

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto
mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, para
proponer medidas de prevención y mitigación – 2024**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Bach. Katerine Jahaira LOPEZ CARHUAS

Bach. Jhasmin Diana SANCHEZ AGUILAR

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto
mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, para
proponer medidas de prevención y mitigación – 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO
PRESIDENTE

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALA SANCHEZ
MIEMBRO

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 363-2025-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Identificación y Evaluación de los impactos ambientales del proyecto mejoramiento de la Carretera Departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, para proponer medidas de prevención y mitigación - 2024”

Apellidos y nombres de los tesistas

Bach. Katherine Jahaira, LOPEZ CARHUAS

Bach. Jhasmin Diana, SANCHEZ AGUILAR

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. Luis Alberto, PACHECO PEÑA

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

5 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes.

Cerro de Pasco, 18 de diciembre del 2025



Firmado digitalmente por PALOMINO
ISIDRO Ruben Edgar FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.12.2025 17:11:37 -05:00

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, cuyo respaldo incondicional fue fundamental durante todo este camino.

También extendemos nuestro agradecimiento a los docentes y asesores que, con dedicación y paciencia, nos guiaron y compartieron su conocimiento.

Esta tesis representa el fruto de nuestro esfuerzo conjunto, la perseverancia y todo lo que aprendimos a lo largo del proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos dado la vida y la salud para culminar satisfactoriamente esta etapa tan importante en nuestra formación profesional.

A nuestros padres, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio constante han sido nuestra mayor motivación para alcanzar esta meta.

Expresamos también nuestro sincero agradecimiento a nuestros asesores y docentes, por su guía, conocimientos y paciencia, que contribuyeron significativamente en la elaboración de este trabajo y en nuestra formación académica.

De igual manera, agradecemos a nuestros compañeros y amigos, con quienes compartimos experiencias, retos y aprendizajes a lo largo de estos años.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento a todas aquellas personas e instituciones que, de una u otra manera, nos brindaron su apoyo y colaboración para la realización de esta tesis.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar y evaluar los impactos ambientales físicos y biológicos generados por el proyecto “Mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco”, con el fin de proponer medidas de prevención y mitigación que reduzcan los efectos negativos y potencien los beneficios ambientales. La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental y de tipo descriptivo, utilizando información proveniente de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto, complementada con revisión bibliográfica y antecedentes técnicos de proyectos viales en ecosistemas altoandinos.

Se aplicó una matriz de identificación y valoración de impactos considerando criterios de magnitud, extensión, duración, reversibilidad, periodicidad y sensibilidad del entorno. Los resultados evidenciaron impactos negativos significativos en el suelo (erosión, pérdida de capa fértil e inestabilidad de taludes), el aire (incremento de material particulado), el agua superficial (aumento temporal de turbidez y sólidos suspendidos) y la biodiversidad (fragmentación vegetal y desplazamiento de fauna silvestre). Asimismo, se identificaron impactos positivos como la revegetación con especies nativas, la estabilización de taludes y la mejora de la conectividad ecológica mediante pasos de fauna.

En conclusión, aunque el proyecto generará beneficios socioeconómicos relevantes, su sostenibilidad ambiental dependerá de la adecuada implementación y seguimiento de las medidas propuestas, lo que permitirá reducir los impactos negativos y garantizar la compatibilidad entre el desarrollo vial y la conservación del entorno natural.

Palabras clave: impactos ambientales, carretera, biodiversidad, medidas de prevención y mitigación, ecosistemas altoandinos.

ABSTRACT

The present study aimed to identify and evaluate the physical and biological environmental impacts generated by the “Improvement of the Uchumarca – Cerro de Pasco Departmental Road” Project, in order to propose prevention and mitigation measures that reduce negative effects and enhance environmental benefits. The research followed a non-experimental and descriptive design, using information from the project’s Environmental Impact Declaration (EID), complemented by a literature review and technical background of road projects developed in high Andean ecosystems.

An impact identification and assessment matrix was applied, considering criteria of magnitude, extent, duration, reversibility, frequency, and environmental sensitivity. The results showed significant negative impacts on soil (erosion, loss of fertile layer, and slope instability), air (increase of particulate matter), surface water (temporary rise of turbidity and suspended solids), and biodiversity (vegetation fragmentation and displacement of wildlife). Positive impacts were also identified, such as revegetation with native species, slope stabilization, and improved ecological connectivity through wildlife crossings.

In conclusion, although the project will generate relevant socioeconomic benefits, its environmental sustainability will depend on the proper implementation and monitoring of the proposed measures, which will help minimize negative impacts and ensure compatibility between road development and the conservation of the natural environment.

Keywords: environmental impacts, road project, biodiversity, prevention and mitigation measures, high Andean ecosystems.

INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del mandato previsto del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, me permito presentar a vuestra consideración esta Tesis titulada “Identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, para proponer medidas de prevención y mitigación – 2024” con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

El desarrollo de infraestructura vial es un factor clave para el crecimiento económico y social, especialmente en regiones con limitaciones de conectividad como la sierra central del Perú. Las carreteras no solo facilitan el transporte de bienes y personas, sino que también promueven el acceso a servicios básicos, dinamizan las economías locales y fortalecen la integración territorial (CEPAL, 2020). Sin embargo, la construcción y mejoramiento de vías en ecosistemas altoandinos plantea retos ambientales significativos debido a la fragilidad de sus componentes físicos y biológicos, caracterizados por suelos poco profundos, alta pendiente, clima extremo y biodiversidad adaptada a condiciones específicas (SERNANP, 2017).

En este contexto, el proyecto “Mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco” busca optimizar las condiciones de tránsito y seguridad en un tramo que conecta localidades rurales con centros urbanos y mercados regionales. No obstante, como lo señalan Conesa (2015) y Rodríguez et al. (2018), la intervención en zonas altoandinas puede generar impactos negativos sobre el suelo, el aire, el agua y la biodiversidad si no se planifica e implementa una gestión ambiental adecuada. Dichos impactos incluyen la erosión acelerada, la sedimentación de cuerpos de agua, el aumento de material particulado y la fragmentación de hábitats, que a su vez pueden afectar la resiliencia ecológica y la calidad de vida de las comunidades cercanas.

El marco normativo peruano, a través de la Ley N.º 27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Congreso de la República del Perú, 2001), establece la obligatoriedad de evaluar y prevenir los impactos ambientales significativos antes de la ejecución de proyectos de infraestructura. Para las obras viales, el Manual Ambiental para el Desarrollo de Proyectos Viales (MTC, 2018) recomienda incorporar medidas específicas de prevención y mitigación que respondan a las condiciones ambientales locales y que sean monitoreadas durante todas las fases del proyecto.

La presente investigación, de tipo descriptivo y no experimental, se orienta a identificar y evaluar los impactos ambientales físicos y biológicos asociados al mejoramiento de la carretera Uchamarca – Cerro de Pasco, con el propósito de proponer medidas de prevención y mitigación que permitan reducir los efectos negativos y potenciar los beneficios. Asimismo, se busca aportar evidencia técnica que sirva de base para la toma de decisiones en proyectos similares en ecosistemas altoandinos, contribuyendo así a una infraestructura vial más sostenible y compatible con la conservación ambiental.

Asimismo, la presente investigación está constituida por 4 capítulos: Capítulo I: Problema de Investigación, capítulo II: Marco Teórico, capítulo III: Metodología y técnicas de investigación y capítulo IV: Presentación de resultados, teniendo como objetivo general el de identificar y evaluar los impactos ambientales generados en la ejecución del proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchamarca - Cerro de Pasco, con la finalidad de proponer medidas que permitan prevenir y mitigar los efectos negativos y potencializar los impactos positivos.

La Tesista.

INDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Delimitación de la Investigación	3
1.3. Formulación del Problema	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4. Formulación de Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Justificación de la Investigación.....	5
1.6. Limitaciones de la Investigación	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	9
2.2. Bases Teóricas - Científicas	13
2.2.1. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como Instrumento de Gestión	13

2.2.2. Impactos ambientales físicos asociados a proyectos de infraestructura vial	14
2.2.3. Contaminación del Agua por Sedimentos	16
2.2.4. Metodologías para la Identificación y Evaluación de Impactos.....	17
2.2.5. Importancia de la Participación Ciudadana en la Gestión Ambiental	17
2.2.6. Medidas de Mitigación y Planes de Manejo Ambiental.....	18
2.2.7. Normativa Peruana sobre Evaluación de Impacto Ambiental en Infraestructura Vial	20
2.2.8. Casos de Estudio Relevantes en el Contexto Peruano.....	20
2.2.9. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos	21
2.3. Definición de términos conceptuales.....	21
2.4. Enfoque filosófico - epistémico.....	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	26
3.2. Nivel de Investigación.....	26
3.3. Característica de la Investigación.....	27
3.4. Métodos de Investigación.....	28
3.5. Diseño de Investigación	29
3.6. Procedimiento del muestreo	30
3.6.1. Población	30
3.6.2. Muestra	30
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	32
3.9. Orientación ética.....	34

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	36
4.1.1. Desarrollando el primer objetivo	36
4.1.2. Desarrollando el segundo objetivo	40
4.1.3. Desarrollando el tercer objetivo	45
4.2. Discusión de Resultados.....	62

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Principales efectos de la construcción y mejoramiento de la Carretera Uchumarca – Cerro de Pasco	39
Tabla 2. Impactos Ambientales Negativos en la Biodiversidad	42
Tabla 3. Impactos Ambientales Positivos en la Biodiversidad	42
Tabla 4. <i>Resumen de Impactos Ambientales Identificados</i>	44
Tabla 5. <i>Comparación ponderada de impactos en la biodiversidad según magnitud y duración</i>	45
Tabla 6. <i>Propuesta de Medidas de Prevención y Mitigación fase de Construcción</i>	50
Tabla 7. <i>Programa de Monitoreo Ambiental</i>	52
Tabla 8. <i>Resumen de las Medidas de Prevencion y Mitigación</i>	54
Tabla 9. <i>Plan de Manejo Ambiental (PMA) por Actividad</i>	60
Tabla 10. <i>Planes y Programas del Plan de Manejo Ambiental (PMA)</i>	61

INDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. <i>Impactos Negativos según la frecuencia</i>	43
Gráfico 2. <i>Impactos Positivos según la frecuencia</i>	43
Gráfico 3. <i>Comparativo ponderado de impactos ambientales en la Biodiversidad</i>	44
Gráfico 4. <i>Análisis gráfico de los Impactos Ambientales</i>	57
Gráfico 5. <i>Análisis de los Impactos Negativos</i>	58
Gráfico 6. <i>Análisis de los Impactos Positivos</i>	58

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El desarrollo de infraestructura vial es un factor clave para el crecimiento económico y la integración territorial, ya que facilita el acceso a mercados, servicios y oportunidades de desarrollo para las poblaciones. Sin embargo, su ejecución puede generar impactos ambientales significativos que afectan el equilibrio ecológico y la calidad del entorno natural. Estos impactos pueden manifestarse en la alteración del paisaje, la afectación de cuerpos de agua, la fragmentación de hábitats y la generación de residuos sólidos y emisiones contaminantes, entre otros.

En este contexto, la zona de estudio requiere de una serie de mejoras a favor de la población y en este caso el Gobierno Regional de Pasco (GORE Pasco) ha impulsado el proyecto: Mejoramiento de la Carretera Departamental: EMP.PE-18 (DV. Uchumarca) – Golac Majada – Pocco – Uchumarca – Gorina Alta – Huangur – Yurajhuanca – Quiulacocha – Cerro de Pasco – EMP.PE 3N (DV. Cerro de Pasco), el cual abarca una extensión de 59.189 km y tiene como objetivo mejorar la conectividad en las provincias de Daniel Alcides Carrión y Pasco. Por lo tanto, este proyecto busca

optimizar el tránsito vehicular, reducir los tiempos de viaje y mejorar las condiciones de accesibilidad para los pobladores, promoviendo así el desarrollo socioeconómico de la región.

No obstante, la ejecución del proyecto conllevará una serie de impactos ambientales que pueden comprometer la estabilidad de los ecosistemas locales. La remoción de cobertura vegetal, la modificación del drenaje natural, la contaminación de fuentes hídricas y la posible pérdida de biodiversidad son algunos de los efectos negativos que pueden derivarse de la construcción y mejoramiento de esta carretera. Es fundamental llevar a cabo un análisis más detallado y específico sobre los impactos físicos y biológicos que este proyecto está generando y generará, con el fin de evaluar su magnitud y proponer medidas efectivas de prevención y mitigación.

Además, la falta de un seguimiento detallado y continuo de estos impactos podría generar consecuencias ambientales adversas a largo plazo, afectando no solo los ecosistemas, sino también la sostenibilidad de los recursos naturales de la zona. La identificación y evaluación de estos impactos resultan esenciales para establecer estrategias de gestión ambiental que minimicen los efectos negativos y promuevan un equilibrio entre el desarrollo vial y la conservación del medio ambiente.

En este sentido, la presente investigación busca responder a la siguiente pregunta central:

¿Cuáles son los impactos ambientales generados por el proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, y qué medidas de prevención y mitigación pueden proponerse para minimizar sus efectos negativos y potencializar los positivos?

A partir de este análisis, se pretende proporcionar información detallada y sistematizada sobre los impactos ambientales asociados a la construcción y

mejoramiento de la vía, contribuyendo así a la planificación y gestión ambiental del proyecto. Esto permitirá no solo reducir los efectos adversos sobre el medio ambiente, sino también optimizar la implementación de medidas correctivas y promover un desarrollo vial sostenible en la región de Pasco.

1.2. Delimitación de la Investigación

La presente investigación se centra en la identificación y evaluación de los impactos ambientales físicos y biológicos generados por el proyecto “Mejoramiento de la Carretera Departamental: EMP.PE-18 (DV. Uchumarca) – Golac Majada – Pocco – Uchumarca – Gorina Alta – Huangur – Yurajhuanca – Quiulacocha – Cerro de Pasco – EMP.PE 3N (DV. Cerro de Pasco)”, con el propósito de proponer medidas de prevención y mitigación.

a. Delimitación Geográfica

El área de estudio abarca el tramo de la carretera en mejoramiento, que tiene una extensión de 59.189 km, ubicándose en el departamento de Pasco, Perú, y atravesando los distritos de Yanahuanca (Provincia Daniel Alcides Carrión), Tinyahuarco y Simón Bolívar (Provincia Pasco). Esta zona se caracteriza por una topografía variada, con presencia de ecosistemas alto andinos y cuerpos de agua que pueden ser sensibles a los impactos de la obra.

b. Delimitación Temporal

La investigación se desarrollará en función de la información obtenida del proyecto, así como en estudios complementarios que permitan analizar los impactos en las diferentes etapas del mismo. Se analizarán los impactos previos a la ejecución (fase de planificación), durante la construcción y en la fase operativa de la carretera. La recopilación y análisis de datos abarcarán fuentes de los últimos años, con énfasis en el período de aprobación y ejecución del proyecto.

c. Delimitación Temática

Este estudio se enfocará exclusivamente en los impactos ambientales físicos y biológicos, dejando de lado los impactos sociales o económicos. Se analizarán aspectos como:

- **Impactos físicos:** Alteración del suelo, modificaciones en el drenaje natural, erosión, sedimentación en cuerpos de agua, calidad del aire y ruido generado por la construcción.
- **Impactos biológicos:** Pérdida o afectación de cobertura vegetal, fragmentación de hábitats, desplazamiento o afectación de la fauna silvestre y posibles efectos sobre la biodiversidad local.

Asimismo, el estudio se orientará a la identificación y evaluación de estos impactos con base en metodologías descriptivas, permitiendo así proponer medidas de prevención y mitigación adecuadas que minimicen los efectos negativos del proyecto sobre el medio ambiente.

1.3. Formulación del Problema

El presente estudio busca responder a las siguientes preguntas:

1.3.1. Problema general

¿Cuáles son los impactos ambientales generados por el proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, y qué medidas de prevención y mitigación pueden proponerse para minimizar sus efectos negativos y potencializar los positivos?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo afecta la construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco a las características físicas del entorno, como el suelo, la calidad del aire y el recurso hídrico?

- b. ¿Cuáles son los efectos del proyecto sobre la biodiversidad local, en términos de alteraciones de la vegetación y desplazamiento o afectación de la fauna silvestre?
- c. ¿Qué medidas de prevención y mitigación pueden implementarse para minimizar los impactos ambientales, identificados en el área de influencia del proyecto?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar y evaluar los impactos ambientales generados en la ejecución del proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, con la finalidad de proponer medidas que permitan prevenir y mitigar los efectos negativos y potencializar los impactos positivos.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Analizar los efectos de la construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco sobre las características físicas del entorno, incluyendo el suelo, la calidad del aire y el recurso hídrico.
- b. Evaluar los impactos del proyecto en la biodiversidad local, considerando las alteraciones de la vegetación y el desplazamiento o afectación de la fauna silvestre.
- c. Proponer medidas de prevención y mitigación ambiental que permitan reducir los impactos ambientales identificados en el área de influencia del proyecto.

1.5. Justificación de la investigación

El mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco es una obra de infraestructura vial de gran importancia para el desarrollo socioeconómico

de la región de Pasco, ya que facilitará la conectividad entre diversas localidades, mejorando el acceso a servicios y oportunidades comerciales. Sin embargo, su ejecución implica una serie de impactos ambientales que pueden comprometer el equilibrio ecológico de la zona, afectando tanto los componentes físicos del entorno como la biodiversidad local.

En este contexto, la presente investigación es de gran relevancia, ya que permitirá identificar y evaluar los impactos ambientales derivados del proyecto, proporcionando información técnica fundamentada para la toma de decisiones ambientales. A través de este estudio, se podrá determinar cómo la construcción de la carretera influye en factores como la calidad del aire, el suelo, los cuerpos de agua y los ecosistemas circundantes, así como en la flora y fauna del área de influencia y el entorno social.

Desde el punto de vista ambiental, esta investigación contribuirá a fortalecer la gestión ambiental del proyecto, proponiendo medidas de prevención y mitigación que minimicen los efectos negativos sobre el medio ambiente y potencialización de los positivos. Esto es fundamental para garantizar que el desarrollo vial se realice de manera sostenible, cumpliendo con la normativa ambiental vigente y asegurando la conservación de los recursos naturales en el área de estudio.

Desde un enfoque técnico y científico, este estudio es relevante porque se basa en la información del proyecto, complementándola con un análisis más detallado y específico de los impactos ambientales. De esta manera, se generará un insumo clave para futuras evaluaciones ambientales y proyectos de infraestructura similares en la región.

Finalmente, esta investigación tiene un valor práctico significativo, ya que sus resultados pueden ser utilizados por entidades gubernamentales, organismos

reguladores, consultoras ambientales y tomadores de decisiones en la planificación y ejecución de proyectos viales en zonas de alta sensibilidad ecológica. Al proponer medidas efectivas de mitigación, se contribuirá a reducir la degradación ambiental y a fomentar un modelo de desarrollo más sostenible en la región de Pasco.

1.6. Limitaciones de la investigación

A pesar de la relevancia de esta investigación, existen diversas limitaciones que pueden influir en el alcance y desarrollo del estudio. Estas limitaciones se presentan en los siguientes aspectos:

a. Limitaciones de Información

- La investigación se basa en la información del proyecto ya mencionado, la cual puede contener datos limitados o generalizados sobre algunos impactos ambientales. Esto puede restringir el análisis detallado de ciertos efectos específicos sobre el entorno.
- La disponibilidad de información secundaria sobre la biodiversidad local y las condiciones ambientales previas al proyecto puede ser limitada o desactualizada, lo que podría afectar la comparación de los impactos antes y después de la intervención.

b. Limitaciones Geográficas y Climáticas

- El área de estudio comprende una región de topografía accidentada y condiciones climáticas variables, lo que puede dificultar la recopilación de datos en campo, en caso de que se requiera información adicional.
- La altitud y las condiciones meteorológicas pueden influir en la variabilidad de los impactos ambientales, lo que podría generar dificultades para establecer proyecciones exactas sobre sus efectos a largo plazo.

c. Limitaciones Temporales

- La investigación se desarrollará dentro de un período específico, lo que puede impedir un seguimiento a largo plazo de los impactos ambientales después de la finalización del proyecto.
- Algunos impactos pueden manifestarse a largo plazo, como la erosión del suelo o la alteración de hábitats, y podrían no ser completamente evaluados en esta etapa del estudio.

d. Limitaciones Metodológicas

- La investigación se basará en un enfoque Descriptivo, lo que implica que los hallazgos estarán centrados en la identificación y evaluación de los impactos, sin la posibilidad de realizar experimentación o modelación predictiva de los efectos a futuro.
- La propuesta de medidas de mitigación estará fundamentada en el análisis de los impactos identificados, pero su efectividad dependerá de su correcta implementación por parte de las entidades responsables del proyecto.

A pesar de estas limitaciones, la investigación proporcionará un análisis detallado y fundamentado sobre los impactos ambientales del proyecto, contribuyendo al desarrollo de estrategias de prevención y mitigación para minimizar los efectos negativos en el entorno.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

A continuación, se menciona algunos de los principales antecedentes que están relacionados con esta investigación:

Cáceres, J. (2018) Estudio de impacto ambiental producido por el mejoramiento del camino vecinal, carretera Fernando Belaunde Terry - comunidad nativa Puerto Libre, del Distrito de Constitución Provincia de Oxapampa - Pasco. Llegando a las siguientes conclusiones:

El mejoramiento del camino vecinal en Oxapampa no generará impactos ambientales de alta significancia. Durante la construcción, los impactos son de magnitud media debido a que la obra sigue el trazo existente y se utilizan canteras previamente explotadas. Los efectos en aire, agua y suelo varían de moderados a bajos, con alta posibilidad de mitigación. En cuanto a los impactos positivos, se destaca un ligero impulso a la economía local por la demanda de bienes y servicios, aunque de baja significancia y alcance zonal. (pp.73,74)

Taboada, W. (2018) Impacto ambiental en el proceso de construcción en los trabajos de mejoramiento de pistas y veredas de la zona Los Portales - Huánuco 2018. Presenta ciertas consideraciones y llega a las siguientes conclusiones:

Se evaluó los impactos ambientales durante la construcción de pistas y veredas en Los Portales, Huánuco, mediante una matriz de evaluación. Identificó 10 impactos ambientales: 6 negativos y 4 positivos. Los impactos negativos significativos afectan principalmente al aire, debido a la dispersión de gases, generación de polvo, vibraciones y ruidos. Además, detectó dos impactos negativos no significativos en la flora, relacionados con la diversidad y alteración del hábitat. Como medida de mitigación, concluyó que el riego con agua es una alternativa efectiva para reducir los impactos en la calidad del aire.

Cruz, E. (2024) presenta una noticia referente al tema: Se inició mejoramiento de carretera Uchumarca – Cerro de Pasco. Mencionando lo siguiente:

Además del mejoramiento de 56 km de vía, la obra también contempla la ejecución de cuatro puentes, de entre 8 y 25 metros de longitud.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) gestionó la transferencia de S/ 90.9 millones en favor del Gobierno Regional de Pasco para la ejecución del mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca–Cerro de Pasco, que conecta los distritos de Yanahuanca, Chaupimarca y Simón Bolívar. La ceremonia de inicio de obras contó con la presencia de Óscar Chávez Figueroa, director ejecutivo de Provías Descentralizado, en representación del titular del MTC, y el gobernador regional de Pasco, Juan Luis Chombo Heredia, así como representantes de la Presidencia del Consejo de Ministros. Este proyecto, que será ejecutado por el GORE Pasco, implica la mejora de 56 km de la vía mediante pavimento flexible con carpeta asfáltica, junto con la construcción de los puentes Pomayarus, Andachaca, Uchumarca

y Colonial, con longitudes que oscilan entre 8 y 25 metros. Al completarse, beneficiará a aproximadamente 200 mil ciudadanos de las provincias de Daniel Alcides Carrión y Pasco.

Más detalles de la actividad

Durante la actividad, el gobernador de Pasco expresó su agradecimiento al MTC y a Provías Descentralizado por gestionar ante el Ministerio de Economía y Finanzas la transferencia de recursos que permite ejecutar esta obra clave para la región. La actividad también contó con la participación de representantes del Congreso de la República, funcionarios del gobierno regional, alcaldes distritales y provinciales, así como la población de las zonas beneficiadas. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones continuará trabajando articuladamente con las autoridades regionales para mejorar la infraestructura vial del país en beneficio de las familias peruanas.

Mamani, M. (2022) Diseño de un plan de manejo ambiental para la obra camino vecinal 5 y 6 con C.U.I. 515234, La Yarada - Los Palos, Tacna, 2022. Llega a las siguientes conclusiones:

Identificó y evaluó los impactos ambientales del mejoramiento del Camino Vecinal 5 y 6 en Tacna mediante la matriz de Leopold. Determinó que el suelo presenta un impacto negativo alto (-79), seguido por la flora, aire y agua con impactos negativos moderados. La fauna mostró un impacto negativo bajo (-18), mientras que el componente socioeconómico reflejó un impacto positivo (+123). Para mitigar estos efectos, propuso un Plan de Manejo Ambiental con ocho programas de prevención, mitigación y control, asegurando una ejecución sostenible de la obra y optimizando recursos y costos. (p. 74)

Barrero, S. & Augusto, C. (2024) Identificación y valoración del impacto ambiental ocasionado por la rehabilitación de la vía de acceso al municipio de San Luis, Tolima. Llegan a las siguientes conclusiones:

Identificaron que la rehabilitación de la vía de acceso a San Luis, Tolima, genera impactos ambientales significativos, especialmente en la contaminación del suelo y el ruido. El manejo inadecuado de residuos y derrames de sustancias químicas representa un riesgo elevado para la calidad del suelo, lo que resalta la necesidad de estrategias estrictas de gestión de residuos. Asimismo, el uso de maquinaria pesada incrementa los niveles de ruido, afectando a la comunidad local, por lo que se recomienda un plan de mitigación acústica. Se concluye que el éxito del proyecto depende de una gestión rigurosa de calidad, seguridad y cumplimiento ambiental, con medidas preventivas y protocolos de respuesta rápida para minimizar los impactos negativos y garantizar la sostenibilidad de la vía.

Ramírez, Y. (2020) Determinación de la efectividad del plan de manejo ambiental de la construcción de la carretera Moquegua – Papujune, 2020. Llega a las siguientes conclusiones:

Evaluó la efectividad del plan de manejo ambiental en la construcción de la carretera Moquegua – Papujune y concluyó que el método empleado para la identificación y valoración de impactos no fue adecuado, pues no utilizó metodologías internacionalmente aceptadas y presentó deficiencias en su aplicación. Asimismo, se identificaron inconsistencias en los monitoreos ambientales, ya que la cantidad de puntos de medición para aire, ruido y suelo fue insuficiente. Además, se encontró que los valores de contaminantes como PM10, NO₂, pH y sólidos disueltos en agua, así como hidrocarburos en suelo, superaban los estándares de calidad ambiental, lo que evidencia deficiencias en el control ambiental del proyecto. (p. 79)

Aguilar, R. (2018) Impactos ambientales producidos en la construcción de la carretera Pachilanga – Pomabamba, respecto a lo declarado en el estudio de impacto ambiental. Llega a las siguientes conclusiones:

Evaluó los impactos ambientales generados por la construcción de la carretera Pachilanga – Pomabamba y encontró 146 impactos, superando los 109 identificados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Se evidenció que el EIA subestimó los impactos negativos moderados y severos, así como los positivos moderados. Las actividades con mayor impacto negativo fueron las excavaciones, cortes, movimiento de tierras y explotación de canteras, mientras que el flujo vehicular destacó como el impacto positivo más significativo. La investigación concluyó que el factor ambiental más afectado negativamente fue la geomorfología, mientras que el transporte, empleo y actividades económicas se vieron beneficiados. (p. 57)

2.2. Bases teóricas - científicas

El marco teórico de la presente investigación se sustenta en la necesidad de evaluar y mitigar los impactos ambientales generados por proyectos viales, en este caso, el mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco. Dicha fundamentación se desarrolla a partir de principios científicos, metodológicos y normativos ampliamente aceptados en la gestión ambiental y la evaluación de impactos.

2.2.1. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como Instrumento de Gestión

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento técnico-administrativo que permite anticipar, identificar, evaluar y mitigar los impactos negativos que un proyecto puede generar en el ambiente (Glasson et al., 2019). En proyectos de infraestructura vial, su aplicación es crucial para la planificación de medidas que minimicen la alteración de los ecosistemas y los recursos naturales (Morris & Therivel, 2009). En el caso del proyecto en estudio, la EIA sirve como base para

determinar la magnitud y severidad de los impactos sobre el suelo, el aire, el agua y la biodiversidad, aspectos fundamentales para una adecuada gestión ambiental.

Según la ley general del ambiente, los Estudios de Impacto Ambiental - EIA son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. (Ministerio del ambiente, 2017)

2.2.2. Impactos ambientales físicos asociados a proyectos de infraestructura vial

A. Contaminación del Aire

Los proyectos de infraestructura vial pueden afectar la calidad del aire debido a la emisión de material particulado (PM10 y PM2.5) y gases contaminantes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂) (World Health Organization [WHO], 2021). Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2020), estas emisiones pueden generar problemas de salud pública y afectar la biodiversidad al alterar la composición atmosférica y los ciclos naturales.

Un estudio de González y Rodríguez (2020) en proyectos de infraestructura en América Latina señala que la principal fuente de emisiones proviene del uso de maquinaria pesada y del movimiento de suelos, lo que resalta la necesidad de implementar medidas de mitigación como el riego de superficies y el mantenimiento adecuado de equipos.

B. Contaminación Acústica y Vibraciones

El ruido y las vibraciones generadas por actividades de construcción pueden alterar el equilibrio ambiental y afectar la fauna local (Pacheco &

Vargas, 2019). La Organización Mundial de la Salud (WHO, 2018) advierte que la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede causar estrés y cambios en el comportamiento de especies silvestres, además de afectar la salud humana.

Según la normativa ambiental peruana (MINAM, 2018), el límite máximo permitido para ruido en zonas urbanas es de 60 dB durante el día y 50 dB en la noche, valores que suelen superarse en áreas de construcción sin medidas de control adecuadas. Estudios de Arana y Escobar (2021) en proyectos urbanos han demostrado que la instalación de barreras acústicas y el uso de maquinaria con tecnología de reducción de ruido pueden minimizar estos impactos.

C. Alteración del Suelo y Generación de Residuos Sólidos

Las actividades de excavación, remoción de suelos y disposición inadecuada de residuos de construcción pueden modificar la estructura y composición del suelo, reduciendo su capacidad de soporte y aumentando los riesgos de erosión. Según estudios de Conesa (2010), la alteración del suelo puede afectar la capacidad de infiltración de agua y generar sedimentos que impactan negativamente en cuerpos de agua cercanos.

Para mitigar estos impactos, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2019) recomienda la revegetación de áreas intervenidas y la implementación de planes de manejo de residuos de construcción, asegurando su disposición adecuada en sitios autorizados.

2.2.3. Contaminación del Agua por Sedimentos

Los proyectos viales generan impactos tanto positivos como negativos. Según Aguilar (2018), el factor ambiental más afectado negativamente es la geomorfología debido a la remoción de tierra y la alteración de los paisajes naturales. La contaminación del aire por emisiones de material particulado y gases provenientes del movimiento de maquinaria y tráfico vehicular es otro de los impactos relevantes en la construcción de carreteras (Ramírez, 2020). Además, la alteración de cuerpos de agua debido a la escorrentía superficial y la fragmentación de hábitats pueden generar efectos adversos a largo plazo en la biodiversidad (Canter, 2012). Estos aspectos justifican la importancia de realizar una evaluación exhaustiva de los impactos ambientales en cada fase del proyecto.

Las obras viales son consideradas de interés público, por el desarrollo económico y social que generan en las regiones, mejorando principalmente la calidad de vida de sus habitantes. Si bien la construcción de obras viales conlleva a impactos positivos en las comunidades, es preciso considerar también los efectos negativos sobre el entorno que generan la ejecución y mantenimiento de caminos, los cuales se acentúan cuando no se han previstos criterios ambientales en la planificación de las mismas. Entre los impactos negativos más significativos, pueden citarse: efecto barrera, provocado por la ejecución de la cinta asfáltica; disminución de las poblaciones y especies de flora y fauna; modificación de superficies de drenajes; producción de material particulado; ruido y vibraciones; contaminación de aguas, suelo, entre otros. Este Seminario pretende que el alumno a través del manejo de una herramienta de gestión, como es EIA, pueda contribuir a minimizar los efectos negativos en el ambiente -generados por la ejecución de una obra vial-, favoreciendo la conservación del medio. (Universidad Nacional de San Juan, 2024)

2.2.4. Metodologías para la Identificación y Evaluación de Impactos

Diversos métodos han sido desarrollados para la identificación y evaluación de impactos ambientales en proyectos viales. La Matriz de Leopold es una de las herramientas más utilizadas, ya que permite analizar las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales afectados (Leopold et al., 1971). Sin embargo, estudios como el de Ramírez (2020) han demostrado que el uso exclusivo de esta metodología puede generar deficiencias en la valoración de los impactos, lo que resalta la necesidad de complementar el análisis con otros enfoques como las matrices de importancia relativa y la matriz causa-efecto (Modak & Biswas, 1999).

2.2.5. Importancia de la Participación Ciudadana en la Gestión Ambiental

La participación de la comunidad en la evaluación de impacto ambiental es clave para garantizar que las preocupaciones y necesidades de la población sean consideradas en la planificación del proyecto (Petts, 2003). Diversos estudios han demostrado que la falta de participación ciudadana puede generar conflictos socioambientales y disminuir la efectividad de las medidas de mitigación propuestas (Buchanan et al., 2020). En este contexto, la transparencia en la toma de decisiones y la inclusión de la población local en el proceso de evaluación y monitoreo ambiental son elementos esenciales para la viabilidad del proyecto.

La participación ciudadana es un proceso que permite promover la participación informada y responsable de todos los interesados en el proceso de evaluación de impacto ambiental para una adecuada toma de decisiones sobre dichos proyectos, con miras a su desarrollo responsable y sostenible.

- Involucra al Estado, los titulares de un proyecto de inversión y la ciudadanía.
- Es un derecho a acceder a la información pública sobre los proyectos de inversión.

- Es un deber de participar responsablemente en los procesos de tomas de decisiones.
- Es un proceso que se da en todas las etapas de un estudio de impacto ambiental.

La participación ciudadana es un espacio y una oportunidad para que todos se involucren en el proceso de evaluación ambiental.

El SENACE considera una participación ciudadana efectiva cuando se realiza bajo estos pilares:

- **Inclusión:** Incentivando la participación de mujeres y de grupos vulnerables.
- **Transparencia:** Velando para que la información sea veraz y de fácil acceso.
- **Accesibilidad:** Facilitando el acceso a información útil y de fácil comprensión.
- **Diálogo continuo:** Fomentando una comunicación constante entre las autoridades, los titulares de proyectos y las poblaciones locales.

Y bajo estos enfoques:

- **Enfoque de género:** Igualdad de oportunidades de participación para hombres y mujeres.
- **Enfoque intercultural:** Promoviendo la participación de la población local respetando la diversidad cultural. (Gob. pe, 2024a)

2.2.6. Medidas de Mitigación y Planes de Manejo Ambiental

Para reducir los impactos negativos de los proyectos viales, es fundamental implementar planes de manejo ambiental efectivos. Entre las medidas más relevantes se encuentran la rehabilitación de suelos degradados, el control de emisiones de polvo y gases, el monitoreo de la calidad del agua y la protección de la biodiversidad (Morris & Therivel, 2009). La investigación de Ramírez (2020) evidenció que muchas de las medidas propuestas en los planes de manejo ambiental de proyectos viales en el Perú no se implementan correctamente o carecen de mecanismos de seguimiento adecuados.

Esto resalta la importancia de fortalecer la supervisión y control ambiental en la ejecución del proyecto.

Las medidas de mitigación son acciones que se implementan para reducir los impactos negativos de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. Los planes de manejo ambiental son documentos que establecen estas medidas.

a. Medidas de mitigación:

- Evitar quemar basura, hojas y otros objetos.
- Ahorrar agua.
- Separar los residuos orgánicos y reciclables.
- Disminuir el uso de automóviles.
- Usar productos ecológicos y biodegradables.
- Realizar mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos.
- Prohibir el uso innecesario de sirenas y alarmas.
- Delimitar las áreas de trabajo.
- Prohibir la quema o combustión de los residuos sólidos.
- Instalar recipientes para la recolección de residuos.

b. Planes de manejo ambiental

- Establecen las acciones para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos.
- Son la base técnica y legal que ayuda a minimizar los impactos negativos y a fortalecer los positivos.
- Se establecen a partir de una evaluación ambiental.
- Se aplican durante el desarrollo de un proyecto, su puesta en operación e inclusive el abandono del sitio.

2.2.7. Normativa Peruana sobre Evaluación de Impacto Ambiental en Infraestructura Vial

El Perú cuenta con un marco normativo robusto que regula la gestión ambiental en proyectos de infraestructura vial. La Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446) establece la obligatoriedad de la evaluación de impacto ambiental para proyectos de gran magnitud, asegurando su compatibilidad con el desarrollo sostenible (MINAM, 2009). Asimismo, el Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes (D.S. 004-2017-MTC) proporciona lineamientos específicos para la prevención y mitigación de impactos en proyectos viales (MTC, 2017).

Estas normativas constituyen la base legal para la ejecución del presente estudio y refuerzan la necesidad de evaluar los impactos ambientales derivados del proyecto carretero Uchumarca - Cerro de Pasco.

2.2.8. Casos de Estudio Relevantes en el Contexto Peruano

Diversos estudios han evaluado los impactos ambientales de carreteras en el Perú, encontrando deficiencias en los procesos de evaluación y monitoreo. La investigación de Cáceres (2018) sobre el mejoramiento del camino vecinal en la carretera Fernando Belaunde Terry reveló que, aunque no se identificaron impactos severos, las medidas de mitigación planteadas eran insuficientes. De manera similar, Taboada (2018) determinó que los trabajos de mejoramiento de pistas y veredas en Huánuco generaron impactos no previstos en el EIA, destacando la necesidad de una supervisión más estricta.

Estos casos refuerzan la relevancia del presente estudio, al evidenciar que los proyectos viales en el Perú presentan deficiencias en la identificación, evaluación y

gestión de impactos ambientales, lo que subraya la necesidad de optimizar estos procesos en el proyecto Uchumarca - Cerro de Pasco.

2.2.9. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos

El Programa de Prevención y Mitigación de Impactos está diseñado sobre la base del cumplimiento de objetivos articulados en torno a los impactos directos identificados y evaluados, previamente, en los diferentes componentes ambientales.

Es importante tener en cuenta que, en muchos casos, las medidas aplicables se interrelacionan con impactos que afectan indistintamente a más de un componente socio ambiental. De modo general, este Plan implica parámetros de interrelación debido a la dimensión ecológica de los procesos entre componentes ambientales. No obstante, en el marco de esas interrelaciones, se han vinculado las medidas de prevención y mitigación con aquellos impactos sobre los que tienen una incidencia mayor o más directa.

Se debe mencionar que los efectos de estas medidas, en buena parte de los casos, no son aislados; por ello debe considerarse que los programas y subprogramas estarán siempre interrelacionados, puesto que, una misma medida permitirá la prevención y/o mitigación de más de un impacto ambiental. (Arca Contal, 2016)

2.3. Definición de términos conceptuales

Impacto Ambiental. Es cualquier alteración significativa, positiva o negativa, en el medio ambiente como resultado de actividades humanas, proyectos o fenómenos naturales (Conesa, 2010). Alteración positiva o negativa de uno o más componentes del ambiente provocada por la acción de un proyecto.

Impacto Ambiental Positivo. Efecto beneficioso generado por un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. Puede manifestarse en la recuperación de ecosistemas, mejoras en la calidad del aire o suelo, o la regeneración de áreas

degradadas (Sánchez, 2018). Por ejemplo, la revegetación de áreas intervenidas puede mejorar la biodiversidad y la estabilidad del suelo (EEA, 2021).

Impacto Ambiental Negativo. Alteración adversa en el medio ambiente causada por actividades humanas, afectando la calidad del aire, suelo, agua o biodiversidad. Estos impactos pueden ser temporales o permanentes y requieren medidas de mitigación para minimizar sus efectos (González & Rodríguez, 2020).

Impacto Ambiental Significativo. Aquel impacto que genera una alteración importante en los componentes ambientales, excediendo los valores permitidos por la normativa ambiental y afectando de manera relevante la calidad del medio ambiente o la salud pública (Sierra et al., 2020). Según la Ley del SEIA en Perú, se considera significativo cuando el daño es irreversible, afecta grandes áreas o pone en riesgo la biodiversidad (MINAM, 2018).

Impacto Ambiental No Significativo. Impacto ambiental de baja magnitud, temporal o fácilmente reversible, que no compromete gravemente el equilibrio ecológico ni la salud humana (Pacheco & Vargas, 2019). Ejemplo de ello es el incremento temporal de material particulado durante la construcción de una vía, el cual puede ser controlado con medidas adecuadas.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018).

Medidas de mitigación. Acciones diseñadas para minimizar, corregir o compensar los impactos negativos generados por un proyecto sobre el medio ambiente (Canter, 1996).

Contaminación del Aire. Estado del aire en función de la concentración de contaminantes atmosféricos, regulado mediante estándares ambientales para la protección de la salud y el ecosistema (WHO, 2021).

Ruido Ambiental. Sonido no deseado o perjudicial generado por actividades humanas, que puede afectar la salud y el bienestar de las personas y la fauna silvestre (WHO, 2018). Según el Decreto Supremo N.º 085-2003-PCM, en el Perú el límite máximo permitido para ruido en zonas urbanas es de 60 dB durante el día y 50 dB en la noche (MINAM, 2018).

Sonido no deseado o dañino generado por actividades humanas o naturales, que puede afectar la salud y el bienestar de las personas y fauna (ISO 1996-1:2016).

Vibraciones. Oscilaciones mecánicas transmitidas a través del suelo o estructuras debido al uso de maquinaria pesada en la construcción de infraestructura vial (Arana & Escobar, 2021).

Erosión del suelo. La erosión es un proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan. Cuando esta capa fértil se desplaza, la productividad de la tierra disminuye y los agricultores pierden un recurso vital para el cultivo de alimentos. A diferencia del viento o la luz del sol, el suelo es un recurso finito y no renovable que se está degradando rápidamente. (IAEA, 2024)

Desarrollo sostenible. Modelo de desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer los recursos y oportunidades de futuras generaciones (Brundtland, 1987).

Medidas de Prevención, Mitigación y Corrección. Prevención: Acciones tomadas antes de la ejecución del proyecto para evitar impactos ambientales negativos (EEA, 2021).

Mitigación: Estrategias aplicadas para reducir la severidad de los impactos ambientales generados por el proyecto (Conesa, 2010).

Corrección: Medidas implementadas para restaurar el ambiente afectado y compensar los daños ocasionados (Pacheco & Vargas, 2019).

2.4. Enfoque filosófico - epistémico

La presente investigación se sustenta en un enfoque filosófico positivista, dado que busca describir y explicar los impactos ambientales físicos y biológicos generados por el proyecto Mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco a partir de la observación sistemática, el análisis de datos objetivos y la aplicación de criterios técnicos estandarizados. El positivismo, según Comte (1975), sostiene que el conocimiento válido se fundamenta en hechos observables y medibles, dejando de lado especulaciones no verificables, lo cual resulta congruente con el carácter descriptivo y no experimental de esta investigación.

En el plano epistémico, el estudio se enmarca en el empirismo científico, dado que la identificación y valoración de los impactos ambientales se realiza a partir de la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de fuentes técnicas, como la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto, los monitoreos ambientales y los antecedentes documentados en estudios similares. Como lo señala Bunge (2000), el empirismo enfatiza que el conocimiento surge de la experiencia sensorial, organizada mediante métodos científicos para garantizar su validez y confiabilidad.

Asimismo, este trabajo se adscribe al paradigma cuantitativo con elementos cualitativos de apoyo, ya que emplea herramientas como matrices de valoración y ponderación para cuantificar la magnitud e importancia de los impactos, complementadas con la interpretación de antecedentes y contexto ambiental del área de

influencia. Este enfoque mixto, aunque predominantemente cuantitativo, permite no solo medir y clasificar los impactos, sino también comprender sus causas y posibles soluciones, tal como recomiendan Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) para estudios aplicados en ciencias ambientales.

De esta manera, la combinación de un enfoque positivista, un sustento epistémico empirista y un paradigma cuantitativo–descriptivo asegura que los resultados obtenidos sean verificables, replicables y útiles para la formulación de medidas de prevención y mitigación que respondan a criterios técnicos y científicos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo Descriptivo, ya que se enfoca en la identificación y caracterización de los impactos ambientales generados por el proyecto mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, sin intervenir directamente en el entorno ni modificar sus condiciones (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Asimismo, la investigación emplea un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). El enfoque cualitativo permite describir los impactos ambientales y su relación con los distintos componentes del ecosistema, mientras que el enfoque cuantitativo sirve para medir la magnitud, duración y reversibilidad de dichos impactos, proporcionando una base sólida para la formulación de medidas de prevención y mitigación.

3.2. Nivel de Investigación

La presente investigación se clasifica como descriptiva, ya que su propósito principal es detallar las características y manifestaciones de los impactos ambientales

físicos y biológicos generados por el proyecto Mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco, sin manipular variables ni establecer relaciones causales directas. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la investigación descriptiva se enfoca en especificar las propiedades y perfiles de fenómenos, personas, grupos o comunidades, permitiendo obtener una caracterización precisa de la situación estudiada.

En este caso, el estudio describe de manera sistemática los efectos de las actividades de construcción y operación de la carretera sobre componentes como el suelo, la calidad del aire, los recursos hídricos, la vegetación y la fauna silvestre, empleando matrices de identificación y valoración de impactos. Este nivel de investigación es apropiado en proyectos de evaluación ambiental, dado que proporciona la base necesaria para proponer medidas de prevención y mitigación sustentadas en la realidad observada (Arias, 2012).

Al ser un estudio de tipo descriptivo, se prioriza la recopilación y análisis de datos provenientes de fuentes técnicas (Declaración de Impacto Ambiental, antecedentes documentados, normativa ambiental vigente) y observaciones registradas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Esto permite obtener información precisa sobre la magnitud e importancia de cada impacto, en concordancia con los objetivos de la investigación.

3.3. Característica de la Investigación

La presente investigación posee las siguientes características:

- 1. Descriptiva:** Se centra en la identificación, clasificación y evaluación de los impactos ambientales sin realizar modificaciones o intervención directa sobre ellos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

2. **No experimental:** No se manipularon las variables ni se realizaron pruebas controladas; se observó y analizó la realidad tal como se presenta en el contexto del mejoramiento de la carretera Uchumarca - Cerro de Pasco.
3. **Enfoque mixto:** Integró elementos cualitativos y cuantitativos para un análisis más completo de los impactos ambientales. El enfoque cualitativo permite interpretar y describir los efectos ambientales, mientras que el cuantitativo permite medir su magnitud, duración y reversibilidad.
4. **Basada en evaluación ambiental:** Empleó herramientas de evaluación de impactos ambientales, como matrices de identificación y listas de verificación, para analizar la afectación en el aire, suelo, biodiversidad y otros componentes ambientales.
5. **Basada en Normativas Ambientales.** Se sustenta en regulaciones peruanas, como la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N.º 27446) y las guías del MINAM (2018), garantizando que los impactos identificados y las medidas propuestas cumplan con los criterios técnicos y legales vigentes.
6. **Aplicada.** Tiene un enfoque práctico y orientado a la solución de problemas ambientales, ya que los resultados permitirán proponer medidas de prevención, mitigación y corrección que puedan ser consideradas en la gestión ambiental del proyecto (MINAM, 2018).

3.4. Métodos de Investigación

1. **Método Descriptivo:** Se utilizó este método para analizar, clasificar y caracterizar los impactos ambientales generados por el mejoramiento de la carretera Uchumarca - Cerro de Pasco, sin modificar las condiciones del entorno (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

2. **Método Analítico:** Permite examinar los impactos ambientales mediante la evaluación de su magnitud, duración, reversibilidad y significancia, a fin de establecer patrones y relaciones entre las actividades del proyecto y sus efectos en el medio ambiente.
3. **Método Comparativo:** Se empleó para contrastar los impactos identificados con estudios previos y normativas ambientales, con el propósito de fundamentar la propuesta de medidas de prevención y mitigación.
4. **Método Mixto (Cualitativo-Cuantitativo):**
 - **Cualitativo:** Se enfocó en la descripción e interpretación de los impactos ambientales, considerando sus características y posibles consecuencias.
 - **Cuantitativo:** Permitió medir la magnitud, intensidad y duración de los impactos ambientales a través de matrices de evaluación y listas de verificación.

3.5. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es No experimental, Transeccional y Descriptivo.

1. **No experimental:** No se manipularon las variables del estudio, sino que se analizaron en su estado natural, tal como se presentan en el contexto del proyecto de mejoramiento de la carretera Uchumarca - Cerro de Pasco (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).
2. **Transeccional o transversal:** La recolección de datos se realizó en un solo momento del tiempo, permitiendo describir los impactos ambientales en función de su presencia y características actuales, sin un seguimiento a largo plazo.
3. **Descriptivo:** La investigación se enfocó en la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales derivados del

proyecto, sin establecer relaciones de causa-efecto ni realizar pruebas experimentales.

Este diseño permitió analizar de manera detallada los efectos ambientales del proyecto y fundamentar la propuesta de medidas de prevención y mitigación.

3.6. Procedimiento del muestreo

3.6.1. Población

La población de estudio está conformada por los componentes ambientales físicos y biológicos que pueden ser impactados por el proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco. Esto incluye:

- **Medio físico:** Calidad del aire, calidad del suelo, niveles de ruido, recursos hídricos.
- **Medio biológico:** Flora y fauna presentes en la zona de influencia del proyecto.

3.6.2. Muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que la selección de los elementos a analizar dependió de la accesibilidad, representatividad y viabilidad del estudio. La muestra estuvo conformada por los puntos específicos de evaluación de impactos ambientales, los cuales se determinarán en base a:

- Zonas con mayor intervención en la construcción de la carretera.
- Áreas con presencia significativa de ecosistemas sensibles.
- Sectores con alta exposición a contaminación del aire y ruido debido a la obra.

Los puntos de muestreo se establecieron en función de criterios técnicos y metodológicos definidos en normativas ambientales y guías del MINAM (2018).

a. Área de Influencia Directa (AID)

El AID del Proyecto corresponde al área que es ocupada por la carretera y los componentes auxiliares del Proyecto (canteras, DME, planta chancadora, planta de

asfalto, patio de máquinas), donde se generan los impactos directos. Para el presente proyecto se ha considerado como Área de Influencia Directa (AIDA) a una franja de 100 metros (50 m a cada lado del tramo de la línea), el cual comprende una extensión de 687.19 ha.

b. Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta corresponde a la zona inmediata al área de influencia indirecta, donde se presume se podrían generar los impactos ambientales indirectos. Se ha considerado como Área de Influencia Indirecta (AIDA) del Proyecto a una franja de 200m por cada lado del eje y comprende una extensión de 3 100.56 ha.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos que permitieron identificar, evaluar y analizar los impactos ambientales generados por el proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco.

a. Técnicas de Recolección de Datos

- **Observación directa:** Se realizó un reconocimiento en campo para identificar y registrar los impactos ambientales en los componentes físicos y biológicos.
- **Análisis documental:** Se revisaron estudios previos, normativas ambientales y la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto para contrastar la información obtenida.
- **Medición de variables ambientales:** Se aplicaron metodologías estandarizadas para evaluar la calidad del aire, ruido, suelo y agua en la zona de influencia.

b. Instrumentos de Recolección de Datos

- **Matriz de Leopold y Matriz de Conesa:** Se emplearon para la identificación y valoración de impactos ambientales en función de su magnitud, duración, reversibilidad y significancia.
- **Guía de Evaluación de Impactos Ambientales del MINAM (2018):** Permitió establecer criterios de análisis y verificación de los impactos generados por la obra.
- **Lista de verificación:** Instrumento utilizado para registrar la presencia de impactos ambientales y su cumplimiento con normativas ambientales.
- **Equipos de medición ambiental:** Se emplearon dispositivos especializados para evaluar parámetros físicos como niveles de ruido, concentración de partículas en el aire y calidad del suelo y agua.
- **Otros:** Tablas y gráficos que presenten los resultados de la investigación, Informes, Publicaciones (referente al tema a investigar), tesis (Antecedentes), Planos (zona de estudio), Fichas y Libros.

Estos instrumentos permitirán obtener información precisa y objetiva sobre los impactos ambientales, facilitando la formulación de medidas de prevención y mitigación.

3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para garantizar la rigurosidad y validez de la investigación, los datos recopilados son procesados y analizados mediante técnicas cualitativas y cuantitativas, permitiendo una evaluación integral de los impactos ambientales identificados.

1. Procesamiento de Datos

- **Codificación y organización de datos:** Se clasificaron los impactos ambientales en función de su naturaleza (físicos o biológicos) y su relevancia en el contexto del proyecto vial.
- **Tabulación de información:** Los datos obtenidos de las matrices de evaluación y las mediciones ambientales son registrados en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

2. Análisis de Datos

- **Análisis descriptivo:** Se caracterizaron los impactos ambientales en términos de su intensidad, duración y reversibilidad, siguiendo los criterios establecidos en las matrices de evaluación ambiental.
- **Valoración de impactos ambientales:** Se determinó el nivel de afectación de cada impacto identificado, clasificándolo en categorías como alto, moderado o bajo, según los métodos de Conesa (2010) y la Guía de Evaluación de Impactos Ambientales del MINAM (2018).
- **Interpretación comparativa:** Se contrastaron los resultados obtenidos con los valores de referencia establecidos en normativas ambientales y estudios previos, permitiendo validar la pertinencia de las medidas de prevención y mitigación propuestas.

Este enfoque garantiza que los datos obtenidos sean analizados de manera objetiva y sistemática, proporcionando una base sólida para la formulación de estrategias de gestión ambiental.

3.9. Orientación ética

La presente investigación seguirá principios éticos fundamentales para garantizar la transparencia, integridad y responsabilidad en cada una de sus etapas. A continuación, se detallan los criterios éticos que guiarán el desarrollo del estudio:

1. Respeto por el Medio Ambiente

Se adopta un enfoque de sostenibilidad, asegurando que la identificación y evaluación de impactos ambientales contribuyan a la conservación del entorno natural. Además, las propuestas de mitigación estarán alineadas con normativas ambientales vigentes y principios de desarrollo sostenible.

2. Rigurosidad y Veracidad Científica

La información recopilada fue obtenida mediante fuentes verificadas y métodos reconocidos en la evaluación de impactos ambientales. Se garantiza la objetividad de los datos, evitando sesgos que puedan alterar los resultados o las conclusiones de la investigación.

3. Uso Responsable de la Información

Los resultados de la investigación son utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos. Se evitó cualquier manipulación de datos que pueda generar interpretaciones erróneas o afectar la toma de decisiones ambientales.

4. Cumplimiento de Normativas Ambientales y Éticas

Se garantiza el respeto a las leyes y regulaciones ambientales nacionales e internacionales, como la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611) y las normativas del Ministerio del Ambiente (MINAM), asegurando que las recomendaciones sean viables y aplicables en el contexto del proyecto.

Este enfoque ético garantiza que la investigación que se realizó fue con responsabilidad y en concordancia con los principios científicos y ambientales.

Respetando las consideraciones a seguir según el reglamento de grados y títulos de la UNDAC y respetando siempre los derechos de autor.

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para obtener los resultados del presente estudio de investigación, se ha recopilado información de campo, informes de resultados (Ver anexos) y es sobre el cual el análisis se presenta a continuación:

4.1.1. Desarrollando el primer objetivo

Análisis de los efectos de la construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco sobre las características físicas del entorno:

La ejecución del proyecto vial Uchumarca – Cerro de Pasco involucra una serie de actividades constructivas que inciden directamente sobre los componentes físicos del medio, particularmente en el suelo, la calidad del aire y el recurso hídrico.

1. Suelo

Durante la etapa de construcción, el movimiento de tierras, la apertura de cortes y la conformación de terraplenes provocan la remoción de la capa superficial del suelo, reduciendo su capacidad productiva y favoreciendo procesos de erosión.

El tránsito constante de maquinaria pesada compacta el sustrato, alterando su estructura y dificultando la infiltración natural del agua.

Además, el manejo inadecuado de material excedente o de desmonte, en ausencia de zonas de disposición autorizadas, podría generar depósitos inestables susceptibles a deslizamientos. No obstante, la correcta implementación de medidas de control como la revegetación progresiva y el uso de barreras físicas reduce significativamente este riesgo.

2. Calidad del aire

El uso intensivo de maquinaria y vehículos de transporte durante la construcción incrementa las emisiones de material particulado (PM10 y PM2.5) y gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂). Las zonas no asfaltadas y los puntos de acopio de materiales se convierten en focos emisores de polvo, sobre todo en periodos secos y ventosos.

Si bien estos impactos son temporales y tienden a disminuir en la etapa de operación, sin medidas de control como el riego periódico de vías y el mantenimiento preventivo de equipos, la calidad del aire podría superar los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire, afectando tanto a la población cercana como a la vegetación circundante.

3. Recurso hídrico

Las actividades constructivas próximas a cauces, quebradas o zonas de drenaje pueden originar el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua, incrementando la turbidez y afectando la calidad del recurso hídrico superficial. Asimismo, existe el riesgo de contaminación por derrames de aceites, combustibles o aguas residuales provenientes de campamentos y áreas de mantenimiento.

En la etapa de operación, aunque se reduce el riesgo de contaminación directa, la presencia de la vía puede modificar patrones de escorrentía superficial y aumentar la erosión en taludes y cunetas, lo que a largo plazo podría impactar la estabilidad de los cauces. La instalación de sistemas de control de sedimentos, drenajes adecuados y el manejo seguro de sustancias peligrosas son fundamentales para prevenir impactos significativos.

A continuación, se presenta el análisis resumen de los principales efectos que la construcción y mejoramiento de la carretera Uchumarca – Cerro de Pasco genera sobre el suelo, la calidad del aire y el recurso hídrico y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Principales efectos de la construcción y mejoramiento de la Carretera Uchumarca – Cerro de Pasco

Componente físico	Impacto identificado	Causa principal	Duración	Magnitud	Medidas preventivas
Suelo	Pérdida de capa superficial y compactación	Movimiento de tierras, tránsito de maquinaria pesada	Temporal	Media	Revegetación progresiva, delimitación de áreas de trabajo, disposición controlada de desmontes
Aire	Incremento de material particulado y gases contaminantes	Uso de maquinaria pesada, tránsito vehicular, manipulación de materiales	Temporal	Alta en construcción	Riego de vías, mantenimiento de maquinaria, restricción de velocidad en zonas pobladas
Recurso Hídrico	Incremento de turbidez y riesgo de contaminación química	Arrastre de sedimentos, derrames de combustibles y aceites	Temporal con riesgo residual	Media	Barreras de sedimentos, manejo seguro de combustibles, drenaje y tratamiento de aguas residuales

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

4.1.2. Desarrollando el segundo objetivo

Analizar los posibles impactos de la contaminación en la salud humana y en el ecosistema local, especialmente en las comunidades que dependen de los ríos Ragra y Tingo para su consumo y actividades agrícolas:

Evaluación de los impactos del proyecto en la biodiversidad local

La construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco genera modificaciones en el entorno natural que inciden directamente sobre la biodiversidad local, afectando tanto a la vegetación como a la fauna silvestre.

1. Alteraciones en la vegetación

La apertura y ampliación de la vía requiere el desbroce de áreas con cobertura vegetal natural, particularmente pastizales altoandinos, arbustos nativos y comunidades vegetales asociadas a bofedales. Esta remoción reduce la cobertura vegetal y, en consecuencia, la capacidad de retención de suelo y humedad, lo que incrementa el riesgo de erosión.

La eliminación de plantas de crecimiento lento y endémicas del ecosistema altoandino tiene un impacto de recuperación prolongada, debido a las condiciones climáticas adversas y a la baja fertilidad de los suelos. Además, la introducción accidental de especies invasoras a través del transporte de maquinaria y materiales puede desplazar a la flora nativa, alterando la composición de las comunidades vegetales.

2. Desplazamiento y afectación de la fauna silvestre

El ruido de la maquinaria, la presencia de trabajadores y el incremento del tráfico vehicular durante la construcción generan un efecto de perturbación acústica y visual que provoca el desplazamiento temporal de mamíferos, aves y reptiles hacia zonas más alejadas.

En el caso de especies con movilidad reducida, como anfibios o pequeños mamíferos, existe un riesgo elevado de atropellos o mortalidad directa.

La fragmentación de hábitats causada por la vía puede interrumpir rutas de desplazamiento de fauna, especialmente de especies medianas y grandes, dificultando su acceso a áreas de alimentación o reproducción. Sin la implementación de pasos de fauna y señalización preventiva, este efecto puede mantenerse incluso en la etapa de operación.

3. Valoración del impacto

Magnitud: Alta para vegetación en áreas de intervención directa; media para fauna con capacidad de desplazamiento.

Duración: Larga en el caso de la pérdida de cobertura vegetal; media para el desplazamiento de fauna (con posibilidad de recuperación si cesa la perturbación).

Extensión: Localizada a lo largo del derecho de vía y zonas auxiliares, con influencia indirecta en áreas adyacentes.

4. Medidas clave para la mitigación

- Reforestación progresiva con especies nativas adaptadas a las condiciones altoandinas.
- Delimitación y señalización de áreas de trabajo para evitar intervenciones innecesarias en zonas con vegetación natural.
- Instalación de pasos de fauna y señalización en tramos con alto tránsito de animales.
- Restricción de velocidad en áreas cercanas a bofedales o corredores biológicos.
- Monitoreo de flora y fauna antes, durante y después de la ejecución de la obra para evaluar la efectividad de las medidas aplicadas.

Evaluación de impactos en la biodiversidad local

Tabla 2. Impactos Ambientales Negativos en la Biodiversidad

Componente	Impacto	Causa	Medidas de mitigación
Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal nativa	Desbroce y movimiento de tierras	Reforestación con especies nativas
Fauna	Desplazamiento de especies	Ruido, vibraciones y presencia humana	Restricción de actividades en horarios críticos
Fauna	Mortalidad por atropello	Incremento de tráfico vehicular	Pasos de fauna y señalización preventiva
Vegetación	Introducción de especies invasoras	Transporte de maquinaria y materiales	Control fitosanitario y limpieza de equipos

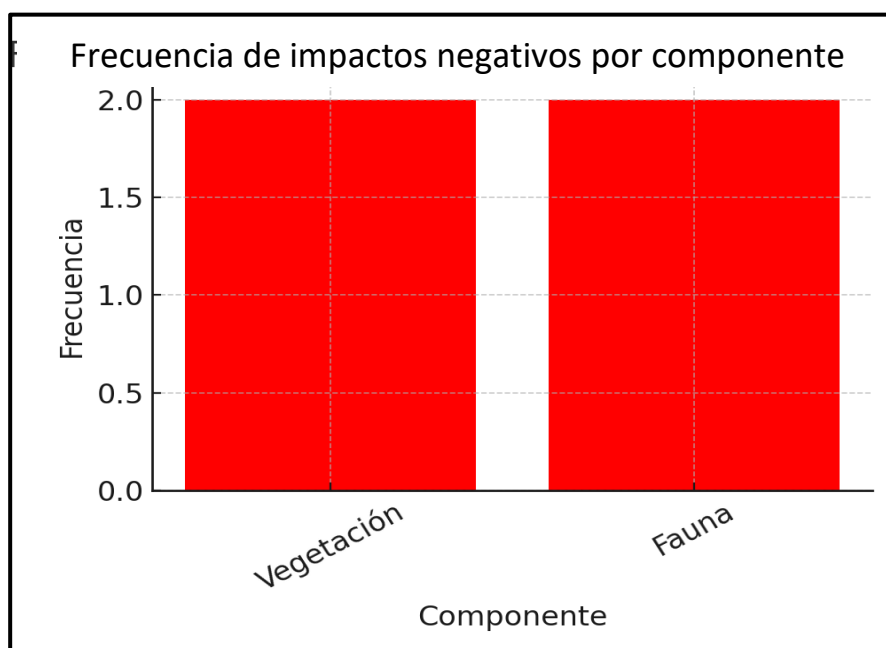
Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Tabla 3. Impactos Ambientales Positivos en la Biodiversidad

Componente	Impacto	Causa	Potencial de fortalecimiento
Vegetación	Reforestación planificada	Programas de compensación ambiental	Aumento de cobertura vegetal nativa
Fauna	Mejora de conectividad ecológica	Instalación de pasos de fauna	Reducción de atropellos y mortalidad
Vegetación	Control de erosión	Revegetación de taludes	Protección del suelo y microhábitats
Fauna	Protección de especies sensibles	Monitoreo y vigilancia ambiental	Fortalecimiento de conservación

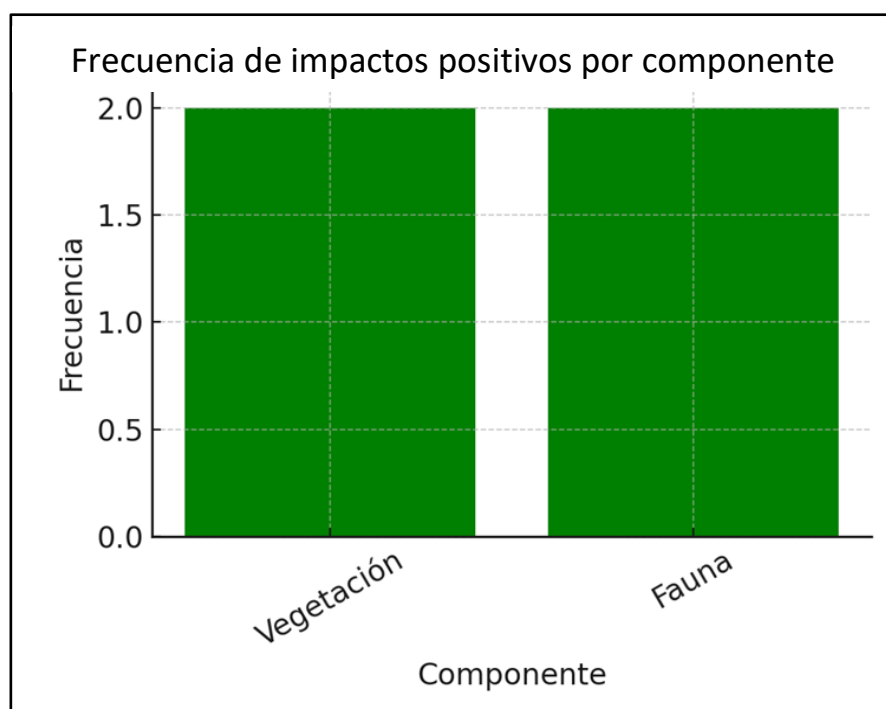
Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Gráfico 1. Impactos Negativos según la frecuencia



Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Gráfico 2. Impactos Positivos según la frecuencia



Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

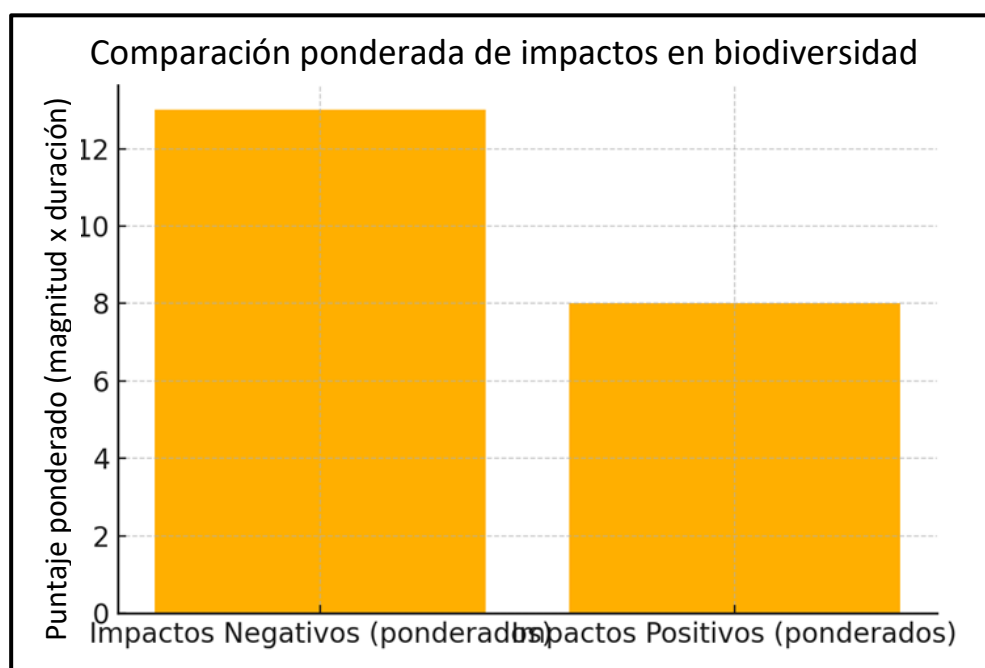
Nota: Aunque la frecuencia de impactos positivos y negativos es similar en el presente análisis, los impactos negativos presentan, según la información técnica del proyecto, una mayor magnitud y duración. Por lo tanto, el balance ambiental neto tiende a ser desfavorable si no se implementan de manera efectiva las medidas de mitigación y control propuestas.

Tabla 4. Resumen de Impactos Ambientales Identificados

Componente	Tipo de impacto	Descripción	Magnitud	Medidas propuestas
Vegetación	Negativo	Pérdida de cobertura vegetal nativa	Alta	Reforestación con especies nativas
Fauna	Negativo	Desplazamiento y mortalidad por atropello	Media	Pasos de fauna y restricción de velocidad
Vegetación	Positivo	Reforestación planificada y control de erosión	Media	Programas de compensación ambiental
Fauna	Positivo	Mejora de conectividad ecológica	Media	Instalación de pasos de fauna y monitoreo

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Gráfico 3. Comparativo ponderado de impactos ambientales en la Biodiversidad



Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Interpretación: El puntaje ponderado resume la severidad potencial de cada impacto combinando magnitud y duración. En este análisis, los impactos negativos

(suma = 13) superan a los positivos (suma = 8), indicando que el balance ambiental es desfavorable si no se aplican las medidas de mitigación propuestas.

Dicho análisis se basó en lo siguiente y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5. *Comparación ponderada de impactos en la biodiversidad según magnitud y duración*

Impacto	Magnitud	Duración	Puntaje
	(1-3)	(1-3)	(M × D)
Vegetación (Negativo)	3	3	9
Fauna (Negativo)	2	2	4
Vegetación (Positivo)	2	2	4
Fauna (Positivo)	2	2	4

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

4.1.3. Desarrollando el tercer objetivo

Proponer medidas de prevención y mitigación ambiental que permitan reducir los impactos ambientales identificados en el área de influencia del proyecto:

La ejecución de proyectos viales en zonas altoandinas como el tramo Uchumarca – Cerro de Pasco implica intervenciones directas en componentes físicos y biológicos de alto valor ecológico. Las actividades de movimiento de tierras, operación de maquinaria pesada y apertura de frentes de obra pueden generar impactos sobre la calidad del aire, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y el paisaje.

En este contexto, resulta esencial realizar una propuesta de un Plan de Medidas de Prevención y Mitigación Ambiental que permita minimizar, controlar y, en lo posible, evitar los efectos negativos identificados en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto. Dicho plan se fundamenta en la normativa peruana

vigente, en guías técnicas del MINAM, SENACE y MTC, y en experiencias previas de gestión ambiental en proyectos de similar envergadura.

Es así que se presenta a continuación las acciones a ejecutar en las etapas de planificación, construcción, operación y cierre, acompañadas de un programa de monitoreo ambiental y un cuadro resumen para su gestión efectiva.

1. Etapa de planificación

Objetivo: Anticipar y minimizar los riesgos ambientales antes del inicio de obras.

- **Gestión de permisos y licencias:** Obtener las autorizaciones ambientales, uso de agua, aprovechamiento de canteras y manejo de residuos peligrosos, conforme al marco normativo vigente (MINAM, 2017a; MTC, 2017).
- **Plan de inducción ambiental:** Capacitar al personal en buenas prácticas ambientales, seguridad ocupacional y procedimientos de respuesta ante contingencias, siguiendo lineamientos de SENACE (2019).
- **Selección de áreas auxiliares:** Ubicar campamentos, canteras y plantas fuera de zonas de vegetación densa, bofedales o cauces naturales, asegurando delimitación y señalización preventiva (MINAM, 2017b).

2. Etapa de construcción

Objetivo: Reducir al mínimo los impactos sobre los componentes físicos y biológicos durante la ejecución de obra.

2.1 Aire

- Riego periódico de vías no asfaltadas y zonas de acopio para reducir material particulado (PM10 y PM2.5) (MINAM, 2017a).
- Mantenimiento preventivo de maquinaria para disminuir emisiones gaseosas.

- Prohibición de quema de residuos y restos vegetales en zona de obra (MTC, 2017).

2.2 Ruido y Vibraciones

- Instalación de silenciadores y sistemas de amortiguación en maquinaria pesada.
- Restricción de actividades ruidosas a horario diurno (MINAM, 2003).
- Monitoreo trimestral en áreas pobladas cercanas (SENACE, 2019).

2.3 Agua Superficial

- Implementación de barreras de sedimentos y geotextiles en cercanías de cuerpos de agua.
- Manejo seguro de aguas residuales y disposición en sistemas autorizados (MINAM, 2017b).
- Impermeabilización de áreas de mantenimiento y recolección de aceites (MINAM, 2010).

2.4 Suelo y relieve

- Delimitación de áreas de excavación para evitar erosión innecesaria.
- Disposición de excedentes en DME autorizados y estabilizados (MINAM, 2017c).
- Recuperación progresiva de capa vegetal.

2.5 Vegetación

- Evitar desbroce innecesario.
- Reforestar con especies nativas adaptadas a la zona altoandina (MINAM, 2017d).

2.6 Fauna

- Prohibición de caza, captura o reubicación no autorizada de fauna silvestre (SERNANP, 2015).
- Mantener pasos de fauna y señalización preventiva en tramos críticos.

Tabla 6. Propuesta de Medidas de Prevención y Mitigación fase de Construcción

Actividad constructiva	Impactos ambientales identificados	Medidas de prevención	Medidas de mitigación
Limpieza y Desbroce de Terreno	- Pérdida de cobertura vegetal. - Remoción de hábitat para fauna. - Aumento de erosión hídrica.	- Delimitación del área de intervención. - Inventario botánico previo. - Recolección manual de fauna.	- Instalación de barreras de sedimentos. - Disposición segura de residuos vegetales.
Movimiento de Tierras (Corte, Relleno y Nivelación)	- Generación de polvo (PM10). - Compactación y pérdida de fertilidad del suelo. - Riesgo de deslizamientos.	- Riego periódico de zonas polvorintas. - Almacenamiento de suelo fértil. - Programación de obra en época seca.	- Estabilización de taludes. - Reutilización de suelos fértiles en revegetación.
Apertura de Canteras y Botaderos	- Pérdida de suelo. - Alteración del paisaje. - Generación de polvo y ruido.	- Selección adecuada del sitio. - Drenaje en canteras. - Cobertura de botaderos.	- Revegetación progresiva. - Taludes verdes o pantallas vegetales.
Transporte y Manejo de Materiales	- Emisión de material particulado. - Compactación de suelos. - Alteración del aire y ruido.	- Rutas específicas para maquinaria. - Cobertura de camiones. - Límite de velocidad.	- Mantenimiento de equipos. - Restricción de tránsito en la noche.
Construcción de Obras de Arte y Drenaje	-Afectación de cauces. - Contaminación temporal del agua. - Obstrucción de flujos naturales.	- Diseño hidráulico actualizado. - Prohibición de acopio en cauces. - Canales provisionales.	- Trampas de sedimentos. - Restauración del cauce y ribera.
Instalación de Campamentos y Talleres	-Generación de residuos. -Contaminación de suelos. - Alteración de hábitats.	-Ubicación estratégica. - Sistema de tratamiento de aguas residuales. - Manejo de residuos.	- Áreas impermeabilizadas para sustancias. - Capacitación ambiental al personal.

Señalización y Seguridad Vial	- Riesgo de accidentes para fauna.	- Señalización con reflectores.	-Limitadores de velocidad.
Temporal	- Aumento de ruido en zonas naturales.	- Letreros de cruce de fauna.	- Campañas de sensibilización.

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

3. Etapa de operación y mantenimiento

Objetivo: Garantizar un funcionamiento seguro y ambientalmente sostenible de la vía.

- Limpieza y mantenimiento de cunetas, alcantarillas y puentes.
- Verificación periódica de señalización y barreras de seguridad (MTC, 2017).
- Control de velocidad en tramos con fauna y poblaciones cercanas.
- Monitoreos periódicos de aire, ruido y agua (MINAM, 2017a, 2003, 2017b).

Tabla 7. Programa de Monitoreo Ambiental

Componente	Parámetros	Frecuencia	Norma de referencia
Aire	PM10, PM2.5, NO ₂ , SO ₂	Trimestral	D.S. N° 003-2017-MINAM
Ruido	LAeqT diurno y nocturno	Trimestral	D.S. N° 085-2003-PCM
Agua superficial	DBO, DQO, metales pesados, coliformes	Trimestral	D.S. N° 004-2017-MINAM
Suelo	Hidrocarburos y metales pesados	Anual	D.S. N° 011-2017-MINAM
Flora y fauna	Diversidad y abundancia	Semestral	Plan de Monitoreo del Proyecto

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

4. Programa de Restauración y Cierre

- Retiro de infraestructura temporal y disposición de residuos en lugares autorizados (MINAM, 2017b).
- Perfilado de taludes y aplicación de capa vegetal estabilizadora.
- Reforestación con especies nativas altoandinas (MINAM, 2017d).
- Presentación de informe final post-cierre con resultados de monitoreo.

Tabla 8. Resumen de las Medidas de Prevención y Mitigación

Componente	Etapas	Impacto potencial	Medidas	Objetivo	Responsable
Aire	Construcción	Incremento de material particulado	Riego de vías; mantenimiento de maquinaria; prohibir quema	Mantener calidad del aire	Contratista / Supervisión Ambiental
Ruido	Construcción	Elevación de niveles sonoros	Silenciadores; restricción horaria; monitoreo	Cumplir ECA Ruido	Contratista / GORE Pasco
Vibraciones	Construcción	Afectación a estructuras	Control de voladuras; monitoreo	Prevenir daños	Contratista / Supervisión Ambiental
Agua superficial	Construcción	Contaminación por sedimentos	Barreras; impermeabilización; manejo seguro de aguas	Proteger calidad del agua	Contratista / GORE Pasco
Suelo y relieve	Construcción	Erosión y pérdida de capa vegetal	Delimitación; estabilización; DME autorizados	Evitar erosión	Contratista / Supervisión Ambiental
Vegetación	Construcción	Pérdida de cobertura vegetal	Evitar desbroce; reforestación nativa	Restaurar cobertura	Contratista / GORE Pasco
Fauna	Construcción y Operación	Alteración de hábitat	Prohibición de caza; pasos de fauna; señalización	Conservar biodiversidad	Contratista / GORE Pasco
Paisaje	Construcción	Modificación visual	Taludes integrados; revegetación; retiro de infraestructura	Minimizar impacto visual	Contratista / Supervisión Ambiental
Residuos	Todas	Manejo inadecuado	Segregación; disposición autorizada; manejo de peligrosos	Prevenir contaminación	Contratista / GORE Pasco

Seguridad	Todas	Accidentes	Plan de seguridad vial; EPP; Proteger personal y Contratista / GORE Pasco
ocupacional			capacitaciones usuarios

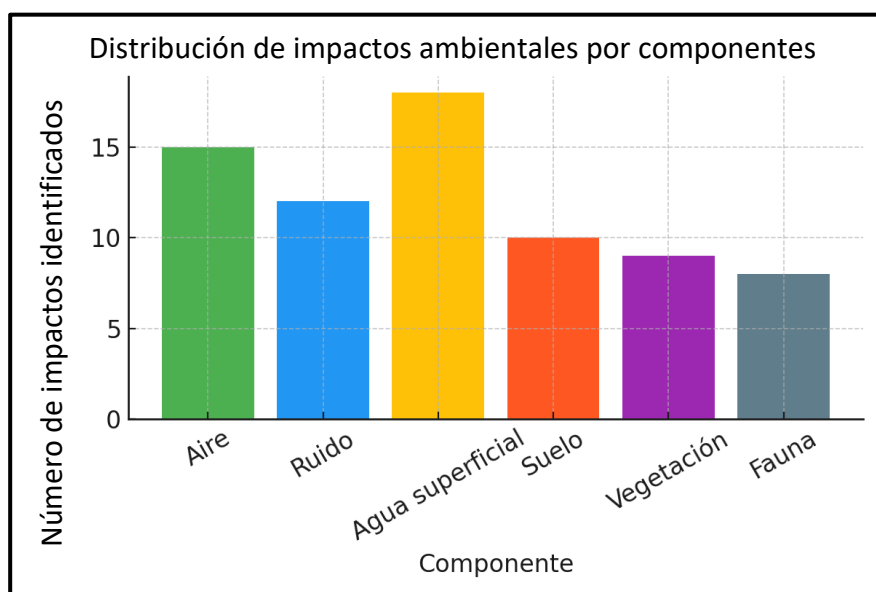
Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

La propuesta de este Plan de Medidas de Prevención y Mitigación Ambiental no solo responde al cumplimiento normativo, sino que constituye una estrategia clave para asegurar la viabilidad ambiental del proyecto Mejoramiento de la Carretera Departamental Uchumarca – Cerro de Pasco. La correcta ejecución de estas acciones permitirá minimizar los impactos sobre el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna y el paisaje, garantizando la conservación de los ecosistemas altoandinos y la seguridad de las comunidades.

Asimismo, el diseño del plan se basa en criterios técnicos adaptados a las condiciones específicas del área de influencia directa, incorporando medidas preventivas, de control y restauración que se activan en cada etapa del ciclo de vida del proyecto. Su éxito dependerá de la voluntad de las partes involucradas contratistas, supervisores, autoridades y población para aplicar rigurosamente las acciones previstas y mantener un sistema de monitoreo continuo que permita tomar decisiones oportunas frente a cualquier eventualidad.

En conclusión, el presente plan constituye una herramienta esencial para la gestión ambiental del proyecto, alineada con la legislación nacional y con los compromisos de sostenibilidad asumidos a nivel regional y nacional.

Gráfico 4. Análisis gráfico de los Impactos Ambientales



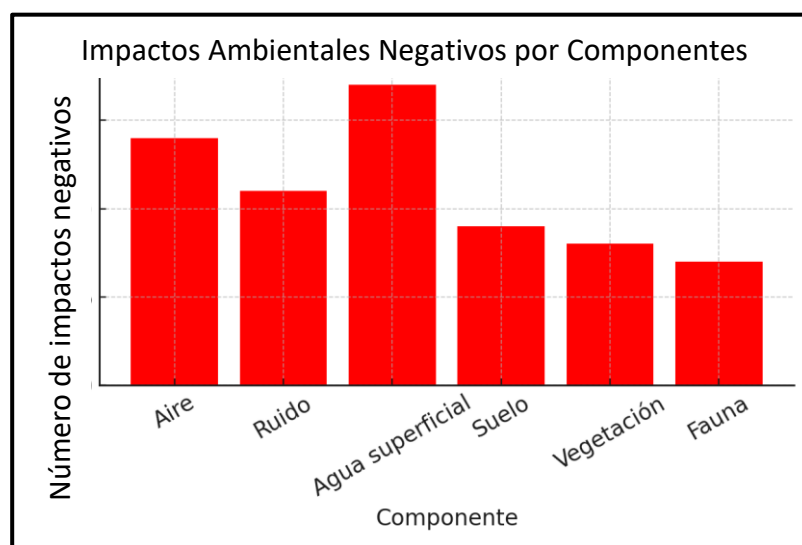
Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Interpretación: El gráfico anterior muestra la distribución de los impactos ambientales identificados en el área de influencia directa del proyecto. Se observa que los componentes Agua superficial y Aire concentran el mayor número de impactos, lo que refleja la necesidad de implementar medidas más estrictas de control de sedimentos, gestión de efluentes y reducción de emisiones de material particulado. En contraste, los impactos sobre Fauna y Vegetación, aunque numéricamente menores, requieren acciones específicas debido a la sensibilidad de los ecosistemas altoandinos.

Análisis Grafico Comparativo de Impactos Positivos y Negativos

A continuación, se presenta un análisis grafico comparativo de los impactos ambientales tanto positivos como negativos identificados en el proyecto mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco:

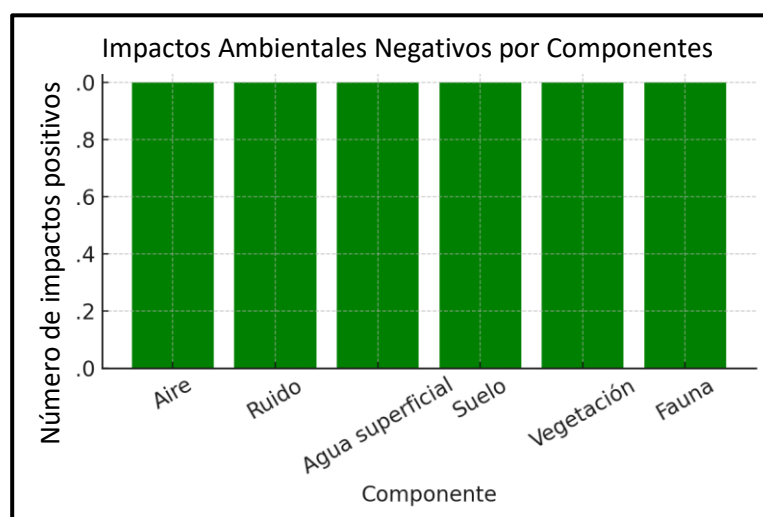
Gráfico 5. Análisis de los Impactos Negativos



Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Interpretación: El gráfico muestra la predominancia de impactos negativos, siendo el componente Agua superficial el más afectado, seguido de Aire y Ruido. Esto indica que las actividades constructivas y de operación requieren un control riguroso para prevenir contaminación y alteraciones en la calidad ambiental.

Gráfico 6. Análisis de los Impactos Positivos



Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

Interpretación: Aunque en menor número, se han identificado impactos positivos relacionados principalmente con mejoras en la infraestructura vial, que

pueden favorecer el acceso a mercados y servicios. No obstante, es fundamental que estos beneficios se logren minimizando los efectos adversos sobre el entorno natural.

Siguiendo criterios técnicos, la magnitud y duración de cada impacto se calificaron en escalas de 1 a 3 (baja, media, alta; corta, media, larga), tal como propone la clasificación clásica de impactos ambientales (Ministerio del Ambiente, s.f.). Esta ponderación sigue el espíritu metodológico de la Matriz de Leopold, que combina magnitud e importancia mediante valores numéricos (Leopold et al., 1971). Además, está alineada con la normativa del SEIA, bajo la Ley N° 27446, que exige abordar los impactos negativos con enfoque cuantificado (Congreso de la República del Perú, 2001).

Así mismo es indispensable realizar un plan de manejo ambiental (PMA) detallado por actividad y se presenta a continuación:

Tabla 9. Plan de Manejo Ambiental (PMA) por Actividad

Actividad constructiva	Plan de manejo ambiental (PMA) específico
Limpieza y Desbroce de Terreno	- Supervisión constante durante el desbroce. - Capacitación previa sobre especies protegidas. - Implementación de zonas de amortiguamiento ecológico.
Movimiento de Tierras (Corte, Relleno y Nivelación)	- Elaboración de un plan de manejo de suelos. - Monitoreo semanal de calidad del aire. - Control topográfico permanente para evitar sobre excavaciones.
Apertura de Canteras y Botaderos	- Evaluación geotécnica previa del sitio. - Registro fotográfico de antes y después. - Señalización y cercado de áreas peligrosas.
Transporte y Manejo de Materiales	- Control diario de emisiones en maquinaria pesada. - Ruta de tránsito con menor impacto poblacional. - Registro y control del ingreso y salida de materiales.
Construcción de Obras de Arte y Drenaje	- Supervisión hidrológica continua. - Plan de contingencia ante lluvias o crecidas. - Programa de restauración ecológica post obra.
Instalación de Campamentos y Talleres	- Manual de buenas prácticas ambientales. - Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos. - Auditoría interna mensual de instalaciones.
Señalización y Seguridad Vial Temporal	- Plan de señalización aprobado por entidad competente. - Supervisión nocturna de dispositivos reflectivos. - Registro de incidentes con fauna silvestre.

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

A continuación, se presenta el PMA específico según los principales programas y planes exigidos por el marco normativo para la mencionada investigación:

Tabla 10. Planes y Programas del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Componente del PMA	Acciones específicas
Etapa de Planificación	- Evaluación ambiental inicial. - Elaboración de línea base ambiental. - Identificación de áreas sensibles. - Talleres de inducción ambiental al personal. - Supervisión ambiental diaria.
Etapa de Construcción	- Señalización temporal y control de accesos. - Seguimiento de impactos en tiempo real. - Control de calidad del agua, aire y suelo. - Clasificación en residuos peligrosos y no peligrosos.
Programa de minimización y manejo de residuos	- Recolección diaria y transporte autorizado. - Almacenamiento temporal con condiciones seguras. - Disposición final en rellenos sanitarios autorizados. - Construcción de zanjas de coronación y cunetas.
Programa de control de Erosión y Sedimentación	- Instalación de barreras contra sedimentos. - Revegetación progresiva con especies nativas. - Mantenimiento periódico de estructuras de control. - Monitoreo de emisiones de maquinaria.
Programa de control de emisiones y ruido	- Uso de silenciadores en equipos. - Control de velocidad de vehículos. - Riego de vías no pavimentadas. - Protección de cuerpos de agua.
Programa de Manejo de recursos naturales	- Prohibición de tala indiscriminada. - Reubicación de especies sensibles, si corresponde. - Uso racional de materiales de cantera.
Programa de Seguridad Vial y Señalización Ambiental	- Instalación de señalización horizontal y vertical. - Capacitación al personal en seguridad vial. - Gestión de desvíos y pasos peatonales seguros. - Control de velocidad en tramos críticos. - Desmantelamiento de campamentos y talleres.
Programa de cierre de Áreas Auxiliares del Proyecto	- Restauración del paisaje natural. - Compactación de suelos y revegetación.

	- Eliminación de residuos de obra.
	- Comunicación permanente con comunidades.
Plan de Gestión Social	- Atención de quejas y reclamos.
	- Promoción de empleo local.
	- Programas de educación ambiental.
	- Identificación de riesgos naturales y antrópicos.
	- Plan de evacuación y primeros auxilios.
Plan de contingencia	- Dotación de equipos de emergencia.
	- Simulacros periódicos.
	- Monitoreo periódico de parámetros ambientales.
Plan de vigilancia ambiental	- Informes técnicos mensuales.
	- Verificación del cumplimiento del EIA.
	- Evaluación de efectividad de medidas aplicadas.
	- Evaluación final de impactos mitigados.
Plan de cierre de obras	- Retiro de infraestructura temporal.
	- Entrega de áreas restauradas a la autoridad.
	- Informe de cierre ambiental final.

Fuente: Elaboración propia en base a E&E Perú S.A. (2020)

4.2. Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos en la identificación y evaluación de impactos ambientales para el proyecto “Mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca – Cerro de Pasco” muestran que, aunque existe un número similar de impactos positivos y negativos en términos cuantitativos, el análisis ponderado evidencia que los impactos negativos tienden a tener una mayor magnitud e importancia durante la fase de construcción. Esto coincide con lo descrito por Conesa (2015), quien señala que las obras viales en entornos altoandinos presentan efectos significativos sobre el suelo y la vegetación debido a la remoción de la cobertura vegetal, la alteración de la morfología y el aumento de procesos erosivos.

En este estudio, las actividades como el movimiento de tierras, la apertura de canteras y la instalación de campamentos generaron altos niveles de impacto en el componente suelo, con valores ponderados de importancia superiores a 18 en la escala

utilizada. Resultados similares se reportan en el Estudio de Impacto Ambiental del “Mejoramiento de la carretera Huancavelica–Lircay” (Provías Descentralizado, 2019), donde la pérdida de capa fértil y el incremento de la erosión hídrica fueron identificados como impactos de alta significancia.

Respecto al componente aire, la generación de material particulado (MP_{10} y $MP_{2.5}$) por el tránsito de maquinaria pesada y la operación de plantas de asfalto concuerda con lo encontrado por Huamán et al. (2020) en proyectos viales de la sierra central, donde se evidenció un aumento temporal de la concentración de partículas durante la fase de movimiento de tierras. Sin embargo, este impacto se considera mitigable mediante medidas de control de polvo, como el riego periódico de vías no pavimentadas y el mantenimiento preventivo de equipos.

En el medio biótico, el impacto sobre la vegetación natural es relevante debido a la fragmentación de hábitats y la eliminación de especies herbáceas y arbustivas. Tal como lo indican Rodríguez et al. (2018), las intervenciones viales en zonas altoandinas con presencia de pastizales y bofedales afectan la capacidad de regeneración natural, especialmente cuando no se implementa revegetación progresiva con especies nativas. En el presente caso, se han propuesto medidas de revegetación y rescate de flora, las cuales, según el Manual Ambiental para Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018), son efectivas para restituir la cobertura vegetal en un plazo medio.

En cuanto a la fauna silvestre, el riesgo de atropellamiento durante la fase de operación es consistente con lo reportado en la carretera Interoceánica Sur (SERNANP, 2017), donde se documentó la mortalidad de mamíferos pequeños y aves por la ausencia de pasos de fauna y control de velocidad. En este proyecto, se recomienda la implementación de señalización específica y la construcción de pasos de fauna en zonas

críticas, lo que puede reducir la mortalidad en más del 50 % (Clevenger & Huijser, 2011).

Por el lado positivo, los impactos benéficos identificados, como la mejora en la conectividad, el acceso a servicios y la integración comercial, tienen un peso relevante en la fase de operación. Estos beneficios han sido ampliamente documentados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), que destaca que las carreteras en zonas rurales altoandinas favorecen la movilidad de bienes y personas, incrementando la actividad económica local y regional. Sin embargo, la literatura también advierte que los beneficios sociales pueden verse comprometidos si no se garantiza la sostenibilidad ambiental a largo plazo (Banco Mundial, 2019).

En síntesis, la discusión de resultados refleja que, si bien el proyecto generará beneficios socioeconómicos importantes, estos deben ser gestionados junto con la implementación efectiva de medidas de prevención y mitigación. De este modo, se asegura que los impactos negativos de alta importancia, especialmente sobre suelo, aire y biodiversidad, se reduzcan a niveles aceptables, alineándose con las exigencias del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y las buenas prácticas internacionales en infraestructura vial sostenible.

CONCLUSIONES

La presente investigación llega a las siguientes conclusiones y son:

- La construcción y mejoramiento de la carretera Uchumarca – Cerro de Pasco genera impactos ambientales negativos significativos en los componentes físicos, principalmente en el suelo (erosión, pérdida de capa fértil e inestabilidad de taludes) y en el aire (incremento de material particulado), alcanzando valores de importancia alta según la matriz de evaluación utilizada.
- Los impactos sobre el recurso hídrico superficial se manifiestan en el aumento temporal de turbidez y sólidos suspendidos durante la fase de construcción, especialmente en actividades de movimiento de tierras y construcción de puentes, lo que requiere medidas de control de sedimentos para evitar la afectación de la calidad del agua en el área de influencia directa.
- En el componente biológico, la intervención provoca pérdida y fragmentación de cobertura vegetal natural, afectando principalmente pastizales y arbustales altoandinos, así como la alteración de hábitats de fauna silvestre, con riesgo de desplazamiento y atropellamiento durante la fase de operación.
- Si bien se identifican impactos positivos como la revegetación con especies nativas y la mejora en la conectividad ecológica mediante medidas propuestas (pasos de fauna y señalización), su magnitud y alcance son menores en comparación con los impactos negativos, por lo que requieren un seguimiento riguroso para garantizar su efectividad.
- La implementación efectiva de las medidas de prevención y mitigación propuestas control de erosión, manejo de emisiones, revegetación progresiva, pasos de fauna y manejo adecuado de residuos es fundamental para reducir los impactos negativos a niveles aceptables y asegurar que los beneficios socioeconómicos del proyecto se desarrollen de manera sostenible.

RECOMENDACIONES

El presente estudio recomienda a la empresa o proyecto lo siguiente:

- Implementar un programa integral de control de erosión y estabilización de taludes que incluya drenaje adecuado, uso de geomantas y revegetación inmediata con especies nativas en las áreas intervenidas, para reducir la pérdida de suelo y prevenir deslizamientos.
- Establecer un plan de control de emisiones y material particulado durante toda la fase de construcción, mediante riego periódico de vías, mantenimiento preventivo de maquinaria y cobertura de camiones de transporte de materiales, priorizando áreas cercanas a comunidades.
- Aplicar medidas de protección y restauración de la cobertura vegetal mediante la revegetación progresiva con especies propias de la zona, evitando la introducción de especies invasoras y considerando zonas críticas como bofedales y laderas inestables.
- Instalar pasos de fauna y señalización específica en tramos identificados como corredores biológicos, junto con campañas de sensibilización para conductores y personal de obra, a fin de reducir el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre.
- Fortalecer el programa de monitoreo ambiental para agua, aire, suelo y biodiversidad, asegurando la participación de comunidades locales y autoridades competentes, y ajustando las medidas de mitigación de acuerdo con los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Europea de Medio Ambiente [EEA]. (2021). *Environmental Impact of Infrastructure Projects*. Bruselas, Bélgica.
- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA). (2020). *Air Pollution from Construction Activities*. Washington, D.C.
- Aguilar, R. (2018). *Impactos ambientales producidos en la construcción de la carretera Pachilanga – Pomabamba, respecto a lo declarado en el estudio de impacto ambiental*. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca Disponible en: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/TESIS%202018%20-%20ROBERTO%20CARLOS%20AGUILAR%20PAREDES.pdf>
- Arana, J., & Escobar, P. (2021). *Evaluación de la contaminación acústica en proyectos urbanos*. Revista de Ingeniería Ambiental, 25(2), 78-89.
- Arca Contal (2016). *Plan de Manejo Ambiental*. Capítulo VI. Disponible en: https://www.arcacontal.com/media/197120/capitulo_6-_plan_de_manejo_ambiental.pdf
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.^a ed.). Caracas: Editorial Episteme.
- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA). (2020). *Air Pollution from Construction Activities*. Washington, D.C.
- Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo. (2006). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/1052.pdf>
- Banco Mundial. (2019). *Carreteras sostenibles: guía de buenas prácticas ambientales*. Washington, DC: Banco Mundial.

- Barrero, S. & Augusto, C. (2024). *Identificación y valoración del impacto ambiental ocasionado por la rehabilitación de la vía de acceso al municipio de San Luis, Tolima*. Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/f96e2578-0cae-48d5-aa4d-b9c16089e862/content>
- Buchanan, I., Banks, G., & Richards, R. (2020). *Participación comunitaria y evaluación ambiental: Lecciones de las industrias extractivas*. Revista de evaluación de impacto ambiental, 81, 106357.
- Brundtland. (1987). *Concepto de desarrollo sostenible*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Informe_Brundtland
- Bunge, M. (2000). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- Cáceres, J. (2018). *Estudio de impacto ambiental producido por el mejoramiento del camino vecinal, carretera Fernando Belaunde Terry - comunidad nativa Puerto Libre, del Distrito de Constitución Provincia de Oxapampa – Pasco*. Repositorio institucional UAP. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1988/Tesis_Estudio_Ambiental_Carretera.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cadena SER. (2025). *Barakaldo ante la crisis climática: planificación urbana y medidas para un futuro sostenible*. Recuperado de <https://cadenaser.com/euskadi/2025/01/30/barakaldo-ante-la-crisis-climatica-planificacion-urbana-y-medidas-para-un-futuro-sostenible-radio-bilbao/>
- Canter, L. (2012). *Evaluación de Impacto Ambiental*. McGraw-Hill.
- CEPAL. (2020). *Infraestructura rural y desarrollo económico en América Latina. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe*.

- Clevenger, A. & Huijser, M. (2011). *Wildlife crossing structure handbook: design and evaluation in North America*. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- Comte, A. (1975). *Curso de filosofía positiva*. México: Editorial Porrúa.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (4.^a ed.). Madrid: Artes Gráficas Cuesta.
- Conesa, V. (2015). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Congreso de la República del Perú. (1993). *Constitución Política del Perú*. Diario Oficial El Peruano.
- Congreso de la República del Perú. (2001). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27446*. Recuperado de Ministerio del Ambiente: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2005). *Ley General del Ambiente, Ley N.º 28611*. Diario Oficial El Peruano.
- Cruz, E. (2024). *Se inició mejoramiento de carretera Uchumarca – Cerro de Pasco*. Página publicitaria Rumbo Minero. Disponible en: <https://www.rumbominero.com/peru/mejoramiento-de-carretera-uchumarca-cerro-de-pasco/>
- España. (2013). *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*. Boletín Oficial del Estado, núm. 296, 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>
- European Environment Agency (EEA). (2021). *Impacto ambiental de proyectos de infraestructura*. Bruselas, Bélgica.

El País. (2024). *La biodiversidad ha caído entre un 2% y un 6% por década durante los últimos 50 años*. Recuperado de <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-12-17/la-biodiversidad-ha-caido-entre-un-2-y-un-6-por-decada-durante-los-ultimos-50-anos.html>

El País. (2024). *El doble beneficio de invertir en la conservación del medio ambiente*. Recuperado de <https://elpais.com/economia/2024-11-24/el-doble-beneficio-de-invertir-en-la-conservacion-del-medio-ambiente.html>

E&E Perú S.A. (2020). *Declaración de Impacto Ambiental (DIA) “Mejoramiento de la Carretera Departamental: EMP.PE-18 (DV. Uchumarca) – Golac Majada – Pocco – Uchumarca – Gorina Alta – Huangur – Yurajhuanca – Quiulacocha – Cerro de Pasco – EMP.PE 3N – (DV. Cerro de Pasco), Provincias Daniel Alcides Carrión y Pasco, Departamento de Pasco”*.

FAO. (2019). *Mejores prácticas para la conservación del suelo en el desarrollo urbano*. Roma, Italia. Glasson, J., Therivel, R. y Chadwick, A. (2019). *Introducción a la evaluación de impacto ambiental*. Routledge.

Gob.pe. (2024). *Resolución de Gerencia General Regional N.º 1125-2024-G.R. P/GGR*. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/regionpasco/normas-legales/6493399-1125-2024-g-r-p-ggr>

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7663595/6493399-resolucion-de-gerencia-general-regional-n-1125-2024-g-r-p-ggr.pdf?v=1740066551>

Gob.pe. (2024a). *Participación ciudadana en los Estudios de Impacto Ambiental*. Disponible en: <https://www.gob.pe/10827-participacion-ciudadana-en-los-estudios-de-impacto-ambiental>

- González, L., & Rodríguez, M. (2020). *Impactos ambientales en proyectos de infraestructura vial: Un enfoque de mitigación y prevención*. Revista de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 12(1), 45-63.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.^a ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Huamán, J., Quispe, M., & Yllanes, R. (2020). *Evaluación de emisiones de material particulado en obras viales de la sierra central del Perú*. Revista de Ingeniería Ambiental, 9(2), 45–56.
- IAEA. (2024). *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?* Disponible en: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>
- Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B. & Balsley, J. (1971). *Matriz de Leopold para evaluación de impacto ambiental*. En Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_Leopold
- Mamani, M. (2022). *Diseño de un plan de manejo ambiental para la obra camino vecinal 5 y 6 con C.U.I. 515234, La Yarada - Los Palos, Tacna, 2022*. Repositorio de la Universidad Privada de Tacna. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2693/Mamani-Mamani-Mary.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAM. (2009). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>

Ministerio del Ambiente. (MINAM). (2017). *Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM: Estándares de Calidad Ambiental para el aire*. Lima, Perú.

Ministerio del ambiente. (2017). *Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental: Aspectos generales del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental*. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/politicas/wp-content/uploads/sites/17/2017/03/Juan-Pablo-Carrera.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Área de influencia en el sistema de evaluación de impacto ambiental*. Recuperado de https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/06/30/14314web_area_de_influencia.pdf

Ministerio del Ambiente. (MINAM). (2018). *Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales en el marco del SEIA. Resolución Ministerial N.º 455-2018-MINAM*. Lima, Perú. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/285727/455-2018-RM.pdf>.

Ministerio del Ambiente. (s.f.). *Impacto ambiental: clasificación de los impactos y sus características (Magnitud, extensión, intensidad, duración)*. En Wikipedia. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC). (2017). *Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes, D.S. N.º 004-2017-MTC*. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2018). *Manual ambiental para el desarrollo de proyectos viales*. Lima: MTC.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019/02/guia_elaboracion_eia-2.pdf

- Modak, P., & Biswas, A. (1999). *Realización de evaluaciones de impacto ambiental en países en desarrollo*. Prensa de la Universidad de las Naciones Unidas.
- Morris, P., & Therivel, R. (2009). *Métodos de evaluación de impacto ambiental*. Routledge.
- Naciones Unidas. (2002). *Manual de recursos de capacitación en evaluación de impacto ambiental* / Barry Sadler y Mary McCabe, editores. Biblioteca digital. Disponible en: <https://digitallibrary.un.org/record/574137?v=pdf>
- Organización Mundial de la Salud (WHO). (2018). *Directrices sobre ruido ambiental para la región europea*. Ginebra, Suiza.
- Organización Mundial de la Salud (WHO). (2021). *Contaminación del aire y salud pública*. Ginebra, Suiza.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2005). *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos*. París, Francia.
- Pacheco, J., & Vargas, E. (2019). *Evaluación de impacto ambiental en proyectos de infraestructura: Aplicación de normativas y estrategias de mitigación*. Revista Latinoamericana de Gestión Ambiental, 14(2), 89-105.
- Provías Descentralizado. (2019). *Estudio de Impacto Ambiental del Mejoramiento de la carretera Huancavelica–Lircay*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Presidencia del Consejo de Ministros (PCM). (2004). *Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM: Zonificación ambiental y ordenamiento territorial*. Lima, Perú.
- Ramírez, Y. (2020). *Determinación de la efectividad del plan de manejo ambiental de la construcción de la carretera Moquegua – Papujune, 2020*. Repositorio UNSA. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fac29604-3db0-4ab1-9e06-299afbacbc85/content>
- Rodríguez, L., Mamani, E., & Choque, V. (2018). *Impactos ambientales de proyectos viales en ecosistemas altoandinos*. Ecología Aplicada, 17(1), 1–12.

Sánchez, R. (2018). *Evaluación de Impacto Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Definición y objetivo de la evaluación del impacto ambiental*. Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional*. Recuperado de https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo*. Recuperado de <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf>

SERNANP. (2017). *Evaluación de atropellamientos de fauna en la carretera Interoceánica Sur, sector Madre de Dios*. Lima: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

Taboada, W. (2018). *Impacto ambiental en el proceso de construcción en los trabajos de mejoramiento de pistas y veredas de la zona Los Portales - Huánuco 2018*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/index.php/Record/UNHE_c1bd34267f7c6de4feb_cf6b03ed16cc2/Description#tabnav

Universidad Nacional de San Juan. (2024). **Evaluación de Impacto Ambiental en Obras Viales**. <https://www.eicam.unsj.edu.ar/2024/10/04/evimpactoambientalobrasviales/#:~:text=S>

[i%20bien%20la%20construcci%C3%B3n%20de,favoreciendo%20la%20conservaci%C3%B3n%20del%20medio.&text=Escuela%20de%20Ingenier%C3%ADa%20de%20Caminos%20de%20Monta%C3%B1a%20%E2%80%93%20Secretaria%20de%20Extensi%C3%B3n,Universidad%20Nacional%20de%20San%20Juan.&text=Conocer%20los%20procedimientos%20para%20realizar,Ambiental%20de%20una%20obra%20vial](#)

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los principales instrumentos a emplear serán:

- Matriz de Leopold
- Matriz de Conesa
- Guía de Evaluación de Impactos Ambientales del MINAM (2018)
- Lista de Verificación
- Matriz de Impacto Ambiental (Conesa, 2010)
- Guía de Medidas de Manejo Ambiental del MINAM (2018)
- Lista de Verificación de Medidas Ambientales
- Otros.

FORMATOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES - PROYECTO UCHUMARCA

FORMATO TIPO CONESA (ADAPTADO)

Acción del proyecto	Factor ambiental	Magnitud	Extensión	Duración	Reversibilidad	Periodicidad	Importancia
Movimiento de tierras	Suelo	Alta	Local	Media	Irreversible	Continua	18
Explotación de canteras	Cobertura vegetal	Media	Local	Media	Parcial	Intermitente	14
Transporte de materiales	Calidad del aire	Media	Local	Media	Reversible	Continua	12
Construcción de puentes	Agua superficial	Media	Local	Media	Parcial	Intermitente	13
Revegetación de taludes	Cobertura vegetal	Alta	Local	Prolongada	Reversible	Continua	20

Fuente: Referencia: Metodología adaptada de Conesa, V. (2015). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4.ª ed.). Madrid: Mundi-Prensa, en base a E&E Perú S.A. (2020)

MATRIZ TIPO LEOPOLD SIMPLIFICADA (ADAPTADA)

Acción del proyecto		Factor ambiental	Magnitud	Importancia	Signo (+/-)
Transporte	de	Calidad del	Moderada	12	-
materiales		aire			
Movimiento	de	Suelo	Alta	15	-
tierras					
Explotación	de	Flora	Moderada	10	-
canteras					
Revegetación	de	Suelo	Alta	18	+
taludes					
Instalación	de	Fauna silvestre	Moderada	14	+
pasos de fauna					

Fuente: Metodología adaptada de Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact (U.S. Geological Survey Circular 645). Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior, en base a E&E Perú S.A. (2020)

Instrumentos Normativos:

- Constitución Política del Perú (29.12.1993)
- La Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446)
- Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes (D.S. 004-2017-MTC)
- Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias (07.06.2017)
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente (23.05.2009)
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y sus modificatorias (15.10.2005)
- Ley N° 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (23.04.2001).
- Decreto Legislativo N° 1055, Modifica Ley N° 28611 (26.06.2008)
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (30.10.2003)
- Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo (02.12.2017)
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (07.06.2017)
- Decreto Supremo N° 047-2001-MTC, Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial (31.10.2001) y sus Modificatorias Decreto Supremo N° 009-2012-MINAM (18.12.2012)
- Ley N° 28256, Ley que Regula el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos (19.06.2004) y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 021-2008 (10.06.2008).

- Decreto Supremo N° 011-93-TCC, Declaran que las canteras de minerales no metálicos, de materiales de construcción, ubicadas al lado de las carreteras en mantenimiento se encuentran afectas a éstas (16.04.1993).
- Decreto Supremo N° 004-2017-MTC, Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transporte (17.02.2017)
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (23.03.2009)
- Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (05.03.2009)
- Decreto Supremo N° 037-96-EM, Dictan normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado (28.10.1996)

Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	Tipo de Investigación
¿Cuáles son los impactos ambientales generados por el proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, y qué medidas de prevención y mitigación pueden proponerse para minimizar sus efectos negativos y potencializar los positivos?	Identificar y evaluar los impactos ambientales generados en la ejecución del proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, con la finalidad de proponer medidas que permitan prevenir y mitigar los efectos negativos y potencializar los impactos positivos.	El proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco genera impactos ambientales significativos en los componentes evaluados, los cuales pueden ser mitigados mediante la implementación de medidas de prevención. Hipótesis Específicas • La fase de construcción del proyecto de mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco tendrá impactos ambientales negativos en la calidad del aire, principalmente por la emisión de partículas en suspensión y gases contaminantes generados por la maquinaria y el movimiento de tierras.	Para proponer medidas de prevención y mitigación. Variable Independiente Identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco.	La presente investigación es de tipo Descriptivo, ya que se enfocará en la identificación y caracterización de los impactos ambientales generados por el proyecto mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco, sin intervenir directamente en el entorno ni modificar sus condiciones (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Asimismo, la investigación empleará un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). El enfoque cualitativo permitirá describir los impactos ambientales y su relación con los distintos componentes del ecosistema, mientras que el enfoque cuantitativo servirá para medir la magnitud, duración y reversibilidad de dichos impactos, proporcionando una base sólida para la formulación de medidas de prevención y mitigación.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos			
• ¿Cómo afecta la construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco a las características físicas del entorno, como el suelo, la calidad del aire y el recurso hídrico?	• Analizar los efectos de la construcción y mejoramiento de la carretera departamental Uchumarca - Cerro de Pasco sobre las características físicas del entorno, incluyendo el suelo, la			

-
- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• ¿Cuáles son los efectos del proyecto sobre la biodiversidad local, en términos de alteraciones de la vegetación y desplazamiento o afectación de la fauna silvestre?• ¿Qué medidas de prevención y mitigación pueden implementarse para minimizar los impactos ambientales, identificados en el área de influencia del proyecto? | <ul style="list-style-type: none">• calidad del aire y el recurso hídrico.• Evaluar los impactos del proyecto en la biodiversidad local, considerando las alteraciones de la vegetación y el desplazamiento o afectación de la fauna silvestre.• Proponer medidas de prevención y mitigación ambiental que permitan reducir los impactos ambientales identificados en el área de influencia del proyecto. | <ul style="list-style-type: none">• La ejecución del proyecto afectará significativamente la cobertura vegetal y la fauna silvestre en la zona de influencia, debido a la remoción de suelo, pérdida de hábitat y fragmentación de ecosistemas.• La aplicación de medidas de prevención y mitigación permitirá reducir los impactos ambientales negativos derivados del proyecto, asegurando la sostenibilidad del entorno natural y minimizando los efectos adversos sobre los componentes físicos y biológicos. |
|---|---|--|

Diseño de Investigación

No experimental: No se manipularán las variables del estudio, sino que se analizarán en su estado natural, tal como se presentan en el contexto del proyecto de mejoramiento de la carretera Uchumarca - Cerro de Pasco (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Transeccional o transversal: La recolección de datos se realizará en un solo momento del tiempo, permitiendo describir los impactos ambientales en función de su presencia y características actuales, sin un seguimiento a largo plazo.

Descriptivo: La investigación se enfocará en la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales derivados del proyecto, sin establecer relaciones de causa-efecto ni realizar pruebas experimentales.

Métodos de Investigación

1. Método Descriptivo: Se utilizará este método para analizar, clasificar y caracterizar los impactos ambientales generados por el mejoramiento de la carretera Uchumarca - Cerro de Pasco, sin modificar las condiciones del entorno (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

2. Método Analítico: Permitirá examinar los impactos ambientales mediante la evaluación de su magnitud, duración, reversibilidad y significancia, a fin de establecer patrones y relaciones entre las actividades del proyecto y sus efectos en el medio ambiente.

3. Método Comparativo: Se empleará para contrastar los impactos identificados con estudios previos y normativas ambientales, con el propósito de fundamentar la propuesta de medidas de prevención y mitigación.

4. Método Mixto (Cualitativo-Cuantitativo):

-
- **Cualitativo:** Se enfocará en la descripción e interpretación de los impactos ambientales, considerando sus características y posibles consecuencias.
 - **Cuantitativo:** Permitirá medir la magnitud, intensidad y duración de los impactos ambientales a través de matrices de evaluación y listas de verificación.
-

Fuente: Elaboración Propia

Mapa de ubicación del departamento de Pasco



Mapa que muestra la ubicación del departamento de Pasco en el contexto nacional del Perú. El tramo Uchumarca – Cerro de Pasco se encuentra en la sierra central, conectando distritos como Yanahuanca, Chaupimarca y Simón Bolívar.

Mapa de ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google maps

PANEL FOTOGRÀFICO

Proyecto vial Uchumarca – Cerro de Pasco



Fuente: E&E Perú S.A. (2020) Empresa Consultora Engineers & Environmental Perú S.A.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Resumen de Impactos Ambientales en la Etapa de Construcción

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto	Importancia		
Aire	Posible alteración de la calidad del aire por emisión de gases de combustión y material particulado.	Explotación de Canteras	N	22	Baja	
		Movimiento de Tierras	N	23	Baja	
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	20	Baja	
		Obras de Arte y Obras Complementarias	N	18	Baja	
		Transporte	N	29	Moderada	
		Conformación y Acomodo de los DME	N	21	Baja	
		Explotación de Canteras	N	28	Moderada	
		Movimiento de Tierras	N	21	Baja	
	Posible incremento en los niveles de ruido ambiental	Voladuras	N	27	Moderada	
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	23	Baja	
		Obras de Arte y Obras Complementarias	N	18	Baja	
		Transporte	N	29	Moderada	
		Conformación y Acomodo de los DME	N	21	Baja	
		Explotación de Canteras	N	28	Moderada	
		Movimiento de Tierras	N	21	Baja	
		Posible incremento temporal del nivel de vibración	Voladuras	N	27	Moderada
	Pavimento a Nivel de Asfaltado		N	23	Baja	
	Obras de Arte y Obras Complementarias		N	18	Baja	
	Transporte		N	29	Moderada	
	Conformación y Acomodo de los DME		N	21	Baja	
	Explotación de Canteras		N	22	Baja	
	Movimiento de Tierras		N	19	Baja	
	Posible afectación a la calidad del agua superficial		Pavimento a Nivel de Asfaltado		18	Baja
		Transporte	N	18	Baja	
Cambio en la estructura y conformación del relieve		Explotación de Canteras	N	32	Moderada	
		Movimiento de Tierras	N	19	Baja	
	Voladuras		21	Baja		
	Conformación y Acomodo de los DME	N	25	Baja		
Suelo	Desbroce y Limpieza		N	16	Baja	
		Explotación de Canteras	N	19	Baja	
		Posible alteración de la calidad del suelo	Movimiento de Tierras	N	24	Baja
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	20	Baja	
	Obras de Arte y Obras Complementarias	N	18	Baja		
	Transporte	N	29	Moderada		

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto		Importancia
Paisaje	Posible alteración de la calidad del paisaje	Conformación y Acomodo de los DME	N	21	Baja
		Explotación de Canteras	N	32	Moderada
		Movimiento de Tierras	N	19	Baja
		Voladuras	N	21	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	N	20	Baja
		Desbroce y Limpieza	N	27	Moderada
Vegetación	Afectación y pérdida de la cobertura vegetal	Explotación de Canteras	N	23	Baja
		Movimiento de Tierras	N	20	Baja
		Voladuras	N	18	Baja
		Transporte	N	21	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	N	21	Baja
		Explotación de Canteras	N	19	Baja
Fauna	Afectación a la fauna existente	Movimiento de Tierras	N	22	Baja
		Voladuras	N	21	Baja
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	18	Baja
		Obras de Arte y Obras Complementarias	N	18	Baja
		Transporte	N	20	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	N	18	Baja
Empleo	Generación de puestos de trabajo	Desbroce y Limpieza	P	18	Baja
		Explotación de Canteras	P	19	Baja
		Movimiento de Tierras	P	24	Baja
		Voladuras	P	19	Baja
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	P	29	Moderada
		Obras de Arte y Obras Complementarias	P	19	Baja
Tránsito	Aumento del tránsito vehicular	Transporte	P	19	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	P	19	Baja
		Desbroce y Limpieza	N	22	Baja
		Movimiento de Tierras	N	24	Baja
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	24	Baja
		Obras de Arte y Obras Complementarias	N	20	Baja
Comercio	Dinamización del comercio por compras locales	Transporte	N	31	Moderada
		Conformación y Acomodo de los DME	N	21	Baja
		Movimiento de Tierras	P	18	Baja
		Transporte	P	18	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	P	18	Baja
		Desbroce y Limpieza	N	19	Baja

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto	Importancia	
Accidentes de Trabajo	Posible generación de accidentes de trabajo o de tránsito	Explotación de Canteras	N	22	Baja
		Movimiento de Tierras	N	24	Baja
		Voladuras	N	18	Baja
		Pavimento a Nivel de Asfaltado	N	20	Baja
		Obras de Arte y Obras Complementarias	N	18	Baja
		Transporte	N	20	Baja
		Conformación y Acomodo de los DME	N	18	Baja
Conflicto social	Posible generación de conflictos sociales	Desbroce y Limpieza	N	18	Baja
		Explotación de Canteras	N	22	Baja

Fuente: Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Nota: N: Negativo; P: Positivo

Resumen de Impactos Ambientales en la Etapa de Cierre de Obras

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto	Importancia	
Aire	Posible alteración de la calidad del aire por emisión de gases de combustión y material particulado.	Desmovilización de Equipos	N	24	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	18	Baja
	Posible incremento en los niveles de ruido ambiental	Desmovilización de Equipos	N	24	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	21	Baja
Suelo	Posible incremento temporal del nivel de vibración	Desmovilización de Equipos	N	24	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	21	Baja
	Posible alteración de la calidad del suelo	Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	18	Baja
Vegetación	Afectación y pérdida de la cobertura vegetal	Desmovilización de Equipos	N	25	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	21	Baja
Fauna	Afectación a la fauna existente	Desmovilización de Equipos	N	24	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	18	Baja
Empleo	Generación de puestos de trabajo	Desmovilización de Equipos	P	19	Baja
		Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	P	19	Baja

Componente	Impacto			Acción	Tipo de Impacto		Importancia
Tránsito	Aumento del tránsito vehicular			Desmovilización de Equipos	N	24	Baja
				Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	18	Baja
Comercio	Dinamización del comercio por compras locales			Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	P	18	Baja
Accidentes de Trabajo	Posible generación de accidentes de trabajo o de tránsito			Desmovilización de Equipos	N	25	Baja
				Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas	N	18	Baja

Fuente: Elaborado por: E&E Perú S.A. 2018

N: Negativo; Positivo: P

Resumen de Impactos Ambientales en la Etapa de Operación y Mantenimiento

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto	Importancia	
Aire	Posible alteración de la calidad del aire por emisión de gases de combustión y material particulado.	Funcionamiento de la Carretera	N	34	Moderada
	Posible incremento en los niveles de ruido ambiental	Funcionamiento de la Carretera	N	34	Moderada
	Posible incremento temporal del nivel de vibración	Funcionamiento de la Carretera	N	34	Moderada
Agua	Posible afectación a la calidad del agua superficial	Limpieza y mantenimiento de la carretera y obras de arte	N	16	Baja
Fauna	Afectación a la fauna existente	Funcionamiento de la Carretera	N	26	Moderada
Empleo	Generación de puestos de trabajo	Limpieza de vegetación en los bordes de la carretera	P	23	Baja
		Limpieza y mantenimiento de la carretera y obras de arte	P	23	Baja
		Limpieza de vegetación en los bordes de la carretera	N	19	Baja
Tránsito	Aumento del tránsito vehicular	Funcionamiento de la Carretera	N	46	Moderada
		Limpieza y mantenimiento de la carretera y obras de arte	N	25	Baja

Componente	Impacto	Acción	Tipo de Impacto	Importancia
Comercio	Dinamización del comercio por compras locales	Limpieza de vegetación en los bordes de la carretera	P 29	Moderada
		Funcionamiento de la Carretera	P 36	Moderada
		Limpieza y mantenimiento de la carretera y obras de arte	P 29	Moderada
Accidentes de Trabajo	Posible generación de accidentes de trabajo o de tránsito	Limpieza de vegetación en los bordes de la carretera	N 17	Baja
		Funcionamiento de la carretera	N 24	Baja
		Limpieza y mantenimiento de la carretera y obras de arte	N 17	Baja

Fuente: Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Nota: N: Negativo; P: Positivo

Lista de Peligros y Riesgos

Etapas	Actividades	Peligro	Riesgo
Planificación	Obras Preliminares	Posturas inadecuadas	Sobresfuerzo por traslado o carguío de material
		Atropello por tránsito de vehículos pesados	Choque, volcadura, despiste
Construcción	Movimiento de tierras (corte en roca fija por voladuras)	Talud inestable	Asfixia, fractura o lesiones por atrapamiento por desprendimiento de estructura y/o terreno
	Conformación de terraplenes y Pavimentación de la vía	Atropello por tránsito de vehículos pesados	Choque, volcadura, despiste
		Postura inadecuada y Vibraciones de mano- brazo por manejo de equipo vibrador	Golpes, sobre esfuerzo Afectación al sistema nervioso
	Obras de Arte y Drenaje	Manipulación de mezcla	Alergias de piel y dermatitis por contacto directo
	Obras Complementarias	Apilamiento excesivo del material	Caída del material del volquete
		Falta de señalización	Atropellos
		Transporte	Generación de polvo y derrame de productos peligrosos
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento del tránsito y seguridad vial	Señalización y seguridad vial	Afectación a la piel
		Falta de señalización	Atropellos
		Uso de herramientas manuales cortantes	Cortes
		Posturas inadecuadas	Sobresfuerzo por traslado o carguío de material

Etapas	Actividades	Peligro	Riesgo
Cierre	Revegetación	Uso de herramientas manuales cortantes	Cortes
	Acondicionamiento del DME	Equipo móvil en movimiento	Choques y golpes contra objetos móviles
	Restauración de áreas de canteras	Postura inadecuada, herramientas defectuosas	Sobresfuerzo por traslado o carguío de material y cortes
	Restauración de área de instalaciones auxiliares (campamento, patios de máquina, planta de asfalto y planta chancadora)	Mala manipulación de objetos y herramientas	Golpes y cortes por objetos o herramientas
	Señalización Ambiental	Falta de señalización	Atropellos, colisiones originados por maquinarias

Fuente: Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Ubicación Geográfica del Proyecto					
Progresiva	Referencia tramo vial	Coordenadas (UTM WGS 84)			Ubicación (Provincia / Distrito)
		Este	Norte	Altitud (msnm)	
00+000	Inicio de la vía	363 119	8 814 050	4 361	Pasco (Tinyahuarco y Simón Bolívar)
59+189	Fin de la vía	326 339	8 825 967	4 531	Daniel A. Carrión (Yanahuanca)

Fuente: Expediente Técnico - 2020
Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire								
Parámetro	Unidad	Periodo	L.D.	Resultados				D.S. N° 003-2017-MINAM
				CA-1	CA-2	CA-3	CA-4	
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/m ³	24 horas	1.9	20.3	4.4	4.0	4.1	250
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	µg/m ³	1 hora	2.8	23.3	13.3	23.7	15.6	200
Material Particulado PM ₁₀	µg/m ³	24 horas	0.9	41.96	63.46	86.93	49.63	100
Material Particulado PM _{2.5}	µg/m ³	24 horas	5	28.23	35.94	32.5	27.18	50
Monóxido de Carbono (CO)	µg/m ³	1 hora	89.0	1894.2	132.8	489.0	233.6	30000
	µg/m ³	8 horas	89.0	391.9	69.9	135.1	160.4	10000

Sulfuro de Hidrogeno (H₂S)	µg/m ³	24 horas	0.8	1.1	0.7	0.6	0.9	150
Plomo en PM₁₀	µg/m ³	Anual	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.5
Ozono (O₃)	µg/m ³	8 horas	1.0	58.9	72.3	70.6	61.2	100

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C. 2020/ Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental

Parámetros	Unidad	Estaciones				D.S. N° 085-2003-PCM - Zona residencial
		CR-1	CR-2	CR-3	CR-4	
L_{AeqT} Diurno	dB	59.6	42.2	38.7	43.4	60 dB
L_{AeqT} Nocturno	dB	52.5	32.3	35	33.6	50 dB

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C. 2020

Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Resultados del Monitoreo de Calidad de Suelo

Parámetro	Unidad	L.D.	Resultados										D.S. N° 011-2017-
			CS-1	CS-2	CS-3	CS-4	CS-5	CS-6	CS-7	CS-8	CS-9	CS-10	MINAM - Suelo
													agrícola
Orgánicos													
Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)	mg/Kg	1.86	10.14	14.04	2.3	2.63	2.09	8.81	3.36	2.36	12.66	7.35	1200
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	mg/Kg	1.86	26.35	24.07	5.06	34.67	6.82	8.25	10.57	8.1	14.84	9.88	3000
Naftaleno	mg/Kg	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.1
Benzo(a)pireno	mg/Kg	0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.1
Inorgánicos													
Arsénico total	mg/Kg	0.1	30.7	24.9	7.6	15.5	15.1	5.7	23.1	5.2	20.7	12.8	50
Bario total	mg/Kg	0.2	180.5	180.4	59.4	71.0	214.4	129.0	94.2	118.7	154.5	186.9	750
Cadmio total	mg/Kg	0.05	2.68	2.83	1.71	4.46	3.26	3.44	3.74	2.24	3.39	3.4	1.4
Cromo Total	mg/Kg	0.05	9.07	8.31	5.11	7.81	10.42	8.86	9.42	7.14	6.97	7.65	--
Cromo VI	mg/Kg	0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	<0.13	0.4
Mercurio total	mg/Kg	0.01	0.140	0.210	0.120	0.132	1.732	0.130	0.220	0.448	0.272	0.610	6.6
Plomo total	mg/Kg	0.05	36.55	44.10	9.90	31.60	24.26	16.67	38.03	16.82	39.79	66.02	70
Cianuro libre	mg/Kg	0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	<0.18	0.9

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C. 2020

Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020

Resultados del Monitoreo de Calidad de Agua

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados										D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D1	D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D2
			AS- QUE- POM-01	AS- QUE- POM-02	AS- QUE- SN-01	AS- QUE- SN-02	AS- RIO- AND-01	AS- RIO- AND-02	AS- RIO- YAN-01	AS- RIO- YAN-02	AS- RIO- RAN-01	AS- RIO- RAN-02		
Temperatura	°C	-	17.3	18.6	18.3	17.6	17.2	16.3	13.0	13.8	14.5	12.7	Δ 3	Δ 3
Conductivida d eléctrica	µS/cm	-	321	332	1126	1124	1091	1101	351	352	305	221	2 500	5 000
pH	pH	-	8.52	8.54	8.48	8.49	8.91	8.76	8.60	8.65	8.10	8.58	6.5-8.5	6.5-8.4
Oxígeno disuelto	mg/L	0.5	6.17	6.10	6.02	6.11	6.33	6.18	8.00	8.13	7.50	8.34	≥4	≥5
Turbiedad	mg/L	0.40	6.50	6.20	8.00	8.20	1.60	1.60	1.90	1.40	5.60	4.20	-	-
Aceites y grasas	mg/L	0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	5	10
Bicarbonatos	mg/L	1.00	76.6	73.52	130.1	136.1	113.6	118	166.5	164.5	160.4	102.8	518	N.A.
Cloruros	mg/L	2.00	<2.00	<2.00	233.2	232.4	239.1	240.9	4.81	4.66	<2.00	<2.00	500	N.A.
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	5	38.9	30.3	16.0	20.3	53.1	73.1	7.43	11.0	31.7	16.0	100	100
Detergentes	mg/L	0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	0.2	0.5
Fenoles	mg/L	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.01
Fluoruros	mg/L	0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	1	N.A.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2.00	<2.00	<2.00	7.55	<2.00	7.74	<2.00	<2.00	<2.00	6.24	7.28	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10.0	<10.0	<10.0	18.6	<10.0	19.1	<10.0	17.7	<10.0	22.7	26.8	40	40
Nitratos	mg/L	0.033	0.331	0.409	<0.033	0.153	0.189	<0.033	0.079	<0.033	<0.033	<0.033	100	100
Nitritos	mg/L	0.003	0.004	0.006	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.006	<0.033	<0.033	10	10

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados										D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D1	D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D2
			AS- QUE- POM-01	AS- QUE- POM-02	AS- QUE- SN-01	AS- QUE- SN-02	AS- RIO- AND-01	AS- RIO- AND-02	AS- RIO- YAN-01	AS- RIO- YAN-02	AS- RIO- RAN-01	AS- RIO- RAN-02		
Sulfatos	mg/L	1.50	63.79	66.13	34.35	34.41	23.59	43.51	18.94	19.82	9.15	11.15	1000	1000
Coliformes termotolerant es	NMP/100ml	1.8	4.5	4.5	4.5	6.8	<1.8	<1.8	2	4.5	<1.8	<1.8	1000	1000
Escherichia coli	NMP/100ml	1.8	2	2	2	2	<1.8	<1.8	<1.8	2	<1.8	<1.8	1000	N.A.
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
Metales ICP (Totales)														
Aluminio	mg/L	0.004	0.336	0.348	0.083	0.093	0.025	0.021	0.006	0.008	0.102	0.069	5	5
Arsénico	mg/L	0.00001	0.00239	0.00378	0.00250	0.00250	0.00278	0.00257	0.00318	0.00355	0.00632	0.00523	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.00002	0.01067	0.01202	0.05519	0.00009 8	0.04395	0.04830	0.07544	0.07330	0.03325	0.01973	0.7	N.A.
Berilio	mg/L	0.00001	0.00009	0.00008	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	<0.0000 1	0.1	0.1
Boro	mg/L	0.0002	0.0715	0.1524	0.051	0.0407	0.0348	0.0298	0.0196	0.0238	0.0094	0.0076	1	5
Cadmio	mg/L	0.00002	0.00003	0.00005	0.00002	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	0.00006	0.00003	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.0002	0.0008	0.0005	0.0009	0.0013	0.0009	0.0007	0.0008	0.0007	0.0028	0.0024	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.00000 5	0.00029 5	0.00033 1	0.00037 1	0.00040 5	0.00028 1	0.00029 0	0.00023 9	0.00025 1	0.00033 9	0.00022 3	0.05	1
Cromo Total	mg/L	0.002	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0013	0.0012	0.1	1
Hierro	mg/L	0.00005	0.25758	0.30161	0.11733	0.17523	0.03584	0.03344	0.01345	0.01697	0.48356	0.20572	5	N.A.
Litio	mg/L	0.00005	0.01045	0.01300	0.00651	0.00562	0.00528	0.00516	0.00256	0.00243	0.00205	0.00124	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	0.004	5.621	5.702	6.373	6.599	6.582	6.635	3.770	3.883	8.855	3.462	N.A.	250
Manganeso	mg/L	0.00001	0.01366	0.01613	0.01580	0.03691	0.00467	0.00519	0.00144	0.00347	0.09637	0.04659	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0.00002	0.00014	0.00029	0.00008	<0.0000 2	0.00005	<0.0000 2	<0.0000 2	0.00008	0.00005	0.00010	0.001	0.01

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados										D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D1	D.S. N° 004- 2017- MINA M Cat. 3 D2
			AS- QUE- POM-01	AS- QUE- POM-02	AS- QUE- SN-01	AS- QUE- SN-02	AS- RIO- AND-01	AS- RIO- AND-02	AS- RIO- YAN-01	AS- RIO- YAN-02	AS- RIO- RAN-01	AS- RIO- RAN-02		
Níquel	mg/L	0.00003	0.00111	0.00109	0.00077	0.00086	0.00069	0.00071	0.00058	0.00062	0.00096	0.00069	0.2	1
Plomo	mg/L	0.0001	0.0004	0.0007	0.0004	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0031	0.0043	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.00002	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	<0.0000 2	0.02	0.05
Zinc	mg/L	0.00004	0.00542	0.01185	0.00367	0.00251	0.00098	0.00132	0.00266	0.00199	0.01584	0.00912	2	24

Fuente: Servicios analíticos generales S.A.C., 2020

Elaborado por: E&E Perú S.A. 2020