



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL A
NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS TRAMOS PE-34 L – EMP. PU-110,
DISTRITO DE COJATA, PROVINCIA DE HUANCANÉ,
DEPARTAMENTO DE PUNO, 2020**

**PRESENTADO POR
EGRESADO ABELARDO ASTETE TEBES**

ASESOR:

MGR. EVER WALTER CLAROS CALLO

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

MOQUEGUA– PERÚ

2024



Universidad José Carlos Mariátegui

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, certifica que el trabajo de investigación (x) / Tesis () / Trabajo de suficiencia profesional () / Trabajo académico (), titulado **“ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS TRAMOS PE-34 L – EMP. PU-110, DISTRITO DE COJATA, PROVINCIA DE HUANCANÉ, DEPARTAMENTO DE PUNO, 2020”** presentado por el(la) egresado(a) **ASTETE TEBES, ABELARDO** para obtener el grado académico (x) o Título profesional () o Título de segunda especialidad () de: **BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**, y asesorado por el(la) **MGR. EVER WALTER CLAROS CALLO**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DE DECANATURA N°434-2023-DFAIA-UJCM, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

En tal sentido, se emite el presente certificado de originalidad, de acuerdo al siguiente detalle:

Programa académico	Aspirante(s)	Trabajo de investigación	Porcentaje de similitud
Ingeniería Civil	Astete Tebes, Abelardo	“ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL A NIVEL DE AFIRMADO ENTRE LOS TRAMOS PE-34 L – EMP. PU-110, DISTRITO DE COJATA, PROVINCIA DE HUANCANÉ, DEPARTAMENTO DE PUNO, 2020”	28 % (08 de noviembre de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **28 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

Se emite el presente certificado de similitud con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención de grado académico o título profesional o título de segunda especialidad.

Moquegua, 08 de noviembre de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI
FACULTAD DE CIENCIAS

Dr. JUAN UBALDO JIMENEZ CASTILLA
Jefe de la Unidad de Investigación

ÍNDICE

Página de Jurado	i
Certificado de Originalidad	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice	v
Contenido de Tablas	Viii
Contenido de Figuras.....	Ix
Resumen	x
Abstract.....	Xi
Introducción.....	Xii

CAPÍTULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad del problema	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problema Específico.....	2
1.3. Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivos General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.1.1 Ámbito Internacional.....	3

2.1.2	Ámbito Nacional.....	4
2.1.3	Ámbito Local.....	9
2.2.	Bases teóricas	11
2.3.	Definición de términos	19

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1.	Tipo de investigación: Aplicada.....	22
3.2.	Diseño de investigación: Descriptiva.....	22
3.3.	Zona de estudio.....	22
3.4.	Instrumentos tecnológicos para recolección de datos.....	23
3.5.	Nivel topográfico.....	24
3.6.	GPS (Sistema de Posicionamiento Global).....	24

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1.	Presentación de resultados	26
4.1.1.	Ubicación del proyecto.....	26
4.1.2.	Descripción del proyecto	26
4.1.3.	Clima	27
4.1.4.	Desarrollo de labores en topografía.....	28
4.1.5.	Geología	29
4.1.6.	Señalización durante los trabajos	31
4.1.7.	Suelos	31
4.1.8.	Descripción del material afirmado.....	33
4.1.9.	Diseño de pavimento	33

4.1.10. Discusión de resultados	34
4.2.1. Resultados de los ensayos en canteras.....	35
4.2.1.1 Cantera N° 01 rio seco Análisis granulométrico	35
4.2.1.2. Cantera N° 02 Pucara Análisis granulométrico.....	40
4.2.1.3. Cantera N° 03 Kantati ururi - Análisis granulométrico.....	45
4.2.2. Análisis de datos e interpretación de resultados de las condiciones	50
4.2.2.1. Físicas de canteras.	50

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación geográfica	23
Tabla 2. Accesibilidad distancias y tiempo de recorrido al punto de inicio del tramo	23
Tabla 3. Accesibilidad distancias y tiempo de recorrido al punto de inicio del tramo	34
Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado cantera rio seco.	35
Tabla 5. Límites de consistencia en cantera rio seco	36
Tabla 6. Proctor modificado en cantera rio seco.....	37
Tabla 7. Análisis granulométrico por tamizado cantera pucara.....	40
Tabla 8. Límites de consistencia en cantera pucara	41
Tabla 9. Proctor modificado en cantera pucara.....	42
Tabla 10. Análisis granulométrico por tamizado cantera kantati ururi	45
Tabla 11. Límite de consistencia cantera kantati ururi.	46
Tabla 12. Proctor modificado cantera kantati ururi.	47
Tabla 13. Pruebas de densidad de campo Tramo N°01	53
Tabla 14. Pruebas de densidad de campo Tramo N°02	54
Tabla 15. Pruebas de densidad de campo Tramo III.....	55

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Espesor de Reposición.....	34
Figura 2. Representación de análisis granulométrico por tamizado cantera rio seco	36
Figura 3. Límites de consistencia en cantera rio seco.....	37
Figura 4. Proctor modificado en cantera rio seco.	38
Figura 5. Gráfico de C.B.R. en cantera rio seco	39
Figura 6. Grafica Tamaño de las mallas U.S Standard	40
Figura 7. Límites de consistencia en cantera pucara.....	41
Figura 8. Proctor modificado en cantera pucara – contenido de humedad	43
Figura 9. Gráfico de C.B.R. en cantera pucara	44
Figura 10. Análisis granulométrico por tamizado cantera kantati ururi.....	45
Figura 11. Límite de consistencia cantera kantati ururi.	47
Figura 12. Proctor modificado cantera kantati ururi.	48
Figura 13. Gráfico de C.B.R. cantera kantati ururi.	48

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo analizar el nivel de afirmado y proponer mejoras para la red vial departamental en el distrito de Cojata. Para lograr esto, se empleó un enfoque cuantitativo que siguió un proceso secuencial y probatorio riguroso. La metodología utilizada incluyó el uso de instrumentos tecnológicos como la estación total, el nivel topográfico y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para recolectar información precisa de la topografía, las pendientes y las curvas de la carretera, lo cual fue fundamental para el planeamiento y ejecución de actividades de mantenimiento. También, se realizaron pruebas de campo y análisis granulométricos en la cantera para evaluar el estado de condiciones físicas y calidad del suelo, cumpliendo con las normas establecidas por ASTM. Los resultados obtenidos proporcionaron información necesaria para tomar decisiones en relación con el mejoramiento de la infraestructura vial, permitiendo identificar áreas de mejora y proponer soluciones adecuadas. En conclusión, este estudio contribuyó al desarrollo de una red vial más segura, eficiente y adecuada para las necesidades de la población beneficiaria.

Palabra clave: Afirmado, canteras, densidad de campo, infraestructura vial, instrumentos tecnológicos.

ABSTRACT

The research aimed to analyze the current state and propose improvements for the departmental road network in the Cojata district. To achieve this, a quantitative approach was employed, following a rigorous sequential and evidentiary process. The methodology used included the use of technological instruments such as the total station, the topographic level, and the Global Positioning System (GPS) to gather precise information about the topography, slopes, and curves of the road, which was essential for the planning and execution of maintenance activities. Field tests and granulometric analysis were also conducted at the quarry to assess the physical conditions and soil quality, in compliance with the standards established by ASTM. The obtained results provided necessary information for making decisions regarding the improvement of the road infrastructure, allowing for the identification of areas for improvement and proposing suitable solutions. In conclusion, this study contributed to the development of a safer, more efficient, and suitable road network that meets the needs of the beneficiary population.

Keywords: Pavement, quarries, field density, road infrastructure, technological instruments.

INTRODUCCIÓN

La brecha en el sector transportes a nivel de nuestro país es muy elevado por cubrir, las vías que se encuentran las provincias mayormente son afirmadas, trochas carrozables o caminos vecinales usados como vía para el recorrido de vehículos, por eso muchos pueblos cuentan con un servicio de transporte deficiente, ya que muchos de ellos no cuentan con las condiciones mínimas que exigen las normas.

El proyecto constituye un componente crucial para desarrollo y conectividad en la región. El análisis se enfoca en la evaluación del mantenimiento de dicha carretera, particularmente en lo que respecta al afirmado. Considerando factores como el estado actual de la carretera, tráfico de vehículos, condiciones climáticas, y la sostenibilidad en las prácticas de mantenimiento, buscamos comprender la efectividad de las intervenciones pasadas, identificar desafíos actuales y proponer estrategias sostenibles para garantizar una red vial segura y eficiente a largo plazo. En este contexto, la colaboración entre autoridades nacionales, regional, locales, y participación ciudadana que habita en el lugar.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad del problema

El proyecto presenta una serie de desafíos que impactan negativamente en su funcionamiento y durabilidad. En primer lugar, el estado actual de la carretera muestra de un afirmado superficial deteriorado, con la presencia de baches y hundimientos que comprometen la seguridad vial. El tráfico vehicular, especialmente el paso de vehículos pesados agrava estos problemas, contribuyendo al desgaste acelerado en la superficie de la vía. Las condiciones climáticas adversas, como las lluvias intensas, nevada, granizada que se presenta por la altitud de la zona, también han generado erosión y deslizamientos de tierra, exacerbando la fragilidad de la infraestructura vial. A pesar de posibles intervenciones de mantenimiento previas, es esencial abordar estas deficiencias de manera integral, considerando la necesidad de implementar prácticas sostenibles que garanticen la viabilidad a largo plazo de esta red vial crucial para la conectividad Regional. Este conjunto de problemas demanda una atención urgente y preservar adecuada funcionalidad en la infraestructura vial en la región.

A lo largo de toda la carretera el mayor problema a controlar lo que es generado por el agua superficial y subsuperficial al discurrir sobre la plataforma de la carretera,

infiltrándose a través del afirmado causando reducción en la vida útil de la vía, además, Las quebradas observadas, que presentan cauces con direcciones determinados por precipitaciones pluviales con frecuencia.

1.2. Definición del problema

Las rutas departamentales son muy importantes para la conexión nacional, socioeconómica, comercial y turística, enlazando con los centros poblados y comunidades, además de Distritos de la Provincia de Huanané como: Desvio. Ubabamba – Desvio. Huarapata – Huancasaya – Kantati Ururi – Tarucani – Huallatiri – Huaranca (Provincia de Moho), Así como con la Provincia de Moho y el vecino país de Bolivia.

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el nivel de afirmado para el mejoramiento de la red vial departamental entre los tramos PE-34 l – EMP PU-110 distrito de Cojata, provincia de Huancané, departamento de Puno?

1.2.2 Problema Específico.

- ✓ ¿Cuál es la calidad del material de cantera para el afirmado de la red vial departamental entre los tramos PE-34 l – EMP PU -110?
- ✓ ¿Cuál es la densidad de campo para el afirmado de la red vial departamental entre los tramos PE-34 l – EMP PU -110?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivos General.

Analizar el nivel de afirmado para el mejoramiento de la red vial departamental entre los tramos PE-34 l – EMP - PU-110, distrito de Cojata, provincia de Huancané, departamento de Puno.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos se plantearon:

- ✓ Determinar la calidad del material de cantera para el afirmado de la red vial departamental entre los tramos PE-34 1 – EMP PU-110.
- ✓ Determinar la densidad de campo es favorable para el afirmado de la red vial departamental entre los tramos PE-34 1 – EMP PU-110.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. 1. Antecedentes de la investigación

En este capítulo, se respalda la presente investigación mediante la revisión de estudios previos sobre el tema. Para ello, se considerarán investigaciones publicadas en libros, tesis no publicadas, artículos científicos y ensayos académicos. Estas fuentes serán clasificadas en tres categorías: ámbito internacional, ámbito nacional y ámbito local, con el objetivo de abarcar diferentes perspectivas y enfoques relacionados con el tema en cuestión.

2.1.1 Ámbito Internacional.

Higuera (2008) indica que, de acuerdo con la revisión de investigaciones realizadas a nivel global, ha propuesto una metodología para la creación de diseños de pavimentos en los cuales la capa superior, conocida como capa de rodadura esté compuesta completamente con material de afirmado. El término "afirmado" se refiere a una capa de material granular diseñada específicamente para resistir las cargas generadas por el tráfico vehicular.

Rioja (2015) indica en la actualidad, existen cientos de millares de kilómetros de carreteras declaradas, varios se han asfaltado en la Amazonía. Debido a estas carreteras, se han instalado alrededor de 30 millones de personas en la región sur occidental de Brasil, además se han creado varias ciudades, se han eliminado unos 250 millones de hectáreas de selva para establecer actividades agropecuarias. Además, la carretera BR-364 que cruza Porto Velho (Rondonia) es la más conocida y también la parte más importante de la Interoceánica, dado que ese eje de vinculación entre Brasil y Perú.

Rozas & Figueroa (2006) indica los principales componentes que inciden en el funcionamiento de la actividad del transporte e integración de áreas territoriales. La eficacia de las operaciones y la conectividad efectiva, se destacan las siguientes variables; Funcional, que involucra modos de transporte, la interacción entre áreas y los recursos movilizados; segundo lugar el usuario, considerando a quienes utilizan las redes, incluyendo la densidad poblacional y los requerimientos de movilidad; tercero la cultura, enfocada en el acceso y educación tecnológica; cuarto la institucional, que abarca las instituciones, regulatorias de soberanía y uso de tecnologías disponibles y finalmente la intermodal, relacionada con la cooperación entre redes.

2.1.2 Ámbito Nacional.

Miranda et al. (2021) en la actualidad, el incremento del tráfico vehicular debido a la creciente demanda de transporte entre departamentos, provincias y distritos, así como el aumento de vehículos en circulación, tienen un impacto en la calidad y utilidad de las carreteras, lo que resulta en una falta de transitabilidad. Por esta

razón, el objetivo de la investigación fue proponer una solución técnica para mejorar la capacidad de la carretera central que va desde Casapalca hasta Pucará, con el fin de abordar la falta de transitabilidad y mejorar el acceso a la vía, cumpliendo con los requisitos establecidos en la norma MTC-DG 2018.

Por otro lado, Rincón et al. (2021) investigo sobre el proyecto de inversión en el tramo II de la carretera: Huancayo - Tarma - La Merced, Tramo; Onda - Huancayo; Santa Fe - Valdivia y Yanango - Puente Herreria, específicamente ubicado en Palca, provincia de Tarma, Junín. El área de estudio abarcó 1 km en la zona urbana de Palca, desde el Prog. Km 52+440 hasta el Km 53+100. El objetivo fue proponer soluciones para mejorar el estado deteriorado de la carretera, considerando el cumplimiento de costos y plazos establecidos. Las principales causas del deterioro incluyeron mecanismos de falla, filtraciones en tuberías poco profundas y el uso de suelo arcilloso como material de fundación. El estudio se enfocó en abordar estas problemáticas y funcionalidad de la carretera, tomando en cuenta aspectos técnicos, económicos y de tiempo.

Según Quispe (2017) planteo que para mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales y aprovechar los recursos potenciales, se ha llevado a cabo un diseño destinado a mejorar la carretera que conecta el caserío de Llacuabamba con el desvío hacia Tres Lagunas, en el distrito de Parcoy, provincia de Pataz, La Libertad. El objetivo principal de este diseño es mejorar la integración vial entre Llacuabamba y su principal atracción turística. Actualmente, la ruta presenta un alto grado de deterioro, siendo una carretera en estado de trocha con un ancho de vía estrecho, pendientes pronunciadas y curvas cerradas, carece de un sistema de

drenaje adecuado y suficientes obras de arte. El diseño propuesto contempla el ensanchamiento de la vía, la corrección de pendientes, la ampliación de radios de curvas y la implementación de un sistema de drenaje con cunetas y obras adicionales. Estas mejoras buscan proporcionar una ruta más segura y accesible, fomentando el desarrollo turístico y mejorando la conectividad vial en la zona.

Idrogo (2022) tiene como objetivo del estudio, evaluar las vías afirmadas y su relación con la satisfacción de los usuarios en la ruta Chota – Campamento, se aplicaron metodologías de relevamiento de fallas para proponer mejoras en la superficie de rodadura mediante el diseño del afirmado, considerando tres muestras en rutas de acceso al centro poblado Campamento, con longitudes de 6.00 km, 5.50 km y 3.10 km respectivamente, además se realizó el levantamiento topográfico, estudio de tráfico y se realizaron excavaciones de calicatas. Además, se aplicó la metodología de conservación vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), obteniendo como resultado una condición de transitabilidad regular. Los resultados de las encuestas mostraron que los usuarios se manifestaron moderadamente satisfechos con la ruta 1, mientras que hubo insatisfacción en las otras rutas. En conclusión, se determinó que las rutas 1 y 3 requieren 35 cm de material granular estandarizado para mejorar su estado de transitabilidad, estos hallazgos proporcionan información relevante para futuras mejoras en la infraestructura vial.

Idrogo (2022) se propone el mejoramiento vial del camino vecinal de Pacaipampa a Santa Rosa, considerando un tipo de vía trocha carrozable y un terreno accidentado tipo 3, a pesar de que la velocidad directriz recomendada es de

20 km/h, se deben abordar las condiciones actuales de la vía, como su sinuosidad, pendientes pronunciadas, falta de zonas de adelantamiento, presencia de zonas propensas a derrumbes y acceso ocasional de ganado. El objetivo es solucionar problemas socioeconómicos, de salud y bienestar social en las zonas rurales. Se proponen medidas como suavizar curvas, nivelar pendientes, construir zonas de adelantamiento estratégicas, realizar estudios geotécnicos, implementar técnicas de estabilización de taludes, drenaje adecuado, construcción de cercas y señalización para mejorar la seguridad y accesibilidad de la vía.

Guillén (2018) menciona que realizó la recopilación de datos para la mejora de la carretera en lo que respecta a su capa de rodadura en los segmentos previamente indicados. Para este fin, se ejecutaron dos acciones principales: un análisis inicial del estado de la carretera para diseñar la capa de rodadura adecuadamente, incluyendo el estudio de suelos de cinco pruebas calicatas, 01 por cada kilómetro y una evaluación de canteras para el afirmado, a partir de los resultados se determinó el espesor del pavimento, además se realizó diseños geométricos de la vía, se efectuó estudio hidrológico y de drenaje.

Pinedo (2018) propone un diseño que tiene como objetivo modernizar el tramo local de la vía Caserio Tupac Amaru de la Carretera Federico Basadre, ubicado en los distritos de Manantay y Calleria, en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali. El objetivo es mejorar la conectividad de los asentamientos vecinos al área principal. El estudio encontró suelos de baja calidad como arcilla inorgánica (IC) con plasticidad media y alta, arcilla limosa inorgánica (CL) con plasticidad baja y media, y limo y margas orgánicos (OL-ML) y material arcilloso (CL). muy orgánico.

Por lo tanto, se recomienda mejorar la subrasante en las áreas críticas con fin de garantizar una superficie de carretera sólida y resistente.

Gomez & Guillen (2021) de acuerdo con los resultados del Inventario de Condición Superficial de la capa de rodadura evidencio que los problemas más graves en las carreteras no pavimentadas de Cajamarca - Santa Bárbara, Cajamarca - Tres Molinos y Cajamarca Cumbe Mayo, los cuales dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan por estas vías. Aunque los baches son un factor importante, no se puede atribuir el deterioro de estas carreteras a una causa única, ya que existen múltiples factores involucrados, la falta de mantenimiento adecuado, el incumplimiento de especificaciones técnicas, errores constructivos y sistema de drenaje deficiente que no logra manejar adecuadamente las precipitaciones y los agentes climáticos. Es importante abordar estos problemas con todas sus dimensiones para contribuir con la calidad y seguridad de las carreteras no pavimentadas en la zona. Sin embargo, la respuesta convencional a esta cuestión implica llevar a cabo mantenimiento periódico, no es suficiente arreglar cuando se deteriora, sino es crucial analizar cómo se comportan los materiales y determinar el momento propicio para el mantenimiento, así evitando reparaciones y costos adicionales.

Atencia et al. (2021) es importante destacar que muchas carreteras de carácter nacional, interdepartamental e interprovincial no cuentan con pavimento. Un ejemplo de ello es la carretera que conecta dos localidades del distrito de Aparicio Pomares: Chupán y el centro poblado de Sacapampa, ubicado en la ruta de la carretera nacional Huánuco - La Unión. Lamentablemente, la situación actual

de esta carretera es de afirmado y se encuentra en un estado muy deteriorado. Esta situación se debe al tráfico constante, el paso de los años y las intensas precipitaciones que afectan todo el recorrido que une ambas localidades, por ello, es crucial tomar medidas que mejoren la infraestructura vial y garantice un transporte óptimo y eficiente en esta zona.

Ruiz (2023) concluye que se llevaron a cabo diversos controles de calidad en la obra, estos controles incluyeron el ensayo de CBR (Índice de Soporte California), la prueba de abrasión Los Ángeles y la prueba de densidad de campo. Estas pruebas se aplicaron a las nuevas canteras utilizadas en la obra, ya que son requisitos fundamentales para garantizar la calidad. Además, se realizó el monitoreo de la compactación del material, con un espesor de 0.20 m en toda la vía. Estos controles y mediciones contribuyen a asegurar una adecuada intervención en el mejoramiento de la transitabilidad vehicular en el tramo mencionado.

Montalvo (2018) concluye que el hecho de realizar el mantenimiento regular y periódica mantiene la vía en buen estado, lo que resulta en un ahorro significativo para los entes gestores, en comparación con aquellas vías abandonadas hasta requerir reconstrucción o rehabilitación, lo cual es mucho más costoso.

2.1.3 Ámbito Local.

Asencio (2022) el investigador tuvo como objetivo principal el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los afirmados para garantizar una vida útil prolongada de los pavimentos en carreteras ubicadas en áreas de gran altitud. Para lograr este objetivo, se empleó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño experimental de investigación aplicada con un nivel descriptivo-explicativo. Las

variables independientes consideradas fueron la cohesión, resistencia y combinación de estabilizadores, mientras que la variable dependiente fue la vida útil del afirmado. El estudio se llevó a cabo en el tramo Ichuña - Titire, y la muestra se seleccionó en la sección comprendida entre las progresivas Km 21+000 a Km 23+000. Para la recolección de datos, se utilizaron técnicas de experimentación y observación. Además, se emplearon las fichas de laboratorio, que permitieron medir parámetros como el Límite de Consistencia, Contenido de Humedad, Granulometría, Proctor y la Capacidad de Soporte (CBR). El enfoque de la investigación y el uso de técnicas y herramientas específicas permitieron evaluar y mejorar las propiedades del afirmado utilizado en la carretera estudiada, con el objetivo de garantizar una vida útil adecuada y optimizar el rendimiento de los pavimentos en áreas de alta altitud.

Vásquez (2015) durante el proceso de construcción de carreteras afirmadas, se identificaron un total de 256 impactos ambientales. Estos impactos surgieron en el proceso de construcción y su relación con el medio ambiente. Se dividieron los impactos en los 4 tramos analizados, teniendo en cuenta las características medioambientales de cada tramo, su ubicación y los requisitos del proceso constructivo, en el Tramo 1, Tramo 2, Tramo 3 y el Tramo 4, se tiene identificado más de 200 impactos. Aunque cada tramo es diferente, la mayoría de los impactos fueron similares, con fines metodológicos se subdividió en 13 impactos generales, es importante tener en cuenta estos impactos ambientales durante la planificación y ejecución de la construcción de carreteras afirmadas. Esto permitirá implementar medidas adecuadas de mitigación y manejo ambiental para minimizar los efectos negativos y promover una construcción más sostenible y respetuosa con el entorno.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Autopistas de Primera Clase

La clasificación de carreteras con Índice Medio Diario Anual (IMDA) concierne a la transitabilidad de más de seis mil vehículos por día, se establece un estándar para las vías de tránsito que implica la presencia de calzada divididas mediante un separador central menor a seis metros de ancho, cada una de estas calzadas debe estar provista de dos o más carriles con un ancho mínimo de 3.60 metros, refrendando un control sobre los ingresos y salidas, con ello, garantizando el tránsito vehicular sin intersecciones o pasos a nivel, particularmente en la ciudad donde es necesario la presencia de puentes peatonales (MTC Perú, 2018).

2.2.2. Autopistas de Segunda Clase

Se hace referencia a vías con un IMDA de tráfico cuyo volumen es de 4001 y 6000 vehículos por día, cuyas vías se distinguen por tener calzadas separadas por un espacio central, cuyo ancho varía entre 1 y 6 metros, cada calzada de estas vías debe poseer al menos 2 carriles, con un ancho mínimo de 3.60 metros y cuenta con control parcial en los puentes de acceso, permitiendo así, un flujo vehicular constante, es posible encontrar intersecciones a nivel y pasarelas para peatones en áreas urbanas, además, la superficie por donde transitan los vehículos en estas carreteras está pavimentadas (MTC Perú, 2018).

2.2.3. Carreteras de Primera Clase

Se hace referencia a vías con un IMDA de tráfico que está entre 4001 y 6000 vehículos por día, las rutas disponen de calzada con menos de dos carriles, se hace referencia a vías con un IMDA de tráfico que oscila entre 2 001 y 4 000 vehículos por día, cada uno con un ancho no menor a 3.60 metros, en áreas urbanas, es

aconsejable que dispongan de puentes para peatones o en su ausencia de elementos de señalización y promueva velocidad de circulación segura. Además, la superficie por las que se desplazan los vehículos en estas carreteras debe estar asfaltada (MTC Perú, 2018).

2.2.4. Carreteras de Segunda Clase

Estas vías presentan un IMDA de tráfico que está de 400 a 2 000 vehículos/día y cuentan con calzada compuesta de dos carriles, cada uno con dimensiones de 3.30 metros, es posible que incluyan cruces a nivel, sin embargo en las áreas urbanas se sugiere la instalación de pasos peatonales elevados y, como alternativa, la adopción de medidas de seguridad vial, para asegurar velocidades de circulación adecuadas y seguras, adicionalmente, es requisito que la superficie de estas carreteras este adecuadamente asfaltada (MTC Perú, 2018).

2.2.5. Carreteras de Tercera Clase

Estas vías se caracterizan por tener un IMDA de tráfico menor a 400 vehículos/ día y disponen de calzada con dos carriles de dimensiones de 3.00 metros, en casos excepcionales, es posible reducir el ancho a 2.50 metros, siempre y cuando se cuente con la justificación técnica adecuada, para su construcción y mantenimiento, las carreteras adoptan soluciones consideradas de bajo costo, que incluyen la utilización como estabilizadores de suelo, emulsión asfáltica, micro pavimentos o simplemente un tratamiento superficial granular, si la superficie es pavimentada, se deberán cumplir las dimensiones para vías secundarias (MTC Perú, 2018).

2.2.6. Trochas Carrozables

Se trata de caminos transitables que no cumplen con las características geométricas de una carretera y suelen tener un IMDA inferior a 200 vehículos por día. Estas

rutas deben tener una calzada con un ancho mínimo de 4.00 metros, y se construirán ensanches llamados plazoletas de cruce al menos cada 500 m. La superficie de rodadura es no pavimentada (MTC Perú, 2018).

2.2.7. Afirmados

Las carreteras comprenden revestimiento granular en capas superiores y en las superficies de rodaduras suelen ser vías de bajo flujo vehicular, con una carga acumulada hasta 300 000 ejes equivalentes por lapso de 10 años, generalmente, estas vías no pavimentadas se clasifican en:

- a) Carreteras de tierra formadas con suelo natural, mejorados con grava tamizada y materiales finos que actúan como aglutinantes.
- b) Carreteras de grava que cuentan con una capa de revestimiento compuesta por materiales pétreos naturales sin procesar, seleccionados manualmente o mediante zarandeo, con un tamaño máximo de 75 mm.
- c) Las carreteras afirmadas se componen de capa revestida, elaborada con materiales extraídos en cantera, cuya dosificación se realiza de forma natural o mediante procedimientos mecánicos como el zarandeo, siguiendo una mezcla específica con 03 tipos de materiales, los cuales son; piedra, arena y finos o arcilla, con una dimensión de 25 mm. Estas vías pueden considerarse de dos tipos; afirmadas con gravas naturales, y en según caso gravas que han sido homogenizadas a través de procesos de fraccionamiento en fragmentos.
- d) Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales, las cuales son los siguientes.
 - i. Las carreteras afirmadas implementan tratamientos en su superficie para controlar el polvo, utilizando diversos insumos como cloruros, aditivos,

productos asfálticos, cemento, cal u otros estabilizadores químicos (MTC Perú, 2018).

- ii. Se utilizan suelos naturales estabilizados mediante la aplicación de diferentes métodos, como la utilización de emulsión asfáltica, cemento, cal, cloruros, geosintéticos y otros aditivos que mejoran las propiedades del suelo.
- iii. Afirmado tipo 1: Corresponde a materiales granulares naturales o grava cribada, con índice de plasticidad hasta 9; En casos especiales, la plasticidad se puede aumentar a 12, previa explicación técnica y aprobación del gerente. El espesor de la capa debe estar de acuerdo con estas Directrices de diseño de carreteras de bajo tráfico. Se utilizará en vías de poco tránsito de tipo T0 y T1, con una capacidad prevista inferior a 50 vehículos/día (Huancoillo, 2017).
- iv. Afirmado tipo 2: Corresponde a material granular natural o grava seleccionada mediante cribado, con un índice de plasticidad de hasta 9; En casos especiales, la plasticidad se puede aumentar a 12, previa explicación técnica y aprobación del gerente. Se utilizará en vías de poco tráfico, clase T2, con una capacidad prevista de 51 a 100 vehículos por día (Huancoillo, 2017).
- v. Afirmado tipo 3: Comprende a material natural granular o grava, seleccionado mediante cribado o molienda, con un índice de plasticidad de hasta 9; En casos especiales, la plasticidad se puede aumentar a 12, previo sustento técnico. Se utiliza en carreteras T3 de poco tránsito, y el IMD prevé entre 101 y 200 vehículos por día (Huancoillo, 2017).

Para el porcentaje que pasa el tamiz de 75 micras (No. 200), se tendrán en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para evitar daños por heladas. En este caso, el tamiz de 75 micrones (No. 200)

requerido es menor al especificado, por lo que a menos que se especifique lo contrario en el diseño, el supervisor deberá establecer y aprobar el porcentaje apropiado (Huancoillo, 2017).

2.2.8. Cunetas

Se trata de canales que se construyen a ambos lados de la carretera con el objetivo de dirigir las corrientes de agua y subterráneos provenientes de plataformas de vías, los taludes, las zonas cercanas, con fines de resguardar la integridad del asfalto (MTC Perú, 2014).

Puede ser de diversas formas; triangular, trapezoidal, rectangular o tener otras formas que mejor se adapten a la sección transversal de la carretera y garanticen la seguridad vial; revestido o sin revestir; abierto o cerrado según los requisitos del proyecto; En zonas urbanas o donde el espacio es limitado, se puede diseñar una zanja cubierta como parte del terraplén. El tamaño de la zanja se determina basándose en cálculos hidráulicos, asumiendo otros factores, la pendiente vertical, la intensidad de las inclemencias, el sitio de la cuenca y las propiedades del suelo (MTC Perú, 2014).

Los componentes de una zanja son el talud interior, el talud inferior y el talud exterior. Esto último coincide a menudo con el derrumbe del talud. La pendiente vertical mínima absoluta es del 0,2% para zanjas revestidas y del 0,5% para zanjas no revestidas (MTC Perú, 2014).

La cuneta está construida con material erosionable y está diseñada con una pendiente que permite un flujo mayor que la velocidad máxima permitida del material que la constituye, la cuneta debe protegerse con un revestimiento anti-erosión. Las cunetas tendrán una longitud limitada y darán lugar a lechos naturales,

elementos de drenaje horizontal o drenaje colgante donde no exista ninguno (MTC Perú, 2014).

2.2.9. Definición de mantenimiento vial

Es un conjunto de acciones que se realizan para mantener en buen estado físico los elementos individuales que componen la vía, garantizando así comodidad, seguridad y economía de transporte. En realidad, el objetivo es preservar el capital invertido en carreteras y evitar su deterioro físico prematuro (MTC Perú, 2014).

Los trabajos de mantenimiento se suelen dividir en planificados y periódicos según la frecuencia de su repetición. Las actividades regulares se refieren a actividades repetitivas que ocurren continuamente en diferentes segmentos de la carretera, mientras que las actividades intermitentes se refieren a actividades que se repiten durante períodos de tiempo más largos, que duran desde varios meses hasta más de un año. El mantenimiento periódico y el mantenimiento de rutina se determinan en base a estas consideraciones (MTC Perú, 2014).

2.2.10. Mantenimiento rutinario.

Es un conjunto de acciones que se realizan de manera continua a lo largo de la vía y que se realizan con mayor frecuencia en diferentes tramos de la vía. Su principal objetivo es preservar todas las partes de la carretera con el menor cambio y daño posible, manteniendo en la medida de lo posible el mismo estado después de la construcción o renovación” (MTC Perú, 2014).

Este tipo de mantenimientos se lleva a cabo como medida preventiva e implica tareas como la limpieza en obras de drenaje, la poda de vegetaciones localizadas en plataforma, como la limpieza continua de calzada y las bermas, entre otras actividades, además los sistemas de mantenimientos vial tercerizados, también

se incorporan labores socioambientales, la atención de emergencias viales menores y la supervisión constante.

2.2.11. Mantenimiento periódico.

Es un conjunto de acciones tomadas durante un período de un año o más y destinadas a evitar la ocurrencia o agravamiento de errores graves (MTC Perú, 2018).

Según, Quispe (2017) indica que el mantenimiento periódico tiene como principal objetivo superar el deterioro de las carreteras provocado por el tráfico y las condiciones climáticas. Su finalidad es proteger la subestructura y el pavimento mediante intervenciones periódicas y extensas como tratamientos superficiales. Este mantenimiento incluye reparaciones de asfalto, gráficos, drenaje, señalización y elementos de seguridad. Del mismo modo, en la gestión de infraestructuras viarias se presta atención a otro tipo de mantenimiento, el denominado mantenimiento de emergencia. El mantenimiento de emergencia se utiliza cuando eventos de emergencia, como condiciones climáticas severas, causan daños inesperados al pavimento y requieren una intervención inmediata. Una emergencia es cualquier acción, repentina o imprevista, causada por fuerzas naturales o acción humana impredecible, que bloquea una carretera e impide el flujo del tráfico.

2.2.12. Objetivos del mantenimiento vial

Con el fin de efectuar la política en mantenimiento vial acorde a las características predominantes de la mayoría de las vías, se establecen objetivos:

- Salvaguardar las inversiones realizadas en construcción, rehabilitación y mantenimiento periódica en las carreteras.
- Asegurar la accesibilidad constante de usuarios con el fin transitar en las vías

diariamente, minimizando las paralizaciones a lo largo del año.

- Incrementar el confort, seguridad y eficiencia de los vehículos de carretera.
- Usar de manera efectiva y eficiente de los fondos limitados asignados para el mantenimiento de carreteras.
- Cumplir con los requisitos prioritarios de los participantes del tráfico y otras partes interesadas
- Promover el movimiento de personas y mercancías en la zona.
- Continuar perfeccionando las herramientas y técnicas utilizadas en el mantenimiento vial.

2.2.13. Control de calidad en las actividades de mantenimiento

El control de calidad in situ debe ser una prioridad a la hora de realizar trabajos de mantenimiento, así como cualquier trabajo de construcción típicamente de ingeniería civil, para garantizar la calidad de los trabajos de construcción. En este sentido, el control de materiales, procesos constructivos, control de mano de obra y equipos de construcción deben ser gestionados por un sistema que asegure resultados de calidad. “Desde 1947, la Organización Internacional de Normalización (ISO) ha establecido requisitos de calidad para la fabricación y prestación de servicios para todo tipo de actividades humanas. Desarrolló la serie de normas ISO 9000 alrededor de 1987 para unificar y estandarizar los sistemas utilizados entonces para garantizar la calidad en todas las industrias (Guillén, 2018). Estas normas se han actualizado dos veces hasta el día de hoy (1994 y 2000), debido a su valor conceptual, se están convirtiendo rápidamente en una forma de proporcionar productos de alta calidad y aumentar la competitividad de las industrias en el mercado, en la construcción de carreteras, a diferencia de otras

industrias, en serie. o serie. -Los productos manufacturados no se producen, las actividades de producción están centralizadas (operadores móviles alrededor de un producto fijo) y cada proyecto es individual por lo que organizar y controlar el trabajo es difícil (Atencio, 2019).

2. 3. Definición de términos

2.3.1 Levantamiento Altimétrico:

Medición precisa de altitudes o elevaciones en relación con un punto de referencia, comúnmente utilizado en topografía y cartografía para crear mapas topográficos detallados.

2.3.2 Perfiles Longitudinales:

Representaciones gráficas que muestran la variación de elevación a lo largo de una línea específica, como un tramo de carretera, proporcionando información sobre el relieve del terreno.

2.3.3 Vista de Planta y Secciones Transversales:

La vista de planta ofrece una representación bidimensional del terreno desde arriba, mientras que las secciones transversales muestran cortes perpendiculares a la dirección principal del proyecto, proporcionando detalles sobre la superficie del terreno.

2.3.4 Contenido de Humedad:

La proporción de agua contenida en un suelo con relación al peso seco, es un parámetro útil para evaluar la capacidad de compactación y las propiedades hidráulicas del suelo.

2.3.5 Granulometría:

El estudio comprende la distribución de tamaños de partículas en un suelo, utilizado

para clasificar los suelos en términos de su composición granular y sus propiedades mecánicas.

2.3.6 Límites de Consistencia:

Esto incluye el límite líquido, plástico y límite de contracción, describen el comportamiento del suelo en términos de plasticidad y cohesión, siendo esenciales para entender su manipulación durante actividades de construcción.

2.3.7 C.B.R (California Bearing Ratio):

Índice que mide la resistencia al corte del suelo bajo condiciones específicas, fundamental para evaluar la capacidad portante del suelo, específicamente en el diseño de pavimentos.

2.3.8 Densidad Máxima Proctor Modificado:

Método de ensayo que determina la densidad máxima alcanzable para un tipo de suelo bajo condiciones de compactación controlada, relevante en el diseño y construcción en carreteras y pavimentos.

2.3.9 Carretera:

Las rutas para que los vehículos de motor participen en el tráfico tienen al menos dos ejes, las medidas geométricas se determinan de acuerdo con las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transporte (Ruiz, 2023).

2.3.10 Afirmado:

La capa compacta de material granular, ya sea natural o tratado, con una clasificación específica para resistir cargas directas y fuerzas generadas por el tráfico, debe contener una cantidad adecuada de material fino. Esto permite que los gránulos se adhieran entre sí y formen una superficie de rodadura efectiva en carreteras y caminos (Ruiz, 2023).

2.3.11 Explanación:

Movimiento de tierra para crear plataformas (carreteras o calles de rodaje, arcenes, zanjas) (Ruiz, 2023).

2.3.12 Pendiente De La Carretera:

La inclinación del eje de la vía respecto al sentido de la marcha (Ruiz, 2023).

2.3.13 Trocha Carrozable:

Actualmente nos preocupa el incierto origen etimológico del término trocha, pero la mayoría de los expertos en la materia coinciden en que probablemente provenga de la palabra celta trocha (Ruiz, 2023).

2.3.14 Camino Vecinal:

Se trata de una vía que pertenece al sistema vial local, gestionada por las autoridades locales y utilizada para acceder al centro de las ciudades, pueblos o zonas rurales (Ruiz, 2023).

2.3.15 Vehículo:

Todo elemento móvil con ruedas que no esté limitado por carriles (Ruiz, 2023).

2.3.16 Vía:

Camino, arteria o calle (Ruiz, 2023).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación: Aplicada.

El enfoque cuantitativo (como dijimos, es un conjunto de procesos) es secuencial y está basado en evidencia, por lo que cada paso precede al siguiente y no podemos "saltarlo" ni evitarlo. La secuencia es muy estricta, aunque por supuesto podemos redefinir algunas etapas, se delimita parte de la idea y luego de la delimitación se fijan los objetivos y preguntas de la investigación, se documenta y se desarrolla un marco teórico o perspectiva (Hernández et al., 2014).

3.2. Diseño de investigación: Descriptiva.

La investigación descriptiva tiene como objetivo principal proporcionar una descripción detallada y comprensiva de fenómenos, situaciones, contextos y eventos. A través de la recopilación y análisis de datos, busca explicar las características, perfiles y elementos que conforman a personas, grupos, comunidades, procesos, objetos u otros fenómenos bajo estudio. Su enfoque se centra en describir detalladamente cómo existen y se manifiestan los elementos investigados, con el propósito de obtener una comprensión precisa de su naturaleza y establecer relaciones entre variables o factores relevantes (Hernández et al., 2014).

3.3. Zona de estudio

La zona de estudio se comprendió el Mantenimiento Periódico Ruta Dv. Ubabamba – Dv. Huarapata – Huancasaya – Kantati Ururi – Tarucani – Huallatiri – Huaranca, longitud de 35+000 km, partiendo desde la localidad de Cojata (Km. 0+000) hasta la localidad de Huaranca (Km. 35+000), está localizado en el Departamento de Puno.

Tabla 1

Ubicación geográfica

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m.)	COTA (msnm)
COJATA KM.= 0+000	461,009.829	8,340,057.733	3,920
FINAL TARUCANI KM. = 35+000	484,676.20	8,316,619.40	4,153

Nota: Localización del lugar de investigación.

Vías de comunicación y accesibilidad.

Tabla 2

Accesibilidad distancias y tiempo de recorrido al punto de inicio del tramo

Ubicación	Distancia	Tiempo	Tipo de	
De	A	(Km)	(Hr)	Carretera
Puno	Juliaca	45.00	40 min	Asfaltado
Juliaca	Huancané	59.00	68 min	Asfaltado
Huancané	Cojata	59.80	60 mim	Asfaltado

Nota: Características generales del área de estudio.

3.4. Instrumentos tecnológicos para recolección de datos.

Estación total.

La estación total es un instrumento topográfico fundamental para el mantenimiento

de la red vial. Esta herramienta permite medir con precisión distancias y ángulos horizontales y verticales. La estación total puede desplegarse para realizar levantamientos topográficos detallados. Captura datos precisos sobre la topografía, pendientes y curvas, proporcionando información esencial para la planificación y ejecución de trabajos de mantenimiento.

3.5. Nivel topográfico.

El nivel topográfico, otra herramienta clásica de la topografía, desempeña un papel crucial en recolección de datos para mantenimiento de la red vial. Su función principal es medir las distancias de altura entre puntos, permitiendo la creación de perfiles de elevación detallados a lo largo del camino. Los tramos mencionados en el Distrito de Cojata, el nivel topográfico sería valioso para evaluar la inclinación del terreno y detectar posibles desafíos relacionados con la topografía, como áreas propensas a deslizamientos de tierra.

3.6. GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

El sistema de posicionamiento global (GPS) se presenta como una herramienta esencial en recopilación de la información en el mantenimiento de red vial. Proporciona información precisa sobre la ubicación en términos de coordenadas geográficas (latitud, longitud, altitud). En el contexto de los tramos, el GPS puede utilizarse para el mapeo y seguimiento en tiempo real. Esto permite no solo registrar la ubicación exacta de puntos específicos en la carretera, sino también integrar datos sobre la ubicación de los equipos de mantenimiento y las condiciones cambiantes del terreno, siendo de utilidad en la toma de decisiones inmediatas.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Este capítulo analiza e interpreta los resultados obtenidos de las herramientas técnicas de recolección de datos utilizadas en el proyecto. Estas herramientas incluyen métodos como inspección visual, estudios topográficos, análisis de movimiento de vehículos y pruebas de laboratorio para determinar la calidad del material. El análisis de los datos recolectados permite evaluar el estado de la red vial no pavimentada en el área designada y determinar las acciones preventivas necesarias, como reparación de baches, mejora de la señalización vial y estabilización de suelos.

Los resultados obtenidos fueron fundamentales para determinar y realizar planificación en futuros proyectos de mantenimiento vial. Además, permitieron asegurar el mantenimiento se llevó a cabo acorde a los aspectos técnicos establecidos en el Manual de Carreteras de Mantenimiento o Conservación Vial.

La información recopilada y analizada en este capítulo proporciona una base sólida para asignar recursos e implementar actividades de mantenimiento para garantizar la seguridad y funcionalidad de la red vial en un tramo particular.

La vía de comunicación apoyada que conecta las provincias de Huancané y Moho, es implementada por la unidad ejecutora del Gobierno Regional de Puno a través de la Dirección Regional de Transporte y tiene como objetivo mejorar la permeabilidad de la infraestructura vial para solucionar problemas sociales y la economía, especialmente mejorando la calidad de vida de los residentes rurales, así como restableciendo la comunicación entre el campo y la ciudad, estableciendo objetivos específicos para mejorar la transitabilidad de las carreteras locales mediante el mantenimiento rutinario de los caminos de tierra.

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Ubicación del proyecto

La investigación se realiza ubicado geográficamente justo al comienzo de la carretera, ubicado en el distrito de Cojata, con información detallada a continuación indicamos:

Departamento : Puno

Provincia : Huancané

Distrito : Cojata

Localidad : Ubabamba – Huancasaya – Kantati Ururi – Tarucani – Huallatiri – Huaranca.

4.1.2. Descripción del proyecto

El proyecto, basado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales restaurando la conectividad rural-urbana, promoviendo la recuperación económica y reduciendo la pobreza. Se necesitan inversiones para mantener la infraestructura de carreteras sin pavimentar para mejorar el desarrollo de la agricultura, la ganadería y otros

sectores productivos en las zonas rurales, creando empleos y oportunidades para la población local.

Ante esta situación, el Gobierno Regional de Puno ha implementado políticas para mejorar la infraestructura del transporte rural en el corto, mediano y largo plazo. Una de estas acciones es aumentar las inversiones prioritarias en el mantenimiento de infraestructura vial no pavimentada para el transporte rural, contribuyendo a la recuperación económica.

En el caso específico de los distritos de Cojata y Moho, la prioridad es mantener la red vial con un espesor de 15 cm durante la rehabilitación de este camino de tierra. El objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de las personas que viven en comunidades rurales y urbanizaciones, así como restablecer la conexión entre el campo y la ciudad.

La inversión en mantenimiento de la infraestructura vial no pavimentada permitirá mejorar las condiciones de transporte, facilitar el acceso a servicios básicos y fomentar la actividad productiva en las zonas rurales. Esto contribuirá a disminuir la pobreza, promoviendo la mejora del nivel socioeconómico en el distrito de Cojata y sus alrededores.

4.1.3. Clima

La zona ubicada de los trabajos de mantenimiento vial se sitúa en una región montañosa o de alta montaña, con elevaciones de altitud que varía entre 3875.5 a 4793.4 m.s.n.m. Esta topografía presenta desafíos considerables en la rehabilitación y mejora de las vías, debido a la irregularidad del terreno. La altitud variable también implica la necesidad de tener en cuenta los efectos del cambio de presión atmosférica en los materiales utilizados y la estabilidad de la infraestructura

vial. Además, la presencia de pendientes puede requerir medidas adicionales, como la construcción de muros de contención y sistemas de drenaje adecuados, para garantizar la seguridad y durabilidad de la vía en estas condiciones.

En términos climáticos, la zona se caracteriza por un clima frígido y semiseco. En temporadas de lluvias abarca desde octubre hasta abril, lo que implica un aumento significativo en las precipitaciones durante ese período. Estas condiciones pluviales pueden tener un impacto negativo en las vías no pavimentadas, ya que las lluvias intensas pueden causar erosión y deslizamientos de tierra. Además, las bajas temperaturas presentes en la zona, especialmente en altitudes más altas, pueden generar la formación de hielo en las vías, lo que representa un riesgo adicional para la seguridad vial. Por lo tanto, el proyecto de mantenimiento vial no pavimento se debe considerar medidas adecuadas de drenaje y control de la formación de hielo.

4.1.4. Desarrollo de labores en topografía

Se realizó el trazado e inspección de todo el recorrido, en el cual se realizaron mediciones topográficas para comprobar y determinar la ubicación del camino, obras de arte, sistemas de drenaje, señalizaciones, canteras y fuentes de agua. Además, se obtiene información detallada sobre el terreno, pendiente, curvatura y otros factores relacionados con el diseño geométrico como velocidad de diseño, radio mínimo de curva, ancho de vía, bombeo en el eje, pendiente mínima y máxima, terraplenes, acequias, taludes, peraltes, voladizos y curvas verticales.

Para el control horizontal (contorno), se logra un control estricto de la elevación mediante la colocación de puntos de referencia. Las mediciones topográficas se realizaron utilizando una estación total y GPS configurado en el

sistema UTM; se utilizó WGS84, zona 19L para determinar con precisión la ubicación de los puntos. Los planos del terreno se elaboran a escala 1/2000 en planeamiento y escala 1/2000 N en perfil longitudinal, manteniendo el error mínimo permitido para este tipo de construcciones.

El proyecto inicia en el empalme carretero Juliaca-Huancane-Cojata (0,000 km) y finaliza en la ciudad de Huayrapata (35,000 km). Las especificaciones utilizadas se basan en normas de diseño de carreteras peruanas y recomendaciones de estudios de suelos, drenaje, hidrología y geología.

El ancho de la vía obtenido durante la ejecución, dependiendo de la sección transversal, es de 6,00, 7,00 y 3,60 m. La carretera está diseñada en terreno llano o montañoso, la velocidad de diseño está limitada a 40 km/h, reducida a 20 km/h. en zonas montañosas y 30 km/h en zonas urbanas. Estos parámetros se determinan teniendo en cuenta las condiciones del terreno y las necesidades de seguridad vial en una zona determinada. Para el control horizontal (contorno), se logra un control estricto de la elevación mediante la colocación de puntos de referencia.

4.1.5. Geología

Geológicamente, la formación de la meseta comenzó en el Paleoceno-Eoceno cuando el macizo de Arequipa fue empujado hacia el Cratón de Guaporé por una sutura intratectónica debajo de la cordillera real. Esta presión conduce al gradual y continuo declive de las cuencas montañosas. Grandes acontecimientos como los períodos inca y quechua, entre otros, simplemente reflejan períodos de máxima compresión.

En las tierras altas, las cadenas montañosas occidental y oriental convergen en un solo sistema montañoso. Las vertientes oriental y nororiental son muy

accidentadas, con pendientes moderadas a altas, constituidas por montañas y cerros de roca sedimentaria, en su mayoría fragmentados y con importante acumulación de detritos.

Durante el Cuaternario, el desarrollo de la meseta estuvo influenciado principalmente por el cambio climático. La alternancia de períodos húmedos y secos, cálidos y helados condujo a la formación de sucesivos lagos más grandes o más pequeños que los presentes en la cuenca no drenada de la meseta. Estas diferentes condiciones hidrológicas producen una variedad de sedimentos, desde morrenas en cadenas montañosas hasta depósitos fluviales entre el piedemonte y las llanuras.

En cuanto a los trabajos geotécnicos, se llevó a cabo la evaluación del suelo de la sub-rasante en el tramo de la vía. Durante la etapa de estudios para los trabajos, se realizaron exploraciones mediante la excavación de calicatas a lo largo de la vía, tanto en laderas, llanuras y laderas atravesadas por la carretera. Se excavaron calicatas cada 0.5 km y se extrajeron muestras representativas para su posterior ensayo en el laboratorio.

La profundidad alcanzada durante el estudio con las excavaciones de suelos varió de 0.50 a 1.50 metros, principalmente determinada por las condiciones estratigráficas. Se encontró menor profundidad en zonas rocosas, ya que no se realizó una excavación más profunda debido a que el suelo de fundación de la carretera debe ser un estrato con una resistencia adecuada (alto valor relativo de soporte). Por lo tanto, se considera aceptado el nivel de fundación conformado por roca.

4.1.6. Señalización durante los trabajos

Las señales de advertencia se utilizan para advertir a los conductores que se aproximan condiciones peligrosas en la carretera. Estos carteles suelen ser triangulares con un fondo y un borde amarillos. Estos carteles contienen símbolos, letras y cuadros negros que transmiten mensajes de forma clara y visual.

Estas señales tienen como objetivo alertar a los conductores sobre posibles peligros en la carretera, como curvas pronunciadas, cruces de peatones, zonas de obras, cambios de dirección, pasos a nivel, animales sueltos, entre otros. Cuando los conductores vean estas señales, deberán tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes o incidentes.

4.1.7. Suelos

El Camino Vecinal COJATA - TARUCANI, L= 35,000 km, se ubica en la zona Nor-Este del Departamento de Puno. El camino vecinal del presente se dirige del lugar denominado COJATA pasando por el Centro Poblado de HUANCASAYA, las localidades de KANTATI URURI y TARUCANI. Un aspecto importante para establecer el comportamiento de la capa de rodadura existente en el tiempo, ante las exigencias de las cargas y de los fenómenos meteorológicos variable, es la forma como se encuentra la superficie de rodadura.

En términos la capa de rodadura existente, no hubo hundimientos severos ni deformaciones significativas en la carretera en el tramo de intervención. Por lo tanto, no fue necesario realizar un estudio exhaustivo con calicatas. Se establece un espesor de afirmado de 0.15 m para asegurar el comportamiento adecuado de la capa de rodadura frente a las cargas y los fenómenos meteorológicos.

A lo largo del camino se observaron varios problemas en la superficie de rodadura. En tramo de 0,000 km a 0,500 km se puede observar erosión fluvial y deformación tipo ahuellamiento. La anchura media de la superficie de carrera es de 6,00 m.

El tramo de Km 0+500 al Km 17+500, se encontró baches, erosión fluvial y erosión eólica debido a los vientos en la zona. También se observan deformaciones de tipo Ahuellamiento y disgregaciones por desprendimiento de material fino. El ancho promedio de la superficie de rodadura es de 6.00 a 7.00 m. En el tramo del Km 17+250 al Km 22+000, se observan baches, erosión fluvial y erosión eólica. También se presentan deformaciones de tipo Ahuellamiento y disgregaciones por desprendimiento de material fino. El ancho promedio de la superficie de rodadura es de 7.00 m y 3.60 m.

En el tramo del Km 22+000 al Km 31+000, se aprecian deformaciones de tipo Ahuellamiento debido a una deficiente gradación del material de afirmado. No se observan baches, encalaminados ni erosión por escorrentía de agua, excepto en el primer kilómetro que presenta una zona crítica. El ancho promedio de la superficie de rodadura es de 3.60 m.

En el tramo del Km 31+000 al Km 35+000, se presentan deformaciones de tipo Ahuellamiento, zonas críticas rocosas, puntos de quiebre y desgaste por afluencias de riachuelos. También se observan pendientes más pronunciadas. El ancho promedio de la superficie de rodadura es de 3.60 m.

Los problemas anteriores con las superficies de rodadura demuestran que es necesario realizar trabajos de mantenimiento y mejora de las vías para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios.

4.1.8. Descripción del material afirmado.

El diseño de un pavimento de vía afirmado implica una secuencia de pasos claramente definida. Primero, se realizan pruebas del suelo perforando agujeros a lo largo del camino. Estas calicatas proporcionan muestras de suelo para determinar los valores típicos de CBR (tasa de California). CBR es un parámetro que determina la capacidad del suelo para soportar cargas y deformaciones.

En segundo lugar, se lleva a cabo un estudio de tráfico para evaluar el número de ejes equivalentes que se esperan en la vía. Este estudio se basa en el IMD (Índice Medio Diario) de la vía, que proporciona información sobre el flujo vehicular y la carga que la vía debe soportar. El número de ejes equivalentes es fundamental para dimensionar el espesor de pavimento requerido.

Finalmente, con la información del CBR del suelo y el número de ejes equivalentes, se selecciona una metodología de diseño de pavimentos adecuada. Existen diversas metodologías disponibles, como el Método de Cuerpos de Ingenieros de los Estados Unidos (USAGE), AASHTO, NAASRA, CBR, Banco Mundial, entre otras. Cada metodología ofrece recomendaciones y fórmulas específicas para calcular el espesor de pavimento requerido, teniendo en cuenta las características del suelo y las cargas esperadas.

4.1.9. Diseño de pavimento

La reposición de afirmado en el tramo de la vía, que inicia desde el km 0+000 hasta el km 35+000, se llevó a cabo mediante la aplicación de una capa de material granular con un espesor de 15 cm. Esta capa de material granular se colocó a lo largo de toda la longitud de la vía, con el objetivo de mejorar y reemplazar la capa existente de afirmado.

La reposición de afirmado implica la remoción o mejora de la capa de afirmado deteriorada o desgastada, y la sustitución de esta por una nueva capa de material granular. En este caso, se decidió aplicar una capa de espesor de 15 cm en toda la extensión del tramo, lo cual indica la cantidad de material utilizado para la reposición.

Tabla 3

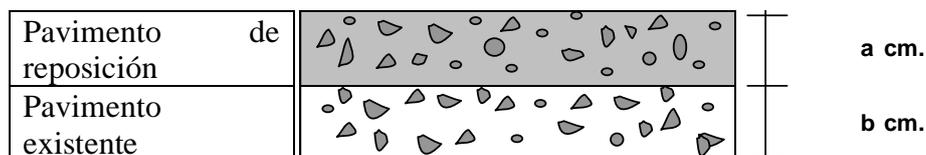
Accesibilidad distancias y tiempo de recorrido al punto de inicio del tramo

Inicio	Final	Observaciones / Comentarios	Longitud (km)
0+000.00	35+000	Requiere Reposición	35.000

Nota: Inicio del tramo

Figura 1

Espesor de Reposición



Nota: Caracterización de espesor de reposición

Es importante tener en cuenta que se menciona un parámetro "a = 15.0 cm, b = 5 cm", pero no se proporcionan detalles adicionales sobre su significado. Si estos valores corresponden a algún aspecto específico del diseño o especificaciones técnicas utilizadas en la reposición, sería necesario contar con información adicional para poder brindar más detalles al respecto.

4.1.10. Discusión de resultados

Luego se analizarán e interpretarán los resultados obtenidos de las herramientas de recolección de datos de campo.

Los resultados de las herramientas de recolección de datos utilizados en campo permiten el análisis e interpretación de las condiciones físicas que ocurren

en la infraestructura vial, que corresponde al mantenimiento rutinario de la red vial no pavimentada.

4.2.1. Resultados de los ensayos en canteras.

4.2.1.1 Cantera N° 01 rio seco Análisis granulométrico

Tabla 4

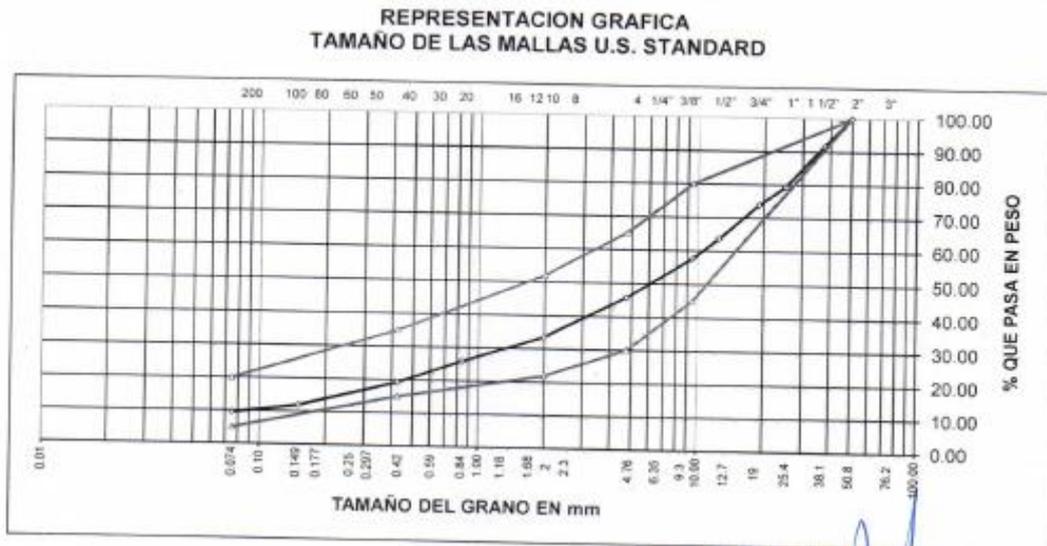
Análisis granulométrico por tamizado cantera rio seco.

Tamices ASTD	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumula	% Que Pasa	Especificaciones	Descripción De La Muestra
3"	75.000					A-1	Peso inicial 5663 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción 649 Grs
	50.000				100.0	100 - 100	Grava 54 20 %/»
1 1/2"	37.500	473.00	8.40	8.40	9,160	100 - 100	Arena 36.34 %/»
1"	25.000	693.00	12.20	20.60	79.40	90 - 100	Fino 9.46 %
3/4"	19.000	312.00	5.50	26.10	73.90	65 - 100	W natural 7.20 %/
1/2"	12.500	585.00	10.30	36.40	63.60		
3/8"	9.500	336.00	6.00	4,240	5,760	45 - 80	LIMITES DE CONSISTENCIA
No 04	4.750	66,800	11.80	5,420	45.80	30 - 65	L.L. 26.44 %
No.10	2.000	172.00	1,214	6,634	3366	22 - 52	L.P. 21.64 %
No. 20	840	110.00	7.76	7,410	2590		I.P. 4.80 %
No.40	0.425	94,00	6.63	80.73	19.27	15.0 - 35	
No 100	0.150	105.00	7.41	88.14	11.86		CLASIFICACION
No.200	0.075	34.00	2.40	90.54	9.46	5.00 - 20	SUCS GC-GM
No.200		134.00	9.46	100.0			AASHTO A-1-b (0)

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

Figura 2

Representación de análisis granulométrico por tamizado cantera rio seco



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

En cantera N° 01 ubicado en rio seco realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 1 - b (0) y GL - GM, que cumple con las normas ASTM D - 422.

Tabla 5

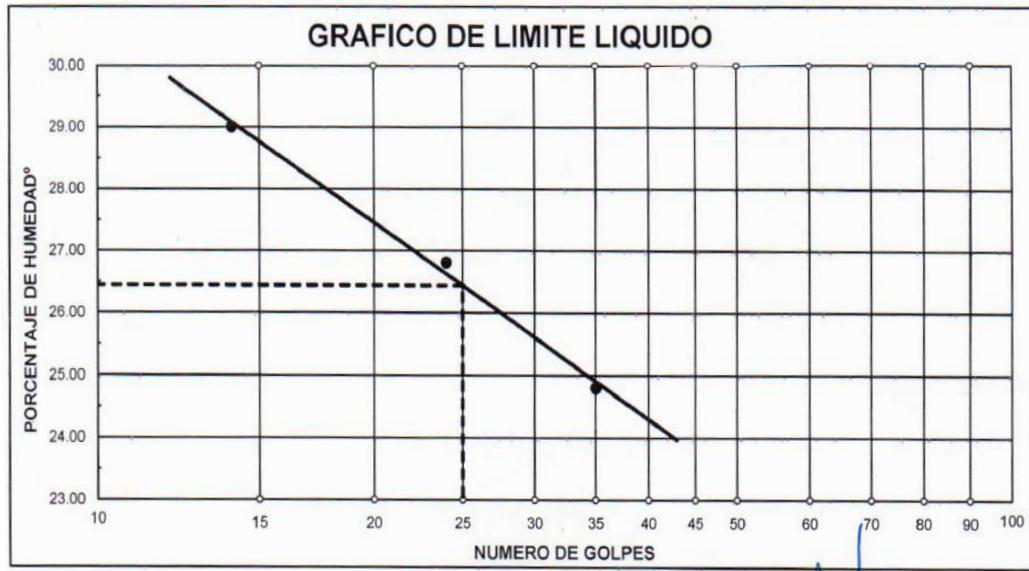
Límites de consistencia en cantera rio seco

DESCRIPCION		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
01. No.DE GOLPES		35	24	14		
02. TARRO No.		3	14	15	14T	15T
03. SUELO HUMEDO “	g	34.54	32.81	36.74	32.47	33.b4
TARRO						
04. SUELO SECO”	g	30.82	29.21	32.05	30.14	31.02
TARRO						
05. PESO DEL AGUA	g	3.72	3.60	4.69	2.33	2.52
06. PESO DEL TARRO	g	15.82	15.78	15.88	19.45	19.29
07. PESO DEL SUELO	g	15.00	13.43	16.17	10.69	11.73
SECO						
08. HUMEDAD		24.80	26.81	29.00	21.80	21.48
%						
LL: 26.44 %		L.P.=	21.64		I.P.-	4.80

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

Figura 3

Límites de consistencia en cantera rio seco



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

En cantera N° 01 ubicado en sector rio seco habiendo realizado el análisis el límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 26.44 %, L.P. = 21.64, I.P.= 4.80, y cumple con las normas ASTM D - 422.

Tabla 6

Proctor modificado en cantera rio seco

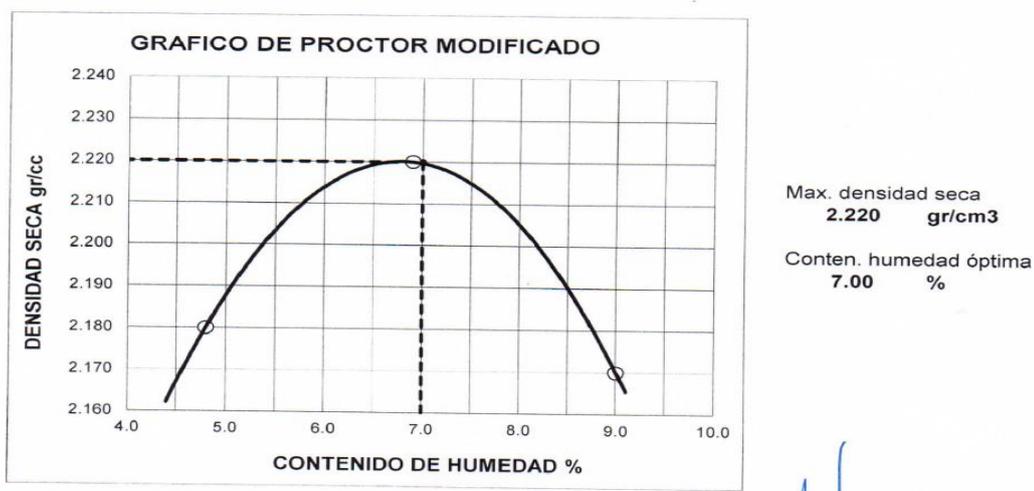
PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)					
ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO	11,402	11,594	11,612	-	-
MOLDE+SUELO					
PESO MOLDE	6,548	6,548	6,548	-	-
PESO SUELO	4,854	5,046	5,064	-	-
COMPACTADO					
VOLUMEN DEL MOLDE	2,132.7	2,132.7	2,132.7	-	-
DENSIDAD HUMEDA	2.28	2.37	2.37	-	-
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	457.00	354.00	693.00	-	-
SUELO SECO + RECIPIENTE	436.00	331.00	636.00	-	-

PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	-	-
PESO DE AGUA	21.00	23.00	57.00	-	-
PESO DE SUELO SECO	436.00	331.00	636.00	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.80	6.90	9.00	-	-
DENSIDAD SECA	2.18	2.22	2.17	-	-

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

Figura 4

Proctor modificado en cantera rio seco.

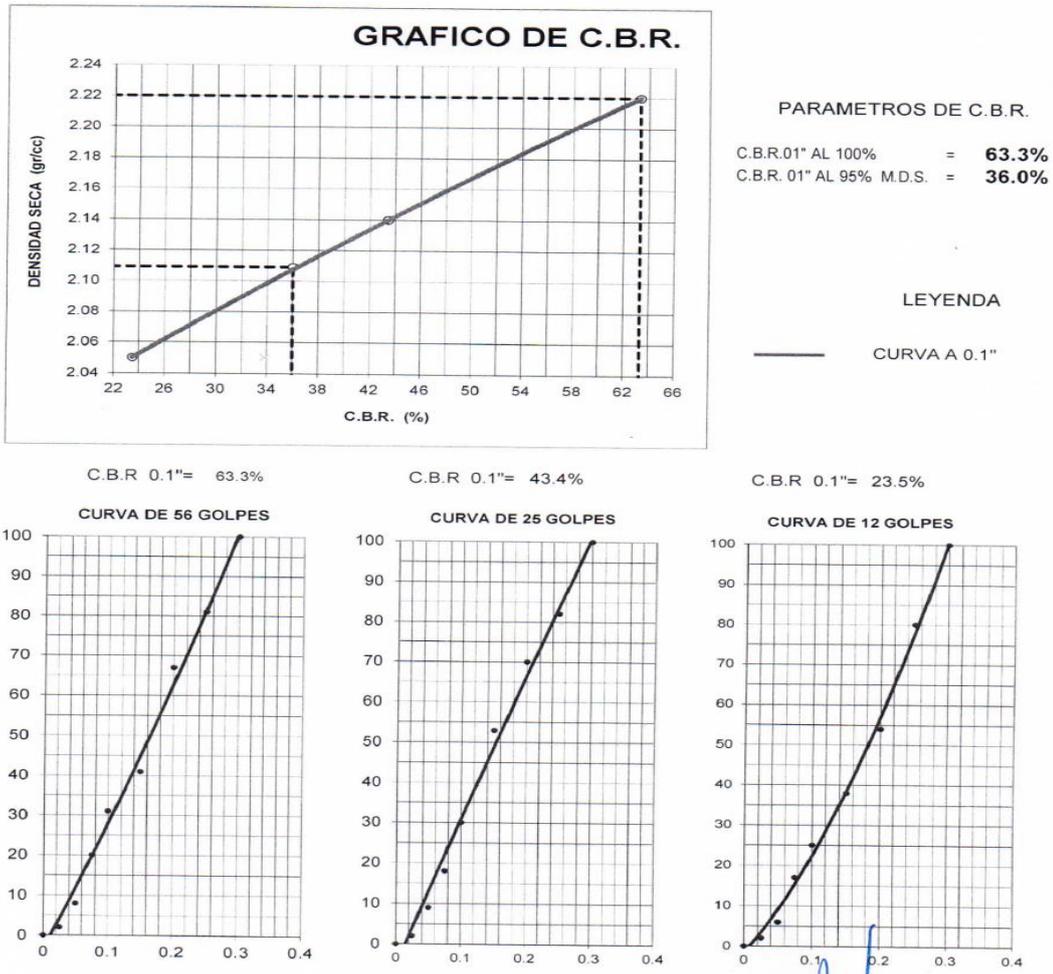


Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 01 ubicado en el sector rio seco realizado el análisis de Proctor modificado, se obtuvo como resultado la máxima densidad seca es de 2.22 gm/cm³, el contenido de humedad optima es 7.00 %, y cumple con las normas ASTM D - 1557.

Figura 5

Gráfico de C.B.R. en cantera rio seco



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En cantera N° 01 ubicado en el sector rio seco realizado el análisis el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.22 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 63.30 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

4.2.1.2. Cantera N° 02 Pucara Análisis granulométrico.

Tabla 7

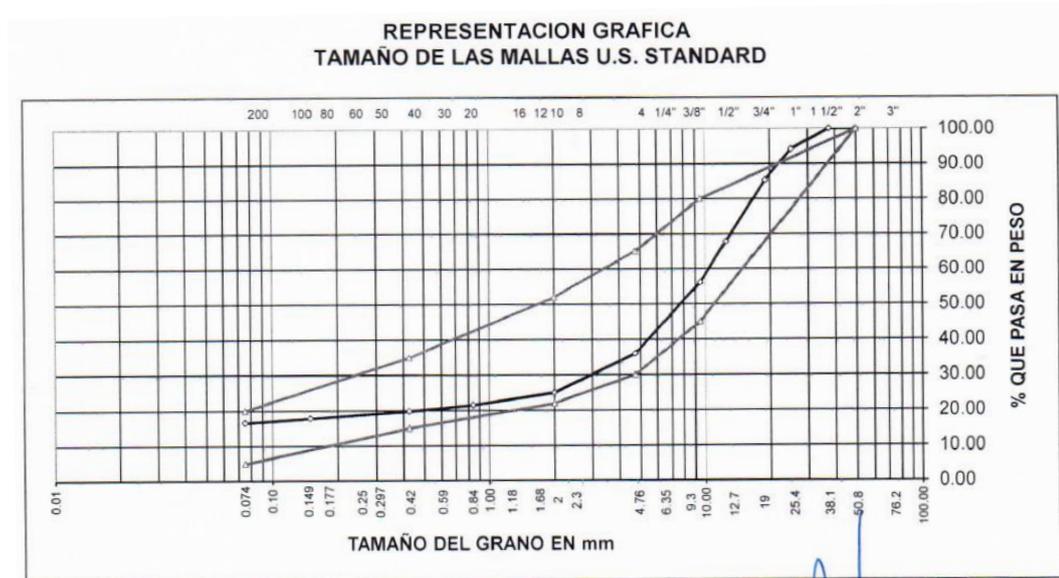
Análisis granulométrico por tamizado cantera pucara

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	75.000				A-1	Peso inicial	5124	Grs
2 1/2"	63.000					Peso fracción Grava	562	Grs
2"	50.000			100.00	100 - 100			64.00
1 1/2"	37,500	0	0.00	100.00	100 - 100	Arena	%	19.42
1"	25.000	302.00	5.90	94.10	90 - 100	Fino	%	16.58
3/4"	19.000	451.00	14.70	85.30	65 - 100	W natural	%	7.10
1/2"	12.500	90,200	3,230	6,770				
3/8"	9.500	60200	44.00	56.00	45 - 80	LIMITESE DE CONSISTENCIA		
No.04	4750	1,024	6400	36.00	30 - 65	LL.	%	30.11
No.10	2000	17200	75.02	24.98	22 - 52	L.P.	%	25.20
No.20	0.840	54.00	78.48	21.52		IP.	%	4.91
No.40	0.425	26.00	80.15	19.85	150 - 35			
No,100	0.150	32.00	82.20	17.80		CLASIFICACION SUCS GC-GM		
No.200	0.075	19.00	83.42	16.58	5.0 - 20.0			
<No.200		259.00	100.0			AASHTO	A-2-4 (0)	

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020)

Figura 6

Grafica Tamaño de las mallas U.S Standard



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 02 ubicado en el sector pucara realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 2 - 4 (0) y GC - GM, que cumple con las normas ASTM D - 422.

Tabla 8

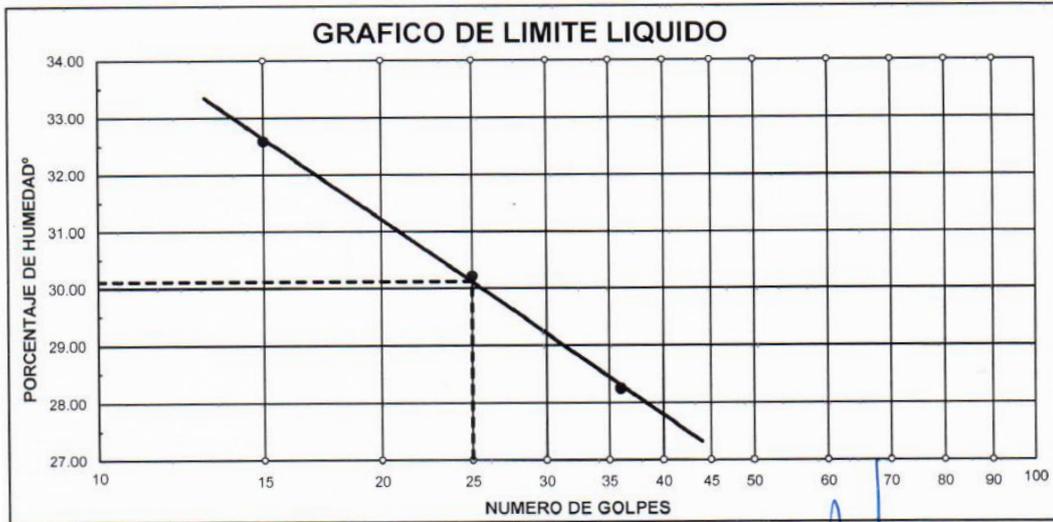
Límites de consistencia en cantera pucara

DESCRIPCION			LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
01	No.DE GOLPES		36	25	15	
02	TARRO No.		10	11	12	12T 13T
03	SUELO HUMEDO” TARRO	g	37.41	35.37	34.31	30.14 31.58
04	SUELO SECO * TARRO	g	32.65	30.82	29.77	27.98 29.08
05	PESO DEL AGUA	g	4.76	4.55	4.54	2.16 2.50
06	PESO DEL TARRO	g	15.80	15.76	15.84	19.34 19.24
07	PESO DEL SUELO SECO	g	16.85	15.06	13.93	8.64 9.84
08	HUMEDAD	%	28.25	30.21	32.59	25.00 25.41
L.L.=	30.11 %		L.P=	25.20		l.P = 4.91

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

Figura 7

Límites de consistencia en cantera pucara



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 02 ubicado en el sector pucara se realizó el análisis del límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 30.11 %, L.P. = 25.20, I.P. = 4.91, y cumple con las normas ASTM D - 422.

Tabla 9

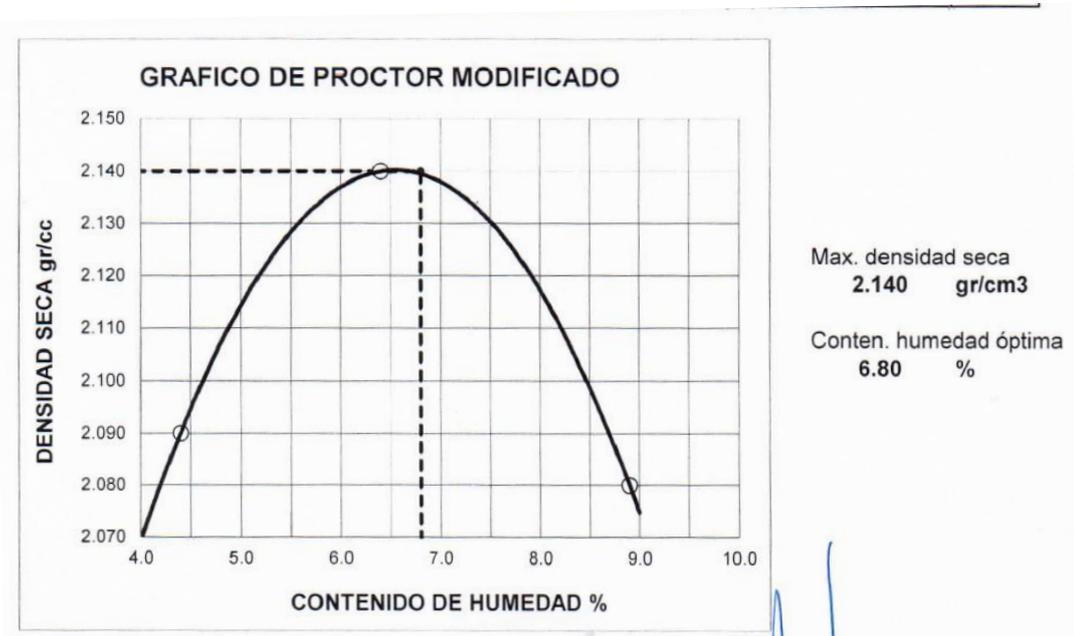
Proctor modificado en cantera pucara

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	11,202	11,400	11,392	-	-
PESO MOLDE	6,548	6,548	6,548		
PESO SUELO COMPACTADO	4,654	4,852	4,844		
VOLUMEN DEL MOLDE	2.132.7	2,132.7	2,132.7		
DENSIDAD HUMEDA	2.18	2.28	2.27		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	451.00	415.00	675.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	432.00	390.00	620.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	19.00	25.00	55.00		
PESO DE SUELO SECO	432.00	390.00	620.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.40	6.40	8.90		
DENSIDAD SECA	2.09	2.14	2.08		

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

Figura 8

Proctor modificado en cantera pucara – contenido de humedad

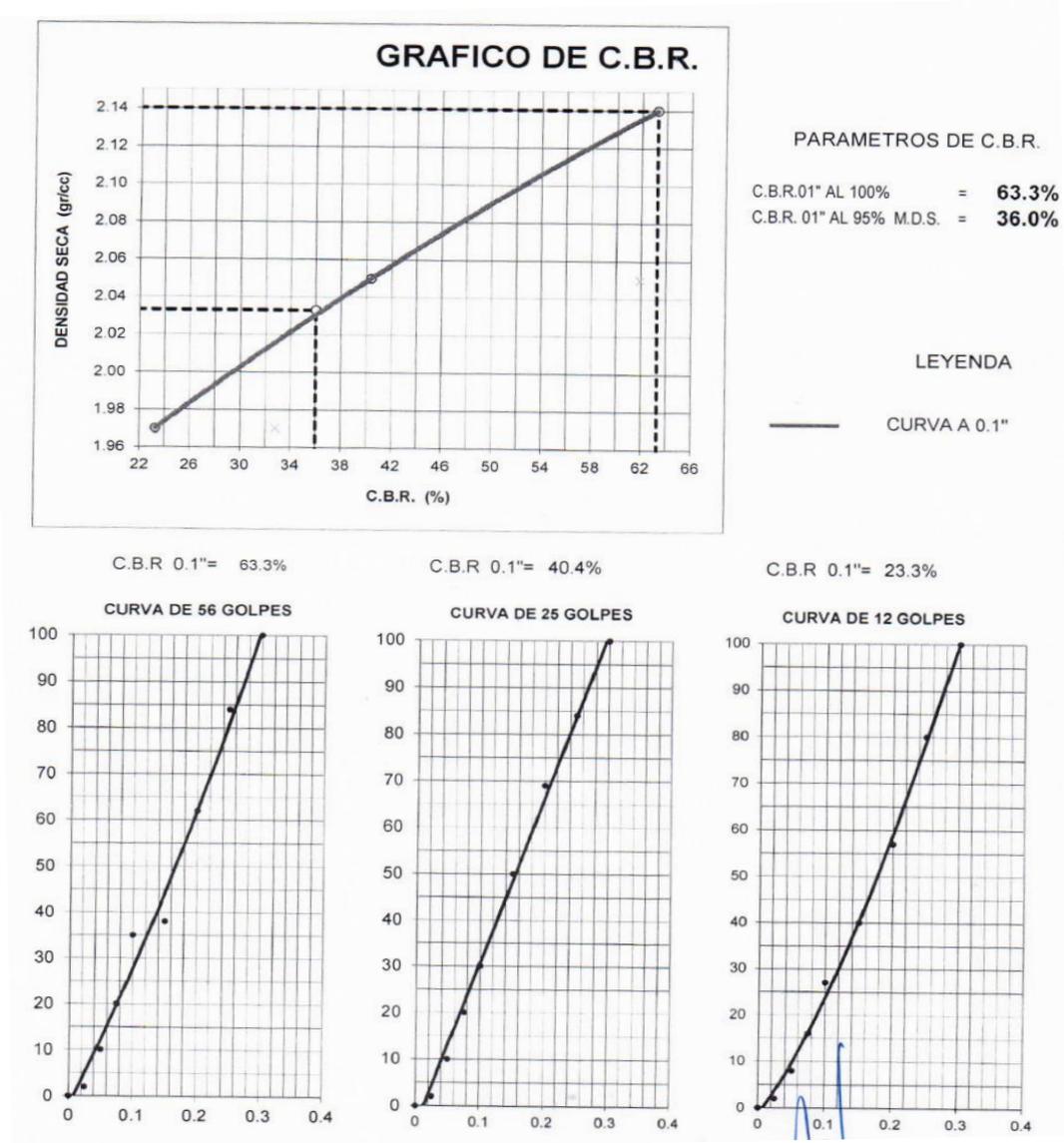


Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En cantera N° 02 ubicado en el sector pucara realizado el análisis de Proctor modificado, se obtuvo como resultado la máxima densidad seca es de 2.140 gm/cm³, el contenido de humedad óptima es 6.80 %, y cumple con las normas **ASTM D - 1557**.

Figura 9

Gráfico de C.B.R. en cantera pucara



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 02 ubicado en el sector pucara realizado el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.140 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 63.30 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

4.2.1.3. Cantera N° 03 Kantati ururi - Análisis granulométrico.

Tabla 10

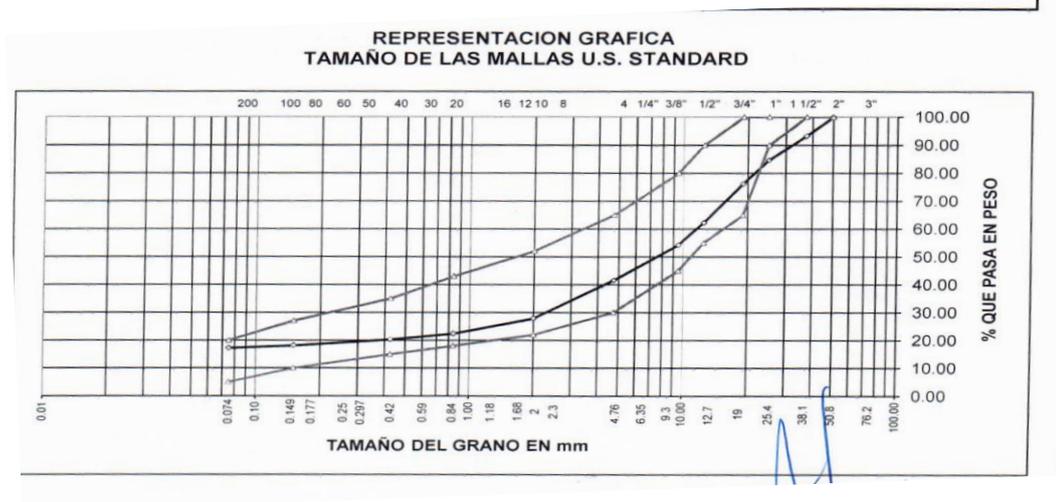
Análisis granulométrico por tamizado cantera kantati ururi

Tamices ASTM	Aberturas mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.00					A-1	Peso inicial 6651 Grs
2 1/2"	63.00						Peso fracción 614 Grs
2"	50.00				100.0	100 - 100	Grava 58.50 %
1 1/2"	37.50	45,200	680	680	93.20	100 - 100	Arena 24.33 %
1"	25.00	572.00	8.60	15.40	84.60	90 - 100	Fino 17.17 %
3/4"	19.00	564.00	8.50	23.90	76.10	65 - 100	W natural 6.90 %
1/2"	12,50	92,400	13.90	3,780	6,230		
3/8"	9,500	53,500	800	4,580	5,420	45 - 80	LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	d 750	842.00	12.70	58.50	4,150	30 - 65	L.L. 30.25 °/»
No. 10	2.000	202,00	13.65	72.15	27.85	22 - 52	L.P. 24.08 °/»
No.20	0.840	81.00	5.47	77.62	22.38		I.P. 6.18 °/»
No.40	0.425	31.00	2.10	79.72	20.28	150 - 35	
No.100	0.150	32.00	2.16	81.88	18.12		CLASIFICACION
No.200	0.075	14.00	0,95	82.83	17.17	5.00 - 20	SUCS GP-GM
«No.200		254.00	17.17	100.0			AASHTO A-2-4 (0)

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

Figura 10

Análisis granulométrico por tamizado cantera kantati ururi.



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 03 ubicado en kantati ururi realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 2 - 4 (0) y GP - GM, que cumple con las normas ASTM D - 422.

Tabla 11

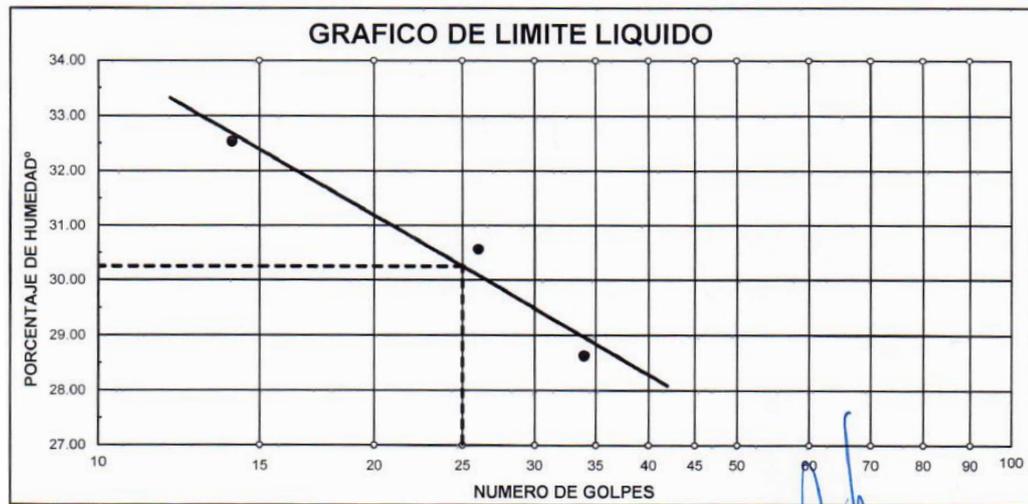
Límite de consistencia cantera kantati ururi.

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
01. No DE GOLPES	34	26	14		
02. TARRO No.	7	8	9	10T	11T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	33.44	32.38	28.48	32.14	28.40
04. SUELO SECO * TARRO g	29.54	28.48	25.37	29.61	26.59
05. PESO DEL AGUA g	3.90	3.90	3.11	2.53	1.81
06. PESO DEL TARRO g	15.92	15.72	15.81	19.24	18.97
07. PESO DEL SUELO SECO g	13.62	12.76	9.56	10.37	7.62
08. HUME DAD %	28.63	30.56	32.53	24.40	23.75
L.L.=	30.25 %	L.P.=	24.08	I.P.=	6.18

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

Figura 11

Límite de consistencia cantera kantati ururi.



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 03 ubicado en kantati ururi habiendo realizado el análisis del límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 30.25 %, L.P. = 24.08, I.P. = 6.18, y cumple con las normas ASTM D 422.

Tabla 12

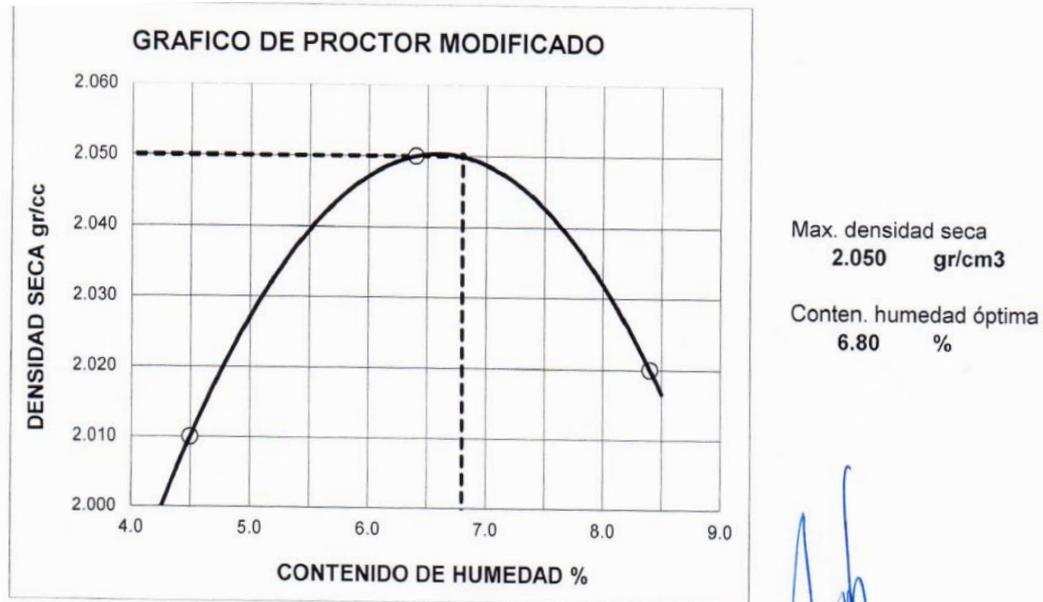
Proctor modificado cantera kantati ururi.

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	11,021	11,190	11,223		
PESO MOLDE	6,548	6,548	6,548		
PESO SUELO COMPACTADO	4,473	4,642	4,675		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,132.7	2,132.7	2,132.7		
DENSIDAD HUMEDA	2.10	2.18	2.19		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	5
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	394.00	394.00	899.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	377.00	328.00	829.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	17.00	21.00	70.00		
PESO DE SUELO SECO	377.00	328.00	829.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.50	6.40	8.40		
DENSIDAD SECA	2.01	2.05	2.02		

Nota. Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

Figura 12

Proctor modificado cantera kantati ururi.

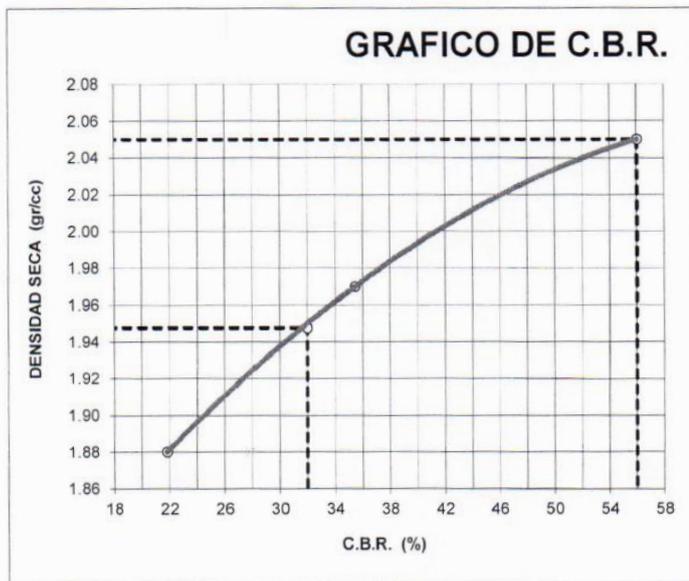


Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En cantera N° 03 ubicado en kantati ururi realizado el análisis de Proctor modificado, se obtuvo como resultado la máxima densidad seca es de 2.050 gm/cm³, el contenido de humedad optima es 6.80 %, y cumple con las normas ASTM D - 1557.

Figura 13

Gráfico de C.B.R. cantera kantati ururi.



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.01" AL 100% = **56.0%**
 C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = **32.0%**

LEYENDA

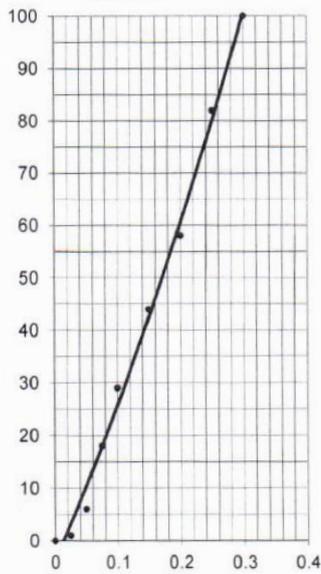
— CURVA A 0.1"

C.B.R 0.1"= 56.0%

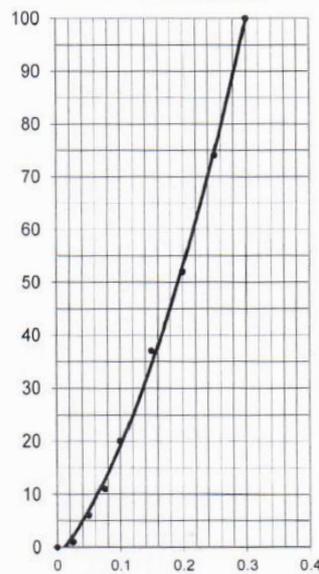
C.B.R 0.1"= 35.4%

C.B.R 0.1"= 21.8%

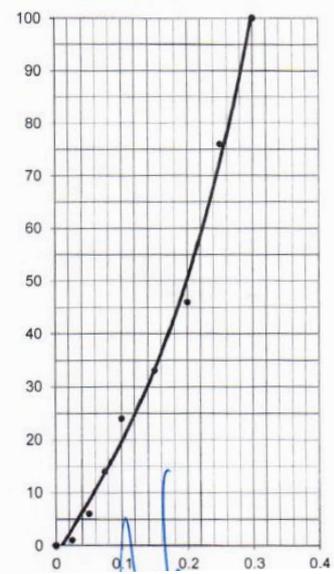
CURVA DE 56 GOLPES



CURVA DE 25 GOLPES



CURVA DE 12 GOLPES



Nota: Laboratorio Asesoría Geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En la cantera N° 03 ubicado en kantati ururi realizado el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.050 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 56.00 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

4.2.2. Análisis de datos e interpretación de resultados de las condiciones físicas de canteras.

a) Análisis Granulométrico

En la cantera N° 01 rio seco realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 1 - b (0) y GL - GM, que cumple con las normas ASTM D – 422.

En la cantera N° 02 pucara realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 2 - 4 (0) y GC - GM, que cumple con las normas ASTM D - 422.

En la cantera N° 03 kantati ururi realizado el análisis Granulométrico, se obtuvo como resultado que el tipo de suelo es A – 2 - 4 (0) y GP - GM, que cumple con las normas ASTM D - 422.

b) Límites de Consistencia

En cantera N° 01 rio seco realizado el análisis del límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 26.44 %, L.P. = 21.64, I.P. = 4.80, y cumple con las normas ASTM D - 422.

En la cantera N° 02 pucara el análisis del límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 30.11 %, L.P. = 25.20, I.P. = 4.91, y cumple con las normas ASTM D - 422.

En la cantera N° 03 kantati ururi realizado el análisis del límite de consistencia, se obtuvo como resultado L.L. = 30.25 %, L.P. = 24.08, I.P. = 6.18, y cumple con las normas ASTM D 422.

c) Proctor Modificado

En cantera N° 01 rio ptima es 7.00 %, y cumple con las normas ASTM D - 1557.

En la cantera N° 02 pucara realizado el análisis de Proctor modificado, se obtuvo como resultado la máxima densidad seca es de 2.140 gm/cm³, el contenido de humedad optima es 6.80 %, y cumple con las normas ASTM D - 1557.

En la cantera N° 03 kantati ururi realizado el análisis de Proctor modificado, se obtuvo como resultado la máxima densidad seca es de 2.050 gm/cm³, el contenido de humedad optima es 6.80 %, y cumple con las normas ASTM D - 1557.

d) C.B.R.

En la cantera N° 01 rio seco realizado el análisis el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.22 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 63.30 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

En la cantera N° 02 pucara realizado el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.140 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 63.30 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

En la cantera N° 03 kantati ururi realizado el CBR, en estado natural se obtuvo como resultado una densidad seca es de 2.050 gm/cm³, el CBR al 100 % es de 56.00 %, y cumple con las normas ASTM D 1557 y ASTM D 1883.

4.2.1. Pruebas de densidad de campo

Las pruebas de campo realizadas incluyen el uso del método del cono de arena para realizar pruebas de densidad in situ. Este método permite determinar la densidad del suelo aplicado y verificar los resultados obtenidos durante los trabajos de compactación del suelo, teniendo en cuenta el contenido de humedad, densidad y grado de compactación. Estas pruebas son importantes para evaluar los suelos y determinar la calidad del terreno en el que se realizan o se han realizado proyectos

de ingeniería.

El método del cono de arena se utiliza para determinar la densidad del suelo. Este método se aplica a suelos con un tamaño de partícula inferior a 1 ½ pulgadas (38 mm). Se basa en la relación entre la masa de suelo húmedo, extraída de un pequeño agujero hecho en el suelo (generalmente en el espesor de la capa compactada), y el volumen de dicho agujero. A partir de estos datos, se puede calcular el peso unitario seco del suelo.

Para facilitar la determinación de las condiciones físicas de la vía, el área se divide en tres segmentos. Estos tramos se refieren al nivel de afirmado y se enumeran en cada tramo dependiendo del ancho de la vía no pavimentada.

Tramo I: Progresiva 0+000 a la Progresiva 10+021.

En cuanto a las dimensiones del tramo, se especifica que desde la progresiva 0+000 hasta 10+021, el ancho de la vía es de 6.00 metros, con una altura de afirmado de 0.15 metros. El método utilizado para determinar la densidad del suelo es el método del cono de arena. Este método se basa en la relación en peso de tierra húmeda extraída de un pequeño agujero realizado en la superficie terrestre, generalmente según el espesor de la capa compactada.

Tabla 13*Pruebas de densidad de campo Tramo N°01*

ENSAYO	Muestra N°. 01	Muestra N°. 02	Muestra N°. 03	Muestra N°. 04	Muestra N°. 05
PROGRESIVA	0+000	0+250	0+500	0+750	1+000
Densidad muestra Húmeda	2.21 gr/cm ³	2.22 gr/cm ³	2.23 gr/cm ³	2.22 gr/cm ³	2.26 gr/cm ³
Contenido de humedad	6.45 %	6.18 %	7.68 %	6.94 %	7.13 %
Densidad muestra seca	2.08 gr/cm ³	2.09 gr/cm ³	2.07 gr/cm ³	2.08 gr/cm ³	2.11 gr/cm ³
Grado de compactación	96.70 %	97.20 %	96.30 %	96.70 %	98.10 %

Nota. Laboratorio geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

La tabla correspondiente al Tramo N°01 muestra los resultados de las pruebas de densidad de campo realizadas en diferentes muestras a lo largo del tramo. Se registraron cinco muestras en progresivas que van desde 0+000 hasta 1+000. Los valores de densidad de las muestras húmedas oscilan entre 2.21 gr/cm³ y 2.26 gr/cm³. El contenido de humedad varía entre 6.45% y 7.68%. Estos valores son relevantes para comprender la cantidad de agua presente en el suelo y su influencia en las propiedades físicas. Por otro lado, las densidades de las muestras secas se encuentran entre 2.08 gr/cm³ y 2.11 gr/cm³. El grado de compactación de las muestras oscila entre 96.30% y 98.10%. Esto indica que el suelo presenta una buena compactación del material afirmado.

Tramo II: Progresiva 10+022 a la Progresiva 21+899.

En cuanto a las dimensiones del tramo, se especifica que desde la progresiva 10+022 hasta 21+899, el ancho de la vía es de 7.00 metros, con una altura de afirmado de 0.15 metros. El método utilizado para determinar fue la densidad de campo, haciendo uso del método del cono de arena que consiste en la verificación in situ del valor de la densidad, reflejándose en la dependencia entre humedad y

densidad en el relleno de la carretera, este ensayo es indispensable porque se anticipa a una eventual deformación y/o deslizamiento.

Tabla 14

Pruebas de densidad de campo Tramo N°02

ENSAYO	Muestra N°. 06	Muestra N°. 07	Muestra N°. 08	Muestra N°. 09	Muestra N°. 10
PROGRESIVA	10+000	10+250	10+500	10+750	11+000
Densidad muestra Húmeda	2.24 gr/cm ³	2.25 gr/cm ³	2.27 gr/cm ³	2.23 gr/cm ³	2.25 gr/cm ³
Contenido de humedad	7.77 %	6.41 %	8.33 %	7.16 %	5.73 %
Densidad muestra seca	2.08 gr/cm ³	2.12 gr/cm ³	2.10 gr/cm ³	2.08 gr/cm ³	2.13 gr/cm ³
Grado de compactación	96.70 %	98.60 %	97.80 %	96.70 %	99.10 %

Nota. Laboratorio geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

En cuanto al Tramo N° 02, la tabla muestra los resultados de las pruebas de densidad de campo realizadas en cinco muestras a lo largo del tramo, desde la progresiva 10+000 hasta la 11+000. Las densidades de las muestras húmedas varían entre 2.24 gr/cm³ y 2.27 gr/cm³, mientras que los contenidos de humedad se encuentran entre 5.73% y 8.33%. Estos valores son relevantes para comprender la cantidad de agua presente en el suelo y su influencia en las propiedades físicas. Las densidades de las muestras secas oscilan entre 2.08 gr/cm³ y 2.13 gr/cm³. El grado de compactación de las muestras varía entre 96.70% y 99.10%. Esto indica que el suelo se encuentra adecuadamente compactado del material afirmado para soportar las cargas de tráfico.

Tramo III: Progresiva 21+900 a la Progresiva 35+000.

En este tramo de la vía sólo se observaron residuos sólidos finos como papel, tierra, arena, materia orgánica, etc. Necesidad de limpieza y ahuellamiento en la plataforma de la vía, el tramo de Progresiva 21.900 a 35.000 tiene un ancho de 3,60

m, el firme tiene 0,15 m de alto. Los componentes de la carretera, como alcantarillas, sardineles y puentes, no causaron daños importantes.

En relación a las dimensiones del tramo, se ha especificado que el ancho de la vía es de 3.60 metros, con una altura de afirmado de 0.15 metros. Estos datos son relevantes para determinar la cantidad de material necesario para la escarificación y para futuras acciones de reparación y mejora de la capa de afirmado.

Tabla 15

Pruebas de densidad de campo Tramo III

ENSAYO	Muestra N°. 11	Muestra N°. 12	Muestra N°. 13	Muestra N°. 14	Muestra N°. 15
PROGRESIVA	22+000	22+250	22+500	22+750	23+000
Densidad muestra Húmeda	2.18 gr/cm ³	2.18 gr/cm ³	2.21 gr/cm ³	2.20 gr/cm ³	2.20 gr/cm ³
Contenido de humedad	7.44 %	6.19 %	8.33 %	8.91 %	6.72 %
Densidad muestra seca	2.03 gr/cm ³	2.05 gr/cm ³	2.04 gr/cm ³	2.02 gr/cm ³	2.06 gr/cm ³
Grado de compactación	96.20 %	97.10 %	96.70 %	95.70 %	97.60 %

Nota. Laboratorio geotecnia de mecánica de suelos y pavimentos (2020).

La tabla correspondiente al Tramo N°03 muestra los resultados de las pruebas de densidad de campo realizadas en cinco muestras a lo largo del tramo, desde la progresiva 22+000 hasta la 23+000. Las densidades de las muestras húmedas varían entre 2.18 gr/cm³ y 2.21 gr/cm³, mientras que los contenidos de humedad se encuentran entre 6.19% y 8.91%. Estos valores son relevantes para comprender la cantidad de agua presente en el suelo y su influencia en las propiedades físicas. Las densidades de las muestras secas oscilan entre 2.03 gr/cm³ y 2.06 gr/cm³. El grado de compactación de las muestras varía entre 95.70% y 97.60%, lo que indica una compactación adecuada del suelo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera. El nivel de afirmado para el mejoramiento de la red vial departamental entre los tramos PE-34 1 – EMP - PU-110, distrito de Cojata, provincia de Huancané, departamento de Puno, se halla dentro de los parámetros especificados para un material de afirmado, por ello, esta coherente con las especificaciones del MTC. Para mayor relevancia se realizaron análisis de muestras obtenidas de tres canteras, además se realizaron ensayos de densidad de campo en 03 tramos de la carretera.

Segundo. La calidad del material afirmado, en los ensayos y análisis realizados demuestran que el material afirmado utilizado en el proyecto, proveniente de las canteras de Río Seco, Pucará y Kantati Ururi, cumple con altos estándares de calidad. Estos suelos, clasificados como A – 1 – b (0) y A – 2 – 4 (0), presentan una composición adecuada con fragmentos de piedra, grava y arena, y cumplen con las normas ASTM D 422 y ASTM 424 en términos de granulometría. Así también, se obtuvieron densidades apropiadas, con valores que oscilan 2.050 gr/cm² y 2.22 gr/cm², y un CBR al 100% satisfactorio, variado entre

56.00% y 63.3%. Estos resultados confirman la capacidad portante y la compactación adecuada del suelo, asegurando la estabilidad y durabilidad de las carreteras construidas sobre él.

Tercero. Las pruebas de densidad de campo obtenidos oscilan entre el 95% al 100% de grado de compactación estos datos son importantes para evaluar la calidad del suelo en cada tramo y para tomar decisiones relacionadas con el diseño y construcción de la infraestructura de la vía afirmada. La densidad del suelo y su grado de compactación son factores clave para garantizar la estabilidad y durabilidad. Además, el contenido de humedad es relevante para comprender las propiedades físicas del suelo y su comportamiento en diferentes condiciones. Estos datos son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de la carretera afirmada.

5.2. Recomendaciones

Primera. Continuar utilizando el material afirmado proveniente de las canteras de Río Seco, Pucará y Kantati Ururi, ya que ha demostrado cumplir con altos estándares de calidad. Esto asegurará la consistencia en la composición y características del suelo utilizado en la construcción de las carreteras.

Segunda. Durante la construcción de una carretera afirmada, es fundamental monitorear y controlar el contenido de humedad del suelo. Mantener un nivel adecuado de humedad es esencial para lograr una compactación óptima y evitar problemas como la segregación y el asentamiento diferencial. Un exceso de humedad dificulta la compactación, mientras que una falta de humedad compromete la resistencia del suelo. El monitoreo regular y el uso de equipos especializados son clave para garantizar un contenido de humedad óptimo y una carretera afirmada de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asencio, E. M. (2022). *Estabilización química de afirmados en carreteras en altura, tramo Ichuña - Titire, Moquegua 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91958>
- Atencia, J., Cuenca, J. E., Torres, M., & Villavicencio, Y. (2021). *Propuesta de mejoramiento de la carretera Sacapampa-Chupán, distrito Aparicio Pomares - región Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/fd645abf-363b-4583-903c-545dd682456b>
- Atencio, L. L. (2019). *Evaluación geotécnica de la carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata tramo 6+000 AL 14+000, distrito de Ilave - El Collao - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13319>
- Gomez, L. D., & Guillen, M. (2021). *Mejoramiento de la trocha carrozable celendin - Llanguat, provincia de Celendin - departamento de cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo - UPRIT]. http://repositorio.uprit.edu.pe/browse?order=ASC&rpp=20&sort_by=1&etal=-1&offset=478&type=title
- Guillén, J. L. (2018). *Bases teóricas para la propuesta de mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los tramos Lluchubamba – Matibamba km. 0.000 – 5+000 – Chilia –Pataz – La Libertad, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/110>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la*

investigación (Sexta edición). McGraww-Hill.
https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Higuera, C. H. (2008). Diseño de estructuras de pavimentos en afirmado. *Revista Facultad de Ingeniería*, 17(24), 37–44.
<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1357/1352>

Huancoillo, Y. J. (2017). *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6963>

Idrogo, D. Y. (2022). *Evaluación del nivel de intervención de vías afirmadas y su relación con el nivel de satisfacción de los usuarios, ruta Chota – campamento* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/f112fa45-8042-4e5f-8bfa-a25c97cbf833>

Miranda, K. A., Sulca, V. M., Tanta, J. D. R., & Urbano, J. A. (2021). *Propuesta técnica para el mejoramiento de la capacidad de la Carretera Central en el tramo de Casapalca – Pucará* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/1b26f141-3b8c-404d-81f9-bb050deaf6dc>

Montalvo, K. B. (2018). *Modelo de gestión de conservación vial, para reducir costos de mantenimiento vial y operación vehicular en la carretera departamental ruta SM – 104, tramo: Lamas - Emp. PE-5N (puente Bolivia); Km 00+000 al Km 14+180, departamento San Martín, provincia Lam. 103*

[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto].

<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2633>

MTC Perú. (2014). *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*.

Resolución Directoral N.º 10-2014-MTC/14.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC

NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7_SGGP-2014.pdf

MTC Perú. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico*. Resolución

Directoral N.º 03-2018-MTC/14. [https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-](https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10438-03-2018-mtc-14)

[legales/10438-03-2018-mtc-14](https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/10438-03-2018-mtc-14)

Pinedo, K. P. (2018). *Propuesta de diseño para el mejoramiento del camino*

vecinal, tramo: Caserío Tupac Amaru-carretera Federico Basadre, Distritos

de Manantay y Calleria, Provincia de Coronel Portillo -Ucayali [Tesis de

pregrado, Universidad Alas Peruanas].

<https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/5881>

Quispe, A. F. (2017). *Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera Entre El*

Caserío Llacuabamba – Desvío Tres Lagunas; Distrito De Parcoy, Provincia

De Pataz – La Libertad [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22932>

Rincón, A., Salvador, N., & Andrés, S. M. (2021). *Evaluación de alternativas de*

solución para la pavimentación del tramo Santa Fé- Valdivia de la carretera

Huancayo – Tarma – La Merced frente a problemas de filtración de agua en

suelo arcilloso [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola].

[https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/bf7f681a-86fb-4073-a036-](https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/bf7f681a-86fb-4073-a036-0ece23e2bee1)

[0ece23e2bee1](https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/bf7f681a-86fb-4073-a036-0ece23e2bee1)

Rioja, G. (2015). *Los impactos de la carretera interoceánica en la Amazonía sudoccidental*.

http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/WEB/esp/estudiosdecasos/19-EstudioDeCaso_Desarrollo de carreteras_Guillermo Rioja.pdf

Rozas, P., & Figueroa, O. (2006). *Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales*. Naciones Unidas, CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6314-conectividad-ambitos-impacto-desarrollo-territorial-analisis-experiencias>

Ruiz, J. E. (2023). *Mejoramiento de la transitabilidad vehicular mediante el mantenimiento periódico del camino vecinal Tramo: Suitucancho – Casapalca, la Oroya - Junin* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6372>

Vásquez, J. A. (2015). *Impacto ambiental en el proceso de construcción de una carretera afirmada en la zona alto andina de la región Puno* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5965>