



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, Ancash”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Lopez Bejarano, Francisco Gilbert (ORCID: 0000-0001-5212-8258)

ASESORA:

Mg. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-0289-7029)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente tesis se la dedico a Dios, a mi madre Dina Bejarano Abregu que desde el cielo me guía y me protege, a mi padre Francisco López Melgarejo por siempre confiar en mí. Y a mi familia.

Agradecimiento

Agradezco a la ing. Cecilia Arriola Moscoso por la orientación constante hacia mi persona, a mi familia. Todos los mencionados infinitas gracias.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **LOPEZ BEJARANO, Francisco Gilbert** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca – Chana, Huari, Ancash”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 17 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor LOPEZ BEJARANO, Francisco Gilbert	
DNI: 44059873	Firma 
ORCID: 0000-0001-5212-8158	

 INVESTIGA
UCV

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
Índice	vii
Índice de tablas.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. Introducción.....	12
II. Método	35
2.1 Tipo y diseño de Investigación	36
2.2 Operacionalización de variables	37
2.3 Población, muestra y muestreo	39
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	41
2.5 Procedimiento	42
2.7 Aspectos éticos	43
III. Resultados	44
IV. Discusión	67
V. Conclusiones	69
VI. Recomendaciones	72
Referencias	74
Anexos.....	82

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Porcentaje de carreteras pavimentadas y no pavimentadas.</i>	13
Tabla 2. <i>La composición química de la bischofita</i>	25
Tabla 3. <i>Operacionalización de las variables.</i>	38
Tabla 4. <i>Número de ensayos por calicata 1.</i>	39
Tabla 5. <i>Número de ensayos por calicata 2.</i>	40
Tabla 6. <i>Número de ensayos por calicata 3.</i>	40
Tabla 7. <i>Número de ensayos por calicata 4.</i>	41
Tabla 8. <i>Los tipos de ensayos y aplicación de norma.</i>	43
Tabla 9. <i>Índice de Plasticidad.</i>	61
Tabla 10. <i>Compactación-Densidad seca.</i>	63
Tabla 11. <i>Compactación- contenido de humedad.</i>	64
Tabla 12. <i>Resistencia.</i>	65
Tabla 13. <i>Discusión.</i>	68

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> La carretera en estudio.....	14
<i>Figura 2.</i> Muestra de la bischofita.....	26
<i>Figura 3.</i> Se muestra carretera no pavimentada con bischofita.	30
<i>Figura 4.</i> Tramo con la aplicación de bischofita (El después).....	31
<i>Figura 5.</i> El acabado de la superficie de rodadura en Carapongo.....	31
<i>Figura 6.</i> Condición final de la vía.	32
<i>Figura 7.</i> Procedimiento de Estudio.....	42
<i>Figura 8.</i> Mapa de la provincia de Huari - Google Maps.	45
<i>Figura 9.</i> Localización de la zona de estudio - Google Maps.....	46
<i>Figura 10.</i> Índice de plasticidad sin agregar bischofita.....	49
<i>Figura 11.</i> Índice de plasticidad agregando bischofita 3%.	50
<i>Figura 12.</i> Índice de plasticidad agregando bischofita 7%.	51
<i>Figura 13.</i> Índice de plasticidad agregando bischofita 9%.	52
<i>Figura 14.</i> Compactación de la muestra sin agregar bischofita.	53
<i>Figura 15.</i> Compactación agregando 3% de bischofita.	54
<i>Figura 16.</i> Compactación agregando 7% de bischofita.	55
<i>Figura 17.</i> Compactación agregando 9% de bischofita.	56
<i>Figura 18.</i> CBR sin agregar bischofita.....	57
<i>Figura 19.</i> CBR agregando 3% de bischofita.....	58
<i>Figura 20.</i> CBR agregando 7% de bischofita.	59
<i>Figura 21.</i> CBR agregando 9% de bischofita.....	60
<i>Figura 22.</i> Contrastación del Índice de Plasticidad.....	62
<i>Figura 23.</i> Contrastación de la Compactación – Densidad Seca.	63
<i>Figura 24.</i> Contrastación de la Compactación – Contenido de Humedad.	64
<i>Figura 25.</i> Contrastación de la Resistencia - CBR.....	65
<i>Figura 26.</i> Variable independiente.	83
<i>Figura 27.</i> Variable dependiente.....	83
<i>Figura 28.</i> Matriz de consistencia de la investigación.	85
<i>Figura 29.</i> Ficha de recolección de datos N° 1.	86
<i>Figura 30.</i> Ficha de recolección de datos N° 2.....	87
<i>Figura 31.</i> Ficha de recolección de datos N° 3.	88
<i>Figura 32.</i> Ubicación de la carretera (Google earth).....	89

<i>Figura 33.</i> Se muestra el inicio de la carretera.....	89
<i>Figura 34.</i> Se muestra tramo más vulnerable de la carretera.	90

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la influencia de la aplicación de bischofita en la estabilidad de la superficie de rodadura de carretera no pavimentada Palcachana, Huari, Ancash, siendo esta carretera la zona de donde se obtuvo la muestra, por lo que se realizó 4 calicatas ubicadas en las progresivas km 1+000, km 3+000, km 5+000 y km 7+000 de la carretera antes mencionada, cabe mencionar que se escogió estas zonas porque se observó mayor vulnerabilidad a la inestabilidad. A estas muestras se le agrego diferentes porcentajes de bischofita (3%, 7%, 9%) sobre el peso de la muestra. Con respecto a la metodología de la presente investigación, se tiene que el diseño de investigación fue experimental, el tipo de investigación fue aplicado, el nivel de investigación fue explicativo y el enfoque de investigación fue cuantitativo. Finalmente, se concluye que: El índice de plasticidad aumenta y disminuye respectivamente al incorporarse bischofita, por lo que se afirma que la aplicación de la bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada; La densidad seca aumenta al incorporarse bischofita, así como el contenido de humedad disminuye al incorporarse bischofita, por lo que se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada; El CBR aumenta al incorporarse bischofita, entonces se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Palabras claves: Bischofita, carretera no pavimentada, estabilidad de la superficie de rodadura.

Abstract

The objective of this research was to analyze the influence of bischofita application on the stability of the road surface of unpaved road Palca-chana, Huari, Ancash, this road being the area where the sample is located, so He made 4 calicatas located in the progressive km 1 + 000, km 3 + 000, km 5 + 000 and km 7 + 000 of the aforementioned road, it should be noted that these areas were chosen because they are greater affected by instability. To these samples were added different percentages of bischofita (3%, 7%, 9%) on the weight of the sample. With respect to the methodology of the present investigation, the research design was experimental, the type of research was applied, the research level was explanatory and the research approach was quantitative. Finally, it is concluded that: The plasticity index increases and specifically, respectively when incorporating bischofita, so it is stated that the application of bischofita presents specific changes in the plasticity index of the road surface of the unpaved road; The dry density increases when incorporating bischofita, as well as the reduced moisture content when incorporating bischofita, so it is stated that the application of bischofita improves the compaction of the road surface of the unpaved road; The CBR increases when incorporating bischofita, then it is claimed that the application of bischofita improves the shear resistance of the rolling surface of the unpaved road.

Keywords: Bischofita, unpaved road, rolling surface stability.

I. Introducción

Un 86.3 % de red vial no se encuentra pavimentada en el Perú, y estas carreteras se encuentran sufriendo algún tipo de deterioro, por las condiciones que se encuentran secas y/o en merito a la acción de los grandes neumáticos, los agregados más finos se pulverizan provocando un avanzado deterioro que se prestan directamente en la superficie de rodadura.

Tabla 1. *Porcentaje de carreteras pavimentadas y no pavimentadas.*

SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS-SINAC							
RED VIAL SINAC	Pavimentado	%	no pavimentado	%	RV existente	%	%
RV NACIONAL	18420	69,9	8016	30,3	26436	15,9	100
RV DEPARTAMENTAL	2430	9,7	22582	90,3	25012	15,1	100
RV VECINAL	1925	1,7	112741	98,3	114665	69,0	100
TOTAL	22775	13,7	143339	86,3	166114	100	100

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

“La inestabilidad de los suelos en las carreteras que no se encuentran pavimentadas, es quizá la problemática más relevante en cuanto a red vial en el Perú, por lo que para solucionar esta problemática se debe utilizar agentes químicos que mejoren las características del suelo” (Gutiérrez, 2010, p.6).

Según el autor Sagastegui, sostiene lo siguiente:

Las patologías de las vías no pavimentadas son un proceso más fugaz que el de una carretera que si esta pavimentada, pues se origina por la separación de las partículas finas de las gruesas y son estas las que se exponen al medio ambiente y pierden humedad. Los cual ocasiona ahuellamientos, baches y entre otras patologías en la red vial (2016, p.12).

Por otra parte, los organismos enfocados en la red vial emplean técnicas y herramientas tradicionales de estabilización, los cuales radican en el humectado, reperfilado y compactado de la red vial (carretera), lo cual tiene como fin, la mejora de la vida útil en las vías no pavimentadas. La realización de estos trabajos de manera tradicional implica una inversión relevante en personal, maquinaria e instrumentos, principalmente cuando la vía que no está pavimentada es una extensa red vial, es decir de larga. Por lo tanto, es necesario la inclusión de alternativas que proporcionen una solución a la estabilización de vías que no estén pavimentadas, las cuales ayuden a mejorar las propiedades de las diferentes capas las cuales

son parte de la estructura de la carpeta con un favorable aumento en la densidad para la compactación, la capacidad que tiene q ser portante, y la vida útil que presenta la misma estructura vial.

Actualmente se consideran múltiples alternativas de solución, una de ellas es establecer la aplicación de algún aditivo que sea orgánico o quizá otro aditivo que sea inorgánico, en representación de una posibilidad en la solución para la estabilidad del suelo para aquellas actividades que son destinadas al mantenimiento frecuente, lo cual permitiría una mejoría en el tránsito vial de nuestro país.

Ante la presencia de esta problemática, se propone emplear alternativas cuyos orígenes son químicos como lo es la bischofita (cloruro de magnesio hexahidratado), pues presenta una excelente capacidad de captar y retener los materiales del suelo, lo cual lo convierte en un aditivo designado a estabilizar la capa superficial de rodadura, lo cual reduce considerablemente el proceso de un superficial deterioros de la vía, además disminuye los efectos provocados por el ambiente en la carpeta de rodadura.



Figura 1. La carretera en estudio.

Antecedentes Nacionales, Para los antecedentes nacionales se consideró a cuatro autores, de los cuales se tiene lo siguiente:

ARAUJO, C y VERA, W. (2017), los autores titularon esta investigación como “Evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado (Ocoña - Piuca / Camaná - Arequipa)”, tuvo como objetivo principal determinar la influencia la aplicación de bischofita en el comportamiento de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada mencionada líneas arriba. La metodología que se usó en la investigación fue explorativa y descriptiva. Por otro lado, se llegó a las conclusiones que la aplicación de bischofita minimiza el deterioro de la vía y mejora la estabilidad de superficie de rodadura. Este antecedente sirvió para el análisis de la relación que existe entre la bischofita y la estabilidad.

SAGASTEGUI, G. (2016), La investigación esta titulada como “Eficiencia de la conservación vial, empleando aditivos químicos en superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas: Ascope - Contumaza”, la cual cuenta con objetivo general, determinar lo eficiente que deberá ser la conservación vial al emplear aditivos que son químicos aplicados en las superficies de rodadura en tramos de vía no pavimentada. La metodología empleada en la presente investigación fue empírica. Finalmente, esta investigación concluye en que la Bischofita trae consigo una mejora en la compactibilidad de los suelos, ya que se debe al incremento de las densidades secas que se presentan en la compactación y la minimización del contenido de humedad que presenta. Este antecedente sirvió para el análisis de la relación que existe entre la bischofita y la compactibilidad.

HILARIO, F. (2015), El autor título a su proyecto de investigación como “Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la carretera Espinar-Tintaya Marquiri”, en la cual se cuenta con el objetivo principal de aplicar la bischofita en el tramo de la vía mencionada líneas arriba de este antecedente y evaluar las propiedades que presentan en ciertos tramos del estudio. La metodología empleada en esta investigación fue aplicada en la prueba de análisis. Finalmente se concluye que el hecho de aplicar la bischofita en la carretera no pavimentado aporta en mejorar la estabilidad y le da más vida

útil. Este antecedente sirvió para tener en cuenta los criterios técnicos y características de las propiedades químicas del producto.

BONIFACIO, W y SANCHEZ, J. (2015), los autores título a su proyecto de investigación “Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque”, el cual tuvo como objetivo principal evaluar la estabilidad de carreteras no pavimentadas usando aditivos químicos mediante el desarrollo de un estudio técnico y económico. La metodología utilizada fue experimental, cuantitativa, puesto que se realizaron ensayos de laboratorio. Finalmente se concluyó que la estabilización con agentes químicos incrementa el CBR y mejora resistencia de la carretera no pavimentada. Este antecedente sirvió para tener en cuenta como la bischofita incrementa la resistencia de la carretera no pavimentada.

Antecedentes Internacionales, Para los antecedentes internacionales se consideró a diez autores, de los cuales se tiene lo siguiente:

HEITZER, C. (2017), la investigación se tituló “Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados”, su objetivo general fue determinar el efecto y comportamiento del contenido de humedad en la carretera no pavimentada al aplicarse la combinación de bischofita y el cloruro de sodio. La metodología empleada es esta investigación explicativa y experimental, se realizaron probetas con diferentes porcentajes de mezclas de sales. Finalmente se concluyó que las combinaciones sales que contenían más bischofita mostraron mejor capacidad de permeabilidad en comparación con las combinaciones sales que contenían más cloruro de sodio. Por otro lado, el contenido de humedad disminuye. Este antecedente sirvió para demostrar relación entre la bischofita y el contenido de humedad.

LIMA, A. (2017), el autor tituló la investigación como “Contribuição ao estudo da dosagem de cal para a estabilização de um solo de comportamento laterítico e um não laterítico”, tuvo como objetivo general evaluar los procedimientos de dosificación de aditivos químicos comúnmente empleados para la estabilización de suelos de comportamiento laterítico y no lateríticos. La metodología empleada fue aplicada y

experimental. Finalmente, como conclusión se tiene la resistencia mejora al aplicarse un agente químico. Por otro lado, nos hay una dosificación óptima que garantice una estabilidad eficaz. Este antecedente sirvió para demostrar que aún no hay una dosificación óptima para la estabilidad de suelos.

SILVA, M. (2016), la investigación se tituló "Estudo da estabilização com cal de um solo laterítico e um solo não laterítico", su objetivo principal fue determinar la influencia de estabilización con aditivo químico en el comportamiento de los suelos laterítico y no lateríticos. La metodología empleada en la investigación aplicada y cuantitativa puesto que se tomaron dos muestras de suelos a las cuales se realizó ensayos de laboratorio. Por otro lado, se concluyó que los suelos lateríticos y no lateríticos estabilizados con aditivos químicos incrementaron sus propiedades. Este antecedente sirvió que la aplicación de aditivos químicos mejora las propiedades físicas mecánicas del suelo.

VERGARA, R. (2011), La investigación tiene como título "Estabilización y control de polvo con bischofita". En la mencionada tesis se decidió como objetivo general, evitar la pérdida de finos, de modo de mantener la cohesión, aumentar la durabilidad de los caminos y disminuir las emisiones de polvo. Además, es necesario precisar que la metodología empleada fue aplicativa y cuantitativa por el uso de técnicas muestrales. Finalmente, como conclusión se tiene que la dosificación depende del índice de plasticidad: a menos índice, mayor la cantidad de bischofita. El material por usar se expresa en un porcentaje del total de suelo a utilizar, en peso; las vías que se han estabilizado de manera eficiente con bischofita han demostrado contar con una condición estructural óptima. El antecedente mencionado sirvió para considerar que existen proyectos de investigación de este tipo con la misma propiedad utilizada, por lo que promueve realizarse en otros eventos y/o lugares.

BEHAK, L. (2017), el autor tituló el artículo científico como "Mechanistic behaviour under traffic load of a clayey silt modified with lime", tuvo como objetivo general estudiar el comportamiento de un suelo de bajo volumen de tránsito estabilizado con cal en un sentido mecanista. La metodología empleada en la investigación fue aplicada y cuantitativa puesto que se tomaron muestras de un suelo arcilloso a los cuales se les aplicó cal y se realizaron ensayos de laboratorio. Finalmente, los resultados fueron los siguientes: aumento la resistencia del suelo cuando se aplicó cal en 3 y 5 %; al aplicarse cal esta reacciona con la

sílice y la alúmina del suelo creando un material cementoso con mayor rigidez y menos deformable. Este antecedente sirvió para demostrar que la estabilización con un agente químico aumenta la resistencia del suelo con lo cual se ve reflejado en la mejora de la estabilidad de este.

GONZÁLEZ, A, PANIAGUA, F y CHAMORRO, A. (2015), los autores titularon el artículo científico como “Skid Resistance of Magnesium Chloride Roads”, su objetivo principal fue estudiar el efecto de la aplicación de bischofita en la resistencia al desplazamiento de los caminos de bajo volumen de tránsito. La metodología empleada en la investigación fue aplicada y experimental. Finalmente se concluyó en que los caminos no pavimentados estabilizados con bischofita tienen tres condiciones de superficie que afectan la resistencia al desplazamiento: superficie bien graduada, superficie con buena microtextura, superficie con capa de materiales sueltos sobre una dura. Así mismo el coeficiente de fricción es sensible a la humedad relativa. Por otro lado, aplicación de bischofita hace que la compactación aumente y mejore la estabilidad. Este antecedente sirvió para demostrar la relación entre bischofita y la compactación.

MUTHUMANI, A., FAY, L., AKIN, M., WANG, S., GONG, J., Y SHI, X. (2014). Los autores titularon el artículo científico como “Correlating lab and field tests for evaluation of deicing and anti-icing chemicals: A review of potential approaches”, en donde se planteó como objetivo general determina una metodología que cuantifique la producción de los productos químicos antihielo y descongelante en el coeficiente de fricción de la superficie de rodadura. La metodología empleada en esta investigación descriptiva y documental. Por otro lado, se concluyó que hay un no existe una prueba de laboratorio que sirva de guía para los profesionales, que aborte los problemas reales en campo del rendimiento de los productos químicos antihielo y descongelante. Este antecedente sirvió para demostrar que la efectividad de un producto químico antihielo como es la bischofita depende del tipo de tráfico, el tipo de superficie de rodadura y las condiciones meteorológicas.

ZOLFEGHARI, S, KASSIMB, K, EISAZADEHB, A, Y KHARIB, M (2013). Los autores titularon el artículo científico como “An Evaluation of the Tropical Soils Subjected

Physicochemical Stabilization for Remote Rural Roads” el objetivo general planteado fue determinar la influencia del empleo de agentes químicos como estabilizadores del suelo utilizados para mejorar la superficie de rodadura. La metodología empleada fue aplicada y experimental. Finalmente se concluyó que la resistencia del suelo aumenta y que llega a alcanzar su máxima resistencia después de los 14 días. Por otro lado, estos estabilizadores químicos necesitan un tiempo de curado de unos cuantos meses para alcanzar su máxima fuerza. Este antecedente sirvió para demostrar que los agentes químicos son excelentes para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura en tiempos lluvioso y libre de polvo en condiciones secas.

Monlux, S. (2010), el artículo científico se tituló como “considerations for design and construction of gravel surfaced roads stabilized with calcium chloride”, la cual cuenta con el propósito de desarrollar pautas para la desestabilización de cloruros y materiales de revestimiento de agregados en diversos entornos. La metodología que se emplea en esta investigación es aplicada. Finalmente, los resultados fueron los siguientes: Los beneficios económicos de la estabilización son mayores en proyectos bien adaptados; La tasa de deterioro disminuye a medida que se desarrollan más defectos en la carretera; La velocidad de la superficie y del tráfico disminuye: Las observaciones visuales indican que las secciones tratadas redujeron el polvo; La condición de todas las secciones de prueba mejoró después de los períodos de clima húmedo y durante la temporada de invierno. Este antecedente sirvió para considerar características que presenta este producto con referencia al buen uso dado.

THENOUX, G. y VERA, S. (2002), Los autores titularon al artículo científico como “Evaluation of hexahydrated magnesium chloride (Bischofite) performance as a chemical stabilizer of granular road surfaces”, en donde se planteó como objetivo general, evaluar los efectos que tiene la Bischofita como un producto químico que se encarga de la estabilización de caminos que no se encuentran pavimentados, el cual se basa en las respuestas que se obtienen de los ensayos del laboratorio. La metodología empleada en la investigación fue explicativa y descriptiva pues fue dividida en dos partes de laboratorio y campo. Por último, se tuvo como conclusión que, los resultados in-situ fueron más significativos a comparación con lo obtenido en gabinete, teniendo como resultado que con la inclusión de la Bischofita se tiene una carpeta más estabilizada, en donde se reduce el deterioro de esta. Por lo que se recomienda una dosis de 3 a 5 % de bischofita lo cual dependerá de las propiedades que son

plásticas del tipo de suelo. El mencionado antecedente sirvió para, considerar las características del elemento Bischofita en cuanto su aplicación y en demostrar las ventajas que traen consigo al incluir en una dosis porcentual de esta dentro del proceso de ejecución de la carpeta.

Teorías relacionadas al tema

Estabilidad de suelos

Según la norma C.E 0.20: “La estabilidad es el proceso final de la estabilización de un suelo en cual se mejora sus propiedades mecánicas”.

Estabilización de carreteras no pavimentadas, actualmente existen diferentes procedimientos para la estabilización de suelos; cada uno de estos se emplea distintos estabilizadores, como, por ejemplo: el cemento, el cloruro de sodio, la cal y entre otros. Además, se han empleado en algunos casos, mezclas de distintos productos estabilizadores, así como las mezclas de distintos tipos de suelos con el objetivo de resolver de manera más óptima los problemas particulares que se encuentren en campo.

Según, el Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito:

Si se cuenta con insumos para la ejecución de la vía que no cumplan con las características generales, como que el CBR de los materiales se encuentre de acuerdo con los valores de diseño, no serán admitidos con sus valores inferiores. [...] La estabilización tiene como objeto mejorar lo resistente que puede llegar a ser, su insensibilidad al agua, su durabilidad, entre otros aspectos importantes. De esta manera, se podrán usar suelos que se encuentren por debajo a la carpeta y los suelos que son granulares las cuales tengan características excelentes, pero de poca estabilidad (es decir el CBR mínimo) en la capa principal del afirmado. Se da en dos casos la estabilización, pues esta la primera que es la granulométrica o la segunda que es mecánica, el cual se encuentra conformada por la unificación de dos o más de dos suelos que cuenten con cualidades diferentes, de tal manera que se logre un suelo que se caracterice por su mejor plasticidad, granulometría y permeabilidad o impermeabilidad. Cabe indicar que esta estabilización se efectuará por medio de la utilización de los aditivos que actúan física o químicamente en el suelo utilizado (2013, p.155).

Estabilización por compactación

Según el autor Crespo:

La compactación de un suelo es aquel procedimiento mecánico con lo que se busca la mejoría las cualidades que presenta en la resistencia. Cuando los suelos son compactados, los granos se aprietan entre sí, lo cual hace que aumente su soporte. Por otro parte, al estar densificado la masa por la compactación, se minimiza en cantidad los vacíos; entonces, se reducen los líquidos que puedan perjudicar su resistencia al corte. Cabe mencionar que, para tener la calidad del terreno es necesaria la compactación. Además, aunque los suelos se encuentren bien compactados pueden ser intervenidos por la humedad y por el desgaste del pesado tránsito vehicular de gran peso, si es que no poseen las cualidades indispensables (2001, p.24).

Estabilización química, Esto se refiere directamente al empleo de sustancias químicas, en donde cuya utilización conlleva la sucesión de iones metálicos y variación en la estructuración del suelo. Al disponer de los estabilizadores se toman en cuenta los agentes químicos, pues se llevará a cabo una óptima clasificación del suelo y con respecto a ello se tendrá la cantidad y la tipología del estabilizante, así como el proceso adecuado para efectuar la misma.

Se conceptualiza como la compactación de los granos por la reacción de los componentes químicos cuando interactúan con el suelo, aquello hace que se solidifican y que tomen la posición de actuar como ligantes a la fracción más gruesa granular (Choque, 2012, p.38).

De acuerdo con Gutiérrez, las características fundamentales de las sustancias químicas son las siguientes:

- Cal: Se aventaja por reducir la plasticidad que se pueden encontrar en algún tipo suelo en particular los arcillosos y además resulta ser más económica a comparación de las demás.
- Cemento Portland: Incrementa la resistencia que se tienen en los suelos y su uso va dirigido esencialmente para las gravas finas y/o las arenas.
- Cloruro de Sodio: Reduce y se encarga de impermeabilizar los polvos en el suelo, para lo más adecuados son el tipo de suelo arcilloso y limoso.
- Cloruro de Calcio: Impermeabilizan y reduce las partículas de polvo que se encuentra en la superficie.
- Polímeros: Se usa mayormente en carpetas asfálticas para traer consigo ventajas en la

impermeabilización, resistencia y alargar la vida útil de la estructura vial.

Para la propuesta de la estabilización de un suelo se debe tener en cuenta los efectos que se esperan con relación a la estabilidad en cuanto al volumen, permeabilidad, durabilidad, resistencia que se da de manera mecánica, y compresibilidad (2010, p. 39).

Características de los suelos a tomar en consideración en su estabilización

La estabilidad volumétrica, se refiere a que el suelo puede estar expandido o contraído por los cambios de humedad. Cabe mencionar que, las expansiones son causas de un incremento de la humedad y no son controlados, podrían ocasionar graves deterioros en el pavimento. Por lo tanto, es primordial detectar los suelos que se expanden, sus componentes y el proceso de mantenimiento más eficiente (Montejo, 2001, p.46).

En la actualidad, las soluciones que se plantean para no evitar los cambios volumétricos en suelos que se expanden, podrían ser la consideración de introducir humedad a las partículas granulares en forma seguida y la otra opción sería aplicar pesos que equilibre la presión en cuanto a su expansión. Cabe indicar que, cuando la carpeta a estabilizar es de pequeño espesor, se debe tener en consideración que el suelo colindante está más propenso a expandirse, pero que estos deslices serán tolerados cuando la capa que será estabilizada se mueva uniformemente.

La resistencia

Según el autor Hilario:

La resistencia de los suelos se considera baja cuando tenga mayor cantidad humedad que presenta. Cabe indicar que los suelos arcillosos, cuando se secan pueden alcanzar grandes resistencias. Además, se presentan veces en donde la minimización de la humedad en los suelos significa una reducción de su resistencia directamente, pues se han presentado algunos casos de tierras granulare que se deslizan provocados por este tipo de suelo, arcilla, que se han secado y se agrietaron, lo cual provocan que se comporte como un material friccionante. (2015, p. 12 – p.13)

Por otra parte, según el autor Montejo, sostiene lo siguiente:

Depende de la humectación y la compactación para lograr diferentes revoluciones de presencia en cuanto a resistencia en un suelo denominado arcilloso. El suelo arcilloso que cuanta con una

alta humedad, sin dejar de considerar su peso el cual es volumétrico seco de grado alto, presenta como resistencia un nivel bajo y un comportamiento que puede ser plástico o viscoso y esto es principalmente porque si existe una humedad alta en la arcilla se presentarían efectos de repulsión con cada una de las partículas que son componentes de esta. Así mismo se sabe que en suelos finos, es relevante la aplicación que se debe considerar en la compactación, más que nada cuando se toman en cuenta las humedades de mayor optimización en cuatro a nivel (2001, p.46 - 47).

Por lo tanto, los procesos que estaban enfocados para mantener los granos, sin que se de algún cambio volumétrico, son los más adecuados para tener en cuenta la resistencia que se da en el suelo, así como la inclusión de los agentes que se encargan de transformar a un suelo fino en una masa que se convierte en granular.

La permeabilidad

Según el autor Hilario, afirma lo siguiente:

La permeabilidad plantea dos problemáticas básicas, las cuales son: relacionado con el hecho de disipar las presiones que se presentan en el poro y el relacionado con el los líquidos que van por el suelo. Es preciso indicar, que al tener presiones de los poros de manera excesiva se origina los deslizamientos que se presentan en las explanaciones y la continuidad del agua puede hacer que se origine arrastres. Se aclara que, cuando un suelo arcilloso se compacta con la presencia muy baja de humedad o literalmente en seco, se obtiene al finalizar una permeabilidad de nivel alto en los suelos por los granos que no se disgregaron, lo cual conlleva a la resistencia del esfuerzo en la compactación y lo cual hace que se permiten que se forme la cantidad de vacíos en mayor cantidad. (2015, p.14).

La modificación de la permeabilidad no es difícil en los suelos ya que van de la mano con los métodos como por ejemplo con la compactación, y entre otros. En los suelos que son de tipo arcillosos, el uso de floculantes (como las polifosfatos) reducen la permeabilidad con mayor énfasis y el uso de floculantes (como hidróxido de calcio o también podría ser el yeso) aumenta el valor de la presencia en la permeabilidad (Montejo, 2001, p.47).

La compresibilidad, se hace referencia a la compresibilidad se caracteriza por la importante interacción que se tiene con las propiedades del terreno (suelo), pues la permeabilidad se cambia, ya que se altera las fuerzas que existen con cada una las partículas tanto en sentido, así como también en magnitud, lo cual es relevantemente importante en la modificación de la resistencia (Montejo, 2001, p.48).

Además, el autor Hilario, indica lo siguiente:

Para el caso de arcillas saturadas, serán tomados por agua si es que no está presente el drenaje y se ejecutan con el esfuerzo. Cuando se permita el drenaje, los esfuerzos serán transmitidos de manera gradual a la estructura del suelo; este procedimiento hace que se produzca una compresión gradual de la mencionada estructura, a lo cual se le conoce como consolidación. Es preciso aclarar que, la compresibilidad del suelo quizá presente importantes distorsiones, lo cual depende de ciertos aspectos como la relación de la carpeta con respecto lo que el suelo soporta previamente, el tiempo de la aplicación del peso cuando se ha disipado la presión de los poros que son encontrados por el exceso de la hidrostática, la sensibilidad que presenta el suelo y la manera de realizar las pruebas para el estudio de la consolidación. Cabe mencionar que al remodelar un suelo se altera su compresibilidad, por lo que sería otra opción modificarlo mediante algunos de los procesos de compactación. (2015 p.14 y p.15).

Durabilidad

De acuerdo con el Autor Montejo, en la durabilidad se involucra lo siguiente:

Se involucra algunos factores los cuales hacen referencia a la resistencia al intemperismo, a la abrasión del tráfico; por lo tanto, las problemáticas de la durabilidad que se presentan en los caminos está asociado a suelos que se sitúan cerca de la vía. Estos inconvenientes afectan tanto a los suelos que se encuentran en su origen natural como a los que ya se encuentran estabilizados. En la actualidad, existe diferencias en el estudio de la estabilización, la cual es la falta de las adecuadas pruebas que deben darse para el estudio de la durabilidad (2001, p. 48).

Estabilización de carreteras empleando bischofita

Definición de la bischofita, es el nombre químico del Cloruro de Magnesio Hexahidratado y su fórmula química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Este es una sal de magnesio la cual se obtiene de sales cuyo componente es el cloruro de magnesio hexahidratado, también es utilizado como un químico estabilizador del conjunto de partículas pues se le conoce por que minimiza las patologías que se presentan de manera superficial de las carpetas granulares de rodadura (Gutiérrez, 2010, p. 65).

La Bischofita es conocida por ser una sustancia química natural lo cual tiene como fin facilitar la captación y la retención de los líquidos en lugares semidesérticos, en donde se tiene que su composición química como:

Tabla 2. *La composición química de la bischofita*

Componetes Principales	
Cloro	29,0 - 32,8 %
Magnesio	10,0 - 12,8 %
Agua	50,0 - 55,0 %
Componentes Menores	
Sodio	0,5 - 2,8 %
Sulfato	0,0 - 2,0 %
Potasio	0,3 - 3,8 %
Litio	0,2 - 1,1 %
Boro	0,1 - 0,5 %

Fuente: Hilario, 2015, p.40.

Características de la bischofita, se presenta cualidades especiales y únicas a diferencia de otros que también tienen la función de estabilizador, esto es posible gracias a sus componentes, asimismo es natural en un cien por ciento.

Según Sagastegui, las propiedades principales de la bischofita son:

- **Ligante:** Es la propiedad que hace referencia a la adherencia de las finas partículas presentes, lo cual da la posibilidad de fortalecer la superficie de rodadura.
- **Higroscopicidad:** Esta propiedad cuenta con la capacidad de absorber la humectación que circula en la atmosfera, es decir que obtiene humedad de la atmosfera cuando la humedad es superior al 32%, imita un riego periódico por encima del camino.
- **Resistente a la evaporación:** Es decir que aminora la tasa del agua hasta 3,1 veces y se caracteriza en poseer poca presión de vapor, lo cual da la posibilidad de que no se pierda la humectación adsorbida por esta.
- **Delicuescencia:** Se caracteriza que porque se disuelve en la humedad adsorbida para formar la nueva solución líquida.
- **Presión de vapor el cual es de menor cantidad de agua:** Es decir que la consecuencia de la evaporación que ocurre con el agua de las posibles respuestas con el uso de Bischofita es de una menor cantidad a comparación con el agua natural.
- **Tensión superficial mayor a la del agua:** Se considera relevante en el suelo, pues la lámina del líquido que se encuentra envolviendo los granos son como un puente elástico que reúnen cada una de los terrenos colindantes, por lo que las sales aumentan su resistencia al estar en esta unión.
- **Temperatura del congelamiento menor a la del agua:** Puede ser utilizado en calles de menor dimensión y/o en carreteras, como se fuese un anticongelante con el fin de difundir el hielo (2016, p.79 y p.78).



Figura 2. Muestra de la bischofita.

Aplicaciones de la bischofita

De acuerdo con el autor Gutiérrez, se tiene que la bischofita tiene entre sus primordiales aplicaciones lo siguiente:

- Estabilizador de caminos no pavimentados; el elemento denominado como la bischofita el cual tiene como fin estabilizar cualquier suelo, puesto que se basa en la experiencia.
- Supresor del polvo en vías no pavimentados; el empleo de la bischofita como supresor de polvo se da principalmente en los caminos que se encuentran a nivel de afirmado, incluso se puede emplear en grandes extensiones de vía, un ejemplo claro serían los estacionamientos y entre otros (2010, p.67).

Metodología de la bischofita

El autor Vergara, propone un ejemplo, la cual es el siguiente:

La empresa SALMAG cuenta con una guía de aplicación la cual es muy utilizada para la estabilización con bischofita puesto que la mencionada empresa es líder en tecnología del uso de la bischofita tanto en Chile como en otros países. En la guía se encuentran los procedimientos y recomendaciones para el uso y aplicación de la bischofita. Por ejemplo, la guía indica que es recomendable realizar la estabilización en espesores que van de 10 a 25 cm. Es recomendable diseñar su espesor para vidas útiles que van de 2 y 3 años, así mismo se tiene que tener en cuenta que el espesor puede ser diseñado tomando en cuenta el método AASHTO o el método mecánico, Además, se sugiere comenzar la actividad con un tramo ejemplo de prueba para adecuar el proceso constructivo de tal manera que la bischofita quede homogeneizada con el suelo a ser estabilizado. De igual forma como existen las recomendaciones también se tienen las

precauciones con respecto al buen funcionamiento de la ejecución de la actividad, empleando la bischofita como estabilizador de carpeta de rodadura (2011, p.14 – p.16).

Recomendaciones de Almacenamiento, en la guía de la empresa SALMAG, empresa líder en aplicación de bischofita, se señala que las recomendaciones de almacenamiento tienen el fin de evitar el mal desempeño de este elemento por la inadecuada manipulación. Por otro parte, debido a la característica de la bischofita de contraer la humedad de la atmosfera, es necesario tener cuidado no contaminarlo con material granular o algún otro material como el aceite, si esto fuese así, se puede ocasionar una disminución de la solubilidad del producto.

El autor Vergara menciona que, para el acopio de la bischofita en obra, se recomienda lo siguiente:

- La zona destinada al almacenamiento de la bischofita no debe de estar menos de 10 metros de cualquier canal de regadío (agua).
- Se debe almacenar el material en un lugar que se encuentre nivelado y también seco.
- El producto deberá de cubrirse con una lona que sea impermeable, cuando se encuentre en zonas donde exista una alta humedad (2011, p. 14-16).

Recomendaciones de seguridad y ambientales

El autor Vergara menciona que:

- Se deberá de ejecutar algunas normas para la utilización del producto en sitios de empréstito para la obtención de áridos.
- No debe haber derrame de material mientras se realiza el transporte de este.
- Se deberá proporcionar las señalizaciones con referencia a las normativas vigentes.
- Se deberá de diseñar y conservar los desvíos trazados dentro de la construcción, con respecto a las normativas vigentes.
- Se tiene que cumplir con las normativas de seguridad e higiene, para evitar cualquier tipo de inconveniente (2011, p. 14-16).

Las especificaciones del suelo para la superficie de rodadura

La granulometría

El autor Hilario, sostiene lo siguiente:

Para la granulometría se considera 3 aspectos más relevantes en el suelo-bischofita como estabilizador:

- a.El máximo tamaño de las partículas

Se limita el máximo tamaño de las partículas para así poder tener su mejora. Mayormente, se toma en cuenta que el límite que se encuentra mayor al tamaño máximo del suelo sea pues la tercera parte del espesor ya compactada de la capa y es mejor que el tamaño máximo de esta no llegue a superar los 50 mm.

El contenido de los finos

Este contenido que se encuentre en el terreno in-situ se considera por influencia en la estructura con relación a su comportamiento. Este esqueleto mineral deberá de comportarse como estable cuando se esté en el proceso de la obra, lo cual no ocurrirá si es que se logra superar una cantidad de porcentaje de los finos, pues estas las partículas dejan de tener contacto. Es recomendable que la muestra cuente con la mínima cantidad de los finos.

La continuidad granulométrica

Se debe prestar atención en la continuidad granulométrica del suelo, pues por lo general se interactúa con una mejor compactabilidad de este y da el alcance de manera económica con la durabilidad de la capa que se encuentra en análisis (2015, p.27 y p.28).

La relación de soporte de california (C B R), en este ensayo se encarga de medir la resistencia que se tiene al corte de una muestra, en donde se toma en cuenta la humedad que presenta esta y así mismo su densidad, ya que son las que están controladas, con el fin de que se alcance la mayor densidad que sea posible en campo. Esta humedad, deberá de ser determinada con tiempo en un laboratorio especialista en los suelos.

El autor Hilario, sostiene lo siguiente:

El número del CBR es obtenido con la relación que se tiene entre la carga unitaria la cual es necesaria para lograr una profundidad en la incrustación del pistón que se encontrara al interior de una muestra compactada, el cual cuenta con el contenido de la humedad y de una densidad ya encontrada (2015, p.31).

Índice de plasticidad

Con respecto a Hilario, el autor sostiene lo siguiente:

Es necesario controlar la plasticidad del suelo específicamente de la fina fracción que presenta. La adición de la bischofita, da como resultado la aglomeración la arcilla y esto se debe por el intercambio que se da en los iones, lo cual provoca la reducción de la carga negativa del mineral la cual ya viene en la arcilla. Si se utiliza suelos con alta plasticidad se presentan los problemas

en el proceso de la mezcla de la muestra del suelo con la solución salmuera, lo cual hará que se disminuya el rendimiento de esta actividad ejecutada. Es necesario aclarar, que al contar con una plasticidad que se encuentra alta se tendrá el camino más resbaladizo cuando se esté en las épocas de lluvia. Cuando la plasticidad es baja se requiere mayor cantidad de bischofita para tener una mezcla homogénea en el suelo con relación a la sal (2015, p.31).

La abrasión, se aclara que cada material que será empleado debe de contar con la resistencia dirigida a la fragmentación de la superficie, para así poder contar con la seguridad de su estabilidad cuando se tenga la compactación y se tenga un adecuado comportamiento con respecto a las cargas repetidas (Hilario, 2015, p.32).

Compactación

Con respecto a Pumaricra, el autor sostiene:

La compacidad de un suelo es una propiedad importante en carreteras, al estar directamente relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme; adquiere una importancia crucial en el caso de los terraplenes y todo tipo de relleno en general, en los que el suelo debe quedar lo más consolidado posible para evitar asentamientos- causantes de variaciones en la rasante y alabeo de la capa de rodadura-durante la posterior explotación de la vía. En la compactación de suelos, la humedad juega un papel decisivo: mientras que un suelo seco necesita una determinada energía de compactación para vencer los rozamientos internos entre sus partículas, el mismo suelo ligeramente húmedo precisara un menor esfuerzo, ya que el agua se comporta como un agente lubricante formando una película alrededor de los granos y disminuyendo la fricción entre ellos (Pumaricra, 2018, p32).

Las propiedades del suelo tratado con bischofita, la bischofita tratada en los suelos es muy importante al hablar de la estabilidad de los suelos, y cuando se combina con el suelo, se da la mejoría en los algunos aspectos, por ello el autor Vergara sostiene lo siguiente:

La estabilidad de manera volumétrica: Se encarga de controlar la expansión de los suelos, con el evitar el origen de las presiones lo cual podría llevar a cabo deformaciones que se consideren graves.

La resistencia: La incrementación que se da en resistencia es con respecto al tiempo.

La permeabilidad: La permeabilidad posee características que serán incrementadas, al ejecutar la unión de las partículas y el impedimento del flujo de agua.

La compresibilidad: Se encarga de alterar a la permeabilidad, debido a que varían las fuerzas que se encuentran presentes entre las partículas, lo que se considera esencial para la modificación con referencia a la resistencia del terreno y al esfuerzo cortante.

La durabilidad: Ofrece lo que se llama resistencia al intemperismo que se da en la erosión o también podría darse en el tráfico pesado, y de esta forma los inconvenientes en la durabilidad en los caminos no pavimentados se califican como menores (2011, p. 22 - p.23).



Figura 3. Se muestra carretera no pavimentada con bischofita.

Estabilización con bischofita en el Perú, en el Perú ha habido algunas ocasiones donde se ha estabilizado carreteras empelando bischofita, para lo cual se presentan algunos casos:

- La estabilización de las carpetas granulares de la operación ejecutada en la Sociedad Minera que se ubica en el Cerro Verde de la provincia constitucional de Arequipa.



Figura 4. Tramo con la aplicación de bischofita (El después).

- La estabilización de las carpetas granulares y la supresión del polvo en las vías vecinales ubicados en Carapongo en la provincia de Lima.



Figura 5. El acabado de la superficie de rodadura en Carapongo.

- La estabilización de las vías rurales en la Municipalidad de Virú que se ubica en La Libertad provincia de Trujillo.



Figura 6. Condición final de la vía.

Formulación del Problema

Problema General

¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la estabilidad de la superficie de rodadura en la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, ¿Ancash?

Problemas Específicos

1. ¿De qué manera la aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?
2. ¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?
3. ¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?

Justificación

Teórica

Se analizarán las teorías de estabilidad, estabilización de suelos y teorías de estabilización con bischofita. La investigación planteada contribuirá en proponer la

aplicación de una nueva dosificación de bischofita a la carpeta de rodadura para la estabilidad de las vías no pavimentadas.

Práctico

La presente se justifica porque plantea determinar la dosificación adecuada de bischofita que se aplicara en la superficie de la rodadura para la estabilidad de la carpeta de rodadura en las vías que no se encuentran pavimentadas.

Social

Se justifica porque se pretende realizar el estudio de la estabilidad de una carretera, y esto servirá para traer consigo el desarrollo de la sociedad, mejorando considerablemente la vida de los lugareños que residen en la zona de estudio, puesto que al tener una mejor estabilidad la carretera se reducirá los tiempos y por tanto los costos de transporte de los diferentes productos.

Este proyecto mejorara las condiciones de transitabilidad para los vehículos, los cuales ayudan al transporte de los niños y adolescentes para ir a sus instituciones educativas, esto disminuirá el tiempo de trayecto en forma considerable.

Hipótesis

Hipótesis General

La aplicación de bischofita mejora la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca, chana, Huari, Ancash.

Hipótesis Específica

1. La aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.
2. La aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.
3. La aplicación de bischofita presenta mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la influencia de la bischofita en la estabilidad de la superficie de rodadura de carretera no pavimentada Palca-chana, Huari, Ancash.

Objetivos Específicos

1. Determinar los cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada al aplicar la bischofita.
2. Determinar la mejora en la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada al aplicar bischofita.
3. Determinar la mejora de la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de la carretera no pavimentada al aplicar la bischofita.

II. Método

2.1 Tipo y diseño de Investigación

Diseño

El diseño será “experimental” pues se aplicará la bischofita a la superficie de rodadura, la cual será monitoreada para detectar el efecto que causa en la estabilización de la carretera la cual esta como muestra del estudio.

Tipo de investigación

El tipo será aplicado, ya que se pretende resolver un problema práctico, tal cual es la inestabilidad de las carreteras no pavimentadas, mediante los conocimientos teóricos.

Nivel de la investigación

El nivel será explicativo, debido a que mediante los ensayos de laboratorio en la superficie de rodadura se reconocerá como la bischofita mejorara la estabilidad de las vías que no se encuentran pavimentadas.

“El nivel de investigación que se considera explicativo es más que la descripción de fenómenos, pues está dirigido a entregar los motivos por el que suceden los fenómenos físicos” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010, 2010, p. 95).

Enfoque

El enfoque será cuantitativo pues los datos que se van a recolectar serán las que midan cada variable planteada, que son la bischofita para determinar la mejora de la estabilidad de las carreteras no pavimentadas, con su aplicación.

“El enfoque será cuantitativo [...] y es secuencial como también probatorio, en este tema el orden que se da es de manera riguroso, y con eso redefine una fase del proceso” (Hernández et al., 2014, p.4)

2.2 Operacionalización de variables

Variables

La variable Independiente: La Bischofita

La variable Dependiente: La Estabilidad de la Superficie de Rodadura.

Operacionalización de las variables

La operacionalización de las 2 variables se define en desglosar cada una independientemente en dimensiones y posterior a ello en indicadores para así poder medirlos con la escala de medición y llegar a obtener los resultados de acuerdo con su unidad de medida.

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICIÓN
Bischofita	dosificación óptima de bischofita	Es un sal de magnesio obtenida de salares, es utilizada como estabilizador químico de suelos ya que reduce el deterioro superficial de las carpetas granulares de rodado, como también controla la emisión de polvo	Se realizara la aplicación de bischofita en los porcentajes de 3,7,9 % del peso seco del suelo	Aplicación de bischofita 3,7,9 del peso seco del suelo	%	Razón
Estabilidad de la superficie de rodadura	Indice de plasticidad	El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo	se realiza el ensayo de límite de Atterberg el cual nos dara la diferencia entre límite líquido y límite plastico.	Límite líquido y límite plástico	%	Razón
	Compactación	Es la comparación cuantitativa de las densidades secas o pesos unitarios secos, γ_d , que el suelo va adquiriendo gradualmente, al variar la humedad, la energía o el método de compactación.	Se realizara el ensayo de Proctor a las muestras obtenidas de las distintas calicatas, el cual nos indicara la densidad maxima y el óptimo contenido de humedad.	Densidad máxima y optimo contenido de humedad	%	Razón
	Resistencia al esfuerzo cortante	Es la resistencia de las tensiones paralelas, las cuales estan directamente asociadas a la tension de corte.	Se realizara el ensayo de CBR con el cual obtendremos la resistencia.	Resistencia del suelo	%	Razón

Fuente: Elaboración Propia.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

La población es la carretera no pavimentada la cual es Palca-Chana, en la provincia de Huari, región de Ancash que consta de 16+000 kilómetros.

Muestra

La muestra son dos tramos de la carretera no pavimentada Palca-Chana que sean más vulnerables a la inestabilidad. Se realizará 1 calicata por cada km, es decir se tiene 4 muestras.

De profundidad de un 1.50 m respecto al nivel de la subrasante en cada tramo vulnerable de la carretera, esto se realizará tomando en consideración el manual de carreteras.

Tabla 4. *Número de ensayos por calicata 1.*

Calicata 1		
N°	Muestra	Tipo de ensayo
1	muestra sin alterar	Contenido de Humedad Natural
		Análisis Granulométrico por Tamizado
		Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
2	muestra con 3 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
3	muestra con 7 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
4	muestra con 9 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. *Número de ensayos por calicata 2.*

Calicata 2		
N°	Muestra	Tipo de ensayo
1	muestra sin alterar	Contenido de Humedad Natural
		Análisis Granulométrico por Tamizado
		Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
2	muestra con 3 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
3	muestra con 7 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
4	muestra con 9 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. *Número de ensayos por calicata 3.*

Calicata 3		
N°	Muestra	Tipo de ensayo
1	muestra sin alterar	Contenido de Humedad Natural
		Análisis Granulométrico por Tamizado
		Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
2	muestra con 3 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
3	muestra con 7 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
4	muestra con 9 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Número de ensayos por calicata 4.

Calicata 4		
N°	Muestra	Tipo de ensayo
1	muestra sin alterar	Contenido de Humedad Natural
		Análisis Granulométrico por Tamizado
		Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
2	muestra con 3 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
3	muestra con 7 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR
4	muestra con 9 % de bischofita	Limite Líquido y Limite Plástico
		Relaciones Humedad Densidad (Proctor)
		CBR

Fuente: Elaboración Propia.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas para la recolección de los datos

- Observación: Estudia la influencia que se da por la adición de bischofita en la superficie de rodadura y prosigue con la anotación de los resultados que serán obtenidos de manera parcial.
- Los análisis de documentos: Se tomó en cuenta los temas que se están investigando así mismos también libros, tesis, revistas, etc.

Validez

La validez del estudio se determinará de manera técnica y especializada, el procesamiento de los datos in situ y recolección de datos mediante instrumentos, lo cual nos otorgara resultados que se asemejarían al comportamiento real de una carretera no pavimentada.

Confiabilidad

Para determinar la confiabilidad y validez de contenido se sometió al juicio de tres ingenieros: Mg. Ing. José Luis Benítez Zúñiga, Mg. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana, Ing. Guzmán Montes José Carlos.

2.5 Procedimiento

El procesamiento de información para determinar la influencia de la aplicación de bischofita en la mejora de la estabilidad de la superficie de rodadura, así mismo las desventajas y el porcentaje más adecuado. Se indica mediante el siguiente gráfico.

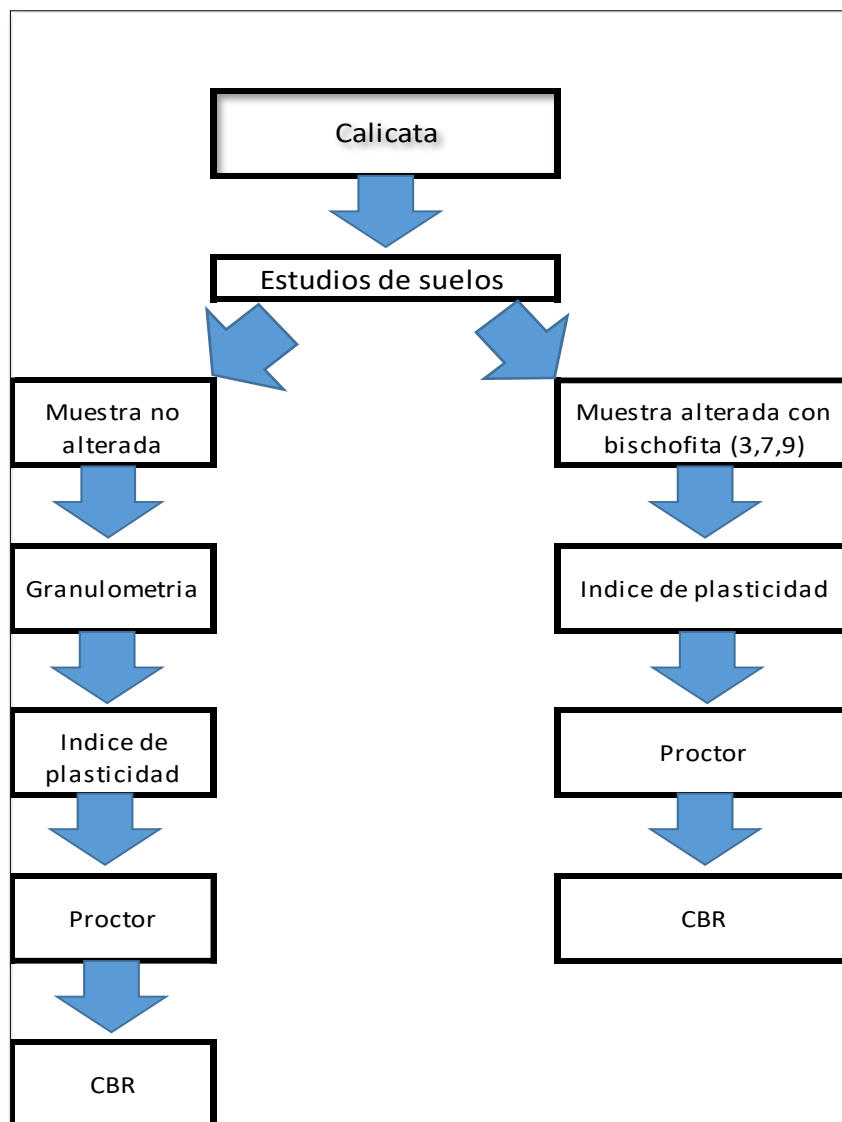


Figura 7. Procedimiento de Estudio.

2.6 Métodos de análisis de todos los datos

Se revisará las normas técnicas peruanas la cual nos indicará el tipo de ensayo a utilizarse, para un apropiado desarrollo de la investigación.

Tabla 8. *Los tipos de ensayos y aplicación de norma.*

ENSAYOS ESTANDAR	NORMA USADA
Contenido de Humedad Natural	NTP 339.127 ASTM D2216
Análisis Granulométrico por Tamizado	NTP 339.128 ASTM D422
Limite Líquido y Limite Plástico	NTP 339.129 ASTM D4318
ENSAYOS ESPECIALES	NORMA USADA
Relaciones Humedad Densidad (Proctor)	NTP 339.141 ASTM D1557
CBR	NTP 339.142 ASTM D1883

Fuente: Elaboración Propia.

2.7 Aspectos éticos

Se cuenta con los permisos de las autoridades pertinentes para realizar la toma de los datos de campo, además no vulnerará con la propiedad privada ni la integridad personal de los habitantes al realizar esta investigación. Cabe indicar que se trabajará con toda la transparencia posible al momento de obtener los datos de campo y laboratorio no se alterará ningún resultado.

III. Resultados

Descripción de la zona de estudio

El distrito de San Pedro de Chana – Huari es una zona rural que forma parte del departamento de la Provincia de Huari.

Su ubicación geográfica específica es:

- Departamento: Ancash
- Provincia: Huari
- Capital: Chana
- Distrito: San Pedro de Chana
- Código de Ubigeo del distrito de San Pedro de Chana: 021015
- Coordenadas UTM: 279169.00E, 8959840.00S.



Figura 8. Mapa de la provincia de Huari - Google Maps.

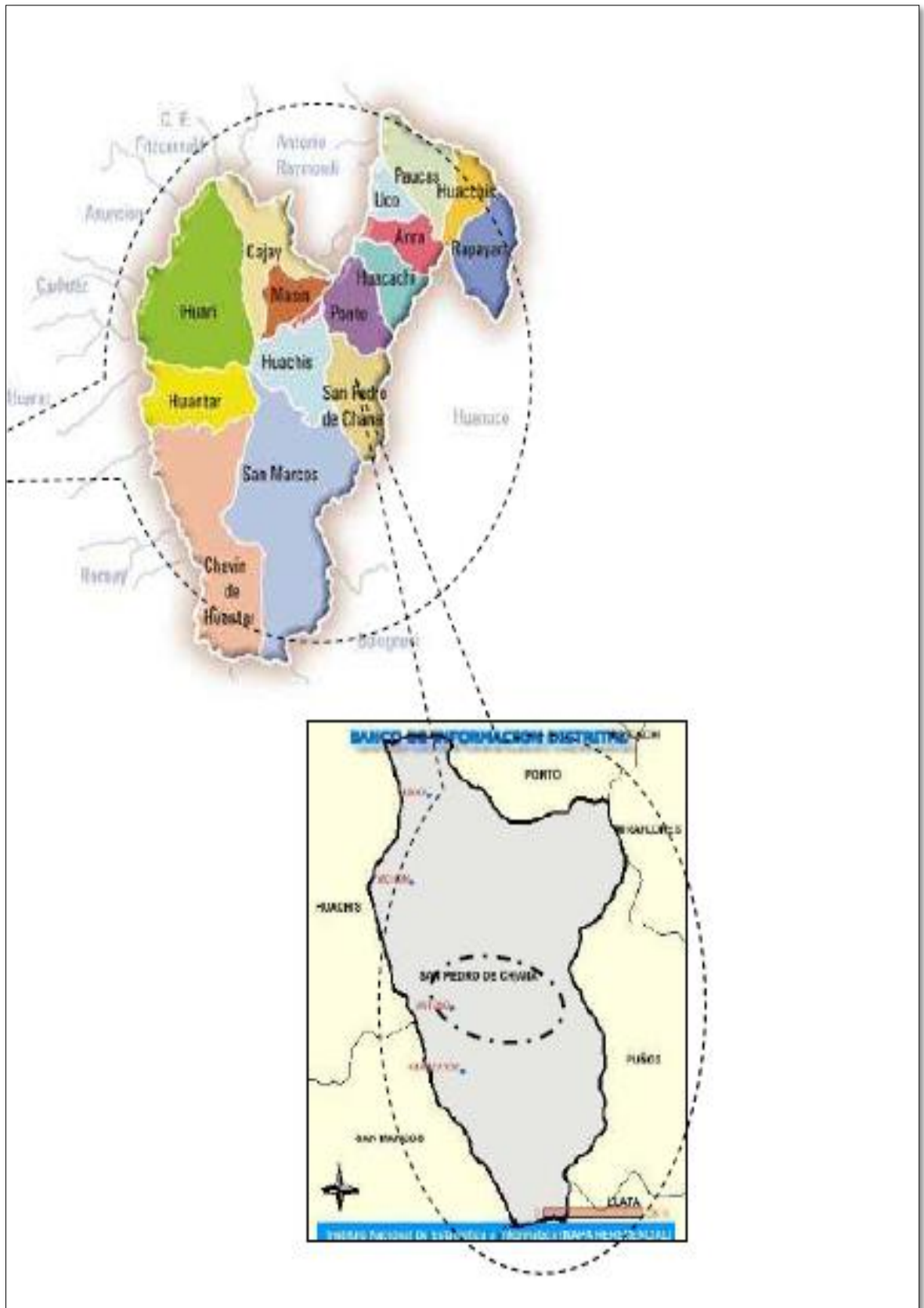


Figura 9. Localización de la zona de estudio - Google Maps.

Trabajos Preliminares

Características del sitio de extracción de suelo, el material que se analizó para fines de investigación en este trabajo se obtuvo del muestreo del material obtenido de las 4 calicatas realizadas a cada 2 km desde la progresiva 1+000 de la trocha de Chana, pertenecientes a la Provincia de Huari en el Departamento de Ancash.

Cabe mencionar que, cada calicata el cual forma parte de la muestra, tuvo una profundidad de 1.50 metros.

De los ensayos obtenidos en laboratorio, los resultados de los ensayos de los realizados en laboratorio, se mostrarán como anexo al finalizar la presente investigación de manera respectiva.

Es preciso indicar que la primera calicata, es la muestra en su origen al natural; La segunda calicata si presenta una incorporación de un 3% de bischofita a la muestra de análisis; La tercera calicata de igual forma presenta una incorporación de un 7% de bischofita a la muestra de análisis y finalmente la cuarta y última muestra presenta una incorporación de un 9% de bischofita a la muestra de análisis.

Límites de Consistencia de Atterberg

a. Procedimiento de Ensayo Límite Líquido

- Se procedió a tomar una muestra de ensayo la que debe ser igual o mayor de 100gr.
- Del material que pasa el tamiz N.º 40, se mezcla con agua formando una pasta con la ayuda de la espátula y un plato.
- Se coloca el aparato del límite líquido sobre una base firme y se deposita una mezcla de 50 gr. del material preparado previamente, para luego alisar la superficie con la espátula, de modo que la altura obtenida en el centro sea de 10 mm.
- La pasta que fue colocada sobre la copa de Casagrande nivelada con la espátula es dividida en dos partes iguales por el acanalador.

- Cuando se tiene el surco se gira la manivela del aparato con una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la ranura cierre en 10mm de longitud del fondo de ella.

- Posteriormente se toman 10 gr. del material que se junta en el fondo del surco para determinar su contenido de humedad.

Este ensayo se realizó para cada una de las Cuatro (04) muestras extraídas mediante 1.50 metros de profundidad.

b. Procedimiento de Ensayo Limite Plástico

La muestra de ensayo se prepara de manera idéntica a la descrita en el límite líquido, o bien puede usarse la misma muestra que se usó en ese ensayo, en la etapa en que la pasta de suelo se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.

- Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1 cm³, se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano, por sobre la superficie de amasado, formando un cilindro.

- Cuando se alcanza un diámetro aproximado a 3mm, se dobla y amasa nuevamente, para volver a formar el cilindro, lo que se repite hasta que el cilindro se disgregue al llegar al diámetro de 3mm en trozos de tamaños de 0.5 a 1 cm. de largo y no pueda ser amasado ni reconstruido.

- El contenido de humedad que tiene el suelo en ese momento representa el límite plástico, el cual se determina colocando las fracciones de suelo en un recipiente, secándolas al horno.

Este ensayo se realizó para cada una de las Cuatro (04) muestras extraídas mediante calicatas de 1.50 metros de profundidad.

Análisis de Resultados

Los resultados son plasmados en las siguientes figuras en forma de sustentación:

Índice de Plasticidad

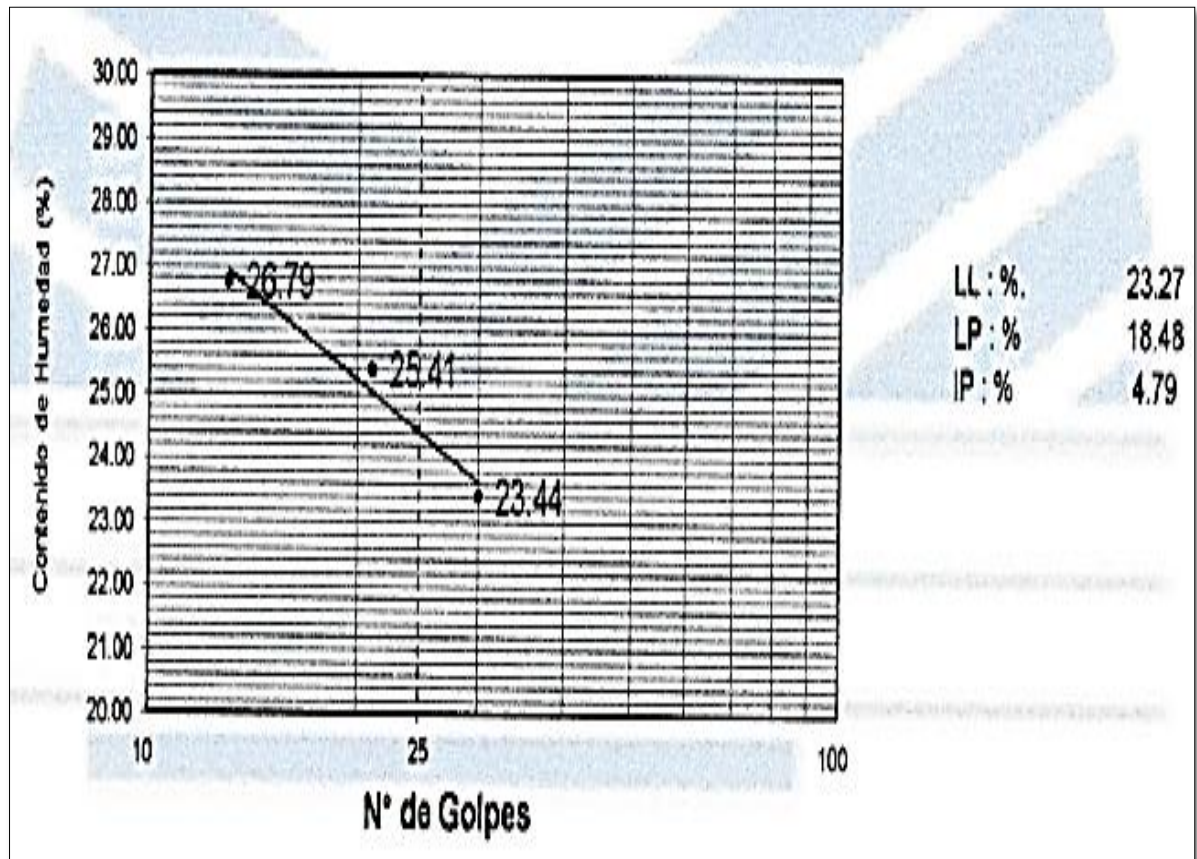


Figura 10. Índice de plasticidad sin agregar bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el índice de plasticidad es de 4.79 % en la muestra sin bischofita.

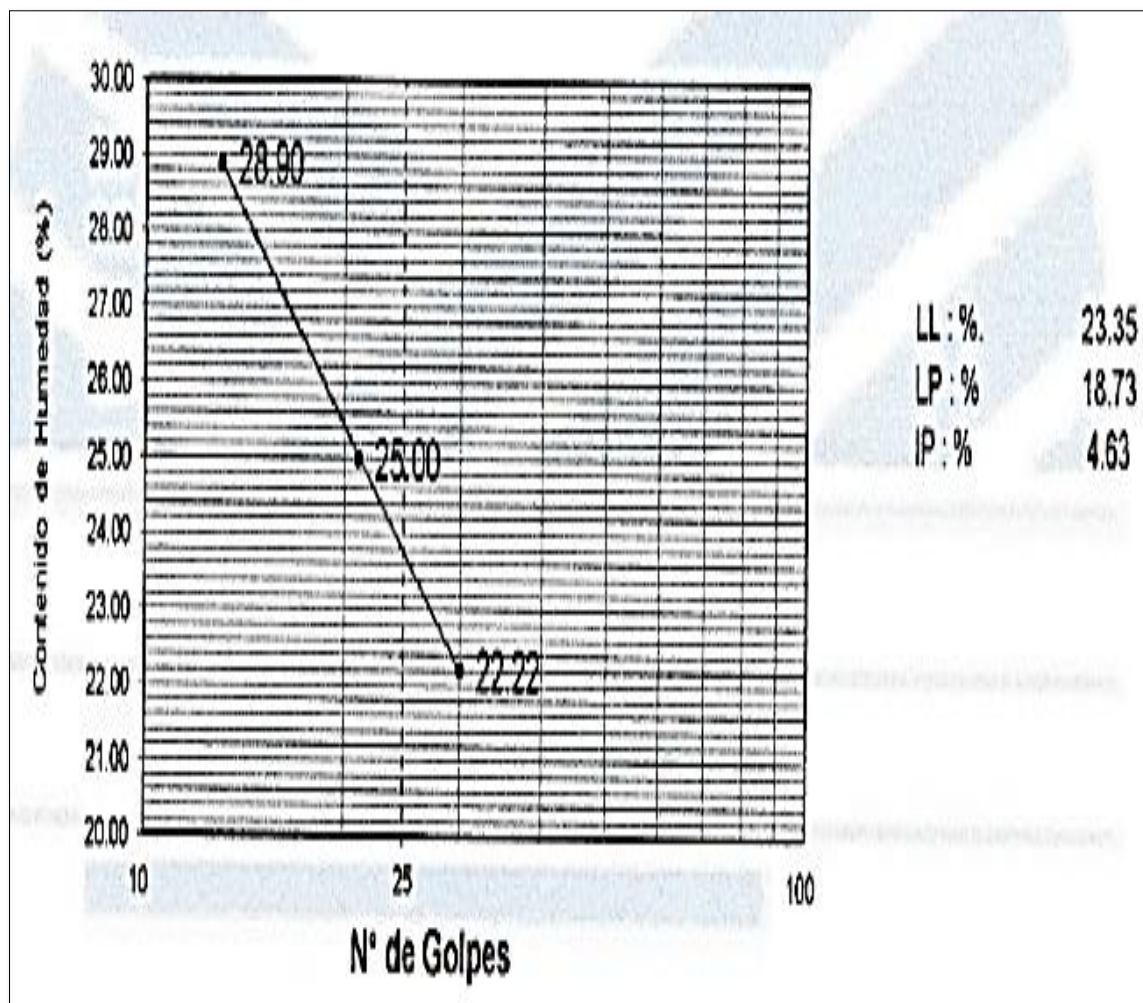


Figura 11. Índice de plasticidad agregando bischofita 3%.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el índice de plasticidad es de 4.63 % en la muestra agregando 3% de bischofita. El IP disminuye en 0.16% cuando se le agrega el aditivo.

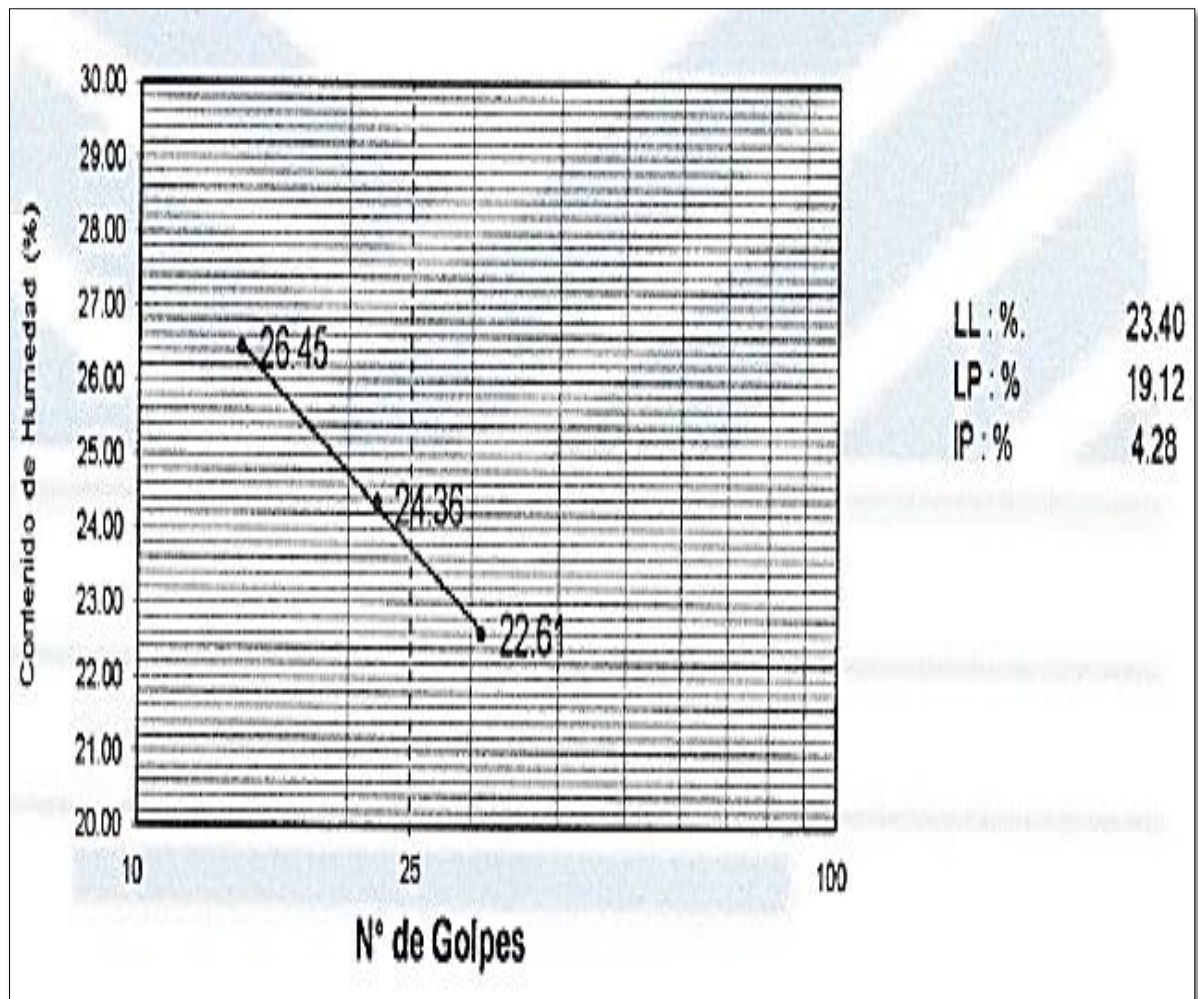


Figura 12. Índice de plasticidad agregando bischofita 7%.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el índice de plasticidad es de 4.28 % en la muestra agregando 7% de bischofita. El IP disminuye en 0.51% cuando se le agrega el aditivo.

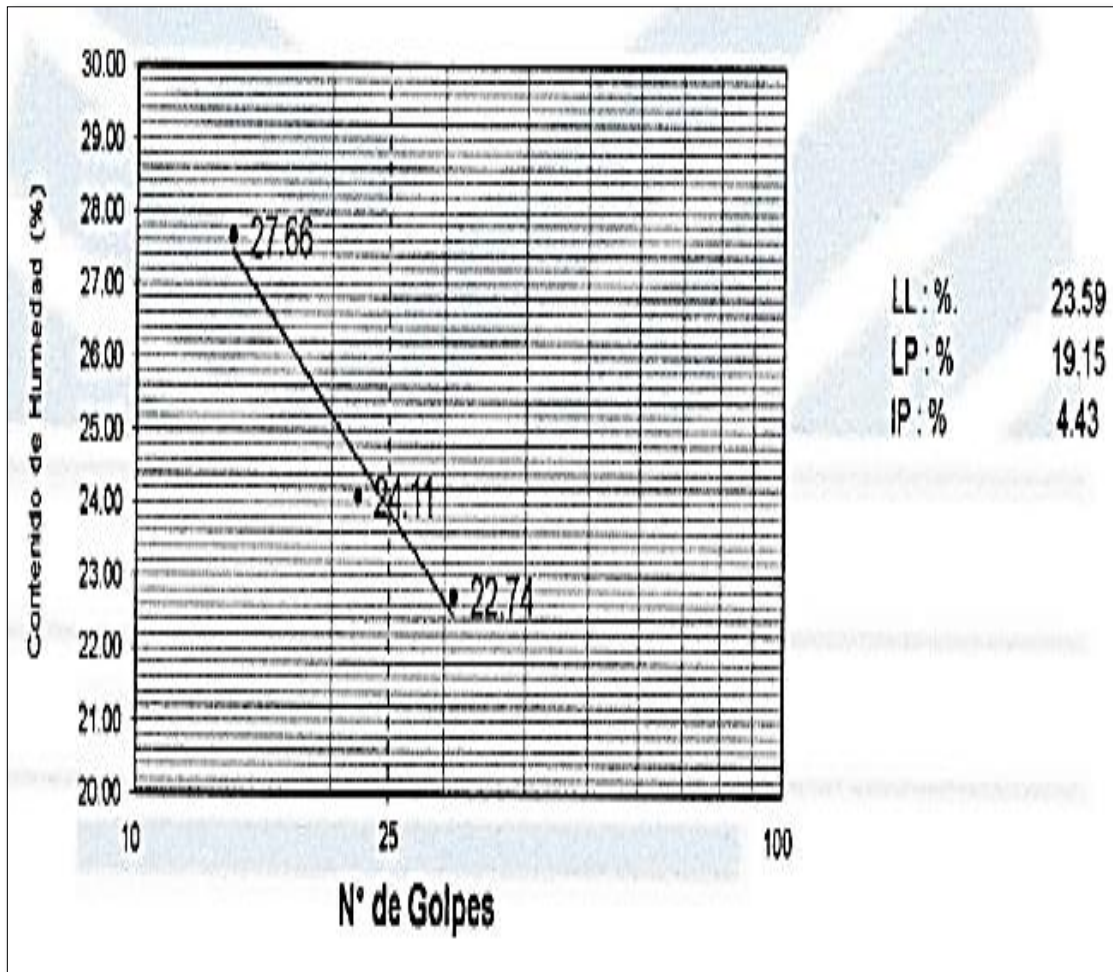


Figura 13. Índice de plasticidad agregando bischofita 9%.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el índice de plasticidad es de 4.43 % en la muestra agregando 9% de bischofita. El IP disminuye en 0.36% cuando se le agrega el aditivo.

Compactación

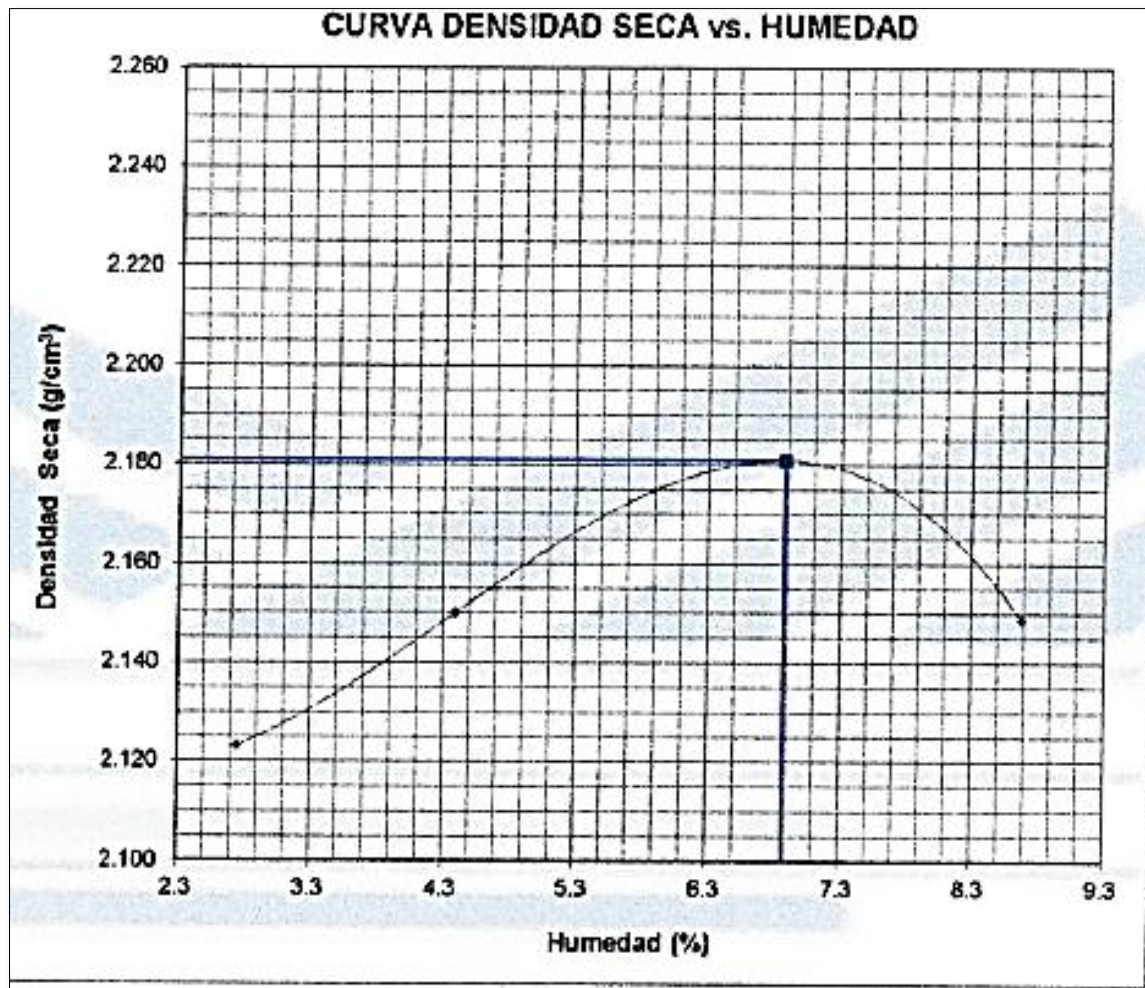


Figura 14. Compactación de la muestra sin agregar bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que densidad seca es de 2.181 % y un contenido de humedad del 6.87 % en la muestra sin bischofita.

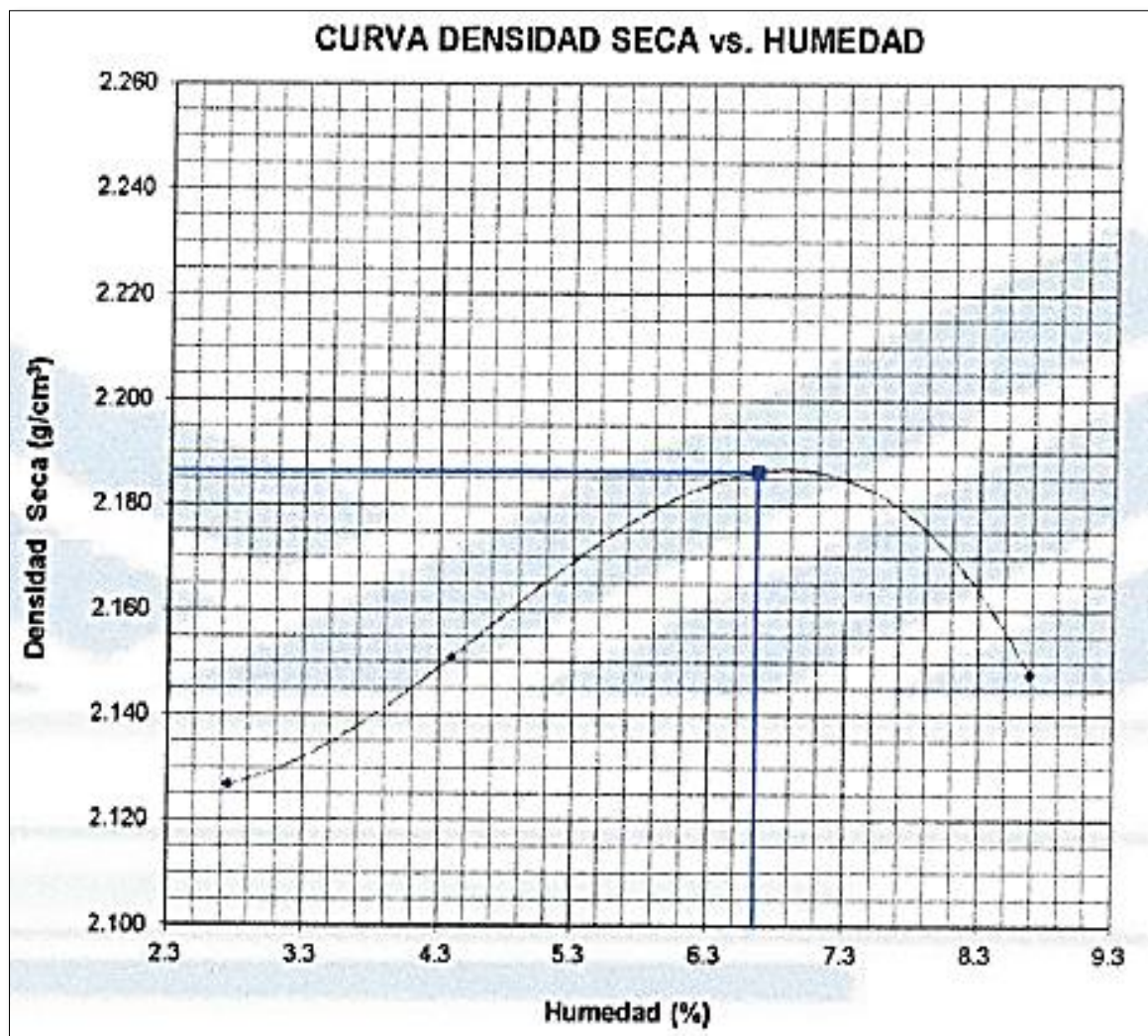


Figura 15. Compactación agregando 3% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que densidad seca es de 2.186 % y un contenido de humedad del 6.65 % en la muestra agregando 3% de bischofita. La densidad seca aumento en un 0.005 % y el contenido de humedad disminuye en un 0.22 % cuando se le agrega el aditivo.

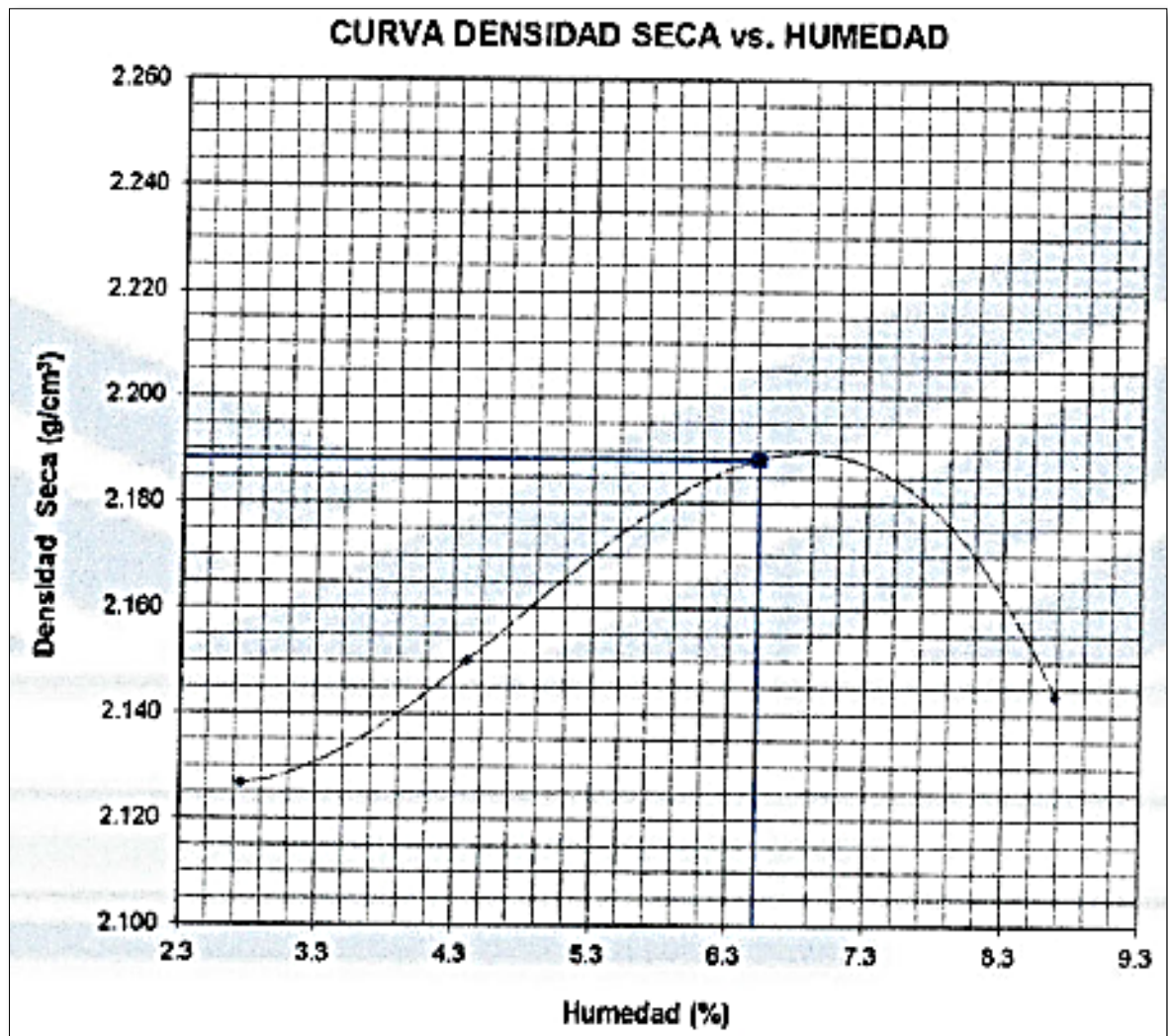


Figura 16. Compactación agregando 7% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que densidad seca es de 2.188 % y un contenido de humedad del 6.51 % en la muestra agregando 7% de bischofita. La densidad seca aumento en un 0.007 % y el contenido de humedad disminuye en un 0.36% cuando se le agrega el aditivo.

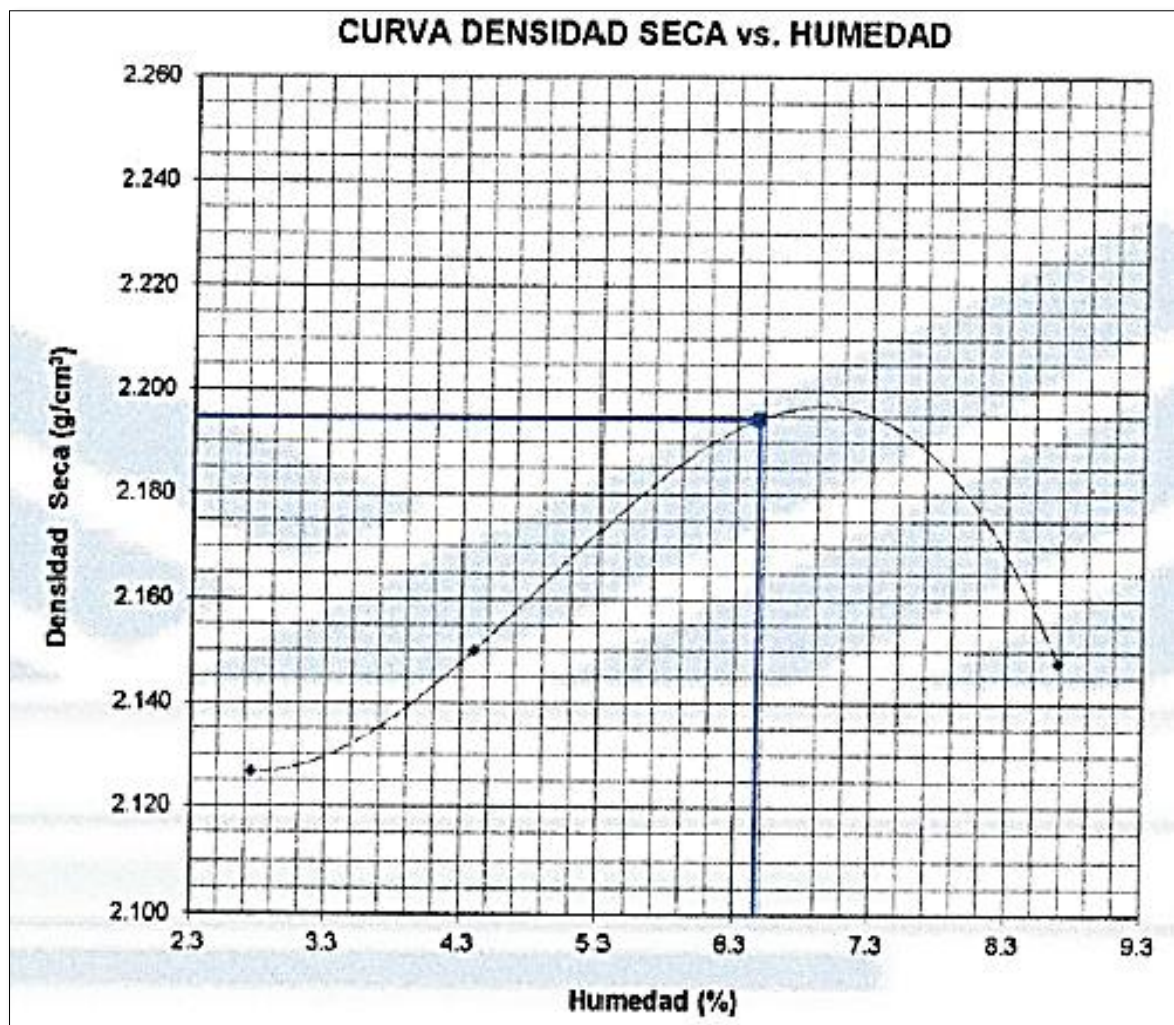


Figura 17. Compactación agregando 9% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que densidad seca es de 2.194 % y un contenido de humedad del 6.46 % en la muestra agregando 9% de bischofita. La densidad seca aumento en un 0.013 % y el contenido de humedad disminuye en un 0.41% cuando se le agrega el aditivo.

Resistencia

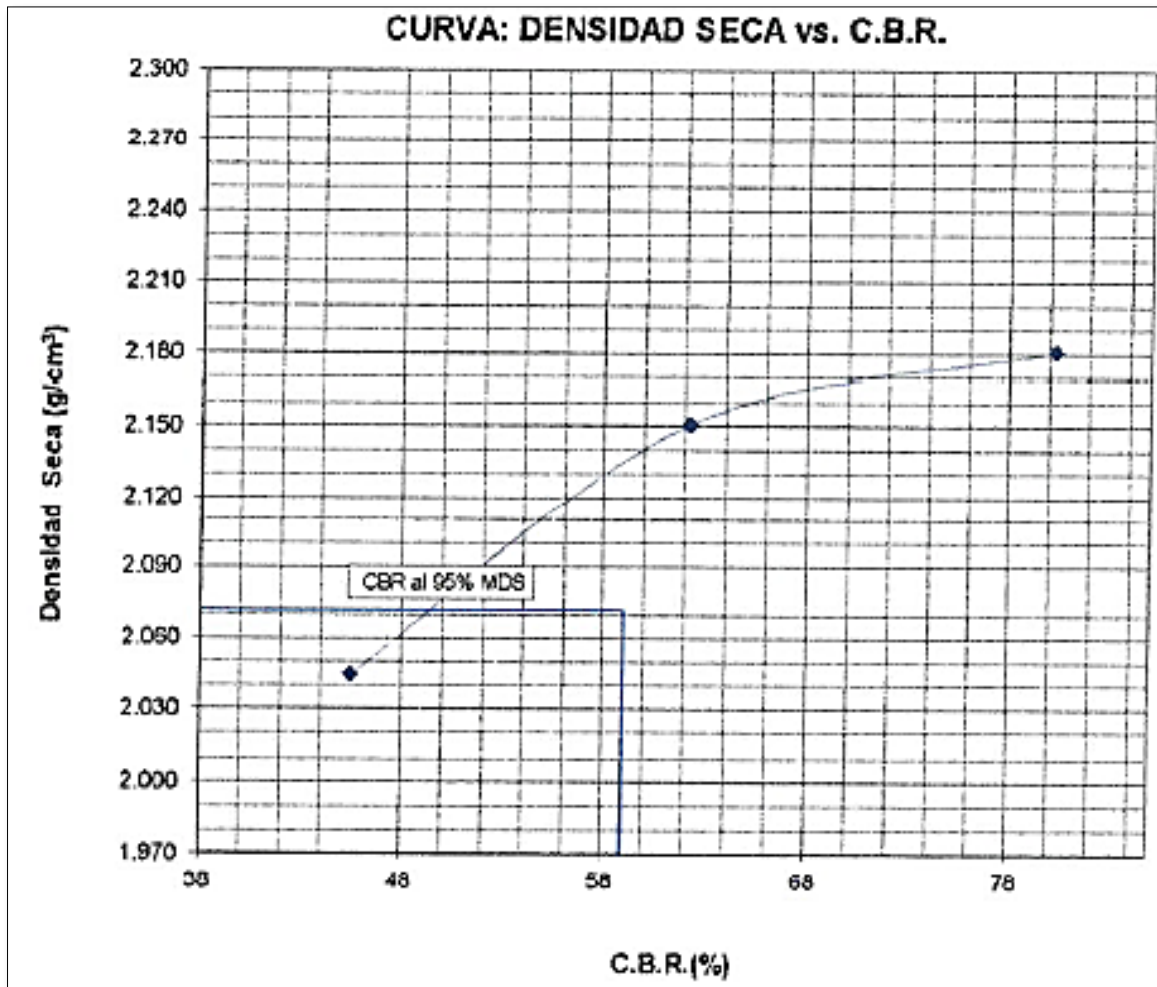


Figura 18. CBR sin agregar bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el CBR al 100% de la MDS es de 80.3 % y que el CBR al 95% de la MDS es de 59.0 % en la muestra sin bischofita.

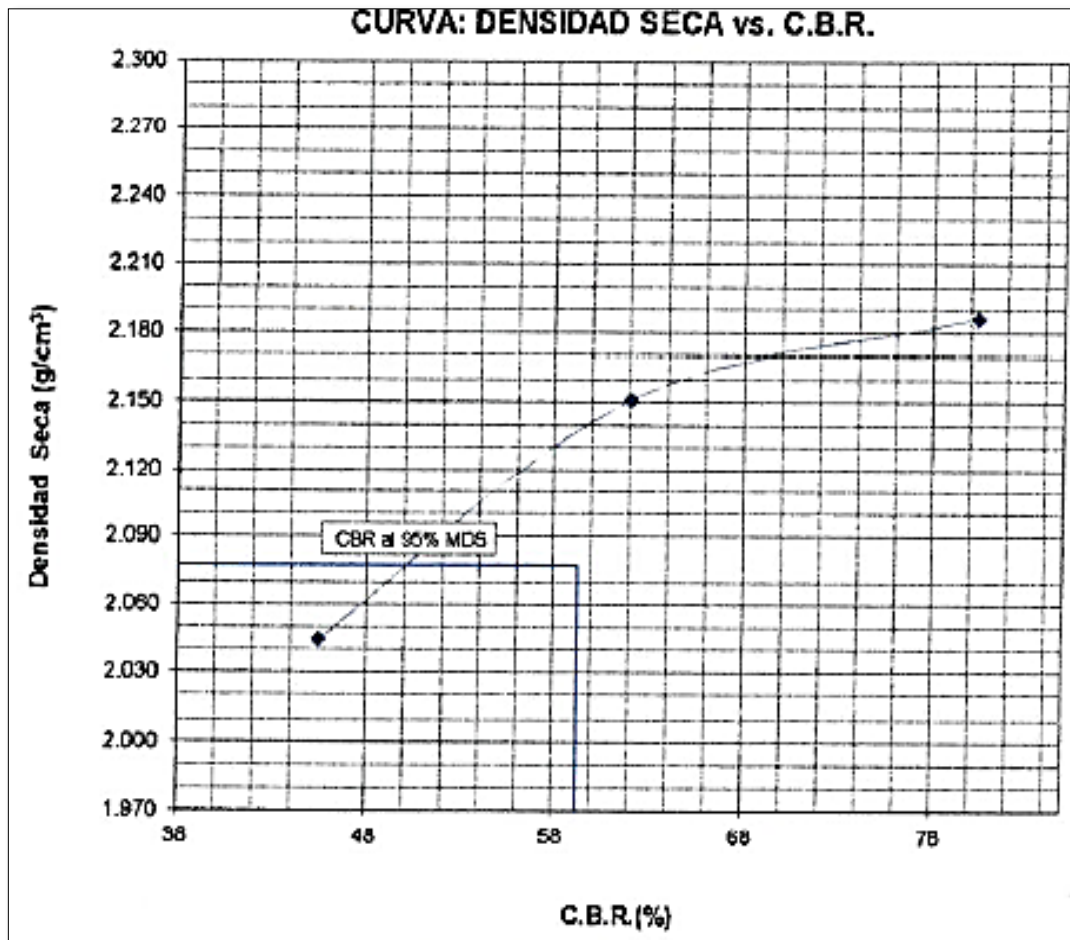


Figura 19. CBR agregando 3% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el CBR al 100% de la MDS es de 80.4 % y el CBR al 95% de la MDS es de 59.3 % en la muestra agregando 3% de bischofita. El CBR al 100% de la MDS aumenta en 0.1% y el CBR al 95% de la MDS aumenta en 0.3% al agregar el aditivo.

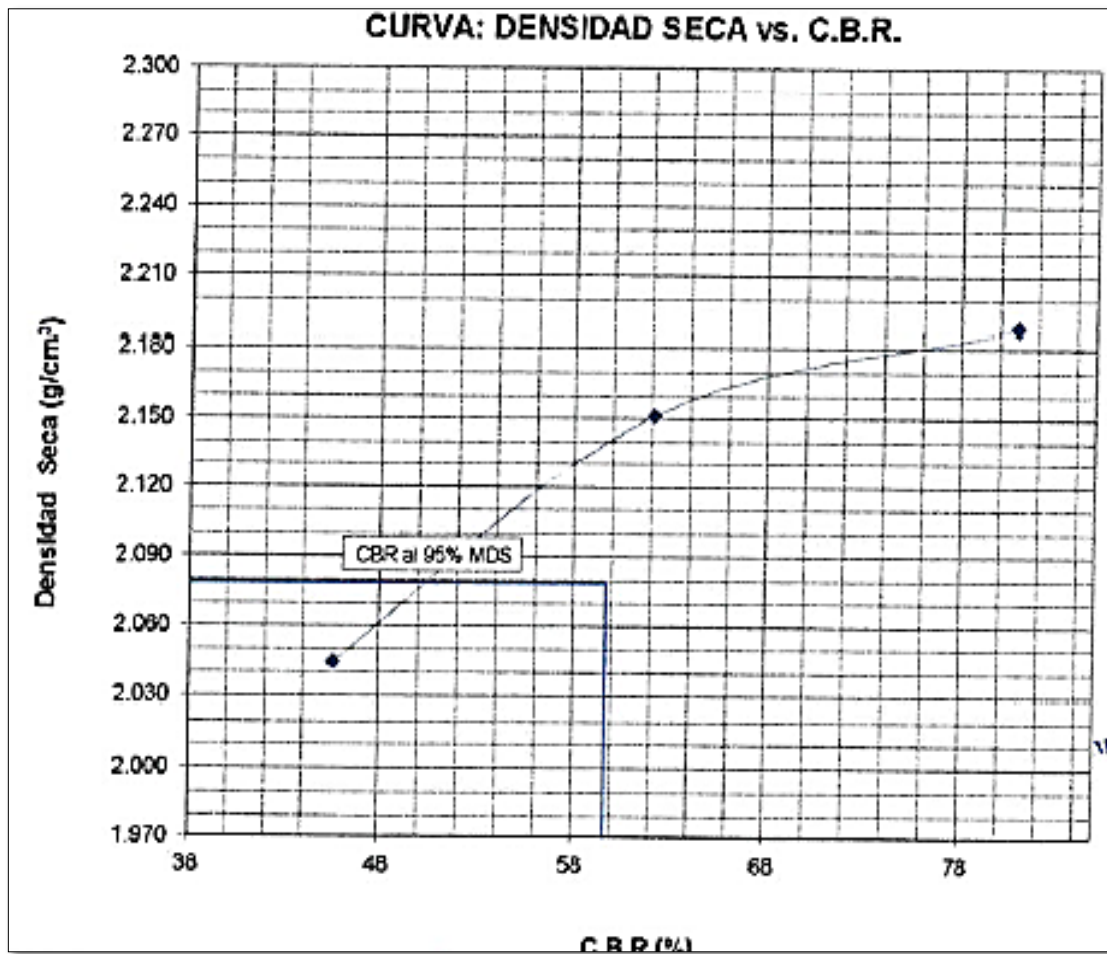


Figura 20. CBR agregando 7% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el CBR al 100% de la MDS es de 80.9 % y que el CBR al 95% de la MDS es de 59.7 % en la muestra agregando 7% de bischofita. El CBR al 100% de la MDS aumenta en 0.6 % y el CBR al 95% de la MDS aumenta en 0.9% al agregar el aditivo.

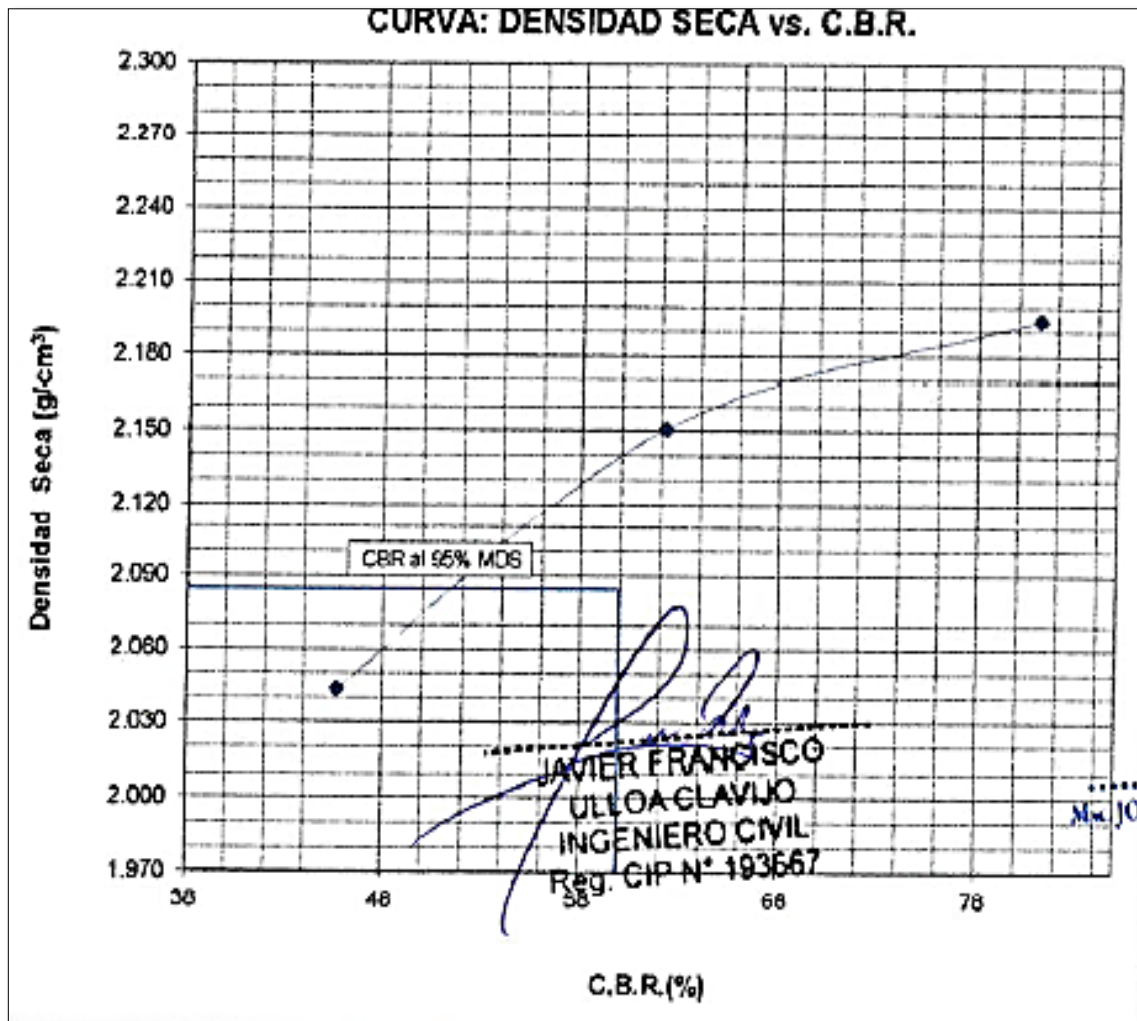


Figura 21. CBR agregando 9% de bischofita.

Laboratorio: GEOSER-SAC

Interpretación:

Según los ensayos de laboratorio, se afirma que el CBR al 100% de la MDS es de 81.1 % y que el CBR al 95% de la MDS es de 59.9 % en la muestra agregando 9% de bischofita. El CBR al 100% de la MDS aumenta en 0.8 % y el CBR al 95% de la MDS aumenta en 0.9% al agregar el aditivo.

Contrastación de Hipótesis

Hipótesis establecidas:

Hipótesis Específica

H_G. La aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

H₀. La aplicación de bischofita no presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

H₁. La aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Debido a que:

Habiéndose realizado los ensayos de suelos, se tiene que el índice de plasticidad presenta cambios significativos al incorporarse bischofita como se observa en la siguiente figura. Por lo tanto, se afirma la hipótesis alterna.

Tabla 9. *Índice de Plasticidad.*

ÍNDICE DE PLASTICIDAD		
1	Muestra sin bischofita	4.79%
2	Muestra con 3% de bischofita	4.63%
3	Muestra con 7% de bischofita	4.28%
4	Muestra con 9% de bischofita	4.43%

Fuente: Elaboración Propia.

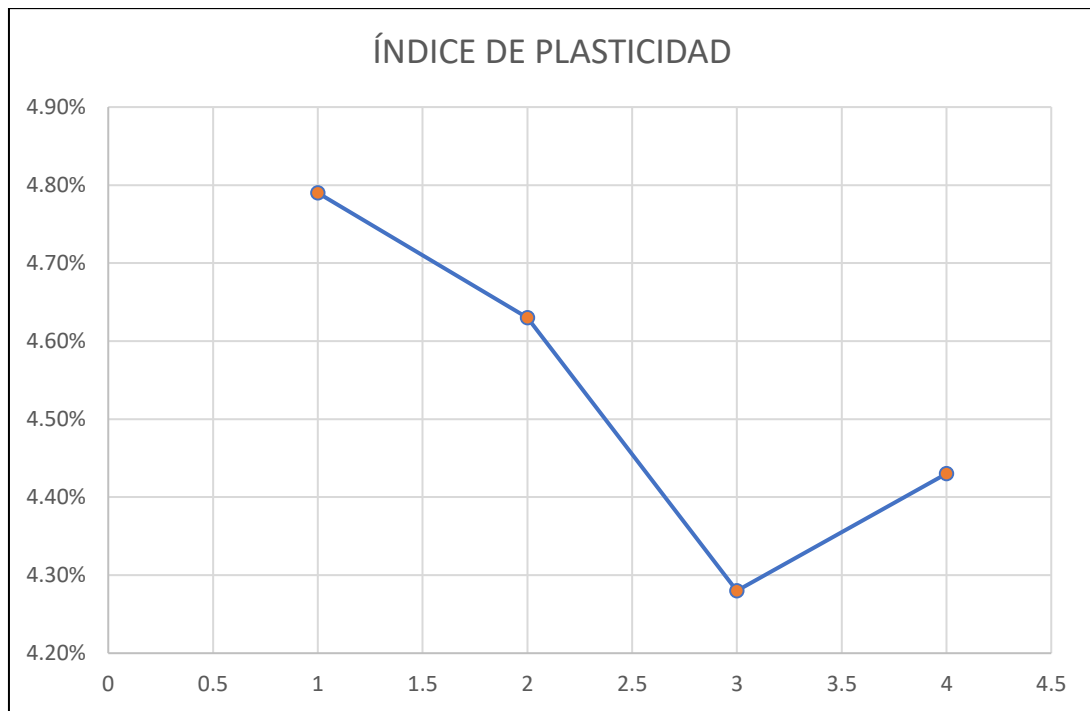


Figura 22. Contrastación del Índice de Plasticidad.

Interpretación:

Según la figura en donde se muestra el índice de plasticidad para cada muestra se tiene que la muestra sin bischofita presenta 4.79% de IP, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 4.63%, de IP, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 4.28% de IP y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 4.43%, de IP.

Hg. La aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Ho. La aplicación de bischofita no mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

H1. La aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Debido a que:

Habiéndose realizado los ensayos de suelos, se tiene que la densidad seca aumenta al incorporarse bischofita, así como el contenido de humedad disminuye al incorporarse bischofita, como se observa en las siguientes figuras. Por lo tanto, se afirma la hipótesis alterna.

Tabla 10. Compactación-Densidad seca.

COMPACTACIÓN - DENSIDAD SECA		
1	Muestra sin bischofita	2.181%
2	Muestra con 3% de bischofita	2.186%
3	Muestra con 7% de bischofita	2.188%
4	Muestra con 9% de bischofita	2.194%

Fuente: Elaboración Propia.

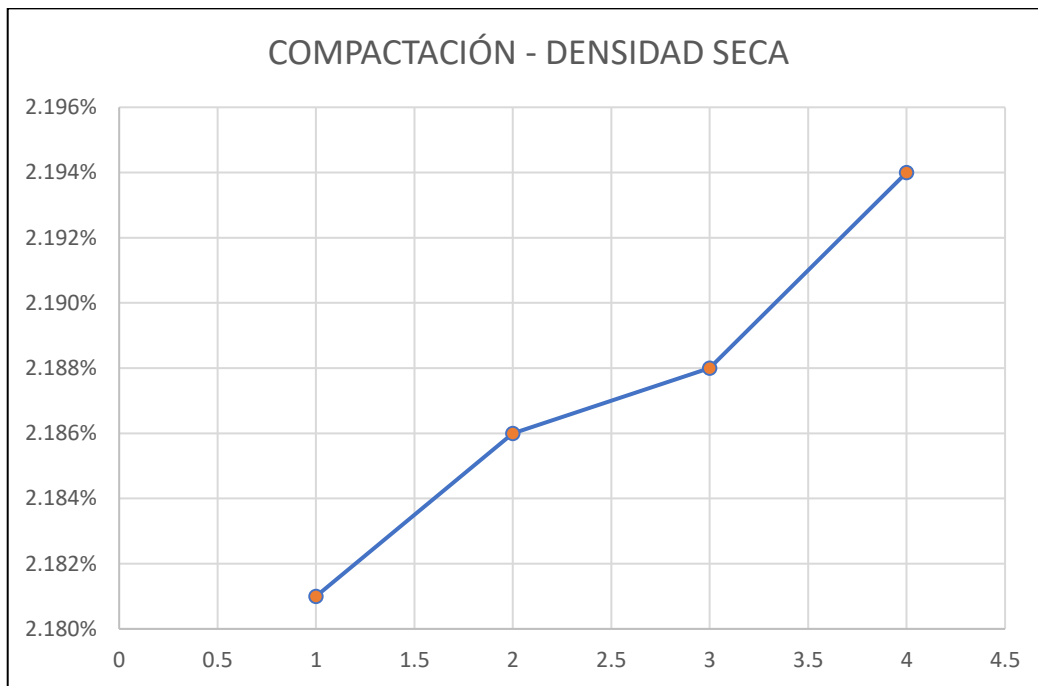


Figura 23. Contrastación de la Compactación – Densidad Seca.

Interpretación:

Según la figura en donde se muestra la compactación – densidad seca para cada muestra se tiene que la muestra sin bischofita presenta 2.181% de densidad seca, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 2.186% de densidad seca, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 2.188% de densidad seca y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 2.194% de densidad seca.

Tabla 11. Compactación- contenido de humedad.

COMPACTACIÓN - CONTENIDO DE HUMEDAD		
1	Muestra sin bischofita	6.870%
2	Muestra con 3% de bischofita	6.650%
3	Muestra con 7% de bischofita	6.651%
4	Muestra con 9% de bischofita	6.460%

Fuente: Elaboración Propia.

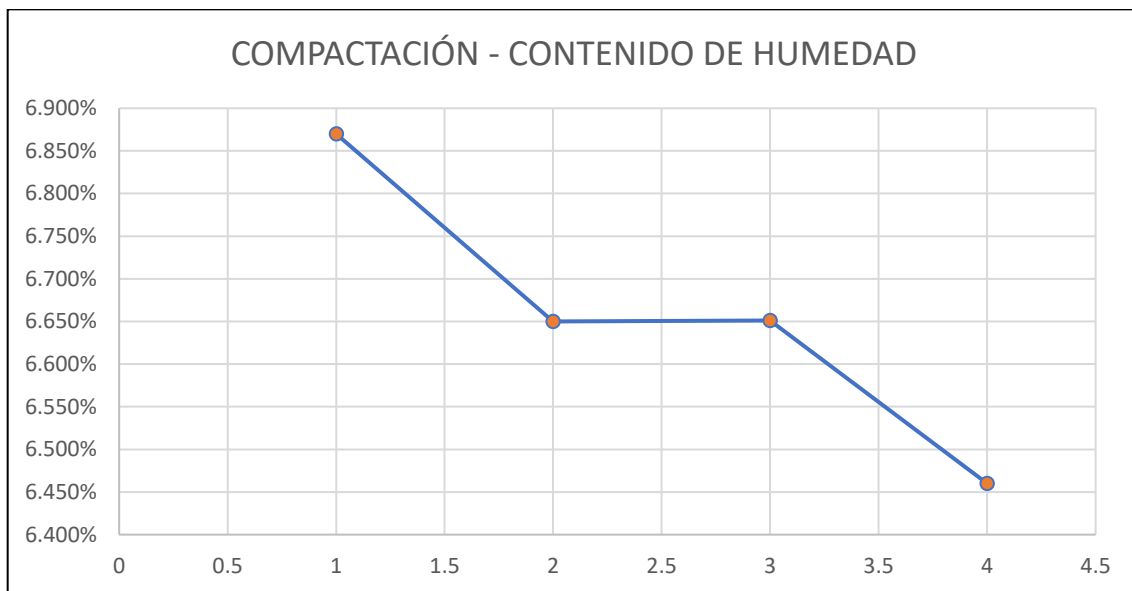


Figura 24. Contrastación de la Compactación – Contenido de Humedad.

Interpretación:

Según la figura en donde se muestra la compactación – contenido de humedad para cada muestra se tiene que la muestra sin bischofita presenta 6.870% de contenido de humedad, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 6.650% de contenido de humedad, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 6.651% de contenido de humedad y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 6.460% de contenido de humedad.

Hg. La aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Ho. La aplicación de bischofita no mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie

de rodadura de la carretera no pavimentada.

H1. La aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Debido a que:

Habiéndose realizado los ensayos de suelos, se tiene que el CBR aumenta al incorporarse bischofita, como se observa en la siguiente figura. Por lo tanto, se afirma la hipótesis alterna.

Tabla 12. *Resistencia.*

RESISTENCIA		
1	Muestra sin bischofita	59.000%
2	Muestra con 3% de bischofita	59.300%
3	Muestra con 7% de bischofita	59.700%
4	Muestra con 9% de bischofita	59.900%

Fuente: Elaboración Propia.

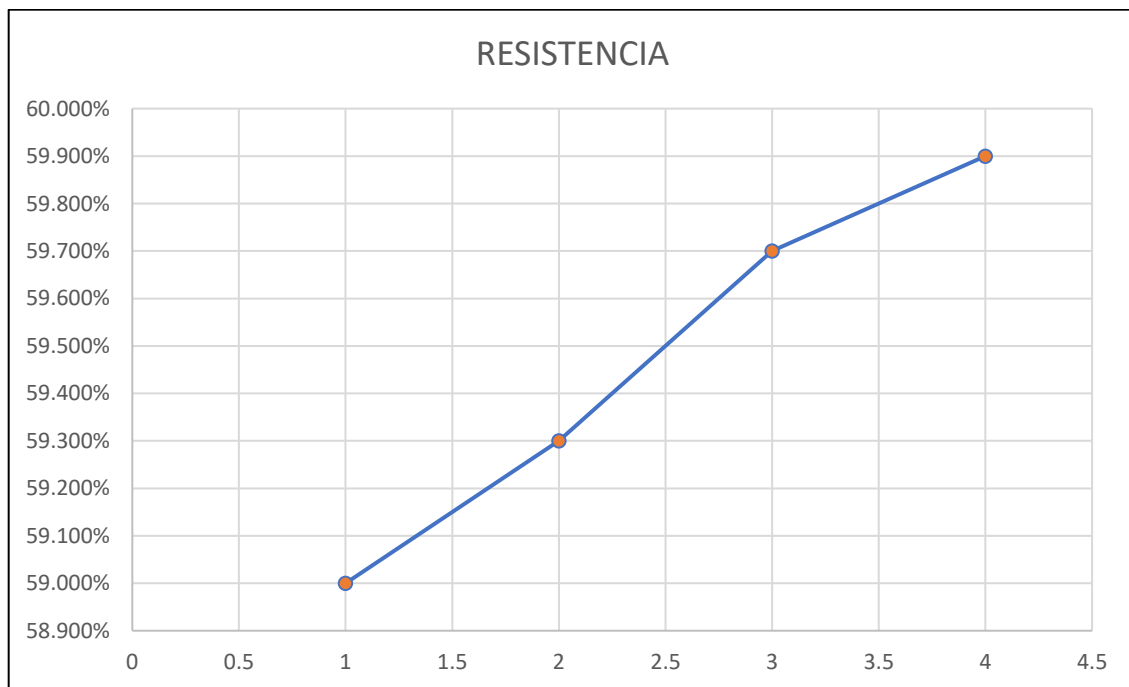


Figura 25. Contratación de la Resistencia - CBR.

Interpretación:

Según la figura en donde se muestra la Resistencia - CBR para cada muestra se tiene que la muestra sin bischofita presenta 59.00% de CBR, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 59.30% de CBR, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 59.70% de CBR y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 59.90% de CBR.

IV. Discusión

Tabla 13. *Discusión.*

DIMENSIONES	AUTOR	TITULO DE INVESTIGACIÓN	AÑO	APORTE	PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN
Indice de Plasticidad	VERGARA, R.	“Estabilización y control de polvo con bischofita”.	2011	La dosificación depende del índice de plasticidad, a menor índice, mayor la cantidad de Bischofita. El material a usar se expresa en un porcentaje del total de suelo a utilizar, en peso. Con respecto al agua, se tiene la humedad optima del suelo entregado por el laboratorio. A este valor se debe restar el agua incorporada a la Bischofita y al suelo natural.	Segun el desarrollo de la investigacion realizada, el índice de plasticidad presenta cambios significativos al incorporarse bischofita. Por lo tanto, se afirma que la aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.
Compactación	THENOUX, G. y VERA, S.	Evaluation of hexahydrated magnesium chloride (Bischofite) performance as a chemical stabilizer of granular road surfaces	2002	La Bischofita produce un importante mejoramiento de las propiedades de compactabilidad de los suelos, debido a un incremento de las densidades secas de compactación y una reducción del contenido de humedad óptimo.	Segun el desarrollo de la investigacion realizada, se tiene que la densidad seca aumenta al incorporarse bischofita, así como el contenido de humedad disminuye al incorporarse bischofita. Por lo tanto, se afirma que la aplicación de bischofita mejora la compactacion de la superficie de rodadura ubicada en la carretera no pavimentada.pavimentada
Resistencia	BONIFACIO, W. y SANCHEZ, J.	Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque	2015	La incorporación de cloruro de calcio y cloruro de magnesio en porcentajes de 1%, 2% y 3% en peso al agregado pétreo provenientes de las canteras CACHINCHE y 1%, 4% y 6% CERRO ESCUTE dieron resultados no favorables en el CBR respectivamente, brindando un incremento mínimo al suelo sin estabilizar por lo tanto no es apto estabilizar este tipo de material que tiene las canteras en estudio ya que no se llega a lo estipulado por el reglamento que admite un CBR de 40% .	Segun el desarrollo de la investigacion realizada, se tiene que el CBR aumenta al incorporarse bischofita. Por lo tanto, se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura ubicada en la carretera no pavimentada.

Fuente: Elaboración Propia.

V. Conclusiones

Primera Conclusión

Teniendo en cuenta el ensayo de Limite de Consistencia (Limite de Atterberg), se tiene que el índice de plasticidad presenta cambios significativos al incorporarse bischofita en la muestra, ya que la muestra patrón presenta un 4.79% de IP; la muestra con 3% de bischofita presenta 4.63% de IP; la muestra con 7% de bischofita presenta 4.28% de IP y la muestra con 9% de bischofita presenta 4.43% de IP.

Por lo tanto, el índice de plasticidad aumenta y disminuye respectivamente al incorporarse bischofita, por lo que se afirma que la aplicación de la bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Segunda Conclusión

Teniendo en cuenta el ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R) – ASTM D1883 (C), se tiene que para la evaluación de la compactación se tomó en consideración a la densidad seca y el contenido de humedad. Con respecto a la compactación – densidad seca se tiene que, la muestra patrón presenta 2.181% de densidad seca, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 2.186% de densidad seca, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 2.188% de densidad seca y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 2.194% de densidad seca. De igual forma, con respecto a la compactación – contenido de humedad se tiene que, la muestra patrón presenta 6.870% de contenido de humedad, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 6.650% de contenido de humedad, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 6.651% de contenido de humedad y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 6.460% de contenido de humedad.

Por lo tanto, se tiene que la densidad seca aumenta al incorporarse bischofita, así como el contenido de humedad disminuye al incorporarse bischofita, por lo que se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Tercera Conclusión

Teniendo en cuenta el ensayo de California Bearing Ratio (C.B.R) – ASTM D1883 (C), se tiene que para la evaluación de la resistencia se tomó en consideración al C.B.R. Con

respecto a la resistencia – C.B.R. se tiene que, la muestra patrón presenta 59.00% de CBR, la muestra que cuenta con 3% de bischofita presenta 59.30% de CBR, la muestra que cuenta con 7% de bischofita presenta 59.70% de CBR y la muestra que cuenta con 9% de bischofita presenta 59.90% de CBR.

Por lo tanto, se tiene que el CBR aumenta al incorporarse bischofita, entonces se afirma que la aplicación de la bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.

Cuarta Conclusión

Habiéndose afirmado las tres hipótesis específicas correspondientes a las dimensiones de la presente tesis, se afirma que la aplicación de bischofita mejora la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada. Siendo la dosificación la adecuado entre 3% a 7% el cual depende principalmente de las propiedades plásticas del suelo.

VI. Recomendaciones

Primera Recomendación

Se recomienda experimentar con otras dosificaciones de bischofita puesto que el índice de plasticidad varía según la dosificación, a mayor aplicación de bischofita menor será el índice de plasticidad.

Segunda Recomendación

Es recomendable la utilización de bischofita en terrenos que presentan identificados un alto índice de plasticidad, ya que al incorporarse el aditivo mencionado, se disminuye este parámetro permitiéndolo llegar a los especificados en la norma del MTC.

Tercera Recomendación

Se recomienda utilizar la incorporación de bischofita en los próximos proyectos de superficies de rodadura no pavimentadas, ya que como se corrobora en la presente tesis, este aditivo mejora la resistencia del suelo en materia de análisis, pues el CBR se encuentra aumentando de acuerdo a la dosificación en análisis.

Cuarta Recomendación

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda utilizar la incorporación de bischofita para la estabilización en las superficies de rodaduras no pavimentadas, ya que mejora sus propiedades físicas mecánicas del suelo.

Referencias

- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO T 307-99: Standard method of test for determining the resilient modulus of soils and aggregate materials. Washington, 1999.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 6276-99 a: standard test method for using ph to estimate the soil-lime proportion requirement for soil stabilization. Philadelphia, 2006.
- ANTICONA, Leopoldo. Innovación metodológica para evaluar la superficie estabilizada con cloruro de magnesio aplicación vía de acceso Caral (km 05+000-km15+000). Tesis (Maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2012.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1243/1/Anticonabl.pdf>
- ARAYA, María. “Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos, entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos soiltac”. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Constructor). Chile: Universidad Austral De Chile, 2010.
Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcia663a/doc/bmfcia663a.pdf>
- ANTICONA, Leopoldo. Innovación metodológica para evaluar la superficie estabilizada con cloruro de magnesio aplicación vía de acceso Caral (km 05+000-km15+000). Tesis (Maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2012.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1243/1/Anticonabl.pdf>
- ARAUJO, Cinthia y VERA, Walter. Evaluación del comportamiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio hexahidratado (ocoña - piuca / camaná - arequipa). Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2017.
Disponible en: <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/3236>

- BEHAK, Leonardo. Performance of Low-Volume Roads with Wearing Course of Silty Sand Modified with Rice Husk Ash and Lime. *Transportation Research Procedia*, Volume 18, Pages 93-99, 2016.
- BEHAK, Leonardo. Mechanistic behaviour under traffic load of a clayey silt modified with lime. *Mechanistic behaviour under traffic load of a clayey silt modified with lime, Road Materials and Pavement Design*, 2017.
Disponibile en: <https://doi.org/10.1080/14680629.2017.1296884>
- BEHAK, Leonardo. Performance of full-scale test section of low-volume road with reinforcing base layer of soil-lime. *Transportation Research Record*. Vol 2204, pp.158-164. Washington, US, 2011.
Disponibile en: <https://doi.org/10.3141/2204-20>
- BHUVANESHWARI, S, ROBINSON, R Y GANDHI, S. Resilient Modulus of Lime Treated Expansive Soil. *Journal: Geotechnical and Geological Engineering*, N° 1, 2019.
Disponibile en: <https://www.springerprofessional.de/en/resilient-modulus-of-lime-treated-expansive-soil/15859086>
- BONIFACIO, Werner y SANCHEZ, Junior. Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipan, 2015.
Disponibile en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3947>
- CARTHIGESU T. GNANENDRAN, Y JEGATHEESAN PIRATHEEPAN. Determination of Fatigue Life of a Granular Base Material Lightly Stabilized with Slag Lime from Indirect Diametral Tensile Testing. *Journal of transportation engineering*. Vol 136,2010.
Disponibile en: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29TE.1943-5436.0000138>

- CAVIERES, Waldemar. Comportamiento de las soluciones básicas de carpeta de rodadura aplicadas a caminos de bajo tránsito. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Santiago: Universidad de Chile, 2008.
Disponibile en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103143>
- CORNEJO, Raul. The stabilization of unsurfaced roads using Bischofite in the Atacama Region. Routes/Roads magazine, N° 330, 2006.
Disponibile en: <https://trid.trb.org/view/786506>
- CHOQUE, Héctor. Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional De Ingeniería, 2012.
Disponibile en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1285>
- EATON, Robert. Y BEAUCHAM, Ronald. Unsurfaced Road Maintenance Management: USA, 1992.
Disponibile en: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a262015.pdf>
- EREN, S, FILIZ, M. Comparing the conventional soil stabilization methods to the consolid system used as an alternative admixture matter in Isparta daridere material. Construction and building materials. Vol 23, pp.2473-2480,2009.
Disponibile en: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/comparing-the-conventional-soil-stabilization-methods-to-the-consolid-CUZt70PEbJ>
- GRANDE, Wilson. Efeito da cal hidratada e do ácido polifosforico nas propriedades mecánicas e suscetibilidade a umidade de misturas asfálticas densas. Tesis (Maestría en transporte). Brasil: Universidad De Sao Paulo, 2011.
Disponibile en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-14092011-103353/es.php>
- GONZÁLEZ, Alvaro, PANIAGUA, Fernando y CHAMORRO, Alondra. Skid Resistance of Magnesium Chloride Roads. Diario de la junta de investigación sobre transporte, 2015.

Disponible en: <https://doi.org/10.3141/2473-18>

- GUTIÉRREZ, Carlos. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2010.
Disponible en: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/116/1/gutierrez_ca.pdf
- HEITZER, Christian. Efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2017.
Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23014>
- HILARIO, Fredy. Aplicación y evaluación de cloruro de magnesio hexahidratado (bischofita) como tratamiento y estabilizador de la capa de rodadura granular aplicado en el tramo de la carretera Espinar-Tintaya Marquiri. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín, 2015.
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/213>
- HUEZO, M., & Orellana, A. C. Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en El Salvador. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). El salvador: Universidad del Salvador, 2009.
Disponible en: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2138/1/Gu%C3%ADa_b%C3%A1sica_para_estabilizaci%C3%B3n_de_suelos_de_cal_en_caminos_de_baja_intensidad_vehicular_en_El_Salvador.pdf
- JIMÉNEZ, Milton. Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.
Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/325860/jim?sequence=2>

- KLINSKY, L, FARIA, V y LEAL, A. Estudio do comportamento mecanico de solos estabilizados com cal hidratada. Relatorio de pesquisa. Agencia nacional de transporte terrestre, Brasilia, 2014.
Disponibile en: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Estaire/publication/293649231_Analisis_de_varios_pliegos_normativas_y_recomendaciones_de_suelos_tratados_con_cal/inks/5a98f89245851535bce0f415/Analisis-de-varios-pliegos-normativas-y-recomendaciones-de-suelos-tratados-con-cal.pdf?origin=publication_list
- LIMA, Alisson. Contribuição ao estudo da dosagem de cal para a estabilização de um solo de comportamento laterítico e um não laterítico. Tesis (Maestría en transporte). Brasil: Universidad De Sao Paulo, 2017.
Disponibile en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-08082018-170427/es.php>
- MICHAEL R. Mitchell. Surface-aggregate stabilization with chloride materials. U.S: Department of Agriculture, United States, 2006.
Disponibile en: <https://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdf/06771805.pdf>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES REPÚBLICA DEL PERÚ [MTC]. (2004). Norma Técnica de Estabilizadores Químicos. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú [MTC].
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES REPÚBLICA DEL PERÚ [MTC]. (2008). Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (EG-CBT 2008). Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES REPÚBLICA DEL PERÚ [MTC]. (2013). Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú.

- MUTHUMANI, A., FAY, L., AKIN, M., WANG, S., GONG, J., Y SHI, X. Correlating lab and field tests for evaluation of deicing and anti-icing chemicals: A review of potential approaches. *Cold Regions Science and Technology*, Volume 97, Pp 21-32, 2014.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2013.10.001>
- NÚÑEZ, Dagoberto. Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de Suelos. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Obregón: Instituto Tecnológico de Sonora, 2011.
Disponible en: <https://docplayer.es/63283971-Eleccion-y-dosificacion-del-conglomerante-en-estabilizacion-de-suelos-tesis-que-para-obtener-el-titulo-de-ingeniero-civil.html>
- OROBIO Armando. Considerations for design and construction of gravel surfaced roads stabilized with calcium chloride. *Dyna rev.fac.nac.minas vol.78 no.165* Medellín, 2011.
Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000100009
- PATERSON D. W. Road Deterioration and Maintenance Effects: Models for Planning and Management (World Bank) (Paperback). USA, 1987.
Disponible en: <https://trid.trb.org/view/380796>
- PRADENA, M. MERY, J.-P. NOVOA, É. Unpaved roads stabilization and maintenance under ice-snow conditions in mountain areas. *Revista construcción volumen 9*, pp97-107, 2010.
Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/11461/000564951.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PUMARICRA, Dulce. Cloruro de magnesio como aditivo en el tratamiento de las propiedades físico mecánicas de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza, 2019.

- SAGASTEGUI, German. Eficiencia de la conservación vial, empleando adictivos químicos en superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas: Ascope-Contumaza. Tesis (Maestro en transporte y conservación vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2016.
Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2541>
- SILVA, Matheus. Estudo da estabilização com cal de um solo laterítico e um solo não laterítico. Tesis (Maestría en transporte). Brasil: Universidad De Sao Paulo, 2016.
Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-01092016-102359/es.php>
- VERGARA, Raúl. Estabilización y control de polvo con bischofita. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Santiago: Universidad Andrés Bello, 2011.
Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/1667>
- THENOUX, Guillermo. y VERA, Sergio. Evaluation of hexahydrated magnesium chloride (Bischofite) performance as a chemical stabilizer of granular road surfaces. *Revistas materiales de construcción*, Vol. 52, n°265, 2002.
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2289619>
- ZOLFEGHARI, S, KASSIMB, K, EISAZADEHB, A, Y KHARIB, M (2013). Los autores titularon el artículo científico como “An Evaluation of the Tropical Soils Subjected Physicochemical Stabilization for Remote Rural Roads. *Procedia Engineering*, Volume 54, Pages 817-826, 2013.

Anexos

Anexo 1: Matriz operacional de variables

Título: “Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura en la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, Ancash”

Variable Independiente:

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Bischofita	La bischofita es un sal de magnesio, es utilizada como estabilizador químico de suelos puesto que reduce el deterioro superficial de la carpetas granulares de rodado, como tambien controla la emisión de polvo	dosificación optima de bischofita	Aplicación de bischofita 3,7,9 del suelo seco

Figura 26. Variable independiente.

Variable Dependiente:

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONAMIENTO CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Estabilidad de la superficie de rodadura	la estabilidad es el resultado del proceso de estabilización, por el cual mejoran las propiedades del suelo enormemente de forma duradera.	Indice de plasticidad	Límite liquido y límite plástico
		Compactación	Densidad máxima y optimo contenido de humedad
		Resistencia al esfuerzo cortante	Resistencia del suelo

Figura 27. Variable dependiente.

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Título: “Aplicación de bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura en la carretera no pavimentada Palca – Chana, Huari – Ancash”

"Aplicación de Bischofita para mejorar la estabilidad de la superficie de rodadura en la carretera no pavimentada Palca, Huari, Ancash, 2019"							
Problemática	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología de Investigación
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente				
¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la estabilidad de la superficie de rodadura en la carretera no pavimentada Palca-Chana, Huari, Ancash?	Analizar la influencia de la bischofita en la estabilidad de la superficie de rodadura de carretera no pavimentada Palca-chana, Huari, Ancash.	La aplicación de bischofita mejora la estabilidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada Palca, chana, Huari, Ancash.	Bischofita	Dosificación óptima de Bischofita	Aplicación de Bischofita en 3%, 7% y 9% del suelo seco	Ficha Técnica	*Tipo de investigación: Aplicada *Diseño de investigación: Experimental *Enfoque de investigación: Cuantitativo *Nivel de investigación: Explicativo
Problema específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
1. ¿De qué manera la aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?	Determinar los cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada al aplicar la bischofita.	La aplicación de bischofita presenta cambios significativos en el índice de plasticidad de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.	Estabilidad de la superficie de rodadura	Índice de Plasticidad	Límite líquido y Límite plástico	Equipos de laboratorio de suelos	
2. ¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?	Determinar la mejora en la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada al aplicar bischofita.	La aplicación de bischofita mejora la compactación de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.		Compactividad	Densidad máxima y óptimo contenido de humedad	Equipos de laboratorio de suelos	
3. ¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?	¿De qué manera la aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada?	La aplicación de bischofita mejora la resistencia al esfuerzo cortante de la superficie de rodadura de la carretera no pavimentada.		Resistencia al esfuerzo cortante	Resistencia al suelo (C.B.R.)	Equipos de laboratorio de suelos	

Figura 28. Matriz de consistencia de la investigación.

Anexo 3: Validación de instrumentos


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS			
APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEDIR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE BORDADA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PAICA - CHANA, HUACI, ANKASH.			
ASUNTO: PORCENTAJE DE BISCHOFITA			
N° DE FICHA:		FECHA Y HORA:	
PARTE A. DATOS GENERALES		DIMENSIÓN: DOSIFICACIÓN ÓPTIMO BISCHOFITA	
FUENTE DE DATOS:			
RAZÓN SOCIAL:			
DIRECCIÓN:			
PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN			
Dosificación	Densidad máxima y óptimo contenido de humedad	Límite líquido y límite de plasticidad	Resistencia del suelo
1. Bischofta dosificación 3 %			
2. Bischofta dosificación 7 %			
3. Bischofta dosificación 9 %			
DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO		
Nombres Y Apellidos <i>Luis A. Vargas Chacaltaya</i>	Rango de evaluación por parámetro		
	0	0.5	1
Registro CIP N° <i>194542</i>	Parámetros	Puntaje de Evaluación	
	1	1	
Correo: <i>[Handwritten]</i>	2	1	
	3	1	
Firma LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTAYA INGENIERO CIVIL	Promedio	1	

Figura 29. Ficha de recolección de datos N° 1.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS			
APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PAICA - CHONTA, HUAC, AYASH.			
ASUNTO: PORCENTAJE DE BISCHOFITA			
N° DE FICHA.		FECHA Y HORA.	
PARTE A. DATOS GENERALES		DIMENSIÓN: DOSIFICACIÓN ÓPTIMO BISCHOFITA	
FUENTE DE DATOS:			
RAZÓN SOCIAL:			
DIRECCIÓN:			
PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN			
Dosificación:	Densidad máxima y óptimo contenido de humedad	Límite líquido y límite de plasticidad	Resistencia del suelo
1. Bischofta dosificación 3%			
2. Bischofta dosificación 7%			
3. Bischofta dosificación 9%			
DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO		
Nombres Y Apellidos: <i>Jose Luis Santos Zuñiga</i>	Rango de evaluación por parámetro		
	0	0.5	1
Registro CIP N° <i>126769</i>	Parámetros	Puntaje de Evaluación	
	1	/	
Correo: <i>lucastroy@ucv.edu.pe</i>	2	/	
	3	/	
Firma <i>[Signature]</i>	Promedio	/	

Figura 30. Ficha de recolección de datos N° 2.


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS			
APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODAJERA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PAICA - CHANA, HUARI, AREQUIPA			
ASUNTO: PORCENTAJE DE BISCHOFITA			
N° DE FICHA:		FECHA Y HORA:	
PARTE A. DATOS GENERALES		DIMENSIÓN: DOSIFICACIÓN ÓPTIMO BISCHOFITA	
FUENTE DE DATOS:			
RAZÓN SOCIAL:			
DIRECCIÓN:			
PARTE B: PARÁMETRO DE EVALUACIÓN			
Dosificación	Densidad máxima y óptimo contenido de humedad	Límite líquido y límite de plasticidad	Resistencia del suelo
1. Bischofta dosificación 3 %			
2. Bischofta dosificación 7 %			
3. Bischofta dosificación 9 %			
DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO		
Nombres Y Apellidos: Jose Carlo Guzman Montes	Rango de evaluación por parámetro		
	0	0.5	1
Registro CIP N° 212096	Parámetros	Puntaje de Evaluación	
	1	1	
Correo: josecarlo9412@gmail.com	2	4	
	3	1	
Firma 	Promedio	1	
	JOSE CARLO GUZMAN MONTES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 212096		

Figura 31. Ficha de recolección de datos N° 3.

Anexo 4: Panel fotográfico



Figura 32. Ubicación de la carretera (Google earth).



Figura 33. Se muestra el inicio de la carretera.



Figura 34. Se muestra tramo más vulnerable de la carretera.

Anexo 5: Resultados de la muestra CALICATA 1



**GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
RUC. 20521034361**



INFORME N° GEO 133-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALPA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : 1
 Progresiva : 1+000
 Prof. (m.) : 0.00-1.50

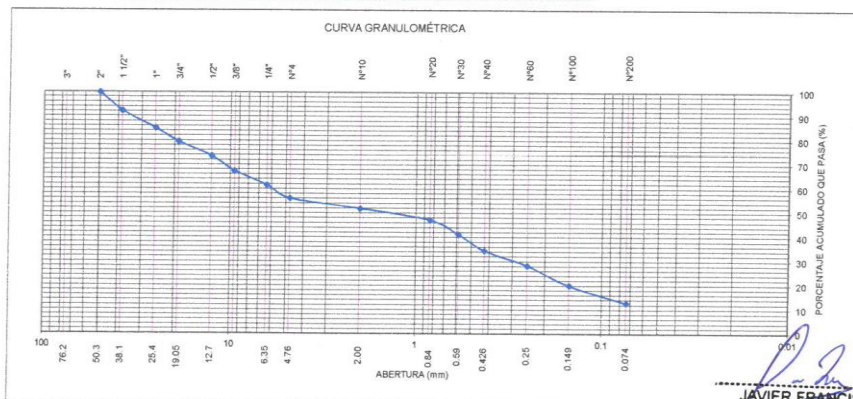
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	7.7	7.7	92.3
1"	25.400	7.2	14.9	85.1
3/4"	19.050	5.6	20.5	79.5
1/2"	12.700	5.9	26.5	73.5
3/8"	9.525	6.1	32.6	67.4
1/4"	6.350	5.9	38.5	61.5
Nº4	4.760	5.4	43.9	56.1
Nº10	2.000	4.2	48.1	51.9
Nº20	0.840	4.8	52.9	47.1
Nº30	0.590	5.9	58.8	41.2
Nº40	0.426	6.7	65.6	34.4
Nº60	0.250	6.2	71.7	28.3
Nº100	0.149	8.3	80.0	20.0
Nº200	0.074	7.2	87.3	12.7
FONDO			12.7	

% grava	: 43.9
% arena	: 43.3
% finos	: 12.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 23.27
Límite Plástico (%)	: 20.08
Índice Plástico (%)	: 4.72

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GC
 Contenido de Humedad % : 6.87

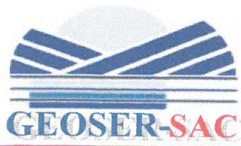


Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. T. Callupe S.
 Revisión : Ing. Damian Huaman M.

Querojo
 MSc. JUNE CARLOS BERROCAL CANCHALI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

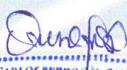


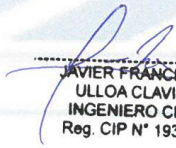
GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
RUC. 20521034361

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO	: "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN	: PALPA - CHANA - HUARI - ANCASH
SOLICITA	: LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROGRESIVA	: 1+000
MATERIAL	: TERRENO NATURAL
FECHA	: 12 DE SETIEMBRE DEL 2019
	CALICATA: N°1

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
	1			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	423.99			
PESO SUELO SECO + TARA	399.94			
PESO DE TARA	50.00			
PESO DE AGUA	24.05			
PESO SUELO SECO	349.94			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.87			


M.sc. JOSE CARLOS BERROJAL CANCHARI
Ingeniero Civil Geotécnico
Reg. CIP N° 100881


JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

INFORME N°GEO/133-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALPA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : 1
 Material : TERRENO NATURAL
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Progresiva : 1+000

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.181
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.87

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.181	2.151	2.045
Contenido de Humedad	6.9	6.9	7.0

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	803	1000	80.3
II	0.1	622	1000	62.2
III	0.1	455	1000	45.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 80.3 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 59.0 %


JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 19368

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por :

Revisado por :

JR. ENRIQUE LA ROSA # 191 OF. 402 - URB. INGENIERÍA - S.M.P. - LIMA
 TELÉFONOS: (01) 288-9779 / 988476107


Msc. JOSE CARLOS BERRUCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

E-mail: geoser_estudios@hotmail.com
 geoser_proyectos@outlook.es



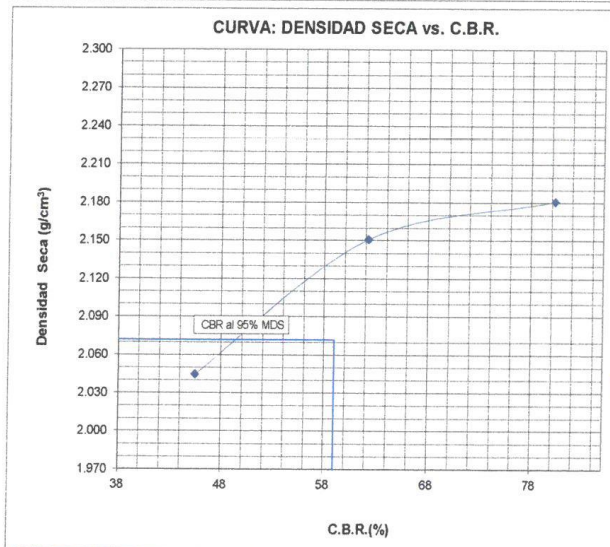
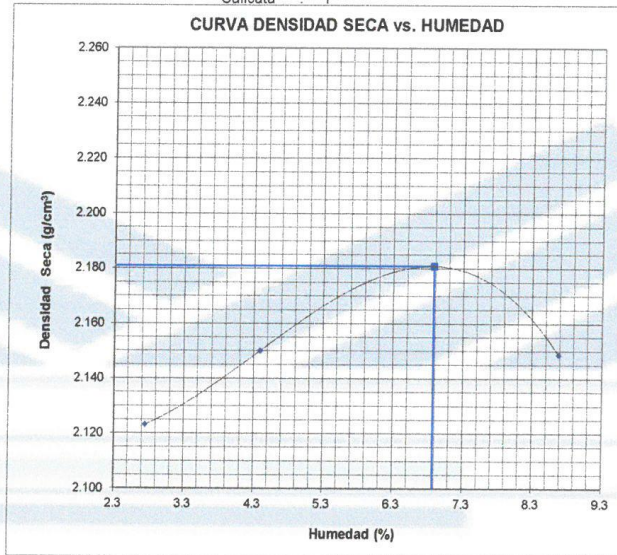
INFORME N°GEO/133-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALPA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.181
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.87
 CBR al 100% de la MDS (%) : 80.3
 CBR al 95% de la MDS (%) : 59.0

Material : TERRENO NATURAL
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Calicata : 1



[Signature]
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

[Signature]
**Msc. JOSÉ CARLOS BERROCAL CANCHALI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881**

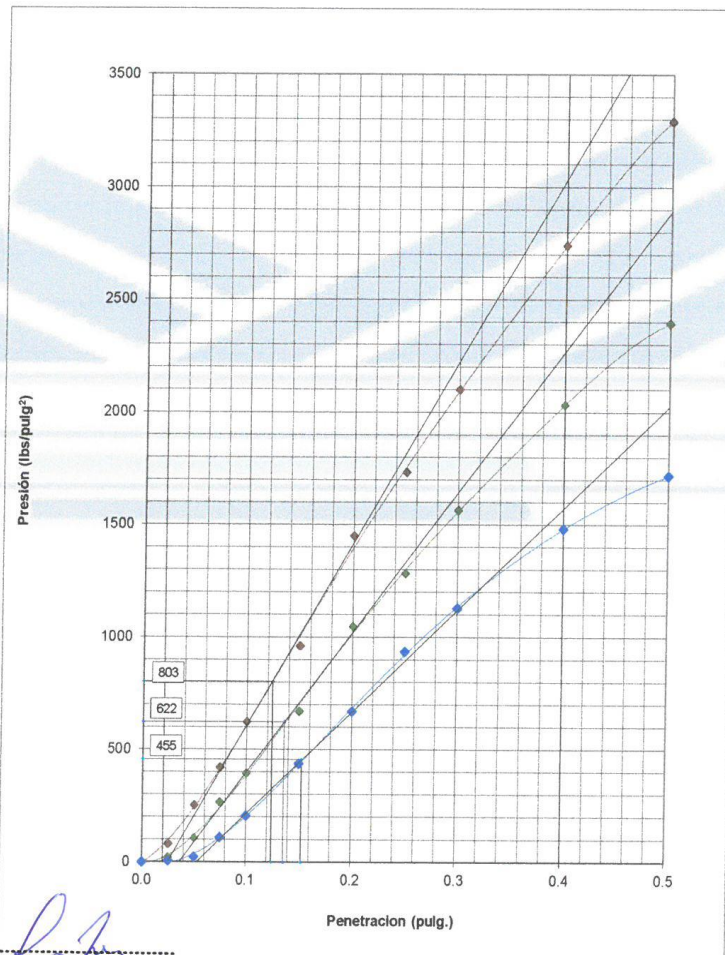
INFORME N°GEO/133-2019



SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALPA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Material : TERRENO NATURAL
Prof. (m.) : 0.00-1.50
Calicata : 1



J.F.
**JAVIER FRANCISCO
 BILLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

J.C.B.
**MR. JOSÉ CARLOS BERRIO CAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881**

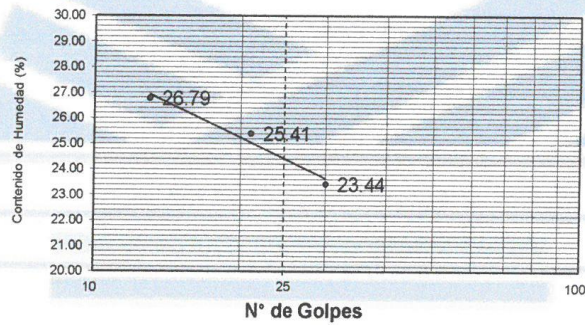
LIMITES DE CONSISTENCIA

(LIMITES DE ATTERBERG)
 NORMA ASTM-D-4318

PROYECTO :	"APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"		
UBICACIÓN :	PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH		
SOLICITA:	LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT		
MATERIAL:	TERRENO NATURAL	CAL:	Nº1
PROGRESIVA:	1+000	TEC.:	J.M.V.
FECHA :	12 DE SETIEMBRE DEL 2019	ING.:	E.C.Q.

LIMITE LIQUIDO

Nº Latas	04	08	10			
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	25.50	25.22	27.10			
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	22.50	22.40	24.10			
Peso de Agua (%)	3.00	2.82	3.00			
Peso de Lata (gr)	11.30	11.30	11.30			
Peso de Suelo Seco (gr)	11.20	11.10	12.80			
% Humedad	26.79	25.41	23.44			
Nº Golpes	13	21	30			



LIMITE PLASTICO

Nº Lata	13	15				
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	10.76	11.00				
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	10.49	10.72				
Peso de Agua (gr)	0.27	0.28				
Peso de Lata (gr)	8.87	9.34				
Peso de Suelo Seco (gr)	1.62	1.38				
% Humedad	16.67	20.29	L.P 18			

OBSERVACIONES:

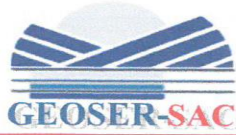


JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667



Msc. JOSE CARLOS BERROCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP Nº 103881

Anexo 6: Resultados de la muestra CALICATA 2



GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
 OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
 RUC. 20521034361



INFORME N°GEO/134-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
 PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
 UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
 FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : 2
 Material : TERRENO NATURAL CON 3% BISCHOFITA
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Progresiva : 3+000

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.186
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.65

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.186	2.151	2.044
Contenido de Humedad	6.6	6.9	7.0

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	804	1000	80.4
II	0.1	620	1000	62.0
III	0.1	455	1000	45.5

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 80.4 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 59.3 %

d).- Expansión(%) : NP

JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193666

Nota: SE AGREGO A LA MUESTRA 3 % BISCHOFITA.

Revisado por :

JOSÉ CARLOS BERROCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

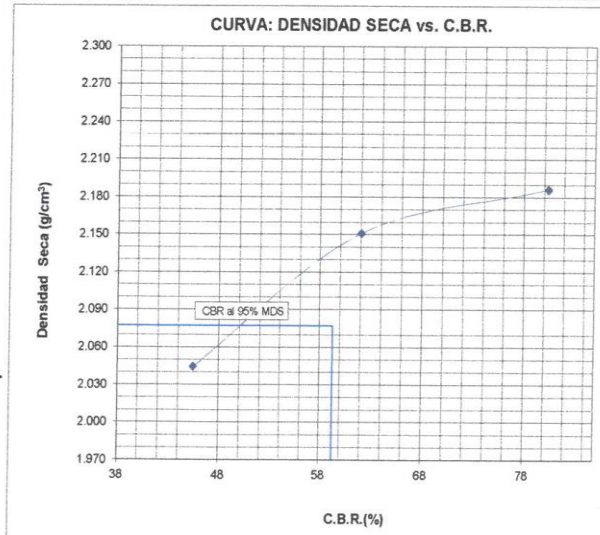
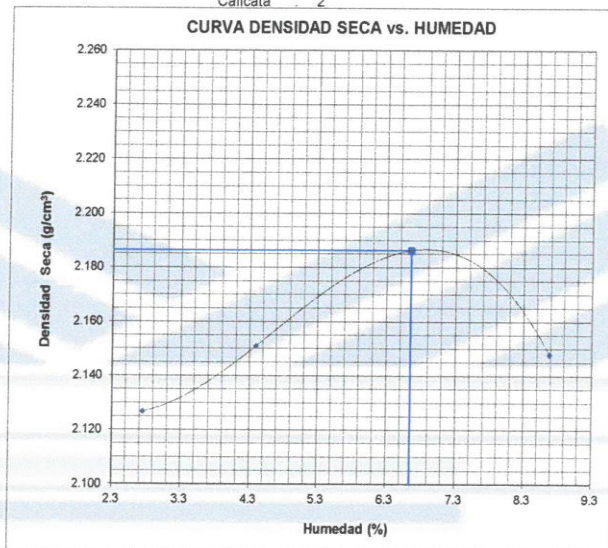
INFORME N°GEO/134-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : *APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH*
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.186
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.65
 CBR al 100% de la MDS (%) : 80.4
 CBR al 95% de la MDS (%) : 59.3

Material : TERRENO NATURAL CON 3% BISCHOFITA
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Calicata : 2




**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

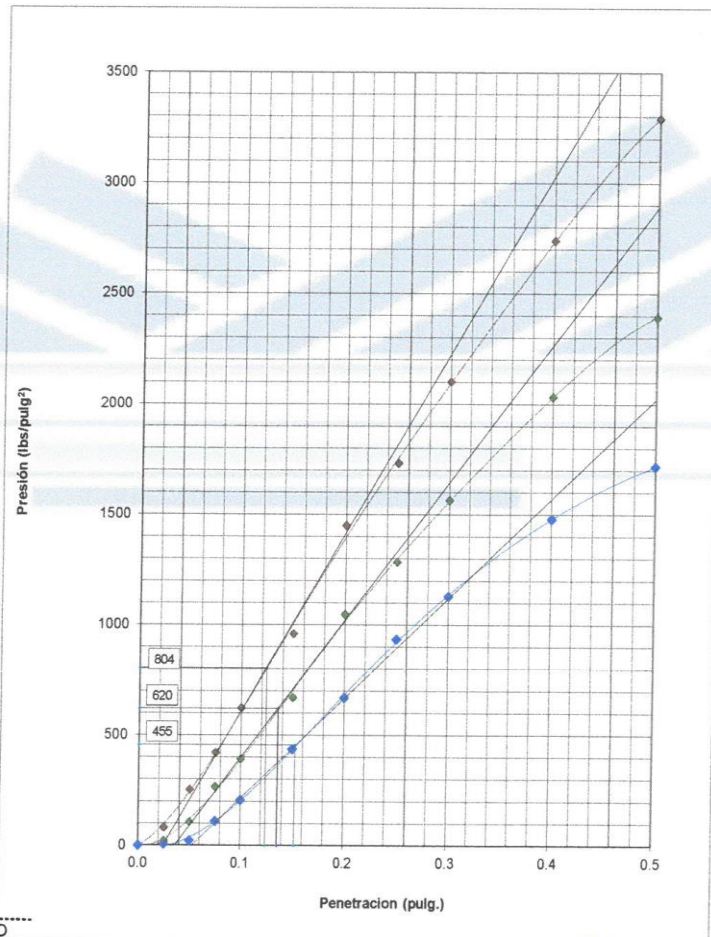

**Msc. JOSE CARLOS BERROJAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881**

INFORME N°GEO/134-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
 PROYECTO : "APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
 UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
 FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Material : TERRENO NATURAL CON 3% BISCHOFITA
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Calicata : 2



J.F.
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

J.C.B.
 Msc. JOSE CARLOS BERRÚCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

JR. ENRIQUE LA ROSA # 191 OF. 402 - URB. INGENIERÍA - S.M.P. - LIMA
 TELÉFONOS: (01) 288-9779 / 988476107

E-mail: geoser_estudios@hotmail.com
 geoser_proyectos@outlook.es

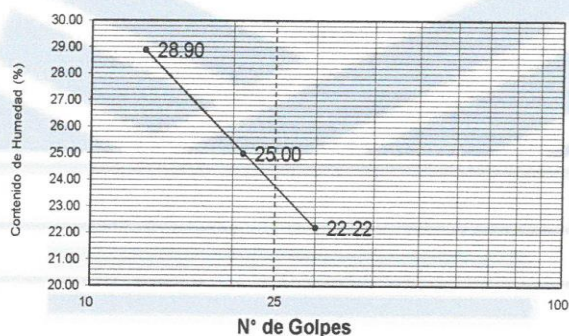
LIMITES DE CONSISTENCIA

(LIMITES DE ATTERBERG)
 NORMA ASTM-D-4318

PROYECTO :	"APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"		
UBICACIÓN :	PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH		
SOLICITA:	LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT		
MATERIAL:	TERRENO NATURAL CON 3% DE BISCHOFITA	CAL:	Nº2
PROGRESIVA:	3+000	TEC.:	J.M.V.
FECHA :	12 DE SETIEMBRE DEL 2019	ING.:	E.C.Q.

LIMITE LIQUIDO

N° Latas	01	05	12			
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	24.59	25.30	26.70			
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	21.61	22.50	23.90			
Peso de Agua (%)	2.98	2.80	2.80			
Peso de Lata (gr)	11.30	11.30	11.30			
Peso de Suelo Seco (gr)	10.31	11.20	12.60			
% Humedad	28.90	25.00	22.22			
N° Golpes	13	21	30			

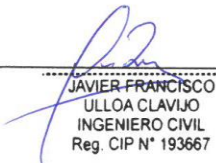


LIMITE PLASTICO

N° Lata	12	16			
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	10.93	11.00			
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	10.63	10.68			
Peso de Agua (gr)	0.30	0.32			
Peso de Lata (gr)	9.00	9.00			
Peso de Suelo Seco (gr)	1.63	1.68			
% Humedad	18.40	19.05	L.P 19		

OBSERVACIONES:

MUESTRA REPRESENTATIVA DE 250 gr SE AGREGO 3% DE BISCHOFITA


 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667


 Msc. JOSE CARLOS BERROCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

Anexo 7: Resultados de la muestra CALICATA 3



GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
 OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
 RUC. 20521034361



INFORME N°GEO/135-2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "AMPLIACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : 3
 Material : TERRENO NATURAL CON 7 % DE BISCHOFITA
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 Progresiva : 5+000

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.188
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 6.51

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.188	2.151	2.044
Contenido de Humedad	6.5	6.9	7.0

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	809	1000	80.9
II	0.1	621	1000	62.1
III	0.1	456	1000	45.6

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 80.9 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 59.7 %

JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Expansión(%) : NP

Nota: SE AGREGO A LA MUESTRA 7 % BISCHOFITA.

Ejecutado por :

Revisado por :

JOSE CARLOS BERRIO CALCANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881

JR. ENRIQUE LA ROSA # 191 OF. 402 - URB. INGENIERÍA - S.M.P. - LIMA
 TELÉFONOS: (01) 288-9779 / 988476107

E-mail: geoser_estudios@hotmail.com
 geoser_proyectos@outlook.es

INFORME N°GEO/135-2019

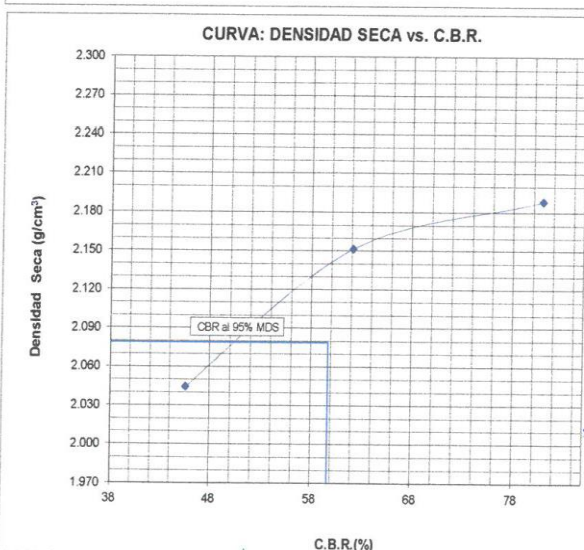
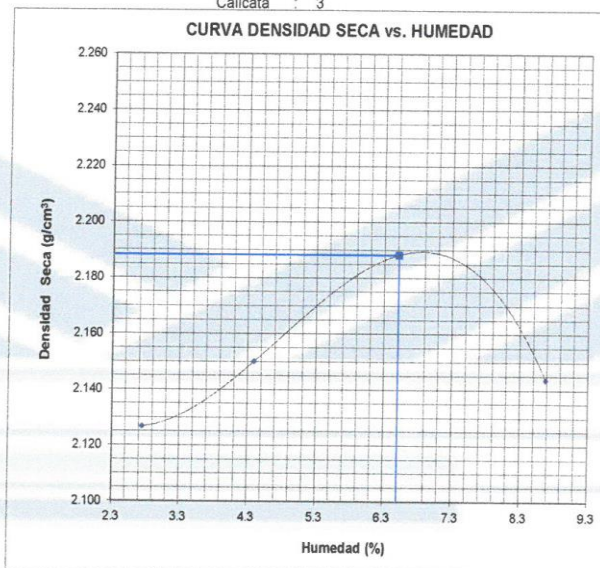


SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "AMPLIACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
12 DE SETIEMBRE DEL 2019
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm^3) : 2.188
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.51
CBR al 100% de la MDS (%) : 80.9
CBR al 95% de la MDS (%) : 59.7

Material : TERRENO NATURAL CON 7 % DE BISCHOFITA
Prof. (m.) : 0.00-1.50
Calicata : 3



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Carlos Berrocal Canchari
CARLOS BERROCAL CANCHARI
Ingeniero Civil Geotécnico
Reg. CIP N° 103881

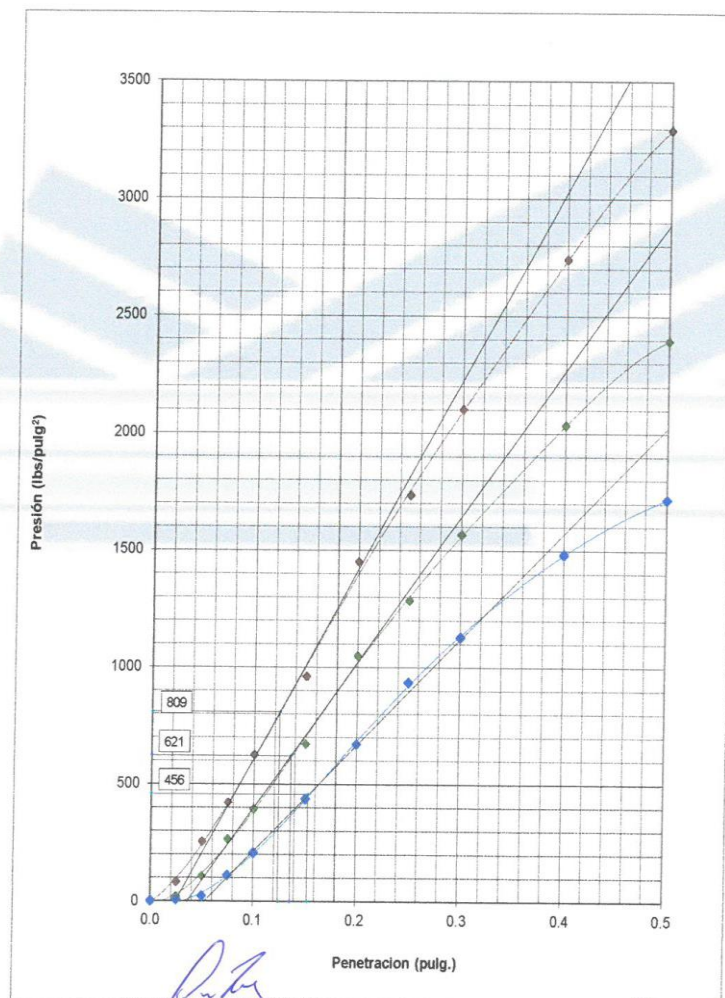
INFORME N°GEO/135-2019



SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "AMPLIACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
 RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Material : TERRENO NATURAL CON 7 % DE BISCHOFITA
Prof. (m.) : 0.00-1.50
Calicata : 3



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667**

Jose Carlos Berrocal Canchari
**Mx. JOSE CARLOS BERROCAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881**

Anexo 8: Resultados de la muestra CALICATA 4



GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
RUC. 20521034361



INFORME N° GEO/ 136 - 2019

SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : "APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : 4
Material : TERRENO NATURAL CON 9 % DE BISCHOFITA
Prof. (m.) : 0.00-1.50
Progresiva : 7+000

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.194
Optimo Contenido de Humedad (%) : 6.46

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.194	2.151	2.044
Contenido de Humedad	6.5	6.9	7.0

c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	811	1000	81.1
II	0.1	622	1000	62.2
III	0.1	457	1000	45.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 81.1 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 59.9 %

d).- Expansión(%) :

NP

Nota: SE AGREGO A LA MUESTRA 9 % BISCHOFITA
Ejecutado por : FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
Revisado por : INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Jose Carlos Berrojal
M. JOSÉ CARLOS BERROJAL CANCHARI
Ingeniero Civil Geotécnico
Reg. CIP N° 103881



INFORME N° GEO/ 136 - 2019

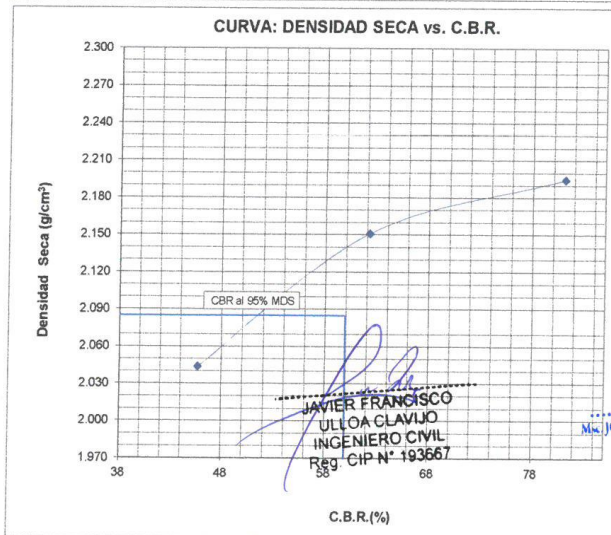
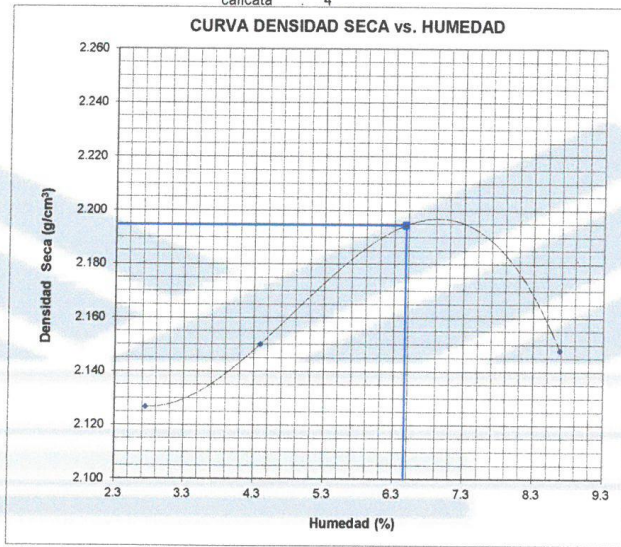


SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
 PROYECTO : "APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"
 UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
 FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	: 2.194
Optimo Contenido de Humedad (%)	: 6.46
CBR al 100% de la MDS (%)	: 81.1
CBR al 95% de la MDS (%)	: 59.9

Material : TERRENO NATURAL CON 9 % DE BISCHOFITA
 Prof. (m.) : 0.00-1.50
 calicata : 4



JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

JOSE CARLOS BERROVAL CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP N° 103881



GEOTÉCNICOS Y SERVICIOS E INGENIEROS CONTRATISTAS
OBRAS CIVILES – CONSULTORÍA – PROYECTOS Y SUPERVISIÓN
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS
RUC. 20521034361

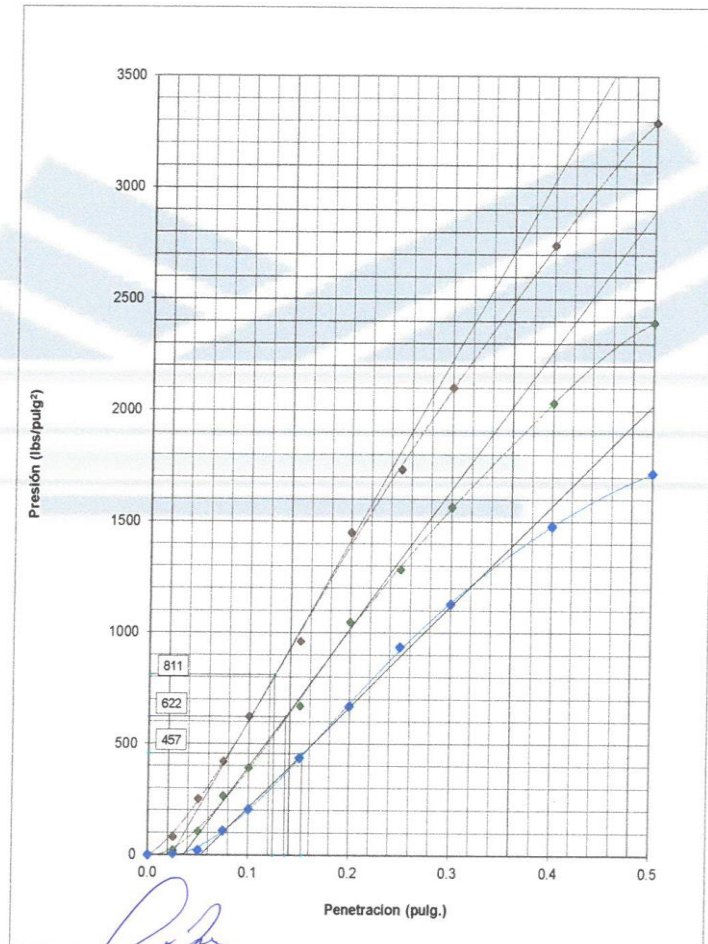
INFORME N° GEO/ 136 - 2019



SOLICITANTE : LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT
PROYECTO : *APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE
RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH*
UBICACIÓN : PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH
FECHA : 12 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Material : TERRENO NATURAL CON 9 % DE BISCHOFITA
Prof. (m.) : 0.00-1.50
Calicata : 4



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Jose Carlos Berrocal Canchari
M. JOSÉ CARLOS BERROCAL CANCHARI
Ingeniero Civil Geotécnico
Reg. CIP N° 103881

JR. ENRIQUE LA ROSA # 191 OF. 402 - URB. INGENIERÍA - S.M.P. - LIMA
TELÉFONOS: (01) 288-9779 / 988476107

E-mail: geoser_estudios@hotmail.com
geoser_proyectos@outlook.es

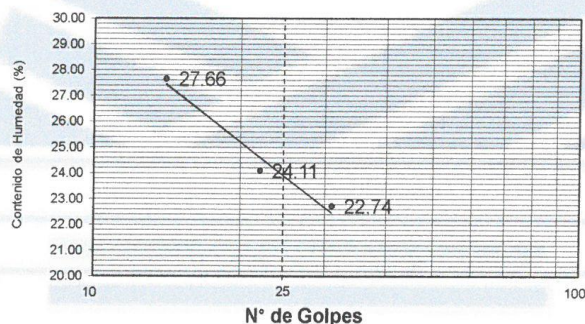
LIMITES DE CONSISTENCIA

(LIMITES DE ATTERBERG)
NORMA ASTM-D-4318

PROYECTO :	"APLICACION DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA-CHANA, HUARI, ANCASH"		
UBICACIÓN :	PALCA - CHANA - HUARI - ANCASH		
SOLICITA:	LOPEZ BEJARANO, FRANCISCO GILBERT		
MATERIAL:	TERRENO NATURAL CON 9% DE BISCHOFITA	CAL:	Nº4
PROGRESIVA:	7+000	TEC.:	J.M.V.
FECHA :	12 DE SETIEMBRE DEL 2019	ING.:	E.C.Q.

LIMITE LIQUIDO

Nº Latas	02	06	08			
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	24.50	25.30	26.79			
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	21.64	22.58	23.92			
Peso de Agua (%)	2.86	2.72	2.87			
Peso de Lata (gr)	11.30	11.30	11.30			
Peso de Suelo Seco (gr)	10.34	11.28	12.62			
% Humedad	27.66	24.11	22.74			
Nº Golpes	14	22	31			

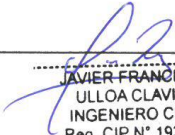


LIMITE PLASTICO

Nº Lata	20	21			
Peso de Lata + Suelo Húmedo (gr)	10.96	10.97			
Peso de Lata + Suelo Seco (gr)	10.61	10.69			
Peso de Agua (gr)	0.35	0.28			
Peso de Lata (gr)	9.00	9.00			
Peso de Suelo Seco (gr)	1.61	1.69			
% Humedad	21.74	16.57	L.P 19		

OBSERVACIONES:

MUESTRA REPRESENTATIVA DE 250 gr . SE AGREGO 9 % DE BISCHOFITA


 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 193667


 Msc. JOSE CARLOS BERRUETA CANCHARI
 Ingeniero Civil Geotécnico
 Reg. CIP Nº 103881

Anexo 6: Ensayos de laboratorio





