



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Aplicación de la sal rosada (halita) para la estabilización del suelo
en la vía de evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Valente Guerra, Miguel (ORCID: [0000-0002-8625-6853](https://orcid.org/0000-0002-8625-6853))

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga Jose Luis (ORCID: [0000-0003-4459-494X](https://orcid.org/0000-0003-4459-494X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres Miguel Valente Arias y Sonia Guerra Farfán, por brindarme apoyo y comprensión, durante esta etapa de cumplir mis metas, quienes creen en mi dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. Betsabé, Gersom, Betzaida personas muy importantes en mi vida quienes son un gran apoyo y fortaleza para mí, siempre me han ayudado a seguir adelante para conseguir cada meta propuesta.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada momento, fortalecer mi corazón en cada adversidad y por haberme hecho mejor persona.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización:	17
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	19
3.5. Procedimientos:.....	20
3.6. Método de análisis de datos:.....	22
3.7. Aspectos éticos:	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1. Valores de C.B.R, en función del tipo de suelo.	13
Tabla 2. Clasificación de los suelos según el (CBR)	14
Tabla 3. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.	15
Tabla 4. Clasificación de suelo C-1, C-2, C-3 y C-4	22
Tabla 5. Características del suelo C-1, C-2, C-3 y C-4.	22
Tabla 6. Limite liquido con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.	26
Tabla 7. Limite plástico con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.	28
Tabla 8. Índice plástico con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.	29
Tabla 9. Optimo contenido de humedad con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.	31
Tabla 10. CBR con la adición de la sal rosada (halita) en 5% 10% 15%.	33
Tabla 11. Prueba de normalidad del límite liquido del suelo	35
Tabla 12. Prueba de correlación del límite liquido del suelo	36
Tabla 13. Prueba de normalidad del límite plástico del suelo.....	37
Tabla 14. Prueba de correlación del límite plástico del suelo.....	38
Tabla 15. Prueba de normalidad del índice plástico del suelo	39
Tabla 16. Prueba de correlación índice plástico del suelo	40
Tabla 17. Prueba de normalidad del optimo contenido de humedad.	41
Tabla 18. Prueba de correlación del optimo contenido de humedad.....	42
Tabla 19. Prueba de normalidad para la capacidad de soporte de suelos CBR ..	43
Tabla 20. Prueba de correlación capacidad de soporte de suelos CBR	44

Índice de figuras

Figura 1. Aspecto físico de la sal rosada del himalaya (halita).....	11
Figura 2. Ficha técnica de la sal rosada del himalaya.....	12
Figura 3. Aparato de Casagrande para la determinación del límite líquido	14
Figura 4. Calicata 1 km 00+00	21
Figura 5. Calicata 2 km 00+350	21
Figura 6. Calicata 3 km 00+700	21
Figura 7. Calicata 4 km 1+050	21
Figura 8. Mapa político del Perú.....	24
Figura 9. Mapa político del departamento de Apurímac.....	24
Figura 10. Mapa de la provincia de Abancay.	24
Figura 11. Mapa de la provincia de Abancay.	25
Figura 12. Ensayo del límite líquido con la adición de la sal rosada (halita).....	26
Figura 13. Ensayo del límite líquido con la adición de la sal rosada (halita).....	26
Figura 14. Resultados del LL con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	27
Figura 15. Ensayo del límite plástico con la adición de la sal rosada (halita).....	28
Figura 16. Ensayo límite plástico con la adición de la sal rosada (halita).....	28
Figura 17. Resultados del límite plástico con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	29
Figura 18. Resultados del IP con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	30
Figura 19. Ensayo Proctor modificado con la adición de sal rosada (halita)	31
Figura 20. Ensayo Proctor modificado con la adición de sal rosada (halita)	31
Figura 21. Ensayo Proctor modificado con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	32
Figura 22. Ensayo Proctor modificado con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	32
Figura 23. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada (halita).....	33
Figura 24. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada (halita).....	33
Figura 25. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%	34
Figura 26. Resultados propios del LL.....	45

Figura 27. Resultados del LL según Díaz G. (2018).	45
Figura 28. Resultados del LL según Larrea B. y Rivas J. (2019)	46
Figura 29. Resultados obtenidos del límite plástico	47
Figura 30. Resultados del LP según Díaz G. (2018).....	47
Figura 31. Resultados del LP según Larrea B. y Rivas J. (2019).....	47
Figura 32. Resultados propios obtenidos del IP	48
Figura 33. Resultados del IP según Díaz G. (2018).....	48
Figura 34. Resultados del IP según Larrea B. y Rivas J. (2019).....	48
Figura 35. Resultados del OCH con la adición de la sal rosada (halita).....	49
Figura 36. Resultados del OCH con la adición de NaCl según Díaz G. (2018)....	49
Figura 37. Resultados del OCH con la adición de NaCl según Eche y Peláez (2019).....	49
Figura 38. Resultados obtenidos del ensayo CBR.....	50
Figura 39. Resultados obtenidos según Díaz G. (2018) en el ensayo del CBR ...	50
Figura 40. Resultados obtenidos del CBR según Eche y Peláez (2019).....	50

Resumen

La presente investigación se desarrolló con el propósito de mejorar las propiedades del suelo, cuyo objetivo fue demostrar la influencia de aplicación de la sal rosada (halita) en la estabilización del suelo en la vía de evitamiento, el tipo de investigación fue aplicada con un enfoque cuantitativo, diseño experimental (cuasiexperimental), el nivel de investigación explicativo, la población es la vía de evitamiento cuya longitud total de 7.216km, la muestra es una longitud de 1.050km de la vía de evitamiento desde el arco, donde se sacaron 4 calicatas con un muestreo no probabilístico, la técnica utilizada fue la observación experimental y los instrumentos fueron las guías de observación de campo.

Los resultados muestran que la adición de la sal rosada en el suelo patrón tiene una influencia satisfactoria, con la dosificación de 5%, 10% y 15% se obtuvo una reducción del límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y un incremento en la densidad máxima seca, el óptimo contenido de humedad y el CBR. Se concluye que con la adición de la sal rosada se tiene un mejoramiento significativo en el comportamiento y en las propiedades del suelo estabilizado, además de ser un producto económico, accesible y de fácil aplicación.

Palabras clave: sal, cloruro, dosificación, estabilización, propiedades.

Abstract

The present investigation was developed with the purpose of improving the properties of the soil, whose objective was to demonstrate the influence of the application of pink salt (halite) in the stabilization of the soil in the avoidance route, the type of investigation was applied with a quantitative approach, experimental design (quasi-experimental), the level of explanatory research, the population is the avoidance route whose total length is 7,216km, the sample is a length of 1,050km of the avoidance route from the arc, where 4 pits were taken with a non-probabilistic sampling, the technique used was experimental observation and the instruments were field observation guides.

The results show that the addition of pink salt in the standard soil has a satisfactory influence, with the dosage of 5%, 10% and 15%, a reduction of the liquid limit, plastic limit, plasticity index and an increase in the maximum dry density, the optimum moisture content and the CBR. It is concluded that with the addition of pink salt there is a significant improvement in the behavior and properties of the stabilized soil, in addition to being an economical, accessible and easy to apply product.

Keywords: salt, chloride, dosage, stabilization, properties.

I. INTRODUCCION

A nivel internacional se presentaron grandes problemas por el deterioro en la estructura del suelo, generando así una gran pérdida económica en reparaciones y mantenimientos habituales. un caso claro en Nicaragua, el presupuesto invertido en construcción de carreteras es bastante elevado como también en mantenimiento habitual de las carreteras existentes, debido al deterioro prematuro, esto ocasionado por muchos factores, principalmente climatológicos [...], los suelos al perder el contenido de humedad empiezan a agrietarse, estos pueden ser profundos los cuales presentan cortes transversales a lo largo de la carretera [1]. Ecuador cuenta con muchas carreteras a nivel de afirmado los cuales no cuentan con un adecuado mantenimiento y estas se van deteriorando al pasar de los años, para lo cual es necesario mejorar las propiedades del suelo para tener un suelo estable con una adecuada resistencia de la subrasante [2].

Las carreteras no pavimentadas en la región de Cajamarca han ocasionado muchos malestares debido al rápido deterioro, teniendo como resultado carreteras polvorientas y con baches, lo que lo hace intransitable y esto genera malestar a los habitantes del lugar como a los conductores de vehículos, todo esto podemos ver en temporadas de sequía dando inicio en el mes de mayo hasta mediados de noviembre [3]. Las carreteras recién construidas y las existentes en Huancayo ya presentan fallas o baches, todas estas fallas que presentan estas vías se debe al inadecuado tratamiento de estabilización que se le aplica al suelo o también en muchos casos no se aplica ningún mejoramiento, ya que el mantenimiento es costoso y la durabilidad de la vía es de corto tiempo. Un claro ejemplo que se puede demostrar es en el distrito de San Agustín de Cajas, la subrasante de esta carretera es blanda con contenido de agua, presencia de arcillas y limos [4].

La ciudad de Abancay cuenta con múltiples vías sin pavimentar como es el caso de la vía de evitamiento, ubicada en medio de muchas viviendas, lo que lo convierte en una vía bastante transitada donde se puede observar el deterioro de la superficie de la vía por desgaste de tránsito vehicular, generando la pérdida de

materiales finos cohesivos que mantienen unidos las demás partículas del afirmado, se observa que tiene un desgaste excesivo bajo la presión de los neumáticos del tránsito de vehículos pesados y livianos que llegan a pulverizar, lo que hace que la ciudad este en constante polvareda a lo que muchos residentes del lugar encuentran como única solución la aplicación sucesiva del agua, teniendo como consecuencia la pérdida innecesaria de la misma ya que esta solución resulta ser temporal.

Por todo lo antes citado, se planteó los siguientes problemas, como problema general tenemos: ¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en la estabilización del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021? y en los problemas específicos tenemos: a) ¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?, b) ¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?, c) ¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?, d) ¿De qué manera la sal rosada (halita) influye en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?, e) ¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?.

La justificación de esta investigación dará a conseguir nuevos conocimientos y la manera más eficiente para poder estabilizar un suelo, esta investigación también servirá como referencia que se puedan tomar en cuenta en proyectos futuros de vías y carreteras no pavimentadas, también es bueno precisar que los materiales se encuentran en la misma provincia y con un costo económico. La justificación social del estudio busca demostrar el impacto que tendría en la sociedad y se sustenta en la vigente necesidad de contribuir y dar solución a un problema práctico en la vía de evitamiento. En los beneficiarios tendrá al usuario que transita y a la población cercanas a la vía que contará con un sistema de tránsito vial apropiado y continuo de vehículos, dejando de lado las polvaredas.

En la vía de evitamiento tiene una subrasante blanda con contenido de arcilla y limo, por lo que se propone estabilizar el suelo utilizando la sal rosada (halita) y dar una solución técnica, eficiente y también en la parte económica donde se dará solución a la problemática. Con esta investigación para estabilizar suelos se minimizará el costo de ejecución de proyectos en la provincia de Abancay el cual aumentará el valor de soporte de la subrasante.

Se tiene como objetivo general: Demostrar la influencia de aplicación de la sal rosada (halita) en la estabilización del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021 y como objetivos específicos tenemos: a) Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021, b) Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021, c) Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021, d) Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021, e) Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.

Finalmente se plantea las hipótesis, como hipótesis general se tiene que: La aplicación de la sal rosada (halita) influye en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021 y como hipótesis específicos: a) La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021, b) La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021, c) La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021, d) La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021, e) La aplicación de la sal rosada (halita) influye en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales en esta investigación, Eche y Peláez (2019), tuvieron como objetivo determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, distrito de Santa - Ancash – 2019. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La población de estudio está constituida por el suelo natural de la red vial. Se tomó como muestra una parte de la vía que consta de 2.639 kilómetros. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos son formatos estandarizados según la normativa ASTM. Los resultados obtenidos en la MDS y el OCH del suelo con la aplicación e incorporación del cloruro de sodio en proporciones de 0%, 2%, 4% y 6%, con el cual se obtuvieron valores de 1.777, 1.80, 1.835 y 1.88 (gr/cm³) respectivamente, los resultados obtenidos de la humedad óptima fueron de 12.2, 13, 13.6 y 14.3% respectivamente, los valores obtenidos con respecto a la capacidad de soporte del suelo (CBR) fueron 7%, 7.46%, 6.43% y 6.64% respectivamente. Se concluyó que el ensayo de la capacidad de soporte (CBR) realizado con la incorporación de cloruro de sodio a la muestra del suelo en un 2%, se pudo verificar el incremento de 7% a 7.46%, mientras con la incorporación de NaCl en un 4% disminuyó a 6.46% y con la adición del 6% continuó disminuyendo llegando hasta 5.64%, por lo que podemos verificar que la dosificación óptima es de 2%, se pudo demostrar la influencia positiva del cloruro de sodio para mejorar las propiedades del suelo de la red vial vecinal AN-876 con dosificaciones que no superen el 2%, ya que se observa un ligero aumento en las propiedades del suelo estabilizado [5].

Díaz (2018), tuvo como objetivo determinar el porcentaje de mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con adición de cloruro de sodio en proporciones de 14%, 16% y 18%. La investigación es del tipo experimental aplicada. La población se ubica en el centro poblado Santa Bárbara distrito de Baños del Inca provincia de Cajamarca. La cantidad total de muestras son 8. Los resultados obtenidos con la adición de cloruro de sodio en proporciones de 0%, 14%, 16% y 18% dan como resultado en el límite líquido 42.20%, 39.00%, 37.20%, 33.88% respectivamente, límite plástico 22.63%, 21.05%, 20.34%, 18.16%, índice de plasticidad 19.57%, 17.95%, 16.86% y 15.72% respectivamente, los resultados al ensayo Proctor

modificado en la densidad máxima seca (gr/cm^3) se tiene 1.758 gr/cm^3 , 1.780 gr/cm^3 , 1.800 gr/cm^3 y 1.826 gr/cm^3 respectivamente, humedad óptima 20.8%, 20.0%, 18.8% y 17.7% respectivamente, resultados de ensayo CBR a 1" 4.05%, 5.02%, 5.45% y 5.85% respectivamente, se concluyó que el CBR de un suelo arcilloso mejora hasta un 20% al adicionar porcentajes entre 14% y 18% de cloruro de sodio. Ya que el índice CBR para 0.1" varía 23.95% de la muestra patrón, sabiendo que: para un CBR al 0.1", en la muestra patrón un CBR de 4.05%, en porcentaje de 14% de NaCl un CBR de 5.02%, adicionado 16% de NaCl un CBR de 4.45% e incrementando 18% de NaCl se obtiene un CBR de 5.85%. Se determinó la variación de índice de plasticidad el cual fue reduciendo al adicionar mayores dosificaciones de cloruro de sodio. Obteniéndose los siguientes resultados: índice de plasticidad para la muestra patrón de 19.57%, un índice de plasticidad de 17.95% agregado 14% NaCl, incrementando 16% de NaCl se obtuvo una plasticidad de 16.86% y para un 18% de NaCl se obtuvo una plasticidad de 15.72% [6].

Seguidamente los antecedentes internacionales como Larrea B. y Rivas J. (2019) cuyo objetivo fue la estabilización de un suelo arcilloso con un rango de índice de plasticidad (16-18) con cloruro de sodio y cloruro de calcio para su implementación en vías. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La población de estudio está ubicada en el cañaveral, flor de bastión Guayas – Ecuador. La muestra a investigar se obtuvo de la cantera cañaveral. Los resultados obtenidos con la dosificación de NaCl en 1%, 5%, 10% 15% 20% y 25%, en el límite líquido se pudo ver que a medida que incorporamos más cantidad el cloruro de sodio, va disminuyendo el LL, hasta que llega a la óptima dosificación que es el 15%, a partir de este punto el valor se incrementa ligeramente, el límite plástico se puede ver que a la aplicación del 1% de cloruro de sodio se tiene un brusco descenso luego siguiendo la incorporación el descenso es casi perfecto hasta que se vuelve impredecible, con la incorporación óptima, el LP del suelo no da un valor del 22%, sin embargo con la incorporación del 15% de este agente estabilizador llega a un 16.78%. Con la dosificación óptima de NaCl, el ÍP del suelo natural dio un 17%, sin embargo, con la incorporación del 15% se llega hasta un 7.32%. Donde se tuvo una disminución

del 56.92%. Los resultados obtenidos con el ensayo del Proctor modificado podemos ver que con la dosificación óptima es 15% de NaCl, se puede verificar que hay una reducción en la humedad óptima y aumenta en la densidad máxima seca, la humedad óptima inicial es de 15.20%, pero con la incorporación del NaCl se puede ver la reducción hasta un 11.10%, esto corresponde a una disminución del 27%. Los resultados en la capacidad de soporte del suelo CBR se puede ver que, con la aplicación del NaCl, se verifico la reducción ligera de estos valores en relación al suelo natural, de un 27.27 kg/m³ desciende hasta un 24.20 kg/m³, esta refrentaría una pérdida del 11.26%. Esta investigación llega a la conclusión según resultados obtenidos anteriormente, que la dosificación adecuada sería el 15% porque esto disminuye el LL del 39% que sería el suelo inicial a un 24.10% incorporando el cloruro de sodio. También se pudo verificar la reducción del IP de un 17% que sería el suelo inicial a un 7.32% con la aplicación del agente estabilizador, y estos valores está considerado permitido según MTOP. También se pudo valorar que la relación del LL y el IP es proporcional al aumento de la incorporación del cloruro de sodio después de pasar el porcentaje de dosificación óptima [7].

Heitzer (2017), tuvo como objetivo estudiar el efecto y comportamiento de las diferentes dosificaciones de sales en distintos tipos de suelos, en la absorción, retención y pérdida de humedad, con el fin de representar diferentes condiciones medioambientales del terreno el cual fue un estudio de tipo aplicada y experimental. La población de estudio es la carretera no pavimentada de las zonas mineras del norte del país de Chile. Los resultados que se logró obtener con la dosificación del NaCl demostraron que tiene una baja capacidad de absorber y retener la humedad, esta combinación de cloruro de sodio y el suelos patrón comienza a absorber el agua cuando la humedad relativa está por sobre el 75% y reduce la tasa de evaporación del agua en 1.3 veces, por último, se pudo verificar que el suelo no plástico ha sido la que ha tenido una poca capacidad de absorber agua para una misma humedad, temperatura, tiempo de exposición y tipo de mezcla de sales a diferencia de los suelos con más plasticidad. Con respecto a la evaporación de humedad, se pudo verificar que a mayor plasticidad de un suelo la humedad es más duradera que los suelos menos plásticos. Se

concluyo que en la presente investigación se pudo verificar y comparar con los distintos tipos de suelos el resultado de las diferentes dosificaciones como es la capacidad de absorción, retención también la disminución de humedad para los diferentes ciclos de acondicionamiento, obteniendo una buena representación de las condiciones medioambientales de terreno [8].

Los artículos de esta investigación según Chavarry, et al. (2020), tuvieron como objetivo determinar el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo y la utilización del cloruro de calcio como un agente mitigador del polvo. La investigación es de tipo descriptivo, correlacional y explicativo, con diseño experimental, longitudinal, prospectivo y estudio de cohorte (causa-efecto). Como población se ha tenido el malecón Huaycoloro, provincia de Lima. Como muestras fue la vía inicial de 5 km donde se sacaron 4 calicatas para su evaluación correspondiente. Como técnica de investigación se utilizó la observación del fenómeno y la recolección de datos. Como resultados se tuvo el ensayo de resistencia del suelo (CBR) se valora un aumento de 64.52% (114.77–50.25) %, lo que demuestra que mediante la utilización de un suelo del material base para la estabilización elevo la capacidad de soporte, lo cual sería adecuado para el aumento de la vida útil frente a factores climáticos, también ante los esfuerzos de los vehículos, entre otros, en los valores de la densidad máxima seca se tiene 2.312gr/cm³ y en el óptimo contenido de humedad es de un 5.47%. en un suelo estabilizado se tiene el resultado de la máxima densidad seca de 2.332gr/cm³ y el resultado de optimo contenido de humedad dio 6.4%. Se concluyó que adicionando el cloruro de calcio para estabilizar el suelo incrementa el CBR en 64.52% [9].

Tique et al. (2019), tuvo como objetivo el mejoramiento del comportamiento de los suelos arcillosos. Como población de estudio está constituida por los suelos arcillosos ubicada detrás del centro de investigación de ciencia y tecnología aplicada de Tabasco como muestra está el material extraído del (C.I.C.T.A.T.) Tabasco, México. Los resultados que se obtuvieron con la aplicación del cloruro de sodio y la cal se pudo demostrar que ambos estabilizadores reducen los valores del límite líquido, sin embargo, el cloruro de sodio estaría obteniendo

resultados más favorables que la cal. Se verifico que al incrementar la proporción del agente estabilizador cloruro de sodio se tiene una reducción en el límite líquido del suelo, al incorporar el cloruro de sodio en 2% a 6% se ve una reducción notable, sin embargo, continuando con la adición de 8% a 10% los valores son casi similares donde se ve una ligera disminución. A partir de incorporación del cloruro en un 10% los resultados prácticamente son similares a la incorporación 12 %, 14% ó 16%. Lo que demuestra que la dosificación óptima para obtener un suelo estabilizado con la incorporación del cloruro de sodio es de 8% con lo que se consigue resultados favorables. Se concluyo que la forma más eficaz en la reducción de la plasticidad de un suelo es el uso de agentes químicos para estabilizar y obtener resultados favorables. Para obtener los resultados anteriores se incorporó diferentes dosificaciones de NaCl al suelo natural, lo que permitió demostrar los efectos del NaCl en el límite de consistencia o límite de Atterberg. En los resultados se verifico que la cantidad optima de dosificación es el 8%, tanto en el cloruro de sodio como en la cal, con lo que se obtuvieron resultados favorables donde el índice de plasticidad se reduce en un 37% más que la cal. Con lo que se concluye que mejores resultados se pueden ver con la incorporación del cloruro de sodio. Un aspecto muy importante en cuanto a la aplicación del cloruro de sodio y la cal, es que su aplicación puede hacerse a manera de lechada, por lo que su volatilidad es prácticamente nula [10].

Morales y Pailacura (2019), tuvieron como objetivo evaluar in situ el comportamiento de un camino al que se le aplica cloruro de calcio CaCl_2 como agente estabilizador, comparando resultados con la bischofita. La población de estudio es el camino de Villas Tucnar Huasi - Huaytiquina, Calama. Los resultados que se lograron obtener con la adición del estabilizante cloruro de calcio en un 1.50% son bastante favorables, donde se observó el incremento de su densidad máxima seca de 2.33 g/cm³, y en la humedad óptima se obtuvo un valor de 5.2%. en el ensayo para la capacidad de soporte del suelo CBR medido a 2.54mm 0.1" de penetración al 95% de densidad máxima compacta seca incrementa la resistencia del suelo. Los ensayos con la aplicación del cloruro de calcio en el porcentaje de 1.0% tuvo mejores resultados en la resistencia del suelo CBR con los valores de 109% a 151%. En el ensayo de absorción de humedad,

se observó que según se incrementa la dosificación del cloruro de calcio al suelo, incrementa la absorción del agua. Los ensayos realizados con la incorporación del cloruro de calcio en un 2% se obtuvieron resultados favorables, donde se encontró 22.2g de agua que absorbió el suelo, en una muestra de 6000 gr compactada al 95% de la densidad máxima compacta seca. Se concluyo que la estabilización de un suelo incorporando el cloruro de calcio demuestra que es un efectivo agente estabilizador para climas áridos, también se observó que el cloruro de calcio reduce la perdida de material y mitiga el polvo, la incorporación de este agente retrasa la formación de calaminas y baches, creando una carretera cercana a una pavimentada. La estabilización de un camino con CaCl_2 tiene una vida útil de 10 a 11 meses, haciendo reparaciones completas cada 4 años, por otro lado, con la dosificación del CaCl_2 incrementa el CBR de suelo, los resultados más favorables se obtuvieron con la dosificación del 1% de CaCl_2 . La incrementación de la humedad en el suelo con adición de la sal está relacionado a la cantidad de dosificación. Evaluando que la incorporación de la sal mayoral 1.5% no es recomendable económicamente. La incorporación del cloruro de calcio para estabilizar un suelo fue efectivo en la reducción de polvo lo cual es ocasionado por los vehículos que transitan, cuyos resultados de la medición alcanzó hasta el 85%. A las últimas semanas se vio que se reduce la media a un 65%, debido a que los índices de humedad relativa durante ese último período fueron descendiendo. Se observo que el CaCl_2 ayuda a mejorar en las propiedades del suelo donde los mejores resultados se obtuvieron con la dosificación del 1% y 1.5% tanto en la parte económica como en las propiedades del suelo [11].

Manzoor y Yousuf (2020), tuvieron como objetivo mejorar las propiedades del suelo. Los resultados efecto del tratamiento con cal sobre la plasticidad produce una reducción considerable de la plasticidad del suelo cuando se trata con cal y, a menudo, el suelo se vuelve no plástico. Esta reducción se produce debido al aumento del límite plástico y la disminución del límite líquido. El tratamiento con cal generalmente aumenta el contenido de humedad óptimo en un 2% a 4% y una reducción en la densidad seca varía de 48 a 80 kg / m³. Se concluyo que en este estudio se han revisado diferentes aspectos relacionados con la estabilización de

la cal en relación con la literatura disponible. Se producen cambios significativos en las propiedades del suelo, pero estos cambios dependen de la mineralogía del suelo, el tipo de cal, el tiempo, la temperatura, etc. La relación de densidad y humedad también muestran variaciones marcadas con un aumento del contenido de humedad óptimo y una disminución de la densidad seca [12].

Suresh et al. (2018), tuvieron como objetivo estudiar el efecto de la cal en el aumento de la capacidad portante del suelo. Se ilustraron las investigaciones de que la adición de aditivos conduce a un progreso en la trabajabilidad y el comportamiento mecánico del suelo después de la estabilización con cal y cenizas volantes como naturales locales. Las cenizas volantes se utilizan principalmente para estabilizar la sub base o la capa base. Concluyeron que los suelos aumentan de manera considerable en su capacidad soporte hasta un límite requerido gracias a la estabilización; también a tener una mejor firmeza en el suelo estabilizado, incrementando el CBR [13].

Afolayan (2017), tuvo como objetivo evaluar el efecto de la cal y el cemento en las propiedades de ingeniería de suelo. La muestra del suelo fue recolectada en la universidad de tecnología Ladoke Akintola (LAUTECH), Ogbomoso, Nigeria. Los resultados con la adición de cal en 0%, 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10.0% el % del límite líquido incrementa en 23.4, 24.8, 25.5, 27.8 y 28.0. %, límite plástico 15.90, 17.48, 18.66, 21.47 y 21.96. el % índice de plasticidad 7.50, 7.32, 6.84, 6.33 y 6.04 el % CBR. 6.28, 7.57, 7.46, 6.32 y 2.80. Se concluyó que el límite de Atterberg con la adición de cemento y cal reduce los índices de plasticidad de la muestra que son indicadores de mejora del suelo. Las densidades secas máximas del suelo estabilizado con cemento se reducen al 2.5% y luego aumentan al 5% y 7.5% pero se reducen al 10%, mientras que las densidades secas máximas del suelo estabilizado con cal se reducen a medida que incrementa el porcentaje de adición de cal máximo al 2,5%. También se observa que la relación de carga de California aumenta con el incremento de la adición de cemento, pero se notó que tiene una resistencia óptima al 7.5%, lo que provoca un aumento considerable en la cohesión de las partículas de limo y arcilla dentro de la muestra. Sin embargo, la cal muestra un pequeño aumento en la resistencia CBR debido a la presencia de

un contenido mínimo de arcilla como se muestra en la distribución del tamaño de partícula y tiene la resistencia máxima al 2.5% [14].

La teoría de esta investigación tiene a la sal rosada, en otros países conocido también como sal de himalaya (halita). La famosa "sal del himalaya" pertenece a la categoría de "sal de roca". El depósito de sal se presenta como una minera, es extraída mediante explosivos o simplemente a mano, recolectada en su estado natural y posteriormente fraccionada mecánicamente. Por último, es lavada y secada [15]. La sal rosada (halita), se encuentra en rocas que son restos o sedimentos de un océano de 200 millones de años que tiene una gran pureza, se encuentran en diferentes colores los cuales depende de su contenido y se caracteriza por su fuerte sabor amargo [16]. En el Perú contamos con diferentes tipos de sal como son de color rosa, blanco y color gris, estas sales son extraídas a mano de las minas ubicadas en los cerros y también de aquellos volcanes que se encuentran dormidos, donde en sus profundidades contienen dichos minerales. Estos son utilizados para consumo humano y consumo de ganados ya que tiene propiedades importantes que ayudan a los animales como en el crecimiento, su desarrollo, en la producción de la leche y otros.



Figura 1. Aspecto físico de la sal rosada del himalaya (halita)

Composición química	
Cloruro de potasio	0,487%
Cloruro de sodio	97,191%
Cloruro de sodio(sobre la materia seca)	97,327%
Sulfato de calcio	0,574%
Sulfato de magnesio	0,464%
Sulfato de sodio	0,401%
Calcio	1688,6mg/kg
Cloruros	59,19%
Humedad	0,140%
Magnesio	929,3mg/kg
Nitrogeno total	2,55mg/kg
Residuo insoluble	0,745%
Potasio	2556,04mg/kg

Figura 2. Ficha técnica de la sal rosada del himalaya

Fuente: Vegetalita alimenta la vida (departamento de calidad, 2017)

La estabilización de un suelo es cuando mejoramos las propiedades del suelo tanto físico como químico [17]. Podemos decir que un suelo está estabilizado cuando esta, tiene una resistencia adecuada donde no sufrirá deformación o daño, la cual se conserven al pasar los años. Un suelo natural puede tener las propiedades físico químicos adecuados para una buena estabilización, simplemente compactándolo sin necesidad de incorporar ningún agente estabilizador estos siendo utilizables como cimientos de carretera. La estabilización de los suelos beneficia y aporta a la calidad de los suelos brindándole propiedades físicas, químicas y mecánicas siempre comprometido con la naturaleza medioambiental, debido a estos procesos se manifestarán ciertos inconvenientes como: la alteración de una o más propiedades, incremento de resistencia, reducción de plasticidad, disminución de permeabilidad, prevención de erosión, etc. Así mismo la clasificación de la estabilización de los suelos se clasifican en: mecánicos, físicos, químicos y biológicos [18].

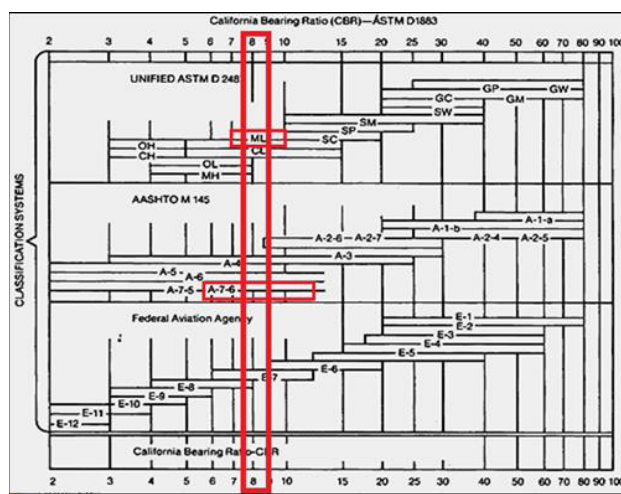
El cloruro de sodio es un compuesto iónico típico, un sólido quebradizo con punto de fusión alto (801°C). Uno de los lugares donde se extrae el mineral de la sal en forma de roca son aquellas que se halla en interiores del suelo que pueden encontrarse a cierta profundidad. Otra fuente para extraer el cloruro de sodio es del agua salada del mar o de la salmuera [19]. Para la estabilización del suelo se puede utilizar todo tipos de cloruro, sin importar de donde proceda o su origen, así mismo sirve como mata polvos, para estas funciones el cloruro de sodio debe

llegar a triturarse y pasar por la malla N°4, una vez cumplida con este requisito se podrá distinguir un mejor resultado, de lo contrario se llegará a obtener una mala distribución de la sal en la capa del suelo [20].

La dosificación de la mezcla de agregados es la determinación de las proporciones de dos o más agregados para obtener una gradación resultante dentro de los límites especificados es principalmente asunto de tanteos, aunque frecuentemente pueden usarse como trabajo métodos gráficos [21].

Entre las propiedades más significativas del suelo se podría decir que es la capacidad de soporte (CBR), ya que la reacción que muestra al estar expuesta a la fuerza de tensión es compleja a comparación de otros. Las anomalías que se puedan presentar en el futuro no solo serán a causa del tipo de suelo, sino que dependerán mucho de varios factores como el estado de humedad, estructura interna y el grado de compacidad, etc. La capacidad portante del suelo se define de acuerdo a la carga que pueda tolerar, esta carga no producirá los asientos excesivos. El ensayo de relación de soporte de California (CBR), es un parámetro del suelo más utilizado en la especialidad de carreteras, el cual permite definir la capacidad portante ya que se aplica en diferentes tipos de suelo, suelos que fueron convenientemente tabuladas y analizadas [22].

Tabla 1. Valores de C.B.R, en función del tipo de suelo.



Fuente: Curso de actualización de diseño estructural de caminos método

AASHTO-93. Pag.60

Tabla 2. Clasificación de los suelos según el (CBR)

C.B.R.	Clasificación
0 – 5	Subrasante muy mala
5 – 10	Subrasante mala
10 – 20	Subrasante regular a buena
20 – 30	Subrasante muy buena
30 – 50	Sub-base buena
50 – 80	Base buena
80 – 100	Base muy buena

Fuente: Libro de mecánica de suelos y cimentaciones, Crespo V. 2005. Pág. 113

El límite plástico (LP); se considera al mortero un material con plasticidad, siempre en cuando este se encuentre tanto húmeda y con cierta coherencia, es decir que permite resistir deformaciones sin la necesidad de variar en el volumen o de quebrarse, gracias a estas características, este mortero se podrá llegar a amasar con cierta facilidad, sin temor a que pueda deshacerse en muestras de 3 mm de diámetro [23].

El límite líquido es el porcentaje de humedad de un suelo con respecto al peso seco de la muestra o del suelo, donde la muestra tiende a cambiar su estado de líquido a plástico [24].

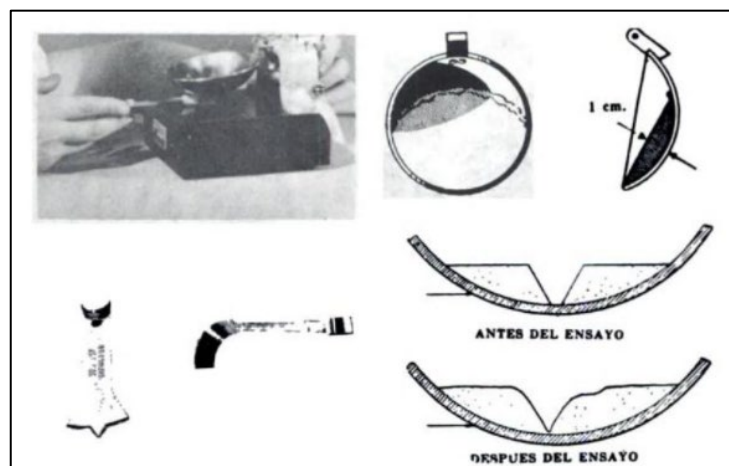


Figura 3. Aparato de Casagrande para la determinación del límite líquido

Fuente: Libro de mecánica de suelos y cimentaciones, Crespo V. 2005.

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo.

Donde se puede afirmar que un índice plástico alto posee los suelos arcillosos y un índice plástico bajo corresponde a un suelo con poca arcilla [25].

Tabla 3. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013).
Pag.37

La permeabilidad es una propiedad del suelo, transmitir por ella el agua y el aire, en distinción de un suelo compactado, su permeabilidad dependerá de varios factores como: el peso seco volumétrico y relación de vacíos todo ello teniendo en cuenta su estructura y de su grado de saturación [26].

El contenido de humedad de un suelo es el porcentaje de agua de un suelo con respecto al peso de partícula sólida. Para precisar que cantidad de agua fue eliminada se dará inicio con secar la humedad de la muestra del suelo hasta obtener un peso constante, teniendo el horno a 110 ° C más menos 5 °C, el peso perdido en el horno se le conocerá como peso del agua y el que se obtendrá una vez sacada del horno será utilizada como peso de partículas sólidas [27]. Pero como saber ¿cuál es el peso del agua?, para responder esta pregunta primeramente debemos entender que las variedades del agua en el suelo son muchas, por esa razón sus formas de secado serán distintas una con la otra. Además, el agua y el suelo seco son parciales por ello el peso de la muestra. Suelo seco es aquella que fue secado el interior de un horno a una temperatura de 105 a 110°C, en un tiempo de 24 ó 18 horas [28].

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada tiene el fin de buscar los conocimientos necesarios para luego aplicarlo en la sociedad [29]. La investigación que aquí se plantea es aplicada, ya que usaremos los conocimientos que obtuvimos a cerca de la sal luego aplicarlo en el suelo del lugar de estudio y así resolver la problemática en la sociedad.

Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo representa el conjunto de alternativas metodológicas mediante el cual se manifiesta la estructura positivista en la investigación y el estudio de los hechos sociales [30]. Pone en práctica la recopilación de datos para probar las hipótesis basándose en el cálculo numérico y estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías [31]. La presente investigación es de un enfoque cuantitativo, donde se recopilaron datos para estudiar la necesidad de la incorporación de la sal rosada que mejoren las propiedades físicas y mecánicas de un suelo para demostrar las hipótesis mediante cálculos estadísticos.

El diseño de la investigación

El diseño experimental radica en cambiar o manejar el valor de la variable independiente para poder ver el resultado en la otra variable dependiente. En este caso, se deben manipular y controlar las condiciones en que se dan ciertos fenómenos donde se podrá ver la causa-efecto entre variables [32]. El tipo de diseño que se tomó para la presente investigación es el experimental, donde se utilizó a la sal como variable independiente e incorporó ciertas dosificaciones en el suelo patrón y se vio los resultados de la variable dependiente, en esta investigación la variable que manipularemos será la sal rosada en porcentajes de 5%, 10% y 15% y veremos los resultados en las propiedades del suelo.

Los diseños cuasiexperimentales igualmente manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente donde se observa el resultado en uno o más variables dependientes, [...]. Donde los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, ya que dichos grupos ya están conformados antes del experimento [33]. Esta investigación es cuasiexperimental porque se manipula una variable que es la sal rosada y observa su efecto en el suelo.

El nivel de la investigación:

“Nivel de investigación se define como grado de profundidad con que se topa un objeto de estudio” [34]. Los análisis explicativos no solo comprenden los fenómenos, la descripción o relación de conceptos, sino que también se encuentran enfocadas a brindar respuestas sobre las causas que producen ciertos fenómenos ya sean estos físicos o sociales. La investigación tiene como principal objetivo llegar a indagar el porqué de los fenómenos suscitados y por suscitarse, explicar porque ocurren estos fenómenos, que los provoca, en qué condiciones se manifiesta y como llegan a relacionarse con las variables [35]. La investigación es de tipo explicativo ya que da a conocer y se explica sobre las propiedades del suelo estabilizado con sal y sin sal, también el por qué ocurre estos cambios.

3.2. Variables y operacionalización:

Una variable es objeto de estudio, pueden ser característica o cualidades, estos pueden variar, los cuales se pueden medir u observarse [36].

Variable independiente : Sal rosada (halita)

Variable dependiente : Estabilización del suelo

Operacionalización de las variables es descomponer la variable con el objetivo de expresar la acción que debe realizar o descomponer deductivamente la variable hasta la forma más clara de lo general a lo específico [37]. La operacionalización es descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, se podría decir que dividirá la variable desde lo más general a lo más específico, en caso de ser complejas se dividen en dimensiones, áreas,

aspectos, indicadores; pero si son concretas solamente se dividen en indicadores, índices e ítems [38]. (ver matriz de operacionalización en el anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población es el todo del objeto de estudio, es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados. La población de estudio no solo puede ser personas pueden ser animales, cosas, objetos entre otros [39]. La población es el todo de lo que se investigara, que tienen las características requeridas, para ser consideradas como tales [40]. En esta investigación tiene como población u objeto de estudio la vía de evitamiento cuya longitud total es de 7.216 kilómetros ubicada en la provincia de Abancay Apurímac, el cual esta vía es el total del objeto de estudio que serán evaluado y analizado cada una de su propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

Muestra:

La muestra es una parte representativa de la población, lo cual es seleccionada para conseguir información acerca de las variables objeto de estudio [41]. Parte representativa del universo de estudio [42]. Para esta investigación se consideró como muestra una longitud de 1.050 kilómetros de la vía de evitamiento iniciando desde el arco del distrito de Tamburco, el cual está dentro de la población de estudio, donde se sacaron 4 calicatas para su evaluación correspondiente.

Muestreo:

El muestreo es una forma en el cual se hará la selección de la unidad de estudio que van a conformar la muestra, con el fin de recolectar los datos necesarios por la investigación que se desea realizar [43]. En el muestreo no probabilístico el cálculo del tamaño y selección de la muestra, se basan en la razón y criterios sujetos, por consiguiente, la probabilidad de selección de las unidades de la población bajo estudio se desconoce y no es posible establecer la precisión al nivel de confianza predefinidos [44]. Para esta investigación el tipo de

muestreo es no probabilístico, ya que se tomó la muestra por conveniente basándose en la razón, lo cual es el tramo más crítico de la vía de evitamiento donde se sacaron las muestras para luego llevar al laboratorio para someterse a ensayos y análisis correspondiente.

Unidad de análisis:

Las unidades de análisis en una investigación son aquellas que tienen características similares y que se encuentran en un ámbito determinado. Empíricamente se podría decir que son las propiedades, características o cualidades de personas objetos o fenómenos o hechos a los cuales se aplican los instrumentos para medir las variables en investigación [45]. Como unidad de análisis de esta investigación se tiene al suelo natural de la vía de evitamiento donde se sacaron muestras y se llevaron a laboratorio para ser analizados y evaluados.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

La técnica se puede decir que es un conjunto de procedimiento la cual sirve para la recolección de datos; es decir, es un método más el cual el investigador aprovecha a su magnitud para poder llegar a obtener más información la cual aporta en su investigación. Para el uso de la técnica primeramente se debe llegar a observar, analizar y estudiar la problemática, variable, unidad de análisis y sus características, ya que de acuerdo a ello se determinará el tipo de instrumento correcto a emplearse [46]. La técnica que se utilizó para la presente investigación es por medio de la observación experimental, la cual permite recoger y percibir los resultados mediante ensayos.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son los medios con el que un investigador usa para recopilar datos sobre los hechos o fenómenos de una investigación. En lo que el investigador elegirá según su tipo de investigación, la fichas para la recolección de datos, guías de observaciones, cuestionarios para obtener la información,

entre otros [47]. Los instrumentos usados en la presente investigación son las guías de observación de campo, cuyos formatos nos dan resultados confiables que servirán como guía verídica para su evaluación respectiva, y por ende a partir de allí se generó conclusiones de la investigación

Validez

Validez es el grado en el que puede medir un instrumento a una variable. Puede referirse a la validez de contenido, de criterio o de constructos (hipótesis). La validez también se determina a través del juicio de especialistas o expertos. [48]. La validez de instrumentos está sujeto a las normas técnicas vigentes y se manejó el juicio de expertos, de tal manera que corroboraron la validez del instrumento acorde al tema de tesis y su variable evaluada.

Confiabilidad de los instrumentos.

“Confiabilidad de los instrumentos en una investigación se refiere a la capacidad precisa que puede medir un instrumento” [49]. La medición es confiable de acuerdo al grado en que pueda ofrecer resultados consistentes [50]. Los instrumentos del laboratorio que recopilan los resultados de los ensayos realizados están establecidos según normativas, así mismo; fueron validados por técnicos especializados.

3.5. Procedimientos:

Para poder llevar a cabo los estudios de suelos del presente proyecto de investigación tuvo que realizarse ensayos de laboratorio, realizando primero las 4 calicatas para la extracción de las muestras de estudio. El cual fue extraído representativamente para luego ser empleado en los diversos ensayos que demanda la presente investigación teniendo en cuenta el manual de carreteras (Especificaciones técnicas generales para la construcción - EG-2013).

Las 4 muestras de suelo extraídas de la vía de evitamiento fueron cada 350 metros a partir del arco de la Av. Tamburco, donde se extrajo un aproximado 30kg. de muestra de suelo por cada calicata.



Figura 4. Calicata
1 km 00+00



Figura 5. Calicata
2 km 00+350



Figura 6. Calicata 3
km 00+700



Figura 7. Calicata
4 km 1+050

Teniendo las 4 muestras de suelo extraídas de la vía de evitamiento, mismos que fueron trasladadas en sacos y bolsas herméticas al laboratorio de mecánica de suelos y concreto CONCHIPA E.I.R.L. para continuar con los ensayos planteados dentro de la presente investigación, dónde se determinó las propiedades y características del suelo mediante ensayos como: ensayo granulométrico, ensayo de limite líquido, ensayo de limite plástico, ensayo de Proctor modificado, ensayo de CBR.

Clasificación de suelo C-1, C-2 C-3 y C-4

Una vez obtenida la muestra se realizó la clasificación de suelo de las 4 calicatas obteniendo los siguientes datos:

Tabla 4. Clasificación de suelo C-1, C-2, C-3 y C-4

Muestra	Clasificación de suelo	
	SUSCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)
C-1	GP-GM	A – 2 – 4
	Gravas y arena arcillosa o limosa	
C-2	SP-SC	A – 2 – 7
	Gravas y arena arcillosa o limosa	
C-3	GP-GM	A – 2 – 4
	Gravas y arena arcillosa o limosa	
C-4	SP-SC	A – 2 – 7
	Gravas y arena arcillosa o limosa	

Fuente: Elaboración propia.

Características del suelo C-1, C-2, C-3 y C-4

Las características físicas y mecánicas del suelo natural sin adición de la sal rosada (Halita), obtenido por medio de los diferentes ensayos realizados en laboratorio se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Características del suelo C-1, C-2, C-3 y C-4.

Características	Calicatas			
	C-1	C-2	C-3	C-4
Humedad natural (%)	9.3	18.3	10.51	16.80
Límite líquido (%)	31.8	50.5	34.00	47.90
Límite plástico (%)	22.6	27.2	23.20	25.90
Índice de plasticidad	9.2	23.5	10.80	22.00
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.153	1.733	2.033	1.845
Contenido óptimo de agua (COA) (%)	4.61	15.00	6.60	13.30
California Bearing Ratio (CBR) – al 95%	27	18.28	25.51	19.35

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos:

Los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la presente investigación fueron sujetas a las hipótesis planteadas para poder afirmar o rechazar. Por lo

que se realizaron los ensayos y análisis de suelos como: el análisis granulométrico, Proctor modificado, CBR y los límites de consistencia. Con la ayuda de software Microsoft Excel se muestran los resultados en gráficas y diagramas.

3.7. Aspectos éticos:

Esta investigación se basó con el respeto a los autores utilizados como antecedentes, citando las fuentes según la norma ISO 690:2010(E) y las guías de investigación de la universidad Cesar Vallejo, valorándose el aporte de cada autor con respecto a la información obtenida de manera ordenada, concisa y clara. Cuya información tuvo las certificaciones pertinentes para validar los datos y obtener los resultados.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La ubicación de la zona en estudio de la presente investigación se localiza entre el distrito de tambucho y Abancay, denominada vía de evitamiento que consta con una longitud de 7 km aproximadamente, que pertenece a la provincia de Abancay y departamento de Apurímac.



Figura 8. Mapa político del Perú

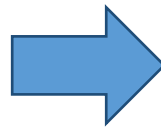


Figura 9. Mapa político del departamento de Apurímac.

Ubicación del proyecto



Figura 10. Mapa de la provincia de Abancay.

Limites

- Norte : Con el distrito de Tamburco
Sur : Distrito de Lambrama
Este : Distrito de Curahuasi
Oeste : Provincia de Andahuaylas



Figura 11. Mapa de la provincia de Abancay.

Ubicación geográfica

El distrito de Abancay y zona de estudio presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $13^{\circ}37'50.4''S$ longitud $72^{\circ}53'47.5''W$, contando con un área de 28,800.00 hectáreas aproximadamente, con una altitud entre los 2,385.00 metros de altitud hasta los 3,952.00 m.s.n.m. y con una población de 56,093.00 habitantes.

Clima

La provincia de Abancay cuenta con un clima templado, variando dependiendo de la zona en las partes altas (frio) y las partes bajas (caliente); clima característico de la zona de la sierra del país y con cambios bien marcados en las estaciones de invierno y verano. La temperatura en el ámbito de estudio pertenece al clima templado con lluvias moderadas.

Objetivo específico 1: Determinación de la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021.

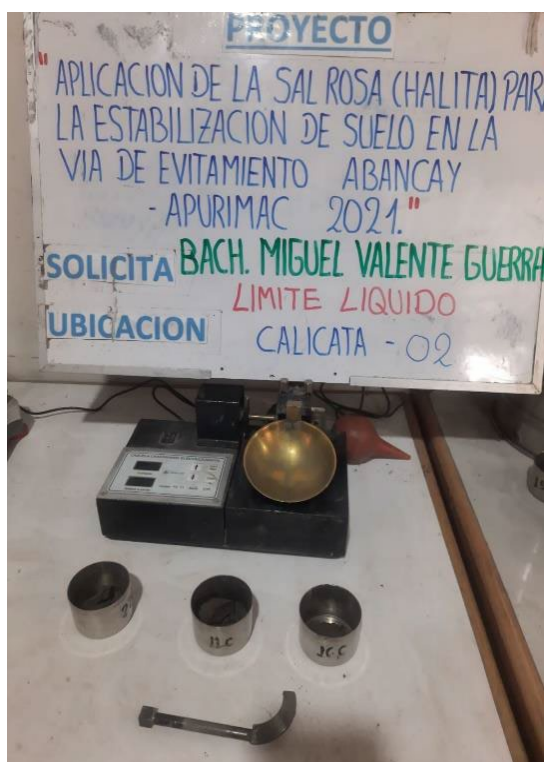


Figura 12. Ensayo del límite líquido con la adición de la sal rosada (halita)

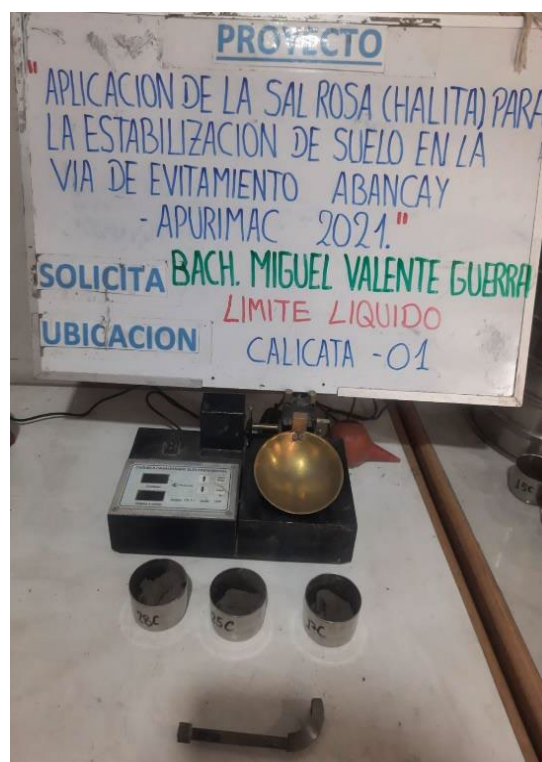


Figura 13. Ensayo del límite líquido con la adición de la sal rosada (halita)

Tabla 6. Límite líquido con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.

Calicata	Progresiva	Límite Líquido			
		Suelo natural	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada
C-2	0+350	50.50%	46.60%	40.50%	37.90%
C-4	1+050	47.90%	44.00%	37.90%	33.00%

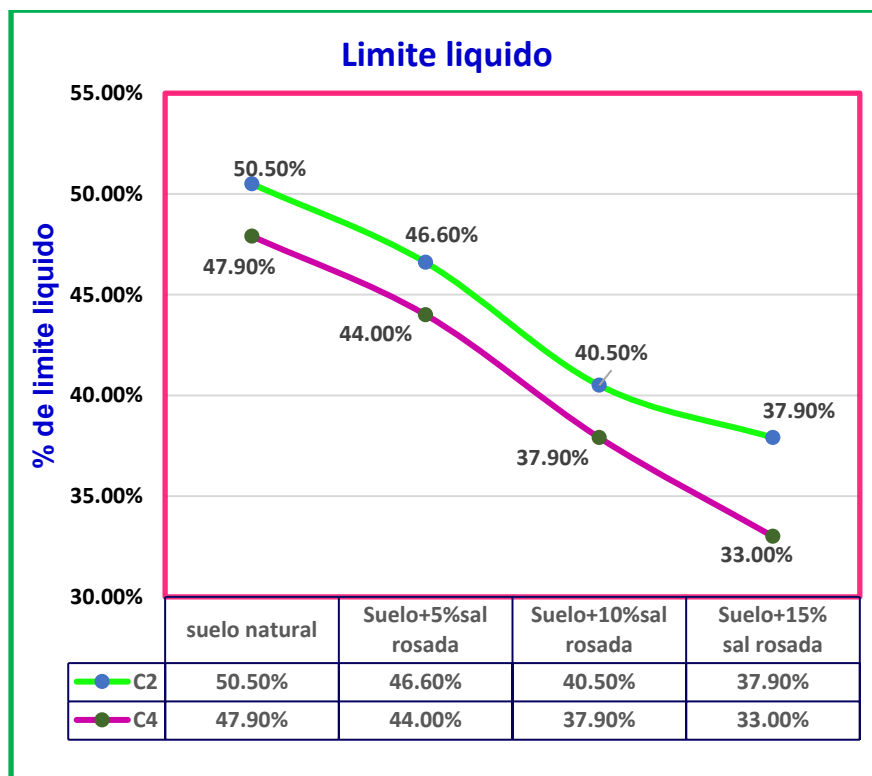


Figura 14. Resultados del LL con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

Según la tabla 6 y figura 14, En este ensayo del límite líquido, la C-2 arrojo el valor más alto de 50.50% del suelo patrón, al incorporar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se puede observar la disminución del límite líquido en 46.60%, 40.50% y 37.90% respectivamente, la C-4 arrojo el valor de 47.90% de límite líquido del suelo patrón y al incorporar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se pudo observar la disminución del límite líquido en 44.00%, 37.90% y 33.00% respectivamente. Se comprueba que al incorporar la sal rosada (halita) en 5%, 10% y 15% los valores disminuyen significativamente.

Objetivo específico 2: Determinación de la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021.

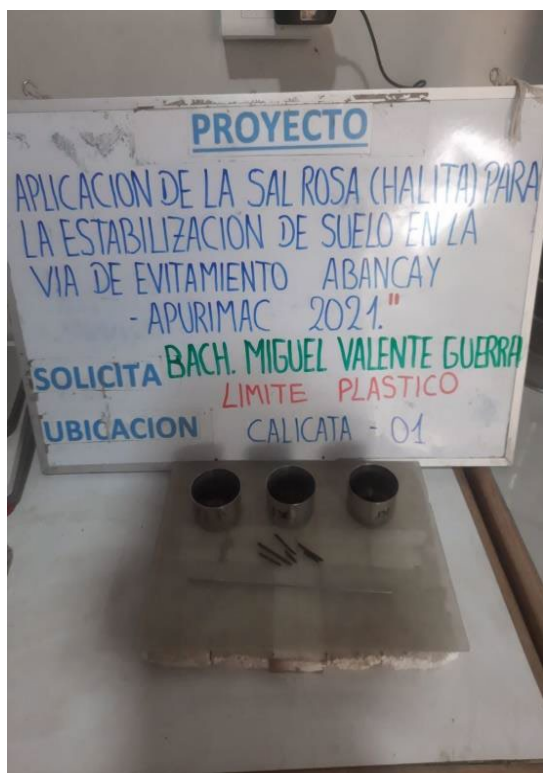


Figura 15. Ensayo del límite plástico con la adición de la sal rosada (halita)

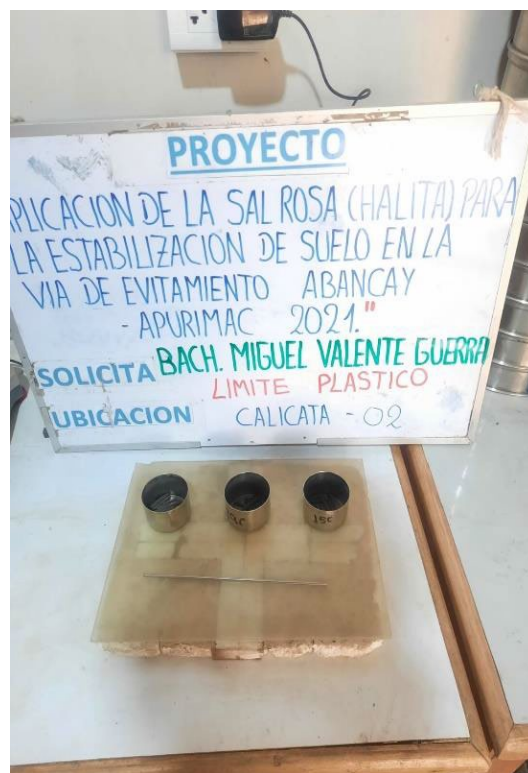


Figura 16. Ensayo limite plástico con la adición de la sal rosada (halita)

Tabla 7. Limite plástico con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.

Calicata	Progresiva	Limite plástico			
		Suelo natural	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada
C-2	0+350	27.20%	25.60%	25.20%	22.70%
C-4	1+050	25.90%	24.30%	23.50%	21.80%

Fuente: Elaboración propia.

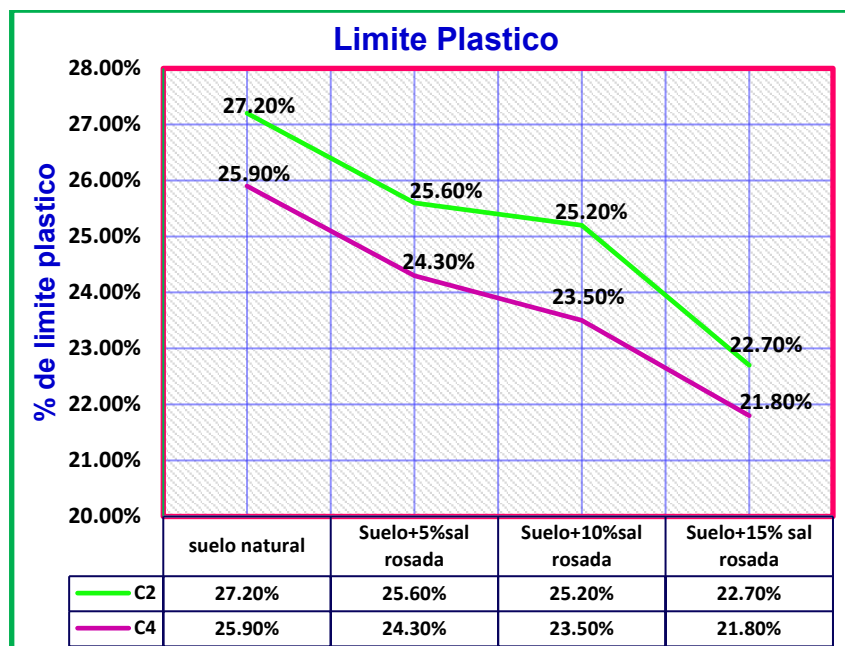


Figura 17. Resultados del límite plástico con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

Según la tabla 7 y figura 17, en este ensayo del límite plástico, la C-2 arrojo el valor más alto que es 27.20%, al incorporar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se puede observar la disminución del límite plástico en 25.60%, 25.20% y 22.70% respectivamente, la C-4 arrojo el valor de 25.90% de limite plástico de suelo patrón y al incorporar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se puede observar la disminución del límite plástico en 24.30%, 23.50% y 21.80% respectivamente, siendo beneficioso para un proyecto de pavimentación.

Objetivo específico 3: Determinación de la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021.

Tabla 8. Índice plástico con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.

Calicata	Progresiva	Índice de plasticidad			
		Suelo natural	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada
C-2	0+350	23.50%	21.00%	15.30%	15.20%
C-4	1+050	22.00%	19.70%	14.40%	11.60%

Fuente: Elaboración propia.

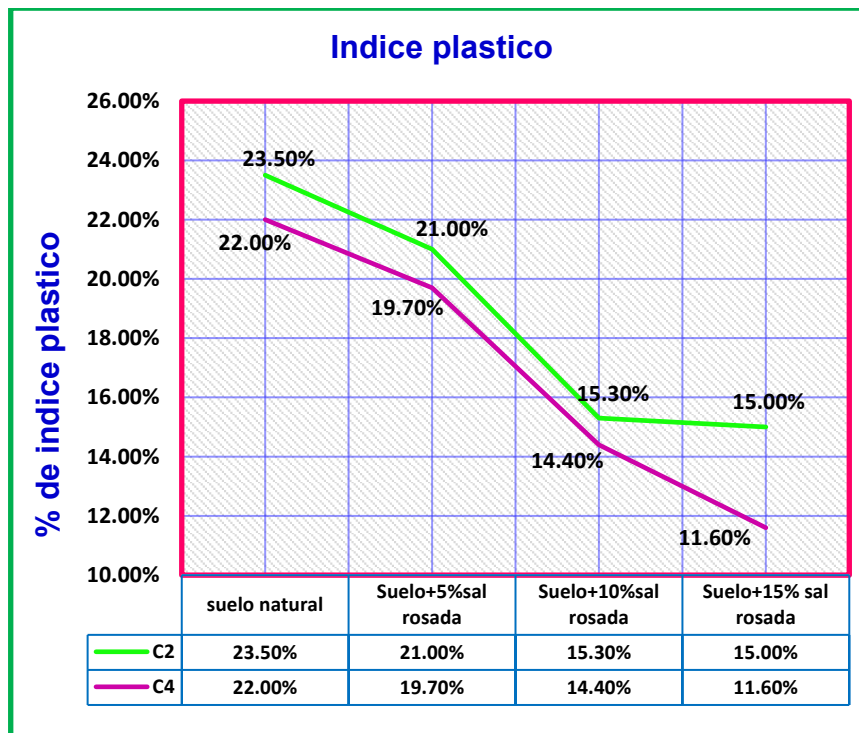


Figura 18. Resultados del IP con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

Según la tabla 8 y figura 18, se ve la reducción continua del Índice plástico al aumentar la dosificación de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%. donde la calicata C-2 se obtuvo valores de 23.50%, 21%, 15.30% y 15% respectivamente y en la C-4 los valores fueron 22%, 19.70%, 14.40% y 11.60% respectivamente

Objetivo específico 4: Determinación de la influencia de la sal rosada (halita) en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.

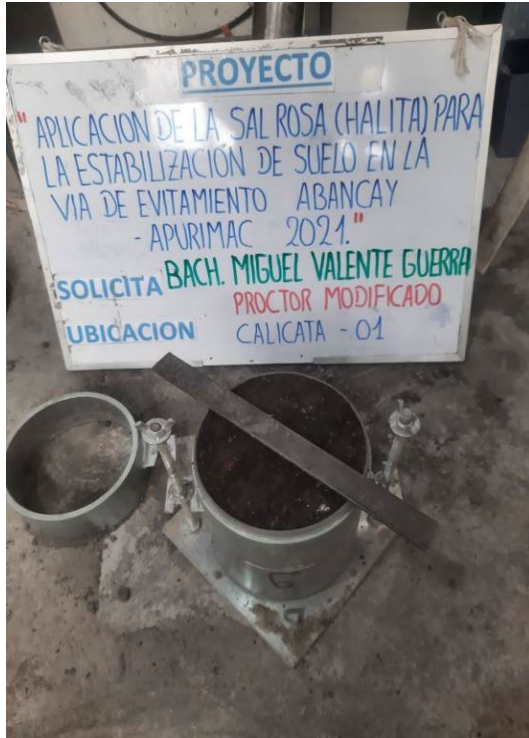


Figura 19. Ensayo Proctor modificado con la adición de sal rosada (halita)



Figura 20. Ensayo Proctor modificado con la adición de sal rosada (halita)

Tabla 9. Optimo contenido de humedad con la adición de la sal rosada en 0% 5% 10% 15%.

Calicata	Progresiva	Optimo contenido de humedad			
		Suelo natural	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada
C-2	0+350	15.00%	16.02%	16.08%	17.16%
C-4	1+050	13.30%	13.60%	14.10%	15.18%

Fuente: Elaboración propia.

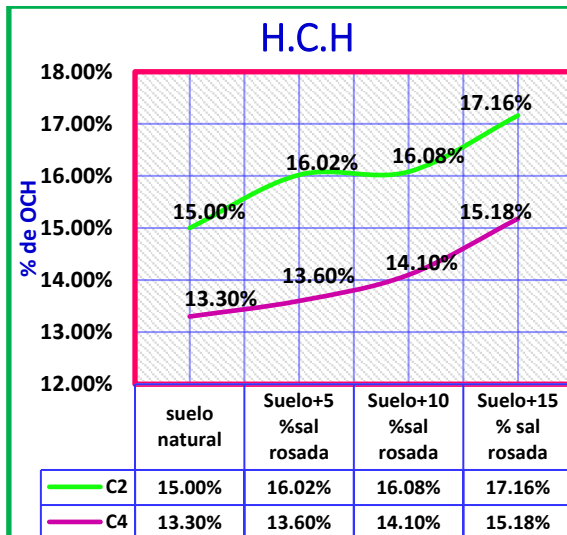


Figura 21. Ensayo Proctor modificado con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

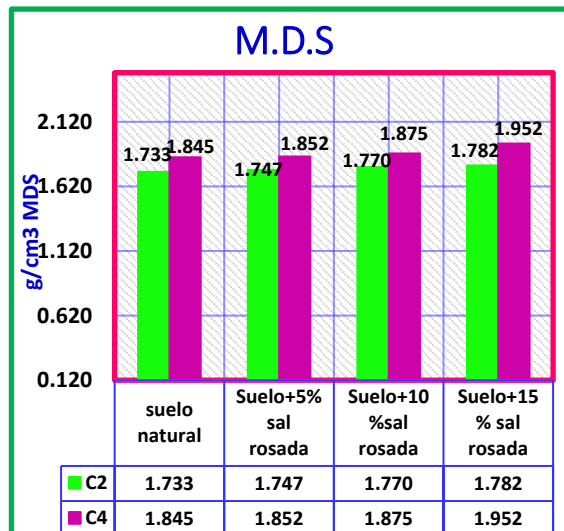


Figura 22. Ensayo Proctor modificado con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

Según la tabla 9 y figura 21 - 22, en la calicata C-2 la muestra de suelo patrón tuvo como resultado en el óptimo contenido de humedad de 15%, al adicionar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se obtuvo resultados 16.02%, 16.08% y 17.08% respectivamente. La calicata C-1 con muestra de suelo patrón tuvo como resultado en el óptimo contenido de humedad de 13.30%, al adicionar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15% se obtuvo resultados 13.60%, 14.10% y 15.18% respectivamente. También se ve el comportamiento de la densidad máxima seca y esta, presenta un aumento continuó a medida que se aumenta la dosificación de la sal.

Objetivo específico 5: Determinación de la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.



Figura 23. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada (halita).



Figura 24. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada (halita).

Tabla 10. CBR con la adición de la sal rosada (halita) en 5% 10% 15%.

Calicatas		Suelo natural	Suelo+5% sal rosada	Suelo+10% sal rosada	Suelo+15% sal rosada	
C-2	CBR	DMS	1.733	1.747	1.770	1.782
		OCH	15.000	16.020	16.080	17.160
		CBR al 100% a 0.1"	36.060	38.850	41.030	43.520
		CBR al 95% de MDS	18.280	20.100	26.000	29.000
C-4	CBR	DMS	1.845	1.852	1.875	1.952
		OCH	13.300	13.600	14.100	15.180
		CBR al 100% a 0.1"	34.53	36.230	39.030	41.220
		CBR al 95% de MDS	19.35	20.45	24.950	27.050

Fuente: Elaboración propia.

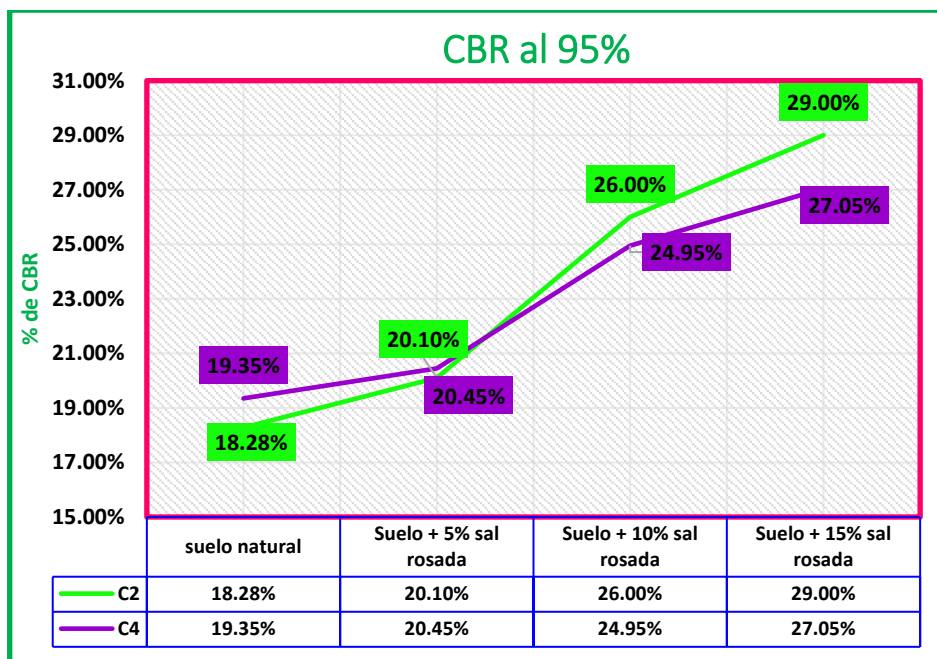


Figura 25. Ensayo CBR con la adición de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15%

Según la tabla 10 y figura 25, el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), los resultados obtenidos del suelo patrón (suelo natural) fueron los siguientes: C-1 27.00%, C-2 18.28%, C-3 25.51% y C-4 19.35% al 95%, lo que indica que la calicata C-2 tiene un C.B.R. menor de todos siguiendo por la calicata C-1 que también arrojó un valor mínimo, por ello se tomó las dos calicatas de menor valor para adicionar la sal rosada en proporciones de 5%, 10% y 15%, donde la C-2 tiene mejores resultados demostrando el incremento del CBR más significativo, a medida que se aumenta la proporción de la adición de la sal rosada (halita) se obtuvo valores de 20.10%, 26.00% y 29% respectivamente al 95%, y en la calicata C-4 se obtuvo valores de 20.45%, 24.95% y 27.05% respectivamente, verificándose que en ambas muestras se observa el aumento del CBR.

Contrastación de hipótesis.

La contrastación de hipótesis se hizo para todas las hipótesis planteadas en la presente investigación donde se verificó si la sal rosada (halita) influye en las diferentes propiedades del suelo para luego aceptar o rechazar las hipótesis, para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS y se contrastó de la siguiente manera.

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad

Ho: datos de la variable x (límite líquido del suelo) tienen normalidad

H1: datos de la variable x (límite líquido del suelo) no tiene normalidad

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$...K-s

$n \leq 50$ S-W

Tabla 11. Prueba de normalidad del límite líquido del suelo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificación_de_la_sal_rosada	,151	4	.	,993	4	,972
Límite Líquido del suelo	,222	4	.	,951	4	,723

a. Corrección de la significación de Lilliefors

gl = 4 < 50 por lo que se usará Shapiro-Wilk

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.723 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Los datos de la variable límite líquido del suelo tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación "r" de Pearson

1. Planteamiento del problema:

Ho: hipótesis nula: datos de la variable x no están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) no influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable x están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) si influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

Coefficiente de correlación de “r” de Pearson

Tabla 12. Prueba de correlación del límite líquido del suelo

		Correlaciones	
		Dosificacion_de la sal rosada	Limite_Liquido_del suelo
Dosificacion_de_la_sal_rosada	Correlación de Pearson	1	-,963*
	Sig. (bilateral)		,037
	N	4	4
Limite_Liquido_del_suelo	Correlación de Pearson	-,963*	1
	Sig. (bilateral)	,037	
	N	4	4

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.037 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable del límite plástico del suelo está relacionada de manera directa y negativa con la adición de la sal rosada (halita)

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

Ho: datos de la variable x (límite plástico del suelo) tienen normalidad

H1: datos de la variable x (límite plástico del suelo) no tiene normalidad

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$...K-s

$n \leq 50$ S-W

Tabla 13. Prueba de normalidad del límite plástico del suelo

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_la_sal_rosada	,151	4	.	,993	4	,972
Límite Líquido del suelo	,255	4	.	,959	4	,773

a. Corrección de la significación de Lilliefors

gl = 4 < 50 por lo que se usará Shapiro-Wilk

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula.

Si p-valor > 0.05 $0.773 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Los datos de la variable límite plástico del suelo tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación "r" de Pearson.

1. Planteamiento del problema:

Ho: hipótesis nula: datos de la variable x no están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) no influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

H1: hipótesis alterna: datos de la variable x están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) si influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística.

coeficiente de correlación de “r” de Pearson

Tabla 14. Prueba de correlación del límite plástico del suelo

Correlaciones			Dosificacion_de la sal rosada	Limite_Liquido_ del suelo
Dosificacion_de_la_sal_rosada	Correlación de Pearson		1	-,963*
	Sig. (bilateral)			,037
	N		4	4
Limite_Liquido_del_suelo	Correlación de Pearson		-,963*	1
	Sig. (bilateral)		,037	
	N		4	4

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.037 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable del límite plástico del suelo está relacionada de manera directa y negativa con la adición de la sal rosada (halita)

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

Ho: datos de la variable x (índice plástico del suelo) tienen normalidad

H1: datos de la variable x (índice plástico del suelo) no tiene normalidad

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$...K-s

$n \leq 50$ S-W

Tabla 15. Prueba de normalidad del índice plástico del suelo

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_la_sal_rosada	,151	4	.	,993	4	,972
Indice Plastico del suelo	,296	4	.	,849	4	,223

a. Corrección de la significación de Lilliefors

gl = 4 < 50 por lo que se usara Shapiro-Wilk

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.223 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Los datos de la variable índice plástico del suelo tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

1. Planteamiento del problema:

Ho: hipótesis nula: datos de la variable x no están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) no influye en el Índice plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

H1: hipótesis alterna: datos de la variable x están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) si influye en el Índice plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

Coefficiente de correlación de “r” de Pearson

Tabla 16. Prueba de correlación índice plástico del suelo

		Correlaciones	
		Dosificacion_de la sal rosada	Indice_Plastico del suelo
Dosificacion_de_la_sal_rosada	Correlación de Pearson	1	-,953*
	Sig. (bilateral)		,047
	N	4	4
Indice_Plastico_del_suelo	Correlación de Pearson	-,953*	1
	Sig. (bilateral)	,047	
	N	4	4

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.047 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable del Índice plástico del suelo está relacionada de manera directa y negativa con la adición de la sal rosada (halita)

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

Ho: datos de la variable x (optimo contenido de humedad) tienen normalidad

H1: datos de la variable x (optimo contenido de humedad) no tiene normalidad

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$...K-s

$n \leq 50$ S-W

Tabla 17. Prueba de normalidad del optimo contenido de humedad.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_la_sal_rosada	,151	4	.	,993	4	,972
Optimo contenido de humedad	,243	4	.	,956	4	,756

a. Corrección de la significación de Lilliefors

gl = 4 < 50 por lo que se usara Shapiro-Wilk

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.756 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Los datos de la variable optimo contenido de humedad del suelo tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación "r" de Pearson

1. Planteamiento del problema:

Ho: hipótesis nula: datos de la variable x no están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) no influye en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)

H1: hipótesis alterna: datos de la variable x están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) si influye en el óptimo contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\% (0.05)$

3. Elección de la prueba estadística:

Coeficiente de correlación de “r” de Pearson

Tabla 18. Prueba de correlación del óptimo contenido de humedad

Correlaciones			
		Dosificacion_de la sal rosada	Optimo_contenido de humedad
Dosificacion_de_la_sal_rosada	Correlación de Pearson	1	,957*
	Sig. (bilateral)		,043
	N	4	4
Optimo_contenido_de_humedad	Correlación de Pearson	,957*	1
	Sig. (bilateral)	,043	
	N	4	4

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.043 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable del Índice plástico del suelo está relacionada de manera directa y positiva con la adición de la sal rosada (halita).

Prueba de normalidad

1. Planteamiento de normalidad:

Ho: datos de la variable x (capacidad de soporte de suelos CBR) tienen normalidad

H1: datos de la variable x (capacidad de soporte de suelos CBR) no tiene normalidad.

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

$n > 50$...K-s

$n \leq 50$ S-W

Tabla 19. Prueba de normalidad para la capacidad de soporte de suelos CBR

	Pruebas de normalidad			Shapiro-Wilk		
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Estadístico	gl	Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_la_sal_rosada	,151	4	.	,993	4	,972
Valor_del_CBR	,242	4	.	,927	4	,575

a. Corrección de la significación de Lilliefors

gl = 4 < 50 por lo que se usara Shapiro-Wilk

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.575 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Los datos de la variable capacidad de soporte de suelos CBR tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Grado de asociación por coeficiente de correlación "r" de Pearson

1. Planteamiento del problema:

Ho: hipótesis nula: datos de la variable x no están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) no influye en la capacidad de soporte (CBR) del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

H1: hipótesis alterna: datos de la variable x están relacionadas (la aplicación de la sal rosada (halita) si influye en la capacidad de soporte (CBR) del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021).

2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$ (0.05)

3. Elección de la prueba estadística:

Coefficiente de correlación de “r” de Pearson

Tabla 20. Prueba de correlación capacidad de soporte de suelos CBR

		Correlaciones	
		Dosificación_de_ la_sal_rosada	Valor_del_CBR
Dosificación_de_la_sal_rosada	Correlación de Pearson	1	,981*
	Sig. (bilateral)		,019
	N	4	4
Valor_del_CBR	Correlación de Pearson	,981*	1
	Sig. (bilateral)	,019	
	N	4	4

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

4. Regla de decisión:

Si p-valor ≤ 0.05 ... se rechaza la hipótesis nula

Si p-valor > 0.05 $0.019 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis alterna

5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable la capacidad de soporte (CBR) está relacionada de manera directa y positiva con la adición de la sal rosada (halita).

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: los resultados obtenidos en la presente investigación del límite Líquido en la calicata C-2, adicionando la sal en porcentajes de 0% 5% 10% y 15% fueron del 50.50%, 46.60%, 40.50% y 37.90% respectivamente. Según Larrea B. y Rivas J. (2019), en su investigación uso la dosificación de NaCl en 0% 1%, 5%, 10% 15% 20% y 25% tuvo como resultados 39.00%, 34.06%, 31.48%, 29.12%, 24.10%, 24.35% y 24.96% respectivamente y según Díaz G. (2018), en su investigación uso la adición de NaCl en 0%, 14%, 16% y 18% tuvo como resultados 42.20%, 39.00%, 37.20% y 33.88%. Se llega a corroborar y aceptar la hipótesis donde se verifica que en las tres investigaciones concuerdan con los resultados, ya que a medida que incrementan la sal en las diferentes proporciones disminuye el límite líquido. Sin embargo, en nuestros resultados se reflejaron datos donde influye más la sal en el límite líquido.

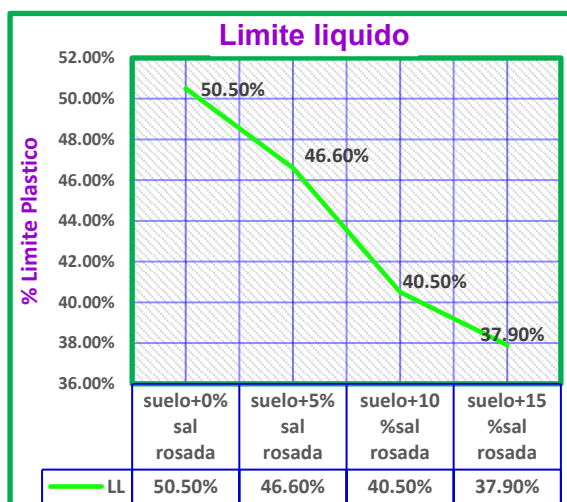


Figura 26. Resultados propios del LL

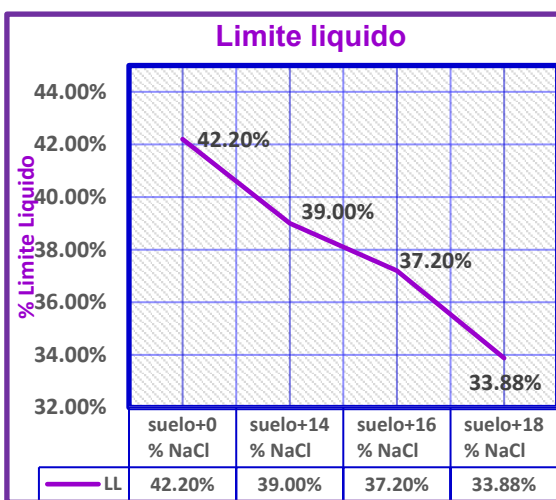


Figura 27. Resultados del LL según Díaz G. (2018).

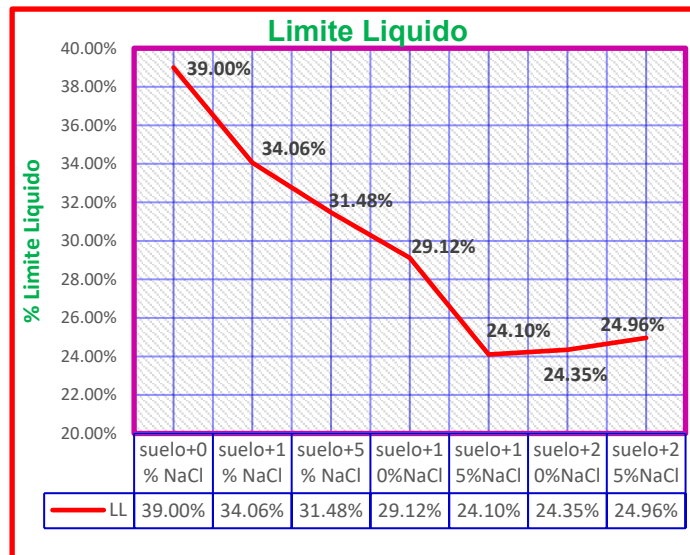


Figura 28. Resultados del LL según Larrea B. y Rivas J. (2019)

Discusión 2: A partir de los resultados obtenidos del límite plástico en la presente investigación con la adición de la sal en porcentajes de 0% 5% 10% y 15%, los resultados en la calicata C-2 fueron 27.20%, 25.60%, 25.20% y 22.70% respectivamente. Según Larrea B. y Rivas J. (2019), en su investigación uso la dosificación de NaCl en 0% 1%, 5%, 10% 15% 20% y 25% y tuvo como resultados 22.00%, 19.02%, 18.34%, 17.84%, 16.78%, 16.50%, 16.23% respectivamente y según Díaz G. (2018), en su investigación uso la adición de NaCl en 0%, 14%, 16% y 18% y tuvo como resultados 22.63%, 21.05, 20.34 y 18.16. Se pudo verificar que en las tres investigaciones concuerdan con los resultados ya que a medida que incrementan la sal en las diferentes proporciones disminuye el límite plástico, así mismo, se llega a corroborar y aceptar la hipótesis planteada, ya que los resultados obtenidos propio y los resultados de otros investigadores muestran que, con el estabilizante, sal rosada (halita) y el cloruro de sodio se llega a mejorar las propiedades mecánicas del suelo para ser usada como capa de rodadura.

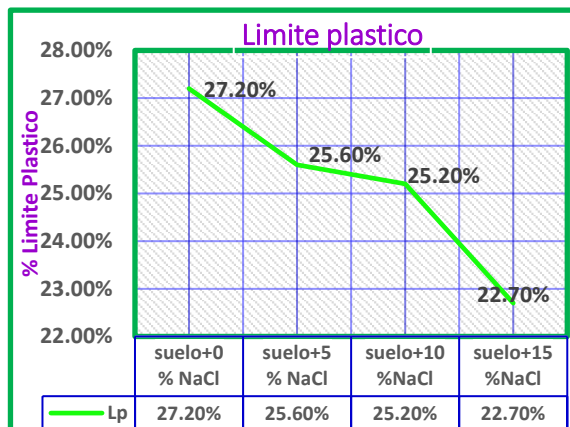


Figura 29. Resultados obtenidos del

límite plástico

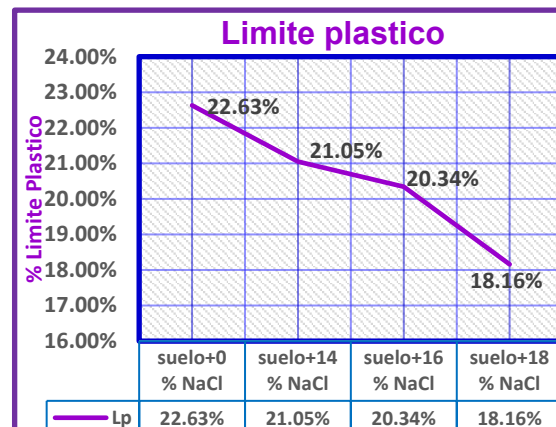


Figura 30. Resultados del LP según

Díaz G. (2018)

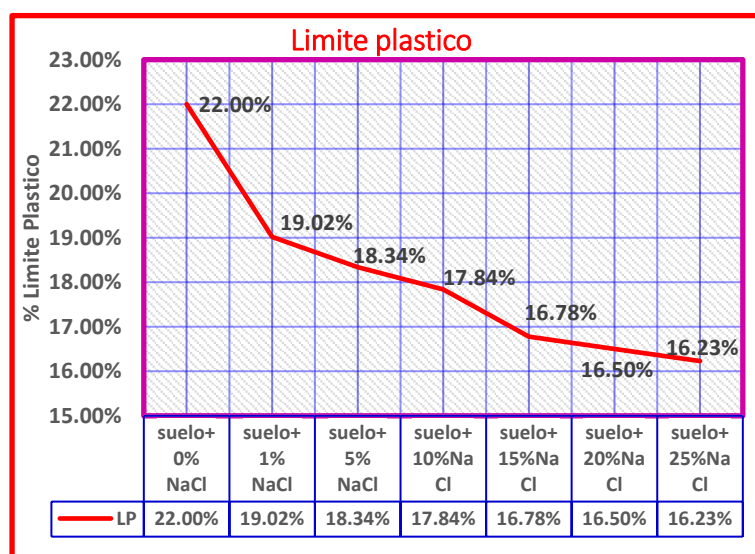


Figura 31. Resultados del LP según Larrea B. y Rivas

Discusión 3: Los resultados muestran que los suelos reducen su índice plástico con la adición de la sal rosada (halita) en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15%; en la calicata C-2 arrojaron valores de 23.50%, 21.00%, 15.30% y 15.00% respectivamente. Según Larrea B. y Rivas J. (2019), en su investigación uso la dosificación de NaCl en 0% 1%, 5%, 10% 15% 20% y 25% y tuvo como resultados 17.00%, 15.04%, 13.14%, 11.27%, 7.32%, 7.85% y 8.72% respectivamente y según Díaz G. (2018), en su investigación uso la adición de NaCl en 0%, 14%, 16% y 18% y tuvo como resultados 19.57%, 17.95%, 16.86% y 15.72%. Se llega a corroborar y aceptar la hipótesis donde se verifica que en las tres investigaciones concuerdan con los resultados ya que a medida que incrementan la sal en las diferentes proporciones disminuye el índice plástico.

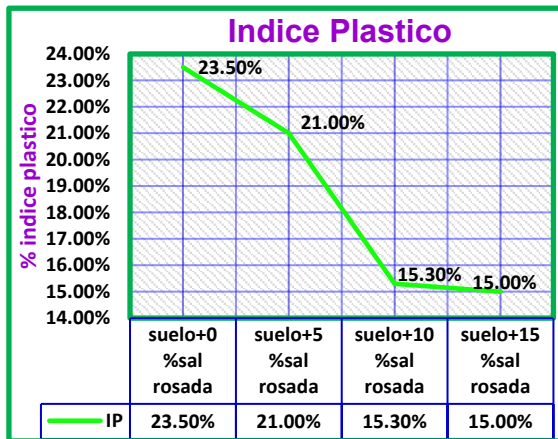


Figura 32. Resultados propios obtenidos del IP

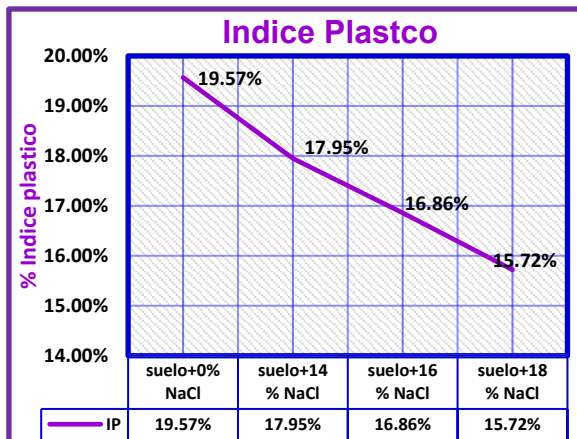


Figura 33. Resultados del IP según Díaz G. (2018)

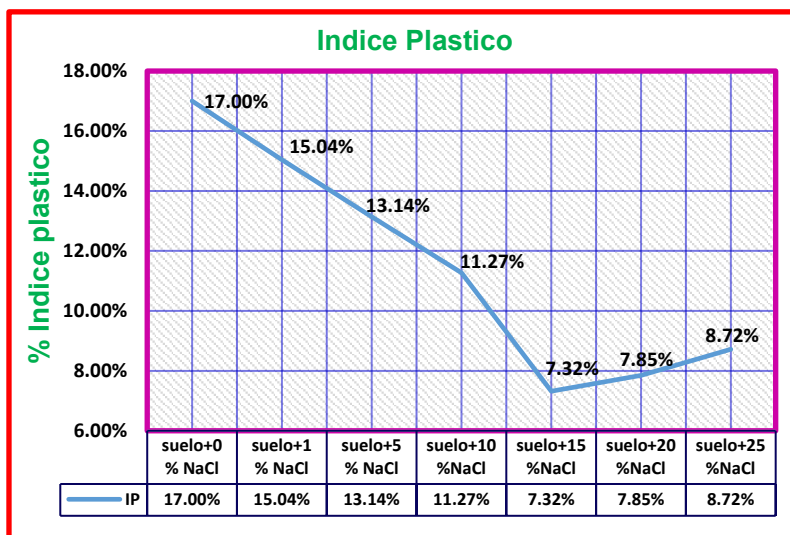


Figura 34. Resultados del IP según Larrea B. y Rivas J. (2019)

Discusión 4: Según los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó la influencia de la sal rosada en el óptimo contenido de humedad del suelo. Los resultados en la calicata C-2 muestran que al agregar el porcentaje de la sal rosada en 0%, 5%, 10% y 15% se obtuvo resultados 15%, 16.02%, 16.08%, 17.16% respectivamente, lo cual concuerda con la investigación de Eche y Peláez (2019), ya que en investigación añade el cloruro de sodio al suelo arcilloso y con alta plasticidad proporciones de 0%, 2%, 4% y 6% lo cual obtuvo resultados del OCH de 12.20%, 13%, 13.60% y 14.30% respectivamente, sin embargo discrepan con la investigación de Diaz G.(2018), ya que en su investigación adiciona el NaCl

al suelo arcilloso en 0%, 14%, 16% y 18% donde obtuvo resultados de 20.80%, 20%, 18.80% y 17.70% respectivamente donde muestra una reducción del OCH.

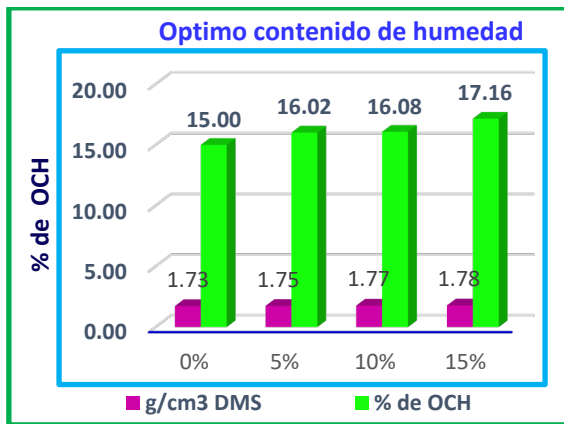


Figura 35. Resultados del OCH con la adición de la sal rosada (halita)

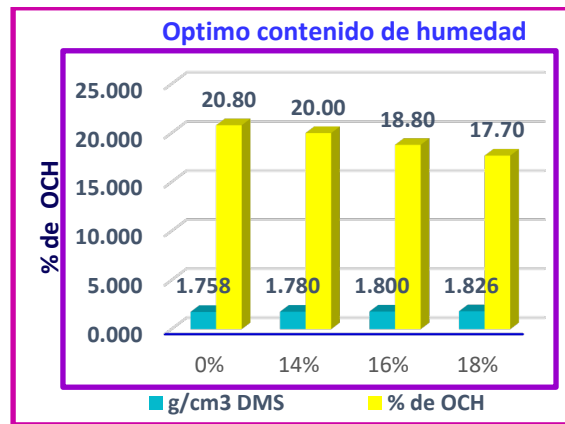


Figura 36. Resultados del OCH con la adición de NaCl según Díaz G. (2018)

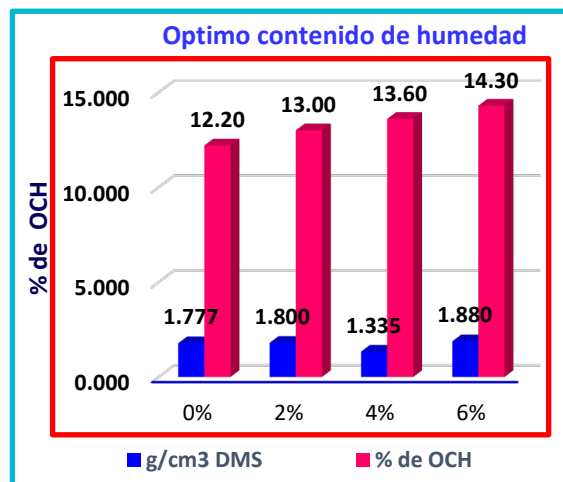


Figura 37. Resultados del OCH con la adición de NaCl según Eche y Peláez (2019)

Discusión 5: Según los resultados del CBR en la presente investigación se tiene, que al incrementar la dosificación de la sal en proporciones de 0%, 5%, 10% y 15% se tiene un incremento en los valores del CBR en 18.28%, 20.10%, 26.0% y 29%, respectivamente según la calicata C-2, lo que concuerda con la investigación de Díaz G. (2018), ya que con la adición de NaCl en 0%, 14%, 16% y 18% aumenta levemente el valor del CBR del suelo en 4.05%, 5.02%, 5.45% y 5,85% respectivamente. Por otro lado, Eche y Peláez (2019), en su ensayo de la capacidad de soporte (CBR) realizado con la incorporación de NaCl a la muestra

del suelo en un 2%, se pudo verificar que el CBR incrementa de 7% a 7.46%, mientras con la incorporación de NaCl en un 4% disminuyó a 6.43% y con la adición del 6% continuó disminuyendo llegando hasta 5.64%, donde la dosificación óptima es 2%. La presente investigación que se viene desarrollando discrepa con los resultados Eche y Peláez (2019), ya que su óptima dosificación es del 2% a partir de esta cantidad en adelante empieza a disminuir el valor del CBR, sin embargo, en la presente investigación, al incorporar la sal del 5% hasta el 15 % se puede ver el incremento del CBR, cabe mencionar que el incremento es más significativo a medida de la cantidad de adición de la sal rosada y esta, estaría concordando con los resultados de Días G. (2018).

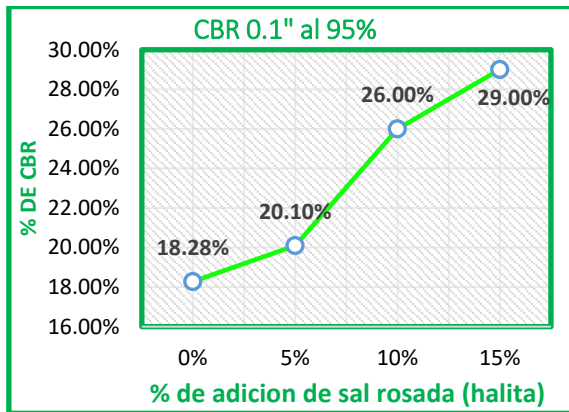


Figura 38. Resultados obtenidos del ensayo CBR.

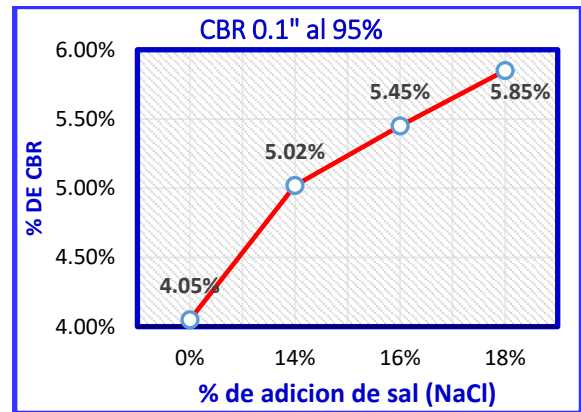


Figura 39. Resultados obtenidos según Díaz G. (2018) en el ensayo del CBR

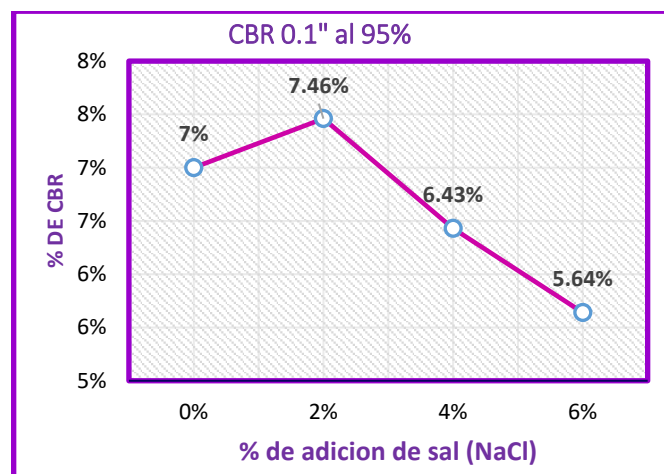


Figura 40. Resultados obtenidos del CBR según Eche y Peláez (2019).

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: El límite líquido (propiedad física) disminuye de acuerdo con la adición de la sal rosada (halita) logrando su mínimo límite líquido de 37.90% con sal rosada al 15%. La muestra de suelo patrón tiene un límite líquido de 50.50%, por tanto, se determinó que la adición de la sal rosada disminuye en gran proporción el LL de un suelo arcilloso (SC).

Conclusión 2: Con la adición de la sal rosada (halita) en 0%, 5%, 10% y 15% el comportamiento del límite plástico se reduce, teniendo como máxima reducción con la adición de 15% de sal rosada (halita) da como resultado 22.70% de LP (ver figura N° 17). La muestra de suelo patrón tiene un límite plástico de 27.20%, por lo tanto, se determinó que la adición de la sal rosada disminuye el LP de un suelo arcilloso (SC).

Conclusión 3: En lo referente a la adición de la sal rosada (halita) al suelo patrón, según los ensayos analizados previamente, se llegó a la conclusión de que el índice de plasticidad con la adición de 5%, 10% 15%, se logra obtener resultados positivos al disminuir el índice de plasticidad.

Conclusión 4: Se determinó la variación de los valores del OCH y MDS con la adición de la sal rosada (halita) en 5%, 10% y 15%; donde se vio un aumento en la MDS y el OCH con respecto a la muestra de suelo patrón; que resulta beneficioso, puesto que el incremento de la densidad significa un incremento de la capacidad portante del suelo.

Conclusión 5: Se comprobó que el CBR de un suelo arcilloso aumenta de 9.96% hasta un 58.64% con respecto al suelo patrón con la adición de 5%, 10% y 15% de la sal rosada (halita), cuyo resultado obtenido fueron de 18.28%, 20.10% 26.00% y 29.00% respectivamente, donde se confirma que ha mejorado significativamente la resistencia de suelo CBR en comparación al suelo patrón o suelo natural.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Investigar el comportamiento de un suelo arcilloso incrementando proporciones superiores al 15 % de la sal rosada (halita), para ver la óptima dosificación con lo que puede obtenerse un mejor valor del CBR del suelo.

Recomendación 2: Realizar ensayos adicionando la sal rosada en proporciones similares, para obtener mejores resultados en el mejoramiento del suelo, ya que existen diferentes combinaciones de suelo y cada una reacciona de diferente manera.

Recomendación 3: Evaluar nuevas opciones de estabilizadores con sales que sean de fácil acceso y que generen buenos resultados como el cloruro de calcio, cloruro de magnesio y cloruro de sodio para carreteras no pavimentadas donde se pueda mejorar la capacidad portante del suelo.

Recomendación 4: Utilizar aparatos que midan los materiales en suspensión de polvo en los tramos estabilizados, para comprobar su efectividad de las sales como supresores de polvo, se tendrá que aplicar el experimento en tramos con longitud mayores a un kilómetro.

REFERENCIAS

- [1]. Altamirano G. y Díaz A. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí-Rivas. universidad nacional autonoma de Nicaragua unan-Managua. Tesis titulación 2015, <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>
- [2]. Guamán I. estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). Tesis titulación universidad técnica de Ambato 2016.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24608>
- [3]. Otoya J. determinación de la eficiencia del biol con respecto al método tradicional para la mitigación del polvo en el jirón el sol sin pavimentar, distrito baños del inca – Cajamarca. Tesis titulación universidad nacional de Cajamarca 2018. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2532>
- [4]. Oscanoa K. estabilización de subrasantes blandos aplicando enzima orgánica y bischofita en carretera no pavimentada km 5+840 al km 6+900, cajas. Tesis titulación. Junín 2018.
<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2372>
- [5]. Eche k.y Pelaez A. Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash. Tesis de titulación. Universidad Cesar Vallejo. Peru 2019.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/35886>.
- [6]. Diaz G. mejoramiento del cbr de un suelo arcilloso con cloruro de sodio, Tesis de titulación, universidad privada del norte Cajamarca Perú 2019.
<https://hdl.handle.net/11537/14062>
- [7]. Larrea B. y Rivas J. Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Tesis de titulación, universidad católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador 2019.
<https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt201>
- [8]. Heitzer C. efectos de mezclas de cloruros en la humedad de caminos no pavimentados. Tesis de titulación Universidad técnica federico santa maría. Chile 2017. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23014>

- [9]. Chavarry C., Figueroa R. y Reynaga R. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. Peru 2020
DOI: 10.23857/pc.v5i6.1465,
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518100>
- [10]. Tique J. Mora R. Díaz S. y Magaña F. comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. México 2019
DOI: <http://dx.doi.org/10.31644/IMASD.20.2019.a03>.
- [11]. Morales E. Pailacura C. Estudio del comportamiento de una carpeta de rodado estabilizada con cloruro de calcio. Chile 2019. ISSN 0718-281.
<https://www.scielo.cl/pdf/oyp/n26/0718-2813-oyp-26-0027>
- [12]. Manzoor S. y Yousuf A. Stabilisation of Soils with Lime: A Review. Journal of Materials and Environmental Science · September 2020. ISSN : 2028-2508.
https://www.researchgate.net/publication/344330410_Stabilisation_of_Soils_with_Lime_A_Review
- [13]. Suresh B. Mukes, S. y Karthikeyan C. soil stabilization using lime. Issue: 2018 ISSN: 2348-3121
- [14]. Afolayan, O. Evaluation of the Effect of Lime and Cement on the Engineering Properties of Selected Soil in a University in Southwestern Nigeria. Advance focus on engineering and technology. Nigeria, 2017
ISSN: 2348-2931.
<https://www.scirp.org/%28S%28vtj3fa45qm1ean45vvffcz55%29%29/referen ce/referencespapers.aspx?referenceid=2868683>
- [15]. Pellizzari, P. La sal remedio bio-lógicamente universal: Youcanprint, 2016. ISBN 9788892651838
- [16]. Marqués Á. La sal es vida, Usos, variedades, industria y recomendaciones de consumo de la sal en alimentación, 2017.
- [17]. Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE (norma CE.020 suelos y taludes) 2021
- [18]. Rivera J., Aguirre A., Mejía R. y Orobio A. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente, Colombia, 2020.
DOI 10.23850/22565035.2530 <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>

- [19]. Castillo M. Química Inorgánica, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO, 2011.
- [20]. Crespo C. VIAS DE COMUNICACION: CAMINOS, FERROCARRILES, AEROPUERTOS, PUENTES Y PUERTOS, Limusa, 2007.
- [21]. Montejo A., Montejo A. y Montejo A. Estabilización de suelos: Ediciones de la U. 2019 ISBN: 9789587628791
<https://www.libreriadelau.com/bw-estabilizacion-de-suelos-ediciones-de-la-u-ingenieria-en-general/p>
- [22]. Bañón L. y Bevia J. manual de carreteras, Universidad de Alicante. Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana, 2000. ISBN 84-607-0123-9
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/1787>
- [23]. Sanz J. mecánica de suelos, Reverte, 1975 ISBN 847146165X, 9788471461650
- [24]. Crespo C. Mecánica de suelos y cimentaciones, Editorial Limusa, 2005. ISBN 9681864891, 9789681864897
- [25]. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- [26]. Rico A. y Castillo H. La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas, Volumen2, Editorial Limusa, 2006 ISBN 9681800540, 9789681800543
- [27]. Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras, MTC E108-1999 NTP 339.127
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- [28]. Duque G. y Enrique C. mecánica de los suelos, Manizales, Colombia, 2002
- [29]. Muñoz C. metodología de la investigación, Oxford University Press México, 2015. ISBN 9786074265422.
- [30]. Ruiz C. Instrumentos y Técnicas de Investigación Educativa, Tercera Edición, Octubre 2013.
- [31]. Hernández R. metodología de la investigación, México 2014 ISBN: 978-1-4562-2396-0

- [32]. 32. Fassio A., Pascual, L. y Suarez, F. , buenos Aires Argentina, 2002 I.S.B.N. N° 987–1076–09–6
- [33]. Hernández R. metodología de la investigación, México 2014 ISBN: 978-1-4562-2396-0
- [34]. Arias F. el proyecto de investigación 6a edición, editorial epistemei, 2006 SBN: 980-07-8529-9
- [35]. Hernández R. metodología de la investigación, México 2014 ISBN: 978-1-4562-2396-0 pág. 95
- [36]. Arias F. el proyecto de investigación 6a edición, editorial epistemei, 2006 SBN: 980-07-8529-9 pág. 57
- [37]. Núñez M. las variables: estructura y función en la hipótesis, investigación educativa, Lima: Editorial San Marcos. 2007, ISSN 17285852
- [38]. Carrasco S. Metodología de la Investigación Científica. Lima: Editorial San Marcos. 2006.
- [39]. Arias J., Villasís M. y Miranda M. El protocolo de investigación III: la población de estudio Revista Alergia México, 2016. ISSN: 0002-5151
- [40]. Ñaupas H., Valdivia M., Palacios J. y Romero H. Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis COLOMBIA 2018 ISBN 978-958-762-876-0. (Pág. 334).
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- [41]. Muñoz C. metodología de la investigación, Oxford University Press México, 2015. ISBN 9786074265422. (Pág. 168)
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
- [42]. Baena G. Metodología de la investigación, editorial: Javier Enrique Callejas, México. 2017 ISBN 978-607-744-748-1
- [43]. Ñaupas H., Valdivia M., Palacios J. y Romero H. Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis COLOMBIA 2018 ISBN 978-958-762-876-0. (Pág. 336).
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

- [44]. Instituto nacional de estadística y geografía. Diseño de la muestra en proyectos de encuesta. INEGI, 2011
- [45]. Ñaupas H., Valdivia M., Palacios J. y Romero H. Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis COLOMBIA 2018 ISBN 978-958-762-876-0. (Pág. 326).
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- [46]. Rios R. metodología para la investigación y redacción. Universidad de malanga España 2017 ISBN-13:978-84-17211-23-3
- [47]. Muñoz C. metodología de la investigación, Oxford University Press México, 2015. ISBN 9786074265422. (Pág. 186)
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>
- [48]. Ruas O. metodología de la investigación. 2015, DOI: 10.13140/RG.2.1.4170.9529
- [49]. Namakforoosh M. Metodología de la investigación. Editorial Limusa, 2000 ISBN 9681855175, 9789681855178.(Pág. 227)
https://books.google.com.pe/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=snippet&q=CONFIABILIDAD%20DE%20DE%20INSTRUMENTOS%20%20&f=false
- [50]. Namakforoosh M. Metodología de la investigación. Editorial Limusa, 2000 ISBN 9681855175, 978968185517. .(Pág. 229).
https://books.google.com.pe/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=snippet&q=CONFIABILIDAD%20DE%20DE%20INSTRUMENTOS%20%20&f=false

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Título: Aplicación de la **sal rosada (halita)** para la **estabilización del suelo** en la vía de Evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

Autor: Miguel Valente Guerra

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 SAL ROSADA (HALITA)	La famosa "sal del himalaya" pertenece a la categoría de "sal de roca". El depósito de sal se presenta como una minera, es extraída mediante explosivos o simplemente a mano, recolectada en su estado natural y posteriormente fraccionada mecánicamente. Por último, es lavada y secada (Pellizzari, P 2016)	La sal rosada de los andes o de himalaya será determinada en función al contenido de cloruro de sodio y una adecuada dosificación	Contenido de cloruro de sodio	%	De razón
			Dosificación	5%, 10%, 15%	De razón
Variable 2 ESTABILIZACIÓN DE SUELO	Es un proceso físico o químico, mediante el cual se mejora las condiciones mecánicas de un suelo (RNE (norma CE.020 suelos y taludes) 2021)	La estabilización de suelo se determinará en función a los ensayos que se realizara como es capacidad de soporte de suelos, el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y el contenido óptimo de humedad	Óptimo contenido de humedad	%	De razón
			Límite líquido	% Límites de Atteberg	De razón
			Límite de plástico	% Límites de Atteberg	De razón
			Índice de plasticidad.	% Límites de Atteberg	De razón
			Capacidad de soporte de suelos (CBR)	%	De razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Aplicación de la **sal rosada (halita)** para la **estabilización del suelo** en la vía de Evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

Autor: Miguel Valente Guerra

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Demostrar la influencia de aplicación de la sal rosada (halita) en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2022</p>	INDEPENDIENTE	SAL ROSADA (HALITA)	Contenido de cloruro de sodio	%	Ensayos de laboratorio con equipos de medidor de concentración de cloruro de sodio	Tipo de investigación aplicada
					Dosificación	5%, 10%, 15%	Balanza	Enfoque de investigación cuantitativo
<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>	DEPENDIENTE	ESTABILIZACIÓN DE SUELO	Límite líquido	% Límites de Atteberg	ensayo de laboratorio por el método de Casagrande, ASTM D-4318, ASTM D1557, MTC E 110)	El diseño de la investigación experimental
<p>¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021</p>	<p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>			Límite de plástico	% Límites de Atteberg	ensayo de laboratorio por el método de Casagrande, ASTM D4318, (ASTM D2487) ASTM D1557, MTC E 110)	El nivel de la investigación: explicativo
								Población: la vía de evitamiento

Muestra:
1.50 kilómetro de
la vía de
evitamiento la
parte mas critico

Muestreo:
no probabilístico

<p>¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021</p>	<p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>			<p>Índice de Plasticidad.</p>	<p>% Limites de Atteberg</p>	<p>ensayo de laboratorio por el método de Casagrande, ASTM D-4318, ASTM D1557, MTC E 110)</p>
<p>¿De qué manera la sal rosada (halita) influye en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>	<p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>			<p>Optimo contenido de humedad</p>	<p>%</p>	<p>ensayo de Proctor Modificado bajo la norma ASTM D1557 , NTP 339.127</p>
<p>¿De qué manera la aplicación de la sal rosada (halita) influye en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021?</p>	<p>Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>	<p>La aplicación de la sal rosada (halita) influye en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021</p>			<p>Capacidad de soporte de suelos</p>	<p>%</p>	<p>ensayo del CBR bajo normas ASTM D1883</p>

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



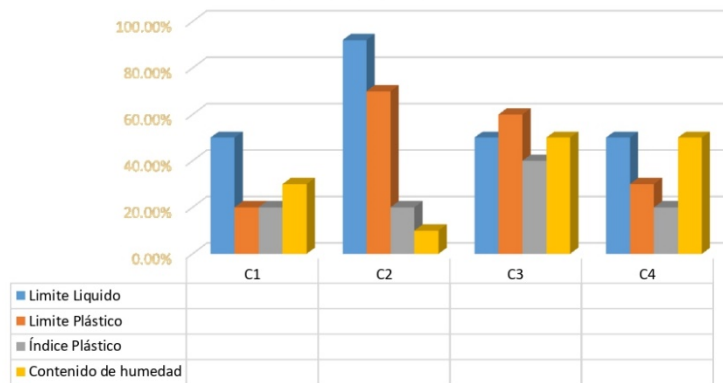
LÍMITES DE ATTERBERG

Alumno :
Proyecto:
Procedencia de la muestra:
Profundidad:
Fecha de ensayo:

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO EN ESTADO NATURAL.

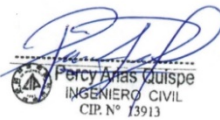
Calicatas	progresiva	LÍMITES DE ATTERBERG			Contenido de humedad	Clasificación SUCS	Clasificación ASSHTO
		Limite Líquido	Limite Plástico	Índice Plástico			
		%	%	%			
C1	0+00						
C2	0+350						
C3	0+700						
C4	1+050						

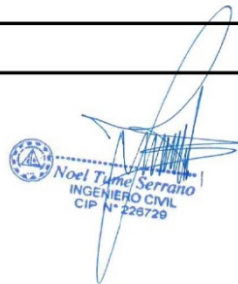
LÍMITES DE ATTERBERG



observaciones:


 Ing. Jorge Pérez Laurel
 CIP. 14262


 Percy Arias Quispe
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 13913

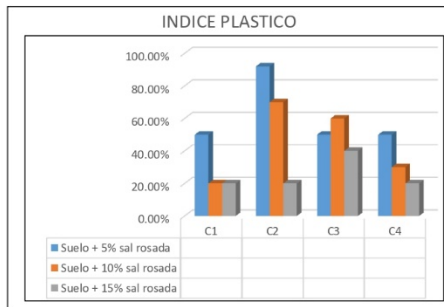
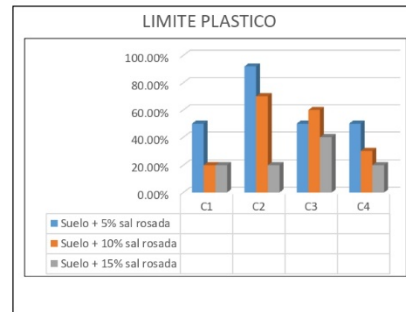
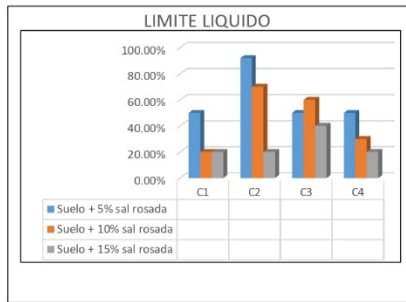

 Noel Tame Serrano
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 226729

LÍMITES DE ATTERBERG

Alumno :
Proyecto:
Procedencia de la muestra:
Profundidad:
Fecha de ensayo:

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LAS MUESTRAS DE SUELO CON ADICIÓN DE SAL ROSADA.

calicata	progresiva	LÍMITES DE ATTERBERG								
		Limite Liquido			Limite Plástico			Índice Plástico		
		Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada	Suelo + 5% sal rosada	Suelo + 10% sal rosada	Suelo + 15% sal rosada
C1	0+000									
C2	0+350									
C3	0+700									
C4	1+050							50%		



Observaciones:



Ing. Jorge Pérez Laurel
CIP: 14262



Percy Luis Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 13913



Noel Tamayo Serrano
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 220720

ENSAYOS DE CBR Y PROCTOR MODIFICADO

Alumno :
Proyecto:
Procedencia de la muestra:
Profundidad:
Fecha de ensayo:

ESQUEMA PARA ENSAYOS MECÁNICOS MUESTRAS DE SUELO CON ADICION DE SAL ROADA

Calicata	Progresiva	dosificacion	5% sal rosada	10% sal rosada	15% sal rosada
C-N	00+00	PROCTOR MODIFICADO	DMS		
			OCH		
		CBR	CBR al 95% de MDS		
			CBR al 100% a 0.1"		

Observaciones:



Ing. Jorge Pérez Laurel
CIP: 142613



Percy Rojas Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 13913



Noel Tania Serrano
INGENIERO CIVIL
CIP: N° 226720

Anexo 4. Validez

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

Apellidos y Nombres : Tume Serrano Noel
 Titulo y/o grado : Ing. Civil
 Registro profesional : 226729
 Autor : Miguel Valente Guerra
 Proyecto : Aplicación de la sal rosada (halita) para estabilización de suelo en la vía de Evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = ni desacuerdo ni acuerdo; 4 = de acuerdo; 5 = muy de acuerdo)		Grado de acuerdo				
		1	2	3	4	5
ADECUACIÓN	La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)				X	
	Las opciones de respuesta son adecuadas					X
	Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico					X
PERTINENCIA	Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Demostrar la influencia de aplicación de sal rosada (halita) en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 1 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 2 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 4 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 5 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)					X

observaciones:





 Noel Tume Serrano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 226729

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

Apellidos y Nombres : Arias quispe Percy
 Título y/o grado : Ing. Civil
 Registro profesional : 139131
 Autor : Miguel Valente Guerra
 Proyecto : Aplicación de la sal rosada (halita) para estabilización de suelo en la vía de Evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = ni desacuerdo ni acuerdo; 4 = de acuerdo; 5 = muy de acuerdo)		Grado de acuerdo				
		1	2	3	4	5
ADECUACIÓN	La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)					X
	Las opciones de respuesta son adecuadas					X
	Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico				X	
PERTINENCIA	Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Demostrar la influencia de aplicación de sal rosada (halita) en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 1 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 2 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 4 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 5 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)					X

observaciones:



 Percy Arias Quispe
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 13913

FICHA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

Apellidos y Nombres : Perez Laurel Jorge
 Titulo y/o grado : Ing. Civil
 Registro profesional : 142828
 Autor : Miguel Valente Guerra
 Proyecto : Aplicación de la sal rosada (halita) para estabilización de suelo en la vía de Evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = ni desacuerdo ni acuerdo; 4 = de acuerdo; 5 = muy de acuerdo)		Grado de acuerdo				
		1	2	3	4	5
ADECUACIÓN	La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)				X	
	Las opciones de respuesta son adecuadas				X	
	Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico				X	
PERTINENCIA	Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Demostrar la influencia de aplicación de sal rosada (halita) en la estabilización de suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021.)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 1 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en la capacidad de soporte del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 2 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite plástico del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 3 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el límite líquido del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)					X
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 4 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el índice de plasticidad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay - Apurímac – 2021)				X	
	Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N.º 5 de la investigación (Determinar la influencia de la sal rosada (halita) en el contenido de humedad del suelo en la vía de evitamiento - Abancay Apurímac – 2021)					X

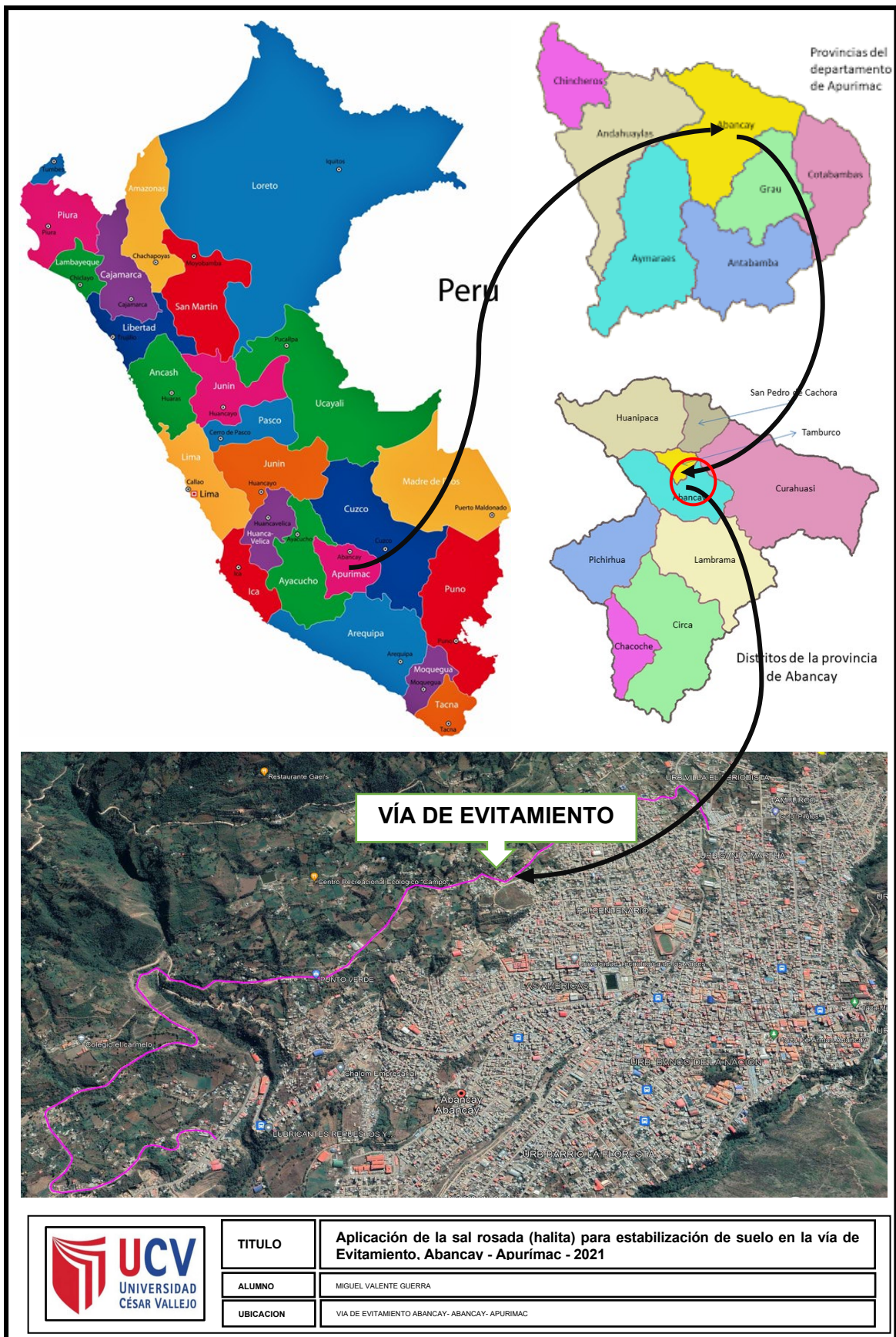
observaciones:





 Ing. Jorge Pérez Laurel
 CIP. 142828

Anexo 5. Mapas y Planos



TITULO	Aplicación de la sal rosada (halita) para estabilización de suelo en la vía de Evitamiento. Abancay - Apurímac - 2021
ALUMNO	MIGUEL VALENTE GUERRA
UBICACION	VIA DE EVITAMIENTO ABANCAY- ABANCAY- APURIMAC

Anexo 6. Panel fotográfico



Figura 40. La sal rosada (halita) en su estado de roca



Figura 41. La sal rosada (halita) material estabilizante



Figura 42. Estado actual de la vía de evitamiento



Figura 43. Evidencia del estado actual de la vía de evitamiento con el exceso de polvo



Figura 44. Estado actual de la vía de evitamiento y zona de extracción de muestra



Figura 45. Evidencia del estado actual de la vía de evitamiento con exceso de polvo.



Figura 46. Estado actual de la vía de evitamiento exceso



Figura 47. Evidencia del regado continuo con agua la vía de evitamiento para evitar la contaminación por exceso de polvo



Figura 48. Zona de extracción de muestra C-1 00+00 KM



Figura 49. Zona de extracción de muestra C-2 00+350 KM



Figura 50. Zona de extracción de muestra C-3 00+700



Figura 51. Zona de extracción de muestra C-4 1+050 KM



Figura 52. Ensayo de análisis granulométrico

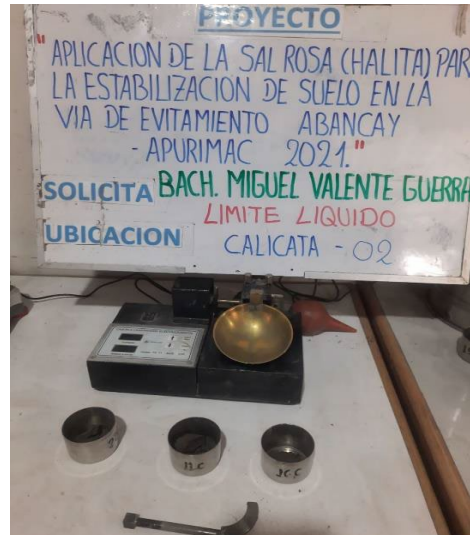


Figura 52. Ensayo para determinar el límite líquido



Figura 52. Ensayo para determinar el límite plástico



Figura 52. Ensayo para determinar el índice de plasticidad



Figura 52. Ensayo de CBR

INFORME TECNICO
N° 003-2022



ESTUDIO DE SUELO - SUBRASANTE CON FINES DE ESTABILIZACIÓN

INFORME TENIDO

N°003 - 2022

PROYECTO:

"APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (HALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO ABANCAY – APURIMAC 2021"



SOLICITANTE : MIGUEL VALENTE GUERRA

RESPONSABLE : SAUL J. CHIPA CAHUANA
INGENIERO CIVIL
CIP 193001

UBICACIÓN Distrito : ABANCAY
Provincia : ABANCAY
Departamento : APURIMAC

ENERO DEL 2022



Contenido

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	3
1.2	NORMATIVIDAD	3
1.3	UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO	3
1.4	ACCESO AL ÁREA DEL PROYECTO	5
2	FUENTES Y ESTUDIO DE LA SUBRASANTE	6
2.1	TÉCNICAS DE INVESTIGACION	6
2.2	REGISTRO DE EXPLORACIÓN	6
2.3	ENSAYOS DE LABORATORIO	6
2.4	REQUISITOS DEL SUELO ESTABILIZADO.....	8
2.5	DEL CLORURO DE SODIO	9
2.6	CONTROL Y TOLERANCIAS.....	9
2.7	EN EL SUELO ESTABILIZADO:.....	9
3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10
3.1	CONCLUSIONES	10
3.2	RECOMENDACIONES	13
	ANEXOS	14

1 GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente informe técnico tiene por finalidad estudiar las características físicas y mecánicas del suelo de la subrasante provenientes de la vía de evitamiento de la ciudad de Abancay, tal estudio se denominará “**APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (HALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO ABANCAY – APURIMAC 2021**”.

1.2 NORMATIVIDAD

El presente informe está regido por las siguientes normas:

- EG – 2013 sección 30.D – suelos estabilizados con sales “Especificaciones técnicas generales para construcción”.

1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

La región Apurímac se encuentra situada en la zona centro sur del territorio peruano con una superficie de 20896 Km², limitada al Norte y Este con la región de Cusco, al Sur con la región de Arequipa y al Oeste con la región de Ayacucho, conformada por 07 provincias.

Región : Apurímac
Provincia : Abancay
Distrito : Abancay

La provincia de Abancay es una de las siete provincias que conforman el departamento de Apurímac en el Sur del Perú.

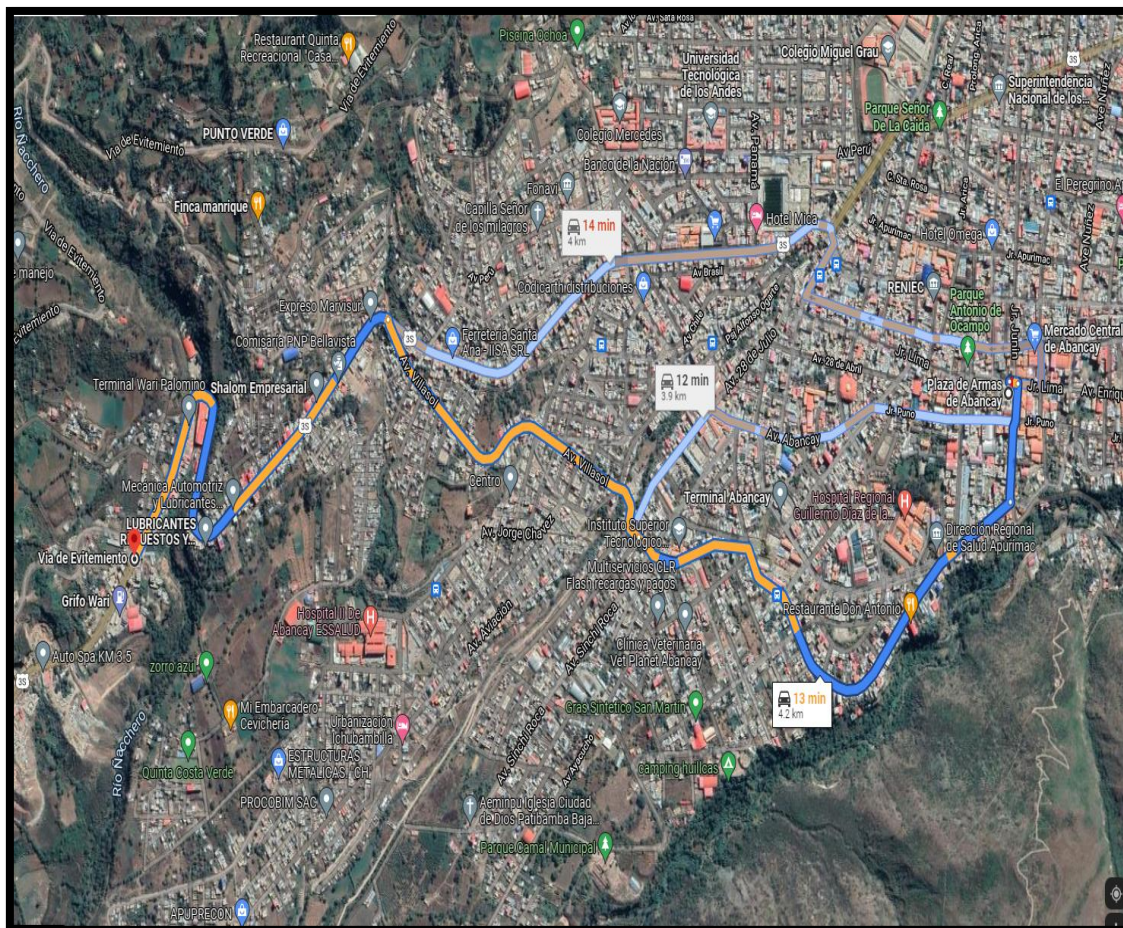
El distrito de Abancay forma parte de la provincia de Abancay, estando ubicada en las siguientes coordenadas:

Altitud : 2386 msnm
Este : 729459
Norte : 8491386

1.4 ACCESO AL ÁREA DEL PROYECTO

El acceso es por la vía terrestre desde la plaza de armas de Abancay hasta el kilómetro 0+000 de la vía de evitamiento es por un tramo de 4 Km, de carretera pavimentada. El acceso a esta se hace por una vía con tramo de recorrido de 14 minutos, por carretera pavimentada, en la actualidad esta vía es la vía principal entre las ciudades de Abancay y la ciudad de Lima.

DESDE	HASTA	DIST. (KM)	TIPO DE VIA	TIEMP. (min)
Plaza Abancay	Km 0+000	4	Calles Pavimentadas	14 min



2 FUENTES Y ESTUDIO DE LA SUBRASANTE

El estudio de la subrasante del proyecto permite determinar sus propiedades físico mecánicas del suelo, con estas características establecer la calidad del suelo y garantizar la estabilidad de las estructuras del proyecto, estas propiedades se determinan con ensayos de laboratorio.

Mencionado lo anterior los suelos sometidos al estudio de suelo serán adicionados proporcionalmente con sal rosada (halita) con la finalidad de estabilizar y por lo tanto mejorar las propiedades físico mecánicas de la misma.

Las muestras provienen de las siguientes ubicaciones:

SUELO	LADO	LUGAR
CALICATA 01	Centro	Vía de evitamiento Abancay
CALICATA 02	Centro	Vía de evitamiento Abancay
CALICATA 03	Centro	Vía de evitamiento Abancay
CALICATA 04	Centro	Vía de evitamiento Abancay

2.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACION

Se ha realizado muestreo un total de dos (04) calicatas, además se ha intervenido a estas basándose en el manual de carreteras “EG – 2013, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”. De acuerdo a las características del suelo y fines del proyecto se ha excavado las dos (04) calicatas de exploración a cielo abierto, denominados C - 01, C -02, C-03 y C -04, se tomaron muestras alteradas (disturbadas), cada tipo encontrado se identificó y describió visualmente, de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.150

2.2 REGISTRO DE EXPLORACIÓN

REGISTRO DE EXPLORACIÓN			
CAL -	Caracterización de los estratos		
	Estratos	Composición	Observación.
01	E – 01	A-2-4: Gravas y arena arcillosa o limosa.	-
02	E – 01	A-2-7: Gravas y arena arcillosa o limosa.	-
03	E – 01	A-2-4: Gravas y arena arcillosa o limosa.	-
04	E – 01	A-2-7: Gravas y arena arcillosa o limosa.	-

2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para el ensayo de materiales de los puntos de investigación (calicatas) se ha desarrollado siguiendo los lineamientos y recomendaciones que están contenidos en el MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PARA CARRETERAS EM-2016, APROBADO MEDIANTE DS N° 034-2008-MTC que incluyen las normas de la ASTM (American Society for Testing Materials), la norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), para la realización de los ensayos y análisis de Laboratorio.

También se usaron el "EG – 2013, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción", y la Norma Técnica Peruana.

Análisis granulométrico de Suelos por Tamizado (MTC E 107 – 2016).-

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200).

Determinación del contenido de humedad de un suelo (MTC E 108 – 2016).-

Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

Determinación del Limite Líquido de los suelos (MTC E 110 – 2016). -

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

Determinación de Limite Plástico de los suelos (MTC E 111 – 2016). -

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen. Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor Modificado).

- Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

California Bearing Ratio (CBR) en laboratorio. - Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

2.4 REQUISITOS DEL SUELO ESTABILIZADO

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de las muestras de las calicatas se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayo de Laboratorios del MTC (vigente) y serán las que señalen las especificaciones técnicas generales para la construcción de afirmados.

Los ensayos de los suelos fueron realizados del conjunto de los materiales de la subrasante, por personal calificado, instalaciones convenientes para la ejecución correcta de los ensayos siguiendo Normas de Ensayos del MTC y/o normas internacionales como ASTM o AASHTO, equipos debidamente calibrados asegurando la calidad de los resultados de los ensayos. Para el SUELO ESTABILIZADO CON SALES, es necesario cumplir con los parámetros establecidos como:

DESCRIPCION	ESPEC. TEC. REQUERIDAS	OBSV.
MAT. ORGANICA	Máximo 3%	-
INDICE PLASTICO	Mínimo 8%	-
PASANTE N°200	Mínimo 12%	-
T. M. DE LA GRAVA	Máximo 2"	-
ESPESOR DE CAPA	Mínimo 15 cm	-

2.5 DEL CLORURO DE SODIO

Estos materiales deberán cumplir los requisitos mínimos establecidos en las siguientes Tablas:

CARACTERISTICAS	LIMITES
Cloruro de sodio %	98 – 99.7
Humedad %	2 – 3.6
Material insoluble %	0,007 – 0,175
Ion Calcio %	0,035 – 0,910
Ion Magnesio %	0,002 – 0,074
Ion Sulfato %	0,125 – 0,355
Tamiz N°4	20 – 55 %
Tamiz N°16	50 – 70 %
% Pasante Tamiz N°16	13 % máx.

2.6 CONTROL Y TOLERANCIAS

El constructor y la supervisión de la obra son los responsables por la ejecución de las pruebas y por el cumplimiento de las exigencias de la norma.

2.7 EN EL SUELO ESTABILIZADO:

Se efectuarán los ensayos de control y con las frecuencias indicadas en la Tabla 301.D - 02 de la norma "EG – 2013, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" el cual indica la frecuencia de ensayos de control de la adición de la sal. La frecuencia de los ensayos puede incrementarse en opinión del Supervisor, dependiendo de la variación de la estratigrafía en cantera, que pueda originar cambios en las propiedades de los suelos. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

El grado de compactación del afirmado, será como mínimo del 100 % de la Máxima Densidad Seca obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

MATERIAL	PROPIEDADES	NORMA	FRECUENCIA	MUESTREO
SUELO ESTABILIZADO CON CLORURO DE SODIO	Granulometría	MTCE 107	750 m3	Pista
	Índice plástico	MTCE 111	750 m3	Pista
	Relac. Dens.-hum.	MTCE 115	500 m3	Pista
	CBR	MTCE 132	500m3	Pista
	Compactación	MTCE 117	Cada 250 m2	Pista
	Abrasión	MTCE 207	2000 m3	Cantera

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

- 1) En el área de estudio predominan los suelos Granulares y arenosos tales como: La combinación de gravas, arenas y limos con arcillas, estas con una clasificación según SUCS Y AASHTO de la siguiente forma:

CALICATA	SUCS	AASHTO	OBSRV.
01	GP-GM	A - 2 - 4	-
02	SP-SC	A - 2 - 7	-
03	GP-GM	A - 2 - 4	-
04	SP-SC	A - 2 - 7	-

- 2) Las características físicas y mecánicas del suelo **NATURAL SIN ADICIÓN DE LA SAL ROSADA (HALITA)** estudiado, obtenido por medio de los diferentes ensayos realizados en laboratorio se muestran en el siguiente cuadro:

CARACTERISTICAS	CALICATA			
	01	02	03	04
Clasificación SUCS	GP - GM	SP - SC	GP - GM	SP - SC
Clasificación AASHTO	A-2-4	A-2-7	A-2-4	A-2-7
Humedad natural (%)	9.3	18.3	14.50	16.50
Limite liquido (%)	31.8	50.5	34.00	47.90
Limite plástico (%)	22.6	27.2	26.70	25.90
Índice de plasticidad	9.2	23.5	13.80	22.00
Densidad Máxima Seca (gr/cm3)	2.153	1.733	2.033	1.845
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	4.61	15.00	6.60	13.30
California Bearing Ratio (CBR) – al 95%	27.00	18.28	25.51	19.35

- 3) El Cloruro de sodio es una sal, que se produce mediante tres métodos, el más antiguo consiste en el empleo del calor solar para producir la evaporación del agua salada, con lo que se obtienen los residuos de sal. Otro método consiste en la extracción directa de las minas de sal y tercer método consiste en la evaporación del agua de mar mediante el empleo de hornos.
- 4) El cloruro de sodio se presenta en forma de cristales, fácilmente solubles en agua, los cuales son higroscópicos y se les consigue en el mercado constituyendo cristales grandes o polvo fino y con diferentes grados de pureza.

- 5) La incidencia directa del la Halita consiste en mejorar la capacidad de soporte del suelo es decir se va reflejar en el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).
- 6) De los resultados de laboratorio que se sometieron ambas muestras se deduce que la calicata 02 es mas susceptible a desestabilizarse y por lo cual se vio por conveniente hacer las pruebas de estabilización con la adición de Halita a este suelo o calicata y ver la evolución con esta.
- 7) Las características físicas y mecánicas del Suelo **NATURAL CON ADICIÓN DE LA SAL ROSADA (HALITA)**

Resultados de los ensayos con adición de la Halita al 5 %.

CARACTERÍSTICAS	CALICATA	
	02	OBSERVACIÓN
Clasificación SUCS	SP - SC	Adición de halita al 5%
Clasificación AASHTO	A-2-7	Adición de halita al 5%
Limite liquido (%)	46.6	Adición de halita al 5%
Limite plástico (%)	25.6	Adición de halita al 5%
Índice de plasticidad	21	Adición de halita al 5%
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.747	Adición de halita al 5%
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	16.02	Adición de halita al 5%
California Bearing Ratio (CBR) - al 95%	20	Adición de halita al 5%

Resultados de los ensayos con adición de la Halita al 10 %.

CARACTERÍSTICAS	CALICATA	
	02	OBSERVACIÓN
Clasificación SUCS	SP - SC	Adición de halita al 10%
Clasificación AASHTO	A-2-7	Adición de halita al 10%
Limite liquido (%)	40.5	Adición de halita al 10%
Limite plástico (%)	25.2	Adición de halita al 10%
Índice de plasticidad	15.3	Adición de halita al 10%
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.77	Adición de halita al 10%
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	16.08	Adición de halita al 10%
California Bearing Ratio (CBR) - al 95%	26	Adición de halita al 10%

Resultados de los ensayos con adición de la Halita al 15 %.

CARACTERÍSTICAS	CALICATA	
	02	OBSERVACIÓN
Clasificación SUCS	SP - SC	Adición de halita al 15%
Clasificación AASHTO	A-2-6	Adición de halita al 15%
Límite líquido (%)	37.9	Adición de halita al 15%
Límite plástico (%)	22.7	Adición de halita al 15%
Índice de plasticidad	15.00	Adición de halita al 15%
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.782	Adición de halita al 15%
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	17.16	Adición de halita al 15%
California Bearing Ratio (CBR) - al 95%	29	Adición de halita al 15%

- 8) El agua que se use para la construcción de bases de suelo-sal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales. Se podrá incorporar al agua, Cloruro de sodio, produciendo salmuera o también podrá aplicarse el agua de mar, mediante riego de
- 9) Previo a la ejecución de la estabilización se deben efectuar los siguientes controles:
- Granulometría del suelo a estabilizar por Límite de Atterberg.
 - Densidad máxima compactada por Humedad de compactación.
 - pH del suelo y/o mezcla.
 - pH del cloruro de sodio (debe cumplir especificado por el fabricante).
 - Contenido de materia orgánica del suelo.
 - Dosificación del cloruro de sodio a emplear
- 10) Según la caracterización visual por el profesional responsable del laboratorio se observaron que el suelo de la calicata 01 tiene mejores condiciones que la calicata 02.

3.2 RECOMENDACIONES

- 1) Cuando la mezcla de suelo – sal tenga la humedad óptima, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida.
- 2) En las capas estabilizadas realizar los controles de densidad de campo in situ, 1 ensayo cada 250 m² los cuales deberán llegar como mínimo al 100 % de la densidad seca máxima.
- 3) Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de 2 horas desde el inicio de la mezcla. Si durante dicho plazo no se logran las condiciones de compactación exigidas más adelante (compactación) de esta especificación, el tramo se pondrá en observación.
- 4) Si el Proyecto lo señala, al terminar la compactación final de la capa suelo – cloruro de sodio, se realizará un riego superficial, manteniendo la dosificación establecida (solución: cloruro de sodio y agua).
- 5) Al final del trabajo diario y/o cuando haya transcurrido más de 1 hora desde el momento en que se haya ejecutado la compactación final de la capa estabilizada, con la finalidad de proteger la capa construida, de la nueva capa que se vaya a conformar sucesivamente, se construirán juntas transversales (perpendicular al eje), haciendo un corte vertical en la capa construida situada aproximadamente a 7 cm de su borde. La superficie de contacto de la junta se debe humedecer antes de proseguir con la colocación de la nueva mezcla.



ANEXOS





CALICATA 01



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO**
Distrito: **ABANCAY**

Provincia: **ABANCAY**
Region: **APURIMAC**

Fecha: **24-01-22**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE**

Material: **SUBRAZANTE**

Cantera: **_**

Calicata: **1**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1049.8 gr	Muestra lavada y secada	812.3 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	84.10	84.10	8.01	91.99
1"	25.400	135.60	135.60	12.92	79.07
3/4"	19.050	13.00	13.00	1.24	77.83
1/2"	12.700	115.50	115.50	11.00	66.83
3/8"	9.525	71.60	71.60	6.82	60.01
1/4"	6.350	50.00	50.00	4.76	55.25
Nº4	4.750	73.40	73.40	6.99	48.26
Nº10	2.000	111.80	111.80	10.65	37.61
Nº20	0.850	65.20	65.20	6.21	31.40
Nº40	0.425	30.40	30.40	2.90	28.50
Nº60	0.300	18.40	18.40	1.75	26.75
Nº100	0.149	20.00	20.00	1.91	24.84
Nº200	0.075	23.20	23.20	2.21	22.63
Cazuela		0.10	237.60	22.63	

D60 = 9.517
D30 = 0.645
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

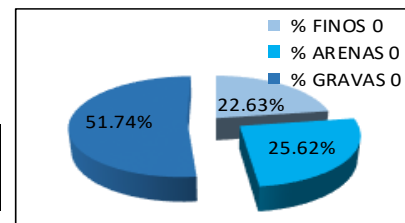
Cc = NO TIENE

TOTAL
Diferencia 812.30 1049.80 100.00
0.00 <3% %Finos= 22.63

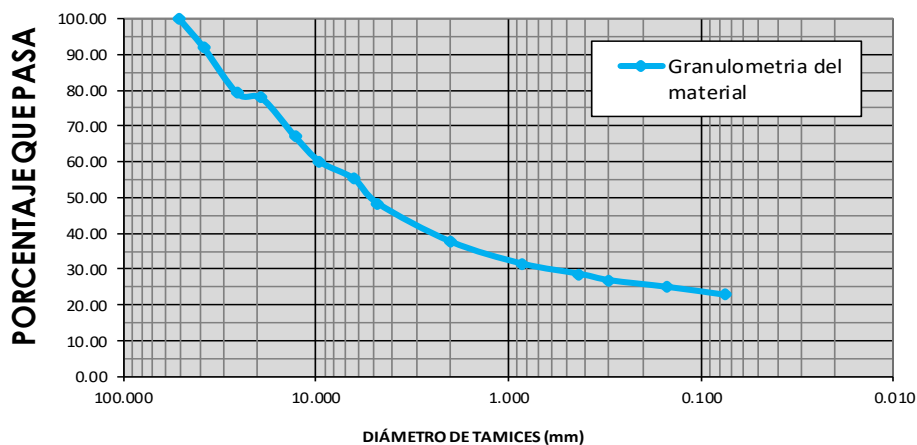
IG= 0

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	22.63%
% ARENAS	25.62%
% GRAVAS	51.74%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Ubicación: Sector: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 1

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

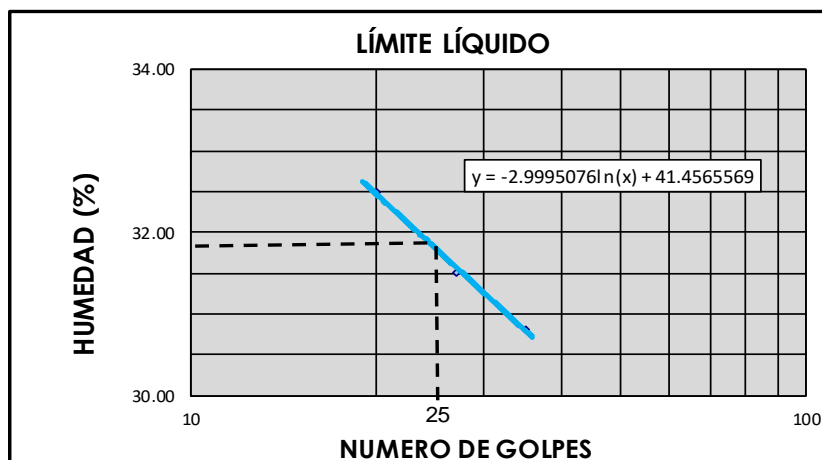
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3	
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	68.29	68.42	66.43	
Caps.+ S. seco	61.83	61.82	60.38	
Agua	6.46	6.60	6.05	
Peso Cápsula	41.95	40.88	40.75	
Peso S. seco	19.88	20.94	19.63	
% Humedad	32.49	31.52	30.82	
N° de golpes	20	27	35	

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps.+ S. húmedo	46.10	47.78	46.80	45.00
Caps.+ S. seco	44.89	46.63	45.41	44.08
Agua	1.21	1.15	1.39	0.92
Peso Cápsula	39.54	41.49	39.30	40.00
Peso S. seco	5.35	5.14	6.11	4.08
% Humedad	22.62	22.37	22.75	22.55

LÍMITE LÍQUIDO	=	31.8 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.6 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	9.2 %



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCA Y – APURÍMAC 2021"

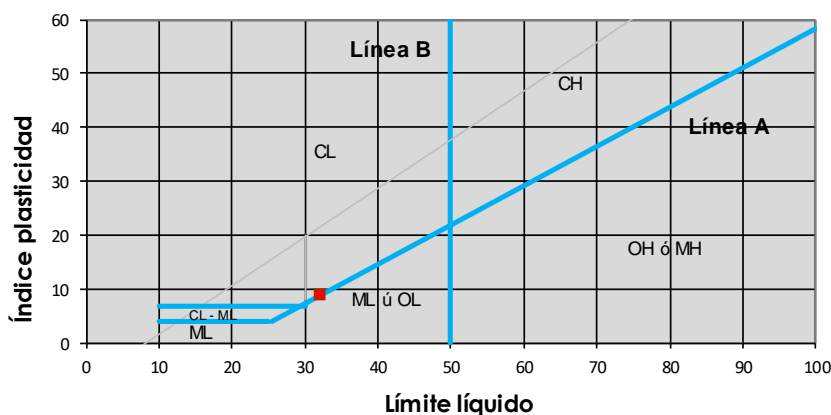
Ubicación: Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCA Y** Fecha: **24-01-22**
 Distrito: **ABANCA Y** Region **APURÍMAC**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE**
 Canteras: **_**
 Calicata: **1**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	48.26
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	37.61
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	28.50
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	24.84
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	22.63
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	0
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	31.80
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	22.58
02.02	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9.22
03.01	HUMEDAD NATURAL(%)	9.30
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS		GP-GM: Grava mal graduada con limo con arena
Observaciones	TIPO DE SUELO: Grava mal graduada con limo con arena	

Ábaco de Casagrande





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTC** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**

Hecho por: uestreo: **SOLICITANTE** Material **SUBRAZANTE**
Cantera _
Calicata: **1**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	526.33	554.24	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	493.00	517.83	468.00	
Peso del agua	33.33	36.41	32.00	
Peso de la cápsula	131.99	127.94	120.00	
Peso neto del suelo seco	361.01	389.89	348.00	
% de Humedad	9.23	9.34	9.20	

w (%) Promedio = 9.30

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO	Provincia: ABANCAY	Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY	Region: APURIMAC	
Muestreo: SOLICITANTE	Material: SUBRAZANTE	
	Cantera: _	
	Calicata: _	

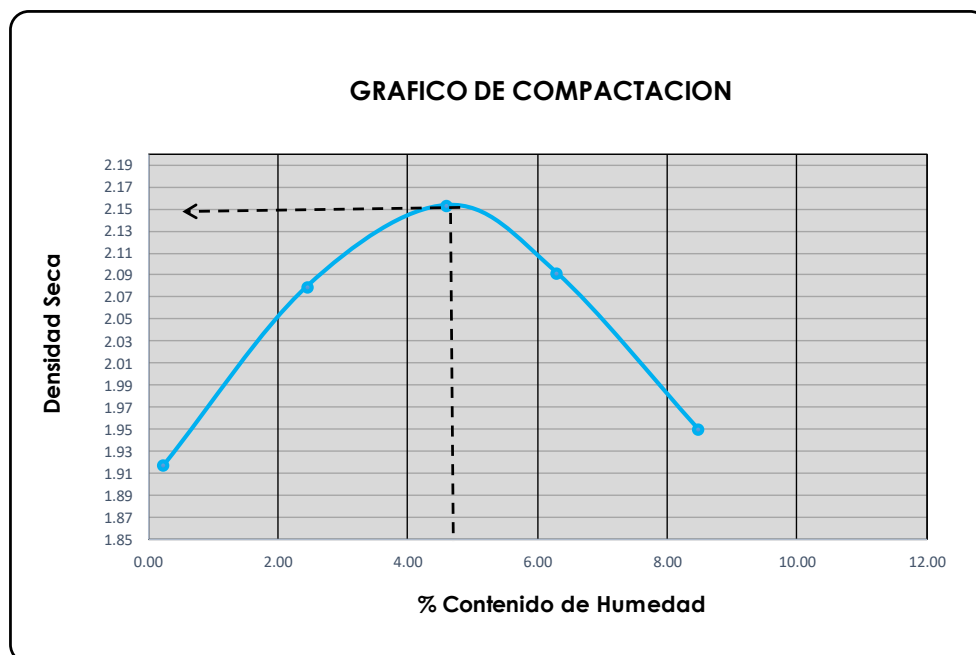
Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

N° de Capas: 5	
N° de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	90.00	88.26	130.01	88.26
Wcap+sh.	500.00	456.84	413.01	456.84
Wcap+ss.	499.00	448.00	400.53	435.00
Wss.	409.00	359.74	270.52	346.74
Ww.	1.00	8.84	12.48	21.84
%CH.	0.24	2.46	4.61	6.30

%CH.	0.24	2.46	4.61	6.30
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	11000	11442	11700	11640
Wsh.	4084	4526	4784	4724
Densidad Hum.	1.923	2.131	2.252	2.224
Densidad Seca	1.918	2.080	2.153	2.092

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	2.153
Contenido Optimo de Agua(%) :	4.61



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **4.61**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **2.153**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **2.045**
 Calicata: **1**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

Fecha: **24-01-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA		
Peso del molde(gr).			8060			8289			8243			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			12400			12900			13080			
Muestra Humeda(gr).			4340			4611			4837			
Densidad Humeda(gr/cm3).			2.04			2.17			2.28			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO		
Peso de la capsula(gr).			110.00			111.00			120.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00			500.00			500.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			485.00			484.00			485.00			
Muestra Seca(gr).			375.00			373.00			365.00			
Contenido de Agua(gr)			15.00			16.00			15.00			
Contenido de Humedad(%).			4.00			4.29			4.11			
Densidad Seca(gr/cm3).			1.965			2.082			2.187			
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908
	4.00	13:04	3.00	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		DIAL	MPa		DIAL	MPa		
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		2	0.27		20	0.64		75	1.79		
	0.050		12	0.47		40	1.05		95	2.21		
	0.075		22	0.68		61	1.49		123	2.81		
	0.100	6.90	30	0.84	12.23	72	1.72	24.98	142	3.22	46.65	
	0.125		39	1.03		83	1.96		160	3.61		
	0.150		48	1.22		100	2.32		185	4.15		
	0.200	10.3	60	1.47	14.28	129	2.94	28.53	220	4.92	47.79	
	0.300		85	2.00		175	3.93		265	5.92		
	0.400		100	2.32		225	5.03		300	6.70		
0.500		110	2.53		260	5.81		340	7.61			

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

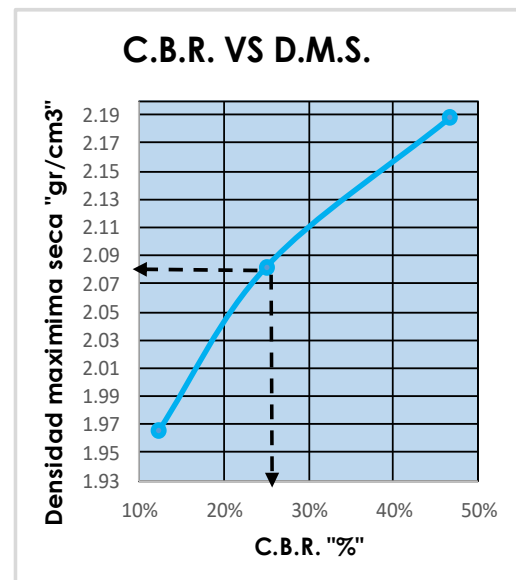
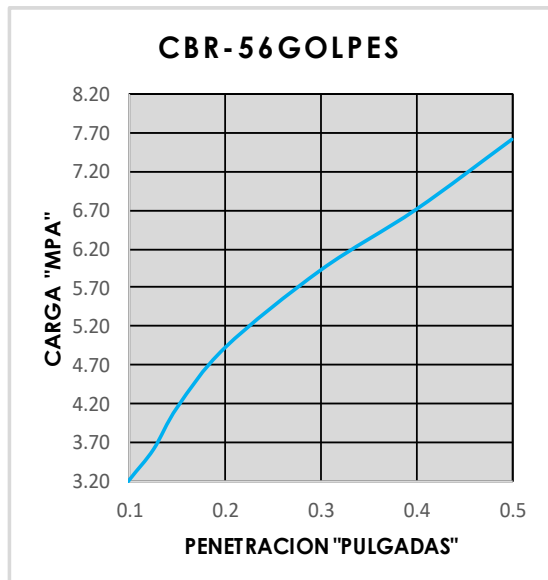
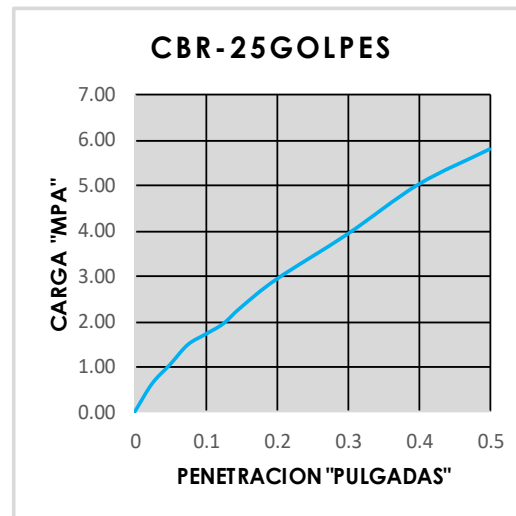
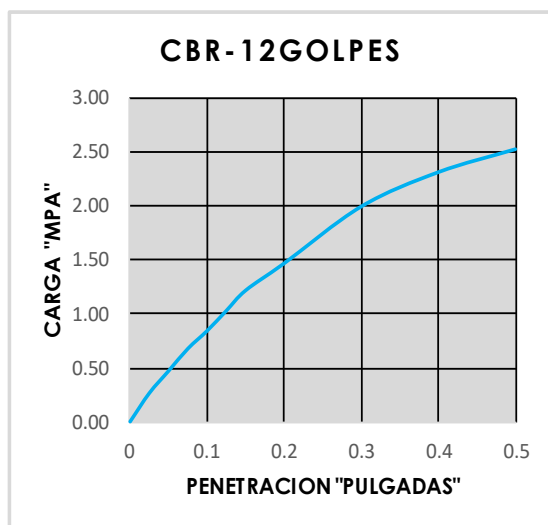
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC
Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 1

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

Fecha: 24-01-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	4.00	1.96	1.09	12.23	C.B.R. - 95%	27.00
25	4.29	2.08	1.09	24.98	C.B.R. - 100%	46.65
56	4.11	2.19	1.09	46.65		



CALICATA 02



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO

Provincia: ABANCAY

Fecha: 24-01-22

Distrito: ABANCAY

Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRAZANTE

Cantera: _

Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	835.9 gr	Muestra lavada y secada	309.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	38.70	38.70	4.63	95.37
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	95.37
1/2"	12.700	55.70	55.70	6.66	88.71
3/8"	9.525	15.80	15.80	1.89	86.82
1/4"	6.350	20.00	20.00	2.39	84.42
N°4	4.750	22.00	22.00	2.63	81.79
N°10	2.000	41.00	41.00	4.90	76.89
N°20	0.850	37.00	37.00	4.43	72.46
N°40	0.425	29.30	29.30	3.51	68.96
N°60	0.300	17.20	17.20	2.06	66.90
N°100	0.149	15.30	15.30	1.83	65.07
N°200	0.075	17.00	17.00	2.03	63.03
Cazuela		0.00	526.90	63.03	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

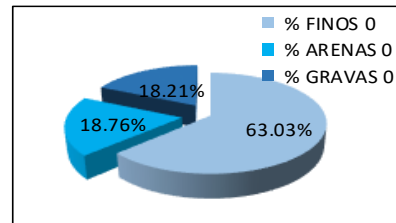
Cc = NO TIENE

TOTAL
Diferencia 309.00 835.90 100.00
0.00 <3% %Finos= 63.03

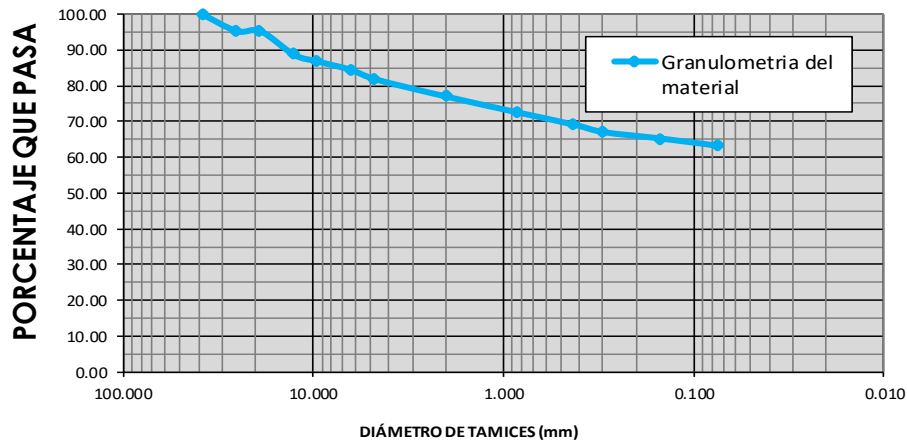
IG= 13

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	63.03%
% ARENAS	18.76%
% GRAVAS	18.21%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE

Calicata : SUBRAZANTE

Cantera: _

Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

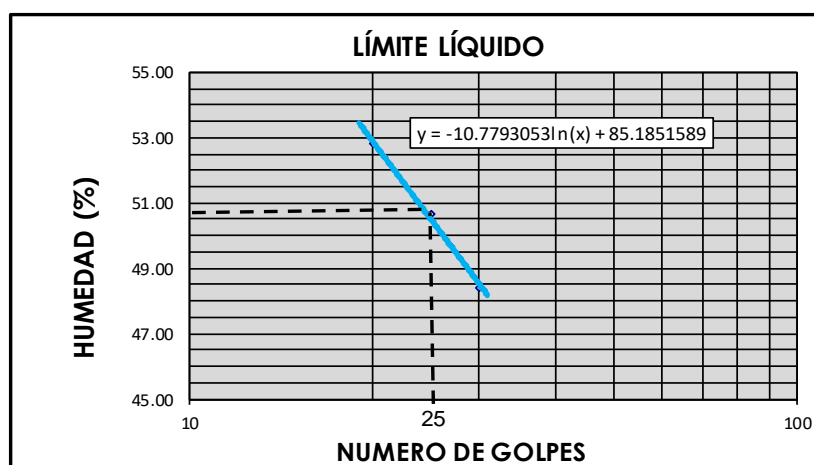
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	65.79	59.67	62.47	
Caps.+ S. seco	57.45	52.32	55.68	
Agua	8.34	7.35	6.79	
Peso Cápsula	41.66	37.81	41.66	
Peso S. seco	15.79	14.51	14.02	
% Humedad	52.82	50.65	48.43	
N° de golpes	20	25	30	

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps.+ S. húmedo	47.28	47.23	46.92	45.00
Caps.+ S. seco	45.87	45.73	45.45	43.93
Agua	1.41	1.50	1.47	1.07
Peso Cápsula	40.66	40.27	40.02	40.00
Peso S. seco	5.21	5.46	5.43	3.93
% Humedad	27.06	27.47	27.07	27.23

LÍMITE LÍQUIDO	=	50.5 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	27.2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	23.3 %



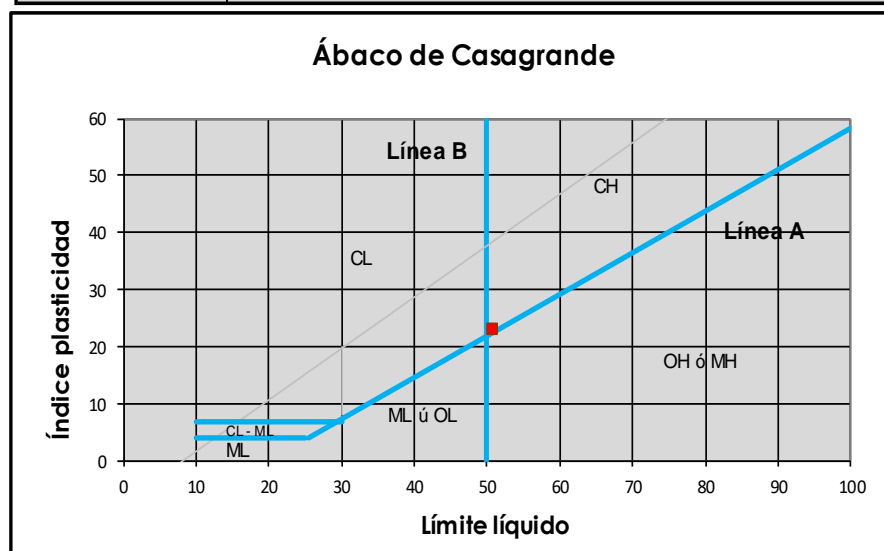
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
 Distrito: ABANCAY Region APURIMAC
 Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRAZANTE
 Cantera: _
 Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	81.79
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	76.89
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	68.96
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	65.07
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	63.03
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	13
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	50.49
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	27.20
02.02	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	23.29
03.01	HUMEDAD NATURAL(%)	18.30
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-2-7 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS		SP-SC: Arena mal graduada con arcilla y grava
Observaciones	TIPO DE SUELO: Arena mal graduada arcillosa y con presencia de grava	





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**

Hecho por: uestreo: **SOLICITANTE** Material **SUBRAZANTE**
Cantera _
Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	355.57	423.77	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	316.11	377.84	442.00	
Peso del agua	39.46	45.93	58.00	
Peso de la cápsula	102.55	130.02	120.00	
Peso neto del suelo seco	213.56	247.82	322.00	
% de Humedad	18.48	18.53	18.01	

w (%) Promedio = 18.30

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE**
 Cantera: **-**
 Calicata: **2**

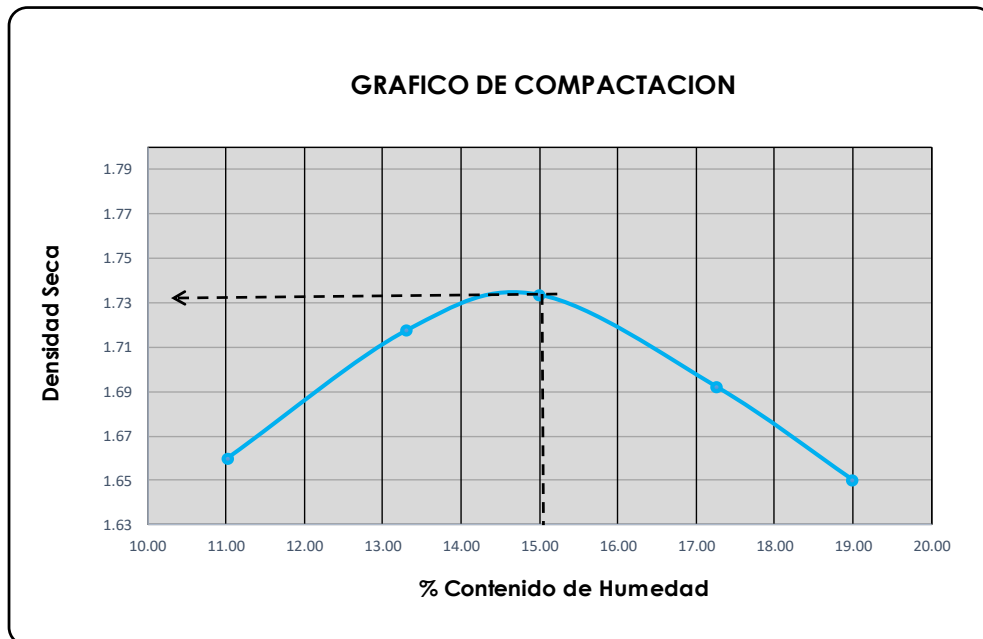
Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	470.10	450.00
Wcap+ss.	349.36	453.00	422.20	397.00
Wss.	255.88	353.00	319.34	307.00
Ww.	28.22	47.00	47.90	53.00
%CH.	11.03	13.31	15.00	17.26

%CH.	11.03	13.31	15.00	17.26
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10831	11050	11150	11130
Wsh.	3915	4134	4234	4214
Densidad Hum.	1.843	1.946	1.993	1.984
Densidad Seca	1.660	1.718	1.733	1.692

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.733
Contenido Optimo de Agua(%) :	15.00



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **15.00**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.733**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.647**
 Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

Fecha: **24-01-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7830			7829			8338			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11625		11850	11900		12085	12604		12694	
Muestra Humeda(gr).			3795		4020	4071		4256	4266		4356	
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.79		1.89	1.92		2.00	2.01		2.05	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MIEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		101.00	120.00		89.84	125.00		84.89	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		390.00	500.00		340.89	500.00		329.32	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			451.00		340.00	450.00		300.00	452.00		293.00	
Muestra Seca(gr).			329.00		239.00	330.00		210.16	327.00		208.11	
Contenido de Agua(gr)			49.00		50.00	50.00		40.89	48.00		36.32	
Contenido de Humedad(%)			14.89		20.92	15.15		19.46	14.68		17.45	
Densidad Seca(gr/cm3).			1.555		1.565	1.664		1.677	1.751		1.746	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.3000	0.1000	2.1816	0.3000	0.1000	2.1816	0.3000	0.1000	2.1816
	5.00	12:58	4.00	0.4000	0.1000	2.1816	0.4000	0.1000	2.1816	0.4000	0.1000	2.1816
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		2	0.27		11	0.45		38	1.01		
	0.050		10	0.43		27	0.78		65	1.58		
	0.075		16	0.55		39	1.03		84	1.98		
	0.100	6.90	22	0.68	9.83	50	1.26	18.28	108	2.49	36.06	
	0.125		29	0.82		57	1.41		122	2.79		
	0.150		34	0.93		65	1.58		135	3.07		
	0.200	10.3	45	1.16	11.23	77	1.83	17.76	153	3.46	33.56	
	0.300		63	1.53		95	2.21		175	3.93		
	0.400		77	1.83		110	2.53		195	4.37		
0.500		88	2.06		123	2.81		215	4.81			

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO

Distrito: ABANCAY

Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY

Region: APURIMAC

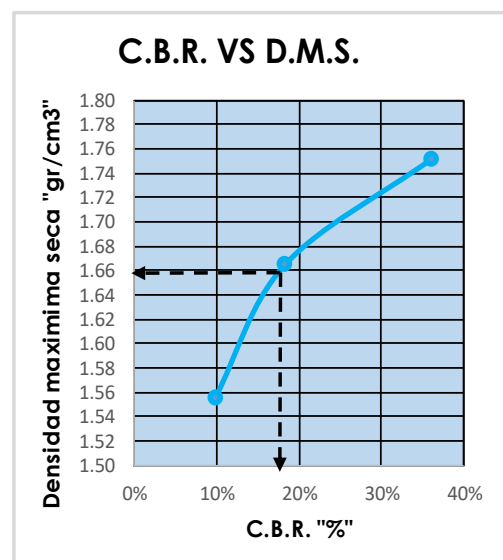
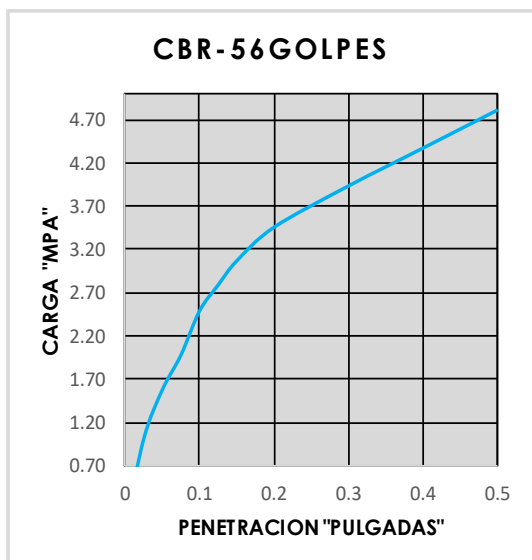
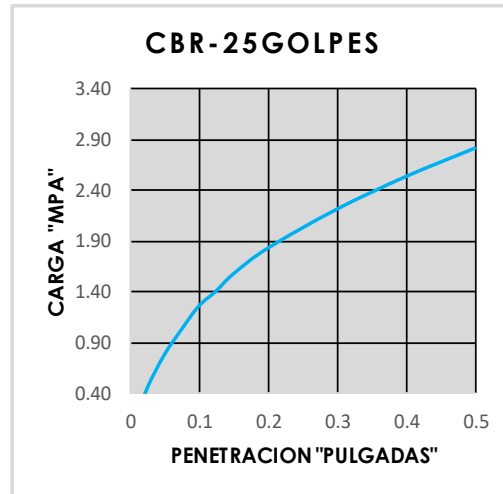
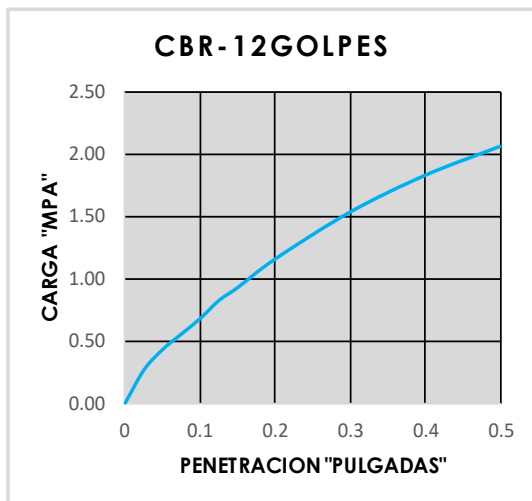
Material: SUBRAZANTE

Cantera: _

Calicata: 2

Fecha: 24-01-22

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	14.89	1.56	2.18	9.83	C.B.R. - 95%	18.28
25	15.15	1.66	2.18	18.28	C.B.R. - 100%	36.06
56	14.68	1.75	2.18	36.06		



CALICATA O3



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Ubicación: Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO**
Distrito: **ABANCAY**

Provincia: **ABANCAY**
Region: **APURIMAC**

Fecha: **24-01-22**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE**

Material: **SUBRAZANTE**
Cantera: **3**
Calicata: **3**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1049.8 gr	Muestra lavada y secada	812.3 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				100.00
1 1/2"	38.100	84.10	84.10	8.01	91.99
1"	25.400	135.60	135.60	12.92	79.07
3/4"	19.050	13.00	13.00	1.24	77.83
1/2"	12.700	115.50	115.50	11.00	66.83
3/8"	9.525	71.60	71.60	6.82	60.01
1/4"	6.350	50.00	50.00	4.76	55.25
Nº4	4.750	73.40	73.40	6.99	48.26
Nº10	2.000	111.80	111.80	10.65	37.61
Nº20	0.850	65.20	65.20	6.21	31.40
Nº40	0.425	30.40	30.40	2.90	28.50
Nº60	0.300	18.40	18.40	1.75	26.75
Nº100	0.149	20.00	20.00	1.91	24.84
Nº200	0.075	23.20	23.20	2.21	22.63
Cazuela		0.10	237.60	22.63	

D60 = 9.517
D30 = 0.645
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

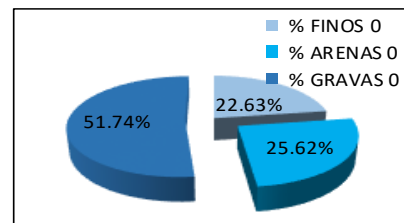
Cc = NO TIENE

TOTAL
Diferencia 812.30 1049.80 100.00
0.00 <3% %Finos= 22.63

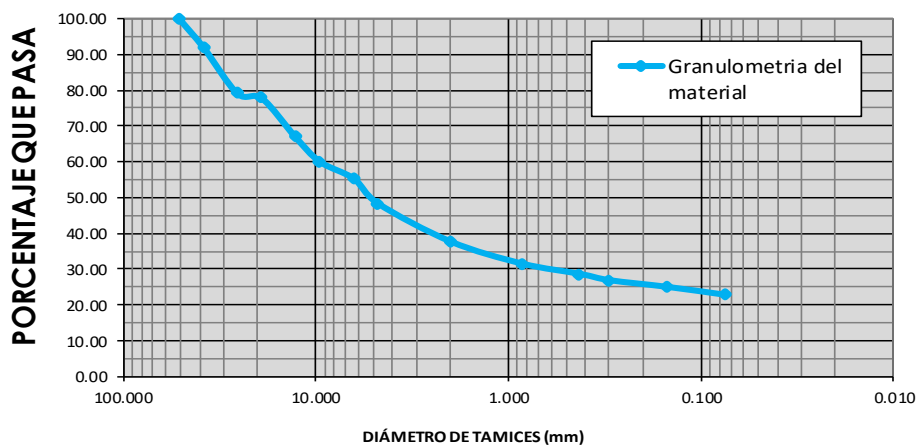
IG= 0

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	22.63%
% ARENAS	25.62%
% GRAVAS	51.74%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Ubicación: Sector: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 3

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

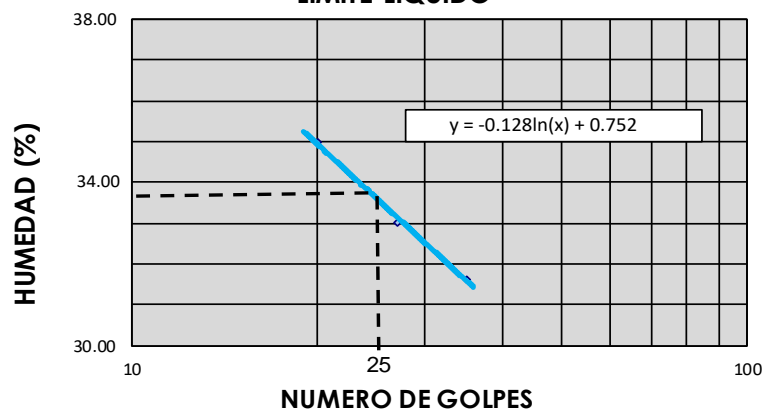
Muestra	1	2	3
N° de Cápsula	1	2	3
Caps.+ S. húmedo	69.29	68.92	68.23
Caps.+ S. seco	62.25	62.10	61.7
Agua	7.04	6.82	6.53
Peso Cápsula	41.95	40.88	40.65
Peso S. seco	20.03	21.22	21.05
% Humedad	34.68	32.14	31.02
N° de golpes	24	28	32

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps.+ S. húmedo	46.10	47.78	46.80	45.00
Caps.+ S. seco	44.89	46.63	45.41	44.08
Agua	1.41	1.37	1.64	1.0
Peso Cápsula	39.54	41.49	39.30	40.00
Peso S. seco	5.35	5.14	6.11	4.08
% Humedad	26.40	26.70	26.90	26.80

LÍMITE LÍQUIDO	=	34.00 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	26.70 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	10.80 %

LÍMITE LÍQUIDO



CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCA Y – APURÍMAC 2021"

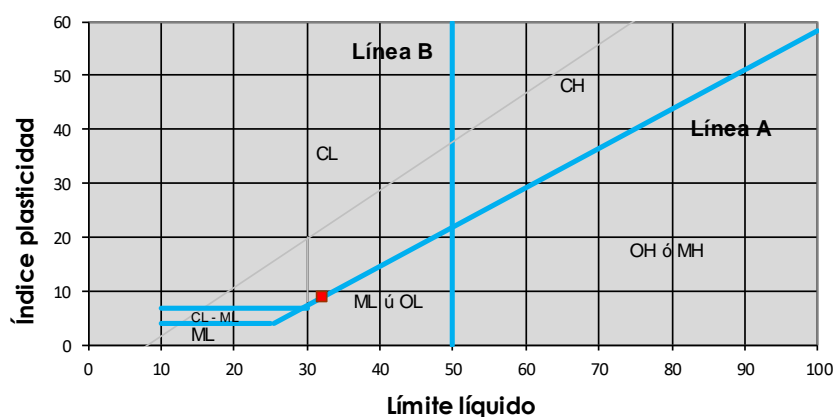
Ubicación: Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCA Y** Fecha: **24-01-22**
 Distrito: **ABANCA Y** Region **APURÍMAC**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE**
 Cantera: **_**
 Calicata: **3**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	48.26
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	37.61
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	28.50
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	24.84
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	22.63
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	0
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	34.00
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	23.20
02.02	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	10.80
03.01	HUMEDAD NATURAL(%)	10.51
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS		GP-GM: Grava mal graduada con limo con arena
Observaciones	TIPO DE SUELO: Grava mal graduada con limo con arena	

Ábaco de Casagrande





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTC** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**

Hecho por: uestreo: **SOLICITANTE** Material **SUBRAZANTE**
Cantera _
Calicata: **3**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	526.33	554.24	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	488.85	514.65	463.00	
Peso del agua	37.48	39.60	37.00	
Peso de la cápsula	131.99	127.94	120.00	
Peso neto del suelo seco	356.86	386.71	343.00	
% de Humedad	10.50	10.24	10.79	

w (%) Promedio = 10.51

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO	Provincia: ABANCAY	Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY	Region: APURIMAC	
Muestreo: SOLICITANTE	Material: SUBRAZANTE	
	Cantera: _	
	Calicata: _	

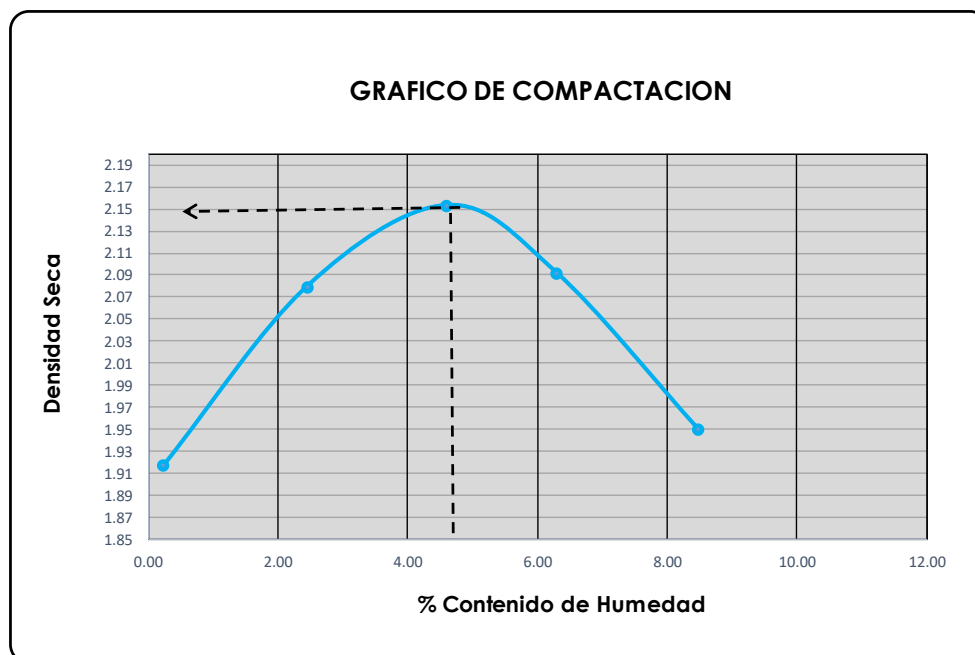
Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

N° de Capas: 5	
N° de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	90.00	88.26	130.01	88.26
Wcap+sh.	500.00	456.84	413.01	456.84
Wcap+ss.	499.00	448.00	400.53	435.00
Wss.	409.00	359.74	270.52	346.74
Ww.	1.00	8.84	12.48	21.84
%CH.	0.24	2.46	4.61	6.30

%CH.	0.24	2.46	4.61	6.30
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	11000	11442	11700	11640
Wsh.	4084	4526	4784	4724
Densidad Hum.	1.923	2.131	2.252	2.224
Densidad Seca	1.918	2.080	2.153	2.092

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	2.153
Contenido Optimo de Agua(%) :	4.61



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Región: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **4.61**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **2.153**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **2.045**
 Calicata: **3**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

Fecha: **24-01-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA		
Peso del molde(gr).			8060		8289		8243					
Volumen de la Muestra(cc).			2124		2124		2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			12400		12900		13080		13150			
Muestra Humeda(gr).			4340		4611		4791		4907			
Densidad Humeda(gr/cm3).			2.04		2.17		2.26		2.31			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO			
Peso de la capsula(gr).			110.00		111.00		98.95		120.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		500.00		401.75		500.00			
Muestra Seca+ Capsula(gr).			485.00		484.00		378.30		485.00			
Muestra Seca(gr).			375.00		373.00		279.35		365.00			
Contenido de Agua(gr)			15.00		16.00		23.45		15.00			
Contenido de Humedad(%).			4.00		4.29		8.39		4.11			
Densidad Seca(gr/cm3).			1.965		2.082		2.081		2.177			
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908
	4.00	13:04	3.00	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		DIAL	MPa		DIAL	MPa		
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		2	0.27		20	0.64		75	1.79		
	0.050		12	0.47		40	1.05		95	2.21		
	0.075		22	0.68		61	1.49		123	2.81		
	0.100	6.90	30	0.84	12.23	72	1.72	24.98	142	3.22	43.25	
	0.125		39	1.03		83	1.96		160	3.61		
	0.150		48	1.22		100	2.32		185	4.15		
	0.200	10.3	60	1.47	14.28	129	2.94	28.53	220	4.92	45.79	
	0.300		85	2.00		175	3.93		265	5.92		
	0.400		100	2.32		225	5.03		300	6.70		
0.500		110	2.53		260	5.81		340	7.61			

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

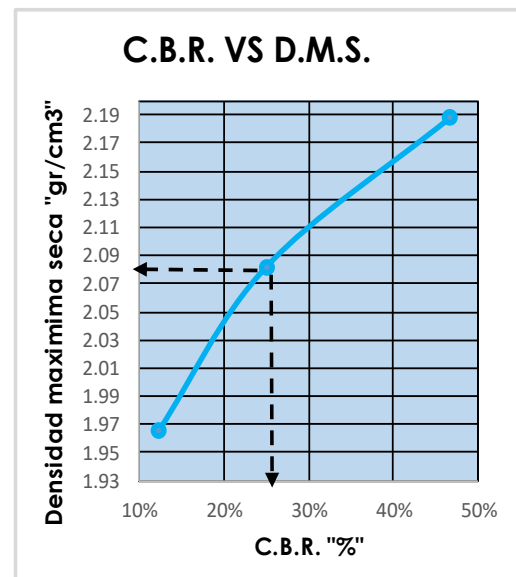
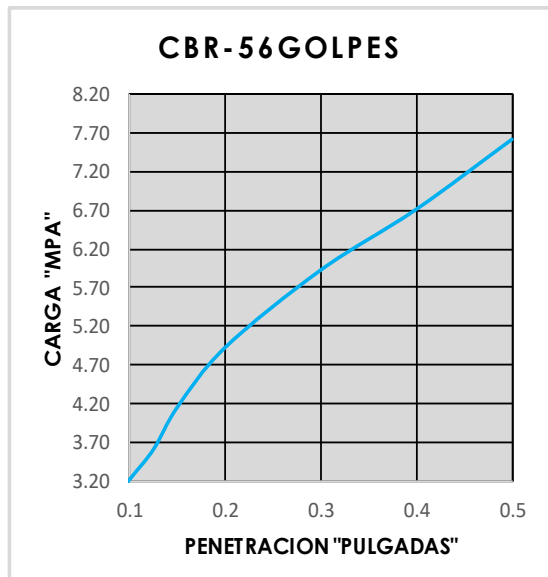
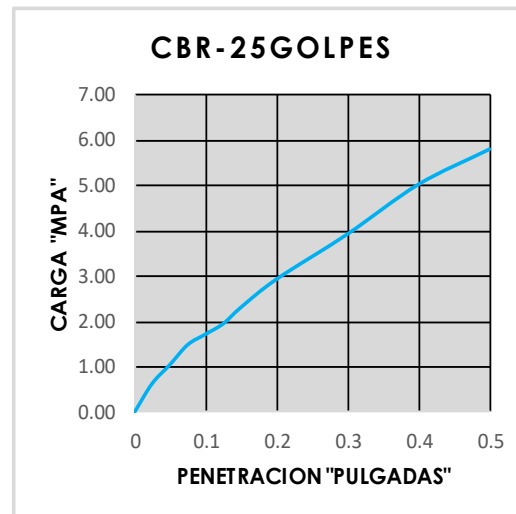
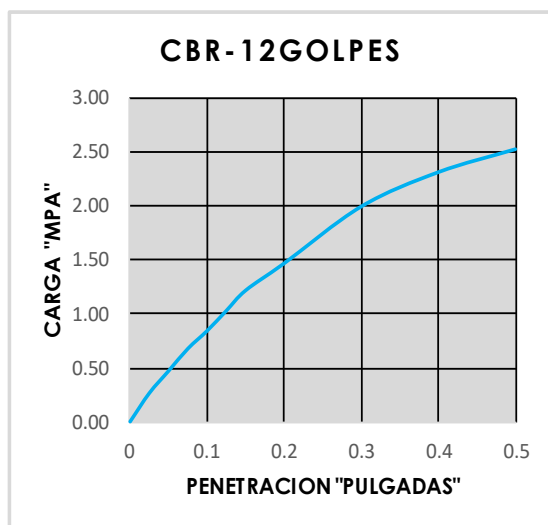
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC
Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 3

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

Fecha: 24-01-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	4.00	1.96	1.09	12.23	C.B.R. - 95%	25.51
25	4.29	2.08	1.09	23.98	C.B.R. - 100%	43.25
56	4.11	2.19	1.09	43.25		



CALICATA 04



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC

Fecha: 24-01-22

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 4

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	835.9 gr	Muestra lavada y secada	309.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	38.70	38.70	4.63	95.37
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	95.37
1/2"	12.700	55.70	55.70	6.66	88.71
3/8"	9.525	15.80	15.80	1.89	86.82
1/4"	6.350	20.00	20.00	2.39	84.42
N°4	4.750	22.00	22.00	2.63	81.79
N°10	2.000	41.00	41.00	4.90	76.89
N°20	0.850	37.00	37.00	4.43	72.46
N°40	0.425	29.30	29.30	3.51	68.96
N°60	0.300	17.20	17.20	2.06	66.90
N°100	0.149	15.30	15.30	1.83	65.07
N°200	0.075	17.00	17.00	2.03	63.03
Cazuela		0.00	526.90	63.03	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

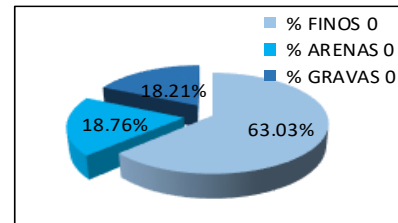
Cc = NO TIENE

TOTAL
Diferencia 309.00 835.90 100.00
0.00 <3% %Finos= 63.03

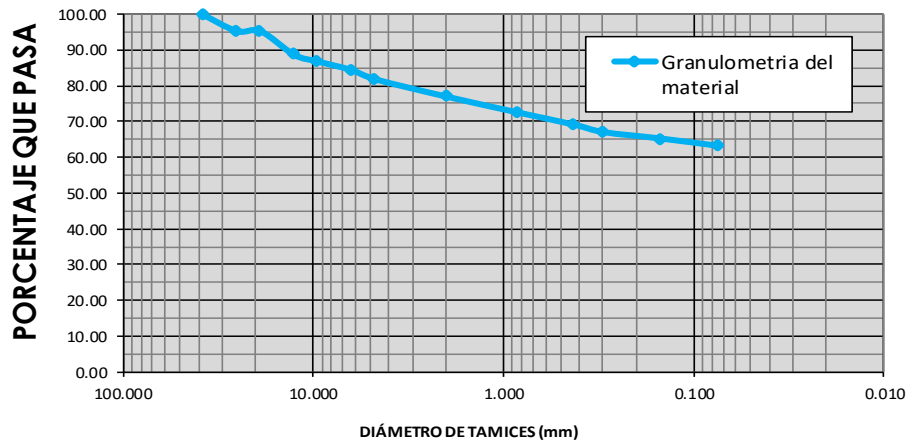
IG= 13

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	63.03%
% ARENAS	18.76%
% GRAVAS	18.21%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
Distrito: ABANCAY Region: APURIMAC

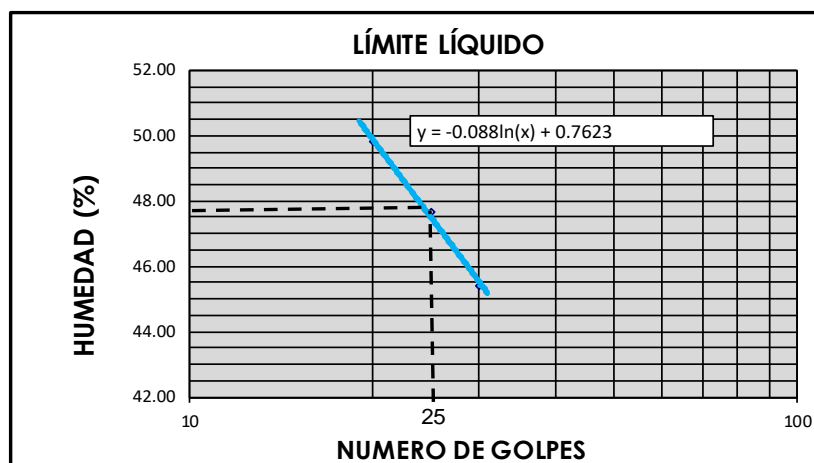
Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 5

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	
Caps.+ S. húmedo	65.79	59.67	62.47	
Caps.+ S. seco	57.45	52.32	55.68	
Agua	8.34	7.35	6.79	
Peso Cápsula	41.66	37.81	41.66	
Peso S. seco	15.79	14.51	14.02	
% Humedad	52.82	50.65	48.43	
N° de golpes	20	25	30	

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps.+ S. húmedo	46.80	46.64	45.98	45.88
Caps.+ S. seco	45.57	45.34	44.76	44.62
Agua	1.23	1.30	1.22	1.26
Peso Cápsula	40.66	40.27	40.02	40.00
Peso S. seco	4.91	5.07	4.74	4.62
% Humedad	25.05	25.54	25.74	27.27

LÍMITE LÍQUIDO	=	47.90 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	25.90 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	22.00 %



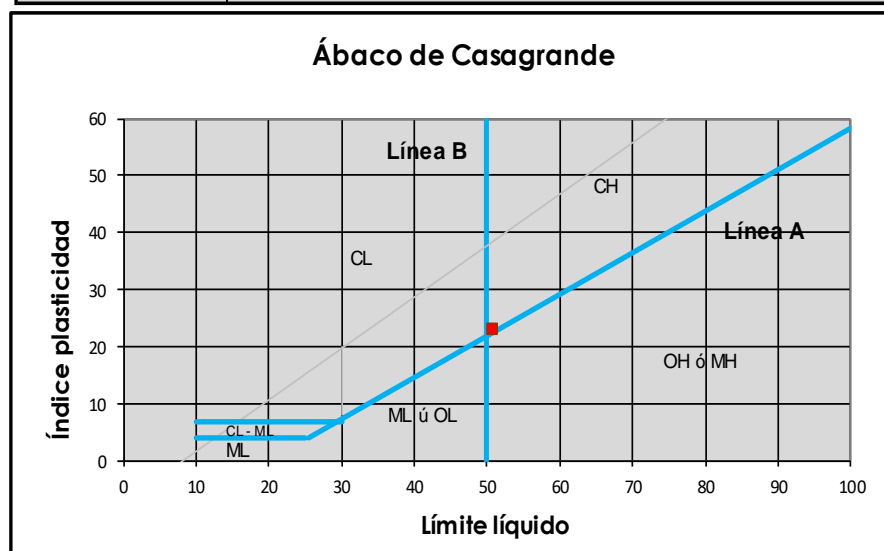
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: 24-01-22
 Distrito: ABANCAY Region APURIMAC
 Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRAZANTE
 Cantera: _
 Calicata: 4

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	81.79
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	76.89
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	68.96
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	65.07
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	63.03
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	13
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	47.90
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	25.90
02.02	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	22.00
03.01	HUMEDAD NATURAL(%)	16.80
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-2-7 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS		SP-SC: Arena mal graduada con arcilla y grava
Observaciones	TIPO DE SUELO: Arena mal graduada arcillosa y con presencia de grava	





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**

Hecho por: uestreo: **SOLICITANTE** Material **SUBRAZANTE**
Cantera _
Calicata: **4**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	1	2	3	4
Cápsula N°	1	2	3	
Peso suelo húmedo + cápsula	355.57	423.77	500.00	
Peso suelo seco + cápsula	319.12	382.62	444.00	
Peso del agua	36.45	41.15	56.00	
Peso de la cápsula	102.55	130.02	120.00	
Peso neto del suelo seco	216.57	252.60	324.00	
% de Humedad	16.83	16.29	17.28	

w (%) Promedio = 16.80

NOTA : El contenido de humedad se determino de una muestra alterada.



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO**
Distrito: **ABANCAY**
Muestreo: **SOLICITANTE**

Provincia: **ABANCAY** Fecha: **24-01-22**
Region: **APURIMAC**
Material: **SUBRAZANTE**
Cantera: **-**
Calicata: **4**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

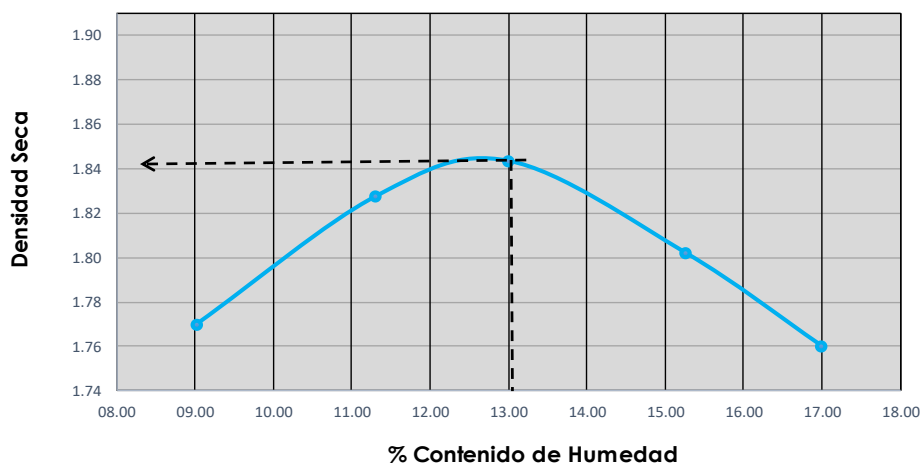
Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	470.10	450.00
Wcap+ss.	349.36	453.00	422.20	397.00
Wss.	255.88	353.00	319.34	307.00
Ww.	28.22	47.00	47.90	53.00
%CH.	11.03	13.31	13.30	17.26

%CH.	11.03	13.31	15.00	17.26
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10831	11050	11150	11130
Wsh.	3915	4134	4234	4214
Densidad Hum.	1.843	1.946	1.993	1.984
Densidad Seca	1.660	1.718	1.845	1.692

Densidad Seca Maxima(g/cm ³) :	1.845
Contenido Optimo de Agua(%) :	13.30

GRAFICO DE COMPACTACION



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **15.00**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.733**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.647**
 Calicata: **4**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

Fecha: **24-01-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7830			7829			8338			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11625		11850	11900		12085	12604		12694	
Muestra Humeda(gr).			3795		4020	4071		4256	4266		4356	
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.79		1.89	1.92		2.00	2.01		2.05	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		101.00	120.00		89.84	125.00		84.89	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		390.00	500.00		340.89	500.00		329.32	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			451.00		340.00	450.00		300.00	452.00		293.00	
Muestra Seca(gr).			329.00		239.00	330.00		210.16	327.00		208.11	
Contenido de Agua(gr)			49.00		50.00	50.00		40.89	48.00		36.32	
Contenido de Humedad(%)			14.89		20.92	15.15		19.46	14.68		17.45	
Densidad Seca(gr/cm3).			1.555		1.565	1.664		1.677	1.751		1.746	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.3000	0.1000	2.1816	0.3000	0.1000	2.1816	0.3000	0.1000	2.1816
	5.00	12:58	4.00	0.4000	0.1000	2.1816	0.4000	0.1000	2.1816	0.4000	0.1000	2.1816
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		DIAL	MPa		DIAL	MPa		
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		2	0.27		11	0.45		38	1.01		
	0.050		10	0.43		27	0.78		65	1.58		
	0.075		16	0.55		39	1.03		84	1.98		
	0.100	6.90	22	0.68	9.83	50	1.26	18.28	108	2.49	34.53	
	0.125		29	0.82		57	1.41		122	2.79		
	0.150		34	0.93		65	1.58		135	3.07		
	0.200	10.3	45	1.16	11.23	77	1.83	17.76	153	3.46	31.56	
	0.300		63	1.53		95	2.21		175	3.93		
	0.400		77	1.83		110	2.53		195	4.37		
0.500		88	2.06		123	2.81		215	4.81			

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO

Distrito: ABANCAY

Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY

Region: APURIMAC

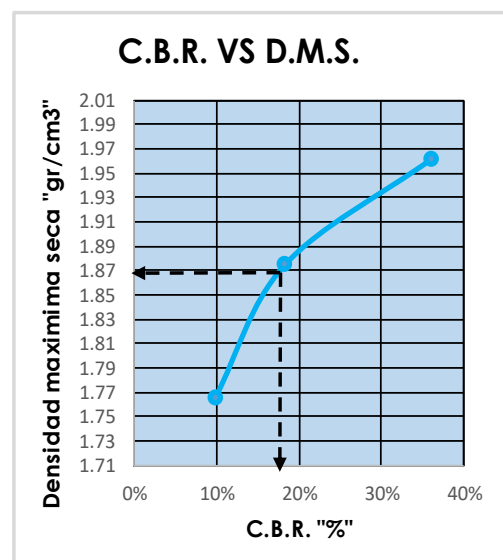
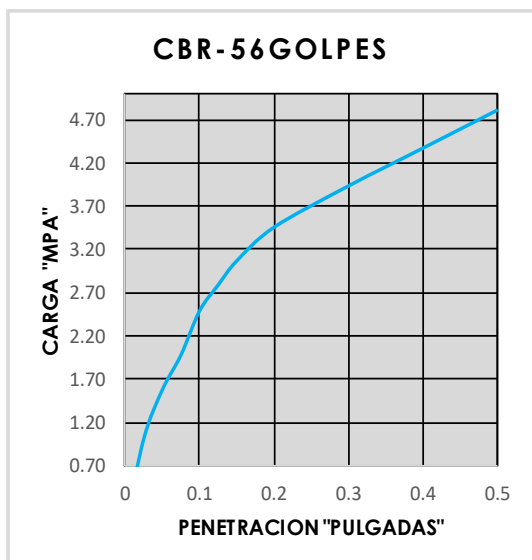
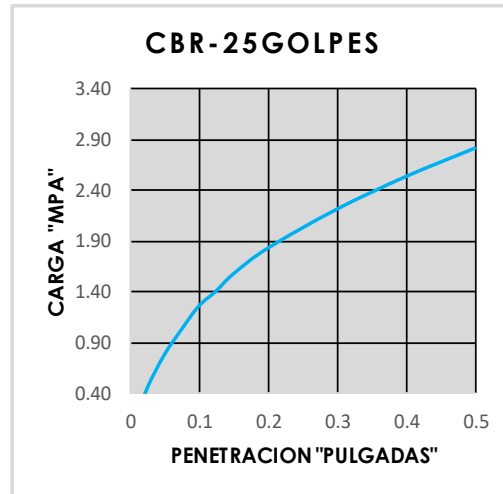
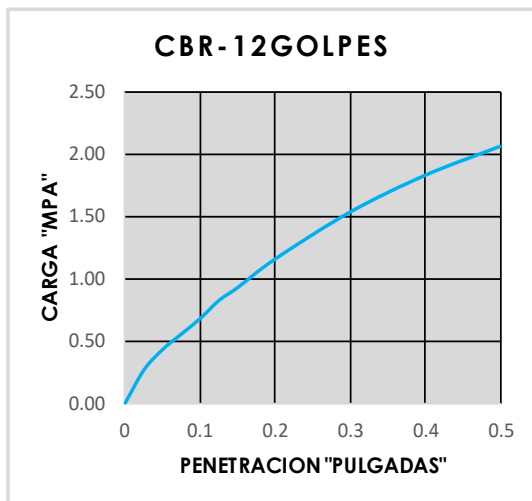
Material: SUBRAZANTE

Cantera: _

Calicata: 4

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

Fecha: 24-01-22



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	14.89	1.56	2.18	9.83	C.B.R. - 95%	19.35
25	15.15	1.66	2.18	18.28	C.B.R. - 100%	34.53
56	14.68	1.75	2.18	34.53		

ADICION DE LA
SAL ROSADA
(HALITA) AL
SUELO PATRON
EN 5%, 10% Y
15%



CALICATA 02
CON ADICION
DE HALITA AL 5%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: Ene-22
Distrito: ABANCAY Region: APURÍMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA Adición de la halita al: 5%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	920.0 gr	Muestra lavada y secada	337.2 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	27.00	27.00	2.93	97.07
3/4"	19.050	10.00	10.00	1.09	95.98
1/2"	12.700	57.00	47.00	5.11	90.87
3/8"	9.525	21.00	21.00	2.28	88.59
1/4"	6.350	22.00	22.00	2.39	86.20
Nº4	4.750	35.20	35.20	3.83	82.37
Nº10	2.000	41.00	41.00	4.46	77.91
Nº20	0.850	40.00	40.00	4.35	73.57
Nº40	0.425	35.00	35.00	3.80	69.76
Nº60	0.300	20.00	20.00	2.17	67.59
Nº100	0.149	16.00	16.00	1.74	65.85
Nº200	0.075	13.00	13.00	1.41	64.43
Cazuela		0.00	582.80	63.35	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

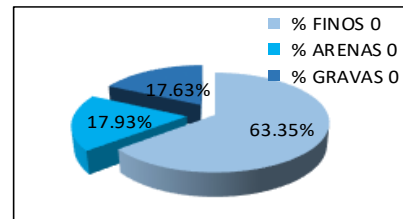
Cc = NO TIENE

TOTAL 337.20 910.00 98.91
Diferencia 0.00 <3% %Finos= 64.04

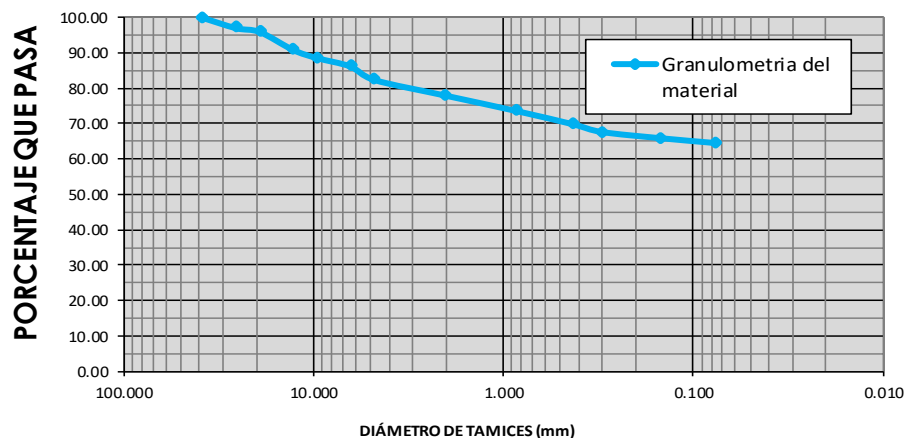
IG= 12

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	63.35%
% ARENAS	17.93%
% GRAVAS	17.63%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Fecha: **Ene-22**
Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC**

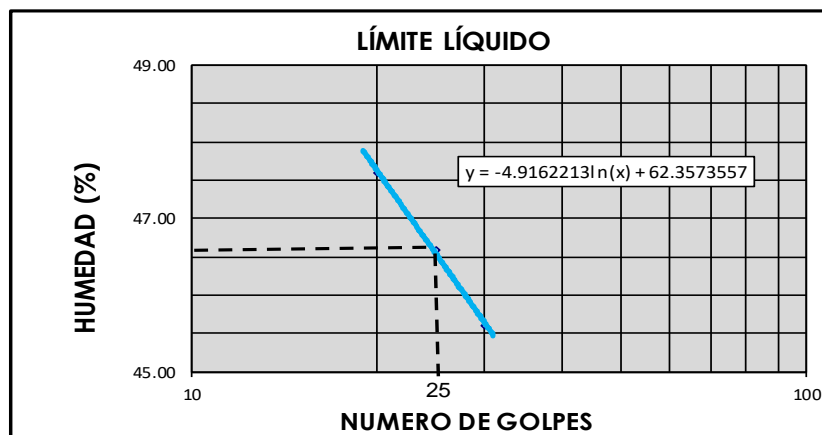
Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE** Calicata : **SUBRAZANTE**
Cantera: **_**
Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** Adicion de la halita al: **5%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula		2		
Caps.+ S. húmedo		60.05		
Caps.+ S. seco		53.20		
Agua		6.85		
Peso Cápsula		38.50		
Peso S. seco		14.70		
% Humedad		46.60		
N° de golpes		25		

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2		
Caps.+ S. húmedo	48.50	46.90		
Caps.+ S. seco	46.90	45.55		
Agua	1.60	1.35		
Peso Cápsula	40.66	40.27		
Peso S. seco	6.24	5.28		
% Humedad	25.64	25.57		

LÍMITE LÍQUIDO	=	46.6 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	25.6 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	21.0 %



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO	Provincia: ABANCAY	Fecha: Ene-22
Distrito: ABANCAY	Region: APURIMAC	
Muestreo: SOLICITANTE	Material: SUBRAZANTE	
	Cantera: -	
	Calicata: 2	

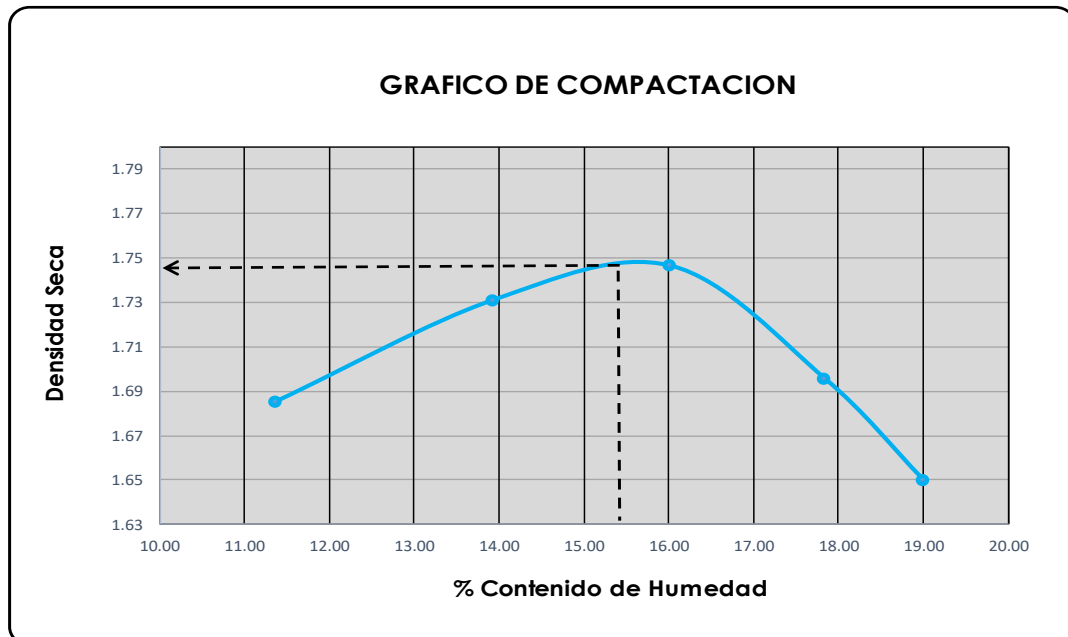
Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** **Adicion de la halita al:5%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	470.10	450.00
Wcap+ss.	348.60	451.10	419.40	395.50
Wss.	255.12	351.10	316.54	305.50
Ww.	28.98	48.90	50.70	54.50
%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84

%CH.	11.36	13.93	16.02	17.84
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10902	11105	11220	11160
Wsh.	3986	4189	4304	4244
Densidad Hum.	1.877	1.972	2.026	1.998
Densidad Seca	1.685	1.731	1.747	1.696

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.747
Contenido Optimo de Agua(%) :	16.02



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).
ASTM 1833 - 73**

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **16.02**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.747**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.659**
 Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** Adición de la halita al: **5%** Fecha: **Ene-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		SIN MOJAR	SATURADA		
Peso del molde(gr).			7911			7911			8359			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11750	11920		12000	12114		12670	12720		
Muestra Humeda(gr).			3839	4009		4089	4203		4311	4361		
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.81	1.89		1.93	1.98		2.03	2.05		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		
Peso de la capsula(gr).			122.00	100.00		120.00	88.50		125.00	90.10		
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00	391.00		500.00	348.00		500.00	350.00		
Muestra Seca+ Capsula(gr).			449.60	340.00		449.80	306.20		450.00	312.00		
Muestra Seca(gr).			327.60	240.00		329.80	217.70		325.00	221.90		
Contenido de Agua(gr)			50.40	51.00		50.20	41.80		50.00	38.00		
Contenido de Humedad(%).			15.38	21.25		15.22	19.20		15.38	17.12		
Densidad Seca(gr/cm3).			1.566	1.557		1.671	1.660		1.759	1.753		
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816	0.1000	0.1000	2.1816
	3.00	13:10	2.00	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816	0.2000	0.1000	2.1816
	4.00	13:04	3.00	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908	0.2500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908	0.3000	0.0500	1.0908
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		DIAL	MPa		DIAL	MPa		
ENSAYO DE PENETRACION	0		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025		4	0.31		16	0.55		45	1.16		
	0.050		12	0.47		33	0.91		74	1.77		
	0.075		18	0.60		46	1.18		94	2.19		
	0.100	6.90	24	0.72	10.43	56	1.39	20.10	117	2.68	38.85	
	0.125		30	0.84		63	1.53		132	3.00		
	0.150		36	0.97		70	1.68		144	3.26		
	0.200	10.3	48	1.22	11.84	83	1.96	18.99	162	3.65	35.45	
	0.300		65	1.58		101	2.34		184	4.13		
	0.400		79	1.87		118	2.70		203	4.55		
0.500		90	2.10		129	2.94		224	5.01			

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

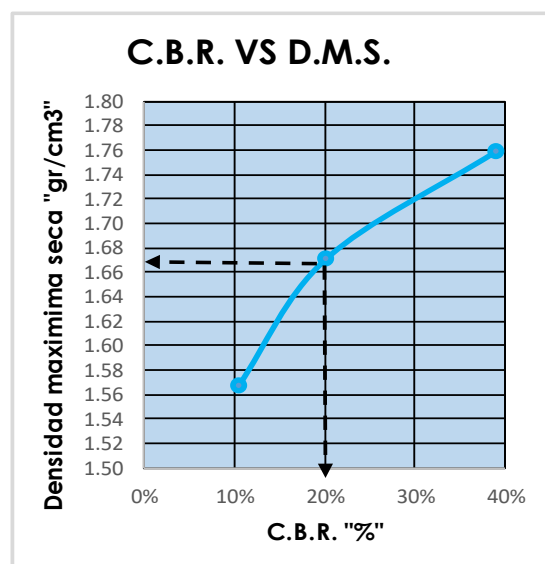
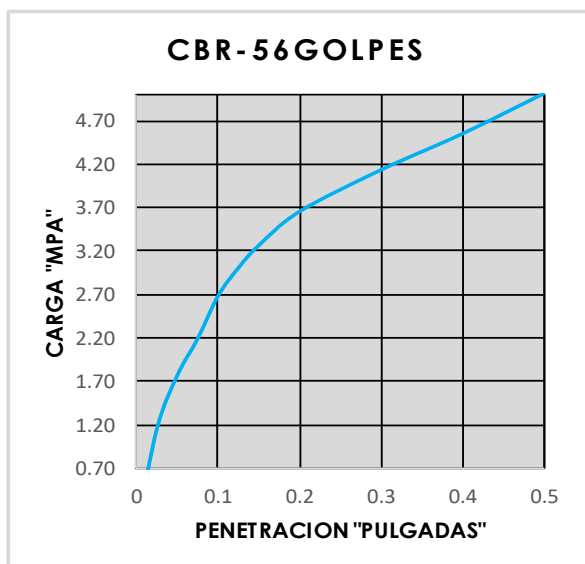
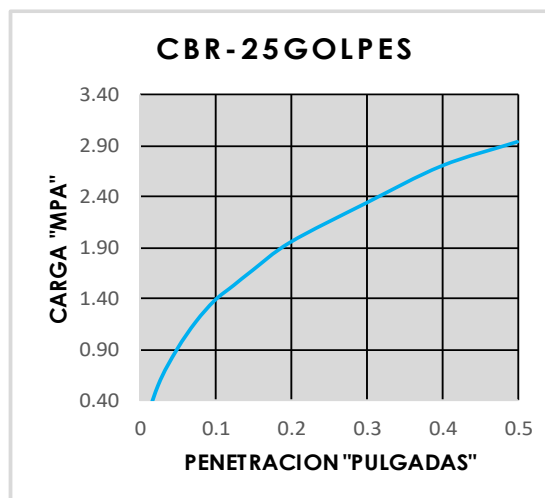
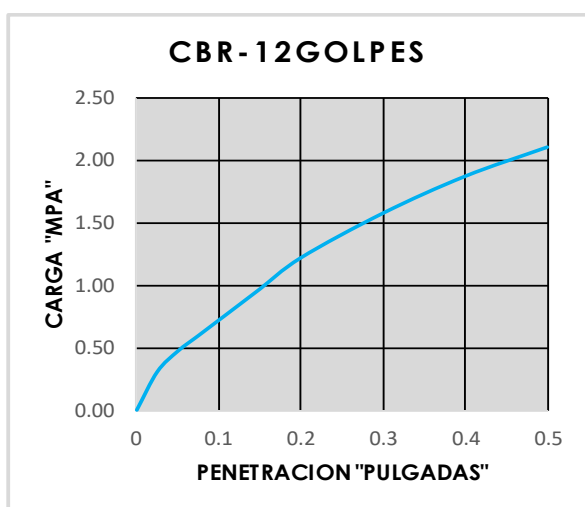
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC
Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2
Fecha: Ene-22

Adición de la halita al: 5%

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	15.38	1.57	1.09	10.43	C.B.R. - 95% 20.10
25	15.22	1.67	1.09	20.10	C.B.R. - 100% 38.85
56	15.38	1.76	1.09	38.85	



CALICATA 02
CON ADICION
DE HALITA AL 10%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: Ene-22
Distrito: ABANCAY Region: APURÍMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA Adición de la halita al: 10%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1335.9 gr	Muestra lavada y secada	474.5 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	35.50	35.50	2.66	97.34
3/4"	19.050	11.00	11.00	0.82	96.52
1/2"	12.700	48.00	48.00	3.59	92.93
3/8"	9.525	13.00	13.00	0.97	91.95
1/4"	6.350	19.00	19.00	1.42	90.53
N°4	4.750	25.00	25.00	1.87	88.66
N°10	2.000	43.00	43.00	3.22	85.44
N°20	0.850	55.00	55.00	4.12	81.32
N°40	0.425	125.00	125.00	9.36	71.97
N°60	0.300	45.00	45.00	3.37	68.60
N°100	0.149	35.00	35.00	2.62	65.98
N°200	0.075	20.00	20.00	1.50	64.48
Cazuela		0.00	861.40	64.48	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

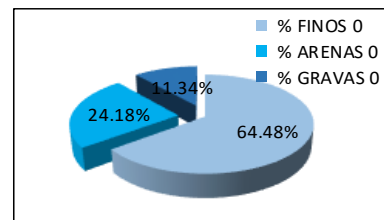
Cc = NO TIENE

TOTAL 474.50 1335.90 100.00
Diferencia 0.00 <3% %Finos= 64.48

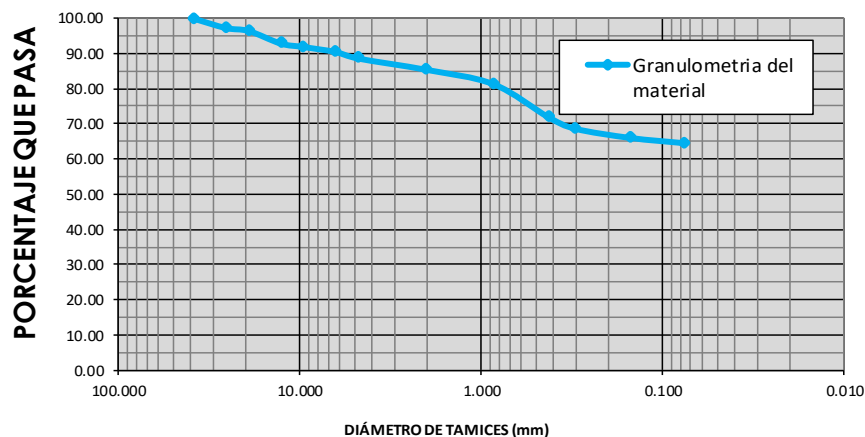
IG= 9

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	64.48%
% ARENAS	24.18%
% GRAVAS	11.34%



CURVA GRANULOMÉTRICA



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: VIA DE EVITAMIENTO Provincia: ABANCAY Fecha: Ene-22
Distrito: ABANCAY Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE Calicata : SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2

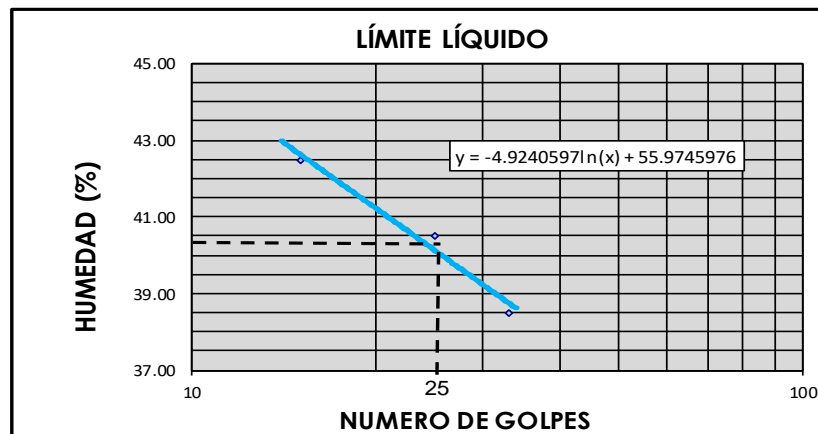
Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA Adición de la halita al: 10%

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula		2		
Caps.+ S. húmedo		38.44		
Caps.+ S. seco		34.25		
Agua		4.19		
Peso Cápsula		23.91		
Peso S. seco		10.34		
% Humedad		40.52		
N° de golpes		25		

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps.+ S. húmedo	47.28	24.93	46.92	45.00
Caps.+ S. seco	45.95	24.55	45.54	44.00
Agua	1.33	0.38	1.38	1.00
Peso Cápsula	40.66	23.06	40.02	40.00
Peso S. seco	5.29	1.49	5.52	4.00
% Humedad	25.14	25.50	25.00	25.00

LÍMITE LÍQUIDO	=	40.5 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	25.2 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	15.3 %



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURÍMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO	Provincia: ABANCAY	Fecha: Ene-22
Distrito: ABANCAY	Region: APURIMAC	
Muestreo: SOLICITANTE	Material: SUBRAZANTE	
	Cantera: -	
	Calicata: 2	

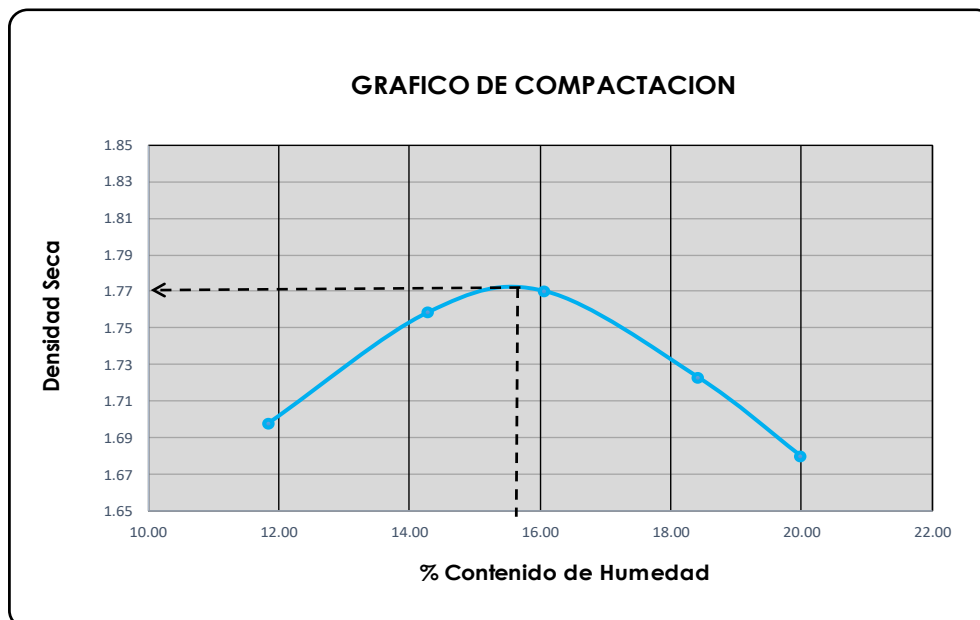
Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** **Adicion de la halita al: 10%**

Nº de Capas: 5	
Nº de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	93.48	100.00	102.86	90.00
Wcap+sh.	377.58	500.00	500.00	450.00
Wcap+ss.	347.50	450.00	445.00	394.00
Wss.	254.02	350.00	342.14	304.00
Ww.	30.08	50.00	55.00	56.00
%CH.	11.84	14.29	16.08	18.42

%CH.	11.84	14.29	16.08	18.42
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	10950	11185	11280	11250
Wsh.	4034	4269	4364	4334
Densidad Hum.	1.899	2.010	2.055	2.040
Densidad Seca	1.698	1.759	1.770	1.723

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.770
Contenido Optimo de Agua(%) :	16.08



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **16.08**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.770**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.682**
 Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** Adición de la halita al: **10%** Fecha: **Ene-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			8056			8056			8326			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			12100		12250	12250		12345	12690		12744	
Muestra Humeda(gr).			4044		4194	4194		4289	4364		4418	
Densidad Humeda(gr/cm3).			1.90		1.97	1.97		2.02	2.05		2.08	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		88.50	125.00		90.10	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		445.00	500.00		420.00	500.00		450.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			447.00		386.00	447.00		365.00	448.00		395.00	
Muestra Seca(gr).			325.00		286.00	327.00		276.50	323.00		304.90	
Contenido de Agua(gr)			53.00		59.00	53.00		55.00	52.00		55.00	
Contenido de Humedad(%)			16.31		20.63	16.21		19.89	16.10		18.04	
Densidad Seca(gr/cm3).			1.637		1.637	1.699		1.684	1.770		1.762	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.0500	0.0500	1.0908	0.0500	0.0500	1.0908	0.0500	0.0500	1.0908
	3.00	13:10	2.00	0.1000	0.0500	1.0908	0.1000	0.0500	1.0908	0.1000	0.0500	1.0908
	4.00	13:04	3.00	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908	0.1500	0.0500	1.0908
	5.00	12:58	4.00	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908	0.2000	0.0500	1.0908
	PENETRACION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		12	DIAL		MPa	25		DIAL
ENSAYO DE PENETRACION	0			0	0.00		0	0.00		0	0.00	
	0.025			6	0.35		41	1.07		54	1.35	
	0.050			14	0.51		57	1.41		81	1.91	
	0.075			20	0.64		69	1.66		100	2.32	
	0.100	6.90		26	0.76	11.03	80	1.89	27.43	124	2.83	41.03
	0.125			33	0.91		87	2.04		138	3.13	
	0.150			38	1.01		95	2.21		151	3.41	
	0.200	10.3		49	1.24	12.04	107	2.47	23.95	169	3.80	36.93
	0.300			67	1.62		125	2.85		191	4.28	
	0.400			81	1.91		140	3.18		211	4.72	
0.500			92	2.15		153	3.46		231	5.16		

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

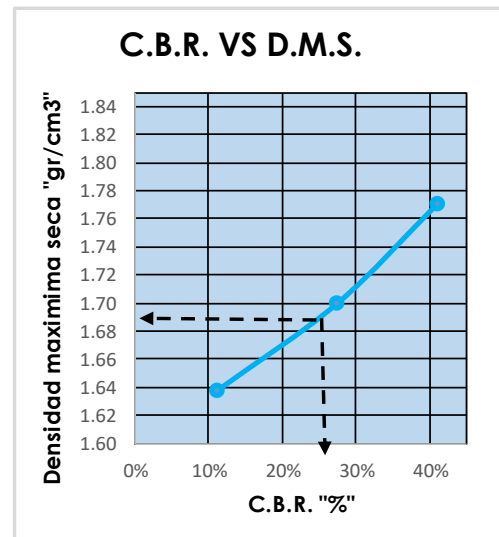
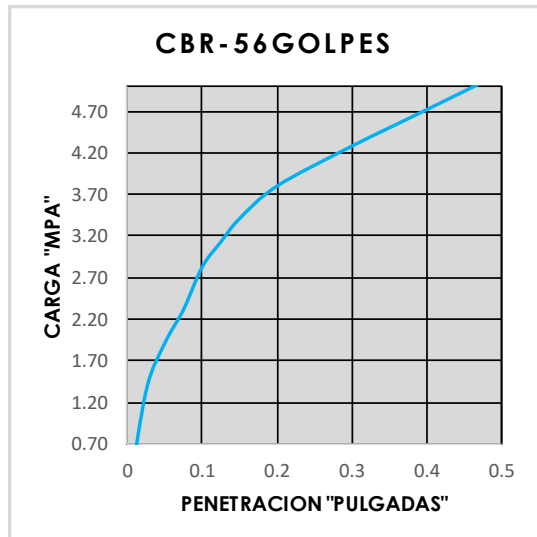
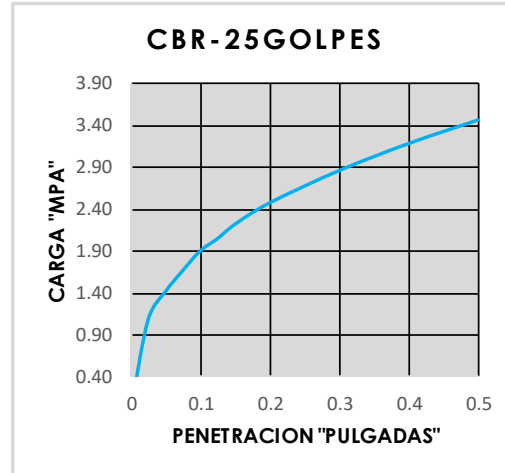
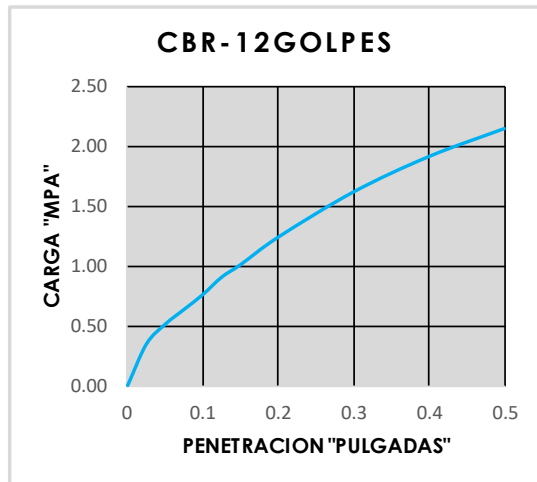
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC
Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2
Fecha: Ene-22

Adición de la halita al: 10%

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	16.31	1.64	1.09	11.03	C.B.R. - 95%	26.00
25	16.21	1.70	1.09	27.43	C.B.R. - 100%	41.03
56	16.10	1.77	1.09	41.03		



CALICATA 02
CON ADICION
DE HALITA AL 15%



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Lugar: VIA DE EVITAMIENTO

Provincia: ABANCAY

Fecha: Ene-22

Distrito: ABANCAY

Region: APURIMAC

Hecho por: Muestreo: SOLICITANTE

Material: SUBRAZANTE

Cantera: _

Calicata: 2

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA

Adicion de la halita al: 15%

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1010.0 gr	Muestra lavada y secada	389.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				100.00
1"	25.400	20.00	20.00	1.98	98.02
3/4"	19.050	38.00	38.00	3.76	94.26
1/2"	12.700	46.00	46.00	4.55	89.70
3/8"	9.525	21.00	21.00	2.08	87.62
1/4"	6.350	23.00	23.00	2.28	85.35
Nº4	4.750	41.00	41.00	4.06	81.29
Nº10	2.000	55.00	55.00	5.45	75.84
Nº20	0.850	47.00	47.00	4.65	71.19
Nº40	0.425	40.00	40.00	3.96	67.23
Nº60	0.300	24.00	24.00	2.38	64.85
Nº100	0.149	18.00	18.00	1.78	63.07
Nº200	0.075	16.00	16.00	1.58	61.49
Cazuela		0.00	621.00	61.49	

D60 = NO TIENE
D30 = NO TIENE
D10 = NO TIENE

Cu = NO TIENE

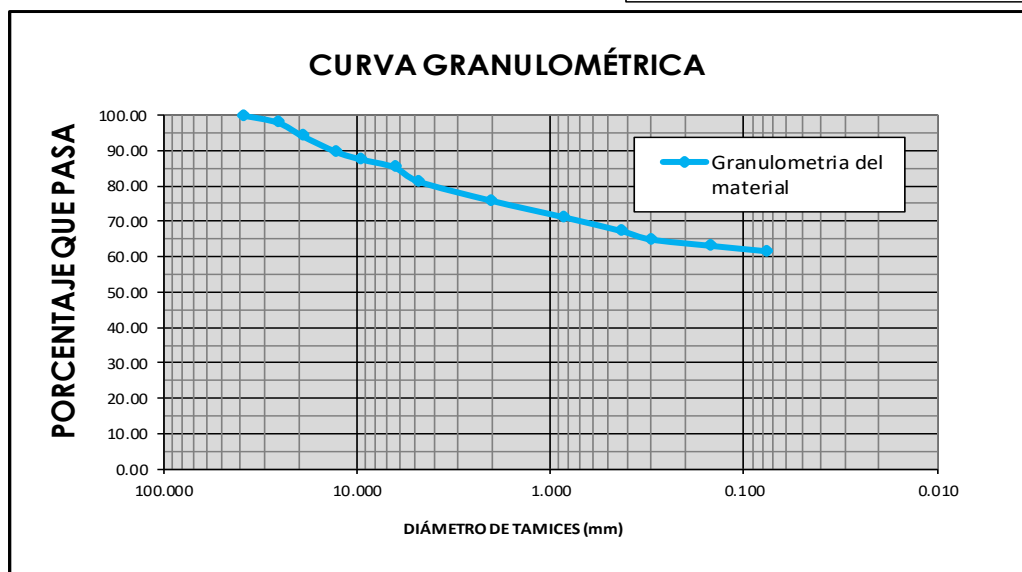
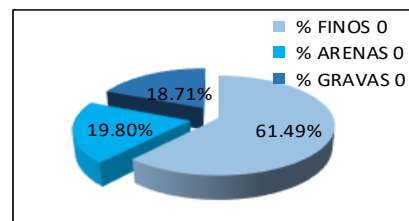
Cc = NO TIENE

TOTAL 389.00 1010.00 100.00
Diferencia 0.00 <3% %Finos= 61.49

IG= 7

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS

% FINOS	61.49%
% ARENAS	19.80%
% GRAVAS	18.71%



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY – APURÍMAC 2021"

Ubicación: Sector: **VIA DE EVITAMIENTO**
Distrito: **ABANCAY**

Provincia: **ABANCAY**
Region: **APURIMAC**

Fecha: **Ene-22**

Hecho por: Muestreo: **SOLICITANTE**

Calicata : **SUBRAZANTE**

Cantera: **_**

Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

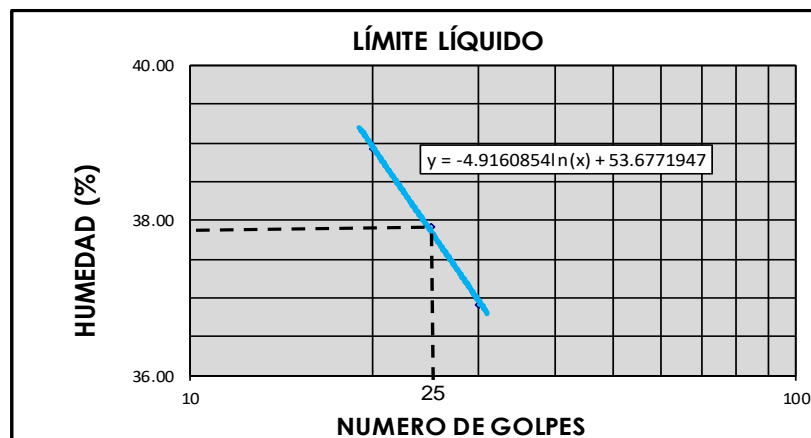
Adicion de la halita al: **15%**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula		2		
Caps.+ S. húmedo		60.60		
Caps.+ S. seco		54.95		
Agua		5.65		
Peso Cápsula		40.05		
Peso S. seco		14.90		
% Humedad		37.92		
N° de golpes		25		

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula		2	3	
Caps.+ S. húmedo		50.22	55.20	
Caps.+ S. seco		48.40	52.80	
Agua		1.82	2.40	
Peso Cápsula		40.40	42.20	
Peso S. seco		8.00	10.60	
% Humedad		22.75	22.64	

LÍMITE LÍQUIDO	=	37.9 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	22.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	=	15.2 %



ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-70 - AASHTO T-180-70

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO**
Distrito: **ABANCAY**
Muestreo: **SOLICITANTE**

Provincia: **ABANCAY** Fecha: **Ene-22**
Region: **APURIMAC**
Material: **SUBRAZANTE**
Cantera: -
Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA**

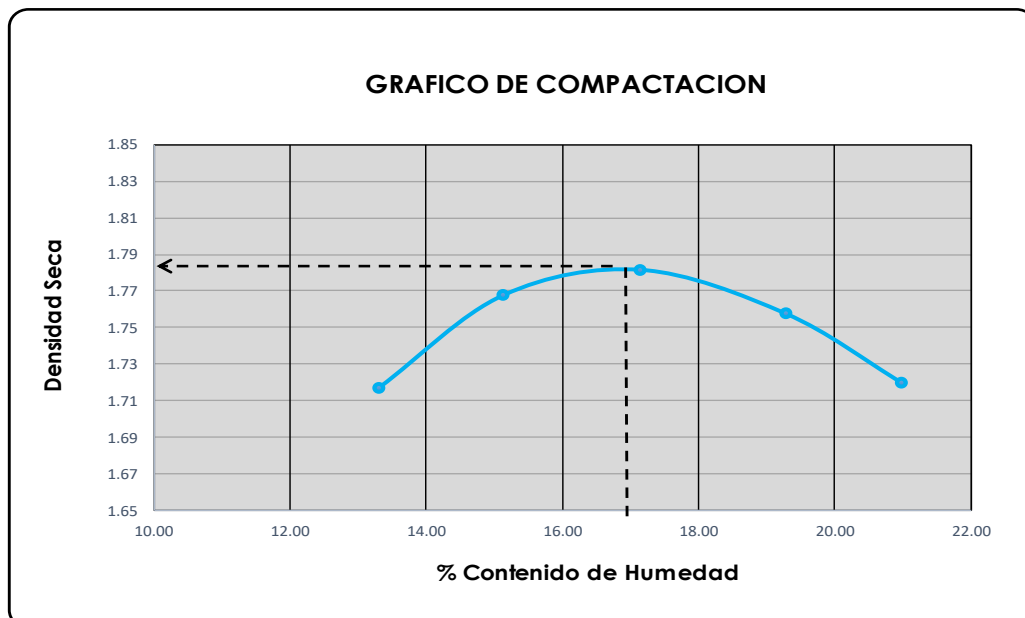
Adición de la halita al: 15%

N° de Capas: 5	
N° de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	100.00	95.00	95.00	98.00
Wcap+sh.	500.00	460.00	450.00	500.00
Wcap+ss.	453.00	412.00	398.00	435.00
Wss.	353.00	317.00	303.00	337.00
Ww.	47.00	48.00	52.00	65.00
%CH.	13.31	15.14	17.16	19.29

%CH.	13.31	15.14	17.16	19.29
Wmolde	6916	6916	6916	6916
Wsh+molde	11050	11240	11350	11370
Wsh.	4134	4324	4434	4454
Densidad Hum.	1.946	2.036	2.088	2.097
Densidad Seca	1.718	1.768	1.782	1.758

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.782
Contenido Optimo de Agua(%) :	17.16



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).

ASTM 1833 - 73

Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: **VIA DE EVITAMIENTO** Provincia: **ABANCAY** Cantera: **_**
 Distrito: **ABANCAY** Region: **APURIMAC** Humedad Optima(%): **17.16**
 Muestreo: **SOLICITANTE** Material: **SUBRAZANTE** Densidad Seca Maxima(g/cm3): **1.782**
 Cantera: **_** 95% Densidad Seca Máxima(g/cm3): **1.693**
 Calicata: **2**

Solicitante: **MIGUEL VALENTE GUERRA** Adición de la halita al: **15%** Fecha: **Ene-22**

DIMENSIONES DE MOLDE:			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
Nº DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).			7843			7843			7903			
Volumen de la Muestra(cc).			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).			11850		12020	12000		12102	12320		12377	
Muestra Humeda(gr).			4007		4177	4157		4259	4417		4474	
Densidad Humeda(g/cm3).			1.89		1.97	1.96		2.01	2.08		2.11	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).			122.00		100.00	120.00		88.50	125.00		90.10	
Muestra Humeda + Capsula(gr).			500.00		445.00	500.00		420.00	500.00		450.00	
Muestra Seca+ Capsula(gr).			445.00		386.00	445.00		365.00	445.00		395.00	
Muestra Seca(gr).			323.00		286.00	325.00		276.50	320.00		304.90	
Contenido de Agua(gr)			55.00		59.00	55.00		55.00	55.00		55.00	
Contenido de Humedad(%).			17.03		20.63	16.92		19.89	17.19		18.04	
Densidad Seca(g/cm3).			1.612		1.630	1.674		1.672	1.775		1.785	
	DIA	HORA	INTERVAL O (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.0000			0.0000			0.0000		
	2.00	13:02	1.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3.00	13:10	2.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4.00	13:04	3.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5.00	12:58	4.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	PENETRA CION "PULGADA"	CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	
			DIAL	MPa		DIAL	MPa		DIAL	MPa		
ENSAYO DE PENETRACION	0			0	0.00		0	0.00		0	0.00	
	0.025			12	0.47		44	1.14		62	1.51	
	0.050			20	0.64		60	1.47		89	2.08	
	0.075			26	0.76		72	1.72		108	2.49	
	0.100	6.90		32	0.89	12.84	83	1.96	28.35	132	3.00	43.52
	0.125			39	1.03		90	2.10		146	3.31	
	0.150			44	1.14		98	2.28		159	3.59	
	0.200	10.3		55	1.37	13.26	110	2.53	24.57	177	3.98	38.63
	0.300			73	1.74		128	2.92		199	4.46	
	0.400			87	2.04		143	3.24		219	4.90	
0.500			98	2.28		156	3.52		239	5.34		

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR). ASTM 1833 - 73

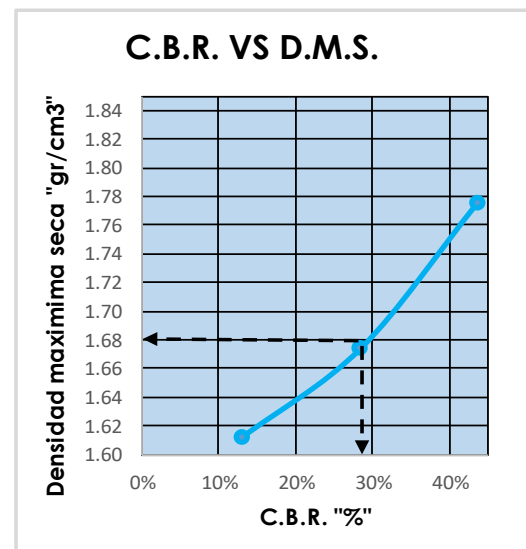
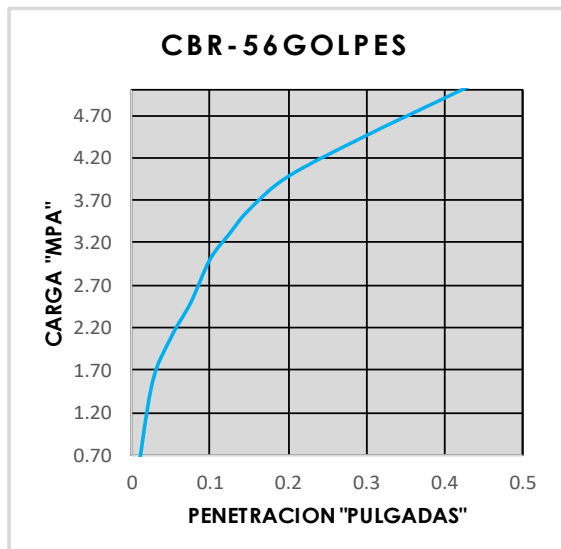
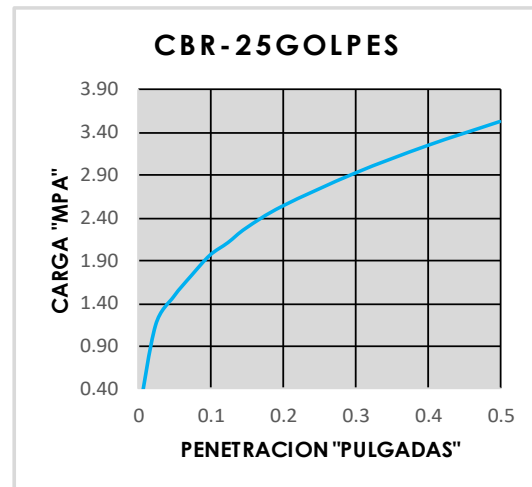
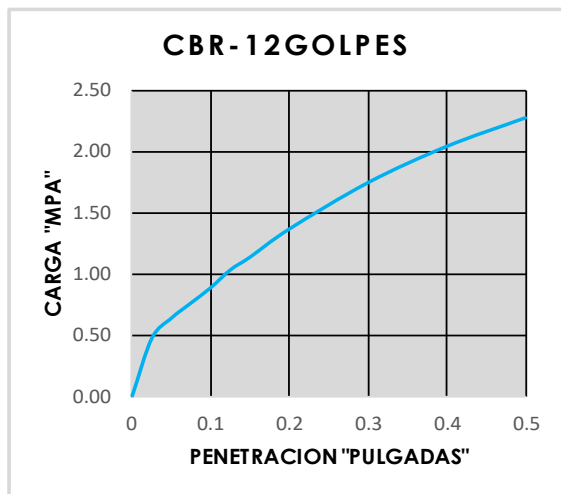
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA SAL ROSADA (ALITA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, ABANCAY - APURIMAC 2021"

Lugar: VIA DE EVITAMIENTO
Distrito: ABANCAY
Muestreo: SOLICITANTE

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC
Material: SUBRAZANTE
Cantera: _
Calicata: 2
Fecha: Ene-22

Adición de la halita al: 15%

Solicitante: MIGUEL VALENTE GUERRA



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	17.03	1.61	0.00	12.84	C.B.R. - 95% 29.00
25	16.92	1.67	0.00	28.35	C.B.R. - 100% 43.52
56	17.19	1.77	0.00	43.52	

PANEL FOTOGRÁFICO

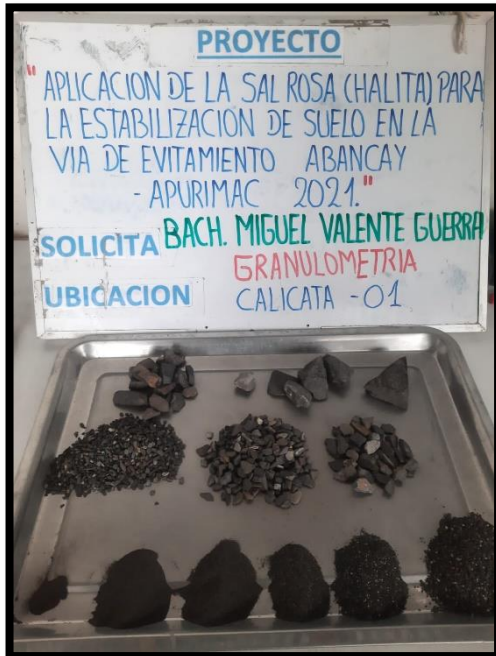


Imagen 01: Granulometría calicata 01.



Imagen 02: Granulometría calicata 02.

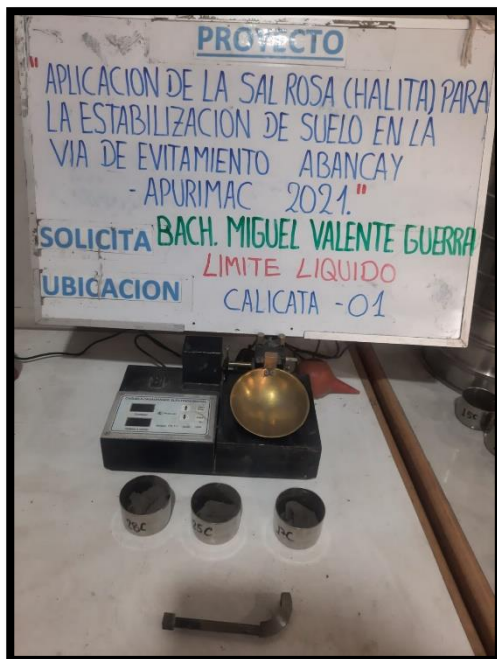


Imagen 03: Limite liquido calicata 01.

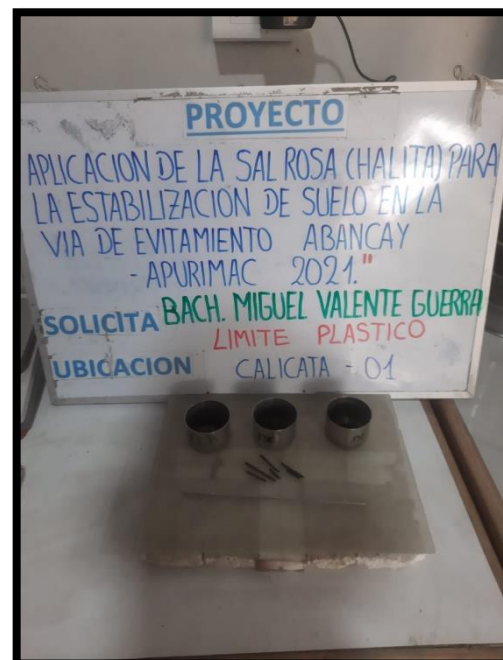


Imagen 4: Limite plástico calicata 01.

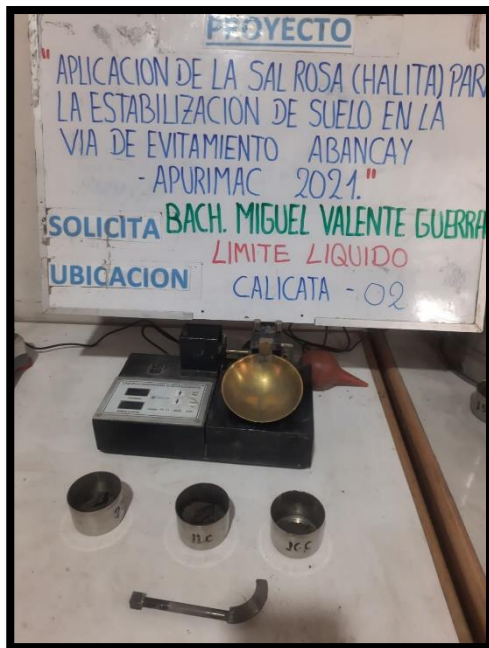


Imagen 05: Limite liquido calicata 02.



Imagen 6: Limite plástico calicata 02.



Imagen 7: Proctor modificado calicata 01.

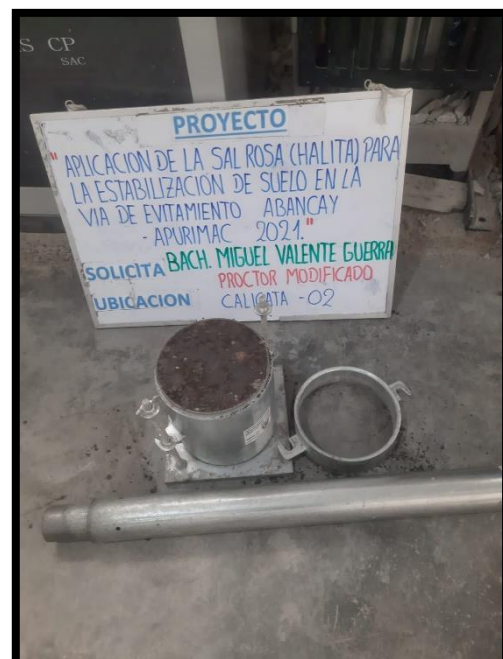


Imagen 8: Proctor modificado calicata 02.



Imagen 9: CBR calicata 01.



Imagen 10: CBR calicata 02.



Imagen 11: CBR calicata 02 + 5% halita.



Imagen 12: CBR calicata 02 + 10% halita.



Imagen 13: CBR calicata 02 + 15% halita.

Anexo 8. Certificado de calibración del equipo

No.


CERTIFICADO DE CALIBRACION 120-2021 PLF

OBJETO DE PRUEBA: MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO
Instrument
Capacidad 43,988 kN Pág. 1 de 5
Loading capacity
FABRICANTE PINZUAR LTDA
Manufacturer
Modelo PS-9
Model
Serie / Código Interno 118 / NO INDICA
Identification number
Ubicación de la máquina Laboratorio de Ensayos CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE
Location of the machine RESPONSABILIDAD LIMITADO., APURIMAC
Norma de referencia NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25)
Norm of used reference
Intervalo calibrado Del 10 % al 100 %
Calibrated interval
Solicitante CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD
Customer LIMITADO
Dirección PRO.ARICA NRO. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA)
Address APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
Ciudad APURIMAC
City
PATRON(ES) UTILIZADO(S)
Measurement standard
Tipo / Modelo 620 / 110
Type / Model
Rangos 50 kN
Measurement range
Fabricante TEDEA
Manufacturer
No. serie 14711
Identification number
Certificado de calibración INM 2125
Calibration certification
Incertidumbre de medida 0.097 %
Uncertainty of measurement
Método de calibración Comparación Directa
Method of calibration
Unidades de medida Sistema Internacional de Unidades (SI)
Units of measurement
FECHA DE CALIBRACIÓN 2021 - 11 - 05
Date of calibration
FECHA DE EXPEDICIÓN 2021 - 11 - 08
Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this certificate and documents attached 5

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signature(s)


Fis. Harold Jackson Orihuela Cj
Coordinador Laboratorio de Metrología


Tec. Ely Quinte Guiza
Técnico de Calibración

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

No.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
NÚMERO 120-2021 PLF

Pág. 2 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga:			Compresión		Resolución: 0.022 kN		
Indicación de la Máquina			Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	Unidades	1 (ASC) kN	2 (ASC) kN	2 (DESC)	3 (ASC) kN	4 (ASC)
10	4.483 5	100	4.557 1	4.465 3		4.499 2	
20	8.670 1	200	8.739 1	8.537 4		8.641 2	
30	12.968	300	13.021	12.960		12.993	
40	17.351	400	17.483	17.028		17.253	
50	21.794	500	21.921	21.824	No Aplica	21.875	No Aplica
60	26.270	600	26.384	26.290		26.308	
70	30.753	700	30.783	30.689		30.700	
80	35.218	800	35.301	35.175		35.238	
90	39.639	900	39.633	39.513		39.534	
100	43.988	1 000	44.064	44.019		44.027	
Indicación después de Carga			0.000	0.000	No Aplica	0.000	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina	kN	Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	4.483 5	-0.5	2.0			0.49	1.4
20	8.670 1	0.4	2.3			0.25	1.5
30	12.968	-0.18	0.47			0.17	0.47
40	17.351	0.6	2.6			0.13	1.7
50	21.794	-0.36	0.44			0.10	0.39
60	26.270	-0.22	0.36	No Aplica	No Aplica	0.08	0.38
70	30.753	0.10	0.31			0.07	0.35
80	35.218	-0.06	0.36			0.06	0.37
90	39.639	0.20	0.30			0.06	0.34
100	43.988	-0.11	0.10			0.05	0.19
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00					

 Calibró: Tec. Elvis Quinte Guiza
 Técnico de Calibración

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima:	19.3 °C	Humedad Mínima:	70 % Hr
Temperatura Máxima:	19.6 °C	Humedad Máxima:	72 % Hr

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

 No. **120-2021 PLF**
 NÚMERO **120-2021 PLF**
 Pág. 3 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 10%
0.56	2.64	No Aplica	No Aplica	0.00	0.49

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007.

CLASE DE LA ESCALA DE LA MÁQUINA	EXACTITUD (q)	REPETIBILIDAD (b)	REVERSIBILIDAD (v)	CERO (fo)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a)
0.5	0.5	0.5	0.75	0.05	0.25
1	1.0	1	1.5	0.1	0.50
2	2.0	2	3	0.2	1.00
3	3.0	3	4.5	0.3	1.50

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla de resultados de la página No. 2. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura $k = 2,29$ Para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades. S.I. para la prestación de servicios de calibración según la Norma ISO - IEC 17025

OBSERVACIONES .

- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2.en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.

8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No.

120-2021 PLF

FIRMAS AUTORIZADAS


Fis. Harold Jackson Orihuela Chipana

Coordinador Laboratorio de Metrología



Tec. Elvis Quinte Guiza

SEVICIO DE CALIBRACIÓN

No.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
NÚMERO 120-2021 PLF

Pág. 4 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga:			Compresión		Resolución:		4.95 lbf	
Indicación de la Máquina			Series de medición: Indicación del Patrón					
%	lbf	Unidades	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)	
10	1 008.1	100	1 024.5	1 003.8		1 011.5		
20	1 949.5	200	1 964.6	1 919.3		1 942.6		
30	2 916.0	300	2 927.2	2 913.5		2 920.9		
40	3 901.8	400	3 930.4	3 828.2		3 878.7		
50	4 901.0	500	4 927.9	4 906.1	No Aplica	4 917.6	No Aplica	
60	5 907.9	600	5 931.4	5 910.2		5 914.3		
70	6 916.5	700	6 920.2	6 899.1		6 901.6		
80	7 921.1	800	7 936.1	7 907.7		7 921.9		
90	8 915.7	900	8 909.9	8 882.8		8 887.6		
100	9 894.6	1000	9 906.0	9 895.9		9 897.7		
Indicación después de Carga			0.00	0.00	No Aplica	0.00	No Aplica	

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
%	lbf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	1 008.1	-0.5	2.0			0.49	1.4
20	1 949.5	0.4	2.3			0.25	1.5
30	2 916.0	-0.16	0.47			0.17	0.47
40	3 901.8	0.6	2.6			0.13	1.7
50	4 901.0	-0.33	0.44			0.10	0.39
60	5 907.9	-0.18	0.36	No Aplica	No Aplica	0.08	0.38
70	6 916.5	0.14	0.31			0.07	0.35
80	7 921.1	-0.01	0.36			0.06	0.37
90	8 915.7	0.25	0.30			0.06	0.34
100	9 894.6	-0.05	0.10			0.05	0.19
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00					

Factor de Conversión: 1 lbf = 4,448222 N*

*NIST SPECIAL PUBLICATION 811 : Guide for the Use of the International System of Units (SI) – Anexo B8.

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima:	19.3 °C	Humedad Mínima:	70 % Hr
Temperatura Máxima:	19.6 °C	Humedad Máxima:	72 % Hr

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

No.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 120-2021 PLF

TABLA DE CALIBRACIÓN

Pág. 5 de 5

Carga en kN $A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$, donde X = Lectura del Dial

$A_0 = 0.43423$
 $A_1 = 0.03972$

$A_2 = 8.16262E-06$
 $A_3 = -4.3284E-09$

Desvío estandar del ajuste = 0,13865 kN

Unidades del dial	Carga en kN									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
100	4.483 5	4.689 8	4.896 4	5.103 4	5.310 7	5.518 3	5.726 3	5.934 5	6.143 1	6.352 1
150	6.561 3	6.770 8	6.980 7	7.190 8	7.401 3	7.612 0	7.823 1	8.034 4	8.246 0	8.457 9
200	8.670 1	8.882 6	9.095 3	9.308 3	9.521 6	9.735 2	9.949 0	10.163	10.377	10.592
250	10.807	11.022	11.237	11.453	11.668	11.885	12.101	12.317	12.534	12.751
300	12.968	13.185	13.403	13.621	13.839	14.057	14.275	14.494	14.713	14.931
350	15.151	15.370	15.589	15.809	16.029	16.249	16.469	16.689	16.910	17.130
400	17.351	17.572	17.793	18.014	18.236	18.457	18.679	18.901	19.123	19.345
450	19.567	19.789	20.011	20.234	20.456	20.679	20.902	21.125	21.348	21.571
500	21.794	22.017	22.240	22.464	22.687	22.911	23.134	23.358	23.582	23.805
550	24.029	24.253	24.477	24.701	24.925	25.149	25.373	25.597	25.821	26.046
600	26.270	26.494	26.718	26.943	27.167	27.391	27.615	27.840	28.064	28.288
650	28.512	28.736	28.961	29.185	29.409	29.633	29.857	30.081	30.305	30.529
700	30.753	30.977	31.201	31.425	31.649	31.872	32.096	32.319	32.543	32.766
750	32.990	33.213	33.436	33.659	33.882	34.105	34.328	34.551	34.773	34.996
800	35.218	35.440	35.663	35.885	36.107	36.328	36.550	36.772	36.993	37.214
850	37.436	37.657	37.877	38.098	38.319	38.539	38.759	38.979	39.199	39.419
900	39.639	39.858	40.077	40.296	40.515	40.734	40.952	41.170	41.388	41.606
950	41.824	42.041	42.259	42.476	42.692	42.909	43.125	43.341	43.557	43.773
1 000	43.988									

FIRMAS AUTORIZADAS



Fis. Harold Jackson Orihuela Chipana
Coordinador Laboratorio de Metrología



Tec. Elvis Quinte Guiza
Tecnico de Calibración

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-014-2022

Página 1 de 3

Arso Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/01/10
Solicitante **CONTROL DE CALIDAD ALMATHO E.I.R.L.**
Dirección **PROGRESO NRO. 167 SAN GREGORIO - LIMA - ATE**

Instrumento de medición BALANZA

Identificación 220-014-2022

Intervalo de indicación 0 g a 30000 g

División de escala 1 g

Resolución

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo R21PE30ZH

N° de serie 8349380656

Procedencia USA

Ubicación LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.
Lugar de calibración ASOC. DE VIV. LAS FLORES DE SAN DIEGO MZ C LOTE 01 - SAN MARTIN DE PORRES

Fecha de calibración 2021/01/10

Método/Procedimiento de calibración

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

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

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

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

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



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

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 220-014-2022

Página 2 de 3

Arsou Group

Laboratorio de Metrología auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,5 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250 g			Carga L1= 500 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1500.0	0	0	30000	0	0
2	1500.0	0	0	30000	0	0
3	1500.0	0	0	30000	0	0
4	1500.0	0	0	30000	0	0
5	1500.0	0	0	30000	0	0
6	1500.0	0	0	30000	0	0
7	1500.0	0	0	30000	0	0
8	1500.0	0	0	30000	0	0
9	1500.0	0	0	30000	0	0
10	1500.0	0	0	30000	0	0

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
1500	0	1
30000	0	3



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com



Arso Group

Laboratorio de Metrología

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación de E_0				
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	
1	1.0	0	0	0	1.0	0	0	0	1
10	10.0	0	0	0	10.0	0	0	0	1
50	50.0	0	0	0	50.0	0	0	0	1
100	100.0	0	0	0	100.0	0	0	0	1
500	500.0	0	0	0	500.0	0	0	0	1
1000	1000.0	0	0	0	1000.0	0	0	0	1
5000	5000.0	0	0	0	5000.0	0	0	0	1
10000	10000.0	0	0	0	10000.0	0	0	0	1
15000	15000.0	0	0	0	15000.0	0	0	0	3
20000	20000.0	0	0	0	20000.0	0	0	0	3
30000	30000.0	0	0	0	30000.0	0	0	0	3

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL : Carga Incrementada

E: Error encontrado

E_0 : Error en cero

E_c : Error corregido

EMP: Error máximo permitido

Observaciones

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

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Mza. E Lote 2 Urb. La virreyna, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 014 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 1 de 3

1. Expediente	200011	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	CONCHIPA E.I.R.L.	
3. Dirección	Pro. Arica N° s/n, Abancay - Abancay - APURIMAC	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	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 reglamento vigente.
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	170512	
Modelo	STMH-3	
Alcance de indicación	9999 VUELTAS	
Div. de escala / Resolución	1 VUELTA	
Identificación	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2022-01-11	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Lugar de calibración	Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C. Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-11


JUAN C. QUISPE MORALES**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 014 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM INACAL, tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,6 °C	20,2 °C
Presión Atmosférica	73 %	73 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Formas de Ondas Tektronix AFG3102	TACÓMETRO DIGITAL Exactitud de 0,02% de la lectura	INACAL/DM LTF-C-082-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE INACAL / DM	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0.1 mm.	INACAL / DM LLA-052-2018
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	METROLOGIA & TECNICAS S.A.C. MT-LM-177-2018

10. Resultados

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
0	0	0	0	0
60	31	32	32	32
120	63	63	63	31
180	95	95	95	32
240	126	126	126	31
300	158	158	158	32
360	190	190	190	32
420	221	221	221	31
480	253	253	253	32
540	284	285	285	32
600	316	316	316	31
660	348	348	348	32
720	379	378	378	30
780	411	411	411	33
840	442	442	442	31
900	474	474	474	32

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mc Fl Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 014 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 3 de 3

Características de las esferas		
N°	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,69	417,3
2	46,69	417,4
3	46,68	417,1
4	46,68	417,5
5	46,69	417,5
6	46,67	417,0
7	46,64	416,9
8	46,67	417,3
9	46,68	417,2
10	46,69	417,1
11	46,67	417,3
12	46,66	416,9

Características del tambor del equipo

Diámetro Interior	710 mm
Longitud Interior	518 mm

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,00 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.



Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (51) 540-0642

Cel.: (51) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.comventas@metrologiatecnicas.comcalidad@metrologiatecnicas.comWEB: www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Página 1 de 5

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/01/10
Solicitante CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO
Dirección PRO.ARICA NRO. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY
Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO
Identificación 0141-018-2022
Marca ARSOU
Modelo HR701
Serie 400215
Cámara 85 Litros
Ventilación NATURAL
Pirómetro THOLZ
Modelo NO INDICA
Procedencia PERÚ
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP
Fecha de calibración 2022/01/10
Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

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

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

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



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

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0141-018-2022

Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0545-CLT-2019 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.1	110.8	110.5	111.0	110.1	110.7	110.4	111.0	110.6	110.0	110.5	1.0
00:02	110	110.2	111.0	110.9	110.2	110.0	111.0	110.1	110.1	110.9	111.0	110.5	1.0
00:04	110	110.4	110.4	110.3	110.4	110.2	110.8	110.4	110.7	110.3	110.7	110.5	0.6
00:06	110	110.1	110.6	110.8	110.6	110.8	110.1	110.2	110.3	110.8	110.0	110.4	0.8
00:08	110	110.9	110.6	110.5	110.4	110.5	110.9	110.5	111.0	110.7	110.4	110.6	0.6
00:10	110	110.9	110.7	110.5	110.3	110.5	110.6	110.2	110.3	110.9	110.8	110.6	0.7
00:12	110	110.2	110.3	110.3	111.0	110.7	110.7	110.1	110.0	110.9	110.6	110.5	1.0
00:14	110	110.9	110.6	110.2	110.9	110.6	110.9	110.1	110.7	110.9	110.3	110.6	0.8
00:16	110	110.3	110.7	110.3	110.9	110.6	111.0	110.5	110.2	110.3	110.3	110.5	0.8
00:18	110	110.8	110.9	111.0	110.6	110.2	110.9	110.1	110.7	110.3	110.7	110.6	0.9
00:20	110	110.6	110.9	110.8	110.7	110.7	110.5	110.0	110.7	110.2	111.0	110.6	1.0
00:22	110	110.4	110.9	111.0	110.2	110.2	110.1	110.2	110.6	110.6	110.5	110.5	0.9
00:24	110	110.1	110.0	110.4	110.8	110.4	110.2	110.6	111.0	111.0	110.8	110.5	1.0
00:26	110	110.0	110.3	110.7	110.4	110.6	110.6	110.4	110.6	110.3	110.2	110.4	0.7
00:28	110	110.6	110.6	110.4	110.9	110.4	110.7	110.0	110.7	110.4	110.8	110.6	0.9
00:30	110	110.8	111.0	110.5	110.9	110.2	110.2	110.9	111.0	110.8	110.3	110.7	0.8
00:32	110	110.3	110.5	110.9	110.1	110.3	110.9	110.7	111.0	110.8	110.4	110.6	0.9
00:34	110	110.0	110.2	111.0	110.9	110.5	110.6	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	1.0
00:36	110	110.9	110.6	110.5	111.0	110.7	110.5	110.8	110.2	110.2	110.4	110.6	0.8
00:38	110	111.0	110.0	110.9	110.9	110.4	110.8	110.5	111.0	110.0	110.7	110.6	1.0
00:40	110	110.8	110.8	110.2	110.9	110.6	110.9	110.7	110.0	110.7	110.2	110.6	0.9
00:42	110	110.8	110.9	110.3	110.7	111.0	110.5	110.3	110.8	110.2	110.7	110.6	0.8
00:44	110	110.0	110.5	111.0	110.4	110.5	110.5	110.8	110.8	110.5	110.7	110.6	1.0
00:46	110	111.0	110.1	111.0	110.6	110.9	110.7	110.3	110.9	110.4	110.5	110.6	0.9
00:48	110	110.6	110.2	110.5	110.1	111.0	110.2	110.8	110.4	110.6	110.1	110.5	0.9
00:50	110	110.9	110.9	110.7	110.4	110.4	110.2	110.1	110.1	110.2	110.8	110.5	0.8
T. PROM.	110	110.5	110.6	110.6	110.6	110.5	110.6	110.4	110.6	110.6	110.5	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.2	110.1	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tms Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

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

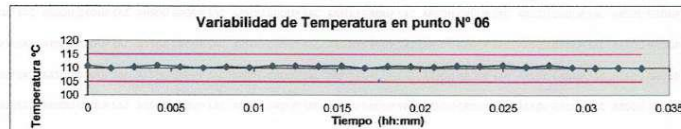
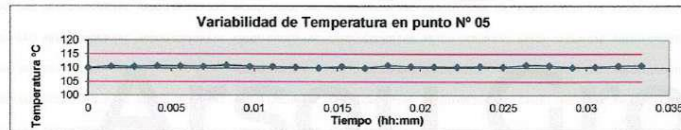
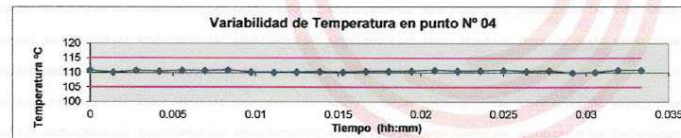
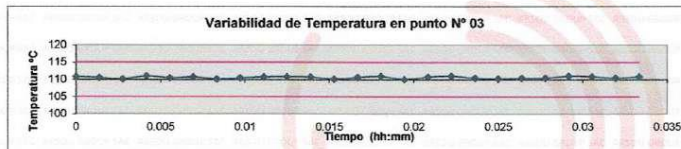
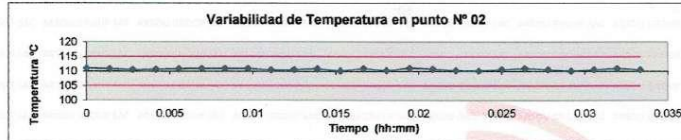
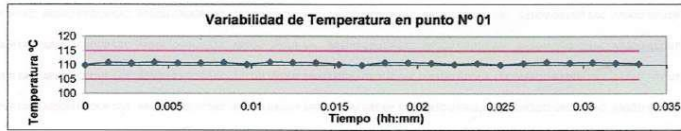
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

GRÁFICO

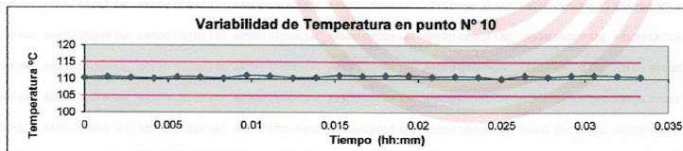
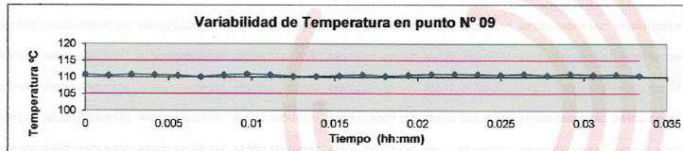
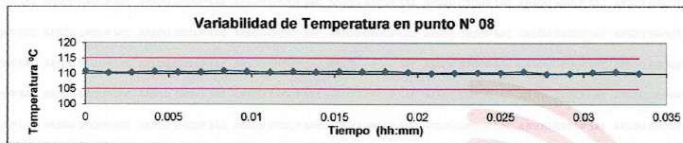
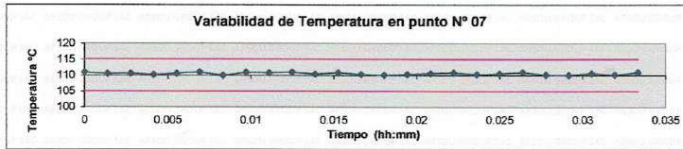


ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

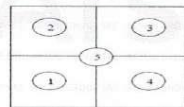
ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo BARRERA
METROLOGÍA



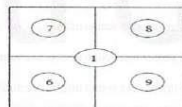
Arsou Group
Laboratorio de Metrología



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



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

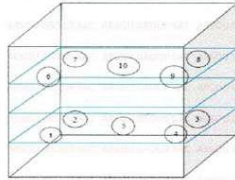
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carrión
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

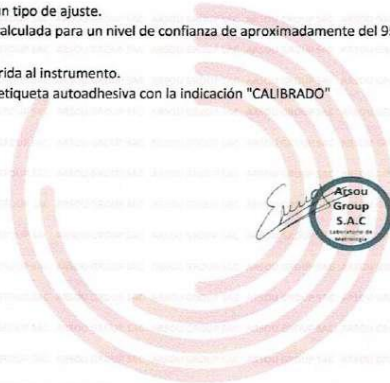
GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

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



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Caralca
METROLOGÍA

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

Anexo 09. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO PRO. ARICA SN EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC					BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20601715431 EB01-37		
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 12/03/2022 Señor(es) : MIGUEL VALENTE GUERRA DNI : 74500072 Tipo de Moneda : SOLES Observación :							
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER	
1.00	UNIDAD	ELABORACION DE EMS DE PAVIMENTOS O CARRETERAS DEL PROYECTO DE TESIS, APLICACION DE LA SAL ROSADA(HALITA) PARA LA ESTABILIZACION DE SUELO EN LA VIA DE EVITAMIENTO ABANCAY, APURIMAC 2021	1500.00	0.00	1,770.00	0.00	
Otros Cargos :						S/ 0.00	
Otros Tributos :						S/0.00	
ICBPER :						S/0.00	
Importe Total :						S/1,770.00	
SON: UN MIL SETECIENTOS SETENTA Y 00/100 SOLES							
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.							
Op. Gravada :						S/ 1,500.00	
Op. Exonerada :						S/ 0.00	
Op. Inafecta :						S/ 0.00	
ISC :						S/ 0.00	
IGV :						S/ 270.00	
ICBPER :						S/ 0.00	
Otros Cargos :						S/ 0.00	
Otros Tributos :						S/ 0.00	
Monto de Redondeo :						S/ 0.00	
Importe Total :						S/ 1,770.00	
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.							

Anexo 10. Pantallazo del turnitin

feedback studio MIGUEL VALENTE GUERRA | DESARROLLO DEL DPI (TESIS) ?

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

Aplicación de la sal rosada (halita) para la estabilización del suelo en la vía de evitamiento, Abancay - Apurímac - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Valente Guerra, Miguel (<https://orcid.org/0000-0002-8625-6853>)

ASESOR:
Dr. Benitos Zuñiga Jose Luis (<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>)

Resumen de coincidencias ✕

22 %

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	10 %	>
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %	>
3	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	1library.co Fuente de Internet	1 %	>

Página: 1 de 53 Número de palabras: 13508 Versión solo texto del informe | Alta resolución Activado 🔍