



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN OBRAS VIALES Y SU IMPACTO EN LA SALUD

**Línea de investigación:**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

**Autora:**

Ramos Lorenzo, Luz Baltazara

**Asesor:**

Zamora Talaverano, Noé Sabino  
(ORCID: 0000-0002-4368-8955)

**Jurado:**

Iannacone Oliver, José Alberto  
Pongo Águila, Oscar Eduardo  
Essenarro Vargas, Doris

**Lima - Perú**

**2022**

**Referencia:**

Ramos, L. (2022). *Tecnologías limpias en obras viales y su impacto en la salud*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6273>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

TECNOLOGÍAS LIMPIAS EN OBRAS VIALES Y SU IMPACTO EN LA SALUD

Línea de investigación:

Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

Autora

Ramos Lorenzo, Luz Baltazara

Asesor

Zamora Talaverano, Noé Sabino

(ORCID: 0000-0002-4368-8955)

Jurado

Iannacone Oliver, José Alberto

Pongo Águila, Oscar Eduardo

Essenarro Vargas, Doris

Lima – Perú

2022

Dedico esta tesis a:

La memoria de mis amados padres Baltita y Florentino, cuyo esfuerzo y enseñanzas son mi motivación para no desmayar en el logro de mis objetivos.

A mi hermana-mamá Carmelita por su apoyo y amor incondicional de toda la vida.

Agradezco a:

Dios Todopoderoso por su protección y  
bendiciones de cada día.

El Dr. Noé Zamora por su asesoramiento para el  
desarrollo de la presente investigación.

El Consorcio Vial Ambo por las facilidades  
prestadas para las actividades de campo.

Las innumerables personas que en diversas  
circunstancias de la elaboración de este trabajo,  
me han dado una mano, sugerencias o apoyo.

## Índice de contenido

Índice de contenido .....	iv
Índice de Tablas .....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Descripción del problema.....	3
1.3. Formulación del problema .....	5
1.4. Antecedentes .....	5
1.5. Justificación de la investigación.....	7
1.6. Limitaciones de la investigación .....	8
1.7. Objetivos .....	8
1.8. Hipótesis.....	9
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1. Desarrollo sostenible.....	10
2.2. Tecnologías limpias.....	10
2.2.1. Transferencia de tecnologías limpias	12
2.2.2. Aplicación de tecnologías limpias	12
2.3. Impacto ambiental.....	13
2.3.1. Evaluación de Impacto ambiental	13
2.3.2. Impacto en la salud	14
2.4. Normatividad vigente.....	15
<b>III. MÉTODO .....</b>	<b>17</b>
3.1. Tipo de investigación .....	17
3.2. Población y muestra .....	17
3.3. Operacionalización de variables.....	18

3.4. Instrumentos .....	20
3.5. Procedimientos .....	20
3.5.1. Descripción y características de la obra en estudio	21
3.5.2. Análisis y detección de riesgo de detección a la salud	26
3.5.3. Selección de tecnologías limpias a utilizar a fin de prevenir y/o mitigar los riesgos a la salud	28
3.5.4. Implementación y aplicación de las tecnologías limpias seleccionadas	28
3.5.5. Verificación y control de riesgos de afectación a la salud	61
3.6. Análisis de datos.....	61
IV RESULTADOS .....	65
4.1. Análisis descriptivo .....	65
4.2. Análisis inferencial.....	69
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	76
VI. CONCLUSIONES .....	79
VII. RECOMENDACIONES .....	80
VIII. REFERENCIAS.....	81
IX. ANEXOS .....	86
Anexo A: Matriz de consistencia .....	86
Anexo B: Ficha de recolección de datos .....	87
Anexo C: Matriz de Operacionalización de la variable Impacto en la salud .....	87
Anexo D: Población de las provincias de Oyón, Daniel Alcides Carrión y Ambo.....	88
Anexo E: Población de los distritos de la Zona de Influencia aledaña a la Obra Oyòn-Ambo.....	88

## Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de la variable .....	19
Tabla 2: Área de influencia directa de la obra .....	26
Tabla 3: Elementos considerados dentro del Kit Anti derrame .....	37
Tabla 4: Residuos sólidos generados Enero – 2019.....	52
Tabla 5: Contenedores colocados por mes en obra .....	52
Tabla 6: Disposición de baños químicos en el tramo 138 km al 168 km. ....	55
Tabla 7: Octubre 2019 – Capacitación y charlas de Educación Ambiental.....	59
Tabla 8: Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2018.....	62
Tabla 9: Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2019.....	62
Tabla 10: Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2020.....	63
Tabla 11: Indicadores de morbilidad mensual – Zona de influencia .....	64
Tabla 12: Indicadores de morbilidad mensual – Zona de influencia.....	65
Tabla 13: Indicadores de morbilidad mensual por enfermedades respiratorias - zona de influencia.....	66
Tabla 14: Indicadores de morbilidad mensual promedio por enfermedades estomacales - zona de influencia.....	68
Tabla 15: Morbilidad promedio mensual de enfermedades respiratorias en zona de influencia .....	70
Tabla 16: Test de Rangos de Kruskal Wallis para morbilidad de enfermedades respiratorias	71
Tabla 17: Morbilidad promedio mensual de enfermedades estomacales en zona de influencia .....	71
Tabla 18: Test de Rangos de Kruskal Wallis para morbilidad por enfermedades estomacales .....	72
Tabla 19: Morbilidad promedio mensual en zona de influencia.....	74
Tabla 20: Test de Rangos de Kruskal-Wallis para morbilidad .....	74

## Índice de figuras

Figura 1: Ruta de la Obra Oyón - Ambo.....	21
Figura 2: Vista de la vía en el km 135+500, con ancho de 6 m.....	23
Figura 3: Vista de la vía en el km 136+650, con ancho de 3.5 m.....	24
Figura 4: Vista de la vía en el km 150+000, con cunetas sin revestir .....	24
Figura 5: Vista de la vía en el km 248+020, con canal de regadío .....	25
Figura 6: Interface de sistema Lider scanner .....	29
Figura 7: Ordenado de control del Sistema Lidar Scanner .....	30
Figura 8: Protocolo de Voladura Controlada, área afectada .....	31
Figura 9: Protocolo de voladura N° 48, parámetros de voladura.....	32
Figura 10: Perforadora Rock Drill, Modelo, JUNJINCSM. Año, 2014 .....	33
Figura 11: Carguío de explosivos Km 165+200 .....	34
Figura 12: Tramo después de una voladura controlada .....	34
Figura 13: Carguío de material de voladura .....	35
Figura 14: Polvorín de explosivos .....	36
Figura 15: Encapsulamiento de explosivos y traslado.....	36
Figura 16: Inspección visual de camión.....	38
Figura 17: Inspección del Kit anti derrame.....	38
Figura 18: Abastecimiento de combustible controlada.....	39
Figura 19: Tolvas de los volquetes con sus protectores.....	40
Figura 20: Sistema Terramesh .....	41
Figura 21: Dispersión de fuerzas sobre la geomalla .....	42
Figura 22: Confinamiento lateral e incremento del módulo .....	43
Figura 23: Mejora de la capacidad portante.....	44
Figura 24: Trabazón de las partículas en las aberturas de la geomalla .....	45

Figura 25: Estructura típica de mejoramiento para bofedales .....	46
Figura 26: Riego de la superficie de rodadura .....	47
Figura 27: Limpieza y desbroce manual de vegetación.....	48
Figura 28: Clasificación de residuos, NTP 900.058.2005 .....	49
Figura 29: Almacén temporal de residuos, Km 154+170 Ll .....	50
Figura 30: Contenedores de residuos en ambiente techado.....	51
Figura 31: Recojo y traslado de residuos a zonas de acopio temporal .....	53
Figura 32: Traslado de residuos sólidos a su disposición final.....	54
Figura 33: Baños químicos .....	55
Figura 34: Recojo de baños químicos.....	56
Figura 35: Certificado de mantenimiento de baños químicos .....	56
Figura 36: Planta de producción de concreto.....	57
Figura 37: SILOTOP en la parte superior de los silos de cemento.....	58
Figura 38: Capacitación en reciclaje y segregación de residuos.....	60
Figura 39: Charla de coordinación de actividades al inicio de la jornada .....	60
Figura 40: Test de Medianas de morbilidad mensual zona de influencia.....	66
Figura 41: Test de Medianas de morbilidad mensual por enfermedades respiratorias zona de influencia.....	68
Figura 42: Test de Medianas de morbilidad mensual por enfermedades estomacales - zona de influencia.....	69

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de los pobladores de la zona de influencia de la obra Carretera Oyón-Ambo en el 2020; siendo los objetivos específicos el determinar el impacto en las enfermedades respiratorias y en las enfermedades estomacales. La metodología corresponde a una investigación aplicada donde el análisis se centró en el impacto sobre la morbilidad de los pobladores de la zona de influencia a la obra, la data fue recolectada directamente de los reportes oficiales del Ministerio de Salud y para el contraste se utilizó el estadígrafo de Kruskal-Wallis. Se evidenció de los datos recolectados y del análisis inferencial que la utilización de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales disminuyó los índices de morbilidad en los habitantes de la zona de influencia en 65.45%. La investigación concluye que existe un impacto en los niveles de morbilidad de los pobladores de los ocho distritos aledaños a la ejecución de la obra carretera Oyón-Ambo, como consecuencia de la utilización de tecnologías limpias.

*Palabras clave:* tecnología limpia, obras civiles, morbilidad

## **Abstract**

The general objective of this research is to determine to what extent the use of clean technologies in the execution of road works impacts on the health of the inhabitants of the area of influence of the Oyón-Ambo Highway work in 2020; the specific objectives being to determine the impact on respiratory and stomach diseases. The methodology corresponds to a applied research where the analysis focused on the impact on the morbidity of the inhabitants of the area of influence to the work, the data was collected directly from the official reports of the Ministry of Health and for the contrast the Kruskal-Wallis statistician. It was evidenced from the data collected and from the inferential analysis that the use of clean technologies in the execution of road works decreased the morbidity rates in the inhabitants of the area of influence by 65.45%. The investigation concludes that there is an impact on the levels of morbidity of the residents of the eight districts surrounding the execution of the Oyón-Ambo road work, as a consequence of the use of clean technologies.

*Keywords:* clean technology, civil works, morbidity

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico tan ansiado por muchos países como concepto ha quedado desfasado al considerar como factor principal la acumulación de riqueza, no teniendo presente conceptos como sociedad, salud y medioambiente; en ese camino la las grandes industrias y grandes proyectos contribuyen negativamente al medio ambiente y la salud de los habitantes, pues con el propósito de alcanzar sus objetivos generan una serie residuos y emisiones que afectan a la vida y su entorno; y si bien es cierto que con el tiempo y a la luz de los cambios climáticos han surgido normas y procedimientos , pareciera que no es suficiente.

En ese camino en el Perú, existen regulaciones emanadas del gobierno que tienen como objetivo la prevención, control y mitigación de los daños que pudieran afectar al medio ambiente y provocar repercusiones en la salud de los seres vivos, y que son de cumplimiento obligatorio de las empresas.

En el sector construcción y transporte que van de la mano en la ejecución de grandes obras, se da una constante coordinación antes, durante y después con los pobladores de las zonas aledañas, pues son los principales afectados de la posible contaminación del hábitat de su entorno.

Es en este contexto que empresas, como la que ejecuta la obra Oyon-Ambo, han tomado como estrategia la utilización de tecnologías limpias como medidas de prevención para el cuidado del medio ambiente, para evitar las huellas que puedan dejar el avance necesario de la civilización en su búsqueda de mejor calidad de vida, Es conocido que toda gran obra ocasiona distorsiones en las características del entorno, migración de la fauna, desforestación, polución, emisiones toxicas, acumulación de residuos entres otros.

La presente investigación se analiza el impacto del uso de las tecnologías limpias sobre la salud en los pobladores de la zona aledaña a la obra Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo, aprobado con una extensión de 153.7 kilómetros.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

El rápido crecimiento de la población mundial de la mano con el desarrollo de las naciones y sus pueblos en un entorno globalizado trae como consecuencia la necesidad de trasladarse y de intercambiar mercancías de un lugar a otro, generando oportunidades para la creación de nuevos sistemas viales, seguros, accesibles, eficientes y menos contaminantes, bajo la premisa de que aquellos países con mejor infraestructura vial son los que más progreso alcanzan.

El transporte por vía terrestre es el más utilizado a nivel mundial, sobre todo en distancias cortas y de especial manera en aquellos países que gozan de una buena infraestructura vial, aportando la ventaja de que se puede trasladar cualquier tipo de mercancía con equilibrio en cantidad y seguridad, no es un servicio de bajo costo, pero es accesible a lugares donde otros sistemas no pueden llegar, por lo que un análisis costo beneficio deja sin duda un margen a favor.

La utilización de estas importantes obras viales trae múltiples beneficios a la sociedad, nuevas oportunidades para sus habitantes y una mejor calidad de vida; lamentablemente el desarrollo que se puede lograr siempre deja huellas, conocidas como impactos que se reflejan con alteraciones al entorno donde habitan los pobladores de la zona de influencia y que generalmente se reflejan en la salud de estos. Durante la etapa constructiva se altera las características del entorno, el cual se ve impactado, puesto que se genera desplazamiento no solo geográfico, separación del hábitat natural, algunas veces la flora desaparece y en otras la fauna tiene que migrar a otras zonas, y con mucha mayor

frecuencia hay contaminación del aire por emisión de gases tóxicos, excesos de ruidos y acumulación de diversos residuos que muchas veces afectan la salud de los habitantes de la zona.

## **1.2. Descripción del problema**

En el Perú, su biodiversidad y microclimas permiten que los pueblos tengan ventajas comparativas, que adecuadamente aprovechadas fomentarían el desarrollo socio económico de cada uno de ellos, justamente para explotar este potencial de oportunidades se hace indispensable la existencia de vías de comunicación terrestre, como caminos, autopistas y carreteras por donde se puedan transportar los productos originarios y movilizar a sus habitantes adecuadamente.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) la superficie del territorio peruano es de 1'285,216.20 km<sup>2</sup> y su red vial total es de 165,371 km, de la cual se encuentra pavimentada solo 23,769 km, es decir el 14.37%, existiendo una brecha de 141,603 km. que tarde o temprano se debe pavimentar.

Entre las obras que se han y están ejecutando figura el Mejoramiento de la Carretera Oyón-Ambo, aprobado por Convenio Específico N° 001-2016-MTC/20, con una extensión de 153.7 kilómetros, cuyo objetivo es mejorar la transitabilidad entre las poblaciones mencionadas.

Existe concordancia entre los pobladores de la zona de estudio, cuando señalan que el principal problema es el mal estado de la carretera, asociándose a ella la contaminación ambiental por la generación de polvo, y la limitada oferta de transporte público.

Una de las principales preocupaciones de los pobladores cercanos a la obra, se da durante la primera etapa de ejecución del proyecto, en la preparación y alistamiento, cuando

las máquinas y equipos que se utilizan provocan derrumbes o remueven obstáculos, se genera polvo, ruido y se altera el paisaje geográfico de la zona, además que para el mantenimiento de las obras que se ejecutan se necesita presencia del hombre quien tiene proceder con la limpieza y reacondicionamiento continuo de las cunetas, muros de contención, bermas y calzadas, estas acciones del hombre generan incremento en la concentración de materiales particulados, que a su vez afectan la salud de los pobladores.

Otro factor, que es preocupación en la población es la posible contaminación que se puede originar por los residuos que terminen en los ríos o lagunas que existen a lo largo de la obra. Existe riesgo en la flora y fauna de la zona de influencia de la obra, según informe técnico del MTC, efectuado antes de la ejecución se ha determinado que existen 72 especies de helechos, la composición florística está conformada por 36 especies, la composición faunística comprende mamíferos, aves y reptiles, entre los mamíferos se ha detectado al zorrillo andino y al roedor común, hay 34 especies de aves y una especie catalogada como en peligro y protegida por la legislación peruana, como es el caso de Chorlo Cordillerano, en cuanto a reptiles solo se ha detectado la lagartija, las cuales estarían en riesgo si no se aplican las medidas de contingencia adecuadas.

Toda obra conlleva a una serie de factores ambientales que pueden ser impactados como consecuencia de su ejecución, se puede alterar la geomorfología, la calidad del suelo, la calidad del aire, los niveles de ruido, se puede desplazar el hábitat y desaparecer de las zonas algunas especies de vegetación e inclusive alterar el paisaje. Por otro lado, las mismas obras contemplan actividades indispensables para los nuevos diseños como, el desbroce de vegetación y remoción de suelos, la nivelación de terrenos y limpieza posterior, excavación, extracción y acopio, movilización y desmovilización de equipos y maquinarias entre otras, que necesariamente van a alterar la naturaleza.

Lo antes mencionado nos lleva a pensar en nuevos modelos de trabajo o el uso de nuevas técnicas que permitan prevenir y mitigar las consecuencias que se generen por la acción del hombre en la ejecución de obras viales.

### **1.3. Formulación del problema**

Problema general

¿En qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020?

Problemas específicos

¿En qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de las personas que habitan en la zona de influencia?

¿En qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de las personas que habitan en la zona de influencia?

### **1.4. Antecedentes**

García (2016) en su tesis de grado de Doctor de la Universidad de Sevilla, estudió la utilización de materiales reciclados de construcción y demolición provenientes de obras civiles en la ejecución de obras viales y habitacionales. Estos materiales fueron suelos seleccionados en firmes y terraplenes de carreteras, analizó el comportamiento posterior estableciendo que estos no disminuyeron los parámetros establecidos. El estudio abarcó un lapso de 5 años en los cuales se evaluó los resultados profundizando el conocimiento sobre el uso de los residuos de construcción y demolición, así como su diferencia con los materiales provenientes de cantera. La investigación obtiene las características que se deben tener en cuenta para la selección de estos materiales en razón de la función que va cumplir.

Concluyendo la viabilidad técnica del uso de suelos seleccionados y reciclados en la ejecución de obras viales, pero señalando siempre bajo la supervisión y control de los niveles de calidad del material a ser utilizado.

Martínez (2014), en su artículo de investigación, desarrollado en Nicaragua, tiene como objetivo proporcionar elementos técnicos que permitan valorar los impactos ambientales provocados por la construcción de obras y que son de dominio público, esto a fin de predecir estados alternativos de recursos y ambiente. Menciona el autor que la convergencia de voluntades de las partes involucradas en una obra, incluidas las poblaciones de las zonas de influencia pueden lograr en armonía el cuidado de la naturaleza de la mano de una construcción responsable, de la sostenibilidad y satisfaciendo las necesidades actuales sin comprometer los recursos del futuro. Hace una diferenciación entre lo que se conoce como Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) y Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), pero aclarando que la EIA incluye los EsIA y se constituye en uno de sus productos técnicos. El autor indica que existe limitada capacidad técnica y de recursos que imposibilitan una buena fiscalización agravándose por la poca competencia de los funcionarios responsables, ya sean del sector privado o público. Se concluye que existe profundización de la crisis ambiental, manifestada por la reducción de coberturas boscosas, sobre explotación de los suelos, incremento de procesos erosivos, disminución de los recursos hídricos, cambio climático, desplazamiento de flora y fauna, entre otros.

Zarta (2018), en su artículo de investigación promueve una discusión crítica del papel de la sustentabilidad en el desarrollo de la sociedad, considerando que el concepto abarca cambios importantes respecto a los valores de la sociedad. Para alcanzar su objetivo el autor hace una amplia revisión y análisis bibliográfico, concluyendo que lo sustentable hace referencia a la armonía que existe entre lo económico, lo social y lo ambiental con el sistema

de valores, en tanto que lo sostenible considera cada uno de los dichos subsistemas por separado.

Salas (2020) refiere que uno de los problemas más grandes de la humanidad es la contaminación, la cual es provocada por la mano del hombre y le afecta directamente al hombre, a su entorno y a su salud. Las empresas a raíz de la preocupación mundial por los efectos contaminantes de las empresas están replanteando sus estrategias y técnicas de producción, y están coincidiendo en el uso de tecnologías limpias como una alternativa viable de control a los efectos que causan en el medio ambiente. El artículo concluye que todas aquellas empresas que adoptan las tecnologías limpias como medio de producción alcanzan no solo mejoras en los niveles de impacto sino también consiguen una reducción en sus costos ambientales.

### **1.5. Justificación de la investigación**

Estar a la altura de las nuevas tendencias de sostenibilidad y responsabilidad social, demostrando que la utilización de tecnologías limpias previene y mitiga el impacto que se pueda generar en la salud por la ejecución de obras viales.

Se pretende demostrar que mediante la utilización de tecnologías limpias en el proceso constructivo de obras viales prevendrá y mitigará los efectos que se generen sobre la salud de los habitantes en la zona de influencia de dichas obras, el uso adecuado y racional de los recursos naturales a la larga generará ahorros económicos en el mantenimiento de las obras y ahorros en la recuperación de las consecuencias que se generen.

En cuanto al diseño metodológico que se aplica es el más acorde para probar los objetivos que se persiguen, y de una manera científica y práctica demostrar que existe un efecto directo entre el uso de tecnologías limpias y los impactos que se pueden generar en la salud como consecuencia de la ejecución de obras viales, asimismo, dejar un ejemplo

metodológico que pueda ser utilizado posteriormente como modelo para investigaciones similares en otros entornos.

Mediante el estudio de un caso en particular, se da cuenta de una situación real con una perspectiva integral desde su propio planeamiento hasta su etapa de cierre, y así obtener las métricas reales a través de la observación directa que nos den una clara visión objetiva para comprender el origen e impacto de las alteraciones provocadas por la acción del hombre en su propia salud.

Asimismo, la investigación permitirá conocer si las propuestas de utilización de tecnologías limpias al ser llevadas a la práctica han logrado los efectos deseados; es decir, se justifica en el entendimiento si lo propuesto, asumido como verdad, está dando resultados esperados.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Si bien es cierto la investigación pretende medir el ámbito de toda la obra, el factor limitante se da debido a que la obra aún no culmina y se tiene que trabajar solo los tramos que ya están culminados.

Por otro lado, no se han presentado factores que hayan limitado el estudio, se ha planificado adecuadamente el trabajo en campo, estableciendo un cronograma de trabajo que permita alcanzar los objetivos.

La mayor dificultad se da en el levantamiento de información que es en el mismo campo, en provincia, y si bien es cierto que los puntos de recopilación de los datos están identificados, se debe recurrir a la búsqueda y recopilación en diferentes archivos.

## **1.7. Objetivos**

*Objetivo general*

Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020

### ***Objetivos específicos***

Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de las personas que habitan en la zona de influencia

Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de las personas que habitan en la zona de influencia

## **1.8. Hipótesis**

### ***Hipótesis general***

El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020

### ***Hipótesis específica***

El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de las personas que habitan en la zona de influencia.

El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de las personas que habitan en la zona de influencia.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Desarrollo sostenible

Brundtland (1987) refiere que desarrollo sostenible es aquel desarrollo capaz de satisfacer las actuales necesidades sin comprometer la capacidad de satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

Solow (1993) refiere a la sostenibilidad como la obligación de comportarnos de tal manera que dejemos a las generaciones futuras la capacidad de estar tan acomodados como nosotros estamos.

Goodland y Ledec (1987) refieren a desarrollo sostenible como una serie de transformaciones estructurales económicas y sociales que optimiza el uso de los recursos presentes sin perjudicar el de uso de los recursos necesarios para el futuro.

Para Segerson & Tietenberg (1992) la sostenibilidad significa que las generaciones futuras estén al menos tan bien como las generaciones actuales.

ICLEI (1994) refiere sostenible es aquel entorno que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos a los habitantes de una comunidad sin poner en riesgo los sistemas existentes.

Se puede colegir que la sostenibilidad es la capacidad que tiene la sociedad para utilizar recursos en la satisfacción de sus propias necesidades sin comprometer los recursos que serán utilizados en la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras.

### 2.2. Tecnologías limpias

Bustos y Chacón (2000) refiere a las tecnologías limpias, como aquellas que protegen el ambiente, su aplicación es menos contaminante ya que utilizan los recursos con mayor responsabilidad y el manejo de sus desechos es más aceptable que las tecnologías convencionales.

Siguiendo con Bustos y Chacón (2000), las tecnologías limpias son sistemas completos constituidos por conocimientos, procedimientos, bienes y servicios, equipos, organización y gestión, también son tecnologías racionales, que no solo se ocupan de la transferencia tecnológica y la protección del medio ambiente, también se ocupa del desarrollo socioeconómico y cultural.

Para Salas (2020), las tecnologías limpias son llamadas también producción orgánica, tecnologías verdes o tecnología ambiental, y forma parte de la denominada producción más limpia, que a su vez forma parte de lo que se conoce como ecoeficiencia. Su importancia radica en que presenta un control total sobre el sistema productivo, con el fin de reducir la contaminación desde el inicio de sus procesos y así asegurar un mínimo daño al ecosistema.

Heng y Zou (2010), refieren que tecnología limpia es un arte industrial que reduce la contaminación ambiental y disminuye el uso de los recursos naturales y de energía, indicando también que su utilización genera competitividad y garantizan la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras.

Sandoval (2006) indica que las tecnologías limpias son aquellas que permiten la reducción de emisión de contaminantes, sin provocar la aparición de otros contaminantes, también reduce el consumo de energía y logra el balance sustentable en la organización.

Kemp y Volpi (2007), hace referencia a las tecnologías ambientales como aquellas teorías, procesos o productos que mediante su utilización conservan o restauran las calidades ambientales.

Villagaray y Bautista (2011) indican que son procesos que utilizan menos recursos naturales y/o energía, por lo que se genera menos residuos de las que producen las tecnologías existentes. Incluye todas las estrategias que pueden ayudar a minimizar los desperdicios o a prevenir productos contaminantes.

Fajardo (2017) indica que las tecnologías limpias son aquellas que aplican en forma continua una estrategia preventiva en los procesos productivos y así poder disminuir los riesgos relevantes a la contaminación del medio ambiente.

Por otro lado, Hottenrott et al. (2016), Du y Li (2019) y Wichaisri y Sopadang, (2018) indican que las tecnologías limpias son aquellas que utilizan todas las estrategias posibles a fin de reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), generando recursos renovables y disminuyendo el despilfarro y contaminación

Es pues, la tecnología limpia una serie de técnicas que se utiliza o formas de accionar del hombre para prevenir o mitigar los impactos que por acción del mismo hombre se generen o se puedan generar en su hábitat, en una clara muestra de responsabilidad o reconocimiento de sus propias acciones negativas o inacciones.

### ***2.2.1. Transferencia de tecnologías limpias***

Bozeman (2000), hace referencia que para la transferencia de tecnologías limpias se deben considerar los elementos siguientes:

- Agente para la transferencia; agencia de gobierno, empresa, institución, etc.
- Medio de la transferencia; licencia, copia, persona a persona, etc.
- Objeto de la transferencia; dispositivo, proceso, conocimiento, técnica, etc.
- Receptor de la transferencia; agencia de gobierno, empresa, institución, etc.
- Ambiente de la demanda, precio, sustitución, consumidor, etc.

### ***2.2.2. Aplicación de tecnologías limpias***

Para Guhl et al. (2000) la aplicación de tecnologías limpias genera ahorro de tiempo y dinero, al planear y construir obras viales con excelentes resultados en la prevención y mitigación de impactos ambientales negativos.

- Componente suelos
- Componente aguas
- Componente aire

### **2.3. Impacto ambiental**

En la Norma UNE-EN ISO 14001 se contempla el impacto ambiental es aquel cambio o alteración del medio ambiente, ya sea positivo o negativo, como resultado en todo o en parte de las actividades de las actividades, productos o servicios de una organización.

Sanz (1992) indica que toda alteración sobre el medio natural en la cual las personas desarrollan su vida, provocada por las mismas personas mediante la ejecución de una obra o una actividad, se puede denominar impacto ambiental, añadiendo que este impacto puede ser positivo o negativo.

Para Conesa (1997) la diferencia que existe entre la situación de un medio ambiente futuro alterado, como consecuencia de un proyecto ejecutado, y la situación del medio ambiente futuro sin alteraciones y como este habría evolucionado sin la ejecución de este, se conoce como alteración neta.

Se desprende que el impacto en el medio social es toda alteración o cambio que afecta al mismo hombre en su propio entorno, cambios en su salud, calidad de vida, seguridad, integración, educación, vivienda u otros.

#### **2.3.1. Evaluación de Impacto ambiental**

Conesa (2010) menciona que la Evaluación de Impacto Ambiental es un proceso técnico administrativo que tiene como finalidad identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales que la ejecución de un determinado proyecto pueda provocar.

Espinoza (2001) indica que la Evaluación de Impacto Ambiental tiene como finalidad fundamental dar solución de los problemas ambientales generados por acción del hombre en el uso no adecuado de los recursos naturales.

A fin de proceder con la medición de Impacto, todos los autores coinciden en que básicamente consiste en una comparación de las condiciones del entorno antes y después de la intervención o acción del hombre. Para lo cual existen una serie de modelos, como;

- Matriz de Leopold
- Listas de Cotejo
- Cuestionarios
- Matriz de interacción
- Cartografía ambiental
- Evaluación del paisaje
- Evaluación de riesgos
- Índice del planeta viviente
- Índice de sustentabilidad ambiental
- Huella Ecológica

### ***2.3.2. Impacto en la salud***

Para Zolezzi (2017), la salud de las personas depende de muchos factores, como los antecedentes familiares y genéticos, hábitos alimenticios, costumbres, su relación con el entorno y su exposición el medio ambiente.

Siguiendo con Zolezzi (2017), indica que el hombre en su relación con el medio ambiente está expuesto a eventos naturales que afectan su salud como lluvias, inundaciones,

cambios extremos de temperatura, y otros. Asimismo, los factores más comunes que afectan la salud son:

- La contaminación del aire exterior,
- En humo y la polución
- La reducción de la capa de ozono
- La exposición a sustancias químicas peligrosos,
- La excesivo al ruido,
- El agua contaminada,
- La radiactividad.

Por otro lado, Solezzi (2017) asegura que el 20% de las enfermedades son atribuibles a factores medioambientales, señalando que entre los principales impactos están las enfermedades respiratorias y las alergias asociadas al aire, las enfermedades estomacales asociadas al agua que se contamina con agentes microbiológicos y químicos.

#### **2.4. Normatividad vigente**

La Constitución Política del Perú en su Artículo 22° indica que, en los derechos fundamentales de la persona, este tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Asimismo, en sus artículos del 66 al 69, señala que los recursos naturales, sean renovables o no, son patrimonio de la nación, promoviendo el uso razonable y sostenible de estos.

Existe la Ley N° 27446, que crea el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como un ente único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión.

Con Resolución Ministerial N° 207-2016-MINAN, se aprueban las disposiciones para la clasificación anticipada de los proyectos de inversión enmarcados en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), las que marcan las pautas para clasificar anticipadamente los proyectos que presentan características comunes en criterios de protección ambiental señalados por ley, posibilitando así un proceso ágil en la elaboración de estudios ambientales.

Mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MTC, se aprueba el Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transporte, el cual procura asegurar que todas las actividades, proyectos y servicios que ejecute el Sector Transportes se deben desarrollar salvaguardando el derecho que tienen las personas a vivir en un ambiente adecuado, y equilibrado. Señalando en su título IV, límites máximos permisibles y estándares de calidad ambiental como medidas de protección que deben ser aplicadas a las actividades de transporte.

Con Decreto Supremo N° 008-2019-MTC, se modifica el Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes, por la cual se da la obligatoriedad a todos los proyectos para que cumplan con todas las normas emitidas en materia de manejo de residuos sólidos, aguas, efluentes, emisiones, ruidos, suelos, conservación del patrimonio natural y cultural y otros que correspondan; así como, aplicar medidas de prevención, mitigación, control, remediación y compensación ambiental, las cuales sean acordes al grado de responsabilidad de la incidencia ambiental.

Por otro lado, existen una serie de normativas que regulan los límites máximos permisibles de factores o elementos que potencialmente pueden afectar el medio ambiente, así como, protección, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La investigación por su finalidad es aplicada debido a que por medio del uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales se busca dar solución al impacto generado sobre la salud en los habitantes de las zonas aledañas a dichas obras. Por su nivel o profundidad es explicativa, ya que se demostrará la variación en los niveles de impacto que genera el uso de las tecnologías limpias sobre la salud de los habitantes. Por su enfoque es cuantitativo, ya que los datos obtenidos se encuentran en escala de razón, y que los mismos serán trabajados como datos numéricos y mediante métodos estadísticos.

Por su diseño es no experimental, ya que las variables de estudio no han sido modificadas, y por su alcance temporal será longitudinal, ya que el impacto generado será medido en tres instancias del tiempo, antes, durante y después de la ejecución de la obra.

#### 3.2. Población y muestra

Dado que el objetivo plantea medir el impacto en la salud de los pobladores de la zona de influencia de la obra Oyón-Ambo, la población de estudio quedó definida como los pobladores de las provincias de Oyon, Daniel Alcides Carrión y Ambo que al 2020 eran 117,287, (Anexo: 4)

Siendo la muestra las 68,307 personas que habitan en los ocho distritos que se encuentran dentro de la zona de influencia aledaña a la carreta Oyón-Ambo, que son Oyón, Yanahuanca, Tapuc, Paucar, Chacayan, San Francisco de Mosca, Huáscar y Ambo, (Anexo: 5)

En cuanto a la muestra, dado que se recopiló la información de los registros de morbilidad de la totalidad de los habitantes de la zona de influencia aledaña, se considera un censo, es decir la población y la muestra serán la misma cantidad, y dado que siendo el

muestreo la técnica por la cual se selecciona a la muestra de la población, no se aplicó muestreo.

### **3.3. Operacionalización de variables**

Variable Independiente: Tecnologías limpias:

Son aquellas que se utilizan con la finalidad de prevenir y/o mitigar los efectos que como consecuencia del hombre afectan a la naturaleza. (Heng & Zou, 2010; Sandoval, 2006; Kemp & Volpi, 2007).

Método de aplicación

- Análisis y detección de riesgos de afectación a la salud
- Selección de tecnologías limpias a utilizar a fin de prevenir y/o mitigar los riesgos a la salud
- Implementación y aplicación de las tecnologías limpias seleccionadas
- Verificación y control de riesgos a la salud

Variable Dependiente: Impacto en la salud

Se refiere a la alteración de la salud como consecuencia de la acción del hombre. (Zolezzi, 2017).

Dimensiones de Impacto en la salud

Según se desprende de la teoría, cuando el impacto es generado por alteraciones en el medio ambiente, se manifiesta sobre:

- Enfermedades respiratorias
- Enfermedades estomacales

Debido a que en la zona de influencia de la obra materia de análisis no existen indicadores de enfermedades alérgicas, esta última dimensión no será tomada en cuenta.

**Tabla 1***Matriz de Operacionalización de la variable*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TECNOLOGÍAS LIMPIAS DE APLICACIÓN			
Independiente					
TECNOLOGÍAS LIMPIAS	Son aquellas que se utilizan con la finalidad de prevenir y/o mitigar los efectos que como consecuencia de la intervención del hombre afectan a la naturaleza. (Heng & Zou, 2010; Sandoval, 2006; Kemp, 2007).	1. Análisis y detección de riesgos de afectación a la salud 2. Selección de tecnologías limpias a utilizar a fin de prevenir y/o mitigar los riesgos a la salud 3. Implementación y aplicación de las tecnologías limpias seleccionadas 4. Verificación y control de riesgos a la salud			
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Dependiente					
IMPACTO EN SALUD	Se refiere al efecto que la intervención humana genera sobre la salud. (Zolezzi, 2017)	Se establece a través de la medición de enfermedades, respiratorias, estomacales y alérgicas.	Enfermedades Respiratorias Enfermedades Estomacales	$IER = (E/PT) \times 1000$ IER : Índice enfer. respiratorias E : Enfermos PT : Población total $IEE = (E/PT) \times 1000$ IEE : Índice enfer. estomacales E : Enfermos PT : Población total	RAZÓN

### **3.4. Instrumentos**

Se utilizó una ficha de recolección de datos (Anexo 2), elaborada en Excel, y cuya confiabilidad se asume debido a que los datos recolectados serán datos oficiales de los centros de salud de la zona de influencia.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento corresponde a la aplicación de los siguientes pasos:

- Descripción y características de la obra en estudio
- Análisis y detección de riesgos de afectación a la salud
- Selección de tecnologías limpias a utilizar a fin de prevenir y/o mitigar los riesgos a la salud
- Implementación y aplicación de las tecnologías limpias seleccionadas
- Verificación y control de riesgos a la salud

En cuanto a la recolección de los datos, se recurrió a la estadística oficial de morbilidad que registraron los 68,307 pobladores de los ocho distritos que se encuentran dentro de la zona de influencia de la carretera Oyòn-Ambo, estos fueron recopilados del Repositorio Único Nacional de Información de salud del Ministerio de Salud a través de su acceso en su página web.

Dado que el objetivo de la investigación es determinar el impacto en la salud de los habitantes, se procedió a la recopilación de los datos en tres momentos distintos y con diferencia de un año, se recopilaron los datos de los años 2018, 2019 y 2020, los cuales fueron trabajados para una mayor facilidad a través de sus promedios anuales.

### 3.5.1. Descripción y características de la obra en estudio

La presente investigación se desarrolló como parte de las operaciones realizadas en la obra “Mejoramiento de la carretera Oyón – Ambo”, en la parte central del país, entre los departamentos de Lima, Pasco y Huánuco, iniciando en el km 134+978 en la provincia de Oyón (Lima) y finalizando en el km 280+964 en la provincia de Ambo (Huánuco), con una extensión total de 153.7 km. y cuyo recorrido comprende los distritos de Oyón, Yanahuanca, Tapuc, Paucar, Chacayán, Huacar, San Francisco y Ambo, lo cual se puede visualizar en la figura 1.

#### Figura 1

*Ruta de la Obra Oyón - Ambo*



Nota: CESEL Ingenieros

Se planteó como objetivo de la obra el proporcionar una alternativa transversal de salida de la sierra y selva hacia la costa, a través de mejorar las condiciones de transitabilidad entre las poblaciones de Oyón, Yanahuanca y Ambo, facilitando así el traslado de carga y pasajeros, lo que además mejora las condiciones de vida de la población.

Actualmente la carretera Oyón – Ambo, presenta una superficie de rodadura afirmada, las obras de arte existentes atienden razonablemente los caudales generados por las precipitaciones que se presentan y que son propias de la zona o por la presencia de riegos agrícolas que alcanzan a la carretera en algunos tramos de esta.

La obra fue sectorizada según:

**Sector 1: Progresiva 134+977.22 a 181+170.00.** Inicia en el km 134+977.92, en la provincia de Oyón y finaliza en el km 181+170.00 del desvío a Cerro de Pasco. La vía actual presenta un ancho de 6.00 a 8.00 m., con tramos de un solo sentido.

Durante la ejecución de la obra se consideró 1 campamento con capacidad de abastecimiento de 400 personas, un patio de maniobras, una planta chancadora, una planta de concreto, un almacén de polvorín y un mixer de concreto.

**Sector 2: Progresiva 181+700.00 a 230+000.00.** Inicia en el km 181.170.00 desvío a Cerro de Pasco y finaliza en el km 230.000.00 desvío a Chacayán. La vía actual presenta un ancho de 3.50 m a 7.00 m, con tramos de un solo sentido.

Durante la ejecución de la obra se consideró 1 campamento con capacidad de abastecimiento de 450 personas, un patio de maniobras, una planta chancadora, una planta de concreto, un almacén de polvorín y un mixer de concreto.

**Sector 3: Progresiva 230+000.00 a 280+962.23.** Inicia en el km 230.000.00 desvío a Chacayán y finaliza en el km 280.962.23 desvío a Chacayán. La vía actual presenta un ancho de 4.00 m a 7.00 m, con tramos de un solo sentido.

Durante la ejecución de la obra se consideró 1 campamento con capacidad de abastecimiento de 600 personas, un patio de maniobras, una planta chancadora, una planta de concreto, un almacén de polvorín y un mixer de concreto.

La carretera no cuenta con pavimento, la capa superficial o superficie de rodadura está conformada por material de cantera sin mayor tratamiento; la vía tiene un ancho de plataforma variable de 4 hasta 8 metros, ocasionando que en los tramos de 4 metros el tránsito se haga en un solo sentido, de ida o venida según se presente la fluidez de los vehículos.

En general toda la vía requiere de mantenimiento debido a que presenta gran cantidad de baches dificultando el normal tránsito; asimismo, no hay evidencia de señalización vertical, ni se ha encontrado hitos ni guardavías.

## **Figura 2**

*Vista de la vía en el km 135+500, con ancho de 6 m*



Nota: CIELSA Ingenieros.

**Figura 3**

*Vista de la vía en el km 136+650, con ancho de 3.5 m*

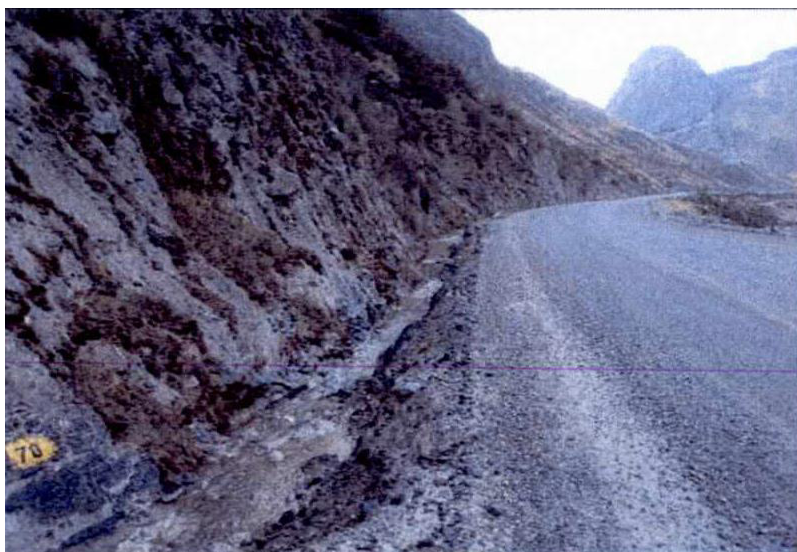


Nota: CIELSA Ingenieros

La carretera a lo largo de su extensión no cuenta con cunetas de sección adecuadas para la zona de sierra, las que existen tienen una sección reducida y son formaciones naturales sin revestir, con altura variable de hasta 0.3 metros y que se encuentran en su mayoría colmatadas al 90%.

**Figura 4**

*Vista de la vía en el km 150+000, con cunetas sin revestir*



Nota: CIELSA Ingenieros

Se puede evidenciar, que existen canales de regadío que acompañan a la vía longitudinalmente

### Figura 5

*Vista de la vía en el km 248+020, con canal de regadío*



Nota: CIELSA Ingenieros

**Área de influencia directa de la obra.** El área de Influencia Directa (AID) constituye el área aledaña a la infraestructura vial de la obra y que se ve afectada por el mejoramiento, operación y mantenimiento de esta, ya que es esta área la que recibe la influencia directa y en mayor magnitud del impacto generado. Los poblados aledaños y cercanos a la obra y que se ven afectados en forma indirecta constituyen el Área de Influencia Indirecta (AII).

El Área de Influencia de la obra está conformada por el entorno a los distritos de Oyón, Yanahuanca, Tapuc, Paucar, Chacayán, Huacar, San Francisco y Ambo, distritos donde habitan un total de 68,307 personas, según se aprecia de la tabla 2, siguiente.

**Tabla 2***Área de influencia directa de la obra*

Región	Provincia	Distrito	Población
Lima	OYÓN	Oyón	15,387
		Yanahuanca	13,289
	Daniel	Tapuc	4,482
Pasco	Alcides	Paucar	1,847
	Carrión	Chacayan	4,416
		San Francisco	3,419
Huánuco	Ambo	Huacar	7,853
		Ambo	17,614
<b>Total habitantes</b>			<b>68,307</b>

Nota: Cielsa Ingenieros

**3.5.2. Análisis y detección de riesgo de detección a la salud**

La detección de riesgo a la salud se da como consecuencia de la determinación de los pasivos ambientales que se presentan sobre terceros como consecuencia de la existencia de la vía y por los impactos generados por terceros sobre la utilización de la misma. Estos a la larga afectan la calidad de vida de las personas y la infraestructura vial, y serán recurrentes, si es que no se corrigen las malas prácticas ambientales, y el no tomar acción pueden conllevar a daños irreparables.

Se ha de resaltar que el principal parámetro social que se verá influenciado durante la etapa de ejecución de la obra es el de la salud y seguridad pública.

La población se puede ver afectada ante la posibilidad de que acontezca algún tipo de accidente u otra causa generadora de efectos en la población ubicada en el entorno de las operaciones o actividades del proyecto.

De acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental elaborado por Cielsa Ingenieros, las actividades que podrían generar impactos sobre la población, son:

- Instalación, operación y retiro del campamento y patio de máquinas
- Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias
- Desbroce de vegetación y remoción de suelos
- Nivelación del terreno y limpieza
- Perforación y voladuras
- Excavación, extracción y acopio
- Conformación de terraplenes
- Explotación de canteras
- Conformación de depósitos de material excedente
- Conformación de taludes
- Instalación, operación y retiro de planta de concreto
- Instalación, operación y retiro de la planta chancadora
- Instalación y retiro del polvorín

Según el mismo Estudio de Impacto Ambiental elaborado por Cielsa Ingenieros indica que las actividades señaladas anteriormente pueden ocasionar los siguientes pasivos ambientales:

- Contaminado por polución
- Contaminación por residuos y sedimentación

Principalmente se ha de considerar el levantamiento de material particulado que ha de afectar la salud de los pobladores expuestos a las emisiones, al igual que el monóxido de carbono emitido por los vehículos, los residuos sólidos y basura de todo tipo que se han de constituir en una de riesgo para la salubridad pública ya que pueden generar enfermedades infectas contagiosas y de otra índole.

### ***3.5.3. Selección de tecnologías limpias a utilizar a fin de prevenir y/o mitigar los riesgos a la salud***

De acuerdo con lo señalado en el punto anterior las tecnologías limpias implementadas y aplicadas fueron:

Para evitar o mitigar la contaminación por polución

- Sistema de Cartografía Inteligente
- Voladuras controladas
- Transporte
- Sistema Terramesh
- Geo malla para mejoramiento de sub rasante
- Geo textil Separador
- Humedecimiento de la superficie de rodadura
- Desbroce manual selectivo

Para evitar o mitigar la contaminación por residuos o sedimentación

- Reduce, reusa, recicla
- Uso de Contenedores de metálicos
- Transporte de Residuos Sólidos
- Baños químicos portátiles
- Manejo de la Planta de Concreto

Finalmente se programaron capacitaciones recurrentes.

### ***3.5.4. Implementación y aplicación de las tecnologías limpias seleccionadas***

Durante la ejecución de la obra se han aplicado las siguientes tecnologías limpias:

**3.5.4.1. Para evitar o mitigar la contaminación por polución.** Sistema de Cartografía Inteligente. Para la obtención de la cartografía se ha empleado un sistema de

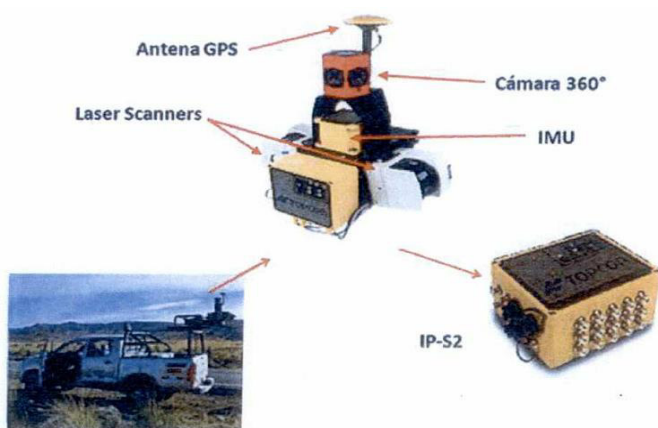
levantamiento de última generación, denominado Sistema Lidar (Laser Imaging Detection and Ranging) – Scanner

El Sistema Lidar Scanner, fue desarrollado por la empresa japonesa Topcom Corporation, permite procesar grandes volúmenes de información para convertirlos en planos digitalizados a medida, permitiendo una representación breve y al detalle de todos los fenómenos naturales y artificiales que conforman el entorno del área de estudio.

La tecnología permite medir la distancia entre un punto emisor a un objeto o superficie utilizando un haz de láser pulsado, con tres escáneres láser se puede obtener una nube de puntos del terreno. Para obtener las coordenadas de la nube de puntos es necesaria la posición del sensor y el ángulo del espejo en cada momento, para ello se requiere del apoyo de un GPS diferencial y un sensor inercial de navegación (INS).

### Figura 6

*Interface de sistema Lidar scanner*



Nota: Cielsa Ingenieros

Conocidos los datos y la distancia sensor-terreno se obtienen las coordenadas buscadas. El resultado es decenas de miles de puntos por segundo que integrada con un escáner Lidar, y un sistema de posicionamiento satelital, forman una representación gráfica en 3D de la superficie terrestre. El sistema cuenta con un software de control y monitoreo,

denominado "Data Collection" que se encuentra instalado en un ordenador y es operado desde la cabina de una camioneta a través de una interface.

### **Figura 7**

*Ordenado de control del Sistema Lidar Scanner*



Nota: Cielsa Ingenieros

Una vez iniciado el sistema, el software apertura un controlador de verificación de operatividad de cada subsistema, como son:

- El GPS
- El Ondómetros
- Los tres Scanner
- Navegador Inercial (IMU)
- La cámara 360°

Luego de la verificación se inicia una cuenta regresiva de 5 minutos y procede con el inicio del escaneo, el mismo que es monitoreado desde la propia cabina de la unidad móvil, no sobrepasando la velocidad requerida para la correcta cobertura del satélite y la visibilidad de obtención de imágenes. El software finaliza sus operaciones automáticamente una vez que se ha cumplido con la actividad programada.

Se advierte que la seguridad en la actividad es mayor por la eliminación de la presencia de peatones en los carriles de circulación de la vía, lo cual reviste de por sí una importancia crítica para el cuidado de la salud, seguridad y bienestar de la persona.

Asimismo, la intervención del hombre en las actividades de levantamiento cartográfico es mínima y cualquier impacto que se pueda generar en el ambiente es nulo.

**A. Voladuras controladas.** Durante la ejecución de la obra el mes de setiembre del 2019 se efectuaron, 263 voladuras controladas, la técnica utilizada fue la perforación planificada al detalle en la roca donde posteriormente se colocaron explosivos en cantidad que mediante detonación transmitieron energía absolutamente indispensable para fragmentar los macizos rocosos.

En la figura 08 se muestra la segunda página del Protocolo de Voladura Controlada, que muestra el lugar preciso del área a ser afectada.

**Figura 8**

*Protocolo de Voladura Controlada, área afectada*

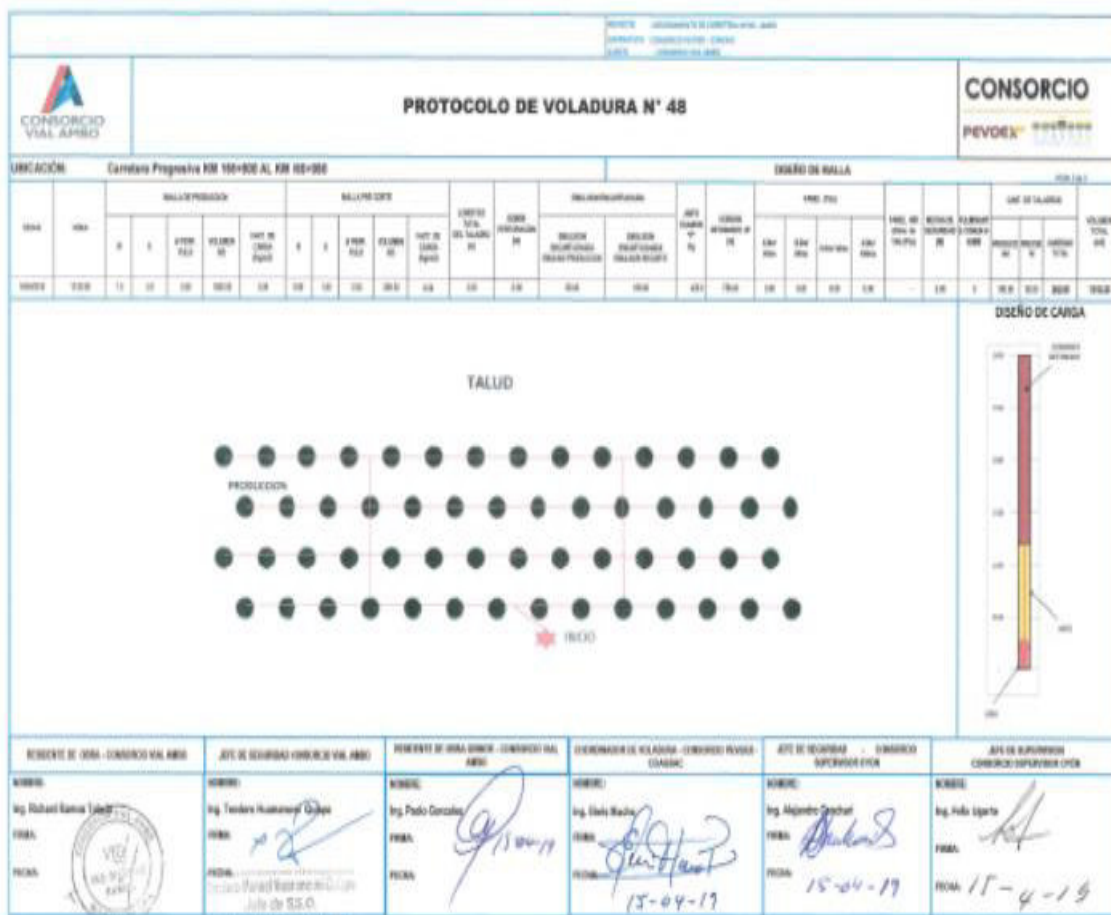


Nota: Consorcio Vial Ambo

A fin de verificar la naturaleza y constitución del área a perforar previamente se obtuvo una muestra de roca en forma cilíndrica en el interior de un tubo testiguero que al ser analizado proporcionó información geológica y mineralógica, con lo que se pudo calcular los parámetros de planificación de la voladura que se muestran en el Protocolo de Voladura Controlada (Figura 9).

**Figura 9**

*Protocolo de voladura N° 48, parámetros de voladura*



Nota: Consorcio Vial AMBO

De la figura 9, se puede apreciar que en el protocolo de voladura se ha planificado al detalle la misma, la fecha y la hora de voladura, se indica el diámetro de perforación (1.5 pulgadas), el largo de la perforación (2.4 m), el volumen de metros cúbicos a ser removidos

(773 m<sup>3</sup>), el factor de carga (0.22 Kg/m<sup>3</sup>), emulsión encartuchada (19.08 kg), los kilogramos de Anfo (86 kg), el cordón detonante (1,000 m), los parámetros de retardo bidireccional, el largo de la mecha de seguridad (2 m), e inclusive se incluye el diagrama de diseño de carga.

La técnica de las voladuras controladas ha permitido ahorros por disparo, ha evitado sobre roturas en la corona de desarrollo, lo cual se ha logrado por el exhaustivo control manejo de estándares en el carguío de explosivos, logrado por la supervisión y continua capacitación del personal en el manejo de estándares de voladura durante la operación, permite también un control exhaustivo sobre los efectos nocivos que se puedan dar sobre el entorno.

Para la perforación se utilizaron equipos especiales Rock Drill y Track Drill (Figura 10) que efectuaron perforaciones por percusión planificadas al detalle, en cantidad, espesor y profundidad, cuya eficacia enmarca energías de menos de 1000 j/cm<sup>3</sup>.

### **Figura 10**

*Perforadora Rock Drill, Modelo, JUNJINCSM. Año, 2014*



Nota: Consorcio Vial Ambo

En la figura 11, se muestra el carguío de los explosivos, los cuales se efectuaron siguiendo estrictamente lo contemplado en los protocolos de voladura

**Figura 11**

*Carguío de explosivos Km 165+200*



Nota: Consorcio Vial Ambo

Este tipo de voladuras produce superficies de rocas lisas y estables, sin excesos de excavación, sin proyección de fragmentos innecesarios, reduciendo también los efectos de agrietamientos en el entorno cercano, así como un transporte más amigable por el menor tamaño de los detritos de la voladura.

**Figura 12**

*Tramo después de una voladura controlada*



Nota: Consorcio Vial Ambo

En la figura 12, se puede visualizar un tramo después de efectuada una voladura, donde los restos del macizo rocoso han caído sobre la vía

### **Figura 13**

*Carguío de material de voladura*



Nota: Consorcio Vial Ambo

Dentro del sistema de manejo de voladuras controladas, parte importante es también el manejo del polvorín, el mismo que conto con autorización de almacenamiento de explosivos mediante Res. Ger. N°02342-2019-SUCAMEC/GEPP; esta área auxiliar estuvo ubicada en el Km. 162+710, suministraba material explosivo a todas las actividades de voladura para la ampliación de la vía.

**Figura 14***Polvorín de explosivos*

Nota: Consorcio Vial Ambo

La instalación fue dotada de una estación de residuos sólidos y con kit anti derrame. Por disposición de la SUCAMED, los residuos de explosivos son sometidos a un seguimiento especial en forma continua y el manejo adecuado de estos por cada uno de los responsables que lo emplean, las cuales son encapsuladas en bolsas de polietileno de color rojo y recolectadas por el área de medio ambiente previa coordinación.

**Figura 15***Encapsulamiento de explosivos y traslado*

Nota: Consorcio vial Ambo

**B. Transporte.** Siendo el transporte un servicio integral, que incluye una serie de actividades, se puso en marcha medidas que en su conjunto representan un sistema de transporte limpio.

Se dispuso la inspección visual de todos los equipos que ingresan a la obra con la finalidad de evidenciar su buena operatividad y condiciones mecánicas, siendo los aspectos más relevantes que no presenten fugas en su sistema hidráulico, tanque de combustible, elementos que puedan contener lubricantes o derivados de hidrocarburos; todos estos aspectos estaban contemplados en una ficha de registro (checklist).

**Tabla 3**

*Elementos considerados dentro del Kit Anti derrame*

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COLOR
1	CILINDRO DE 55 GAL. C/TAPA HERMETICA Y ROTULADO (KIT A.)	1	BLANCO
2	TRAJE TYVEK	1	BLANCO
3	GUANTES DE NEOPRENO	1	VERDE
4	CORDON ABSORBENTE 7.5 CM X 1.20 M	2	GRIS
5	PAÑO ABSORBENTE 0.2 CM X 0.5 CM	6	GRIS
6	PICO (CON MANGO DE MADERA)	1	ROJO
7	PALA (CON MANGO DE MADERA)	1	NEGRO
8	TRAPO INDUSTRIAL	0.5 KG	-
9	COSTAL DE 50 KG	5	BLANCO
10	PRESCINTO DE SEGURIDAD (PARA ASEGURAR EL COSTAL)	5	NEGRO
11	BANDEJA DE CONTENCIÓN DE METAL 60 CM X 40 CM X 12 CM	1	PLATEADO

Nota: Consorcio vial Ambo

En la figura 16, se aprecia la inspección visual a un camión que ingresaba a los límites de la obra, este tipo de inspección visual se realizaba a todas las unidades móviles sin excepción que ingresaban a la obra.

**Figura 16**

*Inspección visual de camión*



Nota: Consorcio vial Ambo

Se exigió que todo equipo que ingresa a obra debía contar con un kit anti derrame, que se muestra en la figura 17, siguiente:

**Figura 17**

*Inspección del Kit anti derrame*



Nota: Consorcio vial Ambo

Se establecieron procedimientos de prevención de la contaminación del suelo, durante el abastecimiento de combustibles, que pudiera provocar los derrames en cualquiera de sus dimensiones, es por tal motivo que los camiones de abastecimiento de combustible cumplen con el equipamiento de contingencia necesario.

### **Figura 18**

#### *Abastecimiento de combustible controlada*



Nota: Consorcio vial AMBO

Se estableció estricto seguimiento al cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de todos los equipos y unidades que intervinieron en el proceso constructivo del proyecto vial, una de las finalidades era tener controlado las emisiones contaminantes hacia la atmosfera. Se trataba de tener controlado los componentes mecánicos defectuosos por sobre uso, que originaban mala combustión y emisiones nocivas o tóxicas para salud de los seres vivos y para el medio ambiente.

Se estableció el uso obligatorio de cobertores de las tolvas de los volquetes que transportan los agregados desde las canteras hacia los frentes de obra y áreas auxiliares, la finalidad era la mitigación de la polución.

**Figura 19**

*Tolvas de los volquetes con sus protectores*



Nota: Consorcio vial Ambo

**C. Sistema Terramesh.** Es un sistema modular versátil que sirve como refuerzo de suelos, para el control de la erosión, para asegurar la estabilidad y pérdida del suelo como consecuencia de deslizamientos provocados por la sobre carga y precipitaciones pluviales, se hizo la conformación y compactación controlada de las áreas auxiliares como en los DME N° 03 - 152+900 LI. y DME 9 - Km 168+580 LI, mediante el sistema Terramesh, donde se instalaron mallas gaviones compactadas con suelo reforzado, con relleno compactado.

El elemento tipo gavión se integra totalmente con el refuerzo de acero y malla con alambre de triple torsión cubierto de zinc protegido por una barrera de revestimiento polimérico tradicional. Esta cubierta permite la permeabilidad, flexibilidad, facilidad de construcción, así con garantiza el drenaje del relleno.

## Figura 20

### *Sistema Terramesh*



Nota: Consorcio vial Ambo

### **Geomalla para mejoramiento de subrasante**

El principal problema del proyecto fue la presencia de zonas de bofedales con baja capacidad portante, y en algunos casos con presencia de material orgánico, lo cual constituyó un terreno no estable.

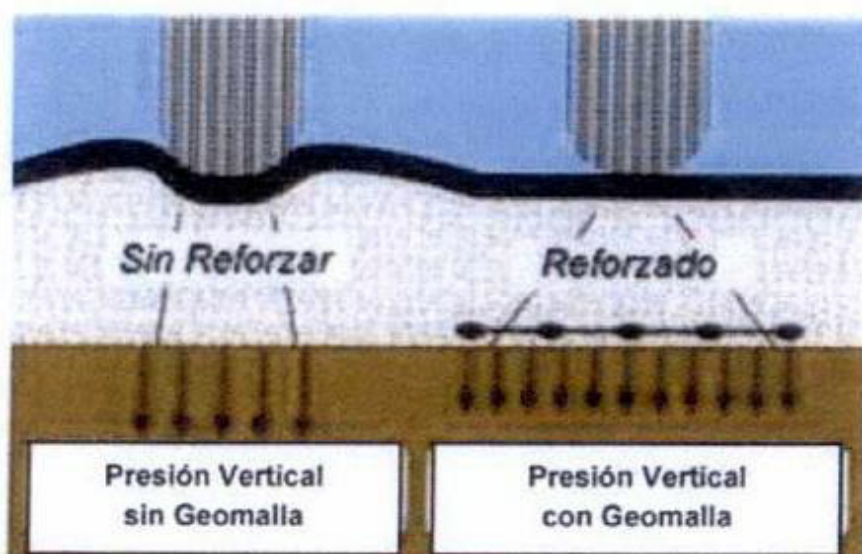
La solución que se eligió fue el uso de geomallas que no solo permitió que el terreno sea más estable, sino que también brindó beneficios para determinadas situaciones, tales como:

- Redujo el espesor de la capa de material granular, distribuyendo las cargas aplicadas en una mayor área.
- Protegió la estructura del pavimento de los efectos de la capilaridad, los cuales son usuales en zonas de bofedales.
- Confirmó una cimentación estable para la estructura del pavimento
- Facilitó las operaciones durante la etapa de construcción.

Al instalarse la geomalla entre el relleno y la subrasante, el particulado penetra a la geomalla y se traba causando una reducción en la oscilación, en los movimientos laterales y en el efecto de “bombeo”. Esta dispersión de fuerzas sobre la geomalla permite un incremento de capacidad portante, así como, reduce el espesor del material requerido.

### Figura 21

*Dispersión de fuerzas sobre la geomalla*



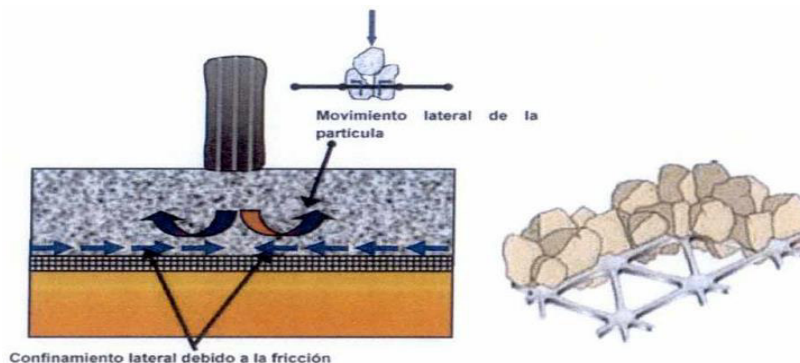
Nota: Consorcio vial Ambo

Los mecanismos de refuerzo en las geomallas son:

- Confinamiento lateral del material particulado
- Mejoramiento de la capacidad portante
- Efecto de tensión sobre la membrana

## Figura 22

### *Confinamiento lateral e incremento del módulo*



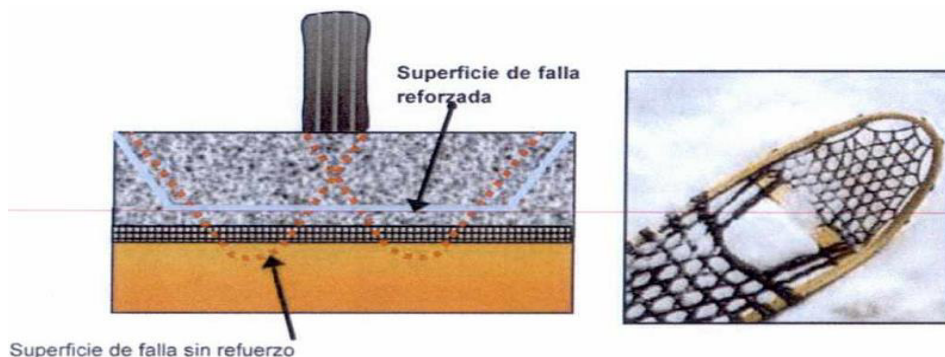
Nota: Consorcio vial Ambo

Al trabarse el material particulado en el refuerzo, se logra un confinamiento lateral. La geomalla incrementa el módulo de la capa reforzada a través del confinamiento del material particulado evitando su desplazamiento o movimiento ante la presencia de cargas vehiculares. Al trabarse las partículas se incrementa la rigidez y se reduce las deformaciones verticales en la interface inferior y sobre la superficie de rodadura.

Al haberse mejorado la capacidad portante, se permite una mejor distribución de las fuerzas aplicadas en una mayor área con la consiguiente disminución de los esfuerzos cortantes y verticales en el terreno. Es un mecanismo de refuerzo conocido como Zapato de nieve, el cual se logra al trasladar el plano de la falla estructural de la superficie de un material blando a uno con mejor comportamiento estructural, lo que incrementa su resistencia.

## Figura 23

### *Mejora de la capacidad portante*



Nota: Consorcio vial Ambo

El efecto de tensión sobre la membrana se presenta cuando ocurre una deformación sobre la superficie del terreno natural debido a carga vehicular, lo que desarrolla cargas que es soportada por la resistencia a la tensión del refuerzo. Este efecto permite una resistencia vertical, incrementando la resistencia al corte del terreno natural.

Según lo indicado por el MTC, la geomalla es un material que se utiliza con la finalidad de evitar erosiones, cumplir con funciones de drenaje y separar tierras de diferentes granulaciones estabilizando el terreno.

En la presente obra la instalación de geomallas fue instaladas fundamentalmente para asegurar que los finos y la materia orgánica de los bofedales no contaminen el material granulado del relleno debilitando el mejoramiento a largo plazo.

**D. Geotextil Separador.** Es un material que se utiliza con la finalidad de evitar posibles erosiones, cumplir funciones de drenaje y separar tierras de diferente granulometría estabilizando el terreno.

El geotextil busca prevenir la mezcla entre materiales disimiles, como es el caso del material de la subrasante y el que se colocará como mejoramiento. Esto se puede apreciar

conociendo la composición de ambos materiales, la subrasante tiene un alto contenido de finos, mientras el relleno de mejoramiento es predominantemente granular.

#### Figura 24

*Trabazón de las partículas en las aberturas de la geomalla*



Nota: Consorcio vial Ambo

De acuerdo con lo planificado por la obra, para la conformación de la plataforma constructiva sobre el terreno de subrasante, se requerirá una geomalla y 18 cm de material granular tipo OVER, con una granulación de 2" a 4"; lo que, además de trabajar adecuadamente con la geomalla, permitirá un buen comportamiento hidráulico de acuerdo a las exigencias del proyecto.

Se contempla la mejora del suelo de fundación de la carpeta de rodadura del proyecto, mediante la instalación de un Geotextil no tejido como separador, fundamental para asegurar que los finos y la materia orgánica de los bofedales no contaminen el material granular del relleno, debilitando el mejoramiento a largo plazo.

Asimismo, se contempla colocar un material tipo OVER, con granulometría de 2" a 4", ya que también tendrá la función de drenar el agua proveniente de los bofedales. Debajo de este material se deberá colocar una Geomalla con la finalidad de protegerlo.

**Figura 25**

*Estructura típica de mejoramiento para bofedales*



Nota: Consorcio vial Ambo

El Geotextil, asegura que la materia orgánica de los bofedales evite la contaminación del material granulado del relleno de la obra, permitiendo así un buen desempeño del material constructivo, y evitando la degradación de la superficie de rodadura con el consiguiente desprendimiento de material granulado que flotaría y se transportaría a las zonas cercanas por medio del aire.

***E. Humedecimiento de la superficie de rodadura.*** A fin de mitigar la formación de nubes de polvo en la vía durante las actividades del mantenimiento vial y actividades de obra en general, se dispuso el humedecimiento de la plataforma de rodadura mediante un riego de vía con el uso de dos (02) cisternas de agua “no potable” de 5,000 galones de capacidad.

Durante la etapa de construcción de la vía siempre se genera material particulado y polvo, procedentes del tránsito de vehículos y movimiento de tierras, es por eso que se tomó las medidas de mitigación necesarias a fin de que los impactos socio ambientales producidos

por las actividades propias de la obra no repercutan en la salud de las personas del área de influencia directa. (AID)

### Figura 26

*Riego de la superficie de rodadura*



Nota: Consorcio vial Ambo

El resultado del riego fue inmediato, se minimizó el particulado principalmente en los sectores de zonas urbanas; la temporalidad de sequía y brillo solar redujo los tiempos de saturación del suelo, el uso de una cisterna de agua alcanzaba a cubrir un tramo de 2.5 km. de recorrido efectivo de vía.

***F. Desbroce manual selectivo.*** Se dispuso el trabajo en forma manual de desbroce en zonas no boscosas, donde se retiró las especies vegetales de los límites de corte y/o intervención de los trabajos constructivos.

**Figura 27***Limpieza y desbroce manual de vegetación*

Nota: Consorcio vial Ambo

Esta técnica permitió conservar la fauna silvestre aledaña evitándose alterar áreas no contempladas en el proyecto, evitándose generar zonas desnudas con potencial exposición de erosión producto de la precipitación, vientos y escorrentía; así como, incluyó una vigilancia continua y también la indicación al personal de obra, para ejecutar el desbroce manual durante las actividades de limpieza de terrenos y las excavaciones propiamente dichas.

**3.5.4.2. Para evitar o mitigar la contaminación por residuos o sedimentación**  
***Reduce, reusa, recicla.*** Se implemento la tecnología limpia denominada las 3R's, por Reducir, Reusar y Reciclar, que es un modelo básico del consumo responsable, que implica reducir la cantidad de recursos que se consume, reutilizar los objetos tantas veces como sea posible alargando su vida útil, y reciclar los objetos cuando ya no sirvan.

**Figura 28**

*Clasificación de residuos, NTP 900.058.2005*



Nota: NTP 900.600.95

Se definió una clasificación de los residuos según la Norma Técnica peruana 900-058-2005, la que se aprecia en la figura 28.

La aplicación del modelo 3 R's, fue básico para el cumplimiento de las buenas prácticas ambientales, se desarrolló primero a través de la sensibilización de los trabajadores mediante charlas y capacitaciones sobre la generación de residuos que tendrá la obra y el impacto que puede ocasionar sobre el área de influencia directa.

La reducción en la utilización de recursos se dio a través de la optimización de estos, que se consiguió a través de la adecuada planificación y métrica de la obra y el uso estándar de los propios recursos,

Para reusar y reciclar, se tuvo primero que segregar y posteriormente reciclar los residuos sólidos, algo que se consiguió con la disposición de estos en los contenedores metálicos, los cuales estuvieron rotulados y codificados de colores, y colocados en los frentes de trabajo donde se detalla claramente el tipo de residuo según su origen y color a segregar. Siempre bajo las capacitaciones y sensibilización hacia los trabajadores.

**Figura 29**

*Almacén temporal de residuos, Km 154+170 Ll*



Nota: Consorcio vial Ambo

De los contenedores, los residuos ya segregados son trasladados a un almacenamiento temporal techado y señalizado; esta área sirvió para la selección por separado previo a su transporte por la EPS hacia su disposición final. Esta área se ubicó en el Km. 154+170 Ll. (figura 29)

**A. Uso de Contenedores de metálicos.** Con la finalidad de evitar la contaminación que ocasiona los residuos sólidos y con la finalidad de cumplir el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, se utilizó contenedores metálicos con tapas y rotulados con códigos de colores según la Norma Técnica peruana 900.058.2005; luego el contenido de estos contenedores es acopiado en un almacén temporal ubicado en el Km 145 de la vía (figura 29).

Los contenedores fueron asignados en los frentes de trabajo, en áreas accesibles, próximas a los refugios o comedores de los trabajadores, en donde se ubicaban e identificaban con suma facilidad. Fueron colocados sobre parihuelas de madera, que los

separaban del suelo, de modo que los residuos o los elementos que los contienen estaban aislados de la superficie, reduciéndose el riesgo de contaminación por contacto entre los residuos y el suelo.

Por otro lado, todos los contenedores fueron colocados en un lugar techado a fin de que el agua proveniente de las lluvias o granizada, que en algunas ocasiones suele precipitar no ingrese a los contenedores

### Figura 30

*Contenedores de residuos en ambiente techado*



Nota: Consorcio vial Ambo

En la figura 30, se muestra los contenedores de residuos techado, implementados con sus parihuelas y tapas.

**B. Transporte de Residuos Sólidos.** La recolección de residuos sólidos se hizo desde los frentes de trabajo y áreas auxiliares; mediante un camión baranda acondicionado para este fin, los mismos que se dirigían hasta los puntos de acopios, como el centro de acopio de almacenamiento temporal ubicado en el Km. 154+170 LI, el mismo que contaba con todas las condiciones necesarias para el almacenamiento de residuos hasta su disposición final conforme al Plan de Manejo de Residuos establecido en cumplimiento con la normativa nacional.

En la tabla 4, como muestra se detalla los residuos generados en la obra durante el mes de enero 2019:

**Tabla 4**

*Residuos sólidos generados Enero – 2019*

ITEM	Residuo Orgánico	Residuo cartón y papel	Residuo plástico	Residuo metal	Residuo vidrio	Residuo no clasificado	Total (Kg)
Kilogramo	7	12	8	25	0	60	113

En la tabla 5, se muestran la cantidad de contenedores por mes colocados en los frentes de trabajo:

**Tabla 5**

*Contenedores colocados por mes en obra*

ITEM	Mes	Negro (Residuo No clasificado)	Azul (Residuos Cartón y Papel)	Blanco (Residuo plástico)	Marrón (Residuo Orgánico)	Verde (Residuo vidrio)	Amarillo (Residuo metálico)	Rojo (Residuos peligrosos)
Kilogramo	ene-19	6	2	6	2	2	2	2

El recojo y traslado hasta su disposición final de los residuos sólidos no peligrosos y peligrosos estuvo a cargo de la EPS ECOMIN PERÚ SAC, cumpliendo todos los procedimientos de seguridad establecidos, emitiendo los certificados correspondientes.

Se utilizó una camioneta de baranda para el acopio de los residuos sólidos no peligrosos de los diferentes puntos de acumulación hacia las zonas de acopio temporal establecidas.

### **Figura 31**

*Recojo y traslado de residuos a zonas de acopio temporal*



Nota: Consorcio vial Ambo

Para el traslado de los residuos sólidos no peligrosos desde los puntos de acopio hasta su disposición final se utilizó un camión cerrado de 22 toneladas de capacidad

**Figura 32**

*Traslado de residuos sólidos a su disposición final*



Nota: Consorcio vial Ambo

**C. Baños químicos portátiles.** Se dispuso el uso de Baños Químicos Portátiles, esto en razón de que uno de los principales generadores de efluentes contaminantes en la obra han sido las excretas fecales y orines, los cuales provenían de las necesidades fisiológicas de los trabajadores, y el uso de este tipo de tecnología limpia es la más usada en los campamentos y obras.

El promedio mensual de disposición de baños químicos en los diferentes frentes de trabajo y áreas auxiliares producto de las actividades de obra a lo largo de la vía fue de 40 baños químicos portátiles, esto gen razón de la necesidad del personal de obra, y como resultantes de estas la generación de las excretas (desechos fecales y orines).

La EPS ANCRO S.R.L fue la encargada del servicio de limpieza y mantenimiento de los baños químicos portátiles, los que se ejecutaba dos veces por semana, en todos los frentes de trabajo y áreas auxiliares, otorgando esta empresa la constancia de limpieza de las unidades, certificado de prestación de servicio y certificado de la disposición final de los residuos no peligrosos, esta última emitida por PETRAMAS.

En la tabla 6, se aprecia la distribución de estos baños químicos entre un tramo de 30 kilómetros, del 138 km al 168 km, un total de 9 baños químicos, y de lo que se puede apreciar de la tabla 6 había baños cada 5 kilómetros.

**Tabla 6**

*Disposición de baños químicos en el tramo 138 km al 168 km.*

Km. 138+900	Km 147+600	Km 148+300	Km 154+170	Km 156+900	Km 168+500
1	1	3	2	1	1

Nota: : Consorcio vial Ambo

Asimismo, en la figura 33, se puede apreciar los baños químicos, a un lado del camino, estos fueron distribuidos a lo largo de toda la obra, para el uso del personal.

**Figura 33**

*Baños químicos*



Nota: Consorcio vial Ambo

En la figura 34, se puede apreciar la unidad móvil que les hace mantenimiento y limpieza a los baños químicos portátiles, dos veces por semana.

**Figura 34**

*Recojo de baños químicos*



Nota. Consorcio vial Ambo

En la figura 35, se puede visualizar el Certificado de Limpieza y Mantenimiento, que evidencia la gestión del mantenimiento.

**Figura 35**

*Certificado de mantenimiento de baños químicos*

**ANCRO**  
Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos

**CERTIFICADO**  
GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS Reg. N° 023 - 2019

Antro S.R.L. bajo el Registro Empresas prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS - RS) con REGIDTRO DIGESA N° EP - 1501 - 125.17 / EXP. N° 43026 - 2017 - EPS / SUCE N° 2017415737 / INFORME N° 007897-2017/DCEA/DIGESA, y Registro de Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (EC-RS) con REGISTRO DIGESA N° EC-1501-011.16 / EXP. N° 15900-2016-EC / SUCE N° 2016135934 / INFORME N° 001325-2016/DSA/DIGESA, certifica que ha realizado la prestación de servicios:

**MANTENIMIENTO Y SUCCION DE SANITARIOS PORTATILES**

Generador: CONSORCIO VIAL AMBO  
Fecha de Emisión: 14/01/2019

Dirección del Servicio	Peso Neto (M3)	Fecha de Servicio
KM1574 DE LA CARRETERA OYON - AMBO OYON	2,9	Diciembre 2018

En Concordancia con el Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la "Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos" y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM "Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral Residuos Sólidos".

*[Signature]*

**ANCRO**

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS | LIMPIEZA DE ESPACIOS CONFINADOS | COMERCIALIZACIÓN DE RESIDUOS | SANITARIOS PORTATILES

Dirección: Av. Los Cipreses N° 259 - Urb. Las Ficus Santa Anita - Lima, T. Central: (01) 367 4409 - (01) 362 5195  
Web: www.ancro.com.pe E-mail: ancro@ancro.com.pe

**D. Manejo de la Planta de Concreto.** Con la finalidad de abastecer concreto a la obra para sus actividades de obras de arte y plataforma de pavimento rígido, se dispuso la implementación de una planta industrial de producción de concreto pre mezclado a cargo de la empresa UNICON.

La planta de concreto cuenta con una batería completa de contenedores metálicos protegida con cobertura para las inclemencias climáticas y aisladas de la superficie del suelo y con señalización informativa para el buen manejo de residuos sólidos, así con baños químicos portátiles.

### **Figura 36**

*Planta de producción de concreto*



Nota: Consorcio vial Ambo

En los silos para cemento de la planta de producción se dispuso de un sistema de mitigación de emisión de material particulado (SILOTOP), el que mediante la colocación de un filtro controla la emisión de polvo menores a  $1 \text{ mg/Nm}^3$ ,

**Figura 37**

*SILOTOP en la parte superior de los silos de cemento*



Nota: Consorcio vial Ambo

**E. Programa de capacitaciones.** Con la finalidad de acompañar el uso de las tecnologías antes descrita, se estableció un programa de capacitación, difusión y concientización ambiental, respecto a los problemas ambientales que se presentaban a consecuencia de la construcción de la vía, los impactos que se reflejaban en el entorno, los trabajadores recibieron la formación y capacitación a fin de prevenir acciones que causen daño ambiental y otros componentes del patrimonio.

En cumplimiento del programa de capacitaciones, en la tabla 7, se presenta el cronograma de educación ambiental con fechas previstas para ser ejecutado el mes de octubre del 2019, en todos los frentes de obra, estando sujeto a cambio según la disponibilidad de tiempo del personal del área.

El promedio de horas hombre mensual que se ejecuta en la obra asciende a 360 horas al mes, y los temas tratados van desde la inducción en medio ambiente, protección del paisaje, aspectos e impacto ambiental, protección de s de agua, derrames contaminantes,

protección del paisaje, contaminación atmosférica, orden y limpieza, contaminación de suelos, entre otros.

**Tabla 7**

*Octubre 2019 – Capacitación y charlas de Educación Ambiental*

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	1	2	3	4	5	6
		<b>Charla:</b> ¿Cómo cuidamos el suelo?				
7	8	9	10	11	12	13
<b>Capacitación:</b> Protección del agua en la construcción					<b>Capacitación:</b> Protección del agua en la construcción	
14	15	16	17	18	19	20
	<b>Capacitación:</b> Protección del agua en la construcción		<b>Charla:</b> Cuidados mediante el uso de concreto			
21	22	23	24	25	26	27
<b>Charla:</b> ¿Cómo evitar la contaminación?				<b>Charla:</b> ¿Cómo se contamina el suelo?		

Nota: : Consorcio vial Ambo

### Figura 38

*Capacitación en reciclaje y segregación de residuos*



Nota: Consorcio vial Ambo

### Figura 39

*Charla de coordinación de actividades al inicio de la jornada*



Nota: Consorcio vial Ambo

### ***3.5.5. Verificación y control de riesgos de afectación a la salud***

Ya que se desea medir el impacto del uso de tecnologías limpias para prevenir o mitigar los efectos sobre la salud provocados por la ejecución de obras viales, y siendo que dicha obra se encuentra actualmente en ejecución, se ha planificado tomar tres levantamientos de datos, una primera para determinar cuál era la situación de los indicadores de salud antes de la ejecución de la obra; una segunda para determinar cuáles son los indicadores de impacto sobre la salud durante la ejecución de la obra, y una tercera medición para determinar los indicadores de impacto sobre la salud una vez la obra terminada. Cada una de estas mediciones recolectará la información registrada durante 30 meses; es decir, los datos recolectados representarán un horizonte total de 30 meses.

### **3.6. Análisis de datos**

Se recolectó los datos de morbilidad desde el portal de MINSA de los distritos aledaños a la zona de influencia de la obra, específicamente de Oyón, Yanahuanca, Tapuc, Paucar, Chacayan, San Francisco de Mosca, Huacar y Ambo correspondiente a los años 2018, 2019 y 2020.

En la tabla 8 se puede apreciar los datos de morbilidad de enero a diciembre del 2018 de los distritos aledaños a la zona de ejecución de la obra.

**Tabla 8***Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2018*

Grupo de enfermedades	Enfermedades	Distritos							
		Oyón	Yanahuana	Tapuc	Paucar	Chacayan	San Francisco	Huacar	Ambo
Enfermedades Respiratorias	Rinofaringitis aguda	1923	4440	404	691	663	324	989	1557
	faringitis aguda	3431	7943	1586	1173	1873	264	711	1534
	Amigdalitis aguda	291	3105	315	1195	148	25	77	917
	Otras Infecciones respiratorias	154	1332	30	55	2	476	1052	2155
Total enfermedades respiratorias		5799	16820	2335	3114	2686	1089	2829	6163
Enfermedades Estomacales	Gastritis y colitis	587	3109	614	982	410	76	272	1416
	Dispepsia	148	81	20	24	15	8	144	180
Total enfermedades estomacales		735	3190	634	1006	425	84	416	1596

Nota : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

**Tabla 9***Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2019*

Grupo de enfermedades	Enfermedades	Distritos							
		Oyón	Yanahuana	Tapuc	Paucar	Chacayan	San Francisco	Huacar	Ambo
Enfermedades Respiratorias	Rinofaringitis aguda	1241	2377	332	378	432	205	622	1318
	faringitis aguda	1760	4612	689	633	968	179	512	1005
	Amigdalitis aguda	247	1559	119	659	137	27	137	602
	Otras Infecciones respiratorias	127	511	1	22	1	249	686	1435
Total enfermedades respiratorias		3375	9059	1141	1692	1538	660	1957	4360
Enfermedades Estomacales	Gastritis y colitis	453	1687	270	685	217	46	291	917
	Dispepsia	57	44	28	23	39	6	76	178
Total enfermedades estomacales		510	1731	298	708	256	52	367	1095

Nota : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

En la tabla 9 se puede apreciar los datos de morbilidad de enero a diciembre del 2019 de los distritos aledaños a la zona de ejecución de la obra.

**Tabla 10**

*Ocurrencias de enfermedades en zona de influencia 2020*

Grupo de enfermedades	Enfermedades	Distritos							
		Oyón	Yanahuanca	Tapuc	Paucar	Chacayan	San Francisco	Huacar	Ambo
Enfermedades Respiratorias	Rinofaringitis aguda	235	824	115	99	187	76	78	340
	faringitis aguda	273	1250	225	173	385	49	94	391
	Amigdalitis aguda	148	524	52	221	44	3	49	79
	Otras Infecciones respiratorias	18	109		28	0	61	139	403
Total enfermedades respiratorias		674	2707	392	521	616	189	360	1213
Enfermedades Estomacales	Gastritis y colitis	129	648	107	156	139	26	64	294
	Dispepsia	17	34	19	6	24	3	22	93
Total enfermedades estomacales		146	682	126	162	163	29	86	387

Nota : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

En la tabla 10, se puede apreciar los datos de morbilidad de enero a junio del 2020 de los distritos aledaños a la zona de ejecución de la obra.

Los datos extraídos primero fueron uniformizados o estandarizados a sus valores promedios mensuales, esto en razón a que los datos del 2018 y 2019 estaban completos en sus doce meses del año, no así con los datos del 2020 que solo reportaban hasta el mes de junio, en tal razón se optó por tomar los datos de morbilidad promedio mensual.

A fin de obtener los datos promedios mensuales, se tomó como referencia los datos de población de los ocho distritos que reporta el INEI (Anexo 5) y se obtuvo valores promedios mensual por año, los cuales se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11***Indicadores de morbilidad mensual – Zona de influencia*

<b>ENFERMEDADES</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
RINOFARINGITIS AGUDA	13.41	8.42	4.77
FARINGITIS AGUDA	22.59	12.64	6.93
AMIGDALITIS AGUDA	7.41	4.25	2.73
OTRAS INFECCIONES DE VÍAS RESPIRATORIAS	6.41	3.70	1.85
GASTRITIS Y COLITIS	9.11	5.57	3.81
DISPEPSIA	0.76	0.55	0.53
<b>Total morbilidad mensual</b>	<b>59.68</b>	<b>35.13</b>	<b>20.62</b>
<b>Total promedio morbilidad mensual</b>	<b>9.95</b>	<b>5.86</b>	<b>3.44</b>

Nota: : Elaborado tomando como base <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Una vez estandarizado los datos en unidades equivalentes, fueron sometidos a un análisis estadístico mediante el software Statistical Package for the Social Sciences en su versión 25 (SPSS25), primero descriptivo de donde se obtuvo los promedios por grupos de morbilidades según las dimensiones definidas en la presenta investigación y luego su decremento anual.

Para el análisis inferencial, debido a que se tomaron tres medidas, se optó por aplicar estadígrafos de comparación, para tal fin se utilizó Kruskal-Wallis, esto porque estaban en escala de razón, los datos a comparar eran solo tres, uno por año y de los descriptivos mostraban asimetría negativa, por lo que se asumió comportamiento no paramétrico.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Análisis descriptivo

Como se puede apreciar en la tabla 12, los indicadores de morbilidad mensual en la zona de influencia de la obra del 2018 al 2020 han ido decreciendo en forma sostenida, siendo el total de la morbilidad promedio mensual en el 2018 de 59.68 y 20.62 en el 2020, representando una disminución del 65.45 % en el 2020 con respecto al 2018

**Tabla 12**

*Indicadores de morbilidad mensual – Zona de influencia*

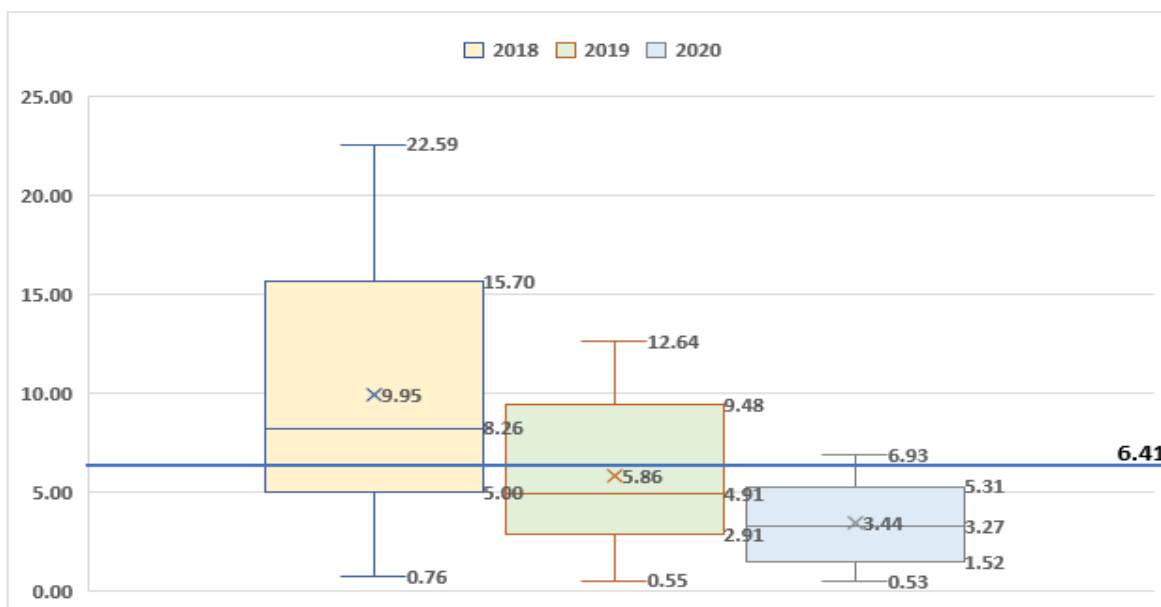
ENFERMEDADES	2018	2019	2020	%
RINOFARINGITIS AGUDA	13.41	8.42	4.77	64.44%
FARINGITIS AGUDA	22.59	12.64	6.93	69.32%
AMIGDALITIS AGUDA	7.41	4.25	2.73	63.12%
OTRAS INFECCIONES DE VÍAS RESPIRATORIAS	6.41	3.70	1.85	71.16%
GASTRITIS Y COLITIS	9.11	5.57	3.81	58.13%
DISPEPSIA	0.76	0.55	0.53	29.93%
Total morbilidad mensual	59.68	35.13	20.62	65.45%
Total promedio morbilidad mensual	9.95	5.86	3.44	65.45%

Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Asimismo, se puede apreciar que el promedio mensual de las morbilidades va decreciendo, el promedio más alto se aprecia en el 2018 con 9.95 y el promedio más bajo en el 2020 con 3.44, representando una disminución del índice del 65.45% en el 2020 con respecto al 2018, lo que evidencia el cumplimiento de la hipótesis del investigador.

**Figura 40**

*Test de Medianas de morbilidad mensual zona de influencia*



De la figura 40, diagrama de cajas y bigotes muestra una clara disminución de los valores absolutos de las medianas mensual de la morbilidad en la zona de influencia del 2018 al 2020, se puede apreciar una clara disminución de los límites superiores año a año, así como un acercamiento al cero del límite inferior de los indicadores.

En la tabla 13, se aprecia los indicadores de morbilidad mensual por enfermedades respiratorias en la zona de influencia de la obra del 2018 al 2020, los cuales han ido decreciendo en forma sostenida, siendo el total de la morbilidad promedio mensual por enfermedades respiratorias en el 2018 de 49.81 y 16.28 en el 2020, representando una disminución del 67.32 % en el 2020 con respecto al 2018;

**Tabla 13***Indicadores de morbilidad mensual por enfermedades respiratorias - zona de influencia*

<b>ENFERMEDADES</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>%</b>
RINOFARINGITIS AGUDA	13.41	8.42	4.77	64.44%
FARINGITIS AGUDA	22.59	12.64	6.93	69.32%
AMIGDALITIS AGUDA	7.41	4.25	2.73	63.12%
OTRAS INFECCIONES DE VÍAS RESPIRATORIAS	6.41	3.7	1.85	71.16%
Total morbilidad mensual	49.81	29.01	16.28	67.32%
Total promedio morbilidad mensual	12.45	7.25	4.07	67.32%

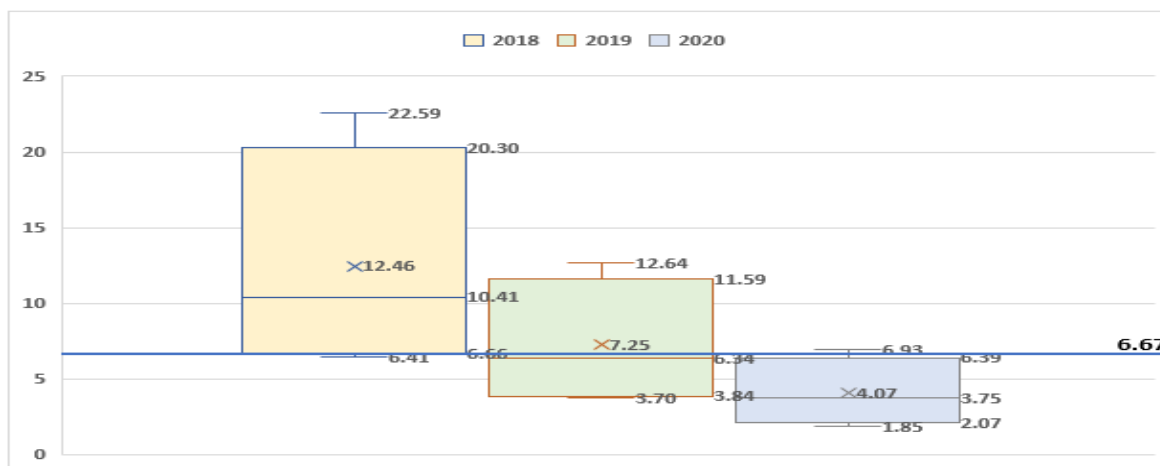
Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Asimismo, se puede apreciar que el promedio mensual de las morbilidades por enfermedades respiratorias va decreciendo, el promedio más alto se aprecia en el 2018 con 12.45 y el promedio más bajo en el 2020 con 4.07, representando una disminución del índice del 67.32%, lo que evidencia el cumplimiento de la hipótesis del investigador.

En la figura 41, diagrama de cajas y bigotes muestra una clara disminución de los valores absolutos de las medianas de la morbilidad mensual por enfermedades respiratorias en la zona de influencia del 2018 al 2020, se puede apreciar también una clara disminución tanto de los límites superior e inferior año a año.

**Figura 41**

*Test de Medianas de morbilidad mensual por enfermedades respiratorias zona de influencia*



De la tabla 14, los indicadores de morbilidad mensual promedio por enfermedades estomacales en la zona de influencia de la obra del 2018 al 2020 muestran una disminución sostenida, siendo el total de la morbilidad promedio mensual por enfermedades estomacales en el 2018 de 9.86 y 4.34 en el 2020, representando una disminución del 55.98 % en el 2020 con respecto al 2018.

**Tabla 14**

*Indicadores de morbilidad mensual promedio por enfermedades estomacales - zona de influencia*

ENFERMEDADES	2018	2019	2020	%
GASTRITIS Y COLITIS	9.11	5.57	3.81	58.13%
DISPEPSIA	0.76	0.55	0.53	29.93%
Total morbilidad mensual	9.86	6.12	4.34	55.98%
Total promedio morbilidad mensual	4.93	3.06	2.17	55.98%

Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

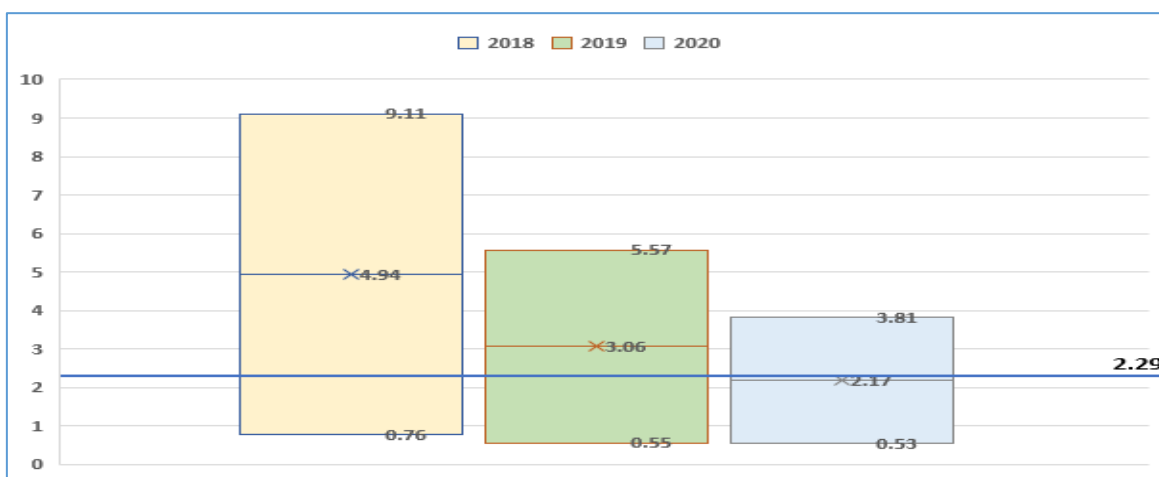
De la misma tabla 14, se puede apreciar que el promedio mensual de las morbilidades por enfermedades estomacales va decreciendo, el promedio más alto se aprecia en el 2018

con 4.93 y el promedio más bajo en el 2020 con 2.17, representando una disminución del índice del 55.98%, lo que evidencia el cumplimiento de la hipótesis del investigador.

De la figura 42, diagrama de cajas y bigotes muestra una clara disminución de los valores absolutos de las medianas de la morbilidad mensual por enfermedades estomacales en la zona de influencia del 2018 al 2020, se puede apreciar también una clara disminución de los límites superior año a año

**Figura 42**

*Test de Medianas de morbilidad mensual por enfermedades estomacales - zona de influencia*



## 4.2. Análisis inferencial

Dado que se tiene los datos de morbilidad promedio mensual de la zona de influencia de los años del 2018; 2019 y 2020, se procedió mediante un análisis de comparación de medianas de los periodos analizados; para tal fin y en vista de que los datos de cada grupo analizado son numéricos y en cantidad considerada como una muestra muy pequeña, no se puede evidenciar significativamente los supuestos de normalidad, es por lo que se utilizó el estadígrafo de Kruskal-Wallis para el contraste estadístico; al respecto Pedraza et al. (2021) sugieren el uso de estadígrafos no paramétricos cuando las muestras contienen menos de 20 datos y los supuestos de normalidad no son posibles de validar significativamente, o no se

conoce la distribución de la serie de datos; lo cual coincide con Burbano & Pijal (2021) quienes señalan que los estadígrafos no paramétricos pueden ser aplicados cuando las variables son numéricas y no hay evidencia de que se cumpla los criterios de normalidad.

A fin de contrastar las hipótesis, procedemos a la definición de estas, iniciando por las hipótesis específicas y luego la hipótesis general

### **Contrastación de la primera Hipótesis Específica:**

Dado que la primera Hipótesis Específica ha quedado definida como:

$H_i$ : El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Ayón-Ambo.

Las hipótesis estadísticas para contraste quedan definidas como:

$$H_1: \text{Med}_i \neq \text{Med}_j \text{ al menos para un par } (i;j)$$

$$H_0: \text{Med}_1 = \text{Med}_2 = \text{Med}_3$$

Se desea determinar si las cifras promedias mensuales de morbilidad por enfermedades respiratorias reflejadas en la zona de influencia de la obra no han sufrido variación, para lo cual se trabajaron con los datos a continuación

**Tabla 15**

*Morbilidad promedio mensual de enfermedades respiratorias en zona de influencia*

ENFERMEDADES	2018	2019	2020
RINOFARINGITIS AGUDA	13.41	8.42	4.77
FARINGITIS AGUDA	22.59	12.64	6.93

<b>AMIGDALITIS AGUDA</b>	7.41	4.25	2.73
<b>OTRAS INFECCIONES DE VÍAS RESPIRATORIAS</b>	6.41	3.70	1.85

Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Los datos de la tabla 15, anterior son ingresados al software SPSS 25, y analizados a través de estadígrafos no paramétricos, específicamente en K muestras independientes, se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 16**

*Test de Rangos de Kruskal Wallis para morbilidad de enfermedades respiratorias*

	<b>Años</b>	<b>N</b>	<b>Mean Rank</b>
Respiratorias	2018	4	9.25
	2019	4	6.50
	2020	4	3.75
	Total	12	

De la tabla 16, test de rangos de Kruskal-Wallis para morbilidad de enfermedades respiratorias, se puede apreciar que se han analizado 12 datos de morbilidad respecto a enfermedades respiratorias, cuatro datos en cada año, siendo que la mediana de morbilidad mensual más alta se presentó en el año 2018 con 9.25 y la mediana mensual de morbilidad más baja en el año 2020 con 3.75 siendo la mediana mensual en el año 2019 de 6.50, siendo las medianas de cada año diferentes se concluye que hay evidencia estadística de que el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta reduciendo los niveles de morbilidad de las enfermedades respiratorias en los pobladores de la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyòn-Ambo.

**Contrastación de la segunda Hipótesis Específica:**

Dado que la segunda Hipótesis Específica ha quedado definida como:

$H_i$ : El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyòn-Ambo.

Las hipótesis estadísticas para contraste quedan definidas como:

$H_1$ :  $Med_i \neq Med_j$  al menos para un par (i;j)

$H_0$ :  $Med_1 = Med_2 = Med_3$

Se desea determinar si las cifras promedias mensuales de morbilidad por enfermedades estomacales reflejadas en la zona de influencia de la obra no han sufrido variación, para lo cual se trabajaron con los datos a continuación

### Tabla 17

*Morbilidad promedio mensual de enfermedades estomacales en zona de influencia*

ENFERMEDADES	2018	2019	2020
GASTRITIS Y COLITIS	9.11	5.57	3.81
DISPEPSIA	0.76	0.55	0.53

Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Los datos de la tabla 17 anterior son ingresados al software SPSS 25, y analizados a través de estadígrafos no paramétricos, específicamente en K muestras independientes, se obtiene los siguientes resultados:

### Tabla 18

*Test de Rangos de Kruskal Wallis para morbilidad por enfermedades estomacales*

Años	N	Mean Rank
Estomacales 2018	2	4.50

2019	2	3.50
2020	2	2.50
Total	6	

De la tabla 18, test de rangos de Kruskal-Wallis se puede apreciar que se han analizado 6 datos de morbilidad respecto a enfermedades estomacales, dos datos en cada año, siendo que la mediana de morbilidad mensual más alta se presentó en el año 2018 con 4.50 y la mediana mensual de morbilidad más baja en el año 2020 con 2.50 siendo la mediana mensual en el año 2019 con 3.50, siendo las medianas de cada año diferentes, concluyendo que hay evidencia estadística de que el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta reduciendo los niveles de morbilidad en las enfermedades estomacales de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyòn-Ambo.

### **Contrastación de la Hipótesis General**

Dado que la Hipótesis general ha quedado definida como:

$H_i$ : El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de las personas que habitan en la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyòn-Ambo.

Las hipótesis estadísticas para contraste quedan definidas como:

$$H_{1j}: \text{Med}_i \neq \text{Med}_j \text{ al menos para un par } (i;j)$$

$$H_0: \text{Med}_1 = \text{Med}_2 = \text{Med}_3$$

Se desea determinar si las cifras promedias mensuales de morbilidad reflejadas en la zona de influencia de la obra no han sufrido variación, para lo cual se trabajaron con los datos a continuación

**Tabla 19***Morbilidad promedio mensual en zona de influencia*

ENFERMEDADES	2018	2019	2020
RINOFARINGITIS AGUDA	13.41	8.42	4.77
FARINGITIS AGUDA	22.59	12.64	6.93
AMIGDALITIS AGUDA	7.41	4.25	2.73
OTRAS INFECCIONES DE VÍAS			
RESPIRATORIAS	6.41	3.70	1.85
GASTRITIS Y COLITIS	9.11	5.57	3.81
DISPEPSIA	0.76	0.55	0.53

Nota: : <https://www.minsa.gob.pe/reunis/>

Los datos de la tabla 19, anterior son ingresados al software SPSS 25, y analizados a través de estadígrafos no paramétricos, específicamente en K muestras independientes, se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 20***Test de Rangos de Kruskal-Wallis para morbilidad*

	Años	N	Mean Rank
Morbilidad	2018	6	12.83
	2019	6	9.33
	2020	6	6.33
	Total	18	

De la tabla 20, test de rangos de Kruskal-Wallis para morbilidad, se puede apreciar que se han analizado 18 datos de morbilidad, seis datos en cada año, siendo que la mediana de morbilidad mensual más alta se presentó en el año 2018 con 12.83, y la mediana mensual de morbilidad más baja en el año 2020 con 6.33, y la del año 2019 de 9.33, siendo que las

medianas de cada año son diferentes se concluye que hay evidencia estadística de que el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta reduciendo los niveles de morbilidad en la salud de las personas que habitan en la zona de influencia de la Obra Carretera Oyòn-Ambo

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se resalta la importancia de la presente investigación en razón de que demuestra que la utilización responsable de las tecnologías puede controlar o en su defecto mitigar los excesos del hombre sobre la naturaleza, específicamente el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras civiles y su impacto directo en las personas y su salud, pues es conocido que la ejecución de obras civiles sin control y sin cumplimiento de las normativas vigentes son amplias generadoras de polución y desperdicios contaminantes.

Con respecto a la utilización de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de los pobladores de la zona de influencia, ha quedado demostrado del análisis descriptivo que efectivamente se presentó un impacto positivo sobre los niveles de morbilidad los cuales han mostrado una disminución en un 65.45% al 2020 con respecto al 2018 y de la prueba de la suma de rangos con el estadígrafo de Kruskal Wallis se evidencio diferencias en las medianas de cada año analizado por lo que se rechazó la hipótesis nula y acepto la hipótesis de investigación, con lo que queda evidenciado que el uso de las tecnologías disminuyó la morbilidad en la zona de influencia; Martínez (2014), en su artículo desarrollado en Nicaragua, proporciona elementos técnicos que permitan valorar los impactos ambientales provocados por la construcción de obras, esto a fin de predecir estados alternativos de recursos y ambiente. Menciona además que la coincidencia de voluntades de los diferentes actores, tanto por parte de la obra como por parte de los pobladores pueden lograr el cuidado de la naturaleza, claro mediante una construcción responsable y sostenible, y sobre todo satisfaciendo las necesidades actuales sin comprometer los recursos del futuro; Zolezzi (2017) ya mencionaba que la salud de las personas dependía de muchos factores como el entorno y su exposición el medio ambiente, ya que se expone a eventos que lo pueden afectar, tales como contaminación del aire, el humo la polución, sustancias químicas,

ruido, agua contaminada, entre otros; aseguraba Zolezzi (2017) que el 20% de las enfermedades son atribuibles a factores medioambientales. Asimismo, el uso de las tecnologías limpias en las obras civiles y la disminución de los índices de morbilidad ayudan al control del impacto sobre el medio ambiente y por ende también en el cuidado y control de los recursos de la zona, lo cual está previsto en las teorías sobre sostenibilidad de Zarta (2018), Brundtland, (1987) y Solow, (1993) entre otros.

Respecto al impacto en la morbilidad por enfermedades respiratorias de los pobladores de la zona de influencia, ha quedado evidenciado que los índices de morbilidad han disminuido en 67.32% al 2020 con respecto al 2018, y de la prueba de la suma de rangos efectuado con el estadígrafo de Kruskal Wallis quedó demostrado que las medianas de cada año difieren entre sí, lo cual confirma el rechazo de la hipótesis nula y se acepta la de investigación, lo que reafirma que el uso de tecnologías limpias en la ejecución de las obras civiles reduce los índices de morbilidad de las enfermedades respiratorias; Salas (2020) señala que entre los problemas más grandes que afectan la salud del hombre esta justamente aquellas morbilidades que se generan como consecuencia del proceso productivo de las empresas por el afán de generar rentabilidad, y que como consecuencia de la responsabilidad social se han replanteado el uso de tecnologías limpias a fin de reducir los impactos en la salud de las personas. Refuerza el concepto del cuidado del medio ambiente a través del uso de tecnologías limpias las teorías sobre sostenibilidad que refieren que aquellos procesos que desarrollan sus procesos con menos residuos son aquellos que afectan menos la salud de las personas. (Fajardo, 2011; Villagaray y Baustista, 2011).

Respecto a la disminución de la morbilidad por enfermedades estomacales en la zona de influencia como consecuencia del uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras civiles, ha quedado evidenciado del análisis descriptivo que los índices de morbilidad que la misma ha disminuido en el 2020 en 55.98% con respecto al 2018, asimismo, de la inferencia

estadística efectuada mediante la prueba de suma de rangos con Kruskal Wallis se demostró que las medianas de cada año difieren entre sí, por lo que se evidenció el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis de investigación, quedando demostrado que el uso de tecnologías limpias en la ejecución de las obras civiles en la zona de influencia disminuyen los índices de morbilidad en las enfermedades estomacales; al respecto Sandoval (2006) y Kemp & Volpi (2007) coinciden en que mediante el uso de tecnologías limpias se reducen las emisiones de contaminantes y no provocan otros contaminantes logrando un balance sustentable, y conservando las calidades ambientales, que son justamente los que efectúan un control sobre los elementos que inciden en las enfermedades de las personas expuestas al entorno contaminado. Es evidente que el uso de las tecnologías limpias es una muy buena estrategia que las empresas han adoptado para efectuar un control sobre los elementos contaminantes del medio ambiente, tanto así que los organismos reguladores de la actividad constructiva ha dictado medidas para su adopción obligatoria en la ejecución de obras civiles, tales como RM N°207-2016-MINAN, DS N°004-2017-MTC y DS N°008-2019-MTC; asimismo, de la Agenda 21 se resalta la importancia del uso de las tecnologías limpias pues protegen el ambiente dado que utilizan los recursos con mayor responsabilidad, y sus desechos son más manejables que las tecnologías tradicionales, y si bien es cierto que las tecnologías limpias son el desarrollo de sistemas complejos hay que reconocer que no solo se ocupan de la transferencia de tecnología, sino también del cuidado del medio ambiente y también del desarrollo de la calidad de vida de las personas.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó científicamente a través del análisis estadístico descriptivo e inferencial que en los ocho distritos estudiados presentaron una disminución de 67.32% al 2020 con respecto al 2018 en sus niveles de morbilidad respiratoria, esta disminución coincide con el uso de las tecnologías limpias en la ejecución de las obras civiles de la carretera Oyón-Ambo.
- Se determinó científicamente a través del análisis estadístico descriptivo e inferencial que en los ocho distritos estudiados presentaron una disminución de 55.98% al 2020 con respecto al 2018 en sus niveles de morbilidad estomacal, esta disminución coincide con el uso de las tecnologías limpias en la ejecución de las obras civiles de la carretera Oyón-Ambo.
- Se determinó científicamente a través del análisis estadístico descriptivo e inferencial que en los ocho distritos estudiados presentaron una disminución de 65.48% al 2020 con respecto al 2018 en sus niveles de morbilidad, esta disminución coincide con el uso de las tecnologías limpias en la ejecución de las obras civiles de la carretera Oyón-Ambo.

## VII. RECOMENDACIONES

Las empresas se deben percatar de la relevancia que se debe tener de la reducción en la generación de residuos contaminantes, que estos son los principales responsables de los niveles de morbilidad en la población, una buena estrategia para el control y reducción de la intervención del hombre en la naturaleza es a través del uso de tecnologías limpias.

Los procesos productivos en las grandes obras viales que traen progreso a las poblaciones deben ir de la mano con el cumplimiento de las normativas vigentes y del uso intensivo y obligatorio de tecnologías limpias, a fin de poder preservar los estándares de calidad de vida y disminuir los índices de morbilidad de los habitantes de las zonas de influencia, como ha quedado demostrado en la presente investigación.

Las empresas contratistas a cargo de la ejecución de las grandes obras viales deben procurar especial atención en los procesos productivos, hacerlos eficientes en el uso de sus equipos mediante la utilización de tecnologías limpias que permitan controlar la emisión de gases y la remoción de tierras ya que estos elementos contaminan el medio ambiente y son los principales causantes de enfermedades respiratorias.

Durante la ejecución de las grandes obras se debe tener especial cuidado mediante la utilización de tecnologías limpias a fin de evitar el vertimiento de elementos contaminantes que puedan afectar los niveles permisibles de calidad en las vías de agua y también en los campos de cultivo, pues estos proveen de agua y productos agrícolas que sirven en la alimentación de los pobladores y la variación de sus estándares normales pueden afectar y aumentar los niveles de morbilidad en las enfermedades estomacales.

## VIII. REFERENCIAS

- Berlanga, V. y Rubio, M. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), 101-113.  
<http://www.ub.edu/ice/reire.htm>
- Bozeman, B. (2000) Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy* 29(4-5), 627-655.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000931>
- Brundtland, G. H. (1987). What is sustainable development. *Our common future*, 8(9).  
[http://www.rheamobile.com/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/554927/Sustainability-Plan-2013-2017.pdf](http://www.rheamobile.com/__data/assets/pdf_file/0005/554927/Sustainability-Plan-2013-2017.pdf)
- Burbano, M. J. P., & Pijal, D. C. B. (2021). Importancia de la bioestadística en odontología: estadística aplicada a la investigación prueba de Kruskal-Wallis. *Universidad y Sociedad*, 13(S3), 275-282. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2478>
- Bustos, C. y Chacón, G. (2000). El desarrollo sostenible y la agenda 21. *Telos*, 11(2), 164-181. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99312517003.pdf>
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Editorial Mundi Prensa.
- Constitución Política del Perú [Const] Art. 22, 29 de diciembre de 1993 (Perú).
- Decreto Supremo N° 004-2017-MTC. Aprueban reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transporte, (17 de febrero de 2017). Normas Legales N° 13972. Diario Oficial El Peruano,

Decreto Supremo N° 008-2019-MTC. Modificatoria del Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes, (9 de marzo del 2019). Normas Legales N° 14860. Diario Oficial El Peruano.

Du, K. y Li, J. (2019). Towards a green world: How do green technology innovations affect total-factor carbon productivity. *Energy Policy*, 131, 240-250. [https://doi:10.1016/j.enpol.2019.04.033](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.04.033)

Espinoza, G. (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Banco Interamericano De Desarrollo–Bid. Centro De Estudios Para El Desarrollo–Ced Santiago–Chile.  
<https://www.ucipfg.com/biblioteca/files/original/0e88d5d92cb6a830696a05a868f1daf9.pdf>

Fajardo, H. (2017). La producción más limpia como estrategia ambiental en el marco del desarrollo sostenible. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 4(8), 47-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7894474>

García, F. & Cruz, I. (2009). Variabilidad de la precipitación pluvial en la región Pacífico Norte de México. *Agrociencia*, 43(1), 1-9.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952009000100001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000100001&lng=es&tlng=es).

García, M. (2016). *Estudio de los resultados en obra y a largo plazo de la utilización de materiales reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) en firmes de carreteras y urbanizaciones*. (Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla).  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40338/tesis%20maria%20del%20lirio%20garcia%20garrido%20protegido.pdf?sequence=2>

- Goodland, R., & Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological modelling*, 38(1-2), 19-46.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304380087900433>
- Guhl, E., Herrera, M. y Arciniegas, M. (2000). Tecnologías limpias en obras viales. *Quinaxi Instituto para el Desarrollo sostenible*. Santa Fe de Bogotá.
- Heng, X. & Zou, C. (2010). How can green technology be possible. *Asian Social Science*, 6(5), 110.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.675.2745&rep=rep1&type=pdf>
- Hottenrott, H., Rexhäuser, S. y Veugelers, R. (2016). Organisational change and the productivity effects of green technology adoption. *Resource and Energy Economics*, 43, 172-194. [https://doi: 10.1016/j.reseneeco.2016.01.004](https://doi:10.1016/j.reseneeco.2016.01.004)
- ICLEI, A. (1994). Charter of European cities and towns towards sustainability. The Aalborg charter. *ICLEI European Secretariat, Friburgo*.
- Jurado, S. (2017). *Estadística inferencial – Manual auto formativo*. Universidad Continental.
- Kemp, R. & Volpi, M. (2007). The diffusion of clean technologies: a review with suggestions for future diffusion analysis. *Journal of Cleaner Production*, 16(1), S14-S21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965260700203X>
- Ley N° 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, (23 de abril de 2001). Normas Legales N° 201755. Diario Oficial El Peruano.

- Martínez, W. (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. *Negotium: revista de ciencias gerenciales*, 10(29), 5-21.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7211213>
- Ministerio de Salud. (5 de octubre del 2020). *Repositorio Único Nacional de Información en Salud. Morbilidad General a Nivel Nacional*.
- Pedraza, M., Alcala, C., Castillao, S. y Treviño, J. (2021), Criterio de validación de normalidad en muestras pequeñas; pruebas paramétricas o no paramétricas. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 7(1),  
<https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2022/02/42-2021.pdf>
- Resolución Directoral N° 068-2005-MTC. Manual de Gestión Socio Ambiental para Proyectos Viales Departamentales (22 de noviembre de 2005).  
<https://portal.mtc.gob.pe/transportes/socioambientales/2005.html>
- Resolución Ministerial N° 207-2016-MINAN, Aprueban disposiciones para la Clasificación anticipada de proyectos de inversión. (28 de julio del 2016). Normas Legales N° 13752. Diario Oficial El Peruano.
- Salas, H. (2020). Tecnologías limpias como de ventaja competitiva empresarial. *ACADEMO*, Asunción, 7(1), 97-104.  
<https://revistacientifica.uamericana.edu.py/index.php/academo/article/view/307>
- Sandoval, A. (2006). *Manual de Tecnologías Limpias en PyMEs del Sector Residuos Sólidos*. Organización de Estados Americanos.

- Sanz, J. (1992). *Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Instituto Tecnológico y Geo minero de España. Evaluación y corrección de impactos ambientales.* (p. 302). Instituto Tecnológico y Geo minero de España.
- Segerson, K., & Tietenberg, T. (1992). The structure of penalties in environmental enforcement: an economic analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 23(2), 179-200.  
<https://www.sfu.ca/~wainwrig/Econ400/documents/segerson-tietenberg92-penalties.pdf>
- Solow, R. (1993). An almost practical step towards sustainability. *Resources Policy* 19,3, 162-172. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315060736-3/almost-practical-step-toward-sustainability-robert-solow>
- Villagaray, S. M., y Bautista, E. (2011). Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú. *Acta Nova*, 5(2), 289-311.  
<http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v5n2/v5n2a07.pdf>
- Wichaisri, S., y Sopadang, A. (2018). Trends and future directions in sustainable development. *Sustainable Development*, 26(1), 1-17. <https://doi: 10.1002/sd.1687>
- Zarta, P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad; Un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Raza* (28), 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Zolezzi, A. (2017), Salud y medioambiente en el Perú actual. *Acta Médica Perú*. 2017, 34(2), 79-81. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172017000200001](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172017000200001)

## IX. ANEXOS

### Anexo A: Matriz de consistencia

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿En que medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de los pobladores de la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020?	Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de los pobladores de la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020	El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en la salud de los pobladores de la zona de influencia, caso Obra Carretera Oyón–Ambo, 2020
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>
¿En que medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de los pobladores de la zona de influencia?	Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de los pobladores de la zona de influencia.	El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades respiratorias de los pobladores de la zona de influencia.
¿En que medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de los pobladores de la zona de influencia?	Determinar en qué medida el uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de los pobladores de la zona de influencia.	El uso de tecnologías limpias en la ejecución de obras viales impacta en las enfermedades estomacales de los pobladores de la zona de influencia.

## Anexo B: Ficha de recolección de datos

Grupo de enfermedades	Enfermedades	Distritos							
		Oyon	Yanahuanca	Tapuc	Paucar	Chacayan	San Francisco	Huacar	Ambo
Enfermedades Respiratorias	Rinofaringitis aguda								
	faringitis aguda								
	Amigdalitis aguda								
	Otras Infecciones respiratorias								
	<b>Total enfermedades respiratorias</b>								
Enfermedades Estomacales	Gastritis y colitis								
	Dispepsia								
<b>Total, enfermedades estomacales</b>									

## Anexo C: Matriz de Operacionalización de la variable Impacto en la salud

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
IMPACTO EN SALUD	Se refiere al efecto que la intervención humana genera sobre la salud. (Zolezzi, 2017)	Se establece a través de la medición de enfermedades, respiratorias, estomacales.	Enfermedades Respiratorias	$IER = (E/PT) \times 1000$ <b>IER: Índice enfer. respiratorias</b> <b>E : Enfermos</b> <b>PT : Población total</b>	RAZÓN
			Enfermedades Estomacales	$IEE = (E/PT) \times 1000$ <b>IEE: Índice enfer. estomacales</b> <b>E : Enfermos</b> <b>PT : Población total</b>	

## Anexo D: Población de las provincias de Oyón, Daniel Alcides Carrión y Ambo

Región	Provincia	Población
Lima	OYÓN	17,424
Pasco	Daniel Alcides Carrión	36,124
Huánuco	Ambo	63,739
	<b>Total</b>	<b>117,287</b>

Nota: INEI (2020)

## Anexo E: Población de los distritos de la Zona de Influencia aledaña a la Obra Oyón-Ambo

<b>Dis</b>		
OYON		15,387
YANAHUANCA		13,289
TAPUC		4,482
PAUCAR		1,847
CHACAYAN		4,416
SAN FRANCISCO DE MOSCA		3,419
HUACAR		7,853
AMBO		17,614
<b>Total habitantes</b>		<b>68,307</b>

Nota: : INEI (2020)

<b>trito</b>	<b>Población</b>
--------------	------------------