



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la
estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada
San Francisco, Tarapoto-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Delgado León Iris Dianina (0000-0001-8392-8135)
Guerra Pisco Brayan Kenderson (0000-0001-9404-1396)

ASESOR:

Mg. Ing. Benites Zuñiga Jose Luis (Código ORCID 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por guiarme siempre y cuidarme, por ser mi amigo incondicional, acompañándome cada momento de mi Vida y por regalarme lo maravilloso que tengo en esta vida mi Familia.

A mis padres, Benita y Segundo, por su gran amor, por sus consejos y por su lucha constante para apoyarme en mi vida personal y profesional.

A mi hermano Jackson por su ejemplo de superación, por su cariño, su amor constante por alentarme cada día para culminar mi carrera.

A mi hermano Delvis por ser como un padre para mí por motivarme a seguir adelante por enseñarme que los obstáculos no existen.

A mi Abuela Eva Vílchez por sus muestras de afecto en cada instante de mi vida por sus consejos para ser una persona de bien.

A mi tía reyna por enseñarme a que todo se puede en la vida, y por esa motivación constante, por ti Luchadora vamos.

DEDICATORIA

Agradezco en primero lugar a Dios por Guiarme por el buen camino, y ser una fortaleza en mi vida.

Agradezco a mis padres, Marbelita Pisco Tangoa y Heriberto William Gutiérrez Casana, que son mi principal fuente de apoyo, aliento para seguir adelante.

Agradezco a mi hermana Vanessa Elisabeth Guerra Pisco, por ser mi compañía, mi apoyo y un ejemplo a seguir para alcanzar mis metas.

Agradezco a mi Novia Mayra Estefani Velásquez Lovera, por estar en los momentos más turbulentos y estar siempre motivándome en mis proyectos de vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser nuestra fortaleza para seguir adelante en este largo camino de muchos obstáculos y así para poder lograr la realización de este proyecto.

A nuestro círculo familiar por estar en todo momento motivándonos a que logremos este tan anhelado proyecto.

A nuestro asesor, Mg. Ing. Benites Zuñiga Jose Luis, por su tiempo, paciencia, amistad y brindarnos sus conocimientos para poder lograr la culminación del proyecto de tesis.

A todos nuestros docentes de la facultad de ingeniería civil por compartir sus conocimientos, experiencias de profesión y siempre motivándonos a seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iv
Índice de contenido.....	v
Índice De Tablas.....	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	6
III.METODOLOGÍA	32
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.2. Variables y operacionalización.....	33
3.3. Población, muestra y muestreo.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimientos	36
3.6. Método de análisis de datos.	37
3.7. Aspectos éticos	37
IV.RESULTADOS	38
V.DISCUSIÓN	63
VI.CONCLUSIONES.....	72
VII.RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS	75
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Calicatas para exploración	19
Tabla 02. Requisitos para la subrasante	19
Tabla 03. Clasificación de suelos por tamiz	24
Tabla 04. Tabla de estimación de precisión	26
Tabla 05. Categoría de la sub-rasante	26
Tabla 06. Análisis granulométrico de todas las unidades de análisis	44
Tabla 07. Límites de Atterberg del suelo natural	46
Tabla 08. Clasificación SUCS y AASHTO	47
Tabla 09. Proctor modificado de suelo natural C2	48
Tabla 10. CBR suelo natural C2	49
Tabla 11. Combinaciones de grupos de cal óptimo y aceite sulfonado	50
Tabla 12. Límites de Atterberg de suelo natural + cal	52
Tabla 13. Proctor modificado de suelo natural + cal	53
Tabla 14. Ensayo de (CBR)- suelo natural + cal	55
Tabla 15. Límites de Atterberg de S.N + optimo cal + aceite sulfonado	57
Tabla 16. Proctor modificado de S.N + óptimo de cal + aceite sulfonado	59
Tabla 17. Ensayo de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Componentes de la infraestructura	18
Figura 02. Sistema AASHTO	22
Figura 03. Sistema SUCS	23
Figura 04. Detalle del aceite sulfonado	31
Figura 07. Distrito de Tarapoto	39
Figura 08. Ubicación de la carretera San Francisco.....	40
Figura 09. Ubicación de calicatas en la carretera San Francisco.	40
Figura 10. Muestra de Calicata N°1	41
Figura 11. Muestra de Calicata N°2	42
Figura 12. Muestra de Calicata N°3	42
Figura 13. Cuarteo de Muestra	43
Figura 15. Curva granulométrica calicatas N°2	45
Figura 16. Curva granulométrica calicatas N°3	45
Figura 17. Límites de Atterberg del suelo natural.....	46
Figura 18. Límites de atterberg del suelo natural	47
Figura 19. Máxima densidad seca del suelo natural C2.....	48
Figura 20. Óptimo contenido de Humedad del suelo natural C2	49
Figura 21. CBR del suelo natural C2.....	50
Figura 22. Límites de Atterberg del suelo natural + cal	51
Figura 23. Variación de Límites de atterberg de suelo natural + cal.....	52
Figura 24. Proctor modificado de suelo natural + cal	53
Figura 25. Variación de MDS de suelo natural + cal	54
Figura 26. Variación de OCH de suelo natural + cal	54
Figura 27. Ensayo de CBR suelo natural + cal.....	55
Figura 28. Variación del CBR S.N + porcentajes de Cal	56
Figura 29. Límites de Atterberg de S.N + optimo cal + aceite sulfonado	57
Figura 30. Variación de Límites de atterberg S.N + optimo cal + aceite sulfonado.....	58
Figura 31. Proctor modificado S.N + óptimo de cal + aceite sulfonado	59
Figura 32. Variación de MDS de S.N + cal + aceite sulfonado	60
Figura 33. Variación de OCH se S.N + cal + aceite sulfonado	60
Figura 34. Ensayo de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado	61

Figura 35. Variación de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado	62
Figura 36. Comparación del IP con cal en diferentes porcentajes.....	64
Figura 37. Índice de plasticidad del antecedente	65
Figura 38. Índice de plasticidad de los resultados de estudio.....	65
Figura 39. Comparación de OCH con cal.....	67
Figura 40. Comparación de OCH con Aceite Sulfonado	68
Figura 41. Comparación de CBR con Cal	70
Figura 42. Comparación de CBR con Cal y aceite sulfonado con el antecedente	71

RESUMEN

Actualmente en el mercado se encuentran una serie de productos estabilizadores que ofrecen una mejora en el suelo tratado, sin embargo, muchos de ellos no tienen antecedentes técnicos en nuestro país, por lo que surge la necesidad de estudiar y hacer un seguimiento de dichos productos para tener lineamientos acerca del trabajo con ellos y de su aplicación a los suelos característicos de nuestra realidad. En esta oportunidad la tesis se centra en el uso de 2 estabilizadores cal y aceite sulfonado, aplicados a la carretera San Francisco, específicamente al tramo pk0+000 a pk2+000 Tarapoto. Ambos estabilizadores se centran en un incremento de la capacidad portante del suelo además de impermeabilizar la capa tratada, por lo que la investigación tiene como objetivo de estudio Determinar cómo influye la incorporación de aceite sulfonado y cal en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada, San Francisco-2020, asimismo se determinará la cantidad o proporción óptima del aditivo cal que se debe emplear con diferentes dosificaciones de aceite sulfonado. En dicho proceso de estudio, la metodología según el objeto y la naturaleza del estudio es experimental, de nivel cuantitativo, diseño experimental y aplicativo. La presente investigación tiene una población constituida por toda la carretera san francisco que tiene más de 14 km. En la cual para la recopilación de datos se extrajo muestras de 3 calicatas realizadas en campo. Los resultados revelaron que los distintos porcentajes de cal 3%, 5% y 8% la más óptima para la presente investigación es el 5% donde al combinarse con aceite sulfonado con una dosificación de 0.6l/m³ trabaja mucho mejor aumentando la capacidad CBR. Se concluye que al incorporar aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante sin duda se logra mejorar la resistencia de la subrasante de la carretera San Francisco con un porcentaje inicial de CBR 8.6% aumentado su capacidad de soporte a 17.2%.

Palabras claves: Aceite Sulfonado, subrasante, cal, estabilización y Dosificación

ABSTRACT

Currently on the market there are a series of stabilizer products that offer an improvement in the treated soil, however, many of them do not have a technical background in our country, so the need arises to study and monitor these products to have guidelines about working with them and their application to the characteristic soils of our reality. This time the thesis focuses on the use of 2 lime stabilizers and sulfonated oil, applied to the San Francisco highway, specifically to the section pk0 + 000 to pk2 + 000 Tarapoto. Both stabilizers focus on an increase in the bearing capacity of the soil in addition to waterproofing the treated layer, so the objective of the study is to determine how the incorporation of sulfonated oil and lime influences the improvement of stabilization in the sub- grading of the unpaved road, San Francisco-2020, the optimal quantity or proportion of the lime additive that should be used with different dosages of sulfonated oil will also be determined.

In this study process, the methodology according to the object and nature of the study is experimental, quantitative, experimental and applicative design. The present investigation has a population made up of the entire San Francisco highway that is more than 14 km. In which, for data collection, samples were extracted from 3 pits made in the field. The results revealed that the different percentages of lime 3%, 5% and 8%, the most optimal for the present investigation is 5% where when combined with sulfonated oil with a dosage of 0.6l / m³ it works much better by increasing the CBR capacity. It is concluded that by incorporating sulfonated oil in the stabilization of the subgrade, it is undoubtedly possible to improve the resistance of the subgrade of the San Francisco highway with an initial percentage of 8.6% CBR, increasing its bearing capacity to 17.2%.

Keywords: Sulfonated Oil, subgrade, lime, stabilization and Dosage

I. INTRODUCCIÓN

La red vial de un país es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y las cargas, también nos permite satisfacer necesidades básicas como es la educación, trabajo alimentación y salud; estas necesidades son las principales en un país, las redes viales también generan un beneficio de comunicación para los habitantes de un país ya que a través de ella generamos intercambio cultural, social y económico.

Si las vías de comunicación en cualquier parte de un país no son las apropiadas para que la población satisfaga sus necesidades básicas entonces los ciudadanos no podrán afrontar progreso económico y así no contribuimos a la reducción de los índices de pobreza afirma Rivera.¹

Además, la infraestructura de transporte en América Latina puede ser señalada como un sistema, más desarrollada en algunos sectores primarios o solamente un conjunto de eslabones más o menos articulados en extensos a otros, que requiere de amplias mejoras para cumplir adecuadamente su papel en un más extenso incremento económico de la región.

Por otro lado, a nivel Nacional lidiamos con lugares congestionados, transporte deficiente y con infraestructuras que no cumplen con la necesidad de la población, lo cual genera un déficit en nuestro crecimiento y desarrollo económico de un país que busca ser competitivo. Lo cual el avance de la infraestructura vial tiene un impacto positivo sobre el desarrollo económico y esto genera un mejor desarrollo en la productividad, generación de empleo y favorece una mejor calidad de vida.

En el Perú encontramos diferentes tipos de redes viales en la cual nos benefician para tener una comunicación con nuestras regiones de costa, sierra y selva además las redes viales por departamento no cumplen con una buena estabilización o con un buen desarrollo en la infraestructura vial, es por ello que en esta investigación nos centraremos a desarrollar una comparación de

¹ (GUZMÁN, 2015)

diferentes tipos de aditivos y sobre todo, nos centraremos en una de nuestras regiones de nuestro Perú como es la selva.

En el distrito de Tarapoto, la mayor parte de las carreteras no cumplen con una resistencia óptima, precisamente son las que no están pavimentadas, por muchos motivos, a ello se le suma el elevado costo que presenta al momento de estabilizar un suelo, también en la región se cuenta con climas variados por lo que se tiene lluvias constantes y esto suma a la difícil labor de poder realizar una buena estabilización de un suelo por lo que se le incrementa los gastos ya sea en mano de obra, materiales, canteras que se encuentran alejadas, etc. Es por ello que se optó a estudiar nuevos productos químicos ya que se tiene muy poca referencia de estos estabilizadores en la región y poca experiencia al momento de utilizarlos, por lo cual estamos realizando nuevas propuestas que brinden una mejoría en suelos y ahorro de tiempo a la hora de estabilizar y que las vías puedan entrar en vigencia en el menor tiempo y dar un mejor confort a los pobladores ya que el uso de estabilizadores químicos puedan mejorar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo y así poder lograr un suelo estabilizado para aumentar su resistencia y poder lograr una mejor flexibilidad, por ello estamos realizando esta investigación que lleva como título “**Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la subrasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020**”. con el fin de tener nuevas alternativas de solución ante un suelo no pavimentado y mejorar los resultados de una estabilización por eso proponemos esta investigación en la cual realizaremos una comparación de dos tipos de aditivos químicos que son aceite sulfonado y cal, por lo cual buscamos mejorar una carretera ante las constantes lluvias que asechan en dicho lugar. Las estabilizaciones de los suelos arcillosos de Tarapoto presentan dificultades por eso proponer nuevas alternativas de solución ayudarían a desarrollar una comunicación vial adecuada para los pobladores de dicho lugar; así estaríamos contribuyendo al desarrollo y al bienestar de los ciudadanos del distrito de Tarapoto.

En este proyecto de investigación el **problema general** que se ha planteado es:

¿En qué medida influye la incorporación de aceite sulfonado y cal en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada San Francisco Tarapoto-2020?

De acuerdo al problema general de nuestro proyecto de investigación surgen nuestros **problemas específicos**: ¿De qué manera la incorporación cal influye en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?

¿De qué manera la incorporación de cal influye en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?

¿Cómo influye la incorporación de cal en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020?

¿De qué manera la incorporación de aceite sulfonado influye en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?

¿De qué manera la incorporación de aceite sulfonado influye en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?

¿Cómo influye la incorporación de aceite sulfonado en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020?

El proyecto se **justifica** de manera **Social**, que, al solucionar los problemas de suelos con la estabilización de la subrasante, los pobladores de Tarapoto y alrededores tendrán una mejor calidad de vida, así estaremos contribuyendo al desarrollo de dicho lugar y a la tranquilidad en los pobladores; de tal manera la **justificación práctica**, ayudará a la estabilización y mejora de la subrasante mediante la incorporación de aditivos y así estaremos ayudando al beneficio vehicular. Así mismo se **justifica teóricamente**, que gracias al presente estudio se podrá reunir toda la información respecto a la estabilización de la subrasante con 2 tipos de aditivo, aceite sulfonado y cal en la cual se compararán resultados

obtenidos de los ensayos de laboratorio y se analizarán las ventajas y desventajas que contribuirá a la buena estabilización de la carretera. De manera **metodológica**, este estudio se realizará mediante ensayos, los cuales nos ayudaran a resolver el problema planteado y cumplir con nuestros objetivos de estudio. Así se demuestra la veracidad de las preguntas que se realizaron, teniendo en cuenta las variables aceite sulfonado y cal y su aplicación a la variable dependiente, sub-rasante.

Tenemos como **Objetivo general**, Determinar cómo influye la incorporación de aceite sulfonado y cal en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada, San Francisco-2020.

Los **objetivos específicos** que se plantearon son los siguientes: Determinar cómo influye la cal en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Determinar cómo influye la cal en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Determinar cómo influye la cal en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

El proyecto de investigación se pretende desarrollar la siguiente **hipótesis general**: Los aditivos químicos aceite sulfonado y cal influyen de manera positiva para la

estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.

Por lo tanto, se desarrollará las siguientes **hipótesis específicas**:

La incorporación de cal mejora la plasticidad de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

La incorporación de cal mejora el óptimo contenido humedad de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

La incorporación de cal mejora la resistencia de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora la plasticidad de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora el óptimo contenido de humedad de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora la resistencia de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

II. MARCO TEÓRICO

Para poder llevar a cabo esta investigación realizaremos trabajos previos como son los antecedentes en lo cual nos ayudaran a comparar nuestros resultados y así poder llegar a una discusión con respecto a nuestro tema planteado en la cual nos ayudaran también a tener un sustento y así poder tener más conocimiento con relación al proyecto a desarrollar, presentamos a continuación los antecedentes nacionales en la cual tenemos.

Lalangue (2019), dentro de su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: ***“Estabilización De La Sub-rasante Con Aceite Sulfonado Para La Carretera Departamental Ruta Pi- 114 Emp.Pe-1n (El Alto–Talara) - Emp. Pi-105 (Pariñas), Km: 08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019”***. De la Universidad cesar vallejo. Se ha planteado como **objetivo de investigación** el mejoramiento de la resistencia con la estabilización de la sub-rasante con aceite sulfonado de la carretera departamental de Pariñas en el km: 08+000.00 - 09+000.00, Talara- Piura 2019. La metodología según el objeto y la naturaleza del **estudio** es experimental, de nivel cuantitativo, diseño experimental y aplicativo. La **población** en esta investigación consta por 24 ensayos en la cual tiene 8 tratamientos divididos en 3 bloques. Los **instrumentos** que realizaron fueron netamente de laboratorio y la recopilación de datos como tablas en Excel. **Los resultados** revelaron que el aceite sulfonado aumenta la capacidad de soporte CBR con un porcentaje de 0.35l/m³ y trabaja mucho mejor al combinarse con el aditivo solido cal, mejorando su nivel de expansión de una manera inmediata. **Se concluye**; que al incorporar aceite sulfonado en la estabilización de la sub-rasante sin duda se logra mejorar la resistencia de la sub-rasante con un porcentaje inicial de CBR 2.1% aumentado su capacidad de soporte a 8.8%.

Esquivel y Gamez (2019), dentro de su Investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: ***“Cal Y Cenizas De Cáscara De Arroz Para Estabilizar La Superficie De Rodadura En La Vía Santa Clemencia Chachapoyas”***. De la universidad Nacional del Santa, Chimbote. Tuvo como **objetivo de investigación** la utilización de cal y cenizas de cáscara de arroz como un método netamente alternativo para la estabilización de suelos que

tienen baja capacidad de soporte. Fue un **estudio** tipo Experimental y Aplicativa donde la **población** que se consideró fue el suelo de la sub-rasante perteneciente a la vía comprendida entre el centro poblado de Santa Clemencia a Chachapoyas de una longitud de 6.6 km, ubicado en el distrito de Chimbote, Provincia Santa, Ancash. La **muestra** se seleccionó mediante la excavación de 07 calicatas de 1.5m de profundidad, por debajo de la sub-rasante, el tipo de muestra corresponde a uno no probabilístico. Donde los **instrumentos** empleados fueron, el sistema SUCS, así como sus propiedades físicas, índice de plasticidad y CBR. El **resultado** del proyecto de investigación fue la dosificación de dicho suelo con cal en porcentajes de 2%, 4% y 6% y cenizas de cáscara de arroz en porcentajes de 5%, 10% y 20%, produciéndose así nueve tipos de mezclas distintas, las cuales se sometieron a ensayos de laboratorio y se obtuvo la **conclusión** de que el CBR al 95% de la MDS siendo este valor 24%, aumentando respecto al CBR del suelo natural 2.6 veces. Finalmente se procedió a realizar un tramo de prueba de 3 x 6 x 0.15 m. haciendo uso de esta combinación. **Recomendaciones** Se recomienda a los investigadores, utilizar otros porcentajes de cenizas de cáscara de arroz, así como también de cal, para evaluar sus propiedades y el comportamiento que tiene.

López y Ortiz (2018), dentro de su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: “**estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay**”, universidad Tecnológica de los Andes, Apurímac. **Se planteo como objetivo** estabilizar el suelo existente de los jirones de Molinopata y Santo Domingo de la urbanización San Luis, adicionando un porcentaje de cal y que más adelante pueda ser usado como capa de subrasante de un pavimento según las especificaciones y normas vigentes en nuestro país. Según los **estudios** que realizaron fue exploratoria de nivel analítica. La **población** de estudio Subrasante de los jirones de Molinopata y Santo Domingo de la Urbanización San Luis de la ciudad de Abancay. Los **instrumentos** utilizados Cinta métrica de 50 metros, también utilizaron equipos topográficos y los equipos de laboratorio de suelos. **Los resultados** para el estudio de CBR de suelo natural fue para la muestra 01 el CBR es de 8.75% y

para la muestra 02 el CBR es de 16.75% y para los resultados de índice de plasticidad fueron siendo las siguientes para la muestra 01 el índice de plasticidad es de 1.00 y para la muestra 02 el índice de plasticidad es de 4.30. **se concluye** que para el estudio de la muestra 01 se debe de añadir 8% de cal al suelo para incrementar y para alcanzar un índice de CBR de 145.00 y así ser usado como base para un pavimento. Mientras que para la muestra 02 por ser un suelo arena limosa el suelo no adquiere mayores capacidades portantes ya que al agregar el 8% de cal solo se incrementó el índice de CBR hasta 68.00 así no cumpliendo con lo señalado en la norma CE.010. nos **recomienda** la utilización de cal en la estabilización del suelo mejora en más del 100% el índice del CBR también nos recomienda que el suelo estabilizado con cal no requiere ser compactado de manera inmediata, siendo una ventaja frente a otros estabilizantes como el cemento.

Para tener un enfoque más amplio con nuestro proyecto de investigación recurrimos a uno de nuestro **antecedente internacional**, **Sánchez** (2014), dentro de su Investigación para optar el título profesional de ingeniero civil titulada: **“Estabilización De Suelos Expansivos Con Cal Y Cemento En El Sector Calcical Del Cantón Tosagua Provincia De Manabí”**. De la universidad Pontificia Universidad católica, Ecuador. El presente trabajo tiene como **objetivo** estudiar las propiedades de los suelos expansivos de dicho sector con ensayos en el laboratorio, también se estudiará la plasticidad del suelo, para así poder reducir su potencial de expansión y por último el porcentaje óptimo de cal, en este proyecto tuvo un **estudio** de tipo experimental y de laboratorio. La **población** de estudio fue el sector que se encuentra en la vía a Bahía; el cantón Tosagua que se encuentra ubicada al noreste de la provincia de Manabí. Las **muestras** han sido tomadas del sector Calcical Los **instrumentos** empleados fueron aparato de compresión simple, ondómetro digital y un equipo para realizar el Proctor estándar. Los principales **resultados** fueron respecto a la dosificación empleada tanto para cal y cemento de 3%,5% y 7% haciendo uso de un porcentaje de 7% de cal el índice de expansión se ve disminuido en rango de 67 a 46% y con cemento la disminución se alcanza a razón de 86 a 90%. En la presente investigación se **concluyó** de manera general que los estabilizadores

realizados en la investigación cumplen con todas las medidas necesarias para ser elaborado tanto con cal como con cemento, ya que tienen un valor de contenido orgánico de 0.22% y también menor al 1% permitido. La utilización de cal viva como agente estabilizador logra reducir un gran porcentaje de hinchamiento de los suelos, es por eso si se utiliza un porcentaje igual al 3% esta reducción es del 20%, con 5% de cal se reduce en un 40% y con el uso del 7% de cal estabilizante se alcanza reducciones de 57%, los resultados que obtuvieron en esta investigación son válidos y comprobados con ensayos establecidos.

Páez y Díaz (2019), dentro de su Investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: ***“Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso”***. De la universidad Santo Tomás de Bogotá, Colombia. Tuvo como **objeto de investigación** la influencia de la adición de aceite sulfonado en la determinación de la rigidez y las propiedades dinámicas del aceite sulfonado ante las deformaciones de un material granular que contiene mediante el ensayo de columna resonante, el **estudio** realizado en esta investigación fue de tipo experimental y de laboratorio. La **población** de estudio fue el material que fue extraído del sector de montañas en el occidente de Bogotá. la **muestra** que extrajeron fue de cantera. Los **instrumentos empleados** fueron de laboratorio y el microscopio electrónico de barrido. Los principales **resultados** fueron la transformación del material curado con aceite sulfonado, se inicia en 0 días donde la partícula está en su estado normal, en 30 días agregando el 2% aceite sulfonado disuelto en agua muestra un separado de estructura laminar, en los 60 días las partículas de arcilla manifiestan un cambio en su comportamiento heterogéneo y 90 días la reacción del aceite sulfonado con la arcilla estabilizó eléctricamente su comportamiento. Se **concluyó que** La influencia del aceite sulfonado se manifiesta principalmente en un cambio la microestructura del material con la pérdida de humedad y el aumento del tiempo, Por último, nos **recomienda** Variar los porcentajes que se utilizaron en el momento que se agregó aceite sulfonado respecto a la humedad óptima de compactación y medir su influencia en el módulo de rigidez y amortiguamiento.

Buitrago y Caballero (2015), dentro de su Investigación para optar el título profesional de ingeniero civil, titulada: "**Evaluación De Aditivos En El Tratamiento De Arcillas Expansivas En Laboratorio**". De la Universidad industrial de Santander, Bucaramanga. En el presente trabajo tuvo como **objetivo de investigación** evaluar con cuál de los dos aditivos aceite sulfonado y cal se encontraron resultados más efectivos en la estabilización de arcilla expansiva y también comparar cuál de los dos agentes estabilizantes es más económico al momento de estabilizar un suelo arcilloso. Fue un **estudio** de laboratorio. La **población** que tomaron en cuenta fue los ensayos a cada uno con diferentes dosificaciones de mezcla, el aceite sulfonado se disolvió en agua en diferentes concentraciones de 40, 50 y 70 m³ de material mezclado en cambio en cal en porcentajes de peso de los sólidos fueron de 2,3 y 4 %. Se mezclaron las **muestras** con las diferentes concentraciones de aditivos con el suelo aceite sulfonado y cal bajo las condiciones de compactación. Los **resultados** que se obtuvieron con los dos aditivos son favorables, ya que se logró decrecer el hinchamiento libre, al observar las gráficas del proyecto mencionado se pudo observar la rápida acción que tuvo la cal en el suelo logrando una estabilización mucho más temprana que con el aceite sulfonado. En **conclusión**, nos dice que Según los resultados que se obtuvieron en esta investigación se puede afirmar que el aditivo que obtuvo mayor desempeño, mejores resultados fue la cal, Teniendo en cuenta los costos calculados se puede afirmar que el aditivo más económico para estabilizar un tramo de vía de 100 m de largo y 5m de ancho, con un escarificado de 30 cm es el aceite sulfonado ya que redúcelos costos de forma considerable independiente de la efectividad del aditivo.

Sinan (2017), in his postgraduate research to obtain the science master degree is titled: "**The use of lime mud for soil stabilization**". From Iowa State University. **The objective** of this research is to make a comparison of chemical stabilizers, having LS lime mud as the main stabilizer and taking it as an alternative stabilizer to the stabilizers already known as Class C and F fly ash and Portland PC cement to determine its strength and durability. It was an

experimental and applicative type **study**; the study population was Hills in Western Iowa. The samples were placed in large trays and selected to be able to mix with the different percentages of each stabilizer. **The instruments** used for the study were decayed cone, a plastic limit device, automatic proctor device, PH measurement, etc. **The main result** of this study was that the soils were classified as low plasticity and it was **concluded** that the lime mud when performing it only has improvements in the PI and then when combined with cement and fly ash it is shown that it produces decreases in the PI only the Using more than 20% LC provides considerable improvements. This research **recommends** that we expand our knowledge using other percentages of LC 12% and 20%. It also recommends that LC could be used to stabilize expansive clays such as bentonite in order to observe its effects on swelling behaviors.

Comentario: En esta investigación, se tomó la cal (LS) como un estabilizador alternativo debido a las ventajas de usar material de desecho y el futuro incierto para las cenizas volantes y el cemento portland. Para este propósito, el LS se usó solo y con otros estabilizadores de suelo, y se realizaron pruebas de resistencia a la compresión (UCS), congelación-descongelación (F-T), secado en húmedo (W-D) y F-T de bajo oleaje. Los resultados de la prueba UCS de las muestras curadas hasta 90 días mostraron que el LS se puede usar solo para aumentar la resistencia del suelo. Los resultados de la prueba UCS de muestras curadas de 7 días indicaron que LS se puede mezclar con CF y FF para aumentar aún más la resistencia.

Wu (2019), in his graduate research for the master's degree in civil engineering, is titled **"Construction and Performance of Chemically and Mechanically Stabilized Granular Road Test Sections"**. From Iowa State University. In this research he has **the objective** was to determine 6 mechanical and 5 chemical stabilization **studies** with different stabilizers such as rubber, tire rubber, type I and type II cement, etc., with different types of virgin and recycled **materials**. It was a field and laboratory study. The study population that was taken into account in this project was geographically throughout the state of Iowa. The sample the sample that they took into account was taken from different counties

where the Iowa County highways were located. and the elastic modulus of the surface travel of granular roads was improved by one of the chemical methods, the surface tr tied with cement and three of the mechanical methods, optimized grading with clay mud and two methods of slag stabilization. The **general conclusion** all the sections made could stabilize well and have good quality except tire rubber because only 20% rubber was incorporated this too. The composite elastic modulus was improved by two methods treated with cement and two mechanical methods. This project **recommends** that the steel slag material was made without consolidating at the beginning, that is why we must carry out the corresponding measures and review the material well before submitting to the process, the mixtures of products with clay for liquid stabilizers can reduce an improvement in cut resistance and elastic

Comentario: Se realizaron pruebas exhaustivas de laboratorio, pruebas de campo y estudios fotográficos esto realizaron previamente. Tanto para la construcción como después de la construcción para monitorear el desempeño de la demostración de Secciones. La resistencia al corte y el módulo elástico de la red superficial en carreteras granulares son evidentes y mejorados con uno de los métodos químicos. La superficie tratada del sub-rasante fue con cemento y tres de los métodos mecánicos y su clasificación optimizada con lodo de arcilla y dos métodos de estabilización de escoria. El módulo elástico ensayo realizado se mejoró mediante dos métodos tratados con cemento y dos métodos mecánicos; en este proyecto de investigación utilizaron varios equipos para la estabilización y Esto puede acortar el tiempo de construcción y estabilizar el suelo de manera más efectiva.

Yang (2015) in his research titled: "***Performance of Biologically Based Soil Stabilizers in Earthmoving Laboratory Research***". From Iowa State University. The **main objective** of this research is to determine the in-situ performance characteristics of chemically treated underground soils. It also aims to determine and evaluate the improvement in stiffness between the chemically treated subgrade. his study was of laboratory and field test methods. **The study** population was made taking into account that it was located in the southern lane

of the United States 287. **The laboratory** sample was taken from 9 test sites. **The instruments** used were excavator, laboratory tests, etc. The **main results** on average, LWD and the recalculated FWD module were approximately 0.7 times and 8.3 times the static PLT module. They also found that the sand content of the stabilized subsoil was approximately 62%, and clay was approximately 7%. It was generally concluded that stabilized subgrades performed well based on laboratory test results and their improvement in soil strength and rigidity was sustained after many years of construction. **The recommendations** offered by this thesis is to carry out life cycle cost analysis for the use of stabilized subgrade in the design of structural pavement, in the field it is good to follow a program that improves the construction of the subgrade to mix uniformly and compact well stabilization with chemicals.

Comentario: en esta investigación nos muestran un estudio muy diferente a lo que estamos viendo ya que es para obtener una mejor idea con respecto a la estabilización del pavimento ya realizado o ya construido. Se probaron tres tipos diferentes coproductos, un tipo líquido con contenido medio de lignina BCP, un tipo con bajo contenido de lignina BCP y otro tipo líquido con alto contenido de lignina BCP. Las pruebas de laboratorio se centraron en las características de diseño del pavimento incluida la resistencia a la compresión no controlada (UCS), la resistencia al corte, la durabilidad de congelación y descongelación, y la resistencia a la humedad de los suelos tratados con BCP. Se mezclaron cuatro tipos de suelo de Iowa con BCP para las pruebas, y los resultados indicaron que BCP es un aditivo estabilizador de suelo prometedor en Iowa debido a sus efectos beneficiosos para mejorar las propiedades de ingeniería del suelo, propiedades de resistencia, durabilidad y resistencia a la degradación de la humedad.

En los antecedentes de **revistas indexadas** tenemos: **Tique, Mora, Díaz y Magaña** (2019), en su investigación titulada: ***“Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso”***. Tabasco, México. Universidad Juárez Autónoma, tuvo como **objetivo** de investigación aumentar la resistencia y así mismo disminuir la variación

volumétrica porque hubo cambios en su contenido de humedad, mediante la estabilización mecánica y química teniendo como aditivos químicos la cal y sal de mesa, en la cual realizaron un **estudio de tipo** experimental y aplicativo. **La población** de estudio de donde se obtuvo el material está ubicada detrás del Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología Aplicada de Tabasco. Teniendo como **muestra** de estudio fue los porcentajes empleados en esta investigación fueron 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, 10 %, determinando que, a dos muestras de suelo se les adicionó con 2 % de un agente estabilizador, a otras dos muestras con 4 % del mismo agente químico. El principal **resultado** fue que permitieron identificar cual es el mejor entre los dos agentes estabilizadores para el suelo de esta zona y así poder definir su dosificación óptima. en esta investigación se **concluyó** de manera general que la cal es uno de los agentes estabilizadores de mayor éxito, por demostrar su efectividad y flexibilidad, sin embargo, en esta investigación tomaron como mejor agente estabilizador es la sal de mesa.

Llanos, Ríos y Restrepo (2019), teniendo como investigación titulada: ***“Caracterización fisicoquímica y mecánica de un suelo arcilloso tratado con Aditivos Químicos”***. Colombia, Universidad Santo Tomás, en la cual tuvo como **objetivo** de investigación a mejorar las propiedades de los suelos en su resistencia, plasticidad, comprensibilidad, durabilidad, etc. El **estudio** que se realizó fue de tipo metodológico. La **población** de estudio fue Curado en bolsa hermética por 7 días o Todas las pruebas se realizaron por duplicado, los **instrumentos** empleados fue probetas rectangulares y cilíndricas, porción de suelo a estudiar. Los principales **resultados** fueron, Enzima 15% y el Polímero 40% por lo tanto se **concluyó** que los productos enzimáticos y poliméricos, empleando diversas técnicas analíticas e instrumentales evidenciaron una mejora en las propiedades del suelo estudiado así mismo los resultados presentados en este trabajo de investigación están asociados a la necesidad de abordar en el conocimiento de la estabilización física y química.

López y Ambrosini (2015) en esta revista tiene como título de investigación, ***“Nanotecnología aplicada a la estabilización de suelos: factibilidad económica”***. Santa Fe, Argentina. Universidad Tecnológica Nacional, el

objetivo de investigación es evaluar el ciclo de vida total de un pavimento incorporando medidas de los aditivos, considerando no solo costos totales de obra si no también el valor neto en el mantenimiento que se requiere después de 6 años los productos a comparar son (cloruro de calcio, cloruro de magnesio, centrothape) y (nano hierro y polímero), su **estudio** que realizaron fue de tipo metodológico y llevada al campo a su desarrollo. La **población** de estudio Se describe el trabajo de rehabilitación de la calle Esteban de Luca, del Municipio de Malvinas Argentina, las **muestras** que se extrajeron de dicho lugar fueron llevados a laboratorio y aplicadas con un % de nanotecnología especificado en la ficha técnica. Los **instrumentos empleados** fueron el rodillo pata de cabra para romper escombros luego de utilizar las medidas correspondientes de manohierro y puzolánicos se pasó el rodillo para la compactación. Los principales **resultados** fueron empleando la nanotecnología el Período de análisis igual a 6 años su Tasa de descuento es al 3% y su Valor de rezago es el mismo para todas las alternativas y su Tratamiento es hasta profundidad de 15 cm. Esta investigación **concluye** de manera general que se ha indicado que la alternativa nanotecnológica demanda un tiempo de obra significativamente inferior al de los procedimientos convencionales como el asfalto, el cloruro de magnesio la cal, etc. Consecuentemente las demoras e interferencias al tráfico son menores, **recomienda** alentar a los contratistas a considerar en la evaluación de las propuestas para una mejor calidad de vida y de preservación ambiental utilizando estos aditivos.

A continuación, vamos detallar todas las teorías relacionadas al proyecto de investigación en la cual nos vamos enfocar en las variables dependiente e independiente, así como también vamos a ver todas las dimensiones de cada uno de ellas en la cual serán las siguientes.

Suelos, El ingeniero civil Crespo nos describe en su libro de “Mecánica de suelos y cimientos” que el suelo es una capa delgada de la corteza terrestre que esta bioquímicamente activa de material que proviene de la descomposición y el

cambio físico y/o química de las rocas y de los desechos que es generado por los seres vivos.²

También es definida por otros autores en su libro de "Nociones de mecánica de suelos" "que es toda aquella materia que nos rodea y de tal manera que también puede trasladarse de manera mecánica o producto de los vientos, huaycos etc. Y que están compuestas por agregados orgánicos e inorgánicos con un perfil definido."³

Con toda las definiciones dadas por los autores anteriormente mencionados, una que engloba la definición de suelos es del ingeniero civil Braja , que define que el suelo es un agregado no cementado compuestos de minerales y materia descompuestas (partículas sólidas) por el tiempo y que con el paso de los años fueron producto del intemperismo, en otras palabras ,choque entre rocas y su desintegración continuó el proceso de meteorización ,por lo que se llega a tener un suelo residual que ocupan los espacios vacíos de la superficie entre las partículas sólidas del suelo. Por eso los ingenieros deben de tener conocimiento de las propiedades del suelo, tanto como la resistencia, comprensibilidad y capacidad de carga, etc. Para así desarrollar proyectos de ingeniería y cumplan con parámetros establecidos y con una vida útil prolongada.⁴

Las características de un suelo nos llevan a las siguientes clasificaciones que son: *Grava*, son suelos granulares cohesivos de fragmentos de rocas sedimentarias que con el tiempo se fueron deformando y tiene una medida comprendida de 2 mm y 64 milímetros de diámetro. Por lo que se clasifican en gravas gruesas y finas.

Arena, son suelos no cohesivos de granos finos redondos, que son de menor diámetro que las gravas y son de rocas o minerales que sus medidas comprende entre los 2 milímetros y 0.05 milímetros de diámetro. Por lo que se clasifican en arenas finas, arenas medianas y arena gruesa.

Limo, son sedimentos de granos de diferentes texturas de baja o ninguna plasticidad y tiene una medida comprendida entre 0.05 milímetros y 0.005

² (CRESPO, 2004 pág. 18)

³ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 2)

⁴ (BRAJA, 2001 pág. 1)

milímetros, tiene muy baja plasticidad. Por lo que se clasifican en limos orgánicos y limos inorgánicos.

Arcilla, son fragmentos de rocas sedimentarias, es decir tienen partículas más pequeñas a las del limo y sus medidas comprende con diámetros menor a 0.005 milímetros y sus características es la plasticidad al contacto con el agua y bajo el calor se deshidrata.

Subrasante, según el manual de SNIP, hace mención que la subrasante es aquella carretera terminada a nivel del suelo (Corte y relleno), y que debe cumplir con parámetros técnicos porque será la encargada de recibir la estructura o afirmado del pavimento ya sea un pavimento rígido, flexible y/o mixto. Así mismo la subrasante forma parte del prisma de la carretera.⁵

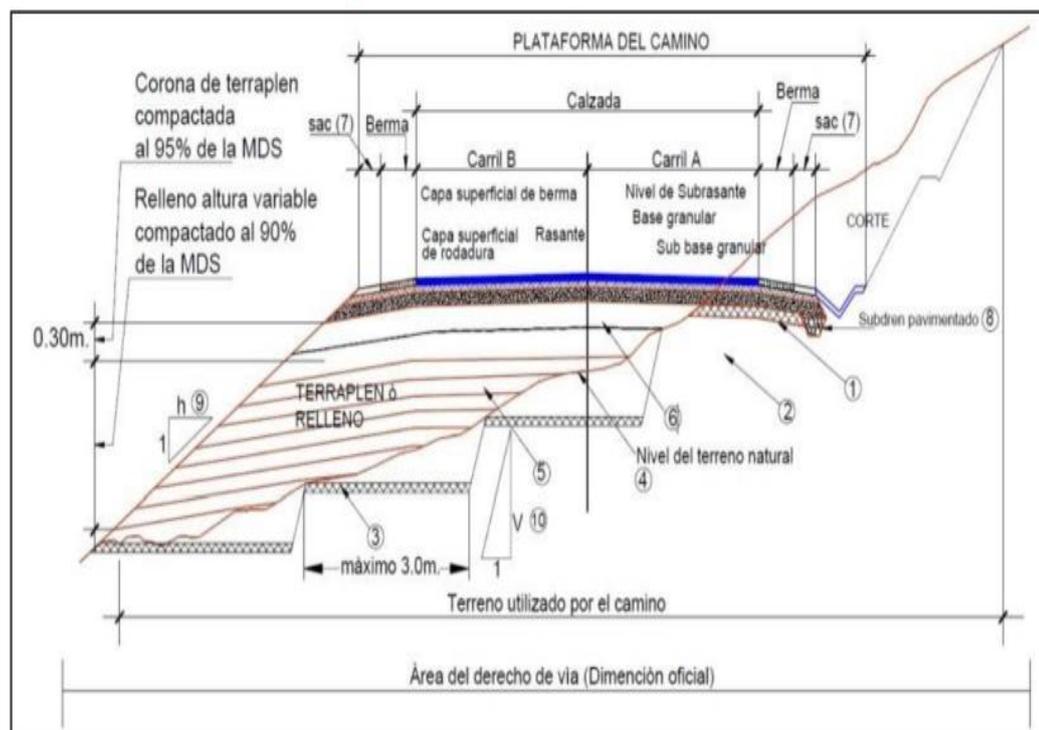
Así la subrasante se debe a su calidad de sus componentes porque será la encargada de disipar las cargas generadas por la estructura de un pavimentos rígido, flexible o semirrígido como lo menciona el MTC y las cargas axiales generada por los vehículos que lo transitan, también la subrasante definirá los espesores de los pavimentos. Así mismo pasara por evaluaciones como: resistencia a la deformación y capacidad de soporte.⁶

Para estos conceptos de la sub-rasante, sabemos que cumplen un papel muy importante para el desarrollo y/o ejecución de diferentes tipos de pavimento, por lo cual se deberá tener un suelo con características aceptables y parámetros técnicos donde el tipo de servicio sea continuo y no sea afectada. Así mismo el MTC especifica que se debe considerar un espesor de 0.30m por debajo de la subrasante y compactarse a un 95% de Máx. Densidad seca que se tendrá por medio de un estudio geotécnico. También el suelo debe tener un CBR mayor al 6 % (suelo adecuado), caso contrario al tener un CBR menor del 6 % se emplearán métodos para estabilizar un suelo inadecuado.

⁵ (DIRECCIÓN De Estudios Especiales Del MTC, 2015 pág. 12)

⁶ (MONTEJO, 2002 pág. 9)

Figura 01. Componentes de la infraestructura



Fuente: “Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras – SNIP - 2015 “

Características de la subrasante, según el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” para poder mantener las características de la subrasante tanto físicos como mecánicos, se debe realizar o ejecutar calicatas de una profundidad aproximada de 1.50m, con la finalidad de poder reconocer el suelo geotécnicamente.

Además, el MTC hacen mención de las siguientes propiedades de la subrasante y consta de la siguiente: Estudio granulométrico, Contenido de humedad, densidad, facilidad de compactado, etc.}

Tabla 01. Calicatas para exploración

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS	OBSERVACIÓN
Autopista : Carreteras de IMDA mayores de 600 veh/día, de calzada separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o Calzadas 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido.	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
		o Calzadas 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido.	
		o Calzadas 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido.	
Carreteras duales o multicarril : carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada uno con dos o más carriles	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o Calzadas 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido.	
		o Calzadas 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido.	
		o Calzadas 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido.	
Carretera de primera clase : carreteras con IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles .	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o 4 calicatas por km	
Carreteras de segunda clase : carretera con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles .	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o 3 calicatas por km	
Carreteras de tercera clase : carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o 2 calicatas por km	
Carreteras de bajo volumen de tránsito : Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada .	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto	o 1 calicatas por km	

Fuente: “Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras – SNIP - 2015 “

Tabla 02. Requisitos para la subrasante

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Limite líquido %, máx.	35 – 40
CBR % min	20
Expansión min.	2

Fuente: Recuperado de “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, de MTC, 2014, p. 34, Lima, Perú.

La clasificación de superficie no pavimentada, son estudios realizados en conjuntos entre MTC y SNIP, los clasifican de la siguiente manera a las vías no pavimentadas.

Los Caminos de tierra, se caracteriza por ser un suelo natural es decir un camino sin asfaltar fácil de mantener y reparar mediante gravas seleccionadas, pero con una desventaja que requiere mantenimientos mucho más prolongados.⁷

Los Caminos de grava, consiste en una capa de revestimiento con material propio, generado por desgastes, erosión, etc. Estas capas serán definidas por el ingeniero encargado, que tendrá la responsabilidad de lograr el nivel establecido.⁸

Los Caminos afirmados, su característica es prestar servicio como superficie de rodadura con material propio o de cantera que tiene una dosificación específica con agregados diferentes como la piedra, arena y arcilla, pero con una medida comprendida máxima de 25mm.⁹

Caminos afirmados con superficie estabilizada, son caminos que fueron mejorados en sus características físicas y mecánicas para que puedan satisfacer las necesidades del tránsito vehicular, con la incorporación de materiales industriales que dan mayor estabilidad en poco tiempo y llegan a cumplir las especificaciones dadas por el ministerio de transportes y comunicaciones MTC.¹⁰

Clasificación de los suelos, se realiza con el propósito de poder tener una clasificación bien agrupada del suelo, y poder determinar las diferentes características de los suelos tanto físicos como mecánicos y poner tener la máxima cantidad de información. En este proceso se emplean muchos métodos para poder determinarlos. En el Perú se realiza dos sistemas para clasificar el suelo y son el AASHTO (que previamente se usa para carreteras) y SUCS (ASTM).

Sistema AASHTO, este sistema clasifica a los suelos de manera progresiva en grupos y subgrupos de la siguiente manera: Los grupos A-1, A-2 y A-3 son aquellas que están compuestas por granos grueso y el grupo A-1, es el grupo que

⁷ (DIRECCIÓN De Estudios Especiales Del MTC, 2015 pág. 30)

⁸ (DIRECCIÓN De Estudios Especiales Del MTC, 2015 pág. 30)

⁹ (DIRECCIÓN De Estudios Especiales Del MTC, 2015 pág. 30)

¹⁰ (DIRECCIÓN De Estudios Especiales Del MTC, 2015 pág. 30)

tiene diversidad de partículas compuestas por rocas, grava y materiales plásticos y su subgrupo A - 1a: Está compuesto por materiales de piedra, grava de diferentes perfiles.

El siguiente subgrupo es de finido como A – 1b: son aquellas partículas del suelo que están compuestas por arena gruesa.¹¹

En el grupo A-2 están compuestas con una cantidad y variedad de materiales triturados y están con un 35% menos de material limoso y arcilloso. Su subgrupo está comprendido de la siguiente manera: A-2-4 y A-2-5, en este subgrupo se tiene la característica de que el 35% será igual o menor en materiales limosos y/o arcillosos y que las partículas pasen el tamiz n°40, donde son iguales a los grupos A-4 y A-5, y en sus partículas predomina los suelos de arena gruesa donde la excepción es que pueda haber limos no plásticos. En el subgrupo A-2-6 y A-2-7, sus partículas tienen similitud al anterior grupo, pero una diferencia que las partículas del suelo que pasan el tamiz No 40 tendrán similitud a los A-6 y A-7.¹²

En el grupo A-3 se encuentran todas tipos de partículas finas como las arenas de playa y estén con una cantidad de limo menor y sin plasticidad.¹³

En los grupos siguientes estarán los que están compuestos por material fino y que lleguen a pasar por el tamiz n°200: A-4, A- 5, A-6, A-7. ¹⁴

En el grupo A-4 están los que casi nada de plasticidad tienen, es decir suelos limosos y que están con un porcentaje del 75 % de finos y que logran pasar en Tamiz n°200.¹⁵

En el grupo A- 5, son partículas iguales a los del anterior grupo, pero una característica de tener un límite líquido mayor a lo normal.¹⁶

En el grupo A-6, en este grupo predomina las arcillas con una elevada plasticidad, y que sus partículas deben pasar en un porcentaje del 75% y pasar por el tamiz del grupo n°4.¹⁷

En el grupo A-7, este grupo al tener las mismas características del grupo anterior, pero con una característica de ser plásticos tiene subgrupo: A-7-5, donde no es

¹¹ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹² (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹³ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹⁴ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹⁵ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹⁶ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

¹⁷ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

alto su índice plástico y el grupo A-7-6, donde es alto su límite de plasticidad y cambios volumétricos elevados. ¹⁸

Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), este sistema se basa en el estudio granulométrico que como resultado se tendrá las características de las partículas y definidas de los suelos gruesos, suelo gravoso (G), suelo arenoso(S), suelo fino.

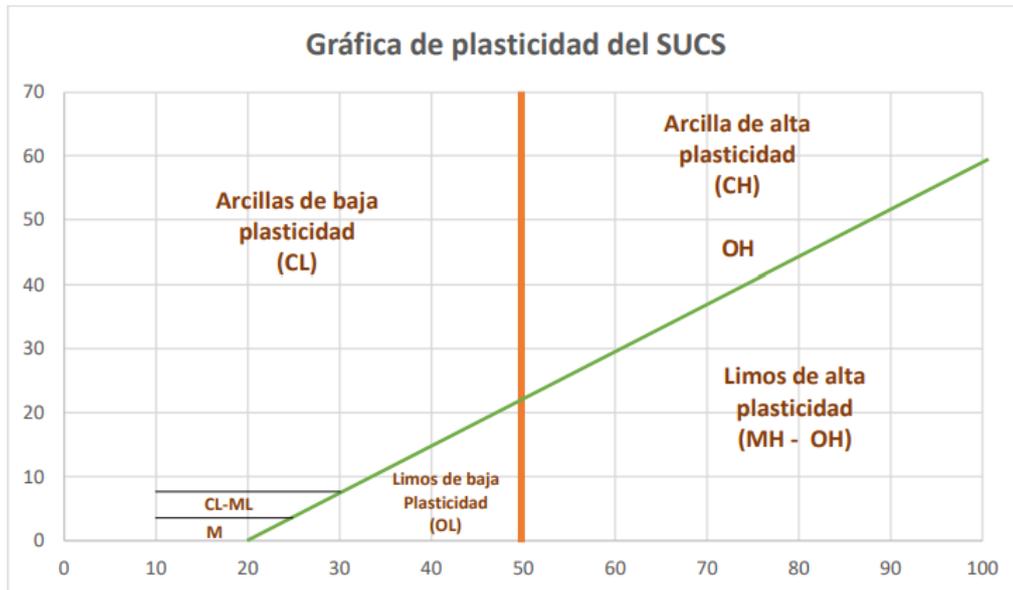
Figura 02. Sistema AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULOMETRICAS 35% o MENOS, PASA EL TAMIZ N° 200							MATERIAL LIMO ARCILLOSO MÁS DEL 35% PASA T200			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
PROCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ											A-7-6
N + 10	50 máx										
N + 40	30 máx	50 máx	51 mín								
N + 200	15 máx	30 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	37 mín	38 mín	39 mín
CARACTERISTICAS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N + 40											
Límite Líquido				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad	6 máx	6 máx	NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Índice de Grupo	0	0	0	0		4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
TIPO DE MATERIAL	FRAGMENTOS DE PIEDRA GRAVA. ARENA		ARENA FINA	GRAVA, ARENAS LIMOSAS Y ARCILLOSAS				SUELOS LIMOSOS		SUELOS ARCILLOSOS	
TERRENO DE FUNDACIÓN	EXCELENTE O BUENO					REGULAR		REGULAR MALA			

Fuentes: *Manual de transportes y comunicaciones 2014*

¹⁸ (BRICEÑO, y otros, 2018 pág. 101)

Figura 03. Sistema SUCS



Fuente: Manual de suelos para ingenieros de carreteras y aeropuerto, 1963

Granulometría, este estudio es necesario para diferentes tipos de construcciones para llegar a describir las características que componen un suelo, en el cual se podrá interpretar si el suelo cumple con los requerimientos necesarios en cantidades de porcentaje para poder trabajar sobre ella. Al realizar el estudio granulométrico a un terreno nuevo se usa el laboratorio y con el uso de tamices se determina las proporciones que constituyen al suelo entre ellas están los limos, arcilla, arena y grava. Y al tener en el estudio granulométrico un suelo compuesto por limo y arcilla en cantidades elevadas, se acudirá a procedimientos de Sedimentación.¹⁹

El manual de transportes y comunicaciones MTC - 2014, menciona que el estudio granulométrico es el método de clasificación del suelo extraído, es decir elementos que lo constituyen, y se clasifica por tamices las partículas de granos finos y gruesos. Se realiza de manera cuantitativa porque se determina en porcentajes los elementos. Sobre todo, los estudios granulométricos son importantes para el desarrollo de unos proyectos futuros de ingeniería.²⁰

¹⁹ (CRESPO, 2004 pág. 46)

²⁰ (MINISTERIO De Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 33)

Tabla 03. Clasificación de suelos por tamiz

No TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2 "	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8 "	9.500
No 4	4.760
No 10	2.000
No 20	0.840
No 40	0.425
No 60	0.260
No 140	0.106
No 200	0.075

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016

Determinación de Humedad del suelo, el ingeniero Crespo define como; el peso del agua y el peso del sólido tienen relación en una masa homogénea y que se expresa en porcentaje [...] Se realiza el estudio pesando un estrato de suelo en condiciones húmedas, por lo que después se seca el estrato ingresando a un horno que varía de 100c° a 110c°. Cuando se retire la muestra del horno habrá una diferencia de peso, y la diferencia hace referencia al contenido de agua que se encontraba en la muestra.²¹

Limite líquido, para poder conocer la plasticidad se debe realizar el método de Atterberg. Así mismo el ingeniero Crespo en su libro de "Mecánica de suelos " define el límite líquido como la humedad que se expresa en porcentaje, donde el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico donde la resistencia a los cortes es muy baja.²²

²¹ (CRESPO, 2004 pág. 64)

²² (CRESPO, 2004 pág. 70)

Donde:
$$LL = W_N \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan\beta}$$

LI = Limite Liquido

W_N = Contenido de humedad natural

N = Número de golpes

$\tan\beta$ = Pendiente de la línea de flujo (0.121 es un aprox.)

Limite plástico, esta defina por la humedad del suelo y el cambio de un estado semisólido a uno plástico. Donde al generarle esfuerzo diferente tendremos pequeños agrietamientos. También el límite plástico está compuesto por el contenido de arcilla esto quiere decir que ellos mismos determinan su resistencia portante.²³

Donde:
$$LP = \frac{Ph-ps}{ps} \times 100 \quad LP = \frac{Pw}{Ps} \times 100$$

IP = Índice de plástico

LL = Limite liquido

LP = Limite plástico

Índice plástico, se define a la diferencia de estados, es decir, de un estado líquido y plástico y la mínima cantidad de agua que puedan tener y habrá un margen de diferencia por el contenido de humedad en sus partículas. Tanto así que los límites plásticos dependen mucho de la cantidad de elementos finos que puede haber en la superficie del suelo.²⁴

Donde:
$$IP = LL - LP$$

IP = Índice Plástico

LL = Limite liquido

LP = Limite Plástico

²³ (CRESPO, 2004 pág. 77)

²⁴ (CRESPO, 2004 pág. 78)

Tabla 04. *Tabla de estimación de precisión*

ÍNDICE DE PRECISIÓN Y TIPO DE ENSAYO	DESVIACIÓN ESTANDAR	RANGO ACEPTABLE DE DOS RESULTADOS
Precisión de un operador Límite Plástico	0.9	2.6
Precisión Multilaboratorio Límite plástico	3.7	10.6

Fuente: “Manual de Ensayos de Materiales para Obras Viales”, de M.T.C., 2000

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR), nos ayuda a clasificar un tipo de suelo en el cual el ensayo nos predeterminara si el suelo cumple con los requisitos para ser usada como una subrasante o base en el desarrollo de proyectos viales. Este ensayo se realiza en porcentajes y sobre todo que el CBR de un suelo es la carga unitaria que corresponde a 0.1” O 0.2” de penetración. Además, que el estudio se basa al 95% de la densidad máxima seca. Cuando se tiene definido los valores de California Bearing Ratio (CBR), se clasificará de la siguiente manera:²⁵

Tabla 05. *Categoría de la sub-rasante*

CATEGORIA DE SUBRASANTE	CBR
So : Subrasante inadecuado	CBR < 3 %
S1 : Subrasante pobre	CBR ≥ 3% A CBR < 6 %
S2 : Subrasante regular	CBR ≥ 6 % A CBR < 10 %
S3 : Subrasante buena	CBR ≥ 10 % A CBR < 20 %
S4 : Subrasante muy buena	CBR ≥ 20 % A CBR 30 %
S5 : Subrasante excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones – 2013

Estabilización del suelo, en el “MTC” menciona de manera clara, que la estabilización es el método que se usa para mejorar las características físicas de los suelos por medios mecánicos y con la incorporación de productos sólidos, químicos y electroquímicos. Así mismo este método tiene y apunta de manera

²⁵ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 39)

directa a los suelos con un alto nivel de arcilla y limo o suelos expansivos. Además, tiene la finalidad de poder recuperar suelos en caso de no tener canteras cercanas para el mejoramiento del suelo o sub-rasante.²⁶ Cuando se realiza la estabilización se tiene el propósito de mejorar de manera integral el suelo, mejorando su capacidad portante y disminuir suelos que tengan características expansivas. Por eso es necesario hacer estudios previos antes de un proyecto en el cual se tomarán las medidas y decisiones necesarias para optar el mejor método de estabilización.

Método de estabilización de suelo, en el MTC, se tiene una variedad de métodos para lograr una estabilización entre ellas esta: Estabilización mecánica, combinación de suelos, otra manera también es por medio de sustitución de suelos, también encontramos estabilización con cal, con cemento, estabilización escoria, también con cloruro de sodio, con cloruro de calcio, encontramos también con cloruro de magnesio, por último, con productos asfálticos y geo-sintéticos.²⁷

Estabilización mecánica, según el manual de transportes y comunicaciones la estabilización se direcciona para lograr mejorar las características del suelo sin alterar su estructura básica y composición. Para realizar este método se hace uso de una compactadora, aplanadora de manera repetitiva, pero de corta duración. Con la finalidad de disminuir el volumen de los huecos del suelo.²⁸

Estabilización Física, el manual de transportes y comunicaciones divide en 2 grupos el método físico: Estabilización por mezcla de suelo, se busca la mejor manera de poder agrupar un suelo de préstamo de cantera a un suelo que no reúne las condiciones técnicas por lo que este método no es muy conveniente si se aplica solo, por lo que es necesario disgregar el suelo a una altura de 15cm y mezclarlos homogéneamente y realizar un compactado. El segundo método se basa en la sustitución de suelos, este método se direcciona a reemplazar un suelo que no cumple con las características para poder resistir una estructura de un pavimento o el desplazamiento vehicular, de manera que el suelo de préstamo tendrá mejores características tanto físicas como mecánicas.²⁹

²⁶ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 106)

²⁷ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 106)

²⁸ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 113)

²⁹ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 113)

Estabilización química, es la combinación del suelo con un producto químico para mejorar las características desfavorables que pudiera tener y poder tener resultados mucho más rápidos. En este método de estabilización debe tenerse en cuenta al estabilizar una tierra, ya que pueden surgir problemas de contaminación durante la construcción, operación y mantenimiento. Los estabilizadores más comunes son:

Estabilización con cal, este estabilizador se emplea cuando se tiene un suelo con alto contenido de granos finos, por lo que su empleo ha traído grandes beneficios por reducir considerablemente la plasticidad.³⁰

Estabilización con cemento, este estabilizador se emplea para suelos de granos finos al igual que la cal, donde el cemento es recomendado por brindar firmeza en la superficie del suelo.³¹

Estabilización con escoria, se realiza con la finalidad de poder evitar el uso de nuevas canteras, al poder evitar que los agregados sean procesados y más que el uso se haga con la finalidad de evitar la contaminación y la propagación de dióxido de carbono.³²

Estabilización con productos asfálticos, al realizar esta estabilización lo que se busca es poder mejorar las características del suelo incrementando su impermeabilidad y así evitar el paso de las aguas a la superficie del suelo.³³

Cal, el MTC, en sus múltiples procesos constructivos para la estabilización de suelos susceptibles, menciona que la cal es un estabilizante muy recomendado porque se tiene resultados favorables como la modificación de sus texturas del suelo y un alto incremento en la resistencia. La cal es el resultado de las calcinaciones de piedras calizas y se tiene como resultado el Óxido de calcio (CaO), que será empleado en la ingeniería como un estabilizador por sus componentes reactivos al contacto con suelos expansivos, arcillas, etc. Así mismo la cal viva al tener contacto con el agua se produce un cambio químico, que como resultado dará a la cal hidratada Ca (OH).³⁴

³⁰ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 116)

³¹ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 118)

³² (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 119)

³³ (MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones, 2013 pág. 124)

³⁴ (MINISTERIO De Transportes y Comunicaciones, 2014 pág. 97)

El proceso de estabilización con cal tiene beneficios cuando su aplicación en cantidades es la correcta es decir suelo – cal, el resultado será un incremento del PH y el desprendimiento de las partículas de agua de las arcillas. Es necesario poder conocer la cantidad de humedad incorporada en la muestra para dar un diagnóstico y si el porcentaje es mayor a un 20% de humedad será necesario recurrir al estabilizador donde las proporciones serán de la siguiente manera: 17 % de agua - 0% cal, 17 y 20 % de agua - 0 % cal, 22 % de agua – 2 % de cal, 23 % de agua – cal 3% , 23% de agua –cal 3% , 24% de agua - 4% de cal , 25% de agua - 4,5 de cala - ,26 % de agua - 5.5 de cal y 27 % de agua – 6 % de cal .³⁵

Tipos de cal, existen una variedad de cales para múltiples usos, pero en la ingeniería se usan de manera recurrente la cales que se describirá a continuación:

Cal viva, este tipo de cal está compuesta por 20 y 34 % de (CaO). Se pueden usar en lugares con alto contenido de humedad por lo que no es necesario contar con cuidados especiales por tener partículas mucho más grandes que la cal hidratada. Pero en sus desventajas es que se tiene que tener altos contenidos de humedad mayor al 32 % ya que sus partículas son mucho más grandes y que el agua se demora más en integrarse a diferencia de la cal hidratada y así mismo incrementado un costo adicional en las cantidades de agua.³⁶

Cal hidratada, la cal hidratada es un estabilizador que puede ser usada mucho más rápido que la cal viva por sus partículas mucho más finas y también más rápido que la lecha de cal. Su desventaja es que al tener la finura en sus partículas será complicado con climas de alto viento y el roseo de ella en el manto del suelo, además el cambio químico es mucho más lento que la cal viva.³⁷

Cal en lechada, este método es mucho más rápido a comparación de los procesos anteriores mencionados con cal, por su versatilidad y facilidad de distribución por roseo y en su último proceso se requiere menos agua. La desventaja que se produce de raseo es mucho más pausada y el costo al tener que usar maquinarias especiales para el proceso.³⁸

³⁵ (FRATELLI, 1993 pág. 119)

³⁶ (Publicación de la Nacional Lime Association, 2006 pág. 11)

³⁷ (Publicación de la Nacional Lime Association, 2006 pág. 11)

³⁸ (Publicación de la Nacional Lime Association, 2006 pág. 12)

Ejecución de estabilización in-situ con cal, para poder realizar este paso se debe tener un perfilado y/o escarificar de manera homogénea para su aplicación, con el uso de maquinarias tipo rastrillo. Como segundo paso se realiza el humedecimiento del suelo y se vierte la cal para se pueda adherirse al suelo y así evitar su desplazamiento por el viento. Como tercer paso se realizará el mezclado del suelo a tratar con la cal, de tal manera que quede homogéneamente adherida con el uso de maquinarias. Como cuarto paso se realiza el compactado y llegando al 95% o más del grado de densidad. En el quinto paso se realizará el curado en días prolongados de 3 a 7 días para colocar la capa del afirmado. Como último paso será el control de calidad.

Estabilización electroquímica, este método de estabilización tiene la finalidad de mejorar las propiedades de manera integral a la hora de disminuir las proporciones de agua presente en las partículas de suelo, al aumentar los vacíos para el desplazamiento de las partículas de agua. Se usa en suelos con características de baja resistencia y suelos arcillosos.

Es el proceso de mejoramiento de suelos por lo que la ingeniera FRATELLI, define que un suelo tiene una cantidad de arcillas con aniones que son perjudiciales para el desarrollo de vías, siendo así que las lluvias generan las partículas de agua que se sumergen y se forman en agua pelicular, es decir, agua retenida en las partículas de los suelos arcillosos. Por lo que es necesario estabiliza electroquímicamente para tener una reacción del suelo natural.³⁹

Aceite sulfonado, este estabilizador es un producto más puro por ser derivado del petróleo a comparación de la hulla por ser mucho más densa. La utilización del aceite sulfonado es que al tener el contacto con el agua es soluble es decir se puede disolver por tener un alto contenido de intercambio iónico además ese intercambio produce que las partículas de agua se conviertan en aguas libres. Al recuperar los espacios por el aceite sulfonado el compactado será mucho mejor porque se tendrá una mejor resistencia y capacidad portante del suelo y como ventaja que nos da él aditivo es que puede desintegrar toda materia orgánica.⁴⁰

³⁹ (FRATELLI, 1993 pág. 115)

⁴⁰ (FRATELLI, 1993 pág. 115)

Este estabilizador se puede incorporarlo a suelos con clasificación A-4, A-5, A-6 y A-7, es decir suelos con contenido de arcilla y limo, tiende a reducir los espacios intersticiales, dando una mejor permeabilidad, reduciendo la capilaridad, aumentando la densidad y la capacidad portante, así mismo disminuyendo el tiempo de compactación, reduciendo el espesor de la subbase.⁴¹

Figura 04. *Detalle del aceite sulfonado*

PROPIEDADES	CARACTERISTICAS
Densidad específica	1.15
color	Rojizo
PH	1.1

Fuente: *Basado en Estavias*

Estabilización con Aceite sulfonado, para poder realizar la estabilización con este agente químico es necesario conocer las características tanto del suelo como de clima porque depende de ello que se puede realizar el proceso de inoculación o incorporación. En este proyecto se realizará de manera de incorporación. Consiste en tener los estudios previos de suelo en el laboratorio con la finalidad de poder saber cuánto de humedad y cuanto de material fino se encuentra en el suelo, como segundo paso se realizará un perfilado de del suelo a una profundidad de 15 cm establecido por el MTC, para estabilización de suelos. Como tercer paso se empleará el roseo del aceite todo el manto que se va usar. Como cuarto paso se realizará el compactado por medios mecánicos. Como quinto paso se volverá a rosear el suelo con el aceite sulfonado y compactado las veces que sea necesario según el estudio. Es necesario saber que para su incorporación del aceite al manto del suelo es necesario tener un clima cálido ya que en condiciones de lluvia el efecto será mucho lento.

⁴¹ (XII Congreso Colombiano de Geotécnia, At Bogotá, volumen 1, 2008)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación.

En las fases de un proceso de investigación se emplea el método científico, ya que se realiza varias preguntas, las cuales posteriormente se tendrán que contestar; así se resuelve toda duda sobre nuestro problema.

El enfoque es cuantitativo por lo tanto Hernández, nos dicen que: El enfoque cuantitativo usa la recopilación de datos para probar hipótesis.⁴²

Es por ello que se basa en tener toda la información con procesos que están sustentados científicamente o teóricamente en la cual se rige un proceso. Además, este enfoque busca ser lo más objetivo posible centrándose en todos los datos obtenidos. Cuantitativa porque se maneja datos en la hipótesis y se logra corroborar en la experimentación esa predicción, además la relación entre variables.

Tipo de investigación.

Según Vargas nos dice que la investigación **es aplicada** cuando se deslinda por tener propósitos prácticos inminentes bien definidos, es decir, se investiga para ejecutar, variar, Modificar o resolver una situación.⁴³

Cuando nos encontramos en una investigación como la que estamos llevando a cabo, los problemas establecidos están entendido por el investigador en la cual se llega a dar respuestas.

Nivel de investigación.

Según Hernández nos indica que: Los estudios explicativos no solo describen una idea, anomalías o de establecimientos de relación entre conceptos; es decir que abarcan a responder por las causas de los acontecimientos y orígenes de los fenómenos físicos o sociales.⁴⁴

Por lo tanto, **es explicativa** porque no solo contesta a todas las preguntas o tan solo describe un problema, sino que busca también dar solución a los problemas o causas. Este es el caso de la presente investigación la cual pretende buscar soluciones a las preguntas planteadas que se presenten en la investigación. También podemos decir que es explicativa porque tiene la intención de analizar como la dosificación del aceite sulfonado y cal, al incorporarlo a la subrasante de

⁴² (HERNÁNDEZ , y otros, 2014 pág. 4)

⁴³ (VARGAS, 2009 pág. 159)

⁴⁴ (HERNANDEZ, y otros, 2010 pág. 84)

la carretera no pavimentada San Francisco, se quiere mejorar sus condiciones de resistencia, permeabilidad y contenido de humedad.

Diseño de investigación.

Según Valderrama nos indica que: [...] Los diseños **cuasi experimentales** adulteran como mínimo una de las variables independientes la cual se observará su alteración y relación con una o varias variables dependientes; solamente difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad [...].⁴⁵

El proyecto está establecido como un diseño **cuasi experimental**, por la variable independiente que se manipula “El aditivo aceite sulfonado y cal”, la manipulación de las variables independientes se encuentra en agregar cierto porcentaje (%) de los aditivos al suelo natural y así presentar cambios.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable:

Podremos definir una variable que es una característica observable en un objeto de estudio y puede optar diferentes valores o categorías, también podemos decir que una variable es un concepto abstracto y se puede observar en la realidad, contiene indicadores en las cuales se puede contar o medir. En la cual en nuestro proyecto de investigación tenemos 2 tipos de variables.

Variable Independiente

Según Hernández nos dice que la variable independiente es la manipulación o variación de una variable dependiente y puede determinarse en dos o más grados. Es por eso que cada nivel o grado de manipulación comprende un grupo en el experimento.⁴⁶

Por ello nuestras variables independientes son las siguientes:

- ✓ Aceite sulfonado
- ✓ cal

⁴⁵ (VALDERRAMA, 2013 pág. 65)

⁴⁶ (HERNÁNDEZ , y otros, 2014 pág. 131)

Variable Dependiente.

Según Hernández en su libro metodología de la investigación nos dice que la variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella.⁴⁷

Por lo cual nuestra variable Dependiente es la siguiente:

- ✓ Estabilización sub-rasante

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

Según Ernesto lo define a la población como un grupo finito o infinito de componentes, seres o cosas, que tienen atributos, características o cualidades comunes, susceptibles de ser analizados.⁴⁸

Es por ello que nuestra población de estudio será todo el suelo de la carretera San Francisco que tiene 14 km que se encuentra sin pavimentar y que une con otros sectores de Tarapoto.

Muestra.

Según Gómez Nos indica que: [...] La muestra es una determinada parte de la población o universo que se va a estudiar, indicando primeramente que para recopilar una muestra se tiene que delimitar una población o universo obteniendo un grupo total de objetos que se estudiarán.⁴⁹ [...].

Teniendo como referencia al autor, que la muestra es un punto específico de una población o universo; se tomó como muestra una longitud 2 km de la carretera San Francisco que tiene como clasificación carretera de bajo volumen con un IMD \leq a 200 veh/día; las calicatas estarán en la progresivas pk0+000, pk1+000, pk2+000, con una profundidad de 1.5 m según el MTC. Posteriormente luego de haberse realizado las calicatas se prosigue a colocar los diferentes tipos de muestras que se extrajeron a una bolsa de polipropileno, para luego llevarlas a laboratorio para su análisis correspondiente. Luego de haber realizado los ensayos al suelo natural y conocer sus propiedades, se realizará el ensayo de resistencia (Proctor Modificado y CBR); pero con la aplicación del aditivo Aceite

⁴⁷ (HERNÁNDEZ, y otros, 2014 pág. 130)

⁴⁸ (RODRÍGUEZ, 2005 pág. 79)

⁴⁹ (GÓMEZ, 2006 pág. 49)

Sulfonado Y Cal con diferentes dosificaciones, para posteriormente saber que dosificación y que aditivo nos brinda una mayor resistencia con respecto al suelo natural.

Muestreo

En el libro de Metodología de investigación explica que el muestreo tiene como finalidad ayudar al investigador cuando puede estar limitado por factores tanto económicos, social, geográfico.⁵⁰

Por ende, en este proyecto de investigación será de tipo muestro no probabilístico ya que las características dependerán mucho para que los investigadores puedan elegir en el momento la unidad a mejorar.

Unidad de análisis

Tendremos las calicatas que se realizaran en los 2 km de la carretera en la cual se realizaran 3 calicatas y tendrán definiciones exactas por metros.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El propósito de desarrollar el proyecto se hará uso de recolección de información de campo que se apuntará en formatos para su registro así mismo estudios de laboratorio sugeridas por el MTC, como se menciona en la parte inferior:

- | | |
|--|--------------------------|
| ✓ Análisis granulométrico por tamizado | ASTM D422 / NTP 400-012 |
| ✓ Clasificación de suelos SUCS | ASTM D2487 / NTP 339-134 |
| ✓ Clasificación AASTHO | ASTM D3282 / NTP 339-135 |
| ✓ Límites de Atterberg | ASTM D4318 / NTP 339-129 |
| ✓ Proctor modificado | ASTM D1557 / NTP 339-141 |
| ✓ CBR de suelos | ASTM D1883 / NTP 339-145 |

Validez

Según Hernández y otros, nos dice que primero es necesario comprobar cómo han medido la variable otros investigadores. Y, con base a eso ya podemos elaborar un universo de ítems o reactivos posibles para medir la variable y sus dimensiones.⁵¹

⁵⁰ (HERNÁNDEZ, y otros, 2006 pág. 249)

⁵¹ (HERNÁNDEZ , y otros, 2014 pág. 208)

Por lo tanto, la validez del estudio se determinará a través de ensayos de campo y laboratorio, los cuales están normados y aplicados por las normas ASTM, AASHTO y el MTC. Además, se tendrá la evaluación por el jurado. Por otro lado, se realizó un panel fotográfico extrayendo la muestra y realizando los ensayos de laboratorio.

Confiabilidad

Según Hernández y otros, Nos dice que hay diferentes maneras para calcular la confiabilidad de un instrumento. La confiabilidad varía de acuerdo con el número de indicadores específicos o ítems es por eso que cuantas más pruebas le pongamos, su confiabilidad será mayor.⁵²

Mi confiabilidad del estudio se determinará mediante datos e informes que se entregaran por la empresa encargada de realizar los ensayos, para esto la empresa cuenta con un personal capacitado, además será por un técnico de laboratorio o ingeniero para la veracidad de los resultados. Por otro lado, tenemos la confiabilidad de las empresas facilitando sus aditivos para poder realizar el estudio comparativo.

3.5. Procedimientos

Para realizar la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, se realizará la obtención de datos en campo y de laboratorio que serán registradas en nuestras fichas de recolección que han sido validadas por ingeniero civiles. Se realiza el marcado de calicatas en las progresivas anteriormente especificadas y se extrae el material depositado en bolsas de propileno y se llevara al laboratorio para su evaluación. El primer estudio que se realiza es la granulométrica para saber de qué está compuesta nuestra muestra; y como segundo estudio se empezara a realizar la clasificación de suelos por el método AASHTO. El tercer estudio constará de realizar los límites de consistencia para poder saber el los LL (límite líquido), LP (límite plástico) y por ende tener el IP (índice de plasticidad) que saldrá de resta entre el LL menos el LP. También se tendrá el contenido de humedad. El cuarto estudio se realizó el Proctor modificado tiene la finalidad aumentar su resistencia al agregarle un peso volumétrico, por lo

⁵² (HERNÁNDEZ , y otros, 2014 pág. 208)

que en esta investigación se hizo uso en el laboratorio de balanza, pisón manual, probeta y será apisonado con 25 golpes por un martillo para diferentes capas. El quinto estudio que se realizara será el CBR con las proporciones de 3%, 5% y 8 % de cal, que por la norma CE.020 de suelos y taludes nos menciona que no se debe exceder el 8% de cal por que se tendría un aumento de resistencia y también de plasticidad. Y las proporciones del aceite sulfonado se realizaron en las proporciones de 0.2L/m³, 0.4L/m³ y 0.6L/m³ para agregarle a la cal con mejor resultado de CBR

3.6. Método de análisis de datos.

Se realizará estudios de laboratorio, además se hará uso de tablas en Excel y gráficos, estos ensayos se realizaron en campo como en laboratorio. Los datos que se obtendrán de los ensayos son procesados y serán entregados por parte de la empresa encargada, así se podrá corroborar en tablas en Excel y gráficamente. Además, se cuantificarán los resultados para conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas que nos ofrecen los aditivos empleados; y así realizar una comparación entre el suelo natural más la cal y luego se agregara aceite sulfonado y se evaluara el suelo en el que han sido empleado los aditivos.

3.7. Aspectos éticos

Respeto.

Es un valor muy importante que está basado en lo ético y moral de cada ser humano es por eso que nos dirigimos en lo académico en tratar de ser los más transparentes posibles en colocar todo tipo de fuente sin obviar al autor y así validar con medio de las referencias.

Honestidad

En el tema académico la veracidad de los investigadores tenemos que ser transparentes al citar al mencionar al autor omitiendo las referencias, además tenemos que tener fuentes confiables que aseguren la veracidad del proyecto.

IV. RESULTADOS

Descripción del Lugar de estudio

Nombre de la tesis:

Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la subrasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020

Acceso a la zona de trabajo.

La zona de estudio es de libre acceso ya que es una carretera que conecta con carreteras aledañas de la ciudad de Tarapoto, como Vía evitamiento, Jr. Alejandro del Aguila y Mayopampa, también facilita al desarrollo del turismo ya que la carretera va dirección al Rio Mayo y pasa por la Laguna Ricuricocha donde se desarrolla la crianza de peces de la zona.

El propósito del desarrollo del proyecto es mejorar el tránsito vehicular, Reducir el tiempo de viaje y contribuir al desarrollo del turismo.

Ubicación Política

Figura 05. Mapa de la región de San Martín

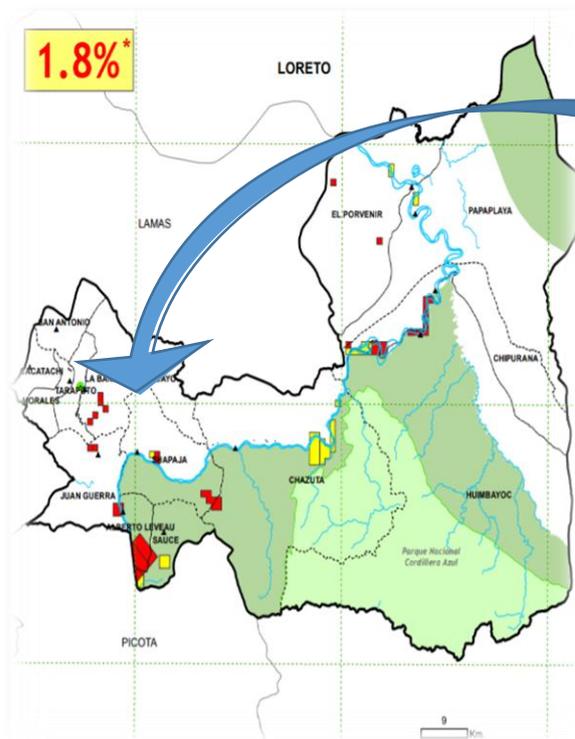


Figura 06. Mapa político del Perú



Fuente: Fuente internet

Ubicación Geográfica

De manera geográfica el distrito de Tarapoto cuenta con las coordenadas 6°29'39"S 76°22'11"O , con una superficie total de 67,87 km² , una altitud media de 333 m.s.n.m , y cuenta con una población total de 76122 habitantes . La distancia de Lima al distrito de Tarapoto es de 985 km y viajando por carretera una duración de 24 a 28 horas.

Figura 07. Distrito de Tarapoto



Fuente: Google maps

Clima

En el departamento de San Martín - distrito de Tarapoto cuenta con un clima tropical con veranos de tiempo corto, muy calientes y el invierno con un clima muy húmedo y nublado. La temperatura varía entre los 21 c° y más de 37 c°.

Ubicación del proyecto:

Departamento : San Martín
Provincia : San Martín
Distrito : Tarapoto
Localidad : carretera San Francisco

Localización de la carretera

El proyecto de investigación se ejecutó en la carretera san francisco Como podemos visualizar la carretera conecta con sectores aledaños y pueblos fuera de la ciudad de Tarapoto y su acceso principal es la carretera vía de Evitamiento.

Figura 08. *Ubicación de la carretera San Francisco*



Fuente: *Google Earth.*

Ubicación de las calicatas

Figura 09. *Ubicación de calicatas en la carretera San Francisco.*



Fuente: *google earth*

Extracción de la muestra

Se llevo a cabo el ensayo de campo (Calicatas); que nos permite conocer el tipo de estrato por la cual está compuesto el suelo de dicha carretera. Por ello, se realizó 3 calicatas iniciándose en la progresiva Km.00+000, la segunda en el Km.01+000 y la calicata N°3 en la progresiva Km.02+000 con una profundidad de 1.5m. El fin de realizar las calicatas es de conocer la composición del suelo del lugar de trabajo; obteniendo así 3 muestras de diferentes composiciones y estratos, de la Calicata N°1, N°2 y N°3; posteriormente estas muestras que se extrajeron de cada calicata según lo solicitado por el laboratorio, se realizó el traslado del material a la ciudad lima donde se llevara a cabo dichos estudios planteados en el proyecto de investigación.

Figura 10. Muestra de Calicata N°1



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Muestra de Calicata N°2



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 12. Muestra de Calicata N°3



Fuente: *Elaboración propia*

Procedimiento

Una vez obtenida la extracción de cada calicata se llevó al laboratorio para los ensayos respectivos. Los ensayos que se realizaron en laboratorio son para la caracterización de suelo que son: Granulometría, L.L., L.P. y Contenido de Humedad; estos ensayos nos permitieron conocer la clasificación de suelos y conocer exactamente en qué tipo de suelo vamos realizara el proyecto de investigación. posteriormente, se realizará los ensayos de resistencia los cuales están comprendidos por el: Proctor Modificado y CBR, con lo que se pudo determinar cuál era la calicata más desfavorable. Luego de realizar estos tipos de ensayos y conocer la resistencia del suelo natural (patrón), se emplea el aditivo cal con distintas dosificaciones en la cual se realizarán los ensayos estipulados y poder determinar (resistencia) el porcentaje óptimo de cal. Una vez obtenido el óptimo de cal se agregará aceite sulfonado con distinta dosificación se repetirá los estudios, pero agregando diferentes dosificaciones de aceite sulfonado para posteriormente también medir su resistencia tanto de la cal más el aceite sulfonado, Estos ensayos nos permiten conocer la capacidad de soporte del suelo.

Figura 13. Cuarteo de Muestra



Fuente: *Elaboración propia*

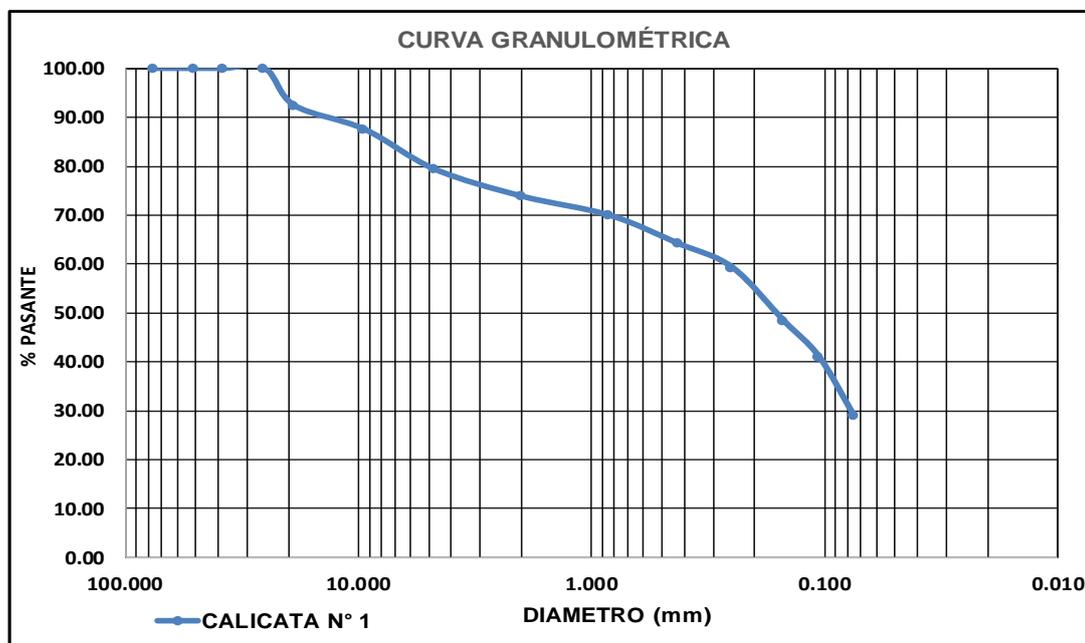
Con los resultados obtenidos de laboratorio, se presenta los estudios previos a responder nuestros objetivos, lo cual estos estudios fueron realizados en el laboratorio INGEOCONTROL de nuestro material en condiciones naturales. El estudio de análisis granulométrico según la NTP 400-12, se realizó a las 3 calicatas situadas en la progresivas Km.0+000, Km.1+000 y Km.2+000.

Tabla 06. Análisis granulométrico de todas las unidades de análisis

N° Calicata	Profundidad	PK	Malla N° 4	Malla N° 10	Malla N° 40	Malla N° 200
C-1	1.50	0+000	79.40	73.80	64.10	28.90
C-2	1.50	1+000	96.80	91.80	84.10	62.20
C-3	1.50	2+000	100.00	99.70	65.40	14.70

Fuente: Elaboración propia

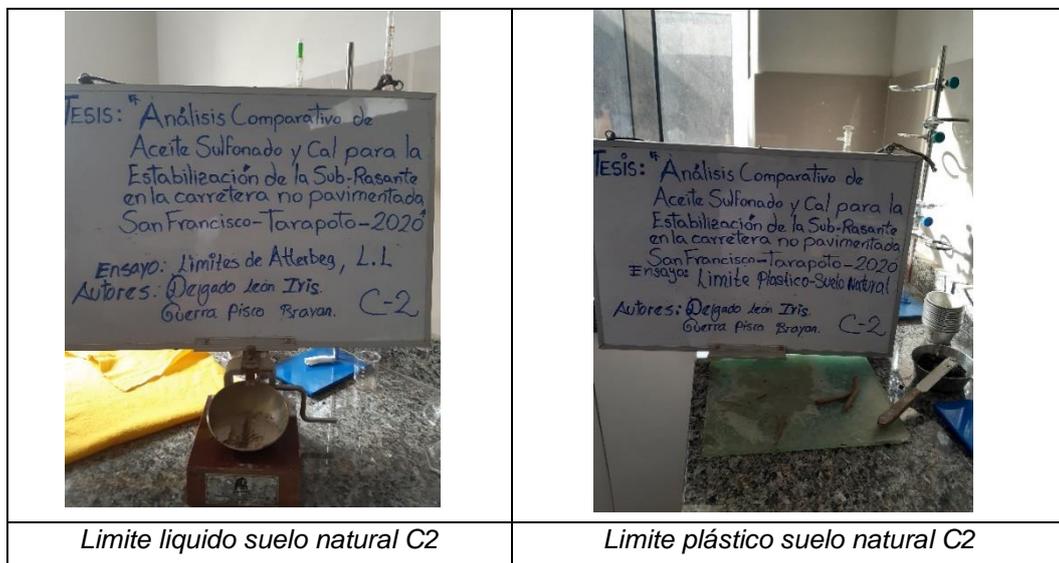
Figura 14. Curva granulométrica calicatas N°1



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se detalla en la tabla 06 se realizó el análisis granulométrico con la finalidad de conocer sus características físicas de las 3 calicatas. Se puede interpretar con la figura 10, la curva granulométrica de calicata 1 tiene un porcentaje del 20.60 % de gravas con materiales finos del 28.90 % y se tiene un alto contenido de arena de un 50.50 %. Se puede interpretar con la figura 11, la curva granulométrica de calicata 2 se encontró un bajo porcentaje de grava de 3.20 % y con presencia de arena en un 34.60% y una alta incidencia de finos de 62.20%. Se puede interpretar con la figura 12, la curva granulométrica la calicata 3 no se encontró grava con 0 % y con un alto porcentaje de arena de 85.30% y con baja incidencia de finos con 14.70 %.

Figura 17. Límites de Atterberg del suelo natural



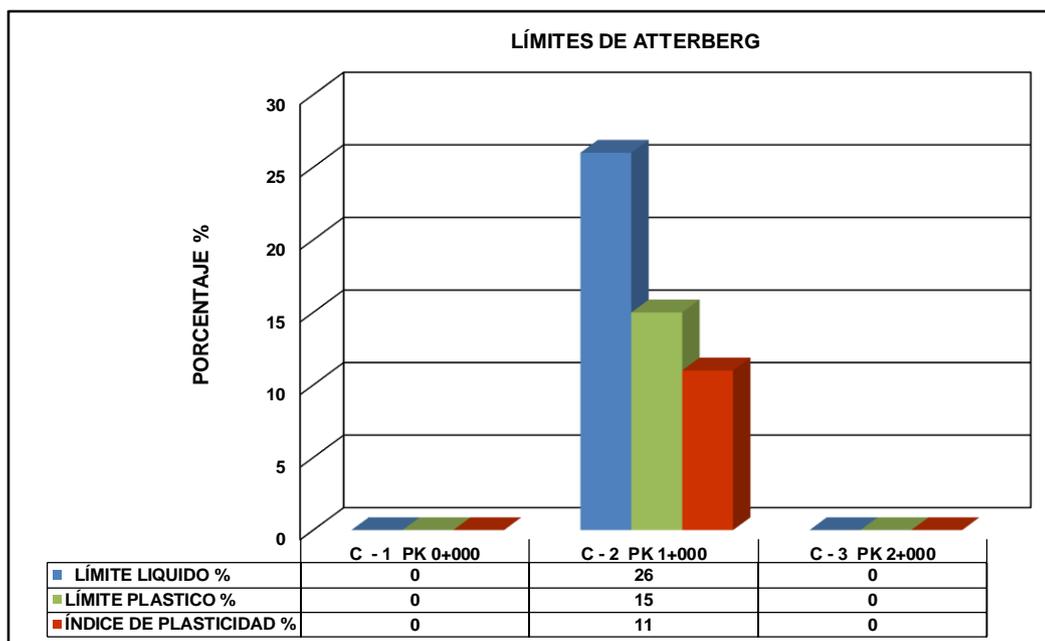
Fuente: Elaboración propia

Tabla 07. Límites de Atterberg del suelo natural

LÍMITES DE ATTERBERG				
N° CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LIQUIDO %	LÍMITE PLÁSTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %
C - 1 PK 0+000	1.50	0	NP	NP
C - 2 PK 1+000	1.50	26	15	11
C - 3 PK 2+000	1.50	0	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Límites de atterberg del suelo natural.



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la figura 11, se detalla que la calicata 1, no cuenta los límites de atterberg, a diferencia de la calicata 2 cuenta con un límite líquido del 26 %, límite plástico de 15% y la diferencia da un IP del 11%. La calicata 3 no cuenta con los límites de plasticidad.

Tabla 08. Clasificación SUCS y AASHTO.

CLASIFICACIÓN SUCS		N° CALICATAS	CLASIFICACIÓN AASHTO	
GRUPO	DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN	GRUPO
SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	C-1	ARENALIMOSA	A - 2 - 4(0)
CL	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	C-2	ARCILLA INORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD	A-6 (4)
SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	C-3	ARENALIMOSA	A - 2 - 4 (0)

Fuente: *Elaboración propia.*

Interpretación: Teniendo los resultados de la tabla 6, se clasifica el suelo según norma NTP 339-134 SUCS y NTP 339-135 AASHTO, en la primera calicata que encontró un suelo de clasificación SUCS grupo SM, con contenido de arena limosa con incidencia de grava; y clasificación AASHTO se tuvo un grupo A-2-4 (0), así mismo indica un suelo arena limosa.

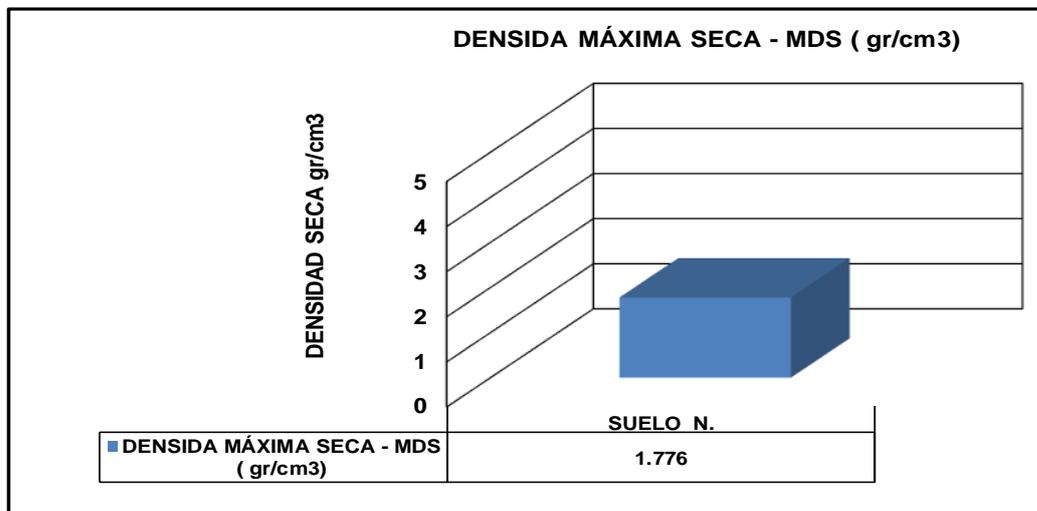
Para seguir con los estudios del suelo natural, se realizó el Proctor modificado para conocer su contenido de Húmeda y densidad seca del suelo Natural.

Tabla 09. Proctor modificado de suelo natural C2.

COMBINACIONES	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDA MÁXIMA SECA - MDS (gr/cm3)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)
SUELO N.	PK 1+000	1.50	1.776	7.60

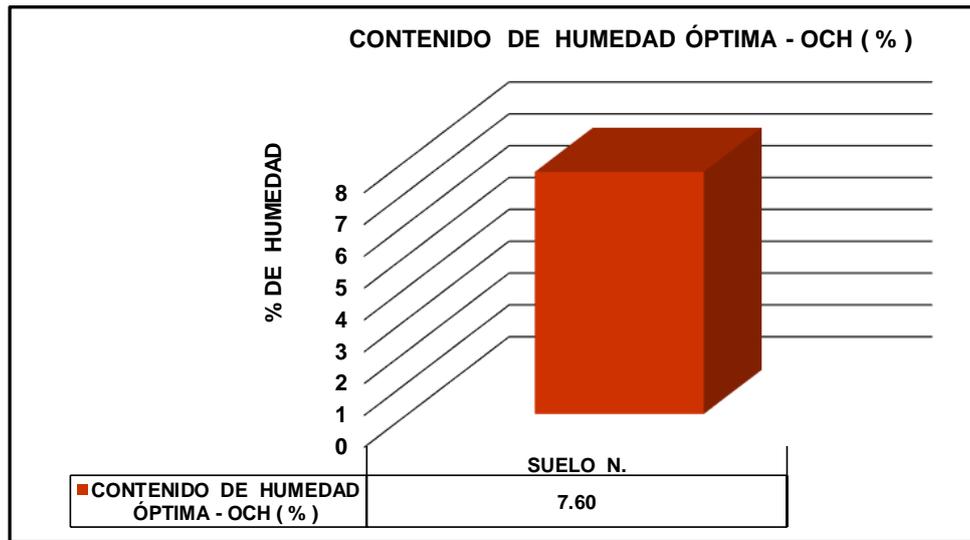
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Máxima densidad seca del suelo natural C2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Óptimo contenido de Humedad del suelo natural C2



Fuente: *Elaboración propia.*

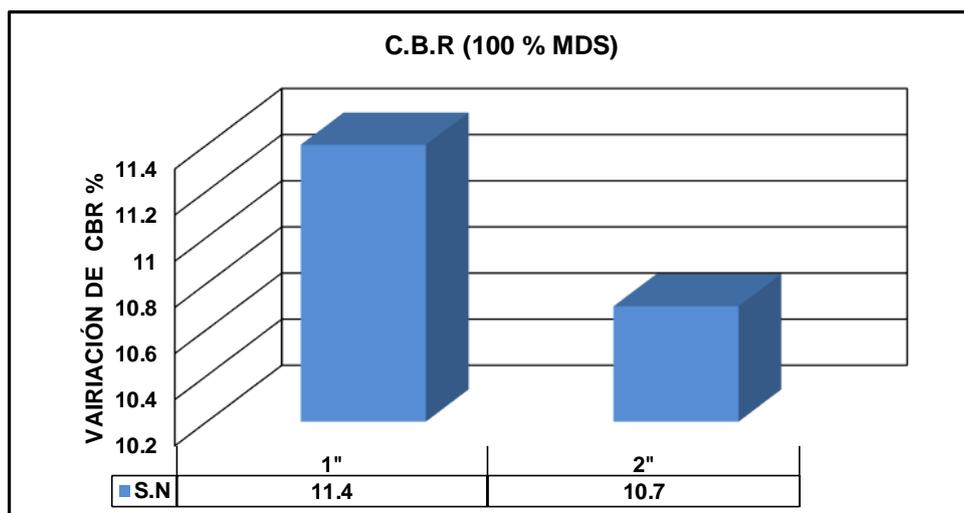
Interpretación: Se conoce con los estudios de laboratorio de nuestra muestra patrón que su Proctor modificado de la densidad seca es 1.776 gr/cm³ y el contenido de humedad es 7.60 OCH %.

Tabla 10. CBR suelo natural C2

CONBINACIÓN	CBR (95 % MDS) 1" - kg/cm ²			CBR (100 % MDS) 0.1"	
	NÚMEROS DE GOLPES			1"	2"
	10	25	56		
SUELO NATURAL	6.4	9.8	11.4	11.4	10.7

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 21. CBR del suelo natural C2



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: cómo se puede visualizar en el grafico el CBR del suelo natural al m100% con 1 pulgada se tiene un CBR de 11.4 y si seguimos a 2 pulgadas el CBR es de 10.7

A continuación, una vez obtenida resultados de los ensayos de laboratorio, practicados a la muestra del suelo natural de la calicata N°2, quien al ser evaluada con las demás muestra de la calicata N°1 y N°3 se concluyó que la calicata N°2, fue la que menor capacidad portante presenta, y sus propiedades son las más deficientes y es a la que evaluaremos su comportamiento.

Tabla 11. Combinaciones de grupos de cal óptimo y aceite sulfonado.

GRUPOS	UNIDAD	COMBINACIONES
SUBRASANTE	gr	600
SUBRASANTE + CAL	gr+ %	600 + 3 %
	gr+ %	600 + 5 %
	gr+ %	600 + 8 %
SUBRASANTE + CAL + AC. S	gr+ % + l/m3	600 + 5 % + AC.S 0.2 l/m3
	gr+ % + l/m3	600 + 5 % + AC.S 0.4 l/m3
	gr+ % + l/m3	600 + 5 % + AC.S 0.6 l/m3

Fuente: Elaboración propia

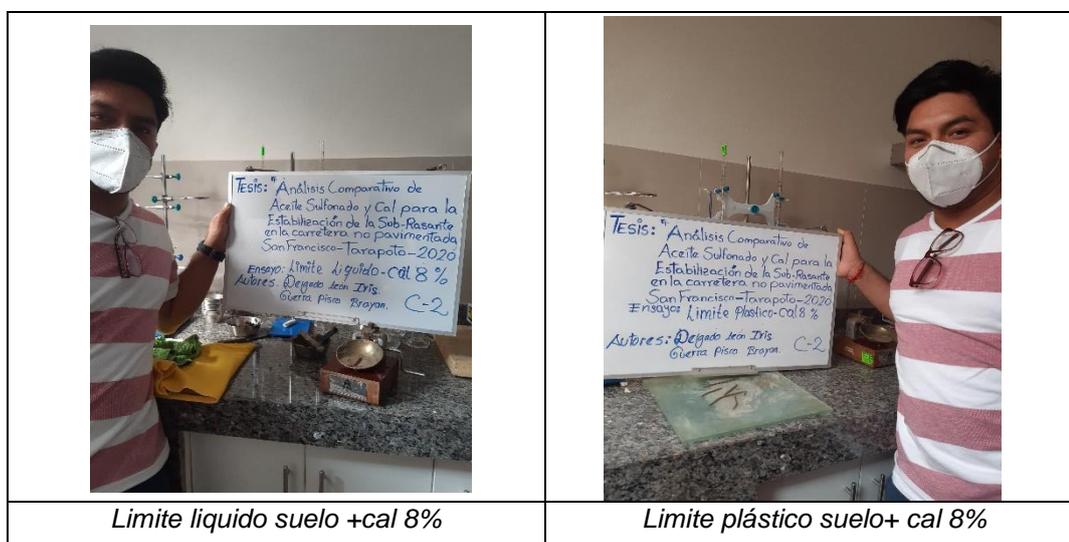
Interpretación: Teniendo los resultados de la tabla 6 y 7, se realizó la tabla de combinaciones con enfoque a responder nuestros objetivos específicos. en la tabla 8, se detalla las combinaciones que se realizó en el transcurso de los estudios donde se observa las combinaciones del suelo natural, suelo natural más los porcentajes de cal y la combinación de suelo natural + cal y la dosificación de aceite sulfonado, que se realizara a la calicata más desfavorable con la finalidad de poder conocer sus cambios físicos y mecánicos.

Para responder nuestro primer y segundo objetivo se realizó el estudio de Límites de atterberg según la norma NTP 339-141 en base a la calicata desfavorable, para ver en qué medida la plasticidad varia con la incorporación de cal.

Objetivo 1

Determinar cómo influye la cal en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Figura 22. Límites de Atterberg del suelo natural + cal



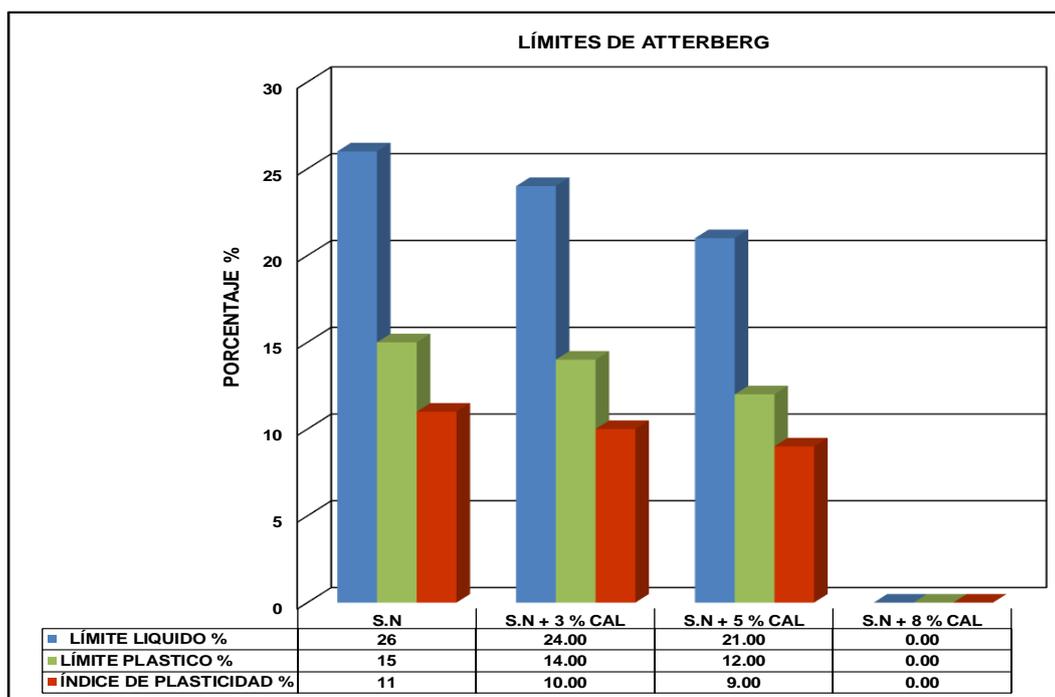
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 12. Límites de Atterberg de suelo natural + cal

LÍMITES DE ATTERBERG				
N° CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LIQUIDO %	LÍMITE PLASTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %
S.N	1.50	26	15	11
S.N + 3 % CAL	1.50	24.00	14.00	10.00
S.N + 5 % CAL	1.50	21.00	12.00	9.00
S.N + 8 % CAL	1.50	NP	NP	NP

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 23. Variación de Límites de atterberg de suelo natural + cal



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la figura 12, se detalla los límites de la calicata 2, con las combinaciones de cal al 3 %, se tiene un LL de 24 %, el LP de 14 % y la diferencia da un IP de 10%. La combinación de cal al 5%, se tiene un LL de 21%, el LP de 12 % y la diferencia da un IP del 9%. La combinación de cal al 8%, los resultados fueron que no presentó plasticidad.

Objetivo 2

Determinar cómo influye la cal en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Seguidamente el estudio de laboratorio se realizó el Proctor modificado para conocer la máxima densidad seca MDS y el óptimo contenido de humedad OCH, según la norma NTP 339-141. A continuación, se presenta los siguientes resultados.

Figura 24. Proctor modificado de suelo natural + cal

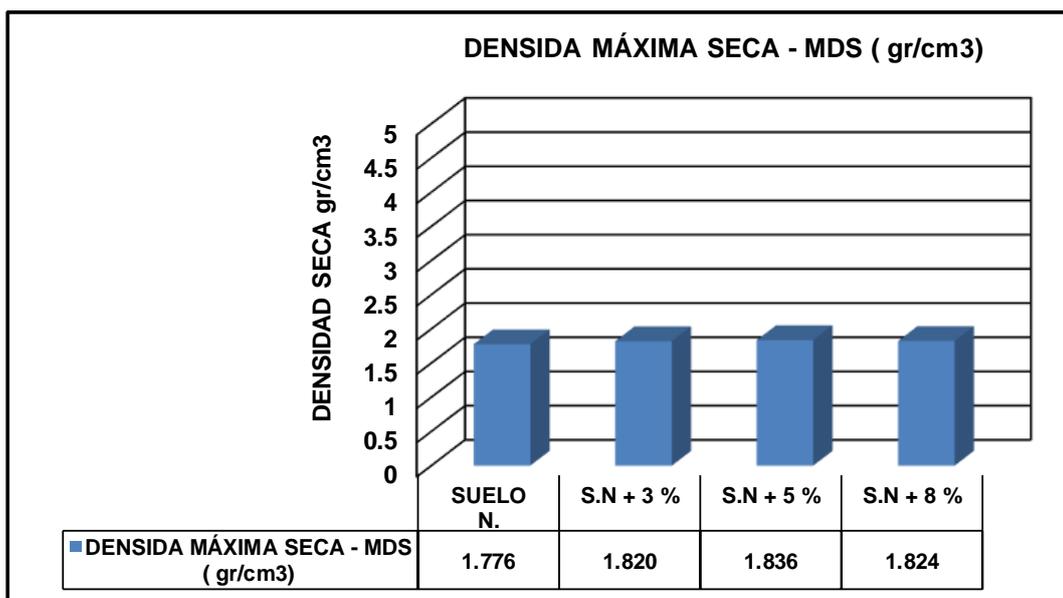


Tabla 13. Proctor modificado de suelo natural + cal

COMBINACIONES	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD MÁXIMA SECA - MDS (gr/cm ³)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)
SUELO N.	PK 1+000	1.50	1.776	7.60
S.N + 3 %		1.50	1.820	9.90
S.N + 5 %		1.50	1.836	10.50
S.N + 8 %		1.50	1.824	11.20

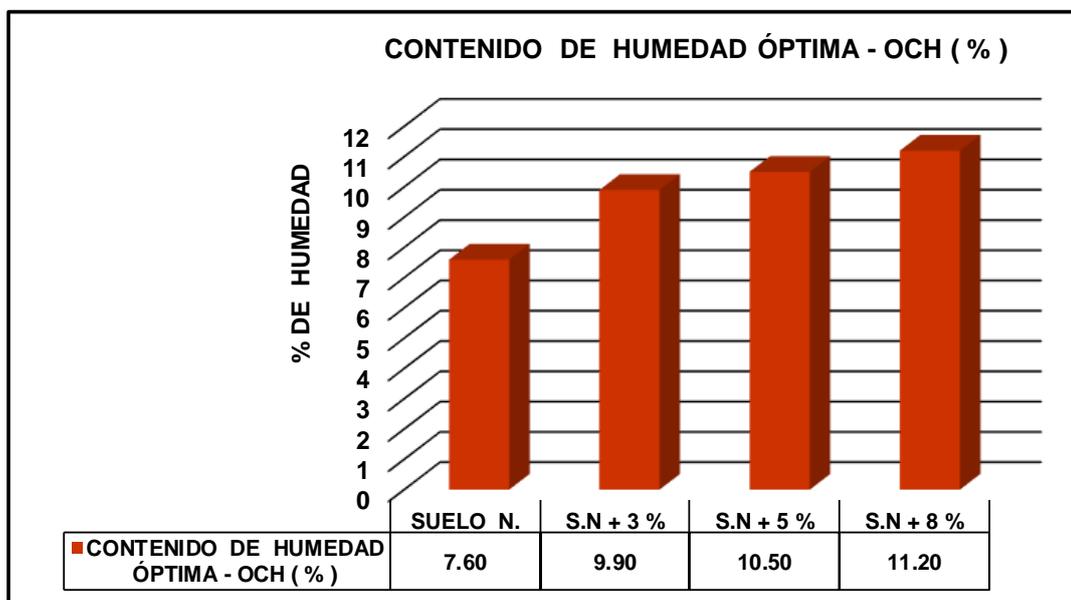
Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Variación de MDS de suelo natural + cal



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 26. Variación de OCH de suelo natural + cal



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 12, se muestra los resultados de la MDS y OCH. El resultado del suelo natural de la MDS es 1.75 gr/cm³ y el OCH es 7.67 %; para el suelo natural con el 3% de cal la MDS es 1.81 gr/cm³ y OCH es 8.70 %; para

el suelo natural con el 5% de cal la MDS es 1.83 gr/cm³ y OCH es 9.45 % y para el suelo natural con el 8% de cal la MDS es de 1.82 gr/cm³ y OCH es 10.35 %.

Objetivo 3

Determinar cómo influye la cal en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020

Figura 27. Ensayo de CBR suelo natural + cal



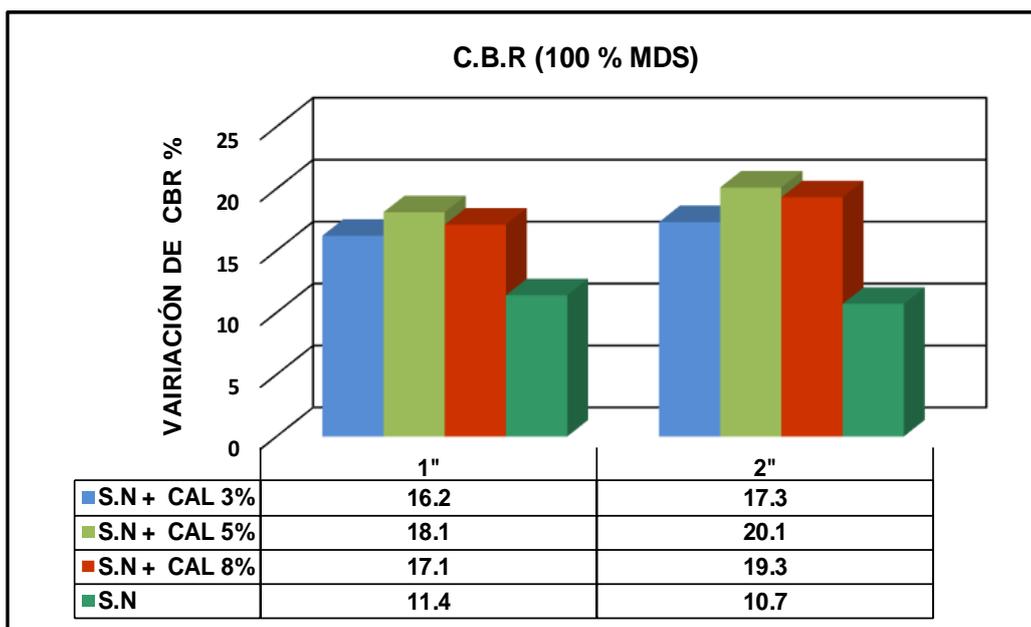
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 14. Ensayo de (CBR)- suelo natural + cal

CONBINACIÓN	CBR (100 % MDS) 0.1"	
	1"	2"
S.N	11.4	10.7
S.N + CAL 3%	16.2	17.3
S.N + CAL 5%	18.1	20.1
S.N + CAL 8%	17.1	19.3

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 28. Variación del CBR S.N + porcentajes de Cal



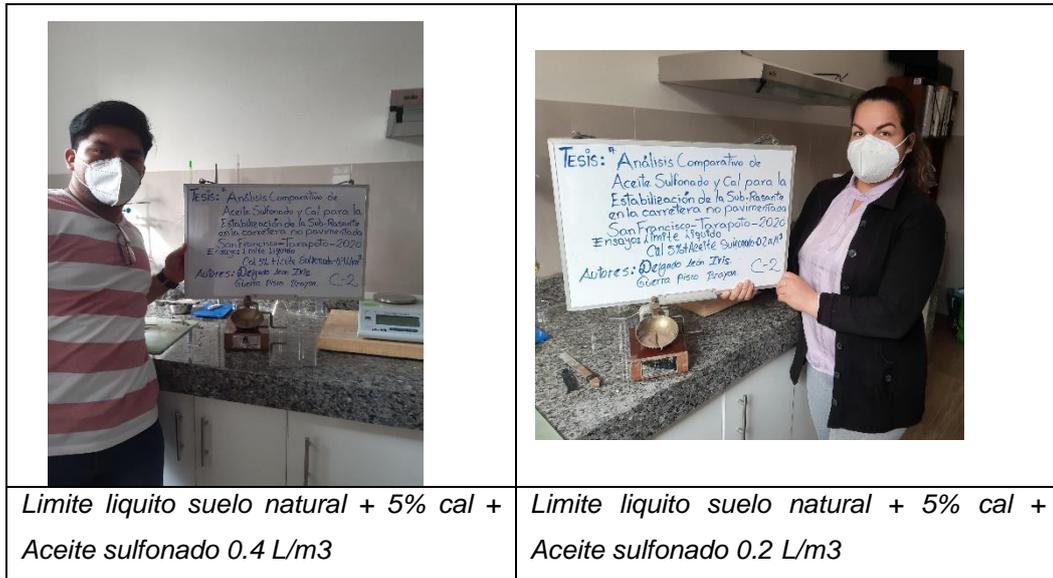
Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la figura 19, se muestran los resultados de CBR del suelo natural con porcentajes diferentes de cal. El CBR con 3% de cal al 95% es 12.9% y al 100% es 16.2 %; para el CBR con 5% de cal al 95% es 14.1% y al 100 % es 18.1 % y para el CBR con 8 % de cal al 95% es 13.5 % y al 100 % es 17.1 %.

Objetivo 4

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020

Figura 29. Límites de Atterberg de S.N + optimo cal + aceite sulfonado



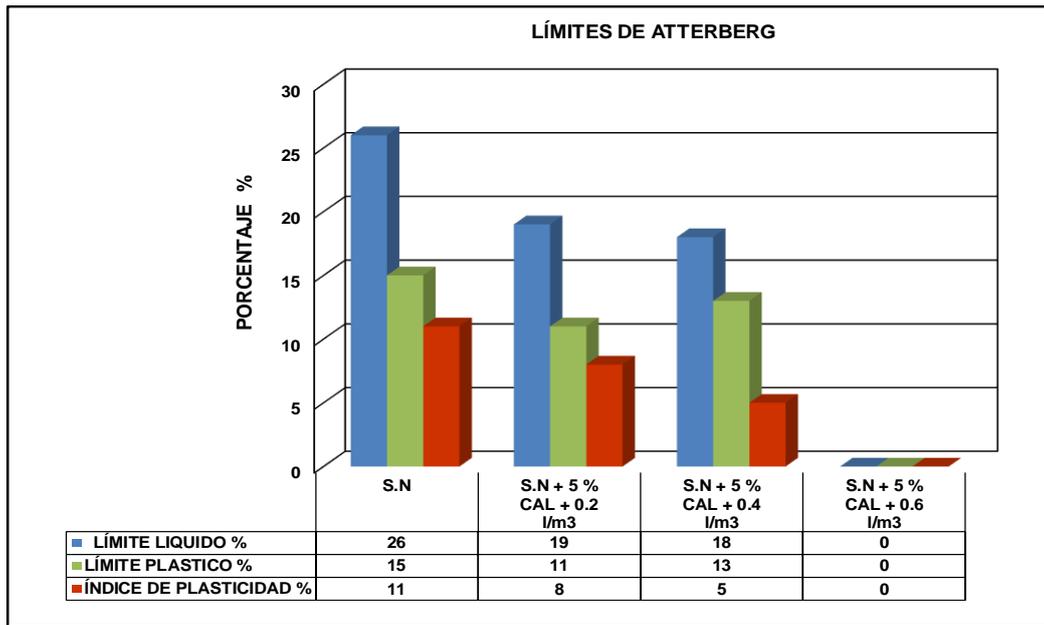
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 15. Límites de Atterberg de S.N + optimo cal + aceite sulfonado

LIMITES DE ATTERBERG				
N° CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LIQUIDO %	LÍMITE PLASTICO %	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %
S.N	1.5	26	15	11
S.N + 5 % CAL + 0.2 l/m3	1.50	19	11	8
S.N + 5 % CAL + 0.4 l/m3	1.50	18	13	5
S.N + 5 % CAL + 0.6 l/m3	1.50	NP	NP	NP

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 30. Variación de Límites de atterberg S.N + optimo cal + aceite sulfonado



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la figura 13, se detalla los límites realizado al suelo natural con el porcentaje óptimo de cal y la incorporación del aceite sulfonado en sus diferencias proporciones. Como resultado de la incorporación del 0.2 l/m³, se tuvo un límite liquido del 38.82%, el LP de 35.68 % y la diferencia da un IP del 3.14 %. Con la incorporación del 0.4 l/m³, se tuvo un límite liquido del 29.29 %, el LP de 10 % y la diferencia un IP de 19.29 %. La última dosificación con el 0.6 l/m³ se obtuvo un límite liquido del 37.39%, el LP de 19.16 y la diferencia un IP de 18.23%.

Objetivo 5

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020.

Figura 31. Proctor modificado S.N + óptimo de cal + aceite sulfonado



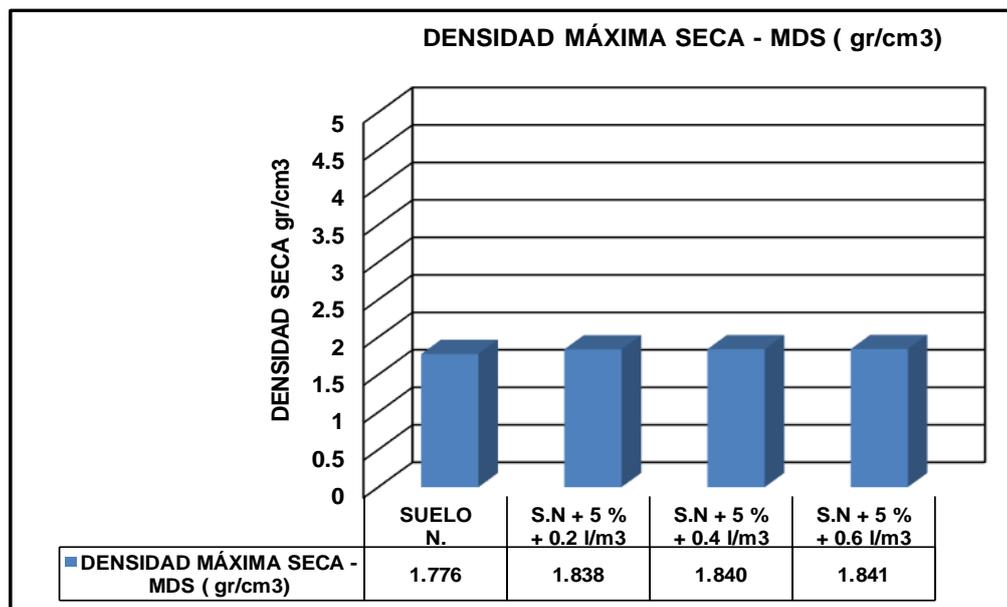
Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 16. Proctor modificado de S.N + óptimo de cal + aceite sulfonado

COMBINACIONES	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m)	DENSIDAD MÁXIMA SECA - MDS (gr/cm ³)	CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMA - OCH (%)
SUELO N.	PK 1+000	1.5	1.776	7.60
S.N + 5 % + 0.2 l/m ³		1.50	1.838	10.40
S.N + 5 % + 0.4 l/m ³		1.50	1.840	10.20
S.N + 5 % + 0.6 l/m ³		1.50	1.841	10.00

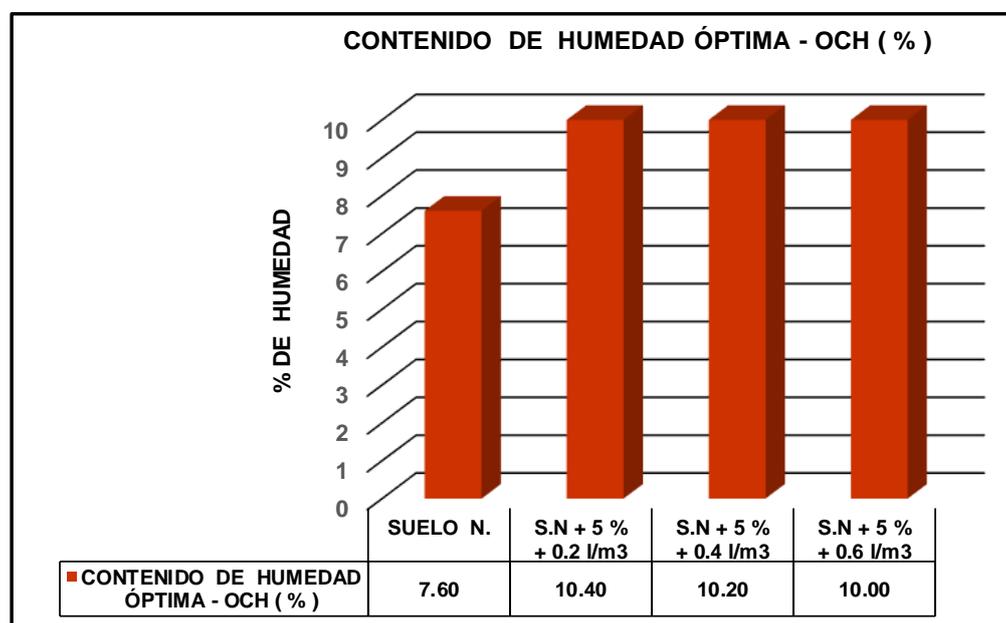
Fuente: *Elaboración propia*

Figura 32. Variación de MDS de S.N + cal + aceite sulfonado



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 33. Variación de OCH se S.N + cal + aceite sulfonado



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la tabla 13, el resultado que se obtuvo de cal óptimo, se realizó con la dosificación de AC. S de 0.2 l/m³, la MDS es 1.75 gr/cm³ y su OCH es 7.67 %; la combinación de cal óptima con 0.4 l/m³, la MDS es 1.75 gr/cm³ y su

OCH es 7.67 % y la combinación de cal óptima con 0.6 l/m³ la MDS es 1.75 gr/cm³ y su OCH es 7.67 %.

Obteniendo los resultados de Proctor modificado se realizó el CBR con NTP 339-145, para obtener la resistencia a la compresión de 1" a 95% y 100 %(MDS).

Objetivo 6

Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020

Figura 34. Ensayo de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado

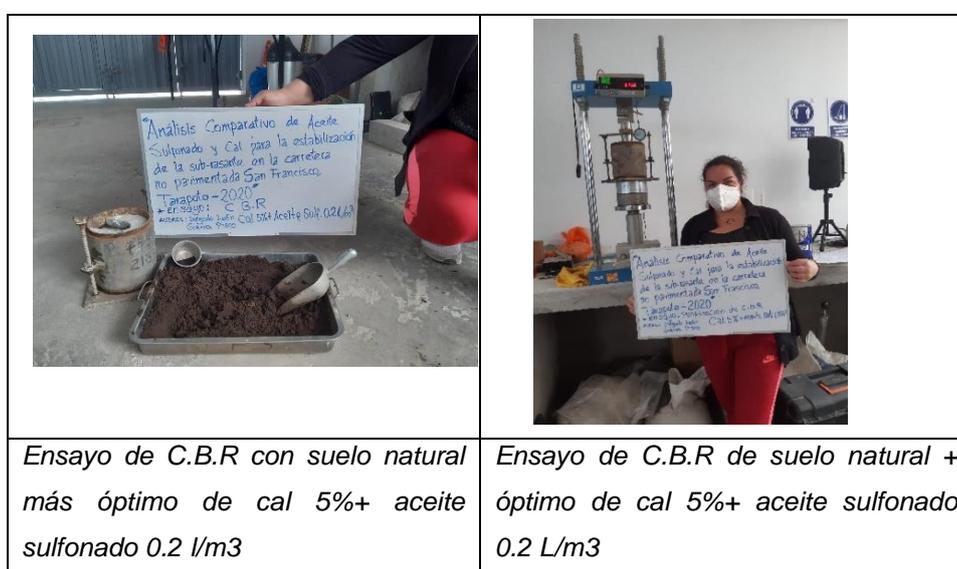
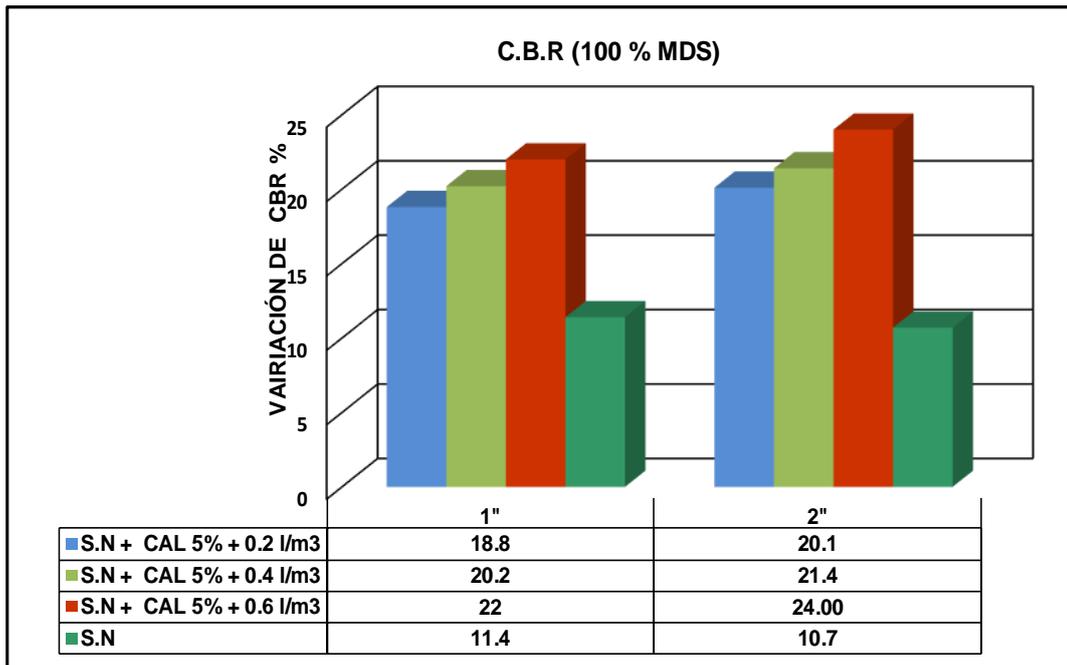


Tabla 17. Ensayo de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado

CONBINACIÓN	CBR (100 % MDS) 0.1"	
	1"	2"
S.N	11.4	10.7
S.N + CAL 5% + 0.2 l/m3	18.8	20.1
S.N + CAL 5% + 0.4 l/m3	20.2	21.4
S.N + CAL 5% + 0.6 l/m3	22	24.00

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 35. Variación de CBR de S.N + Optimo cal +aceite sulfonado



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: En la figura 19, se determina el 5% de cal óptima, donde se incorpora las dosificaciones de AC. S con el 0.2 l/m³ el CBR de 1" al 95 % es de 13 % y al 100% es de 16 %; AC.S con 0.4 l/m³ el CBR de 1" al 95 % es de 15 % y al 100% es de 19% y con dosificación de 0.6 l/m³ el CBR de 1" al 95 % es de 14 % y al 100 % es de 18 %.

V.DISCUSIÓN

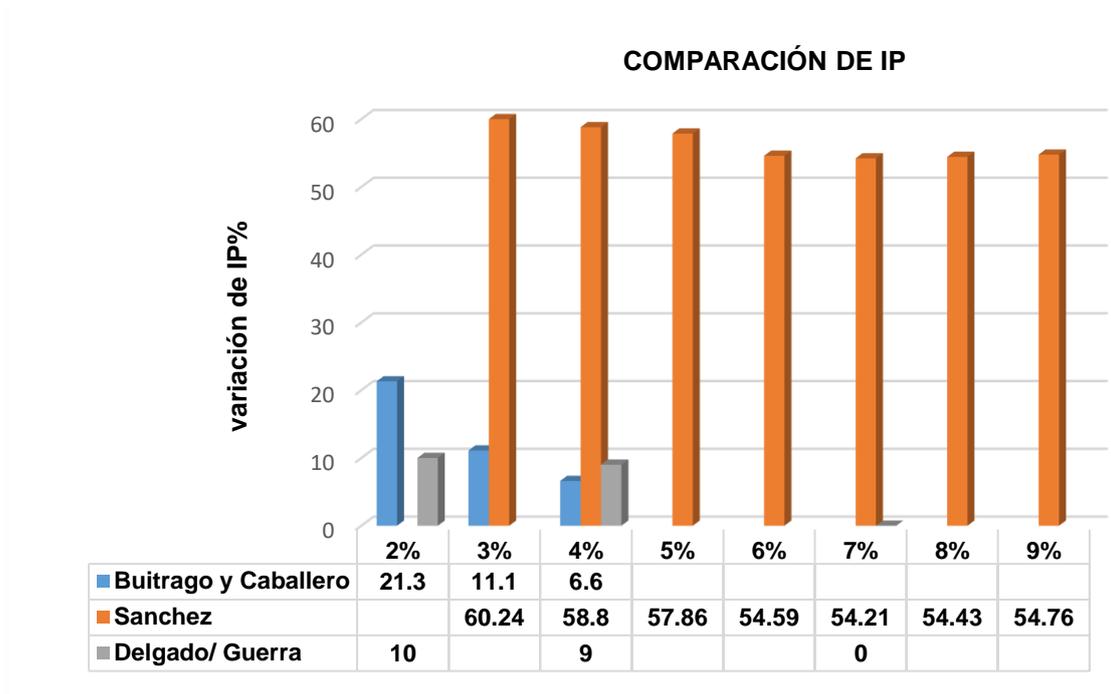
A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se realizó una comparación con los antecedentes para poder apreciar en qué medida ha llegado a variar las propiedades físicas y mecánicas de nuestro suelo natural más desfavorable con la incorporación de estabilizadores.

Buitrago y Caballero (2015), realizó su estudio de evaluación de aditivos en el tratamiento de arcillas expansivas, donde realizó la incorporación de cal en 2%,3% y 5% ; evaluado en diferentes tiempos, con los porcentajes anteriormente mencionados .obtuvo a los 15 días con el 2% un Índice de plasticidad de 26.10 %, con el 3% un IP de 36% y con el 4% un IP de 37.8 % ;se evaluó a los 21 días donde el IP con 2% bajo a 21.3% , el IP con el 3% bajo 11.1% y el IP con 4% bajo a 6.6 %. Se evaluó a los 28 días donde el IP con el 2 % bajo a 21.2 %, el IP con el 3% bajo a 9.9 % y con el 4% bajo a 5.9 % y con la última evaluación a los 60 días obtuvo una reducción con el 2% un IP de 21%, con el 3% bajo a 7.8 % y con el 6% bajo a 5.2%. (pg. 38).

Sánchez (2014), realizó su estudio de estabilización de suelo con cal y cemento, donde obtuvo suelo con arcillas de alta plasticidad y de alta expansión; donde los resultados de índice de plasticidad se enfocarán principalmente en el estudio con cal. El IP del suelo natural es 67.69 % ;el IP con 3% de cal es 60.24%; el IP con 4% de cal es 58.80 %; el IP con 5% de cal es 57.86 %; el IP con 6% de cal es 54.59%; el IP con 7% de cal es 54.21; el IP con 8% de cal es 54.43 y el IP con el 9% de cal es 54.76 %. (pg.112)

Los resultados se obtuvieron en este proyecto los límites de consistencia, el resultado de la muestra patrón el IP es 11%, donde los resultados con las combinaciones dieron un índice de plasticidad con la incorporación de cal de 3% el IP es 10%; con el 5 % de cal el IP es 9 % y con el 8 % de cal los resultados fueron que no presento plasticidad a comparación de las demás dosificaciones.

Figura 36. Comparación del IP con cal en diferentes porcentajes



Fuente: *Elaboración propia*

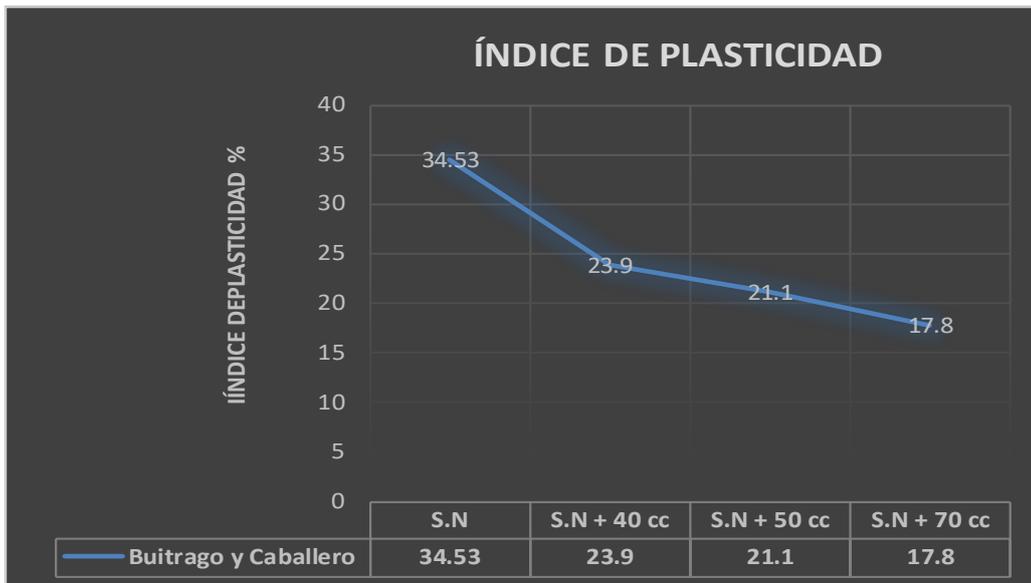
Según los estudios realizados por los antecedentes, los valores varían en cuanto al índice de plasticidad en función a al tiempo, diferentes porcentajes y el tipo de suelo; en base a nuestros resultados compartimos y aceptamos sus teorías que al incorporar porcentajes inferiores a 5 % el IP es mayor y cuando el porcentaje es mayor el IP es menor.

Según Buitrago y Caballero (2015), en su proyecto evaluación de aditivos en el tratamiento de arcillas expansivas con dos aditivos, los resultados con el aceite sulfonado evaluado a 15 días, el índice de plasticidad del suelo natural es 34.53 %; Se incorporo al suelo a estabilizar varias dosificaciones de aceite sulfonado, con 40 c/m³ en días 15, el IP es 23.90; con 50 c/m³ el IP es 21.10 y con la dosificación de 70 c/m³ el índice de plasticidad es 17.8

En nuestro estudio los resultados del suelo con característica arcilla inorgánica de baja plasticidad, el índice de plasticidad de la muestra es de 11%, con la

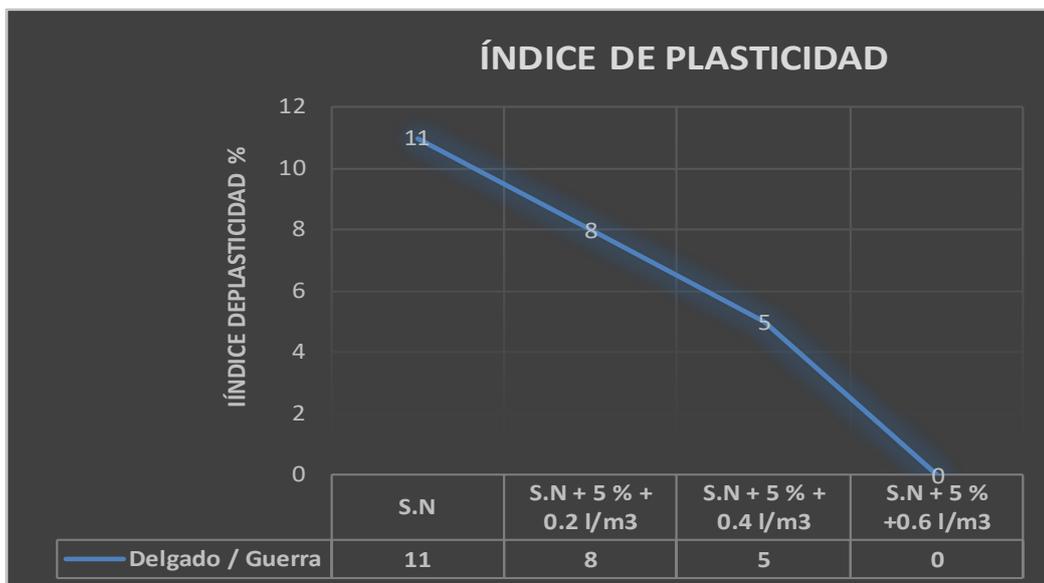
incorporación del óptima de cal (5%) y con la dosificación de aceite sulfonado a 0.2 l/m³ el índice plasticidad es 8% ; con la dosificación de 0.4 l/m³ el índice de plasticidad se reduce a 9 % y con la última dosificación de 0.6 l/m³ se llegó a reducir en sus totalidad el índice de plasticidad .

Figura 37. Índice de plasticidad del antecedente



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 38. Índice de plasticidad de los resultados de estudio



Fuente: *Elaboración propia*

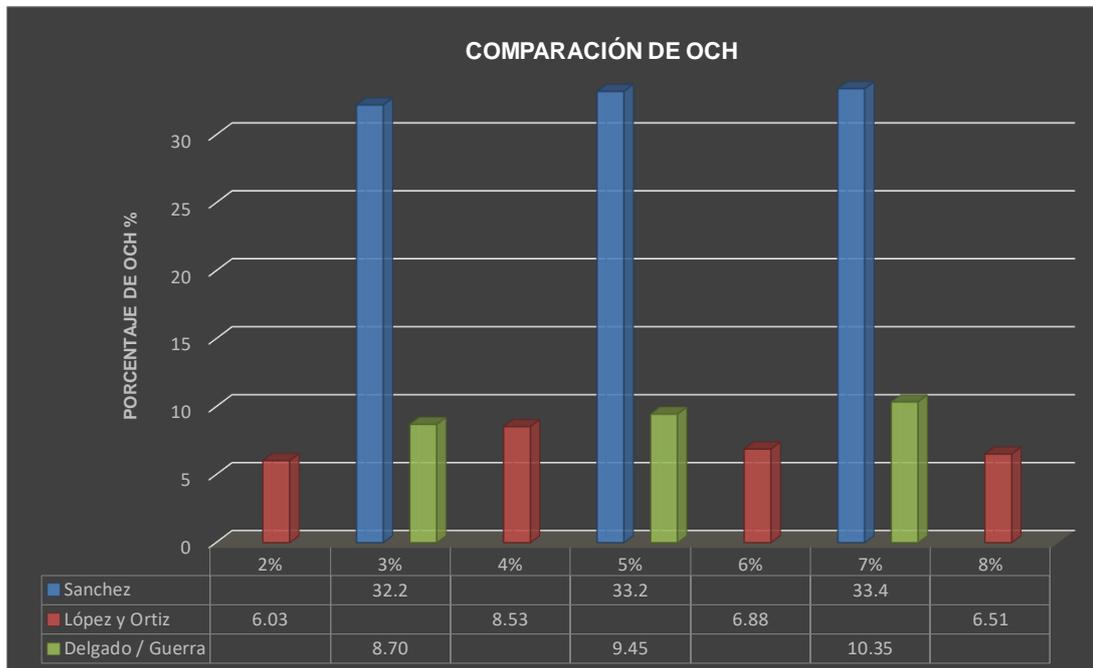
Interpretación: De los resultados obtenidos de nuestro antecedente y nuestros resultados con la plasticidad se llegó a aceptar la teoría expuesta, al tener resultados que validan que cuando se incrementa las dosificaciones del estabilizador aceite el índice de plasticidad disminuye sienta inversamente proporcional con el tiempo. Así mismo volviendo al suelo arcilloso menos sensible al contacto con el agua, pudiendo mantener su plasticidad sin romperse y sin algún cambio volumétrico.

Sánchez (2014), realizó su estudio de estabilización de suelo con cal y cemento, donde obtuvo suelo con arcillas de alta plasticidad y alta expansión; donde los resultados de Proctor modificado se enfocarán principalmente en el estudio con cal. El Proctor modificado con el 3% de cal su MDS es 1.332 gr/cm^3 y OCH de 32.20% ; con el 5 % de cal su MDS es 1.291 gr/cm^3 y OCH de 33.20 % y con el 7% de cal la MDS es 1.280 gr/cm^3 y OCH de 33.40 %.(pag.122)

López y Ortiz (2018), en su estudio de estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante, los resultados que obtuvo al realizar el estudio de Proctor modificado con diferentes porcentajes de cal para ver en qué medida varían el suelo natural con la incorporación del estabilizador. Con 2% de cal su MDS es 2.18 gr/cm^3 y OCH de 6.03 %; con el 4 % de cal la MDS es 2.20 gr/cm^3 y OCH de 8.53 % ; con el 6% de cal su MDS es 2.30 gr/cm^3 y OCH de 6.88 % y con el porcentaje del 8 % la MDS es 2.40 gr/cm^3 y su OCH es 6.51 %.(pág71) (77)

Los resultados que se obtuvieron de nuestro estudio de Proctor modificado para la muestra de suelo natural desfavorable, su máxima densidad seca es 1.75 gr/cm^3 y óptimo contenido de humedad de 7.67 %; con el 3 % de cal la MDS es 1.81 gr/cm^3 y OCH de 8.70 %; con el 5% de cal la MDS es 1.83 gr/cm^3 y el OCH es 9.45 % y con 8 % de cal los resultados de MDS es 1.82 gr/cm^3 y OCH es de 10.35 %.

Figura 39. Comparación de OCH con cal



Fuente: *Elaboración propia*

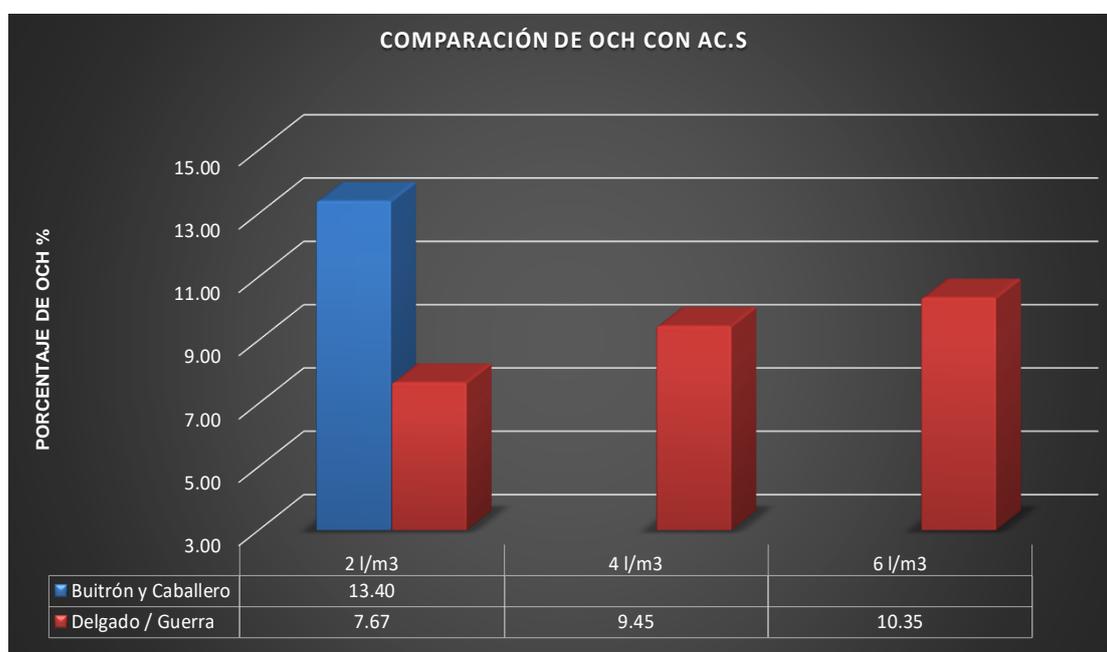
Interpretación: Con los resultados demostrados por los antecedentes y corroborado con nuestros resultados de Proctor modificado, se llega a demostrar que cuando se agregar porcentajes de cal se incrementa proporcionalmente el contenido de humedad como se aprecia en la figura 22. Siendo el óptimo de mi primer antecedente con 7 % de cal, teniendo el OCH de 33.40 %. El óptimo del segundo antecedente con 6% de cal, teniendo el OCH de 6.88 % y nuestro resultado del óptimo de cal con el 8% como resultado el OCH de 10.35 %. Aceptando sus teorías en relación al incremento de cal se vuelve proporcionales entre sí. siendo objetivos con la norma C020, que al usar porcentajes mayores al 8% de cal también varía la resistencia y la plasticidad.

Páez y Díaz (2019), en su estudio de influencia con la adición de aceite sulfonado con uno solo mezcla de 2% evaluado en diferente tiempo (90 días en intervalos de 30 días), con suelos granulares. El resultado de Máxima Densidad Seca es 2.6 gr/cm³ y su Optimo Contenido de Humedad es 13.4 %.

Buitrón y Caballero (2015), en su estudio que realizó a la evaluación de suelos arcillosos expansivos con la incorporación del estabilizador aceite sulfonado, con un patrón inicial de 52.4%, al incorporar 40cc de aceite sulfonado a los 15 días se vio un descenso de 48.5%, con 50cc a 46.4% y con el 70cc a 46%.

Los resultados de nuestro estudio de Proctor modificado con el porcentaje óptimo de la cal (5%) y la incorporación del aceite sulfonado 0.2 l/m³ la MDS es 1.838 gr/cm³ y OCH de 10.40 %; con el 0.4 l/m³ la MDS es 1.840 gr/cm³ y OCH es 10.20 % y con la combinación con el 0.6 l/m³ de aceite sulfonado la MDS es 1.841 gr/cm³ y OCH es de 10 %.

Figura 40. Comparación de OCH con Aceite Sulfonado



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Los antecedentes se enfocaron principalmente en mejorar la resistencia de un suelo, con la incorporación del aceite sulfonado. Con el primer antecedente la dosificación del 2%, medido en diferentes días para ver la variación del CBR; el antecedente incentivo a realizar estudios de Proctor modificado y ver la variación del contenido de humedad. En nuestro estudio se realizó, tendiendo resultados favorables con el óptimo de cal (5%) y con dosificación 0.4 l/m³ su OCH 10.40 %. El segundo antecedente los resultados

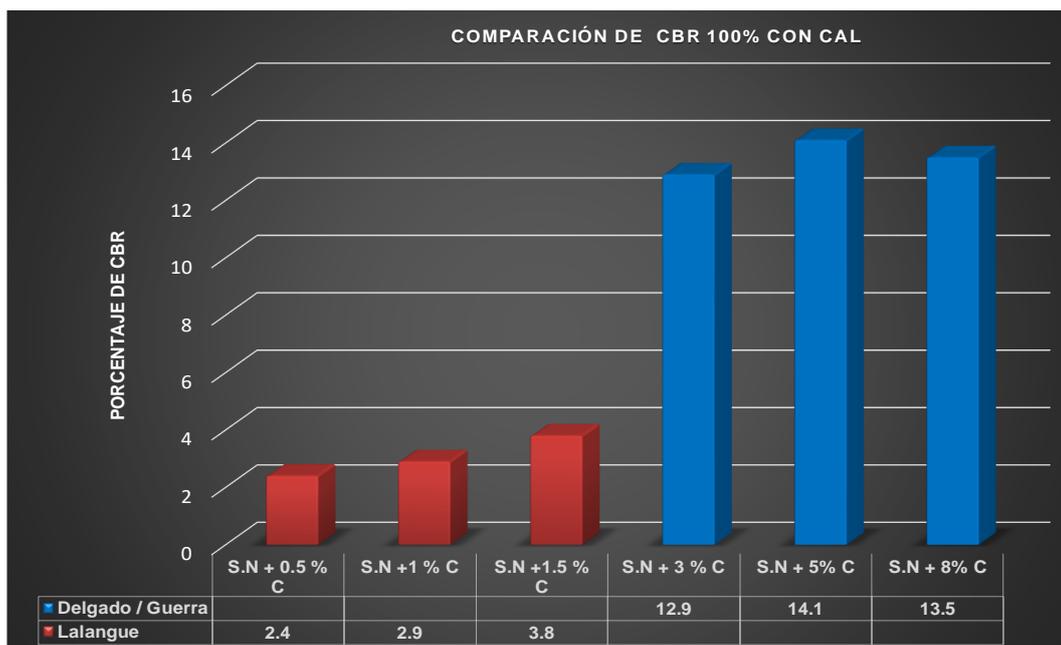
fueron favorables, el OCH de suelo natural es 52.40%, y con 70cc llegó a reducir a 46 % y con variación mínima. Con los resultados obtenidos de nuestros estudios hay un incremento favorable con el óptimo de cal (5%) y con el 0.6 l/m³ se llegó a 10 % aceptamos las teorías y se debe usar diferentes dosificaciones con relación a la ficha técnica y el tipo de suelo a estabilizar.

Lalangue (2019), en su estudio de estabilización de la subrasante utilizando cal, cemento y aceite sulfonado, nos enfocaremos en la variable con cal para tener un enfoque más preciso; realizó el estudio de CBR (California Bearing Ratio) al 100 % .El suelo natural con 0.50 % de cal a 1" es 2% y a 2" 2.8 %; con el 1.00% de cal el CBR a 1" es 2.9% y a 2" 3.9 % y con el 1.50% de cal el CBR a 1" es 3.8 y a 2" es 5.5 %.

López y Ortiz (2018), en su estudio de estabilización de suelos arcillosos con cal, realizó los estudios de CBR(California Bearing Ratio) , donde estabilizo el suelo con porcentajes de cal ; el CBR con el 2% de cal a 1" es 17.50% ; el CBR con el 4% de cal a 1" es 33.00% ; el CBR con el 6% de cal a 1" es 52 % y con el porcentaje del 8% de cal el CBR a 1" es 68 %.

Los estudios realizados de CBR, los resultados de CBR(California Bearing Ratio) , con 3% de cal a 1" al 95% es 8.6 % y al 100% es 11.4 % ; el CBR con el 3% de cal a 1" al 95% es 12.9 % y al 100% es 16.2 %; el CBR con el 5 % de cal a 1" al 95 % es 14.10 % y al 100 % es 18.1 % y con la último porcentaje de 8% de cal el CBR a 1" al 95% es 13.50 % y al 100 % es 17.10 %

Figura 41. Comparación de CBR con Cal



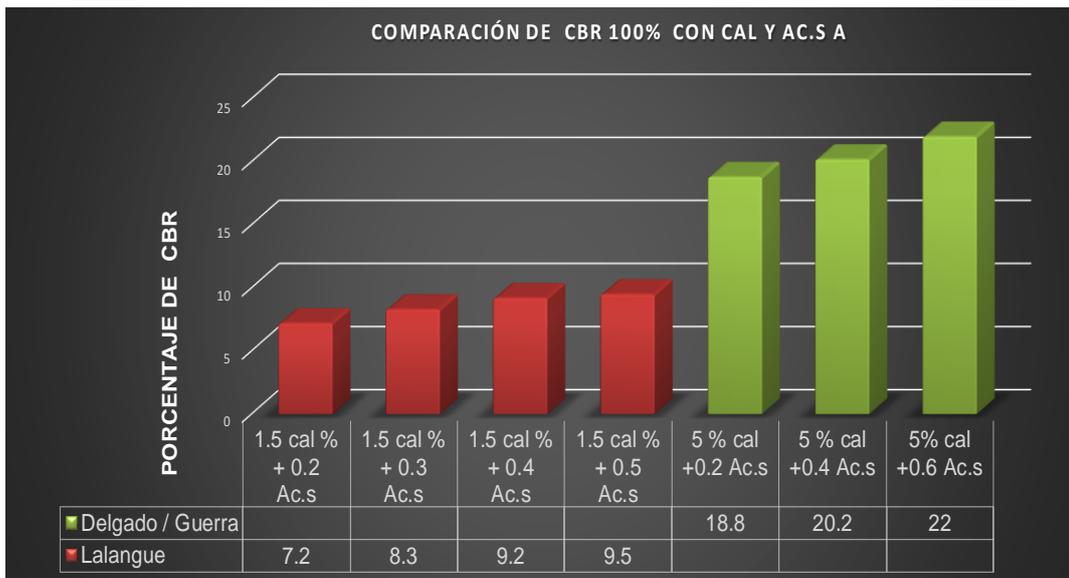
Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Con los resultados obtenidos del primer antecedente, se tienen resultados favorables cuando se trabaja el suelo natural con porcentajes de cal, donde el CBR de suelo patrón es 2.1 % y su mayor incremento con 1.50 % de cal llegó a un 3.8%. El segundo antecedente obtuvo buenos resultados al incorporar diferentes porcentajes de cal en donde su mejor resultado se dio con el 8% de cal de, el CBR a 1" es de 68 %. Comparando los estudios se llegó a aceptar las teorías de nuestros antecedentes al tener un CBR de suelo natural al 100 % de 11.4 %, según el MTC-2013, se tiene una subrasante buena y al incorporar el óptimo de cal (5%), incremento favorablemente llegando a un CBR de 18.10% (subrasante buena)

Lalangue (2019), en su estudio de estabilización de la subrasante utilizando la cal, cemento y aceite sulfonado. Nos enfocaremos a las variables predominantes de nuestro proyecto (cal y aceite sulfonado). El resultado óptimo de cal es 1.50% y agregamos diferentes proporciones de aceite sulfonado. Con 0.2 l/m³ el CBR a 1" es 7.2% y a 2" es 8.8%; con 0.3 l/m³ el CBR a 1" es 8.3 % y a 2" es 9.6 %; con 0.4 l/m³ el CBR a 1" es 9.2 % y a 2" es 10.1 % y con la dosificación de 0.5 l/m³ el CBR a 1" es 9.5 % y a 2 " es 10.7 %.

Los resultados obtenidos de California Bearing Ratio (CBR) de nuestro suelo con el óptimo de cal y con diferentes dosificaciones, fueron con el 0.2 l/m³ el CBR a 1" a 95% es 15.6 % y a 100% es 18.8 %; con 0.4 0.2 l/m³ el CBR a 1" a 95 % es 16.9 % y a 100% es 20.2 % y con la última dosificación del 0.6 0.2 l/m³ el CBR a 95% es 17.2 % y a 100 % es 22 % .

Figura 42. Comparación de CBR con Cal y aceite sulfonado con el antecedente



Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación: Según el resultado de nuestro primer antecedente, obtuvo buenos resultados al trabajar un estabilizador sólido y líquido; en donde el CBR de suelo natural de 2.21% y al realizar la combinación de cal y aceite se llegó a un CBR de 8.8%. Teniendo los resultados de nuestra muestra, este estudio es el más importante, donde aceptamos la teoría de nuestro antecedente respecto a nuestros resultados; teniendo un CBR inicial de 8.6 % y con la combinación de cal óptima y la dosificación de 0.6 l/m³ se llegó a 22 %. El MTC-2013 categoriza con CBR mayores a 20 como buenas. Habiendo logrado nuestro objetivo.

VI.CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos con respecto a nuestro primer objetivo con el ensayo realizado de Limite de Atterberg sobre el suelo natural o patrón arrojó un índice de plasticidad del 11%, después de evaluar el suelo natural, agregando diferentes dosificaciones de cal con el 3% disminuye el índice de plasticidad aun 10% si aumentamos el porcentaje de cal aun 5% la plasticidad sigue bajando aun 9%, agregamos un porcentaje mayor de cal de 8% la plasticidad llega a disminuir aun 0% no presenta plasticidad. Llegamos a concluir que mientras seguimos aumentando nuestro porcentaje de cal la plasticidad disminuye con respecto al estudio patrón, la incorporal cal si disminuye el índice de plasticidad.
2. Después de obtener resultados podemos decir que nuestro optimo contenido de humedad con respecto suelo natural 7.6% en donde al agregar 3% cal aumento la humedad optima de 9.9%, al agregar 5% de cal sigue aumentando el OCH a 10.5% y con un porcentaje de cal de 8% el OCH aumenta a un 11.2% donde concluimos que la cal actúa como un agente estabilizador de absorber más agua.
3. con el estudio realizado de soporte de california con respecto a suelo natural nos arrojó un CBR de 11.4% agregando 3% cal el CBR aumento aun 16.2% seguimos agregando un 5% cal se observó que el CBR aumento aun 18.1% y con un 8% de cal el CBR disminuyo 17.1 por lo tanto se concluye que el óptimo porcentaje de cal y con el que vamos a trabajar nuestro aceite sulfonado es el 5%
4. Después de obtener nuestros resultados el cuarto objetivo con óptimo de cal 5% más aceite sulfonado con respecto al índice de plasticidad se determinó que la proporción optima de cal 5% más diferentes dosificaciones de aceite sulfonado 0.2 l/m³, el índice de plasticidad

disminuye 8%, 0.4 l/m³ de aceite sulfonado sigue bajando aun 5% y 0.6 l/m³ de aceite donde nuestro índice de plasticidad disminuyo 0% Por lo que se concluyó que agregando aceite sulfonado reduce de forma más rápida el índice de plasticidad que con la cal sola.

5. De acuerdo a los resultados obtenidos en gabinete se determinó que la proporción óptima de cal que es el 5% más las diferentes dosificaciones de aceite sulfonado en el óptimo contenido de humedad agregando 0.2 l/m³ de A.S el óptimo contenido de humedad 10.4% y si incorporamos 0.4 l/m³ de aceite sulfonado se sigue manteniendo el OCH a un 10.2% y si seguimos agregando 0.6 l/m³ de aceite disminuye de manera gradual aun 10.0% por lo que podemos concluir que las diferentes dosificaciones de aceite sulfonado disminuye de manera gradual pero con respecto a la muestra patrón que es 7.6% si varia el óptimo contenido de humedad

6. Con respecto al objetivo específico Calcular cual es el óptimo porcentaje de dosificación al emplear el aditivo Cal y aceite sulfonado que proporciona una mayor capacidad de soporte (CBR) del suelo, resistencia.”, se determinó de los ensayos de Proctor Modificado y CBR, obteniendo una dosificación óptima de los aditivos. Su adición optima del aditivo liquido aceite sulfonado es de 0.0.6l/m³. Por otro lado, la combinación optima del aditivo cal es 5%

VII.RECOMENDACIONES

Debido a los diferentes tipos de suelos que podemos encontrar en la selva es necesario hacer por lo menos tres tipos de dosificaciones, para llegar a las especificaciones requeridas.

Debido que a no en todos lugares se encuentra arena arcillosa de baja plasticidad en esta investigación se llegó a encontrar otros tipos de suelos; por ello, es recomendable adicionarle agentes estabilizadores como aceite sulfonado que ayuda a la permeabilizar el suelo, siempre y cuando el proyecto solicita ciertos valores para alcanzar altas especificaciones.

Saber qué tipo de aditivo se va aplicar, ya que todos los aditivos no tienen la misma reacción al emplearlas en ciertos tipos de suelos, en este caso un suelo arcilloso que es altamente plástico, se recomienda también aplicar aditivos que tengan como propiedad ser impermeabilizantes ya que en estas zonas tiene altas precipitaciones

Tener cuidado al momento de emplear ciertos aditivos, leer bien sus fichas técnicas y saber su composición, en el caso del aditivo ACEITE SULFONADO que es altamente corrosivo y lo cual podría ocasionar daños hacia la persona que lo emplea, es por ello que se utilizan guantes y jeringas. Uno de los principales efectos que genera el aditivo es la irritación.

Se recomienda que también se pueda evaluar la estabilización de aceite sulfonado más cal en otros tipos de suelo de nuestras regiones y con diferentes características tratadas en la presente investigación.

REFERENCIAS

- BRAJA, Das. 2001. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México : Thomson Editores, S. A., 2001. pág. 1. 970-686-061-4.
- BRICEÑO, Johannes, PÉREZ, Carmen y VIELMA, Luz, [ed.]. 2018. Nociones de Mecánica de Suelos. 2da edición. Mérida : s.n., 2018.
- CRESPO, Carlos. 2004. Mecánica de suelos y Cimientos. México : Limusa, 2004. pág. 18. 968-18-6489-1.
- DIRECCIÓN de estudios especiales del MTC. 2015. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública "SNIP". Lima : Servicios Gráficos JMD s.r.l., 2015, pág. 12.
- FRATELLI, María. 1993. Suelos de fundación y muros. 1993. 980-07-1626-2.
- GÓMEZ, Marcelo. 2006. Introducción a la investigación científica. Córdoba : Brujas, 2006. pág. 49. 987-591-026-0.
- GUZMÁN, Analucia. 2015. UDEP[HOY]. [En línea] 05 de Diciembre de 2015. <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ , Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 2014. Metodología de la investigación. [ed.] S.A. DE C.V. McGraw-HILL / Interamericana editores. México : Sexta edición, 2014. pág. 4. 978-1-4562-2396-0.
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 2010. metodología de la investigación. México : interamericana editores, s.a. de c.v., 2010. PÁG. 84. 978-607-15-0291-9.
- HERNÁNDEZ, Roberto , FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2006. metodología de la investigación. México : McGraw-hill/interamericana editores, s.a. de c.v , 2006. PÁG. 249. VOL. cuarta edición.
- MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones . 2013. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos . Lima : s.n., 2013.

- MINISTERIO De Transportes Y Comunicaciones. 2014. Manual de carreteras suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima : Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014.
- MONTEJO, Alfonso. 2002. Ingenieria de Pavimentos para Carreteras. Bogotá : Stella Valbuena de Fierro, 2002. pág. 9. 958-96036-2-9. na. [En línea] <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>.
- PÚBLICACIÓN de la Nacional Lime Association. 2006. Manual de estabilización de suelos tratados con cal . 2006.
- RODRÍGUEZ , Ernesto. 2005. metodología de la investigación científica. méxico : 968-5748-66-7, 2005, PÁG. 79.
- VALDERRAMA, Santiago. 2013. pasos para elaborar proyectos de investigación científica : cuantitativa , explicativa y mixta. lima : SAN MARCOS DE ANIBAL JESÚS PAREDES GALVÁN, 2013. PÁG. 65. 978-612-302-878-7.
- VARGAS, Zoila Rosa. 2009. la investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. SAN PEDRO : s.n., 2009. pÁG. 159. 0379-7082.
- XII CONGRESO Colombiano de Geotécnia,At Bogotá, volumen 1. 2008. Incidencia de la radiación UV en arcillas expansivas tratadas con aceite sulfonado. [En línea] 2008. https://www.researchgate.net/publication/265088749_Incidencia_de_la_radiacion_UV_en_arcillas_expansivas_tratadas_con_aceite_sulfonado.
- BUITRAGO Núñez, Luis Carlos y CABALLERO Lizarazo, Gerson. 2015. Evaluación de aditivos en el tratamiento de arcillas expansivas en laboratorio. Universidad industrial de Santander, Bucaramanga: 2015.
- ESQUIVEL Saavedra, Glizeth Edith y GAMEZ Velásquez, Milagros Lisbeth. 2019. "Cal y Cenizas de cáscara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la vía santa Clemencia Chahapoyas". Universidad de Santa del Santa, Chimbote: 2019.
- YANG, Bo. 2015. Performance of bio-based soil stabilizers in transportation earthworks. Iowa State University, Ames: 2015.

- LALANGUE Cordova, Oscar Elmer. 2019. "Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI-114 Emp.PE-IN (el alto Talara)-Emp.PI-105(Pariñas), Km:08+000.00-09+000.00, Talara -Piura, 2019. Universidad cesar vallejo, Piura: 2019.
- LÓPEZ, Gerardo y AMBROSINI, Marcela. 2013. Nanotecnología aplicada a la estabilización de suelos: Factibilidad Económica. 2013. Vol. 13 congreso internacional en ciencias y tecnología de metalurgia y materiales.
- PÁEZ Ruano, John Eduardo y DÍAZ CRUZ, Luis Fernando. 2019. Influencia de la edición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso. Universidad santo Tomás, Bogotá: 2019.
- RODRIGUEZ Yupanqui, Veronika Yoselyn y SILVA ALCANTARA, Jordy Kelvin. 2019. Estabilización de suelos adicionando cemento Portland tipo 1 más cal hidratada en vías afirmadas, para el centro poblado. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo: 2019.
- LLANO, Eliana, RÍOS, Diana y RESTREPO, Gloria. 2019. Caracterización fisicoquímica y Mecánica de un suelo arcilloso tratado con aditivos químicos. Grupos de investigación procesos fisicoquímicos aplicados PFA. Antioquia: s.n., 2019. Vol. VII congreso.
- SÁNCHEZ Albán, María Angélica. 2014. Estabilización de suelos Expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón Tosagua Provincia de Manabí. Católica del Ecuador, Quito: 2014.
- SINAN Coban, Haluk. 2017. The use of lime sludge for soil stabilization. Iowa State University, Ames: 2017.
- TIQUE Zapata, Julio César, y otros. 2019. Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. Espacio I+D, Innovación más Desarrollo. México: s.n., 2019. Vol. Vol. VIII (19).
- WU, Yijun. 2019. Construction and performance of chemically and mechanically stabilized granular road test sections. Iowa State University, Ames: 2019.

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO		ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACEITE SULFONADO Y CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA SAN FRANCISCO, TARAPOTO-2020				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿En qué medida influye la incorporación de aceite sulfonado y cal en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada San Francisco Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye la incorporación de aceite sulfonado y cal en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada, San Francisco-2020	Los aditivos químicos aceite sulfonado y cal influyen de manera positiva en el mejoramiento de la estabilización en la sub-rasante de la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	estabilización de la sub-rasante	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO LIMITE PLASTICO INDICE DE PLASTICIDAD	CUCHARA DE CASA GRANDE
				OPTIMO CONTENIDO DEHUMEDAD	ENSAYO DE PROCTOR	LABORATORIO
				RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUB-RASANTE	PRENSA CBR
						<p><u>Método de investigación:</u> científico</p> <p><u>Tipo de Investigación:</u> Aplicada</p>

PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera la incorporación cal influye en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye la cal en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	La incorporación de cal mejora la plasticidad de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	aditivo cal	Dosificación, Características y Propiedades Químicas	s + 3 % cal	Balanza	<p>Nivel de Investigación:</p> <p>Nivel Explicativo</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>cuasi-experimental</p> <p>Enfoque de investigación:</p> <p>cuantitativo</p>
¿De qué manera la incorporación de cal influye en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye la cal en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	La incorporación de cal mejora el óptimo contenido humedad de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020			s + 5 % cal		
¿Cómo influye la incorporación de cal en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020?	Determinar cómo influye la cal en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	La incorporación de cal mejora la resistencia de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020			s + 8 % cal		

¿De qué manera la incorporación de aceite sulfonado influye en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la plasticidad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020	El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora la plasticidad de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	aditivo aceite sulfonado	Dosificación, Características y Propiedades Químicas	s + c + 0.2 aceite sulfonado l/m3	Balanza	Población: Toda la carretera San Francisco no pavimentada Muestra: 2 km de la carretera San Francisco
¿De qué manera la incorporación de aceite sulfonado influye en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en el óptimo contenido de humedad para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020	El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora el óptimo contenido de humedad de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020			s + c + 0.4 aceite sulfonado l/m3		
¿Cómo influye la incorporación de aceite sulfonado en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020?	Determinar cómo influye el porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado en la resistencia para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto- 2020	El porcentaje óptimo de cal más aceite sulfonado mejora la resistencia de la sub-radante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020			s + c + 0.6 aceite sulfonado l/m3		

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ACEITE SULFONADO Y CAL PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA SAN FRANCIACO, TARAPOTO- 2020						
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
CAL	En un producto que resulta de la descomposición de rocas calizas (CaCO ₃) por acción de una cocción. Obtienen óxido de calcio (CaO), conocido con el nombre de cal viva, Además, reacciona violentamente en contacto con el agua por su reacción exotérmica	la variable independiente que es la cal, tiene una dimensiones Y 3 indicadores lo cual estos indicadores serán sometidos a investigación con dosificaciones diferentes de cal más el suelo	DOCIFICACIÓN	s + 3% cal	BALANZA	De razón
				s + 5% cal		De razón
				s + 8% cal		De razón
ACEITE SULFONADO	Es un líquido soluble en agua, que ioniza aumentando su conductividad y facilitando el intercambio de cationes, como lo obliga a separarse de las partículas de arcilla convierte en agua libre, capaz de intercambiar sus cargas eléctricas con los cationes de arcilla, para que finalmente neutraliza y fuerza en la forma permanente para perder o reducir el contenido del agua del suelo	la variable independiente que es el aceite sulfonado, tiene una dimensiones Y 3 indicadores lo cual estos indicadores tienen diferentes porcentajes que serán sometidos a investigación agregando el óptimo de cal encontrado más el suelo	DOCIFICACIÓN	s + c + 0.2 aceite sulfonado l/m ³	BALANZA	De razón
				s + c + 0.4 aceite sulfonado l/m ³		De razón
				s + c + 0.6 aceite sulfonado l/m ³		De razón
ESTABILIZACION SUB-RASANTE	la estabilización de la sub-rasante Se define como la mejora de las propiedades físicas de la tierra a través de procedimientos mecánicos y la incorporación de productos químicos, natural o sintéticos mejorando su resistencia para que sea capaz de cumplir los requerimientos necesarios para ser usada en los diferentes tipos de pavimentos	La variable dependiente tiene 4 dimensiones Y 6 indicadores en los cuales tienen una escala de medición con los instrumentos de laboratorio	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO	ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG	De razón
				LIMITE PLASTICO		
				INDICI DE PLASTICIDAD		
			OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	ENSAYO DE PROCTOR	LABORATORIO	De razón
RESISTENCIA	ENSAYO CBR	PRENSA CBR (Relación de Soporte de California)	De razón			

ANEXO 2. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMETRICO					
Proyecto	:	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020			
Responsables	:	Delgado león Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson			
Lugar	:				
Fecha	:				
Progresiva	:				
Número de muestra	:				
N° DE TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (grs)	PROCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N° 4	4.760				
N° 8	2.380				
N° 10	2.000				
N° 16	1.190				
N° 20	0.840				
N° 30	0.590				
N° 40	0.420				
N° 50	0.300				
N° 60	0.250				
N° 80	0.180				
N° 100	0.149				
N° 200	0.074				
TARA					
SUMATORIA TOTAL					
DATOS DEL ESPECIALISTA :					
Nombres y apellidos			Firma		
Especialidad					
N° CIP					

LÍMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)				
Proyecto :	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020			
Responsables :	Delgado león Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson			
Lugar :				
Fecha :				
Progresiva :				
Número de m:				
LÍMITE LÍQUIDO				
PASOS	Número de taras			
	1	2	3	4
1° Número de Golpes				
2° Peso Tara (gr)				
3° peso tara + Suelo Humedo				
4° Peso Tara + Suelo Seco (gr)				
5° Peso Agua (gr)				
6° Peso Suelo Seco (gr)				
7° Contenido de Humedad, (%)				
8° Promedio contenido de hu				
LÍMITE PLASTICO				
PASOS	Número de taras			
	1	2		
1° Número de goleps				
2. Peso Tara, (gr)				
3° Peso tara + Suelo Húmedo				
4° Peso tara +suelo seco (gr)				
5° Peso agua (gr)				
6° Peso suelo seco (gr)				
7° Contenido de Humedad (%				
8° Promedio contenido de hu				
	IND. DE PLASTICIDAD	EN %		
	L. liquido			
	Límite plástico			
	Índ. Plasticidad			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
PASOS	Número de taras			
	1	2	3	4
1° Peso Tara (gr)				
2° peso tara + Suelo Humedo				
3° Peso Tara + Suelo Seco (gr)				
4° Peso Agua (gr)				
5° Peso Suelo Seco (gr)				
6° Contenido de Humedad, (%)				
7° Contenido de Humedad promedio (%)				
DATOS DEL ESPECIALISTA :				
Nombres y apellidos				Firma
Especialidad				
N° CIP				

CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO				
Proyecto	:	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020		
Responsable	:	Delgado León Iris Dianina; Guerra Pisco Brayan kenderson		
Lugar	:			
Fecha	:			
Progresiva	:			
Número de muestr:	:			
PORCENTAJE QUE PASA				
MALLA # 10	=			
MALLA # 40	=			
MALLA # 200	=			
TIPO DE SUELO	=			
LL			IP	
CARACTERISTICA				
TIPO GRUPO	TIPO SUELO		ESCALA DE SUELO	
VALOR DE INDICE DE GRUPO (IG)				
Nombres y apellidos				Firma
Especialidad				
N° CIP				

CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS		
Proyecto	:	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020
Responsable	:	Delgado León Iris Dianina; Guerra Pisco Brayan kenderson
Lugar	:	
Fecha	:	
Progresiva	:	
Número de muestr	:	
PORCENTAJE QUE PASA		
PORCENTAJE	=	
TIPO DE SUELO	=	
LL	=	
IP	=	
CARACTERISTICA		
TIPO GRUPO	TIPO SUELO	ESCALA DE SUELO
VALOR DE INDICE DE GRUPO (IG)		
Nombres y apellidos		Firma
Especialidad		
N° CIP		

(C.B.R.)										
Proyecto	:	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020								
Responsables	:	Delgado León Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson								
Lugar	:									
Fecha	:									
Progresiva	:									
Número de n°	:									
CONDICIONES DE LA MUESTRA										
Molde N°										
N° de golpes por capa										
Peso del suelo húmedo (grs.)										
Volumen del molde (cc)										
Densidad húmeda (grs./cm3)										
Densidad seca (grs./cm3)										
Tarro N°										
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)										
Peso del tarro + suelo seco (grs.)										
Peso del agua (grs.)										
Peso del tarro (grs.)										
Peso del suelo seco (grs.)										
% de humedad										
PROMEDIO DE HUMEDAD										
EXPANSIÓN										
FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN	Molde No.1-No golpes			Molde No.2-No golpes			Molde No.3-No golpes			
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		
	DIAL	Libras.	Libras./pulg ₂	DIAL	Libras.	Libras./pulg ₂	DIAL	Libras.	Libras./pulg ₂	
DATOS DEL ESPECIALISTA										
Nombres y apellidos							Firma			
Especialidad										
N° CIP										

a

VALIDACION DE FICHAS DE RECOLECCION DE DATOS Recibidos x



iris delgado leon <irisdelgadoleon@gmail.com>
para DORIS ▾

17:40 (hace 2 horas) ☆ ↶ ⋮

Buenas Noches ingeniero(a) Doris Lina Huaman Baldeon , como los alumnos : Delgado León Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson ,el motivo de mi correo es para que me pueda ayudar en validar los instrumentos de recolección de datos que fueron realizados en mi proyecto de investigación, el cual me servirán para la recolección de datos de campo y de laboratorio . Adjunto mis fichas de recolección .

Título del proyecto: Análisis comparativo de aceite aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020.



DORIS LINA HUAMAN BALDEON
para mí ▾

17:56 (hace 2 horas) ☆ ↶ ⋮

Estimado (a), Delgado leon Iris Dianina y Guerra Pisco Kenderson Brayan

Habiendo revisado tus instrumentos para la recolección de datos, Título del proyecto: Análisis comparativo de aceite aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020, **valido** tus instrumentos para la recolección de datos.

Fichas de recolección de datos Recibidos x

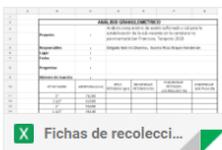


iris delgado leon <irisdelgadoleon@gmail.com>
para jlbenites8411 ▾

11 oct. 2020 20:21 ☆ ↶ ⋮

Buenas Noches ingeniero(a) Jose Luis Benitez Zuñiga , como los alumnos : Delgado León Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson ,el motivo de mi correo es para que me pueda ayudar en validar los instrumentos de recolección de datos que fueron realizados en mi proyecto de investigación, el cual me servirán para la recolección de datos de campo y de laboratorio . Adjunto mis fichas de recolección .

Título de Pi: Análisis comparativo de aceite aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020.



JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA <jlbenites8411@gmail.com>
para mí ▾

12 oct. 2020 08:29 ☆ ↶ ⋮

Estimados Guerra Pisco Brayan Kenderson y Delgado León Iris Dianina, habiendo revisado los instrumentos para la recolección de datos del DPI análisis comparativo de aceite aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020. **Doy el visto buenos para que pueda continuar con el desarrollo de tesis.**

Atte. Ing. Jose Luis Benites Zuñiga

Fwd: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x



Kenderson Brayan Guerra Pisco
para Irisdelgadoleon ▾

jue, 26 nov. 18:06 ☆ ↶ ⋮

----- Forwarded message -----

De: **jose pascual silva sandoval** <silva_12_4@hotmail.com>
Date: jue, 26 de nov. de 2020 a la(s) 18:05
Subject: Re: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
To: Kenderson Brayan Guerra Pisco <kenybra11@gmail.com>

Buenas tardes estimados se ha **revisado la hoja de recolección de datos presentados, estando conformes a lo requerido en las normas aplicables.**

Ing Civil: José Silva Sandoval
CIP 150804

De: Kenderson Brayan Guerra Pisco <kenybra11@gmail.com>
Enviado: lunes, 23 de noviembre de 2020 07:14 p. m.
Para: silva_12_4@hotmail.com <silva_12_4@hotmail.com>
Asunto: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Buenas tardes ingeniero jose silva sandoval
, como los alumnos : Delgado León Iris Dianina ; Guerra Pisco Brayan Kenderson ,el motivo de mi correo es para que me pueda validar los instrumentos de recolección de datos que fueron realizados en mi proyecto de investigación, el cual me servirán para la recolección de datos de campo y de laboratorio . Adjunto mis fichas de recolección .

Título de Pi: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto 2020.

ANEXO 3. DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Yo Delgado León, Iris Dianina, Guerra Pisco, Brayan Kenderson alumno de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo campus Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al proyecto de investigación titulado.

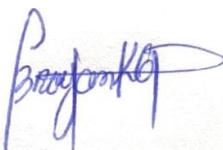
“Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la subrasante en la carretera no pavimentada san francisco, tarapoto-2020”, son:

1. De mi autoría
2. El presente Proyecto de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente
3. El presente Proyecto de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde 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 Cesar Vallejo.

Lima, 26 de noviembre del 2020

Apellido y Nombre: Delgado León Iris Dianina	
DNI: 70668321	Firma 
ORCID: 0000-0001-8392-8135	

Apellido y Nombre: Guerra Pisco Brayan Kenderson	
DNI: 48417924	Firma 
ORCID: 0000-0001-9404-1396	

ANEXO 4. PANTALLAZO DEL TURNITE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la
estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada,
San Francisco, Tarapoto-2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:
Delgado León Iris Dianina (0000-0001-6392-8135)
Guerra Pisco Brayan Kenderson (0000-0001-9404-1396)

ASESOR:
Mg. Ing. Benites Zuñiga Jose Luis (Código ORCID 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ
2020

Resumen de coincidencias ✕

14 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	6 %	>
2	repositorio.utea.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %	>
3	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %	>
4	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %	>
5	archive.org <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>
6	hdl.handle.net <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>
7	pt.scribd.com <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>
8	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %	>
9	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %	>
10	www.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>
11	repositorio.uns.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>
12	es.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	<1 %	>

Text-only Report | High Resolution Activado 🔍 🔍

ANEXO 5. HOJA DE CÁLCULOS.

ANÁLISIS GRANULOMETRICO C- 1				
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASANTE	% GRAVAS	20.61
3"	76.200	100.00	% FINOS	28.94
2"	50.800	100.00	% ARENA	50.45
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.000	92.42		
3/8"	9.500	87.55		
N° 4	4.750	79.39		
N° 10	2.000	73.84		
N° 20	0.840	69.94		
N° 40	0.425	64.15		
N° 60	0.250	59.30		
N° 100	0.150	48.35		
N°140	0.106	41.04		
N° 200	0.075	28.94		

ANÁLISIS GRANULOMETRICO C-2				
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASANTE	% GRAVAS	3.20
3"	76.200	100.00	% FINOS	62.20
2"	50.800	100.00	% ARENA	34.60
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.000	99.70		
3/8"	9.500	98.50		
N° 4	4.750	96.80		
N° 10	2.000	91.80		
N° 20	0.840	87.00		
N° 40	0.425	84.10		
N° 60	0.250	76.70		
N° 100	0.150	67.20		
N°140	0.106	62.70		
N° 200	0.075	62.20		

ANÁLISIS GRANULOMETRICO C- 2				
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASANTE	% GRAVAS	0.00
3"	76.200	100.00	% FINOS	14.70
2"	50.800	100.00	% ARENA	85.30
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.000	100.00		
3/8"	9.500	100.00		
N° 4	4.750	100.00		
N° 10	2.000	99.70		
N° 20	0.840	98.70		
N° 40	0.425	65.40		
N° 60	0.250	85.10		
N° 100	0.150	38.70		
N°140	0.106	26.50		
N° 200	0.075	14.70		

LÍMITES DE LA CALICATA N°2

Límite líquido Calicata 2							
N° GOLPES	N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	5	38.34	32.18	6.16	10.25	21.93	28.09%
25	1	38.1	32.34	5.76	10.59	21.75	26.48%
31	8	40.15	34.4	5.75	11.01	23.39	24.58%

Límite plástico Calicata-2						
N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
2	19.24	18.06	1.18	10.35	7.71	15.30%
5	18.25	17.33	0.92	11.15	6.18	14.89%

LL	26%
LP	15%
IP	11%

PROCTOR MODIFICADO – CALICATA N°2

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6881.0	6881.0	6881.0	6881.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10690.0	10881.0	10984.0	11015.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	3809	4000	4103.0	4134
PESO DE TARA (GR)	212.40	157.60	199.80	123.40
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	744.50	877.10	869.30	589.40
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	727.70	834.60	812.80	539.80
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.794	1.884	1.933	1.947
PESO DE AGUA (gr)	16.80	42.50	56.50	49.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	515.30	677.00	613.00	416.40
OCH	3.3	6.3	9.2	11.9
MDS	1.738	1.773	1.770	1.740
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.755	HUMEDAD OPTIMA	OCH (%)	7.67

CBR DE SUELO NATURAL

PENETRACIÓN S.N													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 13				Molde N° 2				Molde N° 24			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		47	2.3			45	2.2			22	1.1		
0.050		100	4.9			84	4.2			51	2.5		
0.075		139	6.9			118	5.8			80	4.0		
0.100	70.307	163	8.1	8.0	11.4	138	6.8	6.9	9.8	98	4.8	4.5	6.4
0.150		196	9.7			169	8.4			107	5.3		
0.200	105.460	226	11.2	11.3	10.7	189	9.4	9.3	8.8	115	5.7	5.7	5.4
0.300		286	14.2			232	11.5			119	5.9		
0.400		329	16.3			258	12.8			123	6.1		
0.500		362	17.9			280	13.9			135	6.7		

LÍMITE DE S. N+ 3 % DE CAL

Límite líquido CAL 3%							
Nº GOLPES	Nº DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	5	39.46	33.60	5.86	11.01	22.59	25.94%
25	9	38.05	32.71	5.34	10.39	22.32	23.92%
31	21	38.31	33.29	5.02	10.5	22.79	22.03%

Límite plástico CAL 3 %						
Nº DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
10	17.34	16.49	0.85	10.47	6.02	14.12%
4	17.15	16.34	0.81	10.55	5.79	13.99%

LL	24%
LP	14%
IP	10%

PROCTOR MODIFICADO S. N+ CAL 3%

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6282.0	6282.0	6282.0	6282.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10289.0	10429.0	10540.0	10584.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4007	4147	4258.0	4302
PESO DE TARA (GR)	212.40	196.90	217.70	203.80
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	744.50	745.50	851.00	798.20
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	719.60	706.80	793.40	733.10
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.884	1.950	2.002	2.023
PESO DE AGUA (gr)	24.90	38.70	57.60	65.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	507	510	576	529
OCH	4.9	7.6	10.0	12.3
MDS	1.796	1.812	1.820	1.801
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.81	HUMEDAD OPTIMA	OCH (%)	9.90

CBR de S. N+ CAL 3%

PENETRACIÓN S.N +3% DE CAL													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 20				Molde N° 1				Molde N° 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		63	3.1			50	2.5			33	1.6		
0.050		128	6.3			102	5.1			68	3.4		
0.075		178	8.8			142	7.0			89	4.4		
0.100	70.307	231	11.4	11.4	16.2	184	9.1	9.1	12.9	119	5.9	6.2	8.8
0.150		301	14.9			267	13.2			194	9.6		
0.200	105.460	389	19.3	18.2	17.3	314	15.5	15.6	14.8	228	11.3	11.2	10.6
0.300		436	21.6			387	19.2			263	13.0		
0.400		540	26.7			437	21.7			287	14.2		
0.500		631	31.2			464	23.0			305	15.1		

LÍMITE DE S. N+ 5 % DE CAL

Limite líquido CAL 5%							
N° GOLPES	N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	5	39.47	33.93	5.54	10.25	23.68	23.40%
25	2	39.77	34.7	5.07	10.64	24.06	21.07%
31	12	40.12	35.39	4.73	11.09	24.30	19.47%

Limite plastico CAL 5%							
N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %	
22	16.98	16.26	0.72	10.34	5.92	12.16%	
17	17.09	16.38	0.71	10.71	5.67	12.52%	

LL	21%
LP	12%
IP	9%

PROCTOR MODIFICADO S. N+ CAL 5%

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6282.0	6282.0	6282.0	6282.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10384.0	10496.0	10601.0	10675.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4102	4214	4319.0	4393
PESO DE TARA (GR)	134.80	166.40	157.10	211.40
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	621.30	589.40	633.10	712.60
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	594.20	557.30	587.50	654.50
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.929	1.981	2.031	2.065
PESO DE AGUA (gr)	27.10	32.10	45.60	58.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	459.40	390.90	430.40	443.10
OCH	5.9	8.2	10.6	13.1
MDS	1.821	1.831	1.836	1.826
DENSIDAD MÁXIMA	MDS (gr/cm3)	1.83	HUMEDAD OPTIMA	OCH (%)
				10.50

CBR de S. N+ CAL 5%

PENETRACIÓN S.N +5% DE CAL													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde Nº 20				Molde Nº 1				Molde Nº 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		63	3.1			50	2.5			33	1.6		
0.050		128	6.3			102	5.1			68	3.4		
0.075		178	8.8			142	7.0			89	4.4		
0.100	70.307	231	11.4	11.4	16.2	184	9.1	9.1	12.9	119	5.9	6.2	8.8
0.150		301	14.9			267	13.2			194	9.6		
0.200	105.460	389	19.3	18.2	17.3	314	15.5	15.6	14.8	228	11.3	11.2	10.6
0.300		436	21.6			387	19.2			263	13.0		
0.400		540	26.7			437	21.7			287	14.2		
0.500		631	31.2			464	23.0			305	15.1		

LÍMITE DE S. N+ 8 % DE CAL

Limite liquido CAL 8%							
N° GOLPES	N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	6						
25	9						
31	12						

Limite plastico CAL 8%						
N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
21						
18						

LL	0%
LP	0%
IP	0%

PROCTOR MODIFICADO S. N+ CAL 8%

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6282.0	6282.0	6282.0	6282.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10398.0	10508.0	10612.0	10684.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4116	4226	4330.0	4402
PESO DE TARA (GR)	112.20	101.90	131.50	98.90
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	625.40	589.40	611.80	599.40
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	592.70	548.70	561.90	538.30
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.935	1.987	2.036	2.070
PESO DE AGUA (gr)	32.70	40.70	49.90	61.10
PESO DEL SUELO SECO (gr)	480.50	446.80	430.40	439.40
OCH	6.8	9.1	11.6	13.9
MDS	1.812	1.821	1.824	1.817
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.82	HUMEDAD OPTIMA	OCH (%)	11.20

CBR de S. N+ CAL 8%

PENETRACIÓN S.N +8% DE CAL													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 10				Molde N° 25			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		63	3.1			48	2.4			31	1.5		
0.050		112	5.5			97	4.8			64	3.2		
0.075		182	9.0			144	7.1			83	4.1		
0.100	70.307	256	12.7	12.0	17.1	195	9.6	9.5	13.5	134	6.6	6.5	9.2
0.150		348	17.2			289	14.3			194	9.6		
0.200	105.460	417	20.7	20.4	19.3	338	16.7	16.6	15.7	248	12.3	11.9	11.3
0.300		487	24.1			390	19.3			286	14.2		
0.400		563	27.9			424	21.0			294	14.6		
0.500		625	30.9			449	22.2			317	15.7		

LÍMITE DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.2L/M3

Limite líquido CAL 5%+0.2 l/m3							
N° GOLPES	N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	6	38.77	33.67	5.10	10.25	23.42	21.78%
25	22	38.98	34.43	4.55	10.84	23.59	19.29%
31	37	38.91	34.78	4.13	11.02	23.76	17.38%

Limite plastico CAL 5%+0.2 l/m3							
N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %	
2	17.05	16.41	0.64	10.34	6.07	10.54%	
8	17.34	16.70	0.64	10.97	5.73	11.17%	

LL	19%
LP	11%
IP	8%

PROCTOR DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.2L/M3

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6282.0	6282.0	6282.0	6282.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10329.0	10461.0	10577.0	10637.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4047	4179	4295.0	4355
PESO DE TARA (GR)	105.40	121.30	129.40	104.00
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	524.30	512.30	497.40	499.80
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	503.20	484.40	464.70	456.80
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.903	1.965	2.019	2.047
PESO DE AGUA (gr)	21.10	27.90	32.70	43.00
PESO DEL SUELO SECO (gr)	397.80	363.10	335.30	352.80
OCH	5.3	7.7	9.8	12.2
MDS	1.807	1.825	1.840	1.825
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.84		HUMEDAD OPTIMA	OCH (%)
				10.40

CBR DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.2L/M3

PENETRACIÓN S.N +5% DE CAL + 0.2l/m3													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		66	3.3			48	2.4			35	1.7		
0.050		131	6.5			105	5.2			71	3.5		
0.075		213	10.6			173	8.6			121	6.0		
0.100	70.307	276	13.7	13.2	18.8	240	11.9	11.0	15.6	167	8.3	8.0	11.4
0.150		362	17.9			310	15.3			239	11.8		
0.200	105.460	432	21.4	21.2	20.1	372	18.4	18.4	17.4	296	14.7	14.5	13.7
0.300		498	24.7			415	20.5			341	16.9		
0.400		571	28.3			439	21.7			360	17.8		
0.500		664	32.9			471	23.3			373	18.5		

LÍMITE DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.4 L/M3

Limite liquido CAL 5%+0.4 l/m3							
Nº GOLPES	Nº DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	9	39.12	34.20	4.92	10.11	24.09	20.42%
25	5	40.12	35.55	4.57	10.32	25.23	18.11%
32	1	38.78	34.97	3.81	10.99	23.98	15.89%

Limite plastico CAL 5%+0.4 l/m3							
Nº DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %	
3	18.2	17.44	0.76	11.25	6.19	12.28%	
8	19.41	18.35	1.06	10.46	7.89	13.43%	

LL	18%
LP	13%
IP	5%

PROCTOR DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.4L/M3

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557				
MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6282.0	6881.0	6881.0	6881.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10690.0	10881.0	10984.0	11015.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4408	4000	4103.0	4134
PESO DE TARA (GR)	212.40	157.60	199.80	123.40
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	744.50	877.10	869.30	589.40
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	727.70	834.60	812.80	539.80
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	2.072	1.881	1.929	1.944
PESO DE AGUA (gr)	16.80	42.50	56.50	49.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	515.30	677.00	613.00	416.40
OCH	3.3	6.3	9.2	11.9
MDS	2.007	1.769	1.766	1.737
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.84		HUMEDAD OPTIMA OCH (%)	10.20

CBR DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.4L/M3

PENETRACIÓN S.N +5% DE CAL + 0.4/m3													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 6				Molde N° 8				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		70	3.5			63	3.1			46	2.3		
0.050		172	8.5			135	6.7			98	4.9		
0.075		225	11.1			194	9.6			135	6.7		
0.100	70.307	290	14.4	14.2	20.2	244	12.1	12.3	17.5	182	9.0	9.0	12.8
0.150		384	19.0			335	16.6			255	12.6		
0.200	105.460	454	22.5	22.6	21.4	421	20.8	20.4	19.3	325	16.1	16.0	15.2
0.300		546	27.0			478	23.7			389	19.3		
0.400		605	29.9			515	25.5			400	19.8		
0.500		695	34.4			546	27.0			420	20.8		

LÍMITE DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.6 L/M3

Limite liquido CAL 5% + 0.6. l/m3							
N° GOLPES	N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
18	5						
25	9						
31	21						

LÍMITE PLASTICO CAL 5% + 0.6 l/m3						
N° DE TARA IDENTIFICADA	TARA+ SUELO HÚMEDO. (g)	TARA + SUELO SECO (g)	PESO DE AGUA	PESO DE TARA (g)	PESO DE SUELO SECO (g)	CONTENIDO DE AGUA (w) %
10						
4						

LL	0%
LP	0%
IP	0%

PROCTOR DE S. N+ 5% DE CAL + AC. 0.6L/M3

<u>RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557</u>				
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DE MOLDE (gr)	6881.0	6881.0	6881.0	6881.0
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10690.0	10881.0	10984.0	11015.0
PESO DE SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	3809	4000	4103.0	4134
PESO DE TARA (GR)	212.40	157.60	199.80	123.40
PESO DE SUELO HUMEDO+ TARA (gr)	744.50	877.10	869.30	589.40
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr)	727.70	834.60	812.80	539.80
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (gr)	1.791	1.881	1.929	1.944
PESO DE AGUA (gr)	16.80	42.50	56.50	49.60
PESO DEL SUELO SECO (gr)	515.30	677.00	613.00	416.40
OCH	3.3	6.3	9.2	11.9
MDS	1.734	1.769	1.766	1.737
DENSIDAD MÁXIMA MDS (gr/cm3)	1.84		HUMEDAD OPTIMA OCH (%)	10.00

CBR de S. N+ 5% de cal + AC. 0.6l/m3

PENETRACIÓN S.N +5% DE CAL + 0.6l/m3													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 13				Molde N° 21				Molde N° 29			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		81	4.0			68	3.4			39	1.9		
0.050		175	8.7			140	6.9			81	4.0		
0.075		245	12.1			194	9.6			121	6.0		
0.100	70.307	320	15.8	15.5	22.0	253	12.5	12.9	18.3	177	8.8	8.6	12.2
0.150		435	21.5			367	18.2			264	13.1		
0.200	105.460	512	25.4	25.3	24.0	450	22.3	22.0	20.9	324	16.0	15.7	14.9
0.300		592	29.3			508	25.2			358	17.7		
0.400		645	31.9			537	26.6			395	19.6		
0.500		748	37.0			574	28.4			412	20.4		

ANEXO 6. PANEL FOTOGRAFICO

	
<p><i>Foto panorámica del lugar de estudio inicio de la carretera San Francisco</i></p>	<p><i>Extracción de muestra de la calicata N° 1</i></p>
	
<p><i>Extracción de muestra de la calicata N° 2</i></p>	<p><i>Foto panorámica de la calicata N° 3</i></p>
	
<p><i>Extracción de muestra de la calicata N° 3</i></p>	<p><i>Traslado de muestra</i></p>



traslado de muen en agencia sol peruano de la ciudad de Tarapoto a la ciudad de lima



separación y cuarteo de muestra según la norma MTC de la calicata N°1



separación y cuarteo de muestra según la norma MTC de la calicata N°2



separación y cuarteo de muestra según la norma MTC de la calicata N°3



Cuarteo de muestra calicata N° 2



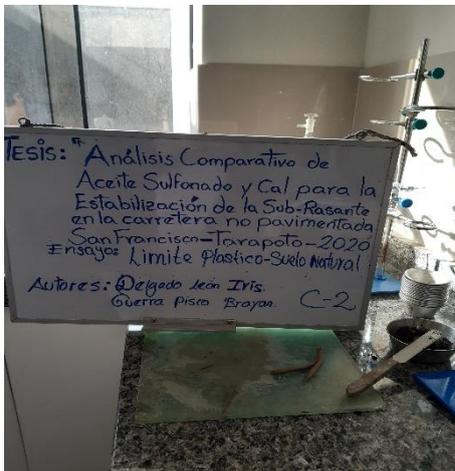
Estudio de granulometría por tamizado calicata N°2



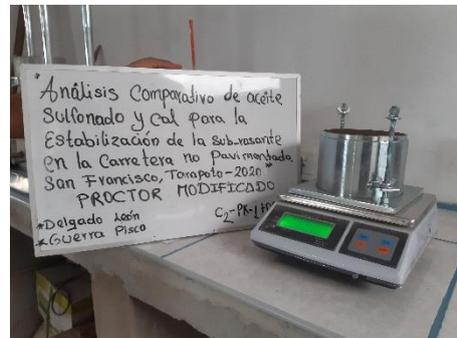
Estudio de granulometría por tamizado calicata N°3



Limite liquido del suelo natural calicata N°2



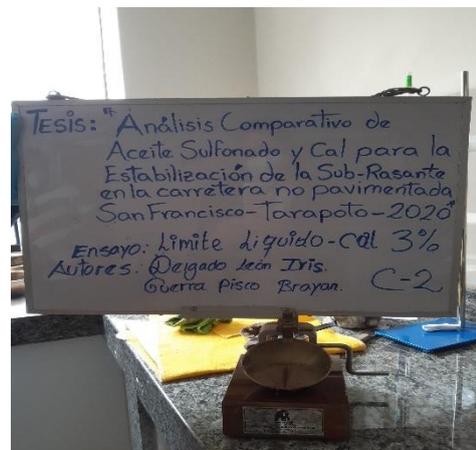
Limite plástico del suelo natural calicata N°2



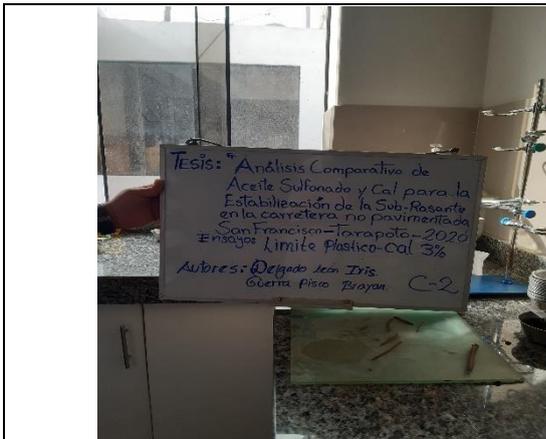
Ensayo de Proctor Modificado al suelo natural calicata N°2



Ensayo de C.B.R suelo natural calicata N°2 en 3 moldes a 10, 25 y 56 golpes según la norma MTC



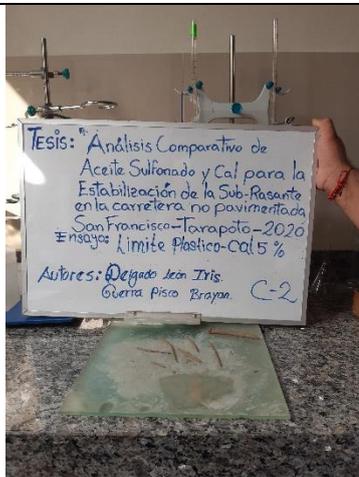
Limite liquido del 3% cal



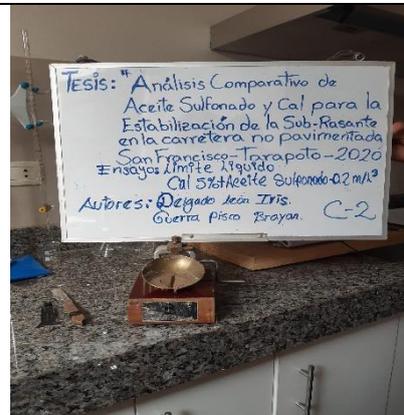
Límite plástico de 3% cal



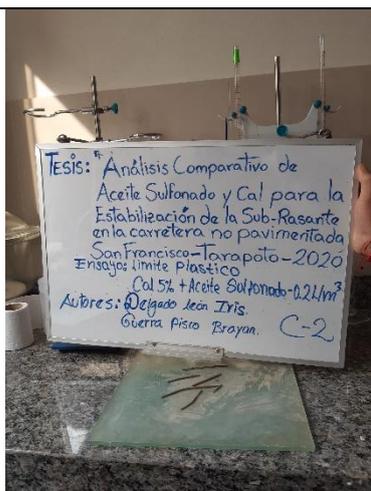
Límite líquido 5% cal



Límite plástico de 5% cal



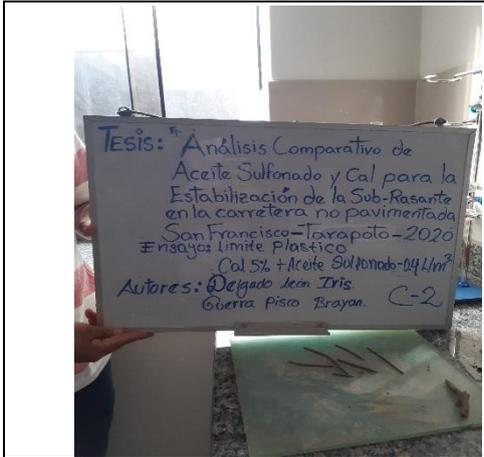
Límite líquido más óptimo de cal 5% + aceite sulfonado 0.2 l/m³



Límite plástico más óptimo de cal 5% + aceite sulfonado 0.2 l/m³



Límite líquido más óptimo de cal 5% cal + aceite sulfonado 0.4 l/m³



Limite plástico más óptimo de cal 5% cal + aceite sulfonado 0.4 l/m3



Proctor modificado suelo natural + el 3 % cal



Proctor modificado suelo natural + el 5 % cal



Elaboración Proctor modificado suelo natural + el 8 % cal



Ensayo de CBR suelo natural + el 3 % cal



Ensayo de CBR suelo natural + el 5 % cal



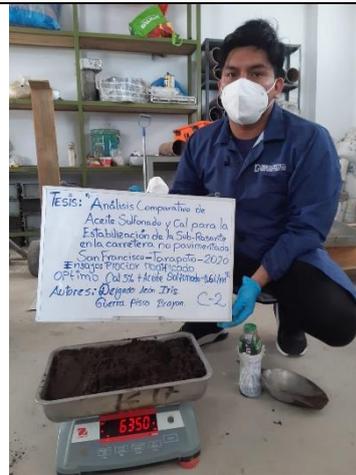
Ensayo de CBR suelo natural + el 8 % cal



Proctor modificado con el 5% cal + aceite sulfonado de 0.2 L/m3



Proctor modificado con el 5% cal + aceite sulfonado de 0.4 L/m3



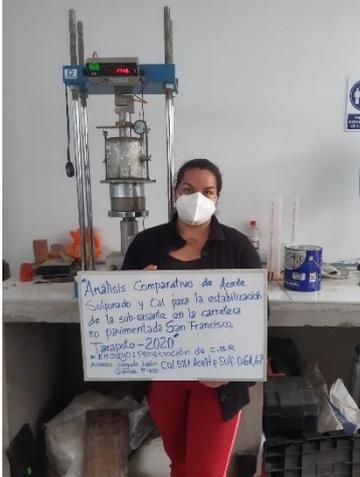
Proctor modificado con el 5% cal + aceite sulfonado de 0.6 L/m3



Ensayo de CBR suelo natural con el 5% cal + aceite sulfonado 0.2 L/m3



Ensayo de penetración de CBR con el 5% cal + aceite sulfonado 0.4 L/m3



Ensayo de penetración de CBR con el 5% cal + aceite sulfonado 0.6 L/m3



Moldes de CBR con golpes 10, 25 y 56



elaboración y preparo Aditivo aceite sulfonado



Compra del aditivo aceite sulfonado



Aditivo aceite sulfonado



Aditivo cal utilizada en distintas dosificaciones 3%, 5% y 8%

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE LABORATORIO

	INFORME		Código	AE-PO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020		Registro N°	IGC20-LEM-339-01
Solicitante	Ina Diamina Delgado León / Brayán Kenderon Guerra Pisco		Muestreado por	Solicitante
Cliente	Ina Diamina Delgado León / Brayán Kenderon Guerra Pisco		Ensayado por	L. Mejías
Ubicación de Proyecto	Tarapoto		Fecha de Ensayo	14/10/2020
Material	Terreno natural		Turno	Diurno
Tramo	---		Profundidad	---
Sondaje / Calicata	C-1		Noche	---
N° de Muestra	M-1		Este	---
Progresiva	---		Cota	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	92.4
3/8"	9.500	87.6
N° 4	4.750	79.4
N° 10	2.000	73.8
N° 20	0.840	69.9
N° 40	0.425	64.1
N° 60	0.250	59.3
N° 100	0.150	48.4
N° 140	0.106	41.0
N° 200	0.075	28.9

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.9
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ±0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

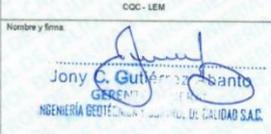
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	
PROCEDIMIENTO DE SECADO	"Secada al horno a 110 ±0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado Integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (IS)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	20.8
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	50.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTE EN EL SUELO %	28.9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa con grava

GRÁFICO DE FLUIDEZ	
Wp (%)	Numero Golpes
22.3	
21.4	
20.5	
19.6	
18.7	
17.8	
16.9	
16.0	

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCD - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
		
	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutierrez Santo INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

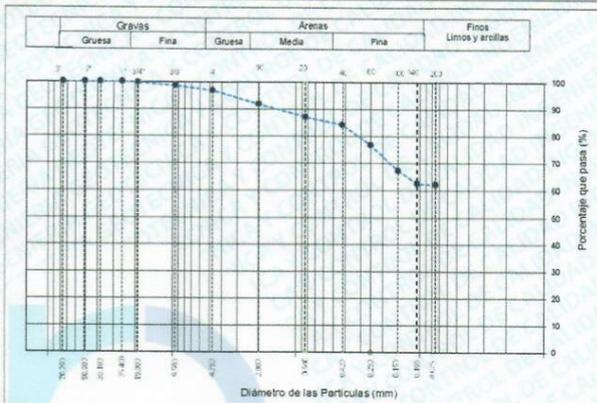
Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la Carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Registro N°: **IGC20-LEM-339-02**
 Solicitante : Iris Danina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Iris Danina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Ensayado por : L. Meigar
 Ubicación de Proyecto : Tarapoto Fecha de Ensayo : 14/10/2020
 Material : Terreno natural Turno : Diurno

Tramo : --- Profundidad : ---
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte : ---
 N° de Muestra : M-1 Este : ---
 Progresiva : --- Cota : ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	99.7
3/8"	9.500	98.5
N° 4	4.750	98.8
N° 10	2.000	91.8
N° 20	0.840	87.0
N° 40	0.425	84.1
N° 60	0.250	70.7
N° 100	0.150	67.2
N° 140	0.106	62.7
N° 200	0.075	62.2



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	*Secada al horno a 110 +/- 5°C
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	15
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	11
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.1
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-0.1
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	3.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	34.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	62.2

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM - Arena limosa, de color beige
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGENIOCONTROL



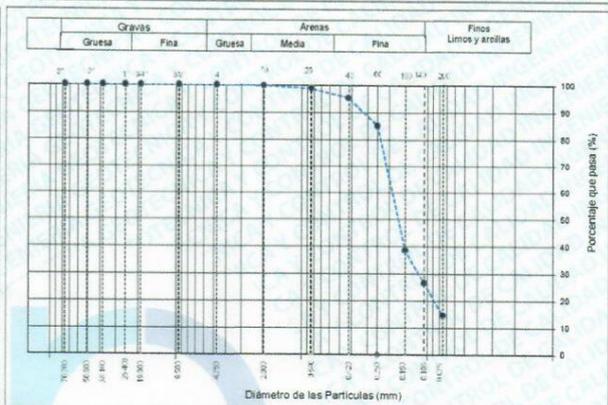
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2467)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (4)
NOMBRE DEL GRUPO	Arilla arenosa de baja plasticidad

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma:  Tony C. Gutiérrez Alvarado GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Registro N°: **IGC20-LEM-238-03**
 Solicitante : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco. Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Tarapoto. Fecha de Ensayo: 14/10/2020
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno
 Tramo : --- Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-3 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
N° 4	4.750	100.0
N° 10	2.000	99.7
N° 20	0.840	98.7
N° 40	0.425	95.4
N° 60	0.250	85.1
N° 100	0.150	38.7
N° 140	0.106	26.5
N° 200	0.075	14.7



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón oscuro
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de INGEOCONTROL

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I _c)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (I _L)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	85.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	14.7

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 
	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony O. Gutiérrez INGENIERO GEOTÉCNICO INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-PO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	Registro N°	IGC20-LEM-339-04
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por	: J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo	: 15/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: ---
Procedencia	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Adición	: Patron	Cota	: ---

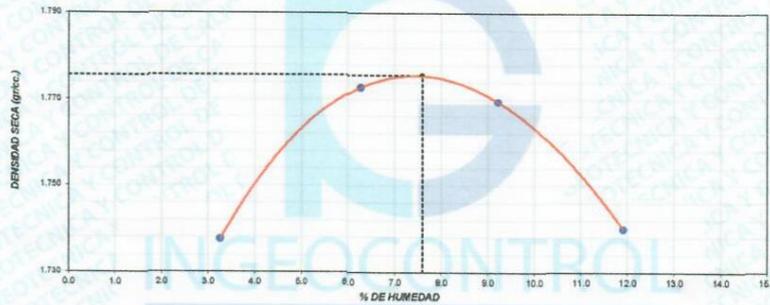
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm ³
Peso Molde	6881	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.794	1.884	1.933	1.947
Contenido de agua	%	3.3	6.3	9.2	11.9
Densidad Seca	gr/cc	1.738	1.773	1.770	1.740

Densidad Máxima Seca:	1.776 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	7.6 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	--------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
-
-

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-resante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-339-04
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo	19/10/2020
Material	: Terreno natural		Turno	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: Patron		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Moide N°	13		2		24	
Número de capas	5		5		5	
Número de gobes	58		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11.809		11.747		11.406	
Peso molde (gr.)	7.638		7.931		7.765	
Peso suelo compactado (gr.)	3.971		3.816		3.641	
Volumen del molde (cm³)	2.088		2.106		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.902		1.813		1.707	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.774		1.684		1.569	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	212,3	194,0	156,7
Tara + suelo húmedo (gr.)	816,1	582,2	549,4
Tara + suelo seco (gr.)	589,0	538,1	522,3
Peso de agua (gr.)	27,1	24,1	27,1
Peso de suelo seco (gr.)	376,7	344,1	385,6
Humedad (%)	7,2	7,0	7,4

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0,01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
19-Oct	13:00	0	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
20-Oct	13:00	24	2	0,05	0,04	3	0,08	0,07	5	0,13	0,11
21-Oct	13:00	48	5	0,13	0,11	7	0,18	0,15	9	0,23	0,20
22-Oct	13:00	72	8	0,20	0,17	10	0,25	0,22	13	0,33	0,29
23-Oct	13:00	96	11	0,28	0,24	14	0,36	0,30	17	0,43	0,38

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Moide N° 13				Moide N° 2				Moide N° 24			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		47	2.3			45	2.2			22	1.1		
0.050		100	4.9			64	4.2			51	2.5		
0.075		129	6.9			118	5.8			80	4.0		
0.100	70.307	163	8.1	8.0	11.4	138	6.8	6.9	8.8	98	4.8	4.5	6.4
0.150		196	9.7			169	8.4			107	5.3		
0.200	105.460	228	11.2	11.3	10.7	189	9.4	9.3	8.8	115	5.7	5.7	8.4
0.300		286	14.2			232	11.5			119	5.9		
0.400		329	16.3			258	12.8			123	6.1		
0.500		362	17.9			280	13.9			135	6.7		

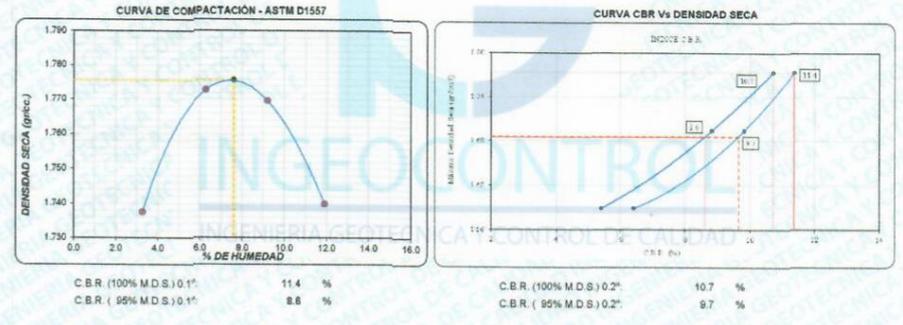
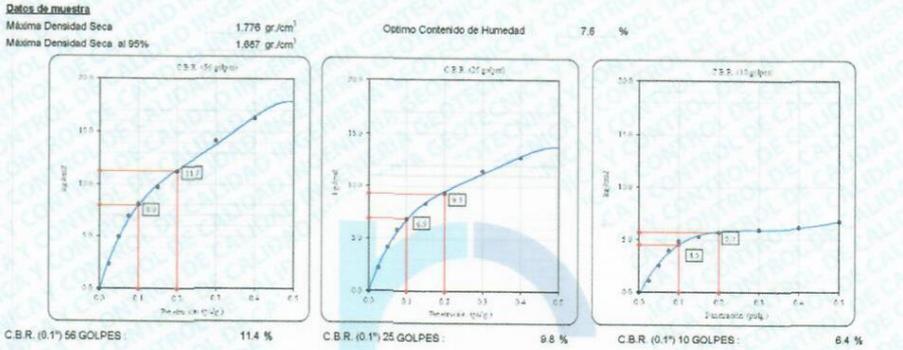
OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020 Propietario : Iris Diamina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Prisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Material : Terreno natural Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : Patron	Registro N° : IGC20-LEM-339-04 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 19/10/2020 Turno : Diurno Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---
--	--

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-base en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°	: IGC20-LEM-339-08
Solicitante	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Frisco	Muestreado por	: Solicitante
Cliente	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Frisco	Ensayado por	: L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo	: 17/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno	: Diurno
Identificación	: ---		
Sondaje / Calicata	: C-2		
Adición	: 3% CAL		
Progresiva	: ---		

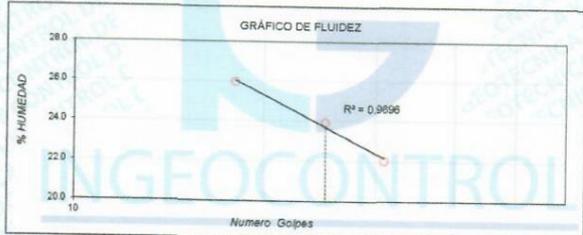
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> Unipunto <input type="checkbox"/>	Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>

DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	5	9	21
Peso de Recipiente	11.01	10.39	10.50
Peso Recipiente + Suelo Humedo	39.46	38.05	38.31
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	33.60	32.71	33.29
Contenido de Humedad %	25.94	23.92	22.03
N° De Golpes	18	25	31

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	10	4
Peso de Recipiente	10.47	10.55
Peso Recipiente + Suelo Humedo	17.34	17.15
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	16.49	16.34
Contenido de Humedad %	14.12	13.99
Cantidad mínima requerida 6g	(Cumple)	(Cumple)

Método de preparación	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>	110±4.5°C	Ambiente <input type="checkbox"/>
Método de secado	Horno <input type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>		Ambiente <input type="checkbox"/>



DESCRIPCION	
LÍMITE LÍQUIDO	24
LÍMITE PLÁSTICO	14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Apanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AI-PO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera
 no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Registro N°: IGC20-LEM-339-09
 Solicitante : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Frasco Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Frasco Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Tarapoto Fecha de Ensayo : 17/10/2020
 Material : Terreno natural Turno : Diurno

Identificación : ---
 Sondaje / Calicata : C-2
 Adición : 5% CAL
 Progresiva : ---

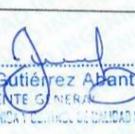
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>	
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	5	2	12	Nro. de Recipiente	22	17
Peso de Recipiente	10.25	10.64	11.09	Peso de Recipiente	10.34	10.71
Peso Recipiente + Suelo Humedo	39.47	39.77	40.12	Peso Recipiente + Suelo Humedo	16.95	17.09
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	33.93	34.70	35.39	Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	16.26	16.38
Contenido de Humedad %	23.40	21.07	19.47	Contenido de Humedad %	12.16	12.52
N° De Golpes	18	24	31	Cantidad mínima requerida 6g	¡Cumple!	¡Cumple!

Método de preparación Horno 110±0.5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LÍMITE LÍQUIDO	21
LÍMITE PLÁSTICO	12
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AI-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Registro N°: **IGC20-LEM-338-10**
 Solicitante : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Tarapoto Fecha de Ensayo : 17/10/2020
 Material : Terreno natural Turno : Diurno

Identificación : ---
 Sondaje / Calicata : C-2
 Adición : 8% CAL
 Progresiva : ---

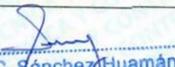
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente				Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente				Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo				Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)				Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %				Contenido de Humedad %		
N° De Golpes				Cantidad mínima requerida 6g		

Método de preparación Horno 110±1.5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



DESCRIPCION	
LÍMITE LIQUIDO	NP
LÍMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-339-05 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 8/11/2020 Turno : Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : 3% CAL	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

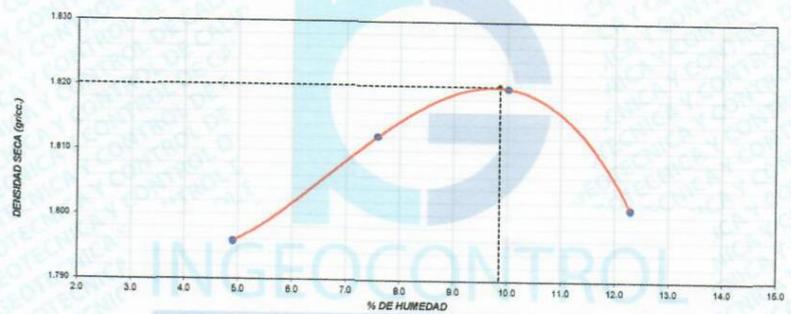
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.884	1.950	2.002	2.023
Contenido de agua	%	4.9	7.6	10.0	12.3
Densidad Seca	gr/cc	1.796	1.812	1.820	1.801

Densidad Máxima Seca:	1.820	gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	9.9	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * ---
- * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196329 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-339-05
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo:	10/11/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: 3% CAL		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	20		1		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	55		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11.535		12.235		11.975	
Peso molde (gr.)	7.533		8.186		8.170	
Peso suelo compactado (gr.)	4.002		4.049		3.805	
Volumen del molde (cm³)	2.015		2.140		2.130	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.986		1.892		1.766	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.811		1.722		1.620	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	209.9	125.7	123.8
Tara + suelo húmedo (gr.)	601.0	578.8	567.2
Tara + suelo seco (gr.)	566.2	538.9	538.4
Peso de agua (gr.)	34.8	40.9	38.8
Peso de suelo seco (gr.)	360.3	413.2	404.6
Humedad (%)	9.7	9.9	9.6

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"		Expansión		Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
NO EXPANSIVO										

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 20				Molde N° 1				Molde N° 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		63	3.1			50	2.5			33	1.6		
0.050		126	6.3			102	5.1			66	3.4		
0.075		178	8.8			142	7.0			89	4.4		
0.100	70.307	231	11.4	11.4	18.2	184	9.1	9.1	12.9	119	5.9	6.2	8.8
0.150		301	14.9			267	13.2			194	9.6		
0.200	105.480	369	19.3	18.2	17.3	314	15.5	15.6	14.8	228	11.3	11.2	10.6
0.300		438	21.6			387	19.2			283	13.0		
0.400		540	26.7			437	21.7			287	14.2		
0.500		631	31.2			484	23.0			305	15.1		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

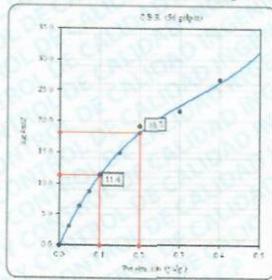
	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-339-05 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 10/11/2020 Turno : Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : 3% CAL	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

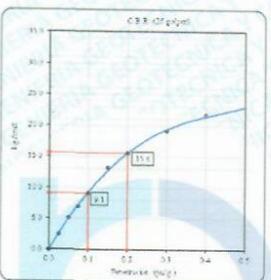
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

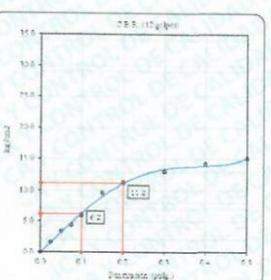
Máxima Densidad Seca : 1.820 gr./cm³ Óptimo Contenido de Humedad : 9.9 %
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.729 gr./cm³



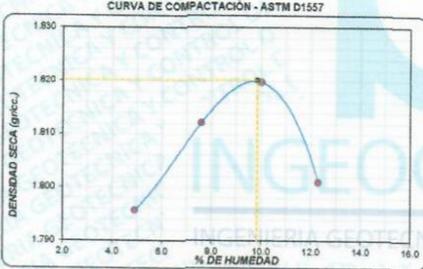
C.B.R. (0.1*) 66 GOLPES : 16.2 %



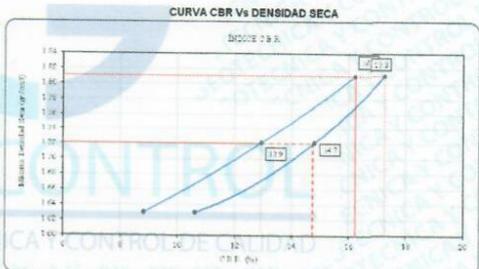
C.B.R. (0.1*) 25 GOLPES : 12.9 %



C.B.R. (0.1*) 12 GOLPES : 8.8 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1* : 16.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1* : 12.9 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2* : 17.3 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2* : 14.7 %

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  J. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3
Proyecto Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°: IGC20-LEM-339-06	Muestreado por: J. Gutiérrez Ensayado por: L. Melgar Fecha de Ensayo: 8/11/2020 Turno: Diurno	
Propietario Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco			
Código del Proyecto : ---			
Ubicación de Proyecto : Tarapoto			
Material : Terreno Natural			
Identificación : ---		Profundidad: ---	
Procedencia : C-2		Norte: ---	
N° de Muestra : M-1		Este: ---	
Adición : 5% CAL		Cota: ---	

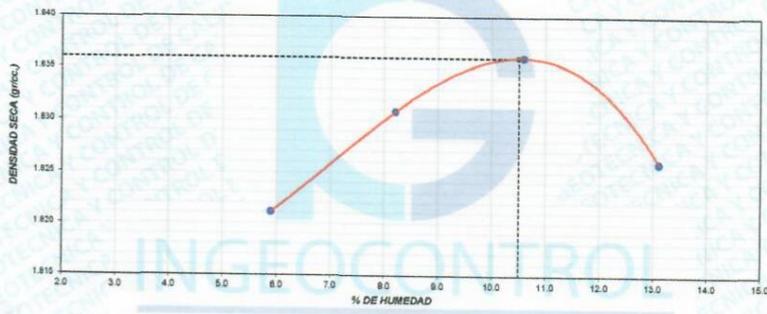
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.929	1.981	2.031	2.085
Contenido de agua	%	5.9	8.2	10.6	13.1
Densidad Seca	gr/cc	1.821	1.831	1.836	1.826

Densidad Máxima Seca:	1.836 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	10.5 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGENCOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
-
-

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196929 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FC-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-339-06
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo	10/11/2020
Material	: Terreno Natural		Turno	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: 5% CAL		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	Molde N° 4		Molde N° 3		Molde N° 1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		3		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.232		12.318		11.958	
Peso molde (gr.)	7.837		8.186		8.089	
Peso suelo compactado (gr.)	4.295		4.132		3.867	
Volumen del molde (cm³)	2.123		2.149		2.119	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.023		1.923		1.825	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.834		1.746		1.650	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	196.8	201.3	136.9
Tara + suelo húmedo (gr.)	678.3	584.6	591.3
Tara + suelo seco (gr.)	631.5	543.4	547.9
Peso de agua (gr.)	44.8	35.2	43.4
Peso de suelo seco (gr.)	434.7	348.1	409.0
Humedad (%)	10.3	10.1	10.6

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

Penetración (psig)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 3				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		87	3.3			51	2.5			34	1.7		
0.050		119	5.9			105	5.2			70	3.5		
0.075		194	9.8			158	7.7			91	4.5		
0.100	70.307	289	13.3	12.7	18.1	201	10.0	9.9	14.1	135	6.7	6.8	8.7
0.150		364	18.0			296	14.8			196	9.7		
0.200	105.460	435	21.6	21.2	20.1	349	17.3	17.2	16.3	251	12.4	12.1	11.5
0.300		499	24.7			403	20.0			289	14.3		
0.400		578	28.5			438	21.7			309	15.3		
0.500		640	31.7			477	23.6			320	15.8		

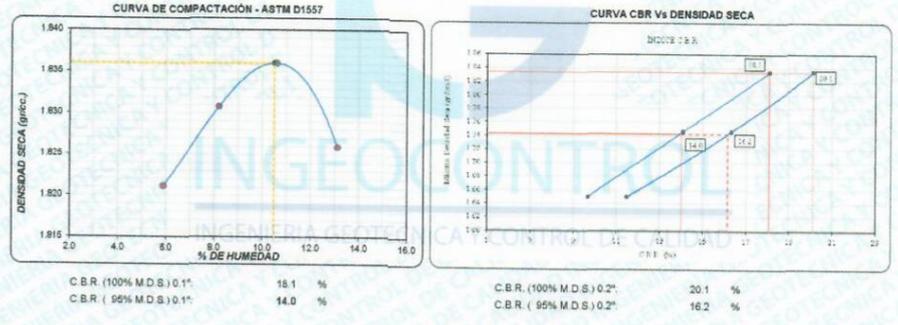
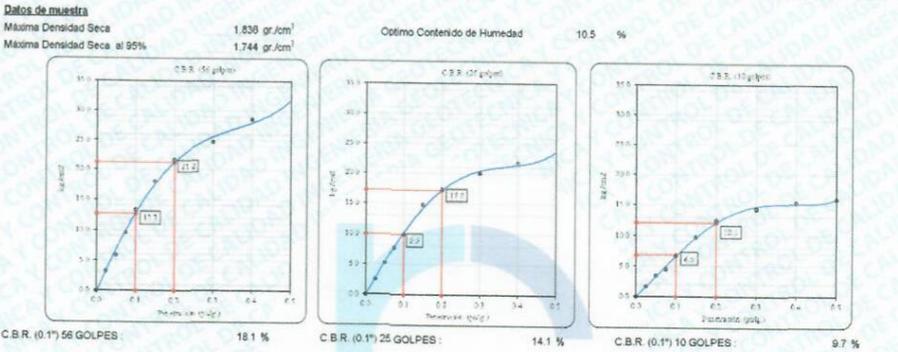
OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FC-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario : Iris Diamina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-339-06 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 10/11/2020 Turno : Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : 5% CAL	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENIOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020		Registro N°:	IGC20-LEM-339-07
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayán Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo :	17/10/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: 8% CAL		Cota:	---

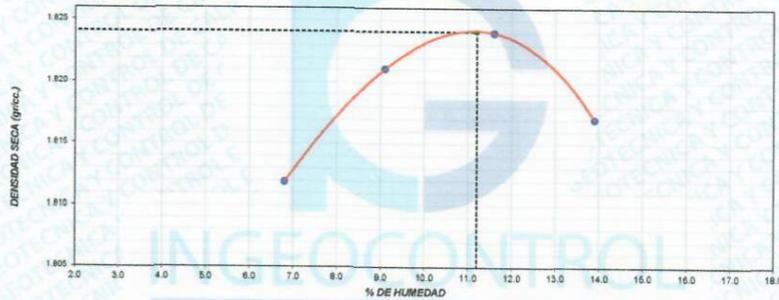
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.935	1.987	2.038	2.070
Contenido de agua	%	6.8	9.1	11.6	13.9
Densidad Seca	gr/cc	1.812	1.821	1.824	1.817

Densidad Máxima Seca:	1.824 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	11.2 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
-
-

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-339-07
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo:	21/10/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Adición	: 8% CAL	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		10		25	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.512		12.177		11.063	
Peso molde (gr.)	6.186		6.089		7.245	
Peso suelo compactado (gr.)	4.326		4.088		3.818	
Volumen del molde (cm ³)	2.140		2.116		2.073	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.021		1.929		1.842	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.621		1.732		1.658	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	0.0		0.0		0.0	
Tara + suelo húmedo (gr.)	519.4		531.6		621.7	
Tara + suelo seco (gr.)	467.9		477.2		559.6	
Peso de agua (gr.)	51.5		54.4		62.1	
Peso de suelo seco (gr.)	467.9		477.2		559.6	
Humedad (%)	11.0		11.4		11.1	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
NO EXPANSIVO											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 1				Molde N° 10				Molde N° 25			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		63	3.1			46	2.4			31	1.5		
0.050		112	5.5			97	4.8			64	3.2		
0.075		152	9.0			144	7.1			83	4.1		
0.100	70.307	256	12.7	12.0	17.1	195	9.6	9.5	13.5	134	6.6	6.5	9.2
0.150		345	17.2			269	14.3			184	9.6		
0.200	105.480	417	20.7	20.4	19.3	336	16.7	16.6	15.7	248	12.3	11.9	14.3
0.300		487	24.1			390	19.3			266	14.2		
0.400		563	27.9			424	21.0			294	14.6		
0.500		625	30.9			449	22.2			317	15.7		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

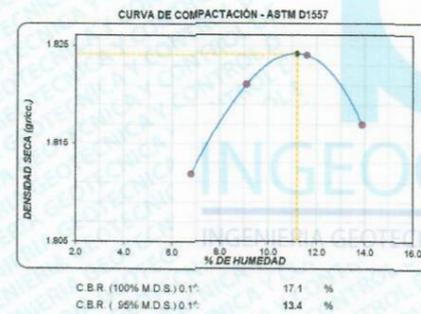
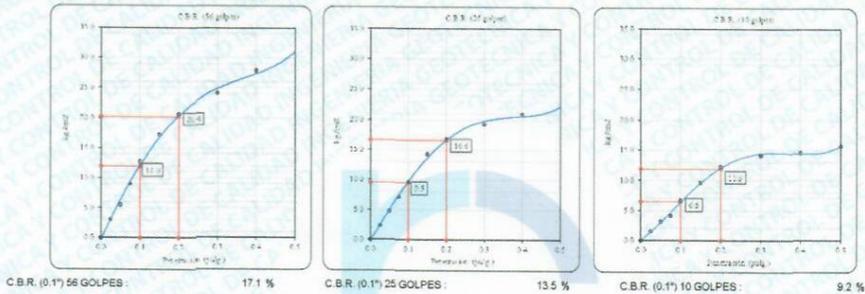
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Material : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-339-07 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 21/10/2020 Turno : Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : 8% CAL	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra
 Máxima Densidad Seca : 1,824 gr./cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1,733 gr./cm³
 Óptimo Contenido de Humedad : 11,2 %



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318**

Código	AE-PO-01
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°:	IGC26-LEM-339-11
Solicitante	: Iria Dianina Delgado León / Brayán Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Iria Dianina Delgado León / Brayán Kenderson Guerra Pisco	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo	17/10/2020
Materia	: Terreno natural	Turno	Diurno
Identificación	: ---		
Sondaje / Calicata	: C-2		
Adición	: 5% CAL + 0.2 l/m3 SULFONADO		
Progresiva	: ---		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION	1	2	3	DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	6	22	37	Nro. de Recipiente	2	8
Peso de Recipiente	10.25	10.84	11.02	Peso de Recipiente	10.34	10.87
Peso Recipiente + Suelo Humedo	38.77	38.98	38.91	Peso Recipiente + Suelo Humedo	17.05	17.34
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	33.67	34.43	34.78	Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	16.41	16.70
Contenido de Humedad %	21.78	19.29	17.38	Contenido de Humedad %	10.54	11.17
N° De Golpes	18	24	32	Cantidad mínima requerida 6g	(Cumple)	(Cumple)
Método de preparación	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	110±5°C	Ambiente <input type="checkbox"/>			
Método de secado	Horno <input type="checkbox"/>		Ambiente <input type="checkbox"/>			



DESCRIPCION	
LÍMITE LÍQUIDO	19
LÍMITE PLÁSTICO	11
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8

INGEOCONTROL SAC		
<p>TÉCNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>COC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>

	INFORME	Código	AE-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°	IGC20-LEM-338-12
Solicitante	Ins Dariana Delgado León / Bryan Kenderson Guerra Pasco	Muestreado por	Solicitante
Cliente	Ins Dariana Delgado León / Bryan Kenderson Guerra Pasco	Ensayado por	L. Mejgar
Ubicación de Proyecto	Tarapoto	Fecha de Ensayo	17/10/2020
Material	Terreno natural	Turno	Diurno
Identificación	---		
Sondaje / Calicata	C-2		
Adición	5% CAL + 0.4 l/m3 SULFONADO		
Progresiva	---		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> Unipunto <input type="checkbox"/>	Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>

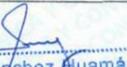
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente	9	5	1
Peso de Recipiente	10.11	10.32	10.99
Peso Recipiente + Suelo Humedo	39.12	40.12	38.78
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	34.20	35.55	34.97
Contenido de Humedad %	20.42	18.11	15.89
N° De Golpes	18	25	32

DESCRIPCION	1	2
Nro. de Recipiente	3	8
Peso de Recipiente	11.25	10.46
Peso Recipiente + Suelo Humedo	18.20	19.41
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	17.44	18.35
Contenido de Humedad %	12.28	13.43
Cantidad mínima requerida 6g	(Cumple)	(Cumple)

Método de preparación	Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>	110±5°C	Ambiente <input type="checkbox"/>
Método de secado	Horno <input type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/>		Ambiente <input type="checkbox"/>



DESCRIPCION	
LÍMITE LÍQUIDO	18
LÍMITE PLÁSTICO	13
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Guamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AI-FO-01
	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

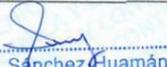
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	Registro N°:	IGC20-LEM-398-13
Solicitante	: Iris Diamina Delgado León / Bryan Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Iris Diamina Delgado León / Bryan Kenderson Guerra Pisco	Ensayado por :	L. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo:	17/10/2020
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---		
Sondaje / Calicata	: C-2		
Adición	: 8% CAL + 0.6 l/m3 SULFONADO		
Progresiva	: ---		

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
Método de ensayo	Multipunto <input checked="" type="checkbox"/>	Unipunto <input type="checkbox"/>		Método de secado	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN	1	2	3	DESCRIPCIÓN	1	2
Nro. de Recipiente				Nro. de Recipiente		
Peso de Recipiente				Peso de Recipiente		
Peso Recipiente + Suelo Humedo				Peso Recipiente + Suelo Humedo		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)				Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		
Contenido de Humedad %				Contenido de Humedad %		
N° De Golpes				Cantidad mínima requerida 6g		
Método de preparación	Horno <input checked="" type="checkbox"/>	110±5°C	Ambiente <input type="checkbox"/>			
Método de secado	Horno <input type="checkbox"/>		Ambiente <input type="checkbox"/>			



DESCRIPCIÓN	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020	Registro N°:	ICC20-LEM-338-14
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo:	12/11/2020
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Adición	: 5% CAL + 0.2 l/m3 SULFONADO	Cota:	---

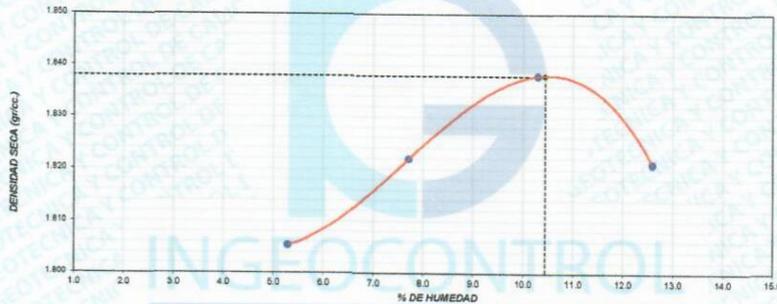
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.901	1.962	2.027	2.050
Contenido de agua	%	5.3	7.7	10.3	12.6
Densidad Seca	gr/cc	1.805	1.822	1.838	1.821

Densidad Máxima Seca:	1.838	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.4	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-339-14
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación del Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo :	18/11/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad	---
Procedencia	: C-2		Norte	---
N° de Muestra	: M-1		Este	---
Adición	: 5% CAL + 0.2 l/m3 SULFONADO		Cota	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	3		2		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Peso suelo + molde (gr.)	12.513		12.453		12.029	
Peso molde (gr.)	8.186		8.338		8.170	
Peso suelo compactado (gr.)	4.327		4.117		3.859	
Volumen del molde (cm³)	2.140		2.135		2.123	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.022		1.928		1.818	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.835		1.745		1.648	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	131.5	123.4	102.4
Tara + suelo húmedo (gr.)	527.1	584.3	499.8
Tara + suelo seco (gr.)	490.5	522.4	462.7
Peso de agua (gr.)	26.6	41.9	37.1
Peso de suelo seco (gr.)	359.0	399.0	360.3
Humedad (%)	10.2	10.5	10.3

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*		Expansion		Dial		Expansion	
			mm	%	mm	%	mm	%		
NO EXPANSIVO										

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		68	3.3			48	2.4			35	1.7		
0.050		131	6.5			105	5.2			71	3.5		
0.075		213	10.6			173	8.6			121	6.0		
0.100	70.307	278	13.7	13.2	18.8	240	11.9	11.0	15.6	167	8.3	8.0	11.4
0.150		362	17.9			310	15.3			239	11.6		
0.200	105.460	432	21.4	21.2	20.1	372	18.4	18.4	17.4	298	14.7	14.5	13.7
0.300		498	24.7			415	20.5			341	16.9		
0.400		571	28.3			439	21.7			380	17.8		
0.500		664	32.9			471	23.3			373	18.5		

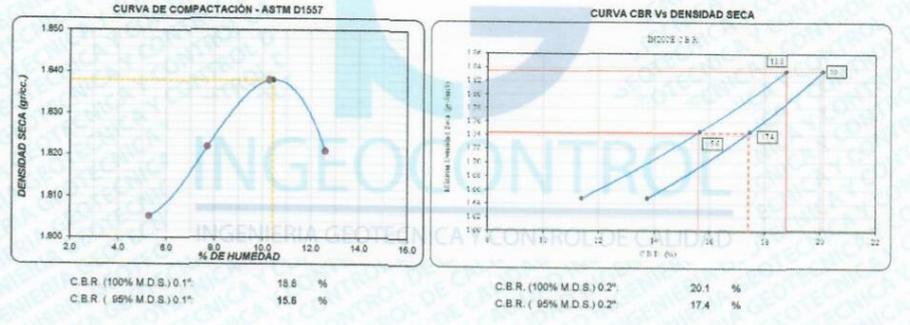
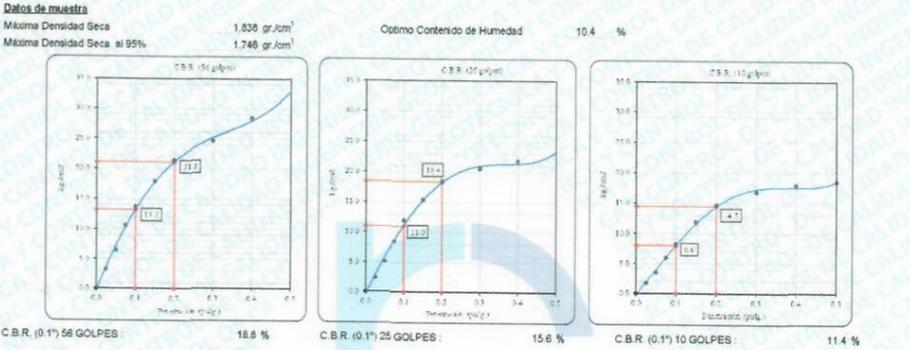
OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FC-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto : Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Tarapoto Materia : Terreno Natural	Registro N° : IGC20-LEM-339-14 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo : 18/11/2020 Turno : Diurno
Identificación : --- Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Adición : 5% CAL + 0.2 l/m3 SULFONADO	Profundidad : --- Norte : --- Este : --- Cota : ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGENIOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
 * ---
 * ---

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma:  	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020		Registro N°:	IGC20-LEM-338-15
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo:	19/11/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: 5% CAL + 0.4 l/m ³ SULFONADO		Cota:	---

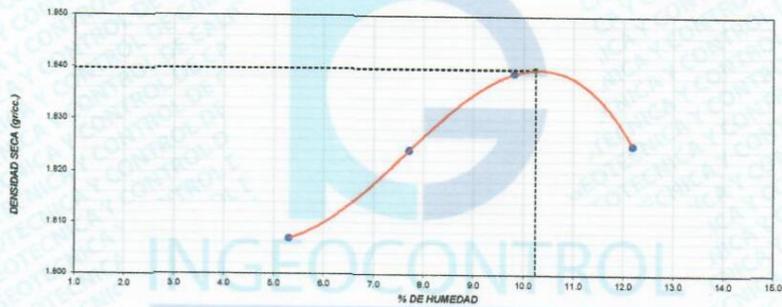
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm ³
Peso Molde	6282	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.903	1.965	2.019	2.047
Contenido de agua	%	5.3	7.7	9.8	12.2
Densidad Seca	gr/cc	1.807	1.824	1.839	1.825

Densidad Máxima Seca:	1.840 gr/cm ³	Contenido Humedad Optima:	10.2 %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COO - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.		Registro N°:	IGC20-LEM-339-15
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco		Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto		Fecha de Ensayo:	17/11/2020
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	---
Procedencia	: C-2		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Adición	: 5% CAL + 0.4 l/m3 SULFONADO		Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		8		15	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.334		12.546		11.623	
Peso molde (gr.)	8.089		8.449		7.746	
Peso suelo compactado (gr.)	4.245		4.097		3.874	
Volumen del molde (cm ³)	2.119		2.129		2.131	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.003		1.924		1.818	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.821		1.745		1.651	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	100.6	112.6	106.4
Tara + suelo húmedo (gr.)	499.7	512.6	504.7
Tara + suelo seco (gr.)	454.3	475.3	466.3
Peso de agua (gr.)	35.4	37.3	36.4
Peso de suelo seco (gr.)	353.7	362.5	359.9
Humedad (%)	10.0	10.3	10.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01*	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 6				Molde N° 8				Molde N° 15			
		Carga	Corrección			Carga	Corrección			Carga	Corrección		
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		70	3.5			63	3.1			46	2.3		
0.050		172	8.5			135	6.7			98	4.9		
0.075		225	11.1			194	9.6			135	6.7		
0.100	70.307	280	14.4	14.2	20.2	244	12.1	12.3	17.5	182	9.0	9.0	12.8
0.150		384	19.0			335	16.8			255	12.6		
0.200	105.480	454	22.5	22.6	21.4	421	20.8	20.4	19.3	325	16.1	16.0	15.2
0.300		546	27.0			478	23.7			389	19.3		
0.400		605	29.9			515	25.5			400	19.8		
0.500		665	34.4			546	27.0			420	20.8		

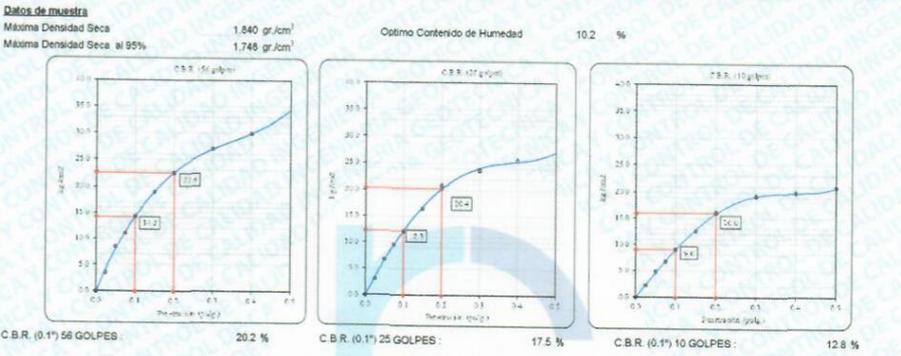
OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. Propietario Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco Código del Proyecto --- Ubicación de Proyecto Tarapoto Materia Terreno Natural	Registro N° IGC20-LEM-339-15 Muestreado por J. Gutiérrez Ensayado por L. Melgar Fecha de Ensayo 17/11/2020 Turno Diurno
Identificación --- Procedencia C-2 N° de Muestra M-1 Añición 5% CAL + 0.4 l/m3 SULFONADO	Profundidad --- Norte --- Este --- Cota ---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
-
-

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CGC - LEM
Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

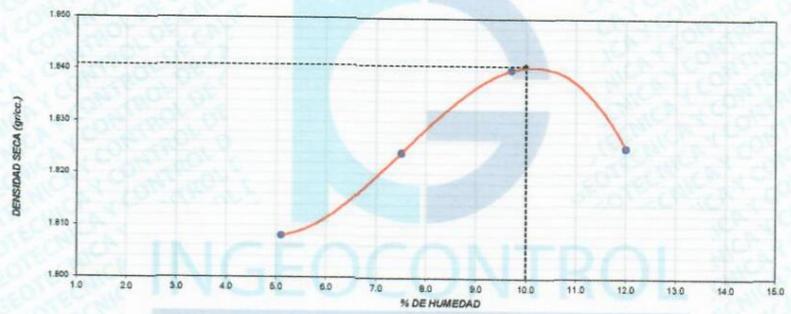
	INFORME	Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 3
Proyecto Propietario Código del Proyecto Ubicación de Proyecto Material Identificación Procedencia N° de Muestra Adición	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020. : Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco : --- : Tarapoto : Terreno Natural : --- : C-2 : M-1 : 5% CAL + 0.6 l/m ³ SULFONADO	Registro N° Muestreado por Ensayado por Fecha de Ensayo Turno	IGC20-LEM-339-16 J. Gutiérrez L. Melgar 14/11/2020 Diurno

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883			
Volumen Molde	2127	cm ³	
Peso Molde	6282	gr.	

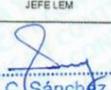
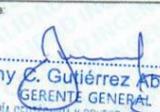
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.900	1.961	2.018	2.044
Contenido de agua	%	5.1	7.5	9.7	12.0
Densidad Seca	gr/cc	1.808	1.824	1.840	1.825

Densidad Máxima Seca:	1.841	gr/cm³	Contenido Humedad Optima:	10.0	%
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	2 de 3

Proyecto	: Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-resante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°:	IGC20-LEM-339-16
Propietario	: Iris Dianina Delgado León / Brayán Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por :	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	L. Meigar
Ubicación de Proyecto	: Tarapoto	Fecha de Ensayo	18/11/2020
Material	: Terreno Natural	Turno	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Procedencia	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Adición	: 5% CAL + 0.6 l/m3 SULFONADO	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	13		21		29	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	58		25		10	
Peso suelo + molde (gr.)	11.369		10.721		11.018	
Peso molde (gr.)	7.126		6.506		7.790	
Peso suelo compactado (gr.)	4.241		4.213		3.858	
Volumen del molde (cm³)	2.121		2.187		2.120	
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.999		1.926		1.820	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.821		1.748		1.653	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de tara (gr.)	188.4	131.6	201.2
Tara + suelo húmedo (gr.)	587.6	655.9	612.4
Tara + suelo seco (gr.)	552.0	516.6	574.7
Peso de agua (gr.)	35.6	39.3	37.7
Peso de suelo seco (gr.)	363.6	384.8	373.5
Humedad (%)	9.8	10.2	10.1

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO										

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 13				Molde N° 21				Molde N° 29			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		81	4.0			68	3.4			39	1.9		
0.050		175	8.7			140	6.9			81	4.0		
0.075		245	12.1			194	9.6			121	6.0		
0.100	70.307	320	15.8	15.5	22.0	253	12.5	12.9	18.3	177	8.8	8.8	12.2
0.150		435	21.5			367	18.2			264	13.1		
0.200	105.480	512	25.4	25.3	24.0	450	22.3	22.0	20.9	324	16.0	15.7	14.9
0.300		582	29.3			508	25.2			358	17.7		
0.400		645	31.9			537	26.8			395	19.6		
0.500		748	37.0			574	28.4			412	20.4		

OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
 * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

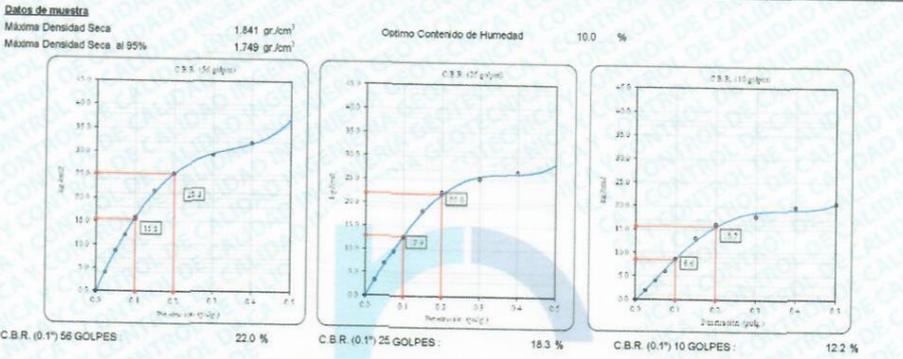
INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	Análisis comparativo de aceite sulfonado y cal para la estabilización de la sub-rasante en la carretera no pavimentada San Francisco, Tarapoto-2020.	Registro N°	IGC20-LEM-339-16
Propietario	Iris Dianina Delgado León / Brayan Kenderson Guerra Pisco	Muestreado por	J. Gutiérrez
Código del Proyecto	---	Ensayado por	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	Tarapoto	Fecha de Ensayo	18/11/2020
Material	Terreno Natural	Turno	Diurno
Identificación	---	Profundidad:	---
Procedencia	C-2	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Adición	5% CAL + 0.6 l/m ³ SULFONADO	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

ANEXO 8. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS



CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad: 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

INF-LE: 092-19

2/3





Celda calibrada: OAP
N° serie: 55P4331

Tipo: ZSF-A
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1

Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019

Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6

Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019

Celdas patrones calibradas con patrones trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha: 2019-04-25

Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.

La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -2.7227030797$$

$$B = 1.0014098063$$

$$C = -0.0000000701$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 1.4 \text{ kg}$$

$$\text{LLF (Lower Limit Factor)} = 3.3 \text{ kg}$$

$$U = 13 \text{ kg}$$

La Incertidumbre expandida, para $k=2$, ha sido calculada para 10000 kg

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.





PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 036 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50.41	149.49	125.53

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
46.80	1.95	47.01



Fin del Documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN
PT-IV-036-2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. D.Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	ILA - 102 - 2020
METROIL	"PIE DE REY DIGITAL de 200 mm, MARCA: INSIZE"	L-0470-2019
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1695-2019

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN
(*). Serie grabado en el instrumento



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 036 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0369-2020	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA: A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de medición	EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	PERUTEST	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PT-CC	
Procedencia	PERÚ	
Número de Serie	NO INDICA	
Código de identificación	IV-036	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2020-06-17	

Fecha de Emisión

2020-06-17

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

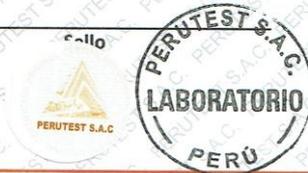
1. Expediente	0386-2020	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
3. Dirección	MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRESA DE ENSAYO CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	RUMISTONE	
Modelo	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERU	
Identificación	202052-6	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315-X5	
Número de Serie	215463	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Resolución	1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2020-03-05	

Fecha de Emisión

2020-03-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.4	499.2	499.3	499.3
20	1000	1000.7	1000.6	1000.6	1000.6
30	1500	1500.3	1500.4	1500.7	1500.4
40	2000	2001.8	2002.3	2004.8	2003.1
50	2500	2500.0	2500.0	2500.4	2500.2
60	3000	2999.4	2999.5	2999.8	2999.6
70	3500	3499.5	3499.6	3499.7	3499.6
80	4000	3999.8	3999.9	3999.9	3999.9
90	4500	4499.9	4499.8	4500.1	4500.0
100	5000	4999.5	5000.0	5000.4	4999.9
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.13	0.04	-0.04	0.20	0.36
1000	-0.06	0.01	0.01	0.10	0.34
1500	-0.03	0.03	0.01	0.07	0.34
2000	-0.15	0.15	-0.05	0.05	0.35
2500	-0.01	0.02	-0.02	0.04	0.34
3000	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
3500	0.01	0.01	0.00	0.03	0.34
4000	0.00	0.00	0.00	0.03	0.34
4500	0.00	0.01	-0.01	0.02	0.34
5000	0.00	0.02	0.01	0.02	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	72 % HR	72 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 092-19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

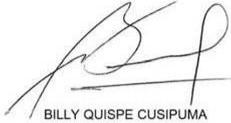
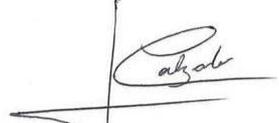
LT - 116 - 2019

Laboratorio de Termometría

Página 1 de 4

Expediente	1033105	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Solicitante	TEST & CONTROL S.A.C.	
Dirección	Condesa De Lemos 117 Urb. San Miguelito - San Miguel - Lima - Lima	La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).
Instrumento de Medición	TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL	
Intervalo de Indicación	-200 °C a 962 °C (*)	
Resolución	0,001 °C ; 0,01 °C	
Marca	ASL	
Modelo	F250 MK II	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.
Número de Serie	1197 019 2372 (para el indicador); 5762D-03; 5918D-09 (Para los sensores)	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Elemento Sensor	Dos termorresistencias de platino de 100 ohm	
Fecha de Calibración	2019-05-13 al 2019-05-15	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Electricidad y Termometría	Laboratorio de Termometría
 2019-05-15	 BILLY QUISPE CUSIPUMA Dirección de Metrología	 JOAN CALZADO Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 2 de 4

Método de Calibración

Calibración por comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI-SNM PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" (2da Edición Diciembre 2012)

Lugar de Calibración

Laboratorio de Termometría
Calle De la Prosa 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	22 °C ± 2 °C
Humedad Relativa	63 % ± 5 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología	Indicador digital con sensores de platino de 100 ohm (sensores 7 y 8) con incertidumbres del orden desde 8,3 mK hasta 25,0 mK	LT-766-2016 Noviembre 2016

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de la Dirección de Metrología - INACAL. Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).

(*) Dato tomado de la página de internet del fabricante, solo para el indicador.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Para el sensor N° 5762D-03

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-35,082	-34,986	0,096	0,028
-0,040	0,019	0,059	0,027
79,915	79,930	0,015	0,031
159,953	159,954	0,001	0,035
240,094	240,082	-0,012	0,040

Para el sensor N° 5918D-09

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-35,037	-34,986	0,051	0,028
0,002	0,019	0,017	0,027
79,949	79,930	-0,019	0,031
159,979	159,954	-0,025	0,035
240,112	240,082	-0,030	0,040

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

- Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue de 25 cm aproximadamente.
Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.
Nota 3.- El sensor con número de serie 5762D-03 fue conectado a la entrada A del indicador.
Nota 4.- El sensor con número de serie 5918D-09 fue conectado a la entrada B del indicador.
Nota 5.- La calibración se realizó con resolución de 0,001 °C a pedido del solicitante.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración LT – 116 – 2019

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LLA - 102 - 2020

Laboratorio de Longitud y Angulo

Página 1 de 7

Expediente	1036927	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	PERUTEST S.A.C.	
Dirección	Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos	
Instrumento de Medición	BLOQUES PATRON DE LONGITUD	
Valor Nominal	1 mm a 20 mm	
Grado	0 (*)	
Marca	INSIZE	
Modelo	4100-32 (*)	
Número de Serie	140099 (*)	
Cantidad	11	
Material	ACERO	
Fecha de Calibración	2020-03-02	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8620 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 2 de 7

Método de Calibración

Determinación del error en la longitud central, por el método de comparación, utilizando bloques patrón de longitud y un comparador mecánico de bloques patrón de longitud.
Se tomó como referencia la Norma ISO 3650:1998

Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud y Ángulo
Calle De La Prosa N° 150 - San Borja, Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	20,0 °C ± 0,5 °C
-------------	------------------

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia del Centro Español de Metrología - CEM	LA 01 021 Bloques patrón de longitud Grado K	170439001
Patrones de Referencia de la Dirección de Metrología - INACAL	LA 05 019 Comparador mecánico de bloques con incertidumbre del orden de 0,034 µm	INACAL DM/LLA-208-2019

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL - DM.
(*) Datos dados en la caja que los contiene.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 3 de 7

Resultados de Medición

Valor Nominal (mm)	Número de Serie	CARA IZQUIERDA / CARA SIN MARCAR						CARA DERECHA / CARA MARCADA						DESMG
		AR	LR	R	SR	C/O	AD	AR	LR	R	SR	C/O	AD	
1	146299		X				SI		X				SI	NO
2	147782		X				SI		X				SI	NO
3	142411		X				SI		X				SI	NO
4	146863		X				SI		X				SI	NO
5	149402		X				SI			X			SI	NO
6	143587		X				SI		X				SI	NO
7	147130		X				SI		X				SI	NO
8	140420		X				SI		X				SI	NO
9	146827		X				SI		X				SI	NO
10	144104		X				SI		X				SI	NO
20	148861		X				SI		X				SI	NO

Un casillero marcado con X significa que el instrumento de medición entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Un casillero sin marca alguna significa que el instrumento de medición no entra dentro de la clasificación indicada en el encabezado de dicha columna.
Las clasificaciones se describen en la siguiente página.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

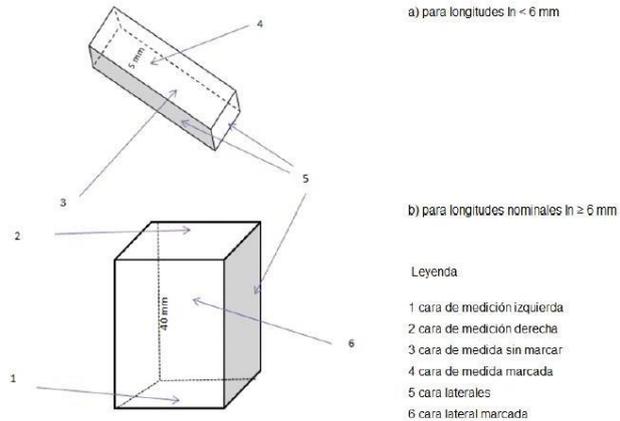
Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 4 de 7

Denominación de las caras de los bloques patrón de longitud



Considerar las clasificaciones siguientes:

AR	Ausencia de rayas. No debe observarse rayas en la totalidad de la cara.
LR	Levemente rayado. Se observa una pequeña cantidad de rayas, no mayor de veinte.
R	Rayado. Se observa una cantidad de rayas considerablemente mayor a las del caso anterior, prácticamente es imposible de determinar su número.
SR	Severamente rayado. No existe sector alguno libre de rayas sobre la cara observada, o bien esta presenta al menos una raya de gran longitud y profundidad.
C/O	Corrosión y/o oxidación. Se observa corrosión y/o oxidación de cualquier tipo sobre la cara observada.
AD	Resultado de la prueba de adherencia (SINO)
DESMG	Fue necesario desmagnetizar el bloque (SINO)

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 5 de 7

LONGITUD NOMINAL	N° DE SERIE DEL BLOQUE	CORRECCIÓN A LA LONGITUD NOMINAL	LONGITUD CENTRAL MEDIDA	VARIACION DE LONGITUD	GRADO 0	
					ERROR MAXIMO PERMITIDO	
					EN CUALQUIER PUNTO RESPECTO A LA LONGITUD NOMINAL	VARIACION DE LONGITUD
l_n (mm)		$(l_c - l_n)$ (μm)	(l_c) (mm)	$(v = l_{max} - l_{min})$ (μm)	$\pm t_c$ (μm)	t_c (μm)
1	146299	0,06	1,00006	0,01	0,12	0,10
2	147782	0,03	2,00003	0,01	0,12	0,10
3	142411	0,08	3,00008	0,05	0,12	0,10
4	146863	-0,01	3,99999	0,02	0,12	0,10
5	149402	0,00	5,00000	0,02	0,12	0,10
6	143587	0,07	6,00007	0,02	0,12	0,10
7	147130	0,00	7,00000	0,02	0,12	0,10
8	140420	0,06	8,00006	0,03	0,12	0,10
9	146827	0,03	9,00003	0,07	0,12	0,10
10	144104	0,04	10,00004	0,06	0,12	0,10
20	148861	0,01	20,00001	0,01	0,14	0,10

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



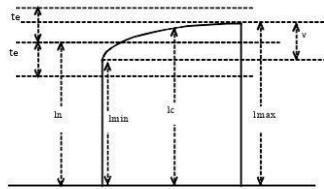
INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología
Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 6 de 7

Determinación de la corrección de los bloques patrón de longitud



INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE MEDICIÓN : $2 \cdot [(61,68)^2 + (0,56)^2 \cdot (L)^2]^{1/2}$ nm
L : Valor Nominal expresado en milímetros.

Nota :

El coeficiente de dilatación térmica utilizado $(11,5 \pm 1,0) \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ y los errores máximos permitidos, datos tomados de la Norma ISO 3650:1998.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración LLA – 102 – 2020

Página 7 de 7

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0883-2019



EXP.: 88124
Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2019 - 07 - 04

1. **Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
2. **Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 - Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
3. **Medida materializada** : **Pesas**
 - **Marca** : FUYUE
 - **Material** : Acero inoxidable
 - **Procedencia** : China
 - **N° de serie** : 19E10
 - **Código** : No indica
 - **Valor Nominal** : 1 kg a 5 kg
 - **Clase de exactitud** : F1
 - **Cantidad** : 04 unidades
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2019 - 07 - 04
6. **Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 2ª Ed. : Abril 2015 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1150	Pesa patrón Clase : E2	101876-D-K-15192-01-00 / HAFNER
IM-1101	Pesa patrón Clase : E2	LM-175-2019 / INACAL-DM
IM-1100	Pesa patrón Clase : E2	M-0510-2019 / METROIL S.A.C

8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 22,7 °C a 22 °C
- **Humedad Relativa** : 58 %H.R. a 56 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1002 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

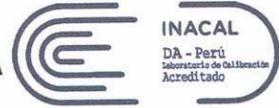
El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe de Laboratorio

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe



9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilíndrica con botón	TIENE	1 kg	1 kg + 0,5 mg	1,6 mg	5,0 mg
2	--	Cilíndrica con botón	TIENE	2 kg	2 kg + 2,0 mg	3,0 mg	10 mg
3	.	Cilíndrica con botón	TIENE	2 kg	2 kg + 2,0 mg	3,0 mg	10 mg
4	--	Cilíndrica con botón	TIENE	5 kg	5 kg + 7,0 mg	8,0 mg	25 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permissible

10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- No se realizó ajuste a la pesa antes de su calibración.
- Se colocó en la caja que contiene la pesa una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° A - 20378
- Para la determinación de la masa se considero la densidad de la pesa 7950 kg/m³

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0882-2019



EXP.: 88124

Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2019 - 07 - 04

1. **Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
2. **Dirección** : Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 - Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
3. **Medida materializada** : **Pesas**
 - **Marca** : No indica
 - **Material** : Hierro fundido
 - **Color** : Negro
 - **Procedencia** : Perú
 - **Código Identificación** : Ver tabla de resultados
 - **Valor Nominal** : 5 kg a 20 kg
 - **Clase de exactitud** : M2
 - **Cantidad** : 03 unidades
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2019 - 07 - 04

6. **Método de calibración**
La calibración se efectuó mediante el método de sustitución simple con los patrones del laboratorio según el PC-008: 2ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Pesas de trabajo de las clases de exactitud M₂, M_{2,3} y M₃" del INDECOPI - SNM.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-001	Pesa patrón Clase : M1	M-1044-2018 / METROIL S.A.C.
IM-002	Pesa patrón Clase : M1	M-1045-2018 / METROIL S.A.C.
IM-003	Pesa patrón Clase : M1	M-1046-2018 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**
- **Temperatura Ambiental** : 21,1 °C a 21,2 °C
 - **Humedad Relativa** : 54 %H.R. a 55 %H.R.
 - **Presión Atmosférica** : 1002 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

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

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.



CESAR GUIZA VILLANUEVA
Jefe de Laboratorio

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú **Central Telefónica:** (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 **Atención al Cliente:** 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 **E-mail:** ventas@metroil.com.pe / **Web:** www.metroil.com.pe



9.- Resultados

N°	IDENT.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (M2)
1	KM17-010	Paralelepípeda	Tiene	5 kg	5 kg + 220 mg	240 mg	800 mg
2	KM17-011	Paralelepípeda	Tiene	10 kg	10 kg + 450 mg	470 mg	1600 mg
3	KM17-012	Paralelepípeda	Tiene	20 kg	20 kg + 1600 mg	930 mg	3000 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permisible

10.- Observaciones

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- El código de identificación se encuentra grabada en cada pesa.

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 - Lima 01 - Lima, Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181 Atención al Cliente: 975 193 739
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

ANEXO 9. RECIBO O PAGO DEL LABORATORIO

25/11/2020

Boleta de Venta Electronica - Impresion

INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. - INGEOCONTROL S.A.C. MZA. A INT. 1 LOTE. 24 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ET SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20602979190 EB01-14				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 25/11/2020 Señor(es) : IRIS DIANINA DELGADO LEON DNI : Tipo de Moneda : SOLES Observación : COTIZACIÓN N° IGC20-LEM-339						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS, SEGUN LA COTIZACION:N° IGC20-LEM-339	2079.00	0.00	2,453.22	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,453.22
SON: DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES Y 22/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 2,079.00		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 374.22		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 2,453.22		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

ANEXOS 11. FICHA TÉCNICA



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).

Transporte: : los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo

Código UN : NU 3256

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,15

pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducación : no tiene

ANEXO 12. DATOS DE SEGURIDAD DEL ADITIVO ACEITE SULFONADO



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PROES100

SECCIÓN N° 1 : Identificación del producto y proveedor.

Nombre del producto	: PROES100
Código del producto	: 3824.4000 (Certificado de origen)
Número UN	: NU 3265
División de riesgo	: 8 – Corrosivo
Proveedor	: Proes SpA
Teléfono	: +56-2-24193709

SECCIÓN N° 2 : Composición

El estabilizador líquido PROES consiste de derivados sulfonados de hidrocarburos bituminosos y sales minerales. El nombre genérico empleado es Aceite Sulfonado.

Este estabilizador se emplea en dilución de al menos 1:50 en agua, lo que sumado a sus características químicas particulares permite que las propiedades físicas como PH y peso específico sean semejantes a los del líquido en que se diluye, es decir el agua.

Nombre químico	: Aceites sulfonados
Fórmula química	: Reservada
Sinónimo	: No tiene

SECCIÓN N° 3 : Identificación de los riesgos

Marca en etiqueta	: PROES
Clasificación de riesgo del producto	: Sustancia peligrosa, corrosiva, no reacciona con agua, nociva para la salud.
a) Peligro para la salud de las personas	: Sustancia corrosiva, puede producir efectos agudos como irritación y quemaduras al contacto con los tejidos.
Inhalación	Irritación leve. La exposición prolongada, o altas dosis de vapor en ambientes poco ventilados aumentan la severidad de los efectos.
Contacto con la piel	Irritación. El contacto directo del producto con la piel produce efectos agudos como irritación y quemaduras. La magnitud de los efectos depende del tiempo que dure la exposición.
Ingestión	Produce irritación de las mucosas y tracto digestivo. Dependiendo del tiempo de exposición puede producir quemaduras y ulceraciones.
Contacto con los ojos	Corrosivo, causa irritación (enrojecimiento, inflamación y dolor). Exposición prolongada puede causar lesiones agudas como quemaduras.
b) Peligros para el medio ambiente.	: No tiene.

SECCIÓN N° 4 : Medidas de primeros auxilios.

En caso de contacto con el producto, concentrado sin dilución, proceder de acuerdo con las siguientes indicaciones:

Inhalación	: Trasladar hacia lugares con aire fresco y/o buena ventilación, hasta que la irritación desaparezca. Si se presentan efectos persistentes, buscar atención médica.
------------	---

Contacto con la piel	: Lavar con abundante agua, asegurando detener la exposición de la piel con el producto. Si se presentan efectos persistentes, buscar atención médica.
Contacto con los ojos	: Lavar con abundante agua, asegurando detener la exposición al producto. Si se presentan efectos persistentes, buscar atención médica.
Ingestión	: Beber abundante agua o una solución diluida de bicarbonato de sodio. Buscar atención médica inmediatamente.

SECCIÓN N° 5 : Medidas para lucha contra el fuego.

Punto de autoignición	: No aplica.
Temperatura de inflamación	: No aplica.
Límites de inflamabilidad (%V/V)	: No aplica.

El producto no es combustible ni inflamable. En caso de incendio se pueden producir derrames de producto o emanación de vapores, por lo que quienes combaten el incendio deben utilizar máscaras, además de otros elementos para evitar el contacto.

SECCIÓN N° 6 : Medidas para derrames.

Medidas para tomar si hay derrames	: Diluir con agua.
Equipo de protección personal para atacar las emergencias	: Evitar el contacto con el producto mediante el uso de guantes, zapatos, lentes y máscaras de seguridad. Si el derrame se produce en un lugar con pobres condiciones de ventilación usar máscaras.
Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente	: No provoca daño al medio ambiente.
Método de limpieza	: Lavado con agua.
Método de eliminación de desechos	: Diluir con agua.

SECCIÓN N° 7 : Manipulación y Almacenamiento.

Recomendaciones técnicas al producto concentrado sin dilución

Precauciones a tomar	: Usar siempre implementos para evitar el contacto directo e inhalación del producto. Para tales fines utilizar guantes, zapatos y lentes de seguridad. No ingerir. Se recomienda tener siempre a mano abundante agua para reaccionar ante derrame o exposición del producto.
Precauciones sobre manipulación	: Usar guantes, zapatos y lentes de seguridad. Mantener los ambientes con buena ventilación. Manipular el producto en ambientes con buena ventilación para evitar la inhalación de vapor del producto, si esto no es posible, utilizar máscara. Disponer de agua en área cercana.
Condiciones de almacenamiento	: Almacenar en lugares con buena ventilación. Utilizar recipientes cerrados y resistentes a la corrosión, debidamente rotulados. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación presentes en el lugar de almacenamiento deben ser resistentes a la corrosión.

SECCIÓN N° 8 : Control de exposición /protección especial.

Medidas para reducir la probabilidad de exposición	: Mantener los recipientes cerrados y en ambientes bien ventilados.
Parámetros de control	: No tiene.
Límites permisibles	: No tiene.
Equipos de protección	: Para la manipulación se deben utilizar guantes, zapatos y lentes de seguridad. En condiciones de ventilación deficientes se recomienda utilizar máscara.

SECCIÓN N° 9 : Propiedades físicas y químicas.

Estado físico	: Líquido.
Apariencia y color	: Color oscuro de apariencia oleosa.
Concentración	: Diluido en agua
PH	: Aproximadamente 1 en tambor. Para su aplicación diluida en agua variará entre 4 y 6 dependiendo de las condiciones de humedad del suelo.
Peso específico	: 1,15
Temperatura de descomposición	: No tiene.
Punto de inflamación	: No tiene.
Temperatura de auto ignición	: No tiene.
Propiedades explosivas	: No tiene
Velocidad de propagación de la llama	: No tiene.

SECCIÓN N° 10 : Estabilidad y reactividad.

Estabilidad	: Estable a temperatura ambiente.
Condiciones a evitar	: Temperaturas superiores a 100° C, por estabilidad
Incompatibilidad	: No tiene
Productos peligrosos de la descomposición	: No tiene
Productos peligrosos de la combustión	: No tiene
Polimerización peligrosa	: No tiene

SECCIÓN N° 11 : Información Toxicológica.

Producto no Tóxico.

SECCIÓN N° 12 : Información Ecológica.

Efectos sobre el ambiente	: No tiene
---------------------------	------------

SECCIÓN N° 13 : Consideraciones sobre disposición final

Eliminación de envases	: Lavar con abundante agua.
------------------------	-----------------------------

SECCIÓN N° 14 : Información sobre transporte.

Transportar en recipientes sellados, resistentes a la corrosión y en condiciones de buena ventilación.

SECCIÓN N° 15 : Normas vigentes.

Normas internacionales	: ---
Normas nacionales	: ---

SECCIÓN N° 16 : Otras informaciones

Los datos consignados en este documento se obtuvieron de fuentes fidedignas. No obstante se entregan sin garantía expresa o implícita respecto de su exactitud o corrección. Considerando que el uso de esta información y del producto puede estar fuera del control del proveedor, no se asume responsabilidad alguna por este concepto. La correcta interpretación y aplicación de estas normas, así como las precauciones relacionadas con el uso de otras sustancias peligrosas en conjunto con PROES son de exclusiva responsabilidad del usuario.