

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i16.0298>

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO QUIMIS (30 M) Y SUS ACCESOS: ANÁLISIS TÉCNICO, AMBIENTAL Y SOCIAL

SYSTEMATIZATION OF THE CONSTRUCTION PROCESS OF THE BRIDGE OVER THE QUIMIS RIVER (30 M) AND ITS ACCESSES: TECHNICAL, ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ANÁLISIS

Parrales-Cantos Glider Nunilo ¹; Delgado-Mendoza Kevin Alexander ²;
Quizhpe-Roman Jeyson Michael ³

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

Correo: glider.parrales@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2233-8825>

² Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. Correo: delgado-kevin0209@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-1501-1553>

³ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador. Correo: quizhpe-jeyson0699@unesum.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0041-0260>

Resumen

La infraestructura vial constituye un pilar para el desarrollo social y económico, al garantizar la conectividad y la movilidad segura de bienes y personas. En este contexto, el puente sobre el río Quimis, de 30 metros de longitud, representa una obra estratégica para la provincia de Manabí, tras el colapso del puente original en 2021. El presente estudio tiene como objetivo sistematizar el proceso constructivo del nuevo puente y sus accesos, con un enfoque integral que articula los aspectos técnicos, ambientales y sociales de la obra. La investigación adoptó un diseño mixto, de carácter documental y de campo. Se recopilaron y analizaron planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, normativas nacionales e internacionales, así como registros fotográficos y observaciones in situ. Para la planificación y control se aplicaron herramientas de gestión como el diagrama de Gantt, el método de la ruta crítica (CPM) y diagramas de seguimiento. El diagnóstico ambiental se realizó mediante la Matriz de Leopold, mientras que el análisis ético se centró en la transparencia, la responsabilidad social y el respeto a la comunidad. Los resultados evidencian que el proyecto cumple con las normativas técnicas vigentes, aunque presenta desafíos en el control de tiempos y en la mitigación de impactos ambientales. Asimismo, se identificaron buenas prácticas en cimentación y accesos, así como oportunidades de mejora en la gestión social y ambiental. En conclusión, la sistematización permitió generar un documento académico de referencia que fortalece la formación profesional y contribuye al desarrollo sostenible de la infraestructura vial en Ecuador.

Palabras clave: Puente, sistematización, infraestructura vial, planificación de proyectos, impactos ambientales, ética en ingeniería civil.

Abstract

Road infrastructure is an pillar for social and economic development, ensuring connectivity and the safe mobility of goods and people. In this context, the 30-meter-long bridge over the Quimis River represents a strategic project for the province of Manabí, following the collapse of the original bridge in 2021. This study aims to systematize the construction process of the new bridge and its access points, with a comprehensive approach that articulates the technical, environmental, and social aspects of the project. The research adopted a mixed design, both documentary and field-based. Drawings, calculation reports, technical specifications, national and international regulations, as well as photographic records and on-site observations, were collected and analyzed. Management tools such as the Gantt chart, the critical path method

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 08 de julio de 2025.

Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2025.

Fecha de publicación: 14 de octubre de 2025.



(CPM), and tracking diagrams were applied for planning and control. The environmental assessment was conducted using the Leopold Matrix, while the ethical analysis focused on transparency, social responsibility, and respect for the community. The results show that the project complies with current technical regulations, although it presents challenges in time control and mitigating environmental impacts. Good practices in foundations and access were also identified, as well as opportunities for improvement in social and environmental management. In conclusion, the systematization allowed for the creation of a reference academic document that strengthens professional training and contributes to the sustainable development of road infrastructure in Ecuador.

Keywords: Bridge, systematization, road infrastructure, project planning, environmental impacts, ethics in civil engineering.

1. Introducción

La infraestructura vial es un pilar fundamental en el desarrollo de las comunidades, ya que fortalece la conectividad, permite el acceso a servicios básicos y fomenta la integración territorial. En este sentido, los puentes constituyen soluciones estratégicas frente a las barreras naturales, facilitando la movilidad de personas y bienes y promoviendo la seguridad en el transporte (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2024). El caso del puente sobre el río Quimis, en la provincia de Manabí, reviste especial importancia debido a su rol en la articulación de rutas regionales que conectan zonas urbanas y rurales claves, como Montecristi, Jipijapa y La Cadena.

En octubre de 2021, el colapso estructural del puente existente

interrumpió de manera abrupta la conectividad vial en esta zona estratégica, obligando a la instalación de una estructura provisional de capacidad limitada (El Diario Ecuador, 2021). Este evento evidenció las debilidades en la planificación, ejecución y mantenimiento de infraestructuras críticas, generando impactos sociales y económicos de gran magnitud. El nuevo puente, actualmente en proceso de construcción, constituye una respuesta técnica y social que busca superar estas limitaciones, alineándose con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015) y con estándares sísmicos internacionales, con el fin de garantizar su seguridad estructural y funcionalidad en el tiempo.

La presente investigación se plantea como un ejercicio de sistematización académica de la obra, con el propósito de documentar las fases constructivas, los retos técnicos, las medidas ambientales y las consideraciones éticas que acompañan a un proyecto de esta envergadura. En este sentido, no se trata únicamente de un registro técnico, sino de un análisis crítico que aporte aprendizajes significativos para futuras intervenciones en infraestructura vial del país.

1.1. Normativa técnica y seguridad estructural.

El diseño de puentes en Ecuador está regulado por la NEC, que contempla criterios de cargas vivas y muertas, diseño sísmico y cimentaciones profundas (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2015). Estos lineamientos se complementan con especificaciones internacionales como AASHTO LRFD y Eurocódigos, aplicados en la mayoría de países latinoamericanos para garantizar la seguridad estructural de obras de luz media, como es el caso del puente Quimis, de 30 metros de longitud. Además, la teoría de Terzaghi y Peck (1967)

sobre capacidad portante y empuje de suelos, junto con las recomendaciones de Neill (1973) y Melville y Coleman (2000) sobre socavación, constituyen bases esenciales en el diseño de cimentaciones y en la protección de estructuras frente a la dinámica fluvial.

1.2. Gestión de proyectos y control de tiempos.

La complejidad de una obra de infraestructura vial exige una planificación precisa que optimice tiempos y recursos. De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2017), herramientas como el diagrama de Gantt, el método de la ruta crítica (CPM) y los sistemas de seguimiento de actividades son fundamentales para prevenir desviaciones en el cronograma y garantizar la finalización exitosa del proyecto. En el caso del puente Quimis, la aplicación de estas herramientas ha permitido identificar actividades críticas, como las cimentaciones y la colocación de la superestructura, cuya ejecución define la duración total de la obra.

1.3. Evaluación ambiental y sostenibilidad.

Los proyectos que intervienen en cuerpos de agua requieren una evaluación ambiental rigurosa, en concordancia con el Código Orgánico del Ambiente (2017) y la Ley de Recursos Hídricos (2014). Estos marcos normativos exigen estudios de impacto ambiental y planes de manejo que garanticen la protección de la biodiversidad, el control de erosión y sedimentación, y la prevención de la contaminación de aguas. La aplicación de la Matriz de Leopold en este proyecto permitió identificar impactos de magnitud media y alta, confirmando que la construcción de puentes en ríos conlleva riesgos inevitables que deben mitigarse mediante medidas de prevención, control y compensación. Este enfoque responde a los principios constitucionales del Sumak Kawsay o Buen Vivir, que reconocen los derechos de la naturaleza (Constitución de la República del Ecuador, 2008, arts. 71–74).

1.4. Ética profesional y sistematización.

La ética en la ingeniería civil implica no solo la entrega de obras

técnicamente funcionales, sino también el respeto hacia la comunidad y el entorno. El Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador (2022) sostiene que la transparencia, la responsabilidad social y la rendición de cuentas son pilares para la confianza ciudadana en las obras públicas. En este sentido, la sistematización, entendida como un proceso de análisis crítico de experiencias prácticas, permite reconstruir y evaluar el desarrollo de una obra con fines de aprendizaje y mejora continua (Jara, 2018). De este modo, el presente estudio no solo documenta procedimientos técnicos, sino que también promueve la reflexión sobre la pertinencia ética y social de la infraestructura.

Objetivo General:

Evaluar y sistematizar el proceso constructivo del Puente sobre el Río Quimis, mediante el estudio de las fases de ejecución, la aplicación de normas técnicas vigentes, la identificación de impactos ambientales y el análisis ético de la obra, aplicando una metodología integral con el fin de garantizar la

correcta planificación, sostenibilidad y funcionalidad de la obra.

Objetivos específicos:

1. Implementar herramientas de planificación y control del proyecto, mediante la elaboración de un diagrama de Gantt, un diagrama de seguimiento y el método de la ruta crítica (CPM).
2. Analizar las fases constructivas y elementos del Puente mediante una tabla comparativa entre los procesos observados en campo y lo establecido en la leyes y normativa técnica ecuatoriana
3. Realizar un diagnóstico ambiental de la obra aplicando la herramienta de la Matriz de Leopold en las fases constructiva y operativa, proponiendo medidas de prevención, mitigación y control frente a los impactos ambientales generados.
4. Analizar los aspectos éticos relacionados con la construcción del Puente considerando la transparencia en los procesos, la responsabilidad social, el respeto a la comunidad y al entorno natural.

2. Materiales y métodos

2.1. Tipo de la investigación

El presente proyecto tiene como base una investigación de tipo científica aplicada y descriptiva, la cual está orientada a la sistematización de información con relación al puente sobre el río Quimis de 30 metros de longitud y sus accesos, con la finalidad de organizar y documentar los detalles de los aspectos técnicos, estructurales y contextuales de la obra de infraestructura en mención.

2.2. Método de investigación

Como método se empleó un enfoque mixto, con predominio en el componente cualitativo para el análisis de documentos y observación, complementado por datos cuantitativos que sirvieron para describir las características técnicas del puente. El método principal que presenta es el analítico-descriptivo, lo que permite detallar y comprender los elementos constructivos y funcionales de la obra.

Diseño de la investigación

Se adopta un diseño documental y de campo. La investigación documental se centra en la recolección de planos, informes técnicos y datos de diseño estructural del puente. Por otro lado, el trabajo de campo incluyó visitas in situ para observar directamente el puente, verificar sus dimensiones y estado, así como tomar registros fotográficos y notas técnicas.

Características técnicas del puente (como parte del levantamiento de información)

El puente sobre el río Quimis tiene una longitud aproximada de 30 metros. Su estructura está soportada por pilotes de hormigón armado con un diámetro de 80 cm y una profundidad de 18 metros, lo que le proporciona estabilidad y capacidad de carga adecuada para el tránsito vehicular y peatonal en la zona. Estos datos fueron verificados mediante revisión documental y observación directa.

2.3. Población y muestra

En caso de ser necesario, se considera como población a los habitantes, técnicos o autoridades

relacionadas con el uso o mantenimiento del puente. La muestra se seleccionará de forma intencionada, de acuerdo con la disponibilidad de informantes clave.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se emplean técnicas como la observación directa, la revisión documental y, si se requiere, la entrevista semiestructurada. Los instrumentos incluyen fichas de observación, registros fotográficos y cuestionarios de entrevista.

2.5. Análisis y procesamiento de datos

El análisis de los datos se realizó a partir de la sistematización de la información recolectada mediante revisión documental y observación en campo. Los planos estructurales, memorias de cálculo, cronogramas de obra y registros fotográficos fueron organizados en una base de datos digital, clasificados por partidas constructivas y fases de ejecución. Posteriormente, se aplicaron herramientas de gestión como el diagrama de Gantt, el diagrama de seguimiento y el método de la ruta crítica (CPM), lo

que permitió contrastar la planificación inicial con el avance real y calcular holguras críticas. Para el componente ambiental, los impactos se identificaron y valoraron mediante la Matriz de Leopold, mientras que la normativa técnica y legal se procesó en tablas comparativas que facilitaron el contraste entre lo observado en campo y lo estipulado por las regulaciones ecuatorianas (NEC, INEN, MTOP).

3. Resultados y discusión

La información procesada (planos, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, cronogramas, fotografías) fue compilada y catalogada en una base de datos digital. El procesamiento fue manual y se basó en la clasificación por partidas

(cimentación, superestructura, accesos) y por fases del proyecto (construcción). La sistematización de la información relacionada con el puente sobre el río Quimis permitió identificar y organizar aspectos técnicos, estructurales y contextuales relevantes de esta obra de infraestructura, a través del análisis documental y el trabajo de campo.

Como parte de la planificación y organización del proceso de sistematización, se elaboró un diagrama de Gantt, que permitió visualizar de forma clara y estructurada las distintas fases del proyecto, los tiempos estimados de ejecución y la secuencia de actividades. Esta herramienta facilitó la gestión eficiente del tiempo y los recursos involucrados en la investigación.

Tabla 1. Proyección de actividades

	N° Actividad	Inicio	Días	Final
1	Remoción de Puentes de Acero (Desmontaje, Incluye retiro de los pernos)	1/5/2025	122	31/8/2025
2	Remoción de hormigón armado (estructura existente)	1/5/2025	122	31/8/2025
3	Excavación en suelo	10/4/2025	143	31/8/2025
4	Remoción de hormigón en aceras y bordillos	1/4/2025	113	31/10/2025
5	Remoción de poste (alumbrado público) Incl. Estructuras lámparas y varios	1/6/2025	182	30/11/2025
6	Desmontaje de redes telecomunicaciones	1/7/2025	152	30/11/2025

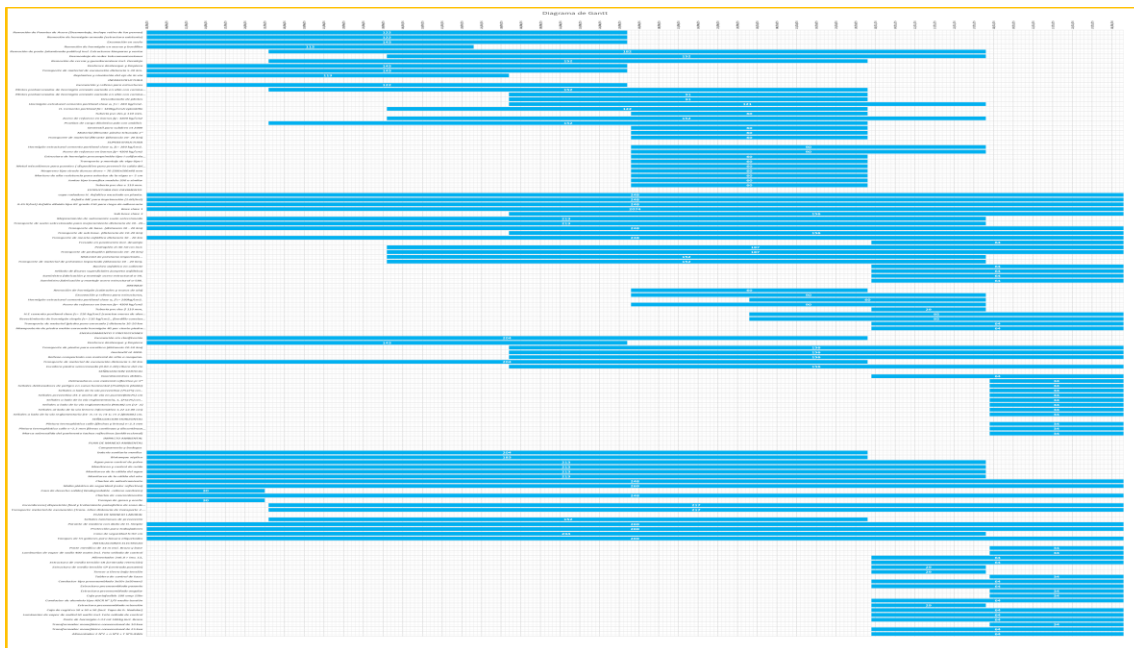
7	Remoción de cercas y guardacaminos Incl. Desalojo	1/6/2025	152	31/10/2025
8	Desbroce desbosque y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025
9	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km.	10/4/2025	143	31/8/2025
10	Replanteo y nivelación del eje de la vía	10/4/2025	113	31/8/2025
INFRAESTRUCTURA				
11	Excavación y relleno para estructuras	1/5/2025	122	31/8/2025
12	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa e=10 mm no recuperable $f_{ic}=280\text{ kg/cm}^2$ $d=0.80$	1/6/2025	152	31/10/2025
13	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa no recuperable $P_c=280\text{ kg/cm}^2$ $d=0.60\text{ m}$	1/8/2025	91	31/10/2025
14	Descabezado de pilotes	1/8/2025	91	31/10/2025
15	Hormigón estructural cemento portland clase a, $f_c=280\text{ kg/cm}^2$.	1/8/2025	121	30/11/2025
16	H. Cemento portland $f_{ic}=180\text{ kg/cm}^2$ replantillo	1/7/2025	122	31/10/2025
17	Tubería pvc des p 110 mm.	1/9/2025	60	31/10/2025
18	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	1/7/2025	152	30/11/2025
19	Pruebas de carga dinámica pda con análisis	1/6/2025	152	31/10/2025
20	Geotextil para subdren nt 2000	1/9/2025	60	31/10/2025
21	Material filtrante piedra triturada 2°	1/9/2025	60	31/10/2025
22	Transporte de material filtrante (distancia 10- 20 km)	1/9/2025	60	31/10/2025
SUPERESTRUCTURA				
23	Hormigón estructural cemento portland clase a, $f_c=280\text{ kg/cm}^2$.	1/9/2025	90	30/11/2025
24	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	1/9/2025	90	30/11/2025
25	Estructura de hormigón precomprimido tipo I californiana $f_c=420\text{ kg/cm}^2$ $h=1.80 = 30\text{ m}$	1/9/2025	60	31/10/2025
26	Transporte y montaje de viga tipo I	1/9/2025	60	31/10/2025
27	Metales misceláneos para puentes (dispositivo para prevenir la caída del tablero)	1/9/2025	60	31/10/2025
28	Neopreno tipo strude dureza shore = 70 (500x500x48 mm)	1/9/2025	60	31/10/2025
29	Mortero de alta resistencia para asientos de las vigas e= 5 cm	1/9/2025	60	31/10/2025
30	Juntas tipo transflex modelo 200 o similar	1/9/2025	60	31/10/2025
31	Tubería pvc des e 110 mm.	1/9/2025	60	31/10/2025
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
32	capa rodadura H. Asfáltico mezclado en planta.	1/5/2025	248	4/1/2026
33	Asfalto MC para imprimación (1.6it/m ²)	1/5/2025	248	4/1/2026

34	0.45 lt/m2) Asfalto diluido tipo RC grado 250 para riego de adherencia	1/5/2025	248	4/1/2026
35	Base clase 1	1/5/2020	2074	4/1/2026
36	Sub base clase 3	1/8/2025	156	4/1/2026
37	Mejoramiento de subrasante suelo seleccionado	1/5/2025	213	30/11/2025
38	Transporte de suelo seleccionado para mejoramiento distancia de 10- 20 km	1/5/2025	213	30/11/2025
39	Transporte de base. (distancia 10 - 20 km)	1/5/2025	248	4/1/2026
40	Transporte de sub base. (distancia de 10- 20 km)	1/8/2025	156	4/1/2026
41	Transporte de mezcla asfáltica distancia 10 - 20 km	1/5/2025	248	4/1/2026
42	Fresado en pavimento incl. Desalojo	1/11/2025	64	4/1/2026
43	Pedraplén d=30-50 cm incl.	1/7/2025	187	4/1/2026
44	Transporte de pedraplén (distancia 10- 20 km)	1/7/2025	187	4/1/2026
45	Material de préstamo importado...	1/7/2025	152	30/11/2025
46	Transporte de material de préstamo importado (distancia 10 - 20 km).	1/7/2025	152	30/11/2025
47	Bacheo asfáltico en caliente	1/11/2025	64	4/1/2026
48	Sellado de fisuras superficiales (carpeta asfáltica)	1/11/2025	64	4/1/2026
49	Suministro fabricación y montaje acero estructural a-36.	1/11/2025	64	4/1/2026
50	Suministro fabricación y montaje acero estructural a-588.	1/11/2025	64	4/1/2026
	DRENAJE			
51	Remoción de hormigón (cabezales y muros de ala)	1/9/2025	60	31/10/2025
52	Excavación y relleno para estructuras,	1/9/2025	90	30/11/2025
53	Hormigón estructural cemento portland clase a, f'c= 280kg/cm2.	1/10/2025	60	30/11/2025
54	Acero de refuerzo en barras fy= 4200 kg/cm2	1/9/2025	90	30/11/2025
55	Tubería pvc des \$ 110 mm,	1/11/2025	29	30/11/2025
56	H.E cemento portland clase fc= 210 kg/cm2 (cunetas muros de alas alcantarillas)	1/10/2025	95	4/1/2026
57	Revestimiento de hormigón simple fc= 210 kg/cm2., (bordillo cunetas parterre canales)	1/10/2025	95	4/1/2026
58	Transporte de material (piedra para enrocado) distancia 10-20 km	1/11/2025	64	4/1/2026
59	Mamposteria de piedra molón enrocado hormigón 40 por ciento piedras enrocadas 60 por ciento	1/11/2025	64	4/1/2026
	ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIONES			
60	Excavación sin clasificación	10/4/2025	204	31/10/2025
61	Desbroce desbosque y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025

62	Transporte de piedra para escollera (distancia 20-50 km)	1/8/2025	156	4/1/2026
63	Geotextil nt 2000.	1/8/2025	156	4/1/2026
64	Relleno compactado con material de sitio a máquina.	1/8/2025	156	4/1/2026
65	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km	10/4/2025	204	31/10/2025
66	Escollera piedra seleccionada (0.80-1.00) ribera del río	1/8/2025	156	4/1/2026
	SEÑALIZACION VERTICAL			
67	Guardacaminos dobles.	1/11/2025	64	4/1/2026
68	Delineadores con material reflectivo p=3*	1/12/2025	34	4/1/2026
69	Señales delineadores de peligro en curva horizontal (75x90)cm (doble)	1/12/2025	34	4/1/2026
70	Señales a lado de la vía preventiva (75x75) cm..	1/12/2025	34	4/1/2026
71	Señales preventivas d3-1 ancho de via en puente(60x75) cm	1/12/2025	34	4/1/2026
72	Señales a lado de la vía reglamentaria, 1, (75x75) cm..	1/12/2025	34	4/1/2026
73	Señales a lado de la vía reglamentaria (90x30) cm (r2- 2)	1/12/2025	34	4/1/2026
74	Señales al lado de la vía letrero informativo 1.22 x2.00 cm)	1/12/2025	34	4/1/2026
75	Señales a lado de la vía reglamentaria (r4 - 7; r1-1; r4-1; r5-2)(60x60) cm.	1/12/2025	34	4/1/2026
	SEÑALIZACION HORIZONTAL			
76	Pintura termoplástica calle (flechas y letras) e=2.3 mm	1/12/2025	34	4/1/2026
77	Pintura termoplástica calle e=2.3 mm (líneas continuas y discontinuas ancho =15 cm)	1/12/2025	34	4/1/2026
78	Marca sobresalida del pavimento tachas reflectivas (unidireccional)	1/12/2025	34	4/1/2026
	IMPACTO AMBIENTAL			
	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			
79	Campamento y bodegas	10/4/2025	20	30/4/2025
80	bateria sanitaria móviles	10/4/2025	204	31/10/2025
81	Biotanque séptico	1/5/2025	183	31/10/2025
82	Agua para control de polvo	1/5/2025	213	30/11/2025
83	Monitoreo y control de ruido	1/5/2025	213	30/11/2025
84	Monitoreo de la cálida del agua	1/5/2025	213	30/11/2025
85	Monitoreo de la cálida del aire	1/5/2025	213	30/11/2025
86	Charlas de adiestramiento	1/5/2025	248	4/1/2026
87	Malla plástica de seguridad (color reflectivo)	10/4/2025	269	4/1/2026
88	Fosa de desecho solido (biodegradable - relleno sanitario)	1/5/2025	30	31/5/2025

89	Charlas de concientización	1/5/2025	248	4/1/2026
90	Trampa de grasa y aceite	1/5/2025	30	31/5/2025
91	Escombreras (disposición final y tratamiento paisajístico de zona de depósito final)	1/6/2025	217	4/1/2026
92	Transporte material de excavación (Trans. Libre distancia de transporte 2-5 km).	1/6/2025	217	4/1/2026
PLAN DE MANEJO LABORAL				
93	Señales luminosas de prevención	1/6/2025	152	31/10/2025
94	Parante de madera con dado de H. Simple	10/4/2025	269	4/1/2026
95	Protección para trabajadores	10/4/2025	269	4/1/2026
96	Cono de seguridad h=90 cm	10/4/2025	234	30/11/2025
97	Tanques de 55 galones para basura etiquetados	10/4/2025	269	4/1/2026
INSTALACIONES ELECTRICAS				
98	Poste metálico de 14 m Incl. Brazo y base	1/12/2025	34	4/1/2026
99	Luminarias de vapor de sodio 400 watts incl. Foto sellada de control	1/12/2025	34	4/1/2026
100	Alimentador 2n0.8 + tno. 12,	1/11/2025	64	4/1/2026
101	Estructura de media tensión CR (centrada retención)	1/11/2025	64	4/1/2026
102	Estructura de media tensión CP (centrada pasante)	1/11/2025	29	30/11/2025
103	Tensor a tierra baja tensión	1/11/2025	29	30/11/2025
104	Tablero de control de luces	1/12/2025	34	4/1/2026
105	Conductor tipo preensamblado 3x50+1x50mm2	1/11/2025	64	4/1/2026
106	Estructura preensamblada pasante	1/11/2025	64	4/1/2026
107	Estructura preensamblada angular	1/12/2025	34	4/1/2026
108	Caja portafusible 100 amp 15kv	1/12/2025	34	4/1/2026
109	Conductor de aluminio tipo ASCR N° 1/0 media tensión	1/11/2025	64	4/1/2026
110	Estructura preensamblada retención	1/11/2025	29	30/11/2025
111	Caja de registro 50 x 50 x 50 (incl. Tapa de h. Nodular)	1/11/2025	64	4/1/2026
112	Luminarias de vapor de sodio 250 watts incl. Foto sellada de control	1/11/2025	64	4/1/2026
113	Poste de hormigón l=12 mt 500kg Incl. Brazo	1/11/2025	64	4/1/2026
114	Transformador monofásico convencional de 10 kva	1/12/2025	34	4/1/2026
115	Transformador monofásico convencional de 25 kva	1/11/2025	64	4/1/2026
116	Alimentador 2 N°2 + n N°4 + T N°6 AWG	1/11/2025	64	4/1/2026

Nota. La tabla muestra una sistematización de las actividades del proyecto.

Figura 1. Diagrama de Gantt General**Tabla 2.** Encauzamiento y plan de manejo laboral

	N° Actividad	Inicio	Días	Final
1	Remoción de Puentes de Acero (Desmontaje, Incluye retiro de los pernos)	1/5/2025	122	31/8/2025
2	Remoción de hormigón armado (estructura existente)	1/5/2025	122	31/8/2025
3	Excavación en suelo	10/4/2025	143	31/8/2025
4	Remoción de hormigón en aceras y bordillos	1/4/2025	152	31/8/2025
5	Remoción de poste (alumbrado publico) Incl. Estructuras lámparas y varios	1/6/2025	152	31/10/2025
6	Desmontaje de redes telecomunicaciones	1/7/2025	152	30/11/2025
7	Remoción de cercas y guardacaminos Incl. Desalojo	1/6/2025	152	31/10/2025
8	Desbroce desbroce y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025
9	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km.	10/4/2025	143	31/8/2025
10	Replanteo y nivelación del eje de la via	10/4/2025	143	31/8/2025
	ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIONES			

11	Excavación sin clasificación	10/4/2025	204	31/10/2025
12	Desbroce desbosque y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025
13	Transporte de piedra para escollera (distancia 20-50 km)	1/8/2025	156	4/1/2026
14	Geotextil nt 2000.	1/8/2025	156	4/1/2026
15	Relleno compactado con material de sitio a maquina.	1/8/2025	156	4/1/2026
16	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km	10/4/2025	204	31/10/2025
17	Escollera piedra seleccionada (0.80-1.00) ribera del rio	1/8/2025	156	4/1/2026
	PLAN DE MANEJO LABORAL			
32	Señales luminosas de prevención	1/6/2025	152	31/10/2025
33	Parante de madera con dado de H. Simple	10/4/2025	269	4/1/2026
34	Protección para trabajadores	10/4/2025	269	4/1/2026
35	Cono de seguridad h=90 cm	10/4/2025	234	30/11/2025
36	Tanques de 55 galones para basura etiquetados	10/4/2025	269	4/1/2026

Nota. La tabla muestra datos correspondientes al encauzamiento y al plan de manejo laboral.

Figura 2. Diagrama de encauzamiento y plan de manejo laboral

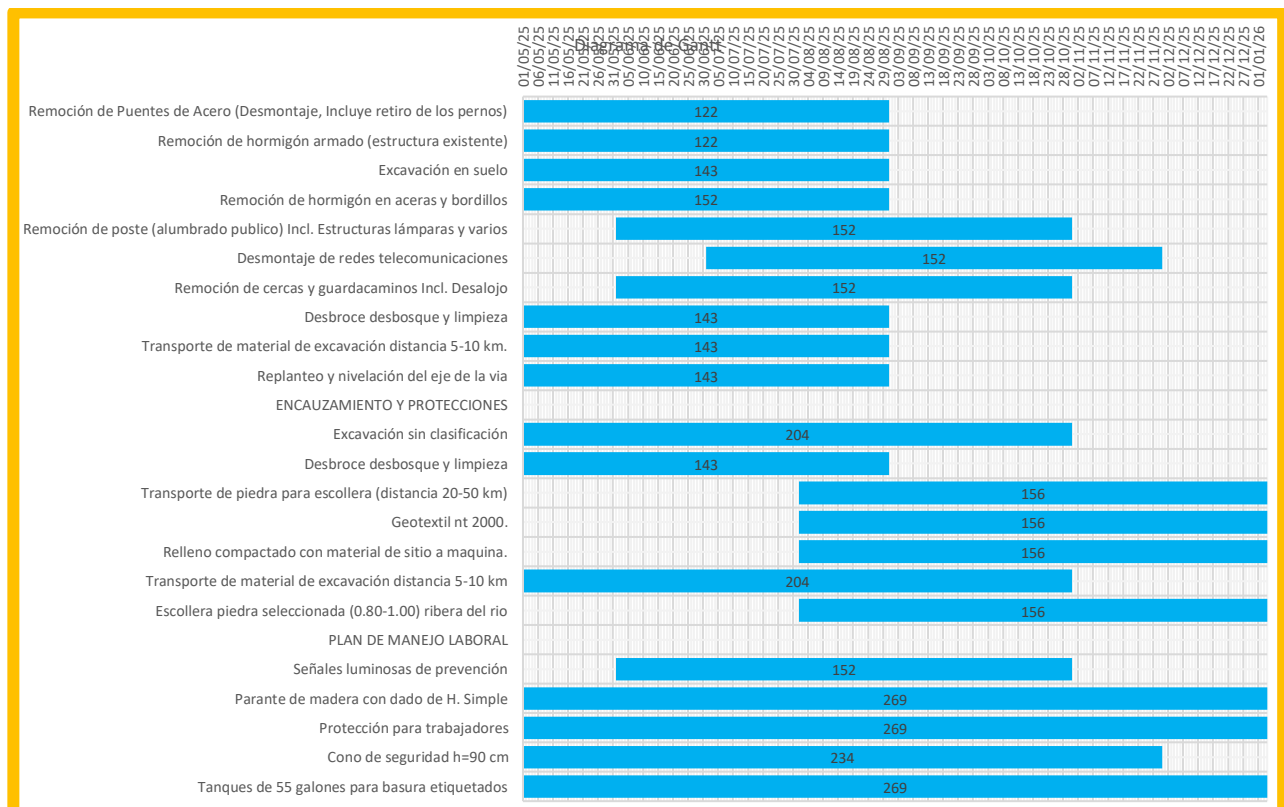


Tabla 3. Actividades de infraestructura o de los pilotes

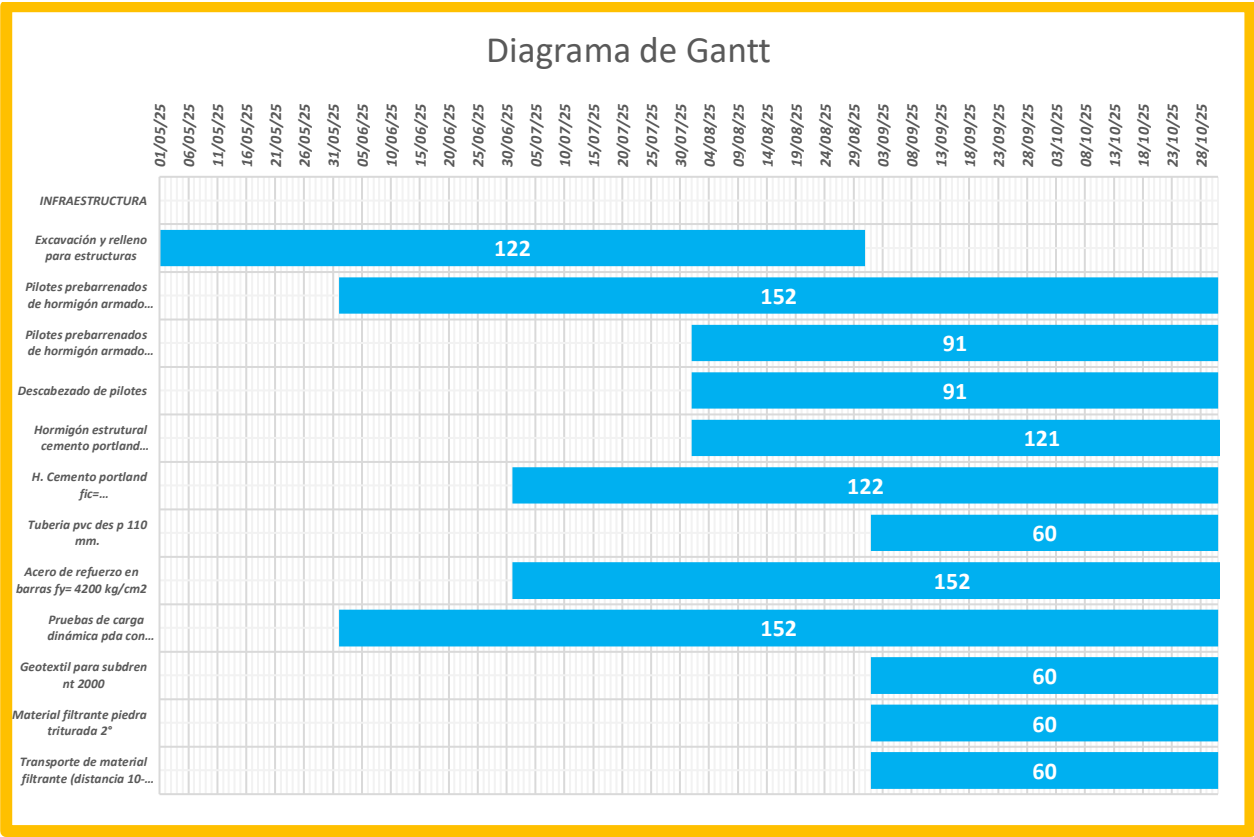
	N° Actividad	Inicio	Días	Final
	INFRAESTRUCTURA			
1	Excavación y relleno para estructuras	1/5/2025	122	31/8/2025
2	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa $e=10$ mm no recuperable $f_{ic}=280$ kg/cm ² $d=0.80$	1/6/2025	152	31/10/2025
3	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa no recuperable $P_c=280$ kg/cm ² $d=0.60$ m	1/8/2025	91	31/10/2025
4	Descabezado de pilotes	1/8/2025	91	31/10/2025
5	Hormigón estructural cemento portland clase a, $f_c=280$ kg/cm ² .	1/8/2025	121	30/11/2025
6	H. Cemento portland $f_{ic}=180$ kg/cm ² replantillo	1/7/2025	122	31/10/2025
7	Tubería pvc des p 110 mm.	1/9/2025	60	31/10/2025
8	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200$ kg/cm ²	1/7/2025	152	30/11/2025
9	Pruebas de carga dinámica pda con análisis	1/6/2025	152	31/10/2025
10	Geotextil para subdren nt 2000	1/9/2025	60	31/10/2025
11	Material filtrante piedra triturada 2°	1/9/2025	60	31/10/2025
12	Transporte de material filtrante (distancia 10- 20 km)	1/9/2025	60	31/10/2025

Nota. La tabla muestra datos correspondientes a las actividades de infraestructura o de los pilotes.

La Tabla 3 detalla las actividades de infraestructura vinculadas a la construcción de pilotes, elemento esencial para la estabilidad del puente. Se observa una secuencia lógica que inicia con excavaciones y rellenos, seguida por la instalación de pilotes prebarrenados de diferentes diámetros, su descabezado y el vaciado de hormigón estructural. También se incluyen actividades complementarias como colocación de tuberías, refuerzo con acero y ensayos de carga dinámica para

verificar la capacidad portante. Finalmente, se consideran trabajos de drenaje con geotextiles y materiales filtrantes. Esta programación evidencia una planificación integral orientada a garantizar seguridad y durabilidad estructural.

Figura 3. Diagrama de Gantt de los pilotes.



El diagrama de seguimiento constituyó una herramienta fundamental dentro de la gestión del proyecto, ya que permitió contrastar la planificación inicial con la ejecución real. Su construcción se apoyó en la sistematización de la información registrada en el libro de obra, donde se documentaba de

manera continua la fecha de inicio y finalización de cada actividad, así como la duración efectiva en días. Este procedimiento posibilitó la verificación objetiva del grado de cumplimiento de los cronogramas, facilitando la detección de desviaciones respecto a lo programado.

Tabla 4. Duración de las actividades

	N° Actividad	Inicio	Días	Final	Supervision	Completado	Pendiente
1	Remoción de Puentes de Acero (Desmontaje, Incluye retiro de los pernos)	1/5/2025	122	31/8/2025	100	122	0
2	Remoción de hormigón armado (estructura existente)	1/5/2025	122	31/8/2025	85	103.7	18

3	Excavación en suelo	10/4/2025	143	31/8/2025	70	100.1	43
4	Remoción de hormigón en aceras y bordillos	1/4/2025	152	31/8/2025	50	76	76
5	Remoción de poste (alumbrado publico) Incl. Estructuras lámparas y varios	1/6/2025	152	31/10/2025	100	152	0
6	Desmontaje de redes telecomunicaciones	1/7/2025	152	30/11/2025	100	152	0
7	Remoción de cercas y guardacaminos Incl. Desalojo	1/6/2025	152	31/10/2025	20	30.4	122
8	Desbroce desbosque y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025	100	143	0
9	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km.	10/4/2025	143	31/8/2025	75	107.25	36
10	Replanteo y nivelación del eje de la via	10/4/2025	143	31/8/2025	70	100.1	43
11	Replanteo y nivelación de la variante de la via	10/4/2025	50	30/5/2025	100	50	0
12	colocacion de la capa de 45 cm de sub base clase 3	11/4/2025	63	13/6/2025	100	63	0
13	colocacion de la capa de 25 cm de base clase 1	12/4/2025	69	20/6/2025	100	69	0
14	capa de imprimación	13/4/2025	80	2/7/2025	100	80	0
	ENCAUZAMIENTO Y PROTECCIONES						
15	Excavación sin clasificación	10/4/2025	204	31/10/2025	70	142.8	61
16	Desbroce desbosque y limpieza	10/4/2025	143	31/8/2025	90	128.7	14
17	Transporte de piedra para escollera (distancia 20-50 km)	1/8/2025	156	4/1/2026	0	0	156
18	Geotextil nt 2000.	1/8/2025	156	4/1/2026	0	0	156
19	Relleno compactado con material de sitio a maquina.	1/8/2025	156	4/1/2026	75	117	39
20	Transporte de material de excavación distancia 5-10 km	10/4/2025	204	31/10/2025	75	153	51
21	Escollera piedra seleccionada (0.80-1.00) ribera del rio	1/8/2025	156	4/1/2026	0	0	156
	PLAN DE MANEJO LABORAL						
32	Señales luminosas de prevención	1/6/2025	152	31/10/2025	90	136.8	15
33	Parante de madera con dado de H. Simple	10/4/2025	269	4/1/2026	30	80.7	188
34	Protección para trabajadores	10/4/2025	269	4/1/2026	100	269	0

35	Cono de seguridad h=90 cm	10/4/2025	234	30/11/2025	100	234	0
36	Tanques de 55 galones para basura etiquetados	10/4/2025	269	4/1/2026	100	269	0

Nota: Se lleva una supervisión diaria y se la va registrando en el diagrama dependiendo de cómo avance la obra.

La tabla refleja la duración programada y real de las actividades del proyecto, evidenciando el grado de avance alcanzado. En las fases preliminares, como la remoción de estructuras metálicas, postes y redes de telecomunicaciones, se observa un cumplimiento del 100 %, dentro del plazo establecido. Sin embargo, actividades de mayor extensión, como la excavación en suelo y la remoción de hormigón, presentan diferencias entre lo supervisado y lo pendiente, lo que indica retrasos parciales. En el componente de

encauzamiento, los trabajos más prolongados, como la excavación sin clasificación y el transporte de materiales, aún muestran tareas pendientes relevantes. Finalmente, en el plan de manejo laboral, los elementos de seguridad y protección cuentan con ejecuciones satisfactorias, aunque algunos, como los parantes de madera, mantienen plazos largos y un avance limitado. Esto evidencia la necesidad de un control estricto sobre actividades críticas para no afectar el cronograma general

Figura 4. Diagrama de seguimiento

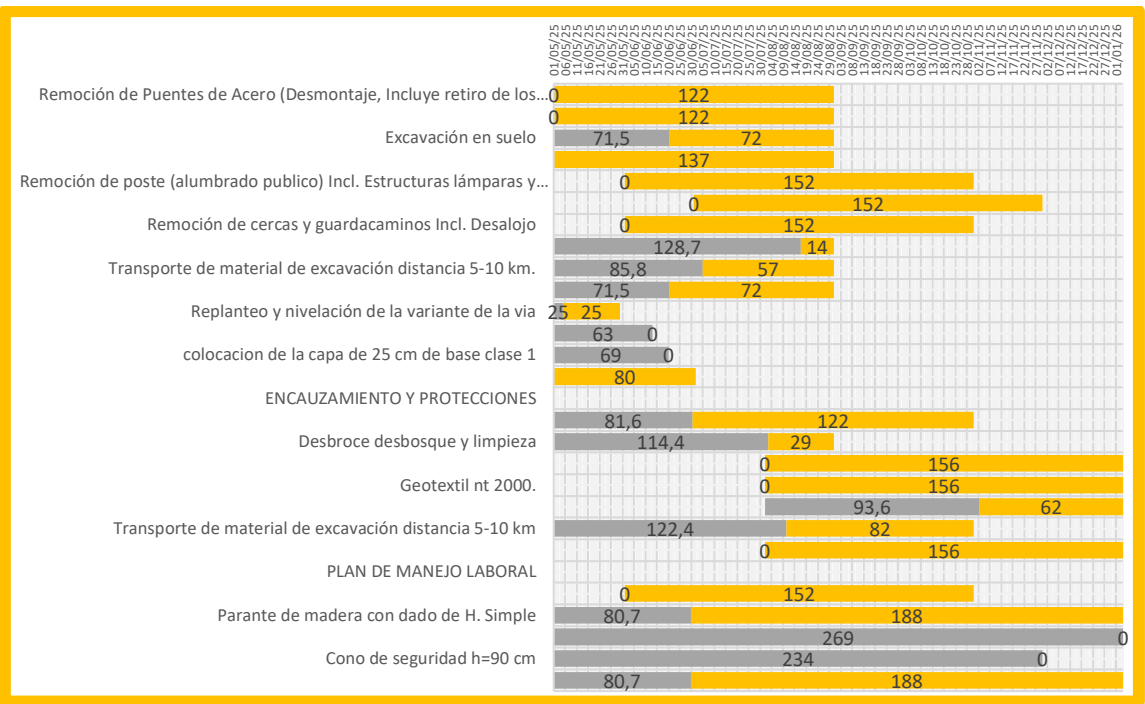


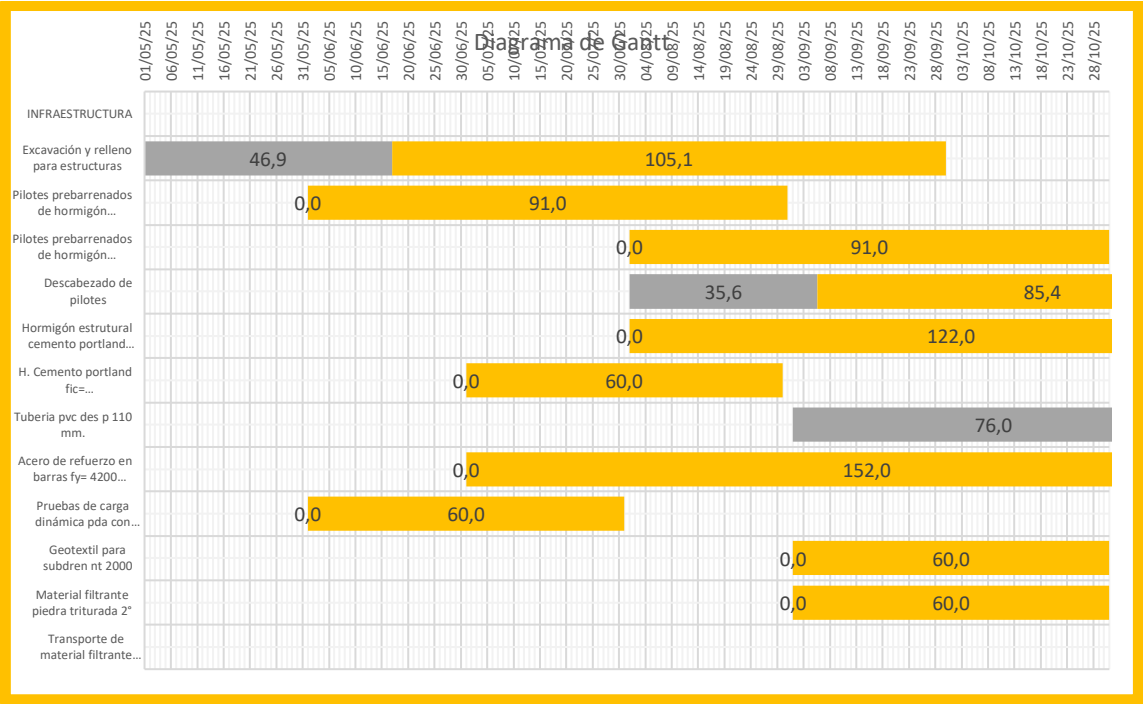
Tabla 5. Seguimiento de las actividades de los pilotes

	N° Actividad	Inicio	Días	Final	Supervicion	Completo	Pendiente
	INFRAESTRUCTURA						
1	Excavación y relleno para estructuras	1/5/2025	122	31/8/2025	80	97.6	24.4
2	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa e=10 mm no recuperable $f_{ic}=280$ kg/cm ² d=0.80	1/6/2025	152	31/10/2025	71.66	108.9	43.1
3	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa no recuperable $P_c=280$ kg/cm ² d=0.60 m	1/8/2025	91	31/10/2025	0	0.0	91.0
4	Descabezado de pilotes	1/8/2025	91	31/10/2025	41.18	37.5	53.5
5	Hormigón estructural cemento portland clase a, $f_c=280$ kg/cm ² .	1/8/2025	121	30/11/2025	63.24	76.5	44.5
6	H. Cemento portland $f_{ic}=180$ kg/cm ² replantillo	1/7/2025	122	31/10/2025	40	48.8	73.2
7	Tubería pvc des p 110 mm.	1/9/2025	60	31/10/2025	0	0.0	60.0
8	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200$ kg/cm ²	1/7/2025	152	30/11/2025	100	152.0	0.0
9	Pruebas de carga dinámica pda con análisis	1/6/2025	152	31/10/2025	50	76.0	76.0
10	Geotextil para subdren nt 2000	1/9/2025	60	31/10/2025	0	0.0	60.0
11	Material filtrante piedra triturada 2°	1/9/2025	60	31/10/2025	0	0.0	60.0
12	Transporte de material filtrante (distancia 10-20 km)	1/9/2025	60	31/10/2025	0	0.0	60.0

Nota. La tabla muestra el avance programado y real de las actividades de pilotes dentro del cronograma de infraestructura.

Se observa que algunas tareas presentan progreso significativo, como la excavación y relleno con un 97,6% completado, el acero de refuerzo con 152% y el hormigón estructural con 76,5%. Sin embargo, otras actividades claves permanecen pendientes, como la instalación de tubería PVC, el geotextil y el material filtrante, que aún no inician.

Figura 5. Diagrama de seguimiento de los pilotes



El método del Camino Crítico (CPM) constituyó una herramienta esencial para la planificación y control del proyecto, al permitir la identificación de la secuencia de actividades cuya duración determina directamente la fecha de finalización de la obra. A partir de la descomposición de las tareas en actividades elementales y del registro de sus tiempos de inicio y fin, se pudo calcular la duración total del proyecto y determinar las holguras de cada actividad.

Las actividades ubicadas en la ruta crítica carecen de tiempo de holgura, lo que implica que cualquier retraso en ellas genera una variación inmediata en el plazo total del proyecto. De este modo, la ruta crítica se configuró como el eje central del control de tiempos, obligando a un seguimiento minucioso de dichas tareas para evitar desviaciones.

Tabla 6. Inicio y final de cada actividad

	N° Actividad	Inicio	Días	Final
	INFRAESTRUCTURA			
1	Excavación y relleno para estructuras	1/5/2025	123	31/8/2025

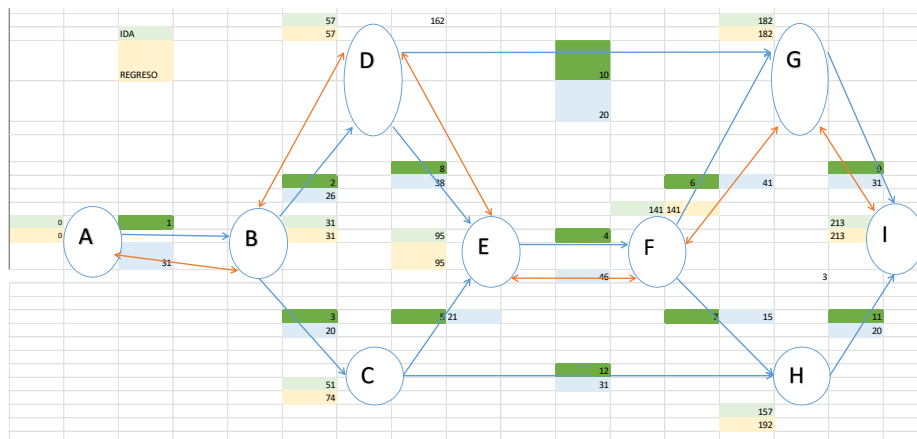
2	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa e=10 mm no recuperable $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ $d=0.80$	1/6/2025	153	31/10/2025
3	Pilotes prebarrenados de hormigón armado vaciado en sitio con camisa no recuperable $P_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ $d=0.60 \text{ m}$	1/8/2025	92	31/10/2025
4	Descabezado de pilotes	1/8/2025	92	31/10/2025
5	Hormigón estructural cemento portland clase a, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.	1/8/2025	122	30/11/2025
6	H. Cemento portland $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ replantillo	1/7/2025	123	31/10/2025
7	Tubería pvc des p 110 mm.	1/9/2025	61	31/10/2025
8	Acero de refuerzo en barras $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	1/7/2025	153	30/11/2025
9	Pruebas de carga dinámica pda con análisis	1/6/2025	122	31/10/2025
10	Geotextil para subdren nt 2000	1/10/2025	61	30/11/2025
11	Material filtrante piedra triturada 2°	1/10/2025	61	30/11/2025
12	Transporte de material filtrante (distancia 10-20 km)	1/10/2025	61	30/11/2025
				213

Nota. La Tabla 6 presenta doce actividades de infraestructura con fechas precisas.

Sistemáticamente la obra inicia el 01/05/2025 y culmina el 31/08/2025 para la excavación y relleno (duración 123 días). Otras tareas incluyen pilotes prebarrenados con distintos diámetros, iniciando entre junio y agosto de 2025, y pruebas PDA para control geotécnico. Se

especifican materiales como hormigón estructural $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (27.46 MPa), replantillo con $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ (17.65 MPa) y acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (411.88 MPa). La tabla permite proyectar la secuencia, solapamientos y recursos, abarcando aproximadamente 213 días de programación total.

Figura 1. Ruta Crítica



Nota. Diagrama de redes de ruta crítica.

Tabla 7. CPM

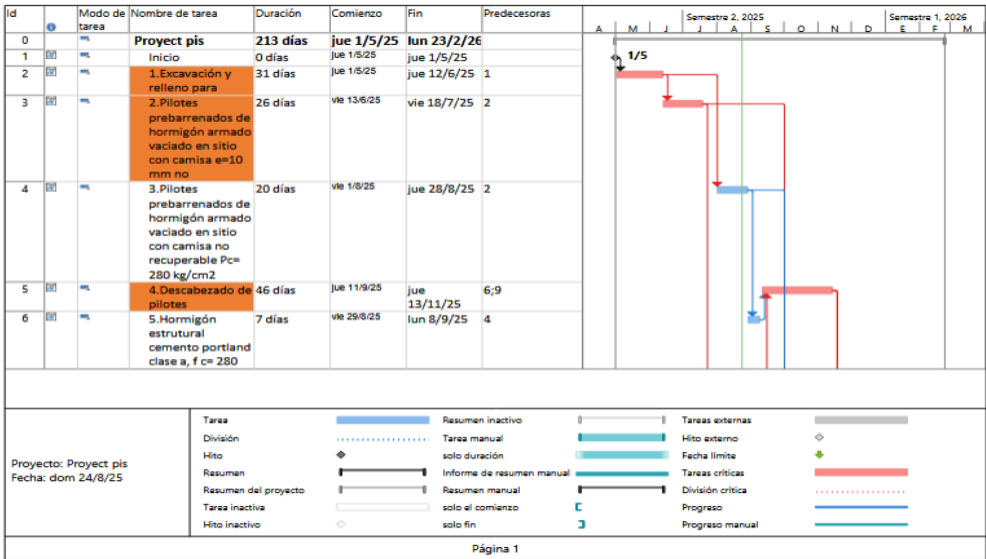
ACTIVIDAD	DURACION	MAS PRONTO		LIMITE		HOLGURAS			ESTADO
		COMIENZO	FINAL	COMIENZO	FINAL	HT	HL	HI	
A-B	31	0	31	0	31	0	0	0	CRITICO
B-C	20	31	51	54	74	23	0	0	-
B-D	26	31	57	31	57	0	0	0	CRITICO
C-E	21	51	72	74	95	23	0	0	-
C-H	31	51	82	161	192	110	0	0	-
D-E	38	57	95	57	95	0	0	0	CRITICO
D-G	20	57	77	162	182	105	0	0	-
E-F	46	95	141	95	141	0	0	0	CRITICO
F-G	41	141	182	141	182	0	0	0	CRITICO
F-H	15	141	157	177	192	36	0	0	-
G-I	31	182	213	182	213	0	0	0	CRITICO
H-I	20	157	177	192	213	36	0	0	-

Nota. La Tabla 7 desarrolla el análisis CPM mostrando tiempos más pronto, más tarde y holguras.

En este caso, actividades como A-B (10 días), B-D (25 días), D-E (20 días), E-F (15 días), F-G (20 días) y G-I (30 días) aparecen marcadas como críticas, sin holgura total (HT = 0). Esto significa que cualquier retraso impacta directamente el plazo global. Otras actividades,

como B-C o C-H, muestran holguras positivas, otorgando flexibilidad. El total programado corresponde a 213 días de obra. Este resultado define la ruta crítica y prioriza la supervisión de actividades estructurales clave para evitar ampliaciones de plazo o sobrecostos.

Figura 2. Ruta crítica en Project Pag 1

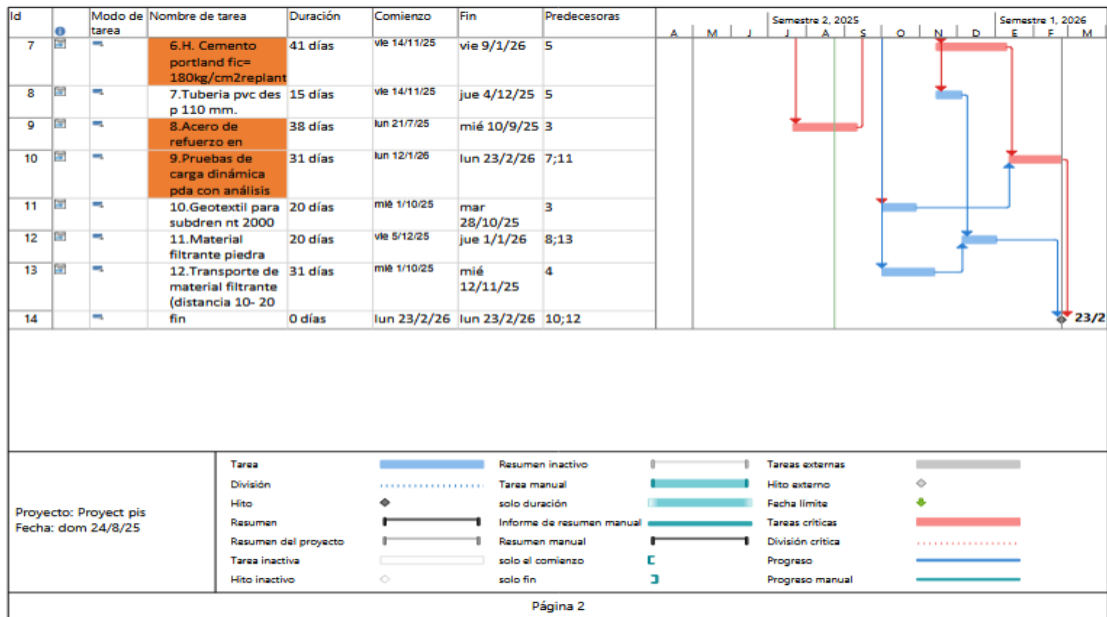


Nota. La Figura 7 representa gráficamente la ruta crítica en MS Project, resaltando las actividades críticas sin margen de retraso.

En este diagrama se observa la secuencia A-B-D-E-F-G-I, que abarca 213 días de ejecución. Cada

nodo contiene información de comienzo y final más pronto, así como límites tardíos.

Figura 3. Ruta Crítica en Project Pag 2



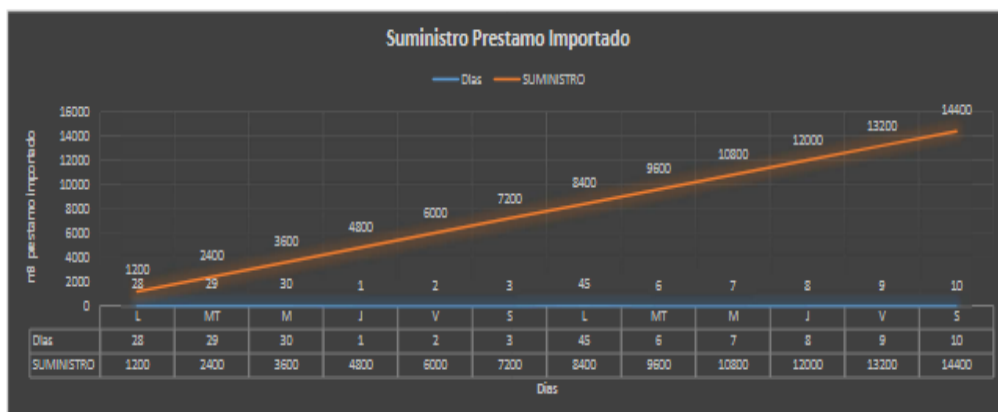
Nota. La visualización permite confirmar lo señalado en la Tabla 7, evidenciando que la ruta crítica está vinculada principalmente a la ejecución de pilotes, pruebas PDA y elementos de infraestructura central.

Su aporte es facilitar la interpretación de dependencias técnicas, permitiendo al residente de obra

centrar esfuerzos en el control de plazos.

Figura 9. Suministro de Material de préstamo importado

	L	MT	M	J	V	S	L	MT	M	J	V	S
Días	28	29	30	1	2	3	45	6	7	8	9	10
SUMINISTRO	1200	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000	13200	14400



Nota. La tabla y el gráfico muestran el suministro acumulado de material de préstamo importado, proyectado en diez hitos de control.

El proceso inicia con 1.200 m³ en el primer periodo y crece linealmente hasta alcanzar 14.400 m³ en el décimo, evidenciando un incremento constante de 1.200 m³ por fase. El gráfico refleja una tendencia ascendente uniforme, lo que indica una planificación de abastecimiento

estable y sostenida en el tiempo. Este comportamiento facilita prever la disponibilidad continua del material requerido en obra, garantizando que las actividades críticas de relleno, compactación y soporte no sufran interrupciones por falta de suministro.

Figura 10. Consumo de Material de préstamo importado

	L	MT	M	J	V	S	L	MT	M	J	V	S
Días	28	29	30	1	2	3	45	6	7	8	9	10
SUMINISTRO	1200	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000	13200	14400
CONSUMO	750	1500	2250	3000	3750	4500	5250	6000	6750	7500	8250	9000



Nota. El gráfico y la tabla presentan el suministro y consumo de material de préstamo para el relleno en la ampliación de la vía.

El suministro crece linealmente desde 1.200 m³ en el primer periodo hasta 14.400 m³ en el décimo, con incrementos de 1.200 m³ por fase. El consumo avanza de manera más moderada, iniciando en 750 m³ y alcanzando 9.000 m³ al final. Esto refleja un superávit de 5.400 m³ al cierre, lo que garantiza disponibilidad y evita riesgos de desabastecimiento. La comparación

confirma una gestión preventiva, asegurando holgura de material frente a variaciones constructivas o retrasos.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) constituye una herramienta fundamental para anticipar, evaluar y mitigar los efectos que una obra de

infraestructura puede generar sobre el entorno natural y social. En el caso del puente sobre el río Quimis, la aplicación de este instrumento responde a lo dispuesto en el Código Orgánico del Ambiente (2017) y en la Constitución de la República del Ecuador (2008), que reconocen los derechos de la naturaleza y exigen la implementación de planes de manejo ambiental en proyectos de intervención territorial. La construcción de un puente en un cauce fluvial implica la alteración de componentes sensibles como la calidad del agua, la estabilidad de las riberas y la biodiversidad acuática, por lo que resulta indispensable una evaluación rigurosa que permita identificar impactos, establecer medidas de prevención y diseñar estrategias de compensación. En este contexto, el EIA del proyecto Quimis no solo busca cumplir con los requisitos normativos, sino también garantizar que el desarrollo de la infraestructura sea compatible con los principios de sostenibilidad y con el bienestar de la población local.

Tabla 8. Fase constructiva-puente Quimis

	Factor del Medio	Impacto Ambiental	3 i	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Total		
Abiótico	Calidad del aire	Re suspensión de polvo	-3	-8	-2	-20	-20	-1	-400	-40	-2	-20	-516	critico	
		Emisiones de gases	-36	-4	-2	-20	-20	-200	-400	-40	-2	-20	-744	critico	
	Ruido ambiental	Incremento sostenido del nivel sonoro	-3	-4	-4	-2	-20	-200	-10	-400	-4	-200	-847	critico	
		Molestias a viviendas cercanas	-3	-8	-2	-20	-20	-20	-200	-400	-2	-400	-1075	critico	
	Suelo y estabilidad de taludes	Compactación y sellado de suelos	-3	-4	-2	-20	-20	-10	-400	-40	-4	-20	-523	critico	
		Erosión localizada por escorrentía	-3	-8	-4	-20	-10	-1	-400	-400	-2	-200	-1048	critico	
	Calidad de agua superficial (flujo estacional)	arrastre de aceites/partículas acumuladas	-3	-4	-2	-200	-20	-20	-400	-10	-2	-200	-861	critico	
		Incremento de turbidez	-3	-4	-2	-20	-200	-20	-10	-40	-4	-20	-323	critico	
	Agua subterránea	Bajo aporte de recarga	-3	-4	-2	-200	-200	-10	-400	-10	-2	-200	-1031	critico	
		infiltración por derrames crónicos	-36	-4	-4	-400	-200	-200	-400	-10	-4	-400	-1658	critico	
Biótico	Vegetación ribereña/xerófita	Deposición de polvo sobre hojas	-3	-4	-2	-20	-10	-10	-40	-10	-2	-20	-121	critico	
		Alteran de microhábitats.	-3	-8	-2	-200	-20	-200	-400	-100	-4	-200	-1137	critico	
	Fauna terrestre y avifauna	Riesgo de atropellamiento	-3	-4	-2	-2	-20	-200	-400	-20	-2	-400	-1053	critico	
		presencia humana que reduce uso del hábitat.	-3	-4	-2	-200	-20	-200	-400	-200	-2	-200	-1231	critico	
Socioeconómico	Empleo	Pérdida de empleos locales	-3	-4	-2	-2	-20	-200	-10	-400	-2	-200	-843	critico	
		Rotación laboral frecuente.	-36	-4	-4	-2	-20	-200	-10	-400	-4	-200	-880	critico	
	Seguridad vial	Aumento de velocidad	-36	-4	-2	-2	-20	-200	-400	-40	-4	-40	-748	critico	
		lluvia por lámina de agua y sedimentos en calzada.	-3	-4	-4	-10	-10	-200	-400	-20	-1	-20	-672	critico	
	Movilidad y conectividad	Reducción de tiempos de viaje	-36	-8	-4	-40	-1	-20	-40	-400	-4	-100	-653	critico	
		Congestión puntual	-36	-2	-4	-1	-2	-1	-40	-40	-2	-20	-148	critico	
	Actividad económica local	Disminución de costos de transporte	-36	-4	-2	-2	-1	-20	-400	-400	-2	-200	-1067	critico	
		Desplazamiento de rutas informales	-3	-4	-2	-2	-20	-1	-10	-20	-2	-20	-84	critico	
	Calidad de vida	Acceso a servicios y mercados.	-36	-8	-2	-2	-1	-200	-10	-400	-4	-200	-863	critico	
		Percepción por polvo y ruido	-36	-4	-4	-2	-1	-1	-10	-400	-4	-20	-482	critico	
			-369	-118	-64	-1409	-896	-2335	-5590	-4240	-67	-3520	-18608		Total
											Total	-18608			

Nota. Matriz de Leopold fase constructiva mediante la metodología de Conesa Fernández.

Medidas de mitigación – Fase Constructiva

de impactos críticos que abarcan aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos.

La fase constructiva del Puente Quimis presenta una concentración

Tabla 9. Medida de mitigación de acuerdo al impacto

Impacto identificado	Medidas de mitigación propuestas
Re-suspensión de polvo	Humectación periódica de suelos y material de acarreo, uso de cubiertas en transporte de áridos, limpieza de vías.
Emisiones de gases	Mantenimiento preventivo de maquinaria, uso de combustibles de mejor calidad, limitar tiempos de ralentí.
Ruido ambiental y molestias a viviendas cercanas	Establecer horarios de trabajo diurno, uso de silenciadores en maquinaria, instalación de pantallas acústicas temporales.
Compactación y sellado de suelos	Delimitar áreas de trabajo, evitar tránsito innecesario de maquinaria pesada, rehabilitación de suelos compactados.
Erosión localizada por escorrentía	Implementar drenajes provisionales, uso de geomantas o gaviones en taludes inestables.
Arrastre de aceites/partículas a cuerpos de agua	Áreas de mantenimiento impermeabilizadas, kits de contingencia para derrames, almacenamiento seguro de combustibles.
Infiltración por derrames crónicos a aguas subterráneas	Plan de manejo de hidrocarburos, bandejas de contención, control estricto de almacenamiento.
Deposición de polvo sobre vegetación ribereña	Barreras vegetales o mallas cortaviento, humectación, revegetación post-obra.
Alteración de microhábitats y fauna terrestre	Señalización de zonas sensibles, restricción de tránsito nocturno, capacitación a trabajadores para reducir disturbios.
Riesgo de atropellamiento de fauna	Reducción de velocidad en zonas críticas, señalética de fauna silvestre.
Afecciones respiratorias en salud pública	Campañas de salud ocupacional, control de polvo en áreas pobladas, uso de mascarillas por el personal.
Exposición al ruido crónico	Entrega de EPP auditivo al personal, mediciones periódicas de ruido.
Seguridad vial durante construcción	Plan de desvíos y señalización vial, control de velocidad, brigadas de seguridad vial.
Congestión puntual	Coordinación de horarios de transporte de materiales fuera de horas pico.
Percepción negativa por polvo y ruido	Socialización del proyecto con la comunidad, atención de quejas mediante oficina ambiental en obra.

Nota. Medida de mitigación de acuerdo al impacto

Tabla 10. Fase operativa-puente Quimis

Factor del Medio		Impacto Ambiental	3 i	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Total		
Abiótico	Calidad del aire	Resuspensión de polvo	-3	-4	-4	-20	-20	-1	-40	-40	-2	-20	-121	crítico	
		Emisiones de gases	-3	-8	-4	-20	-20	-200	-400	-400	-4	-400	-1492	crítico	
	Ruido ambiental	Incremento sostenido del nivel sonoro	-36	-8	-4	-20	-20	-200	-400	-400	-4	-400	-1492	crítico	
		Molestias a viviendas cercanas	-3	-4	-4	-20	-20	-10	-400	-400	-2	-200	-1063	crítico	
	Suelo y estabilidad de taludes	Compactación y sellado de suelos	-3	-4	-4	-400	-20	-10	-400	-20	-2	-40	-903	crítico	
		Erosión localizada por escorrentía	-3	-4	-4	-20	-20	-20	-400	-20	-2	-40	-533	crítico	
	Calidad de agua superficial (flujo estacional)	arrastre de aceites/partículas acumuladas	-36	-4	-4	-20	-20	-20	-400	-20	-2	-40	-566	crítico	
		Incremento de turbidez	-3	-4	-4	-20	-20	-20	-400	-20	-2	-20	-513	crítico	
	Agua subterránea	Bajo aporte de recarga	-3	-2	-6	-400	-200	-10	-100	-10	-1	-40	-772	crítico	
		infiltración por derrames crónicos	-36	-4	-6	-400	-400	-20	-100	-20	-2	-40	-1028	crítico	
Biótico	Vegetación ribereña/xerófito	Deposición de polvo sobre hojas	-3	-4	-4	-20	-10	-10	-10	-20	-2	-20	-103	crítico	
		Alteran de microhábitats.	-3	-4	-6	-200	-200	-200	-100	-200	-2	-400	-1315	crítico	
	Fauna terrestre y avifauna	Riesgo de atropellamiento	-36	-4	-4	-200	-40	-20	-40	-200	-2	-400	-946	crítico	
		presencia humana que reduce uso del hábitat.	-3	-8	-6	-200	-20	-200	-100	-200	-4	-200	-941	crítico	
Socioeconómico	Empleo	Pérdida de empleos locales	-3	-4	-4	-20	-20	-200	-10	-200	-2	-200	-663	crítico	
		Rotación laboral frecuente.	-36	-8	-6	-20	-20	-200	-10	-400	-4	-400	-1104	crítico	
	Seguridad vial	Aumento de velocidad	-36	-8	-4	-20	-20	-20	-40	-20	-2	-40	-210	crítico	
		lluvia por lámina de agua y sedimentos en calzada.	-3	-4	-4	-10	-10	-10	-40	-20	-1	-20	-122	crítico	
	Movilidad y conectividad	Reducción de tiempos de viaje	36	8	4	40	1	20	40	400	4	-100	453	Beneficioso	
		Congestión puntual	36	2	4	1	1	1	40	10	2	-10	87	Beneficioso	
	Actividad económica local	Disminución de costos de transporte	36	8	6	40	1	20	40	400	4	-100	455	Beneficioso	
		Desplazamiento de rutas informales	3	4	6	20	10	1	10	20	2	-20	56	Beneficioso	
	Calidad de vida	Acceso a servicios y mercados.	36	8	6	40	1	20	10	400	4	-100	425	Beneficioso	
		Percepción por polvo y ruido	-3	-2	-4	-10	-10	1	-10	-20	-2	-10	-70	severo	
			-108	-62	-60	-1899	-1096	-1308	-3260	-1400	-28	-3260	-12481		Total
											Total	-12481			

1. *Nota.* Matriz de Leopold fase operativa mediante la metodología de Conesa Fernández.

Medidas de mitigación – Fase Operativa

Durante la fase operativa del Puente Quimis, la matriz evidencia impactos ambientales críticos vinculados principalmente a la calidad del aire, ruido sostenido, compactación de suelos, erosión, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, así como alteraciones en flora y fauna ribereña. Para estos efectos, las medidas propuestas se centran en monitoreo ambiental permanente, revegetación de taludes, instalación de rejillas sedimentadoras y pasos de fauna, lo que permite reducir riesgos ecológicos y asegurar la funcionalidad del puente en armonía con su entorno.

En el ámbito social, destacan impactos en salud pública por exposición al ruido y gases, los cuales se controlan con programas de monitoreo, restricciones de tráfico pesado y campañas de educación vial. La seguridad vial también se considera prioritaria, incorporando radares de velocidad, señalización y drenajes para evitar accidentes por acumulación de sedimentos en calzada. A diferencia de la fase constructiva, en esta etapa la matriz también identifica efectos positivos relacionados con la reducción de tiempos de viaje, dinamización económica y mejora en la conectividad, los cuales pueden potenciarse con planes de movilidad sostenible.

Tabla 11. Medidas de mitigación en fase operativa

Impacto identificado	Medidas de mitigación propuestas
Emisiones de gases por tránsito	Promoción del transporte público y no motorizado, arborización lineal para captación de CO ₂ .
Ruido ambiental sostenido	Instalación de barreras acústicas en zonas urbanas, uso de asfaltos fonoabsorbentes, control de velocidad.
Molestias a viviendas cercanas	Monitoreo de niveles sonoros, programas de aislamiento acústico en viviendas críticas.
Compactación y erosión de taludes	Mantenimiento rutinario de taludes, revegetación permanente, construcción de drenajes longitudinales.
Arrastre de aceites y partículas a cuerpos de agua	Instalación de rejillas sedimentadoras y trampas de grasa en drenajes pluviales.
Infiltración a aguas subterráneas por derrames crónicos	Áreas de estacionamiento y carga con pavimento impermeable, planes de emergencia ante derrames.
Alteración de microhábitats ribereños	Creación de corredores biológicos, control de especies invasoras, reforestación de áreas ribereñas.
Riesgo de atropellamiento de fauna	Pasos de fauna (puentes verdes, alcantarillas adaptadas), señalética vial.
Reducción de uso del hábitat por presencia humana	Regulación de actividades antrópicas cercanas, zonas de amortiguamiento ecológico.
Afecciones respiratorias por tránsito	Monitoreo de calidad del aire, establecimiento de normas de circulación vehicular (zonas de bajas emisiones).
Exposición al ruido crónico	Control de tráfico pesado, restricciones de circulación nocturna.
Seguridad vial (aumento de velocidad)	Señalización vertical y horizontal, radares de control de velocidad, campañas de educación vial.

Acumulación de sedimentos en calzada Percepción negativa por polvo y ruido	Limpieza y mantenimiento periódico de la vía, sistemas de drenaje eficientes. Programas de participación ciudadana, arborización y barreras verdes para mitigar percepción.
---	--

Nota. Medida de mitigación de acuerdo al impacto Fase operativa.

Tabla 12. Análisis ético del proyecto del puente sobre el río Quimis

Eje ético	Descripción	Hallazgos en el proyecto	Implicaciones
Transparencia	Garantizar la claridad en los procesos constructivos y el uso de recursos públicos (Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador, 2022).	Se implementaron procesos de socialización y se mantuvo registro documental de las actividades de obra.	Fortalece la confianza pública, aunque requiere mejorar los canales de rendición de cuentas hacia la comunidad.
Responsabilidad social	Compromiso de la obra con la seguridad de los usuarios y el beneficio colectivo.	El puente restablecerá la conectividad interrumpida desde 2021, beneficiando el transporte de personas y mercancías en Manabí.	La obra cumple con un objetivo social clave, aunque debe garantizar mantenimiento preventivo para sostener dicho beneficio en el tiempo.
Respeto a la comunidad	Considerar la voz de los habitantes locales y su derecho a ser informados (Constitución del Ecuador, 2008, Art. 398).	Se realizaron consultas y socialización, pero los habitantes expresaron la necesidad de mayor información sobre plazos e impactos.	Requiere fortalecer la participación ciudadana en todas las etapas del proyecto para legitimar la gestión de la obra.
Respeto al entorno natural	Cumplimiento de los principios de sostenibilidad y derechos de la naturaleza (Constitución de la República, 2008; COA, 2017).	El diagnóstico ambiental identificó impactos en calidad de agua, erosión de riberas y biodiversidad, mitigados con medidas de reforestación, manejo de escombros y control de polvo.	Aporta a la sostenibilidad, pero exige monitoreo ambiental continuo para garantizar la efectividad de las medidas y evitar daños irreversibles en los ecosistemas as

Nota. Análisis ético del proyecto del puente sobre el río Quimis

Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que la sistematización constituye un proceso esencial para comprender y evaluar la complejidad de las obras de infraestructura. En concordancia con lo señalado por Jara (2018), la sistematización no se limita a la descripción de una experiencia, sino que implica un proceso de interpretación crítica y aprendizaje. En este estudio, la aplicación de herramientas como el diagrama de Gantt, el seguimiento de actividades y el método de la ruta

crítica (CPM) permitió no solo organizar las fases constructivas del puente sobre el río Quimis, sino también identificar los puntos de mayor vulnerabilidad en el cronograma, particularmente en los trabajos de cimentación y encauzamiento. Este hallazgo coincide con lo planteado por el PMI (2017), que resalta la relevancia del CPM para anticipar riesgos y optimizar recursos en proyectos de gran envergadura.

El contraste entre la práctica observada en campo y lo dispuesto

en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2015) y en estándares internacionales como AASHTO LRFD y los Eurocódigos evidenció un grado de cumplimiento mayoritario en los aspectos estructurales y de seguridad. Sin embargo, se observaron desviaciones en el cronograma de actividades relacionadas con pilotes y obras hidráulicas, lo que refleja la dificultad recurrente de aplicar la normativa en escenarios con limitaciones logísticas o ambientales. Este resultado concuerda con lo descrito por Terzaghi y Peck (1967), quienes advirtieron que la interacción suelo-estructura suele introducir incertidumbres en el diseño y construcción de cimentaciones profundas.

En el ámbito ambiental, la aplicación de la Matriz de Leopold permitió identificar impactos significativos en la calidad del agua y en la estabilidad de las riberas. Estos resultados son consistentes con lo expuesto en el Código Orgánico del Ambiente (2017), que establece la necesidad de integrar medidas de mitigación en todas las fases del proyecto. Al igual que en estudios similares reportados

por Melville y Coleman (2000) sobre socavación en estructuras de cauces, se confirma que la intervención en ríos genera riesgos inevitables que deben ser gestionados con planes de manejo ambiental adecuados. En este caso, las medidas propuestas —control de polvo, disposición técnica de escombros y reforestación— se alinean con los principios constitucionales de respeto a la naturaleza (Constitución de la República, 2008).

Por último, el análisis ético puso en evidencia que la legitimidad social de una obra depende tanto de la transparencia como de la participación comunitaria. El Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador (2022) sostiene que la ética profesional es un pilar indispensable en la ejecución de obras públicas, y los resultados de este estudio refuerzan dicha afirmación: aunque se cumplieron procesos de socialización, persisten desafíos en el fortalecimiento de la comunicación con la población local. Esta situación confirma lo señalado en el Art. 398 de la Constitución (2008), que reconoce el derecho de las comunidades a ser informadas y

consultadas sobre proyectos que afecten su entorno.

4. Conclusiones

El análisis de planificación y control del proyecto mediante el diagrama de Gantt, el seguimiento de actividades y el método de la ruta crítica (CPM) permitió identificar con claridad las fases críticas de la construcción del puente sobre el río Quimis. Estas herramientas demostraron ser eficaces para optimizar tiempos y recursos, confirmando su validez como instrumentos de gestión en proyectos de infraestructura de envergadura.

La comparación entre los procesos observados en campo y lo establecido en la normativa técnica ecuatoriana evidenció un cumplimiento general de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y de los estándares internacionales, aunque se identificaron desviaciones puntuales en las fases de cimentación y encauzamiento. Este resultado subraya la importancia de una supervisión constante para garantizar que la ejecución se ajuste

plenamente a los marcos normativos y técnicos.

El diagnóstico ambiental realizado con la Matriz de Leopold permitió reconocer impactos significativos en la calidad del agua, la erosión de riberas y la biodiversidad. No obstante, la propuesta de medidas de mitigación y control, como el manejo de escombros, la revegetación y el monitoreo ambiental, evidencia que es posible compatibilizar el desarrollo de infraestructura con los principios de sostenibilidad ambiental establecidos en la legislación nacional.

El análisis de los aspectos éticos reveló que la transparencia en los procesos, la responsabilidad social y la participación ciudadana son factores determinantes para la aceptación y legitimidad de la obra. El cumplimiento de procesos de socialización fortaleció la confianza de la comunidad, aunque se reconoce la necesidad de mejorar los canales de comunicación y la rendición de cuentas en proyectos públicos de esta magnitud.

Recomendaciones:

Se recomienda al Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) fortalecer el uso de herramientas de gestión como el diagrama de Gantt, el seguimiento de actividades y el método de la ruta crítica (CPM) en todos los proyectos de infraestructura vial. Estas herramientas deben ser aplicadas desde la fase de planificación hasta la ejecución, a fin de minimizar retrasos, optimizar recursos y garantizar la finalización oportuna de las obras.

Al ente fiscalizador y a los equipos técnicos de obra, se sugiere intensificar los mecanismos de supervisión en fases críticas como la cimentación y el encauzamiento del río, donde se detectaron retrasos y dificultades técnicas. El cumplimiento estricto de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y de los estándares internacionales debe ser una prioridad para asegurar la calidad estructural y la seguridad vial de los usuarios.

Se recomienda a las autoridades competentes en materia ambiental, en particular al Ministerio del Ambiente, Agua y Transición

Ecológica (MAATE), reforzar la exigencia y seguimiento de planes de manejo ambiental en proyectos similares. El monitoreo constante de la calidad del agua, la estabilidad de las riberas y la biodiversidad local debe articularse con programas de restauración ecológica que garanticen la sostenibilidad de la obra en el tiempo.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal de Jipijapa, se aconseja promover procesos más inclusivos de socialización y consulta ciudadana, de modo que la comunidad beneficiaria participe activamente en la toma de decisiones. Una comunicación transparente y sostenida contribuirá a fortalecer la confianza pública y a legitimar la gestión de los proyectos viales.

Bibliografía

AASHTO. (2012). *AASHTO LRFD bridge design specifications*. American Association of State Highway and Transportation Officials.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Registro Oficial 305.

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (LOOTUS)*. Registro Oficial 790.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente (COA)*. Registro Oficial 983.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV)*. Registro Oficial 434.
- Colegio de Ingenieros Civiles del Ecuador. (2022). *Código de ética profesional*. Quito, Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449.
- El Diario Ecuador. (2021, octubre 14). *Colapso del puente sobre el río Quimis interrumpe la conectividad vial en Manabí*.
- Eurocódigo 2. (2004). *Diseño de estructuras de hormigón*. Comité Europeo de Normalización.
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *NEC-SE-AC: Acciones en la edificación*. INEN.
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NEC-SE-CG: Cimentaciones y geotecnia*. INEN.
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2015). *NEC-SE-HS: Cimentaciones y estructuras*. INEN.
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *NEC-SE-PU: Norma para el diseño sísmico de puentes*. INEN.
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Editorial Alforja.
- Melville, B., & Coleman, S. (2000). *Bridge scour*. Water Resources Publications.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2022). *Manual de diseño de puentes*. MTOP.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2024). *Informe de conectividad vial nacional*. MTOP.
- Neill, C. R. (1973). *Guide to bridge hydraulics*. Roads and Transportation Association of Canada.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK® Guide)* (6.^a ed.). Project Management Institute.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2015). *Norma*

*Ecuatoriana de la
Construcción (NEC). INEN.*

Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1967).
*Soil mechanics in engineering
practice*. John Wiley & Sons.