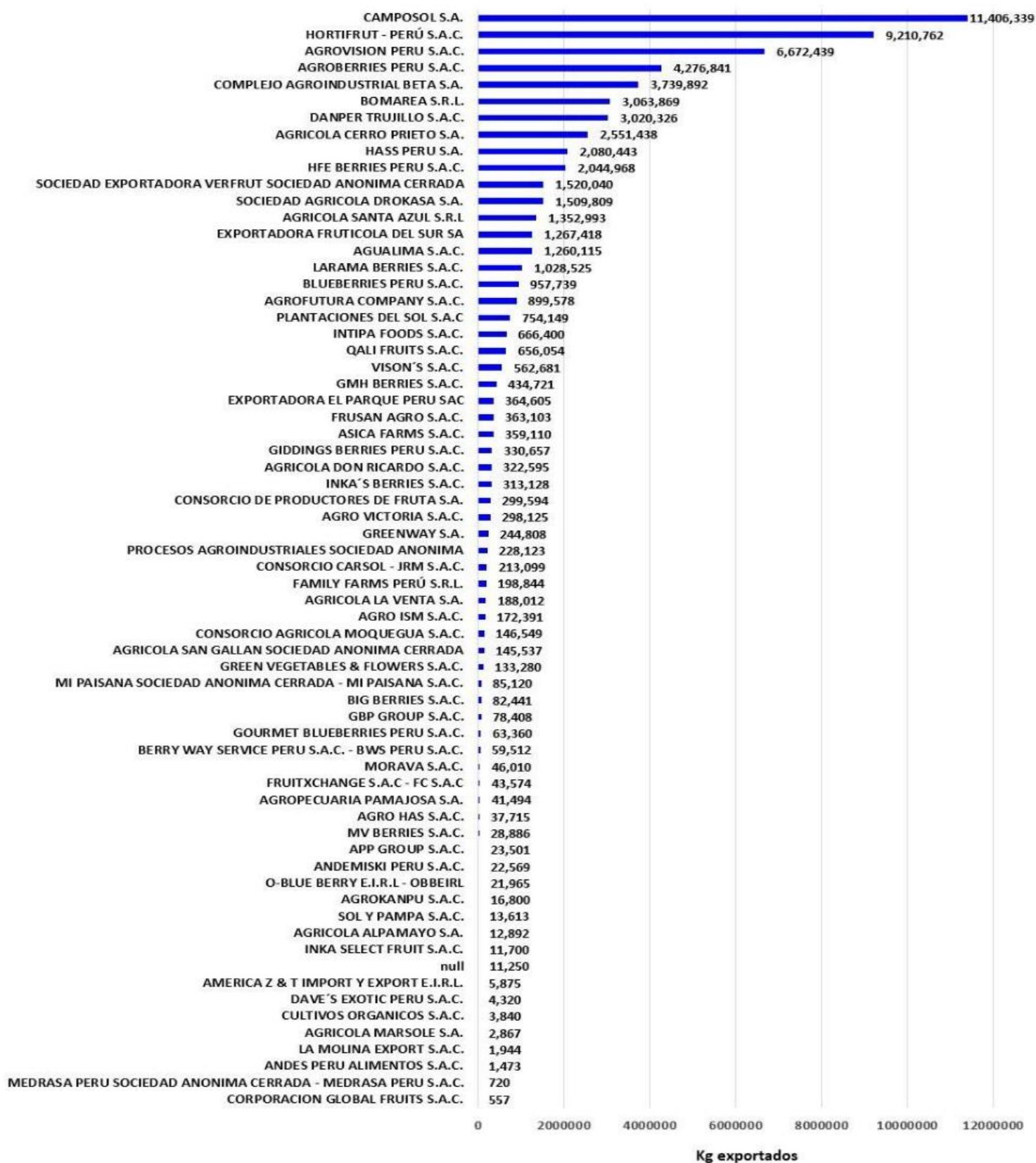
Fuente: Puccio Vélchez Carlos Alberto, Tesis pregrado UCV

Imagen N°09.04: Centros poblados beneficiados en el distrito de Morrope.



Fuente: ATLAS INEI centros poblados

Imagen N°09.05: Máximas importaciones semanales por empresa (Kg).



Fuente: Empresa Bomarea S.A.C

Anexo N°10: Fotografías de campo

Fotografía N°10.01: Bus atrapado en el cauce del río Motupe.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.02: Camioneta atrapada en el cauce del río Motupe.



Fuente: Radio exitosa-Mórrope.

Fotografía N°10.03: Lugar de ejecución del proyecto-carretera existente.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.05: Pobladores de Morropanos regresando del trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.06: Del estudio de tráfico, punto de conteo.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.07: Primera estación y lectura al BMI



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.08: Refracción sísmica en campo LS-02



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N°10.09: Coordinación con la Municipalidad Distrital de Mórrope.





















Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°11: Instrumentos de recolección de datos



Instrumento N°11.01: Ficha Técnica: Evaluación de tráfico

Proyecto:	Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021						
Nombre de Lugar:	Río Motupe	Localidad:	Monte verde	Día:	Lunes	Nota:	Tráfico en épocas de cosecha
Ubicación punto de conteo:	Entrada de Río Motupe	Distrito:	Mórrope	Fecha:	04/04/2022		
Sentido:	Ida y vuelta	Provincia:	Lambayeque	Hora inicio:	5 am		
		Región:	Lambayeque	Hora Fin:	8 pm		

HORA	Mototaxi	CAMIONETA				BUS				CAMIÓN		TRAYLER-SEMIREMOLQUE					TOTAL POR HORA			
		Auto móvil	Pick-up	Combi	Micro bus	B2	B3	B4-1	C2	C3	Volquete 2 ejes	Volquete 3 ejes	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1		T3S2	T3S3	
Diagrama Vehicular																			-	
0 - 1																				0
1 - 2																				0
2 - 3																				0
3 - 4																				0
4 - 5																				0
5 - 6																				0
6 - 7																				0
7 - 8																				0
8 - 9																				0
9 - 10																				0
10 - 11																				0
11 - 12																				0
12 - 13																				0
13 - 14																				0
14 - 15																				0
15 - 16																				0
16 - 17																				0
17 - 18																				0
18 - 19																				0
19 - 20																				0
20 - 21																				0
21 - 22																				0
22 - 23																				0
23 - 24																				0
TOTAL X DIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Fuente: Elaboración propia.

Instrumento N°11.02: Ficha técnica: Levantamiento topográfico BM1.

FICHA TECNICA DE DESCRIPCIÓN DE BMs	
NOMMBRE DEL PUNTO: BM1	CATEGORÍA: GPS
FECHA: abril 2022	TÉCNICA DE NIVELACIÓN: Nivelación Geométrica
DESCRIPCIÓN: Hito de concreto armado con la descripción del código.	COORDENADAS: <i>E: 617032.320</i> <i>N: 9287467.964</i>
TESIS: “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”.	ALTURA: <i>45.342m.s.n.m</i>
FECHA: UBICACIÓN: Departamento: Lambayeque Provincia: Lambayeque Distrito: Mórrope Localidad: Monte Verde- San Luis, tramo río Motupe.	EQUIPO: RECEPTOR GPS GARMIN 78s
CROQUIS DE UBICACIÓN: Puntos de control terrestre 	IMAGEN FOTOGRÁFICA: 



Fuente: Elaboración propia.

Instrumento N°11.03: Ficha técnica: Levantamiento topográfico BM2.

FICHA TECNICA DE DESCRIPCIÓN DE BMs	
NOMMBRE DEL PUNTO: BM2	CATEGORÍA: GPS
FECHA: abril 2022	TÉCNICA DE NIVELACIÓN: Nivelación Geométrica
DESCRIPCIÓN: Hito de concreto armado con la descripción del código.	COORDENADAS: <i>E: 616956.156</i> <i>N: 9287525.184</i>
TESIS: “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”.	ALTURA: <i>45.831m.s.n.m</i>
FECHA: UBICACIÓN: Departamento: Lambayeque Provincia: Lambayeque Distrito: Mórrope Localidad: Monte Verde- San Luis, tramo rio Motupe.	EQUIPO: RECEPTOR GPS GARMIN 78s
CROQUIS DE UBICACIÓN: Puntos de control terrestre 	IMAGEN FOTOGRÁFICA: 

Fuente: Elaboración propia.

Instrumento N°11.04: Ficha técnica: Levantamiento topográfico BM3.

FICHA TECNICA DE DESCRIPCIÓN DE BMs	
NOMMBRE DEL PUNTO: BM3	CATEGORÍA: GPS
FECHA: abril 2022	TÉCNICA DE NIVELACIÓN: Nivelación Geométrica
DESCRIPCIÓN: Hito de concreto armado con la descripción del código.	COORDENADAS: <i>E: 616758.533</i> <i>N: 9287276.510</i>
TESIS: “Diseño estructural de un puente vehicular para optimizar la accesibilidad de los sectores Monte Verde a San Luis, Mórrope, Lambayeque 2021”.	ALTURA: <i>41.870 m.s.n.m</i>
FECHA: UBICACIÓN: Departamento: Lambayeque Provincia: Lambayeque Distrito: Mórrope Localidad: Monte Verde- San Luis, tramo rio Motupe.	EQUIPO: RECEPTOR GPS GARMIN 78s
CROQUIS D E UBICACIÓN: Puntos de control terrestre 	IMAGEN FOTOGRÁFICA: 

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°12: Certificado de Equipos

Certificado N°12.01: Certificado de calibración de equipo Topcon.



GEOPERU N° 001299
Instrumentos y Servicios de Ingeniería

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Otorgado A: N° G-2271/17

OMAR DOUGLAS GAVELAN VILLAFRANCA

DATOS DEL EQUIPO:

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
ESTACION TOTAL	TOPCON	ES-105	GZ-6377

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO Y RESULTADOS:

Equipo/Marca	Valor del Patrón	Valor Obtenido	Error	Incertidumbre
SET DE COLIMADORES NCS	360°00'00"	360°00'00"	0"	±0.05"
	180°00'00"	180°00'00"	0"	±0.05"

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:

GEOPERU CORPORATION, a través de su Servicio Técnico CERTIFICA que el equipo en mención se encuentra totalmente inspeccionado, controlado, calibrado y 100% operativo, cumpliendo con las Normas Técnicas de Calibración y los Estándares Internacionales establecidos con la norma ISO 17123-3, ISO 17123-4 se ajusta a las normas de calibración en el laboratorio.

GEOPERU CORPORATION S4C, ha registrado la Calibración en nuestro Servicio Técnico el 22 de octubre del 2021; sugiriéndose una recalibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al 22 de abril del 2022.

Nota: GEOPERU S4C no es responsable por desajustes o des calibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo.

Fecha de Emisión:	Próxima Calibración:	Validez del Certificado:
07 de Mayo 2022	07 de Mayo 2023	06 Meses

L.F.



E. Aguilar S.
Ingeniero General
GEOPERU CORPORATION S4C



SERVICIO TÉCNICO
GEOPERU S4C
INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA



LABORATORIO DE CALIBRACION
GEOPERU S4C
INSTRUMENTOS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA

Jr. Pablo Bermúdez #214 Of. 401 - Miraflores (Cerca a Plaza Táv. Arequipa)
 Central Soporte Técnico: (01) 502 41000 - (01) 502 41010
 www.goperu.com.pe

Fuente: Topógrafo.