



UNIVERISIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS
PUENTES QUE SE ENCUENTRAN EN EL RÍO
SAN DIEGO Y EL RÍO CÚPIRA EN EL
MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

Autores:

Sánchez Da Silva Juan José

Velásquez Acosta Diego Alejandro

Urb. Yuma II, Calle Nro. 3 Municipio San Diego
Teléfono: (0241)8714240 (máster) – Fax: (0241)8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS PUENTES QUE SE ENCUENTRAN
EN EL RÍO SAN DIEGO Y EL RÍO CÚPIRA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO,
ESTADO CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores:

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Tutor(a) académico:

MSc. Jutzy M. Herrada P.

C.I: 12.809.606

San Diego, octubre de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA ☐

TRABAJO DE GRADO ☒

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Plan de Mantenimiento para los Puentes que se encuentran en el Río San Diego y el Río Cupira en el Municipio San Diego, Estado Carabobo

Realizado por el (la) Br. Juan José Sánchez Da Silva

C.I. N° 26.642.386 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral,

considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO ☒

NO APROBADO ☐

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)

Nombre: Luis Henao

C.I.: 12409606

Jurado

Nombre: Jane C Bando

C.I.: 11808932

Jurado

Nombre: Zhordra López

C.I.: 18106232

Fecha: 14/11/2023



16/11/23



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA ☐

TRABAJO DE GRADO ☒

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Plan de mantenimiento para los
puentes que se encuentran en el
Rio San Diego y el Rio Cupira
en el Municipio San Diego, Estado
Carabobo

Realizado por el (la) Br. Diego Alejandro Velasquez Acosta

C.I. N° 29867508 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral,

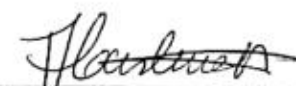
considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO ☒

NO APROBADO ☐

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Henry Henao
C.I.: 12809686


Jurado
Nombre: Ane C Barrio
C.I.: 11.808 932



16/11/23


Jurado
Nombre: Thorbald Fz
C.I.: 18106232

Fecha: 14/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, **Ing. Jutzy Herrada**, titular de la cédula de identidad N° 12.809.606, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Sánchez Da Silva, Juan José, titular de la cédula de identidad N° 26.642.386 y Velásquez Acosta, Diego Alejandro, titular de la cédula de identidad N° 29.867.508, titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS PUENTES QUE SE ENCUENTRAN EN EL RÍO SAN DIEGO Y EL RÍO CÚPIRA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 24 días del mes de octubre del año dos mil veinte y tres.



Ing. Jutzy Herrada
C.I.: 12.809.606



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 004 2023-1CR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadanos:

SÁNCHEZ DA SILVA, JUAN JOSÉ

26.642.386

VELÁSQUEZ ACOSTA, DIEGO ALEJANDRO

29.867.508

Presente -

Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 10-2023 de fecha 15/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, estado Carabobo.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Jutzy Mary Herrada Palma, titular de la cédula de identidad V-12.809.606

Atentamente



Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

Primeramente, le agradezco a Dios por lograr la culminación de esta etapa académica.

A mi padre desde el cielo siempre estuvo cuidándome y guiándome, teniendo siempre en su vida que sus hijos sean grandes profesionales, hoy puedo decir. “Esto va por ti, papá”, También a mi madre quien ha sido el pilar más fundamental de mi vida, donde ha cuidado de mi en cada alto y bajo por el cual he pasado, siendo esa persona que me anima a luchar cada día y busque lo mejor en mí, A mis hermanas Vanessa, Virginia y María, Por su paciencia hacia su hermano menor y cada palabra de apoyo para seguir en cualquier adversidad presentada durante mi travesía académica como personal, por ayudarme en los momentos más crítico y decirme tranquilo Juan, esto lo resolvemos preocúpate por terminar de estudiar. Gracias hermanas, las amo.

A la familia Sanchez, especialmente a mis tías, que he podido alcanzar esta meta.

A mi tía Nancy Sanchez, Gracias por cada palabra de aliento y escucharme cada día con mis problemas, que no solo me ha escuchado, sino que ha estado ahí para mi buscando soluciones y de cómo entenderme, es para mí totalmente un ser de luz, ya que me ayudo en un punto muy crítico de mi vida y me ha ayudado cada día en salir adelante, ha sido totalmente como una madre para mí, la admiro y respecto mucho, gracias tía.

A mi tía Thayde Sánchez, quien el primer momento en que la situación económica se me complico para seguir estudiando, fue quien se puso al frente con todos los gastos académicos de mi universidad y preocupándose por mi día a día en la universidad José Antonio Páez.

A la mi familia Da Silva, por todo el apoyo incondicional, palabras de alientos y acompañarme en esta travesía por darme ánimos a seguir adelante a pesar de la situación por la que atraviesa el país y tomarme en cuenta en cada momento que fuera posible compartir, en especial mi tía Elena Da Silva, Quien cuido de mi en momento de fragilidad.

A mis grupos de estudios y amigos (Diego, Elías, Diana, Barbara y Bakhos), que al entrar en convivencia juntos en la universidad se tornó un mejor lugar de estudio, donde hay emociones como: risas, peleas, mucha felicidad o mucha tristeza por reprobar un parcial, que, gracias a nuestro grupo de alternativos, daban ánimos de ir cada día y pasar un rato agradable juntos.

A mi amigo Diego fifa20 que ha sido para mí como un hermano, en donde he contado con su apoyo en cada materia y hemos podido superar juntos todas las trabas académicas durante la carrera, como también decirme tranquilo yo me ocupo de esto “Tu mejórate”, agradezco siempre su comprensión y específicamente esas palabras, gracias Dieguito.

Es todo, Juan Sanchez.

DEDICATORIA

Queridos familiares, profesores y amigos.

Primeramente, quisiera darle gracias a Dios, por nunca dejarme solo a lo largo de todo este camino.

También me gustaría expresarle mi agradecimiento a nuestra tutora la MSc. Jutzy Herrada quien nunca nos cerró la puerta cuando más necesitábamos ayuda, su orientación y paciencia han sido fundamentales para la culminación de nuestro trabajo de grado.

A los profesores el Ing. Manuel Figueira y el Ing. Alejandro Pocaterra, quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudar y sus asesorías y revisiones nos brindaron una ayuda invaluable a lo largo de la elaboración de este proyecto de investigación.

A mis padres, Heidy Acosta y Naudy Velásquez por siempre motivarme a seguir adelante a pesar de las adversidades, por enseñarme a nunca rendirme e inculcarme esa pasión por la Ingeniería que tanto los caracteriza. Los amo y sin ustedes nada de esto fuese sido posible.

A mi hermanito Gabriel, quien para mí siempre va a tener 8 años, todo esto que estoy haciendo es por ti, gracias por tu cariño, tu solidaridad y tu generosidad, te amo con todo mi corazón. A todos los miembros de mi familia, en especial a mis tías Natividad Pinto y Egleth Acosta, y a mi abuela Rosa Pinto, quienes siempre estuvieron pendiente de mis estudios y su llamada y cariño nunca faltó cuando más necesitaba apoyo. A todos mis tíos, Jesús, Rafa, Alfredo, Santos y Pedro por siempre estar presentes y por cada enseñanza y aprendizaje adquirido en todas las etapas de mi vida. Los adoro a todos.

A mi grupito, Bárbara Blanco (la persona con más paciencia que he conocido), Diana Torres (la persona con menos paciencia que he conocido), Elías Kouefati por sus chistes y ejercicios resueltos, apoyo y compañía a lo largo de esta última parte del camino. Lo logramos muchachos. A todos mis amigos, Rayita, Luis Carlos, Ecarri, Manuel y Augusto, por siempre motivarme a seguir adelante y por entender que no siempre tenía tiempo para salir.

Por último, quisiera agradecerle a mi compañero Juancho, quien fue la primera persona que conocí cuando entré a la universidad y desde entonces ha estado conmigo día tras día, materia tras materia luchando para llegar hasta donde estamos hoy. |

Para quienes ya no están, para quienes quieren rendirse, para quienes no están en un buen momento, esto es para ustedes.

Diego Velásquez.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra profunda gratitud a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de nuestro trabajo de grado, este proyecto no solo representa un logro académico, sino un tributo a la colaboración, el apoyo, y la inspiración que hemos recibido a lo largo de este viaje.

En primer lugar, quisiéramos agradecer a nuestros familiares, nuestros padres, Juan Sánchez y Luisa Da Silva, y Naudy Velásquez y Heidy Acosta, por su amor inquebrantable y apoyo constante. Han sido nuestra fuente de fuerza y motivación en cada paso del camino, y este logro es en gran parte gracias a ustedes.

A nuestros amigos y seres queridos, quienes han estado ahí para nosotros en los momentos más desafiantes y han celebrado con nosotros en los momentos de alegría, les agradecemos de todo corazón.

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la profesora Jutzy Herrada, quien, en un momento difícil, brindó su apoyo incondicional, orientación y sabiduría, allanando el camino hacia la culminación de este proyecto.

A los ingenieros Pocattera, Zhandra López y Manuel Figueira, quienes han sido nuestros mentores y guías, les estamos profundamente agradecidos. Su experiencia y apoyo técnico han sido fundamentales para el desarrollo de nuestro trabajo y su contribución a nuestra formación académica es incalculable.

A nuestros colegas, compañeros de clase y compañeros de equipo, gracias por compartir con nosotros este viaje académico. Su colaboración y amistad han enriquecido nuestra experiencia de aprendizaje.

Finalmente, deseamos expresar nuestro agradecimiento a nuestra UJAP por proporcionarnos los recursos y la infraestructura necesaria para llevar a cabo este trabajo de grado.

ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL DECANO.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación de la investigación.....	5
1.5 Alcance y delimitación.....	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	¡Error! Marcador no definido.

2.1.1. Antecedentes Nacionales	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Bases Teóricas.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1. Plan de mantenimiento para puentes.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2. Puentes	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3. Variables que infieren en el buen funcionamiento de los puentes;	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4. Sismos	¡Error! Marcador no definido.
2.2.5. Drenajes	¡Error! Marcador no definido.
2.2.6. Teoría de Movilidad.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.7. Teoría de mecánica de medios continuos	¡Error! Marcador no definido.
2.2.8. Teoría de estructuras	¡Error! Marcador no definido.
2.2.9. Teoría de Mecánica de Fluidos	¡Error! Marcador no definido.
2.2.10. Teoría de Mecánica de Suelos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.11. Teoría de Gestión Ambiental	¡Error! Marcador no definido.
2.2.12. Inspección de puentes	¡Error! Marcador no definido.
2.2.13. Inspección preliminar.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.14. Inspección principal	¡Error! Marcador no definido.
2.2.15. Inspección especial.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2.16. Medios humanos	¡Error! Marcador no definido.
2.3. Bases legales	¡Error! Marcador no definido.
2.4. Definición de Términos Básicos	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III.....	¡Error! Marcador no definido.
MARCO METODOLÓGICO	¡Error! Marcador no definido.
3.6.1 Fase I. Ejecución de un diagnóstico sobre el estado actual de los puentes que se	

encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio san diego, Estado Carabobo.

..... ¡Error! Marcador no definido.

3.6.2 Fase II. Evaluación de los elementos que impactan en los planes de mantenimiento y rehabilitación de puentes..... ¡Error! Marcador no definido.

3.6.3 Fase III. Elaboración estratégica de un plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio san diego, Estado Carabobo. ¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO IV..... ¡Error! Marcador no definido.

resultados ¡Error! Marcador no definido.

4.1. Fase I. “Ejecución de un diagnóstico sobre el estado actual de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio san diego, Estado Carabobo.
¡Error! Marcador no definido.

4.1.1. Ubicación de la zona..... ¡Error! Marcador no definido.

4.1.2. Localización de los puentes ¡Error! Marcador no definido.

4.1.3. Considerar la zonificación urbana. ¡Error! Marcador no definido.

4.1.4. Levantamiento de la información topográfica.....¡Error! Marcador no definido.

4.1.5. Perfiles longitudinales de los puentes.....¡Error! Marcador no definido.

4.1.6. Realizar inspecciones detalladas de los puentes, Identificar daños, deformaciones o deterioro en la estructura de los puentes. 61

4.1.7. Analizar la necesidad de rehabilitación o reparación de los puentes..... 65

4.1.8. Ubicar los sistemas de drenaje y evaluar su impacto en la infraestructura de los puentes.66

4.1.9. Evaluar la movilidad peatonal en los puentes y su entorno. 67

4.1.10.Evaluar las cacterísticas actuales de las infraestructuras en los puentes.
.....¡E

rror! Marcador no definido.

4.2. Fases II. "Evaluación de los elementos que impactan en los planes de mantenimiento y rehabilitación de puentes"	69
4.2.1. Evaluar las condiciones estructurales y su uso integral.	69
4.2.2. Analizar el historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes.....	72
4.2.3. Considerar el tráfico vehicular y su impacto en la planificación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación.....	75
4.2.4. Investigar los recursos, materiales y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y rehabilitación con respecto al plan a ejecutar.;	Error! Marcador no definido.
4.2.5. Evaluar los requisitos normativos y legales relacionados con el mantenimiento y rehabilitación de puentes.....	80
4.2.6. Analizar los costos asociados al mantenimiento y rehabilitación de puentes y establecer prioridades en base a consideraciones financieras y de seguridad.....	81
4.3. Etapa III. Elaboración estratégica de un plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio san diego, Estado Carabobo.	82
4.3.1. Diseño del plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes, tomando como objetivo principal los factores como: (vialidad, hidráulica, suelos, estructura, gestión ambiental)..	82
4.3.2. Diseño de soluciones: Desarrollar las soluciones técnicas y de ingeniería necesarias para abordar los problemas identificados durante la inspección. Esto puede Incluir reparaciones, refuerzos estructurales, reemplazo de componentes o cualquier otra medida requerida.....	99
Conclusiones.....	164
Recomendaciones.....	166
Referencias.....	167
Apéndices.....	205

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Localización de los puentes	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2.	Tablero del puente valle de oro norte.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.	Baranda para contención vehicular.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.	Sección transversal.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5.	Carpeta asfáltica del puente.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.	Ribera del rio.	70
Tabla 7.	Arqueta (Caja de registro).	70
Tabla 8.	Ribera del rio.	71
Tabla 9.	Escala de evaluación importancia del tema	72
Tabla 10.	Tabla de observaciones.....	73
Tabla 11.	Características de Infraestructuras en Puentes.....	76
Tabla 12.	Condiciones Estructurales	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 13.	Uso integral.....	80
Tabla 14.	Historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes	82
Tabla 15.	Recopilación de Datos de Tráfico por día	85
Tabla 16.	Conexiones y desvíos	85
Tabla 17.	Cronograma de actividades (Vialidad).....	93

Tabla 18. Cronograma de actividades (Suelos)	85
Tabla 19. Cronograma de actividades (Estructuras).....	85
Tabla 20. Cronograma de actividades (Hidráulico).....	85
Tabla 21. Cronograma de actividades (Gestión Ambiental)	85
Tabla 17. Transito diario promedio en Puente Las Morochas.....	112
Tabla 18. Transito diario promedio en Puente Valle de Oro Norte.....	113
Tabla 19. Transito diario promedio en Puente El Portal	113
Tabla 20. Plantilla de conteo vehicular en Puente Las Morochas.....	114
Tabla 21. Plantilla de conteo vehicular en Puente Valle de Oro Norte.....	115
Tabla 22. Plantilla de conteo vehicular en Puente El Portal.....	116

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de Operacionalización de Variables	¡Error! Marcador no definido.
---	--------------------------------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los puentes al norte.	3
Figura 2. Ubicación de los puentes al sur.	3
Figura 3. Puentes según su configuración longitudinal y transversal	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4. Puentes según su configuración longitudinal y transversal	16
Figura 5. Mapa de Venezuela	42
Figura 6. Mapa estado Carabobo	42

Figura 7. Mapa municipio San Diego	41
Figura 7.1 Plano de Localización.....	43
Figura 8. Imágenes satelitales del área de estudio	44
Figura 8.1. Puente Valle de Oro Sur	48
Figura 9. Puente Valle de Oro Norte.....	49
Figura 10. Puente Valle de Oro Norte.....	50
Figura 11. Puente Valle de Hyperlider.....	51
Figura 12. Puente las Morochas.....	52
Figura 13. Puente las Tulipanes	53
Figura 14. Puente las Josefinas	55
Figura 15. Puente de Valle de Oro Sur	57
Figura 16. Puente de Valle de Oro Norte.....	57
Figura 17. Puente El Portal	58
Figura 18. Puente del Hyperlider	58
Figura 19. Puente Las Morochas.....	59
Figura 20. Puente Los Tulipanes.....	59
Figura 21. Puente Las Josefinas	61
Figura 22. Puente Valle de Oro Sur	62
Figura 23. Puente Valle de Oro Norte.....	63
Figura 24. Puente El Portal	64
Figura 25. Puente El Hyperlider	65
Figura 26. Puente Las Morochas.....	66
Figura 27. Puente Los Tulipanes.....	67
Figura 28. Puente Las Josefinas	61
Figura 29. Puente Valle de Oro Norte, Valle de Oro Sur, Las Josefinas	74

Figura 30. Paso peatonal en puente El Portal.....	75
Figura 32. Planilla de inspección de superestructura.....	109
Figura 33. Planilla de inspección de superestructura.....	110
Figura 34. Planilla de inspección de superestructura.....	111
Figura 35. Gráfico de Conteo vehicular Puente Las morochas.....	114
Figura 35. Gráfico de Conteo vehicular Puente Valle de Oro Norte.	115
Figura 36. Gráfico de Conteo vehicular Puente El Portal.....	116
Figura 37. Rangos estimados en porcentajes de vehiculos	117
Figura 38. Porcentaje de vehiculos pesados.....	117
Figura 39. Numero de Transito inicial	119
Figura 40. Numero de Transito inicial	119
Figura 41. Numero de Transito inicial	120
Figura 42. Factores de ajuste al numero de transito inicial.....	121
Figura 43. Factor de CBR	122
Figura 44. Espesor del pavimento en pulgadas, puente las morochas	123
Figura 45. Espesor del pavimento en pulgadas, puente Valle de Oro Norte	124
Figura 46. Espesor del pavimento en pulgadas, Puente El Portal.....	124
Figura 47. Espesor minimo de la base	124
Figura 48. Espesor de la carpeta asfaltica	125
Figura 49. Diseño para pavimentacion en puentes la morochas y valle de oro norte	125
Figura 50. Diseño para pavimentacion en puente el portal.....	126
Figura 51. Demarcación vial las morochas.....	127
Figura 52. Demarcación vial valle de oro norte.....	127
Figura 53. Demarcación vial el portal.....	128
Figura 55. Demarcación vial.....	128

Figura 56. Diseño de barandilla valle de oro norte	129
Figura 57. Diseño de barandilla valle de oro sur	129
Figura 58. Diseño de barandilla el portal	130
Figura 59. Diseño de barandilla hyperlider	130
Figura 60. Diseño de barandilla las josefinas	130
Figura 61. Diseño de barandilla puente tulipán	131
Figura 62. Diseño de barandilla calle rondón	131
Figura 63. Render isometrico, sobre barandilla en los puentes	132
Figura 64. Render, sobre barandilla en los puentes	132
Figura 65. Poste de luz vial	133
Figura 66. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente El Portal.	134
Figura 67. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente El Portal.	134
Figura 68. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente Las Josefinas.	133
Figura 69. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente Las Josefinas.	133
Figura 70. Curva de intensidad-duracion-frecuencia, estación San Diego	136
Figura 71. Periodo de retorno en años	137
Figura 72. Hietograma periodo de retorno en 25 años	138
Figura 73. Cuneta rectangular	140
Figura 74. Diseño de gaviones para puente las morochas	143
Figura 75. Diseño de gaviones para puente las morochas	145
Figura 76. Diseño de gaviones para puente las morochas	147
Figura 77. Diseño de gaviones para puente las morochas	149
Figura 77.1. Residuos en puente las morochas	150
Figura 78. Diseño de gaviones para puente las morochas	151
Figura 79. Diseño de gaviones para puente las morochas	151

Figura 80. Diseño de gaviones para puente las morochas	151
Figura 81. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	152
Figura 82. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	154
Figura 83. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	156
Figura 84. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	158
Figura 85. Residuos en Puente de Valle de Oro Norte	159
Figura 86. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	160
Figura 87. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	160
Figura 88. Diseño de gaviones para puente Valle de Oro Norte.....	160
Figura 89. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	161
Figura 90. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	163
Figura 91. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	165
Figura 92. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	167
Figura 93. Barandilla en puente Los Tulipanes	168
Figura 94. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	169
Figura 95. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	169
Figura 96. Diseño de gaviones para puente Los Tulipanes.....	169
Figura 97. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	170
Figura 98. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	172
Figura 99. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	174
Figura 100. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	176
Figura 101. Sedimentos en Puente Hyperlider.....	177
Figura 102. Sedimentos en Puente Hyperlider.....	177
Figura 103. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	178
Figura 104. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	178

Figura 105. Diseño de gaviones para Puente Hyperlider.....	178
Figura 106. Problema de Talud.....	180
Figura 107. Problema de Talud	180
Figura 108. Problema de Talud.....	180



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA CIVIL

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS PUENTES QUE SE ENCUENTRAN EN EL
RÍO SAN DIEGO Y EL RÍO CÚPIRA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO
CARABOBO**

Autores:

Sánchez, Juan

Velásquez, Diego

Tutor(a) Académico:

MSc. Jutzy M. Herrada P.

Fecha: Octubre, 2023

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se evaluaron siete puentes ubicados sobre los ríos Cúpira y San Diego, en el área del sector La Cumaca a la confluencia de ambos ríos en el parque botánico del municipio San Diego, dicha evaluación fue el fundamento para el diseño de un plan general de mantenimiento de los puentes, que minimice las causas que generan daño en las estructuras de los puentes en estudio, a partir del análisis de variables mediante inspección visual como: suelos, vial, estructural, hidráulica y ambiental, con el fin de proveerle al municipio San Diego una herramienta que ayude a prolongar la vida útil de estos. Se pretende que de una forma integral se detallen los deterioros sobre los mismos, para tomar acciones preventivas que mejoren directamente su estado, debido a que estos juegan un papel crucial en el desarrollo comercial y social en el municipio y el fallo en cualquiera de los siete puentes significaría la incomunicación de una vía, sin contar las posibles pérdidas humanas y económicas. El tipo de investigación fue un proyecto factible, y el diseño de esta fue de campo y documental con un nivel descriptivo, para una población de 7 puentes se consideró que la muestra debía ser la misma población en estudio. Para lograr esta investigación se utilizaron técnicas de recolección de datos, tales como observación directa, registro fotográfico, planillas de inspección y entrevistas con especialistas en ingeniería civil. Entre los resultados obtenidos, destaca la carencia de mantenimiento por parte de las autoridades competentes, por lo que la investigación sustenta la necesidad de implementar un plan de mantenimiento para los puentes en cuestión, con el propósito de salvaguardar su integridad.

Descriptor: Mantenimiento de puentes, infraestructura vial, riesgos estructurales.



JOSÉ ANTONIO PÁEZ UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING SCHOOL

**MAINTENANCE PLAN FOR THE BRIDGES FOUND ON THE SAN DIEGO RIVER
AND THE CUPIRA RIVER IN THE SAN DIEGO MUNICIPALITY, CARABOBO
STATE**

Authors:

Sánchez, Juan

Velásquez, Diego

Academic tutor:

MSc. Jutzy M. Herrada P.

Date: October, 2023

ABSTRACT

In the present degree work, seven bridges located over the Cupira and San Diego rivers were evaluated, in the area of the La Cumaca sector at the confluence of both rivers in the botanical park of the San Diego municipality, said evaluation was the basis for the design of a general maintenance plan for the bridges, which minimizes the causes that generate damage to the structures of the bridges under study, based on the analysis of variables through visual inspection such as: soils, road, structural, hydraulic and environmental, in order to provide the San Diego municipality with a tool that helps prolong the useful life of these. It is intended that the deteriorations of the same be detailed in a comprehensive manner, to take preventive actions that directly improve their condition, because they play a crucial role in the commercial and social development in the municipality and the failure in any of the seven bridges mean the lack of communication of a road, without taking into account the possible human and economic losses. The type of research was a feasible project, and its design was field and documentary with a descriptive level, for a population of 7 bridges it was considered that the sample should be the same population under study. To achieve this research, data collection techniques were used, such as direct observation, photographic records, inspection forms and interviews with civil engineering specialists. Among the results obtained, the lack of maintenance by the competent authorities stands out, so the investigation supports the need to implement a maintenance plan for the bridges in question, with the purpose of safeguarding their integrity.

Descriptors: Bridges maintenance, road infrastructure, structural risks.

INTRODUCCIÓN

Los puentes son elementos viales que a lo largo de la historia han sido fundamentales para el hombre, ya que permiten el traslado sobre zonas donde la topografía del terreno dificulta el paso. Estos han estado presentes desde tiempos inmemorables hasta la actualidad, sirviendo como soporte para carreteras de suma importancia que conectan zonas de difícil acceso, estas estructuras desempeñan un papel fundamental al proporcionar vías de paso sobre los ríos, permitiendo la movilidad de bienes y servicios en zonas donde los desniveles del terreno lo dificultan.

La presente investigación se enfoca en la propuesta de un plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, estado Carabobo, dado que después de realizar una inspección visual y registro fotográfico de los siete (7) puentes sobre estos ríos, se observaron desviaciones cuando se analizan variables asociadas a: suelos (sedimentos), hidráulica (sección), estructurales, vialidad y ambientales. Es imprescindible que estos puentes cumplan con las condiciones necesarias para garantizar su funcionamiento seguro y efectivo a lo largo del tiempo, de allí la importancia de proponer un plan de mantenimiento para estos puentes.

Existe una preocupación colectiva en algunas comunidades del municipio San Diego, especialmente en el período lluvioso, ya que se observa que el cauce de estos ríos se incrementa considerablemente y la población en general siente inseguridad ante esta situación, es por ello que es de suma importancia el presente trabajo de investigación, ya que representa una herramienta de trabajo para que los organismos competentes pueden utilizarla y así, ejecutar un mantenimiento efectivo de los puentes sobre los ríos antes mencionados, que considere todas las variables involucradas.

Asimismo, se busca evitar eventos no deseados que ponen en riesgo la seguridad y el bienestar de la población que transita directa o indirectamente en toda la extensión del municipio para llevar a cabo sus actividades cotidianas. Mediante la realización de inspecciones, diagnósticos y análisis de resultados, se obtuvo información precisa sobre las condiciones en la que se encuentran los puentes y con esta información se diseñó la propuesta de mantenimiento.

La estructura de este proyecto de investigación consta de cinco capítulos. En el capítulo I, se describe el problema de la investigación y es donde se realiza un planteamiento y formulación del problema, se presentan los objetivos, la justificación y el alcance y limitación de la investigación.

El marco teórico de la investigación se describe en el Capítulo II, este comprende los antecedentes de la investigación, las bases teóricas que fundamentan la investigación, las bases legales, la definición de términos básicos y el cuadro técnico metodológico que soporta el trabajo de investigación.

El Capítulo III. Marco metodológico del trabajo de investigación en el que se describe la metodología utilizada para realizar el trabajo de investigación como el diseño y nivel de la investigación, la población, el tipo de muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la descripción de la metodología se presenta en fases.

En el Capítulo IV se muestra el análisis de los resultados obtenidos al desarrollar las fases de la investigación y finalmente, en el Capítulo V, se señalan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, el mantenimiento de los puentes a nivel mundial representa un desafío crítico en la infraestructura civil, a medida que las poblaciones crecen y las infraestructuras envejecen, se ha vuelto evidente que la seguridad y el estado de los puentes son una preocupación global, ya que un fallo en algún puente puede poner en peligro la seguridad pública y la sostenibilidad ambiental, además de tener un gran impacto negativo en la economía, una deficiencia fatal en un puente puede exacerbar las desigualdades sociales al limitar el acceso a las comunidades más remotas.

Ahora bien, en Venezuela, la red vial está planificada de tal forma que cada estado cuente con una serie de carreteras, puentes, túneles y distribuidores que brinden un acceso pronto a las vías troncales que comunican a las principales ciudades del país. Asimismo, estas distintas infraestructuras que componen la red vial, como los puentes, a nivel nacional deben ser gestionadas por una entidad que disponga de un proceso eficaz, sencillo y ágil para evaluar las demandas de mantenimiento, restauración, reconstrucción y construcción de puentes.

Evidentemente en el Municipio San Diego se encuentra el cauce de dos grandes ríos que tienen su origen en las montañas del Parque Nacional San Esteban, que se identifican como el río San Diego y el río Cúpira. Es importante resaltar, que tanto el sistema de vialidad como el hidráulico del municipio, se debió planificar a partir de la ubicación y paso de estos ríos, lo cual derivó en el diseño de diversos puentes de concreto armado en el territorio que comprende el municipio San Diego y que tienen como función satisfacer las necesidades de movilidad de los habitantes del municipio. Algunos de estos puentes presentan un estado inquietante con respecto a su comportamiento en época lluviosa, además, se ven afectados por sobrecargas, contaminación y fenómenos naturales que originan su deterioro.

En este caso es necesario conocer que el área de estudio de este problema está comprendida desde el sector La Cumaca hasta el sector de confluencia del río Cúpira y el río San Diego, ubicado en el parque botánico de San Diego, a lo largo de toda esta área se encuentran siete (7) puentes funcionales que benefician la movilidad de la población del municipio San Diego, dos (2) puentes ubicados sobre el río San Diego y cinco (5) puentes ubicados sobre el río Cúpira.

La preocupación que tiene la comunidad de San Diego respecto a cómo el factor climático les afecta y ocasiona daños a la estructura de los puentes que les circundan es completamente válida, al respecto Estrada (2013) publicó en su investigación que:

Otra estadística importante y más reciente a nivel mundial sobre las causas que llevan al colapso de los puentes es la desarrollada por Imhoff (2004). En este trabajo se analizaron 348 eventos a nivel internacional, lo que permitió establecer que los riesgos naturales son la principal causa de falla en los puentes, seguidos por errores de diseños e impactos; mientras que las causas con menor incidencia son las debidas a la sobrecarga, errores humanos y al deterioro (pág. 17)

Es importante destacar que cuando se construyeron estos puentes, el municipio San Diego no estaba urbanizado como en este momento, actualmente cuando llueve el agua percola en los alrededores de los puentes y aunado a esto el agua de lluvia descarga con mayor flujo en los drenajes y cae directo al río y esto aumenta rápidamente la velocidad del agua, lo cual representa un riesgo para los puentes debido a la presión que esta agua genera sobre las juntas de dilatación de los puentes. Es evidente que el municipio San Diego experimentó un crecimiento demográfico significativo en los últimos 30 años. En 1990, se estima que había alrededor de 35.000 personas en el municipio, mientras que para el año 2022, esta cifra aumentó a aproximadamente a 126.000 habitantes (INE, 2014), lo que indica un aumento demográfico equivalente a 290% aproximadamente.

Este crecimiento demográfico es un factor de influencia en las condiciones que se encuentran los puentes actualmente, ya que se ha incrementado la transpirabilidad, la construcción de urbanismos y la generación de residuos y desechos sólidos, lo que se traduce en un impacto ambiental considerable para el municipio, un desarrollo urbano no planificado, una necesidad de recursos adicionales para abordar estos mantenimientos y un efecto dominó que involucre la integridad de la infraestructura vial circundante, lo que puede aumentar los costos de reparación y mantenimiento de estos puentes.

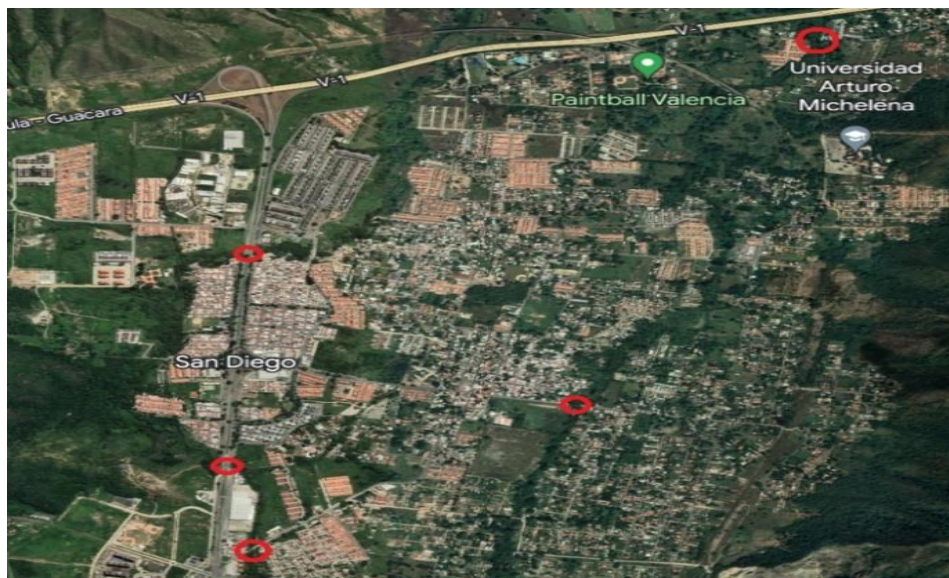


Figura 1. Ubicación de los puentes al norte.
Fuente: Google Earth (2023)

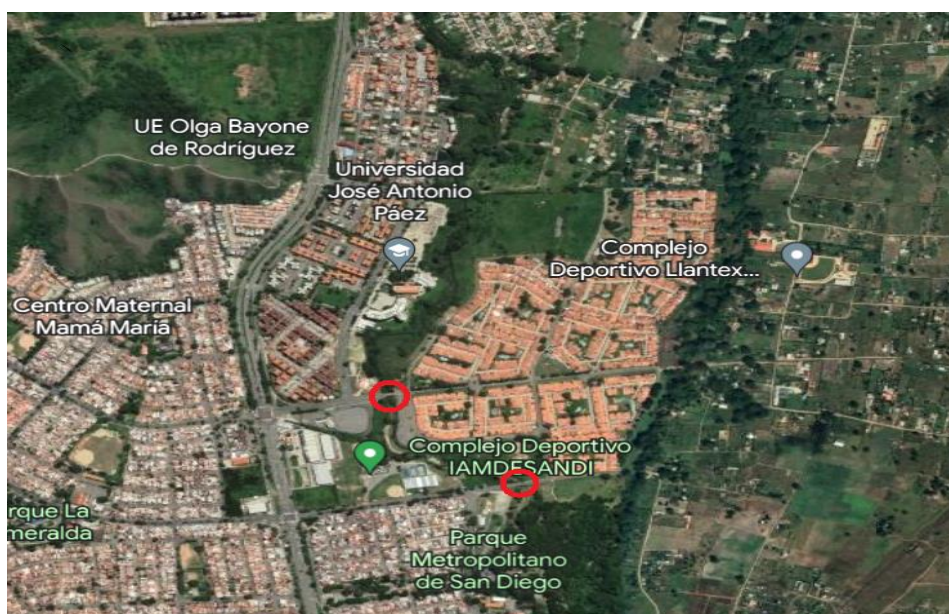


Figura 2. Ubicación de los puentes al sur.
Fuente: Google Earth (2023)

- Coordenadas geográficas de los puentes:

Puente Valle de Oro sur: 10°13'46''N 67°57'34''W

Puente Valle de Oro norte: 10°13'56''N 67°57'45''W

Puente El Portal: 10°14'49''N 67°57'44''W

Puente Hyperlider: 10°15'08''N 67°57'47''W

Puente Las Morochas: 10°15'22''N 67°56'56''W

Puente Tulipán: 10°15'57''N 67°57'44''W

Puente Las Josefinas: 10°16'47''N 67°56'21''W

Es crucial abordar este problema de manera integral para garantizar un entorno más seguro y sostenible, por lo que debido al impacto positivo que representaría para la población del municipio San Diego, se desarrollará una propuesta de un plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, estado Carabobo, que se fundamentará en el diagnóstico inicial de los mismos y la evaluación de variables asociadas a: suelos, hidráulica, estructurales, viales y ambientales.

1.2 Formulación del Problema

La problemática planteada conduce a las siguientes interrogantes de investigación:

¿De qué forma se pueden mejorar las condiciones actuales de los puentes ubicados sobre el río San Diego y el río Cúpira, en el municipio San Diego estado Carabobo?

¿Cuáles son las variables que afectan la integridad y la capacidad de carga de los puentes ubicados sobre el río San Diego y el río Cúpira, en el municipio San Diego estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira, en el municipio San Diego estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las condiciones actuales en las que se encuentran los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego estado Carabobo.
2. Analizar las variables o factores que influyen en el buen funcionamiento de los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego estado Carabobo.
3. Diseñar un plan de mantenimiento para los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira, en el municipio San Diego estado Carabobo.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación tiene un propósito claro de mejorar la seguridad y la calidad de vida de la comunidad local, al mismo tiempo que aporta conocimientos y herramientas técnicas valiosas tanto a nivel académico como técnico en el campo del mantenimiento de infraestructuras, para ello su objetivo principal es proponer un plan de mantenimiento para los puentes situados en los ríos San Diego y Cúpira, ubicados en el municipio San Diego del estado Carabobo, Venezuela. Esta iniciativa surge ante la creciente necesidad de preservar y mantener en óptimas condiciones las infraestructuras viales, particularmente los puentes, para asegurar la seguridad de los ciudadanos y la funcionalidad de las vías de comunicación.

Como aporte social: El plan de mantenimiento propuesto contribuirá significativamente a mejorar la seguridad vial en la comunidad de La Cumaca, Maco Maco y áreas circundantes, donde estos puentes representan arterias clave de comunicación. Al mantener estas estructuras en buenas condiciones, se minimizan los riesgos de accidentes viales y se garantiza un acceso confiable a servicios esenciales, lo que repercute directamente en la calidad de vida de la población local.

Desde el punto de vista académico, esta investigación proporciona una valiosa oportunidad para aplicar y validar conocimientos teóricos en el campo de la ingeniería civil. Además, sirve como estudio de caso que puede ser referenciado y estudiado por futuros investigadores y estudiantes en el área de infraestructuras y mantenimiento, enriqueciendo así la literatura académica sobre el tema.

En el ámbito técnico, este plan de mantenimiento ofrece una guía práctica y aplicable para la preservación de puentes en condiciones similares. Se desarrollaron técnicas y protocolos específicos que pueden ser adoptados por las autoridades responsables de la infraestructura vial en otras regiones, contribuyendo al mantenimiento sostenible de puentes a nivel nacional e internacional.

1.5 Alcance y delimitación

La investigación está basada en distintas normas, especificaciones y lineamientos presentes en las referencias bibliográficas, con el fin de obtener de ellas todos los lineamientos teóricos de las generalidades y detalles de los puentes, para con esto poder generar el plan de mantenimiento, en el presente trabajo de grado se evaluaron siete puentes ubicados sobre los ríos Cúpira y San Diego, en el área comprendida del sector La Cumaca a la confluencia de ambos ríos en el parque

botánico del municipio San Diego, dicha evaluación fue el fundamento para el diseño de un plan general de mantenimiento de los puentes, a partir del análisis de variables mediante inspección visual de: Hidráulica, Vialidad, Estructural y Ambiental y análisis general sobre los sedimentos (Suelos) presentes bajo los puentes evaluados.

La propuesta para el plan general de mantenimiento considera el diseño de planes de mantenimiento preventivo y correctivos sin abordar propuestas de rehabilitación o reconstrucción de estructuras, ya que la fase de diagnóstico no implica la realización de evaluaciones o estudios especializados de puentes tales como estudios de vialidad, hidráulicos, estructurales, de impacto ambiental, topográficos y cualquier otro estudio técnico avanzado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para establecer las bases teóricas de esta investigación, es fundamental abordar aspectos esenciales y prioritarios desde la perspectiva de la ingeniería civil, específicamente enfocados en la inspección y rehabilitación de puentes. Esta disciplina considera todos los elementos relevantes relacionados con un plan de mantenimiento y se fundamenta en unas teorías generales que resultan pertinentes para comprender el tema en cuestión.

En otras palabras, se busca formular un conjunto de proposiciones que actúen como referencia en el ámbito del aprendizaje y se apliquen específicamente al tema de la inspección y mantenimiento de puentes. El marco teórico amplía la descripción del problema, integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas, en la teoría del problema, por lo tanto, conviene relacionar el marco teórico con el problema y no con la problemática de donde éste surge. La elaboración del marco teórico tiene tres etapas en el proceso de investigación.

- Revisión de la literatura mediante la cual se consulta, extrae y recopila la información relevante sobre el problema a investigar.
- Sistematización de las teorías existentes que posibilita determinar el grado en que la misma explica el problema científico a investigar.
- Fundamentación legal que soporta a la investigación.

2.1 Antecedentes de la Investigación

De acuerdo a Arias (2012). “Los antecedentes reflejan los avances y estado actual del conocimiento en un área determinada y sirve de modelo o ejemplo para futuras investigaciones”. (pág.106). En términos generales, al realizar una revisión de antecedentes, se busca identificar y revisar la literatura previa relacionada con el tema de investigación y el aporte que ese antecedente le da a la presente investigación.

Es importante destacar que la normativa interna de la Universidad José Antonio Páez (UJAP), establece que para los antecedentes se deben estudiar los trabajos más relevantes que se han escrito a nivel local, regional, nacional e internacional y que estos trabajos de investigación, de ser posible, deben tener una cronología inferior a cinco años; solo se consiguieron dos antecedentes significativos que cumplieran con esa condición cronológica.

Como no ha sido posible encontrar trabajos relacionados a la investigación con cronología inferior a cinco años, se han considerado trabajos de investigación con tiempos cronológicos mayores porque representan un antecedente significativo y además aportaron información necesaria en el desarrollo de este trabajo de investigación. También se debe considerar que la pandemia generada por la Covid-19, retrasó la producción intelectual de investigaciones de pregrado al menos en Venezuela y en el área de Ingeniería estructural por las restricciones de movilidad y presencialidad que implicó la pandemia.

2.1.1. Antecedentes

Un trabajo de investigación realizado por Gutiérrez, González y Velásquez (2019) titulado **Rediseño del puente sobre el río Cajarito, entre el Amparo- Cojedes y Santa Cruz - Portuguesa**, para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), con el objetivo general de proponer el diseño del puente sobre el río Cajarito, ubicado entre El Amparo estado Cojedes y Santa Cruz estado Portuguesa. La propuesta se enmarca bajo el tipo de investigación de campo no experimental, bajo la modalidad de proyecto factible, el instrumento utilizado fue la observación estructurada que arrojó la información necesaria para el análisis del mismo, y la población fue la misma que la muestra; el puente ubicado sobre el río Cajarito. Este proyecto se trata de una propuesta para el diseño del puente sobre el río Cajarito ubicado entre los sectores El Amparo estado Cojedes y Santa Cruz estado Portuguesa, una de las conclusiones del trabajo de investigación es que la ejecución de un plan de mantenimiento reducirá en gran magnitud los problemas estructurales y de la misma manera, se detectarán posibles fallas y se solventaron aplicando criterios de construcción sobre la parte del puente sobre la cual se vaya a trabajar. Se considera que este proyecto proporciona un aporte a la presente investigación porque los autores realizaron un diagnóstico estructural apoyándose en la inspección, lo que permitió evaluar las condiciones en las que se encuentra la estructura; esta herramienta puede ser una guía para las inspecciones que se deben realizar en la investigación en curso. Posteriormente, al mismo tiempo que se diseñó el puente, los autores diseñaron el plan de mantenimiento preventivo lo que proporciona una guía para el diseño del plan general de mantenimiento propuesto para los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira y en el municipio San Diego en el estado Carabobo.

Asimismo, Acosta y Chávez (2017), en su proyecto de investigación titulado: **Aplicación del manual de protocolo de inspección general y rutinaria de puentes vehiculares para los**

distribuidores Cumaca, San Diego y Zona industrial I, ubicados en el municipio San Diego estado Carabobo. Para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad José Antonio Páez (UJAP) en Venezuela con el objetivo general de aplicar el protocolo de inspección rutinaria de puentes vehiculares con el fin de conocer el estado actual de los puentes de los Distribuidores (Cumaca, San Diego, y Zona Industrial, ubicados en el Municipio San Diego estado Carabobo). El tipo de investigación en el que se enmarca este trabajo fue como proyecto factible ya que los autores desarrollaron una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, así mismo el diseño de la investigación fue de campo y el nivel de la investigación descriptivo. Los autores plantean que se hace necesario hacer un estudio para abordar la problemática que presentan los puentes ubicados en el Distribuidor San Diego, Distribuidor La Cumaca y Distribuidor Zona Industrial I, en las inspecciones realizadas se evidenció que los puentes antes mencionados presentan deterioros visuales porque no se ejecutaba un mantenimiento preventivo de manera periódica en sus estructuras, y la herramienta que se utilizó para las inspecciones fue el Manual de Protocolo de Inspección General y Rutinaria de Puentes Vehiculares en Venezuela. Dentro de las conclusiones a las que llegaron los autores se destaca que no se ejecutaban las acciones preventivas y de mantenimiento a dichas estructuras. El aporte de esta tesis de grado al presente trabajo de investigación es que los autores determinaron cómo la falta de programas de inspección y mantenimiento en los puentes que estudiaron generaron daños y deterioros a las estructuras y desarrollaron una guía de aplicación del Manual de Protocolo de Inspección General y Rutinaria de Puentes Vehiculares en Venezuela que puede servir de referencia para las inspecciones que se realizaron en la investigación

Por su parte, Ramírez (2016) realizó su proyecto de investigación titulado: **Guía de inspección para la evaluación de la integridad estructural de puentes de estructura metálica, tipo: “puentes de celosía de acero”**, para optar al título de Ingeniera Civil en la Universidad de Nueva Esparta en Venezuela, con el objetivo general de diseñar una guía de inspección para la evaluación de la integridad estructural de puentes de estructura metálica, tipo: “puentes celosía de acero”. La investigación está enmarcada como Proyecto Factible, con un nivel de investigación descriptivo, la investigación se diseñó como una investigación documental para una población compuesta por todos aquellos puentes metálicos y una muestra constituida por aquellos puentes de estructuras metálicas tipo celosía. Se desarrolló una guía de técnicas y procedimientos para la realización de inspección en estructuras metálicas, correspondientes a los puentes de celosía de

acero, haciendo uso de diversas fuentes bibliográficas como fundamento para la elaboración de dicha guía y verificar la integridad estructural de todos los puentes. La autora concluye que la guía diseñada es una herramienta útil para la consulta y ejecución de inspecciones para determinar las condiciones en las que se encuentra un puente de celosía de acero. Independientemente de los tipos de puentes que se ubican sobre el río Cúpira y el río San Diego, el trabajo desarrollado por la autora aporta a la presente investigación una guía para realizar la inspección de los puentes considerando la variable estructural, aun cuando la propuesta del plan de mantenimiento requiere de la consideración de otras variables relacionadas a suelos, hidráulica, vialidad, y ambiental.

Winiker (2019), realizó un trabajo de investigación titulado: **Manual para el mantenimiento de puentes en Costa Rica**, para optar al título de Ingeniero Civil en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, con el objetivo general de publicar el manual para el mantenimiento de puentes. Para la realización de esta investigación, se recopiló información acerca de los componentes de un puente y la gestión actual de los puentes en Costa Rica, se analizó el inventario nacional de puentes y se determinaron los daños más comunes presentes en ese inventario, para lograrlo, se extrajeron los 83 daños presentes en el Manual de Inspección de Puentes de Costa Rica por lo que su metodología es de campo no experimental. La investigación determinó las posibles causas y consecuencias que generan los 16 daños típicos en los puentes de Costa Rica. Finalmente, se generó el manual de mantenimiento rutinario y periódico para los 16 daños más comunes en los puentes en Costa Rica. El autor justifica su investigación afirmando que un programa de conservación de puentes busca procedimientos de preservación apropiados para extender al máximo la vida útil de sus elementos, es decir, los elementos se intervienen cuando sus daños están en una fase leve y de esta forma se evitan procedimientos de rehabilitación o reconstrucción, los cuales resultan mucho más costosos. Esta investigación sirvió de soporte a esta investigación porque se ha desarrollado un manual para el mantenimiento, que tiene como alcance a todos los puentes de una nación, que si bien es cierto, no tienen la misma normativa legal, se mantienen los principios y normas internacionales en la ingeniería estructural, por lo que este manual sirvió de referencia en el diseño del plan general de mantenimiento que se propuso en el municipio San Diego y que posteriormente se puede hacer extensivo a otros municipios en Venezuela.

Además, Morales (2016), publicó su proyecto de investigación titulado: **Sistema de Gestión del mantenimiento de puentes de fábrica**, para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad Politécnica de Madrid, proyecto con el objetivo general de definir, elaborar y

planificar la gestión del mantenimiento de los puentes de fábrica, siendo estos puentes la población de estudio que tiene una tipología de Proyecto Factible. El autor explica que la red de carreteras de España posee una red amplia y diversa con orígenes y situaciones diferentes para cada puente que al momento de inspeccionar se debe adaptar la obra en su contexto y fecha de construcción. El autor destaca que la importancia del proyecto radica en la visión general del estado actual de los sistemas de gestión de puentes en el mundo, la realización de inventario y los diferentes tipos de inspección, también menciona que se han desarrollado varios modelos probabilísticos de evolución de los diferentes deterioros, comparándolos con una situación hipotética en la que no se hayan ejecutado operaciones de mantenimiento para así establecer el tiempo óptimo de actuación, minimizando los costos de inversión para lograr un estado óptimo de conservación. Una de las principales conclusiones a las que llegó el autor fue que, en cuanto a la conservación y mantenimiento de un puente de fábrica, se observa que no se requiere una inversión alta para restablecer su condición de operatividad porque su comportamiento mecánico sigue siendo aceptable. El aporte que este trabajo dio a la investigación fue que se describió el fundamento para el mantenimiento de puentes desde el enfoque de sistema de gestión lo que es de relevancia dado que el plan de mantenimiento pudo tener este enfoque como marco teórico referencial.

2.2. Teorías centrales de la investigación

2.2.1 Teoría de Movilidad

Consiste en el desarrollar la evolución de la movilidad a partir de la planificación e integración del transporte en el medio urbano y sus vinculaciones con el urbanismo y ordenamiento territorial. Por otra parte, Según Velásquez (2015), en su trabajo titulado “Espacio público y movilidad urbana” destaca que:

“...Los sistemas de transporte, tiene sus principios en los debates sobre la ciudad, sobre la base de la planificación y ordenación urbanística. Los usuarios que se desplazan son ante todo actores sociales, por lo tanto, la movilidad no se reduce a un hábito, sino que se aprende, se prepara y se construye.” (pp.46)

2.2.2 Teoría de mecánica de medios continuos

La teoría de la Mecánica de Medios Continuos es un campo de estudio que se centra en el comportamiento y las propiedades mecánicas de los materiales y estructuras deformables,

considerando que los materiales se comportan como medios continuos en lugar de compuestos de partículas individuales. Esta teoría es ampliamente utilizada en disciplinas como la ingeniería civil, mecánica, geotécnica y ciencias de los materiales. No hay un autor latino específico asociado con la teoría de la Mecánica de Medios Continuos, ya que es un campo de estudio que ha sido desarrollado y enriquecido por numerosos investigadores a nivel mundial a lo largo de los años. Sin embargo, es importante destacar que muchos científicos latinoamericanos han realizado contribuciones significativas a este campo. Algunos ejemplos de científicos latinoamericanos destacados en el ámbito de la Mecánica de Medios Continuos incluyen a:

- Alberto S. Cuitiño (Argentina): Experto en el análisis y modelado numérico de problemas geotécnicos y estructurales utilizando la Mecánica de Medios Continuos.
- Armando M. Awruch (Argentina): Reconocido por su trabajo en el campo de la Mecánica de Medios Continuos y sus aplicaciones en la ingeniería de estructuras.
- Julio R. Valdés (Chile): Investigador especializado en Mecánica de Medios Continuos aplicada a la ingeniería de suelos y rocas.

2.2.3 Teoría de estructuras

La teoría de estructuras es un campo de estudio que se enfoca en el análisis, diseño y comportamiento de las estructuras en diversas disciplinas como la ingeniería civil y la arquitectura. Esta teoría se basa en principios físicos y matemáticos para comprender cómo las estructuras resisten las cargas y se mantienen estables. En la teoría de estructuras, se consideran aspectos fundamentales como la resistencia de materiales, la mecánica de sólidos, la estática y la dinámica estructural. Estos conceptos permiten determinar cómo las fuerzas actúan sobre una estructura y cómo ésta responde a esas fuerzas. En términos de análisis estructural, se utilizan diferentes métodos y herramientas como el método de los elementos finitos, el método de las secciones, la teoría de vigas y la teoría de placas, entre otros.

Estas técnicas permiten calcular las deformaciones, tensiones y desplazamientos en una estructura bajo diferentes condiciones de carga. En cuanto al diseño estructural, se buscan soluciones que cumplan con criterios de seguridad, funcionalidad y estética. Se consideran aspectos como la selección de materiales adecuados, las cargas a las que estará sometida la estructura, la distribución de los elementos estructurales y la geometría global de la construcción. La teoría de estructuras también abarca la comprensión de fenómenos como el pandeo, la fatiga estructural y la respuesta dinámica de las estructuras a eventos como los terremotos o el viento.

Estos aspectos son fundamentales para garantizar la seguridad y el rendimiento adecuado de las estructuras en diferentes situaciones.

En resumen, la teoría de estructuras es un campo de estudio que se ocupa del análisis, diseño y comportamiento de las estructuras en base a principios físicos y matemáticos. Proporciona los fundamentos necesarios para desarrollar estructuras seguras, eficientes y estéticamente agradables en diversos ámbitos de la ingeniería civil y la arquitectura.

2.2.4 Teoría de Mecánica de Fluidos

La mecánica de fluidos es la rama de la física comprendida dentro de la mecánica de medios continuos que estudia el movimiento de los fluidos, así como las fuerzas que lo provocan. La característica fundamental que define a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes (lo que provoca que carezcan de forma definida). También estudia las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita.

Según Prandtl, L (1904) formuló una teoría sobre la capa límite en la mecánica de fluidos.

El descubrimiento de Prandtl en relación con la capa del límite, condujo a una comprensión de la fricción y de su reducción a través de la aerodinámica. Su trabajo inicial sobre la teoría del ala, conocido como la Teoría del ala de Lanchester-Prandtl, siguió un trabajo similar al de Frederick Lanchester, pero fue realizado independientemente, aclarando el proceso del flujo para una superficie de sustentación finita. Posteriormente, Prandtl hizo avances decisivos en cuanto al concepto de la capa límite y teorías del ala y su trabajo se convirtió en la materia prima de la aerodinámica. (Guerrero, 2023)

2.2.5 Teoría de Mecánica de Suelos

El estudio de la mecánica de los suelos involucra la teoría sobre el comportamiento de los suelos que se encuentren sujetos a cargas, con una investigación de las propiedades físicas de los suelos y la aplicación del conocimiento teórico de los problemas prácticos.

Según Bach. J, Bach. T. (2018) manifiesta que de acuerdo con Terzaghi:

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de la roca, independiente que tengan o no materia orgánica. (p. 11). (Escobar, Gonzalo, 2018)

2.2.6 Teoría de Gestión Ambiental

En 1987, la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo de las Naciones Unidas

(UN) presenta el llamado Informe Brundtland, el cual recoge nuevas críticas elaboradas en el seno de los movimientos sociales y en las propuestas teóricas de la comunidad científica y académica. Este Informe concretamente propone impulsar el desarrollo sostenible como un camino para corregir la crisis ecológica global y los problemas de equidad, y fue definido como aquel “desarrollo que permite satisfacer las necesidades de la presente generación, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (UN, 2002)

Actualmente la gestión ambiental se evalúa bajo la teoría de desarrollo sostenible y es por ello que la organización de las Naciones Unidas estableció la Agenda 2030 en la que se publicaron objetivos y metas de carácter integrado e indivisible donde se conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

El Objetivo 11 de la Agenda 2030 UN (2015), establece: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”; este objetivo describe dos subobjetivos en los que se exhorta a los gobiernos que suscribieron este acuerdo, a resguardar a los ciudadanos de aquellos problemas ambientales que les afectan y controlar las variables ambientales para mejorar el transporte público, la seguridad vial y minimizar los daños que ocasionan los desastres naturales que causa el agua:

-De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad
-De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad

2.3. Bases Teóricas.

Arias (2012), afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. (pp. 107). Basado en esto, a continuación, se presentan una serie de definiciones que sirvieron de sustento para el desarrollo de la investigación.

2.3.1. Plan de mantenimiento para puentes

Un plan de mantenimiento para puentes se refiere a un conjunto de acciones planificadas que

tienen como objetivo conservar las funciones originales de un puente desde el momento de su construcción hasta su eventual reposición (JICA, 2023). Esto implica asegurar que la estructura continúe funcionando de manera segura y eficiente a lo largo del tiempo, abarcando todo su ciclo de vida, desde su construcción hasta su posible reemplazo, con el fin de mantener su integridad y capacidad original.

Estos planes de mantenimiento son esenciales para garantizar la seguridad de las personas que utilizan los puentes y para proteger la inversión pública en infraestructura. Ayuda a prevenir problemas costosos y peligrosos al abordar las necesidades de mantenimiento de manera proactiva y planificada. Además, suele estar sujeto a regulaciones y estándares de seguridad para asegurar que se realice de manera adecuada y conforme a las normativas.

2.3.2 Puentes

Según la norma internacional AASHTO (2023) un puente “Es una obra que se constituye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía”. Un puente es una estructura que permite salvar un accidente geográfico u otro obstáculo físico como lo es un cauce o una extensión de agua como una quebrada, río, canal, lago o bahía. También puede salvar un cañón, un camino o una línea férrea. (MOPT, 2007)

2.3.2.1 Aspectos generales de los puentes

Los puentes vienen en una amplia variedad de formas y tamaños, y pueden clasificarse de varias maneras; en primer lugar, según el material utilizado en su construcción, pueden ser de concreto, acero o una combinación de ambos. En segundo lugar, su propósito y el tipo de tráfico que manejan varían, ya que pueden ser peatonales, vehiculares, ferroviarios o una mezcla de estos. Además, algunos puentes pueden tener una estructura mixta por su configuración longitudinal y transversal en términos de materiales y diseño para asegurar su resistencia ante diversas cargas. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 12)

2.3.2.2 Puentes según su estructura longitudinal y transversal

La configuración transversal y longitudinal de los puentes determina los niveles de resistencia con el que este contará, en el siguiente recuadro se describe el tipo de estructura y los tipos de sección transversal que se podría aplicar en cuanto a diseño se solicite. (Acosta & Chavez,

		TIPO DE ESTRUCTURA	SECCION TRANSVERSAL	METODO DE MONTAJE	LUZ (m)							MAXIMA LUZ (m)	ALTURA DE VIGA / LUZ	
					20	40	60	80	100	140	180			
VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS	VIGA PREFABRICADA TIPO POSTENSADO			GRUA									24	1/24
				GRUA									24	1/18
				GRUA O LANZAMIENTO DE VIGA									45	1/16
				GRUA O LANZAMIENTO DE VIGA									40	1/15
	VACIADO EN SITO			OBRA FALSA									24	1/22
				OBRA FALSA									66	1/17
OBRA FALSA	VIGA PREFABRICADA TIPO PRETENSADO			GRUA									24	1/24
				GRUA									24	1/18
				GRUA O LANZAMIENTO DE VIGA									41	1/16
				GRUA O LANZAMIENTO DE VIGA									40	1/15

Figura 1. Puentes según su configuración longitudinal y transversal
Fuente: Acosta y Chavez (2017)

	TIPO DE ESTRUCTURA	SECCION TRANSVERSAL	METODO DE MONTAJE	MAXIMA LUZ (m)						MAXIMA LUZ (m)	ALTURA DE VIGA / LUZ	
				20	40	60	80	100	140			180
VIGAS CONTINUAS			OBRA FALSA O ENCOFRADO MOVIBLE	■	■						45	1/22
			OBRA FALSA	■	■						60	1/20
			ENCOFRADO MOVIBLE	■	■						45	1/20
			LANZAMIENTO INCREMENTAL	■	■						66	1/16
			VOLADOS SUCESIVOS								170	1/16 - 1/36
MARCO RIGIDO			OBRA FALSA O ENCOFRADO MOVIBLE	■	■						38	1/17
			OBRA FALSA	■	■						104	1/20
			VOLADOS SUCESIVOS								112	1/12
			OBRA FALSA	■	■						153	1/16 - 1/36
			VOLADOS SUCESIVOS								240	1/16 - 1/36
			VOLADOS SUCESIVOS								240	1/17 - 1/40
			VOLADOS SUCESIVOS								130	1/17 - 1/40
			OBRA FALSA	■	■						70	—
			VOLADOS SUCESIVOS								—	—
			OBRA FALSA	■	■						—	—

Figura 2. Puentes según su configuración longitudinal y transversal
Fuente: Acosta y Chavez (2017)

2.3.2.3. Componentes de los puentes

Superestructura

La superestructura de un puente es la parte superior que conecta y cubre la distancia entre uno o más claros. Esta superestructura incluye tanto los elementos principales como los elementos secundarios y es esencial para proporcionar el soporte necesario para el tráfico y las cargas que el puente debe soportar. (Daniel, 2023)

Elementos principales

Son aquellos componentes estructurales que transmiten las cargas vivas (como el tráfico de vehículos y personas) y las cargas muertas (el peso propio de la superestructura) a los apoyos extremos e intermedios de la infraestructura del puente, que suelen ser los estribos y las pilas, estos elementos principales varían según la configuración transversal y longitudinal del puente y entre ellos se tiene: (Daniel, 2023)

Vigas

Los puentes de vigas utilizan como elemento estructural vigas paralelas a la carretera, que soportan esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos del puente, sobre las vigas se dispone una losa de concreto reforzado que sirve de base a la calzada, las vigas más simples están formadas por tablonos de madera, perfiles de acero laminado o secciones rectangulares de concreto reforzado. (Daniel, 2023)

Tipos de vigas

Vigas en T: La parte superior forma la losa o piso del puente y la parte inferior el de la viga. En la mayoría de las construcciones se utiliza el concreto reforzado, debido a la resistencia que presenta a la flexión, ya que lleva unas armaduras metálicas, generalmente de acero que proporciona la resistencia necesaria para soportar fuerzas longitudinales o de flexión. Las vigas de concreto reforzado pueden ser prefabricadas o elaboradas «in situ» mediante encofrados, y son las más usuales en la construcción convencional de pequeña y mediana envergadura. Los puentes de vigas de concreto reforzado alcanzan luces de hasta 25 mts. Las luces superiores son inconvenientes para este tipo de puente por el incremento desmedido de su peso y de su costo. El principal problema constructivo son los encofrados que, en su configuración tradicional, solamente pueden ser utilizados en cauces de ríos poco profundos y poco caudalosos. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 14)

Vigas en I: Las vigas de acero en I están compuestas por placas y ángulos que se unen mediante procesos de fundición, soldadura, remachado o emperado. Un rasgo distintivo de este tipo de viga es que la placa vertical, conocida como el "alma", es mucho más grande en comparación con las placas superior e inferior, llamadas "alas". Esto proporciona resistencia a la estructura.

Los puentes que utilizan vigas en I, ya sean de acero o de concreto preesforzado, pueden abarcar luces de hasta 45 metros, lo que los hace adecuados para puentes de claro moderado a largo. En comparación con las vigas de concreto reforzado, las vigas en I, ya sean de acero o de concreto preesforzado, tienden a ser más ligeras, lo que puede ser una ventaja en términos de peso de la estructura. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 14)

Losas

La estructura de este tipo de puente, consiste en una plancha de concreto reforzado o preesforzado, madera o metal, y sirve de tablero al mismo tiempo. Los puentes del tipo losa sólo alcanzan a salvar luces pequeñas, generalmente hasta 10 mts, esto se debe a que el costo se incrementa significativamente para luces mayores y por el peso propio de la misma estructura. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 14)

Elementos secundarios

Los elementos secundarios en puentes desempeñan un papel importante en términos de seguridad, funcionalidad y comodidad para los usuarios a pesar de no ser componentes esenciales para la estabilidad estructural básica de la superestructura del puente. Los principales elementos secundarios en los puentes son:

- Barandas y protecciones
- Sistemas de iluminación
- Calzada
- Drenajes
- Aceras
- Juntas
- Losa tablero
- Diafragmas transversales
- Aparatos de apoyo

Barandas y protecciones: Son elementos de seguridad ubicados a lo largo de los costados

del puente, su función principal es canalizar el tráfico de vehículos y, al mismo tiempo, evitar que estos o personas caigan desde el puente. Las barandas suelen estar diseñadas para proporcionar un nivel adicional de protección y seguridad a los usuarios del puente. La baranda o pasarela peatonal constituye una guía física para los peatones que cruzan el puente con el objetivo de minimizar la probabilidad de que un peatón caiga por encima del sistema. (AASHTO, 2023)

Sistemas de iluminación: Los sistemas de iluminación mejoran significativamente la visibilidad de los conductores. Según Zamora (2012), un puente cuyos accesos no están iluminados generalmente tampoco requiere de iluminación, en el caso de los puentes extensos, estos podrían ser una excepción siempre y cuando se diseñe una transición de luminosidad en los accesos del puente.

No es prudente que haya cambios drásticos de luminosidad, ya que el ojo humano requiere de cierto tiempo para adaptarse a la nueva condición, estos sistemas pueden utilizar diversas tecnologías de iluminación, como lámparas tradicionales o luces LED, y están diseñados para iluminar adecuadamente el puente, prevenir zonas oscuras y evitar deslumbramiento excesivo.

Calzada: Capa superior de la estructura diseñada para soportar las cargas del tránsito, resistir el deslizamiento de los vehículos y la abrasión que ellos producen, así como el intemperismo (Vega, Rojas, & Raquel, 2022). Provee una superficie plana para el tránsito confortable de los usuarios. Esta superficie puede ser construida de materiales como asfalto o concreto.

Por lo general, la calzada se instala después de que se haya colocado la losa, pero en algunos casos, se utiliza una técnica de colado integral con la losa estructural, lo que se conoce como "piso monolítico".

Drenajes: De acuerdo con Castillo y Anchía (2018), el sistema de drenaje de las estructuras de puentes permite evacuar el agua de la calzada y aceras. Este sistema lo constituyen elementos de entrada como sumideros y orificios en la losa y elementos de salida como tuberías y bajantes.

Aceras: Las aceras se definen como el área de la vía pública destinada al uso por parte de los peatones y para que los servicios sean instalados (Vega, Rojas, & Raquel, 2022)

Juntas: Dispositivos instalados en los extremos de la superestructura conectados a la losa. Permiten la traslación y/o rotación de la superestructura debido a cambios de temperatura y a deflexiones que introduce la carga vehicular (Castillo & Anchía, 2018).

Es fundamental que estas juntas estén selladas correctamente para mantener la continuidad de la estructura y prevenir la filtración de elementos como líquidos, sólidos o partículas en

suspensión a través de las juntas. La falta de sellado adecuado puede afectar la funcionalidad de la estructura y perjudicar el aislamiento térmico.

Los tableros: En el Manual de Inspección de Puentes. (Vega, Rojas, & Raquel, 2022), se define como la plataforma sobre la cual circula la carga vehicular. Su propósito es proporcionar una superficie de circulación suave y segura para el tráfico. Este componente transfiere la carga viva y la carga muerta de él mismo a la superestructura, a través de un sistema de piso o en algunos casos, estas cargas se distribuyen directamente a los soportes del puente. Se pueden encontrar tableros como losas de concreto, sistema de rejillas de acero, sistema de láminas de acero o un sistema de tablonés de madera (Castillo & Anchía, 2018)

Diafragmas transversales: Son componentes estructurales utilizados en la construcción de puentes y otras estructuras para proporcionar estabilidad y resistencia a la estructura. Estos diafragmas son elementos transversales que conectan los componentes principales de la estructura, como las vigas o las travesías, a lo largo de la anchura del puente. Distribuyen las cargas, proporcionan rigidez lateral y torsional restringiendo las deformaciones de los elementos principales, gracias a esto, mejora el comportamiento de la superestructura. (Vega, Rojas, & Raquel, 2022)

Aparatos de apoyo: Se pueden definir como sistemas mecánicos que unen la superestructura y la subestructura, además, transmiten las cargas de una a la otra. Se pueden clasificar como elastoméricos, expansivos, pot o disco y fijos. Permiten el movimiento longitudinal de la superestructura, ya sea por expansión o contracción por temperatura, y permiten la rotación causada por la carga muerta o viva. (Ortiz, 2021)

Infraestructura

Está formada por los elementos estructurales que soportan el peso propio, las cargas sísmicas y las cargas transmitidas por la superestructura y las cargas que a estas se aplican (FHWA, 2002). Se refiere a la parte subyacente de la estructura que proporciona el soporte y la estabilidad necesarios para que el puente cumpla su función de cruzar obstáculos, como ríos, carreteras u otros espacios. Los principales elementos de la infraestructura de puentes son:

- Estribos
- Bastiones
- Fundaciones
- Accesos

- Muros de ala
- Pilas
- Cauce hidráulico

Estribos: Un estribo en un puente puede considerarse como una estructura que cumple varias funciones simultáneas; funciona como un muro de retención, ya que retiene la tierra que se encuentra junto al muro y además actúa como una fundación, proporcionando soporte a un extremo de la superestructura del puente y transmitiendo las cargas al suelo de la fundación. También puede desempeñar un papel en la protección contra la erosión, especialmente si se encuentra en una ubicación donde está expuesto a elementos como el agua y la acción del clima. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 25)

Bastiones: Es un elemento que soporta las cargas transmitidas por la superestructura y la presión del suelo introducida por el relleno de aproximación. Se ubica en los extremos del puente ya sea vehicular o peatonal. Estos bastiones pueden ser torres, pilares o estructuras ornamentales que se agregan a lo largo del puente para mejorar su aspecto estético o su apariencia monumental. (Castillo & Anchía, 2018)

Fundaciones: Las fundaciones son el elemento estructural del bastión y la pila que sirven como soporte del puente. Su principal función es transmitir las cargas al suelo sin que se llegue a superar la capacidad de soporte del suelo (Castillo & Anchía, 2018). Las fundaciones o también denominadas cimentaciones se clasifican en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas.

Las cimentaciones superficiales, como son las placas de concreto aisladas, transfieren las cargas al suelo existente directamente debajo de ellas. Por otro lado, las cimentaciones profundas, como son las placas de concreto que se apoyan sobre pilotes hincados o colados en sitio, transfieren las cargas a un estrato de suelo más profundo con una capacidad de soporte apropiada. (Castillo & Anchía, 2018)

Accesos: Los accesos son los componentes que sirven de transición entre el puente y la carretera. Los elementos principales son el relleno y la losa de aproximación. (Muñoz, 2023, pág. 9)

Los accesos son aquellas rutas o pasajes diseñados y construidos para permitir que personas, vehículos o equipos ingresen o salgan de una estructura de manera segura y eficiente. Estos accesos pueden incluir carreteras, caminos, pasarelas, escaleras, rampas o cualquier otro medio que facilite

la entrada y salida de la estructura. Su diseño se enfoca en la comodidad, la seguridad y la accesibilidad para garantizar un uso eficaz de la estructura.

Muros de ala: Los muros de ala son contruídos a ambos lados de los estribos, éstos son diseñados con la finalidad de contener y proteger el relleno del terraplén, contrarrestar la erosión y para encauzar el agua. Los muros de ala son contruídos generalmente a base de concreto reforzado o de mampostería de piedra. La columna de estribo y los muros de ala pueden o no ser monolíticos, tener funciones separadas o estar los muros de ala unidos en voladizo a la columna de estribo.

Los muros de ala tienden a flexionarse diferentemente a la columna del estribo, tanto en magnitud como en dirección. Por ello, cuando la columna del estribo es contruída monolíticamente con los muros de ala, los esfuerzos en las juntas indicarán refuerzos especiales. Estos esfuerzos son producto de una combinación de momentos verticales y horizontales, cortantes más torsión. Si los muros de ala están separados de la columna del estribo, juntas especiales son necesarias para prevenir grietas y desalineamiento. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 25)

Pilas: Las pilas son estructuras que sirven como soporte intermedio a lo largo del puente, estas estructuras pueden o no estar presentes y si lo están, se encuentran entre los estribos. A diferencia de los estribos, las pilas no necesariamente resisten la presión del suelo (Castillo & Anchía, 2018). La gran variedad de tipos de soportes intermedios, para puentes, obedecen a su forma y el material utilizado para su construcción. También el tipo de superestructura influye en la clase de pila que debe ser ocupada en un puente. (Muñoz, 2023)

Cauce hidráulico: Se denomina como cauce, al lecho de una corriente de un río o cauce aluvial que circula por debajo de la estructura de un puente. Generalmente los cauces tienen tendencia a cambiar su localización (divagar), lo cual siempre resulta en efectos adversos de socavación sobre las cimentaciones de los puentes. En los casos en los que el agua arrastra escombros en abundancia, frecuentemente se tiene como resultado el bloqueo del cauce, ocasionando daños a las superestructuras de los puentes, así como a sus cimentaciones, especialmente cuando se presentan corrientes extraordinarias o no comunes. Aun cuando otros tipos de daños estructurales son más aparentes y espectaculares, esta fase del mantenimiento estructural concerniente al cauce es igualmente importante. (Acosta & Chavez, 2017, pág. 29)

2.3.3 Variables que infieren en el buen funcionamiento de los puentes

Diseño estructural

El diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras, y su principal función es generar estabilidad en una estructura por medio del buen uso de los materiales y su diseño. Es el proceso de planificar y desarrollar una estructura acorde a las necesidades geotécnicas, viales y sísmicas de manera segura y eficiente. (Actualidadnebrija, 2021)

Mantenimiento

Son un conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que se llevan a cabo de manera regular con el propósito de conservar, restaurar y asegurar el funcionamiento óptimo, la durabilidad y la seguridad de la estructura a lo largo del tiempo. Estas actividades pueden incluir inspecciones rutinarias para identificar daños o desgaste, reparaciones necesarias para abordar problemas identificados, limpieza del cauce para eliminar suciedad y desechos, protección contra la corrosión, mantenimiento de juntas, elementos móviles, sistemas de drenaje y elementos de seguridad, entre otros. (Wikipedia, 2022)

El mantenimiento es fundamental para prevenir el deterioro de la estructura, prolongar su vida útil y garantizar la seguridad de las personas y vehículos que la utilizan. Además, el mantenimiento puede incluir medidas preventivas para abordar problemas antes de que se conviertan en costosos y peligrosos, lo que contribuye a la eficiencia y la sostenibilidad de la infraestructura de puentes.

Cargas

Se refieren a las fuerzas o presiones que actúan sobre una estructura de puente debido a diversos factores, y son un componente esencial en el diseño y la evaluación de la resistencia y la seguridad de la estructura. Estas se dividen en cargas permanentes y cargas variables.

1. Cargas permanentes

Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados y divisiones permanentes. (Ramirez, 2016, pág. 57)

2. Cargas variables

Se refieren a las fuerzas o cargas que actúan sobre una estructura debido al peso o la presencia de objetos en movimiento, como vehículos, personas o equipos. Incluyen personas, objetos móviles o divisiones que puedan cambiar de sitio. Generalmente actúan durante períodos

cortos de la vida de la estructura. (Ramirez, 2016, pág. 58)

3. Geología del sitio

La Geología es la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la Tierra, incluyendo sus recursos naturales (energía, minerales, agua...), así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente (EHU, s.f.). Este estudio proporciona información sobre la composición del suelo, la roca subyacente, las propiedades geotécnicas, la estratigrafía, la profundidad del nivel freático y otros factores que influyen en el diseño, la cimentación y la seguridad de la estructura en ese lugar específico.

4. Factores ambientales

Los factores ambientales en la ingeniería de puentes son las condiciones naturales y geográficas presentes en el entorno de un sitio de construcción que influyen en el diseño, la construcción y la operación de la estructura. Esto incluye aspectos como el clima, la topografía, la geología del suelo, la presencia de agua, la vegetación, la calidad del aire y otros elementos del entorno. Estos factores ambientales son fundamentales para minimizar el impacto ambiental y cumplir con las regulaciones legales establecidas por las autoridades competentes. (JICA, 2023)

2.3.4 Sismos

Un sismo es el movimiento brusco de la Tierra causado por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo. (CNE, 2023). El diseño sísmico de puentes implica considerar cómo la estructura responderá a las fuerzas y movimientos sísmicos. Esto implica la incorporación de técnicas y características de diseño que permitan que el puente absorbe y disipa la energía generada por un sismo sin sufrir daños significativos.

Algunas de las consideraciones clave en el diseño sísmico de puentes incluyen la elección de materiales, la forma de la estructura, el uso de aisladores sísmicos y sistemas de amortiguación, y la ubicación estratégica de las juntas de dilatación para permitir el movimiento durante un evento sísmico.

2.3.5 Drenajes

De acuerdo con (Castillo & Anchía, 2018), el sistema de drenaje de las estructuras de puentes permite evacuar el agua de la calzada y aceras, se refieren a los sistemas y dispositivos diseñados para gestionar y controlar el flujo del agua, evitando acumulaciones y problemas de drenaje que puedan afectar la estructura del puente y su entorno. Los drenajes son esenciales para prevenir inundaciones, erosión y otros daños relacionados con el agua, entre los principales elementos que

componen el drenaje de los puentes se encuentran:

- Canalizaciones
- Alcantarillas
- Cunetas
- Juntas de dilatación con drenaje
- Sistema de drenaje superficial
- Control de erosión

2.3.6 Inspección de puentes

La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo.

Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad, en la Dirección General de Construcción y Conservación de Obra Pública, se hacen, varios tipos de inspección con distintas finalidades:

- 1.- Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
- 2.- Para evaluación estructural.
- 3.- Para permiso de tránsito de cargas especiales.
- 4.- Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hacen en forma anual, al efectuarse en inventario de las necesidades de todos los conceptos del camino. Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser este tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, por lo general se recurre a empresas especializadas.

Debido al desarrollo de Venezuela, principalmente, en la petroquímica y generación de energía eléctrica, se ha tenido la necesidad de transportar piezas de gran masa y volumen, para ello se revisan todos los puentes localizados en la ruta o rutas escogidas, determinando normas, especificaciones y preceptos que deben cumplirse durante la transportación, incluyendo la

construcción de desviaciones, recalces, apuntalamientos o reforzamientos que se requieran de acuerdo con el dictamen técnico. Por fenómenos meteorológicos, como ciclones, lluvias torrenciales, sismos o por colisiones o impactos provocados, principalmente, por accidentes, se presentan situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

2.3.7 Inspección preliminar

A realizarse, por lo menos, una vez al año en cada puente por parte de personal local no especializado en puentes, pero si, adiestrado específicamente para la identificación y evaluación de daños. La brigada de inspección debe estar formada, por lo menos, por tres técnicos y uno de ellos debe ser ingeniero. El personal contará con un equipo mínimo y la inspección será fundamentalmente visual. La época más recomendable para realizar esta inspección es al término de la temporada de lluvias, cuando la disminución de los niveles de agua facilita el acceso bajo las obras y cuando están frescos los indicios de socavación, principal causa de colapsos.

Al término de la inspección preliminar, el jefe de brigada procederá a dar una calificación del estado global de la obra. En virtud de la escasez de información y de la superficialidad de la inspección, no es posible adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación, por lo que en forma práctica se recomienda que las obras se incluyan en alguno de estos tres grupos:

Grupo "A". - Puentes que por la gravedad de sus daños requieren atención inmediata.

Grupo "B". - Puentes que presentan daños que deben ser atendidos en un plazo mediano (seis años), porque su situación puede degradarse a la situación "A".

Grupo "C". - Puentes que solo presentan daños menores que se pueden corregir con tareas de mantenimiento rutinario a cargo de las brigadas de conservación.

Para la ejecución de estas inspecciones preliminares, existen actualmente dos publicaciones de ayuda, un "Formatos para la inspección de puentes y pasos a desnivel" y una "Guía para la inspección y conservación de puentes". Ambos documentos requieren ser revisados y aprobados por instituciones especialistas en puentes. (Flores, 2017, págs. 14-32)

2.1.1. 2.3.8 Inspección principal

A realizarse, por lo menos, una vez al año en aquellos puentes que haya sido clasificados en el grupo "A" durante la inspección preliminar. Esta segunda inspección la realizará personal especializado en puentes, procedente de oficinas centrales o regionales, y tendrá por objetivo ratificar o rectificar la calificación preliminar. Para ello deberá contar con equipos que permitan el

acceso a todas las partes del puente para observar detalladamente todos sus elementos, y que permita la medición cuantitativa de las respuestas de la estructura con precisión suficiente. Con los resultados de la inspección principal, podrá calificarse cuantitativamente el estado de cada puente mediante un procedimiento pendiente de definirse. (Flores, 2017)

2.3.9 Inspección especial

Se realizará por personal altamente especializado en aquellos puentes que vayan a ser rehabilitados y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto ejecutivo. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, la determinación de la naturaleza y extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños. Para esto, es necesario que se realicen con el apoyo de empresas especializadas en puentes.

Evidentemente, el sistema más sencillo para aportar datos para el conocimiento del estado de una estructura es la simple observación visual de la misma. Para que de ella puedan extraerse datos útiles deben darse tres condiciones básicas:

- Poder ver: lo que significa poder acceder a todas las partes que se desean inspeccionar, y en su caso ayudar con medios complementarios al ojo humano.
- Saber ver: para lo cual se necesita un equipo de inspección calificado y con suficiente experiencia.
- Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que preparar con antelación las inspecciones, estudiando el proyecto, los posibles incidentes ocurridos en la construcción y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen. (Flores, 2017)

2.1.2. 2.3.10 Medios humanos

El manual para la inspección de mantenimiento de puentes preparado por AASHTO (2023), detalla claramente el perfil que debe cumplir el equipo que esté a cargo de la inspección y sobre todo el ingeniero a cargo, que debe tener titulación de ingeniero, un mínimo de 10 años de experiencia en inspección de puentes con cierto nivel de responsabilidad y, haber tomado un curso completo de preparación basado en el manual de formación de inspectores de puentes.

En consecuencia, con ello se define que la persona encargada de ocupar ese puesto será responsable de la exactitud de la inspección, el análisis de todo lo que se descubre en las mismas y las correspondientes recomendaciones para corregir los defectos. En referencia al jefe del equipo de la inspección se le exige como mínimo una experiencia de 5 años en tareas de inspección de

puentes y haber realizado un curso de preparación como el antes mencionado. Aunque pueden variar muy ligeramente, estas condiciones son muy similares a las exigidas en otros países, esto no hace más que poner en manifiesto la gran importancia de establecer cursos de especialización para la formación de inspectores, del tipo de los establecidos en Francia y EE.UU.

2.4. Bases legales

-Ley Orgánica Del Ambiente. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Extraordinaria No. 5.833 del 22 de diciembre de 2006.

Tiene por objeto establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad del Estado y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta en interés de la humanidad. De igual forma establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

- Ley Penal Del Ambiente. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N. 39.913 Extraordinario del 02 de mayo de 2012.

Tiene por objeto tipificar como delitos los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo, determinar las medidas precautelativas de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales.

-Ley De Aguas. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 38.595 de fecha 02 de enero de 2007.

Tiene por objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país y es de carácter estratégico e interés de Estado.

-Ley Forestal De Suelos Y Aguas. Gaceta Oficial de la República de Venezuela No. 997 Extraordinario del 08 de enero de 1966.

Rige la conservación, fomento y aprovechamiento de los recursos naturales que en ella se determinan y los productos que de ella se derivan.

-La Gaceta Oficial De La República Bolivariana De Venezuela Número 38.715 (2007):
Establece sobre el mantenimiento de puentes, viaductos y túneles:

Artículo 24: Puentes, Viaductos y Túneles: El mantenimiento de estas estructuras deberá consistir en el uso de técnicas requeridas para la determinación de las condiciones físicas de los elementos que la componen, a través de inspecciones sistemáticas que proporcionan los datos necesarios para la toma de decisiones en relación con reparaciones, refuerzo o sustitución de las estructuras. Los problemas que se presentan en la conservación y mantenimiento de estas estructuras son numerosos, diferentes y con frecuencia complejos, por lo que es necesario que esta actividad sea realizada por personal con suficiente experiencia y capacidad técnica, ya que será responsable por la minuciosidad de la inspección en el campo y análisis de los resultados, a fin de tomar las acciones adecuadas encaminadas a mantener la condición de seguridad de la estructura y, por ende, del usuario. Se debe prestar especial atención en la revisión y diagnóstico del estado de los puentes, viaductos y túneles, después de la ocurrencia de sismos, crecidas hidrológicas o cualquier evento que pueda afectar la estabilidad de dichas estructuras. Se deberán implementar programas de inspección clasificados de la siguiente manera:

-Norma COVENIN 2147-84: Define los requisitos de seguridad a respetar en la construcción, el montaje o instalación de los aparatos pesados de elevación. Se aplica a los puentes-grúas; pórticos, grúas y otros aparatos accionados exclusivamente con la mano que no rueda sobre rieles.

-PDUL: El municipio San Diego reconoce su responsabilidad, de acuerdo con el artículo 36 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, de elaborar y aprobar los Planes de Desarrollo Urbano Local siguiendo los lineamientos técnicos establecidos por el Ejecutivo Nacional. Dado que el Plan de Desarrollo Urbano Local aprobado por la Alcaldía de Valencia ha quedado rezagado en términos de desarrollo, el Municipio ha decidido reformular dicho plan con el objetivo de establecer nuevos criterios para el desarrollo integral del municipio en el año 2018.

Esta ordenanza, junto con el Plan de Actuaciones Urbanísticas y el Plan de Inversiones, proporcionará una guía práctica tanto para el Municipio como para los inversionistas y promotores inmobiliarios, indicando la dirección hacia la cual dirigir sus inversiones y el desarrollo. Además, permitirá al Municipio controlar de manera eficaz el crecimiento urbano desordenado que se ha observado en los últimos años.

El Plan de Desarrollo Urbano Local propuesto ha tenido en cuenta las características físicas y geográficas del territorio del Municipio San Diego, otorgando una gran importancia a los aspectos ambientales. Se busca preservar los elementos naturales presentes en el municipio y estabilizar y fomentar el crecimiento sostenible de los recursos hídricos y forestales existentes.

-Primaria: Es una inspección superficial con motivo de operaciones de limpieza o

mantenimiento rutinario, es esencialmente visual sin utilización de medios auxiliares ni técnicas especiales.

-Principal: Es una inspección más profunda y detallada que la Inspección Primaria, pero que sigue siendo esencialmente visual. La Inspección Principal, debe incluir un examen de todos los elementos del puente, por lo que a menudo exige la utilización de medios auxiliares que hagan posible tal observación.

-Especial: Es de carácter periódico, se realiza como consecuencia de situaciones particulares tales como, aparición de fisuras o deformaciones. Dada la magnitud de la situación que se presente, se deberán realizar ensayos y mediciones complementarias empleando diversas técnicas y equipos especiales. (pp.17).

2.5. Definición de Términos Básicos

-**Arriostramiento:** Es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma. Estos elementos se llaman arriostres.

-**Baranda no rígida o flexible:** Es aquella constituida por un sistema de poste y hoja que contiene a los vehículos absorbiendo energía durante la deformación de la baranda y el vehículo en el impacto.

-**Baranda rígida:** Es aquella proyectada de manera que no tenga otro movimiento más que la deformación elástica durante el impacto que involucra al vehículo de diseño. Esto incluye las barandas de hormigón y a los sistemas de postes y hojas que se comporten en forma rígida.

-**Barra:** Acero de refuerzo.

-**Cargas Muertas:** Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes. También se denominan cargas permanentes.

-**Cargas vivas:** Son aquellas debidas al uso u ocupación de la construcción y que la identifican. Incluyen personas, objetos móviles o divisiones que puedan cambiar de sitio.

-**Cimentación:** Es el encargado de repartir las cargas de toda la edificación a la base sustentante, es decir, al terreno, de la manera más apropiada posible para que el terreno sea capaz de absorber las cargas que la estructura produce.

-Columna: Miembro estructural utilizado principalmente para resistir cargas axiales, acompañadas o no de momentos flectores y que tiene una altura de por lo menos 3 veces su menor dimensión transversal.

-Concreto: mezcla de cemento Portland o de cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

-Cordón: Es una barrera baja que protege a los peatones conteniendo las ruedas de los vehículos.

-Deformación: La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación o contracción térmica.

-Socavación general: Se entiende por socavación general el descenso del fondo de un río que se produce al presentarse una creciente y es debida al aumento de la capacidad de arrastre de material sólido que en ese momento adquiere la corriente, en virtud de su mayor velocidad.

-Viga: miembro estructural utilizado principalmente para resistir momentos de flexión, momento de torsión y fuerza cortante.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Es una sección fundamental de una investigación, ya que describe la metodología utilizada para llevar a cabo el estudio y alcanzar los objetivos planteados. En este capítulo, se detalla el enfoque metodológico, los procedimientos de recolección y análisis de datos, así como las herramientas utilizadas para obtener resultados confiables y válidos.

Yin (2017) comenta que la investigación cuantitativa "se caracteriza por el énfasis en las pruebas de teorías fundamentadas, con un enfoque en la medición objetiva y la estadística" y el objetivo del presente capítulo es proporcionar una guía clara y detallada sobre cómo se llevó a cabo el estudio, permitiendo a los lectores comprender el proceso seguido y evaluar la validez y confiabilidad de los resultados, por lo que el enfoque es cuantitativo. A través de una metodología rigurosa y bien fundamentada, se busca obtener respuestas a las preguntas de investigación y contribuir al conocimiento existente en el área de estudio.

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo se realizó bajo la modalidad de Proyecto Factible que busca dar solución a un problema real, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2014) expresa que:

Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. (pág.21)

Basado en lo antes expuesto esta investigación buscó proponer un plan de inspección y rehabilitación de puentes en el municipio San Diego.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se utilizó fue de campo y documental. Por su parte, Pereira (2011) identifica este tipo de investigación de campo como:

“Aquella que se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones.

consulten las fuentes de carácter documental, a fin de evitar una duplicidad de trabajos”. (pág.142)

Siguiendo este orden de ideas, Pereira (ob. cit.) identifica este tipo de investigación documental como: “Aquella que se realiza, como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie”. Como subtipos de esta investigación se encuentra la investigación bibliográfica, hemerográfica; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos tanto de revistas como de periódicos, la tercera en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, etcétera. (pág. 139)

En el presente estudio se empleó un enfoque de investigación mixta, combinando elementos de investigación de campo y documental. Según el mismo autor, la investigación de campo se basa en la obtención de información a través de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones. Por otro lado, la investigación documental se apoya en fuentes escritas y documentales, como libros, artículos, ensayos y documentos archivísticos.

Además, destaca la importancia de consultar primero las fuentes documentales para evitar duplicidad de trabajos. En este sentido, se recomienda realizar una revisión exhaustiva de la literatura existente antes de llevar a cabo la investigación de campo, con el fin de obtener una base sólida de conocimientos y evitar la repetición de información ya existente (Pereira, 2004). Asimismo, menciona que la investigación documental se divide en subtipos, tales como la investigación bibliográfica, que se basa en la consulta de libros; la investigación hemerográfica, que se enfoca en artículos y ensayos de revistas y periódicos; y la investigación archivística, que se sustenta en documentos encontrados en archivos, como cartas, oficios, circulares y expedientes (Pereira, 2011).

3.3 Nivel de la investigación.

Para Arias (2012) indica que “el nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (Pág. 23), los niveles son los siguientes: la investigación exploratoria, descriptiva y explicativa.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la investigación descriptiva “mide, evalúa o recolecta datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componente del fenómeno a investigar”. En otras palabras, la investigación descriptiva pretende medir o recoger información de manera

independiente o conjunta sobre conceptos o las variables a los que se refieren.

De acuerdo a la naturaleza del problema, se puede afirmar que la actual investigación es de nivel descriptivo, dado que para elaborar el plan de mantenimiento se involucra la recolección de información calificada de conceptos, técnicas, experiencias y normativas, para ser plasmada a través de la descripción de procesos y así identificar la relación existente entre una o más variables.

3.4 Población y Muestra

De acuerdo con Arias (2012), la población “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81). En este aspecto el desarrollo de la investigación se llevó a cabo en el Municipio San Diego y la población la representan los siete puentes sobre los ríos Cúpira y San Diego.

Población y muestra: 7 puentes

En cuanto a la muestra, también Arias F (2012) destaca que la muestra es “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83), La muestra de la investigación se considera censal será la misma población; 7 puentes vehiculares ubicados sobre el río Cúpira y el río San Diego en el municipio San Diego estado Carabobo.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas para recolección de datos constituyen el camino hacia el logro de los objetivos planteados para resolver el problema que se investiga. Arias (2012). Los instrumentos de recolección de datos, para Sabino (2010), son los 66 recursos de que puede valerse el investigador para acercarse a los problemas y fenómenos, y extraer de ellos la información.

Ahora bien, en relación con las técnicas de recolección utilizadas en el presente trabajo, en aras de precisar el objetivo general de estudio, se utilizó la observación directa bajo el uso de planilla de inspección, registro fotográfico y lista de cotejo.

De acuerdo a Hurtado (2018) define el análisis documental como “una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio” (pp. 427).

3.5.1 Técnicas

Las técnicas de recolección de datos para Hurtado (2000) son “Procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información “(pág. 448). Para el presente trabajo la técnica que se utilizó fue la encuesta que según Arias (2012) la define como: “Una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismo, o en relación con un tema particular” (pág. 72).

3.5.1.1 Observación Directa

A su vez, también Arias (2012) señala que la observación “Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” El método de observación se realizó al momento de realizar los conteos vehiculares en las intersecciones críticas del sector. Además, se empleó el uso de un odómetro y una cámara fotográfica con la finalidad de recopilar información sobre la ubicación y dimensión, y evidencia de los defectos, asociados al problema que se expone en los puentes ubicados sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego estado Carabobo.

3.5.2.1. Entrevista

La entrevista es uno de los métodos cualitativos más utilizados en proyectos de investigación y es uno de los métodos de recopilación de datos de información. Este enfoque permite recopilar y analizar varios elementos sobre un tema previamente identificado entre el entrevistador y el entrevistado para que el entrevistador pueda obtener la información requerida.

Según Arias (2012), explica que “La entrevista es más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “Cara a Cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”. (pág.73)

En el presente trabajo de grado también se hace uso de una entrevista estructurada, con la cual se procuró obtener información de una forma oral y personalizada. La información giró en torno a los aspectos necesarios para el levantamiento del proyecto con el fin de cumplir con los objetivos del estudio.

3.5.2.3 Revisión documental

Tamayo y Tamayo (2012, pp. 415) comenta que “Una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central del estudio”. En base a esto, la revisión se hizo sobre documentos como: “Inspección de puentes, mantenimiento de puentes, diseño de puentes”. Y la ficha de registro de datos en la cual se vieron las anotaciones realizadas con respecto a un plan de inspección y rehabilitación de puentes.

3.5.1.2 Planilla de inspección

Las planillas de inspección son utilizadas para recolectar datos de una característica de calidad al momento de realizar la medición. Su función principal es registrar los resultados obtenidos y, al mismo tiempo, analizar la tendencia central y la dispersión de los datos. Por ende, constituyen una herramienta de recolección y registro de información, aplicable tanto a datos cuantitativos como cualitativos. Al diseñar un formato sencillo, es posible recopilar información sobre indicadores y causas de los problemas, entre otros aspectos relevantes.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información, es decir, el con qué. Los instrumentos, pueden estar ya elaborados e incluso normalizados, como es el caso de los test y algunas escalas, sin embargo, si se trata de eventos poco estudiados, puede ser necesario que el investigador elabore sus propios instrumentos, y éstos pueden ser listas de cotejo, escalas o cuestionarios, entre otros. En algunas áreas del conocimiento se requiere de instrumentos de medición mecánicos o electrónicos, dependiendo del evento estudiado. Los instrumentos están en correspondencia con las técnicas, y la selección de las técnicas a utilizar en una investigación está relacionada con el tipo de indicios que permiten captar el evento de estudio.

3.5.2.2. Guía de entrevista

Es importante mencionar que, en primera instancia, se sigue un proceso de elaboración de preguntas cuidadosamente analizadas y estructuradas en colaboración con el tutor académico. El objetivo de este enfoque es extraer la máxima cantidad de información en las respuestas de los entrevistados y obtener detalles específicos relacionados con el objeto de estudio. Al diseñar la entrevista de esta manera, se busca obtener información más precisa y detallada, lo que permite un

análisis integral del problema de investigación. Además, formular preguntas de investigación precisas contribuye a obtener una mejor comprensión del tema en estudio.

3.5.2.4 Libreta de anotaciones

Se diseña de acuerdo a una serie de parámetros relacionados con lo que se está abordando, también se conoce como guión de observación. Se utilizó para realizar las anotaciones durante la observación, y al tomar algunas referencias bibliográficas y la revisión documental.

3.5.2.5 Revisión bibliográfica

Para Arias, F. (2012, pp.106) la revisión bibliográfica “Consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar”. Es decir, consiste en la extracción de información a partir de fuentes bibliográficas expuestas por otros investigadores, en otras palabras, información que funciona como fundamento de las bases teóricas del estudio.

3.5.2.1 Lista de cotejo

También denominada ficha de control o verificación, es el instrumento en el que se indica la presencia o ausencia de un aspecto o conducta a ser observada (Arias, 2012).

3.5.2.2 Registro fotográfico

La utilización de este instrumento representa la posibilidad de captar las evidencias de la problemática en estudio, además de seguir la secuencia de los avances en la aplicación de la propuesta.

3.6 Fases metodológicas

3.6.1 Fase I. Ejecución de un diagnóstico sobre el estado actual de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, Estado Carabobo.

- Ubicación de la zona.
- Localización de los puentes.
- Considerar la zonificación urbana.
- Levantamiento de la información topográfica
- Perfiles longitudinales de los puentes
- Realizar inspecciones detalladas de los puentes, identificar daños, deformaciones o deterioro en la estructura de los puentes.

- Analizar la necesidad de rehabilitación o reparación de los puentes.
- Ubicar los sistemas de drenaje y evaluar su impacto en la infraestructura de los puentes.
- Evaluar la movilidad peatonal en los puentes y su entorno.
- Evaluar las características actuales de las infraestructuras en los puentes.

3.6.2 Fase II. Evaluación de los elementos que impactan en los planes de mantenimiento y rehabilitación de puentes

- Evaluar las condiciones estructurales y su uso integral.
- Analizar el historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes.
- Considerar el tráfico vehicular y su impacto en la planificación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación.
- Investigar los recursos y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y rehabilitación.
- Evaluar los requisitos normativos y legales relacionados con el mantenimiento y rehabilitación de puentes.
- Analizar los costos asociados al mantenimiento y rehabilitación de puentes y establecer prioridades en base a consideraciones financieras y de seguridad.

3.6.3 Fase III. Elaboración estratégica de un plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, Estado Carabobo.

- Diseño del plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes, tomando como objetivo principal los factores como: (vialidad, hidráulica, suelos, estructura, gestión ambiental).
- Diseño de soluciones: Desarrollar las soluciones técnicas y de ingeniería necesarias para abordar los problemas identificados durante la inspección. Esto puede incluir reparaciones, refuerzos estructurales, reemplazo de componentes o cualquier otra medida requerida.

Es importante destacar que el diseño del plan puede variar dependiendo de las características específicas de cada puente y de los requerimientos de cada proyecto en particular.

3.7 Análisis e interpretación de datos

La recolección de datos mediante la aplicación de un instrumento es una parte esencial de la

investigación. Los datos se presentan de manera organizada a través de tablas, cuadros comparativos y gráficos. Estas herramientas permitieron analizar las respuestas de los participantes y obtener conclusiones pertinentes. El uso de estas técnicas facilitó la interpretación de los datos y ayudó a identificar patrones, tendencias y hallazgos significativos. El análisis de los datos recolectados contribuyó a generar conocimiento y brindar respuestas a las preguntas de investigación planteadas.

Cuadro 1. Cuadro de Operacionalización de Variables

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSI ÓN	INDICADORES	ÍTEM S	FUENTE DE INFORMACIÓ N
Diagnosticar las condiciones actuales en las que se encuentran los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego estado Carabobo.	Secciones a evaluar para un diagnóstico general del puente.	Estructura 1	Tirantes, Juntas (Inspección), Grietas, Fallas, Tipos de estructura.	1,2,3, 4y 5	Entrevista
		Vialidad	Paviment o, Drenaje, Tipos de vehículo.	1, 2, 3, 4, 5 y 6	
		Gestión ambiental	Vegetación, Residuos, Descarga de aguas residuales.	1,2 y 3	
		Suelos	Suelos, Sedimento s, Tipos de suelos.	1,2 y 3	

		Hidráulica	Caudal, Secciones, Cuenca.	1,2 y 3	
--	--	------------	----------------------------------	---------	--

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I. “Ejecución de un diagnóstico sobre el estado actual de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, Estado Carabobo.

4.1.1. Ubicación de la zona

El presente trabajo de grado se ha realizado en Venezuela, Edo. Carabobo, en el municipio San Diego. Ubicados los puentes sobre el río San Diego y Cúpira en diferentes sectores del municipio, en donde detallamos ubicaciones geográficas de los 7 (siete) puentes estudiados para el planteamiento de un plan de mantenimiento y rehabilitación del mismo. (Ver figura 5).



Figura 3. Mapa de Venezuela
Fuente: (mochilerosviajeros, 2023)



Figura 4. Mapa estado Carabobo
Fuente: (familysearch, 2023)



Figura 5. Mapa municipio San Diego
Fuente: (wikipedia., 2023)

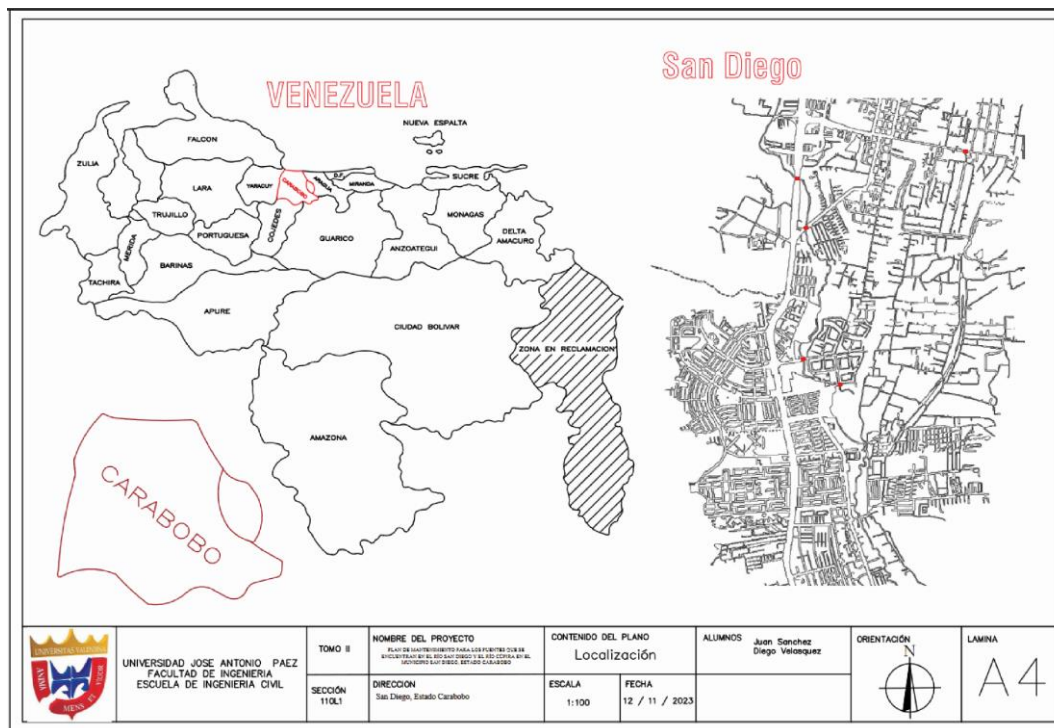


Figura 6. Plano de Localización
 Fuente: Sánchez y Velásquez



Figura 7. Imágenes satelitales del área de estudio
Fuente: Google Earth (2023)

4.1.2. Localización de los puentes

Es un aspecto fundamental en la planificación y gestión de infraestructuras viales. Con el objetivo de facilitar un seguimiento efectivo, se implementa un sistema de registro detallado que comprende diversas características clave. En este contexto, la creación de una tabla estructurada se presenta como una herramienta eficaz para organizar la información esencial de cada puente.

La tabla incluirá elementos cruciales, tales como el nombre del puente, sus coordenadas geográficas expresadas en términos de vértice, y las direcciones cardinal norte y oeste para una identificación precisa. Además, se incorporará una imagen de referencia que proporcionará una visión visual de la estructura, facilitando su reconocimiento y evaluación.

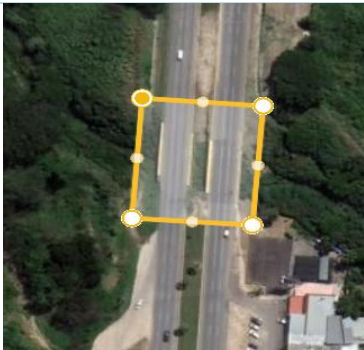
Esta metodología de registro sistemático no solo simplifica la gestión de la información sobre los puentes, sino que también optimiza la capacidad de respuesta ante eventuales necesidades de mantenimiento, reparación o actualización de estas importantes infraestructuras. La localización de puentes, de esta manera, se convierte en un proceso más eficiente y orientado a la mejora continua de la red vial.

Tabla 1. Localización de los puentes

NOMBRE	VÉRTICE	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 1 PUENTE VALLE DE ORO SUR	A	10°13'46.78"N	67°57'37.05"W	
	B	10°13'47.78"N	67°57'31.91"W	
	C	10°13'44.87"N	67°57'36.54"W	
	D	10°13'45.67"N	67°57'31.53"W	
NOMBRE	VÉRTICE	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 2	A	10°13'57.44"N	67°57'46.77"W	
	B	10°13'57.96"N	67°57'43.90"W	

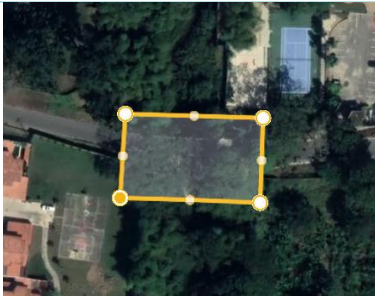
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	C	10°13'56.10"N	67°57'46.47"W	
	D	10°13'56.55"N	67°57'43.46"W	
NOMBRE	VÉRTIC E	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 3 PUENTE EL PORTAL	A	10°14'50"N	67°57'45.40"W	
	B	10°14'49.90"N	67°57'43.33"W	
	C	10°14'48.40"N	67°57'45.36"W	
	D	10°14'48.39"N	67°57'43.39"W	

Continuación tabla 1

NOMBRE	VÉRTIC E	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 4 PUENTE HIPERLIDER	A	10°15'10.03"N	67°57'49.21"W	
	B	10°15'09.82"N	67°57'46.61"W	
	C	10°15'07.70"N	67°57'49.38"W	
	D	10°15'07.54"N	67°57'46.66"W	

NOMBRE	VÉRTIC E	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 5 PUENTE LAS MOROCHAS	A	10°15'24.43"N	67°56'58.14"W	
	B	10°15'23.71"N	67°57'55.49"W	
	C	10°13'21.79"N	67°57'58.69"W	
	D	10°13'18.77"N	67°57'56.78"W	
NOMBRE	VÉRTIC E	NORTE	OESTE	IMÁGEN
POLIGONAL 6 PUENTE LOS TULIPANES	A	10°15'59.12"N	67°57'46.04"W	
	B	10°15'58.73"N	67°57'43.41"W	
	C	10°15'56.82"N	67°57'45.93"W	
	D	10°15'56.67"N	67°57'43.71"W	

Continuación tabla 1

Nombre	Vértice	Norte	Oeste	Imágen
POLIGONAL 7 PUENTE las josefinas	a	10°16'48.50"n	67°56'23.75"w	
	b	10°16'47.85"n	67°56'20.91"w	
	c	10°16'44.97"n	67°56'23.85"w	
	d	10°16'44.61"n	67°56'21.30"w	

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.1.3. Considerar la zonificación urbana.

La planificación y ejecución efectiva de un plan de mantenimiento de infraestructura civil es una tarea compleja que implica una serie de factores interrelacionados. Uno de los aspectos fundamentales que merece una atención especial es la consideración de la zonificación urbana, la zonificación urbana, con sus directrices y restricciones específicas, influye directamente en la gestión y mantenimiento de las estructuras que conforman el tejido urbano.

En esta fase de investigación, se explorará a fondo la influencia de la zonificación urbana en la ejecución de un plan de mantenimiento de infraestructura civil. Se analizará cómo las regulaciones de uso de suelo, densidad poblacional y planificación urbana impactan en la planificación de mantenimiento y en la toma de decisiones relacionadas con la conservación de activos críticos, como carreteras, puentes, sistemas de drenaje y más.

A medida que las ciudades continúan su expansión y desarrollo, es imperativo entender cómo la zonificación urbana puede limitar o facilitar el acceso, las intervenciones y los recursos disponibles para el mantenimiento de la infraestructura. Esta investigación busca arrojar luz sobre este aspecto esencial de la gestión de activos y proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas en la preservación de nuestra infraestructura urbana. (Ver figura 9).

Puente Valle de Oro Sur



Figura 8. Puente Valle de Oro Sur
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **ZONA R-5:**

Zona residencial de 250-349 hab/Ha

- **ZONA EI-EE:**

Zona urbana educacional intermedio

- **ZONA EG-MPE:**

Equipamiento general de mercado municipal existente

- **ZONA EI-RDP:**

Recreacional y deportivo intermedio

- **ZONA EG-RDP:**

Recreacional y deportivo general

- **ZONA EI-AGP:**

Administrativo gubernamental intermedio

Puente Valle de Oro Norte

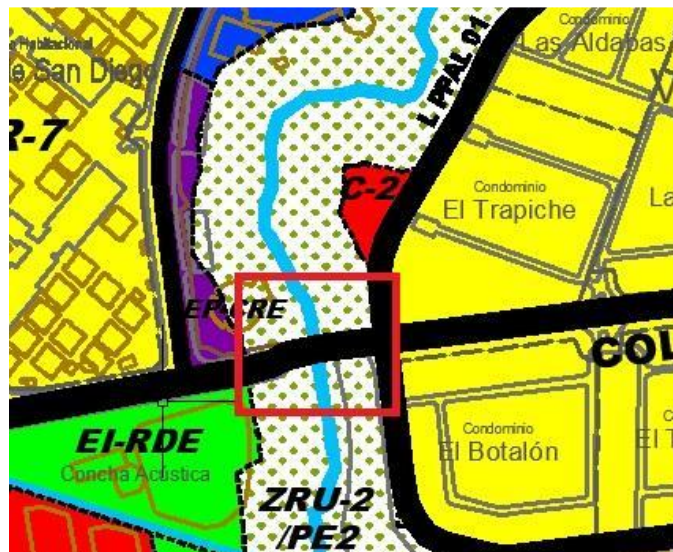


Figura 9. Puente Valle de Oro Norte
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **ZONA EI-RDE**

Recreacional y deportivo intermedio

- **ZONA EP-CRE**

Cultural y religioso primario

- **ZONA R-7**

Zona residencial de 400-700 hab/Ha

- **ZONA ZRU-2 / PE2**

Zonas protectoras de ríos y canales

- **ZONA R4**

Zona residencial de 175-249 hab/Ha

- **ZONA EG-EE**

Educacional general

- **ZONA C-2**

Comercio secundario

- **ZONA EG-MPE:**

Equipamiento general de mercado municipal existente

Puente Valle de Oro Norte

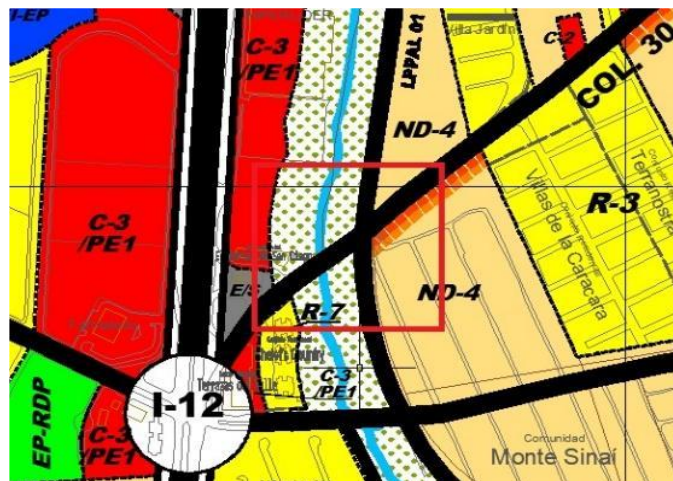


Figura 10. Puente Valle de Oro Norte
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **C-3/PE1**

Comercio general

- **EP-RDP**

Recreacional y deportivo primario

- **C-3/PE1**

Comercio general

- **R-7**

Zona residencial de 400-700 hab/Ha

- **ND-4**

Zona urbanizable de 250 hab/Ha

- **R-3**

Zona residencial de 125-174 hab/Ha

- **C-2**

Comercio secundario

- **E/S**

Estación de servicio

- **R-4**

Zona residencial de 175-249 hab/Ha

Puente Valle de Hyperlider

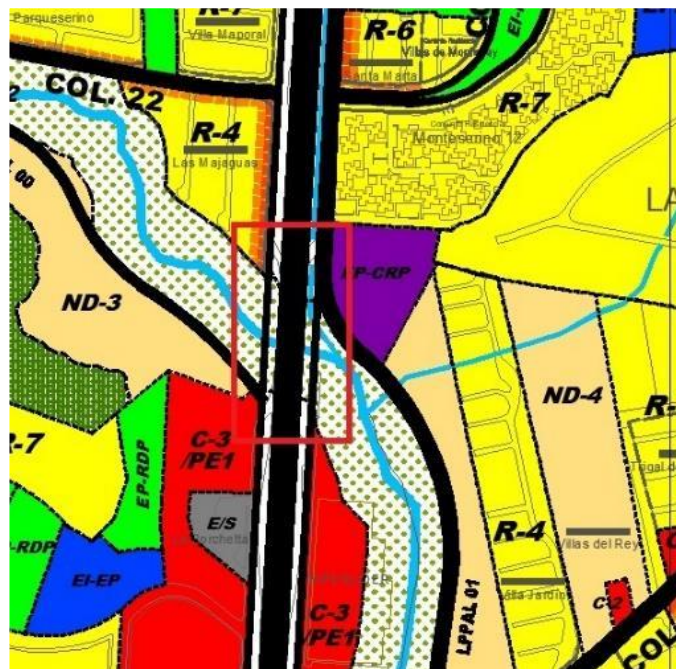


Figura 11. Puente Valle de Hyperlider
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **EP-CRP**

Cultural y religioso primario

- **R-4**

Zona residencial de 175-249 hab/Ha

- **R-7**

Zona residencial de 400-700 hab/Ha

- **R-6**

Zona residencial de 350-399 hab/Ha

- **EI-RDE**

Recreacional y deportivo intermedio

- **EG-MPE**

Equipamiento general de mercado municipal existente

- **EI-EE**

Educacional intermedio

- **E/S**

Estación de servicio

- **C-3/PE1**

Comercio general

- **EP-RDP**

Recreacional y deportivo primario

- **EI-EP**

Educacional intermedio

Puente las Morochas

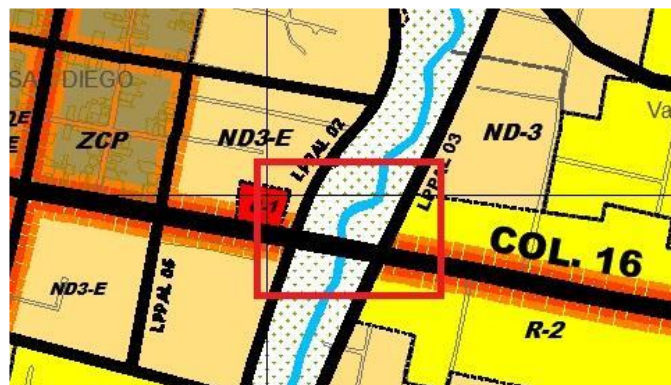


Figura 12. Puente las Morochas
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **R-2**
Zona residencial de 100-124 hab/Ha
- **ND3**
Zona urbanizable de 250 hab/Ha
- **R-4**
Zona residencial de 175-249 hab/Ha
- **C-1**
Comercio primario
- **ZCP**
Zona casco pueblo de San Diego
- **EP-RDE**
Recreacional y deportivo primario
- **EP-EE**
Educativo primario
- **R1**
Zona residencial de 99 hab/Ha

Puente las Morochas

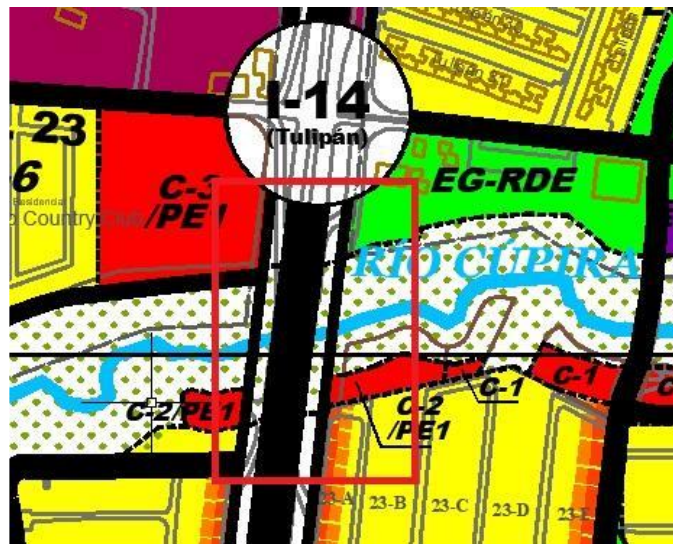


Figura 13. Puente las Morochas
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **EG-RDE**
Recreacional y deportivo general
- **C-3**
Comercio general
- **C-2**
Comercio secundario
- **C-1**
Comercio primario
- **CSM**
Centro de Servicios Metropolitanos
- **R-7**
Zona residencial de 400-700 hab/Ha
- **EG-RDE**
Recreacional y deportivo general
- **R-6**
Zona residencial de 350-399 hab/Ha
- **EG-RDP**
Recreacional y deportivo general
- **EI-CRP**
Cultural y religioso intermedio

Puente las Josefinas

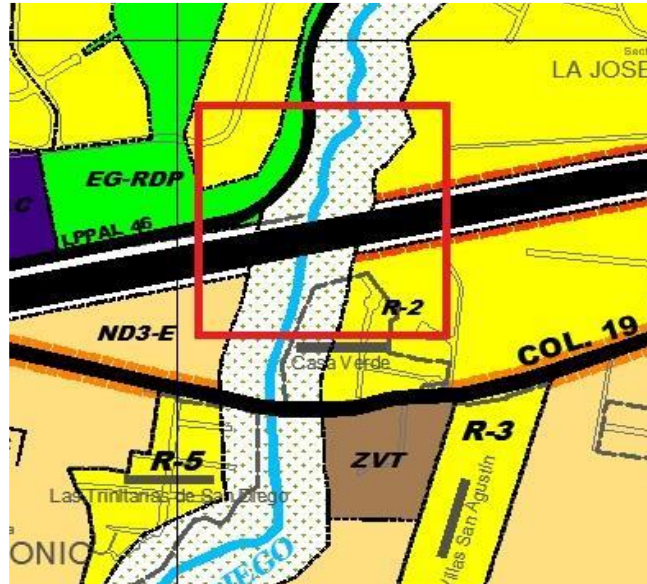


Figura 14. Puente las Josefinas
Fuente: PDUL del Municipio San Diego

- **R-2**
Zona residencial de 100-124 hab/Ha
- **R-3**
Zona residencial de 125-174 hab/Ha
- **ZVT**
Zona de valor tradicional
- **ND3-E**
Zona urbanizable de 200 hab/Ha
- **R-5**
Zona residencial de 125-174 hab/Ha
- **EG-RDP**
Recreacional y deportivo general
- **ND2**
Zona urbanizable de 150 hab/Ha

La zonificación de los puentes es fundamental para el desarrollo de un plan de mantenimiento, esto debido a que se puede estimar en promedio o una actividad de tránsito que

atraviesan diariamente dichos puentes, a qué tipos de vehículos de diferentes ejes están sometidos los puentes, el flujo de persona que transitan el puente y así poder tomar en cuenta ciertas técnicas para aplicar en el plan de mantenimiento.

4.1.4. Levantamiento de la información topográfica

El levantamiento de información topográfica emerge como un componente esencial en la planificación y ejecución de proyectos que requieren un conocimiento detallado del terreno. Este proceso meticuloso no solo implica la recopilación de datos geográficos, sino también la representación precisa de las características del relieve. Entre las variables cruciales a considerar, se encuentran el sector, las curvas de nivel, la cota mayor y la cota menor, elementos fundamentales que proporcionan una comprensión completa y detallada del entorno.

El concepto de sector se convierte en una pieza clave al delimitar áreas específicas del terreno, permitiendo una organización efectiva de la información recolectada. Por otro lado, las curvas de nivel ofrecen una representación gráfica detallada de las variaciones altimétricas, proporcionando información crucial sobre la topografía del área estudiada.

La cota mayor y la cota menor, en conjunto, revelan la amplitud vertical del terreno, destacando las elevaciones máximas y mínimas presentes. Esta información resulta vital en la toma de decisiones relacionadas con la ingeniería y diseño de proyectos, garantizando que se tengan en cuenta las características topográficas específicas del lugar. (Ver figura 16).

- Puente de Valle de Oro Sur

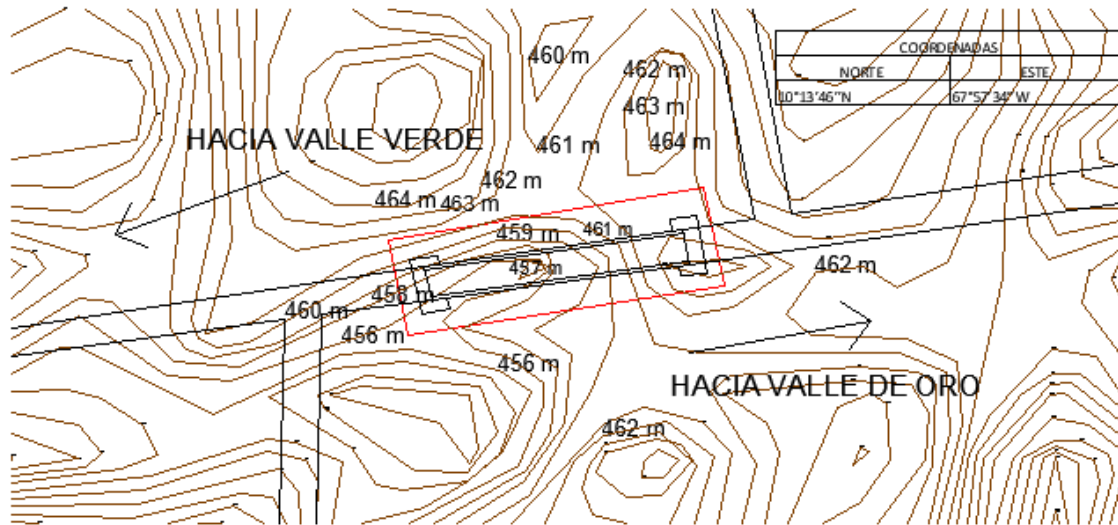


Figura 15. Puente de Valle de Oro Sur
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- Puente de Valle de Oro Norte

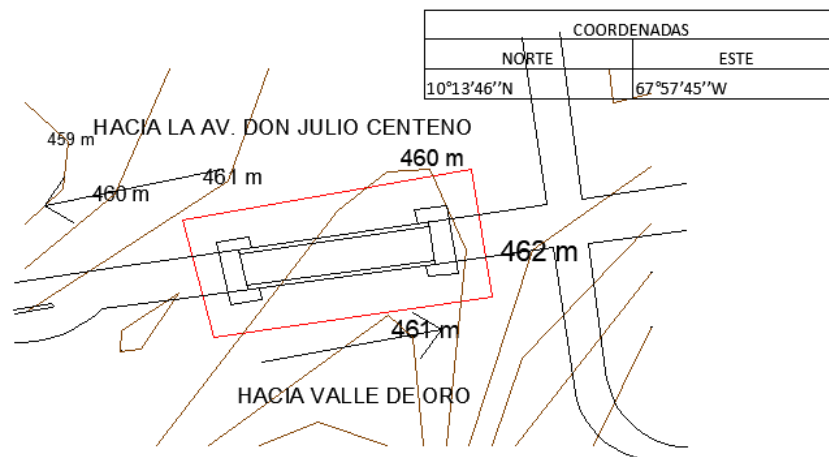


Figura 3. Puente de Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- Puente El Portal

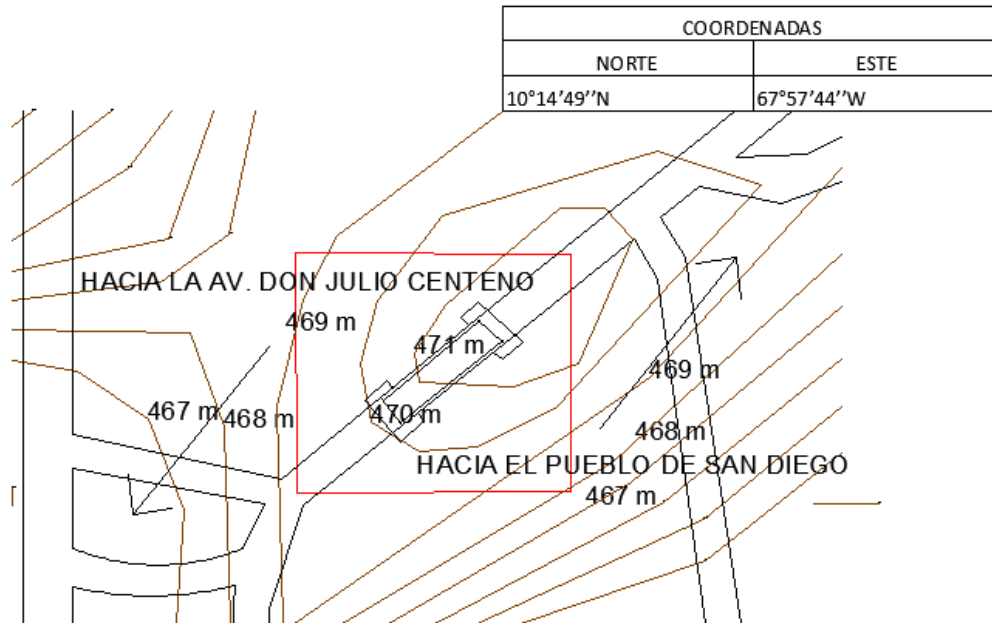


Figura 16. Puente El Portal
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- Puente del Hyperlider

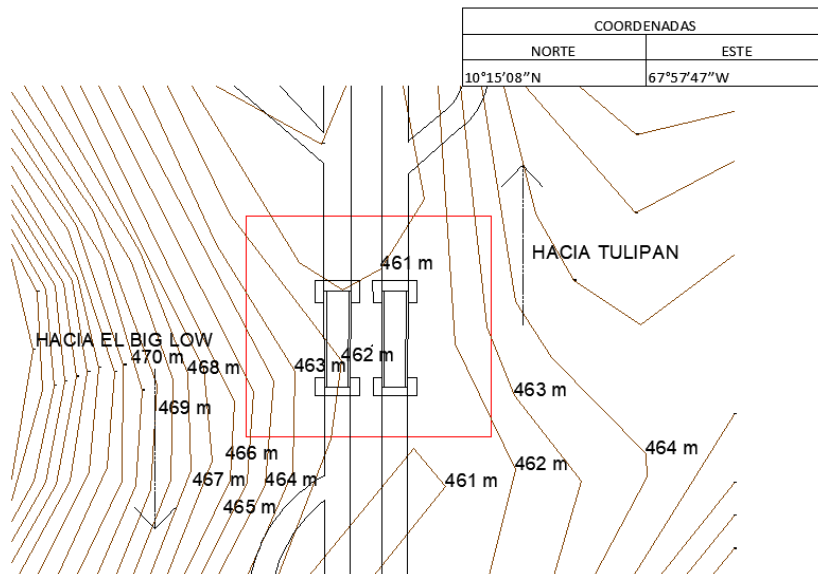


Figura 17. Puente del Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- Puente Las Morochas

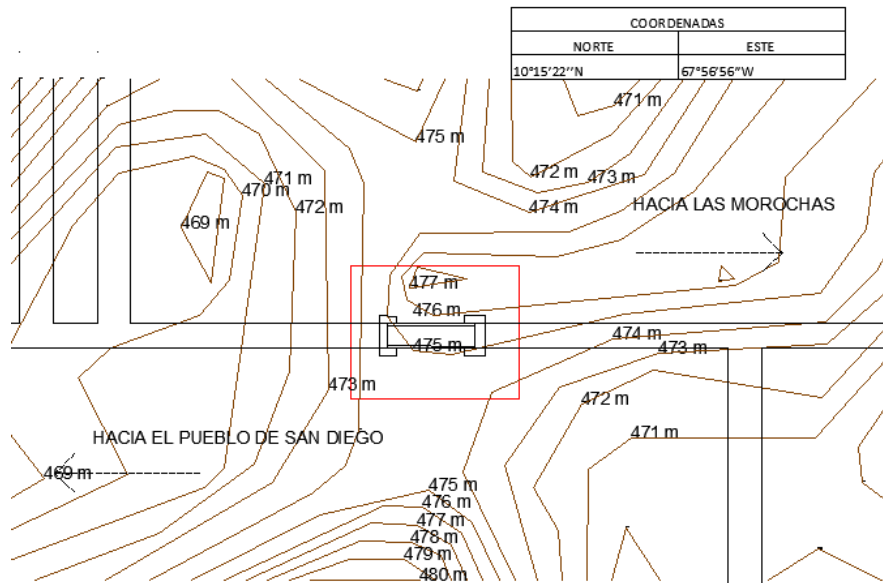


Figura 18. Puente Las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- Puente Los Tulipanes

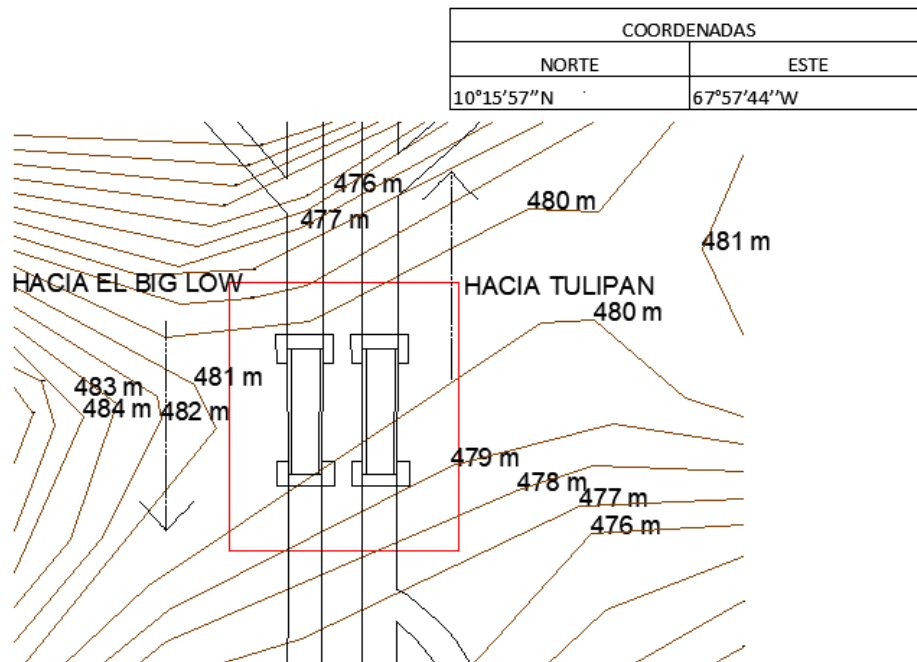


Figura 19. Puente Los Tulipanes

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

- **Puente Las Josefinas**

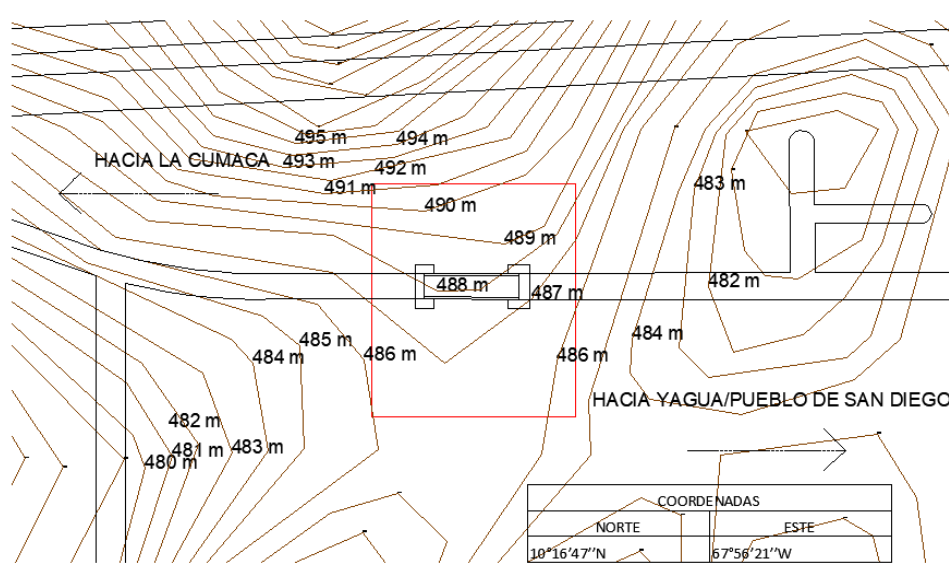


Figura 20. Puente Las Josefinas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.1.5. Perfiles longitudinales de los puentes.

La toma de perfiles longitudinales en un plan de mantenimiento de puentes sobre ríos es esencial para evaluar el estado de la infraestructura, identificar problemas estructurales ocultos y planificar reparaciones y mantenimiento. Estos perfiles permiten optimizar la asignación de recursos, prevenir problemas futuros y cumplir con regulaciones de seguridad vial. Brindan información como la diferencia de cotas entre la calzada del puente y la cota terreno, sumamente importante para el estudio de los taludes en el caso de que algún puente presente esa falla.

- Puente de Valle de Oro Sur

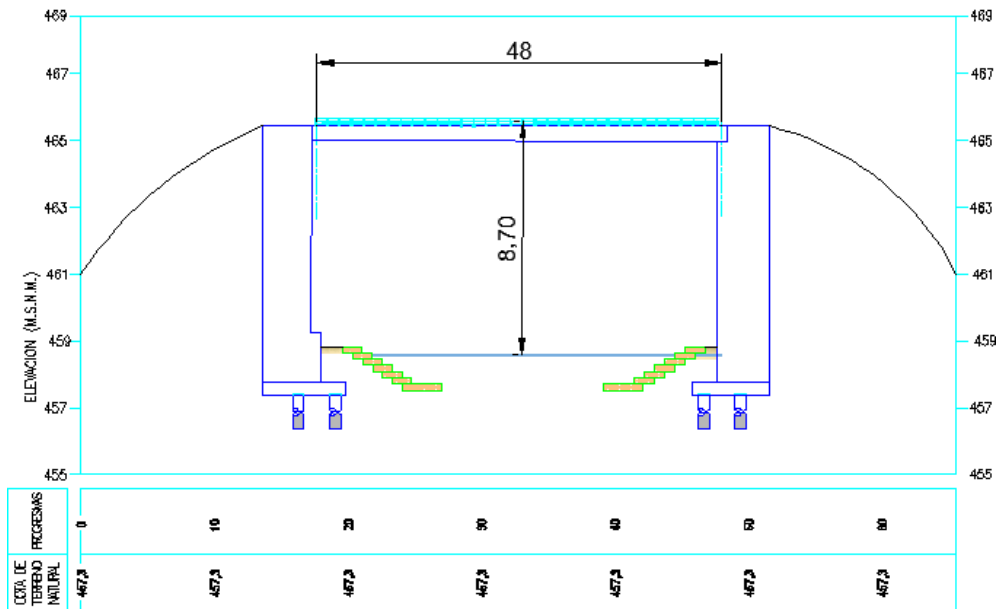


Figura 21. Puente de Valle de Oro Sur
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

El siguiente plano longitudinal nos da información muy relevante. Entre ellos la cota en la que se encuentran fijada las bases o pilares del puente a estudiar, como también longitudes transversales y longitudinales como lo es, la flecha del puente el cual nos dio 8.70m de distancia entre el tablero del puente y la superficie del río, así como una luz de pilar a pilar de 48m.

- Puente de Valle de Oro Norte

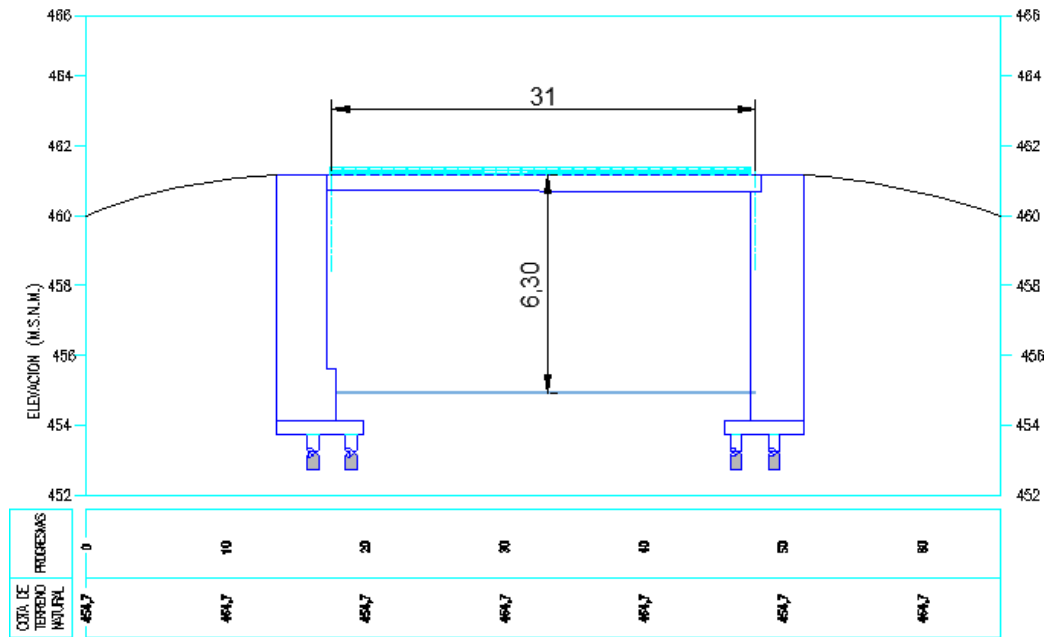


Figura 22. Puente de Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 31 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el rio: 6.30 m.
- Nivel de cota (Pilar): 454 M.S.N.M.

- Puente El Portal

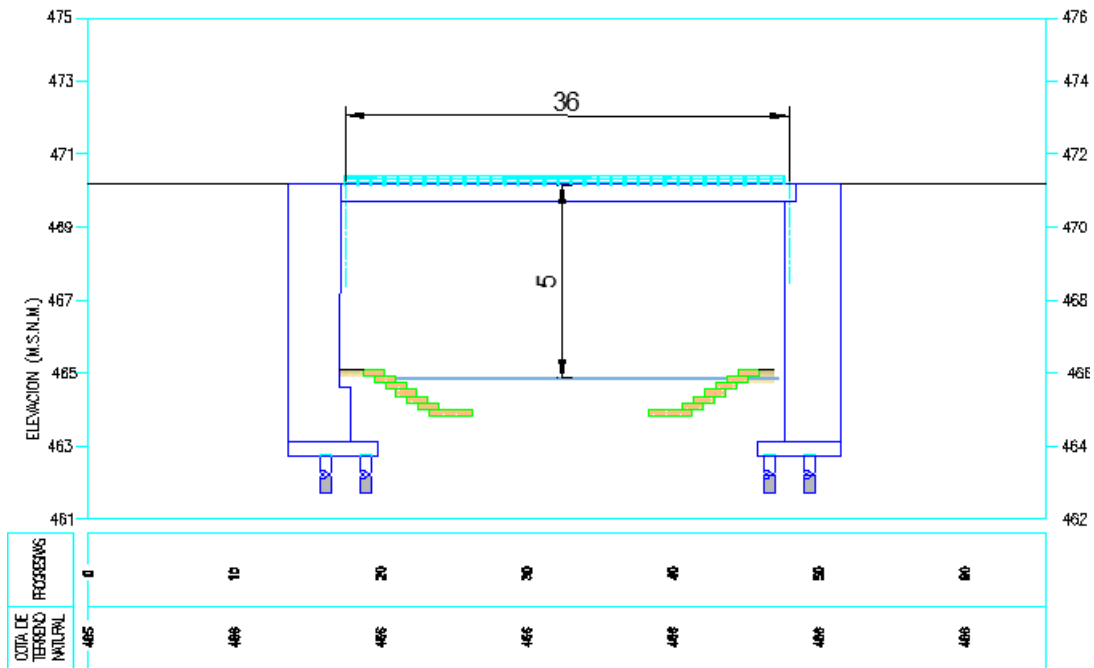


Figura 23. Puente El Portal
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 36 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el río: 5 m.
- Nivel de cota (Pilar): 463 M.S.N.M.

- Puente del Hyperlider

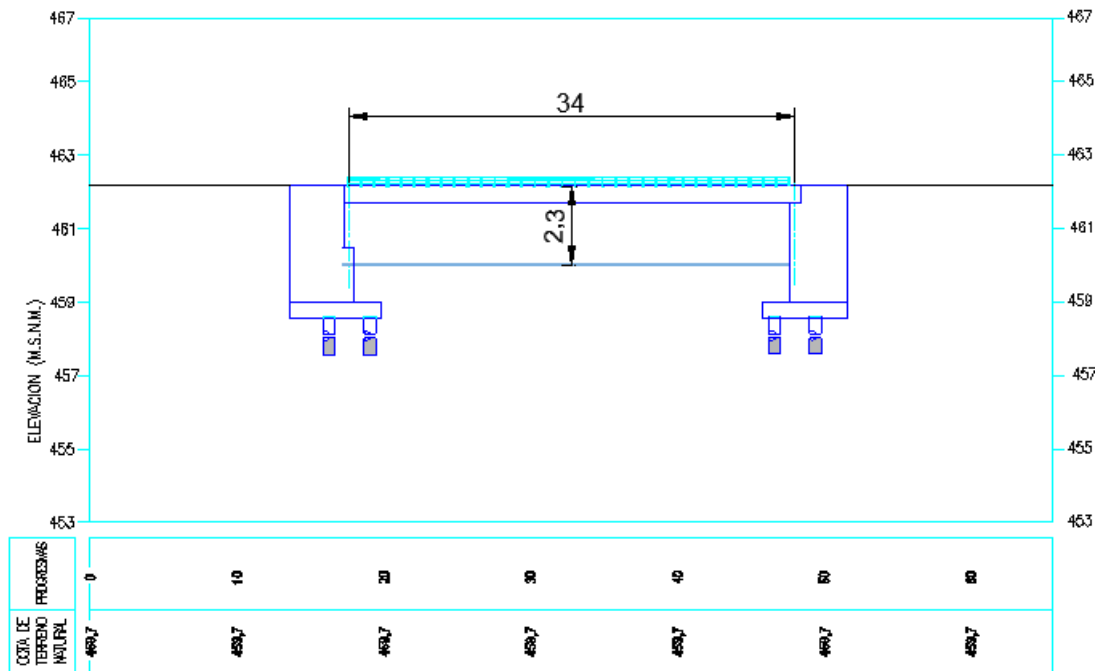


Figura 24. Puente del Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 34 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el rio: 2.30 m.
- Nivel de cota (Pilar): 459 M.S.N.M.

- **Puente Las Morochas**

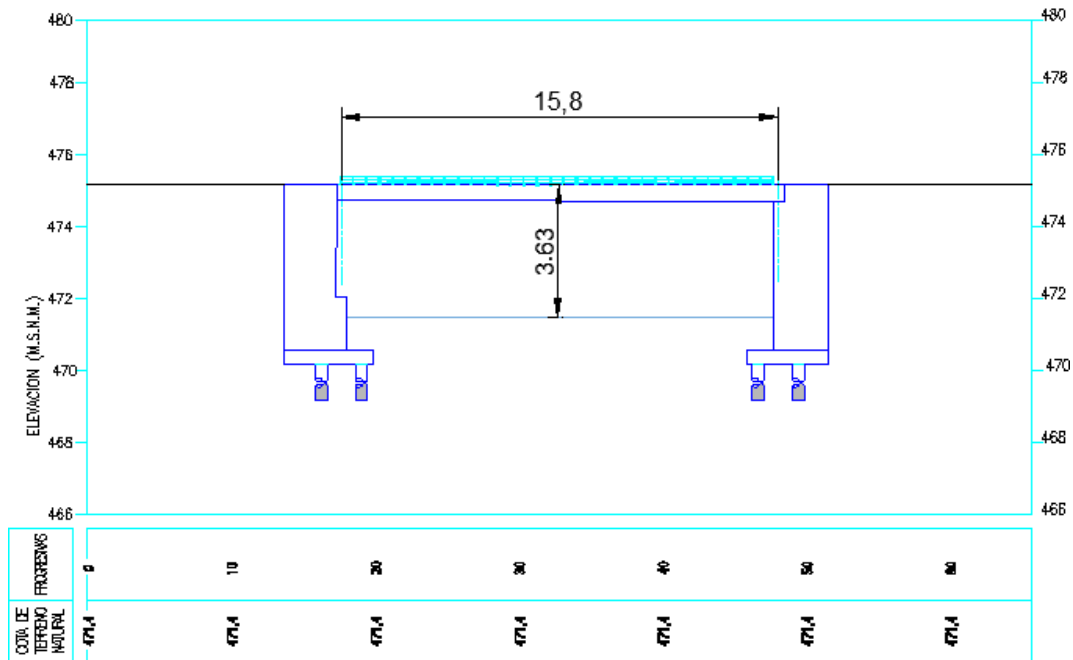


Figura 25. Puente Las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 15.8 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el rio: 3.36 m.
- Nivel de cota (Pilar): 470 M.S.N.M.

- Puente Los Tulipanes

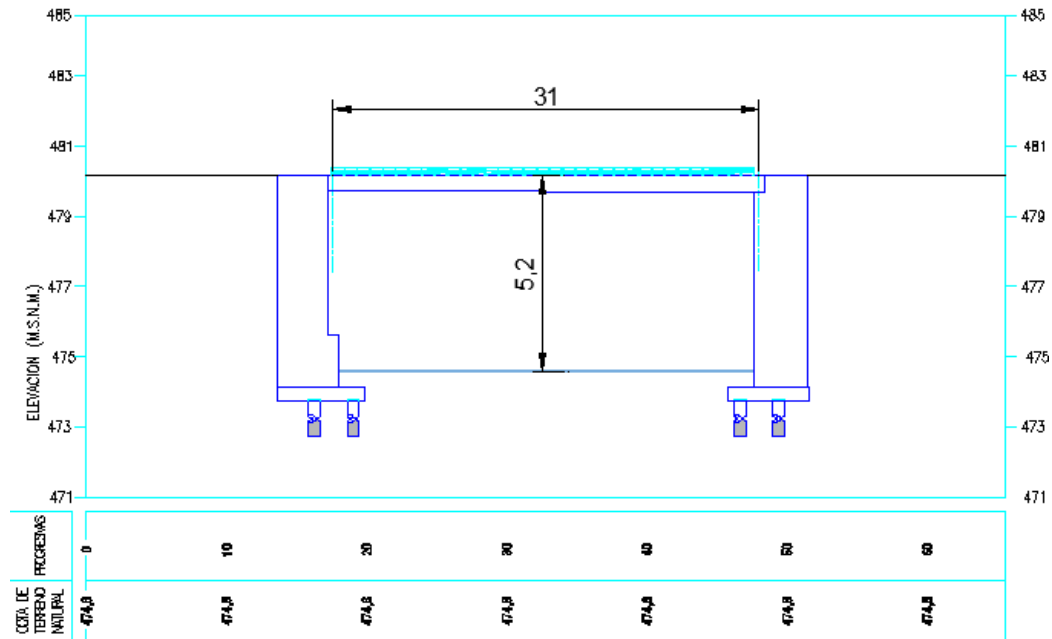


Figura 26. Puente Los Tulipanes
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 31 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el rio: 5.20 m.
- Nivel de cota (Pilar): 474 M.S.N.M.

- Puente Las Josefinas

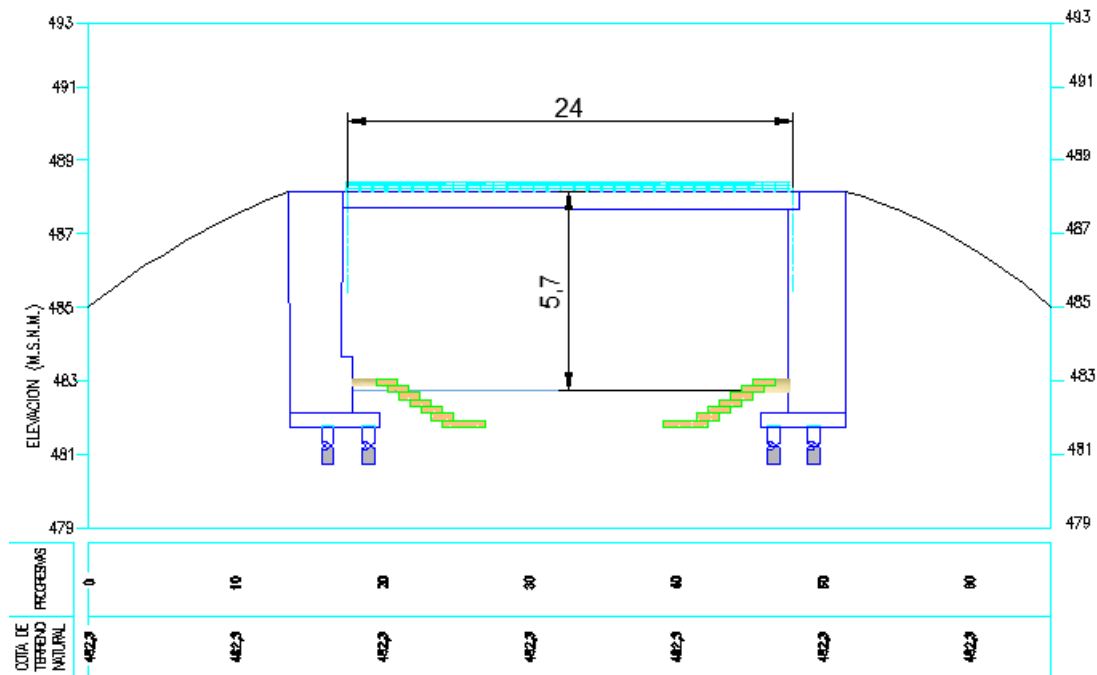


Figura 27. Puente Las Josefinas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Datos extraídos:

- Luz entre pilar y pilar: 24 m.
- Flecha entre el tablero del puente y superficie el rio: 5.70 m.
- Nivel de cota (Pilar): 483 M.S.N.M.

4.1.6. Realizar inspecciones detalladas de los puentes, identificar daños, deformaciones o deterioro en la estructura de los puentes.

La seguridad y la funcionalidad de los puentes son pilares fundamentales en la infraestructura civil que sustenta a las comunidades. Sin embargo, como con cualquier estructura expuesta a las inclemencias del tiempo, el tráfico constante y el paso del tiempo, los puentes pueden sufrir desgaste, daños y deformaciones que amenazan su integridad. En esta fase de investigación, se realizaron inspecciones detalladas de los puentes para así poder detectar de manera precisa cualquier signo de deterioro o deformación en su estructura.

El proceso de inspección detallada no es simplemente un ejercicio de observación superficial, sino un análisis minucioso que involucra técnicas y tecnologías avanzadas. A través de la evaluación de componentes clave, como vigas, pilares, cimientos y sistemas de soporte, el

objetivo es identificar cualquier daño, corrosión, grietas u otros problemas.

Los días 26/07/2023 y 21/09/2023 se realizaron dichas inspecciones en los puentes: Valle de oro norte, valle de oro sur, el portal, las morochas, hyperlider, las josefinas y las morochas, que dieron como resultado los siguientes diagnósticos:

PUENTE VALLE DE ORO NORTE

Tabla 2. Tablero del puente valle de oro norte.

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE VALLE DE ORO NORTE.	CORROSIÓN DEL ACERO Y FILTRACIÓN POR SISTEMA DE DRENAJE EN EL TABLERO DEL PUENTE	
		TABLERO DEL PUENTE

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
Inspección realizada el (26/07/2023)

PUENTE EL PORTAL

Tabla 3. Baranda para contención vehicular

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE EL PORTAL	DAÑOS EN LA BARANDA VEHICULAR, CORROSIÓN Y EXPOSICIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.	
		BARANDA PARA CONTENCIÓN

		VEHICULAR
--	--	-----------

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
Inspección realizada el (26/07/2023)

PUENTE HYPERLIDER

Tabla 4. Sección transversal del rio

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE HYPERLIDER	ACUMULACIÓN DE SEDIMENTOS GRUESOS, FINOS, ORGÁNICOS Y MATERIALES DISUELTOS.	 SECCIÓN TRANSVERSAL DEL RIO

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
Inspección realizada el (21/09/2023)

Tabla 4. Carpeta asfáltica del puente

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE HYPERLIDER	FALLA DE GRIETA TRANSVERSAL Y FALLA EN LOS APOYOS DE NEOPRENOS DEBIDO A LA CRECIENTE DEL RIO.	 CARPETA ASFÁLTICA DEL PUENTE

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
Inspección realizada el (21/09/2023)

Tabla 5. Arqueta (Caja de registro).

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE HYPERLIDER	DESPRENDIMIENTO DE CAJA DE REGISTRO, FALTA DE MANTENIMIENTO A LA MISMA.	
		ARQUETA (CAJA DE REGISTRO)

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
Inspección realizada el (21/09/2023)

Tabla 6. Ribera del río.

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE HYPERLIDER	FALTA DE MURO DE GAVIONES. (CONTROL DE ESCORRENTÍA, CONTROL DE LA EROSIÓN, ESTABILIZACIÓN DE	
		RIBERA DEL RÍO

	TALUDES, CONTROL DE SEDIMENTOS).	
--	----------------------------------	--

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
 Inspección realizada el (21/09/2023)

Tabla 7. Ribera del río.

UBICACIÓN	OBSERVACIÓN	IMAGEN
PUENTE LOS TULIPANES	FALTA DE MANTENIMIENTO EN LAS RIBERAS DEL RÍO, ACUMULACIÓN DE VEGETACIÓN, RESIDUOS, MATERIALES.	 RIBERA DEL RÍO

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)
 Inspección realizada el (21/09/2023)

4.1.7. Analizar la necesidad de rehabilitación o reparación de los puentes.

La evaluación de la necesidad de rehabilitación o reparación de los puentes es un proceso crítico que reviste gran importancia en la gestión de la infraestructura civil. Esta evaluación exhaustiva abarca una variedad de métodos y enfoques, desde inspecciones visuales hasta análisis estructurales avanzados, con el objetivo de determinar la condición actual de un puente, identificar posibles problemas y proponer soluciones para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente.

Para complementar dicho análisis se dejan los siguientes registros fotográficos que afirman el nivel de importancia a atender en los siguientes puentes.



Figura 28. Registro fotográfico.
Autores: Sánchez y Velásquez

En esta investigación, fue de suma importancia analizar la necesidad de rehabilitación o de los puentes, poniendo de relieve la importancia de mantener estas estructuras en buen estado. Se examinaron los métodos utilizados en esta evaluación y cómo estos contribuyen a prolongar la vida útil de los puentes, garantizar la seguridad de quienes los utilizan y preservar la integridad de la infraestructura que es vital para la comunidad del municipio San Diego. Para analizar la necesidad de rehabilitación a los puentes se han tomado los siguientes criterios a evaluar:

Tabla 8. Escala de evaluación importancia del tema.

CALIFICACIÓN	IMPORTANCIA
DESDE 8 HASTA 10	MUY ALTO
DESDE 6 HASTA 8	ALTO
DESDE 4 HASTA 6	MEDIO
DESDE 2 HASTA 4	BAJO
DESDE 0 HASTA 2	MUY BAJO

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Tabla 9. Tabla de observaciones.

PUENTES	OBSERVACIONES					
UBICACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	TRÁFICO Y USO	SISTEMAS DE DRENAJE	FACTORES AMBIENTALES	SUPERFICIE DE LA CARRETERA	PROMEDIO
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	4	4	2	4	8	4.4
PUENTE VALLE DE ORO SUR	4	4	2	4	8	4.4
PUENTE EL PORTAL	6	8	6	6	8	6.8
PUENTE HIPERLIDER	10	10	8	10	10	9.6
PUENTE LAS MOROCHAS	4	6	4	6	8	5.6
PUENTE LOS TULIPANES	10	10	8	10	8	9.2
PUENTE LAS JOSEFINAS	4	6	2	4	4	4

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.1.8. Ubicar los sistemas de drenaje y evaluar su impacto en la infraestructura de los puentes.

Los puentes, con su imponente presencia y funcionalidad vital, son una parte fundamental de la infraestructura civil que conecta comunidades y permite la fluidez del tráfico vehicular. Sin embargo, detrás de su arquitectura impecable y su capacidad de carga, existe un componente igualmente crítico, pero a menudo subestimado: los sistemas de drenaje.

La ubicación estratégica y el funcionamiento eficiente de los sistemas de drenaje son esenciales para garantizar la longevidad y la seguridad de los puentes. Estos sistemas se encargan de gestionar las aguas pluviales y las condiciones ambientales, evitando la acumulación de agua que podría erosionar la estructura o comprometer su estabilidad. En esta investigación, se ubicaron los sistemas de drenaje y cómo su diseño y mantenimiento adecuados impactan directamente en la infraestructura de los puentes. (Ver figura 30).

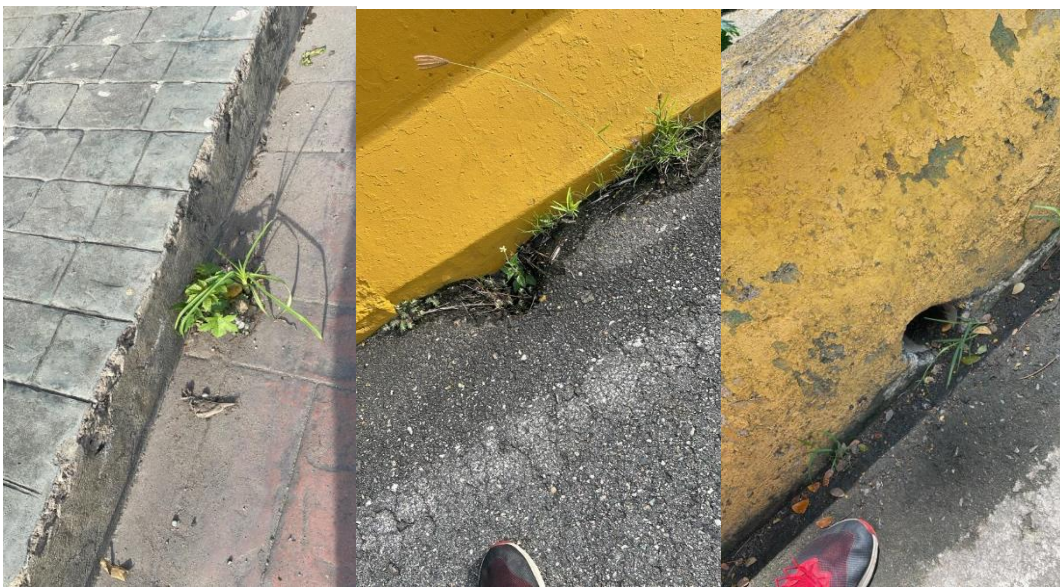


Figura 29. Puente Valle de Oro Norte, Valle de Oro Sur, Las Josefinas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.1.9. Evaluar la movilidad peatonal en los puentes y su entorno.

La importancia de esta investigación radica en el reconocimiento de que los puentes no solo sirven como conexiones vehiculares, sino que también son corredores vitales para los peatones, con un impacto significativo en la accesibilidad y la calidad de vida de las comunidades. Este estudio llevó a cabo observaciones detalladas y registro fotográfico para probar que los peatones

interactúan con la infraestructura de los puentes que se estudiaron en este proyecto.



Figura 30. Paso peatonal en puente El Portal
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.1.10. Evaluar las características actuales de las infraestructuras en los puentes.

Los puentes desempeñan un papel vital en la conectividad y movilidad de las sociedades, facilitando el transporte terrestre y garantizando la seguridad de las personas y bienes que los atraviesan, la eficacia y la durabilidad de estas infraestructuras son de importancia crítica para mantener la integridad de las redes de transporte y para garantizar la seguridad pública. Sin embargo, con el paso del tiempo y la exposición a diversas condiciones ambientales y cargas, los puentes pueden experimentar desgaste, deterioro y daños que requieren atención (Ver tabla 11).

Tabla 10. Características de Infraestructuras en Puentes

CARACTERÍSTICAS DE INFRAESTRUCTURAS EN PUENTES						
PUENTES	BARANDILLAS	ILUMINACIÓN	DRENAJE	SEÑALIZACIÓN VIAL	ACCESO PEATONAL	CARPETA ASFÁLTICA
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	NO	SI	SI/ ME	NO	SI	SI/ ME
PUENTE VALLE DE ORO SUR	NO	SI	SI	SI	SI	SI
PUENTE EL PORTAL	SI/ ME	NO	SI/ ME	NO	NO	SI/ ME
PUENTE DE HYPERLIDER	NO	SI	NO	SI	NO	SI
PUENTE DE LAS MOROCHAS	SI	SI	SI/ ME	NO	SI	SI/ ME
PUENTE LOS TULIPANES	SI/ ME	SI	NO	SI	SI/ ME	SI
PUENTE LAS JOSEFINAS	NO	NO	SI/ ME	SI	NO	SI

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

(Si) Si posee dichas características.

(No) No posee dichas características.

(ME) Se encuentran en mal estado.

4.2. Fases II. "Evaluación de los elementos que impactan en los planes de mantenimiento y rehabilitación de puentes"

4.2.1. Evaluar las condiciones estructurales y su uso integral.

La integridad y el rendimiento de los puentes son aspectos cruciales para garantizar la seguridad de la infraestructura vial y la protección de quienes la utilizan. Con el paso del tiempo, la exposición a factores ambientales adversos, las cargas de tráfico constantes y las tensiones estructurales, los puentes pueden experimentar desgaste, deterioro y posibles daños ocultos. La fase de evaluación de las condiciones estructurales y funcionales de los puentes representa un paso fundamental en el proceso de inspección y rehabilitación, ya que proporciona información esencial sobre la seguridad, capacidad de carga y estado general de la infraestructura.

Esta fase de evaluación se enfoca en dos aspectos principales:

Condiciones Estructurales: En este aspecto, se realiza una evaluación visual de la integridad física del puente. Esto incluye la inspección de elementos estructurales, como vigas, pilares, cimientos y conexiones, con el fin de identificar cualquier daño, corrosión, deformación o debilidad que pueda afectar la estabilidad de la infraestructura (Ver tabla 12).

Uso integral: Los puentes se convierten en elementos fundamentales para la conectividad, la economía y la seguridad. En cuanto a la conectividad, los puentes se presentan como arterias vitales que facilitan la movilidad de personas y mercancías, promoviendo el crecimiento económico y la interconexión regional (Ver tabla 12).

Tabla 11. Condiciones Estructurales

CONDICIONES ESTRUCTURALES				
PUENTES	VIGAS	PILARES	CIMENTOS	CONEXIONES
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	SD	SD	SD	SD
PUENTE VALLE DE ORO SUR	SD	SD	SD	SD
PUENTE EL PORTAL	SD	SD	SD	SD
PUENTE DE HYPERLIDER	SD	SD	SD	SD
PUENTE DE LAS MOROCHAS	SD	SD	SD	SD
PUENTE LOS TULIPANES	SD	SD	SD	SD

PUENTE LAS JOSEFINAS	SD	SD	SD	SD
----------------------	----	----	----	----

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

(CD) Con daños. Corrosión, deformación o debilidad que pueda afectar la estabilidad de la infraestructura.

(SD) Sin daños.

Durante el proceso de inspección de los puentes, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de su estado estructural y se registraron observaciones detalladas. Los resultados de esta inspección revelaron que ninguno de los puentes inspeccionados presentaba fallas estructurales significativas. Esto se refleja claramente en el cuadro de evaluación, que demuestra que todos los puentes cumplen con las condiciones necesarias para ser considerados en un buen estado en cuanto a sus elementos particulares, como vigas, pilares, cimientos y conexiones.

La importancia de este hallazgo no puede subestimarse, ya que garantiza la seguridad y la funcionalidad de estas cruciales estructuras de transporte. La integridad de las vigas y pilares, así como la solidez de los cimientos, son aspectos fundamentales para prevenir posibles colapsos o daños graves en los puentes. Además, la calidad de las conexiones entre los componentes estructurales es esencial para mantener la estabilidad y la durabilidad a lo largo del tiempo.

- **Movilidad urbana:** En áreas urbanas, los puentes son cruciales para la movilidad de personas y vehículos, aliviando la congestión del tráfico y permitiendo el acceso a diferentes partes de la ciudad. Estas estructuras ofrecen conexiones esenciales que facilitan desplazamientos rápidos y eficientes en entornos urbanos densamente poblados. Además, promueven la interconexión de vecindarios y facilitan el acceso a servicios, lugares de trabajo y centros de entretenimiento, mejorando la calidad de vida en áreas metropolitanas.
- **Facilitación del comercio:** Los puentes permiten el transporte de mercancías por carretera y ferrocarril, lo que es esencial para el comercio y la economía. Con su capacidad para cruzar ríos, valles y otras barreras geográficas, los puentes desempeñan un papel fundamental en la logística y el suministro de productos a nivel local y global. Contribuyen a la competitividad económica al garantizar el flujo eficiente de bienes y servicios.
- **Acceso a áreas remotas:** En zonas rurales o montañosas, los puentes pueden ser la única forma de acceso confiable a comunidades aisladas. Estas estructuras proporcionan vínculos esenciales que conectan regiones remotas con el resto del mundo. Facilitan el acceso a servicios de salud, educación y oportunidades económicas, reduciendo el aislamiento de

comunidades que de otro modo serían inaccesibles.

- **Conducción de servicios públicos:** Los puentes a menudo transportan líneas de agua, alcantarillado, gas y cables de comunicación, lo que es fundamental para el suministro de servicios públicos a comunidades. Además de su función de transporte, los puentes sirven como corredores para servicios esenciales. Al albergar infraestructuras de servicios públicos, garantizan la distribución eficiente de agua, energía, telecomunicaciones y otros servicios esenciales.
- **Puentes peatonales y para ciclistas:** Ofrecen un paso seguro a los peatones y ciclistas, promoviendo la movilidad sostenible y la seguridad. Estos puentes son fundamentales para promover modos de transporte más sostenibles y saludables. Ofrecen rutas seguras para caminar y andar en bicicleta, reduciendo la dependencia de los automóviles y fomentando la movilidad activa, lo que contribuye a la salud y la reducción de la contaminación del aire.
- **Control de inundaciones:** Al elevar carreteras y vías férreas sobre áreas inundables, los puentes pueden ayudar a prevenir inundaciones y proteger la infraestructura. Los puentes desempeñan un papel esencial en la gestión de recursos hídricos al permitir que las vías de transporte atraviesen áreas propensas a inundaciones. Esto reduce los riesgos de daños a la infraestructura y protege a las comunidades de los impactos devastadores de las inundaciones.

Tabla 12. Uso integral

Uso integral						
puentes	movilidad urbana	facilitación del comercio	acceso a áreas remotas	conducción de servicios públicos	puentes peatonales y para ciclistas	control de inundaciones
puente valle de oro norte	si	no	si	no	si	si
puente valle de oro sur	si	no	si	si	no	si
puente el portal	si	si	si	no	no	si
puente de hyperlider	si	si	no	si	no	si
puente de las morochas	si	si	si	si	si	si
puente los tulipanes	si	si	no	si	no	si
puente las josefinas	si	no	si	si	no	si

(Si) Si posee dicho uso integral.

(No) No posee dicho uso integral.

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.2.2 Analizar el historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes.

Los puentes, como activos críticos de infraestructura, requieren un mantenimiento constante y, en ocasiones, reparaciones para asegurar su funcionamiento seguro y eficiente a lo largo del tiempo. El estudio del historial de mantenimiento y las intervenciones de reparación previas en puentes es un componente esencial en la gestión y la planificación de infraestructura. Este análisis proporciona una visión valiosa sobre el desempeño pasado de los puentes, las estrategias de mantenimiento utilizadas y los desafíos que se han enfrentado.

Esta fase de investigación se enfoca en comprender en profundidad la historia de los esfuerzos de mantenimiento y reparación aplicados a los puentes que se encuentran en estudio, se exploraron los registros, informes y documentación relacionada con inspecciones anteriores, proyectos de rehabilitación y reparaciones, y cualquier acción de mantenimiento periódico realizada. El análisis de este historial arrojó a la luz varios aspectos clave:

- **Fecha del último mantenimiento:** La fecha del último mantenimiento de un puente es un dato de vital importancia en la gestión de infraestructura y la preservación de activos. Representa un punto de referencia crítico que nos permite evaluar el estado actual de la estructura y planificar las acciones futuras necesarias para mantener su integridad y funcionalidad.
- **Efectividad del Mantenimiento:** La evaluación de la efectividad del mantenimiento es una etapa crítica en la gestión de puentes. En esta fase, se analizan y valoran las estrategias y actividades de mantenimiento implementadas previamente para determinar su éxito en la preservación de la infraestructura del puente. Este proceso incluye la revisión de registros de mantenimiento, inspecciones anteriores y datos de desempeño del puente. La efectividad del mantenimiento se mide en función de su capacidad para mantener la funcionalidad, la seguridad y la durabilidad de la estructura, y se utiliza para ajustar y mejorar las futuras estrategias de mantenimiento.
- **Identificación de Patrones de Deterioro:** La identificación de patrones de deterioro es una tarea esencial en la gestión de puentes. Durante esta fase, se examinan minuciosamente los datos recopilados para descubrir tendencias o problemas recurrentes que puedan estar afectando la infraestructura. Estos patrones pueden incluir tipos específicos de daño, áreas críticas de deterioro o factores ambientales que influyen en el estado del puente. La identificación de patrones de deterioro ayuda a comprender mejor las necesidades actuales del puente y a enfocar los esfuerzos de mantenimiento en áreas críticas.
- **Evaluación del Costo-Beneficio:** La evaluación del costo-beneficio es una fase clave en la toma de decisiones en la gestión de puentes. En este proceso, se analiza el costo de las intervenciones de mantenimiento y reparación en comparación con los beneficios que aportan en términos de prolongación de la vida útil y la seguridad del puente. Se consideran tanto los costos directos de las acciones de mantenimiento como los beneficios, como la extensión de la vida útil de la infraestructura, la reducción de los riesgos para los usuarios

y la disminución de los costos a largo plazo. La evaluación del costo-beneficio permite tomar decisiones informadas sobre las inversiones en mantenimiento y la asignación de recursos limitados.

Tabla 13. Historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes

Historial de mantenimiento y reparaciones previas de los puentes				
puentes	fecha del último mantenimiento	efectividad del mantenimiento	identificación de patrones de deterioro	evaluación del costo-beneficio
puente valle de oro norte	septiembre de 2019	fortalecer las estructuras de soporte y mejorar el sistema de drenaje.	erosión en las bases de los pilares debido a la sedimentación durante las lluvias intensas.	la efectividad de las mejoras ha sido notable, justificando la inversión.
puente valle de oro sur	junio de 2018	renovación de la superficie de la carretera y la reparación de las barandillas.	erosión en los taludes cercanos al río debido a las fuertes lluvias y el desgaste en la superficie de la carretera.	la mejora en la seguridad y la reducción del riesgo de accidentes compensa el gasto.
puente el portal	diciembre de 2019.	fortalecer las bases y los pilares para resistir mejor las crecidas del río.	los patrones de deterioro principales están relacionados con la erosión en las bases.	la efectividad en la prevención de daños graves durante las inundaciones ha justificado el gasto.
puente de hyperlider	noviembre de 2022.	se implementaron mejoras en el sistema de drenaje para controlar el flujo de agua y reducir la erosión en los alrededores del puente.	erosión en los taludes del río y la acumulación de sedimentos en el área circundante.	la prevención de daños estructurales y la mejora de la seguridad han justificado la inversión.

puente de las morochas	agosto de 2018.	fortalecer las bases del puente y la implementación de medidas de control de erosión.	erosión en las bases del puente debido a las crecidas del río y las fuertes lluvias.	la prevención de daños estructurales y la mejora de la seguridad han justificado la inversión.
puente los tulipanes	junio de 2018.	mejoras en el sistema de drenaje para reducir la acumulación de agua en el puente y se repararon las barandillas dañadas.	erosión en los taludes cercanos al río y el desgaste de las barandillas.	la inversión se justifica por la mejora en la seguridad y la prevención de riesgos de accidentes.
puente las josefinas	mayo de 2019.	renovación de la superficie de la carretera y la protección de los taludes contra la erosión.	deterioros notables incluyen la erosión de los taludes cercanos al río y el desgaste en la superficie de la carretera.	la inversión se justifica por la mejora en la seguridad, la reducción del riesgo de accidentes y la conservación a largo plazo de la infraestructura.

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.2.2. Considerar el tráfico vehicular y su impacto en la planificación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación.

Los puentes, como componentes críticos de la infraestructura de transporte, desempeñan un papel fundamental en la conectividad de nuestras comunidades y en la economía en general. Sin embargo, el paso del tiempo y la exposición constante al tráfico vehicular pueden causar desgaste y deterioro en estas estructuras vitales. La planificación y ejecución de actividades de mantenimiento y rehabilitación de puentes son esenciales para preservar su integridad y funcionalidad.

Un aspecto crucial que debe considerarse en la planificación de estas actividades es el tráfico vehicular y su impacto en la circulación y la seguridad de los usuarios de la vía. La gestión efectiva del mantenimiento y la rehabilitación no solo busca mantener la estructura del puente, sino también minimizar las interrupciones en la movilidad y garantizar la seguridad de quienes utilizan las carreteras.

Esta fase de investigación se enfoca en analizar cómo el tráfico vehicular influye en la planificación de actividades de mantenimiento y rehabilitación de puentes. A través del estudio de datos de tráfico y consideración de patrones de uso, se busca abordar los siguientes aspectos clave:

Recopilación de datos de tránsito: La recopilación de datos de tráfico es un paso fundamental en la gestión de puentes. Para comprender plenamente la dinámica del tráfico en y alrededor del puente en estudio, es esencial obtener datos precisos. Esto puede incluir recuentos de tráfico que registran el volumen de vehículos que utilizan el puente en diferentes momentos del día, patrones de flujo que identifican las horas pico de tráfico y tipos de vehículos, como automóviles, camiones o vehículos pesados. Estos datos son fundamentales para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la planificación futura (Ver tabla 15).

Evaluación de desvíos de tránsito: En situaciones en las que se requieren desvíos de tráfico debido a trabajos de mantenimiento o reparaciones en el puente, es esencial planificar rutas alternativas de manera efectiva. Los desvíos deben ser diseñados para minimizar las interrupciones en el flujo de tráfico y garantizar la seguridad de los conductores. Además, es importante comunicar claramente los cambios a los conductores a través de señalización adecuada y campañas de concientización pública. La planificación y ejecución exitosa de desvíos de tráfico contribuyen a reducir las molestias para los usuarios del puente (Ver tabla 16).

Aumento de la congestión: Durante cierres de carriles programados o el cierre completo del puente para realizar trabajos de mantenimiento, es común que se produzca un aumento de la congestión en las carreteras y vías circundantes. Este aumento en la congestión puede afectar negativamente la movilidad en toda la región, generando retrasos y tiempos de viaje más largos para los usuarios. La planificación cuidadosa de los horarios y estrategias de mantenimiento puede ayudar a mitigar estos efectos y minimizar las interrupciones en la movilidad de la comunidad.

Estos son factores que pueden influir en la aplicación del plan de mantenimiento sobre puentes, todo va a variar con consideración al plan de mantenimiento aplicado sobre la sección del puente, algunos de estos pueden ocupar toda la sección del puente o el cierre de algunos carriles para ejecutar el mantenimiento, las complicaciones se pueden dar por la misma congestión de vehículos sobre el puente, las cargas aplicadas, las vibraciones son variantes que pueden afectar el mantenimiento del mismo al igual que la seguridad de los trabajadores esto a que no cuentan con un área libre de trabajo, debido al paso vehicular y peatonal sobre el puente.

Tabla 14. Recopilación de Datos de Tráfico por hora

RECOPIACIÓN DE DATOS DE TRÁFICO POR HORA			
PUENTES	VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS	TOTAL, DE VEHÍCULOS
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	482	16	498
PUENTE VALLE DE ORO SUR	379	12	391
PUENTE EL PORTAL	616	23	639
PUENTE DE HYPERLIDER	923	87	1010
PUENTE DE LAS MOROCHAS	333	27	360
PUENTE LOS TULIPANES	879	101	980
PUENTE LAS JOSEFINAS	578	47	625

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Tabla 15. Conexiones y desvíos

CONEXIONES Y DESVÍOS			
PUENTES	INTERRUPCIONE S EN LA CIRCULACIÓN	AUMENTO DE LA CONGESTIÓN	DESVÍOS DE TRÁFICO
PUENTE VALLE DE ORO NORTE	X		X
PUENTE VALLE DE ORO SUR	X		X
PUENTE EL PORTAL	X	X	
PUENTE DE HYPERLIDER	X	X	
PUENTE DE LAS MOROCHAS	X		

PUENTE LOS TULIPANES	X	X	
PUENTE LAS JOSEFINAS	X		

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Considerando los datos establecidos mediante las tablas, los puentes más afectados a la hora de ejecutar un plan de mantenimiento sobre los puentes son: El portal, de hyperlider y los tulipanes, son puentes que cuentan con un gran registro de paso vehicular y peatonal, adicional, no cuentan con vías alternas para aliviar el tráfico vehicular sobre el mismo.

4.2.3. Investigar los recursos, materiales y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y rehabilitación con respecto al plan a ejecutar.

Los puentes desempeñan un papel crucial en la infraestructura de transporte, conectando comunidades, facilitando el comercio y mejorando la movilidad en todo el mundo. Sin embargo, con el paso del tiempo y la exposición constante a las inclemencias del clima y al tráfico vehicular, estos monumentos de ingeniería requieren una atención constante para garantizar su funcionalidad, seguridad y longevidad. La planificación y ejecución exitosa de actividades de mantenimiento y rehabilitación son fundamentales para preservar la integridad de estas estructuras vitales.

En esta fase de investigación, se adentra en el mundo de los recursos y equipos necesarios para llevar a cabo tareas de mantenimiento y rehabilitación en puentes. La gestión adecuada de estos recursos es esencial para garantizar que las operaciones se lleven a cabo de manera eficiente, segura y efectiva. Al abordar esta etapa, se exploraron los siguientes aspectos clave:

Identificación de Tareas de Mantenimiento y Rehabilitación: Comienza por enumerar y describir las tareas de mantenimiento y rehabilitación específicas que se requieren para los puentes de estudio. Esto puede incluir tareas como inspecciones, reparaciones de pavimentos, pintura, reemplazo de elementos estructurales, etc.

Requisitos de Mano de Obra: La planificación de mantenimiento y rehabilitación de puentes incluye la identificación detallada de los requisitos de mano de obra necesarios para llevar a cabo las tareas. Esto puede abarcar una variedad de roles, como ingenieros civiles encargados de la supervisión y el diseño, técnicos especializados en inspecciones y evaluación estructural,

operarios de maquinaria y personal de construcción que realizan las labores físicas.

Recursos Técnicos: La identificación de recursos técnicos es esencial para garantizar que las tareas de mantenimiento y rehabilitación se lleven a cabo con precisión y eficacia. Esto incluye la selección de herramientas especializadas, equipos de medición, drones para inspección aérea, software de modelado estructural y otros dispositivos técnicos. La elección de estos recursos se basa en la naturaleza de las intervenciones requeridas y su disponibilidad es crucial para la ejecución exitosa de los trabajos.

Materiales y Suministros: La lista de materiales y suministros necesarios es un componente crítico en la planificación de mantenimiento. Esto abarca materiales de construcción, productos químicos de protección, recubrimientos y otros insumos esenciales. La calidad y disponibilidad de estos materiales influyen en la durabilidad y la integridad de la estructura del puente, y su gestión eficiente es clave para el éxito del proyecto de mantenimiento.

Equipos Pesados: En situaciones en las que se requieran operaciones que involucren cargas pesadas o manipulación de grandes estructuras, la identificación y especificación de equipos pesados son cruciales. Esto podría incluir grúas, excavadoras, camiones de transporte de carga, plataformas elevadoras y otros equipos especializados. La elección y programación adecuadas de estos equipos garantizan que las tareas se lleven a cabo de manera segura y eficiente.

Evaluación de Costos: La evaluación de costos es una parte integral de la planificación de recursos. Se calculan los costos asociados con la adquisición, el mantenimiento y la operación de estos recursos y equipos, esto abarca costos de compra, alquiler, así como costos continuos de operación y mantenimiento. La gestión financiera adecuada de estos aspectos es esencial para mantener el presupuesto del proyecto bajo control.

Programación de Recursos: La programación de recursos es una tarea crítica que implica determinar cuándo y dónde se necesitan estos recursos en el transcurso de las tareas de mantenimiento y rehabilitación. Una planificación eficiente de la asignación de recursos ayuda a optimizar los plazos del proyecto y reduce costos innecesarios al evitar demoras y duplicaciones.

Evaluación de la Disponibilidad: Garantizar que los recursos y equipos necesarios estén disponibles y en buenas condiciones de funcionamiento en los momentos precisos es esencial para el éxito del proyecto. Esto implica programar inspecciones y mantenimiento preventivo para mantener el equipo en óptimas condiciones y garantizar que estén listos cuando se necesiten.

Evaluación de la Capacitación del Personal: La capacitación del personal es fundamental para asegurar la seguridad y eficacia de las operaciones que involucran recursos y equipos técnicos. Asegurarse de que el personal esté debidamente capacitado y certificado es esencial. Esto incluye la formación en el uso seguro y eficiente de herramientas y equipos, así como en las mejores prácticas de mantenimiento y rehabilitación. La capacitación garantiza que el personal pueda desempeñar sus funciones de manera competente y segura.

Estos son los aspectos a considerar en el desarrollo de un plan de mantenimiento de acuerdo a las condiciones del puente, el plan puede solicitar diferentes recursos, materiales y equipo para llevar a cabo la implementación del plan de mantenimiento, pueda ser: Estructural, vial, ambiental, hidráulica y suelos.

4.2.4. Evaluar los requisitos normativos y legales relacionados con el mantenimiento y rehabilitación de puentes.

Los puentes son estructuras vitales en la infraestructura de transporte, conectando comunidades y facilitando el flujo de bienes y personas, para asegurar que estos activos sigan siendo seguros y funcionales, es esencial llevar a cabo un mantenimiento y rehabilitación adecuados. Sin embargo, en este proceso, se encuentra con un intrincado entramado de regulaciones legales y normativas que deben ser cuidadosamente evaluadas y cumplidas.

En esta fase de investigación, se estudia el complejo mundo de los requisitos normativos y legales que rigen el mantenimiento y la rehabilitación de puentes. El análisis se centrará en los siguientes aspectos clave:

Normas de Ingeniería y Diseño: La revisión de las normas y estándares de ingeniería es un componente esencial en la planificación de mantenimiento y rehabilitación de puentes. Estas regulaciones establecen los parámetros fundamentales para la construcción, mantenimiento y rehabilitación de puentes. Al seguir estas normas, se garantiza que las operaciones se ejecuten de acuerdo con las mejores prácticas de la industria, lo que es fundamental para la seguridad y la durabilidad de las estructuras.

Reglamentaciones de Seguridad: Las reglamentaciones de seguridad desempeñan un papel crucial en la protección de los usuarios de la vía y de los trabajadores involucrados en el mantenimiento y rehabilitación de puentes. Estas regulaciones pueden abordar pautas para pruebas de carga, inspecciones periódicas y medidas de seguridad necesarias para minimizar riesgos durante las operaciones en el puente. El cumplimiento de estas regulaciones es esencial para

garantizar un entorno de trabajo seguro y la integridad de la infraestructura.

Aspectos Ambientales: La consideración de las regulaciones ambientales es vital en la gestión de puentes. Estas regulaciones abordan la gestión de residuos generados durante las operaciones de mantenimiento, la conservación de recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales. Cumplir con estas regulaciones es fundamental para minimizar el impacto negativo en el entorno natural y garantizar la sostenibilidad de las operaciones de mantenimiento y rehabilitación.

Cumplimiento Local y Regional: Reconocer la importancia del cumplimiento con regulaciones específicas de la ubicación geográfica es esencial. Las regulaciones pueden variar según la jurisdicción local y regional, por lo que es crucial comprender y adherirse a los requisitos específicos de la ubicación del puente. Cumplir con las regulaciones locales garantiza que las operaciones se ajusten a las necesidades y estándares de la comunidad y cumplan con las leyes vigentes en la región.

4.2.6. Analizar los costos asociados al mantenimiento y rehabilitación de puentes y establecer prioridades en base a consideraciones financieras y de seguridad.

La infraestructura de puentes es un activo crítico que asegura la conectividad y la movilidad en nuestras comunidades. Sin embargo, garantizar que estos puentes mantengan su funcionalidad y seguridad a lo largo del tiempo requiere una gestión financiera sólida y estratégica. En esta fase de investigación, se detallan los costos asociados al mantenimiento y la rehabilitación de puentes, y cómo establecer prioridades en función de consideraciones financieras y de seguridad.

Durante este análisis, se abordarán los siguientes aspectos clave:

Costos de Mantenimiento y Rehabilitación: Una parte esencial de la planificación involucra un análisis exhaustivo de los costos relacionados con las operaciones de mantenimiento y rehabilitación de puentes. Esto abarca desde inspecciones regulares y reparaciones menores hasta proyectos de rehabilitación más significativos. Comprender a fondo estos costos es crucial para gestionar eficazmente la infraestructura del puente y asegurar su integridad a lo largo del tiempo.

Presupuesto y Recursos Financieros: La evaluación del presupuesto disponible es un paso fundamental en la planificación de mantenimiento y rehabilitación. Este presupuesto constituye el recurso central para todas las actividades relacionadas con la infraestructura de puentes. Garantizar que haya fondos suficientes para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y rehabilitación es esencial para mantener la seguridad y la funcionalidad continua

de los puentes.

Priorización de Tareas: La priorización de tareas se basa en una combinación de factores, con un enfoque destacado en la seguridad de los usuarios de la vía. Las operaciones críticas que abordan riesgos inmediatos, como daños estructurales o peligros para la circulación, tendrán prioridad para mitigar posibles amenazas a la seguridad pública.

Optimización de Recursos: La búsqueda de estrategias para optimizar el uso de los recursos financieros disponibles es esencial. Esto implica encontrar formas de maximizar el valor de cada dólar invertido, ya sea a través de la implementación de tecnologías eficientes, la selección de materiales de alta calidad o la gestión efectiva de proyectos.

Planificación a largo Plazo: La planificación a largo plazo se centra en la sostenibilidad y en asegurarse de que los puentes sigan cumpliendo su función de manera efectiva en los años venideros. Esto implica la consideración de medidas preventivas y estrategias de mantenimiento a largo plazo para garantizar la durabilidad y la utilidad continua de las estructuras de puente.

Evaluación de Costo-Beneficio: Se realizan estudios de costo-beneficio para evaluar las implicaciones financieras y de seguridad de diferentes enfoques de mantenimiento y rehabilitación. Estas evaluaciones ayudan a determinar la rentabilidad de las inversiones en infraestructura y aseguran que los recursos se asignen de manera eficaz para garantizar la seguridad y la funcionalidad de los puentes.

La gestión financiera efectiva es un componente fundamental en la preservación y el funcionamiento continuo de nuestros puentes. El análisis de costos y la toma de decisiones basadas en seguridad y eficiencia contribuyen a mantener la integridad de estos activos críticos y a garantizar la seguridad de quienes los utilizan.

4.3. Etapa III. Elaboración estratégica de un plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes que se encuentran en el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, Estado Carabobo.

4.3.1. Diseño del plan de mantenimiento y rehabilitación de los puentes, tomando como objetivo principal los factores como: (vialidad, hidráulica, suelos, estructura, gestión ambiental).

4.3.1.1. Plan de mantenimiento vial sobre puentes.

El mantenimiento vial de puentes es esencial para garantizar la seguridad de los usuarios y la durabilidad de las estructuras. Este plan se enfoca en el mantenimiento de la superficie de la carretera y otras áreas relacionadas con la vialidad en puentes.

1. Inspección de la Superficie de la Carretera:

Frecuencia:

- Trimestral.

Actividades:

- Inspección visual de la superficie de la carretera del puente.
- Evaluación de la condición del pavimento, incluyendo grietas, baches y desgaste.

Resultados Esperados:

- Identificación de daños en la superficie de la carretera.
- Documentación fotográfica y registros detallados.

2. Mantenimiento Preventivo de la Superficie de la Carretera:

Frecuencia:

- Semestral.

Actividades:

- Reparación de baches y grietas en la superficie de la carretera.
- Aplicación de capas de sellado o asfalto para prevenir la infiltración de agua.
- Marcado y señalización vial para mejorar la seguridad.

Resultados Esperados:

- Superficie de la carretera en buenas condiciones y segura para los usuarios.

3. Mantenimiento Correctivo de la Superficie de la Carretera:

Frecuencia:

- Según necesidad (basado en inspecciones).

Actividades:

- Reparación de áreas críticas y dañadas en la superficie de la carretera.

- Reemplazo de segmentos de pavimento gravemente deteriorados.
- Reforzamiento de la base de la carretera según sea necesario.

Resultados Esperados:

- Restauración de la superficie de la carretera a un estado seguro y funcional.

4. Programación de Actividades de Mantenimiento Vial:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Establecimiento de un cronograma detallado para las actividades de mantenimiento vial.
- Asignación de presupuesto para cada acción.
- Coordinación con autoridades de tráfico y proveedores de servicios.

Resultados Esperados:

- Planificación efectiva de las actividades de mantenimiento vial a lo largo del año.
- Aseguramiento de recursos financieros y humanos necesarios.

5. Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento Vial:

Frecuencia:

- Cada dos años.

Actividades:

- Análisis de los costos de mantenimiento vial en comparación con los beneficios en términos de seguridad vial y durabilidad de la infraestructura.
- Evaluación de la eficacia de las acciones de mantenimiento vial.

Resultados Esperados:

- Justificación de la inversión en mantenimiento vial.
- Alineación de las acciones con los objetivos de seguridad y sostenibilidad.

Este enfoque en el mantenimiento vial de puentes se traduce en una inversión que no solo tiene repercusiones inmediatas en la seguridad y funcionalidad de la infraestructura, sino que

también aporta beneficios significativos a largo plazo. La superficie de la carretera, al ser la parte más visible y directamente transitada del puente, juega un papel fundamental en la experiencia de conducción de los usuarios. Un pavimento bien mantenido no solo reduce el riesgo de accidentes y garantiza un viaje más suave, sino que también minimiza el desgaste prematuro de los vehículos y mejora la eficiencia del transporte.

Cronograma de actividades (Vialidad)			
N°	Enfoque	Detalle del Plan de Mantenimiento	Fecha recomendada
1	Vialidad	Inspección de la Superficie de la Carretera:	
		· Inspección visual de la superficie de la carretera del puente.	Trimestre 1
		· Evaluación de la condición del pavimento.	Trimestre 2
		· Identificación de daños y documentación fotográfica.	Trimestre 3
2	Vialidad	Mantenimiento Preventivo de la Superficie de la Carretera:	
		· Reparación de baches y grietas.	Semestre 1
		· Aplicación de capas de sellado y marcado vial.	Semestre 2
3	Vialidad	Mantenimiento Correctivo de la Superficie de la Carretera:	
		· Basado en inspecciones: Reparación de áreas críticas y reemplazo de pavimento deteriorado.	Basado en inspecciones
4	Vialidad	Programación de Actividades de Mantenimiento Vial:	
		· Establecimiento de cronograma y asignación de presupuesto.	Anual
5	Vialidad	Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento	

		Vial:	
		· Cada dos años: Análisis de costos y beneficios.	Cada dos años

4.3.1.2. Plan de Mantenimiento Hidráulico de Puentes

La gestión adecuada de los aspectos hidráulicos en los puentes desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad y funcionalidad de estas estructuras clave. Los puentes, al cruzar ríos, arroyos y cuerpos de agua, se encuentran expuestos a desafíos específicos relacionados con la hidráulica, como la erosión, el control de inundaciones y el mantenimiento de los sistemas de drenaje. Este plan integral de mantenimiento hidráulico se enfoca en abordar estos aspectos críticos para asegurar la seguridad de los usuarios y la preservación a largo plazo de la infraestructura de puentes.

1. Inspección del Sistema de Drenaje:

Frecuencia:

- Semestral.

Actividades:

- Inspección visual de los sistemas de drenaje, incluyendo desagües, tuberías y canaletas.
- Evaluación de la eficacia de los sistemas de drenaje en la eliminación de agua de lluvia y desagüe.

Resultados Esperados:

- Identificación de obstrucciones, acumulación de sedimentos u otros problemas en el sistema de drenaje.
- Documentación fotográfica y registros detallados.

2. Mantenimiento Preventivo del Sistema de Drenaje:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Limpieza de tuberías y canaletas obstruidas.
- Reparación o reemplazo de elementos dañados en el sistema de drenaje.
- Implementación de medidas de control de erosión en las inmediaciones del puente.

Resultados Esperados:

- Sistema de drenaje funcionando de manera eficiente.
- Prevención de inundaciones y erosión.

3. Control de Inundaciones:**Frecuencia:**

- Según necesidad (basado en pronósticos de inundaciones o eventos climáticos).

Actividades:

- Monitoreo constante de los niveles de agua en el río o arroyo.
- Implementación de medidas de protección, como barreras de contención de inundaciones o compuertas.

Resultados Esperados:

- Reducción del riesgo de daños causados por inundaciones.

4. Protección contra la Erosión:**Frecuencia:**

- Anual.

Actividades:

- Evaluación de la erosión en los taludes y riberas cercanas al puente.
- Implementación de medidas de protección, como revestimientos de hormigón o geotextiles.

Resultados Esperados:

- Prevención de la erosión de los taludes y bases del puente.

5. Programación de Actividades Hidráulicas:**Frecuencia:**

- Anual.

Actividades:

- Establecimiento de un cronograma detallado para las actividades de mantenimiento hidráulico.
- Asignación de presupuesto para cada acción.
- Coordinación con agencias hidrográficas y de medio ambiente.

Resultados Esperados:

- Planificación efectiva de las actividades a lo largo del año.
- Aseguramiento de recursos financieros y humanos necesarios.

6. Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento Hidráulico:**Frecuencia:**

- Cada dos años.

Actividades:

- Análisis de los costos de mantenimiento hidráulico en comparación con los beneficios en términos de prevención de inundaciones, control de erosión y durabilidad de la infraestructura.
- Evaluación de la eficacia de las acciones de mantenimiento hidráulico.

Resultados Esperados:

- Justificación de la inversión en mantenimiento hidráulico.
- Alineación de las acciones con los objetivos de seguridad y sostenibilidad.

Este enfoque en el mantenimiento hidráulico no solo se limita a la mera preservación de las estructuras de los puentes, sino que aborda una serie de desafíos hidráulicos que tienen un impacto directo en la seguridad de los usuarios y en la funcionalidad de la infraestructura vial. La prevención de inundaciones, la gestión efectiva de la erosión y el mantenimiento adecuado de los sistemas de drenaje no solo son cuestiones de ingeniería, sino también de vital importancia en términos de seguridad pública y bienestar comunitario.

Al mantener en óptimas condiciones los sistemas de drenaje y proteger contra la erosión, se evita la acumulación de agua en el entorno del puente, lo que puede comprometer su estabilidad y durabilidad. Además, el control de inundaciones se convierte en un factor crítico, ya que puede

prevenir daños graves a la infraestructura y superestructura del puente y proteger a las comunidades que dependen de la accesibilidad a los mismos.

Cronograma de actividades (Suelos)			
N°	Enfoque	Detalle del Plan de Mantenimiento	Fecha recomendada
1	Suelos	Evaluación Inicial de la Estabilidad del Suelo:	
		· Evaluación geotécnica.	Cada tres años
2	Suelos	Mantenimiento Preventivo de la Estabilidad del Suelo:	
		· Implementación de medidas preventivas.	Anual
3	Suelos	Monitoreo Continuo de la Estabilidad del Suelo:	
		· Instalación de instrumentación geotécnica.	Semestral
4	Suelos	Mantenimiento Correctivo de la Estabilidad del Suelo:	
		· Implementación de medidas correctivas.	Según su necesidad
5	Suelos	Programación de Actividades de Mantenimiento de Suelos:	
		· Establecimiento de cronograma y asignación de presupuesto.	Anual
6	Suelos	Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento de Suelos:	
		· Análisis de costos y beneficios.	Cada dos años

4.3.1.3. Plan de Mantenimiento de Suelos en Puentes.

La estabilidad del suelo en las bases de los puentes es un factor crítico en la preservación de la integridad de estas estructuras. Los suelos inestables pueden dar lugar a asentamientos, deslizamientos y otros problemas que amenazan la seguridad y durabilidad de los puentes. Este plan se centra en el mantenimiento y monitoreo de la estabilidad del suelo en las áreas de influencia de los puentes.

1. Evaluación Inicial de la Estabilidad del Suelo:

Frecuencia:

- Cada tres años.

Actividades:

- Evaluación geotécnica de las condiciones del suelo en las bases y taludes cercanos al puente.
- Análisis de la compactación, el contenido de humedad y la capacidad de carga del suelo.

Resultados Esperados:

- Identificación de suelos con riesgo de inestabilidad.
- Documentación geotécnica completa.

2. Mantenimiento Preventivo de la Estabilidad del Suelo:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Implementación de medidas para controlar la erosión en los taludes y bases del puente.
- Monitoreo de la vegetación y cobertura de suelo para prevenir la erosión.
- Estabilización de taludes mediante revegetación, sistemas de retención o geotextiles.

Resultados Esperados:

- Prevención de la erosión y la inestabilidad del suelo.

3. Monitoreo Continuo de la Estabilidad del Suelo:

Frecuencia:

- Semestral.

Actividades:

- Instalación de instrumentación geotécnica, como piezómetros e inclinómetros
- Monitoreo de los cambios en la presión de agua en el suelo y la inclinación de taludes.
- Análisis de datos geotécnicos para detectar signos tempranos de inestabilidad del suelo.

Resultados Esperados:

- Alertas tempranas sobre posibles problemas de estabilidad del suelo.

4. Mantenimiento Correctivo de la Estabilidad del Suelo:

Frecuencia:

- Según necesidad (basado en monitoreo continuo).

Actividades:

- Implementación de medidas correctivas, como la estabilización de taludes, refuerzo de cimentaciones o construcción de muros de contención.
- Rehabilitación de áreas con erosión severa.

Resultados Esperados:

- Restauración de la estabilidad del suelo en áreas críticas.

5. Programación de Actividades de Mantenimiento de Suelos:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Establecimiento de un cronograma detallado para las actividades de mantenimiento de suelos.
- Asignación de presupuesto para cada acción.
- Coordinación con expertos en geotecnia y medio ambiente.

Resultados Esperados:

- Planificación efectiva de las actividades a lo largo del año.

- Aseguramiento de recursos financieros y humanos necesarios.

6. Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento de Suelos:

Frecuencia:

- Cada dos años.

Actividades:

- Análisis de los costos de mantenimiento de suelos en comparación con los beneficios en términos de estabilidad de la infraestructura.
- Evaluación de la eficacia de las acciones de mantenimiento de suelos.

Resultados Esperados:

- Justificación de la inversión en mantenimiento de suelos.
- Alineación de las acciones con los objetivos de seguridad y sostenibilidad.

La estabilidad del terreno bajo los puentes es un aspecto esencial que a menudo pasa desapercibido, pero su importancia es innegable. Los puentes, al cruzar cuerpos de agua o terrenos irregulares, dependen en gran medida de una base sólida y de su interacción con el suelo circundante. Cuando el suelo se vuelve inestable, ya sea debido a factores geotécnicos, cambios en el nivel freático o erosión, se plantean riesgos significativos.

La inestabilidad del suelo puede dar lugar a asentamientos, hundimientos o deslizamientos que comprometen la integridad de la estructura del puente. Estos problemas no solo ponen en peligro la seguridad de los usuarios, sino que también pueden requerir costosas reparaciones y, en casos extremos, la sustitución completa del puente. Por tanto, el enfoque en el mantenimiento de suelos no solo es una medida preventiva, sino también una estrategia de gestión a largo plazo para garantizar que los puentes sigan cumpliendo su función de conectar comunidades, impulsar la economía y proporcionar un acceso seguro a lo largo del tiempo.

Cronograma de actividades (Estructuras)			
N°	Enfoque	Detalle del Plan de Mantenimiento	Fecha recomendada
1	Estructuras	Inspección de Componentes Estructurales:	
		· Inspección visual de componentes estructurales.	Anual
2	Estructuras	Análisis de Patrones de Deterioro Estructural:	
		· Evaluación de datos recopilados.	Anual
3	Estructuras	Mantenimiento Preventivo de Componentes Estructurales:	
		· Limpieza y reparación.	Semestral
4	Estructuras	Mantenimiento Correctivo de Componentes Estructurales:	
		· Reparación o reemplazo de componentes.	Anual
5	Estructuras	Programación de Actividades de Mantenimiento Estructural:	
		· Establecimiento de cronograma y asignación de presupuesto.	Anual
6	Estructuras	Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento Estructural:	
		· Análisis de costos y beneficios.	Cada dos años

4.3.1.4. Plan de Mantenimiento de Estructuras en Puentes

La integridad estructural de los puentes es fundamental para garantizar su seguridad y durabilidad a lo largo del tiempo. Los componentes estructurales, como vigas, pilares, cimientos y barandillas, deben mantenerse en óptimas condiciones para asegurar la funcionalidad y la seguridad de los puentes. Este plan se enfoca en el mantenimiento y rehabilitación de los elementos estructurales de los puentes.

1. Inspección de Componentes Estructurales:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Inspección visual de todos los componentes estructurales, incluyendo vigas, pilares, cimientos y barandillas.
- Evaluación de la integridad de la estructura, buscando fisuras, corrosión, deformaciones u otros daños.

Resultados Esperados:

- Identificación de daños estructurales o áreas de deterioro.
- Documentación fotográfica y registros detallados.

2. Análisis de Patrones de Deterioro Estructural:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Evaluación de datos recopilados en inspecciones anteriores.
- Análisis de tendencias en la evolución de daños en componentes estructurales.
- Priorización de áreas críticas que requieren intervención prioritaria.

Resultados Esperados:

- Patrones de deterioro específicos identificados.
- Priorización de áreas críticas para abordar.

3. Mantenimiento Preventivo de Componentes Estructurales:

Frecuencia:

- Semestral.

Actividades:

- Limpieza y eliminación de corrosión en superficies de acero.
- Reparación de pintura y protección contra la corrosión.
- Reforzamiento de componentes estructurales según sea necesario.

Resultados Esperados:

- Prevención de daños mayores en componentes estructurales.
- Extensión de la vida útil de la infraestructura.

4. Mantenimiento Correctivo de Componentes Estructurales:

Frecuencia:

- Según necesidad (basado en inspecciones y análisis de patrones de deterioro).

Actividades:

- Reparación o reemplazo de componentes dañados o estructuralmente comprometidos.
- Reforzamiento de pilares o vigas con debilidades.
- Sustitución de barandillas o elementos de seguridad en mal estado.

Resultados Esperados:

- Restauración de la funcionalidad y seguridad de los componentes estructurales.

5. Programación de Actividades de Mantenimiento Estructural:

Frecuencia:

- Anual.

Actividades:

- Establecimiento de un cronograma detallado para las actividades de mantenimiento estructural.
- Asignación de presupuesto para cada acción.
- Coordinación con expertos en ingeniería estructural y autoridades de seguridad vial.

Resultados Esperados:

- Planificación efectiva de las actividades a lo largo del año.
- Aseguramiento de recursos financieros y humanos necesarios.

6. Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento Estructural:

Frecuencia:

- Cada dos años.

Actividades:

- Análisis de los costos de mantenimiento estructural en comparación con los beneficios en términos de seguridad vial y durabilidad de la infraestructura.
- Evaluación de la eficacia de las acciones de mantenimiento estructural.

Resultados Esperados:

- Justificación de la inversión en mantenimiento estructural.
- Alineación de las acciones con los objetivos de seguridad y sostenibilidad.

Este meticuloso plan de mantenimiento de estructuras en puentes se dedica a la tarea esencial de mantener los componentes estructurales en un estado óptimo. Su enfoque en la preservación de la integridad de estos elementos es una salvaguardia crucial para la seguridad de los usuarios y la prolongación a largo plazo de la durabilidad y funcionalidad de la infraestructura de los puentes, lo que resulta en una red de transporte confiable y segura para las comunidades que sirven.

Cronograma de actividades (Hidráulico)			
Nº	Enfoque	Detalle del Plan de Mantenimiento	Fecha recomendada
1	Hidráulico	Inspección del Sistema de Drenaje:	
		· Inspección visual de sistemas de drenaje.	Semestral:
2	Hidráulico	Mantenimiento Preventivo del Sistema de Drenaje:	
		· Limpieza y reparación de tuberías.	Anual
3	Hidráulico	Control de Inundaciones:	
		· Monitoreo constante y medidas de protección.	Según su necesidad
4	Hidráulico	Protección contra la Erosión:	
		· Evaluación y medidas de protección.	Anual
5	Hidráulico	Programación de Actividades Hidráulicas:	
		· Establecimiento de cronograma y asignación de presupuesto.	Anual
6	Hidráulico	Evaluación del Costo-Beneficio del Mantenimiento	

		Estructuras:	
		· Análisis de costos y beneficios.	Cada dos años

4.3.1.5. Plan de Gestión Ambiental en Puentes.

La gestión ambiental en el contexto de la infraestructura vial, y específicamente en el mantenimiento de puentes, es una dimensión esencial en la preservación de la integridad de los ecosistemas locales y en la mitigación de posibles impactos negativos en el medio ambiente. Los puentes, al cruzar cuerpos de agua y áreas naturales, están intrínsecamente relacionados con sus entornos ecológicos, lo que hace que la gestión ambiental sea una prioridad ineludible.

Este plan de gestión ambiental se enfoca en acciones concretas destinadas a garantizar que los puentes no solo sean seguros y funcionales, sino que también coexistan armoniosamente con la naturaleza circundante. Su objetivo principal es minimizar los impactos ambientales adversos y promover prácticas de sostenibilidad en todas las etapas de mantenimiento de puentes. Este enfoque no solo protege el entorno natural, sino que también promueve un compromiso responsable con la comunidad y un futuro más sostenible para las generaciones venideras. La gestión ambiental en puentes no es solo un deber, sino un testimonio del compromiso con la preservación de nuestro patrimonio natural.

1. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial:

Frecuencia:

- Al inicio del proyecto y luego cada cinco años.

Actividades:

- Evaluación de los posibles impactos ambientales de la infraestructura del puente y las actividades de mantenimiento.
- Identificación de medidas para minimizar impactos.

Resultados Esperados:

- Identificación y mitigación de posibles impactos ambientales.

2. Monitoreo Ambiental Continuo:

Frecuencia:

- Trimestral.

Actividades:

- Monitoreo de la calidad del agua y la presencia de contaminantes en cuerpos de agua circundantes.
- Observación de la vida silvestre y la vegetación en el área.
- Registro de posibles impactos visibles, como erosión o acumulación de residuos.

Resultados Esperados:

- Detección temprana de posibles problemas ambientales.

3. Mantenimiento de Áreas Verdes y Zonas de Vida Silvestre:**Frecuencia:**

- Anual.

Actividades:

- Mantenimiento y mejora de áreas verdes cercanas al puente.
- Preservación de hábitats naturales y apoyo a la biodiversidad.

Resultados Esperados:

- Conservación de entornos ecológicos locales.

4. Manejo de Residuos y Sustancias Peligrosas:**Frecuencia:**

- Según necesidad.

Actividades:

- Implementación de procedimientos para la gestión adecuada de residuos de construcción y mantenimiento.
- Control de sustancias peligrosas y vertidos potencialmente contaminantes.

Resultados Esperados:

- Minimización del impacto ambiental de las actividades de mantenimiento.

5. Educación y Concientización Ambiental:**Frecuencia:**

- Anual.

Actividades:

- Programas de educación ambiental para el personal de mantenimiento y la comunidad local.
- Información sobre buenas prácticas ambientales y la importancia de la protección del entorno.

Resultados Esperados:

- Mayor conciencia y compromiso con la gestión ambiental.

6. Evaluación del Costo-Beneficio de la Gestión Ambiental:

Frecuencia:

- Cada dos años.

Actividades:

- Análisis de los costos de gestión ambiental en comparación con los beneficios en términos de minimización de impactos ambientales y sostenibilidad.
- Evaluación de la eficacia de las medidas ambientales implementadas.

Resultados Esperados:

- Justificación de la inversión en gestión ambiental.
- Alineación de las acciones con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Este plan de gestión ambiental en puentes se enfoca en garantizar que los puentes no solo cumplan con los estándares de seguridad, sino que también se mantenga la armonía con su entorno natural y minimicen los impactos ambientales negativos. Esto es esencial para la preservación a largo plazo del entorno ecológico y la promoción de prácticas de sostenibilidad en la gestión de infraestructura.

Cronograma de actividades (Gestión Ambiental)			
N°	Enfoque	Detalle del Plan de Mantenimiento	Fecha recomendada
1	Gestión Ambiental	Evaluación de Impacto Ambiental Inicial:	
		· Evaluación de impacto y medidas de mitigación.	Inicio del proyecto y cada cinco años
2	Gestión Ambiental	Monitoreo Ambiental Continuo:	
		· Monitoreo de calidad del agua y vida silvestre.	Trimestral
3	Gestión Ambiental	Mantenimiento de Áreas Verdes y Zonas de Vida Silvestre:	
		· Mantenimiento y mejora de áreas verdes.	Según su necesidad
4	Gestión Ambiental	Manejo de Residuos y Sustancias Peligrosas:	
		· Implementación de procedimientos de manejo.	Según su necesidad
5	Gestión Ambiental	Educación y Concientización Ambiental:	
		· Programas de educación ambiental.	Anual
6	Gestión Ambiental	Evaluación del Costo-Beneficio de la Gestión Ambiental:	
		· Análisis de costos y beneficios.	Cada dos años

INSPECCIÓN DE SUPERESTRUCTURA						
CALZADA (1)		Ancho (m)		ITEM	Condición	
Tablero (1.1)		Carpeta de Rodamiento (1.2)			E: Excelente	B: Bueno
Material	Condición	Material	Condición		R: Regular	D: Deteriorado
Concreto		Concreto			Observaciones	
Losetas-Viguetas		Asfalto				
Acero		Gravilla				
Madera		Tierra				
Otro		Acero Corrugado				
Rayado de Seguridad (1.3)		Barreras o Barandas (1.4)				
Existe ?	Si:	Existe?	Si:			
	No:		No:			
Condición		Tipo	Condición			
Juntas (1.5)	Condición	Vehicular concreto				
Longitudinales		Vehicular Acero				
Transversales		Peatonal concreto				
Otros		Peatonal Acero				
Guarda Rueda (1.6)		Desagües (1.8)				
Material	Condición	Si:	Ø (cm)			
Concreto		No:	sep (m)			
Acero		Ancho (m)				
Madera						
Otro						
Hombrillo (1.7)				1.6		
Material	Condición	Si:	Saliente Inferior			
Concreto		No:	Si:			
Acero		Ancho (m)	No:			
Asfalto			Cond:	1.7		
Otro						
(*) : sobre que rio, quebrada, carretera, líneas férrea, entre otros.						

Figura 32: Planilla de inspección de superestructura

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

INSPECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Estribo(4.1)		Pilares o Pilas (4.2)		Condición	
Material	Condición	Material	Condición	E: Excelente	B: Bueno
Concreto Armado		Concreto Armado		R: Regular	D: Deteriorado
Acero		Acero			
Mampostería		Mampostería			
Otro		Otro			
				ITEM	Observaciones
Muros de vuelta o Ala (4.3)		Protección de Taludes (4.4)			
Material	Condición	Material	Condición		
Concreto Armado		Concreto Armado			
Acero		Losas Pre. Fab.			
Mampostería		Piedra			
Otro		Arbustos			
Losas de Acero (4.5)		Geotextil			
Largo (m)		Muro Pantalla			
Ancho (m)		Muro			
Material	Condición	Fundaciones (4.6)			
Concreto		Material	Condición		
Asfalto					
Gravilla		Concreto Armado			
Tierra		Especificar de ser visible			

Las siguientes preguntas deben ser respondidas en el área de observaciones, indicando la pregunta a responder				
(4.7) Se presentan asentamientos o deformaciones en algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,8) Se presentan grietas y/o fisuras en el cuerpo de algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,9) Se presenta delaminación o pérdida del recubrimiento en algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,10) Se presenta corrosión en algunos de los elementos inspeccionados? De ser el elemento de acero	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,11) Se presenta socavación en fundaciones, estribos, pilas y otros elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,12) Se presenta algún tipo de erosión en losas de accesos y taludes?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,13) Se presenta algún tipo de inconsistencia en el cauce?, se requiere mantenimiento de la zona inferior del puente?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			

Figura 33: Planilla de inspección de superestructura

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

VIGAS (2)				Condición	
Longitudinales (2.1)		Transversales (2.2)		E: Excelente	B: Bueno
Cantidad		Cantidad		R: Regular	D: Deteriorado
N° de Tramos		Sep. entre ellas (m)		APOYO (3)	
Material	Condicion	Material	Condicion	Material	Condicion
Concreto Armado		Concreto Armado		Neopreno	
Conc. Pretensado		Conc. Pretensado		Hierro	
Conc. Postensado		Conc. Postensado		Madera	
Conc. Pre-Pos-Ten		Conc. Pre-Pos-Ten		Filtro o PB	
Acero		Acero		Concreto	
Madera		Madera		Otro	
Otro		Otro			
Especificar en observaciones, los tipos de deterioro y magnitud que se presentan, indicando item					
ITEM	Observaciones				

Figura 34: Planilla de inspección de superestructura

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.3.2. Diseño de soluciones: Desarrollar las soluciones técnicas y de ingeniería necesarias para abordar los problemas identificados durante la inspección. Esto puede incluir reparaciones, refuerzos estructurales, reemplazo de componentes o cualquier otra medida requerida.

El proceso de diseño de soluciones es un componente esencial en la gestión de infraestructura, que abarca la creación de respuestas técnicas y de ingeniería para resolver los

desafíos identificados durante la inspección y evaluación de una estructura. Esta etapa engloba la formulación de estrategias que pueden incluir desde reparaciones específicas, refuerzos estructurales, hasta el reemplazo de componentes críticos. La efectividad de estas soluciones técnicas no solo garantiza la integridad y seguridad de la infraestructura, sino que también contribuye al bienestar y la conectividad de las comunidades que dependen de ella. Se propuso en el diseño de soluciones un conjunto de obras diseñadas para salvar a los puentes de las amenazas que se pueden presentar en cada rama de estudio: hidráulica, suelos, vialidad y gestión ambiental.

4.3.3.1. Diseño del Pavimento

Cálculo del Tránsito Promedio Diario (T.P.D)

El cálculo del tránsito promedio diario es una medida de tránsito esencial, que consiste en contar el número total de vehículos que cruzan un punto específico en un período determinado. En los puentes donde se ha considerado la necesidad de una nueva carpeta asfáltica, se calculó el tránsito promedio diario utilizando el volumen diario promedio de vehículos que circulan por la vía.

Puente Las Morochas

$$T.D.P = \frac{T.D.P \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}}$$

$$T.D.P = \frac{333 \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}} = 5065$$

Tabla 16. Tránsito Diario Promedio (T.D.P)

Tránsito Diario Promedio (T.D.P)	
PUENTE	TOTAL, DE VEHÍCULO
Las Morochas	5065

Puente Valle de Oro Norte

$$T.D.P = \frac{T.D.P \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}}$$

$$T.D.P = \frac{379 \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}} = 5764$$

Tabla 17. Tránsito Diario Promedio (T.D.P)

Tránsito Diario Promedio (T.D.P)	
PUENTE	TOTAL, DE VEHÍCULO
Valle de Oro Norte	5764

Puente El Portal

$$T.D.P = \frac{T.D.P \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}}$$

$$T.D.P = \frac{616 \times 365 \text{ días}}{24 \text{ días}} = 9368$$

Tabla 18. Tránsito Diario Promedio, Puente Valle de Oro

Tránsito Diario Promedio (T.D.P)	
PUENTE	TOTAL, DE VEHÍCULO
El Porta	9368

Efectos de carga en el Pavimento

La mayor parte del tráfico que transita por los puentes seleccionados corresponde a vehículos de carga liviana, como se puede observar en los gráficos siguientes. Sin embargo, también se aprecia un porcentaje de vehículos de carga pesada, que incluye autobuses y camiones. Por lo tanto, en el diseño de la carpeta asfáltica se tiene en cuenta la presencia de vehículos de carga pesada en la zona, a pesar de que se trate de una vía local. El rango estimado del porcentaje de vehículos pesados se calcula a partir de la Tabla 1 del libro de diseño de pavimento flexible según el procedimiento del Instituto de Asfalto.

Puente Las Morochas

Tabla 1. Plantilla de conteo vehicular

FECHA		PLANTILLA DE CONTEO VEHICULAR				
10/09/2023						
Puente Las Morochas						
Sentidos: Ambos						
Intervalo de tiempo	TIPOS DE VEHICULOS					TOTAL
	Carga liviana	Carga Pesada	Motos	Bicicletas	Peatones	
12:00 - 12:15	70	2	3	6	17	98
12:15 – 12:30	47	-	-	10	15	72
12:30 – 12:45	50	-	5	4	11	70
12:45 – 1:00	61	1	9	9	14	94
Total	228	3	17	29	57	333

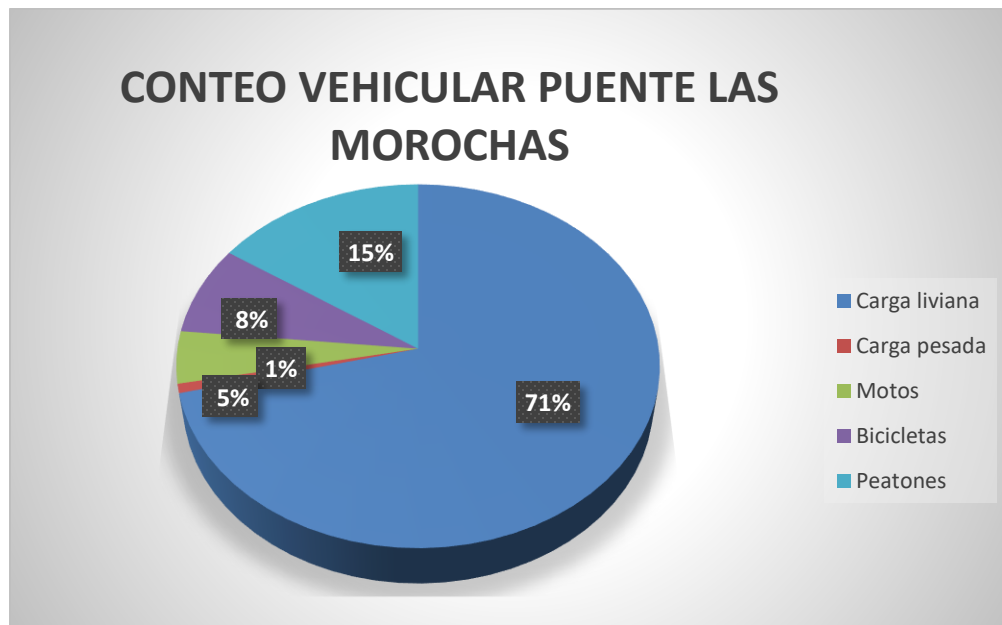


Figura 35. Gráfico de Conteo vehicular Puente Las morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Puente Valle de Oro Norte

Tabla 2. Plantilla de conteo vehicular

FECHA		PLANTILLA DE CONTEO VEHICULAR				
12/09/2023						
Puente Valle de Oro Norte						
Sentidos: Ambos						
Intervalo de tiempo	TIPOS DE VEHICULOS					TOTAL
	Carga liviana	Carga Pesada	Motos	Bicicletas	Peatones	
12:00 - 12:15	70	3	8	7	22	110
12:15 – 12:30	54	2	4	4	14	78
12:30 – 12:45	72	5	10	6	10	103
12:45 – 1:00	65	1	6	4	12	88
Total	261	11	28	21	58	379

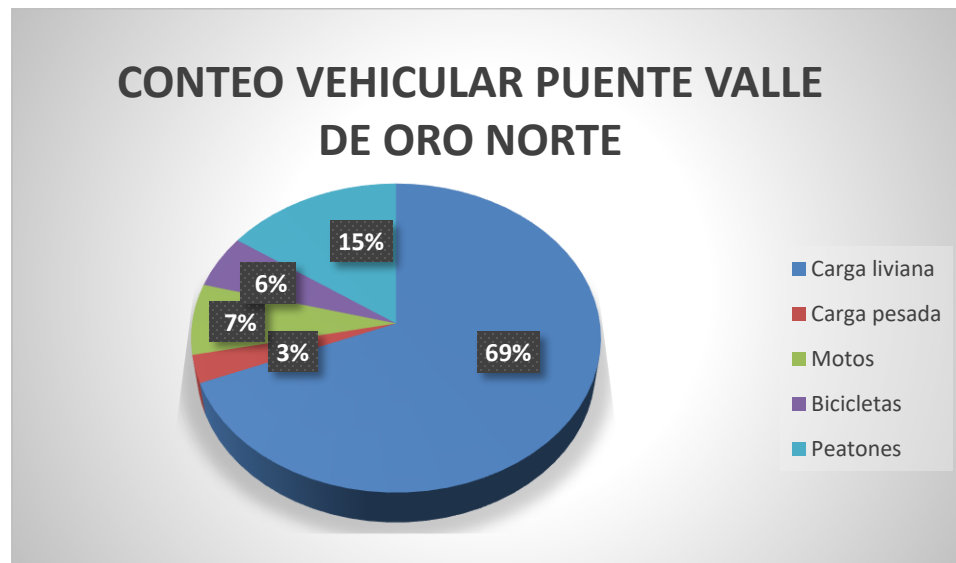


Figura 36. Gráfico de Conteo vehicular Puente Valle de Oro Norte.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Puente El Portal

Tabla 3. Plantilla de Conteo vehicular

FECHA		PLANTILLA DE CONTEO VEHICULAR				
17/09/2023						
Puente El Portal						
Sentidos: Ambos						
Intervalo de tiempo	TIPOS DE VEHICULOS					TOTAL
	Carga liviana	Carga Pesada	Motos	Bicicletas	Peatones	
12:00 - 12:15	134	8	18	3	12	175
12:15 – 12:30	102	5	12	7	15	141
12:30 – 12:45	114	7	14	6	14	155
12:45 – 1:00	98	7	17	6	17	145
Total	542	30	78	22	58	616

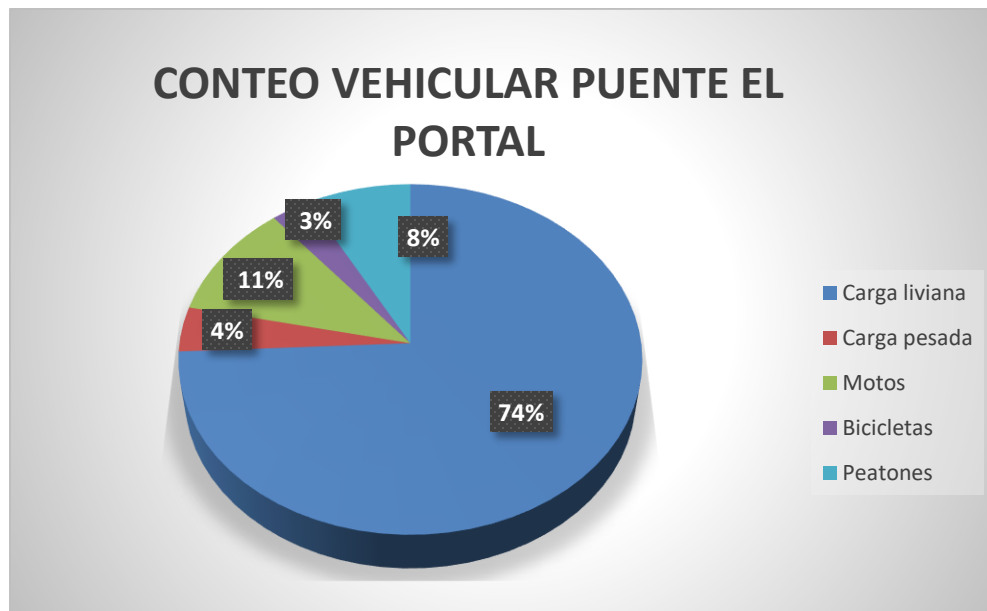


Figura 37. Gráfico de Conteo vehicular Puente El Portal.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Tabla 1		
Rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados medios de pesos brutos que podrían emplearse		
Descripción de la calle o carretera	Porcentaje de tránsito pesado	Promedio de pesos brutos (1.000lbs)
Calles de ciudades	5 o menos	15 - 25
Carreteras urbanas		
Área metropolitana	5 - 15	20 - 30
Caminos rurales locales	10 - 15	15 - 25
Carreteras Interurbanas		
Estatales	5 - 20	30 - 40
Federales	10 - 25	35 - 45

Figura 38: Rangos estimados en porcentajes de vehículos.
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño.

Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño.

Se selecciona el número existente de carriles de la vía en este caso, Los puentes: La Morochas, Valle de Oro Norte y El Portal cuenta con dos carriles y con ello se verifica el porcentaje de vehículos pesados, el cual será de cincuenta 50 vehículos.

Tabla 2	
Número de carriles totales	Porcentaje de vehículos pesado en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o mas	40

Figura 39: Porcentaje de vehículos pesados
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Con la información obtenida se procede a calcular el número de vehículos pesados en el carril de diseño a través de la siguiente fórmula.

Número de Veh. Pesados en el carril de diseño

$$\text{Número de veh} = TPD \times \frac{\%Veh \text{ pesados}}{100} + \frac{\%tabla 2}{100}$$

Puente Las Morochas

- ***Número de Veh. Pesados carril de diseño*** = $5065 \times \frac{5}{100} \times \frac{50}{100} =$
127Veh

Puente Valle de Oro Norte

- ***Número de Veh. Pesados carril de diseño*** = $5764 \times \frac{3}{100} \times \frac{50}{100} =$
86.46Veh

Puente El Portal

- ***Número de Veh. Pesados carril de diseño*** = $9368 \times \frac{4}{100} \times \frac{50}{100} =$
187Veh

Peso bruto y Carga Límite.

Siguiendo los procedimientos de cálculo del pavimento, se establece un peso bruto de 20,000 libras. Como se mencionó previamente, este valor se eligió en conformidad con la Norma Venezolana COVENIN 641: 1997, que establece un límite de peso de 18,000 libras. Por lo tanto, todos los cálculos se realizaron considerando este peso bruto.

Numero de tránsito inicial (N.T.I)

Con el ábaco ubicado en la pág. 224 del libro de Diseño de Pavimento Flexible por el procedimiento del Instituto del Asfalto (revisión 1981) se determinó el Número de tránsito Inicial (N.T.I).

En el siguiente abaco, identificamos la carga límite legal analizada, al igual que el peso bruto promedio de vehículos pesado y trazamos una recta a los números de vehículos pesados, en donde se intersectan ambas rectas, nos encontramos con el resultado de número de tránsito inicial (NTI).

Puente Las Morochas

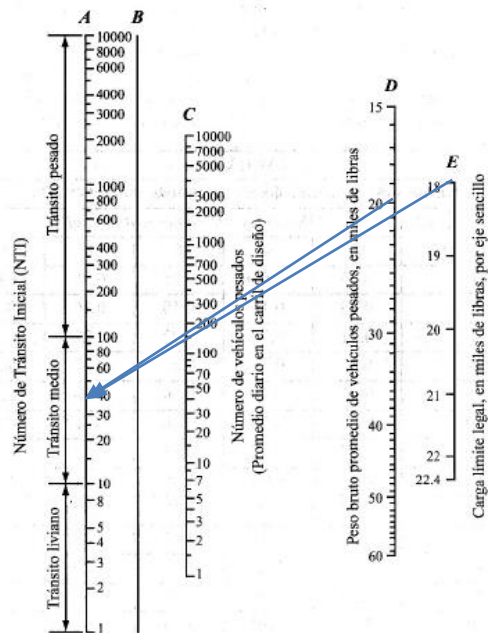


Figura 40: Número de tránsito Inicial
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente Valle de Oro Norte

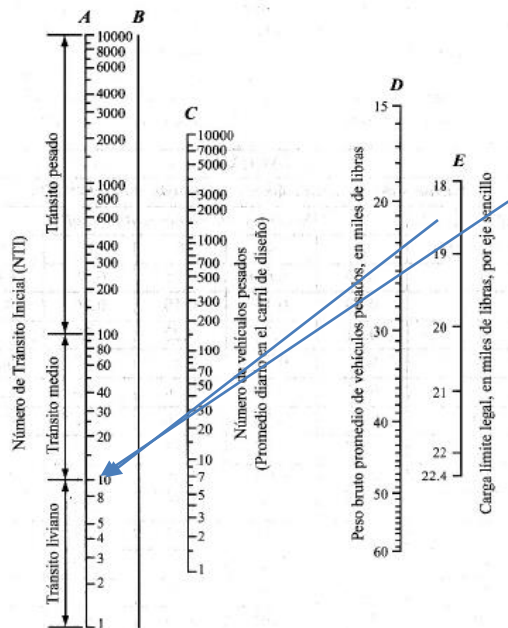


Figura 41: Número de Tránsito Inicial
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente El Portal

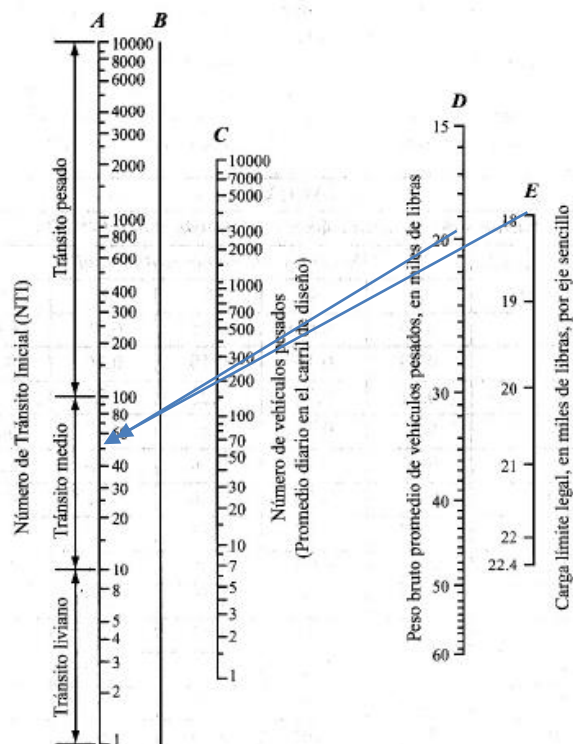


Figura 42. Numero de Tránsito Inicial
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Número de tránsito de diseño (N.T.D.)

Con el valor obtenido del número de tránsito Inicial para el puente de las Morochas es de 35,00, Puente Valle de Oro Norte es de 25,00 y Puente el Portal es de 50,00. Se fijó un periodo de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento anual de 4% estudiado en la comunidad y su expansión en los últimos años, estos valores se pueden ver en la tabla 3. El valor obtenido en el NTI se debe ajustar con un factor obtenido de la tabla 3.

TABLA 3					
Factores de ajuste al Número de Tránsito Inicial (NTI)					
Periodo de diseño en años (n)	Porcentaje de crecimiento anual (r)				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

Figura 43. Factores de ajuste al número de tránsito inicial (NTI)
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente las Morochas

$$NTD = 35 \times 1.49 = 10.43 \approx 52 \text{ Veh}$$

Puente Valle de Oro Norte

$$NTD = 25 \times 1.49 = 10.43 \approx 37 \text{ Veh}$$

Puente El Portal

$$NTD = 50 \times 1.49 = 10.43 \approx 75 \text{ Veh}$$

Factor de CBR (California Bearing Ratio)

En el diseño de los puentes, se optó por utilizar un rango de valores para el CBR (California Bearing Ratio) obtenidos del libro de diseño de pavimento flexible siguiendo el procedimiento del Instituto de Asfalto. Se consideraron valores de CBR de 5 y 10, y se eligió el valor de 5, que es el menos favorable, para el diseño de la subrasante.

Debido a que no se cuenta con la información de CBR de cada puente, se ha tomado la condición menos favorable, esto para tomar en consideración que el diseño de pavimentación es admisible para cada puente.

CRB	Clasificación
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
11 - 20	Subrasante regular o buena
21 - 30	Subrasante muy buena
31 - 50	Subbase buena
51 - 80	Base buena
81 - 100	Base muy buena

Figura 44. Factor de CBR

Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

En el siguiente abaco determinamos el espesor del pavimento para cada puente analizado, primero debemos identificar el número del tránsito de diseño el (NTD), trazamos una recta por el valor del CBR tomado y nos da como resultado el espesor total de base asfáltica y carpeta asfáltica en pulgadas.

Espesor del pavimento en Pulgadas.

Puente las Morochas

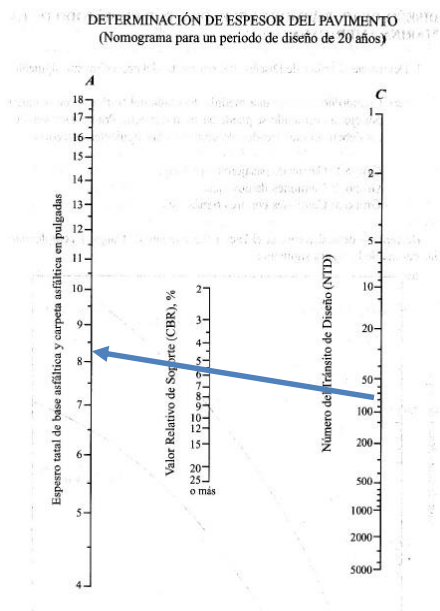


Figura 45. Espesor del pavimento en pulgas, puente las Morochas
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente Valle de Oro Norte

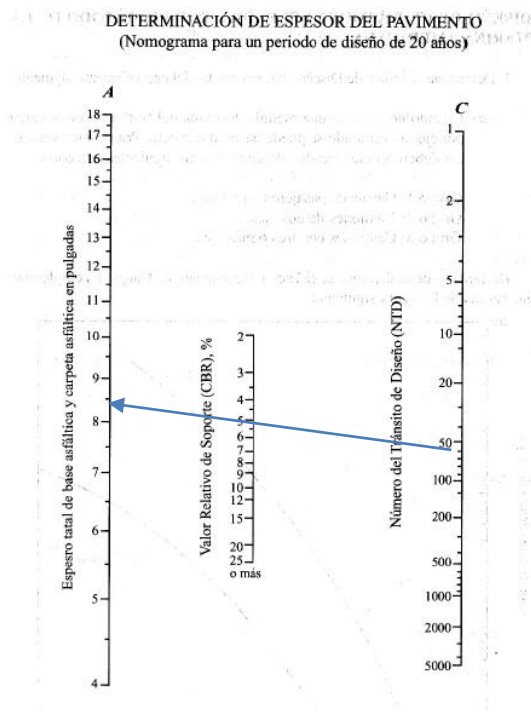


Figura 46. Determinación del espesor del pavimento del Puente Valle de Oro Norte.
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente El Portal

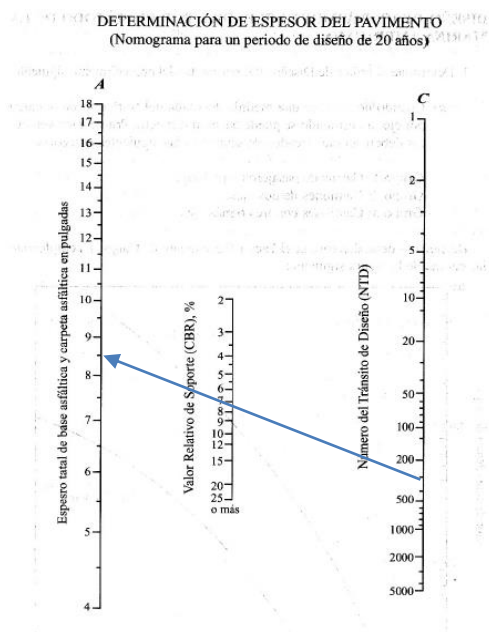


Figura 47. Determinación de espesor del pavimento del Puente El Portal
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Puente Las Morochas

$$\text{Espesor del pavimento} = 8.4 \text{ Pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} = 21.33 \text{ cm}$$

Puente Valle de Oro Norte

$$\text{Espesor del pavimento} = 8.2 \text{ Pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} = 20.82 \text{ cm}$$

Puente El Portal

$$\text{Espesor del pavimento} = 8.8 \text{ Pulg} \times \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} = 22.35 \text{ cm}$$

Espesor mínimo de la base.

En la siguiente tabla ubicamos la intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 toneladas métricas. Curva aplicable para proyecto de espesores y obtenemos como resultado el espesor mínimo de base analizada.

<i>Intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 ton métricas, considerado en un solo sentido</i>	<i>Curva aplicable para proyecto de espesores</i>	<i>Espesor mínimo de base</i>
Menos de 500 vehículos al día	IV	12 cm
De 500 o 1,000 vehículos al día	III	12 cm
De 10,00 a 2,000 vehículos al día	II	15 cm
Más de 2,000 o autopistas	I	15 cm

Figura 48. Espesor mínimo de la base.
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Espesor de la carpeta Asfáltica.

En los puentes para determinar el espesor de la carpeta asfáltica, se hizo uso de una tabla en la cual se incluye el tipo de carpeta asfáltica y el tipo de carga con el que se está diseñando el pavimento.

<i>Tipo de Carpeta Asfáltica</i>	<i>Espesor de la carpeta en cm</i>				
	<i>Tránsito muy liviano</i>	<i>Tránsito liviano</i>	<i>Tránsito medio</i>	<i>Tránsito pesado</i>	<i>Tránsito muy pesado</i>
Tratamiento Superficial Simple	1	1	—	—	—
Tratamiento Superficial Doble	1.5	1.5	1.5	—	—
Mezcla en el lugar	2	3	4	6	—
Mezcla en planta dosificada por volumen	2	3	4	6	—
Concreto asfáltico, dosificado en planta por peso y con C.A.	2	3	4	6	8

Figura 49. Espesor de la carpeta asfáltica.
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Representación del diseño del Pavimento.

En los puentes para representar el diseño del pavimento se incluyen los cálculos anteriormente efectuados para la base, subbase, carpeta asfáltica y adicionalmente se implantó el uso de una sobre carpeta que cuenta con un espesor de 4 cm la cual tiene como propósito mejorar la calidad y el rendimiento del pavimento existente.

Para Puentes Las Morochas y Valle de Oro Norte

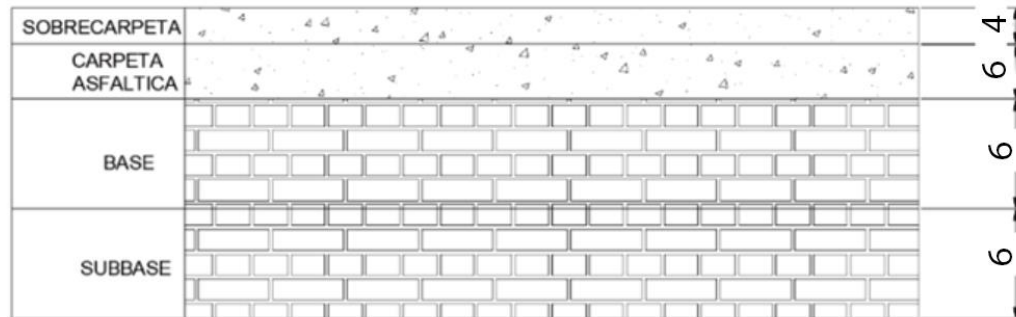


Figura 50. Diseño para pavimentación en Puentes Las Morochas y Valle de oro Norte
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

Para Puentes El Portal

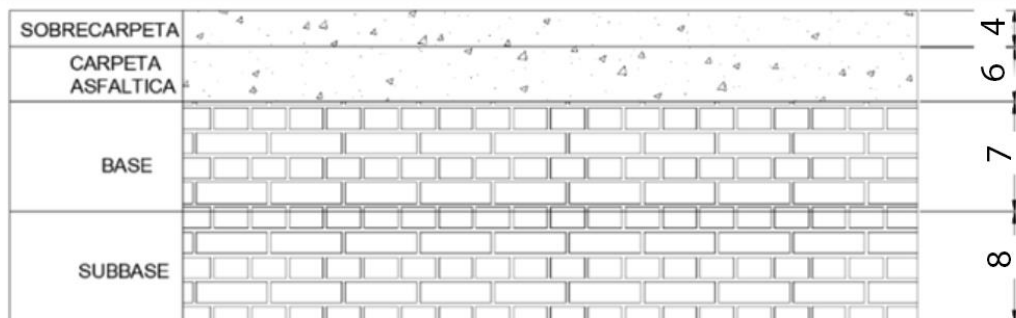


Figura 51. Diseño para pavimentación en puente El Portal.
Fuente: Manual de diseño para carreteras (1997).

La propuesta de diseño para la carpeta asfáltica refleja una cuidadosa consideración de los espesores de cada capa, con una sobrecarpeta asfáltica de 4 unidades, seguida de una carpeta asfáltica de 6 unidades, una base de 7 unidades y, finalmente, una subbase de 8 unidades. Este enfoque estratificado busca proporcionar una estructura resistente y duradera, con la capacidad de soportar las cargas y condiciones específicas del entorno.

La selección de espesores para cada capa demuestra una atención meticulosa a los principios de ingeniería civil, donde se busca distribuir eficientemente las cargas y resistir las tensiones generadas por el tráfico vehicular y las condiciones climáticas variables. La sobrecarpeta asfáltica, con un espesor de 4 unidades, se plantea como la primera línea de defensa, brindando resistencia a la abrasión y mejorando la superficie de rodadura. La carpeta asfáltica de 6 unidades añade una capa adicional de resistencia estructural y durabilidad.

La base y subbase, con espesores de 7 y 8 unidades respectivamente, cumplen una función fundamental al proporcionar un soporte estable y distribuir las cargas de manera uniforme. Este enfoque estratificado no solo busca maximizar la vida útil de la carpeta asfáltica, sino también optimizar la capacidad de carga del pavimento, contribuyendo así a la seguridad y eficiencia de la infraestructura vial.

4.3.3.2. Demarcación.

La demarcación en las vías sirve como guía para regular la circulación indicando a los conductores cómo funciona la vialidad. Los puentes:

La Morochas

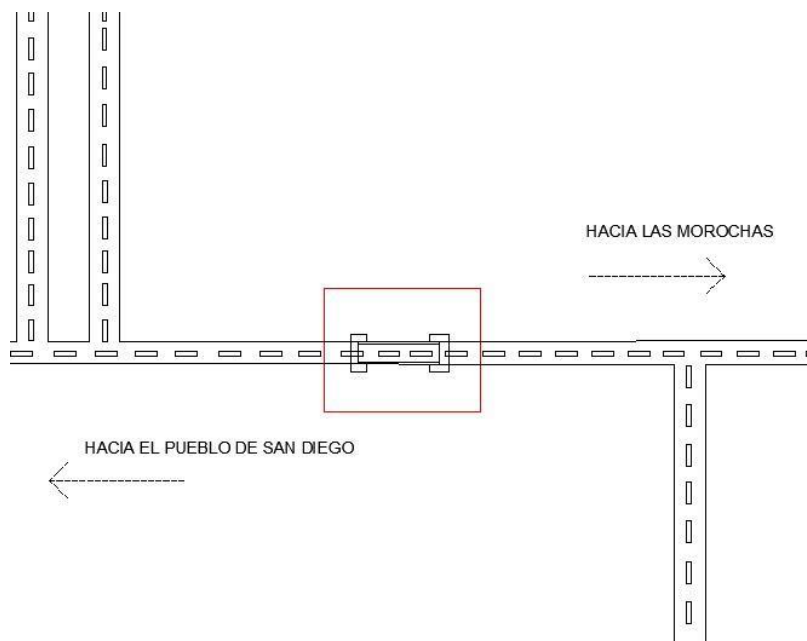


Figura 52. Diseño para demarcación las morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez

Valle de Oro Norte

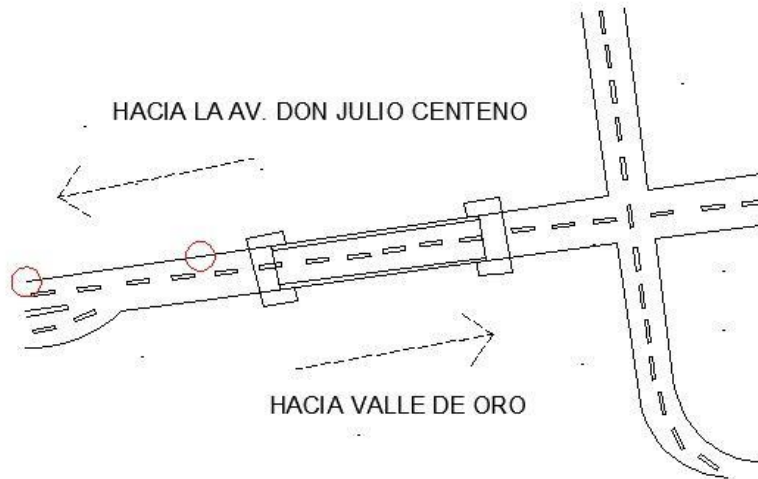


Figura 53. Diseño para demarcación valle de oro norte.
Fuente: Sánchez y Velásquez

El Portal



Figura 54. Diseño para demarcación el portal
Fuente: Sánchez y Velásquez

Dichos puentes, no cuenta con una demarcación establecida y es por ello que en algunas

ocasiones se pueden generar accidentes, por lo que se planteó la propuesta de demarcación para los puentes mencionados, la cual contara con un rayado longitudinal de color amarillo en los laterales y en la línea central que separa los carriles en línea segmentada blanca.



Demarcación vial.

Figura 55. Demarcación vial
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.3.3.3. Barandillas

Las barandillas en los puentes desempeñan un papel crucial en la seguridad y funcionalidad de estas estructuras arquitectónicas y de ingeniería. Más allá de su función estética, las barandillas cumplen una serie de roles esenciales que garantizan la integridad de los puentes y la seguridad de quienes transitan por ellos. Desde un punto de vista funcional, las barandillas en los puentes sirven como elementos de protección que evitan que vehículos o peatones se salgan del puente, previniendo accidentes potencialmente mortales.

Además, estas estructuras también contribuyen a distribuir el peso de la carga de tráfico de manera uniforme en el puente, lo que es esencial para mantener su estabilidad y durabilidad. Desde una perspectiva estética y urbanística, las barandillas pueden realzar la belleza de un puente y su entorno, convirtiéndose en elementos distintivos y representativos de la arquitectura local o de una ciudad en particular.

Los Puentes a Proponer dichas barandillas en ambos extremos son:

- **Puente Valle de Oro Norte / Barandilla: 31 m x 1.50 m**



Figura 56. Diseño de barandilla valle de oro norte
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente Valle de Oro Sur / Barandilla: 48 m x 1.50 m**

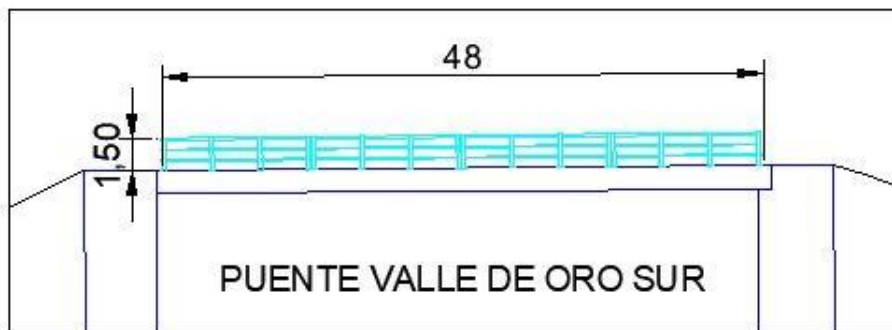


Figura 57. Diseño de barandilla valle de oro sur
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente El Portal / Barandilla: 36 m x 1.50 m**

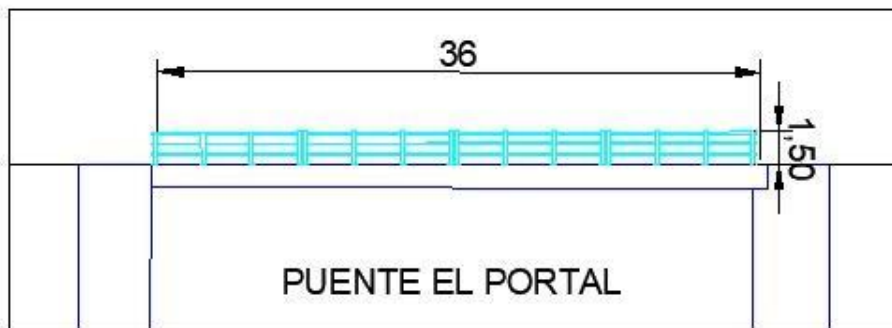


Figura 58. Diseño de barandilla el portal
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente de Hyperlider / Barandilla: 34 m x 1.50 m**

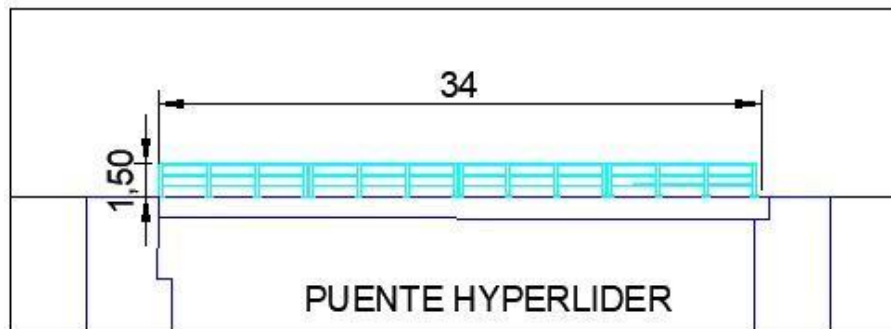


Figura 59. Diseño de barandilla hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente Las Josefinas / Barandilla: 24 m x 1.50 m**

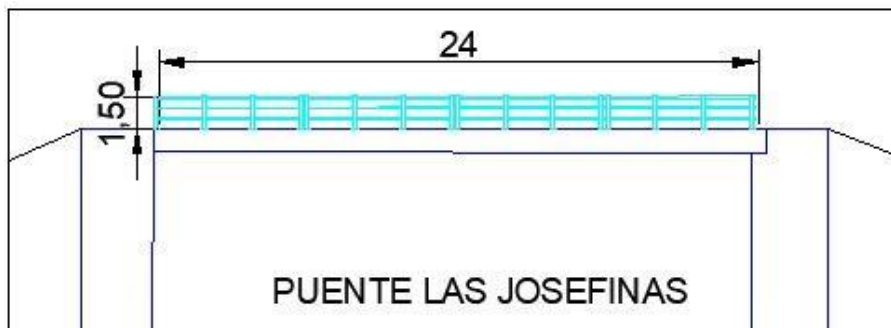


Figura 60. Diseño de barandilla las josefinas
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente Los Tulipanes / Barandilla: 31 m x 1.50 m**

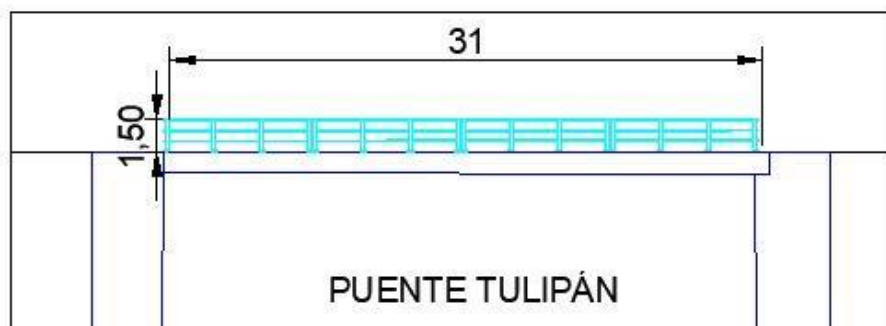


Figura 61. Diseño de barandilla puente tulipán
Fuente: Sánchez y Velásquez

- **Puente Las Morochas / Barandilla: 15.80 m x 1.50 m**

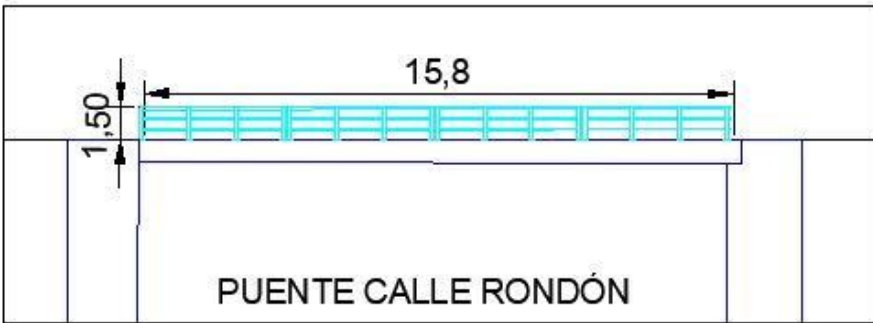


Figura 62. Diseño de barandilla calle rondón
Fuente: Sánchez y Velásquez

Barandillas conformadas por barras de acero, longitudinales y transversales

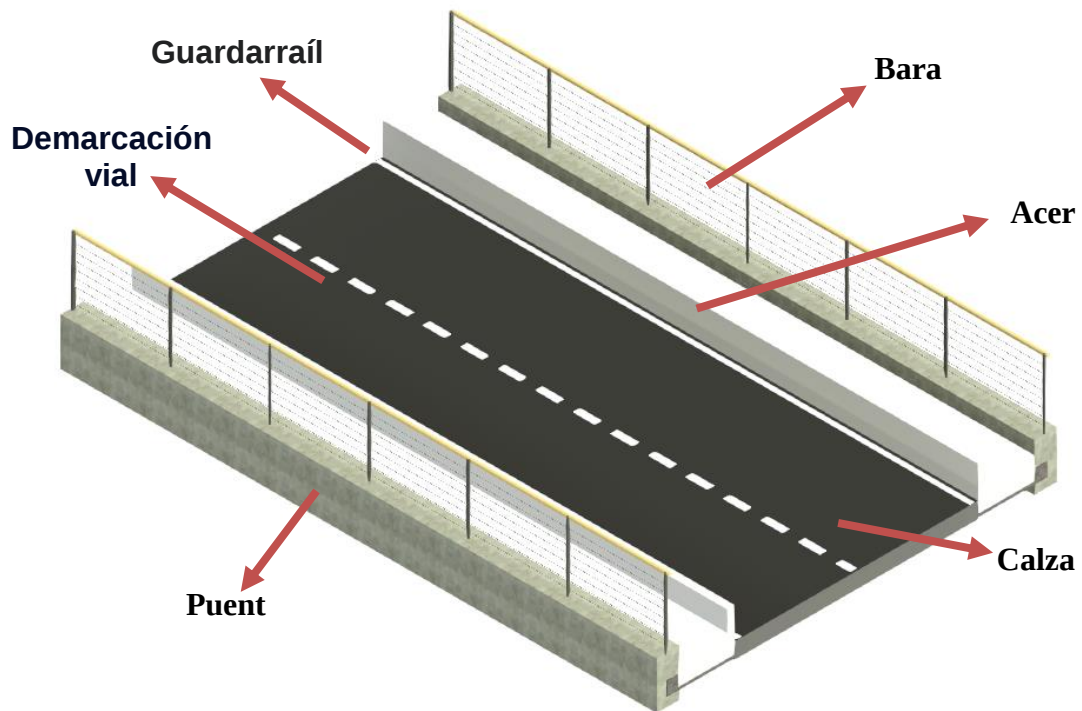


Figura 63. Render isométrico, sobre barandilla en los puentes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

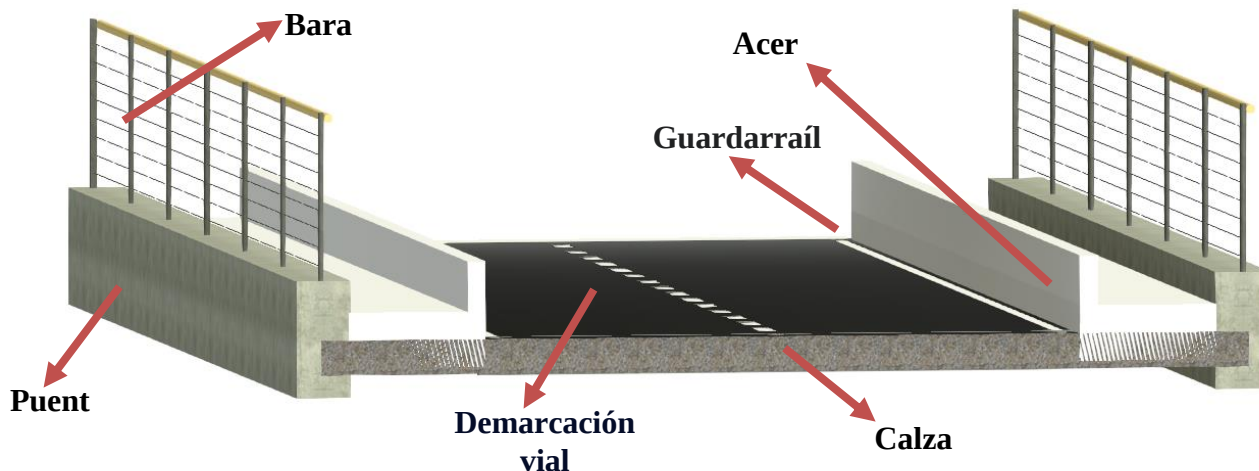


Figura 64. Render, sobre barandilla en los puentes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

4.3.3.4. Iluminación

La iluminación en puentes es un elemento crucial que va más allá de la mera estética. Cumple una serie de roles fundamentales que abarcan desde la seguridad y la funcionalidad hasta la eficiencia energética y la preservación del patrimonio. Los puentes, en su calidad de infraestructuras esenciales, se interconectan con la vida cotidiana de las personas y el funcionamiento de las ciudades. En este contexto, la iluminación desempeña un papel integral que afecta tanto a la seguridad de los usuarios como a la apreciación estética de estas estructuras arquitectónicas.

En los puentes: **Las Josefinas y El Portal**, no cuentan con el sistema de iluminación correspondiente para poder respaldar diversas funciones como: la seguridad, la navegabilidad, la estética y la eficiencia energética. También es importante contar con una buena iluminación para implementar los planes de mantenimiento que puedan estar fijados en horas nocturnas bajo el poco tráfico que pueda llevarse a esas horas, es un plan de mantenimiento utilizado con frecuencia en grandes países.

Se propone la ubicación de postes de iluminación cada 50 metros en el trayecto de los puentes, el mismo puede contar con luces led y paneles solares para el apoyo de una energía renovable y sustentable.



Figura 65. Poste de luz vial
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Puente El portal

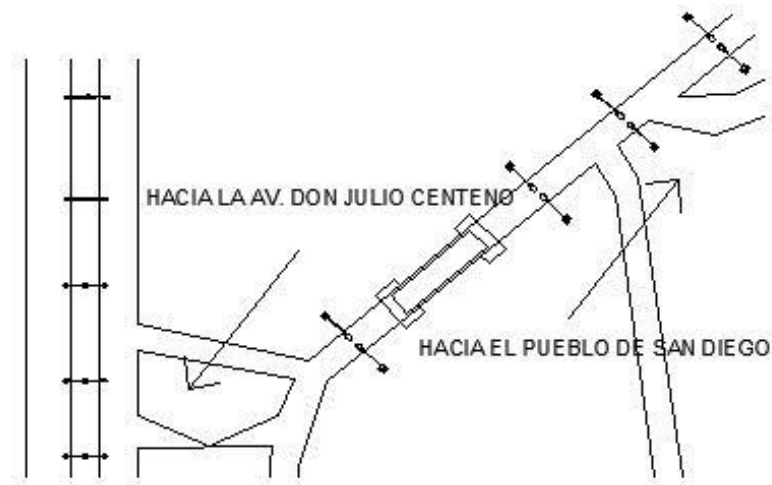


Figura 66. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente El Portal.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

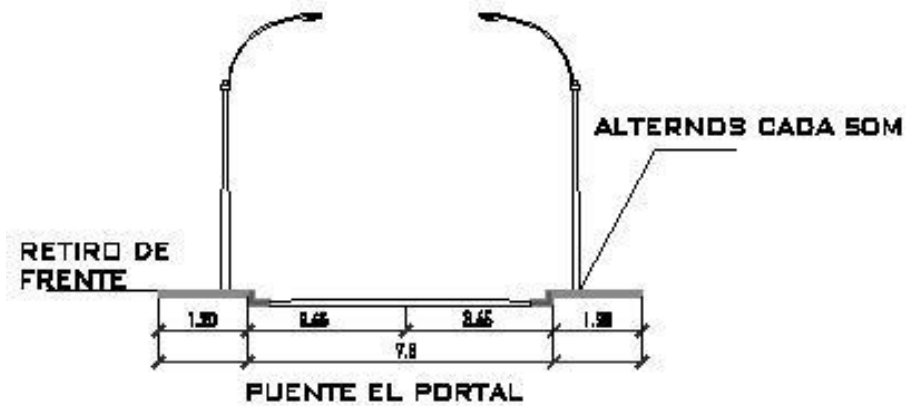


Figura 67. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente El Portal.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Puente Las josefinas

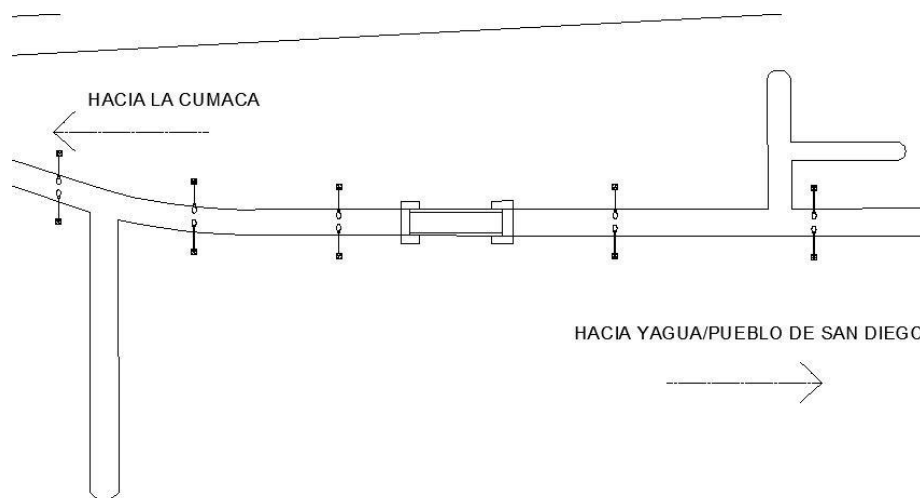


Figura 68. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente Las Josefinas.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023).

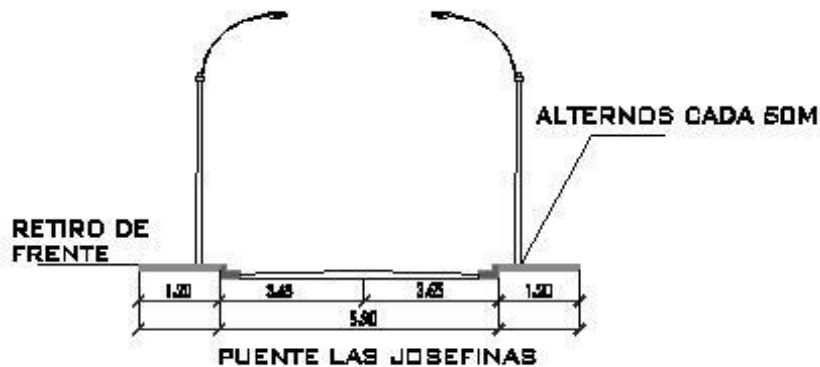


Figura 69. Diseño transversal, ubicación de poste de luz vial, Puente Las Josefina.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023).

4.3.3.5. Drenaje

Los sistemas de drenaje y la utilización de gaviones en la construcción de puentes son aspectos técnicos de suma importancia en la ingeniería civil, aunque a veces son pasados por alto, desempeñan un papel fundamental en la durabilidad y la resistencia de las estructuras de los puentes. Los sistemas de drenaje tienen la responsabilidad de gestionar eficazmente el agua en el área cercana al puente, mientras que los gaviones ofrecen soluciones efectivas para fortalecer la base de la estructura y protegerla contra la erosión.

- **Diseño de drenaje en los puentes que lo solicitan**

Debido a la falta de mantenimiento, los sistemas de drenaje pueden experimentar fallas, esto se manifiesta en el aumento del tiempo necesario para drenar el agua de lluvia de la vialidad, lo cual puede llevar a situaciones en las que los sistemas diseñados no son capaces de manejar el caudal de agua de la vía, lo que, a su vez, puede provocar su colapso y afectar otros aspectos geométricos de la sección transversal. Para calcular el sistema de drenaje de los puentes que cruzan el río San Diego y el río Cúpira, se inició por analizar el caudal presente en cada una de las secciones de estos puentes.

- **Curvas IDF**

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia Estación San Diego

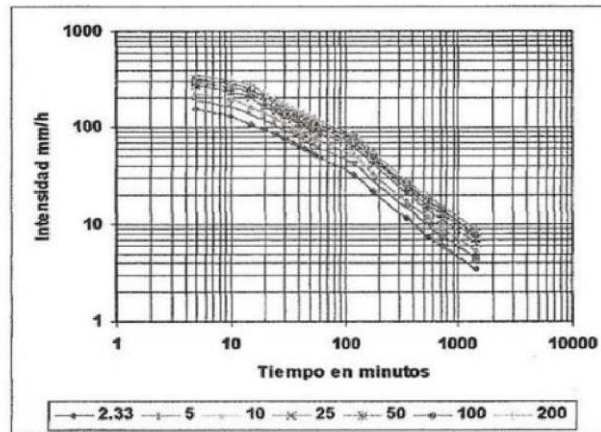


Figura 70. Curva de intensidad-duración-frecuencia, Estación San Diego
Fuente: SINFRA (2023).

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno en Años						
	2.33	5	10	25	50	100	200
5	150.0	160.0	177.0	192.0	202.0	212.0	240.0
10	130.0	140.0	152.0	167.0	178.0	190.0	220.0
15	109.9	124.3	135.6	150.3	161.7	173.0	183.4
20	92.6	104.7	114.8	127.4	136.5	145.5	155.0
25	81.0	92.0	101.4	112.9	121.1	129.1	138.0
30	72.6	83.1	92.0	102.8	110.5	118.1	126.5
35	66.2	76.3	84.8	95.2	102.7	110.0	118.0
40	61.1	70.9	79.1	89.2	96.5	103.7	111.4
45	57.0	66.6	74.5	84.4	91.6	98.7	106.1
50	53.5	62.9	70.7	80.4	87.5	94.6	101.7
55	50.5	59.8	67.4	76.9	84.0	91.1	98.1
60	47.9	57.2	64.6	74.0	81.0	88.1	94.9
120	31.8	40.0	45.0	50.0	60.0	65.0	70.0
180	22.0	28.2	33.2	39.5	44.3	48.9	53.6
360	11.7	14.5	16.8	19.7	21.9	24.0	26.2
540	7.9	9.8	11.3	13.2	14.6	16.0	17.4
720	6.1	7.4	8.4	9.8	10.8	11.8	12.8
1440	3.3	4.0	4.6	5.3	5.8	6.4	6.9

Figura 71. Periodo de Retorno en Años
Fuente: SINFRA (2023).

● Hietogramas.

Un hietograma es la relación de la intensidad de la lluvia con respecto a la duración de la misma, la gráfica del hietograma presentado a continuación, fue suministrado por el trabajo de

investigación sobre las planicies inundables en la cuenca del Río los Guayos y San Diego, Estado Carabobo.

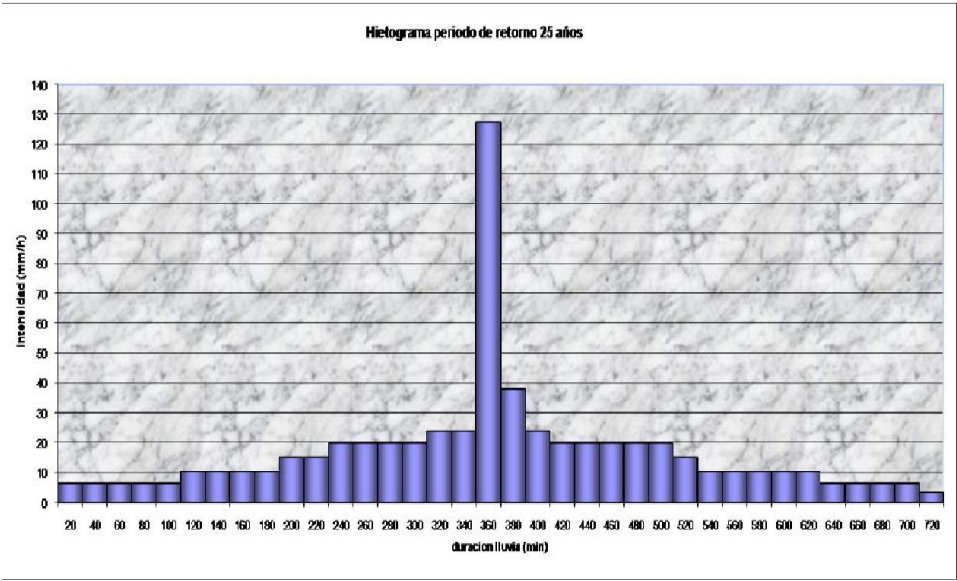


Figura 72. Hietograma periodo de retorno 25 años
Fuente: SINFRA (2023).

Intervalo (min)	0	0	0	0	00	20	40	60	80	00	20	40	60
Intensidad (mm/h)	.5	.5	.5	.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5.2	5.2	9.8	9.8

● **Cálculo del Caudal.**

Uno de los aspectos más importantes al elaborar y analizar los sistemas de drenajes de una vialidad es la determinación del caudal de esorrentía el cual se define como la cantidad de agua que va a escurrir hacia el drenaje que se elaborará en la vialidad. Se hizo uso del método racional para el cálculo de los caudales.

$$Q = \frac{CxIx A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal expresado en m3/seg.

C: Coeficiente de esorrentía para pavimentos flexibles es de 0.95.

I: Intensidad de la lluvia valor obtenido por la curva y IDF y el hietograma para una intensidad de 20min y un periodo de retorno de 25 años la intensidad será 127.4 expresado en mm/h

A: Área de la vialidad, expresada en hectáreas.

- Puente Valle de Oro Sur:

Área: 0,04656

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0,04656}{360} = 0,00909 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente Valle de Oro Norte:

Área: 0.02263

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.02263}{360} = 0,004419 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente El Portal:

Área: 0.0262

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.0262}{360} = 0,005116 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente Las Josefinas:

Área: 0.01416

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.01416}{360} = 0,002765 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente Rondón:

Área: 0.013272

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.013272}{360} = 0,002592 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente Tulipán:

Área: 0.03596

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.03596}{360} = 0,00702 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Puente Hyperlider:

Área: 0.03944

Intensidad: 60

Coeficiente: 0,95

$$Q = \frac{0,95 \times 74 \times 0.03944}{360} = 0,007702 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- **Diseño de Cunetas de la vialidad.**

Se conoce como cunetas, aquellas zanjas longitudinales ubicadas a ambos lados de una vialidad, las cuales se encargan de recolectar el caudal máximo que puede escurrir por la vialidad. Para los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira se propuso el diseño de cunetas rectangulares ubicadas de ambos lados de la vialidad lo que significa que el caudal máximo se dividirá para ambas cunetas, para cada una de las calles las cuales serán capaces de recolectar el caudal máximo del sector.

Cuneta rectangular



Figura 73. Cuneta rectangular
Fuente: Estudiantedeingenieriacivil02.blogspot (2016).

Para cunetas rectangulares:

El área hidráulica es: Base x Altura

Perímetro mojado: $B + 2xH$

Radio hidráulico: A/P

Donde:

B: Base

H: Altura

- Cálculo de cuneta tipo con el caudal mayor (Valle de Oro Sur):
- Longitud del tramo del puente: 48m
- Calzada del puente: 9.70m
- Caudal máximo: 0.00909m³/seg y se toma la mitad, por lo tanto: 0.00454m³/seg
- Pendiente S: 0.01 (asumida para el cálculo de cunetas)
- N: 0.016

Predimensionado de la cuneta:

B= 12cm

Y= 5cm

$$A = 0.12 \times 0.05 = 0.006m^2$$

$$P = 0.12 + 2 \times 0.05 = 0.22m$$

$$R = \frac{0.006}{0.22} = 0.027m$$

Capacidad de la cuneta

$$Q = \frac{R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n} \times A$$

$$Q = \frac{(0.027)^{\frac{2}{3}} \times (0.01)^{\frac{1}{2}}}{0.016} \times 0.006 \times 1000 = 3,375l/seg$$

El caudal para las dimensiones anteriormente mencionadas es de 0,00909m³/seg transformándolo en litros por segundo 9,09 l/seg es mayor a 3,375 l/seg (caudal máximo) se puede concluir que el diseño es satisfactorio.

La propuesta sugiere la instalación de rejillas de metal a lo largo de la cuneta calculada para mejorar la seguridad de los usuarios de motocicletas y bicicletas. Estas rejillas actuarían como barreras físicas, al tiempo que facilitarían el flujo de agua y prevendrían la acumulación de residuos. Se espera que esta medida no solo aumente la seguridad vial, sino que también contribuya

a la eficiencia y sostenibilidad de la infraestructura del puente.

- **Diseño de gaviones**

La implementación de gaviones en los puentes es de gran utilidad para la protección y el mantenimiento del mismo, de acuerdo a la inspección realizada los puentes: Valle de Oro Norte, Los Tulipanes, Hyperlider y Las Morochas no cuentan con bloques de gaviones por lo que se ven afectados las riberas del río y los yacimientos de los puentes, razón por la cual se propuso un diseño de gaviones para solventar este problema

Calculo de muro de Gaviones Para Puente Las Morochas
Plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el rio San Diego
y en el rio Cupira, en el municipio San Diego, Edo.Carabobo

Gaviones muro lado 1

Peso especifico del suelo: $Ys = 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Peso especifico de la piedra: $Yp = 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas:

$\phi = 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta = 7.48 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\alpha_{adm} = 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$



UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Planteamiento del Gavión

se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.8

Gavion2: 1x1.5x1

Gavion3: 1x2x1

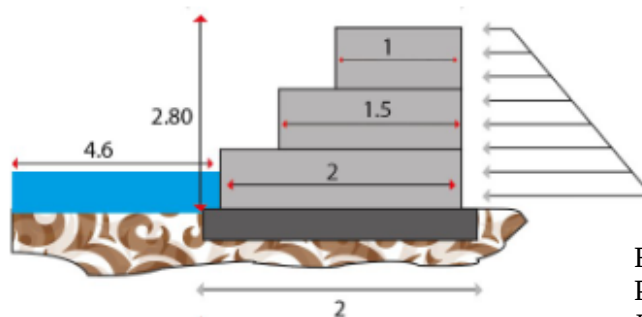


Figura 74. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Altura de Gaviones:

$hg1 = 0.8 \text{ m}$

$hg2 = 1 \text{ m}$

$hg3 = hg2$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am = 2.80 \text{ m}$

$ag1 = 1 \text{ m}$

$ag2 = 1.5 \text{ m}$

$ag3 = 2 \text{ m}$

$baserecomendada = (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.9 \text{ m}$ Base = 2 m

$Ka = \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.419 \text{ m}$

Calculo de empuje activo:

$Ea = \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (Ys) \cdot (am)^2 = 3.617 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D := \frac{am}{3} = 0.933 \text{ m}$

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.8 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $Pp1 := Ag1 \cdot \gamma_p = 2.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 1.5 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $Pp2 := Ag2 \cdot \gamma_p = 4.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $Pp3 := Ag3 \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X1 := 1.5 \text{ m}$$

$$X2 := 1.25 \text{ m}$$

$$X3 := 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$Mp1 := Pp1 \cdot X1 = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$Mp2 := Pp2 \cdot X2 = 5.25 \text{ tonnef}$$

$$Mp3 := Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ tonnef}$$

Momento Total:

$$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 14.21 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 12.04 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$$Ma := Ea \cdot D = 3.375 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad \text{El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50$$

$$f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 1.552 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mt}{Ma} = 4.21 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 0.9 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e := \frac{Base}{2} - X = 0.1 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.1 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\varphi_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.783 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\varphi_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.421 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

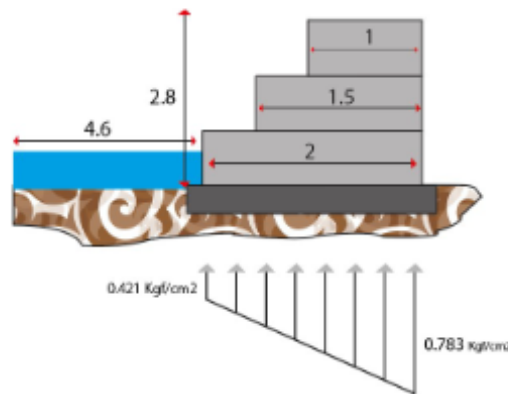


Figura 75. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.8 \text{ m} \quad pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.24 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad Mb1 := x \cdot pb1 = 1.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow E_a := \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot Y_s \cdot (hg1)^2 = 0.295 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow M_a := E_a \cdot D = 0.276 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 3.538 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 1 \text{ m}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 3.15 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 4.065 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.431 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 4.246 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 3

$$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$$

$$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$$

$$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$$

$$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb2}{Ma} = 7.316 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.431 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.661 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb3}{Ma} = 13.007 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José**C.I: 26.642.386****Velásquez Acosta, Diego Alejandro****C.I: 29.867.508**

Gaviones muro lado 2

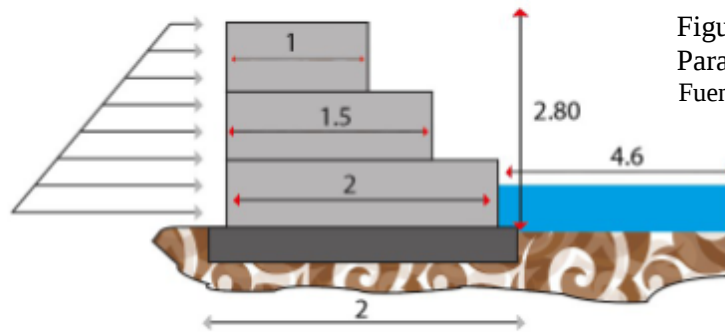


Figura 76. Diseño de Gaviones
Para Puesto las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Peso específico de la piedra: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas: $\phi = 25 \text{ deg}$ Peso específico del suelo: $\gamma_s := 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

$\phi = 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta := 3.731 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Planteamiento del Gavión se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.8

Gavion2: 1x1.5x1

Gavion3: 1x2x1

Altura de Gaviones:

$hg1 := 0.8 \text{ m}$

$hg2 := 1 \text{ m}$

$hg3 := hg2$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am := 2.8 \text{ m}$

$ag1 := 1 \text{ m}$

$ag2 := 1.5 \text{ m}$

$ag3 := 2 \text{ m}$

$baserecomendada := (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.9 \text{ m}$ $Base := 2 \text{ m}$

$$Ka := \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.409 \text{ m}$$

Calculo de empuje activo: $Ea := \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (\gamma_s) \cdot (am)^2 = 3.528 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D := \frac{am}{3} = 0.933 \text{ m}$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $A_{g1} := h_{g1} \cdot a_{g1} = 0.8 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $P_{p1} := A_{g1} \cdot \gamma_p = 2.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $A_{g2} := h_{g2} \cdot a_{g2} = 1.5 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $P_{p2} := A_{g2} \cdot \gamma_p = 4.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $A_{g3} := h_{g3} \cdot a_{g3} = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $P_{p3} := A_{g3} \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X_1 := 1.5 \text{ m}$$

$$X_2 := 1.25 \text{ m}$$

$$X_3 := 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$M_{p1} := P_{p1} \cdot X_1 = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$M_{p2} := P_{p2} \cdot X_2 = 5.25 \text{ tonnef}$$

$$M_{p3} := P_{p3} \cdot X_3 = 5.6 \text{ tonnef}$$

Momento Total:

$$M_t := (M_{p1} + M_{p2} + M_{p3}) \cdot m = 14.21 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$P_t := (P_{p1} + P_{p2} + P_{p3}) \cdot m = 12.04 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$$M_a := E_a \cdot D = 3.293 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot P_t}{E_a} = 1.591 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{M_t}{M_a} = 4.315 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X := \frac{M_t - M_a}{P_t} = 0.907 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e := \frac{\text{Base}}{2} - X = 0.093 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.093 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\sigma_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.777 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\sigma_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.434 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

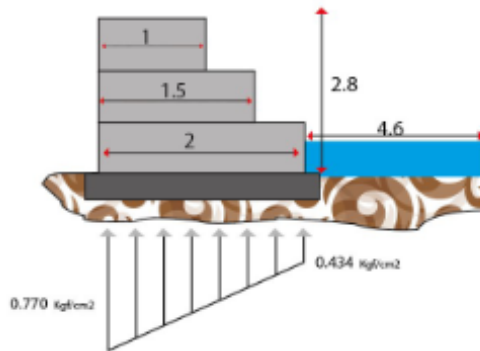


Figura 77. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.8 \text{ m} \quad pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.24 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad Mb1 := x \cdot pb1 = 1.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

$$\text{Empuje} \quad \longrightarrow \quad Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.288 \text{ tonnef}$$

$$\text{Momento} \quad \longrightarrow \quad Ma := Ea \cdot D = 0.269 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 3.627 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 1 \text{ m} \quad pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m} \quad Mb2 := x \cdot pb2 = 3.15 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 4.167 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.42 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 4.352 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb2}{Ma} = 7.5 > 2 \text{ cumple}$

Bloque 3

$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$

$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$

$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$

$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot m$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.42 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.803 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb3}{Ma} = 13.333 > 2 \text{ cumple}$



Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

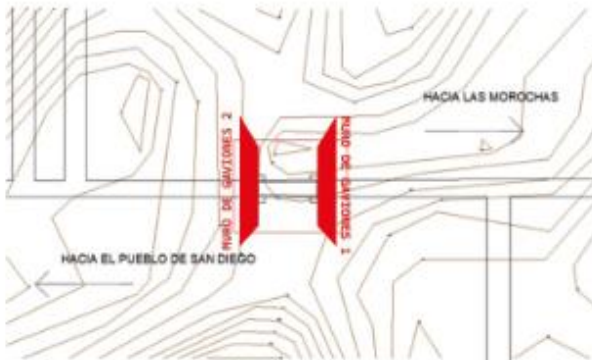
Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Con el propósito de prevenir la erosión del sustrato del muro de gaviones, se implementará un estrato suplementario compuesto por grava gruesa con el propósito de reforzar la resistencia a los esfuerzos erosivos. Adicionalmente, la disposición del muro de gaviones se ejecutará en conformidad con el alineamiento de la ribera del río con el objetivo de gradualmente mitigar el efecto del flujo de agua en las zonas de curvatura del cauce fluvial.

Figura 66. Residuos en Puente las Morochas

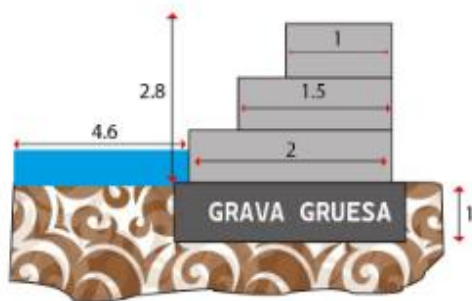
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)



Longitudes de los muros

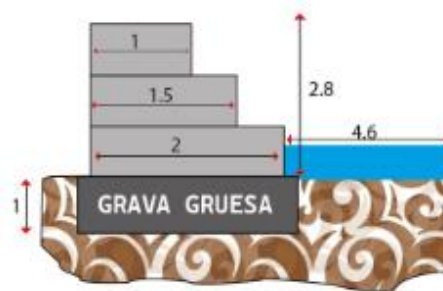
$$L_{gavion1y2} := 18 \text{ m}$$

Figura 78. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)



MURO DE GAVIONES 1

Figura 68. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)



MURO DE GAVIONES 2

Figura 69. Diseño de Gaviones
Para Puente las Morochas
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Calculo de muro de Gaviones Para Puente V.De Oro Norte
Plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el rio San Diego y en el rio Cupira, en el municipio San Diego, Edo.Carabobo

Gaviones muro lado 1

Peso especifico del suelo: $Ys := 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Peso especifico de la piedra: $Yp := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas:

$\phi := 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta := 7.48 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$



UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Planteamiento del Gavión

se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.6

Gavion2: 1x1.5x1

Gavion3: 1x2x1

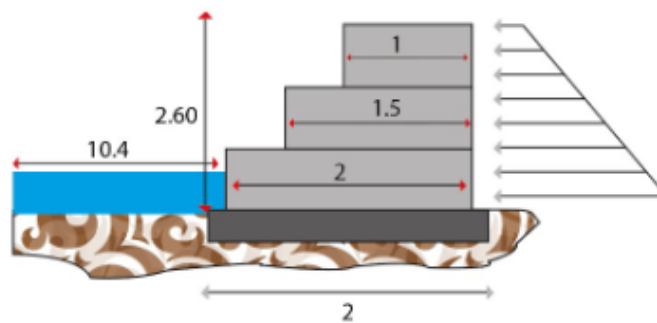


Figura 79. Diseño de faviones para puente de Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Altura de Gaviones:

$hg1 := 0.6 \text{ m}$

$hg2 := 1 \text{ m}$

$hg3 := hg2$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro:

$am := 2.60 \text{ m}$

$ag1 := 1 \text{ m}$

$ag2 := 1.5 \text{ m}$

$ag3 := 2 \text{ m}$

$baserecomendada := (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.8 \text{ m}$ Base := 2 m

$Ka := \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.419 \text{ m}$

Calculo de empuje activo:

$Ea := \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (Ys) \cdot (am)^2 = 3.118 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D := \frac{am}{3} = 0.867 \text{ m}$

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.6 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $Pp1 := Ag1 \cdot \gamma_p = 1.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 1.5 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $Pp2 := Ag2 \cdot \gamma_p = 4.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $Pp3 := Ag3 \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$X1 = 1.5 \text{ m}$

$X2 = 1.25 \text{ m}$

$X3 = 1 \text{ m}$

Cálculos de momentos parciales

$Mp1 = Pp1 \cdot X1 = 2.52 \text{ tonnef}$

$Mp2 = Pp2 \cdot X2 = 5.25 \text{ tonnef}$

$Mp3 = Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ tonnef}$

Momento Total:

$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 13.37 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Carga Total:

$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 11.48 \text{ tonnef}$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$Ma := Ea \cdot D = 2.703 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$FSD = 1.50$

$f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60$ cumple

$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 1.717 > 1.50$ cumple

Se verifica el Volteo

$FSV = 2.0$

$\frac{Mt}{Ma} = 4.947 > 2$ cumple

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 0.929 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e := \frac{Base}{2} - X = 0.071 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.071 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\varphi_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.696 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\varphi_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.452 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

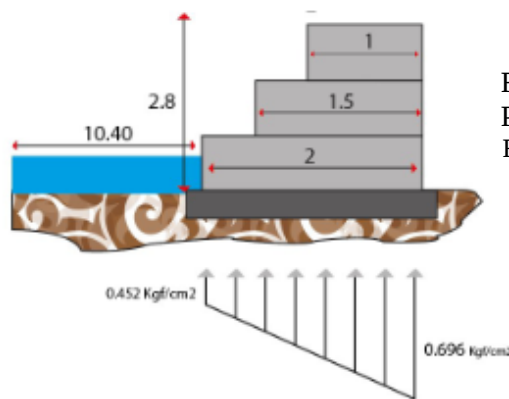


Figura 80. Diseño de Gaviones Para Puente Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.6 \text{ m} \quad pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot \gamma_p = 1.68 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad Mb1 := x \cdot pb1 = 0.84 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot \gamma_s \cdot (hg1)^2 = 0.166 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow Ma := Ea \cdot D = 0.144 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 4.717 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 1 \text{ m}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 3.15 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 5.836 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.4 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 4.246 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 3

$$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$$

$$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$$

$$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$$

$$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb2}{Ma} = 7.879 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.4 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.661 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb3}{Ma} = 14.007 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José**C.I: 26.642.386****Velásquez Acosta, Diego Alejandro****C.I: 29.867.508**

Gaviones muro lado 2

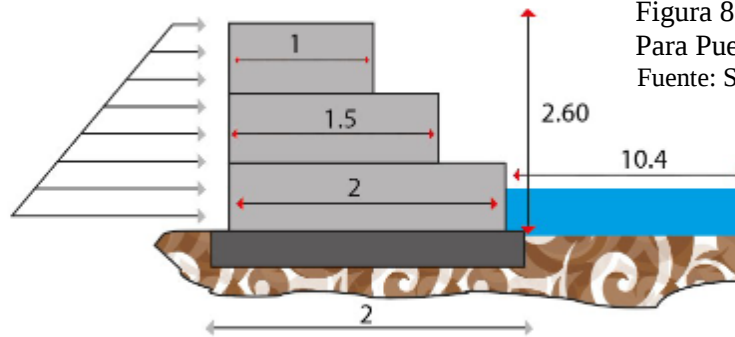


Figura 81. Diseño de Gaviones Para Puente Valle de Oro Norte.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Peso específico de la piedra: $\gamma_p = 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas: $\phi = 25 \text{ deg}$ Peso específico del suelo: $\gamma_s = 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

$\phi = 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta = 3.731 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\alpha_{adm} = 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Planteamiento del Gavión se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.6

Gavion2: 1x1.5x1

Gavion3: 1x2x1

Altura de Gaviones:

$hg1 = 0.6 \text{ m}$

$hg2 = 1 \text{ m}$

$hg3 = hg2$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am = 2.6 \text{ m}$

$ag1 = 1 \text{ m}$

$ag2 = 1.5 \text{ m}$

$ag3 = 2 \text{ m}$

$baserecomendada = (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.8 \text{ m}$ $Base = 2 \text{ m}$

$$Ka = \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.409 \text{ m}$$

Calculo de empuje activo: $Ea = \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (\gamma_s) \cdot (am)^2 = 3.042 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D = \frac{am}{3} = 0.867 \text{ m}$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.6 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $Pp1 := Ag1 \cdot \gamma_p = 1.68 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 1.5 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $Pp2 := Ag2 \cdot \gamma_p = 4.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $Pp3 := Ag3 \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X1 := 1.5 \text{ m}$$

$$X2 := 1.25 \text{ m}$$

$$X3 := 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$Mp1 := Pp1 \cdot X1 = 2.52 \text{ tonnef}$$

$$Mp2 := Pp2 \cdot X2 = 5.25 \text{ tonnef}$$

$$Mp3 := Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ tonnef}$$

Momento Total:

$$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 13.37 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 11.48 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$$Ma := Ea \cdot D = 2.636 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50$$

$$f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 1.76 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mt}{Ma} = 5.071 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 0.935 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e := \frac{Base}{2} - X = 0.065 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.065 \text{ m}$$

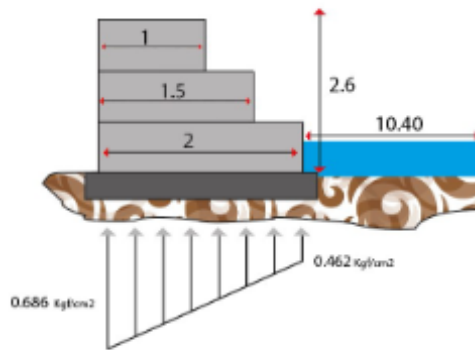
$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\sigma_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.686 \frac{kgf}{cm^2} < \sigma_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\sigma_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.462 \frac{kgf}{cm^2} < \sigma_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$



Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Figura 82. Diseño de Gaviones
Para Puente Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.6 \text{ m}$$

$$pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 1.68 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$Mb1 := x \cdot pb1 = 0.84 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje



$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.162 \text{ tonnef}$$

Momento



$$Ma := Ea \cdot D = 0.14 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 4.836 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 1 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 3.15 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 5.983 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.39 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 4.352 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb2}{Ma} = 8.077 > 2 \text{ cumple}$

Bloque 3

$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$

$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$

$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$

$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot m$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.39 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.803 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb3}{Ma} = 14.358 > 2 \text{ cumple}$



Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Con el propósito de prevenir la erosión del sustrato del muro de gaviones, se implementará un estrato suplementario compuesto por grava gruesa con el propósito de reforzar la resistencia a los esfuerzos erosivos. Adicionalmente, la disposición del muro de gaviones se ejecutará en conformidad con el alineamiento de la ribera del río con el objetivo de gradualmente mitigar el efecto del flujo de agua en las zonas de curvatura del cauce fluvial.

Figura 83. Residuos en Puente

Valle de Oro Norte

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

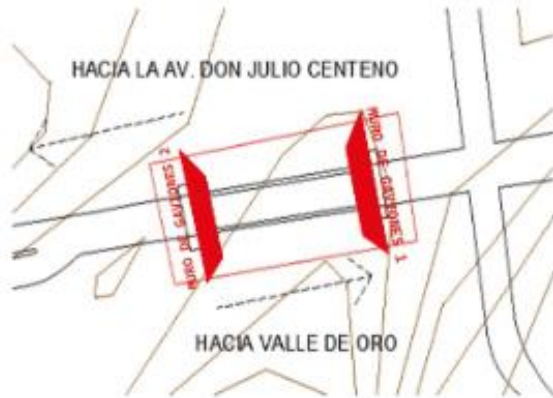


Figura 84. Diseño de Gaviones
Para Puente Valle de Oro Norte.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Longitudes de los muros
 $L_{gavion1y2} = 15 \text{ m}$

Figura 85. Diseño de Gaviones
Para Puente Valle de Oro Norte
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

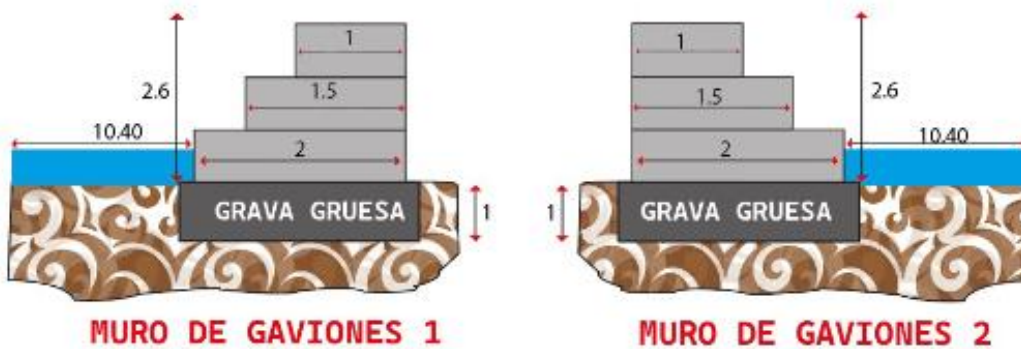


Figura 86. Diseño de Gaviones
Para Puente Vslle de Oro Norte.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Calculo de muro de Gaviones Para Puente Los Tulipanes

Plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el rio San Diego y en el rio Cupira, en el municipio San Diego, Edo.Carabobo

Gaviones muro lado 1

Peso específico del suelo: $Y_s := 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Peso específico de la piedra: $Y_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas:

$\phi := 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta := 7.48 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa:

$\alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$



**UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ**

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Planteamiento del Gavión

se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x1

Gavion2: 1x1.5x1

Gavion3: 1x2x1

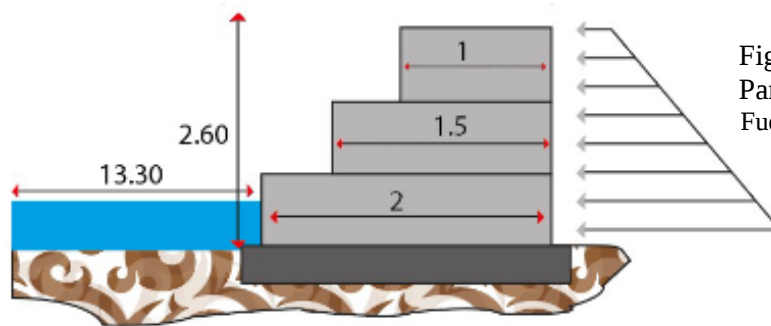


Figura 87. Diseño de Gaviones Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Altura de Gaviones:

$hg1 := 0.8 \text{ m}$

$hg2 := 0.8 \text{ m}$

$hg3 := 1 \text{ m}$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am := 2.6 \text{ m}$

$ag1 := 1 \text{ m}$

$ag2 := 1.5 \text{ m}$

$ag3 := 2 \text{ m}$

$baserecomendada := (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.8 \text{ m}$ **Base := 2 m**

$$Ka := \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.419 \text{ m}$$

Calculo de empuje activo:

$Ea := \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (Ys) \cdot (am)^2 = 3.118 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D := \frac{am}{3} = 0.867 \text{ m}$

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $Yp := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.8 \text{ m}^2$ **Peso parcial 1:** $Pp1 := Ag1 \cdot Yp = 2.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 1.2 \text{ m}^2$ **Peso parcial 2:** $Pp2 := Ag2 \cdot Yp = 3.36 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ **Peso parcial 3:** $Pp3 := Ag3 \cdot Yp = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X1 := 1.5 \text{ m}$$

$$X2 := 1.25 \text{ m}$$

$$X3 := 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$Mp1 := Pp1 \cdot X1 = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$Mp2 := Pp2 \cdot X2 = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$Mp3 := Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ tonnef}$$

Momento Total:

$$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 13.16 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 11.2 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$Ma := Ea \cdot D = 2.703 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50$$

$$f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 1.675 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mt}{Ma} = 4.869 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante

$$X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 0.934 \text{ m}$$

Excentricidad de la carga

$$e := \frac{Base}{2} - X = 0.066 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.066 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\varphi_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.671 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\varphi_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.449 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

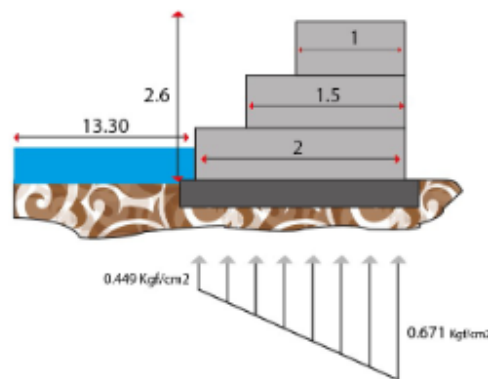


Figura 88. Diseño de Gaviones Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.8 \text{ m} \quad pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.24 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m} \quad Mb1 := x \cdot pb1 = 1.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.295 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow Ma := Ea \cdot D = 0.256 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 3.538 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 0.8 \text{ m} \quad pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m} \quad Mb2 := x \cdot pb2 = 2.52 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.295 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.256 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 5.307 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 3

$$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m} \quad pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m} \quad Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes**Empuje**

$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento

$$Ma := Ea \cdot D = 0.4 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.661 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 4.377 > 2 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb2}{Ma} = 9.849 > 2 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb3}{Ma} = 14.007 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Gaviones muro lado 2

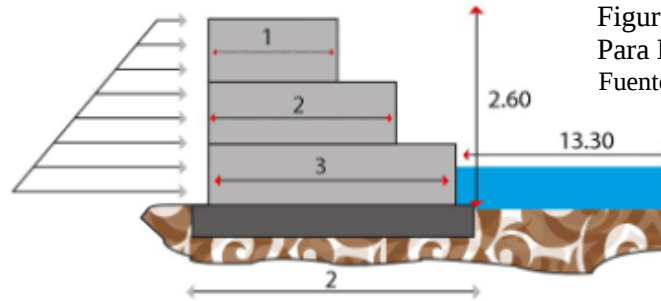


Figura 89. Diseño de Gaviones Para Puesto Los tulipanes.

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Peso específico de la piedra: $\gamma_p = 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas: $\phi = 25 \text{ deg}$ Peso específico del suelo: $\gamma_s = 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

$\phi = 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta = 3.731 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\sigma_{adm} = 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Planteamiento del Gavión se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.8

Gavion2: 1x1.5x0.8

Gavion3: 1x2x1

Altura de Gaviones:

$hg1 = 0.8 \text{ m}$

$hg2 = 0.8 \text{ m}$

$hg3 = 1 \text{ m}$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro:

$am = 2.6 \text{ m}$

$ag1 = 1 \text{ m}$

$ag2 = 1.5 \text{ m}$

$ag3 = 2 \text{ m}$

$baserecomendada = (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.8 \text{ m}$

$Base = 2 \text{ m}$

$Ka = \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi)}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi)}} \right) \cdot m = 0.409 \text{ m}$

Calculo de empuje activo: $Ea = \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (\gamma_s) \cdot (am)^2 = 3.042 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D = \frac{am}{3} = 0.867 \text{ m}$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p = 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $A_{g1} = h_{g1} \cdot a_{g1} = 0.8 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $P_{p1} = A_{g1} \cdot \gamma_p = 2.24 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $A_{g2} = h_{g2} \cdot a_{g2} = 1.2 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $P_{p2} = A_{g2} \cdot \gamma_p = 3.36 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $A_{g3} = h_{g3} \cdot a_{g3} = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $P_{p3} = A_{g3} \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X_1 = 1.5 \text{ m}$$

$$X_2 = 1.25 \text{ m}$$

$$X_3 = 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$M_{p1} = P_{p1} \cdot X_1 = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$M_{p2} = P_{p2} \cdot X_2 = 4.2 \text{ tonnef}$$

$$M_{p3} = P_{p3} \cdot X_3 = 5.6 \text{ tonnef}$$

Momento Total:

$$M_t = (M_{p1} + M_{p2} + M_{p3}) \cdot m = 13.16 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$P_t = (P_{p1} + P_{p2} + P_{p3}) \cdot m = 11.2 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$$M_a = E_a \cdot D = 2.636 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$$FSD = 1.50$$

$$f = \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot P_t}{E_a} = 1.717 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV = 2.0$$

$$\frac{M_t}{M_a} = 4.991 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X = \frac{M_t - M_a}{P_t} = 0.94 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e = \frac{Base}{2} - X = 0.06 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.06 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\sigma_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.661 \frac{kgf}{cm^2} < \sigma_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\sigma_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.459 \frac{kgf}{cm^2} < \sigma_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

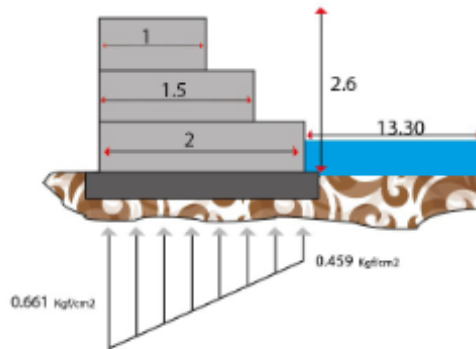


Figura 90, Diseño de Gaviones
Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.8 \text{ m}$$

$$pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.24 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$Mb1 := x \cdot pb1 = 1.12 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.288 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow Ma := Ea \cdot D = 0.25 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 3.627 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 0.8 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 3.36 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 2.52 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 4.487 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.288 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.25 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 5.44 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb2}{Ma} = 10.096 > 2 \text{ cumple}$

Bloque 3

$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$

$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$

$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$

$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot m$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.39 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.803 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb3}{Ma} = 14.358 > 2 \text{ cumple}$



Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Con el propósito de prevenir la erosión del sustrato del muro de gaviones, se implementará un estrato suplementario compuesto por grava gruesa con el propósito de reforzar la resistencia a los esfuerzos erosivos. Adicionalmente, la disposición del muro de gaviones se ejecutará en conformidad con el alineamiento de la ribera del río con el objetivo de gradualmente mitigar el efecto del flujo de agua en las zonas de curvatura del cauce fluvial.

Figura 91, Barandilla Puente Los tulipanes.

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

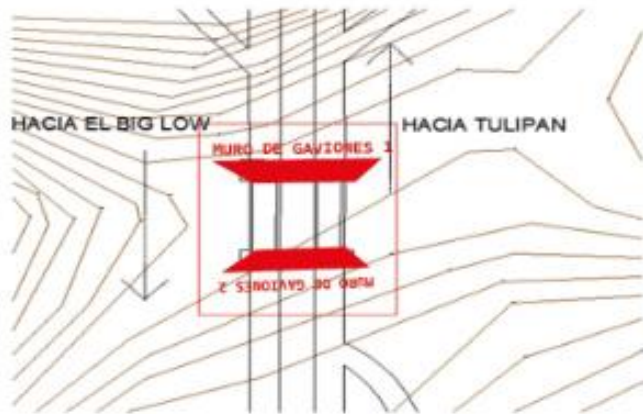


Figura 892. Diseño de Gaviones
Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Longitudes de los muros
 $L_{gavion1y2} = 20 \text{ m}$

Figura 93, Diseño de Gaviones
Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

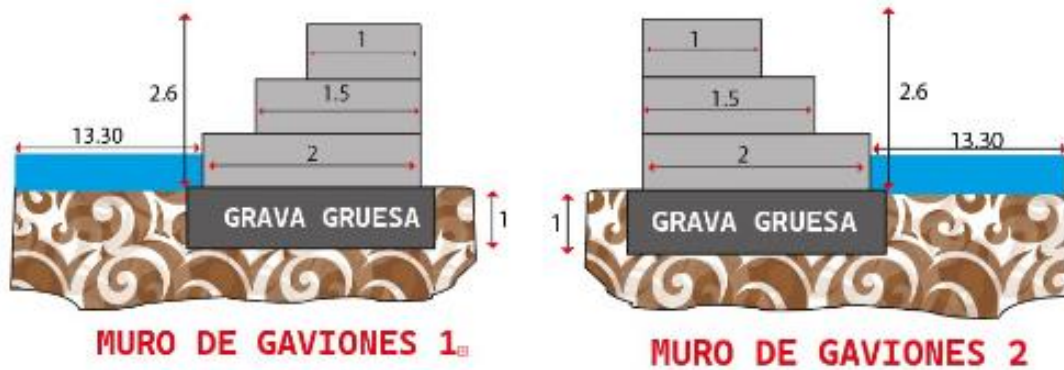


Figura 94, Diseño de Gaviones
Para Puente Los tulipanes.
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Calculo de muro de Gaviones Para Puente Hyperlider

Plan de mantenimiento para los puentes que se encuentran en el río San Diego y en el río Cupira, en el municipio San Diego, Edo. Carabobo

Gaviones muro lado 1

Peso específico del suelo: $Y_s := 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Peso específico de la piedra: $Y_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas:

$\phi := 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta := 7.48 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa:

$$\alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$



UNIVERSIDAD JOSÉ
ANTONIO PÁEZ

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Planteamiento del Gavión

se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.5

Gavion2: 1x1.5x0.5

Gavion3: 1x2x1

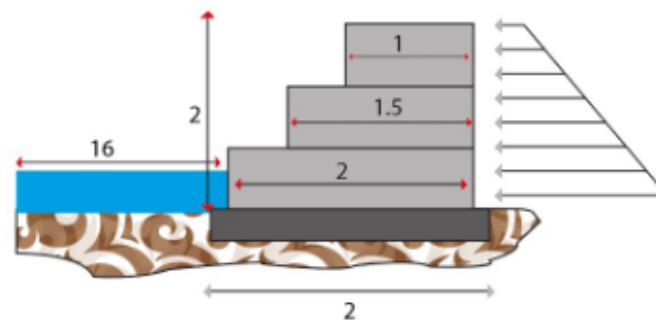


Figura 95. Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Altura de Gaviones:

$hg1 := 0.5 \text{ m}$

$hg2 := 0.5 \text{ m}$

$hg3 := 1 \text{ m}$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am := 2 \text{ m}$

$ag1 := 1 \text{ m}$

$ag2 := 1.5 \text{ m}$

$ag3 := 2 \text{ m}$

$baserecomendada := (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.5 \text{ m}$ Base := 2 m

$$K_a := \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} \right) \cdot m = 0.419 \text{ m}$$

Calculo de empuje activo:

$$E_a := \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (K_a) \cdot (Y_s) \cdot (am)^2 = 1.845 \text{ tonnef}$$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $D := \frac{am}{3} = 0.667 \text{ m}$

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $\gamma_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.5 \text{ m}^2$ **Peso parcial 1:** $Pp1 := Ag1 \cdot \gamma_p = 1.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 0.75 \text{ m}^2$ **Peso parcial 2:** $Pp2 := Ag2 \cdot \gamma_p = 2.1 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ **Peso parcial 3:** $Pp3 := Ag3 \cdot \gamma_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto critico

$X1 := 1.5 \text{ m}$

$X2 := 1.25 \text{ m}$

$X3 := 1 \text{ m}$

Cálculos de momentos parciales

$Mp1 := Pp1 \cdot X1 = 2.1 \text{ tonnef}$

$Mp2 := Pp2 \cdot X2 = 2.625 \text{ tonnef}$

$Mp3 := Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ tonnef}$

Momento Total:

$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 10.325 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Carga Total:

$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 9.1 \text{ tonnef}$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$Ma := Ea \cdot D = 1.23 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50$ $f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60$ cumple

$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 2.3 > 1.50$ cumple

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mt}{Ma} = 8.393 > 2$ cumple

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante

$$X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 0.999 \text{ m}$$

Excentricidad de la carga

$$e := \frac{Base}{2} - X = (5.636 \cdot 10^{-4}) \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 1.001 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\varphi_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.456 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{ cumple}$$

$$\varphi_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.454 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{ cumple}$$

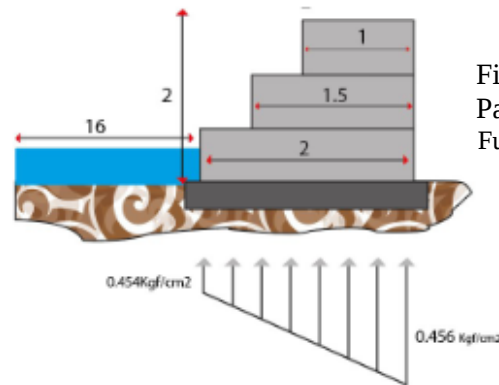


Figura 96, Diseño de Gaviones Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.5 \text{ m}$$

$$pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 1.4 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$Mb1 := x \cdot pb1 = 0.7 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje



$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.115 \text{ tonnef}$$

Momento



$$Ma := Ea \cdot D = 0.077 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 5.661 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 0.5 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.1 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 1.575 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje



$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.115 \text{ tonnef}$$

Momento



$$Ma := Ea \cdot D = 0.077 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 8.491 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 3

$$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$$

$$pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$$

$$Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje



$$Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.461 \text{ tonnef}$$

Momento



$$Ma := Ea \cdot D = 0.308 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.661 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 9.105 > 2 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb2}{Ma} = 20.486 > 2 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb3}{Ma} = 18.209 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Gaviones muro lado 2

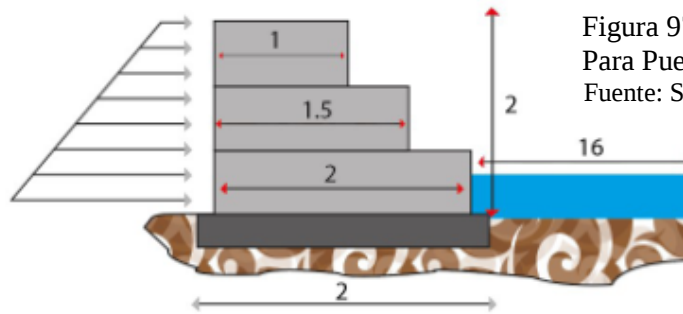


Figura 97, Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Peso específico de la piedra: $\gamma_p = 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Angulo de fricción interna entre partículas: $\phi = 25 \text{ deg}$ Peso específico del suelo: $\gamma_s = 2.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

$\phi = 25 \text{ deg}$

Angulo del material de relleno: $\beta = 3.731 \text{ deg}$

Capacidad portante de la grava gruesa: $\alpha_{adm} = 3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Planteamiento del Gavión se consideran tres tipos de gaviones

Gavion1 : 1x1x0.8

Gavion2: 1x1.5x0.8

Gavion3: 1x2x1

Altura de Gaviones:

$hg1 = 0.5 \text{ m}$

$hg2 = 0.5 \text{ m}$

$hg3 = 1 \text{ m}$

Ancho de Gaviones:

Altura total del muro: $am = 2 \text{ m}$

$ag1 = 1 \text{ m}$

$ag2 = 1.5 \text{ m}$

$ag3 = 2 \text{ m}$

$baserecomendada = (0.5) \cdot (1 \text{ m} + am) = 1.5 \text{ m}$ $Base = 2 \text{ m}$

$$Ka = \cos(\beta) \cdot \left(\frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi)}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\phi)}} \right) \cdot m = 0.409 \text{ m}$$

Calculo de empuje activo: $Ea = \left(\frac{1}{2} \right) \cdot (Ka) \cdot (\gamma_s) \cdot (am)^2 = 1.8 \text{ tonnef}$

Distancia de la aplicación del empuje activo: $\bar{D} = \frac{am}{3} = 0.667 \text{ m}$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Análisis de estabilidad:

Peso específico material: $Y_p := 2.8 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Se calcula el brazo de cada gavión con respecto al punto de volcamiento

Área del gavión 1: $Ag1 := hg1 \cdot ag1 = 0.5 \text{ m}^2$ Peso parcial 1: $Pp1 := Ag1 \cdot Y_p = 1.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 2: $Ag2 := hg2 \cdot ag2 = 0.75 \text{ m}^2$ Peso parcial 2: $Pp2 := Ag2 \cdot Y_p = 2.1 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Área del gavión 3: $Ag3 := hg3 \cdot ag3 = 2 \text{ m}^2$ Peso parcial 3: $Pp3 := Ag3 \cdot Y_p = 5.6 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Brazos al punto crítico

$$X1 := 1.5 \text{ m}$$

$$X2 := 1.25 \text{ m}$$

$$X3 := 1 \text{ m}$$

Cálculos de momentos parciales

$$Mp1 := Pp1 \cdot X1 = 2.1 \text{ tonnef}$$

$$Mp2 := Pp2 \cdot X2 = 2.625 \text{ tonnef}$$

$$Mp3 := Pp3 \cdot X3 = 5.6 \text{ m} \cdot \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{tonnef}$$

Momento Total:

$$Mt := (Mp1 + Mp2 + Mp3) \cdot m = 10.325 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Carga Total:

$$Pt := (Pp1 + Pp2 + Pp3) \cdot m = 9.1 \text{ tonnef}$$

Calculo del momento producido por el empuje activo

$$Ma := Ea \cdot D = 1.2 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

El momento actuante es menor que el momento de estabilidad por lo tanto el diseño cumple

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50$$

$$f := \tan(\phi) = 0.466 < 0.60 \text{ cumple}$$

$$\frac{f \cdot Pt}{Ea} = 2.357 > 1.50 \text{ cumple}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mt}{Ma} = 8.604 > 2 \text{ cumple}$$

Sánchez Da Silva, Juan José

C.I: 26.642.386

Velásquez Acosta, Diego Alejandro

C.I: 29.867.508

Se verifican las presiones sobre el terreno

Ubicación de las resultante $X := \frac{Mt - Ma}{Pt} = 1.003 \text{ m}$

Excentricidad de la carga $e := \frac{\text{Base}}{2} - X = -0.003 \text{ m}$

$$\frac{Base}{3} = 0.667 \text{ m}$$

$$\frac{Base}{2} + e = 0.997 \text{ m}$$

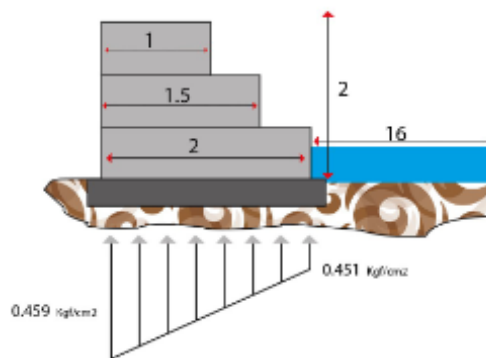
$$\frac{Base}{3} \cdot 2 = 1.333 \text{ m}$$

la carga cae en el centro medio del muro por lo que el terreno no trabajara a tracción

calculamos los esfuerzos máximos y mínimos del suelo

$$\varphi_{max} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 + \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.451 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$

$$\varphi_{min} := \frac{Pt}{Base \cdot 1 \text{ m}} \cdot \left(1 - \frac{(6 \cdot e)}{Base}\right) = 0.459 \frac{kgf}{cm^2} < \alpha_{adm} := 3 \frac{kgf}{cm^2} \text{ cumple}$$



Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

Figura 98, Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Verificación de los Bloques de Gavión

Bloque 1

$$ag1 = 1 \text{ m} \quad hg1 = 0.5 \text{ m}$$

$$pb1 := ag1 \cdot hg1 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 1.4 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag1}{2} = 0.5 \text{ m}$$

$$Mb1 := x \cdot pb1 = 0.7 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg1)^2 = 0.113 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.075 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Se verifica el deslizamiento

$$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$$

$$\frac{f \cdot pb1}{Ea} = 5.803 > 1.50 \text{ cumple}$$

Bloque 2

$$ag2 = 1.5 \text{ m} \quad hg2 = 0.5 \text{ m}$$

$$pb2 := ag2 \cdot hg2 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 2.1 \text{ tonnef}$$

$$x := \frac{ag2}{2} = 0.75 \text{ m}$$

$$Mb2 := x \cdot pb2 = 1.575 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Se verifica el Volteo

$$FSV := 2.0$$

$$\frac{Mb1}{Ma} = 9.333 > 2 \text{ cumple}$$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg2)^2 = 0.113 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.075 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb2}{Ea} = 8.704 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb2}{Ma} = 20.999 > 2 \text{ cumple}$

Bloque 3

$ag3 = 2 \text{ m} \quad hg3 = 1 \text{ m}$ $pb3 := ag3 \cdot hg3 \cdot 1 \text{ m} \cdot Yp = 5.6 \text{ tonnef}$

$x := \frac{ag3}{2} = 1 \text{ m}$ $Mb3 := x \cdot pb3 = 5.6 \text{ tonnef} \cdot m$

Resistencia a las fuerzas desestabilizantes

Empuje $\rightarrow$ $Ea := \frac{1}{2} \cdot Ka \cdot Ys \cdot (hg3)^2 = 0.45 \text{ tonnef}$

Momento $\rightarrow$ $Ma := Ea \cdot D = 0.3 \text{ tonnef} \cdot m$

Se verifica el deslizamiento

$FSD := 1.50 \quad f = 0.466$

$\frac{f \cdot pb3}{Ea} = 5.803 > 1.50 \text{ cumple}$

Se verifica el Volteo

$FSV := 2.0$

$\frac{Mb3}{Ma} = 18.666 > 2 \text{ cumple}$

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508



Figura 99, Sedimentos
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)



Figura 100, Sedimentos
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Con el propósito de prevenir la erosión del sustrato del muro de gaviones, se implementará un estrato suplementario compuesto por grava gruesa con el propósito de reforzar la resistencia a los esfuerzos erosivos. Adicionalmente, la disposición del muro de gaviones se ejecutará en conformidad con el alineamiento de la ribera del río con el objetivo de gradualmente mitigar el efecto del flujo de agua en las zonas de curvatura del cauce fluvial.

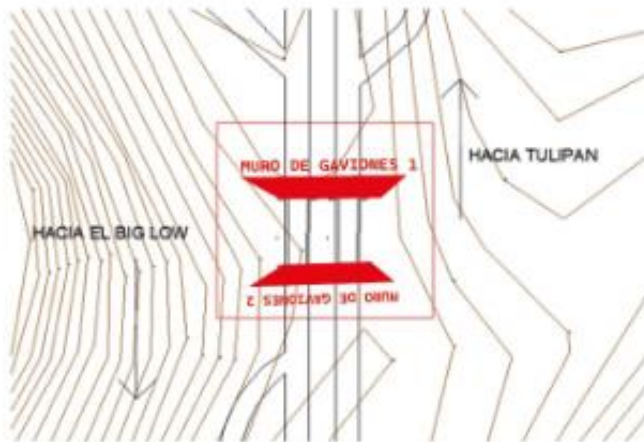


Figura 101, Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Longitudes de los muros
 $L_{gavion1y2} = 25 \text{ m}$

Figura 102, Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

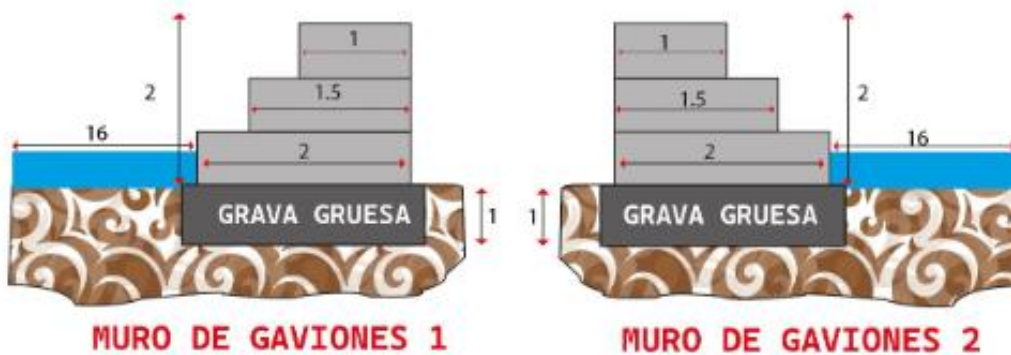


Figura 103, Diseño de Gaviones
Para Puente Hyperlider
Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Sánchez Da Silva, Juan José
C.I: 26.642.386
Velásquez Acosta, Diego Alejandro
C.I: 29.867.508

4.3.3.6. Estabilización de talud

La corrección de taludes en los puentes que cruzan ríos y cuerpos de agua es un aspecto de la ingeniería civil de suma importancia, que influye tanto en la seguridad y durabilidad de estas estructuras como en la preservación del entorno natural circundante. La estabilidad de los taludes, es decir, las pendientes de tierra o roca que sostienen los pilares o cimientos de los puentes, es un factor crucial para garantizar la integridad de la infraestructura y la seguridad de quienes la utilizan.

La importancia de abordar los taludes de manera efectiva se deriva de diversos factores interrelacionados. En primer lugar, la seguridad de los usuarios del puente es una prioridad fundamental. Los taludes inestables pueden dar lugar a deslizamientos de tierra o erosión, lo que representa un riesgo para la integridad de la estructura y la seguridad de los vehículos y peatones que la cruzan. Por lo tanto, la corrección de taludes es esencial para prevenir posibles accidentes y garantizar la navegación segura en estos cruces vitales.

Además de la seguridad, la estabilidad de los taludes también juega un papel esencial en la durabilidad de los puentes. Los deslizamientos de tierra, la erosión o la inestabilidad de los taludes pueden dañar los cimientos del puente, lo que puede llevar a un deterioro estructural a largo plazo. La corrección o el refuerzo de los taludes son medidas preventivas que contribuyen a la preservación y la longevidad de la infraestructura, reduciendo la necesidad de costosas reparaciones o reemplazos.

Para hacer movimientos de tierra se emplean distintos métodos los cuales se iniciaron a partir de las curvas de nivel o secciones transversales obtenidas a lo largo del estudio de trabajo a

realizar, el área de planeación generalmente se define por la banca, talud y el terreno natural.

Consideraciones:

✓ Si el balance del material da un resultado negativo (-), se necesita un banqueo de préstamo de material.

✓ Si el balance del material da un resultado positivo (+), sobra material de corte.

Problema de Talud observado en el puente de Valle de Oro Sur.



Figura 104, Problema

de Talud

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)



Figura 105, Problema

de Talud

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Se plantea la siguiente estabilización de Talud para el puente de Valle de Oro Sur, para dar seguridad a la estructura del puente, como a la infraestructura del mismo.

Sector izquierdo del puente Valle de Oro Sur, Cálculo del volumen de corte 1:

$$\text{Área 1} = 102.86 \text{ m} \times 14.54 \text{ m} = 1,495.58 \text{ m}^2$$

$$H 1 = 10 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de corte 1} = 1,495.58 \text{ m}^2 \times 10 \text{ m} = 14,955.80 \text{ m}^3 / 2 = 7,477.9 \text{ m}^3$$

Sector derecho del puente Valle de Oro Sur, Cálculo del volumen de corte 2:

$$\text{Área 2} = 76.70 \text{ m} \times 14.73 \text{ m} = 1,129.79 \text{ m}^2$$

$$H 2 = 9 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de corte 2} = 1,129.79 \text{ m}^2 \times 9 \text{ m} = 10,168.11 \text{ m}^3 / 2 = 5,084.05 \text{ m}^3$$

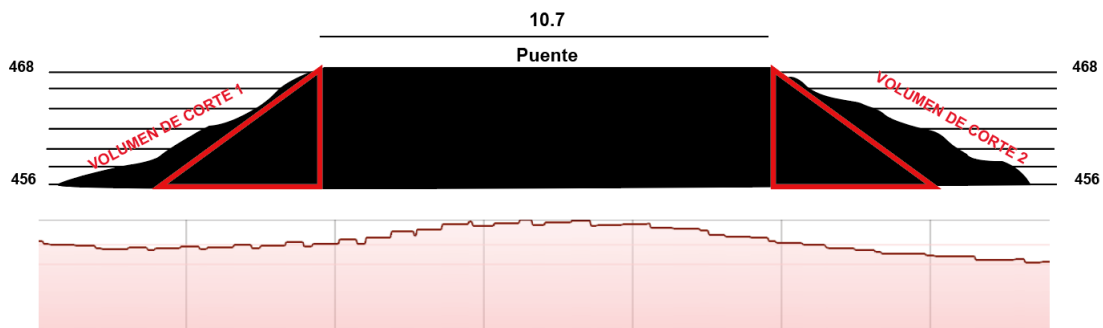


Figura 106, Problema de Talud

Fuente: Sánchez y Velásquez (2023)

Recubrimiento de talud

El recubrimiento de taludes es una práctica esencial en la ingeniería civil y la gestión ambiental que garantiza la estabilidad de las estructuras, previene la erosión del suelo, controla la escorrentía y contribuye a la protección del entorno natural. La importancia del recubrimiento radica en su capacidad para mantener la seguridad, la durabilidad y la sostenibilidad en una variedad de contextos, desde proyectos de infraestructura hasta la conservación del medio ambiente. Estas son algunas de las opciones ambientales que se pueden implementar para su recubrimiento:

- **Plantación de Vegetación:** La plantación de vegetación se presenta como una solución ambientalmente amigable y altamente efectiva para estabilizar los taludes y prevenir la erosión. Esta estrategia implica la introducción de plantas nativas o variedades resistentes a la erosión en el talud. Estas plantas no solo añaden belleza al entorno, sino que también refuerzan la estructura del talud con sus sistemas de raíces, ancladas de manera segura. Además, contribuyen a la biodiversidad local y pueden mejorar la calidad del suelo. Este enfoque ecológico y natural no sólo estabiliza el talud, sino que también aporta beneficios ambientales al entorno circundante.
- **Uso de Gaviones:** Los gaviones son una solución efectiva y versátil para estabilizar taludes. Estos consisten en cestas de malla rellenas de rocas u otros materiales apropiados. Los gaviones se utilizan para contener la erosión y evitar deslizamientos de tierra al tiempo que permiten el drenaje adecuado del agua. Su estructura permeable permite que la vegetación crezca a través de ellos, lo que añade una dimensión natural y ecológica al sistema. Los gaviones son una combinación ingeniosa de elementos naturales y estructurales que no solo fortalecen los taludes, sino que también pueden integrarse armoniosamente en el entorno circundante.
- **Métodos de Bioingeniería:** Las técnicas de bioingeniería son enfoques innovadores que aprovechan una combinación de materiales naturales, como plantas, madera, piedra y otros, para reforzar los taludes y prevenir la erosión. Estos métodos incluyen biomatrices, que utilizan redes de fibras vegetales y tierra para estabilizar el suelo; bioingeniería con estacas, que implica la instalación de estacas de madera o bambú en el talud para fortalecerlo; y sistemas de revestimiento de taludes que incorporan una variedad de materiales naturales.

La bioingeniería no solo restaura la estabilidad de los taludes, sino que también fomenta la biodiversidad y la resiliencia ambiental al tiempo que reduce la huella ecológica de las intervenciones de ingeniería.

- **Drenaje Sostenible:** En lugar de depender de sistemas de drenaje convencionales, se pueden implementar prácticas de drenaje sostenible para abordar la gestión del agua en los taludes de manera más eficiente y respetuosa con el entorno. Esto puede incluir la creación de zanjas de infiltración que permiten que el agua se filtre gradualmente en el suelo en lugar de correr por la superficie del talud. Además, los sistemas de recolección y reutilización de agua pueden capturar y almacenar el agua de escorrentía para su uso futuro, lo que minimiza la cantidad de agua que fluye a través del talud y reduce el riesgo de erosión. Estas prácticas sostenibles no solo mantienen la estabilidad de los taludes, sino que también contribuyen a la conservación de los recursos hídricos y a la reducción del impacto ambiental.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de grado se ha abordado la realización de un plan de mantenimiento para los puentes sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego estado Carabobo, resaltando la importancia de inspecciones y mantenimiento preventivo adecuado para garantizar la longevidad de los puentes. A lo largo de esta investigación, se han examinado diferentes aspectos relacionados con el mantenimiento de los puentes con el objetivo de brindar soluciones efectivas y sostenibles a los problemas existentes en los puentes de estudio.

En la primera fase del presente trabajo de grado se realizó el estudio de las zonas de estudio, donde se definieron sus ubicaciones geográficas y se establecieron los vértices de las poligonales de estas zonas, también se estudió la zonificación urbana mediante un análisis al Plan de Desarrollo Urbano Local del municipio San Diego y se evidenció la información topográfica de cada una de las 7 zonas de estudio, todo con el fin de conocer a qué cargas pueden estar sometidos los puentes, la diferencia de cotas presente en el terreno y los accesos viales adyacentes a los puentes.

Luego se realizó una inspección detallada de cada puente con el fin de hacer visibles las fallas más evidentes en los puentes, se estudió la necesidad de rehabilitación de cada uno de los puentes y se ubicó el sistema de drenaje, así como también se evaluó la movilidad peatonal, evidenciando que por todos y cada uno de ellos día tras día transita una considerable cantidad de peatones, por último, se evaluaron las características actuales de la infraestructura de los puentes en estudio.

La segunda fase se comenzó evaluando las condiciones de la superestructura y el uso integral de los puentes, se analizó el historial de mantenimiento de los puentes y se recopilaron datos del tráfico al que están sometidos los puentes, así como se investigaron los recursos, materiales y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento y por último se evaluaron los requisitos normativos y legales relacionados con el mantenimiento de puentes.

En la tercera y última fase se diseñó el plan de mantenimiento para los puentes ubicados sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, se organizó la posible aplicación de este plan de mantenimiento en un cronograma de actividades y luego se diseñaron posibles soluciones para los problemas presentes en los puentes respecto a las ramas de hidráulica, suelos, vialidad y gestión ambiental según el requerimiento de cada puente.

Se diseñaron gaviones con el fin de dar soluciones a los empujes del suelo y al control del cauce de los ríos, también se diseñaron cunetas con el fin de mejorar el sistema de drenaje en los puentes, carpeta asfáltica para que el tránsito sobre la calzada de los puentes sea eficiente, un sistema de iluminación para los puentes que no contaban con el mismo y por último se propusieron barandas.

En conclusión, este trabajo de grado exhibe la relación entre un plan de mantenimiento y la longevidad de los puentes. Un plan de mantenimiento correctamente estructurado y aplicado que incorpore inspecciones preliminares y estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo periódicas se convierte en un factor sumamente determinante para asegurar la funcionalidad y durabilidad de los tramos viales estudiados. Implementar el plan de mantenimiento contribuirá a prolongar la vida útil de los puentes, asegurando un tránsito seguro para los habitantes del municipio San Diego y promoviendo un desarrollo sostenible y un crecimiento económico en la región.

Es sumamente importante que las autoridades competentes se comprometen a aplicar el plan de mantenimiento diseñado en este trabajo de grado, en pro a la mejora del tránsito en el municipio San Diego y buscando siempre la mejora continua y la adaptación a las nuevas tecnologías, solo así se puede garantizar un sistema de puentes eficiente y duradero, que beneficie a las generaciones presentes y futuras.

RECOMENDACIONES

- Llevar registro tanto documental como digital de las inspecciones realizadas, con el fin de dar seguimiento al estado de descomposición y deterioro de los puentes y de esa manera tomar medidas correctivas en el menor tiempo posible.

- Realizar un inventario de la red vial del municipio San Diego para cuantificar la cantidad de puentes existentes en la región, con un registro detallado de los elementos y estructuras que los conforman.

- Crear programas de inspección y mantenimiento con periodos de tiempos que oscilan de 6 meses a un año.

- Implementar el estudio para la prevención y conservación de puentes a través de herramientas o programas tecnológicos.

- Asociar la información obtenida de los puentes del municipio San Diego a un software de geolocalización como Google Earth que permite obtener de manera gráfica la información necesaria de la ubicación de los puentes para sus futuras inspecciones. En dado caso de que ya se haya hecho su inspección se deberá asociar a su vez la categorización de cada uno y si el mismo ya fue tratado o no.

- Aplicar el plan de mantenimiento de inspección general y rutinaria de puentes vehiculares a nivel nacional.

- Realizar un estudio sobre el tránsito vehicular que circula a diario por los puentes y de esa manera determinar si estos cubren la demanda.

- Ampliar el foco de estudio de puentes a otro tipo de estructuras de paso como por ejemplo túneles, vías férreas u otros.

Por último, se recomienda tener en consideración todos los diseños propuestos en este proyecto de trabajo de grado, para así poder ser llevados a cabo y mejorar el rendimiento de los puentes ubicados sobre el río San Diego y el río Cúpira en el municipio San Diego, estado Carabobo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2023). Recuperado el 24 de octubre de 2023, de https://www.academia.edu/5560864/NORMAS_AASHTO
- Acosta, & Chavez. (2017). *Aplicación del manual de protocolo de inspección general y rutinaria de puentes vehiculares para los distribuidores Cumaca, San Diego y Zona industrial I, ubicados en el municipio San diego estado Carabobo*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023
- Actualidadnebrija. (2021). *El diseño estructural*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.nebrija.com/medios/actualidadnebrija/2021/01/11/el-diseno-estructural/>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (7ma ed.). Caracas: Epísteme. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- Castillo, B., & Anchía, R. (2018). *Términos de uso frecuente por inspectores de puentes*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/267/browse?type=author&value=Anch%C3%ADa-Delgado%2C+Rodrigo>
- CNE. (2023). *¿Qué es un sismo?* Recuperado el 24 de octubre de 2023, de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomendaciones_consejos/sismo.aspx
- Daniel, F. (2023). *Puente*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.academia.edu/31115538/BRIDGE>
- EHU. (s.f.). *¿Qué es la Geología?* Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.ehu.eus/es/web/geologia/zer-da-geologia>
- Escobar, Gonzalo. (2018). *MECÁNICA DE SUELOS*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/introduccion.pdf>
- Estrada, A. (2013). *Esquemas de mantenimiento y rehabilitación de puentes carreteros y urbanos de concreto*. [Trabajo de grado], Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado el 10 de Agosto de 2023, de <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000691804>

- familysearch. (2023). *Estado de Carabobo*. Recuperado el 24 de Octubre de 2023, de https://www.familysearch.org/es/wiki/Carabobo,_Venezuela_-_Genealog%C3%ADa
- FHWA. (2002). *Efecto de los elementos de la infraestructura viaria sobre la seguridad de la circulación*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.fhwa.dot.gov/pressroom/prs2002.cfm>
- Flores, j. (2017). Conservacion de Puentes Carreteros. 14-32. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.construaprende.com/docs/tesis/295-conservacion-puentes-carreteros?ref=886&start=13>
- Guerrero, A. (2023). *Mecánica de Fluidos: Capa Limite y Flujo Externo Compresible*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de https://www.academia.edu/25613162/Mec%C3%A1nica_de_Fluidos_Capa_Limite_y_Flujo_Externo_Compresible
- Gutierrez, C., González, J., & Velásquez, E. (2019). *Rediseño del puente sobre el río Cajarito, entre el amparo Cojedes-Santa Cruz Portuguesa*. Universidad de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, San Carlos, Cojedes. Venezuela. Recuperado el 05 de Agosto de 2023, de <https://biblat.unam.mx/es/revista/agrollania/articulo/redisenodelpuente-sobre-el-rio-cajarito-entre-el-amparo-cojedes-santa-cruz-portuguesa>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Education. Obtenido de https://books.google.co.ve/books?id=oLbjoQEACAAJ&dq=sampieri&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- Hurtado, J. (2018). *Metodologia de la investigacion holistica*. Caracas: SYPAL. Recuperado el Marzo8 de 2023, de <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>
- Imhof, D. (2004). *RISK ASSESSMENT OF EXISTING BRIDGE STRUCTURES*. [Tesis doctoral], University of Cambridge, Reino Unido. Recuperado el 10 de Agosto de 2023, de <https://docplayer.net/29271809-Risk-assessment-of-existing-bridge-structures.html>
- INE. (Diciembre de 2014). *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de <http://www.ine.gob.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/carabobo.pdf>
- mochilerosviajeros. (2023). *Mapa de Venezuela*. Recuperado el 24 de Octubre de 2023, de

- <https://www.mochilerosviajeros.com/mapa-venezuela/>
- MOPT. (2007). Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.yumpu.com/es/document/view/14483157/manual-de-inspeccion-de-puentes-mopt>
- Morales. (2016). *Sistema de Gestión del mantenimiento de puentes de fábrica*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023
- Muñoz, J. (2023). *Documentación técnica para inspeccionar las estructuras de puentes existentes y a construir desarrollada para el organismo de inspección ITP*. [Trabajo de grado], ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN, Costa Rica. Recuperado el 24 de Octubre de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TF9577_BIB310138_Jessica_Munoz_Mora.pdf
- Ortiz, g. (2021). *Conceptos basicos de evaluacion de puentes*. [Trabajo de grado], Costa Rica. Recuperado el 24 de octubre de 2023
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15-29. Recuperado el 15 de Septiembre de 2023, de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
- Ramirez. (2016). *Guía de inspección para la evaluación de la integridad estructural de puentes de estructura metálica, tipo: "puentes de celosía de acero*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023
- Sabino, C. (2010). *Cómo hacer una Tesis*. Caracas: Panapo. Obtenido de <https://www.utm.mx/~vero0304/ST/Como.Hacer.Una.Tesis.Y.Elaborar.Todo.Tipo.pdf>
- Tamayo, & Tamayo. (2012). *El proceso de la investigación científica* (4ta ed.). México: Limusa. Obtenido de [https://books.google.co.ve/books?id=BhymmEqkkJwC&printsec=frontcover&dq=tamayo+y+tamayo+m.+\(2006\).+t%C3%A9cnicas+de+investigaci%C3%B3n.+\(2a+edici%C3%B3n\).+m%C3%A9xico+editorial+mc+graw+hill&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiS8ZbYx4j6AhVMMEQIHgYgiDSEQuwV6BAGJEAY#v=one](https://books.google.co.ve/books?id=BhymmEqkkJwC&printsec=frontcover&dq=tamayo+y+tamayo+m.+(2006).+t%C3%A9cnicas+de+investigaci%C3%B3n.+(2a+edici%C3%B3n).+m%C3%A9xico+editorial+mc+graw+hill&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiS8ZbYx4j6AhVMMEQIHgYgiDSEQuwV6BAGJEAY#v=one)
- UN. (2002). *¿Qué es el desarrollo sostenible?* Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm#:~:text=%22El%20desarrol>

- lo%20sostenible%20es%20el,(Informe%20Brundtland)%2C%201987.
- UN. (25 de septiembre de 2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- UPEL. (2014). *Proyecto FaCTIBLE*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>
- Vega, V., Rojas, I., & Raquel, G. (2022). *PITRA-LanammeUCR*, 13(6). Recuperado el 23 de octubre de 2023, de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2366/Boletin%206%20Actualizaci%C3%B3n%20del%20CR-2020%20Principales%20cambios%20de%20estructura%20y%20contenido%20Vol%201%20Manual%20CR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velásquez, C. (2015). *Espacio público y movilidad urbana*. Universidad de Barcelona, Barcelona. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/319707/01.CVVM_1de5.pdf
- wikipedia. (2023). *Municipio San Diego*. Recuperado el 24 de Octubre de 2023, de https://es.wikipedia.org/wiki/Municipio_San_Diego_%28Carabobo%29
- Winiker. (2019). *Manual para el mantenimiento de puentes en Costa Rica*. [Trabajo de grado]. Recuperado el 24 de octubre de 2023
- Zamora, J. (2012). *Evaluación de seguridad vial de puentes en Costa Rica*. Recuperado el 24 de octubre de 2023, de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/522/Congreso%20Iberoamericano%20de%20Seguridad%20Vial%20Tema%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20seguridad%20vial%20de%20puentes%20en%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APÉNDICES

Apéndice A

Entrevista Vial			
Ing.Manuel Figueira		Ing. Ana Barreto.	Arq.Maria Botero
1	¿Según sus trabajos realizados cuales son los criterios para realizar una pavimentación en un puente?		
Tipos de suelos, Cargas transitadas, subrasante, con respecto a las juntas de dilatación no revestirlas para evitar la producción de grietas en ellas.		Tipo de vehículos, el tipo de estructura.	Luego de realizar una pavimentación en la creación del puente, existen luego las repavimentaciones para eso se Deben tomar los criterios establecidos en el diseño de puentes para no sobrecargar de peso con un sobredimensionado de la capa asfáltica.
2	¿Cuáles son los materiales recomendables para hacer los terraplenes en los puentes?		
Respecto al tipo de suelo que se encuentra en la zona se define materiales a utilizar para así realizar una estructura más sólida colocando un suelo de una categoría acorde a ella.		Agregado grueso.	Se debe considerar el estudio de suelo y estructural para definir los materiales recomendables para los terraplenes debido a que dependerá de sus requerimientos.
3	¿Según su criterio cuales son las consideraciones, señalizaciones y demarcaciones que debe contener un puente?		
Ubicación de los sistemas de seguridad como: Brocales, barandas reflectivas en caso de ser necesario y demarcación con la pintura reglamentaria.		Línea continua, barandas reflectivas, señal de proximidad al puente.	Líneas de carril, señales de advertencia, señalización peatonal
4	¿Cuáles son los sistemas de drenaje con los que debe contar un puente?		
Cunetas, Sistema de rejillas o ventana, rampas y tanquillas		Cunetas y torrenteras	Desagües pluviales, canalones, sumideros de ventanas.
5	¿Cuáles son los criterios o los factores fundamentales que se deben tomar en cuenta para el diseño de puentes?		
El tipo de suelo, ancho de canal, tipo de sección para pilares, flecha del puente, caudal. Son factores fundamentales para		La longitud, la estabilidad de los, apoyos, ancho de la plataforma, el material a utilizar para el diseño que	En el diseño de puentes, se consideran factores clave como las cargas, la topografía, los materiales, la seguridad y

tomar en cuenta.		Va adosado a la funcionalidad de la estructura, la altura del puente.	las normativas. La ubicación y el propósito del puente influyen en su diseño, y se debe equilibrar la estética con la funcionalidad.
6	¿Qué tipo de estructuras recomienda usted cuando hay un proceso de erosión cercano a un puente?		
Muro de Gaviones, bolsas cret de cemento pobre, piedras grandes adheridas.		Gaviones, terraplenes de sacos relleno.	Refuerzo de taludes, revestimientos, defensas costeras

Entrevista Gestión Ambiental		
Arq. Obardo Chávez		Arq. Josué Mendoza
Ing. Viky Mujica		
1	¿Cuáles son las medidas y prácticas de gestión ambiental implementadas en los puentes actualmente, para preservar y promover la vegetación en el entorno, considerando aspectos como la conservación de hábitats naturales, la integración paisajística y la reducción de impactos ambientales?	
La preparación del cauce del río, ya que a través de su recorrido va trayendo desechos orgánicos, árboles y piedras, eso le quita nivel al cauce del río y provoca inundaciones.		Recolecto de residuos, mallas, restauración de riberas, educación y concientización respecto a la gestión ambiental.
Cumplimiento de la normativa ambiental que regula los distintos aspectos ambientales, selección del emplazamiento más idóneo para el puente, racionalización de la ocupación del suelo y minimización de las afecciones sobre el medio ambiente.		
2	¿Cuáles son las estrategias y acciones implementadas en los puentes sobre ríos, para hacer frente a los residuos que son arrastrados por el mismo y se acumulan en los alrededores de los puentes?	
Encauzando al río, ya sea artificialmente (con gaviones) o naturalmente (con raíces de ciertas plantas como el bambú), así el río trae menos residuos.		Barreras de captura de residuos, limpieza regular y un diseño ecológico.
Establecimiento de programas de limpieza y remoción de residuos en los cuerpos de agua, incluyendo la remoción manual o mecánica de residuos sólidos como sedimentos, residuos, escombros, llantas, etc.		
3	¿Cuál es el impacto de las descargas de aguas residuales que llegan a los puentes sobre los ríos, y cuáles son las medidas tomadas para mitigar este impacto para garantizar la protección del medio ambiente acuático?	
Existe mucho impacto, ya que las aguas residuales pueden amenazar a la fauna y a la flora que habita en las adyacencias del cauce del río y pueden generar bacterias que amenacen el sistema digestivo de todos los seres vivos que se benefician del agua de estos ríos.		Contaminación del agua, eutrofización, amenaza para la vida silvestre. Tratamiento de aguas residuales, control de vertidos industriales, gestión de aguas pluviales
La descarga de aguas residuales en los ríos puede afectar la calidad del agua y la salud de las personas, por lo que es fundamental establecer programas de limpieza y remoción de residuos en los cuerpos de agua para evitar la acumulación de residuos.		

Entrevista Estructural			
Ing. Alejandro Pocaterra		Ing. Daniel Zerpa	Ing. Reyes Rojas
1	¿De qué manera abordaría usted un problema de corrosión u oxidación significativa en los tirantes de los puentes?		
Sería fácil decir es que se sustituye la pieza oxidada o en proceso de oxidación. Pero no es o sería lo correcto. Se debería primero analizar las causas patológicas. Es decir, las que originan la patología de oxidación.		De inmediato realizaría una inspección con la finalidad de evaluar, detalladamente, los tirantes afectados y así determinar el grado de corrosión u oxidación. Así mismo indicar el impacto en la integridad estructural y capacidad de carga del puente. Paralelo, identificaría las causas de la corrosión, por los distintos factores ambientales, falta de mantenimiento, entre otros.	Tomando en cuenta que es un problema que atacaría a los elementos que componen a la estructura, la principal manera de abordarlo sería tomando medidas preventivas, como utilizar recubrimientos especiales que protejan la superficie de la estructura. Si ya el elemento está bajo la condición de corrosión u oxidación el procedimiento que se recomienda será: limpiar cuidadosamente con un cepillo de acero, La capa inferior deberá consistir en un imprimador basado en zinc (fondo anticorrosivo). La segunda y tercera capas deberán consistir en una pintura sobre base de brea.
2	¿Cuáles son las principales causas del deterioro de las juntas en los puentes y cuáles serían los métodos más eficaces para evaluar su estado?		
Se deben evaluar agentes ambientales agua medidas como escorrentía, CO2 como agente de contaminación etc. entre otros. Aplicar un diagrama causa efecto con el fin de observar los factores que dan origen al desgaste de dicho material. El número de vehículos que circula por los puentes, así como los asentamientos diferenciales entre la carpeta de rodamiento y		Dentro las principales causas que causan el deterioro de las juntas, se encuentran las cargas y tráfico pesado ejerciendo cargas significativas en las mismas desgastándola; la exposición a agentes ambientales como la humedad, lluvia, entre otros.	1. El movimiento o vibración generado por el paso de vehículos, añadido al poco mantenimiento de los materiales flexibles que componen a algunas de esas juntas para poder absorber los desplazamientos generados. 2. Tomar medidas de los desplazamientos generados una vez puesto en marcha la estructura y compararlos con

	la base de terraplén de llegada y salida de los puentes, hacen que el material pierda por impacto dicha estabilidad mecánica. En tal sentido se deben ir haciendo trabajos de nivelación y vuelta a rellenar los terraplenes de acceso y salida y vibró comparar de manera adecuada.		lo estimados en el diseño, y así poder plantear posibles soluciones o medidas preventivas que no permitan el deterioro.
3	¿Cuáles son las principales causas de las grietas en los puentes?		
	Generalmente dependen de la zona donde se encuentren se deben entre otras cosas a la escorrentía superficial que va dañando el asfalto de la carpeta de circulación. Hay que hacer una evaluación por factores, con variables, a los fines de identificar cuál es el origen de esa patología. Falta de pendiente, material asfáltico o de concreto, ya con años de servicios acumulados.	Las grietas en los puentes pueden ser causadas por: cambios en la temperatura, movimientos del suelo/superficie, cargas vehiculares, deformaciones por cargas, corrosión y deterioro en la armadura de acero, movimientos diferenciales	-Cargas repetitivas de tránsito -Contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día -Espesor de estructura insuficiente
4	¿Cuáles son las principales fallas repetitivas o problemas estructurales que se han observado en diversos puentes, y cuáles son las medidas más efectivas para prevenir y abordar estas fallas?		
	En el muro de apoyo de la losa de circulación. 1.Asentamientos diferenciales por falta de apoyo del mito por erosión hidráulica o eólica. 2.Así mismo por paso de sobre cargas, mayores a las previstas, por más de 15 años. 3.Falta de drenajes o barbacanas en los fustes de los muros. 4.Falta de resistencia del concreto, con la consecuencia de	Algunas de las principales fallas repetitivas o problemas estructurales observados en diversos puentes incluyen la fatiga estructural, inundaciones por falta de mantenimiento a nivel de drenajes, problemas de calidad de los materiales por un mal diseño y supervisión.	Movimientos de asentamientos, generados en las bases de la estructura. entre las medidas preventivas más considerables está hacer un buen estudio de suelos que permita establecer las posibles mejoras en este, y/o proponga todos los parámetros necesarios con los cuales se pueda realizar las verificaciones admisibles durante el diseño y así evitar futuras fallas ocasionadas

	haber preparado y colocado un concreto poroso que permite el paso del agua y con esta, la descalcificación de la pieza de concreto.		debido al suelo de cimentación
5	¿Cuál es el tipo de estructura predominante en los puentes, y cuáles son las consideraciones específicas que se deben tener en cuenta para evaluar?		
	Los tipos de estructuras son de Acero y Concreto o en algunos otros casos combinadas. Es de ir de concreto y Acero al mismo tiempo. Por ejemplo, carpeta de rodamiento sobre losas de concreto, con material asfáltico sobre ellas. Con soportaría en vigas de acero o concreto pre tensado o post tensado o de concreto, así como también puede dar es el caso de vigas de celosía (acero).	Es difícil de indicar cuál es la más predominante, considerando que la estructura puede diferir en función del entorno geográfico y las necesidades de diseño. Entre las más comunes se tienen: puentes de vigas, puentes de arco, puentes colgantes, puentes atirantados y puentes voladizos.	El tipo de estructura de puente más común al menos en Venezuela son los construidos en concreto reforzado. se debe de tener en cuenta al momento de evaluar: los asentamientos y desplazamientos generados en la estructura, debido a la repetición de cargas de tránsito, realizar de manera preliminar un estudio de suelos que permita generar las posibles mejoras y plantear el sistema de fundaciones más adecuado, realizar las inspecciones periódicas debidas para comprobar el estado de los elementos que conforman la estructura, verificar las condiciones de los apoyos y las juntas de dilatación.

Entrevista Estudio de suelos			
Ing. Jorge González		Ing. Alba Sanabria	Ing. Servilian Fernandez
1	¿Cuáles son las consideraciones importantes relacionadas con la calidad y estabilidad del suelo en los puentes?		
En cualquier estructura se deben considerar todos los parámetros del suelo, como la capacidad portante del suelo y el nivel freático. Los puentes son estructuras sumamente solicitadas por lo que, si el suelo no es apto, se debe buscar mejorar este suelo, para así evitar asentamientos.		En este punto es necesario mencionar que los puentes, como cualquier estructura construida por el hombre, va a transmitir una serie de cargas no solo estáticas, gravimétricas, sino que también deben resistir aquellas cargas dinámicas, cargas normales de un edificio. He ahí la necesidad de contar con la mayor cantidad de información relevante con respecto al suelo para evitar cualquier asentamiento indeseado que ponga en riesgo la estabilidad de la estructura, en este caso de un puente.	El nivel freático, la capacidad portante del suelo y la socavación por erosión.
2	¿Cuál es la dinámica de los sedimentos en los puentes, y cómo se gestionan los sedimentos acumulados para mantener la funcionalidad?		
El puente debe estar correctamente diseñado, con una flecha considerable que no permita que los sedimentos suban hasta el punto en el que el flujo del río se vea afectado. En el caso de que el puente tienda a acumular muchos sedimentos se debe realizar un mantenimiento periódico en el que se limpie el cauce del río bajo el puente.		Los sedimentos que son arrastrados, en cuanto a cantidad y tamaño, depende de la velocidad de corriente, a mayor velocidad mayor será la capacidad de arrastre de la corriente y mayor será el tamaño de los fragmentos arrastrados, lo que se traduce en un mayor desgaste de los bordes, así como de cualquier estructura construída dentro o en el borde del cauce de	Por producto de la lluvia, los sedimentos se acumulan en las pilas de los puentes. Para afrontar este problema se realiza un proceso llamado dragado del río.

		dicho río.	
3	¿Cuáles son los tipos de suelos predominantes en los terrenos donde se encuentran los puentes sobre ríos, y cómo se han tenido en cuenta estas características al diseñar las fundaciones de dichos puentes?		
Suelos arenosos y suelos arcillosos, se deben tener en cuenta las características de estos suelos para que el diseño de las fundaciones del puente sea eficiente.	Desde el punto de vista de los suelos, se deberá evaluar los tipos de suelo que van a soportar la estructura como tal, siempre y cuando no sea arrastrado por el fenómeno de turbulencias al construir la estructura. Es un fenómeno bastante interesante a evaluar y muy delicado a la vez por los posibles efectos que pueda ocasionar.	Suelos arenosos y suelos arcillosos. Las fundaciones de los puentes dependen directamente del tipo de suelo sobre el cual se asentarán, así como las cargas a las que estará sometida la fundación, tanto verticales como horizontales.	

Entrevista Hidráulica			
Ing. Zhandra Lopez		Ing. Walter Chávez	Ing. Gerardo Huguet
1	¿Cómo se aborda la gestión de aguas pluviales en el diseño y rehabilitación de puentes para minimizar el riesgo de daños por inundaciones?		
Caudal del río... Planicies inundables y márgenes del mismo. Y de ser posible tener conocimiento de inundaciones previas a la construcción del puente.		El diseño debe ser con un periodo de retorno mayor, para que la gestión de aguas pluviales esté “sobrediseñada” y no represente riesgo de inundación.	Los puentes que sirven para salvar cursos de agua, necesariamente se diseñan para permitir el flujo libre del agua bajo ellos. Principalmente los flujos máximos. Si no es así y retienen tales flujos, aguas arriba subirá el nivel del agua causando inundaciones.
2	¿De qué manera se puede evaluar la sección transversal hidráulica del cauce para optimizar el diseño de los puentes que minimice el riesgo de inundaciones y asegure su integridad estructural de los puentes?		
Para evaluarla se necesita primero conocer todo lo previsto en la primera pregunta. Y si la estructura ya está construida es básicamente el mismo procedimiento, pero toca evaluar si la sección del puente permite el paso del agua durante una crecida.		Haciendo cálculos de máximas crecientes y siempre diseñando de forma trapezoidal para que el agua fluya mejor.	Haciendo los cálculos de máximas crecientes para el período de diseño. Con ese caudal se determina la sección necesaria para que pase. El espacio que tenga el puente bajo él será mayor al área transversal del flujo máximo
3	¿De qué manera la convergencia de una, dos o más cuencas hidrográficas en un cauce podrían afectar el control de inundaciones, preservación del equilibrio ecológico y la gestión del agua en las estructuras de los puentes?		
Por modificar los cauces de los ríos es que ocurren los desastres. Se debe conocer el comportamiento del río para poder estimar la sección transversal de un puente. Con las zonas rurales no hay mucho problema, pero cuando son urbanismos o zonas residenciales se debe realizar un estudio al PDUL para saber el		Afecta mucho ya que aumenta el área de escorrentía en la superficie, se deben evaluar todas las cuencas para poder realizar un diseño correcto.	Es normal que dos o más cuencas vayan reuniéndose en un cauce principal. Luego, el comportamiento del río depende de la respuesta de cada cuenca a las precipitaciones. Pero esta combinación puede estudiarse para diseñar la sección bajo el puente. Lo que sí es importante

control que se debe manejar en caso de una inundación.		es que bajo el puente pase un cauce regular, uniforme, preferiblemente un solo cauce
--	--	--

APÉNDICE B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

Fuero Hecáurico
Msc. Enseñanza de la Matemática



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		

Fecha: 23/06/2023

[Firma manuscrita]
Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

*Fue designado
Msc. Encargado de la Mantenimiento*



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

Fuero reconocido
Msc. Eusebio de la Haza



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			✓		
2	X			X		
3	X			X		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

*Ing. Me. Antonio
Msc. Asesor de la Maestría*



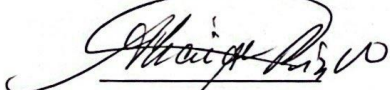
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Fuó Revisado Ms. Enseñanza de la matemática
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dra. en Ciencias de la Educación
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dra. en ciencias de la Educación
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		

Fecha 28/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dra. en ciencias de la Educación
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dsa. en Ciencias de la Educación
--	--



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023

Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingeniero Mecánico Dsa. en Ciencias de la Educación
--	--



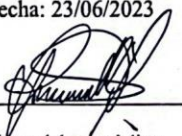
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	
--	--



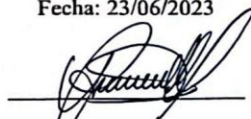
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1		/		/		
2	/			/		
3		/		/		

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	
--	--



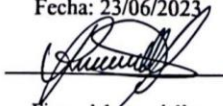
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	☒	☐	☐	☒	☐	
2	☒	☐	☐	☒	☐	
3	☒	☐	☐	☒	☐	

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		

Fecha: 23/06/2023


Firma del especialista

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Arquitecto, 13 años de experiencia, Docente en área de Instalaciones.
--	---

APÉNDICE C

(Planillas del Plan de Mantenimiento)

Planilla del plan de mantenimiento para la superestructura

INSPECCIÓN DE SUPERESTRUCTURA						
CALZADA (1)		Ancho (m)			Condición	
Tablero (1.1)		Carpeta de Rodamiento (1.2)			E: Excelente	B: Bueno
Material	Condición	Material	Condición		R: Regular	D: Deteriorado
Concreto		Concreto		ITEM	Observaciones	
Losetas-Viguetas		Asfalto				
Acero		Gravilla				
Madera		Tierra				
Otro		Acero Corrugado				
Rayado de Seguridad (1.3)		Barreras o Barandas (1.4)				
Existe ?	Si:	Existe?	Si:			
	No:		No:			
Condición		Tipo	Condición			
Juntas (1.5)		Condición				
Longitudinales		Vehicular concreto				
Transversales		Vehicular Acero				
Otros		Peatonal concreto				
		Peatonal Acero				
Guarda Rueda (1.6)			Desagües (1.8)			
Material	Condición	Si:	Ø (cm)			
Concreto		No:	sep (m)			
Acero		Ancho (m)				
Madera						
Otro						
Hombrillo (1.7)				1.6		
Material	Condición	Si:	Saliente Inferior			
Concreto		No:	Si:			
Acero		Ancho (m)	No:			
Asfalto			Cond:	1.7		
Otro						
(*) : sobre que rio, quebrada, carretera, líneas férrea, entre otros.						

Planilla del plan de mantenimiento para vigas

VIGAS (2)				Condición	
Longitudinales (2.1)		Transversales (2.2)		E: Excelente	B: Bueno
Cantidad		Cantidad		R: Regular	D: Deteriorado
N° de Tramos		Sep. entre ellas (m)		APOYO (3)	
Material	Condicion	Material	Condicion	Material	Condicion
Concreto Armado		Concreto Armado		Neopreno	
Conc. Pretensado		Conc. Pretensado		Hierro	
Conc. Postensado		Conc. Postensado		Madera	
Conc. Pre-Pos-Ten		Conc. Pre-Pos-Ten		Fieltro o PB	
Acero		Acero		Concreto	
Madera		Madera		Otro	
Otro		Otro			
Especificar en observaciones, los tipos de deterioro y magnitud que se presentan, indicando item					
ITEM	Observaciones				

Planilla del plan de mantenimiento para infraestructura

INSPECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Estribo(4.1)		Pilares o Pilas (4.2)		Condición	
Material	Condicion	Material	Condicion	E: Excelente	B: Bueno
Concreto Armado		Concreto Armado		R: Regular	D: Deteriorado
Acero		Acero			
Mampostería		Mampostería		ITEM	Observaciones
Otro		Otro			
Muros de vuelta o Ala (4.3)		Protección de Taludes (4.4)			
Material	Condicion	Material	Condicion		
Concreto Armado		Concreto Armado			
Acero		Losas Pre. Fab.			
Mampostería		Piedra			
Otro		Arbustos			
Losas de Acero (4.5)		Geotextil			
Largo (m)		Muro Pantalla			
Ancho (m)		Muro			
Material	Condicion	Fundaciones (4.6)			
Concreto		Material	Condicion		
Asfalto		Concreto Armado			
Gravilla					
Tierra		Especificar de ser visible			

Las siguientes preguntas deben ser respondidas en el área de observaciones, indicando la pregunta a responder				
(4.7) Se presentan asentamientos o deformaciones en algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,8) Se presentan grietas y/o fisuras en el cuerpo de algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,9) Se presenta delaminación o pérdida del recubrimiento en algunos de los elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,10) Se presenta corrosión en algunos de los elementos inspeccionados? De ser el elemento de acero	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,11) Se presenta socavación en fundaciones, estribos, pilas y otros elementos inspeccionados?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,12) Se presenta algún tipo de erosión en losas de accesos y taludes?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			
(4,13) Se presenta algún tipo de inconsistencia en el cauce?, se requiere mantenimiento de la zona inferior del puente?	SI? NO?			
	DONDE?			
	MAGNITUD?			

APÉNDICE D

(Registro fotográfico)



Drenaje obstruido, Puente V.De oro Norte.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Drenaje obstruido, Puente La Joselina.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Grieta Longitudinal Puente V.De Oro Sur.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Descomposición de talud, Puente V.De Oro Sur.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Flecha del puente, Puente Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso peatonal, Puente Los Tulipanes.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Drenaje obstruido, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Cajón y paso peatonal, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Bosa de visita, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Torrentera, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Ribera, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Ribera, Puente El Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Cajón, Puente El Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Cajon, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso Peatonal, Puente El Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Boca de visita, Puente el Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso de agua limpia, Puente El Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Vegetación sobre el Puente el Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



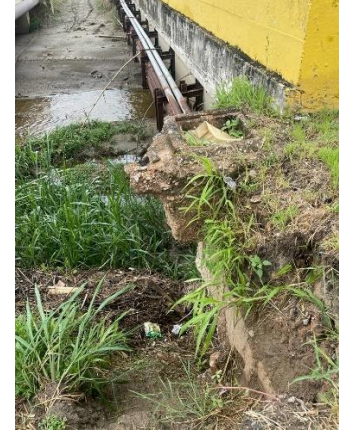
Ribera del rio con vegetación y sedimentos, Puente Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Gaviones, Puentes Las Josefinas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente De Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Caja de registro, Puente de Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente De Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Vista de Tableros, Puente Valle de Oro Sur.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso de agua limpia sobre el puente Valle de Oro Norte,
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Deterioro de Vaya de seguridad vial, Puente Valle de Oro Norte.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Deterioro de Vaya de seguridad vial, Puente Valle de Oro Norte.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Deterioro de Vaya de seguridad vial, Puente Valle de Oro Norte.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de vegetación y sedimento, Puente Las Morochas.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso peatonal en mal estado, Puente Los Tulipanes.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Vista de Tableros y Vigas, Puente Valle de Oro Norte.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente de Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Acumulación de sedimentos, Puente de Hyperlider.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)



Paso peatonal, Puente El Portal.
Autores: Sanchez y Velásquez (2023)

APÉNDICE E

(Planos)

