



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de la estabilización química con polímeros para el
mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659
Lliupapuquio - Apurímac, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Damiano Quintana, Yuliza (ORCID: 0000-0002-9840-1472)

Pérez Suni, Mónica (ORCID: 0000-0003-1288-7246)

ASESOR:

Ms. Ing. Requis Carbajal, Luis Villar (ORCID: 0000-0002-3816-7047)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ
2022

DEDICATORIA

A mis padres que siempre me apoyaron en toda mi etapa estudiantil y estuvieron siempre presentes en cada logro que tuve.

Damiano Quintana, Yuliza.

A Dios y a mi familia; dedico incondicionalmente de todo corazón a mis padres, Félix PEREZ CHAYÑA y Paulina Alicia SUNI MAMANI, que desde el cielo me guían y cuidan. A mi hermano Ronald PEREZ SANCA que a pesar de su prematura partida fue una inspiración; a mis tíos y primos por el apoyo que me brindaron en los momentos más difíciles de mi vida.

Pérez Suni, Mónica.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a la Universidad César Vallejo por habernos brindado tan buena experiencia, también por permitirnos realizar nuestra investigación, así mismo a los ingenieros que nos recomendaron, aconsejaron y guiaron en dicha investigación; y al laboratorio por darnos la facilidad de los ensayos.

Finalmente agradecemos a nuestro asesor de tesis Mg. Luis Villar Requis Carbajal, por brindarnos su apoyo, tiempo y experiencia durante todo el proceso de elaboración de esta investigación.

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que aportaron para poder realizar esta investigación y poder culminarlo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Justificación de la investigación	16
1.4. Importancia	16
1.5. Delimitaciones.....	17
1.5.1. Delimitación social.....	17
1.5.2. Delimitación geográfica	17
1.5.3. Delimitación económica.....	18
1.5.4. Limitaciones.....	18
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo general.....	18
1.6.2. Objetivo específicos.....	18
1.7. Hipótesis	18
1.7.1. Hipótesis general.....	18
1.7.2. Hipótesis específicas	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Trabajos previos.....	20
2.1.1. Internacional	20
2.1.2. Nacional.....	21

2.2.	Teorías relacionadas al tema	23
2.2.1.	Suelos.....	23
2.2.2.	Estabilización de suelos	24
2.2.3.	Polímeros	27
2.2.4.	Polímeros como estabilizante se suelos.....	30
2.2.5.	Mejoramiento de caminos vecinales.....	31
III.	METODOLOGÍA	33
3.1.	Tipo y diseño de investigación	33
3.1.1.	Tipo de investigación	33
3.1.2.	Nivel de investigación	33
3.1.3.	Diseño de la investigación	34
3.2.	Variables y operacionalización.....	34
3.3.	Población y muestra de la investigación	35
3.3.1.	Población.....	35
3.3.2.	Muestra.....	36
3.4.	Técnicas e instrumentos de recopilación de dato, validez y credibilidad.....	36
3.4.1.	Técnicas	36
3.4.2.	Instrumentos.....	36
3.4.3.	Validez y confiabilidad del instrumento.....	37
3.5.	Método de análisis de datos.....	37
3.5.1.	Procedimientos	38
3.6.	Aspectos éticos	39
IV.	RESULTADOS	40
4.1.	Condiciones actuales del camino vecinal.....	40
4.1.1.	Obtención de muestras.....	40
4.1.2.	Topografía y conservación del camino	41
4.1.3.	Resultados técnicos.....	43
4.1.4.	Costo de construcción	49
4.1.5.	Costo de mantenimiento.....	51
4.2.	Análisis del tratamiento estabilizador químico con polímeros	52
4.2.1.	Diseño de estabilización Z polímeros	52

4.2.2.	Proceso de aplicación.....	53
4.2.3.	Resultados técnicos.....	53
4.2.4.	Costo de construcción	55
4.2.5.	Costo de mantenimiento.....	57
4.3.	Evaluación de los beneficios económicos, operativos y ambientales	58
4.3.1.	Beneficios económicos	58
4.3.2.	Beneficios operativos.....	60
4.3.3.	Impactos ambientales.....	63
4.4.	Contrastación de hipótesis	64
4.4.1.	Contrastación de hipótesis general.....	64
4.4.2.	Contrastación de hipótesis específicos.....	64
V.	DISCUSIÓN.....	67
5.1.	Discusión de resultados	67
VI.	CONCLUSIONES	70
6.1.	Conclusión general.....	70
6.2.	Conclusión específicos.....	70
VII.	RECOMENDACIONES.....	72
	REFERENCIAS.....	73
	ANEXOS	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de estabilizador aplicables según región	27
Tabla 2. Especificaciones técnicas de polímeros	31
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	35
Tabla 4. Ubicación geográfica	40
Tabla 5. Datos obtenidos de topografía del camino	41
Tabla 6. Daños superficiales del camino	42
Tabla 7. Ensayo granulométrico.....	45
Tabla 8. Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO	46
Tabla 9. Ensayo de límite de consistencia	46
Tabla 10. Ensayo de humedad.....	47
Tabla 11. Ensayo proctor modificado	47
Tabla 12. Ensayo CBR.....	48
Tabla 13. Datos Presupuestales de construcción afirmado	50
Tabla 14. Datos obtenidos para el mantenimiento a nivel de afirmado	51
Tabla 15. Ensayo de límite de consistencia z polímero con 3.78 l/m ³	53
Tabla 16. Ensayo de límite de consistencia z polímero con 5.68 l/m ³	54
Tabla 17. Ensayo de humedad z polímero con 3.78 l/m ³	54
Tabla 18. Ensayo de humedad z polímero con 5.68 l/m ³	55
Tabla 19. Ensayo CBR aplicando Z polímeros.....	55
Tabla 20. Datos obtenidos de costo de construcción con z polímeros.....	56
Tabla 21. Costos de mantenimiento aplicando polímeros.....	57
Tabla 22. Evaluación económica de alternativas de pavimentación	58
Tabla 23. Calificaciones socioeconómicas.....	59
Tabla 24. Resumen de resultados del ensayo	60
Tabla 25. Calificaciones ambientales.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de zona de estudio del tramo Ccoyahuacho - Lliupapuquio.	17
Figura 2. Selección del tipo de estabilizador.	26
Figura 3. Composición de los polímeros.	28
Figura 4. Estructura de polímeros.	28
Figura 5. Aditivos de plástico utilizados según sector de mercados a nivel global.	30
Figura 6. Diseño de investigación.	34
Figura 7. Ubicación satelital.	40
Figura 8. Estado de conservación del camino vecinal.	43
Figura 9. Ubicación de la cantera.	44
Figura 10. Curva granulométrica.	45
Figura 11. Ensayo proctor modificado.	48
Figura 12. Ensayo CBR.	48
Figura 13. Estructura de pavimentación con Z polímeros.	52
Figura 14. Proceso constructivo con Z polímeros.	53
Figura 15. Gráfico de barras de los resultados de CBR.	60
Figura 16. Grafico de barras de los resultados de Limite Liquido.	61
Figura 17. Grafico de barras de los resultados de Limite Plastico.	61
Figura 18. Gráfico de barras de los resultados de Indice de plasticidad.	62
Figura 19. Grafico de barras de los resultados de Contenido de humedad Optimo.	62
Figura 20. Gráfico de barras de los resultados de peso específico seco.	63

RESUMEN

Tesis de investigación “Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022”. La presente investigación busca estudiar los polímeros como una alternativa para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los caminos vecinales. Por tal motivo la investigación es significativa para los beneficiarios de la población de la zona de estudio, ofreciendo las mejoras del camino vecinal para el disfrute y desarrollo económico, social y ambiental de la población.

Se tuvo por objetivo determinar la incidencia de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022. Para lo cual, se realizó los estudios a fin de determinar los aspectos que mejoran en las propiedades físicas, mecánicas y servicialidad para los usuarios de influencia del proyecto de estudio.

En cuanto a los material y métodos la investigación obedece enfoque cuantitativo, el tipo de estudio es aplicada, el nivel explicativo y el diseño de investigación cuasi experimental - transeccional. Para la recolección de datos se utilizó como instrumentos la observación directa y los ensayos de laboratorio. La validez y confiabilidad se ciñen por las normas ASTM, AASHTO y MTC; y la muestra se tomó la cantidad requerida de la cantera del sector de Lliupapuquio, en el KM 007+350, se empleó el muestreo no probabilístico a conveniencia.

Los resultados se obtuvieron de una parte del trabajo de campo que consistió en el inventario vial del estado situacional del camino vecinal que consta de 13.906 km. presentando un estado de la carretera regular; y el trabajo de laboratorio resulta del estudio del material de la cantera y los estudios de laboratorio del material de la cantera mejorado con el polímero estabilizador de suelos z polímeros, de los cuales se tiene el incremento de CBR al 100% en 32.10%, y los otros indicadores mecánicos también mejoraron significativamente. Los costos se incrementan más de la mitad de la alternativa de afirmado, pero resulta menos costoso de las alternativas de utilizar

pavimento con cemento y asfalto; y en aspecto ambiental es una alternativa amigable con la naturaleza.

Conclusiones: De acuerdo a los resultados se pudo concluir que la Aplicación del estabilizador Z polímeros incide significativamente en el mejoramiento del camino vecinal. De esta manera, los polímeros son una alternativa viable para su aplicación en cualquier parte de la sierra peruana, por la amplia gama de productos químicos a base de polímeros que ofrecen soluciones viales acorde al tipo de suelos y climas.

Palabras clave: Estabilizador químico, polímeros, mejoramiento de camino vecinal.

ABSTRACT

Research thesis "Analysis of chemical stabilization with polymers for the improvement of the neighborhood road Junction AP-670 to AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022". This research seeks to study polymers as an alternative to improve the physical and mechanical properties of local roads. For this reason, the research is significant for the beneficiaries of the population of the study area, offering improvements to the neighborhood road for the enjoyment and economic, social and environmental development of the population.

The objective was to determine the incidence of chemical stabilization with polymers for the improvement of the neighborhood road Junction AP-670 to AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022. For which, studies were carried out in order to determine the aspects that improve in the physical, mechanical and serviceability properties for the influence users of the study project.

Regarding the material and methods, the research obeys a quantitative approach, the type of study is applied, the explanatory level and the quasi-experimental - transectional research design. For data collection, direct observation and laboratory tests were used as instruments. Validity and reliability adhere to ASTM, AASHTO, and MTC standards; and the sample was taken in the required quantity from the quarry in the Lliupapuquio sector, at KM 007+350, non-probabilistic convenience sampling was used.

The results were obtained from a part of the field work that consisted of the road inventory of the situational state of the local road that consists of 13,906 km. presenting a regular road condition; and the laboratory work result from the study of the quarry material and the laboratory studies of the quarry material improved with the soil stabilizer polymer Z polymers, of which the increase in CBR at 100% is 32.10%, and the other mechanical indicators also improved significantly. The costs increase more than half of the affirmed alternative, but it is less expensive than the alternatives of using pavement with cement and asphalt; and in environmental aspect it is a friendly alternative with nature.

Conclusions: According to the result, it was possible to conclude that the application of the stabilizer Z polymers has a significant impact on the improvement of the local road.

In this way, polymers are a viable alternative for application in any part of the Peruvian highlands, due to the wide range of polymer-based chemical products that offer road solutions according to the type of soil and climate.

Keywords: Chemical stabilizer, polymers, neighborhood road improvement.

I. INTRODUCCIÓN

El interés por mejorar las vías de comunicación en el ámbito rural se encuentra latente en nuestro país, la mayor parte de los caminos rurales y/o vecinales se encuentran en estado de abandono por la falta de mantenimiento y mejoramiento por las autoridades; las ventajas de tener un camino transitable permiten a la población el desarrollo y un medio para aminorar los costos de producción y/ en el comercio. En el país los caminos vecinales o rurales carecen de tratamientos y aplicación de la ciencia y tecnología, empleándose la forma tradicionales de mejoramiento de carreteras y caminos que no solucionan de manera efectiva los problemas viales o demandan mayor inversión en su construcción; es así que se tiene la entera necesidad de la investigación de nuevos métodos, técnicas, materiales, aditivos y entre otros para el mejoramiento de los caminos vecinales; y estos sean una alternativa que reúna las condiciones de calidad en transitabilidad, proceso de construcción menos complicado, se tenga menores costos de construcción y mantenimiento, y sobre todo que sean amigables con el medio ambiente y los ecosistemas. Bajo estas premisas se plantea el estudio de los polímeros como una alternativa de estabilizador químico de suelos.

Al respecto se tiene varias investigaciones, tomando como alternativas para mejorar los caminos rurales y/o vecinales la estabilización de suelos mediante polímeros, los cuales se están posicionando poco a poco en la industria de redes viales con una amplia gama de productos que varían desde su aplicación, composición de diferentes materias, costos del producto, mayores atributos sobre otros, cada vez más eco amigables y entre otros.

1.1. Realidad problemática

En el Perú a partir de diciembre de 2018 el Estado peruano viene implementado políticas nacionales de productividad y competitividad con la finalidad de implementar cambios para mejorar la competitividad y erradicar la pobreza en la población de todo el ámbito nacional, y dentro de ello resalta el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad, el cual es un instrumento que permite cerrar las brechas en la infraestructura, de esta manera impulsar el

crecimiento, desarrollo y competitividad del país. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

Las carreteras son las infraestructuras de conectividad más relevantes en nuestro estado. De esta forma, la economía de un territorio se incrementa constantemente y una vez que, sus carreteras sean diseñadas de forma eficiente y de calidad; caso opuesto el déficit de carreteras crea un efecto negativo en la economía; como crecimiento de costos, baja competitividad en los productos, crecimiento en el precio de transporte entre otros.

El camino vecinal que une el centro poblado de Lliupapuquio y el centro poblado de Ccoyahuaco, pertenecientes a la jurisdicción del distrito de San Jerónimo de la provincia de Andahuaylas – región Apurímac son pueblos a los cuales les unen la actividad agrícola y ganadera. El camino vecinal que une estos pueblos se extiende por quebradas, cerros y llanuras por donde transitan en su gran mayoría camiones de carga en las épocas de siembra y cosecha, el cual permite a los pobladores de estos dos sectores dinamizar la economía en todo el valle del Chumbao, Andahuaylas y generar ingresos económicos a menor costo de transporte de sus productos.

En este tramo se viene realizando el mantenimiento periódico y rutinario del camino vecinal, ejecutado por la Municipalidad Provincial de Andahuaylas bajo el financiamiento del Decreto de Urgencia N° 070-2020, reactivación económica en materia de inversión pública y gasto corriente por el Covid-19, el cual se encuentra en proceso de mantenimiento rutinario hasta finales del año 2021. Al realizar el recorrido de los 13.906 Km de trayecto, se evidencia hundimientos, encalaminamientos y grietas a lo largo del camino, ocasionados por las lluvias torrenciales e inadecuado encausamiento de desfogue de aguas fluviales, generando molestias a los transportistas a la población en general por el rápido desgaste del camino. De esta manera el tramo estudiado no cumple con las especificaciones técnicas instituidas en el manual de carreteras EG-2013 y se deterioran rápidamente en el suelo según la conformación que tenga.

También se presentan problemas en el sector ambiental, puesto que las carreteras terminadas y no cumpliendo su vida útil generan situaciones ambientales

pésimas, ocasionando grandes cantidades de polvo afectando así la agricultura de pueblos aledaños, el clima del valle del Chumbao en el sector de Lliupapuquio y Ccoyahuacho es uno de los factores para el deterioro de la carreteras afirmadas, en períodos de invierno incide marcadamente en el comportamiento de los materiales que constituyen los suelos, generando cambios espaciosos que con el tiempo producen alteraciones que tienden a ser negativas para los materiales que constituyen el suelo. La resistencia de los suelos cambia al variar el contenido de agua, dicha relación es inversamente proporcional.

Con todo lo detallado, se tiene la necesidad de mejorar las características técnicas, operativas, económicas y ambientales del camino rural en mención, permitiendo a los pobladores contar con un camino transitable libre de polvo y baches por un periodo más prolongado, por estas razones y demás se plantean los siguientes interrogantes de problema.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la incidencia de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿En qué condiciones se encuentra a la actualidad el camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?

¿Qué resultados se obtendrá de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?

¿Cuál será los beneficios económicos, operativos y ambientales de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?

1.3. Justificación de la investigación

Los caminos vecinales y agrícolas son las más olvidadas en cuanto a su mantenimiento periódico y rutinario, además no se emplean las tecnologías necesarias para contar con caminos que cumplan con las especificaciones y mejore las propiedades del suelo que permita la transitabilidad, generando mayores beneficios para los pobladores que en su mayoría se dedican al sector agrícola, ganadería y comercio, minimizando los costos por transporte y desgaste de los vehículos por el tránsito en un camino que cuenta con baches y otros daños en el recorrido del camino vecinal Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio, del distrito de San Jerónimo – Apurímac. De esta manera generar una economía fluida entre la unión de centros poblados y el distrito.

La aplicación del tratamiento estabilizador químico mediante polímeros de la carretera Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio, permitirá conocer las cualidades físicas y beneficios de emplear los estabilizadores químicos en los caminos vecinales de bajo tránsito vehicular de la zona de estudio, donde las intensas lluvias de la sierra erosionan en un corto tiempo los caminos.

Para el mejoramiento de las vías rurales y vecinales, es de suma importancia tener en consideración el sustento económico, ya que las infraestructuras demandan grandes inversiones para los gobiernos locales, regionales y nacionales. Por estas razones se tiene el estudio de mejorar los caminos vecinales con tecnología mediante polímeros en caminos que beneficien a la población del tramo Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio.

1.4. Importancia

Es de suma importancia aplicar las últimas tecnologías en lo que se refiere al tratamiento superficial del camino vecinal mediante estabilizador químico con polímeros, el cual permitirá conocer su procedimiento, funcionabilidad y beneficios socioeconómicos para la población. Durante el estudio, el lugar de ejecución permitirá conocer la viabilidad técnica y situación actual mediante las diferentes pruebas de ensayo e inventario de las condiciones del camino vecinal; por tanto, el tratamiento estabilizador químico mediante polímeros debe tener los atributos necesarios para solucionar las recientes falencias sobre el hundimiento,

encalaminado, emisión de polvos y presencia de baches en la carretera que une Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio.

1.5. Delimitaciones

1.5.1. Delimitación social

La presente investigación tuvo como beneficiarios inmediatos a los habitantes de estos dos pueblos que utilizan el camino vecinal Empalme AP-670 a AP-659-Lliupapuquio, del distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas para sus fines agrícolas, ganaderos y comerciales.

1.5.2. Delimitación geográfica

El tramo que comprende el presente trabajo de investigación inicia en el camino vecinal del tramo de la comunidad de Lliupapuquio en la progresiva km. 000+000 hasta la comunidad de Ccoyahuacho del mismo distrito, en la progresiva km. 013+906. La longitud del tramo es de 13.906 km.

Georreferenciación:

Latitud: 13°39'00"

Longitud: 73°25'34"

Altura: 3117 msnm (Ccoyahuacho) - 3529 msnm (Lliupapuquio)

Coordenadas UTM: 679584.21 E; 8486382.91 N

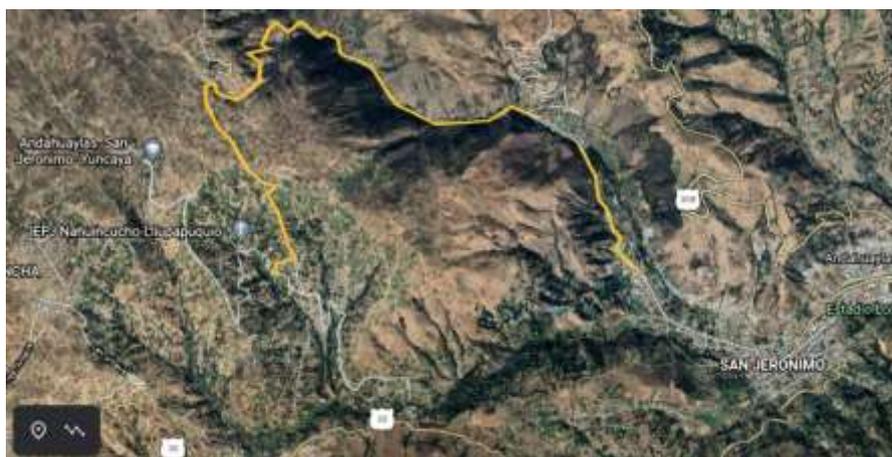


Figura 1. Ubicación de zona de estudio del tramo Ccoyahuacho - Lliupapuquio. Tomado de google earth.

1.5.3. Delimitación económica

La propuesta tuvo como beneficiarios inmediatos a los pobladores del camino vecinal Empalme AP-670 a AP-659-Lliupapuquio - Apurímac, generando una variedad de intercambios agrícolas, culturistas y sociales.

1.5.4. Limitaciones

La propuesta tuvo como beneficiarios inmediatos a los pobladores del camino vecinal Empalme AP-670 a AP-659-Lliupapuquio - Apurímac, generando una variedad de intercambios agrícolas, culturistas y sociales.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la incidencia de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

1.6.2. Objetivo específicos

Analizar las condiciones actuales en el que se encuentra el camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

Describir los resultados de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

Evaluar los beneficios económicos, operativos y ambientales de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

La estabilización química con polímeros incide en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

1.7.2. Hipótesis específicas

El camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, se encuentra a la actualidad en regulares condiciones.

La estabilización química con polímeros mejora sustancialmente el suelo del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

La estabilización química con polímeros realza significativamente el valor económico, operativo e impacto ambiental para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Trabajos previos

2.1.1. Internacional

(Jaime Hernández, 2021), en su investigación titulada: *Estabilización de suelos con polímeros*. Tesis de posgrado de la Universidad de la República - Montevideo. La autora plantea como objetivo modificar las propiedades del suelo y mejorar el desempeño de este utilizando polímeros que permitan la mejora de este dando así las siguientes conclusiones: la estabilización química y mecánica de los suelos tiene la finalidad de mejorar en sus propiedades físicas, reducir el polvo y evitar el paso del agua en su estructura, además añade que el uso de polímeros como estabilizante resulta una opción más viable en cuanto al tiempo de aplicación, costo y resultados ventajosos antes los estabilizadores tradicionales, destacando en el aumento del CBR, disminución de la humedad, incremento en la fricción interna y la cohesión c . De esta manera la estabilización con polímeros se encuentra en desarrollo por las constantes mejoras y estudios para mejorar cada tipo de suelo.

(Canaria Pineda y Iván Martínez, 2020), en el trabajo de investigación que lleva por título: *estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de La Primavera - Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos*. Tesis de pregrado de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Bogotá, llegaron a las siguientes conclusiones: adicionando el estabilizador químico con polímero NANO TRACK incrementa la resistencia mecánica de la cantera utilizada, obteniendo el resultado de la capacidad portante hasta un 80% con la adecuada humedad al momento de compactar. En cuanto a los resultados obtenidos de aplicar 1.2lt/m³ del estabilizante resulta un CBR de 12.19% de la compactación, de esta manera el estabilizante mejora las propiedades del suelo, pero no se alcanzó el resultado óptimo mínimo de 15%. Como conclusión final el polímero NANO TRACK ecológico no adhiere completamente los componentes del material de la cantera utilizada en el afirmado de la institución, por ende, el polímero adicionado no asegura la durabilidad y la calidad a largo plazo en un ambiente húmedo, deteriorándose sin

mantener las características obtenidas al momento de aplicar el estabilizante ecológico con polímero.

(Aguilar Castañeda y Borda Riveros, 2015), en su investigación: *revisión del estado del arte del uso de polímeros en la estabilización de suelos*. Tesis de pregrado de la Universidad de Santo Tomás - Colombia, concluyo que: para una estabilización del suelo mediante polímeros se tiene que tener en cuenta el tipo de suelo y el polímero a utilizar, por tanto, previa utilización de algún estabilizante se debe evaluar las propiedades del suelo en cuanto a su dureza, resistencia a la compresión, granulometría, permeabilidad y otras características, por el hecho de que cada polímero no reacciona de igual manera al tipo de suelo utilizado. Por otro lado el mejoramiento de las vías es de suma importancia porque contribuyen al desarrollo económico de la zona de intervención y todo el país, por estas razones es conveniente emplear nuevas tecnologías en la estabilización de suelos, como es el caso de los polímeros que atribuyen mejoras en las condiciones físicas de los suelos, además de la viabilidad en el costo - beneficio.

2.1.2. Nacional

(Paredes Chavez, 2020), en su investigación que se titula: *Estabilización química mediante polímeros, en el incremento del valor del CBR en el afirmado, tramo Muyurina - Mituccasa, Ayacucho 2020*. Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniera civil en la Universidad César Vallejo - Perú, se planteó el tipo de investigación aplicada y de diseño experimental, en conclusión manifiesta: al aplicar z polímeros en los suelos el CBR al 100% aumenta de acuerdo a la dosificación, por tanto con dosificación de 3.8 lt/m³ hasta 6.1mt/m³ los resultados del CBR al 100% varías hasta un 28.7% a comparación del resultado del CBR al 100% del suelo natural. El ensayo de clasificación SUCS resulta una humedad de 5.8%, el suelo se encuentra bien graduado, los límites de líquido arrojan el 20% y no tiene plasticidad. En cuanto a la resistencia del suelo los valores se incrementan desde 0.64 kg/cm² hasta 1.46 kg/cm², y por último los costos al adicionar el z polímeros se incrementaron a un total de S/. 140.52.

(Bazán Quiñones, 2019), en la siguiente investigación titulada: *Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind*

en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima - Lima - 2019, Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo - Lima, la investigación es del tipo aplicada, las conclusiones presentan los siguientes resultados: la aplicación del polímero acrílico AggreBind en los suelos incrementa las características técnicas 13 veces más en comparación de suelos naturales, además contribuye a que el suelo sea más impermeable, y en cuanto al costo de construcción son económicos a comparación de otras técnicas. Las mejoras en el aspecto técnico se demostró que el análisis del CBR al 100% se obtiene un 5.2%, mientras con la aplicación con el polímero AggreBind los resultados del CBR al 100% se incrementan hasta un 68.61%, además al aplicar el sellante con el AggreBind disminuye hasta el 50% la absorción del agua.

(Lomparte Cabanillas y Sánchez Neglia, 2019), en la siguiente investigación titulada: *Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay - Nuevo Chimbote - Santa*, Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional del Santa - Chimbote, las conclusiones a las que llegó son: la aplicación del estabilizante químico mediante polímero Maxx-Seal produce cambios positivos en el análisis del CBR aumentando hasta en un 300% la resistencia y el soporte del superficie del suelo aplicado con el polímero. Con la aplicación de la dosis de 0.4% hasta 0.6% del peso del material se obtienen resultados donde la carretera resistirá mayor abrasión, resistirá a la deformación y garantizara la impermeabilidad. En cuanto al beneficio económico resulta más rentable aplicar el aditivo, porque permite mayor duración de la carretera y el costo de mantenimiento se reduce significativamente, además de controlar la polución en armonía con la naturaleza.

(Condori Ñahuinlla y Huamaní Gamarra, 2018), en la siguiente investigación titulada: *Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms) Abancay-Apurímac 2018*, Tesis de pregrado para obtener el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Tecnológica de os Andes - Andahuaylas, las conclusiones a las que llegaron son: en cuanto al valor del CBR al 95% con referencia al suelo natural tuvo

un incremento de 4.30%, mientras el valor del CBR al 100% con referencia al suelo natural se incrementó en un 20.27%. Por otro lado el Límite Líquido del suelo natural disminuye en 0.49%, el Límite Plástico disminuye en un 3.24% y el Índice Plástico disminuye en 2.75% al aplicar el Z polímero al suelo natural. En cuanto a la curva de penetración para 0.1 pulgadas este valor se incrementa en 0.66 kg/cm² y para 0.2 pulgadas el valor se incrementa en 1.26 kg/cm² con referencia al suelo natural, por lo que al emplear el Z polímeros el suelo se forma más compacto con menos vacíos.

2.2. Teorías relacionadas al tema

2.2.1. Suelos

2.2.1.1. Tipo de suelo en un camino vecinal.

Según (Crespo Villalaz, 2004) los suelos conforman la parte superior de la corteza terrestre que es producto de la desintegración mecánica y descomposición química, estos dan origen al suelo orgánico e inorgánico. En el área de la ingeniería los suelos se identifican por los nombres comunes: (pp.21-22)

Gravas. Son producto de la fragmentación de partículas de rocas, al ser erosionados en sus aristas por el viento o el agua estos reciben una forma redondeada, el tamaño de las gravas se encuentran en un rango entre 7.62cm a 2mm.

Arenas. Es un tipo de suelo, que es la materia producida por la disgregación de rocas o de trituración artificial, en proporciones finas, que no poseen cohesión ni plasticidad, el tamaño de las arenas se encuentra en un rango entre 2mm y 0.05mm.

Limos. Son partículas de suelos más finos que poseen baja o nula cohesión y plasticidad, son suelos que presentan poca permeabilidad, el tamaño de los limos se encuentra en un rango entre 0.05mm y 0.005mm.

Arcillas. Son partículas de grano fino, que poseen plasticidad y cohesión, estas pueden endurecerse al ser secadas, ya sean por secado natural o al ser sometidas al calor y perder su contenido de agua. Estos suelos generalmente poseen filosilicatos.

2.2.1.2. Estudio de suelos.

Para el (MEF, 2015), los suelos tienen un tratado o estudio de acuerdo a las metodologías de construcción de vías mediante las normas AASHTO y SUCS, tomando en cuenta el estudio de las propiedades en cuanto a granulometría, equivalente de arena, humedad natural, plasticidad, ensayo CBR, índice de grupo y clasificación de suelos.

Sobre el tema (Crespo Villalaz, 2004) manifiesta que es importante conocer las características físicas del suelo porque permiten predecir el comportamiento del terreno en el futuro en cuanto a su capacidad de carga, contenido de humedad y otros. A continuación se detalla dichas características: (pp.41-58)

Peso volumétrico. Es el peso de suelo traducido en unidad de volumen y se expresa en kg/m³, con el fin de determinar el peso volumétrico seco y suelto previo secado constante en un horno.

Densidad. Es la masa del suelo contenida en el volumen, existen tres tipos de densidad, de los cuales la *densidad absoluta* se mide sin incluir los vacíos, la *densidad aparente* se mide incluyendo sus vacíos, y la *densidad relativa* es su relación de la densidad absoluta o relativa promedio de partículas del suelo.

Absorción. Es la medición de la absorción del material sumergido en agua por el lapso de 24 horas para luego determinar el índice de absorción mediante el peso luego del secado superficial.

Granulometría. Permite determinar la cantidad porcentual del tamaño de las partículas que posee el suelo después de compactado.

Estructura. La estructura del suelo constituye la composición de minerales, tamaño del material y formas que forman parte del suelo. Estos se dividen en estructuras de tipo granular, apanalada y floculenta.

2.2.2. Estabilización de suelos

Es conferir características que el suelo natural no posee, variando algunas de sus propiedades naturales para luego emplearlo en reemplazo de otros materiales escasos o demasiado costosos. Los estabilizantes deben modificar mínimamente

algunas de las características en cuanto a su durabilidad, estabilidad volumétrica, permeabilidad, resistencia mecánica y compresibilidad. (Asociación Argentina de Carreteras, 2018).

Es la mejora de los materiales de un lugar o suelos en tanto a las condiciones de transitabilidad, resistencia y capacidad de carga e impermeabilidad ante el agua, mediante el uso del estabilizador para obtener mejores desempeños de la capa superficial del suelo. (MTC, 2015).

Consiste en mejorar las propiedades físicas del suelo, a partir de la aplicación de productos químicos, naturales, sintéticos o procedimientos mecánicos sobre la sub rasante que no es adecuado, conferiendo la durabilidad de las propiedades por periodos más largos y la resistencia mecánica de las mismas. (MTC, 2014).

2.2.2.1. Tipos de estabilización de suelos

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015) en su norma técnica establece los tipos de estabilizadores para los suelos en proyectos de mejoramiento de redes viales, en los cuales manifiesta que los suelos se pueden estabilizar con cemento, emulsión asfáltica, cal, sales y productos químicos (polímeros, ionizadores, enzimas y entre otros); además plantea el tipo de estabilizador adecuado para cada región del país, como se detalla en el siguiente tabla.

La (Asociación Argentina de Carreteras, 2018) en su manual establece los tipos de estabilización de suelos, detallándose a continuación: (pp. 72-74)

Estabilización mecánica. Consiste en mejorar el material en el suelo existente, sin cambiar o sustituir su composición básica o estructura, para lo cual se emplea de manera mecánica la compactación con la finalidad de reducir los vacíos que presentan los suelos naturales.

Estabilización física. Consiste en adecuar las características físicas de granulometría y plasticidad, de esta manera mejorar la resistencia mecánica y el agua pueda drenar con mayor facilidad por los poros del suelo. Esto hace posible el cumplimiento de capa de rodamiento de acuerdo a las normas de diseño.

Estabilización química. Existen variedad de agentes estabilizadores que modifican una o varias características del suelo a emplear, además poseen

beneficios que dan lugar a resultados favorables en cuanto el tiempo de durabilidad y valoración positiva del estudio de costo – beneficio. Estos agentes se clasifican en tres grupos según su funcionalidad, los polímeros, aceites sulfonados y enzimas. Además de los sales de cloruro de calcio, las ligninas y cloruro de magnesio que se emplean para comprimir el polvo en redes viales.

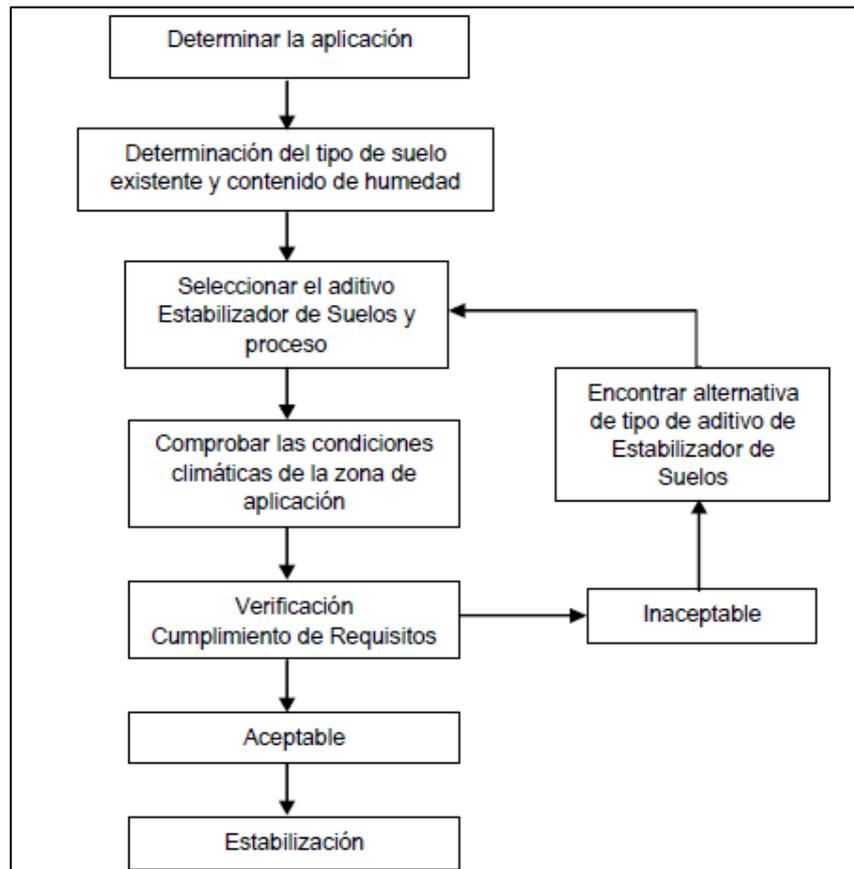


Figura 2. Selección del tipo de estabilizador, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

2.2.2.2. Estabilizadores de suelos

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015) en su norma técnica establece los tipos de estabilizadores para los suelos en proyectos de mejoramiento de redes viales, en los cuales manifiesta que los suelos se pueden estabilizar con cemento, emulsión asfáltica, cal, sales y productos químicos (polímeros, ionizadores, enzimas y entre otros); además plantea el tipo de estabilizador adecuado para cada región del país, como se detalla en el siguiente tabla.

Tabla 1. *Tipos de estabilizador aplicables según región*

REGIÓN	MATERIAL PREDOMINANTE	ESTABILIZADOR APLICABLE
COSTA Altitud: hasta 500 msnm	Suelos granulares, de nula o baja plasticidad (Clasificación AASHTO: A-1, A-2,A-3,A-4,A-5)	Sales Cemento Emulsión asfáltica Productos químicos
SIERRA Altitud: entre 500 a 4800 msnm	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2,A-3,A-4,A-5)	Cemento Emulsión asfáltica Productos químicos
CEJA DE SELVA Y SELVA ALTA Altitud: entre 400 a 1000 msnm	Suelos granulares, de nula a plasticidad alta (Clasificación AASHTO: A-1, A-2,A-3,A-4,A-5)	Cemento Emulsión asfáltica Cal Productos químicos
SELVA BAJA Altitud: menores a 400 msnm	Suelos limo arcilloso, arcilla, arcillas arenosas y arenas predominantes finas (Clasificación AASHTO: A-2-4,A-3,A-6,A-7)	Cemento Emulsión asfáltica Cal Productos químicos

Nota. Tomado de «Norma Técnica: soluciones básicas en carreteras no pavimentadas», por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015.

2.2.3. Polímeros

Según (Hermida, 2011) los polímeros están formados por eslabones orgánicos (monómeros) que dan lugar para obtener moléculas de gran tamaño, los eslabones dan lugar a la unión de átomos de carbono que se forman de manera laterales o radicales. Estas moléculas orgánicas componen generalmente el tejido de los seres vivos y los materiales como el plástico.

Al respecto (López Hernández, 2009) define los polímeros:

La palabra polímero deriva de dos palabras griegas “poly” que significa muchos y “meros” que significa partes, los cuales son el conjunto de productos químicos que tienen en común su composición. De esta manera los polímeros están constituidos por una gran cantidad de unidades pequeñas de moléculas denominadas monómeros que se repiten y estos a la vez forman una cadena larga de moléculas llamadas macromoléculas.

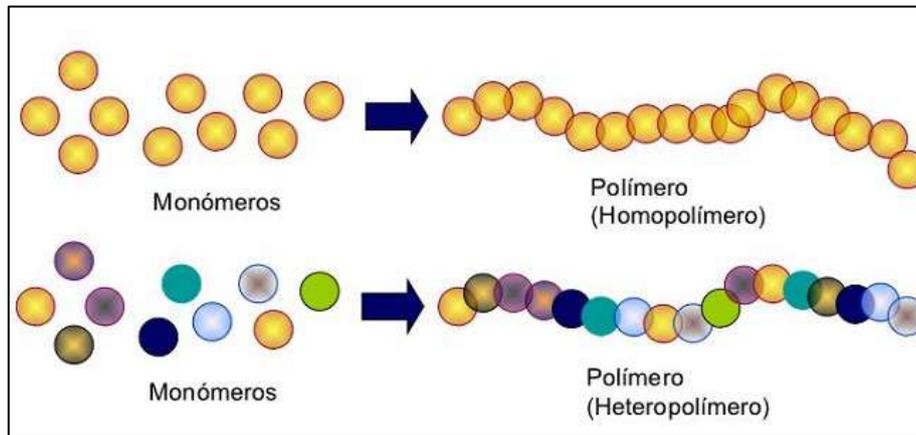


Figura 3. Composición de los polímeros, por López, 2009.

2.2.3.1. Estructura de un polímero

De acuerdo a (Hermida, 2011) las macromoléculas pueden tomar la forma de *lineales* donde se repite el mismo tipo de unión, *ramificadas* con cadenas laterales que se unen a la principal y *entrecruzadas* que se forma por el enlace de cadenas vecinas, tal como se muestra en el siguiente figura.

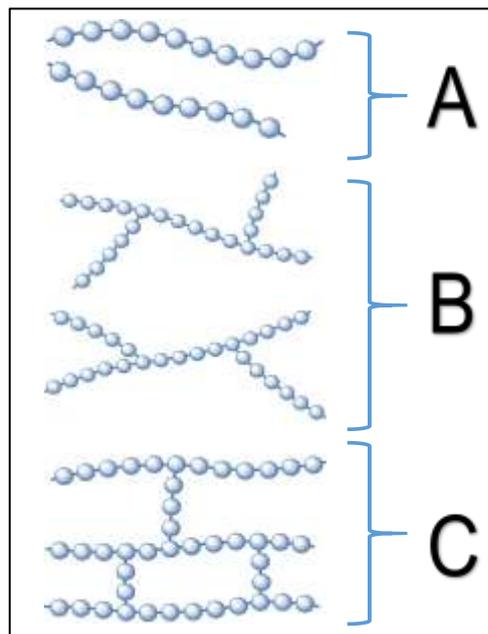


Figura 4. Estructura de polímeros. Nota: A: polímero lineal; B: polímero ramificado; C: polímero entrecruzado, por Hermida, 2011.

2.2.3.2. Tipos de polímeros.

Para (López Hernández, 2009) existen distintos tipos de polímeros:

Polímeros naturales. Estos polímeros se encuentran de manera natural en la naturaleza, derivados de las plantas y animales. Ejemplo de ello es la madera, lana, almidón, resinas, algodón, ácido nucleico y otros.

Polímeros semisintéticos. Estos polímeros se obtienen a partir de la modificación química de polímeros naturales. Ejemplo de ello es la seda artificial, plástico a base de caseína, caucho vulcanizado y otros.

Polímeros sintéticos. Estos polímeros se obtienen por procesos industriales o de laboratorio. Ejemplo de ello es el polietileno, nylon, cloruro de polivinilo, poliestireno, polipropileno, policarbonato y otros.

Polímeros orgánicos. Estos polímeros se fabrican a base de productos orgánicos que se encuentran en gran volumen en la naturaleza, como son los productos petroquímicos que se derivan del petróleo y el gas.

2.2.3.3. Propiedades de los polímeros.

Al respecto (López Hernández, 2009) menciona que la composición de los polímeros se adapta a las diferentes transformaciones y combinaciones de sus propiedades, y estos se pueden mostrar en formas diferentes como flexibles, duros, degradables, resistentes a las temperaturas cálidos o fríos. Además, pueden mezclarse con otros productos para formar productos compuestos o también mezclar con otros polímeros.

2.2.3.4. Campo de aplicación de los polímeros

Según (López Hernández, 2009) los polímeros tienen una amplia gama de aplicación desde productos simples como el plástico, componentes de electrónicos y avanzados en el uso de la medicina. Es así que el campo de aplicación abarca el sector de la industria, agrícola, construcción, automovilística, embalaje, plásticos, mercado electrónico y otros productos de uso doméstico.

En lo que respecta (Conde, 2020) manifiesta que durante la manifestación del COVID – 19 el consumo de aditivos de plástico para mejorar las propiedades de los

polímeros aumentó aún más durante este periodo, pronosticándose para el año 2022 que alcance 18,300 millones de dólares a nivel mundial. A efectos de este crecimiento las normas se ponen más estrictas en cuanto a la toxicidad de los materiales, de esta manera se viene optando por la investigación de nuevos aditivos que favorezcan las propiedades del polímero durante su ciclo de vida.

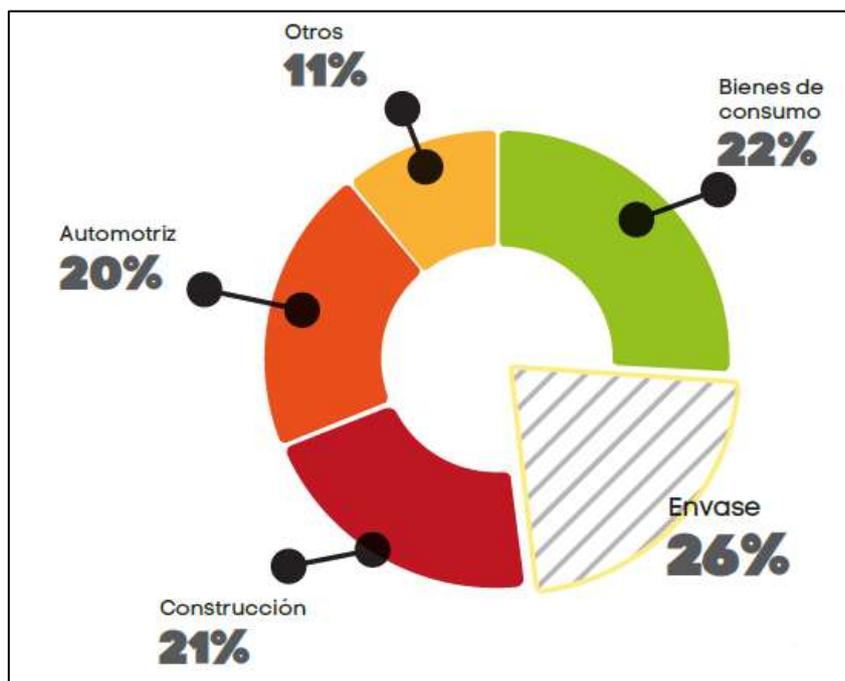


Figura 5. Aditivos de plástico utilizados según sector de mercados a nivel global, por Conde, 2020.

2.2.4. Polímeros como estabilizante se suelos

Comprende una gran cantidad de productos que tienen la función de lubricar el suelo al momento de compactar el suelo. Se constituye de la unión de monómeros. A continuación, se mencionan algunos estabilizadores a base de polímeros de mayor demanda y estudio en el mercado peruano.

Tabla 2. *Especificaciones técnicas de polímeros*

NOMBRE DEL PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN
Sika® Dust Seal PE	Su composición consta de biopolímeros de origen natural que permiten controlar el polvo en los caminos no pavimentados.	Afirmado: 0.80 – 1.60 l/m ² Sellado: 0.30 – 0.50 l/m ²
Z Polímeros	Compuesto por polímeros que permite una superficie más compacta, impermeable y no tóxica.	Afirmado: 3.78 – 5.68 l/m ³ Sellado: 0.75 – 1.14 l/m ²
AggreBind	Compuesto por polímero Acrílico de Estireno Reticulado, que permite la estabilización de suelos, control de polvo y amigable al ambiente.	Afirmado: 4 l/m ³ Sellado: 0.50 l/m ²

Nota. Tomado de «Hoja Técnica de: Sika® Dust Seal PE, Z Polímeros y AggreBind», elaboración propia.

2.2.5. Mejoramiento de caminos vecinales

Es el proceso en el cual se mejora la superficie del camino rural, poniendo transitables con características óptimas que satisfagan las problemáticas de transitabilidad.

Al respecto el (MTC, 2008) define como las mejoras o modificaciones del camino en relación a las características de la plataforma horizontal y vertical con respecto al ancho de la calzada, las pendientes, las curvas y entre otros; con el propósito de aumentar la capacidad del camino rural en cuanto a la transitabilidad, tipo de superficie, acondicionamiento con estructuras y ante todo la seguridad de los vehículos que transitan en ella.

2.2.5.1. Camino vecinal o rural.

Es el camino rural que permite el acceso de las personas a sus predios rurales, tierras cultivables y localidades con poblaciones pequeñas.

Conformada por una red vial que une las carreteras de ámbito local con las redes viales nacionales o regionales. Estas vías carecen de características geométricas que componen una carretera, además tiene una demanda de tránsito de automóviles menores a 200 vehículos por día, generalmente de una calzada con

plazoletas de pase cada 500 metros, y la superficie de rodadura en mucho de los casos puede estar afirmada. (MEF, 2015).

2.2.5.2. Evaluación del deterioro de caminos vecinales.

Al respecto la (Asociación Argentina de Carreteras, 2018) clasifica los tipos de deterioro en caminos de bajo volumen de tránsito, los cuales se pueden evaluar de manera visual bajo una puntuación establecida para cada parámetro que se detalla a continuación en:

Irregularidad superficial. La superficie del camino cuenta con deformaciones y mayor rugosidad, y esto afecta directamente el confort de los beneficiarios.

Deformaciones. La superficie del camino tiene baches, agujeros y ahuellamiento por la constante carga. Estos generan deformación permanente de las capas del camino y en su interior almacenan agua, que con el tiempo debilitan los bordes acrecentando rápidamente su diámetro.

Corrugaciones. La superficie del camino por la erosión eólica y el tránsito ocasiona lomadas y valles consecutivas en época seco.

Pérdida de material. Ocasionado por las constantes lluvias y erosión eólica, además de la constante carga que ocasiona desgaste por la emisión de polvo en época seco.

Drenaje. Las cunetas no cuentan con la capacidad de contener los excedentes de agua y la ausencia de alcantarillas laterales desgastan rápido el camino.

2.2.5.3. Evaluación del impacto ambiental.

Al respecto el (MTC, 2008) manifiesta que el estudio ambiental debe formar parte de todo proyecto vial, el cual permite mitigar las consecuencia negativas que puedan ocasionar sobre el camino, la población y el medio ambiente en general.

III. METODOLOGÍA

La metodología empleada en la investigación obedece a los procesos de un estudio y ensayos practicados en la investigación comprenden el enfoque cuantitativo. (Muñoz Rocha, 2015), la investigación cuantitativa contiene la información en base de datos numéricos, en especial los datos estadísticos que aportan para dar respuestas al objeto de estudio, por lo general para este tipo de investigación el investigador debe diseñar sus propios métodos en cuanto a la elección de la muestra, diseñar sus instrumentos de recolección de datos, formas de recopilar los resultados, analizarlos y obtener las conclusiones previo análisis de validez científica para su aplicación.

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Para la investigación se toma en cuenta el tipo, *investigación aplicada* porque busca solucionar la problemática de un hecho concreto de la realidad, mediante el estudio de teorías y el análisis por medio de los ensayos. El cual sirve de propuestas para su aplicación de la zona de intervención de la investigación.

Según (Muñoz Rocha, 2015), la investigación aplicada o práctica tiene como finalidad la aplicación inmediata de los conocimientos teóricos, de esta manera existe un entendimiento de que la parte teórica se complementa o se retroalimentan con la ciencia práctica.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel ostentado por la investigación corresponde al *nivel explicativo*, porque busca analizar, evaluar y explicar la realidad de acuerdo a los resultados obtenidos. De esta manera, trata de explicar la influencia de la aplicación del estabilizador químico mediante polímeros en el mejoramiento del camino vecinal en estudio.

De acuerdo con (Muñoz Rocha, 2015), la investigación explicativa permite profundizar el estudio mediante la obtención de información abundante, con la cual

es posible determinar las causas, factores o fenómenos de la problemática en estudio.

3.1.3. Diseño de la investigación

Diseño, es el desarrollo de planes y estrategias con la finalidad de obtener la información que se requiere para responder las problemáticas planteadas dentro de una investigación. (Hernández Sampiere y Mendoza Torres, 2018, p. 150).

El diseño para la investigación obedece a la investigación *cuasi experimental - transeccional*, ya que la variable en estudio tiene la intención de modificar las propiedades y características por lo menos de uno de los elementos de estudio (variable independiente) con la finalidad de obtener dos observaciones, una antes y otra después de emplear mejoras o estímulos. (Hernández Sampiere y Mendoza Torres, 2018, p. 150) manifiesta que el experimento es donde se manipulan intencionalmente una o más variables independientes para luego analizar las consecuencias de la aplicación sobre una o más variables dependientes. Tal como se muestra en la siguiente figura:



Figura 6. Diseño de investigación. Nota: G1: Grupo de experimento; M1: Medición previa; X: Administración de polímero; M2: Medición posterior, por Hernández y Mendoza, 2018.

3.2. Variables y operacionalización

Para el desarrollo de la investigación se toma en cuenta las variables de estudio:

Variable independiente: Análisis del tratamiento estabilizador químico con polímeros.

Variable dependiente: Mejoramiento de camino vecinal.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS	La estabilización de suelos con polímeros es la de mejorar los materiales del sitio y crear una base y sub base sólida y fuerte.	Es la forma de mejorar las capacidades y desempeño de carga del peso de los sub-suelos, arena, y otros materiales de desecho in situ.	Diseño	Estudios básicos	Nominal
			Proceso de aplicación	Diseño	
				Dosificación	
			Costo de construcción	Detalles	
				Calidad	
Mantenimiento	Presupuesto				
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL	La aplicación de estabilizador químico mediante polímeros para mejorar o ampliarlas las características operativas, económicas y ambientales para un camino vecinal transitable.	Contar con un camino rural con las condiciones óptimas para el tránsito vehicular.	Económico	Análisis de costos unitarios	Nominal
			Operativo	Costo beneficio	
				Características del suelo	
			Ambiental	Resistencia del suelo	
				Serviciabilidad	
	Contaminación				
	Impacto ambiental				

Nota. Elaboración propia.

3.3. Población y muestra de la investigación

3.3.1. Población

Para el desarrollo del estudio planteado, la población constituye el material de la cantera ubicado en el Km. 007+350 en el sector Lliupapuquio, el cual se ha utilizado para el afirmado del mantenimiento periódico y rutinario del camino vecinal Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio – Apurímac y otras vías aledañas paralelas a la cantera.

3.3.2. Muestra

Para la aplicación de estabilizador químico mediante polímeros, la muestra consiste de una porción de 88 kilogramos, el cual se extrae el material de la cantera ubicado en el Km. 007+350 en el sector Lliupapuquio, del camino vecinal Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio - Apurímac. Que se requiere de acuerdo al pedido de los laboratorios, siendo esto las cantidades aproximadas para cada ensayo de esta manera:

- 4 kg para el ensayo de granulometría
- 2 kg para límites de Atterberg
- 4 kg para clasificación de suelos AASHTO 1971 y SUCS
- 30 kg para CBR de suelos
- 48 kg para análisis de proctor modificado

3.4. Técnicas e instrumentos de recopilación de dato, validez y credibilidad

3.4.1. Técnicas

Las técnicas comprenden la etapa de operaciones que contiene la practicidad y la concretización de la concepción intelectual de la realidad. De otro modo, permiten aplicar el método sobre una realidad en concreto, para lo cual emplea instrumentos y medios que permiten la recolección de datos. (Baena Paz, 2017). Se vio por conveniente emplear las siguientes técnicas:

La observación directa.

Ensayos.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos conforman el soporte y el apoyo para que las técnicas cumplan su cometido. Por tanto la investigación se empleará los siguientes instrumentos de obtención de datos:

Ficha de observación.

Se realizaron los apuntes en la ficha y la toma de fotografías del espacio de aplicación del instrumento.

Pruebas de laboratorio.

Se realizarán los ensayos de laboratorio al suelo estabilizado con polímero, los cuales se estudiarán de acuerdo a las propiedades del polímero definido:

- Análisis granulométricos - ASTM D-422, MTC E 107.
- Límites de Atterberg - ASTM D-4318, MTC E 110, MTC E 110.
- Clasificación de suelos - AASHTO M-145, SUCS ASTM D-2487.
- CBR de suelos - ASTM D-1883, MTC E 132.
- Análisis de proctor modificado - ASTM D-1557, MTC E 115.

3.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Los instrumentos utilizados y presentados en este proyecto de investigación están basadas por normativas ASTM, AASHTO y MTC, cada uno de ellas descritas y mencionadas en el anterior acápite de instrumentos **(Ver Anexo 3 y 4)** .

3.5. Método de análisis de datos

Los métodos constan de operaciones y reglas prefijadas, los cuales permiten alcanzar los objetivos propuestos mediante procedimientos establecidos que se deben seguir, de acuerdo al orden establecido, experimentaciones, las experiencias y pensamientos y el apartado donde se aplica concordante con los objetivos. (Baena Paz, 2017).

Para la investigación se emplearán las herramientas del programa Excel, donde se procesarán y analizarán los datos obtenidos de los ensayos en los laboratorios de suelos. Para luego observar los cambios que se desarrollan al aplicar el estabilizador químico mediante polímeros, lo que permitirá esclarecer los resultados y contemplar lo trazado en los objetivos de la investigación.

Se usarán las normas de ensayo del MTC o en su defecto las normas internacionales (AASHTO o ASTM), además de las técnicas estadísticas que

permitirán el análisis de la obtención de datos de los ensayos. Además de los Manuales de Carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

3.5.1. Procedimientos

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2015), mediante su norma técnica define los procesos mínimos de diseño que se debe seguir para aplicar cualquier solución o estabilizador de suelos:

- Identificar los suelos para el muestreo que puedan utilizarse con el aditivo, y que se encuentren adyacentes en la zona.
- Desarrollo de ensayos en los laboratorios de las muestras obtenidas, determinando sus características físicas y mecánicas.
- Desarrollo de ensayos en los laboratorios aplicando como mínimo 3 tipos de estabilizadores, conforme a sus Especificaciones Técnicas para luego determinar su resistencia a compresión mediante el cálculo del CBR con un curado bajo el agua de 96 horas del suelo compactado y estabilizado.
- Evaluar la mejor alternativa de estabilizador, considerando el de menor costo.
- Establecer la fórmula de trabajo a emplearse durante el proceso de aplicación y entre otros procedimientos y cumplir algunas normas técnicas generales de construcción (EG-2013) y suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Los procesos establecidos para la investigación atañen en su contenido estudios de laboratorio, que siguen un patrón de desarrollo de acuerdo al planteamiento de la metodología y el diseño:

- Primero. Con la ficha de observación se recogerá la información en relación al estado actual del camino vecinal.
- Segundo. Se tomará muestras de la cantera asignada con las cantidades aproximadas requeridas en los laboratorios.
- Tercero. Realizar todos los ensayos establecidos en la investigación del material natural, para conocer las propiedades físicas de la muestra del material de la cantera.
- Cuarto. Seleccionar el estabilizador químico con polímeros en el mercado peruano que más se perfila para su uso con el material de la cantera y en un ambiente frío con presencia de lluvias.

- Quinto. Realizar el ensayo del material de la cantera adicionando el estabilizador químico con polímeros para establecer los aspectos del suelo tanto físicos y mecánicos.
- Sexto. Evaluar los cambios y mejoras de la comparación de los ensayos en los suelos naturales con los suelos adicionados con estabilizador químico mediante polímeros.
- Séptimo. Presentar los resultados obtenidos.

3.6. Aspectos éticos

En la presente investigación se toma en cuenta la responsabilidad ante la sociedad y el apartado científico, porque el desarrollo de la investigación permitirá ofrecer aportes sustanciales a los involucrados y el mundo científico en la rama estudiada. Además, la recolección de datos y la presentación de la información presentan la debida confiabilidad y confidencialidad, ya que los datos se obtendrán de un contexto de la realidad donde se desarrollará el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 - Empalme AP-659-Lliupapuquio - Apurímac.

IV. RESULTADOS

4.1. Condiciones actuales del camino vecinal

4.1.1. Obtención de muestras

Datos generales:

- Distrito: San Jerónimo
- Provincia: Andahuaylas
- Departamento: Apurímac

Tabla 4. *Ubicación geográfica*

ÍTEM	INICIO	FINAL
Progresiva	00 + 000	13 + 906
Lugar	Ccoyahuacho	Lliupapuquio
Cota	3117 m.s.n.m.	3529 m.s.n.m.
Coordenada	8486382.91 N, 679584.21 E	8487987.09 N, 682926.85 E

Nota. Elaboración propia.

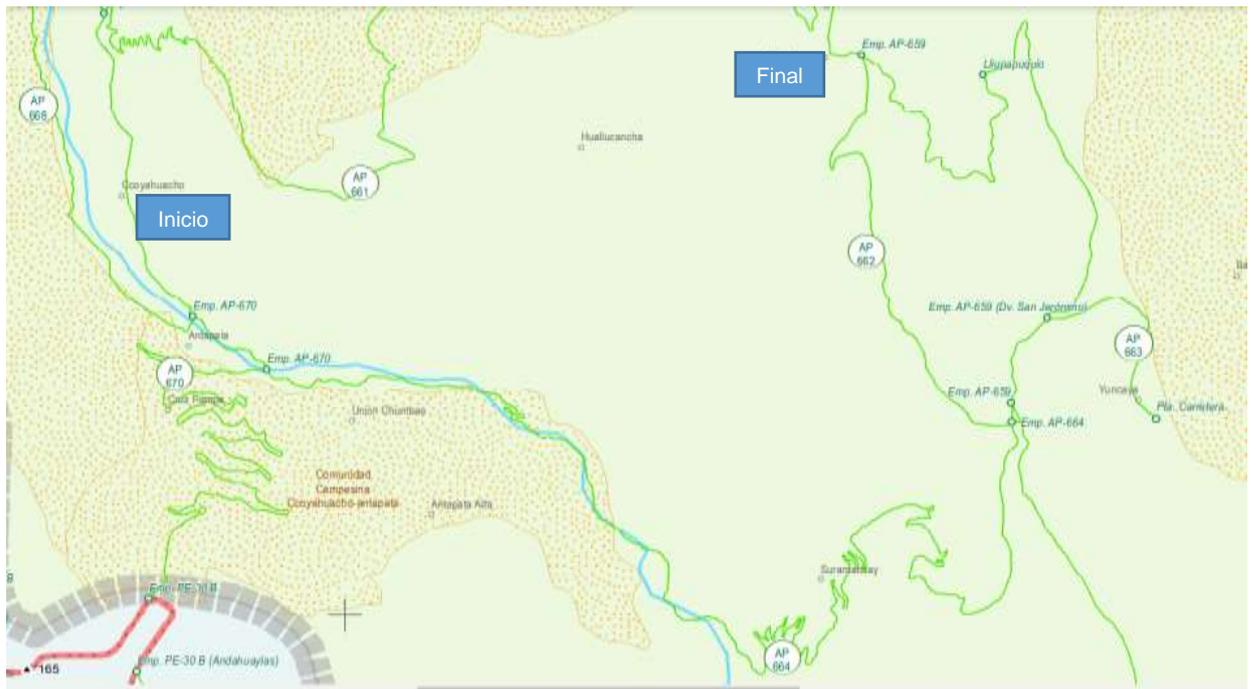


Figura 7. Ubicación satelital del camino vecinal Ccoyahuacho - Lliupapuquio.

4.1.2. Topografía y conservación del camino

Tabla 5. Datos obtenidos de topografía del camino

Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superf. Rodadura
Del Km	Al Km		Mín.	Máx.	
0+000	0+500	2	2	2	4.20
0+500	1+000	2	2	4	3.50
1+000	1+500	2	2	4	4.80
1+500	2+000	2	2	4	3.60
2+000	2+500	3	1	2	3.40
2+500	3+000	2	3	4	3.30
3+000	3+500	2	2	4	3.30
3+500	4+000	2	2	5	3.10
4+000	4+500	2	2	5	3.00
4+500	5+000	2	2	5	2.80
5+000	5+500	2	3	5	3.40
5+500	6+000	2	2	4	3.50
6+000	6+500	3	2	3	3.20
6+500	7+000	3	2	4	3.20
7+000	7+500	2	2	4	2.80
7+500	8+000	2	2	3	2.80
8+000	8+500	2	2	5	3.40
8+500	9+000	1	1	2	3.10
9+000	9+500	1	2	4	3.20
9+500	10+000	2	2	3	3.00
10+000	10+500	1	2	4	3.30
10+500	11+000	2	1	3	3.40
11+000	11+500	2	2	3	4.20
11+500	12+000	2	2	3	3.80
12+000	12+500	2	2	3	3.10
12+500	13+000	2	2	5	3.30
13+000	13+500	2	3	5	3.00
13+500	13+906	2	3	5	2.80

Nota. Tipo de terreno: 1- plano; 2 - ondulado; 3 - accidentado; 4 - escarpado.
Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

El camino vecinal presenta una topografía que varía desde un tipo de terreno plano, ondulado y en partes accidentado, con pendientes que varían entre 1% hasta 5% de acuerdo a la observación directa del tramo estudio.

Tabla 6. *Daños superficiales del camino*

Progresiva		Daños camino		Observaciones / Comentarios
Del Km	Al Km	Tipo	Pendiente (%)	
00+000	13+906	1, 2 y 3	De 1 a 5	Se aprecia deformación, erosión y baches en la superficie de rodadura, progresivas km 00+000 - km 13+906

Nota. Tipo de daños: 1- deformación; 2 - erosión; 3 - baches; 4 - encalaminado; 5 - lodaza; 6 - cruce de agua. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

El camino vecinal presenta daños sobre la superficie de rodadura del tipo 1 de deformación con ahuellamientos y hundimientos menores a 5 cm; asimismo se observa erosión con profundidades menores a 5 cm; y baches que requieren de conservación rutinaria.



Presencia de erosión en el camino vecinal.

Presencia de deformación en el camino.



Presencia de baches en el camino

Figura 8. Estado de conservación del camino vecinal del tramo 0+000 al 13+906.
Nota. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

4.1.3. Resultados técnicos

4.1.3.1. Cantera

La cantera se encuentra ubicado en el tramo del camino vecinal, en la progresiva 7+350. Los materiales de la cantera corresponden a un suelo óptimo; la cual se viene empleando como material de la capa de rodadura en los mantenimientos periódicos de la zona. La cantera tiene un área aproximado de 0.3746 hectáreas con una profundidad de 15 metros, que se proyecta un rendimiento de 72,940 m³ de material para afirmado, el cual representa el 90% del material requerido.



Vista panorámica de la cantera ubicada en la progresiva Km 7+350



Toma de muestra de material de la cantera ubicada en la progresiva Km 7+350



Toma de muestra de material de la cantera ubicada en la progresiva Km 7+350

Figura 9. Ubicación de la cantera. Nota. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

4.1.3.2. Granulometría

Tabla 7. *Ensayo granulométrico*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% RETENIDO	% Retenido Acumulado	% PASA	
3"	75.000		0.00	0.00	100.00	
2"	50.000	224.10	10.00	10.00	90.00	
1 1/2"	37.500	126.00	5.60	15.60	84.40	
1"	25.000	184.30	8.30	23.90	76.10	
3/4"	19.000	142.60	6.40	30.30	69.70	% GRAVA =
1/2"	12.500	195.70	8.80	39.10	60.90	55%
3/8"	9.500	143.60	6.40	45.50	54.50	
1/4"	6.250	135.60	6.10	51.60	48.40	
Nº 4	4.750	76.80	3.40	55.00	45.00	
Nº 10	2.000	181.40	8.20	63.20	36.80	
Nº 20	0.850	124.60	5.60	68.80	31.20	
Nº 40	0.425	105.80	4.70	73.50	26.50	% ARENA =
Nº 60	0.250	68.70	3.10	76.60	23.40	24.8%
Nº 100	0.150	42.30	1.90	78.50	21.50	
Nº 200	0.075	31.40	1.40	79.90	20.10	
FINO	---	449.10	20.10	100.00	0.00	% FINOS =
						20.10%

Nota. Tomado del ensayo de laboratorio.

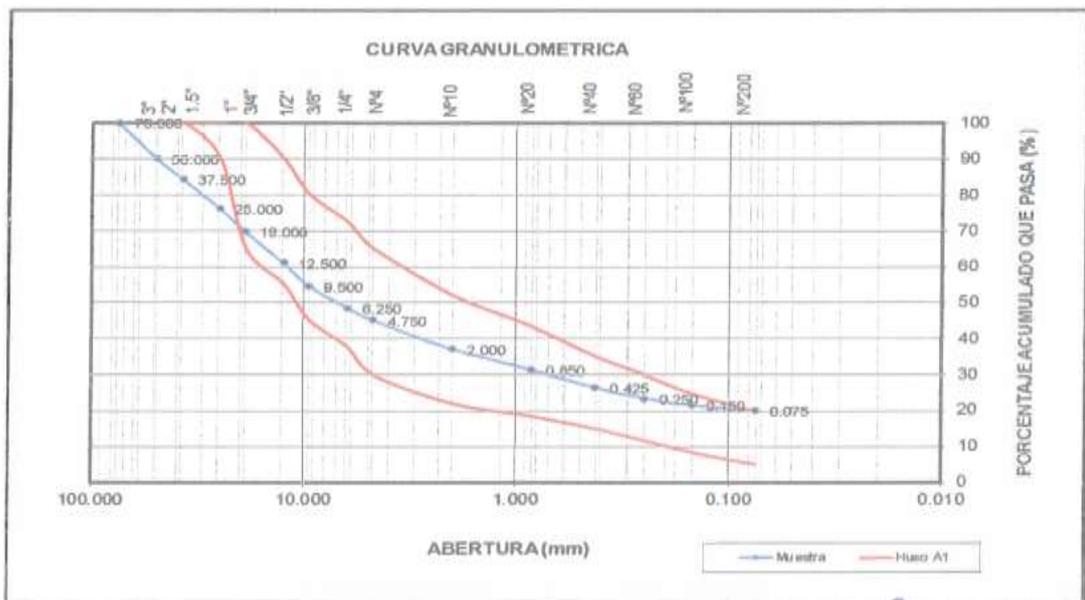


Figura 10. Curva granulométrica. Nota. Observación: Huso granulométrico A-1, AASHTO M-147 recomendado para bases.

De la tabla 7 y figura 10, se muestra el resultado del estudio de granulometría acorde a los tamizados. Donde el 55% de material de cantera representa grava, mientras que el 24.8% de material de cantera se acumuló en la categoría de arena, y el 20.1% del material de cantera fueron clasificados como finos.

4.1.3.3. Clasificación de Suelos

Tabla 8. *Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO*

CANTERA LLIUPAPUQUIO	
Clasificación (SUCS)	GM
Clasificación (AASHTO)	A-1a
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE

Nota. G = grava, M = limo. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 8, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 según a la clasificación de suelos SUCS pertenece al grupo GM, grava limosa con arena. De acuerdo a la clasificación AASHTO predomina fragmentos de grava con ligante de material fino.

4.1.3.4. Límite de consistencia

Tabla 9. *Ensayo de límite de consistencia*

DESCRIPCIÓN	UND	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
Nº de Golpes		30	25	15		
Recipiente	Grs	13.74	13.73	13.74	14.21	13.74
Peso de muestra húmeda + recipiente	Grs	19.49	33.01	22.92	22.33	21.02
Peso de muestra seca + recipiente	Grs	18.85	29.53	20.72	21.11	20.08
Peso del agua	Grs	0.64	3.48	2.20	1.22	0.94
Peso del recipiente	Grs	13.74	13.73	13.74	14.21	13.74
Peso del suelo seco	Grs	5.11	15.80	6.98	6.90	6.34
Humedad	%	12.50	22.00	31.50	17.70	14.80
Límite Líquido - Límite Plástico	%	22.00			16.00	
Índice de Plasticidad	%				6.00	

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 9, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 presenta el 22% del límite líquido y 16% de límite plástico, de esta manera el índice plástico resulta el 6%.

4.1.3.5. Humedad del suelo

Tabla 10. *Ensayo de humedad*

Molde N°	1	2	3
tara + suelo húmedo	785.4	725.5	875.4
tara + suelo seco	741.4	681.3	831.0
Peso de la tara	172.6	162.3	353.3
peso del agua	44.0	44.2	44.4
peso del suelo seco	568.8	519.0	477.7
% de humedad	7.7%	8.5%	9.3%

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 10, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 presenta humedad natural de 8.52%.

4.1.3.6. Proctor modificado

Tabla 11. *Ensayo proctor modificado*

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACION DE DENSIDAD				
Peso molde + suelo	8,126	8,570	8,611	8,508
Peso molde	3,140	3,140	3,140	3,140
Peso suelo compactado	4,986	5,430	5,471	5,368
Volumen del molde	2,128	2,128	2,128	2,128
Densidad húmeda	2.34	2.55	2.57	2.52
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Suelo húmedo + recipiente	639.40	259.00	383.00	622.50
Suelo seco + recipiente	602.20	240.20	347.60	552.50
Peso recipiente	72.50	72.00	67.70	78.60
Peso de agua	37.20	18.80	35.40	70.00
Peso de suelo seco	529.70	168.20	279.90	473.90
Contenido de humedad	7.00	11.20	12.60	14.80
Densidad seca	2.189	2.295	2.282	2.198
Máxima densidad seca (g/cm3)	2.295			
Óptimo de contenido de humedad (%)	11.40			

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

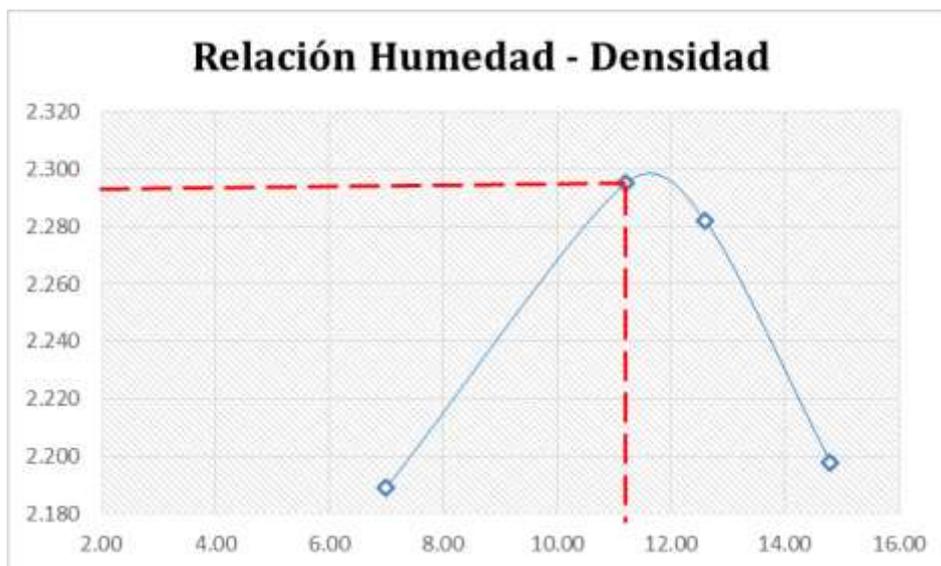


Figura 11. Ensayo proctor modificado.

En la tabla 11 y figura 11, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 mediante el estudio del Proctor Modificado resulta una Densidad Máxima 2.295 gr/cm³ y la Humedad óptima de 11.4%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo.

4.1.3.7. Ensayo CBR natural del suelo

Tabla 12. Ensayo CBR

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	45.9	0.2":	72.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	26.1	0.2":	49.8

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

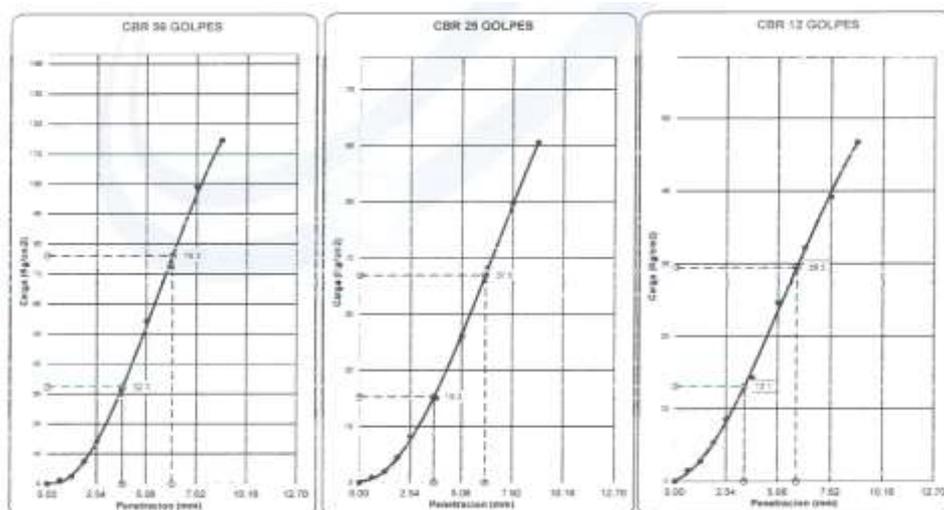


Figura 12. Ensayo CBR.

En la tabla 12 y figura 12, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 mediante el estudio del CBR resulta los valores de 49.8% y 72.2% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 95% y 100% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 26.1% y 45.9% de su MDS de 95% y 100% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

4.1.4. Costo de construcción

El tramo en estudio, corresponde a vías de bajo tránsito vehiculara por ser un camino vecinal o rural, por las cuales los gobiernos locales vienen implementando proyectos para su mejoramiento con las alternativas tradicionales y de menor costo como es el caso del mejoramiento de los caminos vecinales a nivel de afirmado con material granular, las mejoras a realizar comprenden de manera integral. Esta alternativa contiene las siguientes actividades y costos de ejecución.

Tabla 13. Datos presupuestales en construcción de afirmado

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	Ruta: Empalme AP-670 - Empalme AP-659 - Lliupapuquio				521,750.85
1.01	OBRAS PRELIMINARES				34,101.36
1.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	0.34	79,931.83	27,176.82
1.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	13.91	497.81	6,924.54
1.02	PAVIMENTOS				291,006.15
1.02.01	CAPA NIVELANTE	m3	1,440.76	31.77	45,772.95
1.02.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO	m3	8,149.99	30.09	245,233.20
	E=0.15 M				
1.03	TRANSPORTE				99,566.05
1.03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	m3k	7,775.44	7.85	61,037.20
1.03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR MAYOR A 1 KM	m3k	13,445.59	2.61	35,092.99
1.03.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1 KM	m3k	203.76	7.85	1,599.52
1.03.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE MAYOR A 1KM	m3k	703.58	2.61	1,836.34
1.04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				52,147.50
1.04.01	RECONFORMACION DE CUNETAS	m	13,906.00	3.75	52,147.50
1.05	PASE VEHICULAR				6,307.46
1.05.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE	m2	12.00	6.52	78.24
1.05.02	MANPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA EN CONCRETO	m3	7.20	250.72	1,805.18
	CICLOPEO C:H 1:8 +75% PG				
1.05.03	COLOCACION TAPA DE ROLLISOS	m2	12.00	368.67	4,424.04
1.06	PASE DE AGUA				965.77
1.06.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE	m2	2.40	6.52	15.65
1.06.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	1.44	40.19	57.87
1.06.03	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO)	m3	1.73	60.06	103.90
	R=25 m3/día				
1.06.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA DADOS DE INGRESO	m3	0.10	319.93	31.99
	Y SALIDA				
1.06.05	TUBERIA UF 200mm S25	m	6.00	42.45	254.70
1.06.06	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO Ø=5" L=1m	m2	6.00	83.61	501.66
1.07	SEÑALIZACION				10,321.98
1.07.01	INSTALACION DE POSTES KILOMETRICOS	und	14.00	172.38	2,413.32
1.07.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	14.00	367.79	5,149.06
1.07.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	1.00	451.19	451.19
1.07.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	1.00	2,308.41	2,308.41
1.08	IMPACTO AMBIENTAL				8,531.97
1.08.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS OCUPADAS	ha	1.12	7,617.83	8,531.97
1.09	EMERGENCIA SANITARIA				18,802.61
1.09.01	EMERGENCIA SANITARIA COVID 19	glb	0.34	55,301.80	18,802.61
	Costo Directo				521,750.85

Nota. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

En la tabla 13, se muestra el desarrollo del presupuesto por cada actividad que requiere el mejoramiento vial a nivel de afirmado, el cual demanda los costos directos por un monto total que asciende a S/ 521,750.85.

4.1.5. Costo de mantenimiento

El mejoramiento de la vía contiene las actividades de post construcción destinando el presupuesto por el periodo de 1 año en el Mantenimiento Rutinario, el cual conlleva a realizar todas las actividades planteadas para preservar el cuidado e integridad de la vía en intervención.

Tabla 14. Datos obtenidos para el mantenimiento a nivel de afirmado

CÓDIGO	DESCRIPCION	UND	CARGAS			COSTO PARCIAL	
			DE TRABAJO	PU S/.	S/.		
MR-100	CONSERVACION DE CALZADA						
MR-101	Limpieza de Calzada	km	0.7	S/.	218.75	S/.	153.13
MR-102	Bacheo -Camino Tipo I-	m2	380	S/.	6.98	S/.	2,652.00
MR-103	Desquinche	m3	2	S/.	17.33	S/.	34.65
MR-104	Remoción de Derrumbes	m3	9	S/.	14.58	S/.	131.25
Sec. 305	Perfilado de la superficie sin aporte de material	m2	1300	S/.	2.14	S/.	2,780.21
MR-200	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE						
MR-201	Limpieza de Cunetas	ml	1,200.00	S/.	0.36	S/.	433.13
MR-202	Limpieza de Alcantarilla	und	3.00	S/.	65.63	S/.	196.88
MR-203	Limpieza de Badén	m2	32.00	S/.	4.33	S/.	138.60
MR-204	Limpieza de Zanjas de Coronación	ml	10.00	S/.	0.36	S/.	3.61
MR-205	Limpieza de Pontones	und	0.50	S/.	86.63	S/.	43.31
MR-206	Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua	ml	24.00	S/.	2.19	S/.	52.50
MR-300	CONTROL DE VEGETACIÓN						
MR-301	Roce y Limpieza	m2	3,600.00	S/.	0.11	S/.	393.75
MR-400	SEGURIDAD VIAL						
MR-401	Conservación de Señales	und	2.00	S/.	10.89	S/.	21.78
MR-500	MEDIO AMBIENTE						
MR-501	Reforestación	und	200.00	S/.	0.43	S/.	85.75
MR-600	VIGILANCIA Y CONTROL VIAL						
MR-601	Vigilancia y Control	km	24.00	S/.	3.60	S/.	86.40
MR-700	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS						
MR-701	Reparación de Muros Secos	m3	2.00	S/.	35.88	S/.	71.75
MR-702	Reparación de Pontones	und	0.15	S/.	405.38	S/.	60.81
	COSTO DIRECTO					S/.	7,339.50

Nota. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

En la tabla 14, se muestra el desarrollo del presupuesto del mantenimiento rutinario que asciende a S/ 7,339.50 del costo directo por kilómetro; el costo total de mantenimiento rutinario por los 13.906 km suman los S/ 102,063.08.

4.2. Análisis del tratamiento estabilizador químico con polímeros

4.2.1. Diseño de estabilización Z polímeros

El diseño de emplear como aditivo impermeabilizante los polímeros se ha convertido en una opción tecnológica factible en todo el mundo, ya que ha permitido presentar una alternativa más rentable en términos económicos y ambientales. De esta manera para efectos de esta investigación se realiza el estudio del estabilizador z con polímeros. Tiene las características:

- ✓ Su composición: a base de polímeros.
- ✓ Permite el mejoramiento de los caminos rurales en cuanto a la compactación, impermeabilidad y amigables con el medio ambiente.
- ✓ Reduce las partículas de polvo en el camino, generando mayor visibilidad y disminuyendo la contaminación.
- ✓ El soporte del suelo aumenta en los diferentes tipos de clima seco o húmedo.

El diseño contempla la estabilización de la base con Z polímeros con una dosificación mínima de al 3.78 l/m³ hasta 5.68 l/m³, el cual se aplica en un espesor de 15 centímetros de la base previamente condicionado.

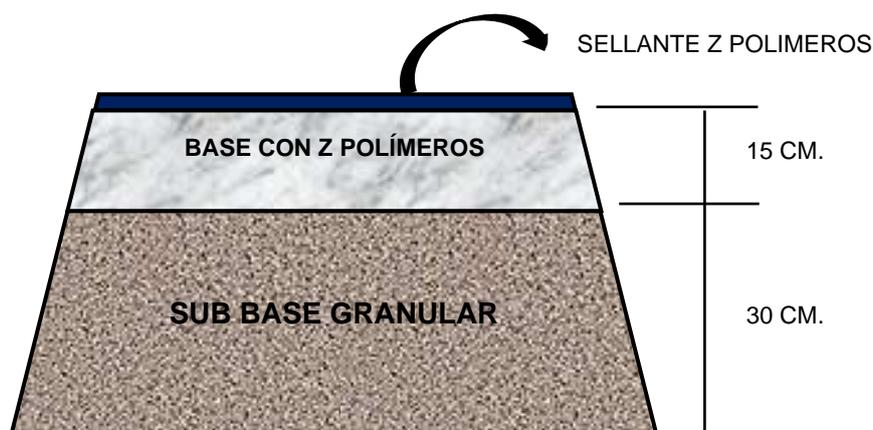


Figura 13. Estructura de pavimentación con Z polímeros.

4.2.2. Proceso de aplicación



Figura 14. Proceso constructivo con Z polímeros.

El estabilizador z polímeros cumple con la Norma del MTC 1109 – 2004, por lo que su aplicación contempla los pasos que se debe cumplir para obtener los resultados deseados, es así que, para mejores resultados el suelo se tiene que saturar con el polímero para su compactación. Tal como se detalla en la figura 14.

4.2.3. Resultados técnicos

4.2.3.1. Límite de consistencia

Tabla 15. Ensayo de límite de consistencia z polímero con 3.78 l/m³

DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
Nº de Golpes		30	25	15	-----	----
Peso de muestra húmeda + recipiente	Grs	40.12	32.65	31.84	21.94	19.96
Peso de muestra seca + recipiente	Grs	33.91	27.84	26.99	19.78	18.97
Peso del agua	Grs	13.74	13.73	13.74	14.21	13.79
Peso del recipiente	Grs	6.21	4.81	4.85	2.16	0.99
Peso del suelo seco	Grs	20.17	14.11	13.25	5.57	5.23
Humedad	%	30.79	34.09	36.60	38.78	18.929
Límite Líquido - Límite Plástico	%	34.00			29.00	
Índice de Plasticidad	%				5.00	

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 15, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 empleando Z polímeros en 3.78 l/m3 presenta el 34% del límite líquido y 29% de límite plástico, de esta manera el índice plástico resulta el 5%.

Tabla 16. *Ensayo de límite de consistencia z polímero con 5.68 l/m3*

DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		1	2	3	1	2
Nº de Golpes		30	25	15	---	---
Peso de muestra húmeda + recipiente	Grs	24.56	24.19	25.20	8.970	8.950
Peso de muestra seca + recipiente	Grs	39.50	38.35	38.12	20.030	18.990
Peso del agua	Grs	35.25	34.59	34.97	17.270	16.440
Peso del recipiente	Grs	4.25	3.76	3.15	2.760	2.550
Peso del suelo seco	Grs	10.69	10.40	9.77	8.300	7.490
Humedad	%	39.757	36.154	32.242	33.253	34.045
Límite Líquido - Límite Plástico	%	36.00			34.00	
Índice de Plasticidad	%				2.00	

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 16, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 empleando Z polímeros en 5.68 l/m3 presenta el 57% del límite líquido y 33% de límite plástico, de esta manera el índice plástico resulta el 24%.

4.2.3.2. Humedad del suelo

Tabla 17. *Ensayo de humedad z polímero con 3.78 l/m3*

Molde Nº	1	2	3
tara + suelo húmedo	806.60	805.20	777.10
tara + suelo seco	760.6	755.80	731.20
Peso de la tara	162.30	353.30	172.60
peso del agua	46.00	49.40	45.90
peso del suelo seco	598.30	402.50	558.60
% de humedad	7.69%	12.27%	8.22%

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 17, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 empleando Z polímeros en 3.78 l/m3 presenta humedad natural de 9.40%.

Tabla 18. *Ensayo de humedad z polímero con 5.68 l/m3*

Molde Nº	1	2	3
tara + suelo húmedo	825.60	849.00	870.80
tara + suelo seco	780.20	803.20	824.60
Peso de la tara	342.30	184.60	172.60
peso del agua	45.40	45.80	46.20
peso del suelo seco	437.90	618.60	652.00
% de humedad	10.37%	7.40%	7.09%

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 18, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 empleando Z polímeros en 5.68 l/m3 presenta humedad natural de 8.29%.

4.2.3.3. Ensayo CBR natural del suelo

Tabla 19. *Ensayo CBR aplicando Z polímeros*

DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN	
	3.78 l/m3	5.68 l/m3
Resultados (0.2"):		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	56.00	76.00
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	33.00	45.00
Resultados (0.1"):		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	45.32	64.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	38.60	46.73

Nota. Elaboración propia del resultado de laboratorio.

En la tabla 19, el material de la cantera del sector de Lliupapuquio en el km 7+350 empleando Z polímeros en 3.78 l/m3 mediante el estudio del CBR al 100% resulta 45.90% y empleando Z polímeros en 5.68 l/m3 mediante el estudio del CBR al 100% resulta 78.00% en una penetración de 2 pulg.

4.2.4. Costo de construcción

Los costos que demandan la ejecución de este proyecto empleando el estabilizador químico a base de polímeros se detalla a continuación.

Tabla 20. Datos obtenidos de costo de construcción con z polímeros

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1	Ruta: Empalme AP-670 - Empalme AP-659 - Lliupapuquio				903,496.38
1.01	OBRAS PRELIMINARES				34,101.36
1.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	0.34	79,931.83	27,176.82
1.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	13.91	497.81	6,924.54
1.02	PAVIMENTOS				291,006.15
1.02.01	CAPA NIVELANTE	m3	1,440.76	31.77	45,772.95
1.02.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=0.15 M	m3	8,149.99	30.09	245,233.20
1.03	TRASPORTE				99,566.05
1.03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	m3k	7,775.44	7.85	61,037.20
1.03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR MAYOR A 1 KM	m3k	13,445.59	2.61	35,092.99
1.03.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1 KM	m3k	203.76	7.85	1,599.52
1.03.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE MAYOR A 1KM	m3k	703.58	2.61	1,836.34
1.04	PAVIMENTOS Z POLIMEROS				381,745.53
1.04.01	BASE GRANULAR - Z POLIMEROS C/EQUIPO H = 0.15 M	m2	8,149.99	46.84	381,745.53
1.05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				52,147.50
1.05.01	RECONFORMACION DE CUNETAS	m	13,906.00	3.75	52,147.50
1.05	PASE VEHICULAR				6,307.46
1.06.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE	m2	12.00	6.52	78.24
1.06.02	MANPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA EN CONCRETO CICLOPEO C:H 1:8 +75% PG	m3	7.20	250.72	1,805.18
1.06.03	COLOCACION TAPA DE ROLLISOS	m2	12.00	368.67	4,424.04
1.07	PASE DE AGUA				965.77
1.07.01	TRAZO Y REPLANTEO PARA OBRAS DE ARTE	m2	2.40	6.52	15.65
1.07.02	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	1.44	40.19	57.87
1.07.03	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día	m3	1.73	60.06	103.90
1.07.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA DADOS DE INGRESO Y SALIDA	m3	0.10	319.93	31.99
1.07.05	TUBERIA UF 200mm S25	m	6.00	42.45	254.70
1.07.06	MADERA EUCALIPTO ROLLIZO Ø=5" L=1m	m2	6.00	83.61	501.66
1.08	SEÑALIZACION				10,321.98
1.08.01	INSTALACION DE POSTES KILOMETRICOS	und	14.00	172.38	2,413.32
1.08.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	14.00	367.79	5,149.06
1.08.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	1.00	451.19	451.19
1.08.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	1.00	2,308.41	2,308.41
1.09	IMPACTO AMBIENTAL				8,531.97
1.09.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS OCUPADAS	ha	1.12	7,617.83	8,531.97
1.10	EMERGENCIA SANITARIA				18,802.61
1.010.01	EMERGENCIA SANITARIA COVID 19	glb	0.34	55,301.80	18,802.61
	Costo Directo				903,496.38

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 20, se muestra el desarrollo del presupuesto por cada actividad que requiere el mejoramiento vial empleando el estabilizador Z con polímeros, el cual demanda los costos directos por un monto total que asciende a S/ 903,496.38.

4.2.5. Costo de mantenimiento

Tabla 21. Costos de mantenimiento aplicando polímeros

CÓDIGO	DESCRIPCION	UND	CARGAS DE TRABAJO	PU S/.	COSTO PARCIAL		
MR-101	Limpieza de Calzada	km	2	S/.	36.52	S/.	73.04
MR-102	Bacheo	m2	20	S/.	76.84	S/.	1,536.80
MR-103	Desquinche	m3	2	S/.	17.33	S/.	34.65
MR-104	Remoción de Derrumbes	m3	8	S/.	14.58	S/.	116.67
MR-200	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE						
MR-201	Limpieza de Cunetas	ml	1,200.00	S/.	0.36	S/.	433.13
MR-202	Limpieza de Alcantarilla	und	3.00	S/.	65.63	S/.	196.88
MR-203	Limpieza de Badén	m2	32.00	S/.	2.33	S/.	74.56
MR-204	Limpieza de Zanjas de Coronación	ml	10.00	S/.	0.36	S/.	3.61
MR-205	Limpieza de Pontones	und	0.50	S/.	86.63	S/.	43.31
MR-206	Encauzamiento de Pequeños Cursos de Agua	ml	24.00	S/.	2.19	S/.	52.50
MR-300	CONTROL DE VEGETACIÓN						
MR-301	Roce y Limpieza	m2	3,600.00	S/.	0.11	S/.	393.75
MR-400	SEGURIDAD VIAL						
MR-401	Conservación de Señales	und	2.00	S/.	10.89	S/.	21.78
MR-500	MEDIO AMBIENTE						
MR-501	Reforestación	und	200.00	S/.	0.43	S/.	85.75
MR-600	VIGILANCIA Y CONTROL VIAL						
MR-601	Vigilancia y Control	km	24.00	S/.	3.60	S/.	86.40
MR-700	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS						
MR-701	Reparación de Muros Secos	m3	2.00	S/.	35.88	S/.	71.75
MR-702	Reparación de Pontones	und	0.15	S/.	405.38	S/.	60.81
	COSTO DIRECTO					S/.	3,285.38

Nota. Elaboración: propia mediante la verificación en campo.

En la tabla 21, se muestra el desarrollo del presupuesto del mantenimiento rutinario que asciende a S/ 3,285.38 del costo directo por kilómetro; el costo total de mantenimiento rutinario por los 13.906 km suman los S/ 45,686.49.

4.3. Evaluación de los beneficios económicos, operativos y ambientales

4.3.1. Beneficios económicos

Dentro de la evaluación del mejoramiento del camino vecinal se toma muy en cuenta los beneficios en los aspectos económicos, así que, en la tabla 22 se presenta la comparación de costos directos por cada alternativa que se pueda tomar para su ejecución en el tramo en estudio por la longitud de 13,906 metros lineales. La alternativa con mayor costo de ejecución es la pavimentación con cemento con S/ 189.22 por ml, la alternativa con menor costo de ejecución es la alternativa del afirmado con material granulado con S/ 37.52 por ml seguido por la alternativa de estabilización con Z polímeros con S/ 64.97 por ml.

Tabla 22. *Evaluación económica de alternativas de pavimentación*

PAVIMENTACIÓN	COSTO TOTAL DE LA VÍA	COSTO POR ML
Cemento	S/ 2,631,293.32	S/ 189.22
Asfalto	S/ 1,992,868.86	S/ 143.31
Estabilizador Z polímero	S/ 903,496.38	S/ 64.97
Afirmado	S/ 521,750.85	S/ 37.52

Nota. Elaboración propia.

Además, es de suma importancia evaluar los aspectos socioeconómicos, que tienen un impacto positivo y negativo durante el proceso constructivo los cuales se detallan a continuación.

Tabla 23. *Calificaciones socioeconómicas*

Etapa	Impactos	Descripción
Actividades preliminares	Generación de empleo	Generación de empleo temporal a pobladores locales mediante la contratación de mano de obra no calificada.
	Alteración del tránsito	Producto de la movilización y tránsito de equipos y maquinarias
	Generación de empleo	Generación de empleo temporal a pobladores locales mediante la contratación de mano de obra no calificada.
	Malestar de la población	Malestar de la población por el ruido, y por el cierre y/o pases restringidos de los vehículos durante el horario laboral.
Construcción	Alteración del tránsito	Producto de la restricción del tránsito durante la ejecución de las actividades en el horario laboral.
	Dinamización de la economía local	Generación de ingresos económicos mediante la contratación de trabajadores locales, alquiler de locales, servicio de alojamiento, alimentación, entre otros.
	Mejora de la calidad de vida	Mejora de la calidad de vida de los pobladores por los ingresos económicos mediante la generación de empleos y contratación de servicios.
Operación y mantenimiento	Generación de empleo	Generación de empleo temporal a pobladores locales mediante la contratación de mano de obra no calificada.
	Mejora de la calidad de vida	Por la contratación de los pobladores, el servicio de alojamiento y alimentación.
	Generación de empleo	Generación de empleo temporal a pobladores locales mediante la contratación de mano de obra no calificada.
Cierre	Alteración del tránsito	Por la desmovilización de los equipos y maquinarias.

Nota. Elaboración propia.

De la tabla 23, cabe indicar que es de suma importancia tener en cuenta la evaluación socioeconómica, ya que la sociedad juega un rol muy importante en el proyecto por el hecho de que incide negativamente o positivamente. El análisis social radica en los beneficios sociales como son los empleos que generan, satisfacción y bienestar de la población de un viaje placentero y reducción de costos

en la movilización de sus productos, y por ende aminorar los costos de producción de la zona de influencia.

4.3.2. Beneficios operativos

Tabla 24. Resumen de resultados del ensayo

ENSAYOS	CANTERA LLIUPAPUQUIO Km 7+350			Especificación
	Resultados cantera natural	Resultados cantera + z polímeros al 3.78 l/m3	Resultados cantera + z polímeros al 5.68 l/m3	
Granulometría	A-1a			Huso
Límite Líquido (%)	22.0%	34%.	36%.	57 máx.
Limite Plástico (%)	16%	29%	34%	33 máx
Índice Plástico (%)	6%	5%.	2%.	6 - 24
CBR (%)	45.9%	56%.	78%.	40 min.
Contenido de humedad Optimo (%)	11.33%	11.65%	15.14%	15 max
Peso Especifico seco Max. (Gr/cm3)	2.295	2.353	2.455	2 - 5

Nota. Elaboración propia.

De la tabla 24, se tiene los resultados al realizar los ensayos de laboratorio adicionando el z polímeros se obtuvo un incremento del CBR al 100% de suelo natural de 45.9% a 56.0% y 78.0% con las dosificaciones de 3.78 l/m3 y 5.68 l/m3 de respectivamente.

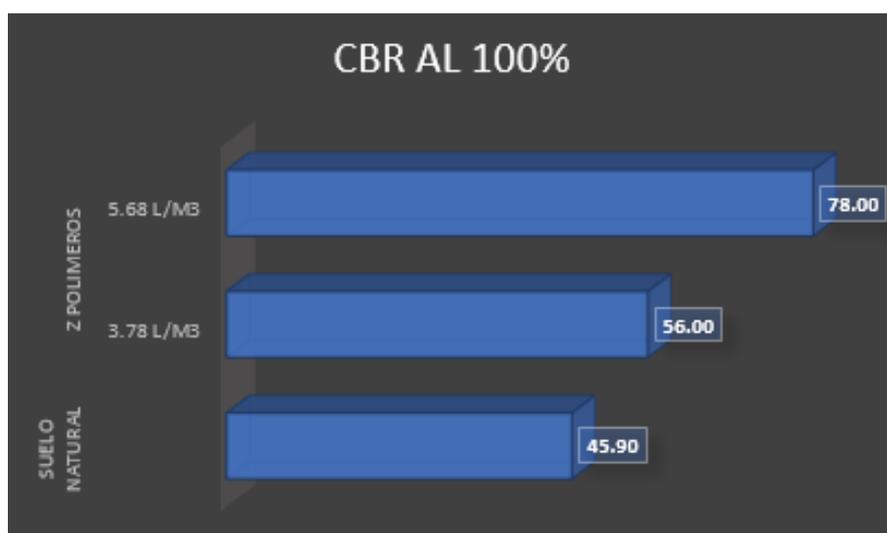


Figura 15. Gráfico de barras de los resultados de CBR

El suelo natural presenta un límite líquido promedio de 22%. El suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción del límite líquido en 34% y 36% respectivamente.



Figura 16. Grafico de barras de los resultados de Limite Liquido

El límite plástico del suelo natural representa el 16.0%, mientras el suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción en la abrasión de 29.0% y 34.0% respectivamente.



Figura 17. Grafico de barras de los resultados de Limite Plastico

El índice de plásticidad del suelo natural tiene un valor de 6%, con dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ del estabilizador Z polímero, el índice plástico se reduce en 5.0% y 2.0% respectivamente.



Figura 18. Grafico de barras de los resultados de Indice de Plasticidad

Se tiene los resultados al realizar los ensayos de laboratorio adicionando el z polímeros se obtuvo un incremento del Contenido de humedad Optimo de suelo natural de 11.33% a 11.65% y 15.14% con las dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ de respectivamente.

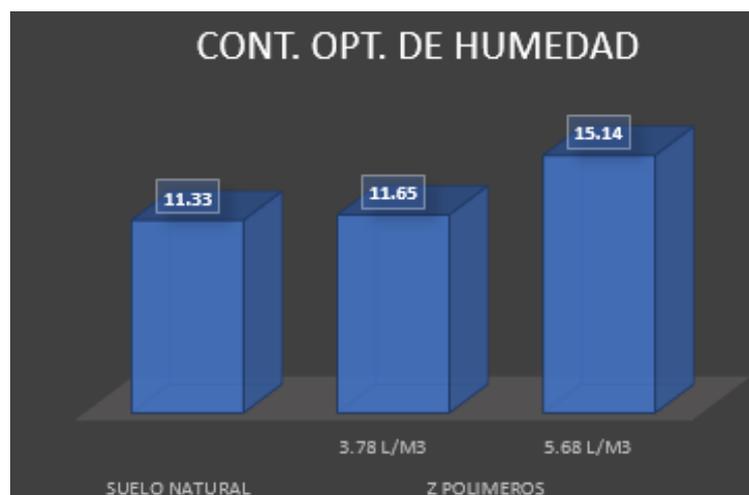


Figura 19. Grafico de barras de los resultados de Contenido optimo de humedad

Al realizar los ensayos de laboratorio adicionando el z polímeros se obtuvo mejoras en el Peso especifico seco de suelo natural de 2.295 gr/cm³ a 2.353 gr/cm³ y 2.455 gr/cm³ con las dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ de respectivamente.



Figura 20. Grafico de barras de los resultados de peso específico seco

4.3.3. Impactos ambientales

Tabla 25. Calificaciones ambientales

Etapa de la inversión	Actividades	Impactos
Actividades preliminares	Movilización de maquinaria y equipos	Alteración de la calidad del aire Incremento del nivel sonoro Malestar en la población
	Remoción de derrumbes	Alteración del tránsito Alteración de la calidad del aire Incremento del nivel sonoro
Construcción	Nivelación relleno y compactación / Colocación de afirmado	Alteración de la calidad del recurso hídrico Malestar en la población Alteración del tránsito
	Explotación de canteras	Alteración de la calidad del aire Incremento del nivel sonoro Erosión del suelo Alteración de la calidad del suelo Alteración del paisaje natural Pérdida de cobertura vegetal
Operación y mantenimiento	Mantenimiento de la vía y del sistema de drenaje	Incremento del nivel sonoro Alteración de la calidad del recurso hídrico Afectación de especies hidrobiológicas
Cierre	Limpieza y recuperación de áreas alteradas	Alteración de la calidad del aire
		Incremento del nivel sonoro Malestar de la población Alteración del tránsito

Nota. Elaboración propia.

De la tabla 25, al respecto de la evaluación del impacto ambiental es fundamental en este tipo de proyectos, ya que la zona de influencia pertenece a un área con biodiversidad. El diseño de pavimento con estabilizador Z polímeros garantiza en gran medida la compatibilidad y no toxicidad con el medio ambiente, de esta manera se reducen los impactos negativos al medio ambiente.

4.4. Contrastación de hipótesis

4.4.1. Contrastación de hipótesis general

Planteamiento de hipótesis general:

Ho: La estabilización química con polímeros no incide en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

Hi: La estabilización química con polímeros incide en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

De los resultados:

De acuerdo a los resultados de la investigación la aplicación del estabilizador Z polímeros incide significativamente en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac. Ya que al emplear el polímero se incrementa las características técnicas, se optimiza los costos de construcción y de mantenimiento, y plantea una alternativa amigable con la naturaleza. Por tanto, se RECHAZA la hipótesis nula.

4.4.2. Contrastación de hipótesis específicos

Planteamiento de hipótesis específica 1:

Ho: El camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, se encuentra a la actualidad en malas condiciones.

Hi: El camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, se encuentra a la actualidad en regular condiciones.

De los resultados:

El trabajo en campo realizado, al respecto de la situación actual del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio – Apurímac se encuentra en regulares condiciones, ya que la intervención del estado en el mejoramiento de esta vía a nivel afirmado este último año presenta deterioro significativo por las intensas lluvias de la sierra peruana y condiciones geográficas accidentados de la zona de influencia. Bajo esta perspectiva se RECHAZA la hipótesis nula.

Planteamiento de hipótesis específica 2:

Ho: La estabilización química con polímeros mejora sustancialmente el suelo del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

Hi: La estabilización química con polímeros no mejora sustancialmente el suelo del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

De los resultados:

La aplicación del estabilizador Z con polímero en el mejoramiento del suelo del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio – Apurímac mejora sustancialmente las características físicas y mecánicas del suelo, de esta manera el CBR se incrementa hasta en un 32.10%. Por tanto, se RECHAZA la hipótesis nula.

Planteamiento de hipótesis específica 3:

Ho: La estabilización química con polímeros no realza significativamente el valor económico, operativo e impacto ambiental para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

Hi: La estabilización química con polímeros realza significativamente el valor económico, operativo e impacto ambiental para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

De los resultados:

La aplicación del estabilizador Z con polímero incrementa el valor económico, operativo y ambiental en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac. Por tanto, se RECHAZA la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Discusión de los resultados generales:

Los resultados obtenidos de la investigación permiten afirmar que al emplear el estabilizador Z polímeros, estos inciden significativamente en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio – Apurímac, ofreciendo mejoras en los aspectos técnicos de la vía, reducción de costos de construcción y presentando una alternativa amigable con el medio ambiente. Al respecto (Bazán Quiñones, 2019), de acuerdo a sus resultados la aplicación del polímero influye en el mejoramiento técnico económico de la vía. Por ende, la aplicación del polímero acrílico AggreBind en los suelos incrementa las características técnicas 13 veces más en comparación de suelos naturales, además contribuye a que el suelo sea más impermeable, y en cuanto al costo de construcción son económicos a comparación de otras técnicas.

De la misma manera, las investigaciones hechas por (Paredes Chavez, 2020) y (Condori Ñahuinlla y Huamaní Gamarra, 2018) en la sierra peruana como son las regiones de Ayacucho y Apurímac respectivamente, la aplicación de un estabilizador químico a base de polímeros en los suelos de la sierra tuvieron un gran impacto en el mejoramiento de estas vías, percibiendo el incremento en las características técnicas del suelo y ofreciendo una alternativa de bajo costo a las alternativas convencionales que se vienen ejecutando por los gobiernos locales en el mejoramiento de estas vías de bajo volumen de tránsito vehicular.

Discusión de los resultados técnicos:

Al realizar los ensayos de laboratorio técnicos al adicionando el z polímeros se obtuvo un incremento del CBR al 100% de suelo natural de 45.9% a 56.0% y 78.0% con las dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ de respectivamente. El suelo natural presenta un límite líquido promedio de 22%. El suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción del límite líquido en 34.0% y 36.0%

respectivamente. El límite plástico del suelo natural representa el 16.0%, mientras el suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción en la abrasión de 29.0% y 34.0% respectivamente. El índice plástico del suelo natural tiene un valor de 6%, con dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ del estabilizador Z polímero, el índice plástico se reduce en 5.0% y 2.0% respectivamente.

En concordancia con los resultados anteriores se tiene la investigación de (Paredes Chavez, 2020), el cual manifiesta que al aplicar z polímeros en los suelos el CBR al 100% aumenta de acuerdo a la dosificación, por tanto con dosificación de 3.8 lt/m³ hasta 6.1mt/m³ los resultados del CBR al 100% varían hasta un 28.7% a comparación del resultado del CBR al 100% del suelo natural. El ensayo de clasificación SUCS resulta una humedad de 5.8%, el suelo se encuentra bien graduado, los límites de líquido arrojan el 20% y no tiene plasticidad. En cuanto a la resistencia del suelo los valores se incrementan desde 0.64 kg/cm² hasta 1.46 kg/cm².

De la misma forma (Condori Ñahuinlla y Huamaní Gamarra, 2018), en su investigación obtuvo los siguientes resultados, en cuanto al valor del CBR al 95% con referencia al suelo natural tuvo un incremento de 4.30%, mientras el valor del CBR al 100% con referencia al suelo natural se incrementó en un 20.27%. Por otro lado el Límite Líquido del suelo natural disminuye en 0.49%, el Límite Plástico disminuye en un 3.24% y el Índice Plástico disminuye en 2.75% al aplicar el Z polímero al suelo natural. En cuanto a la curva de penetración para 0.1 pulgadas este valor se incrementa en 0.66 kg/cm² y para 0.2 pulgadas el valor se incrementa en 1.26 kg/cm² con referencia al suelo natural, por lo que al emplear el Z polímeros el suelo se forma más compacto con menos vacíos.

Discusión de los resultados económicos y ambientales:

Toda estabilización de infraestructura vial siempre conlleva un costo que se genera por los aditivos adicionados. En la comparación de costos, la alternativa con mayor costo de ejecución es la pavimentación con cemento con S/ 189.22 por ml, la alternativa con menor costo de ejecución es la alternativa del afirmado con material granulado con S/ 37.52 por ml seguido por la alternativa de estabilización con Z

polímeros con S/ 64.97 por ml. La aplicación del estabilizador Z polímeros genera un incremento en un 57.75% de la alternativa de mantenimiento de caminos vecinales con afirmado, como lo vienen haciendo las autoridades de turno, en cuanto a la alternativa de pavimentación con asfalto los costos se reducen en 45.34%. Además, en cuanto a la comparación de costos con el afirmado el costo de mantenimiento se reduce significativamente, permitiendo contar con un camino en condiciones óptimas por un aproximado de 5 años, según su uso y mantenimiento mínimo. Por otro lado la estabilización con polímeros no contamina el ecosistema permitiendo conservar la tonalidad del lugar y reducir la contaminación de la emisión de polvo. En cuanto a lo social permite el progreso y desarrollo de los agricultores de la zona de influencia

Al respecto (Bazán Quiñones, 2019) al aplicar AggreBind en el proceso de construcción genera una reducción de costos por 61.08% menos a comparación de alternativas convencionales. De la misma forma (Lomparte Cabanillas y Sánchez Neglia, 2019), la aplicación del estabilizante químico mediante polímero Maxx-Seal produce beneficios económicos que resultan más rentables al aplicar el aditivo, porque permite mayor duración de la carretera y el costo de mantenimiento se reduce significativamente, además de controlar la polución en armonía con la naturaleza.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Conclusión general

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que la Aplicación del estabilizador Z polímeros incide significativamente en el mejoramiento del camino vecinal. De esta manera, los polímeros son una alternativa viable para su aplicación en cualquier parte de la sierra peruana, por la amplia gama de productos químicos a base de polímeros que ofrecen soluciones viales acorde al tipo de suelos y climas.

6.2. Conclusión específicos

El diagnóstico inicial del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac tiene la intervención por parte de la Municipalidad Provincial de Andahuaylas mediante el mantenimiento periódico y rutinario del periodo 2020 al 2021. Analizando el estado del camino vecinal a inicios del 2022 se observa considerables daños en la plataforma de la vía, ya que las lluvias intensas de la sierra peruana erosionan con facilidad los caminos, dejando baches, ahuellamientos y otros daños; y en época de sequía predomina la presencia de polvo. Generando malestar en los usuarios.

Al realizar los ensayos de laboratorio adicionando el z polímeros se obtuvo un incremento del CBR al 100% de suelo natural de 45.9% a 56.0% y 78.0% con las dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ de respectivamente. El suelo natural presenta un límite líquido promedio de 22%. El suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción del límite líquido en 34.0% y 36.0% respectivamente. El límite plástico del suelo natural representa el 16.0%, mientras el suelo natural tratado con el estabilizador Z polímero a diferentes dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³, presenta una considerable reducción en el límite plástico de 29.0% y 34.0% respectivamente. El índice plástico del suelo natural tiene un valor de 6%, con dosificaciones de 3.78 l/m³ y 5.68 l/m³ del estabilizador Z polímero, el índice plástico se reduce en 5.0% y 2.0% respectivamente.

Toda estabilización de infraestructura vial siempre conlleva un costo que se genera por los aditivos adicionados. En la comparación de costos, la alternativa con mayor costo de ejecución es la pavimentación con cemento con S/ 189.22 por ml, la alternativa con menor costo de ejecución es la alternativa del afirmado con material granulado con S/ 37.52 por ml seguido por la alternativa de estabilización con Z polímeros con S/ 64.97 por ml. La aplicación del estabilizador Z polímeros genera un incremento en un 57.75% de la alternativa de mantenimiento de caminos vecinales con afirmado, como lo vienen haciendo las autoridades de turno, en cuanto a la alternativa de pavimentación con asfalto los costos se reducen en 45.34%. Además, en cuanto a la comparación de costos con el afirmado el costo de mantenimiento se reduce significativamente, permitiendo contar con un camino en condiciones óptimas por un aproximado de 5 años, según su uso y mantenimiento mínimo. Por otro lado la estabilización con polímeros no contamina el ecosistema permitiendo conservar la tonalidad del lugar y reducir la contaminación de la emisión de polvo. En cuanto a lo social permite el progreso y desarrollo de los agricultores de la zona de influencia.

VII. RECOMENDACIONES

A fin de realizar pavimentaciones viales con la aplicación de z polímero, se recomienda realizar ensayos de CBR con distintas dosificaciones, con la finalidad de obtener la óptima relación de z polímeros más agua.

En lugares con alto friaje, la pavimentación con la aplicación de z polímero no es muy recomendable, ya que el comportamiento del z polímero mezclado con el suelo es semi rígido y con temperaturas altas el pavimento puede contraerse provocando fisuras superficiales. Pero si se desea pavimentar con el z polímero en estos lugares con temperatura muy baja, se recomienda el usar como base el z polímero y asfalto modificado como carpeta de rodadura. Ya que, el asfalto modificado tiene la capacidad de recuperación consecutiva ante deformaciones por factores climatológicos y el tránsito pesado.

Se recomienda usar las dosificaciones superiores a 5.68 lt/m³ de Z polímeros para poder mejorar el CBR y mejorar la resistencia del suelo patrón. Demostrando así que si mejora significativamente el suelo.

A fin de mejorar las vía a nivel de afirmado se recomienda el uso de z polímeros, ya que con esta se reduce considerablemente la pérdida de material afirmado; por que la compactación es mas rápida y requiere menos pasadas de rodillo.

Se recomienda usar los z polímeros en otras regiones del país para poder mejorar el CBR y mejorar la resistencia del suelo patrón. Demostrando así que si mejora significativamente el suelo.

La aplicación de z polímeros es muy recomendable, ya que con este se tiene una mayor densidad y se minimiza la polución consiguiendo con esto mejores condiciones de trabajo durante la construcción de la vía, así como también elimina los problemas ambientales causados por la polvadera.

REFERENCIAS

- AASHTO. Guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials; Washington DC, 1993.
- AGUILAR CASTAÑEDA, Catherine Gisella y BORDA RIVEROS, Yeraldin. Revisión del estado del arte del uso de polímeros en la estabilización de suelos [en línea]. Bogotá: Universidad de Santo Tomás, 2015. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3923/Bordayeraldin2015.pdf>.
- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS. Manual de caminos rurales. 1a ed. Buenos Aires: Asociación Argentina de Carreteras, 2018. ISBN 978-987-28682-8-4.
- BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis y BEVIÁ GARCÍA, José Francisco. Manual de carreteras. Alicante: Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A., 2000. Vol. 2. ISBN 84-607-0123-9. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/1787>.
- BAENA PAZ, Guillermina María Eugenia. Metodología de la investigación. 3a ed. México: Grupo Editorial Pátria, 2017.
- BAZÁN QUIÑONES, Maelson Daniel. Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima - Lima - 2019 [en línea]. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45918>.
- BOWLES, Joseph. Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil. México: Mc Graw - Hill de México S.A., 1981.
- CANARIA PINEDA, Angela Gynneth y IVÁN MARTÍNEZ, Álvaro. Estudio de estabilización de material para la conformación de afirmado en terraplenes del municipio de La Primavera - Vichada, mediante la adición de polímeros sintéticos ecológicos [en línea]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3Mqcuxo>.

- CONDE, Mónica. Química que suma: aditivos [en línea], 2020. [Consulta: 7 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.ambienteplastico.com/quimica-que-suma-aditivos-articulo-de-portada-ambiente-plastico/4/>.
- CONDORI ÑAHUINLLA, Visayda y HUAMANÍ GAMARRA, Zayda. Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental AP-103, tramo puente Ullpuhuaycco – Karkatera (L= 14.050 kms) Abancay-Apurímac 2018. Perú: Universidad Tecnológica de los Andes, 2018.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5a ed. México: Limusa, 2004. ISBN 968-18-6489-1.
- DAS, Braja M. Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. 4a ed. California: Thomson Learning, 2013.
- GARCIA, Dias y Valdez. El mejoramiento de los suelos: una experiencia desde la agroecología en la Cooperativa de Producción Agropecuaria. Revist Cientific [en línea]. Octubre-Diciembre 2014, vol. 16, num. 4 [Fecha de consulta 06 de diciembre de 2021]. Disponible en <https://www.Dialnet-ElMejoramientoDeLosSuelos-5350836.pdf>
- HERMIDA, Élidea Beatriz. Polímeros. [en línea]. 1a ed. Argentina: Instituto Nacional de Educación Tecnológica, 2011. Disponible en: http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf.
- HERNÁNDEZ SAMPIERE, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. Metodología de la investigación: las rutas cunatitativa, cualitativa y mixta. 1 ra. México: McGraw - Hill Interamericana Editores, 2018.
- JAIME HERNÁNDEZ, Jeniffer, Estabilización de suelos con polímeros [en línea]. Montevideo: Universidad de la República, 2021. Disponible en: [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/323544/mod_resource/content/1/Estabilización de Suelos con Polímeros.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/323544/mod_resource/content/1/Estabilización%20de%20Suelos%20con%20Polímeros.pdf).
- JALEEL AHMED, Lamia Abdul y RADHIA, Muhanned. Sandy Soil Stabilization with Polymer. Universidad de Basrah, 2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331318532_Sandy_Soil_Stabilizatio

n_with_Polymer

JUAREZ, Eulalia y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos (Tomo II). Editorial Limusa. México, 2013.

KELLER, Gordon y SHERAR, James. Ingeniería de caminos rurales. Guía de campo para las mejores prácticas de administración de caminos rurales. 1 ra. México: Instituto Mexicano del Transporte, 2004.

LOMPARTE CABANILLAS, Johan Antonio y SÁNCHEZ NEGLIA, Denis Antonio. Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay - Nuevo Chimbote - Santa [en línea]. Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2019. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3217>.

LÓPEZ HERNÁNDEZ, Dolores. Mejores técnicas disponibles de referencia europea: producción de polímeros, 2009.

LÓPEZ-LARA, Tereza, HERNÁNDEZ-ZARAGOZA, Juan Bosco, HORTA-RANGEL, Jaime, CORONADO-MÁRQUEZ, Aleyda y CASTAÑO-MENESES, Víctor Manuel. Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de Polímeros, 2010. Volumen 11(3), p 159-168.

MENÉNDEZ ACURIO, José Rafael. Ingeniería de pavimentos: diseño y gestión de pavimentos, 2013. Lima: Imprenta ICG.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras [en línea]. 1a ed. Lima: Dirección General de Inversión Pública, 2015. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad [en línea], 2019. pp. 1-81. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf.

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Diagnóstico de brechas de infraestructura o de acceso a servicios transportes y comunicaciones. [en línea], 2021. <https://bit.ly/3HR72zT>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima, 2018.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito [en línea], 2008. pp. 172. Disponible en: http://www.carreteros.org/hispana/peru/11_peru.pdf.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos [en línea], 2014. Disponible en: <https://bit.ly/3sL2qao>.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Documento Técnico: Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas [en línea], 2015. Disponible en: <https://bit.ly/3pFLDn8>.
- MUÑOZ ROCHA, Carlos I. Metodología de la investigación. 1a ed. México: Editorial Progreso S.A, 2015. ISBN 9786074265422.
- OSORIO MARTÍNEZ, José Fernando y CASAS GERENA, Ana Nivel. Correlación P.D.C. con CBR para suelos en la localidad de Suba. Bogotá, 2011.
- PANNU, Ankit. Efecto de la estabilización del suelo en la construcción de carreteras y mejora de la resistencia. Revista internacional de investigación de la educación y métodos científicos IJARESM [en línea]. Agosto 2016, num. 4. [Fecha de consulta: 02 de diciembre de 2021]. Disponible en https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf
- PAREDES CHAVEZ, Sergio. Estabilización química mediante polímeros, en el incremento del valor del CBR en el afirmado, tramo Muyurina - Mituccasa, Ayacucho 2020 [en línea]. Ayacucho: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3hErqdb>.

- SANZ, Juan. Mecánica de Suelos. Barcelona: Universi: Editores técnicos asociados, 1975, ISBN: 74-7146-165-X
- SHUMBA S., KUSOSA C. y VASSILEVA L.D. Stabilisation of a Road Pavement Using Polymeric Stabilisers: Case Study of Christian Road, Shamva District, Zimbabwe, 2015. Disponible en: <https://bit.ly/3pGEcMK>.
- TENREIRO, R. D.-R. Caminos rurales proyectos y construcción (3era ed.). España: Ediciones Mundi - Prensa, 2001.
- TOMAS, R., CANO, M., GARCIA, B., SANTAMARTA, J., y HERNANDEZ, L. Herramienta de aprendizaje de Mecanica de suelos. Alicante: Universidad de Alicante, 2012.
- Z ADITIVOS. Estabilizador Z con Polímeros. Ficha tecnica. versión10.19LZP [en línea], 2021. Disponible en: <https://www.zaditivos.com.pe/wp-content/uploads/2021/01/Estabilizador-Z-con-Polimeros.pdf>.
- ZAMBRANO YAGUAL, Alejandra Paulette y CASANOVA ZAMBRANO, Manuel Andrés. Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Samborondom, 2016.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS	La estabilización de suelos con polímeros es la de mejorar los materiales del sitio y crear una base y sub base sólida y fuerte.	Es la forma de mejorar las capacidades y desempeño de carga del peso de los sub-suelos, arena, y otros materiales de desecho in situ.	Diseño	Estudios básicos	Nominal
			Proceso de aplicación	Diseño	
				Dosificación	
				Detalles	
Costo de construcción	Calidad	Presupuesto	Costos unitarios		
Mantenimiento	Costo de mantenimiento				
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL	La aplicación de estabilizador químico mediante polímeros para mejorar o ampliarlas las características operativas, económicas y ambientales para un camino vecinal transitable.	Contar con un camino rural con las condiciones óptimas para el tránsito vehicular.	Económico	Análisis de costos unitarios	Nominal
			Operativo	Costo beneficio	
				Características del suelo	
				Resistencia del suelo	
Ambiental	Serviciabilidad	Contaminación	Impacto ambiental		

Anexo 02: Matriz de consistencia

TITULO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><u>PROBLEMA PRINCIPAL:</u> ¿Cuál es la incidencia de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL:</u> Determinar la incidencia de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u> La estabilización química con polímeros incide en el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p>	<p>Variable 1: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS</p>	<p>1. Tipo de Estudio: Investigación aplicada</p>
<p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u> ¿En qué condiciones se encuentra a la actualidad el camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?</p>	<p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> Analizar las condiciones actuales en el que se encuentra el camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p>	<p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u> El camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, se encuentra a la actualidad en regular condiciones.</p>	<p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Diseño b. Proceso de aplicación c. Costo de construcción d. Mantenimiento 	<p>2. Diseño de Investigación: Cuantitativo – descriptivo experimental</p>
<p>¿Qué resultados se obtendrá de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino</p>	<p>Describir los resultados de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme</p>	<p>La estabilización química con polímeros mejora sustancialmente el suelo del camino vecinal Empalme AP-</p>		<p>3. Ámbito de Estudio: Camino vecinal Empalme AP-670 a Empalme AP-659-Lliupapuquio.</p> <p>4. Población: La población constituye el material de la cantera ubicado en el Km. 007+350 del camino vecinal Empalme AP-670 -</p>

<p>vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?</p> <p>¿Cuál será los beneficios económico, operativos y ambientales de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022?</p>	<p>AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p> <p>Evaluar los beneficios económicos, operativos y ambientales de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p>	<p>670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p> <p>La estabilización química con polímeros realza significativamente el valor económico, operativo e impacto ambiental para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.</p>	<p>Variable 2:</p> <p>MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL</p> <p>Dimensiones:</p> <p>a. Económico b. Operativo c. Ambiental</p>	<p>Empalme AP-659-Lliupapuquio - Apurímac.</p> <p>5. Muestra:</p> <p>88 Kg de material de cantera del sector Lliupapuquio, en el km 7.350 del camino vecinal Empalme AP-670 a Empalme AP-659-Lliupapuquio.</p> <p>6. Técnica: La observación directa, información directa, observación de campo y de laboratorio, observación individual y de equipo.</p> <p>8. Instrumento:</p> <p>Guía de información y ficha de observación.</p>
--	--	--	--	--

Anexo 03: Matriz de validación de instrumentos



MATRIZ DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCION DE DATOS

TESIS	Análisis de la estabilización química con polimeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurimac, 2022					
AUTORES	BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza BR. PEREZ SUNI, Monica					
ASPECTOS A EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS	Propiedades Físicas	TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	X		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	X		
	Proporciones de aditivo	3.78 LTS/M3	PROBETA	X		
		5.68 LTS/M3	PROBETA	X		
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL	Propiedades Físicas	HUMEDAD NATURAL	MTC E 108 - ASTM D 2216	X		
		TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	X		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	X		
		CLASIFICACION DE SUELOS	ASTM D 2487	X		
	Propiedades mecánicas	DENSIDAD SECA MAXIMA	MTC E 115 - ASTM 1557	X		
		CONTENIDO OTIMO DE HUMEDAD	MTC E 115 - ASTM 1557	X		
		CALIFORNIA BEARING RATIO	MTC E 132 - ASTM D 1883	X		

MATRIZ DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCION DE DATOS

TESIS	Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022					
AUTORES	BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza					
	BR. PEREZ SUNI, Monica					
EXPERTO	ING. MATUTE RAMIREZ, Abel					
	ASPECTOS A EVALUAR			OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS	Propiedades Físicas	TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	✓		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	✓		
	Proporciones de aditivo	3.78 LTS/M3	PROBETA	✓		
		5.68 LTS/M3	PROBETA	✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL	Propiedades Físicas	HUMEDAD NATURAL	MTC E 108 - ASTM D 2216	✓		
		TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	✓		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	✓		
		CLASIFICACION DE SUELOS	ASTM D 2487	✓		
	Propiedades mecánicas	DENSIDAD SECA MAXIMA	MTC E 115 - ASTM 1557	✓		
		CONTENIDO OTIMO DE HUMEDAD	MTC E 115 - ASTM 1557	✓		
		CALIFORNIA BEARING RATIO	MTC E 132 - ASTM D 1883	✓		


 ABEL MATUTE RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 C.A.P. N° 187274

MATRIZ DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS PARA LA OBTENCION DE DATOS

TESIS	Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al / P-659 Llipapuquio - Apurímac, 2022					
AUTORES	BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza BR. PEREZ SUNI, Monica					
EXPERTO	ING. ROMMEL HILASACA ARAPA					
ASPECTOS A EVALUAR				OPINION DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO ESTABILIZADOR QUÍMICO CON POLÍMEROS	Propiedades Físicas	TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	X		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	X		
	Proporciones de aditivo	3.78 LTS/M3	PROBETA	X		
		5.68 LTS/M3	PROBETA	X		
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL	Propiedades Físicas	HUMEDAD NATURAL	MTC E 108 - ASTM D 2216	X		
		TAMAÑO	MTC E 107 - ASTM D 422	X		
		LL, LP E IP	MTC E 111 - ASTM D 4318	X		
		CLASIFICACION DE SUELOS	ASTM D 2487	X		
	Propiedades mecánicas	DENSIDAD SECA MAXIMA	MTC E 115 - ASTM 1557	X		
		CONTENIDO ÓTIMO DE HUMEDAD	MTC E 115 - ASTM 1557	X		
		CALIFORNIA BEARING RATIO	MTC E 132 - ASTM D 1883	X		



Rommel Hilasaca Arapa
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 23307

Anexo 04: Constancias de validación



CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Gerardo Sutti Condori

CIP N° 122020, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los defectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores.		X	
Viabilidad de instrumentos.		X	
Confiabilidad del instrumento.			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.		X	
Expresa el alcance de la investigación.		X	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.		X	

Apurímac, 05 de febrero del 2022

FIRMA DEL VALIDADOR

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, ROMMEL HILASACA ARAPA CIP N° 213872, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los defectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores.		X	
Viabilidad de instrumentos.		X	
Confiabilidad del instrumento.		X	
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.		X	
Expresa el alcance de la investigación.		X	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.		X	

Apurímac, 05 de febrero del 2022



Rommel Hilasaca Arapa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 213872

FIRMA DEL VALIDADOR

DNI N° 47248333

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, ABEL MATUTE RODRIGUEZ CIP N°

197274, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los defectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores.		✓	
Viabilidad de instrumentos.		✓	
Confiabilidad del instrumento.		✓	
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico.		✓	
Expresa el alcance de la investigación.		✓	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible.		✓	

Apurímac, 05 de febrero del 2022



FIRMA DEL VALIDADOR

DNI N° 46545866

Anexo 05: Declaratoria de originalidad de los autores



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo (Nosotros), PEREZ SUNI, Monica y DAMIANO QUINTANA Yuliza estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERIA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: **“Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022”** , es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
MONICA PEREZ SUNI DNI: 75830190 ORCID: 0000-0003-1288-7246	 
YULIZA DAMIANO QUINTANA DNI: 72870309 ORCID: 0000-0002-9840-1472	 

APURIMAC, 01 DE MARZO DEL 2022

Anexo 06: Instrumentos de recolección de datos

INFORME TECNICO N°02-2022-GEOCON-INGENIEROS-SAC

I. OBJETIVO.

Determinar las propiedades físico mecánicas de la cantera Lliupapuquio, para la investigación denominada: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

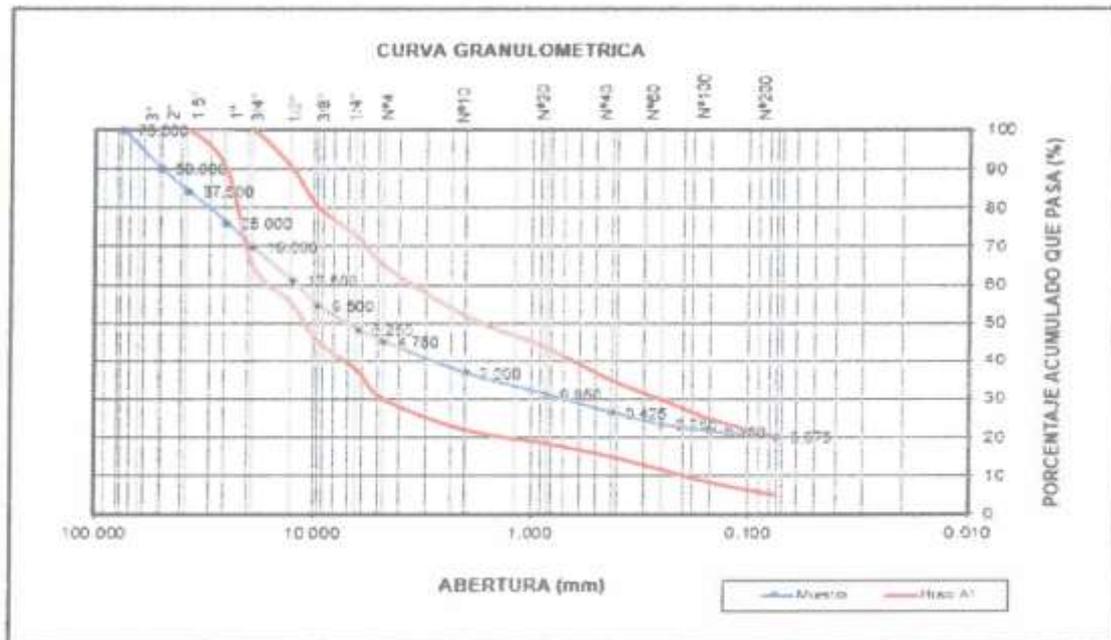
II. IDENTIFICACION Y ANÁLISIS DE LA MUESTRA

La granulometría de la Cantera Lliupapuquio, cumple las propiedades físicas exigidas por las normas de referencia.

III. RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO:

Propiedades físico mecánicas de la CANTERA

Tabla No 01 - Curva granulométrica



Muestra proporcionada por el cliente

Curva granulométrica mejorada con material fino

% GRAVA	55.0	Gruesa	30.3
		Fina	24.7
% ARENA	24.8	Gruesa	8.1
		Media	10.3
		Fina	6.4
% FINOS	20.1		20.1



Gustavo Gomez Alcantaz
INGENIERO CIVIL
CIP: 181442

Tabla No 02

Propiedades físico mecánicas

Muestra	Clasificación		Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	IP	CBR (100%)
	SUCS	AASHTO					
CANTERA LLUAPUQUIO	GM	A-1a)	55.0	24.8	20.1	6.0	64

Cuadro N° 03

Cuadro Resumen de los Ensayos Especiales de Laboratorio

Tipo de Ensayo	Norma	Resultados ≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019	49%
CBR de Laboratorio (100%)	NTP 339.145	64%
Equivalente de Arena	NTP 339.145	49%
Proctor Modificado	NTP 339.141	MDS= 2.295 g/cm ³ OCH= 10.8%

- Explotación** : Esta cantera será explotada mediante el uso de equipos como tractor, cargador frontal, pala mecánica, durante todo el año (enero a diciembre).
- Propietario** : El propietario de esta cantera privada, por lo que deberán negociar su explotación.
- Uso** : De acuerdo a los resultados de laboratorio, la zona próxima a la entrada a la cantera es apto para ser utilizado como agregado. Por lo tanto, para su explotación debe considerarse dicho lugar específicamente. El material de esta cantera será utilizado para la elaboración de base, subbase granular y/o afirmados.
- Procesamiento** : Este material será procesado mediante la utilización de zarandas estáticas o mecánicas, chancadoras y otros procedimientos para obtener el material utilizable.
- Geotecnia** : El material identificado en la cantera se identifica como una grava mal gradada con limo y arena (GM), tonalidad Arena gris claro, humedad promedio de 7% respectivamente, compacidad media a densa

Recomendaciones. -

Verificar las gradaciones de material en forma periódica.

Muestras proporcionadas por el cliente.

Andahuaylas, enero de 2022



Gustavo Gómez Alcarraz
INGENIERO CIVIL
CIP: 181442



ENSAYOS DE LABORATORIO

**EQUIVALENTE DE ARENA
ASTM D2419 / NTP 339.146**

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PÉREZ SUNI, MÓNICA
PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO
FECHA: 12-Ene-2022
MUESTRA: CANTERA
PROGRESIVA:

REGISTRO:

MUESTRA N°	DATOS		
	1	2	3
NÚMERO DE FRASCO			
HORA DE ENTRADA SATURACIÓN	08:30	09:20	10:10
HORA DE SALIDA DE SATURACIÓN	08:40	09:30	10:20
HORA DE ENTRADA A DECANTACIÓN	08:43	09:33	10:22
HORA DE SALIDA A DECANTACIÓN	09:03	09:53	10:42
ALTURA MATERIAL FINO (cm)	22.8	23.5	22.7
ALTURA ARENA (cm)	11.8	11.9	10.5
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	51.8%	50.4%	46.3%
PROMEDIO (%)	49%		

Realizado: EFGM

Revisado:



Geocon Ingenieros S.A.C.
Edgar de Allla
Doc. Ing. Civil



Gustavo González Alcarraz
INGENIERO CIVIL
OIF: 181442

ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN
ASTM D422 / NTP 339.128 - AASHTO M 147 - ASTM D4318 / NTP 339.129 - ASTM D1241

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PÉREZ SUNI MÓNICA
PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-570 al AP-659 Llipapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: Llipapuquio
FECHA:
REVISOR: 12-Ene-22 **MUESTRA:** CANTERA LLIPAPUQUIO

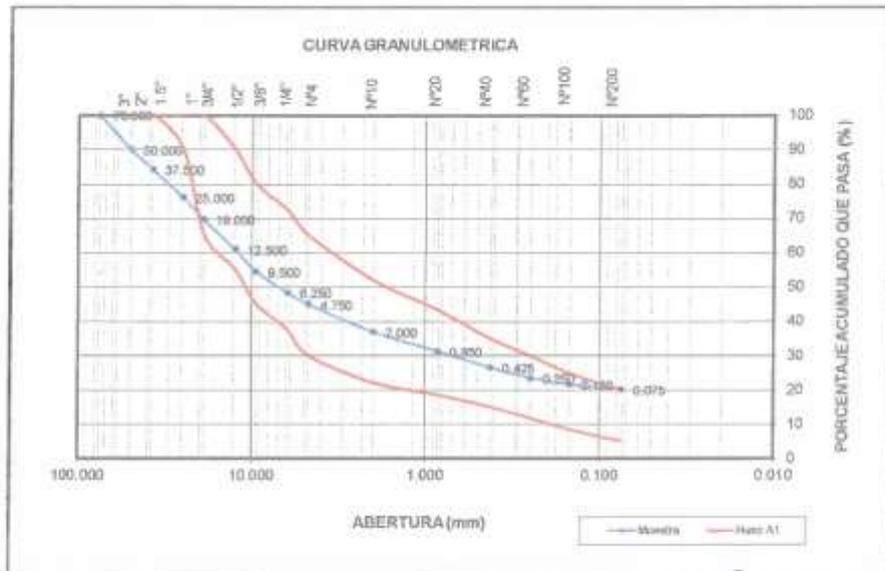
PESO DE LA MUESTRA SECA (gr): 2232.0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr): 1782.9
PESO DE FINOS LAVADOS (gr): 448.1

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	(%) Pasado Retenido	(%) acumulado Retenido	(%) acumulado que pasa	Huso Granulométrico A-1 *AASHTO M-547	
						(%) Mín	(%) Máx
3"	75.000		0.0	0.0	100.0		
2"	50.000	224.1	10.0	10.0	90.0	100.0	100.0
1 1/2"	37.500	128.0	5.8	15.7	84.3	100.0	100.0
1"	25.000	184.3	8.3	23.9	76.1	90.0	100.0
3/4"	19.000	142.6	6.4	30.3	69.7	85.0	100.0
1/2"	12.500	195.7	8.8	39.1	60.9		
3/8"	9.500	143.6	6.4	45.5	54.5	45.0	60.0
1/4"	6.250	130.0	6.1	51.6	48.4		
Nº4	4.750	79.9	3.6	55.2	44.8	30.0	55.0
Nº10	2.000	191.4	8.1	63.2	36.8	22.0	52.0
Nº20	0.850	174.9	7.8	71.0	29.0		
Nº40	0.425	105.6	4.7	75.7	24.3	18.0	38.0
Nº60	0.250	66.7	3.0	78.7	21.3		
Nº100	0.150	42.3	1.9	80.6	19.4		
Nº200	0.075	31.4	1.4	82.0	18.0	6.0	20.0
FONDO		448.1	20.1	100.0	0.0		

Clasificación (SUCE)	GM
Clasificación (AASHTO)	A-1a
Descripción (AASHTO)	EXCELENTE
Descripción	GRAVA CON ARENA Y LMO
Índice de Grupo	0
Contenido de Humedad (%)	6.5
Límite Líquido (LL) (%)	22.0
Límite Plástico (LP) (%)	18.0
Límite Contracción (LC) (%)	
Índice Plástico (IP) (%)	6.0

% GRAVA	56.0	Grosera	30.3
		Fina	24.7
% ARENA	24.8	Grosera	5.1
		Mediana	10.3
		Fina	6.4
% FINOS	20.1		20.1

D10 (mm)	-
D50 (mm)	-
D60 (mm)	-
Cu -	-
Cc -	-



OBS: Huso Granulométrico A-1 *AASHTO M-147. Recomendado para BASES

CONCLUSIONES: La cantera cumple las especificaciones del Huso A-1 recomendado para BASES

Realizado: EFGM

Revisado:

Jr. Avocuchá 6049 F. Kinos. M.H. - Apurímac. Telf: 051-83951687
 Tlc. LABORATORIO DE MECANICA

Gustavo Gómez Alcarraz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 101442

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Norma de Referencia

ASTM D4318 / NTP 330.120

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

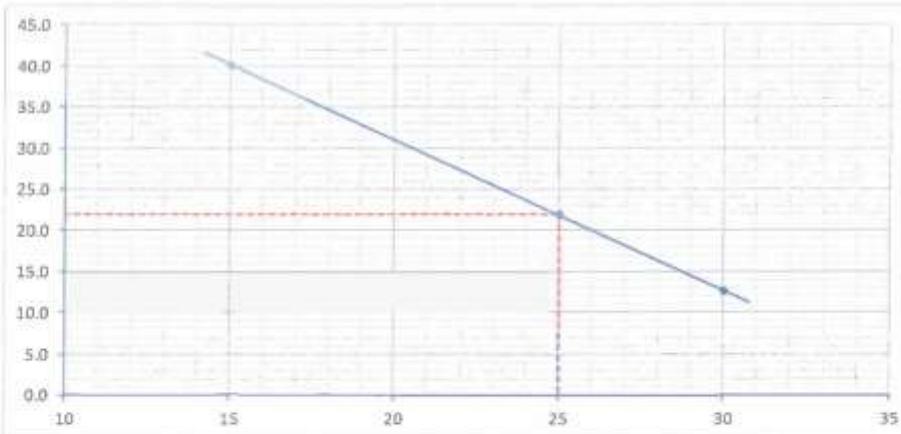
Proyecto : Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-570 al AP-658 Ulapapuquio - Apurímac, 2022

Ubicación : LLUPAPUQUIO Profundidad :
 Cliente : DAMIANO QUINTANA YULIZA PÉREZ SUIBI MÓNICA Progresiva :
 Muestra : CANTERA AFIRMADO Fecha :
 Sondaje : Lámina N° :

I- DATOS DE LA MUESTRA

Método de Ensayo : A
 Temperatura de Secado : 110 °C
 Agua Usada : Destilada

	N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		30	25	15	-	-
GOLPES	N°	30	25	15	-	-
RECIPIENTE	N°	13.74	13.73	13.74	14.21	13.74
PESO DE MUESTRA HUMEDA+RECIPIENTE	Grs.	19.49	33.01	22.92	22.33	21.02
PESO DE MUESTRA SECA+RECIPIENTE	Grs.	19.66	29.53	20.72	21.11	20.06
PESO DEL AGUA	Grs.	0.04	3.48	2.20	1.22	0.94
PESO DEL RECIPIENTE	Grs.	13.74	13.73	13.74	14.21	13.74
PESO DEL SUELO SECO	Grs.	5.11	15.80	6.98	6.90	6.34
HUMEDAD	%	12.5	22.0	31.5	17.7	14.8



LIMITE LIQUIDO :	22 %	LIM. PLASTICO :	16 %	INDICE PLASTICO :	6 %
------------------	------	-----------------	------	-------------------	-----

% RETENIDO EN TAMIZ N° 40										
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Núm. Golpes (N):	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Factor (F):	0.974	0.979	0.985	0.990	0.995	1.000	1.005	1.000	1.014	1.018	1.020

Realizado :

 Edgar Ciro Milla
 Ing. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Revisado :

 Gustavo Gomez Alcarraz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 181447

CBR
ASTM D1883 / NTP 339.144

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PÉREZ SUNI, MÓNICA
PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO
FECHA: 12-Ene-22
REGISTRO:

IDENTIFICACIÓN: C-1 / M-1

Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
N° de golpes por capa	56	25	10
contracción de la muestra	saturada	saturada	saturada
peso del molde + suelo húmedo (g)	9299	9094	8955
peso del molde (g)	4323	4324	4323
volumen del molde (cm ³)	2124	2124	2124
peso del suelo húmedo (g)	4976	4760	4632
densidad húmeda (g/cm ³)	2.343	2.241	2.181
densidad seca (g/cm ³)	2.175	2.065	1.995
tara N°	A	B	C
peso de la tara (g)	172.6	162.3	353.3
tara + suelo húmedo (g)	785.4	725.5	875.4
tara + suelo seco (g)	741.4	681.3	831.0
peso del agua (g)	44.0	44.2	44.4
peso del suelo seco (g)	568.8	519	477.7
% de humedad	7.7%	8.5%	9.3%

EXPANSIÓN										
Fecha	Hora	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
		Tiempo (H)	Expansión		Tiempo (H)	Expansión		Tiempo (H)	Expansión	
			(mm)	(%)		(mm)	(%)		(mm)	(%)
7-Ene-22	11:00 a.m.	00:00	0.000	0.0	00:00	0.000	0.0	00:00	0.000	0.0
8-Ene-22	11:00 a.m.	24:00	0.000	0.0	24:00	0.000	0.0	24:00	0.000	0.0
9-Ene-22	11:00 a.m.	96:00	0.000	0.0	96:00	0.000	0.0	96:00	0.000	0.0

PENETRACIÓN										
Penetración pulg.	Presión patrón lb/pulg ²	Molde N° 1			Molde N° 2			Molde N° 3		
		Dial	Correlación		Dial	Correlación		Dial	Correlación	
			Lbs	Lb/pulg ²		Lbs	Lb/pulg ²		Lbs	Lb/pulg ²
0.025		9	506	189	3	199	88	2	139	46
0.050		18	939	313	6	359	120	4	239	80
0.075		27	1373	458	10	559	186	6	339	113
0.100	1000	35	1773	591	15	799	266	9	473	158
0.150		50	2540	847	25	1279	426	13	708	235
0.200	1500	65	3273	1091	35	1800	600	17	906	302
0.250		73	3673	1224	45	2280	760	23	1173	391
0.300		79	3973	1324	54	2720	907	27	1406	469
0.400		83	4207	1402	57	2880	960	31	1573	524

Realizado: EFGM

 GeoCon Ingenieros S.A.C.

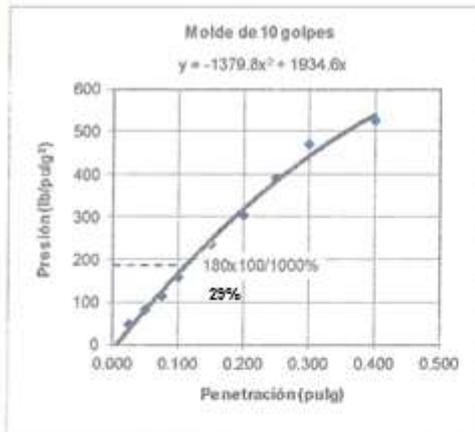
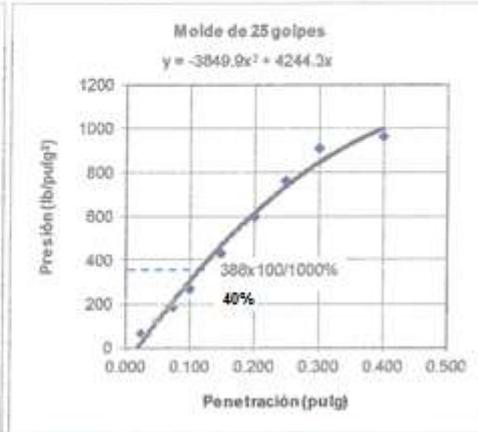
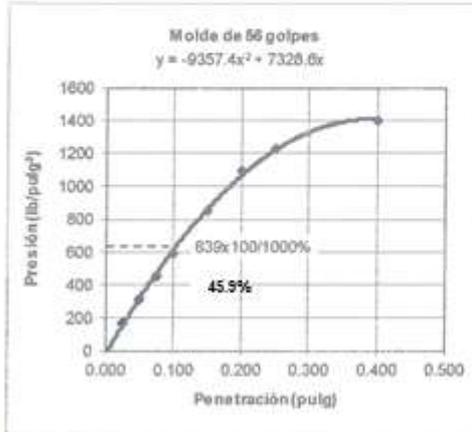
Revisado:


 Gustavo González Alcarraz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 181442

CBR
ASTM D1883 / NTP 339.145

Curvas de penetración:
REGISTRO: 0

IDENTIFICACIÓN: C-1 / M-1



$0.95 \times 2.17 = 2.07 \text{ g/cm}^3$
y del gráfico CBR (95%) = 29%
CBR (100%) = 45.9%

Realizado: EFGM

Revisado :

GeoCon Ingenieros S.A.C.
Edgar Gines Milla
Ing. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Gustavo
Gustavo Gonzalez Carriz
INGENIERO CIVIL
CIP: 181442

**ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ÁNGELES
ASTM C131 / NTP 400.019**

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PÉREZ SUNI, MÓNICA
OBRA: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Llipapuquio - Apurímac, 2022
UBICACIÓN: LLIPAPUQUIO
FECHA: 12-Ene-22
INFORME: EMS-2022 **MUESTRA:**
PROGRESIVA:

Nº DE MALLA	ANÁLISIS POR TAMIZADO			
	GRADACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"	1263			
3/4"	1247			
1/2"	1255			
3/8"	1384			
1/4"				
Nº 4				
Nº 8				

TIPO DE GRADACIÓN	A
PESO DEL MATERIAL ANTES DEL ENSAYO (g)	5149
PESO DEL MATERIAL DESPUÉS DEL ENSAYO (g)	2606
PESO DEL DESGASTE (g)	2543
DESGASTE (%)	49%

Realizado: EFGM

Revisado:



Edgar Gines Millia
 The LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Gustavo Gomez Alcarraz
 INGENIERO CIVIL
 OIP: 181442

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D1557 / NTP 339.141**

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA YULIZA; PÉREZ SUNI MÓNICA
OBRA: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022
UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO
FECHA: 12-Ene-22
INFORME: EMS-2022
PROGRESIVA:

VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2128	2128	2128	2128
PESO DEL MOLDE + SUELO HÚMEDO (g)	8126.0	8570.0	8611.0	8508.0
PESO DEL MOLDE (g)	3140.0	3140.0	3140.0	3140.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	4986.0	5430.0	5471.0	5368.0
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.343	2.552	2.571	2.523
RECIPIENTE	1	2	3	4
PESO SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE (g)	639.4	259.0	383	622.5
PESO SUELO SECO + RECIPIENTE (g)	602.2	240.2	347.6	552.5
PESO DEL RECIPIENTE (g)	72.5	72.0	67.7	78.6
PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)	37.2	18.8	35.4	70.0
PESO DEL SUELO SECO (g)	529.7	168.2	279.9	473.9
CONTENIDO HUMEDAD (%)	7.0	11.2	12.6	14.8
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2.189	2.295	2.282	2.198



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³).	2.295
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%).	11.4

Realizado: EFGM

Revisado :

Geocon Ingenieros S.A.C.

Edgar Gines Altila
 Ing. LUIS GONZALEZ M. INCA
 (M. I. N. C. N. 100002)

Gustavo Gorriaz Alcarraz
 Gustavo Gorriaz Alcarraz
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 181442

CBR
ASTM D 1883 / NTP 339.144

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lluapapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: 100% natural (Sin aditivo)

IDENTIFICACIÓN: C-j / M-1

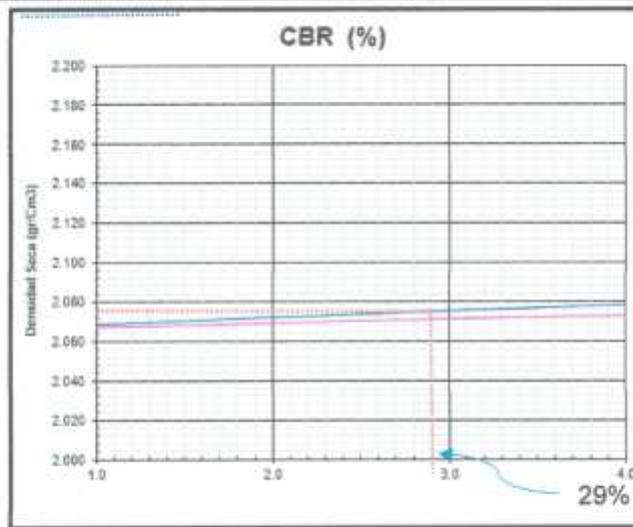
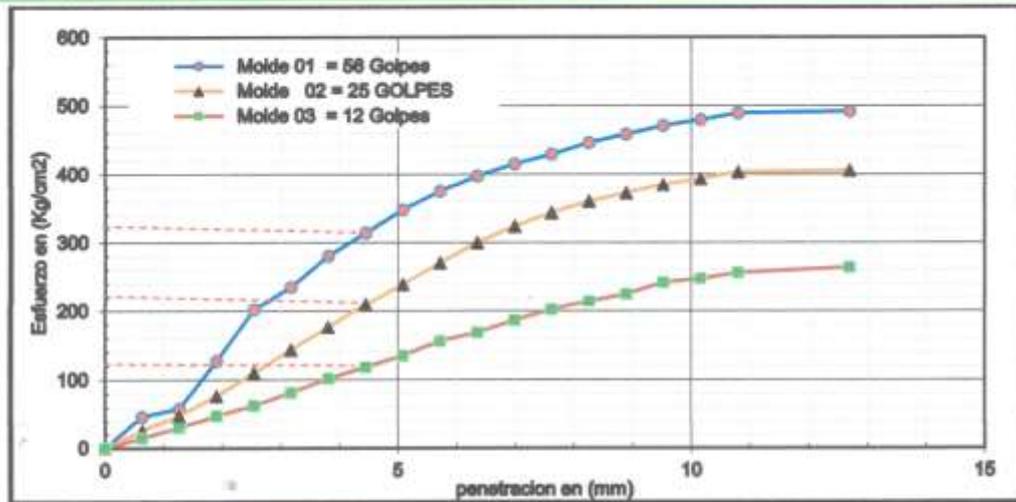
ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA						
Tam. Pasa #	Nº 10 (%)	Nº 40	Nº 40 (%)	Nº 200 (%)	ENSAYO DE COMPACTACION	
U. / P.	100.00	80.00	20.00	20.00	Estado	Densidad Máxima
	22.0	6.00	Clasificación	SOCS = 9W-9W	48370 - A-49(0)	1.521
						Humedad Optima
						6.80
Etapa 1º		1		2		3
Alura Mide		17.2		17.7		17.70
Diámetro Vaso		15.27		15.32		15.22
Alura base Espaciador		0.225		0.205		0.20
Diámetro base espaciador		12.87		12.82		12.80
Etapas 2º		5		5		5
Otrosos por capa 1º		50		20		18
Condición de la muestra		Antes de mojar		Antes de mojar		Antes de esujar
Peso humedo de la probeta + molde (g)		8289		8084		8988
Peso de molde (g)		4320		4324		4320
Peso del agua húmedo (g)		4370		4700		4632
Volumen del molde (cm³)		2124		2124		2124
Densidad húmeda (g/cm³)		2.343		2.341		2.421
Recipiente (Nº)		A		B		C
Peso del Recipiente + agua húmedo (g)		785.40		735.60		875.40
Peso Recipiente + agua seco		741.40		801.30		821.80
Peso Recipiente		172.00		162.30		162.30
Peso de agua (g)		44.20		44.20		44.40
Peso de agua seco (g)		365.50		218.00		477.10
Contenido de humedad (%)		7.74		8.32		9.29
Densidad seca (g/cm³)		2.175		2.095		1.998

DETERMINACION DE LA EXPANSION											
Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Externa.	Expansión		Lectura Externa.	Expansión		Lectura Externa.	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO														
Penetración	Carga	Estándar	MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
			CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm.	mpg	Kg/cm²	Lecl. Dm.	kg	Estándar	% CBR	Lecl. Dm.	kg	Estándar	% CBR	Lecl. Dm.	kg	Estándar	% CBR
0.000	0.000		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.030	0.025		84.0	899.7	85.0		44.0	490.0	25.0		24	268.0	14.0	
1.270	0.260		107.2	1124.8	58.1		80.0	931.0	48.1		32.0	378.0	20.0	
1.900	0.370		240.0	2402.0	127.1		144.0	1488.0	77.2		88	831.0	48.1	
2.540	0.500	70.400	384.0	3853.2	269.0	3.0	208.0	2446.0	110.0	0.2	116.0	1224.0	67.0	0.1
3.170	0.700		440.0	4527.0	230.2		272.0	2796.0	143.7		162.0	1678.0	81.0	
3.810	1.150		536.0	5444.0	281.0		320.0	3428.0	177.0		180.0	1878.0	102.1	
4.440	1.770		600.0	6009.0	214.2		400.0	4074.0	210.0		224.0	2201.0	118.0	
5.080	2.390	165.00	664.0	6733.0	347.0	3.3	480.0	4826.0	238.4	0.3	256.0	2628.0	130.4	0.1
5.710	3.220		716.0	7267.0	314.0		516.0	5250.0	271.0		288.0	3028.0	156.0	
6.350	4.250		780.0	7709.0	307.4		572.0	5810.0	300.1		320.0	3268.0	168.0	
6.990	5.270		780.0	8038.0	414.0		616.0	6384.0	324.2		352.0	3607.0	188.1	
7.620	6.300		820.0	8310.0	429.0		660.0	6651.0	342.4		384.0	3712.0	202.0	
8.260	7.320		852.0	8590.0	442.0		680.0	6975.0	360.0		408.0	4154.0	214.4	
8.890	8.350		876.0	8877.0	459.1		712.0	7217.0	372.0		428.0	4364.0	229.2	
9.520	9.370		920.0	9191.0	470.0		720.0	7400.0	384.0		480.0	4860.0	241.0	
10.160	10.400		916.0	9289.0	476.0		760.0	7620.0	392.0		472.0	4786.0	247.7	
10.790	11.420		916.0	9473.0	488.0		771.0	7812.0	402.0		488.0	4880.0	250.0	
11.430	12.450		940.0	9520	491.4		770.0	7862	405.7		504.0	5120.0	264.0	

Geocon Ingenieros S.A.C.
Eduardo GÓMEZ MENDOZA
Ingeniero Civil de Mecánica
Médico COP. N.º 105402

Gustavo González Carriz
Ingeniero Civil
COP. N.º 10440



$0.95 * 2.17 = 2.07 \text{ g/cm}^3$
 e del grafico CBR(95%) = 29%
 CBR (100%) = 45.9%

REALIZADO: EFGM

REVISADO:


 Edgar Gómez Villa
 INGENIERO DE MECÁNICA
 CIP: 108143


 Gustavo González Carrizosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 108143

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Norma de Referencia
ASTM D 4318 / NTP 339.129

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity index of soils.

Metodo de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: 100% Natural

IDENTIFICACION: C-1 / M-1

I. DATOS DE LA MUESTRA

Metodo de ensayo: A
Temperatura de secado: 110°C
Agua utilizada: Destilada

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03	Tara Nº 04	Tara Nº 05
1. No de Golpes	15	25	30	--	--
2. Peso Tara, [gr]	13.74	13.73	13.74	14.210	13.740
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	22.92	33.01	19.49	22.330	21.020
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	20.72	29.53	18.85	21.110	20.080
5. Peso Agua, [gr]	2.20	3.48	0.64	1.220	0.940
6. Peso Suelo Seco, [gr]	6.98	15.80	5.11	6.900	6.340
7. Contenido de Humedad, [%]	31.519	22.025	12.524	17.681	14.826



Limite Líquido:	22.00	Limite Plástico:	16.00	Índice de Plasticidad:	6.00
-----------------	-------	------------------	-------	------------------------	------

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Norma de Referencia
ASTM D 4318 / NTP 339.129

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity index of soils.

Metodo de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lluipapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 3.78 de Z polímeros

IDENTIFICACION: C-1 / M-2

I. DATOS DE LA MUESTRA

Metodo de ensayo: A
Temperatura de secado: 110°C
Agua utilizada: Destilada

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03	Tara Nº 04	Tara Nº 05
1. No de Golpes	15	25	30	--	--
2. Peso Tara, [gr]	13.74	13.73	13.74	14.210	13.740
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	31.84	32.65	40.12	21.940	19.960
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	26.99	27.84	33.91	19.780	18.970
5. Peso Agua, [gr]	4.85	4.81	6.21	2.160	0.990
6. Peso Suelo Seco, [gr]	13.25	14.11	20.17	5.570	5.230
7. Contenido de Humedad, (%)	36.604	34.089	30.788	38.779	18.929



Límite Líquido:	34.00	Límite Plástico:	29.00	Índice de Plasticidad:	5.00
-----------------	-------	------------------	-------	------------------------	------

CBR
ASTM D 1883 / NTP 339.144

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-870 al AP-859 Lluipapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

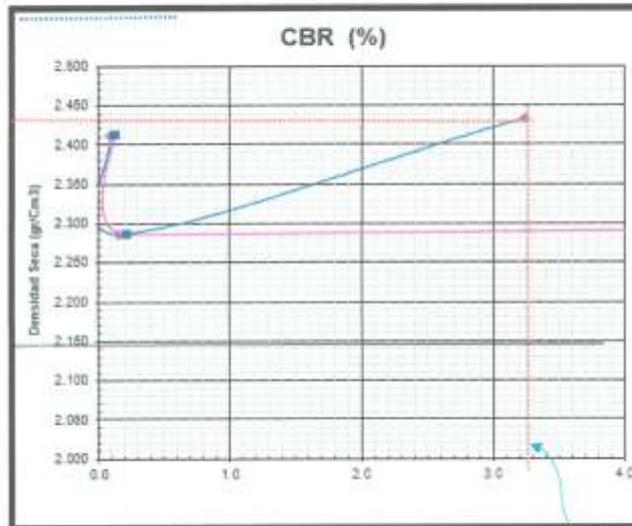
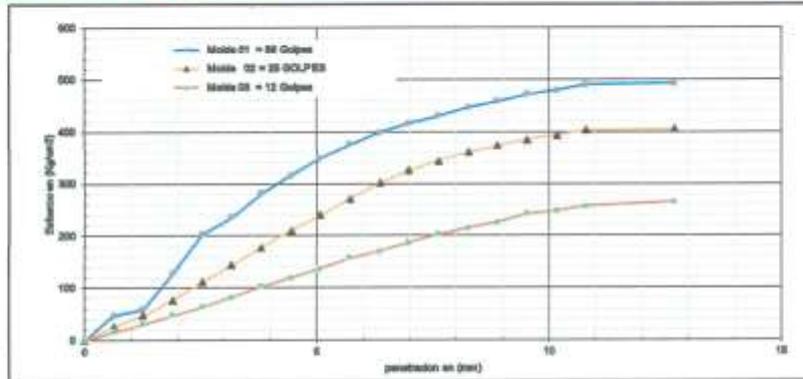
REGISTRO: Adicionando 3.7% de Z polímeros

IDENTIFICACION: C-1 / M-2

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA							
Tarea	N° 1 (C)	N° 2 (C)	N° 3 (C)	N° 3B (C)	ENSAYO DE COMPACTACION		
País	8030	8030	25.00	25.00	Método	Densidad Máxima	Humedad Óptima
U. T. P.	31.0	3.00	Clasificación	ILCE - 5M-5M	ASTM C - A-998	100	3.00
Modo M		1		2		3	
Altera Modos		11.0		11.7		11.75	
Clasificación		5.07		5.21		5.22	
Altera densidad Máxima		3.000		3.000		3.00	
Clasificación		5.00		5.00		5.00	
Clasificación		5		5		5	
Clasificación		55		55		55	
Condición de la muestra	Pavos de 100mm		Pavos de 100mm		Juntas de 100mm		
Peso húmedo de la muestra - molde (g)	992.9		992.9		992.9		
Peso de molde (g)	433.3		433.3		433.3		
Peso del agua húmeda (g)	559.6		559.6		559.6		
Volumen del molde (cm ³)	3352		3352		3352		
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.963		2.963		2.963		
Resistencia (MP)	A		B		C		
Peso del Resolvente - agua húmeda (g)	665.89		665.28		773.39		
Peso Resolvente - agua seco	732.88		736.88		773.00		
Peso Resolvente	366.38		366.38		372.80		
Peso de agua (g)	45.00		45.00		45.00		
Peso de agua seco (g)	398.38		411.88		399.80		
Coeficiente de humedad (%)	7.39		8.27		8.22		
Densidad seca (g/cm ³)	2.822		2.886		2.849		

DETERMINACION DE LA EXPANSION										
Fecha	Hora	Temperatura	Lectura Estable		Desplazamiento		Lectura Estable		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO													
Penetración	Carga Estática	MÓDULO 01 01				MÓDULO 02 02				MÓDULO 03 03			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
mm	kgf	kgf/cm ²	Leat. Dm	kg	Corrección % CBR	Leat. Dm	kg	Corrección % CBR	Leat. Dm	kg	Corrección % CBR		
0.999	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.836	0.020		34.0	855.0	45.4	44.0	106.3	25.0	24	285.0	14.0		
1.679	0.040		67.2	1710.0	88.1	66.0	212.0	49.1	52.0	1262.0	28.0		
1.895	0.075		200.0	5000.0	27.1	161.0	405.0	77.0	66	1610.0	45.1		
3.046	0.150	70.455	304.0	7600.0	250.0	3.0	759.0	174.0	0.2	188.0	4678.0	61.0	
3.179	0.175		440.0	11000.0	235.1	210.0	5250.0	113.7	62.0	1552.0	37.0		
3.816	0.300		680.0	17000.0	181.0	330.0	8250.0	177.0	102.0	2551.0	60.1		
4.448	0.450		920.0	23000.0	131.2	460.0	11550.0	251.0	124.0	3101.0	75.0		
5.080	0.750	185.88	1360.0	34000.0	247.0	560.0	14000.0	324.0	0.0	258.0	6528.0	151.0	
5.715	1.050		1760.0	44000.0	214.0	740.0	18500.0	371.0	290.0	7287.0	181.0		
6.350	1.500		2560.0	64000.0	187.0	870.0	21750.0	380.0	350.0	8850.0	218.0		
6.985	2.250		3920.0	98000.0	134.0	1260.0	31500.0	324.0	360.0	9070.0	221.0		
7.620	3.000		5280.0	132000.0	120.0	1650.0	41250.0	243.0	390.0	9810.0	240.0		
8.255	3.750		6640.0	166000.0	105.7	2040.0	51000.0	180.0	420.0	10530.0	254.0		
8.890	4.500		8000.0	200000.0	98.1	2430.0	60750.0	132.0	450.0	11250.0	270.0		
9.525	5.250		9360.0	234000.0	90.0	2820.0	70500.0	94.0	480.0	12000.0	285.0		
10.160	6.000		10720.0	268000.0	82.0	3210.0	80250.0	66.0	510.0	12750.0	300.0		
10.795	6.750		12080.0	302000.0	74.0	3600.0	90000.0	48.0	540.0	13500.0	315.0		
11.430	7.500		13440.0	336000.0	66.0	3990.0	99750.0	30.0	570.0	14250.0	330.0		



33%

$0.95 \times 2.37 = 2.25 \text{ g/cm}^3$
 e del gráfico CBR(95%) = 33%
 CBR (100%) = 56%

REALIZADO: EFGM

REVISADO:



DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Norma de Referencia
ASTM D 4318 / NTP 339.129

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of soils.

Metodo de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico, e indice de plasticidad de suelos

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Llipapuquio - Apurímac, 2022.

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 5.68 de Z polimeros

IDENTIFICACION: C-1 / M-3

I. DATOS DE LA MUESTRA

Metodo de ensayo: A
Temperatura de secado: 110°C
Agua utilizada: Destilada

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	Tara N° 05
1. No de Golpes	15	25	30	--	--
2. Peso Tara, [g]	13.74	13.73	13.74	14.210	13.740
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [g]	35.46	39.14	33.61	21.120	21.320
4. Peso Tara + Suelo Seco, [g]	26.65	29.90	27.58	19.320	19.540
5. Peso Agua, [g]	8.81	9.24	6.03	1.800	1.780
6. Peso Suelo Seco, [g]	12.91	16.17	13.84	5.110	5.800
7. Contenido de Humedad, [%]	68.242	57.143	43.569	35.225	30.690



Límite Líquido:	57.00	Límite Plástico:	33.00	Índice de Plasticidad:	24.00
-----------------	-------	------------------	-------	------------------------	-------

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Norma de Referencia
ASTM D 4318 / NTP 339.129

Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity index of soils.

Metodo de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-870 al AP-859 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 5.68 de Z polímeros

IDENTIFICACION: C-1 / M-3

I. DATOS DE LA MUESTRA

Metodo de ensayo: A
Temperatura de secado: 110°C
Agua utilizada: Destilada

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03	Tara Nº 04	Tara Nº 05
1. No de Golpes	15	25	30	--	--
2. Peso Tara, [gr]	24.56	24.19	25.20	8.970	8.950
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.50	38.35	38.12	20.030	18.990
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.25	34.59	34.97	17.270	16.440
5. Peso Agua, [gr]	4.25	3.76	3.15	2.760	2.550
6. Peso Suelo Seco, [gr]	10.69	10.40	9.77	8.300	7.490
7. Contenido de Humedad, [%]	39.757	36.154	32.242	33.253	34.045



Limite Líquido:	36.00	Limite Plástico:	34.00	Índice de Plasticidad:	2.00
-----------------	-------	------------------	-------	------------------------	------



CBR
ASTM D 1883 / NTP 339.144

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lijupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LIJUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 5.66 de Z polímeros

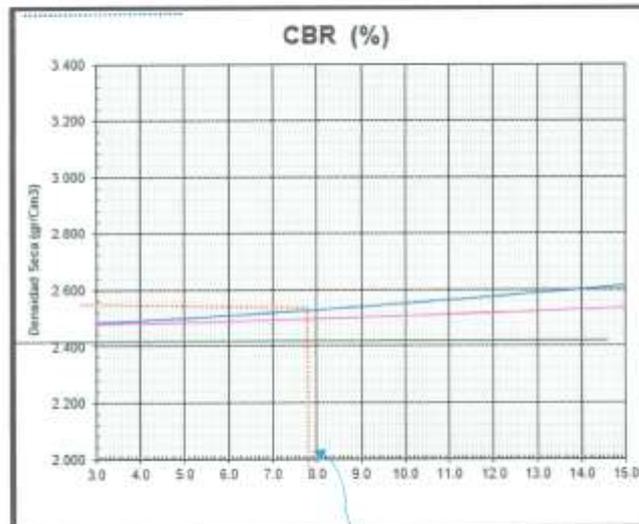
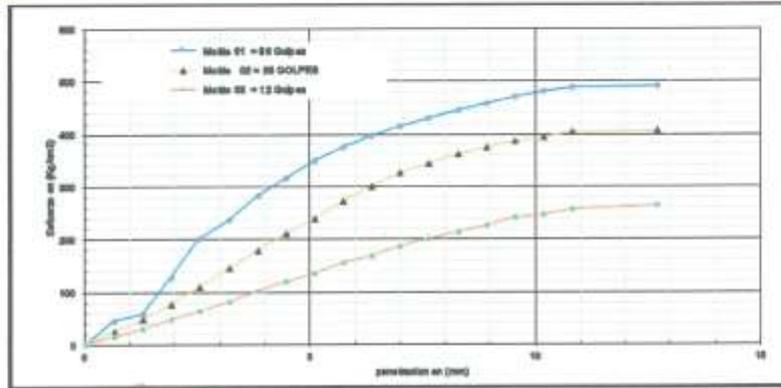
IDENTIFICACION: C-1 / M-3

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA									
Fecha	M 10 (%)		M 40 (%)		M 200 (%)		MUESTRO DE COMPACTACION		
	11.1 M	47.0	24.00	Classification	4000 x	MM AM	Método	Densidad Máxima	Humedad Óptima
							ASTM D 1557 o A-993	1.91	8.00
Área M ²	1			2			3		
Área Muestra	17.0			17.7			17.75		
Diámetro Muestra	15.2"			15.5"			15.5"		
Masa Agua Agregada (g)	4.248			4.285			4.30		
Diámetro Agua Agregada	18.0"			18.40"			18.00"		
Carga M ²	3			6			5		
Cargas por área M ²	55			85			70		
Composición de la muestra									
Muestra de referencia									
Muestra de campo									
Muestra de sujeción									
Peso húmedo de la muestra - 1000 (g)	1191			1178			1158		
Peso de agua (g)	470			424			431		
Peso del suelo húmedo (g)	720			754			727		
Volumen del molde (cm ³)	2175			2278			2241		
Densidad húmeda (g/cm ³)	3.248			3.360			3.289		
Recorte (M ²)	A			B			C		
Peso del Recorte + agua agregada (g)	325.80			343.00			370.80		
Peso Recorte + agua seco	280.20			293.20			312.80		
Peso Recorte	342.80			354.20			372.80		
Peso de agua (g)	42.40			49.80			58.00		
Peso de suelo seco (g)	437.80			473.00			512.80		
Coeficiente de humedad (%)	16.37			17.40			19.9		
Densidad seca (g/cm ³)	3.024			3.2470			3.146		

DETERMINACION DE LA EXPANSION											
Fecha	Perc	Tiempo	Lectura Estada	Expansión		Lectura Estada	Expansión		Lectura Estada	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO																		
Presión (atm)	Carga (kg)	Espesor (mm)	MUESTRO N° 01						MUESTRO N° 02				MUESTRO N° 03					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Lev. 30s	kg	Deflexión	% CBR	Lev. 30s	kg	Deflexión	% CBR	Lev. 30s	kg	Deflexión	% CBR	Lev. 30s	kg	Deflexión	% CBR
0.000	0.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.025	0.020		24.0	370.0	35.4	14.5	389.0	35.0	24	388.0	34.8	14.6	387.0	34.8	14.6	386.0	34.8	
0.050	0.040		107.0	1124.0	38.7	28.0	1110.0	46.1	92.0	1110.0	46.1	92.0	1100.0	46.1	92.0	1090.0	46.1	
0.075	0.070		240.0	2450.0	120.1	140.0	2440.0	119.0	88	2430.0	118.0	91.0	2420.0	117.0	92.0	2410.0	116.0	
0.100	0.100	75.400	384.0	3915.0	200.0	45.0	388.0	2140.0	150.0	6.0	390.0	150.0	6.0	392.0	150.0	6.0	394.0	150.0
0.175	0.175		116.0	4974.0	230.0	270.0	4950.0	142.7	150.0	4930.0	141.0	150.0	4910.0	140.0	150.0	4890.0	139.0	
0.250	0.250		370.0	5444.0	281.0	330.0	5420.0	177.0	180.0	5400.0	176.0	180.0	5380.0	175.0	180.0	5360.0	174.0	
0.440	0.475		680.0	6080.0	274.0	400.0	6070.0	270.0	350.0	6060.0	269.0	350.0	6050.0	268.0	350.0	6040.0	267.0	
0.690	0.690	495.00	864.0	6755.0	340.0	390.0	6740.0	330.0	6.0	676.0	330.0	6.0	678.0	330.0	6.0	680.0	330.0	
0.775	0.725		116.0	7287.0	374.0	410.0	7270.0	371.0	390.0	7260.0	370.0	390.0	7250.0	369.0	390.0	7240.0	368.0	
0.950	0.750		150.0	7760.0	395.0	420.0	7750.0	394.0	380.0	7740.0	393.0	380.0	7730.0	392.0	380.0	7720.0	391.0	
0.980	0.775		190.0	8050.0	416.0	430.0	8040.0	414.0	370.0	8030.0	413.0	370.0	8020.0	412.0	370.0	8010.0	411.0	
1.020	0.720		270.0	8370.0	429.0	440.0	8360.0	427.0	360.0	8350.0	426.0	360.0	8340.0	425.0	360.0	8330.0	424.0	
0.850	0.810		400.0	8630.0	447.0	450.0	8620.0	445.0	350.0	8610.0	444.0	350.0	8600.0	443.0	350.0	8590.0	442.0	
0.800	0.810		470.0	8870.0	468.0	460.0	8860.0	466.0	340.0	8850.0	465.0	340.0	8840.0	464.0	340.0	8830.0	463.0	
0.820	0.870		600.0	9140.0	479.0	470.0	9130.0	478.0	330.0	9120.0	477.0	330.0	9110.0	476.0	330.0	9100.0	475.0	
10.000	0.400		110.0	9280.0	478.0	480.0	9270.0	477.0	320.0	9260.0	476.0	320.0	9250.0	475.0	320.0	9240.0	474.0	
10.000	0.410		300.0	9470.0	488.0	480.0	9460.0	487.0	310.0	9450.0	486.0	310.0	9440.0	485.0	310.0	9430.0	484.0	
12.000	0.430		400.0	9620.0	491.0	490.0	9610.0	489.0	300.0	9600.0	488.0	300.0	9590.0	487.0	300.0	9580.0	486.0	





78%

$\rho_{95} = 2.17 = 2.07 \text{ g/cm}^3$
 e del grafico CBR(95%) = 4.5%
 CBR (100%) = 78%

REALIZADO: EFGM

REVISADO:



PROCTOR MODIFICAD
ASTM D 1557 / NTP 339.141

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-658 Llapapuzquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLAPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: 100% natural (Sin aditivo)

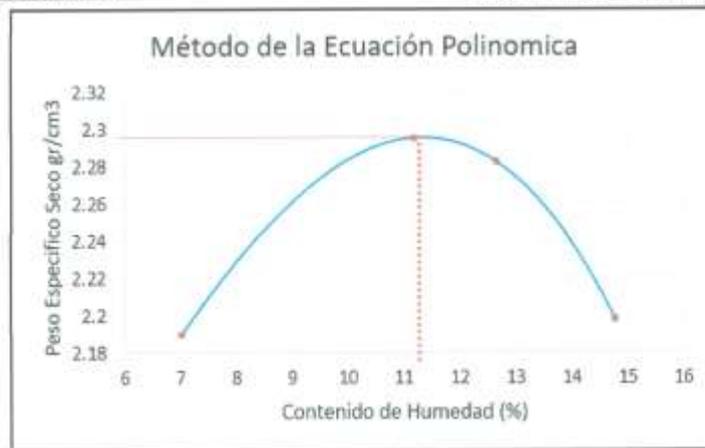
IDENTIFICACION: C-1 / M-1

CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
Masa de la lata + suelo húmedo	638.40	299.00	393.00	622.90
Masa de la lata + suelo seco	602.20	240.20	347.80	592.90
Masa del agua	37.20	18.90	35.40	70.00
Masa de la lata	72.90	72.00	67.70	78.60
Masa del suelo seco =	529.70	168.20	279.90	473.90
contenido de humedad (%)	7.02	11.18	12.65	14.77

CALCULO DE PESO ESPECIFICO SECO

N° DE PRUEBA	1	2	3	4
Masa del suelo + molde (gr)	8126	8570	8612	8308
Masa del molde (gr)	3140	3140	3140	3140
Masa del suelo en molde (gr)	4986	5430	5471	5368
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.3430431	2.5516917	2.5709586	2.5225564
Densidad seca (gr/cm ³)	2.1892944	2.295156	2.7823068	2.1079031



RESULTADO:	
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%):	11.33 %
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (KN/m ³):	2.295 gr/cm ³

REALIZADO: EFGM

REVISADO:

GeoCon Ingenieros S.A.C.
Eduardo Córdova Arilla
Ingeniero Civil en Mecánica de Suelos

Oficina General de Asesoría Jurídica
Ingeniero Civil en Leyes

PROCTOR MODIFICAD
ASTM D 1557 / NTP 339.141

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 3.78 de Z polímeros

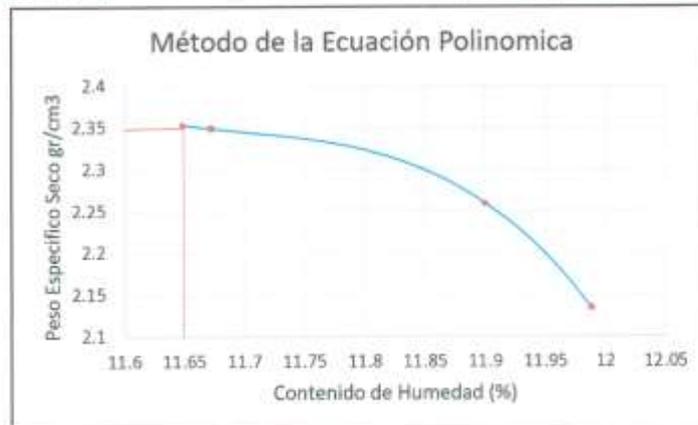
IDENTIFICACION: C-1 / M-2

CALCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
Masa de la lata + suelo húmedo	635.80	659.48	640.70	656.86
Masa de la lata + suelo seco	576.96	596.81	579.64	595.77
Masa del agua	58.84	62.67	61.06	61.09
Masa de la lata	71.82	70.24	70.28	72.38
Masa del suelo seco	505.14	526.67	509.36	523.39
contenido de humedad (%)	11.65	11.90	11.99	11.67

CALCULO DE PESO ESPECIFICO SECO

N° DE PRUEBA	1	2	3	4
Masa del suelo + molde (gr)	8732	8523	8229	8729
Masa del molde (gr)	3140	3140	3140	3140
Masa del suelo en molde (gr)	5592	5383	5089	5589
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.6278195	2.5296033	2.3924474	2.6235902
Densidad seca (gr/cm ³)	2.3526593	2.2608088	2.1354574	2.3493719



RESULTADO:	
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%):	11.65 %
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (KN/m ³):	2.353 gr/cm ³

REALIZADO: EFGM

REVISADO:

PROCTOR MODIFICAD
ASTM D 1557 / NTP 338.141

SOLICITANTE: DAMIANO QUINTANA, YULIZA; PEREZ SUNI, MONICA

PROYECTO: Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-859 Llapapuquio - Apurímac, 2022

UBICACIÓN: LLIUPAPUQUIO

FECHA: 12 - Ene - 22

REGISTRO: Adicionando 5.68 de Z. polímeros

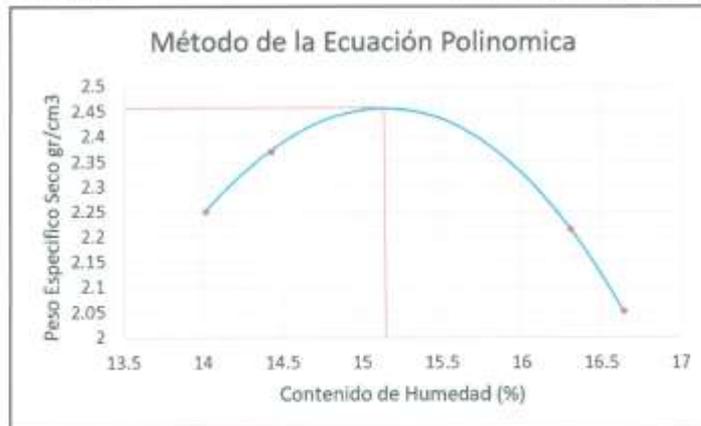
IDENTIFICACION: C-1 / M-3

CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA N°	1	2	3	4
Masa de la lata + suelo húmedo	658.48	661.86	646.91	648.40
Masa de la lata + suelo seco	586.31	578.96	564.64	575.77
Masa del agua	72.17	82.90	82.27	72.63
Masa de la lata	71.32	70.54	70.20	71.20
Masa del suelo seco	314.99	308.42	494.44	503.47
contenido de humedad (%)	14.01	16.31	16.94	14.43

CÁLCULO DE PESO ESPECÍFICO SECO

N° DE PRUEBA	1	2	3	4
Masa del suelo + molde (gr)	8604	8621	8234	8913
Masa del molde (gr)	3140	3140	3140	3140
Masa del suelo en molde (gr)	3464	3483	5094	5775
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.5676692	2.5763977	2.393797	2.7188159
Densidad seca (gr/cm ³)	2.2520675	2.2153721	2.0523122	2.37168



RESULTADO:	
CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO (%):	15.14 %
PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO (KN/m ³):	2.455 gr/cm ³

REALIZADO: EFGM

REVISADO:

Anexo 07: Evidencias fotográficas

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS	Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022
AUTORES	BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza
	BR. PEREZ SUNI, Monica



FOTO N° 01
Presencia de erosión en el camino vecinal.



FOTO N° 02
Toma de muestra de material de la cantera



FOTO N° 03
Vista panorámica de la cantera



FOTO N° 04
Toma de muestra de material de la cantera



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal
Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

AUTORES

BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza

BR. PEREZ SUNI, Monica



FOTO N° 03

Cantera de la toma de muestra



FOTO N° 04

Lugar In Situ



FOTO N° 05

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 06

Tratamiento del material en laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal
Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022.

AUTORES

BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza
BR. PEREZ SUNI, Monica



FOTO N° 09

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 10

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 11

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 12

Tratamiento del material en laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS

Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

AUTORES

BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza
BR. PEREZ SUNI, Monica



FOTO N° 13

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 14

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 15

Tratamiento del material en laboratorio



FOTO N° 16

Tratamiento del material en laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino

AUTORES BR. DAMIANO QUINTANA, Yuliza
BR. PEREZ SUNI, Monica



FOTO N° 17

Lugar donde se compró el aditivo



FOTO N° 18

Probeta donde se midió el polímero

Anexo 08: Especificaciones Técnicas del Estabilizador Z con Polímeros



El mejor amigo del concreto

Av. Los Palmares N° 675, Urb. La Campiña, Chorrillos, Lima - Perú.
☎ (01) 262 3088 ☎ 960 083 271 / 984 288 534 / 998 128 514 / 995 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 10.19LZP

Productos para carreteras

Estabilizador Z con Polímeros

Descripción: Cumple con la Norma MTC 1109 – 2004 NORMA TÉCNICA DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS.

- El efecto beneficioso del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS en caminos se debe a sus polímeros, que, incorporados a un suelo, a un afirmado o regados en su superficie nos permite obtener una superficie más compacta, impermeable y no tóxica.
- El ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, se diluye 1 - 4 con agua. En el afirmado o suelo mantiene unidas y compactas las partículas finas alrededor de las gruesas con lo que se obtiene estabilización.
- Debe distinguirse claramente que el efecto de la aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, varía según se aplique sobre un afirmado debidamente graduado o sobre el suelo natural.
- Cuando se aplica sobre caminos afirmados, tiene a mejorar la estabilidad del mismo, es decir mejora la cohesión, compactación y resistencia de una capa relativamente gruesa de material correctamente graduado.
- El espesor del material estabilizado permite su resistencia a un tráfico relativamente alto.
- Cuando la aplicación se efectúa sobre el suelo natural, el éxito depende de la clase de suelo, variando desde un resultado nulo para suelos arenosos y pedregosos, hasta un resultado óptimo para suelos arcillosos. En estos últimos, la aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS solo penetra algunos centímetros, produciendo una costra cohesionada por la humedad, similar a la que se obtiene con un riego constante de agua. La aplicación del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, sobre un suelo arcilloso permite, en ausencia de lluvias, un tráfico de vehículos como de peatones.
- Esta aplicación está recomendada para áreas de velocidad reducida como, por ejemplo, playas de estacionamiento, estaciones de servicios, talleres de reparación, o depósito de almacenaje.

Ventajas

- Los caminos afirmados tratados con ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, constituye la solución intermedia ideal entre una superficie de rodaduras sueltas y polvorienta y un pavimento asfáltico. Esta afirmación es válida tanto desde el punto de vista de costo como de comportamiento.
- El polvo que se desprende por acción del tráfico, provoca incomodidad para los pasajeros aumenta el riesgo de accidentes, así como pérdida de material del camino. Los dos primeros problemas causan repetidas quejas o reclamos, y el último significa una pérdida económica importante. Se ha comprobado que la pérdida anual de material afirmado puede llegar algo más de 20m³ por Kilómetro de carretera de 6m de ancho y con tráfico de 100 vehículos diarios. El uso del ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS reduce esta pérdida drásticamente y al mismo tiempo, elimina los demás problemas causados por la polvareda.
- Adicionalmente a las ventajas mencionadas, cuando se usa el ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS en la construcción del afirmado de caminos se consigue también: más rápida compactación, es decir que se requiere menos pasadas de rodillo para obtener una determinada compactación: mayor densidad, mejores condiciones de trabajo (menos polvareda) durante la construcción.

E-mail: ventas@zadivos.com.pe | cotizacion@zadivos.com.pe | web site: www.zadivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chilayo: Calle Los Turbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Pottillo 744. Telf: (051) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lanza 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - 'Wenchaq'. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Piscoarpa 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N°875, Urb. La Campiña, Chonillos, Lima-Perú.
(01) 2523058 | 960 083 271 / 994 288 634 / 999 128 514 / 999 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 10.19 LZP

Aplicación:

Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora el ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, al agua del afirmado durante la construcción ya que de esta manera se obtiene no solo un afirmado estabilizado y libre de polvo, sino que la construcción misma permite obtener mayor densidad con menor trabajo. Se aconseja saturar con ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS el suelo compactado.

Datos Técnicos:

Aspecto: Líquido

Color: Blanco

Densidad: 1.03 ± 0.01 Kg/L.

Contenido de sólidos: 50-52%

Rendimiento:

En el afirmado

La proporción a trabajar es de 1gal:4gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 5 galones de mezcla para 1 m³ de agregado.

La proporción a trabajar es de 1.5gal:6gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 7.5 galones de mezcla para 1m³ de agregado.

Como sellador

La proporción a trabajar es de 1gal:4gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 5 galones de mezcla para 25m².

La proporción a trabajar es de 1.5gal:6gal => estabilizador Z con Polímeros: agua. => 7.5 galones de mezcla para 25m².

Nota:

Se está considerando que el terreno tendrá un nivel de absorción de la mezcla de aproximadamente 4cm en su espesor. Si el nivel de absorción es menor o mayor, las dosificaciones también podrían variar.

Se brinda la presente información en forma de recomendación. Se debe tener claro que el ejecutor de los trabajos es la persona que debe decidir la cantidad de agua que debería utilizar para la óptima compactación del terreno, ya que dependiendo del tipo de agregados y materiales utilizados la cantidad de absorción de agua puede variar tanto como sellador y afirmado.

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor información remítase a la hoja de seguridad del producto.

Envases

-1 Galón,

-5 Galones.

-55 Galones.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotización@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 6744 / 991 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 999 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 606. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 999 128 496

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 051 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 389

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 389 / 994 044 994 | Trujillo: Av. América Sur 616. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 999 127 857

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD (Material Safety Data Sheet)

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA COMPAÑÍA

Compañía	:	Z ADITIVOS S.A.
Dirección	:	Av. Los Faisanes 675 La Campaña Chorrillos
Teléfono	:	252-3274 Telefax: 252-3274
Nombre del Producto	:	ESTABILIZADOR Z CON POLIMEROS

2.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Identificación de Riesgos de Materiales según NFPA



SALUD: 1

INFLAMABILIDAD: 0

REACTIVIDAD: 0

3.- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO

Resina Alemana a base de polimeros
Mono componente

4.- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto	:	Líquido
Color	:	Blanco
Olor	:	Agradable
Solubilidad en agua	:	Soluble en agua.
Punto de Inflamación	:	No Inflamable

5.- IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

Medio Ambiente

Este producto **no es peligroso para la salud ni el medio ambiente.**

Sobre Toxicidad

No es tóxico, ni dañino.

6.- MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con la Piel	:	Lavar con agua corriente.
Contacto con los Ojos	:	Lavar con abundante agua.
Ingestión	:	Provocar Vómitos.
Tratamiento	:	Se basará a criterio del medico

7.- ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química, mientras no se mezclen.

8.- MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación:

- Al momento de utilizar el producto usar guantes y mascarilla bucal **Por Precaución.**
- Mantener alejado de fuentes de ignición.
- No tener contacto con alimentos.

Almacenamiento:

Almacenar bajo techo.

Duración del Producto:

01 Año

9.- VERTIDO ACCIDENTAL

- Protección al medio ambiente
- No es Contaminante, No Tóxico.

10.- INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

- En pequeñas Dosis NO CAUSA lesión
- En ingestión de dosis mayores CAUSA lesión

11.- METODOS DE LIMPIEZA

Recolectar el producto y regresarlo a su envase original para su posterior disposición. Evitar la acumulación de desperdicios. Cumplir con las recomendaciones y disposiciones legales para el manejo de residuos.

12.- PROTECCION PERSONAL

Medidas generales de protección e higiene: se deben de observar las medidas de seguridad para el manejo de productos químicos.
 Protección respiratoria: usar mascar para gases.
 Protección de manos: usar guantes protectores.
 Protección de los ojos: usar gafas de protección.

13.- CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACION

Recomendaciones: pequeñas cantidades pueden ser desechadas con la basura doméstica.
Embalajes sin limpiar: eliminar conforme a las disposiciones oficiales.
Productos de limpieza recomendado: agua, eventualmente añadiendo productos de limpieza.

14.- INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

No está clasificado como peligroso en el transporte.

15.- MANEJO DEL PRODUCTO EN CASO DE INCENDIO

Medida de Lucha contra incendio.
Medio de Extinción adecuado.
Pulvo Químico Seco.

Riesgos Especiales
No requiera ninguno.

16.- OTRAS INFORMACIONES

No hay información adicional

Toda la información contenida aquí dentro es veraz y confiable al momento de ser expedida. El usuario deberá asumir todos los riesgos y será el único responsable de los resultados obtenidos del almacenamiento, manipuleo o uso del producto así como de la información o recomendaciones referentes al mismo, sea solo o en combinación con otras sustancias.

Z. Aditivos S.A., no acepta en ningún caso, responsabilidad alguna por los resultados obtenidos, ni por los daños y perjuicios directos e indirectos, así como por las consecuencias resultantes del uso de los mismos. Por tales razones, los compradores y consumidores, asumen toda la responsabilidad y todas las obligaciones por pérdidas y daños derivados del manejo y uso de nuestros productos sin excepción alguna.

CERTIFICADO DE CALIDAD

PRODUCTO	ESTABILIZADOR Z CON POLIMEROS	FECHA EMISION CERTIFICADO	26/08/2020	N° LOTE	178
UNIDAD MEDIDA	1 GAL, 5 GAL, 55 GAL	TIEMPO ALMACENAMIENTO MAXIMO	1 AÑO	FECHA PRODUCCION	26/08/2020
Norma técnica de referencia					

ESPECIFICACIONES

ITEM	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	UNIDAD	RESULTADOS	RANGO DE ACEPTACION	REQUISITOS
1	ASPECTO	no aplicable	SOLIDO	-	Normas técnicas
2	COLOR	no aplicable	BLANCO	-	LAB. Z ADITIVOS
3	ADITIVO SOLIDOS	no aplicable	ESTABILIZANTE QUIMICO A BASE DE POLIMEROS	-	LAB. Z ADITIVOS
4	PH	%	50.77	50-53	LAB. Z ADITIVOS
5	PH	-	6.8	6-7	LAB. Z ADITIVOS
6	VISCOSIDAD	CPS	23850	15000-25000	LAB. Z ADITIVOS
7	SOLUBILIDAD EN AGUA	-	COMPLETAMENTE MEZCLABLE	-	LAB. Z ADITIVOS
8	DENSIDAD	kg/l	1.03	1/0.01	LAB. Z ADITIVOS

Este certificado muestra las características físicas típicas del lote indicado, confirmando que este producto cumple con lo especificado por las normas que se han tomado como referencia.

Los procesos de operación de ZADITIVOS se están certificando con ISO 9001:2015.

ZADITIVOS S.A.
Calle 10 de Agosto 1000
Chiclayo, Perú

Anexo 09: Reporte Turnitin

Análisis de la estabilización química con polímeros para el mejoramiento del camino vecinal Empalme AP-670 al AP-659 Lliupapuquio - Apurímac, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.ucp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

7

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1%

Anexo 10: Certificado de calibración de equipos de laboratorio



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Página 1 de

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Dirección **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA**

Instrumento de medición **PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA**

Identificación 0317-068-2021

Marca Prensa ARSOU

Modelo PR401

Serie 41025

Celda de Carga TIPO S

Modelo H5-C3 -5.0T-68

Indicador DIGITAL

Modelo T31P

Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración Laboratorio de **CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA**

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mt C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0317-068-2021

Página 2

Arso Group

Unidad de Referencia de Patrones Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B"	ERROR Ep	RPTBLD Rp
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR	ERROR (2)			
Kg	Kg	Kg	%	%	Kg	%	%
500	500.5	499.3	0.10	-0.14	499.9	-0.02	0.17
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04
1500	1500.5	1499.8	0.03	-0.01	1500.2	0.01	0.03
2000	2000.8	2000.8	0.04	0.01	2000.8	0.04	0.00
2500	2501.5	2500.5	0.06	0.02	2501.0	0.04	0.03
3000	3001.1	3000.8	0.04	0.03	3001.0	0.03	0.01
3500	3500	3500.5	0	0.01	3500.3	0.01	0.01
4000	4001.5	4000.2	0.04	0.00	4000.9	0.02	0.02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0%



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arévalo Carrillo
 METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0003x - 0,1536$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-068-2021

Página 1 de 1

Arsoú Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2021/03/10

Solicitante CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES
SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD
LIMITADA

Dirección JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN
ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición DÍAL INDICADOR

Identificación 0316-068-2021

Marca INSIZE

Modelo 2307.01

Serie 3131

Rango 0-1 in

Sensibilidad 0.001 in

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y
MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración 2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0316-068-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.026	0.028	0.024	0.0260
0.050	0.045	0.047	0.049	0.0470
0.075	0.070	0.071	0.072	0.0710
0.100	0.100	0.102	0.103	0.1017
0.150	0.152	0.153	0.154	0.1530
0.200	0.205	0.206	0.207	0.2060
0.300	0.308	0.309	0.310	0.3090
0.400	0.401	0.402	0.403	0.4020
0.500	0.505	0.507	0.508	0.5067
0.600	0.612	0.613	0.614	0.6130
0.700	0.715	0.716	0.718	0.7163
0.800	0.804	0.805	0.806	0.8050



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

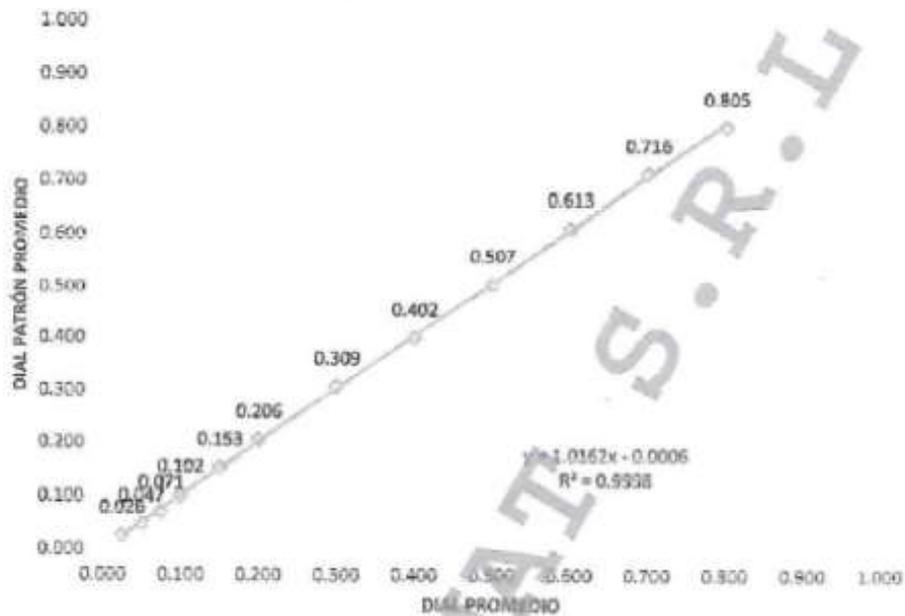
Ing. Hugo Elías Arávalo Carmona
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,976x + 0,015$

Coefficiente Correlación: $r^2 = 0,9938$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arivalo Carlica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0318-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	0318-068-2021
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Serie	3370
Rango	0-1 in
Sensibilidad	0.001 in
Procedencia	USA
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 351 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0318-068-2021

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	DIAL DIGITAL - ACCUD	LLA-C-091-2018

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °C	Final: 18,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 61 %hr	Final: 62 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIAL INDICADOR PATRÓN Pulgada	LECTURA DE DIAL INDICADOR			SERIE PROMEDIO Pulgada
	SERIE (1) Pulgada	SERIE (2) Pulgada	SERIE (3) Pulgada	
0.025	0.025	0.028	0.024	0.0257
0.050	0.044	0.047	0.049	0.0467
0.075	0.072	0.071	0.072	0.0717
0.100	0.099	0.102	0.103	0.1013
0.150	0.150	0.153	0.154	0.1523
0.200	0.202	0.206	0.207	0.2050
0.300	0.306	0.309	0.310	0.3083
0.400	0.400	0.402	0.403	0.4017
0.500	0.502	0.507	0.508	0.5057
0.600	0.610	0.613	0.614	0.6123
0.700	0.714	0.716	0.718	0.7160
0.800	0.802	0.805	0.806	0.8043



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 801-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

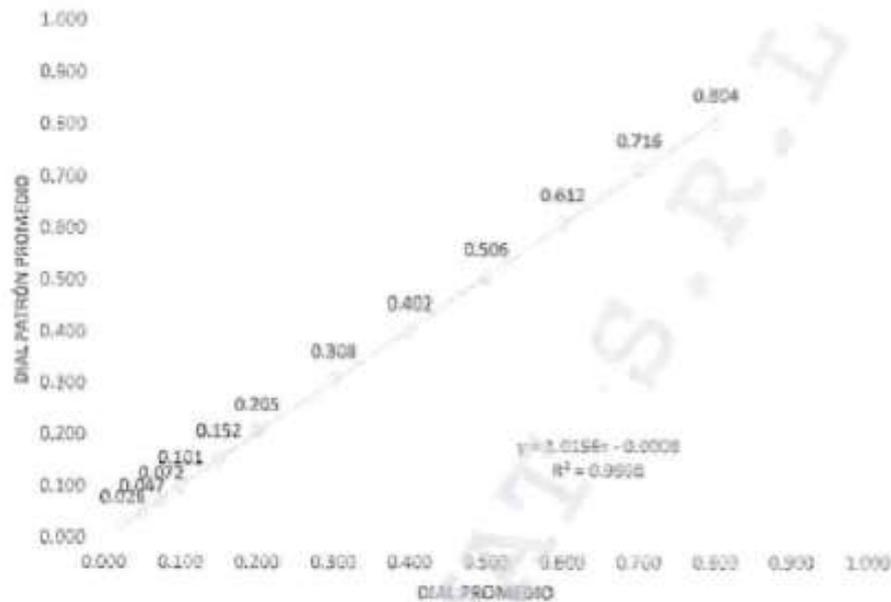
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA



Arso Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,976x + 0,015$

Coefficiente Correlación: $r^2 = 0,9938$

X : Lectura dial (in)

Y : Promedio Lectura dial Patrón (in)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CRR
Identificación	0308-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5916
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI, 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CRR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recibir sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o utilizado parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.99	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.80	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.12	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.78	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO 152.17 : OK

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.59	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.38	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.05	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.20	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO 177.81 : OK



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú

Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrillo
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)	
150.48	150.3

Peso (g)	
2275	2269

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.39	150,0 +/- 0,8	OK

Promedio	Tolerancia	Resultado
2272	2270 +/- 20	OK

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)	
149.68	149.73

Peso (g)	
2286	2285

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.71	150,0 +/- 0,8	OK

Promedio	Tolerancia	Resultado
2285.5	2270 +/- 20	OK

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)	
148.14	148.14

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajustes.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú

Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Edil Arriola Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0309-068-2021

Página 1 de

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0309-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5917
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que realiza las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGIA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.77	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.84	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.93	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	151.83	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.80	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.69	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.20	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.06	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.84	:	OK
----------	--------	---	----



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

151	150.3
-----	-------

Peso (g)

2280	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.65	150,0 +/- 0,8	OK

2274.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

148.96	149.73
--------	--------

Peso (g)

2290	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.35	150,0 +/- 0,8	OK

2287.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carlica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0310-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5918
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI, 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero
METROLOGIA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0310-068-2021

Página 2 de 2

Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.83	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	151.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.46	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.01	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.36	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.82	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.15	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.71	:	OK
----------	--------	---	----



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 201-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 487
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Diámetro (mm)

149.36	150.3
--------	-------

Peso (g)

2283	2269
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.83	150,0 +/- 0,8	OK

2276	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Diámetro (mm)

151.36	149.73
--------	--------

Peso (g)

2285	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.55	150,0 +/- 0,8	OK

2285	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 + 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrasco
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0311-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5919
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI, 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 201-1690 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, IIA-397-2018, IIA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.36	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.49	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.79	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	151.96	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.40	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.46	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.96	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	178.10	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.14	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.92	:	OK
----------	--------	---	----

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrión
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Angular

Diámetro (mm)

148.36	150.3
--------	-------

Peso (g)

2275.12	2269
---------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.33	150,0 +/- 0,8	OK

2272.06	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Sobrecarga Baricada

Diámetro (mm)

149.23	149.73
--------	--------

Peso (g)

2283	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
149.48	150,0 +/- 0,8	OK

2284	2270 +/- 20	OK
------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Diámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 186 799 / Cel: +51 925 151 487

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0312-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5920
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 799 / Cel: +51 925 151 487

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arávalo Carrón
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0312-068-2021

Página 2 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	152.01	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	152.96	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.78	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	153.05	152.4	+/- 0,66mm

PROMEDIO	152.70	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02
ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	177.49	177.8	+/- 0,46mm
N° 2	177.52	177.8	+/- 0,46mm
N° 3	177.86	177.8	+/- 0,46mm
N° 4	178.14	177.8	+/- 0,46mm

PROMEDIO	177.75	:	OK
----------	--------	---	----



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 801-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Mg. Hugo Luis Arévalo Carrasco
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

TABLA N° 03

ACCESORIOS

Sobrecarga Anular

Díámetro (mm)

151.23	150.3
--------	-------

Peso (g)

2281.45	2269
---------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.77	150,0 +/- 0,8	OK

2275.23	2270 +/- 20	OK
---------	-------------	----

Sobrecarga Ranurada

Díámetro (mm)

151.48	149.73
--------	--------

Peso (g)

2286	2285
------	------

Promedio	Tolerancia	Resultado
150.61	150,0 +/- 0,8	OK

2285.5	2270 +/- 20	OK
--------	-------------	----

Placa de Aumento de Volumen

Díámetro (mm)

148.14	148.14
--------	--------

Promedio	Tolerancia	Resultado
148.14	149,6 +/- 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vlv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arroyave Caraka
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0313-068-2021

Página 1 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MOLDE CBR
Identificación	0313-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	5921
Estructura	RIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Placa de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y NTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0314-068-2021

Página 1 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2021/03/10
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	JR. 16 DE DICIEMBRE MZ. A LOTE 30 PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	DISCO ESPACIADOR
Identificación	0314-068-2021
Marca	ARSOU
Modelo	NÓ INDICA
Serie	2426
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.
Fecha de calibración	2021/03/10

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed., la Norma ASTM D 1883, AASHTO T 193 y MTC E 110.CBR de Suelos.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 918 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arias
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0314-058-2021

Página 2 de 2

Arso Group

Laboratorio de Metrología
Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-397-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	150.50	150.8	+/- 0,8mm
N° 2	150.68	150.8	+/- 0,8mm

PROMEDIO	150.59	:	OK
----------	--------	---	----

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	61.40	61.4	+/- 0,2mm
N° 2	61.38	61.4	+/- 0,2mm

PROMEDIO	61.39	:	OK
----------	-------	---	----

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porras, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1175-145-2020

Fecha de emisión: 2020/11/09

Solicitante: CONSULTORES EN GEOTECNICA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Dirección: JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE 30(JULIACA) PUNO-SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de medición: **BALANZA**

Identificación: 1175-145-2020

Intervalo de indicación: 30000 g

División de escala: 1 g

Resolución:

División de verificación: 1 g

(e)

Tipo de indicación: Digital

Marca / Fabricante: OHAUS

Modelo: R31P30

N° de serie: S335210326

Procedencia: USA

Ubicación: JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE 30(JULIACA) PUNO-SAN ROMAN - JULIACA

Lugar de calibración: Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNICA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

Fecha de calibración: 2020/11/09

Método/Procedimiento de calibración:
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Peseo de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la generación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recibir sus instrumentales a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias de instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a regulaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración documentada en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pecos de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-LM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga LI= 15000 g			Carga LI= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.09	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.1	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.05	-0.1	30000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
15000	0			1		
30000	0			3		

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Cárlica
METROLOGÍA





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Min ^(*) (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.08	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.03	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	-0.10	0.21

(*) Valor entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ^(*) (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.07	-0.02	0.01	1.0	0.04	0.01	0.03	1
5.0	5.0	0.04	0.01	0.01	5.0	0.04	0.01	0.03	1
10.0	10.0	0.03	-0.01	0.01	10.0	0.04	-0.03	-0.05	1
500.0	500.0	0.05	0	0	500.0	0.02	-0.07	-0.05	1
1000.0	1000.0	0.06	0	0	1000.0	0.06	-0.04	0.01	1
2500.0	2500.0	0.04	0.01	0.01	2500.0	0.05	-0.01	0.01	1
5000.0	5000.0	0.06	-0.02	0.02	5000.0	0.05	0	0.02	1
10000.0	10000.0	0.07	-0.05	0.03	10000.0	0.08	-0.3	-0.05	1
14999.5	14999.5	0.15	0.01	0.01	14999.5	0.15	0.43	0.18	5
20000.0	20000.0	0.05	0.05	0.03	20000.0	0.07	-0.12	-0.02	5
29999.5	29999.5	0.09	0.15	0.18	29999.5	0.09	-0.28	-0.24	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRES ESTADÍSTICAS Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de mediciones } U_p = 2 \cdot \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.000000009320 \text{ g}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.001526 \text{ g} \quad R$$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balances en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009.
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Mago Luis Arevalo Carrillo
METROLOGÍA





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1172-145-2020

Fecha de emisión:	2020/11/09
Solicitante:	CONSULTORES EN GEOTECNICA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección:	JR. 18 DE DICIEMBRE N° 14 A LOTE 30 (CALLEJA) PUNTO SAN ROMÁN - JULIACA
Instrumento de medición:	BALANZA
Identificación:	1172-145-2020
Intervalo de indicación:	1100 g
División de escala Resolución:	0.01 g
División de verificación (e):	0.01 g
Tipo de indicación:	Digital
Marca / Fabricante:	OHAUS
Modelo:	PA13102
N° de serie:	NO INDICA
Procedencia:	USA
Lugar de calibración:	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNICA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración:	2020/11/09

Método/Procedimiento de calibración:
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático (INMP 001:2009)"

Este certificado de calibración documenta la conformidad o no conformidad, puntual o parcial, de instrumentos de medición que reciben las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de cualquier instrumento a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, las condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medida o de ensayo a reglamentación vigente.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarada en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, sin perjuicio de las acciones legales que resulten de ARSOU GROUP S.A.C.

COMINGEMAT

ARSOU GROUP S.A.C
Hugo Luis Añesto Carrillo
METROLOGIA





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-UM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0836-UM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-UM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0870-UM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga LI= 1550 g			Carga LI= 3100 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1550.0	0.001	-0.001	3100	0.005	-0.002
2	1550.0	0.002	-0.004	3100	0.004	-0.004
3	1550.0	0.004	-0.005	3100	0.006	-0.004
4	1550.0	0.003	-0.007	3100	0.003	-0.009
5	1550.0	0.003	-0.008	3100	0.005	-0.012
6	1550.0	0.004	-0.001	3100	0.007	-0.014
7	1550.0	0.004	-0.004	3100	0.003	-0.01
8	1550.0	0.007	-0.008	3100	0.005	-0.008
9	1550.0	0.005	-0.009	3100	0.004	-0.007
10	1550.0	0.003	-0.003	3100	0.004	-0.008
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
1550	0		0.05			
3100	0		0.3			



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGÍA



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E _g				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.004	-0.001	100	100	0.006	-0.001	0.001
2		1	0.006	-0.004		100	0.003	-0.001	0.004
3		1	0.005	0.004		100	0.004	-0.002	-0.005
4		1	0.007	0.001		100	0.001	0.004	0.003
5		1	0.009	-0.002		100	0.004	0.004	0.002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.00	1.00	0.004	-0.001						0.1
5.00	2.00	0.006	0.004	0.004	2.00	0.006	0.001	0.004	0.1
10.00	10.00	0.002	-0.005	0.003	10.00	0.005	0.004	-0.003	0.1
50.00	50.00	0.002	0.004	0.005	50.00	0.009	-0.003	-0.005	0.1
100.00	100.00	0.009	0.004	0.008	100.00	0.005	0.005	0.001	0.1
200.00	200.00	0.004	0.008	0.002	200.00	0.009	-0.004	0.003	0.1
500.00	500.00	0.005	0.008	0.003	500.00	0.007	0.004	0.004	0.1
1000.00	1000.00	0.004	0.004	0.005	1000.00	0.005	-0.003	-0.002	0.1
2000.00	2000.00	0.009	0.004	0.004	2000.00	0.003	-0.003	-0.01	0.5
3000.00	3000.00	0.015	0.008	0.001	3000.00	0.014	-0.014	-0.01	0.5
3100.00	3100.00	0.19	0.006	0.005	3100.00	0.02	-0.015	-0.018	0.5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

E₀: Error en cero

ΔL: Carga incremental

E_c: Error corregido

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANSA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición: $U_x = 2^* \sqrt{0.00002 \text{ g}^2 + 0.000004010412 \text{ g}^2}$

Lectura Corregida: $R_{\text{corregida}} = R + 2^* (0.00226)^* R$

R: Indicación de lecturas de balanza: (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003-2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

ING. WILSON ARAYAZO CARRERA
METROLOGÍA





Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Página 1

Fecha de emisión:	2020/10/29	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le recomendamos obtener en su momento resultados su correspondencia a pruebas regulares, los cuales deben ser efectuados entre la hora de las características propias del instrumento, sus mediciones de 10, 20, el mantenimiento realizado y condiciones del instrumento de trabajo, a su acuerdo a reglamentación vigente.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una manera independiente de los resultados de la calibración definidos en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante:	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección:	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE: SOULLUACA PUNO- SAN ROMAN - JULIACA	
Instrumento de medición:	HORNO DE LABORATORIO	
Identificación:	1110-108-2020	
Marca:	ARSOU GROUP	
Modelo:	HR202	
Serie:	2102354	
Cámara:	85 LITROS	
Ventilación:	NATURAL	
Panel de control:	DIGITAL	
Procedencia:	PERU	
Ubicación:	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Fecha de calibración:	2020/10/29	
Método/Procedimiento de calibración:	- SNM – PC-01R 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medidas isotermas con aire como medio termostático. INACAL - ASTM D 2216, MTC E 109 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.	



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arcevo Carrón
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Aspc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496 8887 / + 51 901 1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 251 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Página 2

Patrones e Instrumentos Auxiliares

Tracabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAI	Termómetro con sonda MARCA: EGCO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° IC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,3 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (Min:seg)	Indicador °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										Tiempo Final °C	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.9	110.2	110.0	110.9	110.3	110.8	110.5	10
0:01	110	110.9	110.5	111.0	110.9	110.8	110.7	110.5	110.9	110.3	110.8	110.6	01
0:04	110	110.9	110.4	110.5	110.7	110.5	110.8	110.5	110.3	110.3	110.5	110.2	04
0:06	110	110.8	110.5	110.4	110.8	110.7	110.8	110.2	110.2	110.5	110.1	110.5	06
0:08	110	110.5	110.0	110.5	110.8	110.3	110.7	110.3	110.6	110.6	110.0	110.2	08
0:10	110	110.8	110.8	110.8	110.8	110.8	110.7	110.3	110.4	110.1	110.1	110.1	10
0:12	110	110.7	111.0	110.9	110.8	110.5	110.3	110.7	110.8	110.3	110.3	110.8	12
0:14	110	110.7	110.5	110.3	110.8	110.4	110.7	110.6	110.5	110.1	110.1	110.8	14
0:16	110	110.5	110.3	110.2	110.7	110.4	110.4	110.5	110.4	110.0	110.0	110.8	16
0:18	110	110.4	110.3	110.8	110.2	110.7	110.3	110.0	110.8	110.2	110.2	110.8	18
0:20	110	110.1	110.1	110.8	110.5	110.8	110.5	110.7	110.8	110.7	110.7	110.8	20
0:22	110	110.8	110.7	110.7	110.7	110.8	110.3	110.3	110.3	110.7	110.0	110.5	22
0:24	110	110.8	110.4	110.5	110.5	110.2	110.8	110.7	110.5	110.1	110.7	110.4	24
0:26	110	110.5	110.4	110.5	110.3	110.2	110.8	110.7	110.5	110.1	110.7	110.4	26
0:28	110	110.9	110.5	110.3	110.3	110.2	110.7	110.6	110.4	110.0	110.7	110.4	28
0:30	110	110.8	110.2	110.1	110.3	110.3	110.3	110.6	110.4	110.0	110.7	110.4	30
0:32	110	110.7	110.5	110.4	110.3	110.2	110.7	110.6	110.4	110.0	110.7	110.4	32
0:34	110	110.5	110.8	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.7	110.4	34
0:36	110	110.8	110.7	110.2	110.6	110.4	110.5	110.4	110.2	110.4	110.4	110.5	36
0:38	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.8	110.8	110.7	110.7	110.4	110.4	110.5	38
0:40	110	110.2	110.4	110.4	110.3	110.8	110.2	110.5	110.5	110.4	110.3	110.3	40
0:42	110	110.0	110.3	110.6	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.3	110.4	42
0:44	110	110.1	110.4	111.0	110.2	110.8	110.5	110.3	110.1	110.1	110.3	110.4	44
0:46	110	110.2	110.3	110.7	110.0	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	110.3	110.5	46
0:48	110	110.1	110.8	110.3	110.8	110.7	110.8	110.6	110.0	110.4	110.3	110.4	48
0:50	110	110.8	110.8	110.4	110.9	110.7	110.2	110.8	110.0	110.1	110.3	110.5	50
T. PROM.	110	110.5	110.8	110.5	110.5	110.6	110.6	110.4	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.8	110.8	110.8	110.8	110.0	110.0	110.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T.P Promedio de indicaciones corregidas de los sensores para un instante de tiempo.
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T.P Promedio de indicaciones corregidas para cada termocupla durante el tiempo total.
- T.A La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T.M La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



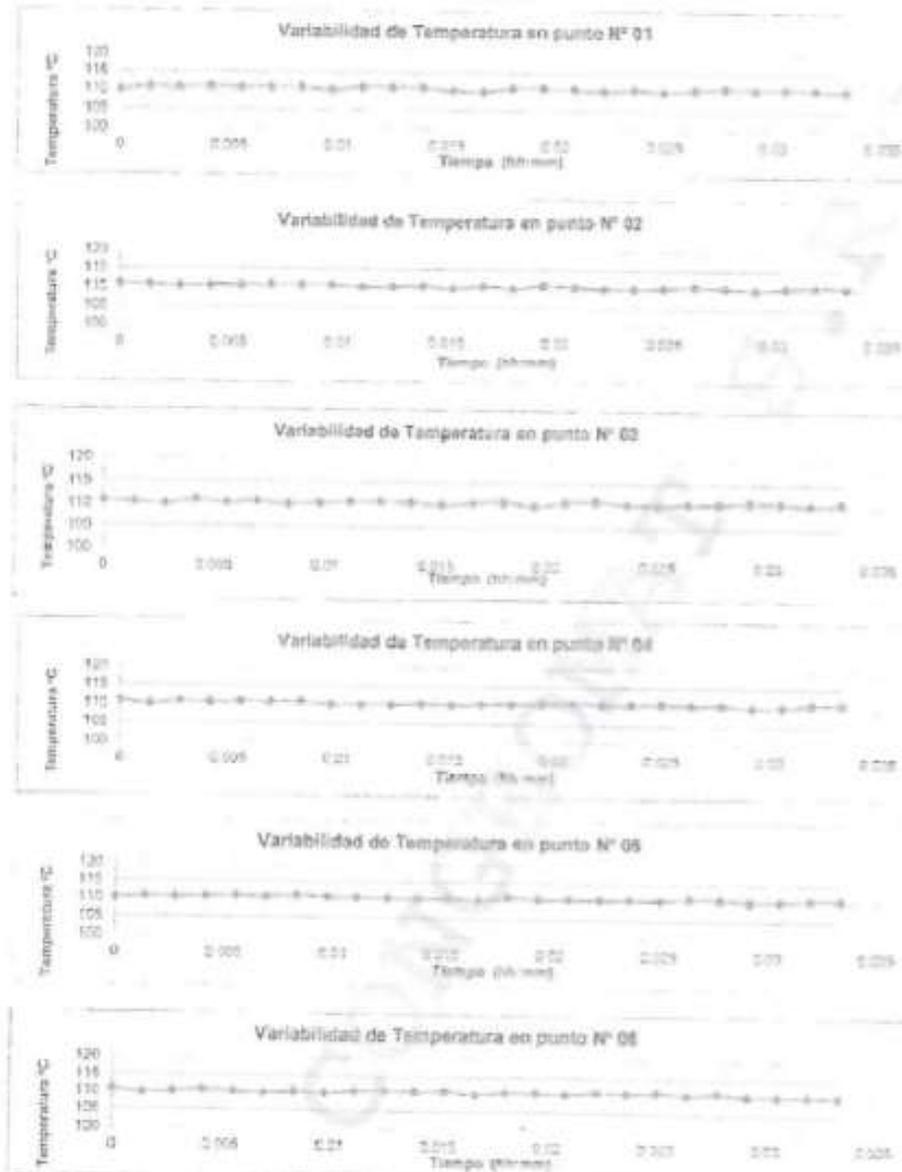
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Ma C Lora 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496 8987 / +51 901-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Cortes
METROLOGÍA



GRÁFICO

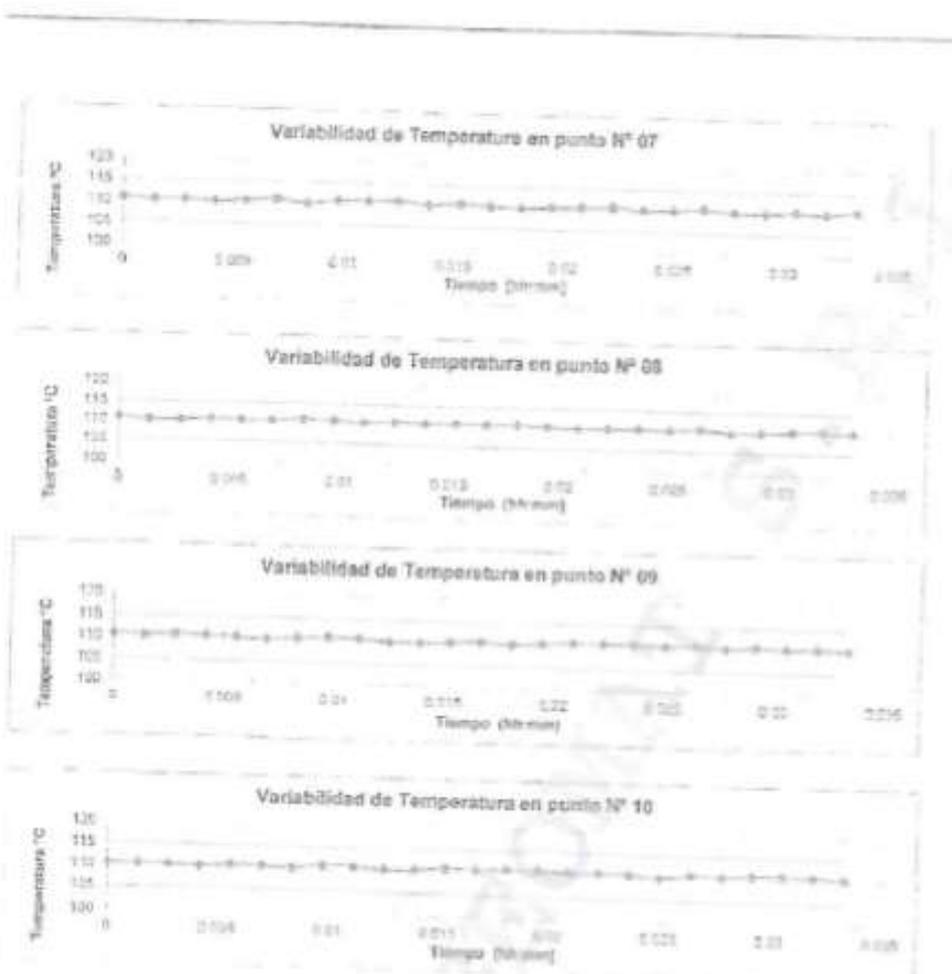




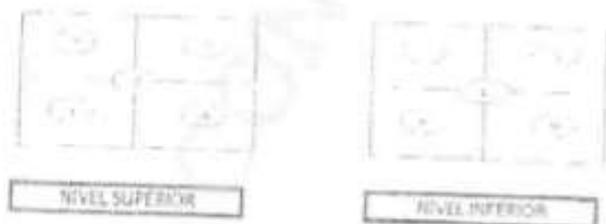
Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1110-108-2020

Figura A de 5



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



ARSOU GROUP S.A.C.
 Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 496 8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 918 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.
 Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSO GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Cevallos
METROLOGÍA





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1106-108-2020

Página 1 de 1

Fecha de emisión:	2020/10/29	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.</p> <p>ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.</p> <p>Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.</p>
Solicitante:	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección:	JR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA	
Instrumento de medición:	COPA CASAGRANDE	
Identificación:	1106-108-2020	
Marca:	ARSOU	
Modelo:	CSA002	
Serie:	201101	
Mecanismo:	Manual	
Material:	BRONCE	
Procedencia:	PERÚ	
Lugar de calibración:	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Fecha de calibración:	2020/10/29	

Método/Procedimiento de calibración
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

ARSOU GROUP S.A.C.
[Firma]
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnice
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Vv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cot: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - IIA-C-040 2019, IIA-397-2018, IIA-229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° IC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

IMAGEN N° 01

Descripción	Aparato de Fuente Lustrado							Estandar		
	Conjunto de la Cazuela				N	B		Extensión C		
	A	B	C			1	M	1	2	3
	Radio de la Copa	Espejo de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la zona del espejo hasta la base	Profundidad	Longitud	Alto	Alto	Alto	Alto
Número mm	52	20	27	47	50	149	124	100	100	100
Tolerancia mm	± 0.1	± 0.1	± 1	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5	± 0.5
Indice p/p	2.12	0.079	1.063	1.840	2	4.90	4.92	0.79	0.78	0.43
Tolerancia p/p	0.05	0.001	0.1	0.6	0.2	0.2	0.2	0.001	0.001	0.001

TABLA N° 01
CAZUELA

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
ESPEJOR	2.01	+/- 0.1	OK
PROFUNDIDAD	26.76	+/- 1	OK



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arso Group

Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1106-108-2020

Página

TABLA N° 02

BASE

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA (mm)	RESULTADO
GUIA DEL ELEVADOR	47.08	+/- 1.5	OK
ESPESOR	50.43	+/- 5	OK
LARGO	150.05	+/- 5	OK
ANCHO	125.33	+/- 5	OK
HUELLA	9.51	+/- 12	OK

TABLA N° 03

RANURADOR

DESCRIPCIÓN	DATO PROMEDIO (mm)	TOLERANCIA [mm]	RESULTADO
CALIBRADOR CUADRADO	10.10	+/- 0.2	OK
ESPESOR	10.10	+/- 0.1	OK
BORDE CORTANTE	2.02	+/- 0.1	OK
ANCHO	13.40	+/- 0.1	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSO GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1104-108-2020

Página

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/10/29
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	IR. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA
Instrumento de medición	MARTILLO PROCTOR DE 10 LB
Identificación	1104-108-2020
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Serie	1952
Estructura	FERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERU
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Fecha de calibración	2020/10/29

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INICAL y la Norma ASTM D 1557 y NYC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN m/m³]).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C
199. Hugo Luis Arévalo Carrica
METROLOGIA





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Rio de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0276-2019 con trazabilidad - LLA-C-040-2019, LLA-097-2018, LLA- 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
VERIFICACIÓN

	Promedio	Tolerancia	Resultado
Peso Martillo (g.)	4545	4536 ± 9	OK
Ø Cara Impacto (mm)	50,67	50,8 ± 0,13	OK
Altura de Caída (mm)	457	457,2 ± 1,6	OK

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1103-108-2020

Página 1 de 1

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/10/29
Solicitante	CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección	R. 16 DE DICIEMBRE MZA. A LOTE. 30(JULIACA) PUNO- SAN ROMAN - JULIACA.
Instrumento de medición	MOLDE PROCTOR DE 6"
Identificación	1103-108-2020
Marca	ARSOU
Modelo	NO INDICA
Spine	132
Estructura	FIERRO
Acabado	ZINCADO
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	Laboratorio de CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA.
Fecha de calibración	2020/10/29

Método/Procedimiento de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie³ [2 700 kN·m/m³]).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1103-108-2020

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	ML-0278-2019 con trazabilidad - LLA C-040-2019, LLA-397-2018, LLA 229-2018 - Laboratorio Acreditado Registro N° LC-017.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

DIÁMETRO INTERIOR

PUNTO	MEDICIÓN	DIÁMETRO ESPECIFICADO	EMP
N° 1	151.88	152.4	+/- 0,66mm
N° 2	151.94	152.4	+/- 0,66mm
N° 3	152.61	152.4	+/- 0,66mm
N° 4	152.23	152.4	+/- 0,66mm
PROMEDIO	152.17	OK	

TABLA N° 02

ALTURA MEDIDO

PUNTO	MEDICIÓN	ALTURA ESPECIFICADO	EMP
N° 1	115.93	116.43	+/- 0,5mm
N° 2	115.98	116.43	+/- 0,5mm
N° 3	115.94	116.43	+/- 0,5mm
N° 4	115.93	116.43	+/- 0,5mm
PROMEDIO	115.95	OK	



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrico
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vw. las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1880 / Cel: +51 978 196 793 / Cel: +51 975 351 437