



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina  
Yurumarca en las calles del barrio San Francisco - Colcamar  
- Amazonas, 2022.**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Occ Chavez, Juan (ORCID: 0000-0002-2514-4292)

**ASESOR:**

Mg. Samir Augusto Arévalo Vidal (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA — PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

Dedico mi Proyecto a mi Hija Danna Lucero, siendo ella mi principal cimiento para la construcción de mi vida profesional; sentó en mí, las bases de responsabilidad y deseos de superación para un mejor mañana personal y también brindar mi aporte a la sociedad.

Gracias a Dios por concederme en mi vida, a la mejor y única Hija.

A mi esposa, mis padres y hermanos, que son las personas que me han ofrecido el amor y la calidez de familia a la cual amo.

## Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios Padre y mi Familia, amigos, personas especiales en mi vida. Personas importantes en mi vida. No podría sentirme más ameno con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su mejor apoyo en los momentos de necesidad.

Este nuevo logro en mi vida, en gran parte es gracias a ustedes; he alcanzado a conducir con éxito un proyecto que al inicio fue una tarea titánica e interminable. Quisiera dedicar mi tesis a ustedes, por la confianza depositada a mi persona y el apoyo incondicional.

Muchas gracias a aquellos seres queridos, que siempre aguardo en mi alma.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	06
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización	22
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentación de redacción	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	55
IV. RESULTADOS	56
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	68
VII. RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	72
ANEXOS	78

## Índice de tablas

<b>Tabla 01:</b> Indicaciones para la estabilización de suelos .....	13
<b>Tabla 02:</b> Características que brindan los suelos estabilizados.....	16
<b>Tabla 03:</b> Análisis Químico del agua salada.....	57
<b>Tabla 04:</b> Propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón .....	57
<b>Tabla 05:</b> Propiedades mecánicas de la calicata C1 .....	58
<b>Tabla 06:</b> Propiedades mecánicas de la calicata C3 .....	58
<b>Tabla 07:</b> Comparación del CBR (CL) y muestras con agua salada .....	61
<b>Tabla 08:</b> Comparación del CBR (MH) y muestras con agua salada .....	62
<b>Tabla 09:</b> Comparación de resultados del CBR Silvestre y Occ .....	65
<b>Tabla 10:</b> Comparación de resultados del CBR Urrieta y Occ .....	67
<b>Tabla 11:</b> Comparación del CBR Urrieta y Occ con adición del estabilizador.....	69

## Índice de figuras

Figura 1. Pasos para la identificación del tipo de suelo.....	14
Figura 2. Inversión Minera Mundial por Minerales .....	17
Figura 3. Distribución de agua.....	18
Figura 4. Diagrama del agua .....	19
Figura 5. Ubicación satelital del efluente de agua salada .....	25
Figura 6. Identificación y toma de muestras del agua salada .....	26
Figura 7. Solicitud al alcalde de Colcamar para realizar las calicatas .....	28
Figura 8. Autorización Municipal para realizar las calicatas .....	29
Figura 9. Ubicación de las calicatas realizadas en el Barrio San Francisco .....	30
Figura 10. Ejecución de la calicata 1 .....	31
Figura 11. Exploración de suelo de la calicata 1. ....	32
Figura 12. Ejecución de la calicata 2 .....	33
Figura 13. Exploración de suelo de la calicata 2 .....	34
Figura 14. Ejecución de la calicata 3 .....	35
Figura 15. Toma de muestras de la calicata 3 .....	36
Figura 16. Exploración de suelo de la calicata 3 .....	37
Figura 17. Entrega de muestra agua salada al laboratorio LABICER .....	38
Figura 18. Ubicación del laboratorio de ensayo de materiales .....	39
Figura 19. Preparación de muestras para el ensayo de humedad natural .....	40
Figura 20. Contenido de humedad de la calicata 1 .....	42

Figura 21. Contenido de humedad de la calicata 2 .....	42
Figura 22. Contenido de humedad de la calicata 3 .....	43
Figura 23. Análisis granulométrico de la calicata 1 .....	44
Figura 24. Curva granulométrica de la calicata 1 .....	45
Figura 25. Análisis granulométrico de la calicata 2 .....	46
Figura 26. Curva granulométrica de la calicata 2 .....	47
Figura 27. Análisis granulométrico de la calicata 3. ....	48
Figura 28. Curva granulométrica de la calicata 3 .....	49
Figura 29. Ensayo de Límites de consistencia .....	50
Figura 30. Gráfico del Límite de consistencia calicata 1 .....	50
Figura 31. Gráfico del Límite de consistencia calicata 2 .....	51
Figura 32. Gráfico del Límite de consistencia calicata 3 .....	51
Figura 33. Ensayo de Proctor modificado .....	52
Figura 34. Saturación de los especímenes y control de expansión.....	53
Figura 35. Comparación de densidad patrón Vs muestras de agua salada .....	58
Figura 36. Material tipo (CL) óptimo contenido de humedad muestra patrón y muestra adicionada agua salada al 9% .....	59
Figura 37. Material de Tipo (MH) máxima densidad seca muestra patrón y muestra adicionada agua salada al 6% .....	59
Figura 38. Ensayo de Proctor modificado .....	60
Figura 39. Comparación de resultados de Densidad seca y Contenido de Humedad de Proctor Modificado con SILVESTRE (2018) .....	64
Figura 40. Comparación de resultados de Densidad seca y Contenido de Humedad de Proctor Modificado con URRIETA (2020) .....	66

## Resumen

El desarrollo de la Tesis titulada “Estabilización de la subrasante con agua salada de la Mina Yurumarca en las calles del Barrio San Francisco-Colcamar, Amazonas, 2022. Tiene como objetivo determinar la estabilización de las calles con agua salada, considerando el 3%, 6% y 9% en el centro poblado de Colcamar. La estabilización de la subrasante consiste en la adición compuesta para mejorar las propiedades existentes del suelo patrón. Este proceso evidencia el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, así como la capacidad portante que esto es comprobado en el laboratorio Especializado de suelos. El agua salada de la Mina Yurumarca es un líquido que contiene cloruro de sodio que puede estabilizar el suelo. Las calles del presente estudio se conectan con las avenidas principales del Centro poblado de Colcamar.

El tipo de investigación es cuasi - experimental debido que llegamos a modificar las propiedades del suelo patrón utilizando agua salada. Los datos se recolectaron mediante protocolos e indicaciones de los laboratorios, Los resultados determinaron que el material a utilizar como suelo patrón según la clasificación del SUCS fue una arcilla arenosa de baja plasticidad (CL), el agua salada tiene un pH de 7.52, con 5.83 de cloruro de sodio, la muestra patrón con el CBR al 95% tiene un valor de 18.5%; según Norma Técnica Peruana el material debe ser reemplazado o estabilizado cuando tenga un CBR menor al 6%, para nuestra investigación se ha adicionado agua salada de la Mina Yurumarca y se obtuvo un CBR al 95% con un valor de 31.3%, indicando que el uso del agua salada mejora notablemente las propiedades del suelo arcilla limosa de baja plasticidad, la muestra patrón con un CBR al 100% obtuvimos un porcentaje 22.9% según Norma Técnica Peruana el material debe ser reemplazado o estabilizado cuando tenga un CBR menor al 6%, con la adición con agua salada de la Mina Yurumarca el CBR al 100% se obtuvo un crecimiento notable hasta 38.2%, las reacciones y mejoras que genera el agua salada es aceptable para ser utilizado como un agente estabilizador de la subrasante; porque alcanzamos y mejoramos ampliamente un CBR del 6%. Palabras Clave: Agua Salada de la Mina Yurumarca, Proctor, CBR, Estabilización.

## Abstract

The development of the Thesis entitled "Stabilization of the subgrade with salt The development of the thesis entitled "Subgrade stabilization with saline water from the Yurumarca mine on the streets of San Francisco–Colcamar, Amazonas, 2022" has the objective of determining the stabilization of the streets with salty water, considering 3%, 6%, and 9% in the rural area of Colcamar. The stabilization of the subgrade consists of a compound added to enhance the existing features of the pattern road. This process demonstrates the improvement of the physical and mechanical properties of the subgrade. as well as the bearing capacity to prove it in the specialized soil laboratory. This saline water from Yurumarca is a liquid that contains sodium chloride, which may stabilize the soil. The streets of this investigation interconnect with the principal avenues of Colcamar.

This work is quasi-experimental because it modified the properties of the ground using salt water. We recollected the data through protocols and indications from the laboratories. The results determined that the material to be used as pattern ground according to the classification of USCS (Unified Soil Classification System) was sandy clay of low plasticity (CL); saline water with 7.52 pH and 5.83 sodium chloride; and the base sample with 95% of CBR was 18.5%. According to the Peruvian Technical Standard, this material must be replaced or stabilized when it is less than 6%. For the research, we added salt water from the Yurumarca mine and applied a CBR of 95%, which gave us 31.3%. That indicates the use of saline water helped to improve the properties of the sandy clay of low plasticity. The base sample with a CBR of 100% gave us 22.9%, as the norm says that it needs to be changed or stabilized when the CBR is lower than 6%. Then, with the addition of salt water from the Yurumarca mine at 100% CBR, we obtained a remarkable increment of 38.2%. The reactions and improvements that generate the saline water are acceptable to be used as a stabilizer agent on the subgrade because we reached and vastly improved a CBR of 6%.

Keywords: salty water from Yurumarca mine, Proctor, CBR, stabilization

## **I. INTRODUCCIÓN**

REALIDAD PROBLEMÁTICA INTERNACIONAL, En América latina las ciudades se conectan y se relacionan a través de carreteras; el problema impera que gran parte de las vías de acceso no tienen una subrasante adecuada y tampoco están preparadas para afrontar las sobrecargas o fenómenos que están expuestos [1] Por eso el Banco de Desarrollo de América Latina (2019) plantea un cronograma de disposiciones que concilian e informan los perjuicios que origina los desastres naturales en las redes de conexión de América. Por otra parte, los estados de América Latina destinan fondos deficientes del PBI; por lo tanto, las carreteras debido a su falta de mantenimiento; la mayoría se encuentran en pésimas circunstancias de serviciabilidad. Los países de sud américa como Colombia, Ecuador, Chile, Brasil, Chile tienen unas vías de comunicación terrestre que haciendo a un grado de calificación del 1 al 7; donde 1 es pobre y 7 es de buenas condiciones; se obtienes una calificación promedio de 3; siendo esta calificación de baja apreciación. [2]

Urdaneta (2017) Menciona que Colombia no tiene vías carrozables de buena transitabilidad, en tal sentido las vías importantes de conexión de las ciudades del país se encuentran en deterioro. REALIDAD PROBLEMÁTICA NACIONAL. En el Perú las vías que conectan con la Selva y Nor oriente, cada año presenta dificultades por la presencia de los fenómenos del niño, huaicos, huelgas y por la falta de mantenimiento preventivo. La Prensa el peruano en su edición digital (2017), menciona que la Asociación de Exportadores del Perú (ÁDEX), los paros que se generan en el tramo 2 que conecta con el centro del Perú ya sea por problemas sociales o huaicos generados por las aguas de lluvias; el Perú pierde 6 millones de dólares en transportes de materias como son los minerales y alimentos que son trasladados de la selva central [3]

REALIDAD PROBLEMÁTICA LOCAL, en la provincia de Amazonas también tiene la misma dificultad que los demás países, como por ejemplo el deterioro de las vías carrozables por la baja capacidad portante de la subrasante, también por los huaicos, fenómenos del Niño, cambios climáticos, crecimiento urbano desordenado y la falta de mantenimiento preventivo, provoca el deterioro constante de los caminos de conexión.

La viabilidad, es importante para favorecer el progreso de los pueblos, siendo de conocimiento de todos los funcionarios Políticos que se encuentran a cargo de esta cartera, los sistemas viales deben mantenerse transitable para garantizar una conexión segura, sostenible y rápida. Facilitando el traslado de los recursos y fabricación; como consecuencia impulsar la manufactura y su conveniente distribución a un precio justo [4]

La gran mayoría de los suelos naturales no son aptos para ser utilizados directamente como capa de rodadura, por otro lugar el incremento transportes de mercancía y de las personas no se logra cumplir las demandas de transporte. Para es importante estabilizar los materiales como son las subrasantes los que nos permitirá mejorar su desempeño, en la actualidad existe varias para estabilizar un suelo; por ejemplo, podemos realizar la estabilización con: Cloruro de calcio, cemento, óxido de calcio, cloruro de sodio y silicato de sodio siendo los más utilizados [5]

Aplicando los sistemas del control de calidad para mejorar la capacidad portante de los suelos, nuestro estudio presenta una alternativa de mejora en la subrasante de las Calles del barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas, se propone para nuestra investigación, estabilizar los suelos con Agua Salada de la mina Yurumarca, la mínima inversión y su comportamiento esperado, hacen un adecuado elemento estabilizador para el terreno.

La estabilidad soportando su propio peso cuando existe elevada humedad en su estructura

y la reducción de la evaporación brusca; son las cualidades importantes del agua Agua Salada de la mina Yurumarca, la capacidad de absorción del suelo estabilizado demuestra la capacidad de reducir las formaciones de polvo en la superficie; la mejora de las propiedades mecánicas del suelo inestables, lo convierte en suelos aptos para soportar las sobrecargas. Cuando se desee utiliza los cloruros y reacciones adecuadamente, la humedad ambiental debe ser mayor a 3% y los suelos en estudio deben contener en su gradación partículas del mayor al 12% medidos en la malla 200 y que estas reaccionen adecuadamente

con la sal. Las proporciones de Agua Salada de la mina Yurumarca se determinará mediante ensayos de laboratorio.

Los ensayos se realizarán en laboratorio de suelo confiable y certificado, para lograr datos verídicos, que aporten a la investigación de los suelos estabilizados con Agua Salada de La Mina Yurumarca; para ello se trabajaran con la caracterización de las muestras como son: Clasificación SUCS, humedad natural, análisis granulométrico, Ensayo de e CBR (California Bearing Ratio), Proctor modificado, Ensayo de límites de Atterberg y Ensayo d. Nuestro estudio representa la eficiencia, confiabilidad y estabilización de la subrasante con el uso del Agua Salada de la mina Yurumarca. Los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos, el análisis respectivo de los valores alcanzados nos ayudará a verificar las características físicas y mecánicas del suelo; los constructores de Colcamar (Públicos - Privados) tendrán en sus manos datos confiables de la investigación.

Conociendo los argumentos anteriores, se tiene por finalidad presentar el siguiente **problema general**: ¿de qué manera influye el agua salada de la mina Yurumarca como estabilizador de la subrasante?, como objetivo general: es determinar la incidencia del agua salada de la mina Yurumarca en la estabilización de la subrasante de las calles del barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas. Asimismo, mencionamos sus objetivos específicos: clasificar y establecer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a estabilizar, en las calles del barrio San Francisco Colcamar – amazonas, determinar la conducta mecánica de la subrasante con la adición del agua salada de la mina Yurumarca y determinar la dosificación. Justificación de la investigación: Al ejecutar un proyecto de construcción se pueden presentar dificultades, por ejemplo, un suelo con baja capacidad portante, con las limitaciones de soportar las sobrecargas vivas y muertas de las obras. Por ello, es importan hacer un análisis del suelo, evaluar los datos obtenidos en laboratorio y mejorar la capacidad portante utilizando diferentes técnicas, procesos y productos que existen actualmente en el mercado y/o se encuentra a disponibles en la naturaleza como es el agua salada de la Mina Yurumarca. Para el uso del agua salada de la Mina Yurumarca se realizará el análisis químico para conocer sus caracterización y concentración de sal, luego aplicar al suelo en las dosificaciones previstas y mejorar las propiedades de soporte. Así mismo, los objetivos que se

quieren alcanzar en este trabajo de investigación es la Hipótesis General. El cual consiste en realizar estudio para la estabilización de suelos mediante la utilización de agua salada de la Mina Yurumarca para mejorar su capacidad portante de la subrasante en las calles del Barrio San Francisco. Hipótesis Específicos: La óptima dosificación del agua salada influye en la mejora de la estabilización de suelos en las calles del Barrio San Francisco.

## II. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se utilizó como base estudio de monografías de información física y digital. Como antecedentes internacionales, contamos con las siguientes contribuciones:

Larrea y Rivas (2019). Nos demostró en su estudio que su trabajo desarrollado fue de tipo experimental, tenían como objetivo general estabilizar arcillas con un índice de plasticidad en el rango (16% a 18%) con el uso de cloruro de sodio y cloruro de calcio y que se puso en práctica en el camino. Trabajamos con suelo de baja capacidad portante en su estado natural; mejorando el alto índice de plasticidad del (17%) y los valores del límite líquido (39%) que tiene una máxima densidad seca de 1736 kg/m<sup>3</sup> y CBR de 3,30%. Por otro lado, con adición de cloruro de sodio en una cantidad óptima del 15%, se obtuvo un incremento máximo de densidad seca de 9,33%, llegando a 1898 kg/m<sup>3</sup> y una reducción de CBR de hasta 33,0 %, con la inclusión del cloruro de calcio en la proporción óptima de 20%, la máxima densidad demostró un cambio mínimo despreciable, en cuanto a CBR se redujo de 3,30% a 7,72%, lo que representa una disminución de 77, 9%; Por lo tanto concluyeron que el estabilizador Cloruro de Sodio con la mejor dosificación corresponde a la proporción del 15%, el Cloruro de Calcio reduce la plasticidad del suelo, pero también reduce la resistencia del suelo estabilizado. [6]

Según la investigación de Hattamleh. Et al (2020), estima que las características químicas de las sales del Mar Muerto se pueden utilizar para mejorar las propiedades del suelo en la subrasante de la ciudad de Jordania, esto permite reducir y/o eliminar los estabilizadores comunes que generan grandes cantidades de dióxido de carbono en su producción. Para alcanzar el propósito se procesó la arcilla expandida obtenida de la zona oriental de Jordania, precisamente de la cuenca de Al-Azraq; se mezcla con una proporción de sal del Mar Muerto. Para el estudio se utilizaron las siguientes dosis al 0, 3, 6, 9 y 12 por ciento del peso de la masa de suelo en estado seco. Concluyeron que, al usar el aditivo sal del Mar Muerto, en suelos expandidos limitaba las propiedades de hinchamiento del suelo, por lo que se incrementaba la densidad máxima densidad seca y se reducían los tiempos de mojado y secado hasta en un 6 %; Por otro lado, al usar aditivos, sal del Mar Muerto al 9% a 12%, se reduce la

densidad máxima seca. Finalmente, al utilizar el 6% de como aditivo a la sal del Mar Muerto, hace que los vacíos en la formación del suelo se expandan [7].

Salinas y Villao (2019), en su trabajo de investigación, los autores nos muestran que en el Municipio al que se refieren fue un lugar de estudio de suelos que se expanden para estabilizarlos como subrasante. En su investigación empleó tres métodos incluyendo el uso de las geoceldas con una mezcla de cal y sal, incluyendo una comparación de los niveles de resistencia que confiere cada uno de estos métodos, optimización en las mejoras de las propiedades físico-mecánicas del suelo para que pueda reducir el aporte natural de las características. Como suelo alta plasticidad, cada estudio de estabilización ha sido evaluada teniendo en cuenta los costos y beneficios. Para conocer el estrato se realizaron excavaciones tipo trincheras y además implementar ensayos de laboratorio para su respectivo análisis para conocer sus características iniciales y también con las mezclas propuestas, de la cal de 3%, 5% y 7%, procediendo de la misma manera con la sal (cloruro de sodio). También se ha verificado la resistencia de las geoceldas dando como resultado producto estable, mediante la realización de un estudio a menor escala en el campo utilizando la aplicación de geosintéticos. [8]

Durotoye. et al (2016), desarrollaron su estudio para buscar una influencia positiva en algunas propiedades geotécnicas de suelos expansivos con la aplicación de sal, el principal objetivo del estudio fue determinar la aplicación en los suelos expansivos para obras de pavimentación en las estructuras de la subrasante. Los estudios comienzan en el laboratorio; caracterizando y conociendo las propiedades del suelo natural como son: composición natural del agua, límite de Atterberg, gravedad específica, compactación, índice de expansión libre, resistencia a la compresión no confinada, relación de soporte de saturación en California y no saturado, también se estudió el comportamiento del suelo con las mezclas del cloruro de sodio con un porcentaje de 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5) en la fase de estabilización. El tratamiento de suelos estabilizados con la sal común reduce la hinchazón y aumenta la resistencia del suelo, con la mezcla de 1,5% de sal común (cloruro de sodio), en función del peso del material seco, las propiedades que se han reducido en comparación con a las

características fueron como el: límite líquido 60,22% (131% a 51,85%), límite plástico 2,86% (50,00 a 28,57%), índice de plasticidad 71.26% (81.00 a 23.28%), contracción lineal 66.6 % (15.11 a 5.0 %), hinchamiento 83.13% ( 115.0 a 19.05) y grado de humedad óptima 28.57% (28.00 a 20.00%), el incremento de suelo expandido disminuyó significativamente (81.0% a 28%). Referente a sus propiedades mecánicas, con la mezcla de cloruro de sodio 1.5% la densidad aumentó en la máxima densidad seca 11.38 % (1.670 a 1.860 g/m<sup>3</sup>), en la CBR sin remojar 31.78 % (29.20 a 38.48 %), en la CBR saturada 57.67 % (4.3 a 15.38%) y resistencia a compresión no reforzada 26.98% (67.86 a 86.17) kN/m<sup>2</sup>). [9]

Silvestre (2018), en su estudio, indica que la temporada del último invierno se produjo una disminución de 25 cm en el desgaste en la capa de rodadura de las calles en la Comuna de Engabao, dejándolos la superficie no transitable. Para el estudio, se inicia tomando muestras mediante las excavaciones de tipo calicatas para ser analizadas y determinar sus características físicas y mecánicas, dando como resultado un suelo no apto para su formación como estructura para subrasante, debido que el suelo en su composición tiene un elevado contenido de arcillas plásticas el cual genera esponjamiento y también tiene una baja capacidad del CBR. Es posible mejorar significativamente los parámetros físico-mecánicos de estabilidad de estas muestras con la aplicación de cal en las proporciones de 3%, 5% y 7% respecto a las características iniciales del suelo en estudio. Se decidió realizar solamente el análisis de resultados mejorados con cal hidratada, debido que las muestras con agua de mar no llegaron a los valores esperados, por ello que ha decidido descartar las alternativas. La proporción óptima se obtuvo con la mezcla de cal al 7% con respecto al peso seco, para llegar a estos resultados se realizó un análisis de comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los modelos ensayados con diferentes proporciones. [10]

Dubey y Jain (2015), los resultados del estudio indican que existe la posibilidad de usar sal de mesa común (NaCl) para mejorar el suelo de algodón negro. En el cual, se utiliza el método normal de mezcla de sal con suelo de algodón negro, en la proporción de 0.0, 2.0, 6.0 y 8.0% del peso seco del suelo. Para este

modelo, se recolectó muestras de suelo del algodón negro en el campus del Colegio Técnico de Jabalpur, clasificado como una arcilla compresiva CI media ( $G_s = 2.30$  con 92% de finos) con propiedades expansivas, la sal común (NaCl) aumentó la Máxima densidad seca (MDD), del suelo de 1609 g/cc a 1790 g/cc y disminuyó el óptimo contenido de humedad (OMC) de 21.16% a 14.95%. El CBR húmedo aumentó cuando la sal común (NaCl) aumentó en un 1.43% a 3.10%. La sal ordinaria aumenta la resistencia a la compresión no confinada del suelo de algodón negro de 73,54 KN/M2 a 119,6 KN/M2, y la sal común también cambia las características de la resistencia triaxial. [11]

Amu y Salami (2010), en su proyecto, analizaron el efecto de la sal sobre la compactación y comportamiento de CBR en suelos meteorizados con elevada cantidad de Hierro, los cuales fueron mejorados con el uso de la cáscara de huevo, con el fin de dar un buen uso, como elemento estabilizador en obras viales. Se realizaron caracterización de los suelos, límites de consistencia en muestras de suelo, también fueron compactadas para verificar su Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad; probadas con CBR. La estabilización realizó con mezclas del 2.0, 6.0, 8.0 y 10.0% de sal común con respecto al peso seco del suelo. La incorporación de la sal común disminuye el índice de plasticidad (IP) del material en estudio. Los valores decrecientes fueron 14.82%, 11.11% y 7.99%, 8.03%, 5.25% y 4.23%, en las muestras ABC, respectivamente. La Máxima densidad seca (MDD) aumentó desde 1995 Kg/m3 a 2140 kg/m3 y desde 2000 Kg/m3 a 2110 kg/m3 en los modelos B y C. El valor CBR sin carga también aumentó de 34.78 kN/m2 a 50,99 kN/m2, de 5,64 a 28,89 kN/m2 y de 27.31 kN/m2 a 34,20 kN/m2 con la estabilidad óptima en las muestras A, B y C respectivamente. Los resultados mostraron que la incorporación de la sal común ha mejorado las propiedades de compactación y CBR del suelo estabilizado. [12]

En los antecedentes nacionales, tenemos la siguiente información

URRIETA (2020) en Perú - Barranca en su estudio “de la incorporación de agua de mar para mejorar CBR - AA. HH Tupac Amaru-provincia de Huaura, provincia departamento de Lima”, determinó que al mezclar el agua de mar con el suelo

mejora las características del CBR en las calles del AA HH-Tupac Amaru, Se obtienen valores del CBR con 64.30%, 78.30% y 95.20% y con la combinación de agua de mar se pueden obtener mejoras en el CBR con proporciones de 99.20%, 90.90% y 109.10%; Cuando se alcanzaron estos valores, la mejora fue del 34,9%. Obteniendo estos valores en mi investigación el CBR al 95.0% del suelo natural es de 3.8% y con agua de mar se alcanza un 6.8%. Por lo tanto, se establece que se puede utilizar con agua de mar [13]

Méndez (2021), en su proyecto analiza las problemáticas en la conexión vial (trochas carrozables) en la zona del centro comunitario de Primorpampa del Distrito de Cascapara, en la presente ubicación se realizó el estudio teniendo como objetivo, en qué cualidades la incorporación del cloruro de sodio mejora las características de la subrasante. Como valores resultantes se determinó las características del suelo; según la clasificación SUCS lo determina como CL con un valor de CBR de 5.8% correspondiente al terreno natural; pero luego de adicionar cloruro de sodio a las muestra de suelos en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5%, se alcanzaron valores del 6.3%, 6.5% y 6.0% respectivamente: El material en estudio, pasó de ser un material ineficiente a la categoría de subrasante regular, sin embargo con la mezcla del cloruro de sodio se alcanzó un incremento mínimo del índice del CBR hasta 6.5% de la máxima densidad seca. El estudio desarrollado fue de tipo cuantitativa, debido a que los resultados fueron numéricos fueron cuantificables, el modelo de la investigación fue experimental ya que la materia en estudio se evidenció cambios en el laboratorio, para alcanzar los comportamientos ingenieriles y obtener las conclusiones del presente estudio. [14]

Cerna (2020), en el estudio que realizó, menciona las características físicas y mecánicas como sustento, estabilidad y permeabilidad de los suelos que fue el concepto de la presente investigación, para alcanzar los valores se evaluó el comportamiento del suelo natural con la mezcla de cloruro de sodio en la construcción de la subrasante. El área que abarca el presente estudio fue el tramo de la trocha carrozable Huaraz – Unchus; las muestras para los análisis de caracterización fueron analizadas en los ensayos de laboratorios especiales para suelos, entre los ensayos realizados tenemos: pH del suelo natural,

contenido de humedad, peso específico, análisis granulométrico, Proctor y CBR límites de Atterberg. En comparación con el modelo estándar, aquellos con cloruro de sodio añadido tenían un mayor crecimiento del CBR, alcanzando la dosis optimizada del 10 %, debido que el CBR disminuía con la mezcla de sal del 20%. [15]

Caruajulca (2018), en el análisis que nos presente, detalla el mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo, mediante la mezcla con cloruro de sodio en dosis de 1.0, 2.0 y 3.0% aplicado por metro cúbico de material seco y se concluye el efecto de agua salada que actúa como elemento estabilizador químico mezclado con el material en estudio. En su composición del suelo, objeto de esta investigación, el área de estudio corresponde al tramo del Cruce del Porongo - Aeropuerto-Cajamarca, del cual se tomaron 12 muestras realizadas en diferentes calicatas para realizar su caracterización en el laboratorio especializado como son los ensayos de: análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico Las pruebas, Proctor y CBR ayudan a determinar el efecto de los estabilizadores en la estructura del sustrato. Las dosis de 2.0% a 3.0% cloruro de sodio por metro cúbico de material de material seco; pueden aumentar la resistencia al corte en 11 %. Luego de mostrar el contexto a nivel internacional y nacional, se detallará el apartado teórico y normativo para comprender mejor sus aspectos. [dieciséis] El Departamento de Transporte en su Handbook of Soils, Geology, Geotechnical Engineering, and Highway Sidewalks, Soil and Pavement Units de 2018, muestra que a través de indicaciones mecánicas y una combinación de influencias químicas, biológicas, naturales o sintéticas, las propiedades físicas del suelo son mejorado, se define como estabilidad del suelo. Los métodos bien conocidos, como la estabilización de suelos de cemento, suelos de encalado, suelos plastificados y varios efectos nuevos, a menudo se aplican a sustratos pobres o de mala calidad. Sin embargo, como subbase o base granular se elige la base con gravas o base (con cal, cemento, betún, etc.) de uso frecuente, y en su lugar se selecciona la base granular o granular estable, obteniendo así una muestra con buena eficiencia. Aportar a los suelos, resistencia mecánica y garantizar que conserven sus características a lo largo del tiempo, de eso se trata la estabilidad el suelo. La compactación viene como

un proceso de seguimiento después de cualquier elemento o actividad desde estabilización que se generen con diferentes técnicas. Los buenos resultados de las secciones formuladas serán confirmados por las pruebas de laboratorio; por lo tanto, son de suma importancia en este tipo de procesos. [17]

El Departamento de Transporte en su manual de usuario de la carretera de 2014 también estipula que los niveles especializados de estos aditivos deben certificar que la práctica vial es barata y el proceso simple, el manual cita algunos criterios para aplicarlos correctamente: La presencia de sustratos arcillosos o limosos, al empaparse en agua, puede contaminar las capas granulares de la carretera. Por otra parte, el nivel freático se encuentra en distancias alturas al menos 0.60, 0.80, 1,00 y 1,20 m en los sótanos, los cuales se clasifican en sorprendente, bueno, escaso e inadecuado, según proporción. A la hora de aplicar un equilibrador de suelos es necesario conocer sus características, aumentando su capacidad portante en suelos francos, arcillosos o franco arenosos. [18] Las propiedades a tener en cuenta para la estabilización de suelos se mencionan en la siguiente tabla: [19]

**Tabla 1.**

Indicaciones para la estabilización de suelos

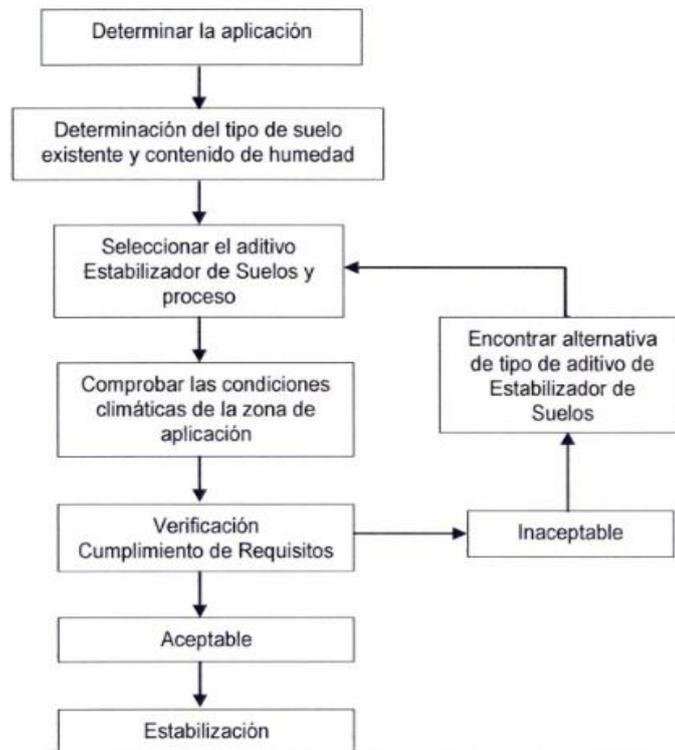
Criterios para Estabilización de suelos
Calidad de un suelo a estabilizar
Qué tipo de carga va a recibir el suelo estabilizado
Aditivos propuestos como estabilizador de suelos
Años de uso del elemento estabilizador que se aplicará
Existencia en el mercado del aditivo estabilizador propuesto
Disponición del equipo adecuado a utilizar
Comparación de costos

**Fuente.** *Manual de Carreteras (2014)*

En este caso el diagrama nos muestra el método estándar según la estabilización: [20]

**Figura 1.**

Pasos en los cuales se analiza las características de los suelos



**Fuente.** *Manual de Carreteras (2014)*

Cualidades de Estabilización

*El Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de Carreteras MTC (2014)* detalla las diferentes formas de estabilización:

La estabilización mecánica; se ejecuta a través de la aplicación de energía mecánica al suelo para eliminar los espacios vacíos que hay las partículas.

La estabilización tiene una mezcla de materiales; el cual se realiza a través del batido de la superficie del material natural con una profundidad de remoción de 15 cm para mezclar el suelo con material de mejorado de préstamo y la humectación uniforme para obtener la humedad óptima y alcanzar la densidad adecuada.

La estabilización con otros aditivos químicos; son conocidos como el cloruro de magnesio, cloruro de sodio, cloruro de calcio, entre otros.

La estabilización con aglomerantes como son el cemento; se realiza mediante la mezcla del suelo con cemento y agua, siendo uniformizado, compactado mediante equipos especiales y curado con agua o lluvias a vapor para incrementar su densidad en los suelos granulares.

La estabilización de suelos con la incorporación de elementos asfálticos; logra incrementar las características de aglomeración de los suelos y aporta notablemente a la impermeabilización del suelo, teniendo como resultado la resistencia a la humedad.

Procedimientos con geo sintéticos; mejora la resistencia a la tracción y optimizan las cualidades del suelo para las estructuras de los pavimentos.

Se utiliza la estabilización del suelo en: En este caso no debe de cumplir con las propiedades de resistencia o impermeabilización en obras de ingeniería, no son posibles de emplear en estas circunstancias naturales y no cumple al substituir el suelo por otro material. [21]

Estabilización con productos Químicos o Estabilización con componentes Químicos

El ministerio de transportes y comunicaciones, en sus normas técnicas del 2004, describe la estabilización química como la ciencia de buscar alternativas y aplicar un elemento estabilizador químico (producto químico) al suelo, teniendo en cuenta las hojas técnicas de los productos.

Mejorar las condiciones del suelo cuando así lo amerite los suelos, deben ser propuestos desde la etapa de estudio; siendo el objetivo primordial aplicar un producto químico como estabilizador. En el mercado mundial existe varios tipos de estabilizadores como son los polímeros, productos enzimáticos, sales y subproductos del petróleo. [22]

Propiedades de desempeño

Los estabilizadores químicos cumplen diferentes funciones en cada capa de la estructura de la subrasante, base, subbase y capas de rodaduras. La evaluación de las características de los suelos se realiza comparando los ensayos realizados

in situ o laboratorio, en su estado natural y con la adición de un elemento estabilizador.

Las propiedades de comportamiento para tener en cuenta son las siguientes: [23]

**Tabla 2.**

Características que brindan los estabilizadores

Comportamiento Para Considerar
Resistencia al corte
Trabajabilidad
comportamiento durante los cambios de humedad
comportamiento durante los ciclos hielo y deshielo
comportamiento ante cambios de humedad, estabilidad bajo agua
Reducción de la emisión de polvo
durabilidad a los esfuerzos de abrasión

Fuente. *Manual de Carreteras (2004)*

La sal se encuentra en la naturaleza. El agua de mar de los océanos en su composición ciertos porcentajes de sal, en cambio los ríos y lagos los presentan menores concentraciones de sal comparando con los océanos. La sal petrificada (Halita) se generó por la deshidratación de las antiguas masas de agua salada que encontraban ubicados en los lagos y ríos. Un método de fácil operación, pero costos que realizan a través de la evaporación del agua de los océanos. Las actividades de minería nos facilitan con la obtención mediante la perforación y/o excavación para los propósitos mencionados. [24]

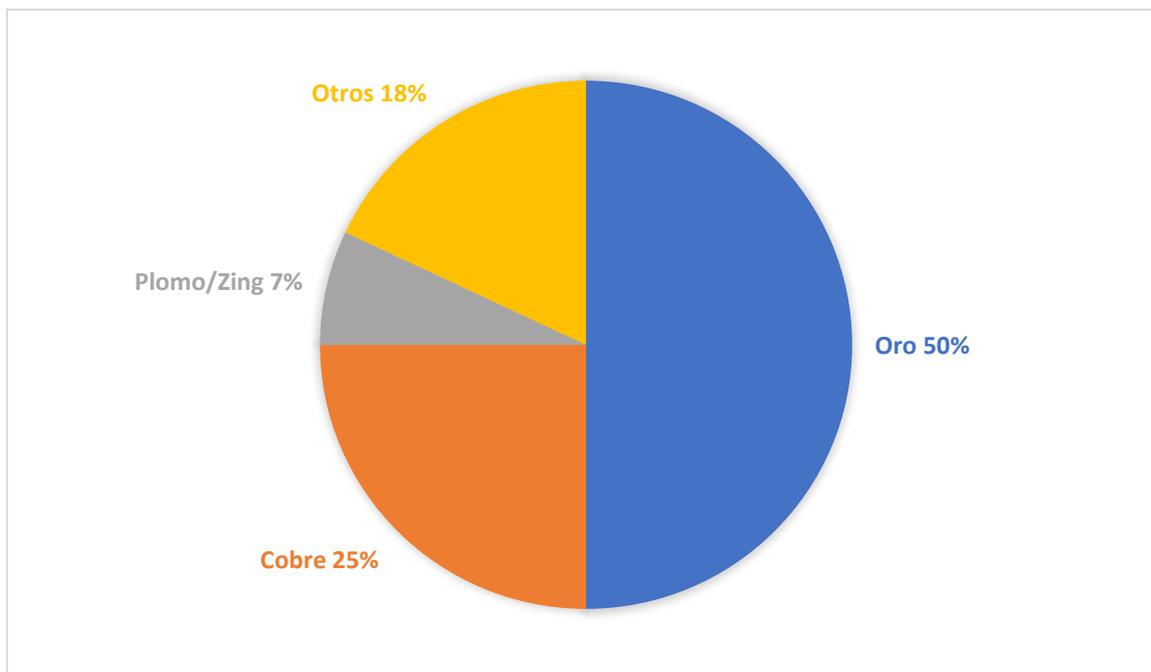
### La Minería

La diligencia monetaria en el primer sector simbolizada por el aprovechamiento o extracción de las materias primas como son los minerales los cuales se encuentran

en el suelo y subsuelo llamados como yacimientos. Según su característica del mineral a explotar, la actividad se subdivide en minería no metálica y metálica [25]

**Figura 2.**

Inversión Minera Mundial por Minerales



Fuente. *S&P Global Market Intelligence*.

#### Mina de sal de Yurumarca

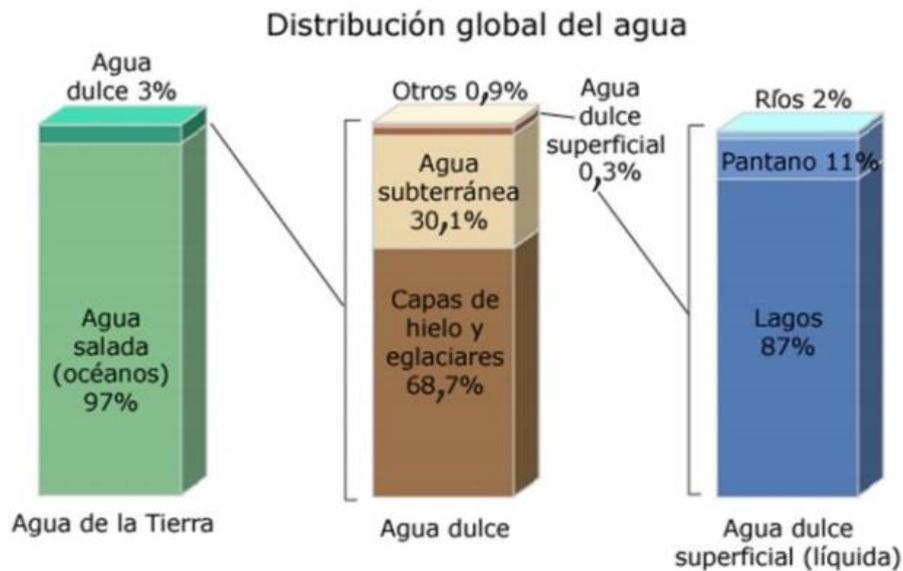
El trayecto de más de tres horas está adornado por hermosos paisajes naturales y caminos históricos como el QHAPAQ ÑAN. Antes de llegar a la iglesia encontramos la iglesia Yurumarca y finalmente encontramos la mina que actualmente no se encuentra en funcionamiento debido a un derrumbe. Comuneros comentaron que esta mina abastecía antiguamente a cientos de familias de la región y otros tres departamentos más. [26]

#### Aguas subterráneas

Recurso hídrico esencial para la vida, que se halla por debajo de la superficie terrestre, llenando los poros y fisuras de las rocas del subsuelo. [27]

### Figura 3.

Distribución del agua.



*Nota. Representaciones gráficas de la distribución de agua terrestre.*

El Agua y su caracterización.

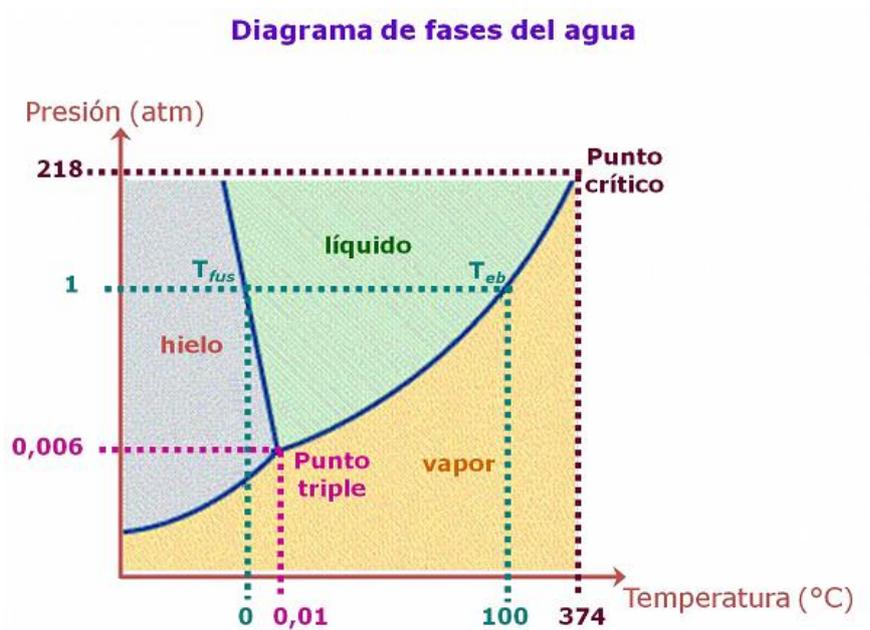
Como exigencia necesaria para vivir, juega un papel fundamental en el desarrollo de todo ser vivo. Este género químico es determinante de muchas de las características fisicoquímicas y biológicas dominantes en el planeta tierra. [28]

Propiedades del agua.

Densidad del agua, calor específico, viscosidad del agua, calor latente, superficial, tensión, conductividad, turbidez y color.

**Figura 4.**

Diagrama del agua



**Nota.** Representación gráfica de la presión y Temperatura en las fases sólidas, líquida y gaseosa de las sustancias.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La averiguación nueva está completada por un conjunto de acciones metódicas y técnicas que se ejecutan para alcanzar la encuesta y datos obligatorios sobre el tema a poner en claro y el problema a resolver. [29]

Por lo tanto, el tipo de la investigación que desarrollaremos estará inmersa en los grupos experimentales.

Es una exploración que posee todos los elementos de experiencia. En ausencia de aleatorización, el estudio se afronta con la tarea de asemejar y apartar los bienes de los procedimientos del resto de elementos que afectan a la variable dependiente [30]

Un enfoque cuantitativo (representa, un conjunto de actividades) secuencial y probatorio. En las interrogaciones se instituyen hipótesis y establecen variables; se analiza una nueva estrategia para experimentar (diseño); se cuantifican las variables en un contexto fijo; se analiza las mediciones alcanzadas utilizando los métodos estadísticos, del cual toma una serie de liquidaciones. [31]

En tal manera, el diseño de exploración a desarrollar será de diseño cuasi experimental ya que nos basaremos en comparaciones y no es aleatorio en la recopilación de la información, se tratará de cambiar las características de la variable accesoria, la estabilización de la subrasante aplicando la variable autónoma, el agua salada de la mina Yurumarca. Asimismo, esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo ya que los procesos serán probados mediante métodos estadísticos.

### Para el Grupo Patrón:



**Mi:** Subrasante En Las Calles Del Barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas

**Ti:** Muestras del terreno natural.

**Ei:** Ensayos en los laboratorios especializados.

**Oi:** Resultados

### Para el Grupo Experimental:



**Mi:** Subrasante En Las Calles Del Barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas

**Xi:** Muestra con agua salada de la mina Yurumarca

**Yi:** Estabilizaciones de las subrasantes en los suelos.

**Oi:** Resultados

## 3.2. Nuestras Variables y Operacionalización

### **Variable dependiente:**

En caso de nuestra variable dependiente no se maneja, se trata de calcular para ver la consecuencia en el cual es modificado según la variable independiente según corresponda.[32].

Estabilización de la subrasante.

### **Variable dependiente:**

El manejo de variables dependientes, el cual será ejecutado en varias etapas. En este caso la manipulación más baja es de aspecto o alejamiento de las

variables independientes. Cada etapa o grado de manejo alcanza un grupo en el experimento. [33]

Estabilización de la subrasante.

### **3.3. Población, muestreo, muestra, unidad de análisis**

#### **Población:**

Se tiene como concepto establecer como un conjunto establecido o interminable de los componentes con peculiaridades similares para los cuales serán prolongados los efectos de la indagación. Se determina por el problema y por los factores de la investigación. [34]

Para esta investigación se consideró como nuestra población las calles del barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas.

#### **Muestra**

Las muestras, son equivalentes a una parte limitada de los componentes de una población que se eligen para su evaluación de la investigación en estudio. [35]

Para nuestro estudio, la muestra se tomará en cuenta 3 calles del barrio San Francisco, Colcamar – Amazonas. En la cual realizaremos 1 calicata en cada calle.

### **3.4. Técnicas y los instrumentos para la recolección de los datos**

#### **Técnicas**

Se considera como antecedente a las instrucciones de ejecutar a las diferentes acciones en una forma ajustada; a la forma de manejo de los instrumentos y máquinas las cuales se utilizan para los trabajos particulares, así como el preparativo de tales instrumentos. [36]

Las técnicas empleadas en nuestra investigación fueron la toma de los datos; las cuales pasaron a ser las bases de nuestra investigación.

**Toma de datos:** es una técnica que se utiliza para recolectar los datos de la investigación, de una correcta y manera ordenad. Para esta técnica se utilizará como instrumento la ficha técnica.

### **Instrumentos**

En este caso el conector en que trae el estudio para formar la investigación. Pueden ser divididas de carácter mecánico, los procesos de un sondeo, una forma estructurada, una cámara de video, etc. [37]

**Ficha técnica:** es un documento que sirve para tener los datos con la información esperada, cuya información nos presentará los datos en forma clasificada y ordenada.

### **Validez**

En términos corrientes, se relata la categoría del cual una herramienta procesa verdaderamente la variable que procura calcular. [38]

Para la validación de nuestra investigación y estemos exentos de errores y logre ser precisa se recurre a tres especialistas relacionados al tema en estudio y así certificar nuestros instrumentos.

### **Confiabilidad**

Una herramienta de cálculo que se refiere a la calidad, del cual su esmero repetido en una persona u objeto origina los mismos resultados. [39]

Para brindar la fiabilidad de nuestro instrumento se obtendrá certificados donde se comprueben su efectividad con los resultados.

## **3.5. Desarrollo del Procedimiento**

**ETAPA 1:** Identificación, inspección y toma de muestra del Agua Salada de la Mina Yurumarca

Para la presente etapa se realizó la identificación y traslado de personal técnico a la fuente de emanación del agua salada, para tomar las muestras y luego hacer los ensayos Químicos en los laboratorios especializado.

### **Ubicación Geográfica**

Departamento: Amazonas

Provincia: Bongará,

Distrito: Shipasbamba

Coordenadas: 5°55'23.4"S 77°59'24.7"W, punto donde se realiza la toma de muestras en un recipiente limpio, con una capacidad de 12 Litros de agua salada para el desarrollo de la presente investigación

**Figura 5.** Ubicación satelital, efluente del agua salada.



Ubicación geográfica de la fuente de agua salada, el punto de emanación se encuentra al costado de la carretera de integración a la Selva Fernando Belaunde Terry. En la zona de filtración los pobladores han realizado un pequeño estanque provisional, donde los comuneros de la zona se abastecen de agua salada para alimentar a sus ganados en el campo.

**Figura 6.** Ubicación e identificación de la fuente de emanación del agua salada



En la presente etapa, se realiza la toma de muestra de agua salada por el personal Técnico, para enviar a laboratorio especializado; de esta manera determinar la concentración de sal y su caracterización; también servirán para aplicar las dosificaciones a las muestras de suelo, proveniente de las calles del Barrio San Francisco.

## **Ubicación Geográfica**

Departamento: Amazonas

Provincia: Bongará

Distrito: Shipasbamba.

Coordenadas: 5°55'23.4"S 77°59'24.7"W

**ETAPA 2:** Solicitud y autorización de parte de la Municipalidad de Distrital de Colcamar para la ejecución de las calicatas.

**Figura 7.** Solicitud enviada al alcalde del Distrito de Colcamar, para ejecutar 3 calicatas en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar.

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

SOLICITA:

Sr. LESTER MENDOZA HUAMAN  
Alcalde del Distrito de Colcamar

Yo Juan Occ Chavez, identificado con DNI. N° 10353604, domiciliado en: Jirón Varayoc 229 Urbanización Zárate, Distrito de San Juan de Lurigancho Provincia de Lima.

Bachiller en Ingeniería Civil, ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Que, deseando obtener mi Título de Ingeniero Civil he visto por conveniente realizar mi Tesis con el Estudio de **"Estabilización de la Subrasante con Agua Salada de la Mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco- Colcamar- Amazonas, 2022"**.

Por lo tanto, SOLICITO a Usted tenga a bien disponer el permiso para realizar 3 calicatas de 1m de ancho x1m de largo x 1.5m de profundidad, en las calles del Barrio San Francisco, para tomar muestras evaluar las características del suelo; inmediatamente el material de dicha calicata se repondrá a su lugar, quedando reparada la excavación.

Por lo expuesto, ruego a Usted a acceder mi Solicitud

Lima, 09 de junio del 2022

  
Digitally signed  
by Juan Occ  
Date: 2022.06.08  
22:25:16 -05'00'

Juan Occ Chavez  
DNI: 10353604

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLCAMAR  
MESA DE PARTES  
**RECIBIDO**  
14 JUN. 2022  
REG. N°: 475 HORA: 08:24 A.M.  
FOLIOS: 01 FIRMA: 

Cumpliendo con los requisitos la fecha 16 de junio se solicitó la autorización para la apertura de las calicatas previstas.

Con fecha 24 de junio se recibió la autorización para realizar de las calicatas previstas

**Figura 8.** Autorización Municipal, para ejecutar las 3 calicatas en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar.

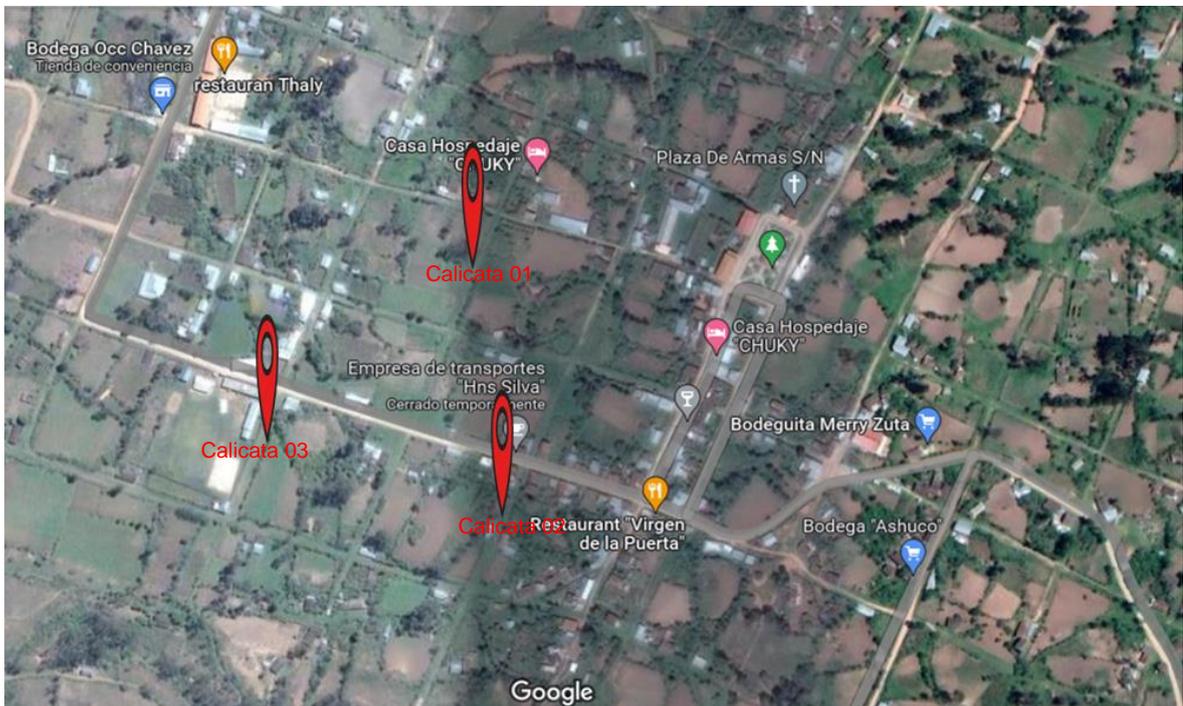


**ETAPA 3:** En la presente etapa se realizan las 3 calicatas en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar.

La actividad se realiza luego de obtener la autorización del representante de la Municipalidad de Colcamar.

Para el desarrollo de las calicatas se ha contado con el apoyo de personal de campo y personal Técnico.

**Figura 9.** A continuación, se presenta los Puntos de ubicación donde se ejecutaron las calicatas



**Realizando de la siguiente manera.**

Calicata N° 1. La presente actividad se identificó el área y se realizó el desbroce de la capa superficial; las calles de Colcamar a la fecha del presente estudio no cuentan con nombre específica y/o numeración. Para nuestro caso vamos a tomar como referencia la antena instalada para proveer internet a las Instituciones Públicas, estructura que recientemente ha sido instalada.

Calicata N° 2, se ubicada en el Barrio de San Francisco, frente a la casa del Señor Fernando Ruiz Chuquipiondo.

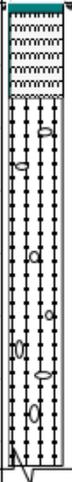
Calicata N° 3, se ubicada en el Barrio de San Francisco costado del Centro Educativo la Primaria 18114

**Figura 10.** A continuación presentamos, los trabajos realizados en la calicata N° 01



En la calicata N° 1 encontramos un estrato terreno agrícola con presencia de arbusto con un espesor promedio de 20cm. Luego se encuentra un material coluvial arcilloso, en el fondo de la calicata se encuentra un material conglomerado y también se encuentra el nivel freático.

**Figura 11.** Calicata 1, exploración de suelo

EXPLORACIÓN DEL SUELO A TRAVÉS DE CALICATA							
Norma ASTM D 420							
<b>Proyecto :</b>		ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON AGUA SALADA DE LA MINA YURUMARCA EN LAS CALLES DEL BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR - AMAZONAS, 2022					
<b>Ubicación:</b>		BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR					
Fecha de inicio :	26/06/2022	Profundidad del Nivel freático :	1.50m				
Fecha de fin :	26/06/2022	Profundidad total de excavación :	1.50m				
Calicata N° :	C - 1	Cota de superficie del terreno :	2329				
Coordenada Este :	18 170773.33	Coordenada Norte :	9302755.32				
Fecha :	26/06/2022	Elaborado por :	Juan Occ				
PROFUNDIDAD (m.)	MUESTRA OBTENIDA	HUMEDAD (%)	LÍMITE LIQUIDO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	PERFIL ESTRATIGRAFÍ	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
							
						Top soil	<b>De 0.00 a 0.30 m.</b> Top Soil
1.00	Alt.	27.00	36	18		CL	<b>De 0.30 a 1.50 m.</b> Arcilla arena de baja plasticidad, con presencia mínima cantidad de gravas de TM 1" (Aprox), los taludes presenta buena estabilidad. Muestra de color marrón claro. Presenta buena estabilidad en taludes <b>Presenta filtraciones.</b> <b>Presenta nivel freático.</b>
2.00							

Exploración del Suelo mediante calicata, fuente propia

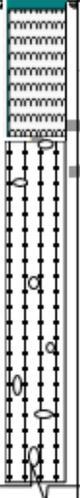
Calicata N° 2 ubicada en la calle sin Nombre, con su ubicación en la figura 7.

**Figura 12.** A continuación, los trabajos realizados en la calicata N° 02



En la calicata se encuentra un estrato de terreno agrícola de 45cm, el resto de material arcilloso de mediana plasticidad.

**Figura 13.** Calicata 2, exploración de suelo

EXPLORACIÓN DEL SUELO A TRAVÉS DE CALICATA							
Norma ASTM D 420							
<b>Proyecto :</b>		ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE CON AGUA SALADA DE LA MINA YURUMARCA EN LAS CALLES DEL BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR - AMAZONAS, 2022					
<b>Ubicación:</b>		BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR					
Fecha de inicio :	25/06/2022	Profundidad del Nivel freático :			1.40m		
Fecha de fin :	25/06/2022	Profundidad total de excavación :			1.50m		
Calicata N° :	C - 2	Cota de superficie del terreno :			2332		
Coordenada Este :	18 170847.56	Coordenada Norte :			9302625.75		
Fecha :	25/06/2022	Elaborado por :			Juan Occ		
PROFUNDIDAD (m.)	MUESTRA OBTENIDA	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
							<p>De 0.00 a 0.40 m.</p> <p>Top Soil</p> <p>De 0.40 a 1.40 m.</p> <p>Arcilla arena de baja plasticidad, con presencia minima cantidad de gravas</p> <p>de TM 3/4" (Aprox), los taludes presenta buena estabilidad.</p> <p>Muestra de color marrón oscuro con alta humedad y plasticidad al tacto</p> <p>Presenta buena estabilidad en taludes</p> <p>Presenta filtraciones.</p> <p>Presenta nivel freático.</p>
1.00	Alt.	22.90	36	18		CL	
2.00							

Exploración del Suelo mediante calicata, fuente propia

Calicata N° 3 en la calle sin Nombre, identificado su ubicación en la figura 7.

**Figura 14.** A continuación presentamos los trabajos realizados en la calicata N° 03



**Figura 15.** Toma de muestras de la calicata N° 03



**Figura 16.** Calicata 3, exploración de suelo

EXPLORACIÓN DEL SUELO A TRAVÉS DE CALICATA							
Norma ASTM D 420							
<b>Proyecto :</b>		ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE CON AGUA SALADA DE LA MINA YURUMARCA EN LAS CALLES DEL BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR - AMAZONAS, 2022					
<b>Ubicación:</b>		BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR					
Fecha de inicio :	26/06/2022	Profundidad del Nivel freático :			1.50m		
Fecha de fin :	26/06/2022	Profundidad total de excavación :			1.50m		
Calicata N° :	C - 3	Cota de superficie del terreno :			2333		
Coordenada Este :	18 170632.68	Coordenada Norte :			9302702.54		
Fecha :	26/06/2022	Elaborado por :			Juan Occ		
PROFUNDIDAD (m.)	MUESTRA OBTENIDA	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	PERFIL ESTRATIGRAFICO	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
						Top soil	<b>De 0.00 a 0.30 m.</b> Top Soil
1.00	Alt.	43.50	55	25		CL	<b>De 0.30 a 1.50 m.</b> Arcilla arena de baja plasticidad, con presencia mínima cantidad de gravas  de TM 3/4" (Aprox), los taludes presenta buena estabilidad. Horizonte de material orgánico, material de color marron oscuro, baja presencia de rocas  Presenta baja estabilidad en los taludes  Presenta filtraciones.
2.00							Presenta nivel freatico.

Exploración del Suelo mediante calicata, fuente propia

#### ETAPA 4. Análisis de la composición del agua salada.

Para esta etapa se realiza las coordinaciones con el laboratorio de LABICER, solicitando la cotización, términos y condiciones para la ejecución de los ensayos Químicos del Agua salada.

Luego de cumplir con los requisitos solicitados se procedió con la entrega de la muestra de los 2 litros de agua salada.

**Figura 17.** Para la presente actividad se realiza la entrega de la muestra de agua salada de la Mina Yurumarca para ser analizados mediante los ensayos Químicos



Según los requerimientos de laboratorio se entregó 2 Litros de agua salada para los análisis Químicos.

#### ETAPA 5. Traslado de materiales y Caracterización de los suelos.

Luego de realizar la toma de muestra de las 3 calicatas previstas en las calles del Barrio San Francisco, se traslada a la ciudad de Chachapoyas para depositar en la Agencia de Carga Civa, 80 kg. de muestra por calicata

Llegada de la muestra a la Ciudad de Lima se traslada el material y las muestras de agua salada, al Local de la empresa INGEOCONTROL que se encuentra ubicada en la MZ. A lote 24 Urbanización Mayorazgo segunda etapa distrito de San Martín de Porres.

### Ubicación Geográfica de la Empresa INGEOCONTROL

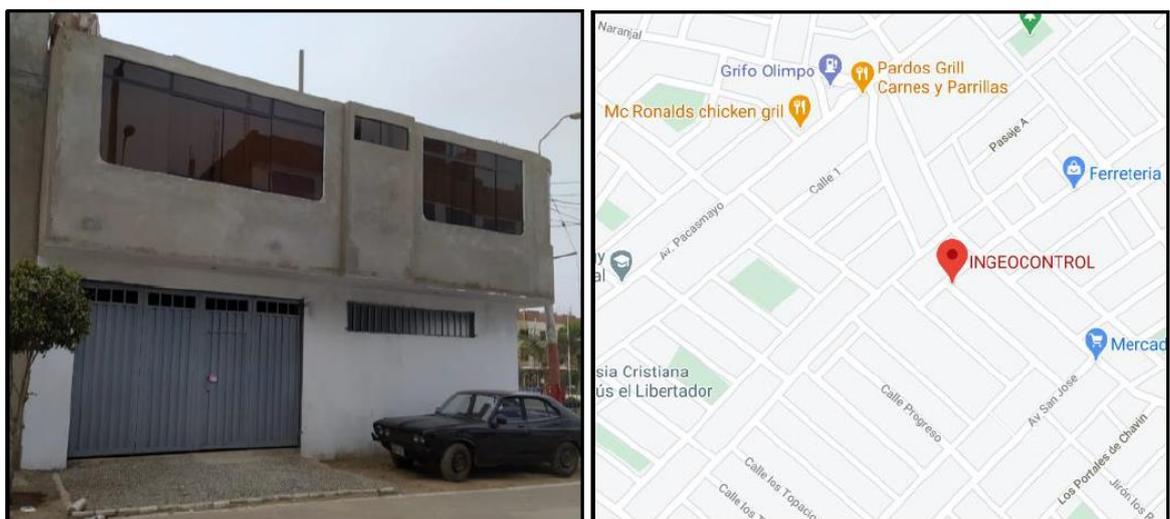
Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distrito: San Martín de Porres

Coordenadas: 18 L 271763.48 m E 8675778.06 m S Cota 45.0m

**Figura 18.** Laboratorio de Ensayos de Materiales “INGEOCONTROL”



### a. Ensayo del contenido de humedad Natural

Norma de referencia ASTM D-2216 – MTC E 108. La humedad natural del suelo es la cantidad de agua por volumen de tierra que existe en el terreno natural. Su medición se realizó gravimétricamente, pesando una muestra en las basculas certificadas a las muestras antes y después del secado, teniendo en cuenta al final del secado alcanzar un peso constante, para garantizar que el contenido de agua hay sido evaporada totalmente. Siendo este valor de gran importancia, debido a que el agua constituye un factor determinante en la formación, estabilidad, conservación, y capacidad de soporte del terreno.

**Figura 19.** Preparación de las muestras, pesado y listas para ingresar al horno para su secado a una temperatura estable de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$



**Figura 20.** Contenido de humedad de la calicata 1

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS</b>			
ASTM D 2216			
PROYECTO : Estabilización de la Subrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar		Fecha / Muestreo :	21/06/22
Nº DE PROYECTO :		Fecha / Ensayo :	21/06/22
LUGAR: CANTERA : Calicata C-1 Prof. 0.30 a 1.50m.		Revisado por :	Ingeocontrol
MATERIAL : Muestreo de Calicata C1			
Condiciones de Secado :		Horno termostático	
Temperatura de Secado:		110°	
Muestreador :		Ingeocontrol	
Fecha y Hora :		21/06/22	
Fórmula de Cálculo : $w = [ ( M_{cws} - M_{cs} ) / ( M_{cs} - M_c ) ] \times 100$			
Profundidad de la toma de muestra en (m)		0.30 a 1.50m	
Nº de Prueba		1	
Nº de Recipiente ( Tara )		7	
Peso Suelo Húmedo más Recipiente, $M_{cws}$		2310.60	
Peso Suelo Seco más Recipiente, $M_{cs}$		1943.10	
Peso del Recipiente, $M_c$		582.00	
Peso del Agua, $M_w$		367.50	
Peso del Suelo Seco, $M_s$		1361.10	
Humedad, w		27.00	
Promedio de Humedad, %		27.0	
Muestra extraída de la calicata C -1			

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 21.** Contenido de humedad de la calicata 2

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS</b>			
ASTM D 2216			
PROYECTO : Estabilización de la Subrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar		Fecha / Muestreo :	26/06/22
Nº DE PROYECTO :		Fecha / Ensayo :	26/06/22
LUGAR: CANTERA : Calicata C-2 Prof. 0.40 a 1.40m.		Revisado por :	Ingeocontrol
MATERIAL : Muestreo de Calicatas C2			
Condiciones de Secado :		Horno termostático	
Temperatura de Secado:		110°	
Muestreador :		Ingeocontrol	
Fecha y Hora :		26/06/22	
Fórmula de Cálculo : $w = [ ( M_{cws} - M_{cs} ) / ( M_{cs} - M_c ) ] \times 100$			
Profundidad de la toma de muestra en (m)	0.40 a 1.40m		
Nº de Prueba	1		
Nº de Recipiente ( Tara )	7		
Peso Suelo Húmedo más Recipiente, $M_{cws}$	2310.60		
Peso Suelo Seco más Recipiente, $M_{cs}$	1943.10		
Peso del Recipiente, $M_c$	335.00		
Peso del Agua, $M_w$	367.50		
Peso del Suelo Seco, $M_s$	1608.10		
Humedad, w	22.85		
Promedio de Humedad, %	22.9		
Muestra extraída de la calicata C-2			

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 22.** Contenido de humedad de la calicata 3

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS</b>			
ASTM D 2216			
PROYECTO : Estabilización de la Subrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar		Fecha / Muestreo : 21/06/22	
Nº DE PROYECTO :		Fecha / Ensayo : 21/06/22	
LUGAR: CANTERA : Calicata C-3 Prof. 0.30 a 1.50m.		Revisado por : Ingeocontrol	
MATERIAL : Muestreo de Calicata C3			
Condiciones de Secado : Horno termostático			
Temperatura de Secado: 110°			
Muestreador : Ingeocontrol			
Fecha y Hora : 21/06/22			
Fórmula de Cálculo : $w = [ ( M_{cws} - M_{cs} ) / ( M_{cs} - M_c ) ] \times 100$			
Profundidad de la toma de muestra en (m)	0.30 a 1.50m		
Nº de Prueba	1		
Nº de Recipiente ( Tara )	8		
Peso Suelo Húmedo más Recipiente, $M_{cws}$	2514.20		
Peso Suelo Seco mas Recipiente, $M_{cs}$	1843.20		
Peso del Recipiente, $M_c$	300.00		
Peso del Agua, $M_w$	671.00		
Peso del Suelo Seco, $M_s$	1543.20		
Humedad, w	43.48		
Promedio de Humedad, %	43.5		

Fuente: Elaboración propia.

### **b. Análisis Granulométrico**

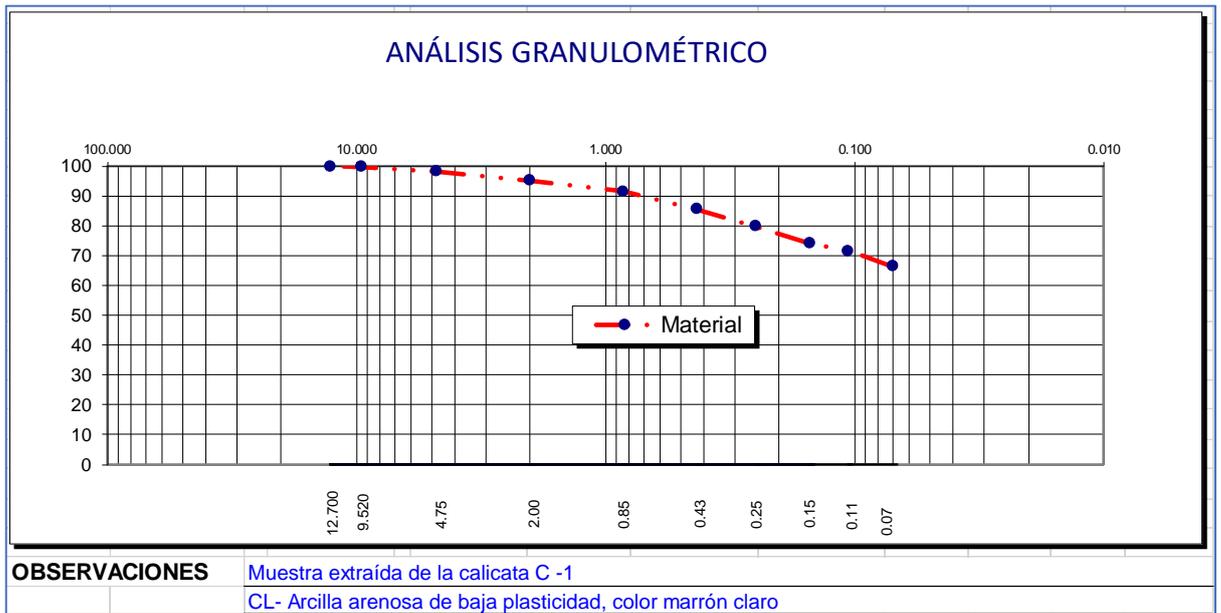
El análisis granulométrico por tamizado se distribuye a las partículas de una muestra en función de su tamaño, accionados a través de los tamices Certificados en Perú por la NTP 350.001 y la Norma de referencia internacional la ASTM D-6913. Este ensayo tiene un valor importante para el desarrollo de la estabilización de los suelos

**Figura 23.** Análisis granulométrico del material tomada en la calicata 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO										
(NORMA ,ASTM D-6913)										
PROYECTO : Estabilización de la Subrrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar										
MATERIAL : Muestreo de Calicata C1										
CANTERA : Calicata C-1 Prof. 0.30 a 1.50m.										
										MUESTRA CÓDIGO: 1
										ENSAYO-C1/ GR-001
Muestra N°	:	1	Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso reten (gr)	PESO PAS	% RET	% PASA	Esp.Tecnicas	
Tamaño Máximo	:	1/2"							Min	Max
Cantera		-	*13"	330.2						
% humedad Natural	:	27.0	*12"	304.80						
Peso T. de muestra (g)	:	8000	*10"	254.00						
Fecha de muestreo	:	21-06-22	*8"	203.20						
Fecha de ensayo	:	21-06-22	*5"	127.00						
Clasificación SUCS	=	CL	*4"	101.60						
AAHSTO	=	A-6 (6)	3"	76.20						
Analizado por	:	Ingeocontrol	2"	50.800						
Revisado por	:	Ingeocontrol	1 1/2"	37.500						
PESO DEL FINO	:	850.00	1"	25.400						
L.L		35.85	3/4"	19.100						
L.P		18.05	1/2"	12.700				100.0		
I.P		17.80	3/8"	9.52	24.00	7,976.0	0.3	99.7		
K		866.46	1/4"	6.350						
*Muestras medidas con wincha			Nº 4	4.750	128.00	7,848.0	1.6	98.1		
			Nº 8	2.360						
			Nº 10	2.000	26.00	824.0	3.0	95.1		
			Nº 16	1.180						
			Nº 20	0.850	31.20	792.8	3.6	91.5		
			Nº 30	0.600						
			Nº 40	0.430	52.00	740.8	6.0	85.5		
			Nº 50	0.300						
			Nº 60	0.250	50.20	690.6	5.8	79.7		
			Nº 100	0.150	48.50	642.1	5.6	74.1		
			Nº 140	0.106	22.60	619.5	2.6	71.5		
			Nº 200	0.070	44.00	575.5	5.1	66.4		
			FONDO		575.50	-				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24.** Curva granulométrica del material tomado en la calicata 1



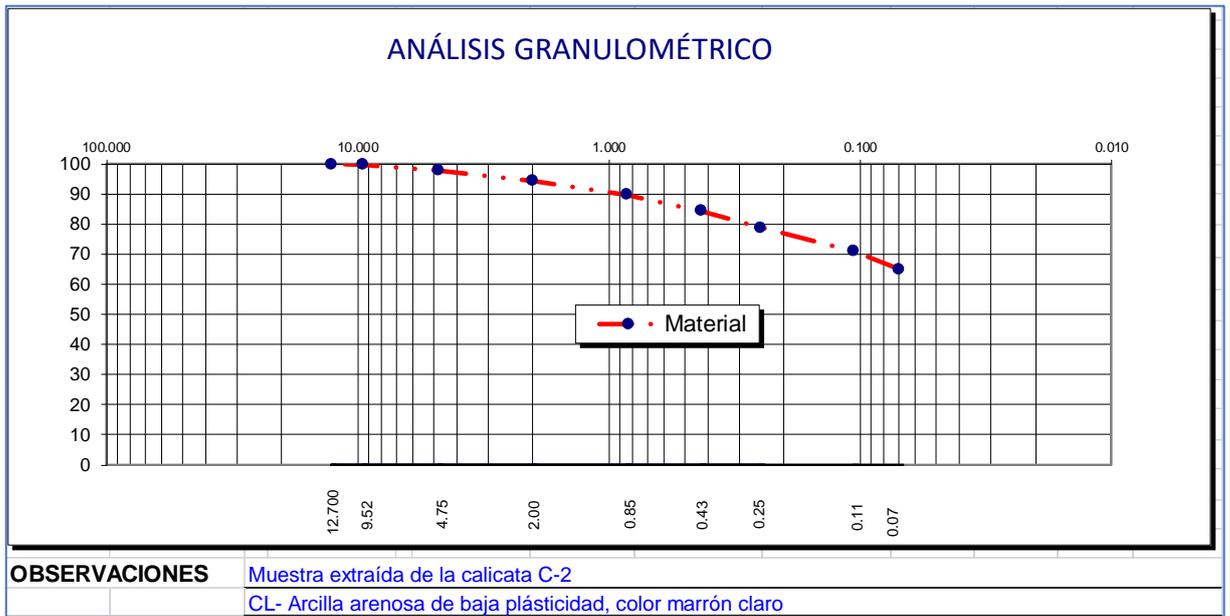
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25.** Análisis granulométrico del material tomada en la calicata 2

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>									
(NORMA ,ASTM D-6913)									
<b>PROYECTO :</b> Estabilización de la Subrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar									
<b>MATERIAL :</b> Muestreo de Calicatas C2									
<b>CANTERA :</b> Calicata C-2 Prof. 0.40 a 1.40m.									
							<b>MUESTRA CÓDIGO:</b> 2		
							<b>ENSAYO-C2/ GR-001</b>		
Muestra N°	:	2	Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso reten (g)	PESO PAS	% RET	% PASA	Esp.Tecnicas Min Max
Tamaño Máximo	:	1/2"	*13"	330.2					
Cantera	:	--	*12"	304.80					
% humedad Natural	:	22.9	*10"	254.00					
Peso T. de muestra (g)	:	7500	*8"	203.20					
Fecha de muestreo	:	26-06-22	*5"	127.00					
Fecha de ensayo	:	26-06-22	*4"	101.60					
Clasificación SUCS	=	CL	3"	76.20					
AAHSTO	=	A-6 (5)	2"	50.800					
Analizado por	:	Ingeocontrol	1 1/2"	37.500					
Revisado por	:	Ingeocontrol	1"	25.400					
<b>PESO DEL FINO</b>	:	<b>850.00</b>	3/4"	19.100					
L.L	:	35.86	1/2"	12.700				100.00	
L.P	:	18.14	3/8"	9.52	22.50	7,477.5	0.3	99.7	
I.P	:	17.72	1/4"	6.350					
K	:	869.12	Nº 4	4.750	142.50	7,335.0	1.9	97.8	
*Muestras medidas con wincha									
			Nº 8	2.360					
			Nº 10	2.000	29.40	820.6	3.4	94.4	
			Nº 16	1.180					
			Nº 20	0.850	39.90	780.7	4.6	89.8	
			Nº 30	0.600					
			Nº 40	0.430	48.00	732.7	5.5	84.3	
			Nº 50	0.300					
			Nº 60	0.250	47.60	685.1	5.5	78.8	
			Nº 100	0.150	47.50	637.6	5.5	73.4	
			Nº 140	0.106	20.50	617.1	2.4	71.0	
			Nº 200	0.070	52.00	565.1	6.0	65.0	
			<b>FONDO</b>		<b>565.10</b>	-			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 26.** Curva granulométrica del material tomado en la calicata 2



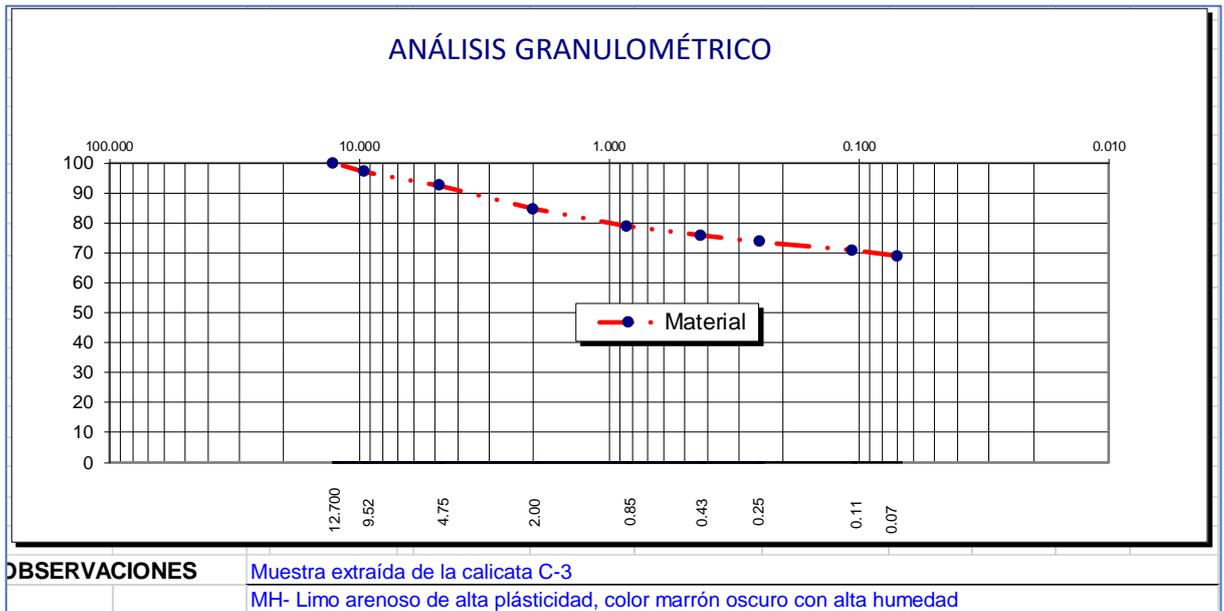
*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 27.** Análisis granulométrico del material tomada en la calicata 3

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>									
(NORMA ,ASTM D-6913)									
<b>PROYECTO :</b> Estabilización de la Subrasante con agua salada de la Mina en las calles del Barrio San Francisco de Colcamar									
<b>MATERIAL :</b> Muestreo de Calicata C3									
<b>CANTERA :</b> Calicata C-3 Prof. 0.30 a 1.50m.									
								<b>MUESTRA CÓDIGO:</b>	<b>3</b>
								<b>ENSAYO-C3/ GR-001</b>	
Muestra N°	:	3	Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso reten (g)	PESO PAS	% RET	% PASA	Esp.Tecnicas Min Max
Tamaño Máximo	:	1/2"							
Cantera	:	--	*13"	330.2					
% humedad Natural	:	43.5	*12"	304.80					
Peso T. de muestra (g)	:	9200	*10"	254.00					
Fecha de muestreo	:	21-06-22	*8"	203.20					
Fecha de ensayo	:	21-06-22	*5"	127.00					
Clasificación SUCS	=	MH	*4"	101.60					
AAHSTO	=	A-7-5 (g)	3"	76.20					
Analizado por	:	Ingeocontrol	2"	50.800					
Revisado por	:	Ingeocontrol	1 1/2"	37.500					
PESO DEL FINO	:	850.00	1"	25.400					
L.L	:	55.00	3/4"	19.100					
L.P	:	29.97	1/2"	12.700				100.0	
I.P	:	25.03	3/8"	9.52	270.00	8,930.0	2.9	97.1	
K	:	919.78	1/4"	6.350					
*Muestras medidas con wincha			Nº 4	4.750	428.00	8,502.0	4.7	92.4	
			Nº 8	2.360					
			Nº 10	2.000	72.80	777.2	7.9	84.5	
			Nº 16	1.180					
			Nº 20	0.850	51.80	725.4	5.6	78.9	
			Nº 30	0.600					
			Nº 40	0.430	28.50	696.9	3.1	75.8	
			Nº 50	0.300					
			Nº 60	0.250	19.00	677.9	2.1	73.7	
			Nº 100	0.150	18.50	659.4	2.0	71.7	
			Nº 140	0.106	8.00	651.4	0.9	70.8	
			Nº 200	0.070	18.10	633.3	2.0	68.9	
			FONDO		633.30	-			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 28.** Curva granulométrica del material tomado en la calicata 3



*Fuente:* Elaboración propia.

### C. Ensayo del Límites de Consistencia

Los límites de consistencia se realizaron teniendo como referencia la Norma Técnica Nacional NTP. MTC E110 - MTC E111 - NTP - 339.129 y la Norma Técnica Internacional ASTM D 4318. El ensayo de los límites de consistencia comprende en la determinación del límite líquido, límite plástico, la diferencia algebraica entre ambos no da como resultado el índice de plasticidad de los suelos.

La capacidad de los suelos de ser moldeado se conoce con el nombre de plasticidad. Según la incorporación de humedad en su estructura, adopta una consistencia determinada. Los límites líquido y plástico nos ayudan para clasificar e identificar el tipo de suelos.

**Figura 29.** Ensayo de los límites de consistencia realizado en el equipo de Casa Grande, muestras pesadas en balanza con precisión de 2 decimales y secadas a peso constante en horno graduado a una temperatura de 110°C

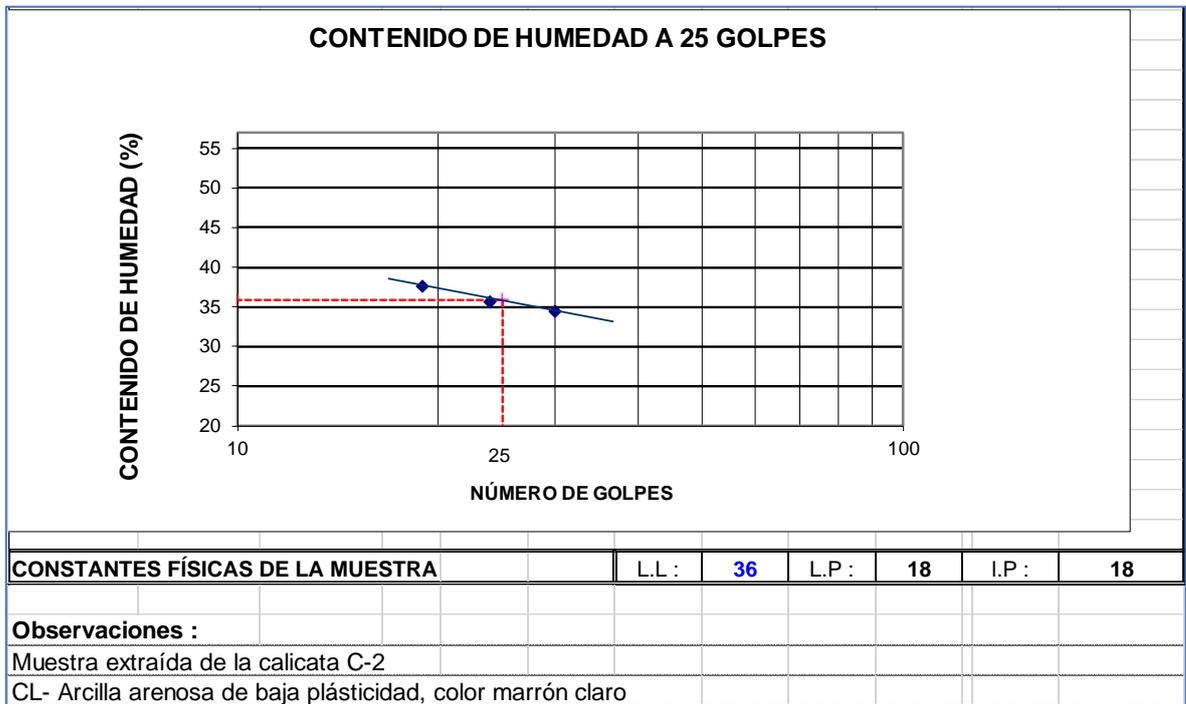


**Figura 30.** Gráfico del límite de consistencia de la calicata 1



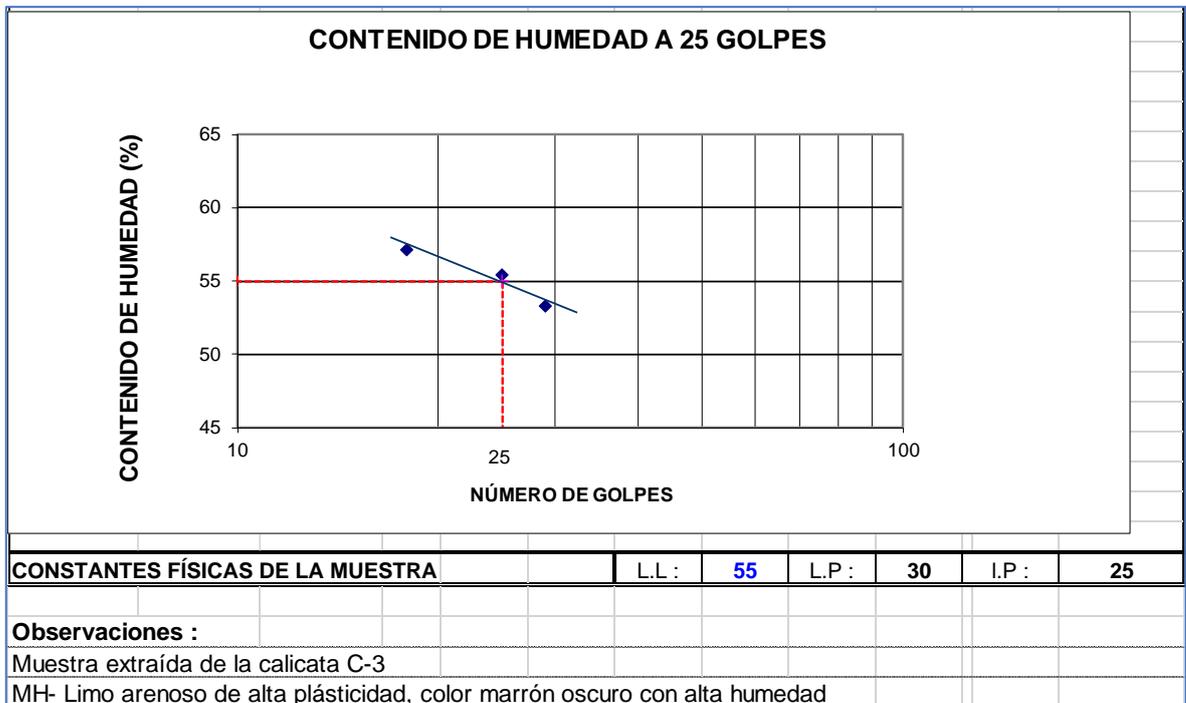
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 31.** Gráfico del límite de consistencia de la calicata 2



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 32.** Gráfico del límite de consistencia de la calicata 3



Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de Proctor modificado se realizaron teniendo como referencia la Norma Técnica Nacional NTP. NTP 339.141 y la Norma Técnica Internacional ASTM D-1557.

El ensayo de Proctor, nos proporciona la máxima densidad seca, así como el óptimo contenido de humedad y lo más importante conocer la curva de la humedad – densidad seca con los valores de los puntos ensayados. La curva densidad seca – humedad nos permite determinar las condiciones óptimas de compactación del suelo.

**Figura 33.** Ensayo de Proctor modificado, los valores de la línea base y con la adición de agua salada al 3%, 6% y 9%

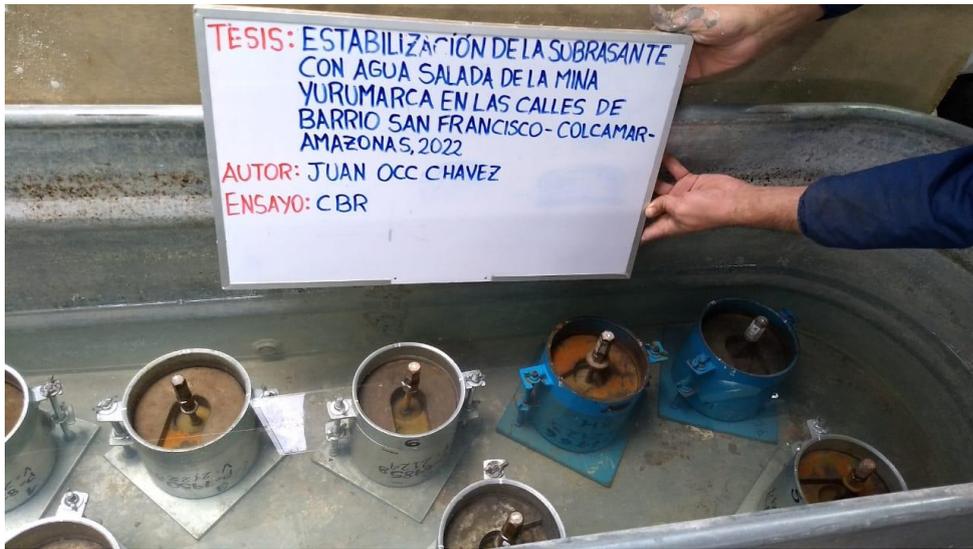


### e. Ensayo De CBR

Ensayo de CBR se realizaron teniendo como referencia la Norma Técnica Nacional NTP. NTP 339.145 y la Norma Técnica Internacional ASTM D-1883.

El ensayo de CBR nos mide la resistencia al corte o (esfuerzo cortante) de nuestro suelo en estudio, bajo las condiciones de densidad y humedades controladas, la ASTM denomina al ensayo, simplemente como “Relación de soporte” Se utiliza para determinar la calidad relativa de suelos en la subrasante.

**Figura 34.** Ensayo de CBR, se realizaron para determinar los valores patrón y con la adición de agua salada al 3%, 6% y 9% para su alteración.



Como actividades complementarias es indagar el probable provecho del agua salada de la mina de Yurumarca y de esta manera aplicar a los suelos estabilizados.

Recopilar los estudios y averiguar las reseñas adyacentes a la investigación.

Recopilar las reseñas del agua salada de la mina Yurumarca.

Investigar la indagación recolectada.

Se determina la concentración del agua salada de la mina Yurumarca a usar mediante los antecedentes de estudios realizados anteriormente y mediante las distintas dosificaciones que se alternaran en el laboratorio de suelo.

Se evalúa las caracterizaciones físicas de las muestras en estudio, mediante los ensayos de humedad natural, análisis granulométrico, límite líquido-plástico, Proctor modificado y CBR.

Aplicar las mezclas en porcentaje correspondiente de agua salada de la mina Yurumarca.

Se determina las características físicas del suelo con las dosificaciones incorporadas a las muestras de Proctor modificado y CBR.

Por último, paso, se analizan los resultados y se comparan y discuten las teorías adyacentes a la investigación, asimismo se hace llegar las conclusiones y recomendaciones de los datos importante.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

La indagación es empleada en procesos de fines estadísticos, inferenciales y característicos.

Los procesos característicos están formados por la recopilación de cifras, mediante las cuales se generan cuadros estadísticos, porcentajes, diferencias de valores de la investigación, porcentajes y también se realizó gráficos para mejor un mejor análisis y presentación.

Así mismo se limitó a investigar los posibles beneficios del agua salada de la mina Yurumarca para lograr la estabilización de la capa subrasante; los estudios y resultados de indagación sobre estudios similares; revisión de la información recolectada; se llegará a alcanzar la dosificación adecuada del agua salada de la mina Yurumarca a través de antecedentes que tienen similitud con la investigación, también se procesará todo el resultado de la información en la hojas de cálculo del programa de software Excel. [40]

### **3.7 Aspectos éticos**

Se tiene con importancia en el presente estudio los principios éticos de un investigador, asegurando los cumplimientos de los valores, la justicia la veracidad y la autenticidad del estudio realizado, la cual resumimos las reseñas que fueron existentes, sin ser alterado los resultados, se ha tomado los estudios que imparte una gran similitud en nuestra investigación como son artículos, libros e investigaciones parecidas a nuestro tema de estudio. Asimismo, proporcionada por las directrices básicas las normas de referencia el ISO 690 de la UCV, las cuales se consideró en la toma de datos y las correspondientes Normas Técnicas.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla N° 03:** Ensayo químico del agua salada de la Mina Yurumarca Amazonas-Perú

ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA
Salinidad	59.6	SMEWW - APHA - AWWA-WEF Part 2520 B
Sólidos totales mg/ml	62.884	SMEWW – APHA - AWWA-WEF Part 2520 B
Densidad (g/ml)	1.041	Picnómetro
PH	7.52	SMEWW – APHA - AWWA-WEF Part 4500 H
Cloruro de Sodio %	5.83	SMEWW - APHA - AWWA-WEF Part 4500-CI B

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería - Laboratorios Labicer

Interpretación: Según el análisis químico se tiene un Ph de 7.52 y 5.83% en concentración del cloruro de sodio.

**Tabla N° 04**

Propiedades iniciales físicas y mecánicas del suelo, antes de ser mezcladas con agua saladas. Muestra tomada en las calles del Barrio San Francisco Colcamar-Amazonas

CALICATA	C-01	C-02	C-03
MUESTRA	M-1	M-1	M-1
PROFUNDIDAD	1.50m	1.50m	1.50m
FINOS (%)	66.4%	65.0%	68.9%
L. LÍQUIDO (%)	36	36	55
L. PLÁSTICO (%)	18	18	30
I. PLASTICIDAD (%)	18	18	25
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.5	0.7	0.5
ÍNDICE DE LÍQUIDEZ (IL)	0.5	0.3	0.5
HUMEDAD (%)	27	22.9	43.5
CLASIFICACIÓN SUCS	CL	CL	MH
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-6 (6)	A-6 (5)	A-7-5 (9)
TERRENO DE FUNDACIÓN	Baja Plasticidad	Baja Plasticidad	Alta Plasticidad

Fuente: Valores obtenidos durante la caracterización realizada en el laboratorio de suelos de Ingeocontrol.

**Interpretación:** Según los ensayos granulométricos y Límites de consistencia de nuestras muestras se ha identificado el material predominante en la zona, de acuerdo con la clasificación SUCS Norma (ASTM D-4287) es un material tipo CL, arcilla arenosa de baja plasticidad, correspondiente a la calicata 1 y 2; MH limo arenoso de alta plasticidad correspondiente a la calicata C3, materiales

característicos que se encuentran en el Barrio San Francisco de Colcamar, zona agrícola que a la fecha se encuentra en crecimiento urbano. De la clasificación AASHTO (ASTM D-3282), se ha clasificado al material como A-6 (6), perteneciente al grupo de arcilla arenosa de baja plasticidad y A-7-5 (9), perteneciente al grupo de limo arenoso de alta plasticidad.

**Tabla N° 05:** Propiedades Mecánicas del suelo Calicata C1 con la incorporación del agua salada de la Mina Yurumarca.

	PATRÓN C1	ADICIÓN 3%	ADICIÓN 6%	ADICIÓN 9%
DENSIDAD	1.735 g/cm <sup>3</sup>	1.760 g/cm <sup>3</sup>	1.762 g/cm <sup>3</sup>	1.764 g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	18.5%	18.5%	18.4%	18.4%

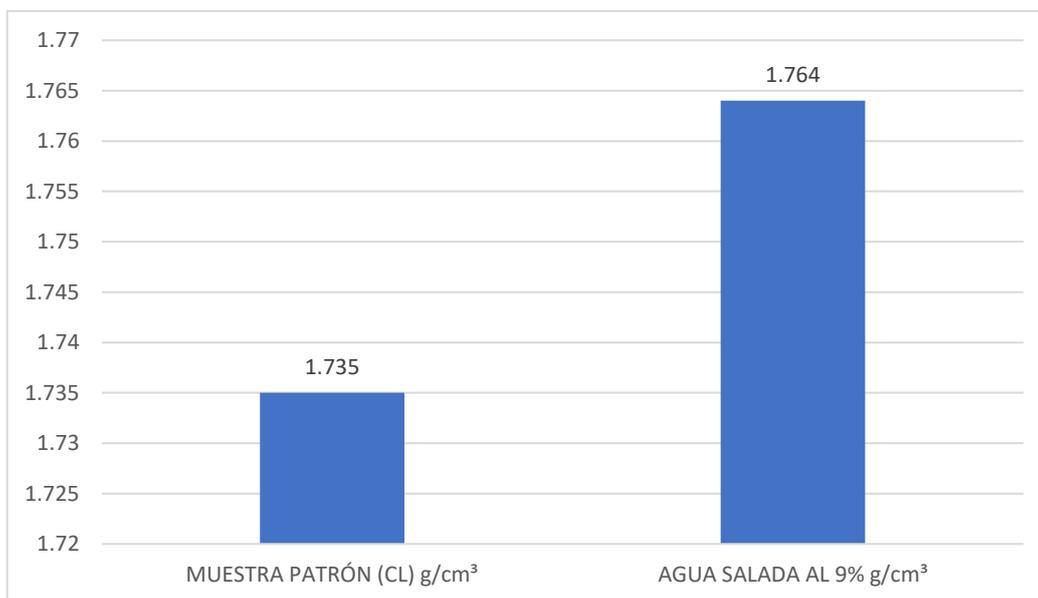
Fuente: Información obtenida en el laboratorio Ingeocontrol

**Tabla N° 06:** Propiedades Mecánicas del suelo Calicata C3 con la incorporación del agua salada de la Mina Yurumarca.

	PATRÓN C3	ADICIÓN 3%	ADICIÓN 6%	ADICIÓN 9%
DENSIDAD	1.635 g/cm <sup>3</sup>	1.639 g/cm <sup>3</sup>	1.649 g/cm <sup>3</sup>	1.645 g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	21.5%	21.5%	21.4%	21.5%

**Interpretación:** Se agregó agua salada de la Mina Yurumarca al suelo arcilla arenosa de baja plasticidad y a la arcilla arenosa de alta plasticidad con los porcentajes previstos de 3.0%, 6.0% y 9.0%, teniendo en consideración que el material usado posee un contenido de humedad natural promedio de 25.0% y 43.0%. Se evidencia, para un material de Tipo CL y alcanzar un valor de máxima densidad seca de 1.764 g/cm<sup>3</sup> corresponde a una incorporación del 9% de agua salada; para material de tipo MH para obtener la máxima densidad seca de 1.649 g/cm<sup>3</sup> corresponde una adición de agua salada del 6%

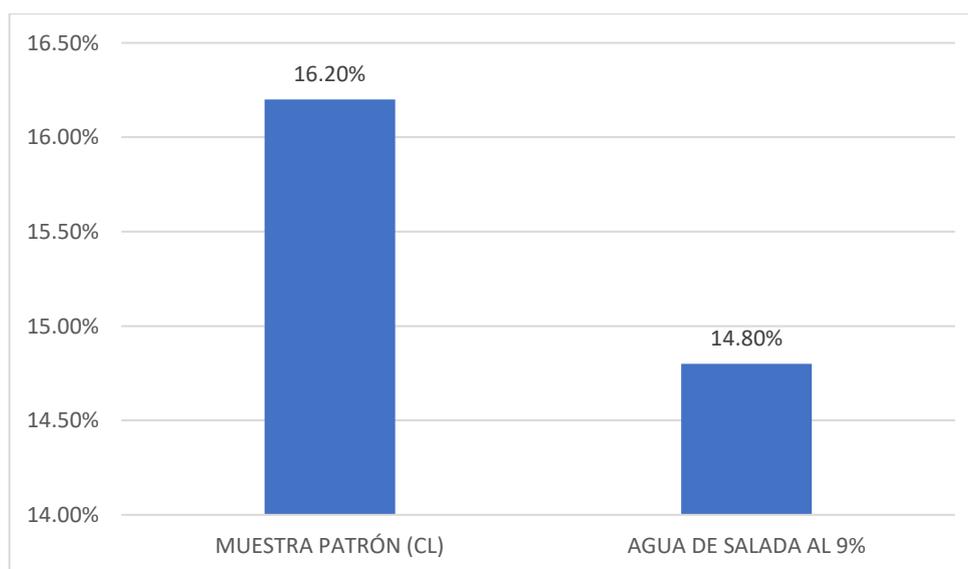
**Figura 35.** Material tipo (CL) máxima densidad seca de la muestra patrón y la muestra adicionada con agua salada de la Mina Yurumarca al 9%



Fuente: Elaboración propia

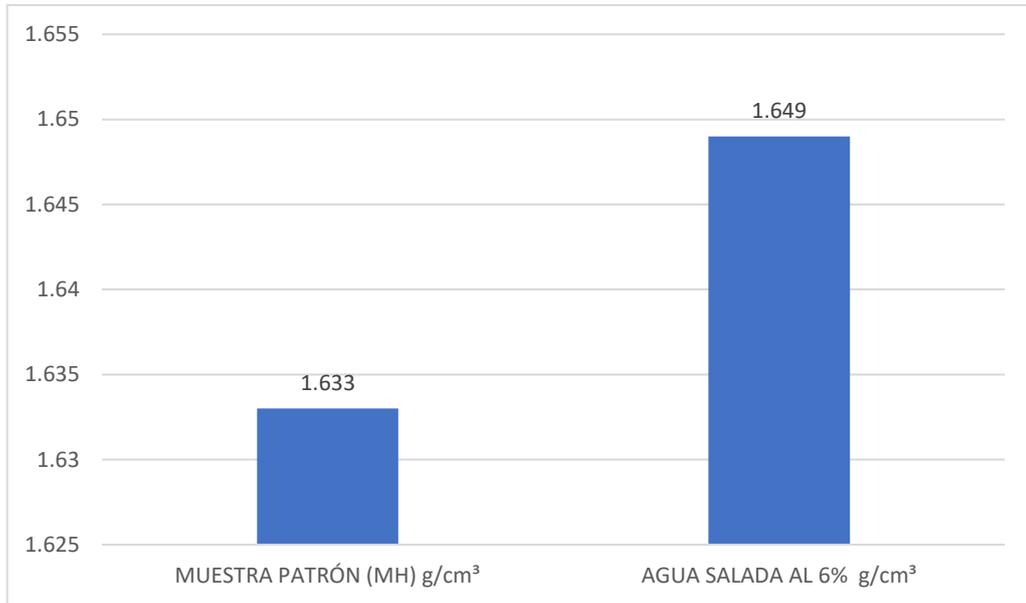
**Interpretación:** Se aprecia que la densidad de la muestra del suelo natural es de 1.735 g/cm<sup>3</sup> y al incorporar agua salada de la Mina Yurumarca, aumenta la densidad del suelo arcilloso a 1.764 g/cm<sup>3</sup>

**Figura 36.** Material tipo (CL) óptimo contenido de humedad muestra patrón y muestra adicionada agua salada al 9%



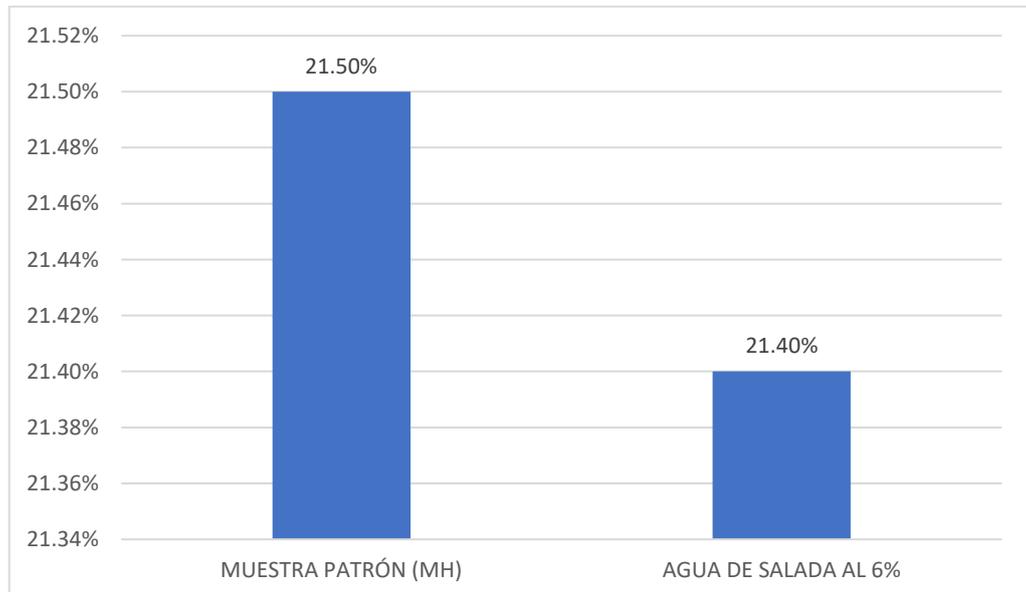
Fuente: Elaboración propia

**Figura 37.** Material de Tipo (MH) máxima densidad seca muestra del suelo natural con la incorporación de agua salada al 6%



Fuente: Elaboración propia

**Figura 38.** Material de Tipo (MH) óptimo contenido de humedad muestra patrón y muestra adicionada agua salada al 6%



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se visualizo, para un material de Tipo CL, tiene un crecimiento considerable alcanzando una óptima compactación, es recomendable el uso del agua salada de la Mina Yurumarca para estabilizar la subrasante de las calles del Barrio San Francisco debido a sus propiedades físico química requieren tener una leve disminución en la humectación. También, para suelos de Tipo MH se registra una reacción o crecimiento considerable en su resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada.

**Tabla N° 07:** Comparando el CBR de las muestras del suelo natural y CBR con la adición de agua salada.

95%		100%	
SUELO PATRÓN CL	AGUA SALADA AL 9%	SUELO PATRÓN	AGUA SALADA AL 9%
16.9%	27.0%	21.1%	32.4%

Fuente: Elaboración del autor

**Tabla N° 08:** Comparando el CBR de las muestras del suelo natural y CBR con la adición de agua salada.

95%		100%	
SUELO PATRÓN MH	AGUA SALADA AL 6%	SUELO PATRÓN	AGUA SALADA AL 6%
16.1%	26.0%	13.4%	21.5%

Fuente: Elaboración del autor.

Interpretación: las muestras del terreno natural de la calicata C1 con material (CL) arcilla arenosa de baja plasticidad el CBR al 95% tiene un valor de 16.9% según Norma Técnica Peruana el material debe ser reemplazado o estabilizado cuando sea menor al 6%; sin embargo para nuestro estudio se realizó la adición del 9% de agua salada de la Mina Yurumarca para incrementar sus características iniciales del suelo y se obtuvo un CBR al 95% un valor del 27.0%; la muestra patrón de la calicata C3 con material (MH) limo arenoso de alta plasticidad el CBR al 95% tiene un valor de 16.1%, con la adición del 6% de agua salada de la Mina Yurumarca alcanza un CRB del 26.0% recomendando el uso de agua salada debido que mejora notablemente las propiedades iniciales de un suelo limoso de alta

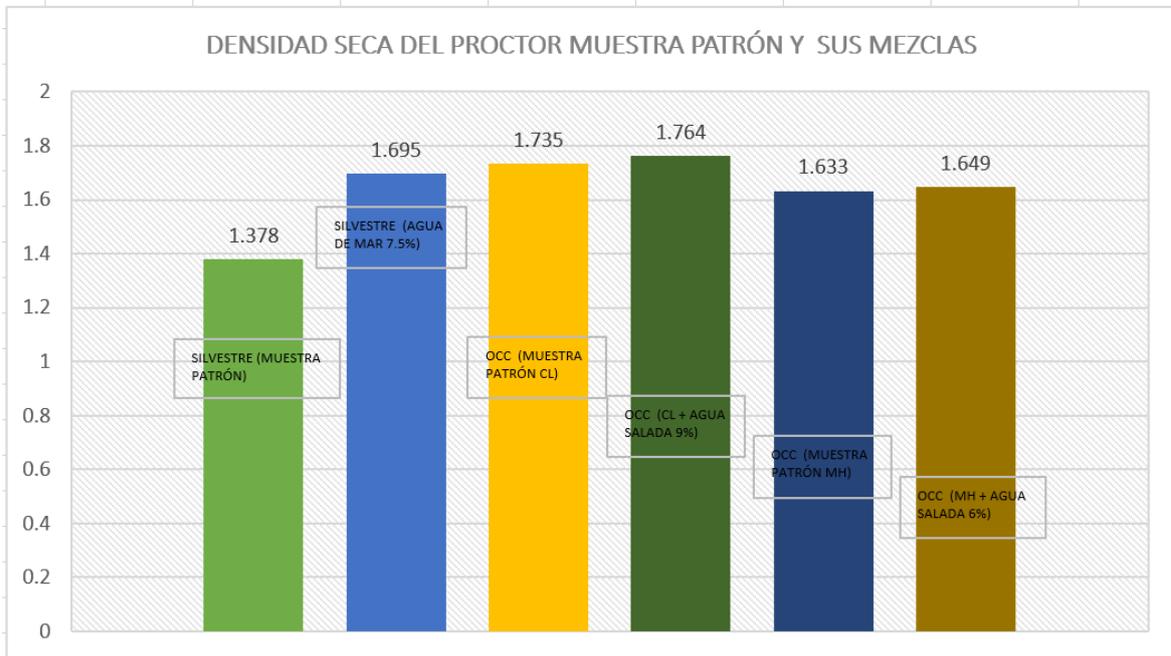
plasticidad. Para nuestro estudio se ha obtenido una excelente mejora, la muestra patrón con material (CL) arcilla arenosa de baja plasticidad con un CBR al 100% se obtuvo un porcentaje 21.1%, con la adición del 9% de agua salada al CBR al 100% se obtuvo 32.4%; la muestra patrón con material (MH) limo arcillo de alta plasticidad con un CBR al 100% se obtuvo un porcentaje 13.4%, con la adición del 6% de agua salada al CBR al 100% se obtuvo 21.5% por lo tanto el agua salada de la Mina Yurumarca es aceptado como fuente estabilizador en la sub rasante de las calles del San Francisco.

## V. DISCUSIÓN

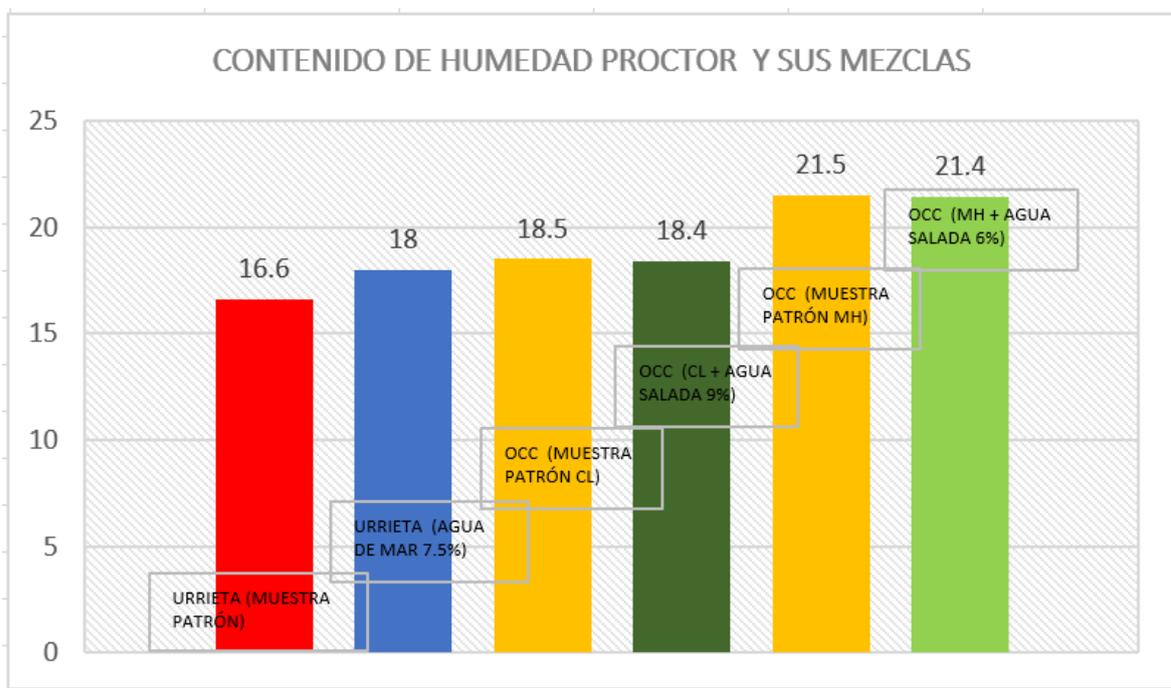
De SILVESTRE (2018, p.4), en nuestro País vecino del Ecuador el Autor nos plantea en su investigación titulada "Estudio de comparación del agua de mar y con la cal para la estabilización de suelos arcillosos en las avenidas que está conformado por 2 de noviembre de la comunidad Engobao, perteneciente a las playas de la provincia del Guayas", concluyendo que el producto estabilizado con cal hidratada presentó mayor performance, comparando con el agua de mar, estudios realizado teniendo como referencia las norma SUCS y AASHTO, ya que la muestra que se estabilizó con la proporción de 7% de cal presento un CBR con valor de 18.0.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con nuestra investigación, se tiene que el agua salada de la Mina Yurumarca mejora notablemente el CBR; tomando en consideración los resultados obtenidos en laboratorio especializado, para nuestro suelo (CL) arcilla arenosa de baja plasticidad de la muestra patrón un CBR de 21.1%, adicionando agua salada un 9% con respecto al peso; el CBR final alcanza un crecimiento hasta 32.4% y para un material (MH) limo arenoso de alta plasticidad con un CBR patrón del 13.4% al agregar un 6% de agua con respecto al peso; alcanza un CBR del 21.5%

**Figura 39.** Comparando los resultados de máxima Densidad seca y Contenido de Humedad de Proctor Modificado con el Autor SILVESTRE (2018).



Fuente: Elaboración propia



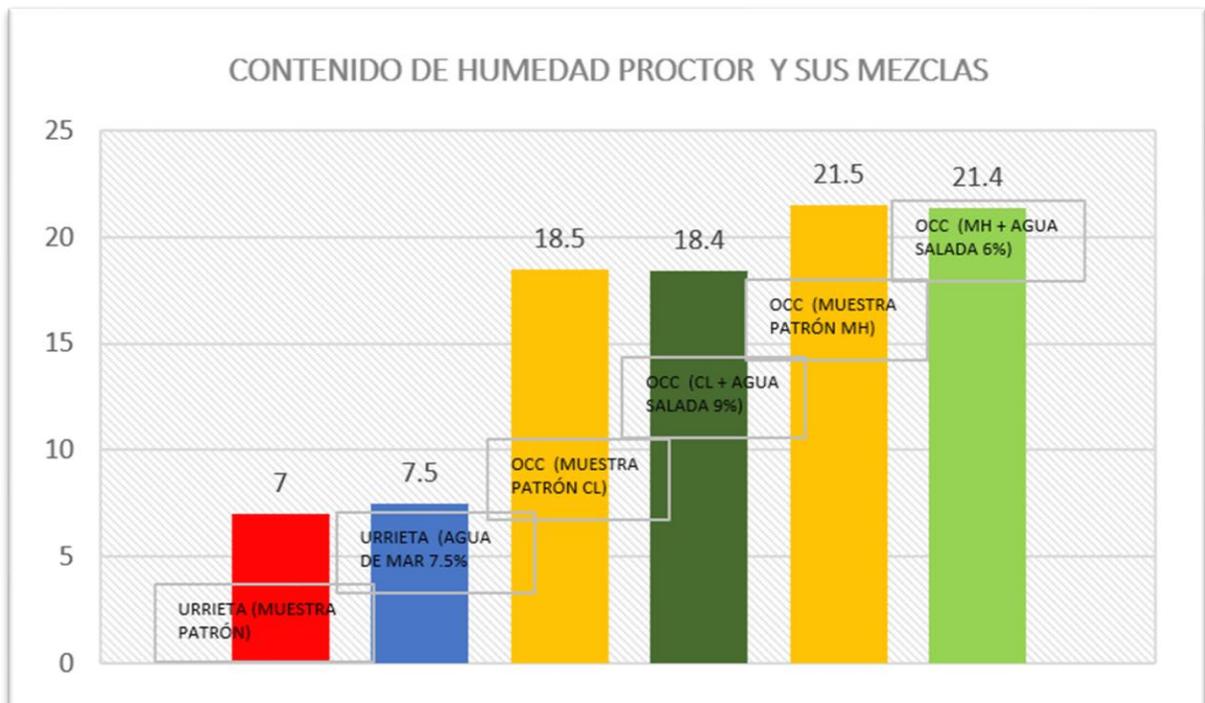
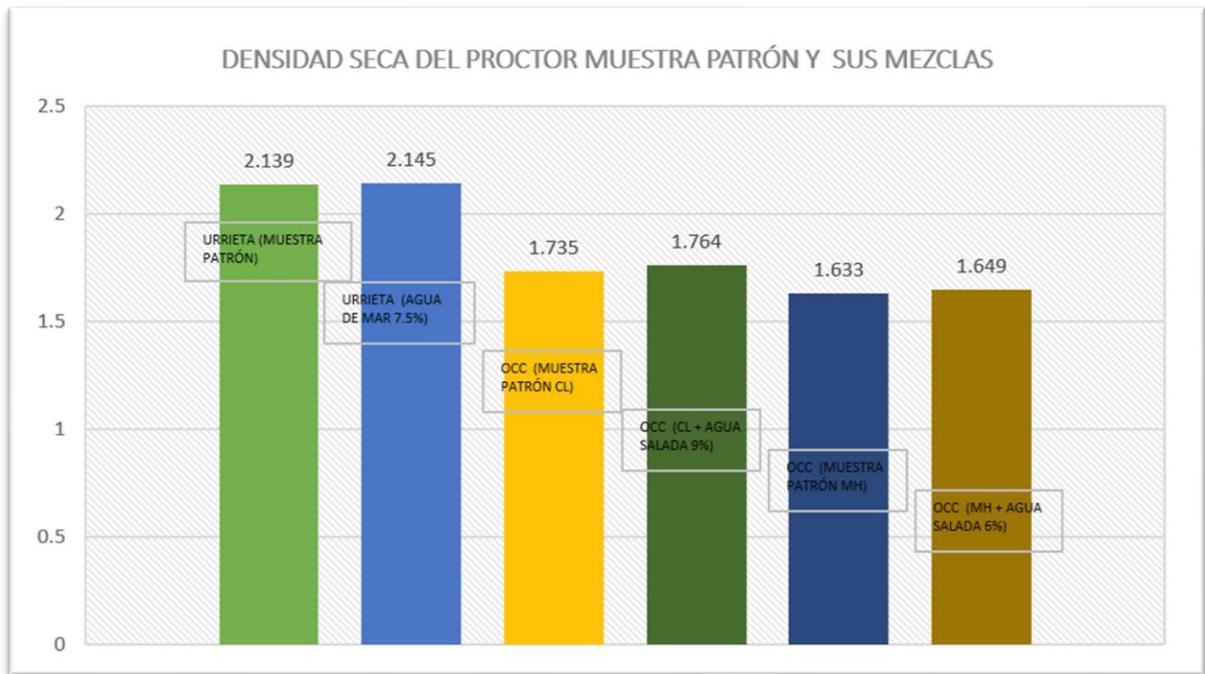
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 09:** Comparando resultados del Proctor modificado y CBR con el Autor SILVESTRE (2018, p.4).

<b>SILVESTRE</b>		
	Proctor modificado	(CBR)100%
MUESTRA PATRÓN	1420.2 Kg/m <sup>3</sup>	8.9%
AGUA DE MAR	1840.25 Kg/m <sup>3</sup>	13.0%
<b>JUAN OCC</b>		
	Proctor modificado	(CBR)100%
MUESTRA PATRÓN (CL)	1735 Kg/m <sup>3</sup>	21.1%
AGUA SALADA 9%	1764 Kg/m <sup>3</sup>	32.4%
	Proctor modificado	(CBR)100%
MUESTRA PATRÓN (MH)	1633 Kg/m <sup>3</sup>	15.7%
AGUA SALADA 6%	1649 Kg/m <sup>3</sup>	21.5%

De la investigadora URRIETA (2020) en Perú-Barranca en su trabajo realizado “análisis al incorporar agua de mar para mejorar las características del CBR en Pueblo Joven de Tupac Amaru, provincia Huara-Departamento Lima”, determina que al incorporar agua de mar, mejora el CBR de las calles del Pueblo Joven Tupac Amaru; obtuvieron resultados del CBR con valores de 64.30%, 78.30% y 95.20% y con la incorporación del agua de mar, se pudo mejorar los parámetros del obteniendo los resultados de 99.20%, 90.90% y 109.10%; al alcanzar estos valores se obtuvo una mejora de 34.9%. En concordancia con mi Tesis, se tiene que el agua salada de la Mina Yurumarca mejora el CBR; tomando en consideración los resultados obtenidos en laboratorio especializado, para nuestro suelo (CL) arcilla arenosa de baja plasticidad la muestra patrón alcanzó un CBR de 21.1%, adicionando agua salada al 9% con respecto al peso del suelo; el CBR final alcanza un crecimiento hasta 32.4% y para un material (MH) limo arenoso de alta plasticidad con un CBR patrón alcanzó un valor de 13.4% al agregar un 6% de agua salada con respecto al peso del suelo; alcanza un CBR final del 21.5%

**Figura 40.** Comparando resultados de la Densidad seca Vs Contenido de Humedad de Proctor Modificado con URRIETA (2020).

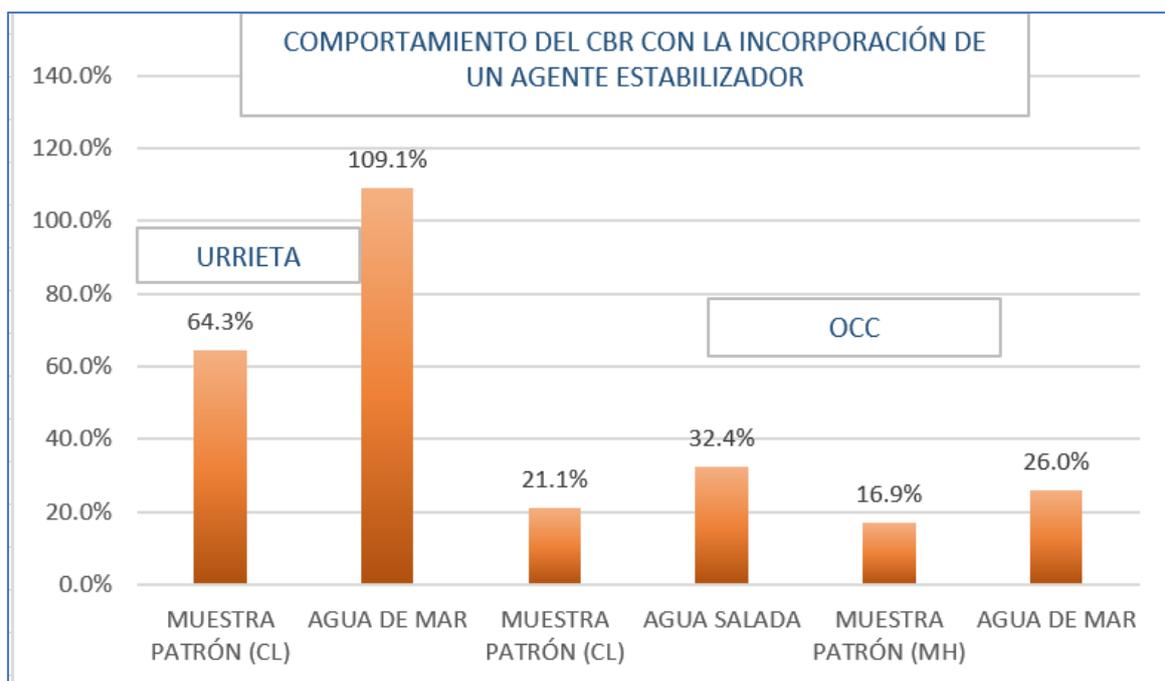


Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 10:** Comparando resultados del Proctor modificado y CBR con URRIETA (2020, p.5)

URRIETA		
	Proctor modificado	(CBR)100%
MUESTRA PATRÓN	2.032 Kg/m3	64.3%
AGUA MAR	2.038 Kg/m3	109.1%
JUAN OCC		
	Proctor modificado	(CBR)100%
MUESTRA PATRÓN (CL)	1735 Kg/m3	21.1%
AGUA SALADA	1764 Kg/m3	32.4%
	Proctor modificado	100%
MUESTRA PATRÓN (MH)	1633 Kg/m3	15.7%
AGUA SALADA	1643 Kg/m3	21.4%

**Tabla N° 11:** Comparando resultados del CBR patrón y la incorporación de un agente estabilizador con URRIETA



Fuente: Elaboración propia

## **VI. CONCLUSIONES**

Las características del agua salada de la Mina Yurumarca, teniendo en consideración contenido de cloruro de sodio, permite estabilizar el material CL y MH (Arcilla arenosa de baja plasticidad y Limo arenoso de alta plasticidad) en las calles del centro poblado de Colcamar, perteneciente a la provincia de Luya departamento de Amazonas. El suelo estudiado corresponde a 1.40 m y 1.50 m de profundidad encontrado, se determinó en la clasificación SUCS como CL y MH, Según la clasificación en AASHTO, como A-6 (6) arcilla arenosa de baja plasticidad, A-7-5 (9), limo arenoso de alta plasticidad, suelos predominantes en la zona para uso agrícola, la máxima densidad seca para el suelo tipo (CL) es 1.735 g/cm<sup>3</sup> con un CBR al 100% de 21.1% y para el suelo tipo (MH) la máxima densidad seca es de 1.633 g/cm<sup>3</sup> con un CBR al 100% de 15.7% El suelo adicionado con agua salada para un suelo Tipo (CL) se alcanzó una máxima densidad seca de 1.764 g/cm<sup>3</sup>, CBR medido al 100% alcanzó el 30.6%; para el suelo de Tipo (MH) se alcanzó una máxima densidad seca de 1.649 g/cm<sup>3</sup>, CBR medido al 100% alcanzó un valor del 24.1%, se aprecia que el material alcanza una mejora en la estabilización de la del suelo, aumentando su densidad, permitiendo su disminución espacios vacíos del material, por lo tanto mejorando sus propiedades impermeables, reduciendo los poros y tránsito de agua, se determina que el suelo ha mejorado notablemente sus propiedades y su puede utilizar el agua salada de la Mina Yurumarca como elemento estabilizador en las subrasante de las calles de Colcamar.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Continuar, con los análisis las propiedades físicas-químicas del agua salada de la Mina Yurumarca, investigar las características de las subrasantes estabilizadas, también evaluar su durabilidad del suelo estabilizado en el tiempo.

Evaluar el efecto del uso del agua salada de la Mina Yurumarca, en suelos limo arcillosos, con mayores porcentajes de aplicación.

Determinar el costo beneficio de la propuesta de uso de agua salada de la Mina Yurumarca, en la estabilización de los suelos, además de la sostenibilidad de la propuesta.

Evaluar los resultados de la densidad de campo también el porcentaje de compactación, para los suelos en subrasantes estabilizadas, con las aplicaciones reales del agua de salada de la Mina Yurumarca, para zonas de ceja de Selva.

## REFERENCIAS

[1] Cubas Galvez, J., & Guevara Bustamante J. E. (2020). Diseño de Estructura Vial. Disponible en

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46616/Cubas\\_GJ-Guevara\\_BJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46616/Cubas_GJ-Guevara_BJE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2] Congreso de la república. (2019). Resumen ejecutivo final. pag 01. Disponible [https://www4.congreso.gob.pe/congresista/2001/esalhuana/Prensa/notas/041214/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_FINAL01.pdf](https://www4.congreso.gob.pe/congresista/2001/esalhuana/Prensa/notas/041214/RESUMEN_EJECUTIVO_FINAL01.pdf).

[3] Urdaneta (2017). Problema de las Carreteras en la Amazonia. Disponible en

<https://www.actualidadambiental.pe/el-problema-de-las-carreteras-en-la-amazonia-resumido-en-5-puntos>

[4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima. Disponible en <http://www.sutran.gob.pe/wp.content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>

[6] Larrea Olivero, B. R., & Rivas Cajo, J. C. (2019). Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12607>.

[7] Al Hattamleh, O., Aldeeky, H., Rabab'ah, S., & Taamneh, M. (2020). The effect of Dead Sea salt solution on the engineering properties of expansive subgrade clayey soil. *Arabian Journal of Geosciences*. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/341654155\\_The\\_effect\\_of\\_Dead\\_Sea\\_salt\\_solution\\_on\\_the\\_engineering\\_properties\\_of\\_expansive\\_subgrade\\_clayey\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/341654155_The_effect_of_Dead_Sea_salt_solution_on_the_engineering_properties_of_expansive_subgrade_clayey_soil).

[8] Salinas Suárez, J. E., & Villao Carvajal, R. A. (2019). Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante suelos expansivos, utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.). Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/5223>.

- [9] Durotoye, T. O., Akinmusuru, J. O., Ogbiye, S. A., & Bamigboye, G. (2016). Effect of common salt on the engineering properties of expansive soil. *International Journal of Engineering and Technology*, disponible en <http://eprints.covenantuniversity.edu.ng/8940/1/Bamigboye%20%20paper.pdf>
- [10] Silvestre Suárez, J. M. (2018). Análisis Comparativo de los efectos del Agua de Mar y de Cal en la Estabilización de Suelos Arcillosos en Calles que conforman el Barrio 2 de noviembre de la Comuna Engabao perteneciente al Cantón Playas Provincia del Guayas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.). Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29329>.
- [11] Dubey, P., & Jain, R. (2015). Effect of common salt (NaCl) on engineering properties of black cotton soil. *Int. J. Sci. Tech. Eng*, 2(01), 64-68 disponible en <http://www.ijste.org/articles/IJSTEV211043.pdf>.
- [12] Amu, O. O., & Salami, B. A. (2010). Effect of common salt on some engineering properties of eggshell stabilized lateritic soil. *ARNP journal of Engineering and applied sciences*. Disponible en [file:///C:/Users/JEAN/Downloads/Effect\\_of\\_common\\_salt\\_on\\_some\\_engineering\\_properti.pdf](file:///C:/Users/JEAN/Downloads/Effect_of_common_salt_on_some_engineering_properti.pdf).
- [13] Katherine Urrieta. (2020). Evaluación de la aplicación de agua de mar para mejorar el CBR de la subrasante afirmada – AA.HH. Tupac Amaru - Vegueta. Disponible en <http://repositorio.unab.edu.pe/handle/200.500.12935/67>.
- [14] Mendez Cerna, J. J. (2021). Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpampa– Cascapara, Yungay, Ancash 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65010?show=full>.
- [15] Cerna Montalvo, C. J. (2020). Comportamiento de la subrasante en la carretera Huaraz-Unchus con adición de 10% Y 20% de cloruro de sodio. Disponible en <http://repositorio.usanpedro.pe/handle/USANPEDRO/14328>.

- [16] Caruajulca Chávez, E. (2018). Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo-Aeropuerto-Cajamarca. Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2074>.
- [17] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Pag (107) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- [18] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Pag (108) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Pag (109) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- [20] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Pag (110) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- [21] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Pag (113) Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos. Disponible en [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf).
- [22] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2004). MTC E 1109 –2004 norma técnica de estabilizadores químicos. Pag (5). Disponible en <http://www.ageecovias.net/files/mtc1109-con-rd-1-Norma-Tecnica-de-Estabilizadores.pdf>.
- [23] Salroche, (2020). De donde viene la sal. Disponible en <https://salroche.com/blogs/todo-sobre-la-sal/de-donde-viene-la-sal>.
- [24] AenorPeru, (2020). Sector minería, petróleo y energía. Disponible en <https://www.aenorperu.com/certificacion/mineria-e-hidrocarburos>.
- [25] ministerio de energía y minas, (2008). Minería en el Perú. Disponible en [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/presentaciones/exposicion\\_minas\\_espa.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/presentaciones/exposicion_minas_espa.pdf).

- [26] Montoya A, (2021). Informe semana de presentación. Pag, 14. Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/MesaDirectiva/sipfr2011.nsf/39607F176517FD15052587190064FEC8/\\$FILE/2021\\_05\\_montoya.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/MesaDirectiva/sipfr2011.nsf/39607F176517FD15052587190064FEC8/$FILE/2021_05_montoya.pdf).
- [27] duhoctrung, (2021). Mina de sal. Disponible en [https://www.duhoctrungquoc.vn/wiki/es/Mina\\_de\\_sal](https://www.duhoctrungquoc.vn/wiki/es/Mina_de_sal).
- [28] Sacristán José, (2019). Hidrogeología: la ciencia de las aguas subterráneas. Disponible en <https://www.icog.es/TyT/index.php/2019/07/hidrogeologia-la-ciencia-de-las-aguas-subterraneas/>.
- [29] ceupe, (2019). El agua características y propiedades. Disponible en <https://www.ceupe.com/blog/el-agua-sus-caracteristicas-y-propiedades.html>.
- [30] Ruiz Luis J, (2019). Investigación experimental. Juárez. Pag, 1. Disponible en <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Investigaci%C3%B3n-experimental.pdf>.
- [31] Pedhazur, E.J. y Schmelkin, L.P. (1991). Measurement, design, and analysis. Pag, 277. An integrated approach. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Disponible en [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1587225](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1587225).
- [32] Hernández, Fernández & Baptista, (2017). Metodología de la investigación. Pag, 37. México D.F: Interamericana editores, S.A, 2017. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- [33] Hernández, Fernández & Baptista, (2017). Metodología de la investigación. Pag, 164. México D.F: Interamericana editores, S.A, 2017. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- [34] Hernández, Fernández & Baptista, (2017). Metodología de la investigación. Pag, 164. México D.F: Interamericana editores, S.A, 2017. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

- [35] Arias Fideas G, (2012). Proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Pag, 81. Caracas: Editorial Episteme, C.A. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Arias,+2012&ots=kYmHdouol3&sig=xNbYZRDHxY\\_gFf4ucQ79Cm3vE2U#v=onepage&q=Arias%2C%202012&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Arias,+2012&ots=kYmHdouol3&sig=xNbYZRDHxY_gFf4ucQ79Cm3vE2U#v=onepage&q=Arias%2C%202012&f=false).
- [36] Carrillo Ana L, (2015). Población y muestra. Pag, 8. Disponible en <http://ri.uaemex.mx/oca/bitstream/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>.
- [37] Yuni José & Ariel Urbano, (2016). Técnicas para Investigar, Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. Pag, 29. Córdova: Editorial Brujas. Disponible en <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>.
- [38] Yuni José & Ariel Urbano, (2016). Técnicas para Investigar, Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. Pag, 31. Córdova: Editorial Brujas. Disponible en <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>.
- [39] Hernández, Fernández & Baptista, (2017). Metodología de la investigación. Pag, 233. México D.F: Interamericana editores, S.A, 2017. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- [40] Hernández, Fernández & Baptista, (2017). Metodología de la investigación. Pag, 233. México D.F: Interamericana editores, S.A, 2017. Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.



# ANEXOS



# **ANEXO 1**

**OPERACIONALIZACIÓN DE  
VARIABLES  
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## Anexo 1. Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>Variable independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua salada de la mina Yurumarca</li> </ul>	<p>Se caracteriza por tener una concentración de sales minerales disueltas en torno al 5%</p>	<p>Agua con un alto contenido de cloruro de sodio que sirve como estabilizador de suelos.</p>	<p>Dosificación</p> <p>Propiedades del agua</p>	<p>Porcentajes a determinar</p> <p>Cuantificadas</p>	<p>Intervalo</p> <p>intervalo</p>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilización de la subrasante</li> </ul>	<p>consiste en un conjunto de procedimientos que pueden ser aplicados a un <b>suelo</b> con bajas propiedades mecánicas, con el fin de mejorar sus características originales y hacerlos aptos y seguros</p>	<p>Nos permitirá caracterizar la subrasante y mejorar su capacidad de resistencia al corte.</p>	<p>Características de la subrasante</p> <p>Límites de Expansión</p> <p>Contenido de humedad optima y máxima densidad seca</p>	<p>Ensayo de granulometría</p> <p>Ensayo de Expansión</p> <p>Ensayo de proctor modificado y CBR</p>	<p>Intervalo</p> <p>Intervalo</p> <p>intervalo</p>

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Estabilización de la Subrasante con Agua Salada de la Mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco- Colcamar- Amazonas, 2022.

Autor: Juan Occ Chavez

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera influye el agua salada de la mina Yurumarca como estabilizador de la subrasante?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la influencia del agua salada de la mina yurumarca en la estabilización de la subrasante de las calles del barrio San Francisco, Colcamar Amazonas</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El agua salada de la mina Yurumarca mejorará la estabilización de la subrasante en las calles del barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas</p>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>Agua salada de la mina Yurumarca</b>	Dosificación	3%, 6%, 9% del suelo	Balanza
					Propiedades Químicas	Cuantitativas (unidades de medida)	Intervalo
<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>De qué manera influye el agua salada de la mina Yurumarca en la expansión en la subrasante?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Clasificar y determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante de las calles del barrio San Francisco, Colcamar- Amazonas</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>El agua salada de la mina Yurumarca reducirá la expansión del material, en la subrasante; en las calles del barrio San Francisco, Colcamar Amazonas.</p>	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>Estabilización de la subrasante</b>	Propiedades Físicas	Expansión	Control de expansión Ensayo de Valor de Soporte de California ASTM D 1883
<p>¿De qué manera la incorporación de agua salada de la mina Yurumarca influye en su capacidad máxima de densidad y humedad óptima de la subrasante?</p>	<p>Determinar el comportamiento mecánico de la subrasante con la adición del agua salada de la mina Yurumarca.</p>	<p>El agua salada de la mina Yurumarca mejorará la máxima densidad y óptimo contenido de humedad de la subrasante.</p>			Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad	Ensayo de compactación Próctor Modificado ASTM D 1557
<p>De qué manera la incorporación de agua salada de la mina Yurumarca influye en su capacidad portante de la subrasante?</p>	<p>Determinar la dosificación adecuada de agua salada de la mina Yurumarca, con respecto a nuestra subrasante en estudio.</p>	<p>El agua salada de la mina Yurumarca permitirá recuperar la subrasante en un estado óptimo, facilitando los trabajos siguientes</p>			Resistencia (CBR)	Ensayo de Valor de Soporte de California ASTM D 1883	



# **ANEXO 2**

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**



## **ENSAYOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D-6913**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-4318**

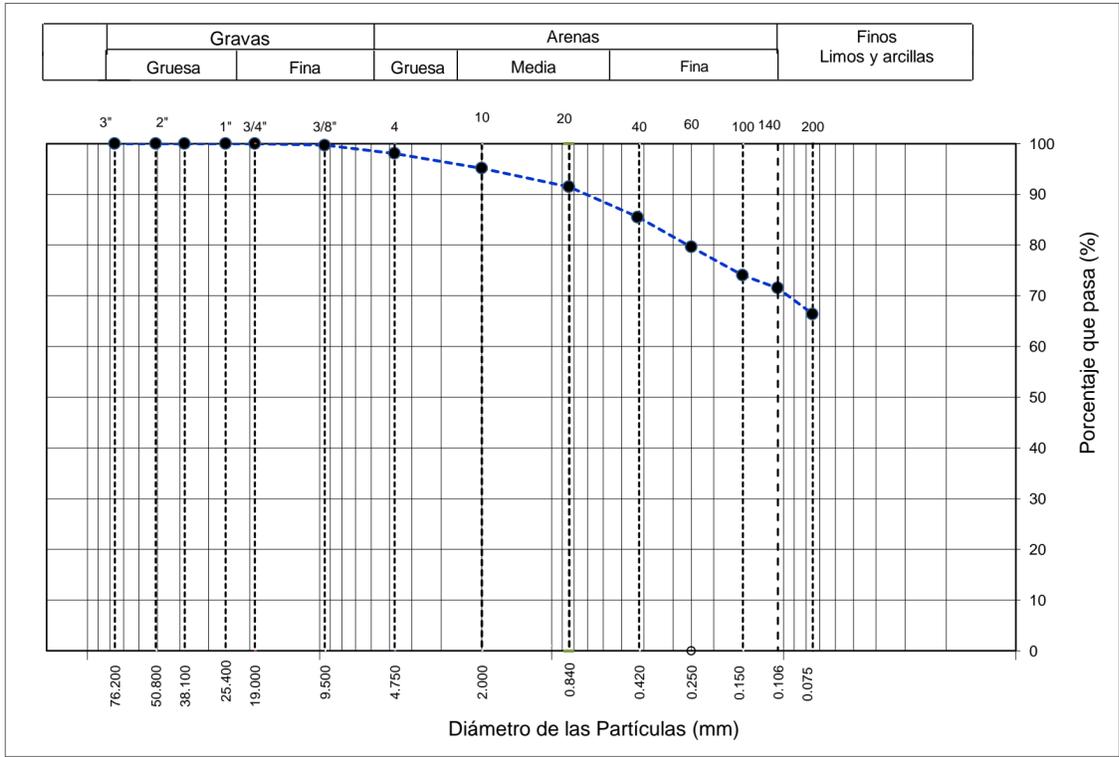


<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-01
<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
	Fecha	07-05-2018
	Página	1 de 1

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022 Registro N°: **L22-089-01**  
 Solicitante : Juan Occ Chavez Muestreado por : Solicitante  
 Propietario : Juan Occ Chavez Ensayado por : G. Gallegos  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas Fecha de Ensayo: 21/06/2022  
 Material : Terreno natural Turno: Diurno

Cantera : --- Profundidad: --- m  
 Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---  
 N° de Muestra : M1 Este: ---  
 Progresiva : --- Cota: ---

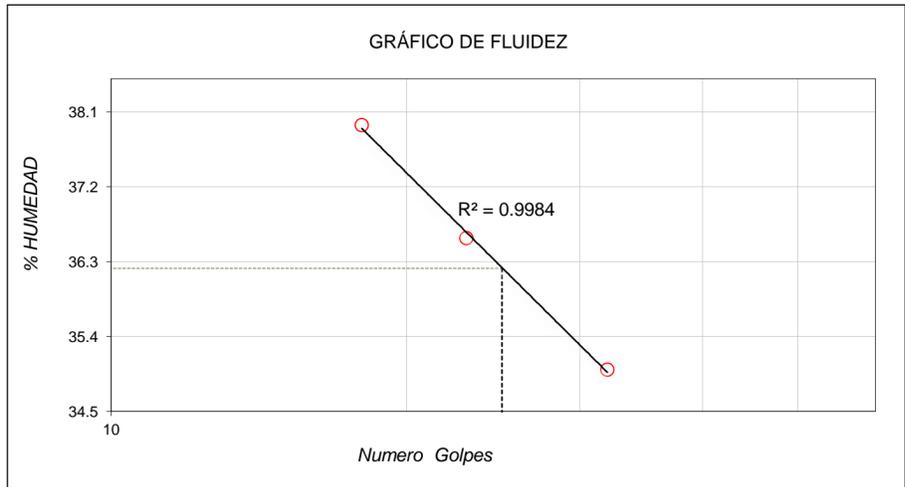
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	99.7
Nº 4	4.750	98.1
Nº 10	2.000	95.1
Nº 20	0.840	91.5
Nº 40	0.425	85.5
Nº 60	0.250	79.7
Nº 100	0.150	74.1
Nº 140	0.106	71.5
Nº 200	0.075	66.4



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	0.00

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



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	36
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.5
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	0.5
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (6)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	1.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	31.7
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	66.4

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**  
 Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**  
 Nombre y firma:  
  
**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**  
 Nombre y firma:  
  
**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico

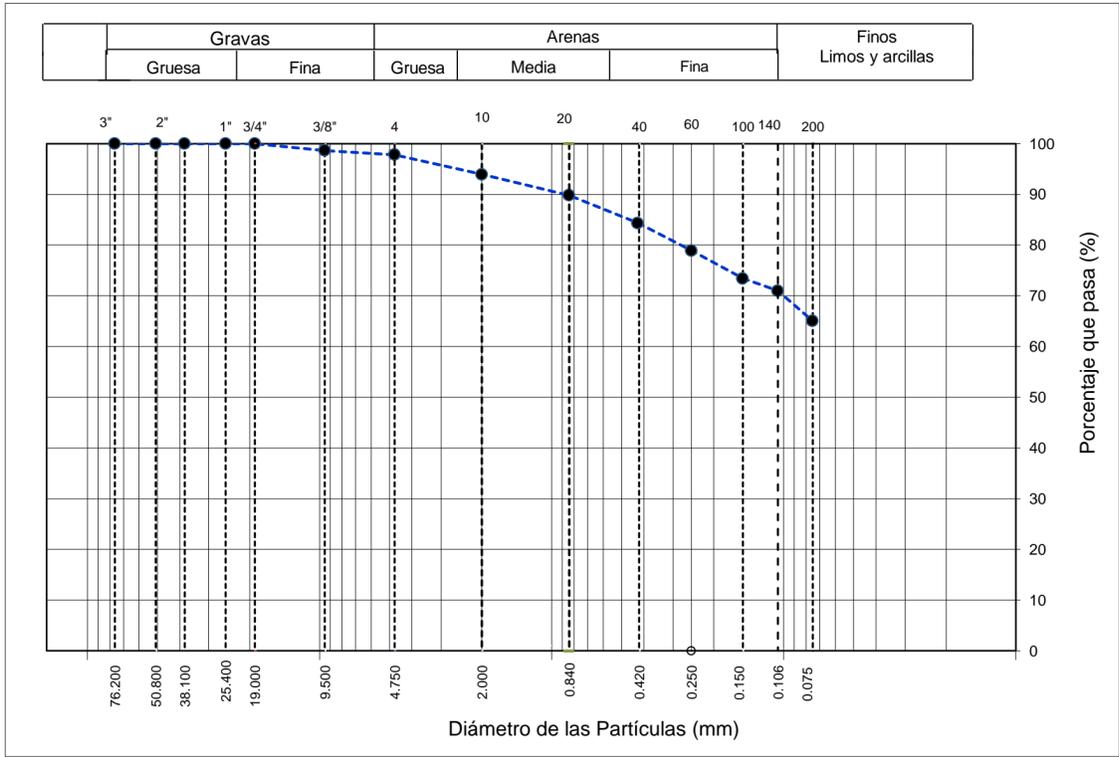


<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-01
<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
	Fecha	07-05-2018
	Página	1 de 1

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022 Registro N°: **L22-089-02**  
 Solicitante : Juan Occ Chavez Muestreado por : Solicitante  
 Propietario : Juan Occ Chavez Ensayado por : G. Gallegos  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas Fecha de Ensayo: 21/06/2022  
 Material : Terreno natural Turno: Diurno

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

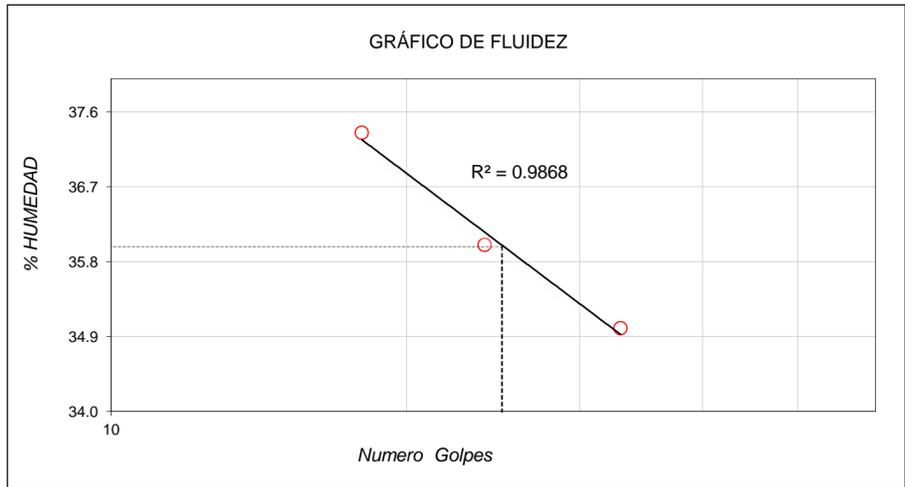
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	98.7
Nº 4	4.750	97.8
Nº 10	2.000	94.0
Nº 20	0.840	89.8
Nº 40	0.425	84.3
Nº 60	0.250	78.9
Nº 100	0.150	73.4
Nº 140	0.106	71.0
Nº 200	0.075	65.0



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.9
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	0.00

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



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	36
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.7
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	0.3
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	2.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	32.8
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	65.0

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (5)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla arenosa de baja plasticidad

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**  
 Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Danny López Vigo  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

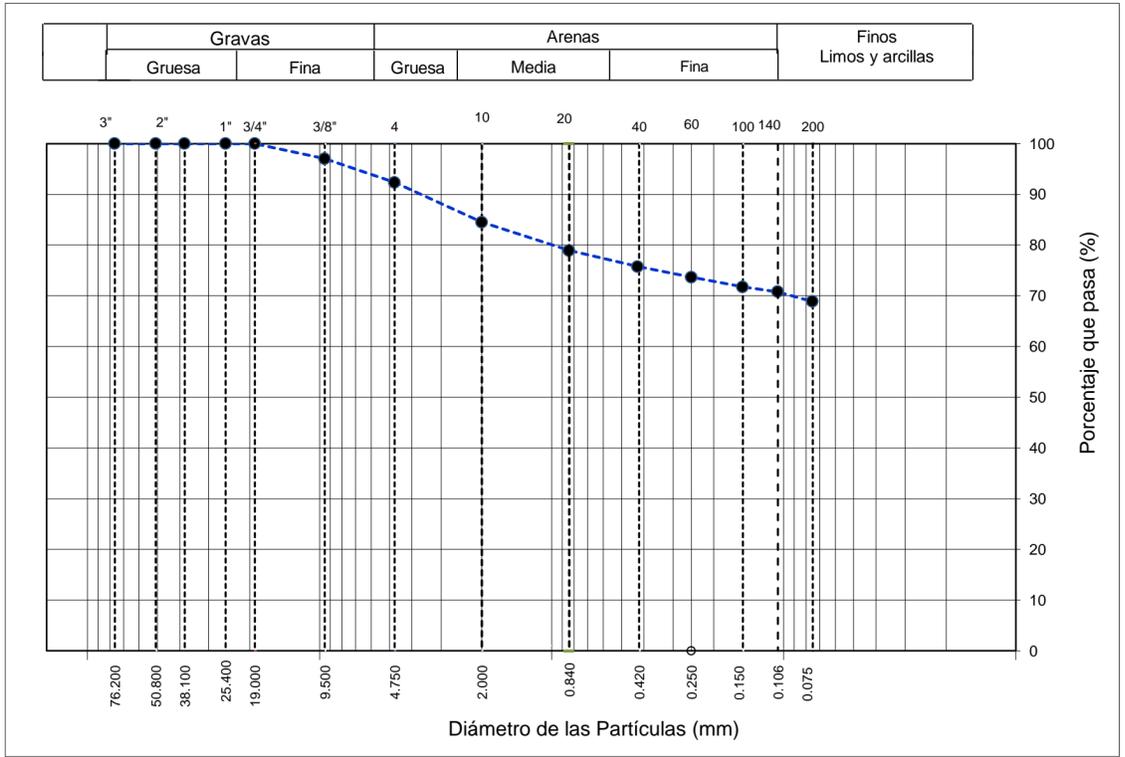
Arnaldo Pérez Ccoscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-03</b>
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Propietario	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: AMAZONAS	Fecha de Ensayo:	21/06/2022
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Cantera	: ---	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

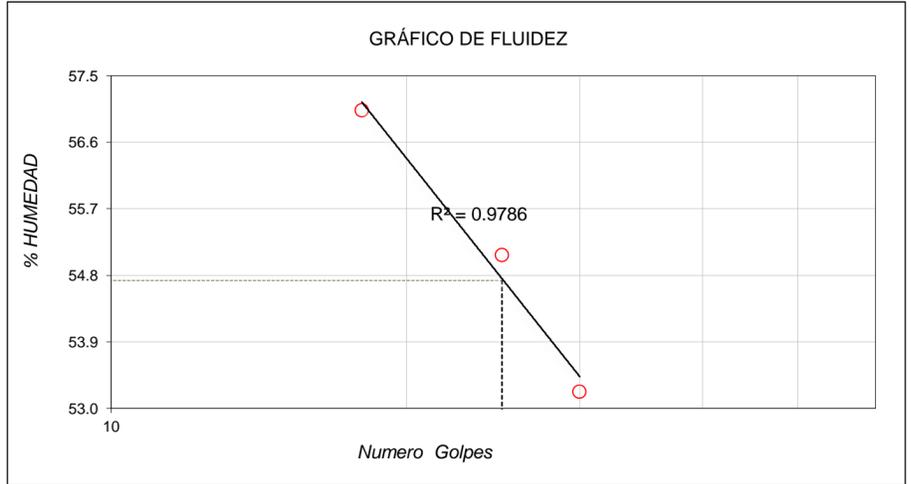
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1 1/2"	38.100	100.0
1"	25.400	100.0
3/4"	19.000	100.0
3/8"	9.500	97.0
N° 4	4.750	92.4
N° 10	2.000	84.5
N° 20	0.840	78.9
N° 40	0.425	75.8
N° 60	0.250	73.7
N° 100	0.150	71.7
N° 140	0.106	70.8
N° 200	0.075	68.9



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	43.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"A"
MATERIALES EXCLUÍDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	MH - Limo arenoso de alta plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	0.00

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



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	55
LÍMITE PLÁSTICO	30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25
INDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	0.5
INDICE DE LIQUIDEZ (IL)	0.5
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	7.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	23.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	68.9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	MH
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7-5 (9)
NOMBRE DEL GRUPO	Limo arenoso de alta plasticidad

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**  
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:

Danny López Vigo  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arnaldo Pérez Ccoscco  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



# **ENSAYOS**

**PROCTOR MODIFICADO ASTM D-  
1557**

**CBR ASTM D-1883**



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-05</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	2/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 3% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

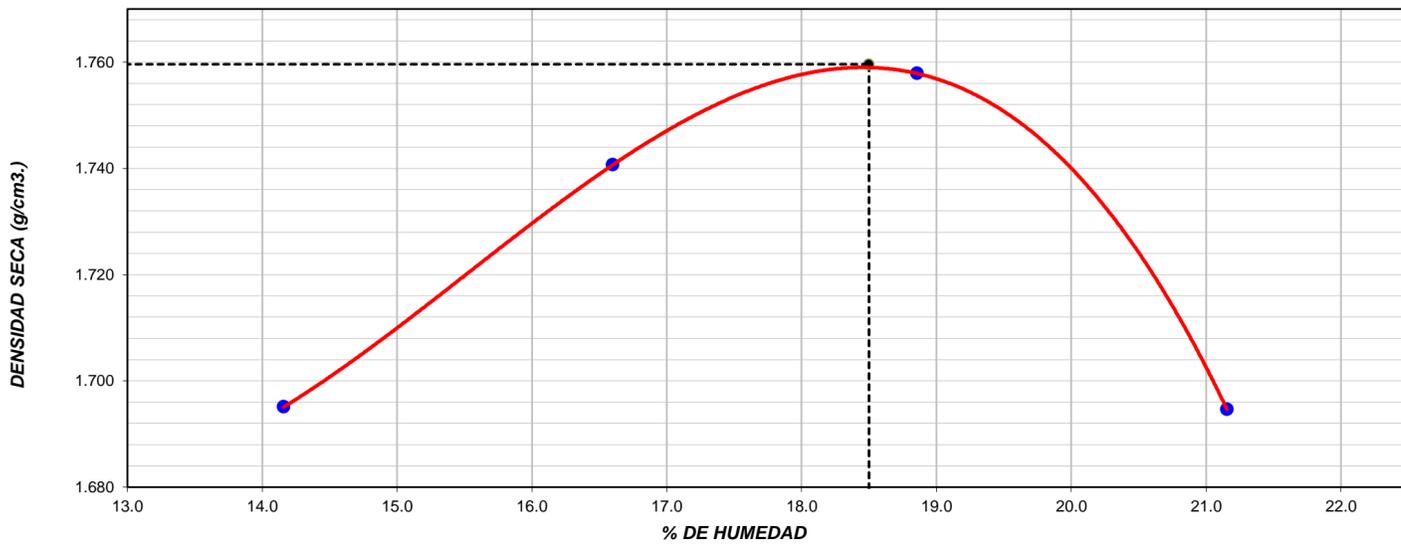
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6225	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.935	2.030	2.089	2.053
Contenido de agua	%	14.2	16.6	18.9	21.2
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.695	1.741	1.758	1.695

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.760 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>18.5 %</b>
------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-05</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 3% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	7		8		13	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	13,093		12,169		11,698	
Peso molde (g.)	8,636		7,966		7,740	
Peso suelo compactado (g.)	4,457		4,203		3,958	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,158		2,123		2,125	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	2.065		1.980		1.863	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.743		1.669		1.574	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	196.2		163.5		186.5	
Tara + suelo húmedo (g.)	443.4		487.9		466.7	
Tara + suelo seco (g.)	404.8		437.0		423.3	
Peso de agua (g.)	38.6		50.9		43.4	
Peso de suelo seco (g.)	208.6		273.5		236.8	
Humedad (%)	18.5		18.6		18.3	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
2-Jul	10:20	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3-Jul	10:20	24	27	0.69	0.59	33	0.84	0.72	42	1.07	0.92
4-Jul	10:20	48	42	1.07	0.92	55	1.40	1.20	67	1.70	1.46
5-Jul	10:20	72	57	1.45	1.24	65	1.65	1.42	77	1.96	1.68
6-Jul	10:20	96	69	1.75	1.51	80	2.03	1.75	91	2.31	1.99

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 8				Molde N° 13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		57	2.8			37	1.8			31	1.5		
0.050		152	7.5			122	6.0			120	5.9		
0.075		255	12.6			198	9.8			186	9.2		
0.100	70.307	328	16.2	15.7	<b>22.3</b>	287	14.2	13.4	<b>19.1</b>	248	12.3	11.9	<b>16.9</b>
0.150		446	22.1			372	18.4			329	16.3		
0.200	105.460	552	27.3	27.6	<b>26.2</b>	454	22.5	23.0	<b>21.8</b>	419	20.7	20.6	<b>19.5</b>
0.300		726	35.9			609	30.2			527	26.1		
0.400		854	42.3			700	34.7			601	29.8		
0.500		936	46.3			781	38.7			645	31.9		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>
---	--	---



<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	AE-FO-15
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	30-04-2018
	<b>Página</b>	3 de 3

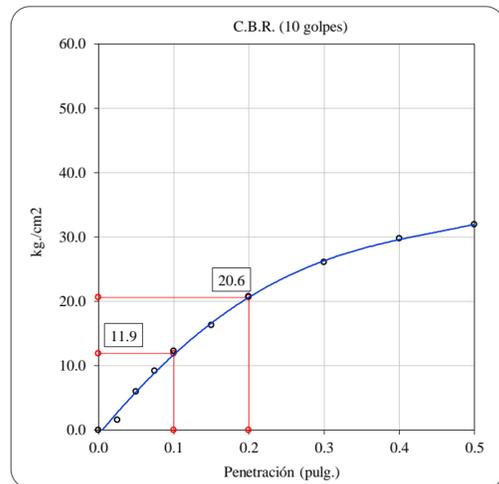
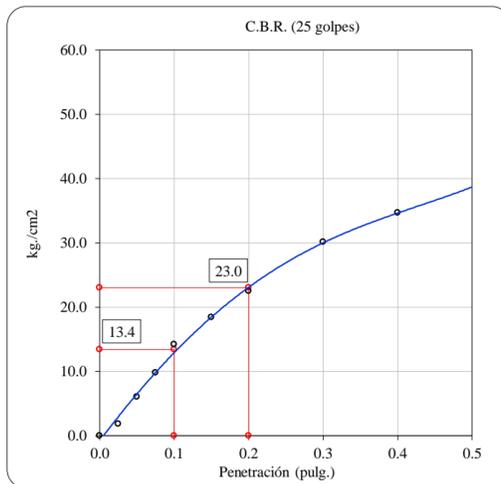
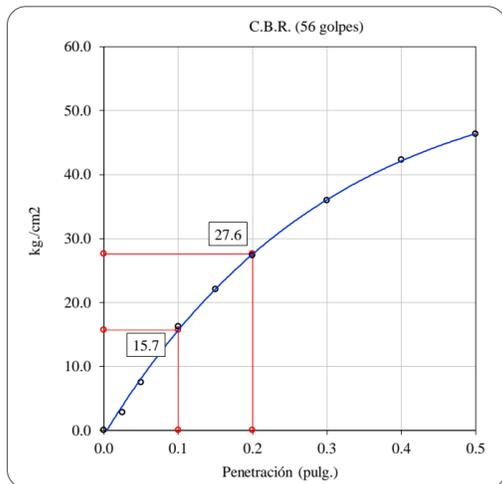
**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-05</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 3% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

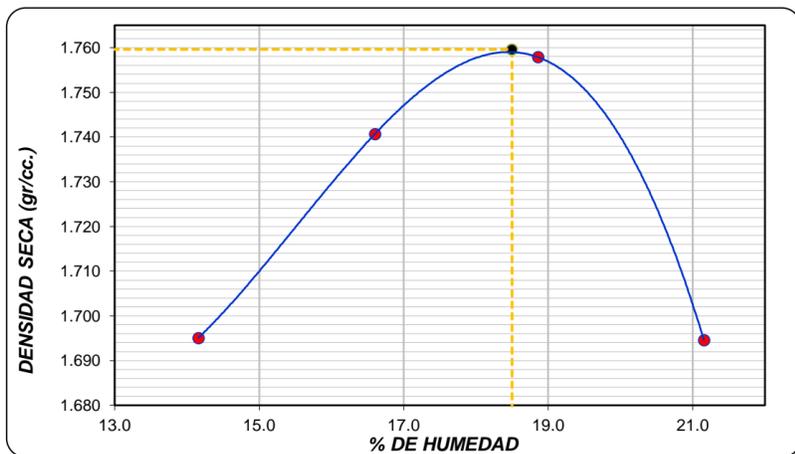
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.760 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 18.5 %  
Máxima Densidad Seca al 95% 1.672 g./cm<sup>3</sup>



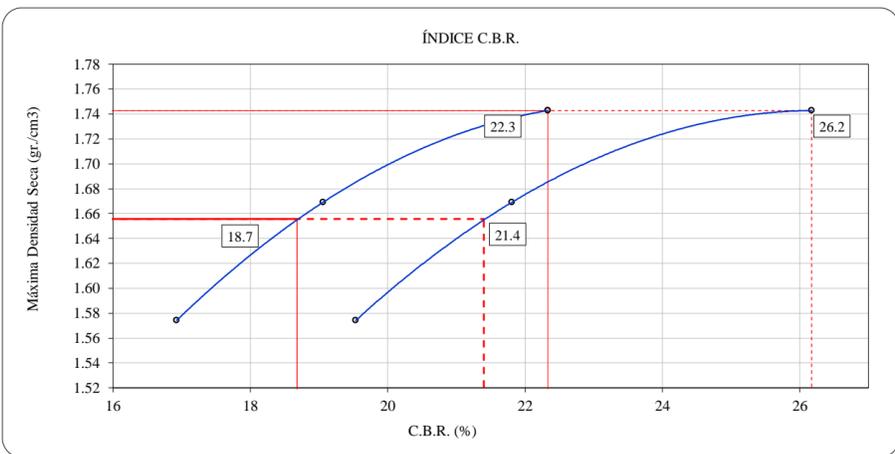
C.B.R. (0.1") 56 GOLFES : **22.3 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLFES : **19.1 %**      C.B.R. (0.1") 10 GOLFES : **16.9 %**

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **22.3 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **18.7 %**

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **26.2 %**  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **21.4 %**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> <b>JEFE DE LABORATORIO</b> <b>INGEOCONTROL S.A.C</b>	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> <b>CIP: 190140</b> <b>Gerente Técnico</b>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-04</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	2/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

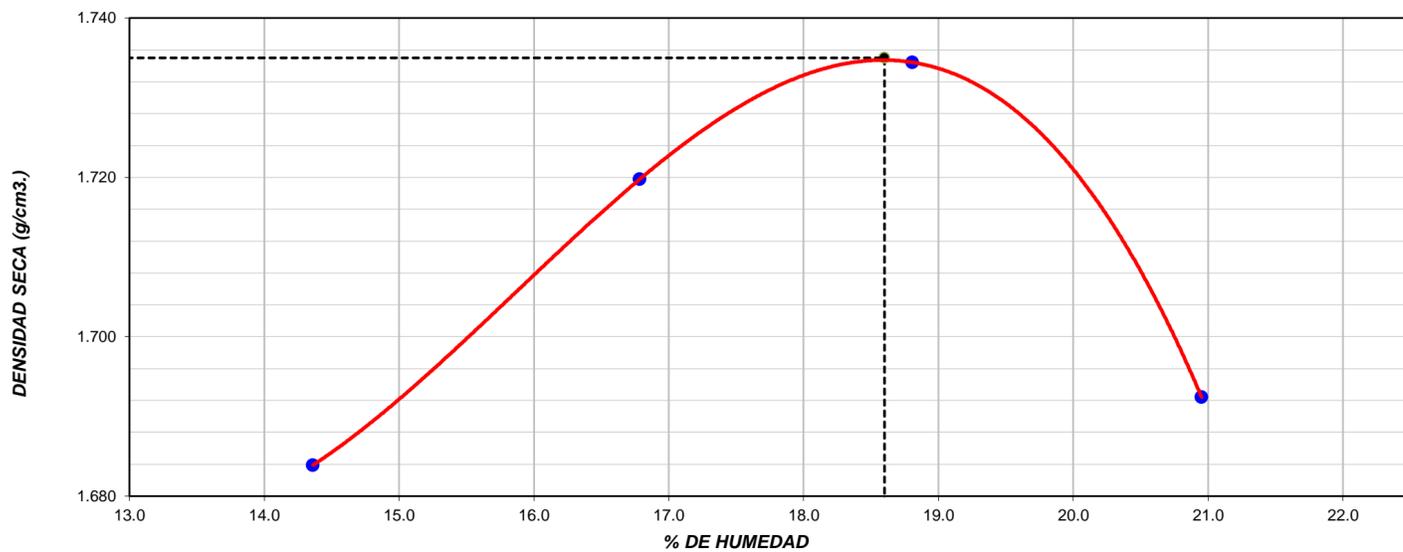
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6225	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.926	2.008	2.061	2.047
Contenido de agua	%	14.4	16.8	18.8	21.0
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.684	1.720	1.734	1.692

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.735 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>18.6 %</b>
------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	<p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">   <b>Danny López Vigo</b>  <b>JEFE DE LABORATORIO</b>  <b>INGEOCONTROL S.A.C</b> </p>	<p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b>  <b>CIP: 190140</b>  <b>Gerente Técnico</b> </p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-04</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno

Identificación	: ---	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	7		8		13	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	13,082		12,151		11,677	
Peso molde (g.)	8,636		7,966		7,740	
Peso suelo compactado (g.)	4,446		4,185		3,937	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,158		2,123		2,125	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	2.060		1.971		1.853	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.742		1.663		1.565	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	183.2		157.9		194.5	
Tara + suelo húmedo (g.)	584.6		623.5		754.8	
Tara + suelo seco (g.)	522.5		550.7		667.9	
Peso de agua (g.)	62.1		72.8		86.9	
Peso de suelo seco (g.)	339.3		392.8		473.4	
Humedad (%)	18.3		18.5		18.4	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
2-Jul	10:20	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3-Jul	10:20	24	31	0.79	0.68	38	0.97	0.83	58	1.47	1.27
4-Jul	10:20	48	46	1.17	1.00	63	1.60	1.38	74	1.88	1.61
5-Jul	10:20	72	62	1.57	1.35	77	1.96	1.68	89	2.26	1.94
6-Jul	10:20	96	72	1.83	1.57	91	2.31	1.99	104	2.64	2.27

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 8				Molde N° 13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		51	2.5			41	2.0			32	1.6		
0.050		136	6.7			119	5.9			99	4.9		
0.075		227	11.2			187	9.3			147	7.3		
0.100	70.307	300	14.9	14.8	<b>21.1</b>	246	12.2	12.1	<b>17.2</b>	211	10.4	10.1	<b>14.4</b>
0.150		403	20.0			314	15.5			289	14.3		
0.200	105.460	489	24.2	24.2	<b>22.9</b>	398	19.7	19.8	<b>18.8</b>	354	17.5	17.4	<b>16.5</b>
0.300		607	30.1			488	24.2			421	20.8		
0.400		726	35.9			572	28.3			501	24.8		
0.500		859	42.5			654	32.4			577	28.6		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**  
Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

  
**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

  
**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

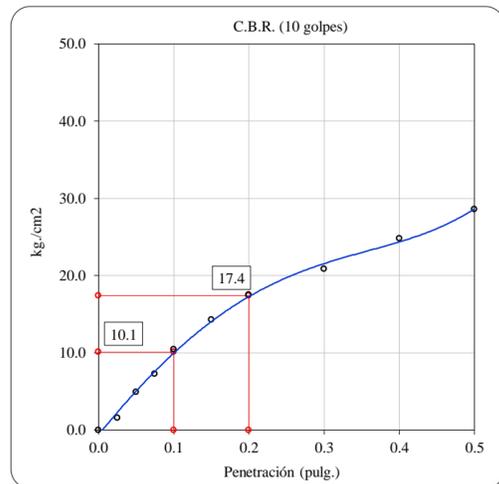
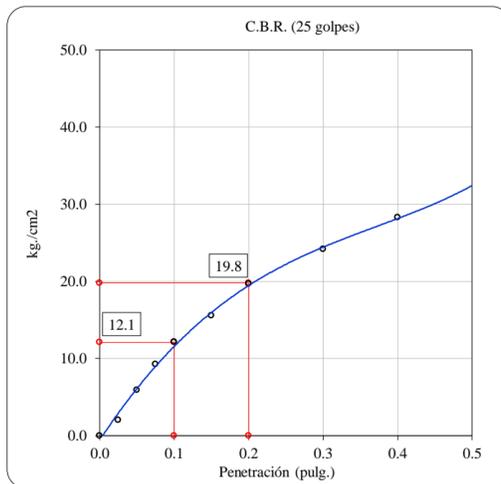
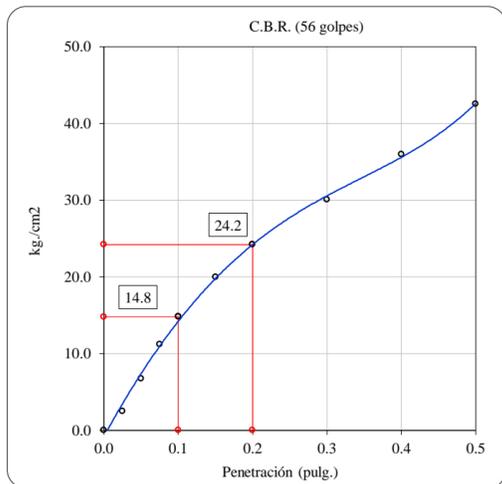
Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022 Cliente : Juan Occ Chavez Solicitante : Juan Occ Chavez Ubicación de Proyecto : Amazonas Material : Terreno Natural	Registro N°: <b>L22-089-04</b> Muestreado por : Solicitante Ensayado por : G. Gallegos Fecha de Ensayo: 6/07/2022  Turno: Diurno
--	---

Identificación : --- Calicata : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: ---
---	--

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

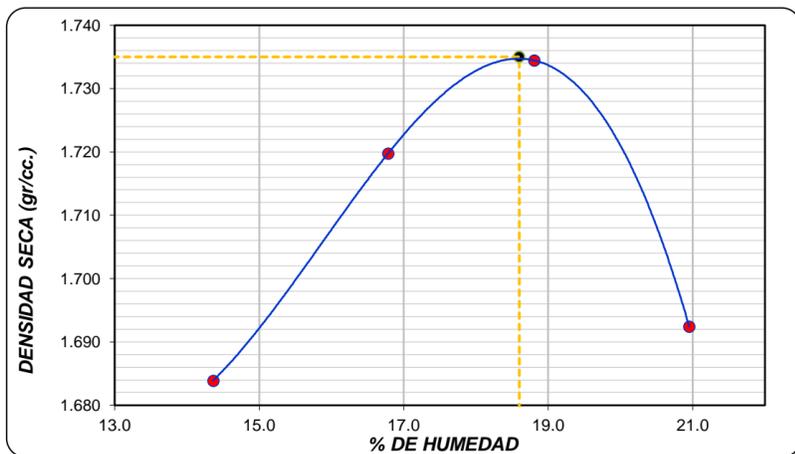
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca \_\_\_\_\_ 1.735 g/cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad \_\_\_\_\_ 18.6 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% \_\_\_\_\_ 1.648 g/cm<sup>3</sup>



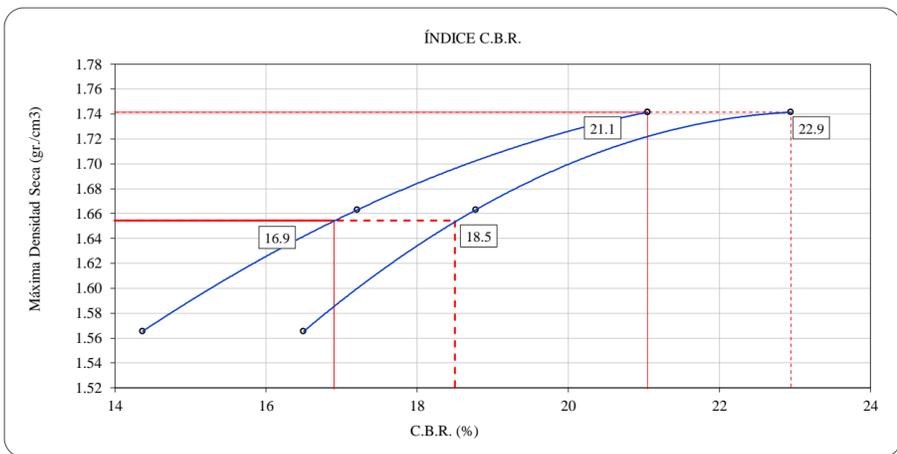
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 21.1 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 17.2 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 14.4 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 21.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 16.9 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 22.9 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 18.5 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-06</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	2/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 6% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

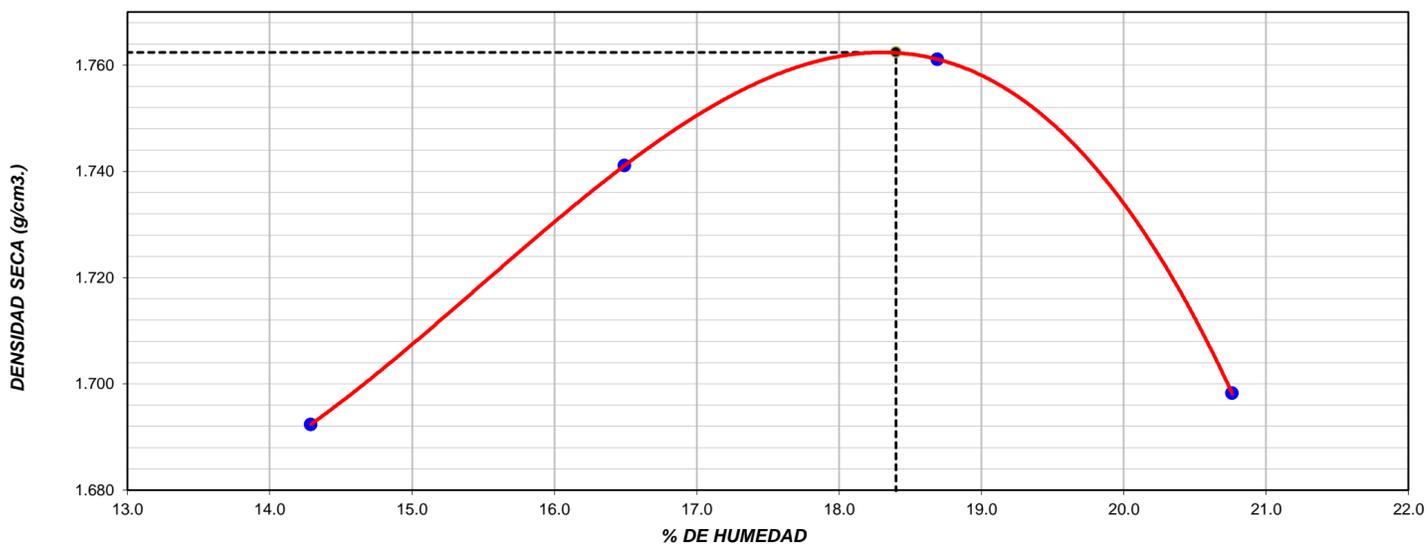
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6225	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.934	2.028	2.090	2.051
Contenido de agua	%	14.3	16.5	18.7	20.8
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.692	1.741	1.761	1.698

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.762</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>18.4</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	-------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-06</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	L. Melgar
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 6% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	1		2		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	12,616		11,918		12,133	
Peso molde (g.)	8,205		7,734		8,137	
Peso suelo compactado (g.)	4,411		4,184		3,996	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,122		2,118		2,144	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	2.079		1.975		1.864	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.751		1.667		1.573	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	151.4		188.4		177.5	
Tara + suelo húmedo (g.)	669.8		635.3		598.7	
Tara + suelo seco (g.)	588.1		565.5		532.9	
Peso de agua (g.)	81.7		69.8		65.8	
Peso de suelo seco (g.)	436.7		377.1		355.4	
Humedad (%)	18.7		18.5		18.5	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
2-Jul	11:30	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
3-Jul	11:30	24	23	0.58	0.50	29	0.74	0.63	39	0.99	0.85
4-Jul	11:30	48	31	0.79	0.68	43	1.09	0.94	56	1.42	1.22
5-Jul	11:30	72	44	1.12	0.96	49	1.24	1.07	68	1.73	1.48
6-Jul	11:30	96	53	1.35	1.16	66	1.68	1.44	81	2.06	1.77

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 2				Molde N° 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		76	3.8			63	3.1			46	2.3		
0.050		209	10.3			188	9.3			154	7.6		
0.075		349	17.3			291	14.4			251	12.4		
0.100	70.307	462	22.9	21.5	<b>30.6</b>	387	19.2	18.3	<b>26.0</b>	344	17.0	15.6	<b>22.2</b>
0.150		617	30.5			526	26.0			443	21.9		
0.200	105.460	768	38.0	38.2	<b>36.2</b>	616	30.5	31.3	<b>29.7</b>	571	28.3	27.7	<b>26.3</b>
0.300		1005	49.8			836	41.4			709	35.1		
0.400		1188	58.8			970	48.0			835	41.3		
0.500		1274	63.1			1074	53.2			876	43.4		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> <b>JEFE DE LABORATORIO</b> <b>INGEOCONTROL S.A.C</b>	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Coscco</b> <b>CIP: 190140</b> <b>Gerente Técnico</b>



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

**Código**

**AE-FO-15**

**Versión**

**01**

**Fecha**

**30-04-2018**

**Página**

**3 de 3**

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022  
 Cliente : Juan Occ Chavez  
 Solicitante : Juan Occ Chavez  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: **L22-089-06**  
 Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : L. Melgar  
 Fecha de Ensayo: 6/07/2022

Turno: Diurno

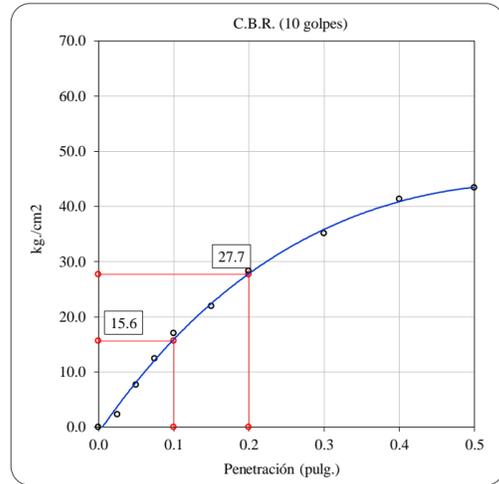
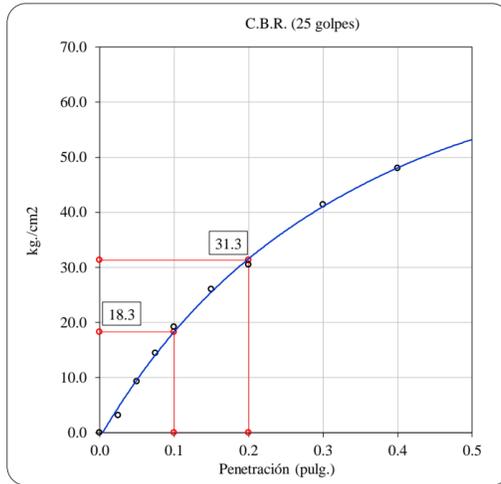
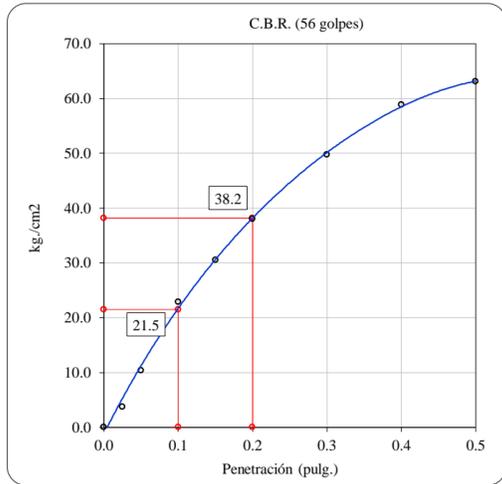
Identificación : 6% de Agua Salada  
 Calicata : C-1  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

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

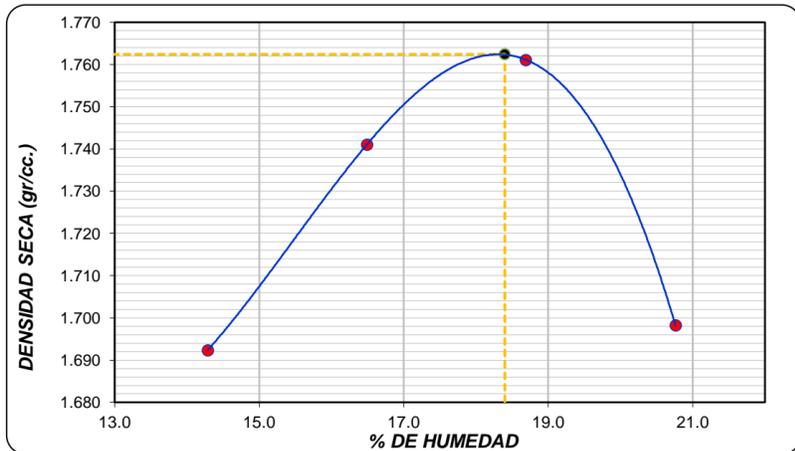
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca : 1.762 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad : 18.4 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.674 g./cm<sup>3</sup>



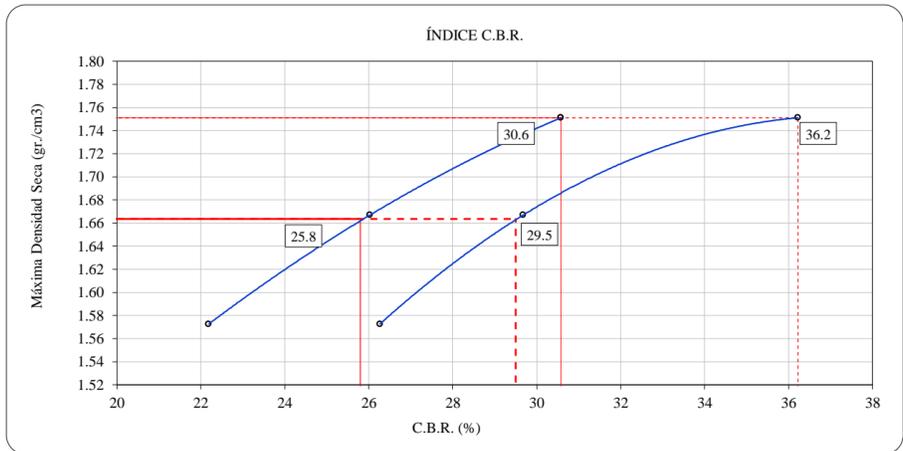
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 30.6 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 26.0 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 22.2 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 30.6 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 25.8 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 36.2 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 29.5 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

*Danny López Vigo*  
**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

*Arnaldo Pérez Ccoscco*  
**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-08</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	4/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 9% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

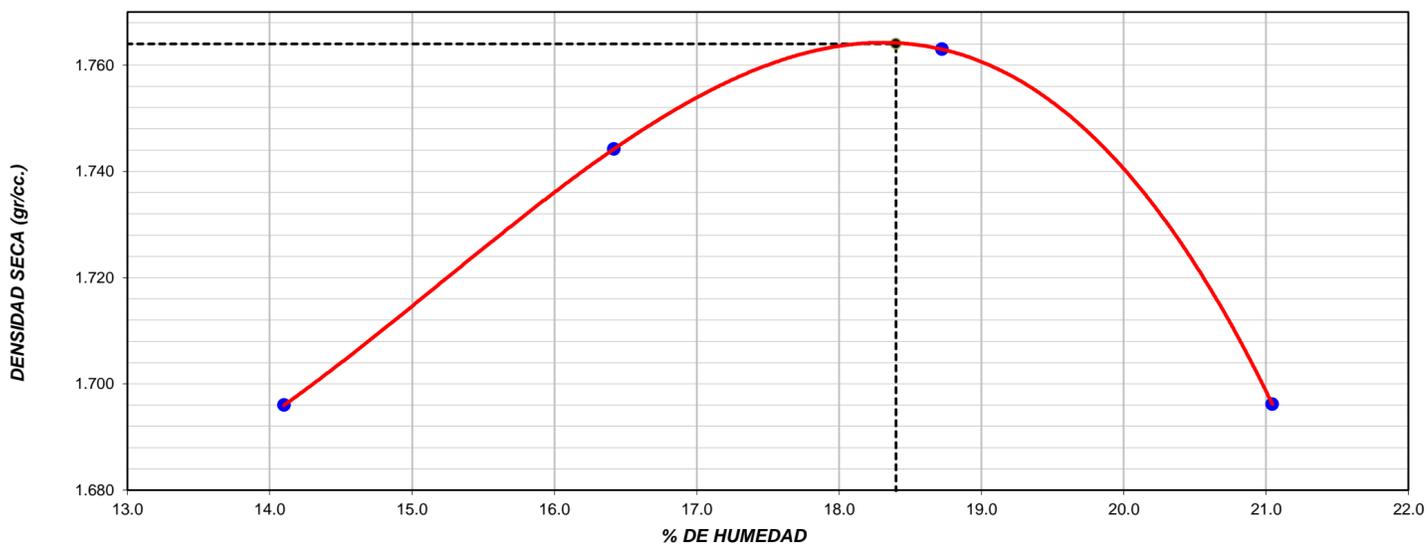
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6225	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.935	2.031	2.093	2.053
Contenido de agua	%	14.1	16.4	18.7	21.0
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.696	1.744	1.763	1.696

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.764</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>18.4</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-08</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	8/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 9% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	6		9		12	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	11,406		12,083		12,025	
Peso molde (g.)	6,985		7,877		8,026	
Peso suelo compactado (g.)	4,421		4,206		3,999	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,124		2,135		2,138	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	2.081		1.970		1.870	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.755		1.664		1.578	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	114.0		201.6		144.9	
Tara + suelo húmedo (g.)	624.9		588.5		613.5	
Tara + suelo seco (g.)	544.8		528.4		540.3	
Peso de agua (g.)	80.1		60.1		73.2	
Peso de suelo seco (g.)	430.8		326.8		395.4	
Humedad (%)	18.6		18.4		18.5	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
4-Jul	13:40	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5-Jul	13:40	24	16	0.41	0.35	23	0.58	0.50	29	0.74	0.63
6-Jul	13:40	48	22	0.56	0.48	36	0.91	0.79	44	1.12	0.96
7-Jul	13:40	72	38	0.97	0.83	41	1.04	0.90	59	1.50	1.29
8-Jul	13:40	96	46	1.17	1.00	57	1.45	1.25	70	1.78	1.53

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 9				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		121	6.0			73	3.6			66	3.3		
0.050		208	10.3			179	8.9			177	8.8		
0.075		365	18.1			304	15.1			265	13.1		
0.100	70.307	482	23.9	22.8	<b>32.4</b>	401	19.9	19.0	<b>27.0</b>	348	17.2	16.5	<b>23.5</b>
0.150		629	31.1			548	27.1			462	22.9		
0.200	105.460	818	40.5	40.3	<b>38.2</b>	665	32.9	33.0	<b>31.3</b>	601	29.8	29.6	<b>28.1</b>
0.300		1045	51.7			849	42.0			772	38.2		
0.400		1205	59.7			999	49.5			869	43.0		
0.500		1290	63.9			1057	52.3			911	45.1		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

**Código**

**AE-FO-15**

**Versión**

**01**

**Fecha**

**30-04-2018**

**Página**

**3 de 3**

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022  
 Cliente : Juan Occ Chavez  
 Solicitante : Juan Occ Chavez  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: **L22-089-08**  
 Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : G. Gallegos  
 Fecha de Ensayo: 8/07/2022

Turno: Diurno

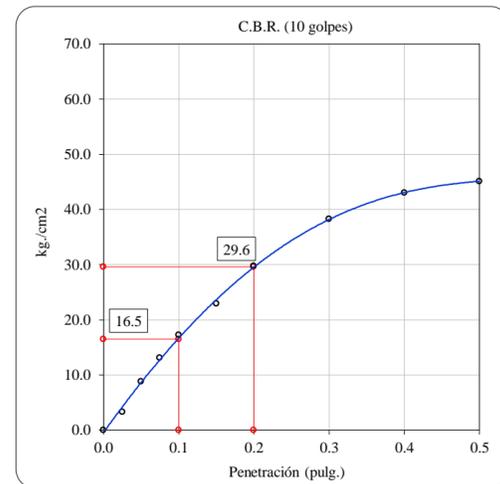
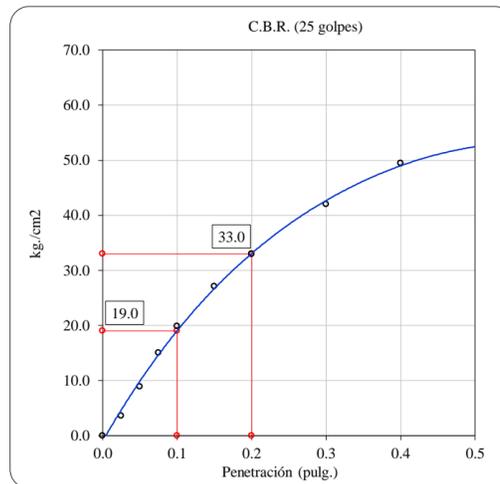
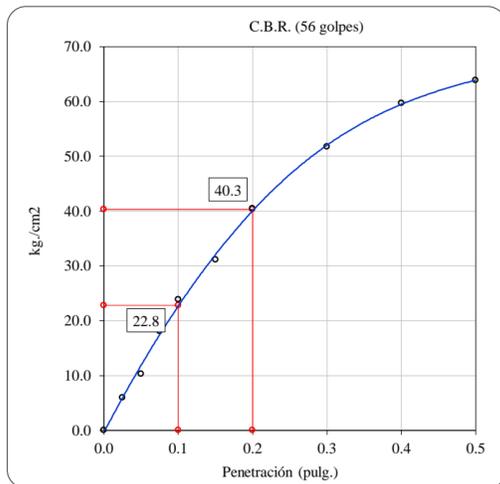
Identificación : 9% de Agua Salada  
 Calicata : C-1  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

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

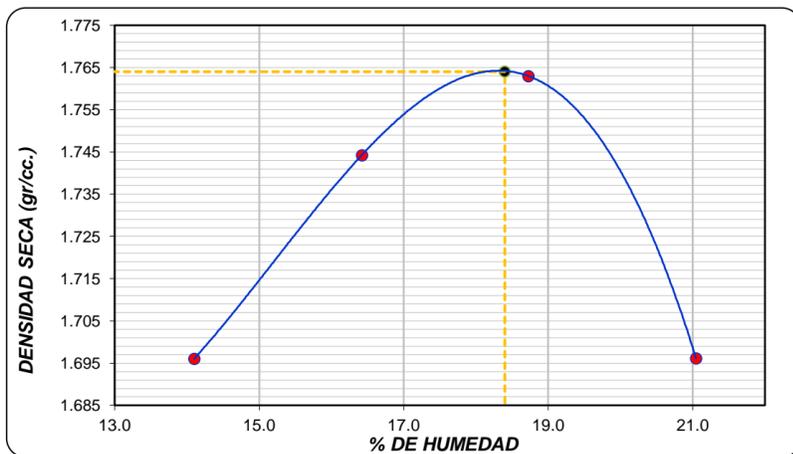
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.764 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 18.4 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.676 g./cm<sup>3</sup>



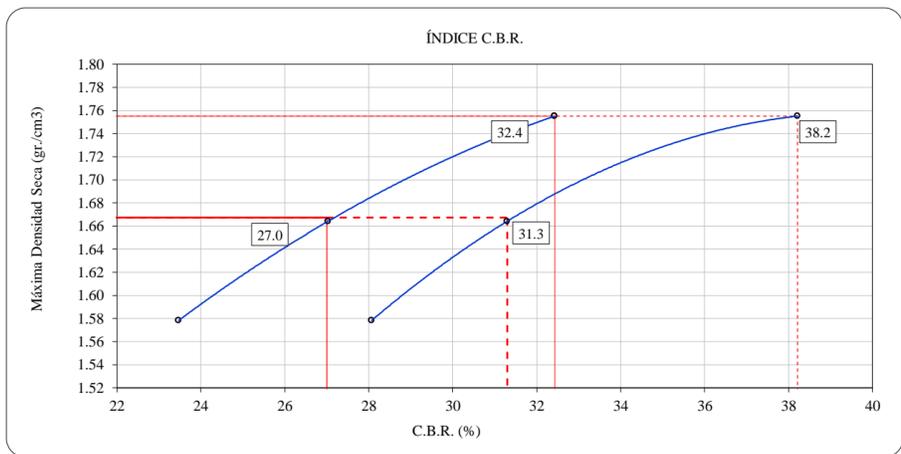
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **32.4 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **27.0 %**      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : **23.5 %**

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **32.4 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **27.0 %**

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **38.2 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **31.3 %**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-09</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 3% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

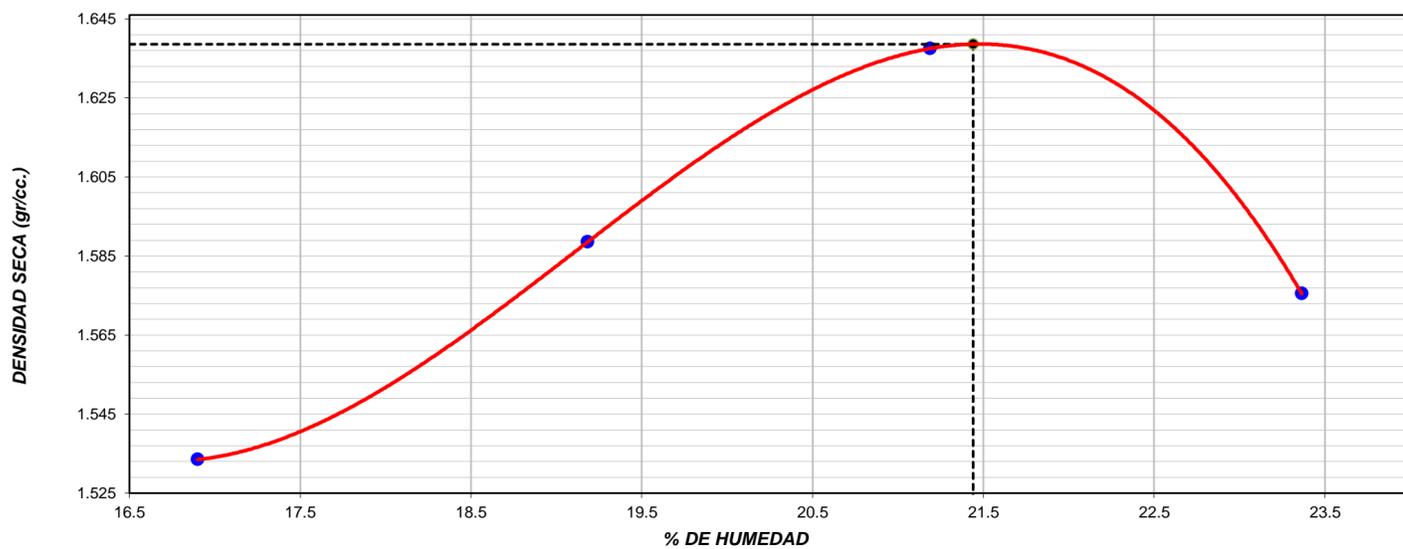
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6262	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.793	1.893	1.984	1.944
Contenido de agua	%	16.9	19.2	21.2	23.4
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.534	1.589	1.638	1.575

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.639</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>21.4</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	-------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> <b>JEFE DE LABORATORIO</b> <b>INGEOCONTROL S.A.C</b>	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> <b>CIP: 190140</b> <b>Gerente Técnico</b>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-09</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	10/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 3% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	10		1		23	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	11,941		12,206		11,556	
Peso molde (g.)	7,711		8,205		7,754	
Peso suelo compactado (g.)	4,230		4,001		3,802	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,138		2,122		2,133	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.978		1.885		1.782	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.631		1.552		1.467	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	118.7		157.6		174.6	
Tara + suelo húmedo (g.)	425.1		506.3		451.3	
Tara + suelo seco (g.)	371.3		444.6		402.3	
Peso de agua (g.)	53.8		61.7		49.0	
Peso de suelo seco (g.)	252.6		287.0		227.7	
Humedad (%)	21.3		21.5		21.5	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
6-Jul	11:40	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7-Jul	11:40	24	121	3.07	2.64	130	3.30	2.84	141	3.58	3.09
8-Jul	11:40	48	206	5.23	4.50	216	5.49	4.71	241	6.12	5.28
9-Jul	11:40	72	301	7.65	6.57	312	7.92	6.81	336	8.53	7.36
10-Jul	11:40	96	399	10.13	8.71	410	10.41	8.95	423	10.74	9.26

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 1				Molde N° 23			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		69	3.4			48	2.4			38	1.9		
0.050		145	7.2			103	5.1			86	4.3		
0.075		216	10.7			166	8.2			143	7.1		
0.100	70.307	296	14.7	13.9	<b>19.8</b>	221	10.9	10.8	<b>15.4</b>	201	10.0	9.2	<b>13.1</b>
0.150		384	19.0			306	15.2			265	13.1		
0.200	105.460	465	23.0	23.1	<b>21.9</b>	394	19.5	19.4	<b>18.4</b>	341	16.9	16.6	<b>15.7</b>
0.300		578	28.6			514	25.4			433	21.4		
0.400		642	31.8			591	29.3			488	24.2		
0.500		687	34.0			629	31.1			514	25.4		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>
---	--	---



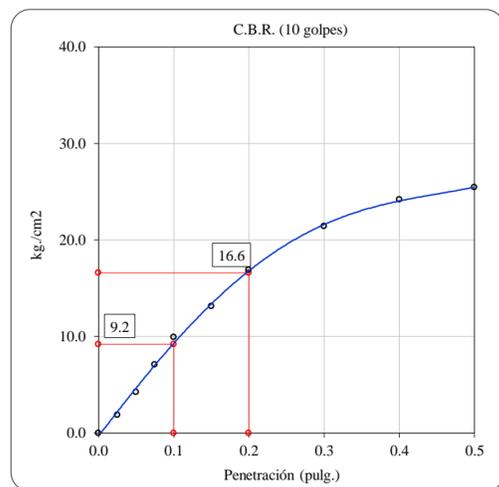
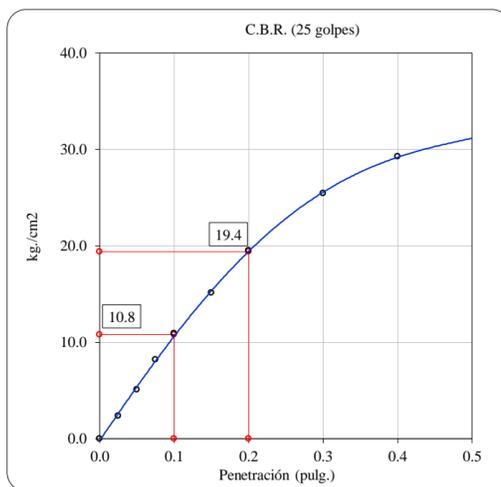
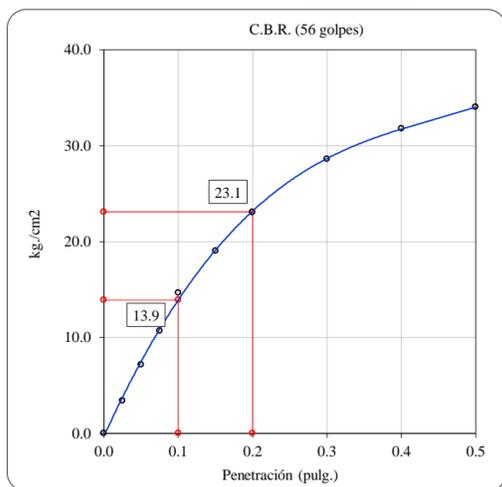
<b>INFORME</b>  <b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
	<b>Página</b>	<b>3 de 3</b>

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022 Cliente : Juan Occ Chavez Solicitante : Juan Occ Chavez Ubicación de Proyecto : Amazonas Material : Terreno Natural	Registro N°: <b>L22-089-09</b> Muestreado por : Solicitante Ensayado por : G. Gallegos Fecha de Ensayo: 10/07/2022
Identificación : 3% de Agua Salada Calicata : C-3 N° de Muestra : M-1 Progresiva : ---	Turno: Diurno Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: ---

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

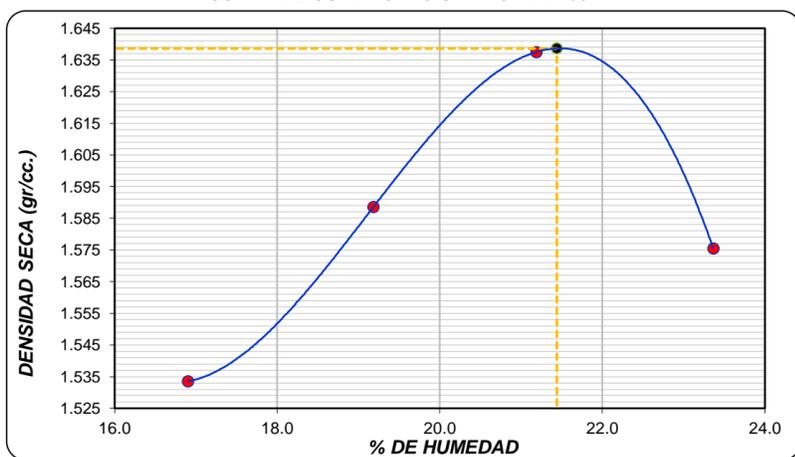
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.639 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 21.4 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.557 g./cm<sup>3</sup>



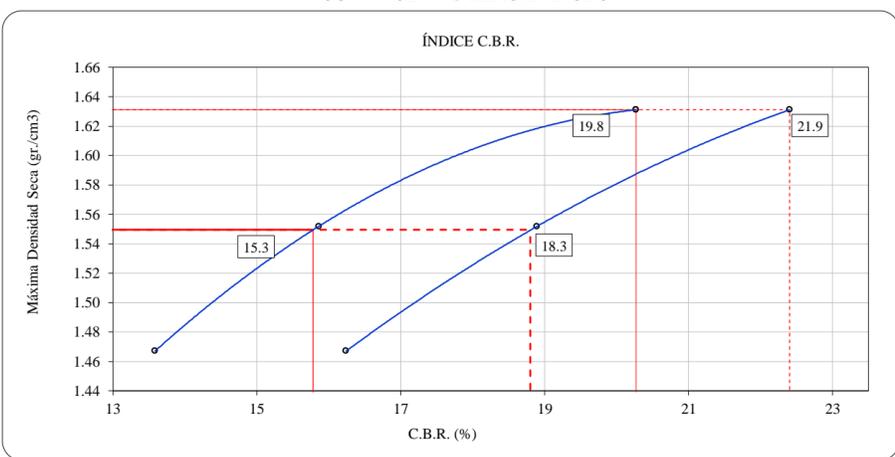
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **19.8 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **15.4 %**      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : **13.1 %**

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **19.8 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **15.3 %**

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **21.9 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **18.3 %**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-09</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	4/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	---
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

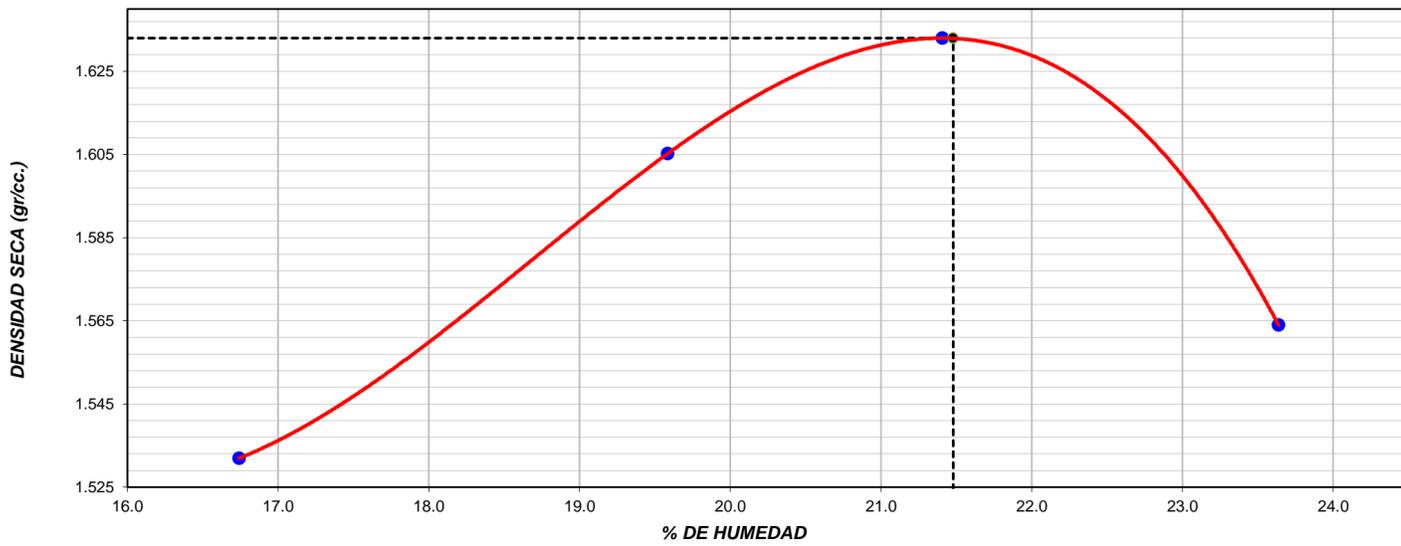
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6262	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.788	1.920	1.983	1.934
Contenido de agua	%	16.7	19.6	21.4	23.6
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.532	1.605	1.633	1.564

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.633 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>21.5 %</b>
------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">   <b>Danny López Vigo</b>            JEFE DE LABORATORIO            INGEOCONTROL S.A.C         </p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b>            CIP: 190140            Gerente Técnico         </p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-09</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	8/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	10		1		23	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	11,941		12,206		11,556	
Peso molde (gr.)	7,711		8,205		7,754	
Peso suelo compactado (g.)	4,230		4,001		3,802	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,138		2,122		2,133	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.978		1.885		1.782	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.631		1.552		1.467	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	118.7		157.6		174.6	
Tara + suelo húmedo (g.)	425.1		506.3		451.3	
Tara + suelo seco (g.)	371.3		444.6		402.3	
Peso de agua (g.)	53.8		61.7		49.0	
Peso de suelo seco (g.)	252.6		287.0		227.7	
Humedad (%)	21.3		21.5		21.5	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
4-Jul	11:40	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5-Jul	11:40	24	128	3.25	2.79	145	3.68	3.16	172	4.37	3.77
6-Jul	11:40	48	218	5.54	4.76	233	5.92	5.08	267	6.78	5.85
7-Jul	11:40	72	329	8.36	7.18	347	8.81	7.57	361	9.17	7.90
8-Jul	11:40	96	432	10.97	9.43	459	11.66	10.02	477	12.12	10.44

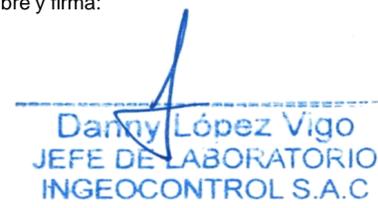
**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 1				Molde N° 23			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		45	2.2			33	1.6			21	1.0		
0.050		113	5.6			87	4.3			55	2.7		
0.075		192	9.5			145	7.2			94	4.7		
0.100	70.307	251	12.4	11.9	<b>16.9</b>	204	10.1	9.5	<b>13.5</b>	142	7.0	6.4	<b>9.1</b>
0.150		326	16.1			278	13.8			195	9.7		
0.200	105.460	401	19.9	20.1	<b>19.1</b>	335	16.6	16.6	<b>15.7</b>	281	13.9	13.3	<b>12.6</b>
0.300		498	24.7			415	20.5			359	17.8		
0.400		546	27.0			487	24.1			406	20.1		
0.500		603	29.9			535	26.5			445	22.0		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>
---	--	---



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

**Código**

**AE-FO-15**

**Versión**

**01**

**Fecha**

**30-04-2018**

**Página**

**3 de 3**

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022  
 Cliente : Juan Occ Chavez  
 Solicitante : Juan Occ Chavez  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: **L22-089-09**  
 Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : G. Gallegos  
 Fecha de Ensayo: 8/07/2022

Turno: Diurno

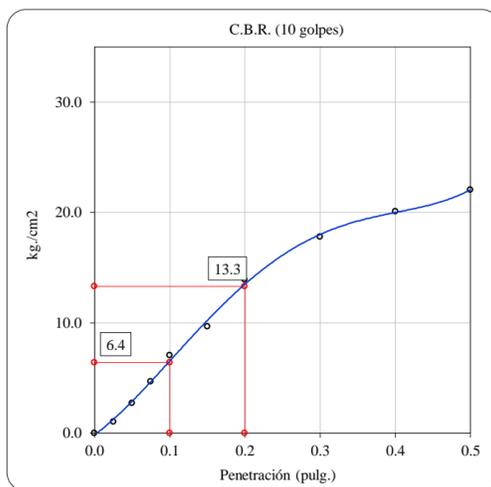
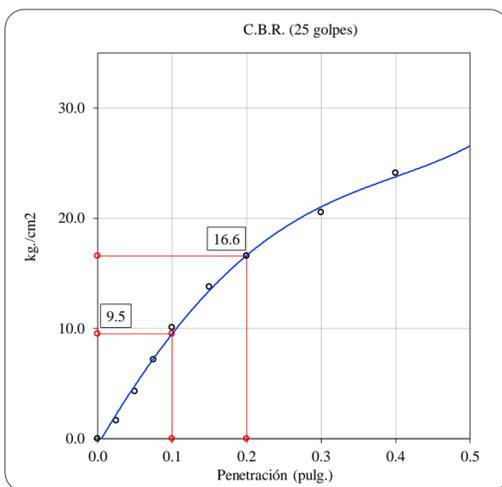
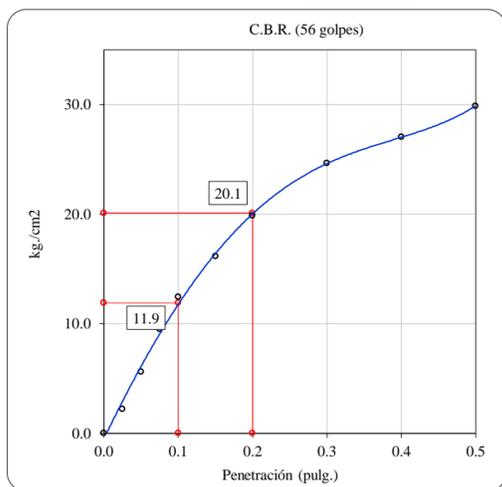
Identificación : ---  
 Calicata : C-3  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

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

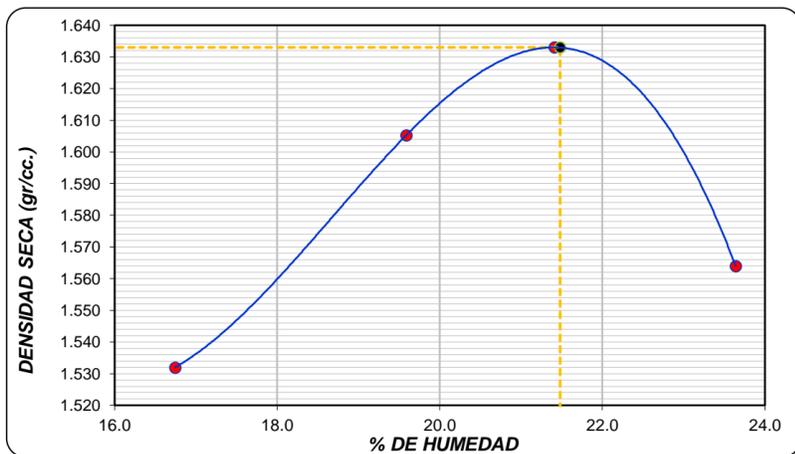
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca 1.633 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad 21.5 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.551 g./cm<sup>3</sup>



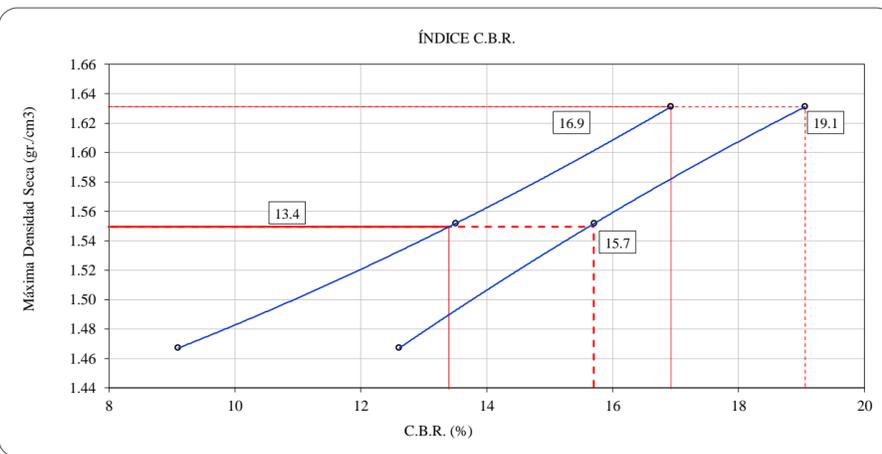
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **16.9 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **13.5 %**      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : **9.1 %**

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **16.9 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **13.4 %**

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **19.1 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **15.7 %**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-10</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 6% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

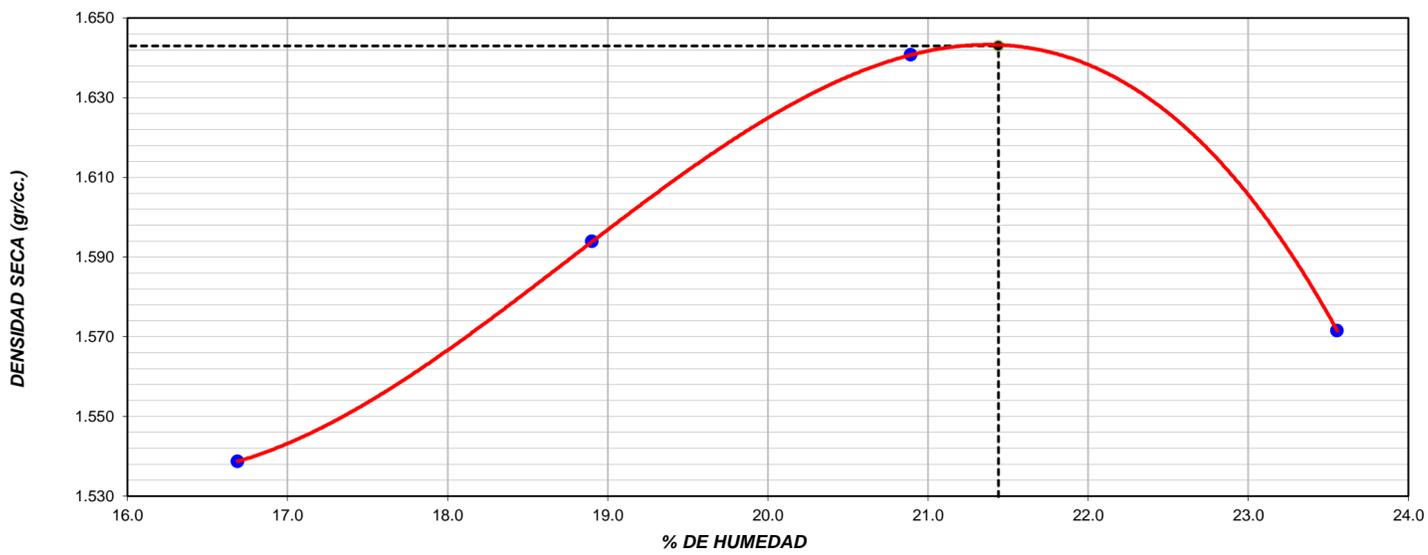
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6262	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.795	1.895	1.984	1.942
Contenido de agua	%	16.7	18.9	20.9	23.6
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.539	1.594	1.641	1.572

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.643</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>21.4</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

INGEOCONTROL SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>Arnaldo Pérez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico</p>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-10</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	10/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 6% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	3		11		5	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,166		11,649		11,951	
Peso molde (gr.)	7,950		7,843		8,137	
Peso suelo compactado (gr.)	4,216		3,806		3,814	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,122		2,015		2,144	
Densidad húmeda (gr./cm <sup>3</sup> )	1.987		1.889		1.779	
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1.634		1.556		1.463	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (gr.)	215.6		188.5		174.6	
Tara + suelo húmedo (gr.)	478.6		501.2		465.7	
Tara + suelo seco (gr.)	431.9		446.1		414.0	
Peso de agua (gr.)	46.7		55.1		51.7	
Peso de suelo seco (gr.)	216.3		257.6		239.4	
Humedad (%)	21.6		21.4		21.6	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
6-Jul	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7-Jul	14:50	24	105	2.67	2.29	116	2.95	2.53	125	3.18	2.73
8-Jul	14:50	48	189	4.80	4.12	206	5.23	4.50	221	5.61	4.82
9-Jul	14:50	72	276	7.01	6.02	295	7.49	6.44	315	8.00	6.87
10-Jul	14:50	96	381	9.68	8.31	402	10.21	8.77	411	10.44	8.97

**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 11				Molde N° 5			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		99	4.9			76	3.8			56	2.8		
0.050		194	9.6			154	7.6			128	6.3		
0.075		307	15.2			255	12.6			213	10.5		
0.100	70.307	397	19.7	18.3	<b>26.0</b>	336	16.6	15.4	<b>21.8</b>	286	14.2	13.1	<b>18.6</b>
0.150		486	24.1			431	21.3			375	18.6		
0.200	105.460	595	29.5	29.6	<b>28.1</b>	502	24.9	25.7	<b>24.4</b>	463	22.9	22.9	<b>21.7</b>
0.300		745	36.9			668	33.1			577	28.6		
0.400		816	40.4			733	36.3			644	31.9		
0.500		889	44.0			788	39.0			671	33.2		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Dany López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Coscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

**Código**

**AE-FO-15**

**Versión**

**01**

**Fecha**

**30-04-2018**

**Página**

**3 de 3**

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022  
 Cliente : Juan Occ Chavez  
 Solicitante : Juan Occ Chavez  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: **L22-089-10**  
 Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : G. Gallegos  
 Fecha de Ensayo: 10/07/2022

Turno: Diurno

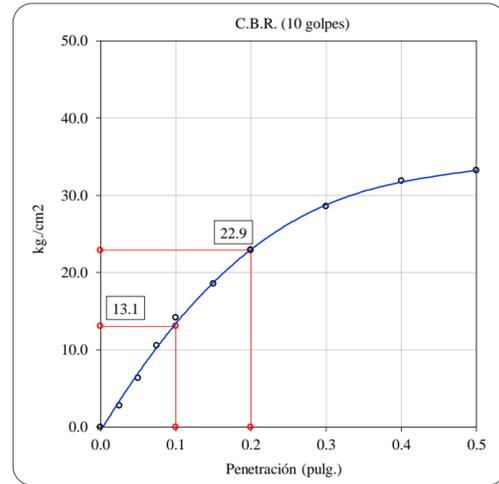
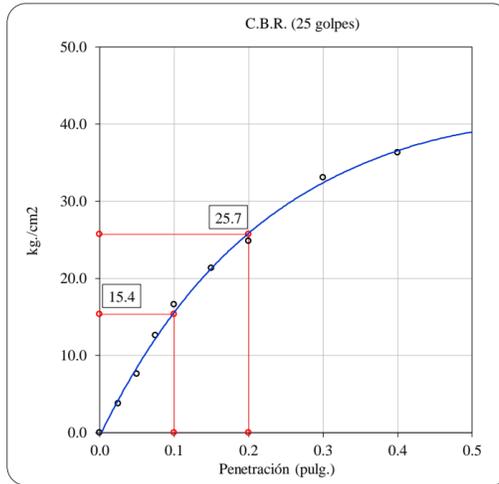
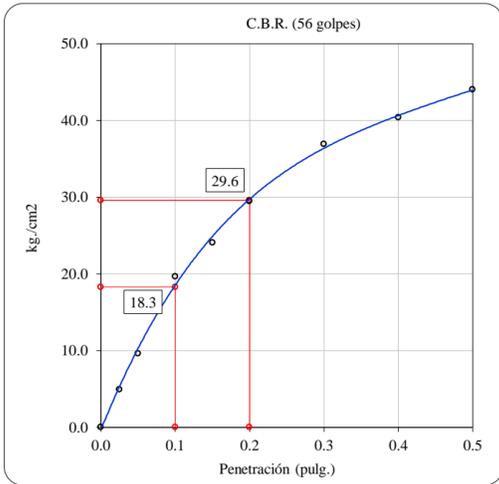
Identificación : 6% de Agua Salada  
 Calicata : C-3  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

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

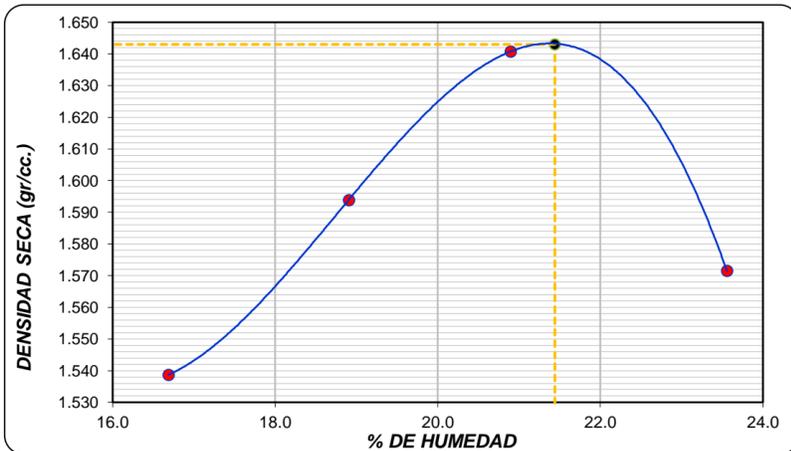
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca : 1.643 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad : 21.4 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.561 g./cm<sup>3</sup>



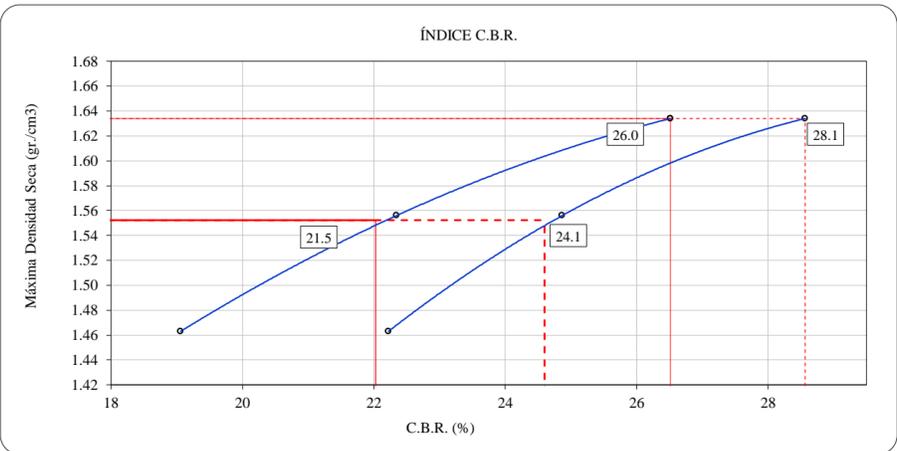
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 26.0 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 21.8 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 18.6 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 26.0 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 21.5 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 28.1 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 24.1 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

*Danny López Vigo*  
**Danny López Vigo**  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

*Arnaldo Pérez Ccoscco*  
**Arnaldo Pérez Ccoscco**  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-11</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	6/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 9% de Agua Salada	Profundidad:	---
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

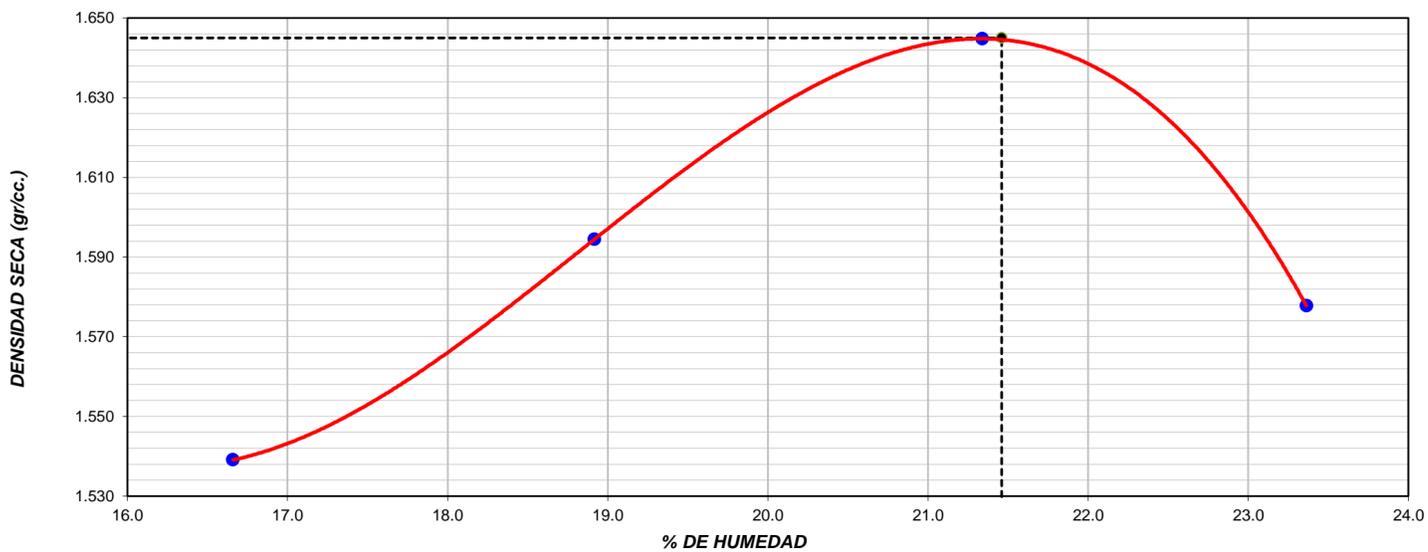
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2127	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6262	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	g.	1.795	1.896	1.996	1.946
Contenido de agua	%	16.7	18.9	21.3	23.4
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.539	1.594	1.645	1.578

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1.645</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>21.5</b>	<b>%</b>
------------------------------	--------------	--------------------------	----------------------------------	-------------	----------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- \* ---
- \* ---

<b>INGEOCONTROL SAC</b>		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> <b>JEFE DE LABORATORIO</b> <b>INGEOCONTROL S.A.C</b>	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> <b>CIP: 190140</b> <b>Gerente Técnico</b>



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

Proyecto	: Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022	Registro N°:	<b>L22-089-11</b>
Cliente	: Juan Occ Chavez	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: Juan Occ Chavez	Ensayado por :	G. Gallegos
Ubicación de Proyecto	: Amazonas	Fecha de Ensayo:	10/07/2022
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: 9% de Agua Salada	Profundidad:	--- m
Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Molde N°	2		4		6	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g.)	11,926		11,584		10,777	
Peso molde (g.)	7,734		7,583		6,985	
Peso suelo compactado (g.)	4,192		4,001		3,792	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,118		2,126		2,124	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.979		1.882		1.785	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.629		1.550		1.468	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de tara (g.)	257.7		235.4		205.4	
Tara + suelo húmedo (g.)	628.0		586.4		606.7	
Tara + suelo seco (g.)	562.5		524.5		535.4	
Peso de agua (g.)	65.5		61.9		71.3	
Peso de suelo seco (g.)	304.8		289.1		330.0	
Humedad (%)	21.5		21.4		21.6	

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
6-Jul	15:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
7-Jul	15:50	24	91	2.31	1.98	105	2.67	2.29	141	3.58	3.08
8-Jul	15:50	48	145	3.68	3.16	186	4.72	4.05	202	5.13	4.41
9-Jul	15:50	72	210	5.33	4.57	254	6.45	5.53	265	6.73	5.79
10-Jul	15:50	96	312	7.92	6.80	375	9.53	8.17	328	8.33	7.16

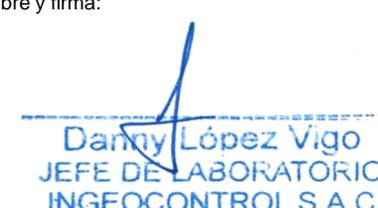
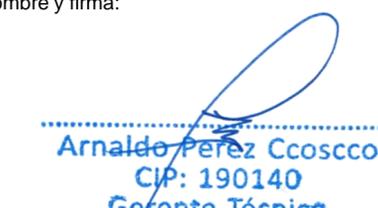
**PENETRACIÓN**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 3				Molde N° 4				Molde N° 6			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		117	5.8			86	4.3			78	3.9		
0.050		226	11.2			189	9.4			168	8.3		
0.075		346	17.1			288	14.3			263	13.0		
0.100	70.307	446	22.1	21.3	<b>30.3</b>	379	18.8	17.7	<b>25.2</b>	345	17.1	16.2	<b>23.0</b>
0.150		578	28.6			494	24.5			455	22.5		
0.200	105.460	689	34.1	34.3	<b>32.5</b>	576	28.5	29.1	<b>27.6</b>	538	26.6	26.7	<b>25.3</b>
0.300		851	42.1			756	37.4			668	33.1		
0.400		945	46.8			862	42.7			751	37.2		
0.500		1012	50.1			925	45.8			780	38.6		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:   <b>Danny López Vigo</b> JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL S.A.C	Nombre y firma:   <b>Arnaldo Pérez Ccoscco</b> CIP: 190140 Gerente Técnico



**INFORME**

**VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR**

**Código**

**AE-FO-15**

**Versión**

**01**

**Fecha**

**30-04-2018**

**Página**

**3 de 3**

Proyecto : Estabilización de la subrasante con agua salada de la mina Yurumarca en las Calles del Barrio San Francisco - Colcamar - Amazonas, 2022  
 Cliente : Juan Occ Chavez  
 Solicitante : Juan Occ Chavez  
 Ubicación de Proyecto : Amazonas  
 Material : Terreno Natural

Registro N°: **L22-089-11**  
 Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : G. Gallegos  
 Fecha de Ensayo: 10/07/2022

Turno: Diurno

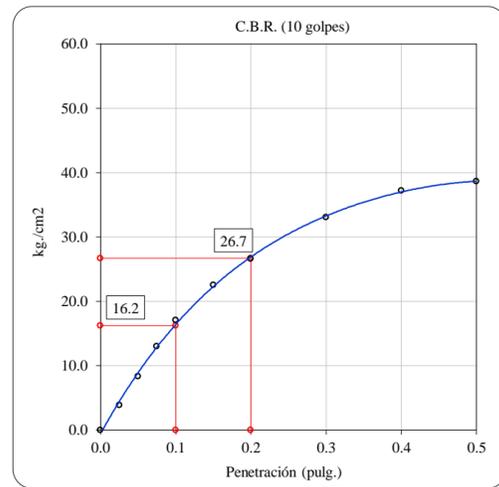
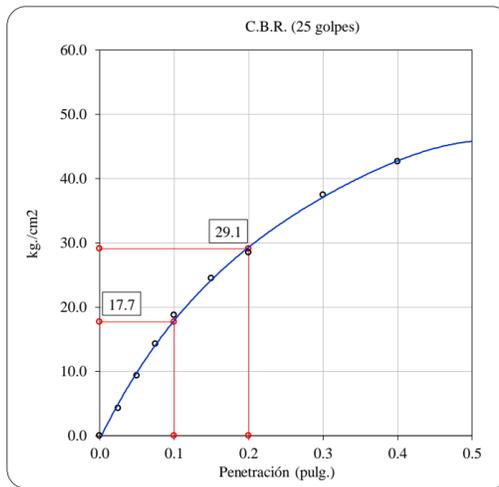
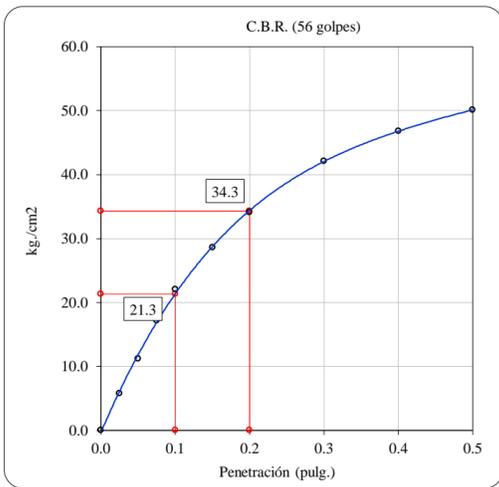
Identificación : 9% de Agua Salada  
 Calicata : C-3  
 N° de Muestra : M-1  
 Progresiva : ---

Profundidad: --- m  
 Norte: ---  
 Este: ---  
 Cota: ---

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

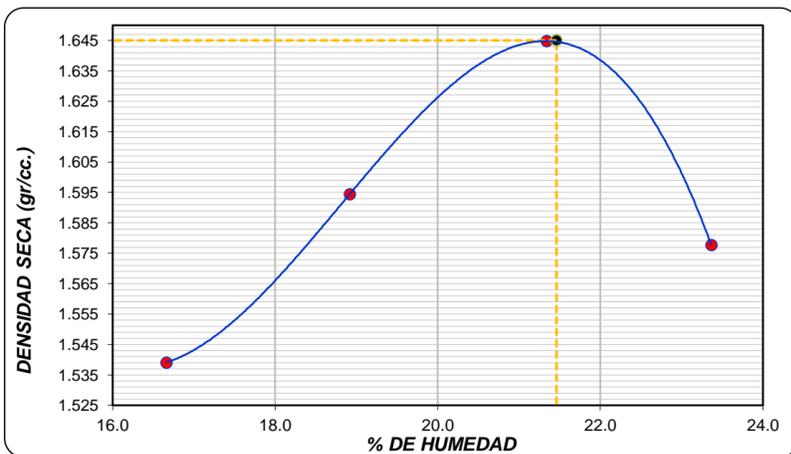
**Datos de muestra**

Máxima Densidad Seca : 1.645 g./cm<sup>3</sup>      Optimo Contenido de Humedad : 21.5 %  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.563 g./cm<sup>3</sup>



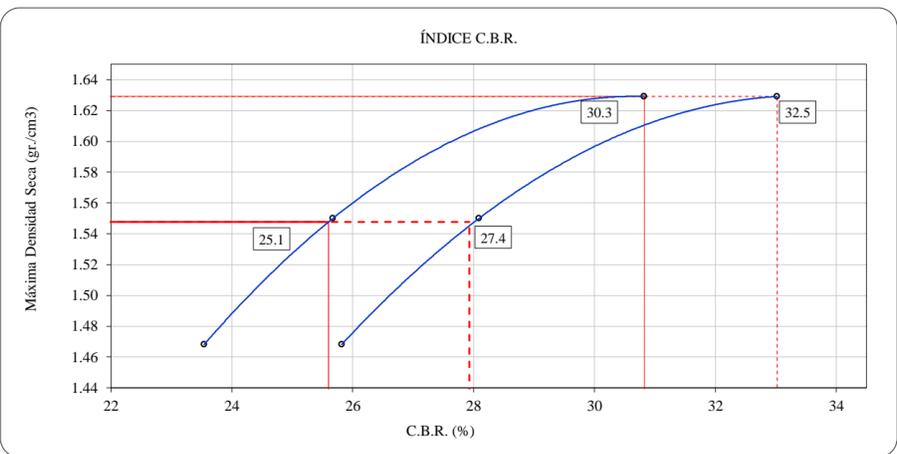
C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 30.3 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 25.2 %      C.B.R. (0.1") 10 GOLPES : 23.0 %

**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 30.3 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": 25.1 %

**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 32.5 %  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": 27.4 %

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal de SOLICITANTE
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

**INGEOCONTROL SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
 La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

*Danny López Vigo*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 INGEOCONTROL S.A.C

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

*Arnaldo Pérez Ccoscco*  
 CIP: 190140  
 Gerente Técnico



# **ANEXO 3**

## **ENSAYO QUÍMICO DEL AGUA SALADA**



## INFORME TÉCNICO N° 0630 – 22 – LABICER

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JUAN OCC CHAVEZ
  - 1.2 D.N.I. : 10353604
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 21 / 06 / 2022
  - 2.2 FECHA DE ANÁLISIS : 21 / 06 / 2022
  - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 23 / 06 / 2022
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA SALADA DE LA MINA YURUMARCA
  - 4.2 PROYECTO DE TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON AGUA SALADA DE LA MINA YURUMARCA EN LAS CALLES DEL BARRIO SAN FRANCISCO COLCAMAR – AMAZONAS.
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.5 °C; Humedad relativa: 65%
- 7. EQUIPOS UTILIZADOS** :
  - Potenciómetro. ORION, VersaStar.
  - Electrodo Ross Ultra pH/ATC Triode. ORION, 8157BNUMD.
- 8. RESULTADOS**

ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO DE REFERENCIA <sup>(1)</sup>
Salinidad (ppt)	59.6	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 2520 B
Sólidos totales mg/mL	62.884	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 2540 B
Densidad (g/mL)	1.041	Picnómetro
pH	7.52	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500 H
Cloruro de sodio (%)	5.83	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500- Cl- B

<sup>(1)</sup> Métodos de referencia aceptados por el solicitante.

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Jesús Utano Reyes  
Analista químico  
LABICER –UNI



  
M.Sc. Ily Marilú Maza Mejía  
Responsable de análisis  
Jefe de Laboratorio  
CQP 1149

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



**ANEXO 4**

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>1. Expediente</b>           | 02931-2021  |
| <b>2. Solicitante</b>          | <b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>                                    |
| <b>3. Dirección</b>            | MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES |
| <b>4. Equipo</b>               | <b>PRENSA CBR - COMPRESION INCONFINADA</b>  |
| <b>Capacidad</b>               | 5000 kgf  |
| <b>Marca</b>                   | RUMISTONE   |
| <b>Modelo</b>                  | NO INDICA   |
| <b>Número de Serie</b>         | 0104  |
| <b>Procedencia</b>             | PERU  |
| <b>Identificación</b>          | 202052-6  |
| <b>Indicación</b>              | DIGITAL   |
| <b>Marca</b>                   | WEIGHING INDICATOR  |
| <b>Modelo</b>                  | 315X5   |
| <b>Número de Serie</b>         | 215463  |
| <b>Resolución</b>              | 0.1 kgf   |
| <b>Ubicación</b>               | NO INDICA   |
| <b>5. Fecha de Calibración</b> | 2021-08-16  |

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).

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

CALIBRATEC 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	56 % HR	56 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

### 10. Observaciones

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





### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 086 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	499.1	498.8	499.3	499.2
20	1000	1000.6	1000.2	1000.6	1000.5
30	1500	1500.4	1499.9	1500.7	1500.3
40	2000	2001.9	2001.9	2004.8	2003.0
50	2500	2500.1	2499.5	2500.4	2500.1
60	3000	3000.6	2998.8	2999.8	2999.7
70	3500	3500.8	3499.0	3499.7	3499.8
80	4000	4001.1	3999.3	3999.9	4000.0
90	4500	4501.4	4499.4	4500.1	4500.3
100	5000	5002.5	4999.6	5000.6	5000.6
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	0.17	0.10	-0.12	0.02	0.34
1000	-0.05	0.04	-0.03	0.01	0.34
1500	-0.02	0.05	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.15	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.01	0.04	-0.04	0.00	0.34
3000	0.01	0.06	-0.03	0.00	0.34
3500	0.01	0.05	-0.01	0.00	0.34
4000	0.00	0.05	-0.02	0.00	0.34
4500	-0.01	0.04	-0.02	0.00	0.34
5000	-0.01	0.06	0.00	0.00	0.34

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

#### 12. Incertidumbre

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 254 - 2021**

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26 FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-30  
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021**1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.**

DIRECCIÓN : Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

MARCA : OHAUS

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

MODELO : SE602F

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,01 g

NÚMERO DE SERIE : B824537017

PROCEDENCIA : CHINA

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0,1 g

IDENTIFICACIÓN : LS-01 (\*)

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

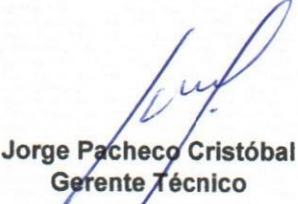
Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.  
Mza. A lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres**5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

METROLAB 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**METROLAB S.A.C.**  
**Héctor Méndez Perón**  
GERENTE GENERAL  
**Jorge Pacheco Cristóbal**  
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 254 - 2021

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de Metrolab S. A. C.	Pesas (exactitud M2)	E2-001A	LM-C-006-2021

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SITEMA DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	300,00	0,004	0,001	600,03	0,004	0,031
2	300,00	0,002	0,003	600,03	0,006	0,029
3	300,00	0,004	0,001	600,03	0,005	0,030
4	300,00	0,005	0,000	600,03	0,006	0,029
5	300,00	0,003	0,002	600,03	0,006	0,029
6	300,00	0,003	0,002	600,03	0,004	0,031
7	300,00	0,004	0,001	600,03	0,005	0,030
8	300,00	0,002	0,003	600,03	0,006	0,029
9	300,00	0,003	0,002	600,03	0,005	0,030
10	300,00	0,002	0,003	600,03	0,003	0,032
Diferencia Máxima			0,003	0,003		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

### 2. EQUIPO : HORNO

Marca : PERUTEST  
Modelo : PT-H76  
Número de Serie : 0137  
Identificación : T0045(\*)  
Procedencia : NO INDICA  
Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE  
Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C  
110 °C ± 5 °C  
180 °C ± 5 °C  
Instrumento de Medición del Equipo :

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE CONCRETO

### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

### 6. RESULTADOS

#### Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 62 °C, 110 °C, 180 °C  
Posición de la Ventilación : UNICA  
Presión de Vacío : NO APLICA  
Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 60% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.



**José Luis Panta Abad**  
Lic. Ciencias Físicas  
CFP: 0395



Fecha: Ene/18

Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C  
Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:01:00	60,0	57,2	59,1	57,5	58,0	60,1	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,5	3,2
0:02:00	60,0	57,1	59,0	57,6	58,1	60,2	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,5	3,5
0:03:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,6	58,0	58,6	57,2	58,4	3,5
0:04:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,1	60,2	58,1	60,5	58,1	58,7	57,4	58,5	3,4
0:05:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,4	3,5
0:06:00	59,9	57,2	59,2	57,4	57,9	59,6	58,0	60,6	58,0	58,7	57,2	58,4	3,4
0:07:00	60,0	57,1	59,3	57,5	58,1	60,1	58,2	60,6	58,1	58,8	57,4	58,5	3,5
0:08:00	60,0	57,0	59,2	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,5
0:09:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,4	3,4
0:10:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:11:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:12:00	59,9	57,1	59,4	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:13:00	60,0	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,4
0:14:00	59,9	57,1	59,1	57,3	57,9	59,6	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,3	3,3
0:15:00	59,9	57,0	59,0	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,8	58,8	57,3	58,3	3,4
0:16:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,3
0:17:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:18:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,8	58,7	57,2	58,4	3,4
0:19:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,0	57,8	60,3	57,8	58,6	57,3	58,3	3,3
0:20:00	60,0	57,0	59,1	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,3	3,4
0:21:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:22:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,0	58,0	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:23:00	59,9	57,1	59,3	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,6	57,3	58,4	3,3
0:24:00	60,0	57,0	59,0	57,5	58,0	59,7	58,1	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:25:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,4
0:26:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,6
0:27:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,1	58,8	57,5	58,4	3,5
0:28:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,5	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:29:00	60,0	57,1	59,3	57,4	58,0	59,7	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:30:00	60,1	57,0	59,1	57,5	58,0	60,4	58,0	60,5	58,0	58,8	57,5	58,5	3,5
0:31:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,9	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,4	3,4
0:32:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,5	3,3
0:33:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,4	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,5	3,3
0:34:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,2	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:35:00	60,1	57,0	59,0	57,3	57,9	60,3	57,8	60,2	57,7	58,7	57,3	58,3	3,3
0:36:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,1	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:37:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,0	60,0	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,4	3,3
0:38:00	60,1	57,1	59,0	57,4	57,9	59,9	58,0	60,5	57,9	58,6	57,2	58,4	3,4
0:39:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,3	58,0	60,4	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:40:00	60,1	57,1	59,3	57,5	58,0	60,1	58,0	60,5	58,1	58,7	57,3	58,5	3,4
0:41:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	59,9	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:42:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,0	59,3	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:43:00	60,1	57,2	59,2	57,4	58,0	59,4	58,1	60,5	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:44:00	60,0	57,2	59,1	57,4	58,0	59,4	58,1	60,6	58,1	58,7	57,3	58,4	3,4
0:45:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:46:00	60,1	57,1	59,0	57,4	58,0	60,0	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:47:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:48:00	60,1	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,0	60,5	57,9	58,8	57,4	58,4	3,5
0:49:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,2
0:50:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,8	57,9	60,4	58,0	58,8	57,4	58,4	3,3
0:51:00	60,0	57,1	59,2	57,4	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3

Continua en la siguiente página



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	60,0	57,0	58,9	57,3	57,8	59,6	57,9	60,3	57,7	58,8	57,4	58,3	3,3
0:53:00	60,0	57,0	59,0	57,3	57,8	59,6	57,9	60,2	57,7	58,7	57,4	58,3	3,2
0:54:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,1	57,9	60,3	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3
0:55:00	60,0	57,0	59,2	57,4	57,9	60,0	57,9	60,3	57,9	58,6	57,2	58,4	3,3
0:56:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,4	57,9	60,4	57,9	58,7	57,3	58,3	3,3
0:57:00	60,1	57,0	59,2	57,4	57,9	59,5	57,9	60,4	57,9	58,6	57,2	58,3	3,4
0:58:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:59:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,5	3,4
1:00:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,1	60,5	58,0	58,7	57,2	58,4	3,5
1:01:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	58,0	60,4	58,0	58,7	57,3	58,4	3,3
1:02:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,1	60,3	58,1	60,5	58,1	58,8	57,4	58,5	3,3
T.PROM	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	
T.MAX	60,1	57,2	59,4	57,6	58,1	60,4	58,2	60,6	58,1	58,8	57,5		
T.MIN	59,9	56,9	58,9	57,3	57,8	59,3	57,8	60,2	57,7	58,6	57,2		
DTT	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	60,6	0,54
Temperatura Mínima Medida	56,9	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,3	0,8
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	3,6	0,8

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **T<sub>prom</sub>** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

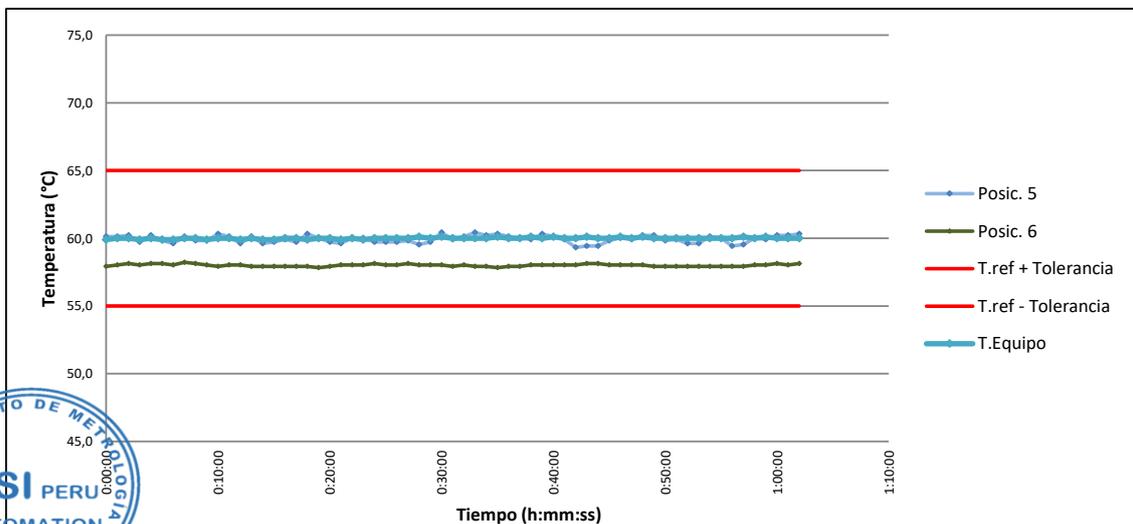
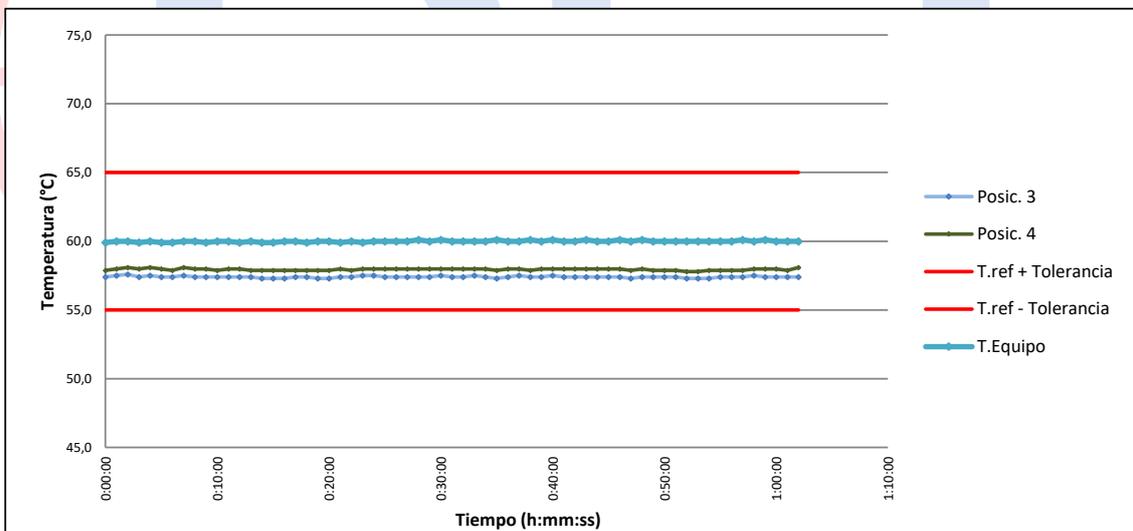
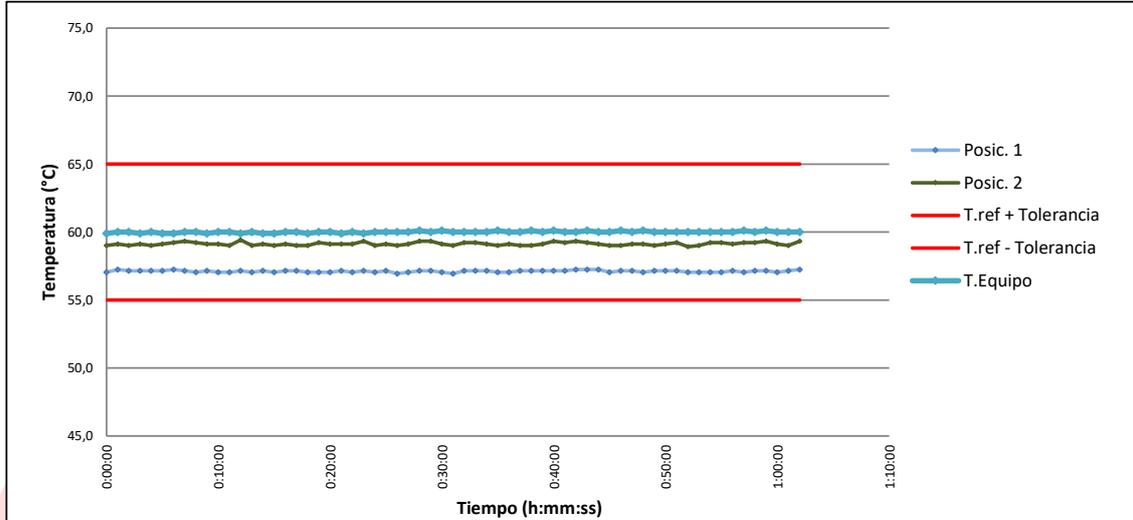
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

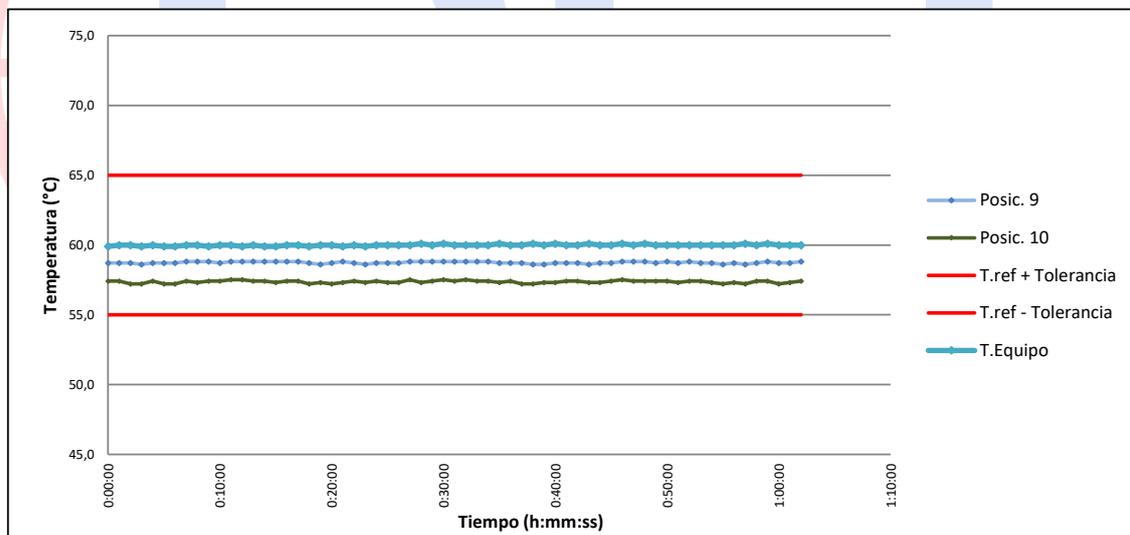
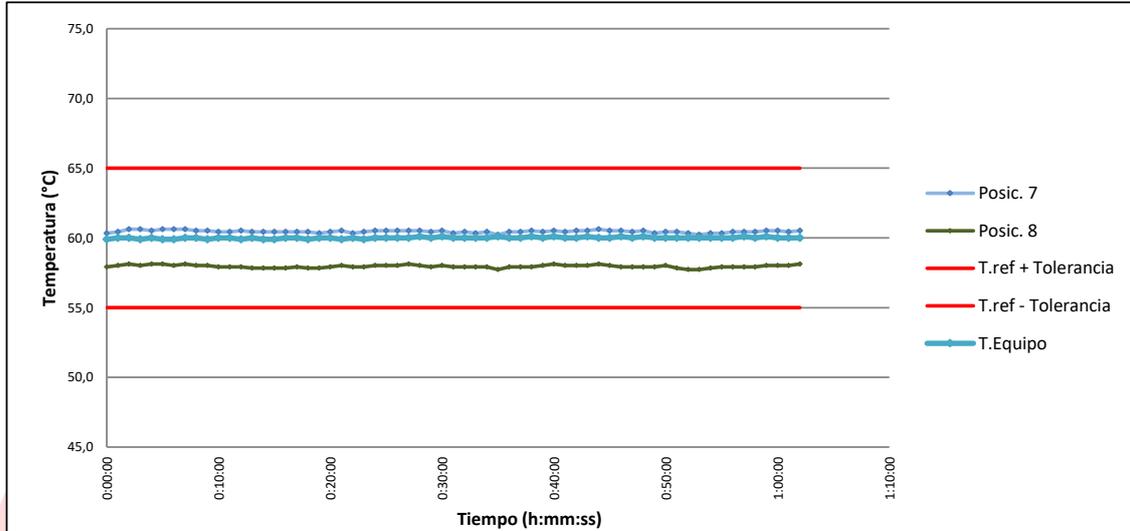
Gráficas para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C





### CERTIFICADO DE CALIBRACION N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C  
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,9
0:01:00	109,8	105,1	87,1	99,4	92,9	99,1	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	18,0
0:02:00	109,8	105,0	87,0	99,5	93,0	99,2	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	18,0
0:03:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,6	96,9	96,6	101,2	97,7	17,9
0:04:00	109,9	105,0	87,0	99,4	93,0	99,2	100,0	99,5	97,0	96,7	101,4	97,8	18,0
0:05:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	17,9
0:06:00	109,9	105,1	87,2	99,3	92,8	98,6	99,9	99,6	96,9	96,7	101,2	97,7	17,9
0:07:00	109,8	105,0	87,3	99,4	93,0	99,1	100,1	99,6	97,0	96,8	101,4	97,9	17,7
0:08:00	109,8	104,9	87,2	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	96,9	96,8	101,3	97,8	17,7
0:09:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,8	101,4	97,8	17,9
0:10:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:11:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,9
0:12:00	109,8	105,0	87,4	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	17,6
0:13:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:14:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,6	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:15:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,7	96,8	101,3	97,7	17,9
0:16:00	109,8	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:17:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	18,0
0:18:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,7	96,7	101,2	97,7	17,9
0:19:00	109,9	104,9	87,2	99,2	92,8	99,0	99,7	99,3	96,7	96,6	101,3	97,7	17,7
0:20:00	109,8	104,9	87,1	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	17,8
0:21:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,9
0:22:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,0	99,9	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:23:00	109,9	105,0	87,3	99,4	92,9	99,0	99,9	99,4	96,8	96,6	101,3	97,8	17,7
0:24:00	109,8	104,9	87,0	99,4	92,9	98,7	100,0	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:25:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,9
0:26:00	109,9	104,8	87,0	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,8
0:27:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	97,0	96,8	101,5	97,8	17,8
0:28:00	109,9	105,0	87,3	99,3	92,9	98,5	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,7
0:29:00	109,8	105,0	87,3	99,3	92,9	98,7	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,7
0:30:00	109,8	104,9	87,1	99,4	92,9	99,4	99,9	99,5	96,9	96,8	101,5	97,8	17,8
0:31:00	109,8	104,8	87,0	99,3	92,9	98,9	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,7	17,8
0:32:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,8
0:33:00	109,8	105,0	87,2	99,4	92,9	99,4	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:34:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,2	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,8	17,9
0:35:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	99,3	99,7	99,2	96,6	96,7	101,3	97,7	17,9
0:36:00	109,9	104,9	87,1	99,3	92,9	99,1	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:37:00	109,8	105,0	87,0	99,4	92,9	99,0	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	18,0
0:38:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,9	99,9	99,5	96,8	96,6	101,2	97,7	18,0
0:39:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,3	99,9	99,4	96,9	96,6	101,3	97,8	17,9
0:40:00	109,8	105,0	87,3	99,4	92,9	99,1	99,9	99,5	97,0	96,7	101,3	97,8	17,7
0:41:00	109,9	105,0	87,2	99,3	92,9	98,9	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	17,8
0:42:00	109,8	105,1	87,3	99,3	92,9	98,3	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,8
0:43:00	109,8	105,1	87,2	99,3	92,9	98,4	100,0	99,5	96,9	96,6	101,3	97,7	17,9
0:44:00	109,8	105,1	87,1	99,3	92,9	98,4	100,0	99,6	97,0	96,7	101,3	97,7	18,0
0:45:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:46:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,9	99,0	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	18,0
0:47:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,9
0:48:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	99,2	99,9	99,5	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:49:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	99,2	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	18,0
0:50:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,8	98,8	99,8	99,4	96,9	96,8	101,4	97,7	17,9
0:51:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,7	101,3	97,7	17,8

Continua en la siguiente página



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	109,8	104,9	86,9	99,2	92,7	98,6	99,8	99,3	96,6	96,8	101,4	97,6	18,0
0:53:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,7	98,6	99,8	99,2	96,6	96,7	101,4	97,6	17,9
0:54:00	109,8	104,9	87,2	99,2	92,8	99,1	99,8	99,3	96,7	96,7	101,3	97,7	17,7
0:55:00	109,9	104,9	87,2	99,3	92,8	99,0	99,8	99,3	96,8	96,6	101,2	97,7	17,7
0:56:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,8	98,4	99,8	99,4	96,8	96,7	101,3	97,7	17,9
0:57:00	109,8	104,9	87,2	99,3	92,8	98,5	99,8	99,4	96,8	96,6	101,2	97,6	17,7
0:58:00	109,8	105,0	87,2	99,4	92,9	99,0	99,9	99,4	96,8	96,7	101,4	97,8	17,8
0:59:00	109,9	105,0	87,3	99,3	92,9	98,9	99,9	99,5	96,9	96,8	101,4	97,8	17,7
1:00:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	99,2	100,0	99,5	96,9	96,7	101,2	97,8	17,8
1:01:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	99,2	99,9	99,4	96,9	96,7	101,3	97,7	18,0
1:02:00	109,9	105,1	87,3	99,3	93,0	99,3	100,0	99,5	97,0	96,8	101,4	97,9	17,8
T.PROM	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,9	99,9	99,4	96,9	96,7	101,3	97,7	
T.MAX	109,9	105,1	87,4	99,5	93,0	99,4	100,1	99,6	97,0	96,8	101,5		
T.MIN	109,8	104,8	86,9	99,2	92,7	98,3	99,7	99,2	96,6	96,6	101,2		
DTT	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	105,1	0,61
Temperatura Mínima Medida	86,9	0,71
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	17,9	0,9
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	18,0	0,9

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **T<sub>prom</sub>** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

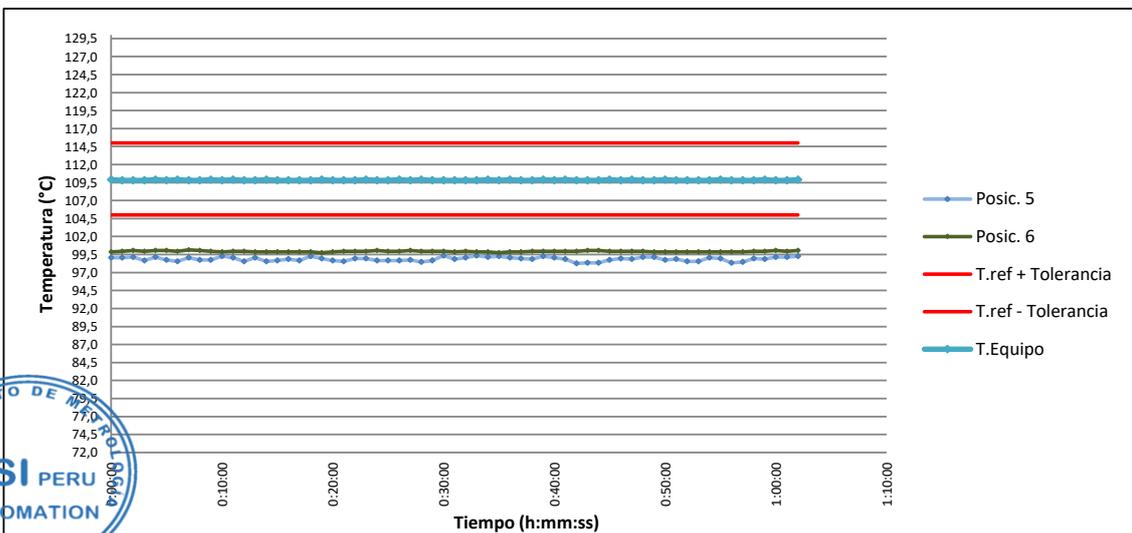
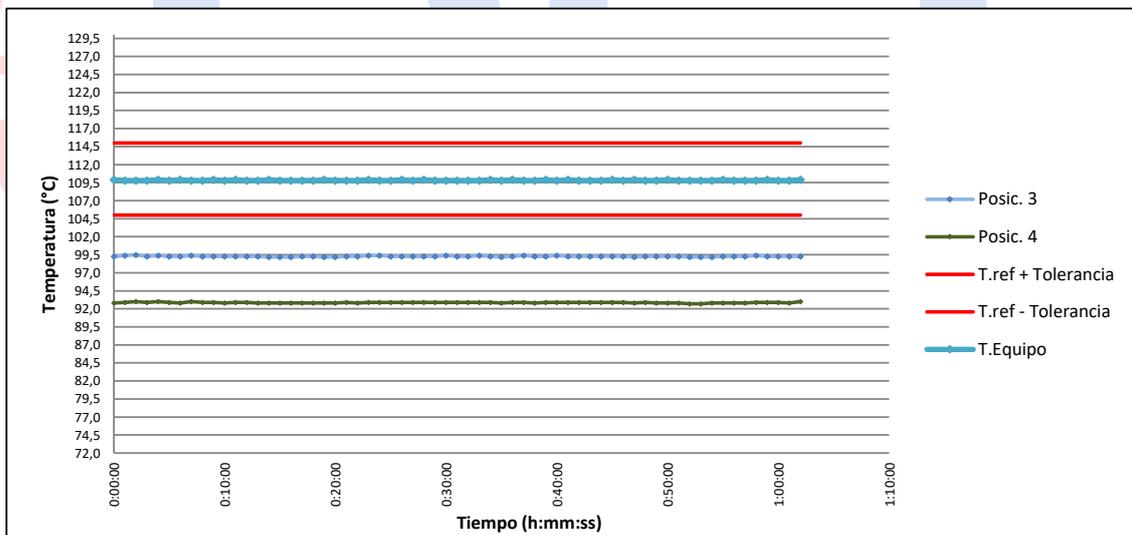
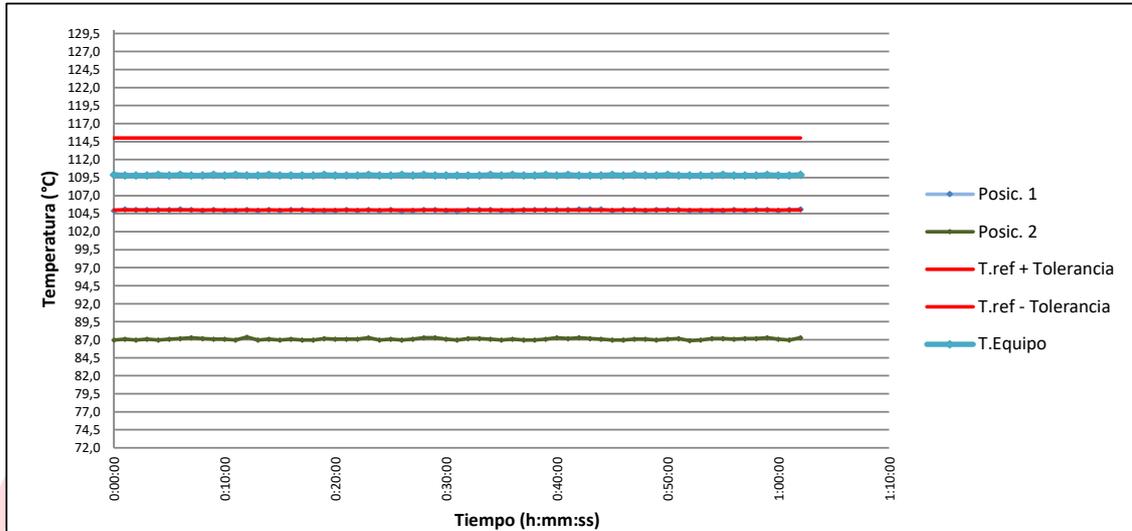
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

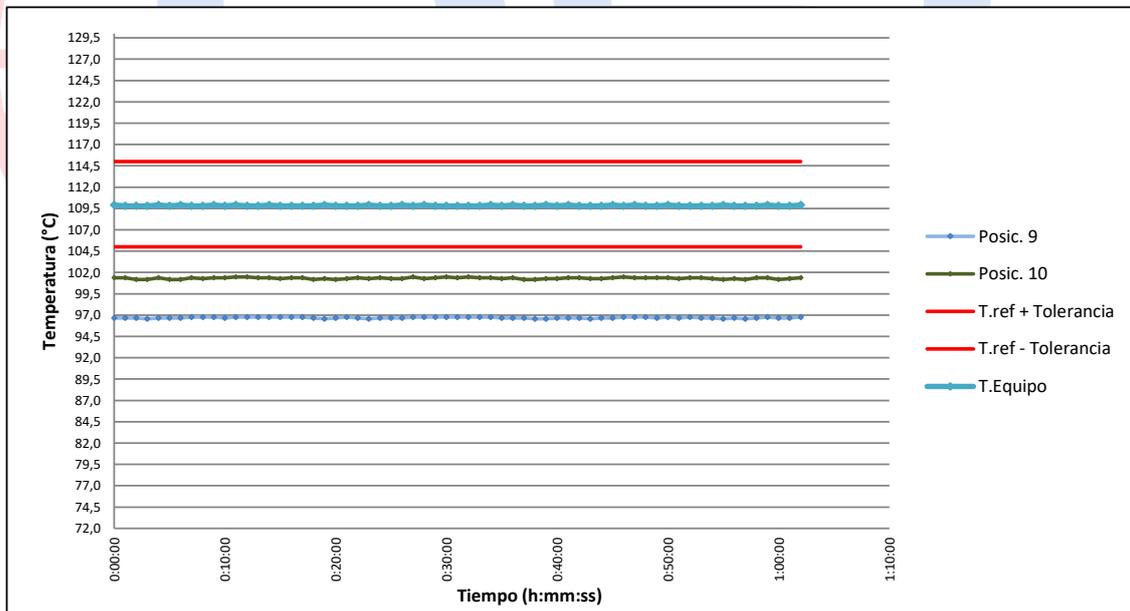
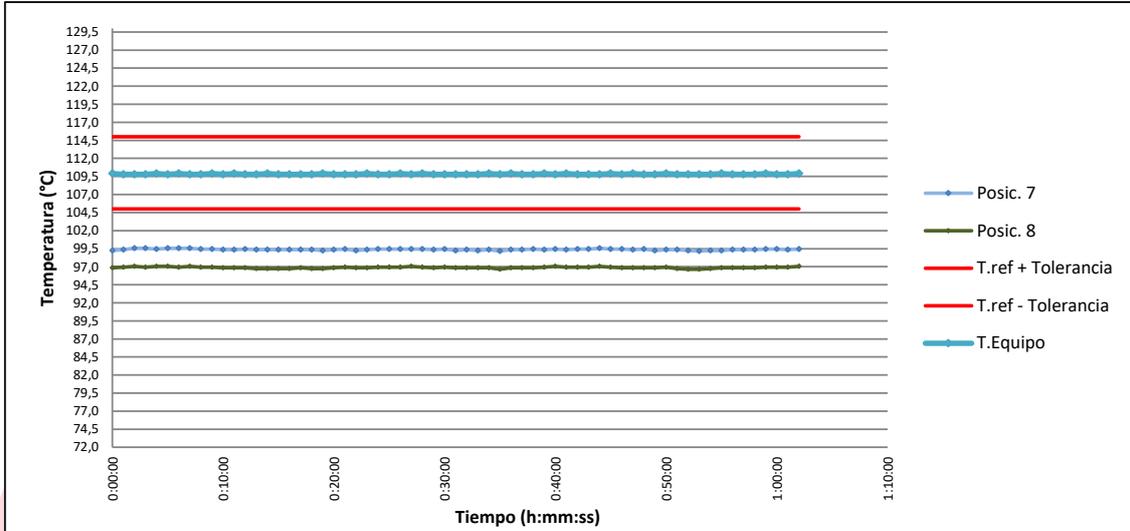
Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 20,7 °C a 20,4 °C  
Humedad : De 67,7 %hr a 67,7 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,5	199,9	186,1	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:01:00	178,8	193,3	190,9	203,8	209,6	199,9	186,2	183,4	181,5	176,8	184,4	191,0	32,8
0:02:00	178,7	193,2	190,8	203,9	209,7	200,0	186,3	183,6	181,6	176,8	184,2	191,0	32,9
0:03:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,5	186,2	183,6	181,5	176,7	184,2	190,9	32,9
0:04:00	178,8	193,2	190,8	203,8	209,7	200,0	186,3	183,5	181,6	176,8	184,4	191,0	32,9
0:05:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,6	186,3	183,6	181,6	176,8	184,2	191,0	32,8
0:06:00	178,8	193,3	191,0	203,7	209,5	199,4	186,2	183,6	181,5	176,8	184,2	190,9	32,7
0:07:00	178,7	193,2	191,1	203,8	209,7	199,9	186,4	183,6	181,6	176,9	184,4	191,1	32,8
0:08:00	178,7	193,1	191,0	203,7	209,6	199,6	186,3	183,5	181,5	176,9	184,3	191,0	32,7
0:09:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,6	186,2	183,5	181,5	176,9	184,4	191,0	32,7
0:10:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,5	200,1	186,1	183,4	181,4	176,8	184,4	191,0	32,7
0:11:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,6	199,9	186,2	183,4	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:12:00	178,8	193,2	191,2	203,7	209,6	199,4	186,2	183,5	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:13:00	178,7	193,1	190,8	203,7	209,5	199,9	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:14:00	178,8	193,2	190,9	203,6	209,5	199,4	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:15:00	178,8	193,1	190,8	203,6	209,5	199,5	186,1	183,4	181,3	176,9	184,3	190,9	32,6
0:16:00	178,7	193,2	190,9	203,6	209,5	199,7	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:17:00	178,8	193,2	190,8	203,7	209,5	199,5	186,1	183,4	181,4	176,9	184,4	190,9	32,6
0:18:00	178,7	193,1	190,8	203,7	209,5	200,1	186,1	183,4	181,3	176,8	184,2	190,9	32,7
0:19:00	178,7	193,1	191,0	203,6	209,5	199,8	186,0	183,3	181,3	176,7	184,3	190,9	32,8
0:20:00	178,7	193,1	190,9	203,6	209,5	199,5	186,1	183,4	181,4	176,8	184,2	190,9	32,7
0:21:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,4	186,2	183,5	181,5	176,9	184,3	190,9	32,7
0:22:00	178,7	193,1	190,9	203,7	209,5	199,8	186,2	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:23:00	178,8	193,2	191,1	203,8	209,6	199,8	186,2	183,4	181,4	176,7	184,3	191,0	32,9
0:24:00	178,8	193,1	190,8	203,8	209,6	199,5	186,3	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:25:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,5	186,2	183,5	181,5	176,8	184,3	190,9	32,8
0:26:00	178,7	193,0	190,8	203,7	209,6	199,5	186,2	183,5	181,5	176,8	184,3	190,9	32,8
0:27:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	199,6	186,3	183,5	181,6	176,9	184,5	191,0	32,7
0:28:00	178,8	193,2	191,1	203,7	209,6	199,3	186,2	183,5	181,5	176,9	184,3	190,9	32,7
0:29:00	178,8	193,2	191,1	203,7	209,6	199,5	186,2	183,4	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:30:00	178,7	193,1	190,9	203,8	209,6	200,2	186,2	183,5	181,5	176,9	184,5	191,0	32,7
0:31:00	178,8	193,0	190,8	203,7	209,6	199,7	186,1	183,3	181,4	176,9	184,4	190,9	32,7
0:32:00	178,7	193,2	191,0	203,7	209,6	199,9	186,2	183,4	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:33:00	178,7	193,2	191,0	203,8	209,6	200,2	186,1	183,3	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:34:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	200,0	186,1	183,4	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:35:00	178,8	193,1	190,8	203,6	209,5	200,1	186,0	183,2	181,2	176,8	184,3	190,9	32,7
0:36:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	199,9	186,1	183,4	181,4	176,8	184,4	190,9	32,8
0:37:00	178,8	193,2	190,8	203,8	209,6	199,8	186,1	183,4	181,4	176,8	184,2	190,9	32,8
0:38:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,5	199,7	186,2	183,5	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:39:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	200,1	186,2	183,4	181,5	176,7	184,3	191,0	32,9
0:40:00	178,8	193,2	191,1	203,8	209,6	199,9	186,2	183,5	181,6	176,8	184,3	191,0	32,8
0:41:00	178,8	193,2	191,0	203,7	209,6	199,7	186,2	183,4	181,5	176,8	184,4	191,0	32,8
0:42:00	178,7	193,3	191,1	203,7	209,6	199,1	186,2	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:43:00	178,8	193,3	191,0	203,7	209,6	199,2	186,3	183,5	181,5	176,7	184,3	190,9	32,9
0:44:00	178,7	193,3	190,9	203,7	209,6	199,2	186,3	183,6	181,6	176,8	184,3	190,9	32,8
0:45:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,6	199,6	186,2	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:46:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,6	199,8	186,2	183,5	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:47:00	178,7	193,2	190,9	203,6	209,5	199,7	186,2	183,4	181,4	176,9	184,4	190,9	32,6
0:48:00	178,7	193,1	190,9	203,7	209,6	200,0	186,2	183,5	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:49:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,5	200,0	186,1	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:50:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,5	199,6	186,1	183,4	181,5	176,9	184,4	190,9	32,6
0:51:00	178,8	193,2	191,0	203,7	209,5	199,7	186,1	183,4	181,3	176,8	184,3	190,9	32,7

Continua en la siguiente página



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	178,7	193,1	190,7	203,6	209,4	199,4	186,1	183,3	181,2	176,9	184,4	190,8	32,5
0:53:00	178,7	193,1	190,8	203,6	209,4	199,4	186,1	183,2	181,2	176,8	184,4	190,8	32,6
0:54:00	178,7	193,1	191,0	203,6	209,5	199,9	186,1	183,3	181,3	176,8	184,3	190,9	32,7
0:55:00	178,7	193,1	191,0	203,7	209,5	199,8	186,1	183,3	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:56:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,5	199,2	186,1	183,4	181,4	176,8	184,3	190,9	32,7
0:57:00	178,8	193,1	191,0	203,7	209,5	199,3	186,1	183,4	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:58:00	178,8	193,2	191,0	203,8	209,6	199,8	186,2	183,4	181,4	176,8	184,4	191,0	32,8
0:59:00	178,7	193,2	191,1	203,7	209,6	199,7	186,2	183,5	181,5	176,9	184,4	191,0	32,7
1:00:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	200,0	186,3	183,5	181,5	176,8	184,2	191,0	32,8
1:01:00	178,8	193,2	190,8	203,7	209,5	200,0	186,2	183,4	181,5	176,8	184,3	191,0	32,7
1:02:00	178,8	193,3	191,1	203,7	209,7	200,1	186,3	183,5	181,6	176,9	184,4	191,1	32,8
T.PROM	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,7	186,2	183,4	181,5	176,9	184,4	190,9	
T.MAX	178,8	193,3	191,2	203,9	209,7	200,2	186,4	183,6	181,6	176,9	184,5		
T.MIN	178,7	193,0	190,7	203,6	209,4	199,1	186,0	183,2	181,2	176,7	184,2		
DTT	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	209,7	0,83
Temperatura Mínima Medida	176,7	0,42
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	32,7	0,9
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	32,9	0,9

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **T<sub>prom</sub>** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

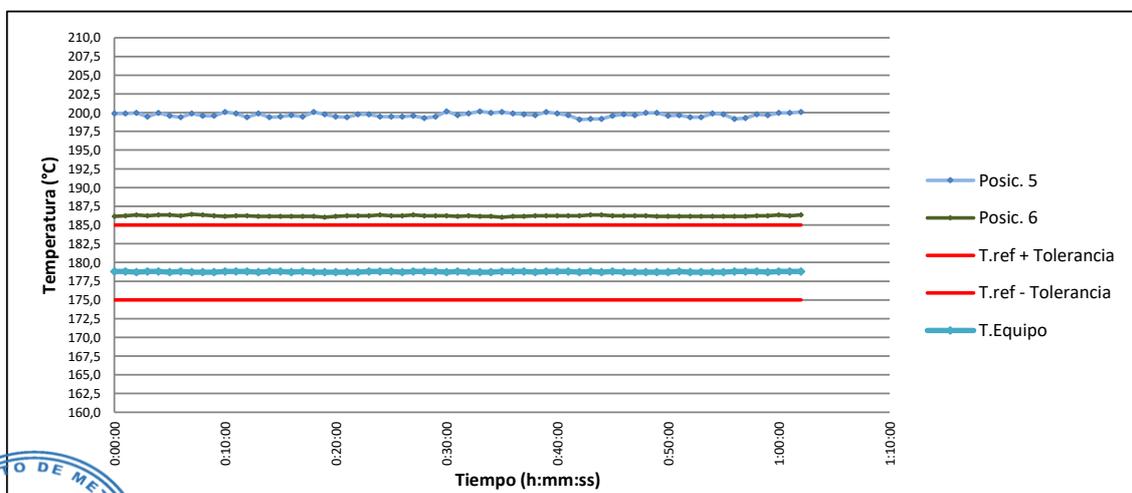
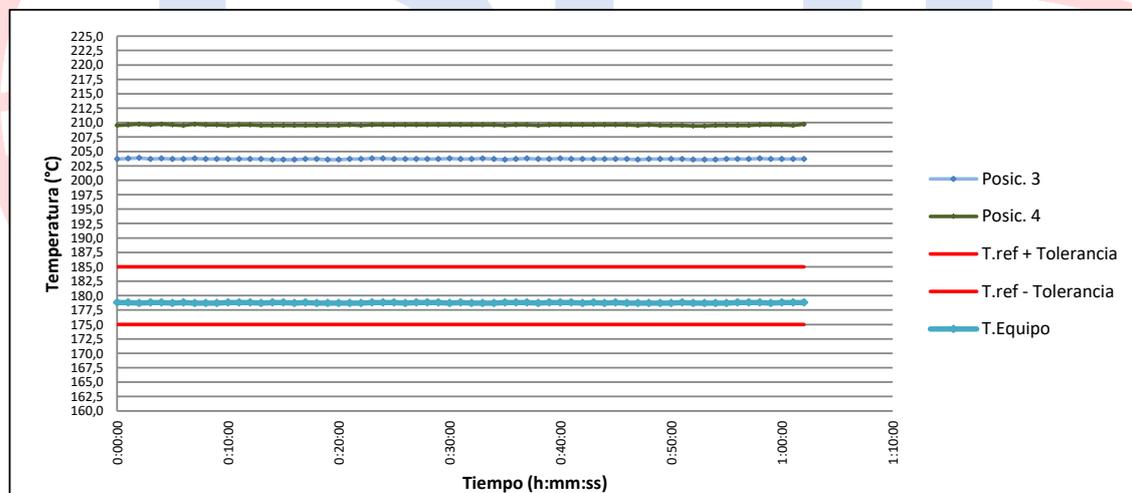
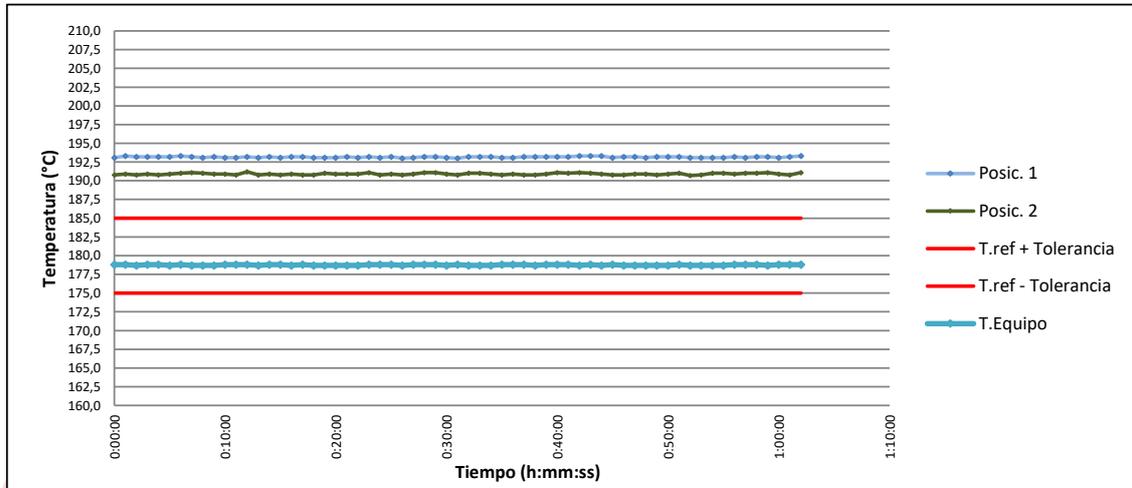
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

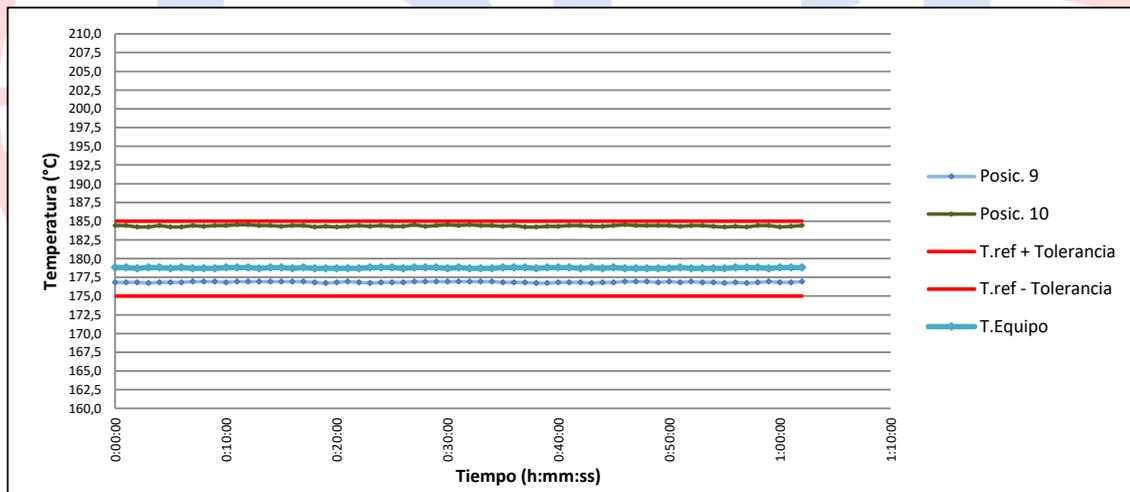
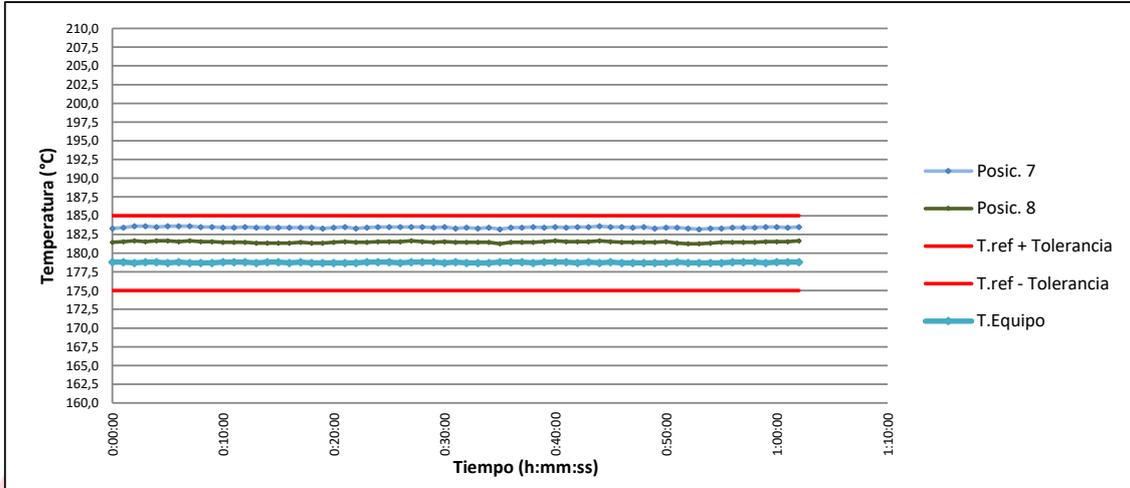
Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C





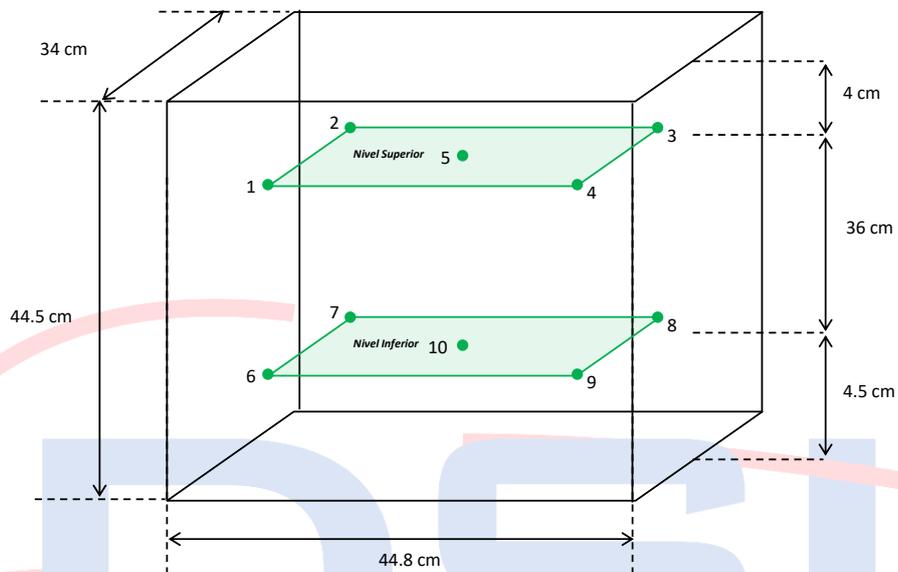
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

#### Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



Las posiciones del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5 cm de las caras laterales y 5 cm del fondo y frente del medio isoterma.  
Las posiciones 5 y 10 se ubicaron al centro de sus respectivos niveles.

#### Imagen del medio isoterma





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

### DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD

#### Primer punto de calibración:

*El medio isoterma cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

#### Segundo punto de calibración:

*El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

#### Tercer punto de calibración:

*El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

### 8. OBSERVACIONES

*Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.*

*La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.*

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

*(\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.*

---

Fin del Documento



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

### 2. EQUIPO : HORNO

Marca : PERUTEST  
Modelo : PT-H76  
Número de Serie : 0135  
Identificación : T0046(\*)  
Procedencia : NO INDICA  
Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE  
Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C  
110 °C ± 5 °C  
180 °C ± 5 °C  
Instrumento de Medición del Equipo :

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE QUÍMICOS.

### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### 5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

### 6. RESULTADOS

#### Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 60 °C, 110 °C, 180 °C  
Posición de la Ventilación : UNICA  
Presión de Vacío : NO APLICA  
Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 50% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.



**José Luis Panta Abad**  
Lic. Ciencias Físicas  
CFP: 0395



Fecha: Ene/18

Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 20,7 °C a 21,2 °C  
Humedad : De 67,7 %hr a 69,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	59,8	62,4	61,3	60,6	62,6	62,7	62,5	62,7	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:01:00	59,9	62,6	61,4	60,7	62,7	62,7	62,6	62,8	59,0	63,9	63,0	62,1	4,9
0:02:00	59,8	62,5	61,3	60,8	62,8	62,8	62,7	63,0	59,1	63,9	62,8	62,2	4,8
0:03:00	59,9	62,5	61,4	60,6	62,7	62,3	62,6	63,0	59,0	63,8	62,8	62,1	4,8
0:04:00	59,8	62,5	61,3	60,7	62,8	62,8	62,7	62,9	59,1	63,9	63,0	62,2	4,8
0:05:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,7	62,4	62,7	63,0	59,1	63,9	62,8	62,1	4,8
0:06:00	59,8	62,6	61,5	60,6	62,6	62,2	62,6	63,0	59,0	63,9	62,8	62,1	4,9
0:07:00	59,8	62,5	61,6	60,7	62,8	62,7	62,8	63,0	59,1	64,0	63,0	62,2	4,9
0:08:00	59,9	62,4	61,5	60,6	62,7	62,4	62,7	62,9	59,0	64,0	62,9	62,1	5,0
0:09:00	59,9	62,5	61,4	60,6	62,7	62,4	62,6	62,9	59,0	64,0	63,0	62,1	5,0
0:10:00	59,8	62,4	61,4	60,6	62,6	62,9	62,5	62,8	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:11:00	59,9	62,4	61,3	60,6	62,7	62,7	62,6	62,8	58,9	64,0	63,1	62,1	5,1
0:12:00	59,8	62,5	61,7	60,6	62,7	62,2	62,6	62,9	58,9	64,0	63,1	62,1	5,1
0:13:00	59,8	62,4	61,3	60,6	62,6	62,7	62,5	62,8	58,8	64,0	63,0	62,1	5,2
0:14:00	59,8	62,5	61,4	60,5	62,6	62,2	62,5	62,8	58,8	64,0	63,0	62,0	5,2
0:15:00	59,8	62,4	61,3	60,5	62,6	62,3	62,5	62,8	58,8	64,0	62,9	62,0	5,2
0:16:00	59,8	62,5	61,4	60,5	62,6	62,5	62,5	62,8	58,8	64,0	63,0	62,1	5,2
0:17:00	59,9	62,5	61,3	60,6	62,6	62,3	62,5	62,8	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:18:00	59,8	62,4	61,3	60,6	62,6	62,9	62,5	62,8	58,8	63,9	62,8	62,1	5,1
0:19:00	59,9	62,4	61,5	60,5	62,6	62,6	62,4	62,7	58,8	63,8	62,9	62,0	5,0
0:20:00	59,8	62,4	61,4	60,5	62,6	62,3	62,5	62,8	58,9	63,9	62,8	62,0	5,0
0:21:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,7	62,2	62,6	62,9	59,0	64,0	62,9	62,1	5,0
0:22:00	59,8	62,4	61,4	60,6	62,6	62,6	62,6	62,7	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:23:00	59,9	62,5	61,6	60,7	62,7	62,6	62,6	62,8	58,9	63,8	62,9	62,1	4,9
0:24:00	59,9	62,4	61,3	60,7	62,7	62,3	62,7	62,9	59,0	63,9	63,0	62,1	4,9
0:25:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,7	62,3	62,6	62,9	59,0	63,9	62,9	62,1	4,9
0:26:00	59,9	62,3	61,3	60,6	62,7	62,3	62,6	62,9	59,0	63,9	62,9	62,1	4,9
0:27:00	59,8	62,4	61,4	60,6	62,7	62,4	62,7	62,9	59,1	64,0	63,1	62,1	4,9
0:28:00	59,8	62,5	61,6	60,6	62,7	62,1	62,6	62,9	59,0	64,0	62,9	62,1	5,0
0:29:00	59,9	62,5	61,6	60,6	62,7	62,3	62,6	62,8	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:30:00	59,8	62,4	61,4	60,7	62,7	63,0	62,6	62,9	59,0	64,0	63,1	62,2	5,0
0:31:00	59,8	62,3	61,3	60,6	62,7	62,5	62,5	62,7	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:32:00	59,8	62,5	61,5	60,6	62,7	62,7	62,6	62,8	58,9	64,0	63,1	62,1	5,1
0:33:00	59,8	62,5	61,5	60,7	62,7	63,0	62,5	62,7	58,9	64,0	63,0	62,2	5,1
0:34:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,7	62,8	62,5	62,8	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:35:00	59,8	62,4	61,3	60,5	62,6	62,9	62,4	62,6	58,7	63,9	62,9	62,0	5,2
0:36:00	59,9	62,4	61,4	60,6	62,7	62,7	62,5	62,8	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:37:00	59,8	62,5	61,3	60,7	62,7	62,6	62,5	62,8	58,9	63,9	62,8	62,1	5,0
0:38:00	59,8	62,5	61,3	60,6	62,6	62,5	62,6	62,9	58,9	63,8	62,8	62,1	4,9
0:39:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,7	62,9	62,6	62,8	59,0	63,8	62,9	62,1	4,8
0:40:00	59,9	62,5	61,6	60,7	62,7	62,7	62,6	62,9	59,1	63,9	62,9	62,2	4,8
0:41:00	59,9	62,5	61,5	60,6	62,7	62,5	62,6	62,8	59,0	63,9	63,0	62,1	4,9
0:42:00	59,8	62,6	61,6	60,6	62,7	61,9	62,6	62,9	59,0	63,9	63,0	62,1	4,9
0:43:00	59,9	62,6	61,5	60,6	62,7	62,0	62,7	62,9	59,0	63,8	62,9	62,1	4,8
0:44:00	59,8	62,6	61,4	60,6	62,7	62,0	62,7	63,0	59,1	63,9	62,9	62,1	4,8
0:45:00	59,9	62,4	61,3	60,6	62,7	62,4	62,6	62,9	59,0	63,9	63,0	62,1	4,9
0:46:00	59,9	62,5	61,3	60,6	62,7	62,6	62,6	62,9	58,9	64,0	63,1	62,1	5,1
0:47:00	59,8	62,5	61,4	60,5	62,6	62,5	62,6	62,8	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:48:00	59,9	62,4	61,4	60,6	62,7	62,8	62,6	62,9	58,9	64,0	63,0	62,1	5,1
0:49:00	59,8	62,5	61,3	60,6	62,6	62,8	62,5	62,7	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:50:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,6	62,4	62,5	62,8	59,0	64,0	63,0	62,1	5,0
0:51:00	59,8	62,5	61,5	60,6	62,6	62,5	62,5	62,8	58,8	63,9	62,9	62,1	5,1

Continua en la siguiente página



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	59,8	62,4	61,2	60,5	62,5	62,2	62,5	62,7	58,7	64,0	63,0	62,0	5,3
0:53:00	59,8	62,4	61,3	60,5	62,5	62,2	62,5	62,6	58,7	63,9	63,0	62,0	5,2
0:54:00	59,9	62,4	61,5	60,5	62,6	62,7	62,5	62,7	58,8	63,9	62,9	62,1	5,1
0:55:00	59,9	62,4	61,5	60,6	62,6	62,6	62,5	62,7	58,9	63,8	62,8	62,0	4,9
0:56:00	59,8	62,5	61,4	60,6	62,6	62,0	62,5	62,8	58,9	63,9	62,9	62,0	5,0
0:57:00	59,9	62,4	61,5	60,6	62,6	62,1	62,5	62,8	58,9	63,8	62,8	62,0	4,9
0:58:00	59,8	62,5	61,5	60,7	62,7	62,6	62,6	62,8	58,9	63,9	63,0	62,1	5,0
0:59:00	59,8	62,5	61,6	60,6	62,7	62,5	62,6	62,9	59,0	64,0	63,0	62,1	5,0
1:00:00	59,8	62,4	61,4	60,6	62,7	62,8	62,7	62,9	59,0	63,9	62,8	62,1	4,9
1:01:00	59,8	62,5	61,3	60,6	62,6	62,8	62,6	62,8	59,0	63,9	62,9	62,1	4,9
1:02:00	59,8	62,6	61,6	60,6	62,8	62,9	62,7	62,9	59,1	64,0	63,0	62,2	4,9
T.PROM	59,8	62,5	61,4	60,6	62,6	62,5	62,5	62,8	59,0	63,9	63,0	62,1	
T.MAX	59,9	62,6	61,7	60,8	62,8	63,0	62,8	63,0	59,1	64,0	63,1		
T.MIN	59,8	62,3	61,2	60,5	62,5	61,9	62,4	62,6	58,7	63,8	62,8		
DTT	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	64,0	0,43
Temperatura Mínima Medida	58,7	0,49
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,0	0,6
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	5,3	0,6

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **T<sub>prom</sub>** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

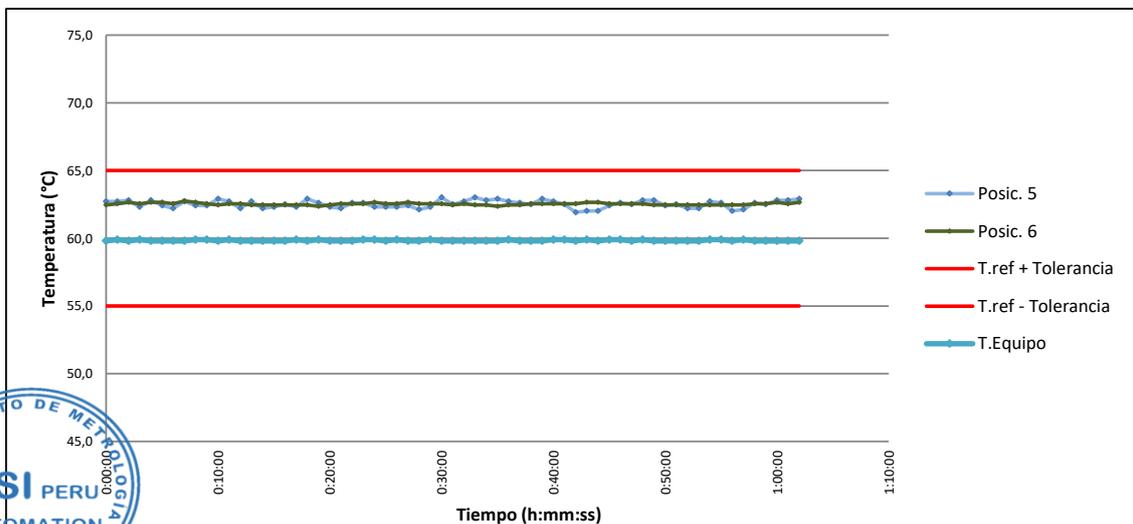
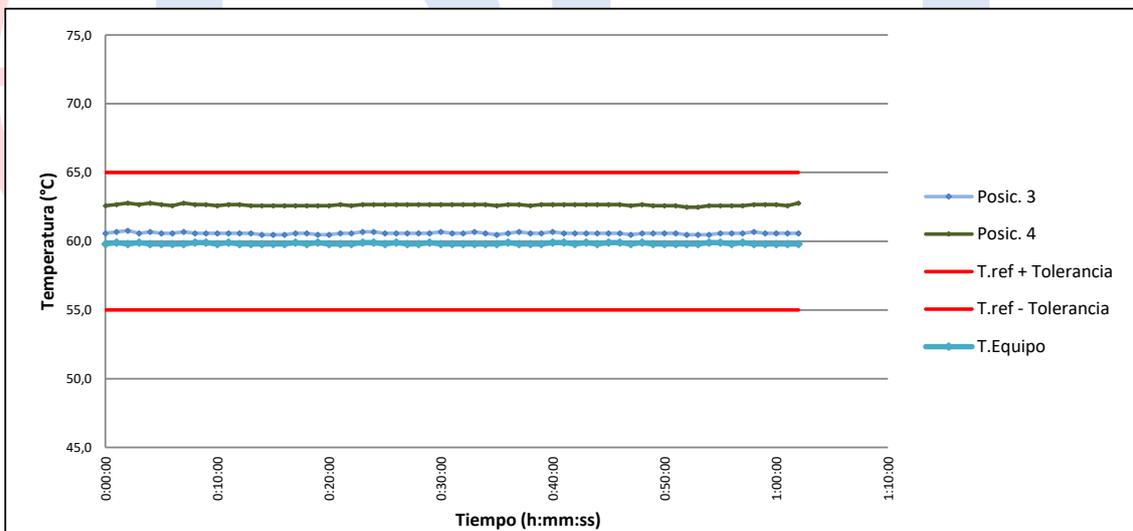
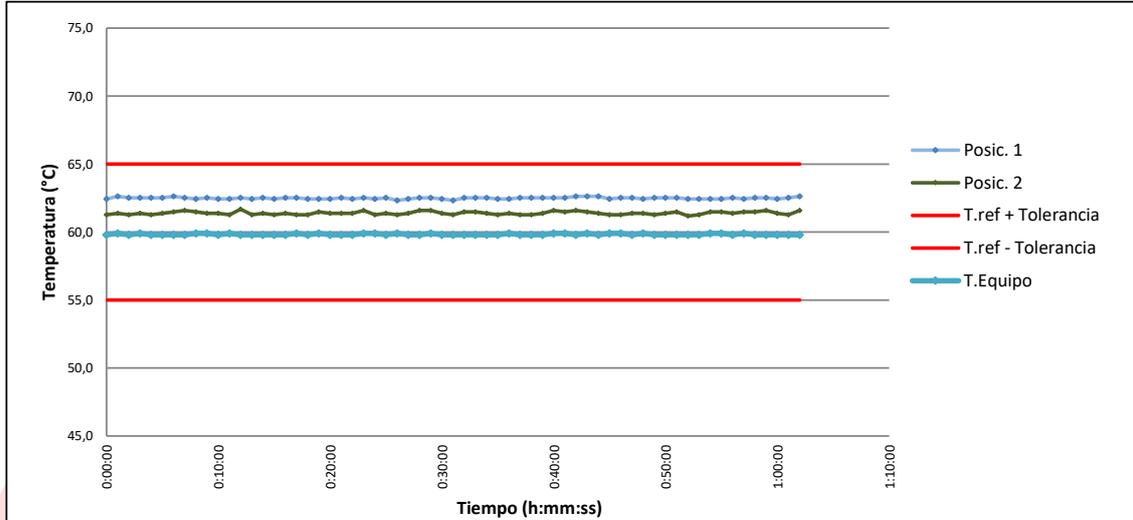
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

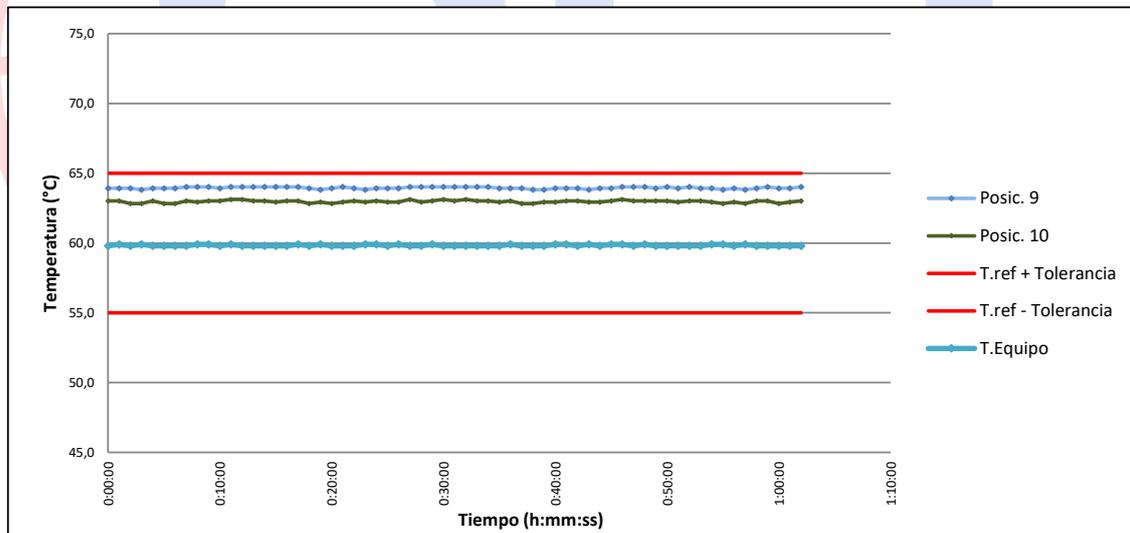
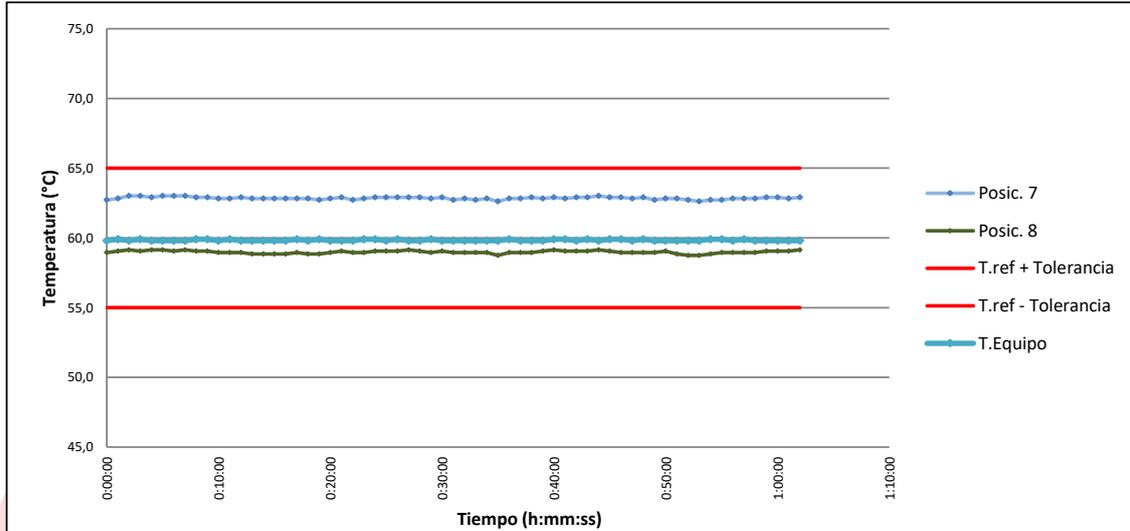
Gráficas para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° T-0046-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 20,4 °C a 50,8 °C  
Humedad : De 66,7 %hr a 64,7 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	109,7	116,1	107,6	114,7	111,9	121,6	118,6	119,6	115,2	112,6	115,5	115,3	14,1
0:01:00	109,8	116,3	107,7	114,8	112,0	121,6	118,7	119,7	115,3	112,6	115,5	115,4	14,0
0:02:00	109,8	116,2	107,6	114,9	112,1	121,7	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,5	14,2
0:03:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,2	118,7	119,9	115,3	112,5	115,3	115,4	13,6
0:04:00	109,8	116,2	107,6	114,8	112,1	121,7	118,8	119,8	115,4	112,6	115,5	115,5	14,2
0:05:00	109,7	116,2	107,7	114,7	112,0	121,3	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,4	13,7
0:06:00	109,9	116,2	107,7	114,6	111,9	121,1	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,5
0:07:00	109,8	116,1	107,6	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,1	112,7	115,4	115,3	13,7
0:08:00	109,8	116,2	107,7	114,6	111,9	121,4	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,8
0:09:00	109,8	116,2	107,6	114,7	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,7	115,5	115,3	13,7
0:10:00	109,8	116,1	107,6	114,7	111,9	121,8	118,6	119,7	115,1	112,6	115,3	115,3	14,3
0:11:00	109,8	116,1	107,8	114,6	111,9	121,5	118,5	119,6	115,1	112,5	115,4	115,3	13,8
0:12:00	109,8	116,1	107,7	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,6	115,3	115,3	13,6
0:13:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,1	118,7	119,8	115,3	112,7	115,4	115,4	13,5
0:14:00	109,8	116,2	107,7	114,6	111,9	121,1	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,5
0:15:00	109,7	116,1	107,6	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,1	112,7	115,4	115,3	13,7
0:16:00	109,9	116,2	107,7	114,6	111,9	121,4	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,8
0:17:00	109,8	116,2	107,6	114,7	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,7	115,5	115,3	13,7
0:18:00	109,8	116,1	107,6	114,7	111,9	121,8	118,6	119,7	115,1	112,6	115,3	115,3	14,3
0:19:00	109,7	116,1	107,8	114,6	111,9	121,5	118,5	119,6	115,1	112,5	115,4	115,3	13,8
0:20:00	109,9	116,1	107,7	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,6	115,3	115,3	13,6
0:21:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,1	118,7	119,8	115,3	112,7	115,4	115,4	13,5
0:22:00	109,8	116,1	107,7	114,7	111,9	121,5	118,7	119,6	115,2	112,6	115,5	115,4	13,9
0:23:00	109,8	116,2	107,9	114,8	112,0	121,5	118,7	119,7	115,2	112,5	115,4	115,4	13,7
0:24:00	109,8	116,1	107,6	114,8	112,0	121,2	118,8	119,8	115,3	112,6	115,5	115,4	13,7
0:25:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,2	118,7	119,8	115,3	112,6	115,4	115,4	13,6
0:26:00	109,8	116,0	107,6	114,7	112,0	121,2	118,7	119,8	115,3	112,6	115,4	115,3	13,7
0:27:00	109,8	116,1	107,7	114,7	112,0	121,3	118,8	119,8	115,4	112,7	115,6	115,4	13,7
0:28:00	109,8	116,2	107,6	114,9	112,1	121,7	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,5	14,2
0:29:00	109,7	116,2	107,7	114,7	112,0	121,2	118,7	119,9	115,3	112,5	115,3	115,4	13,6
0:30:00	109,8	116,2	107,6	114,8	112,1	121,7	118,8	119,8	115,4	112,6	115,5	115,5	14,2
0:31:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,3	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,4	13,7
0:32:00	109,8	116,3	107,8	114,7	111,9	121,1	118,7	119,9	115,3	112,6	115,3	115,4	13,4
0:33:00	109,7	116,2	107,9	114,8	112,1	121,6	118,9	119,9	115,4	112,7	115,5	115,5	13,8
0:34:00	109,9	116,1	107,8	114,7	112,0	121,3	118,8	119,8	115,3	112,7	115,4	115,4	13,6
0:35:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,3	118,7	119,8	115,3	112,7	115,5	115,4	13,7
0:36:00	109,8	116,1	107,7	114,7	111,9	121,8	118,6	119,7	115,2	112,6	115,5	115,4	14,2
0:37:00	109,8	116,1	107,6	114,7	112,0	121,6	118,7	119,7	115,2	112,7	115,6	115,4	14,1
0:38:00	109,8	116,2	108,0	114,7	112,0	121,1	118,7	119,8	115,2	112,7	115,6	115,4	13,2
0:39:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,8	118,7	119,7	115,3	112,5	115,4	115,4	14,2
0:40:00	109,8	116,2	107,9	114,8	112,0	121,6	118,7	119,8	115,4	112,6	115,4	115,4	13,8
0:41:00	109,9	116,2	107,8	114,7	112,0	121,4	118,7	119,7	115,3	112,6	115,5	115,4	13,7
0:42:00	109,8	116,3	107,9	114,7	112,0	120,8	118,7	119,8	115,3	112,6	115,5	115,4	13,0
0:43:00	109,8	116,2	107,7	114,6	111,9	121,4	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,8
0:44:00	109,8	116,2	107,6	114,7	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,7	115,5	115,3	13,7
0:45:00	109,7	116,1	107,6	114,7	111,9	121,8	118,6	119,7	115,1	112,6	115,3	115,3	14,3
0:46:00	109,9	116,1	107,8	114,6	111,9	121,5	118,5	119,6	115,1	112,5	115,4	115,3	13,8
0:47:00	109,8	116,1	107,7	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,2	112,6	115,3	115,3	13,6
0:48:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,1	118,7	119,8	115,3	112,7	115,4	115,4	13,5
0:49:00	109,7	116,2	107,7	114,6	111,9	121,1	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,5
0:50:00	109,9	116,1	107,6	114,6	111,9	121,2	118,6	119,7	115,1	112,7	115,4	115,3	13,7
0:51:00	109,8	116,2	107,7	114,6	111,9	121,4	118,6	119,7	115,1	112,7	115,5	115,3	13,8

Continúa en la siguiente página



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	109,8	116,2	107,6	114,9	112,1	121,7	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,5	14,2
0:53:00	109,8	116,1	107,6	114,8	112,0	121,2	118,8	119,8	115,3	112,6	115,5	115,4	13,7
0:54:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,2	118,7	119,8	115,3	112,6	115,4	115,4	13,6
0:55:00	109,8	116,0	107,6	114,7	112,0	121,2	118,7	119,8	115,3	112,6	115,4	115,3	13,7
0:56:00	109,8	116,1	107,7	114,7	112,0	121,3	118,8	119,8	115,4	112,7	115,6	115,4	13,7
0:57:00	109,8	116,2	107,6	114,9	112,1	121,7	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,5	14,2
0:58:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,2	118,7	119,9	115,3	112,5	115,3	115,4	13,6
0:59:00	109,7	116,2	107,6	114,8	112,1	121,7	118,8	119,8	115,4	112,6	115,5	115,5	14,2
1:00:00	109,8	116,2	107,7	114,7	112,0	121,3	118,8	119,9	115,4	112,6	115,3	115,4	13,7
1:01:00	109,8	116,3	107,8	114,7	111,9	121,1	118,7	119,9	115,3	112,6	115,3	115,4	13,4
1:02:00	109,8	116,2	107,9	114,8	112,1	121,6	118,9	119,9	115,4	112,7	115,5	115,5	13,8
T.PROM	109,8	116,2	107,7	114,7	111,9	121,4	118,7	119,8	115,3	112,6	115,4	115,4	
T.MAX	109,9	116,3	108,0	114,9	112,1	121,8	118,9	119,9	115,4	112,7	115,6		
T.MIN	109,7	116,0	107,6	114,6	111,9	120,8	118,5	119,6	115,1	112,5	115,3		
DTT	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	1,0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	121,8	2,92
Temperatura Mínima Medida	107,6	26,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,0	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	13,7	0,7
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	14,3	23,8

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **T<sub>prom</sub>** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

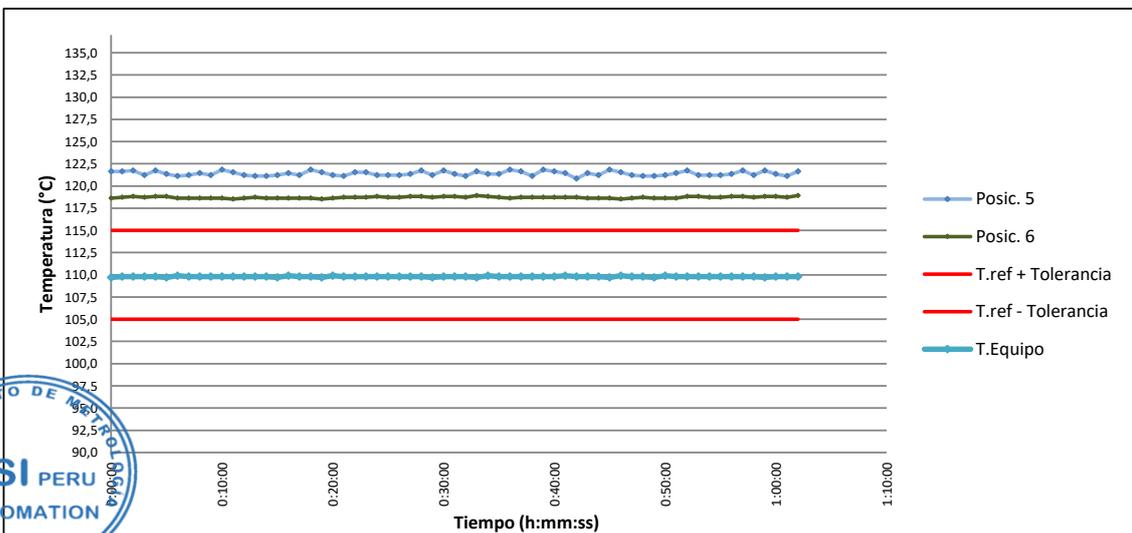
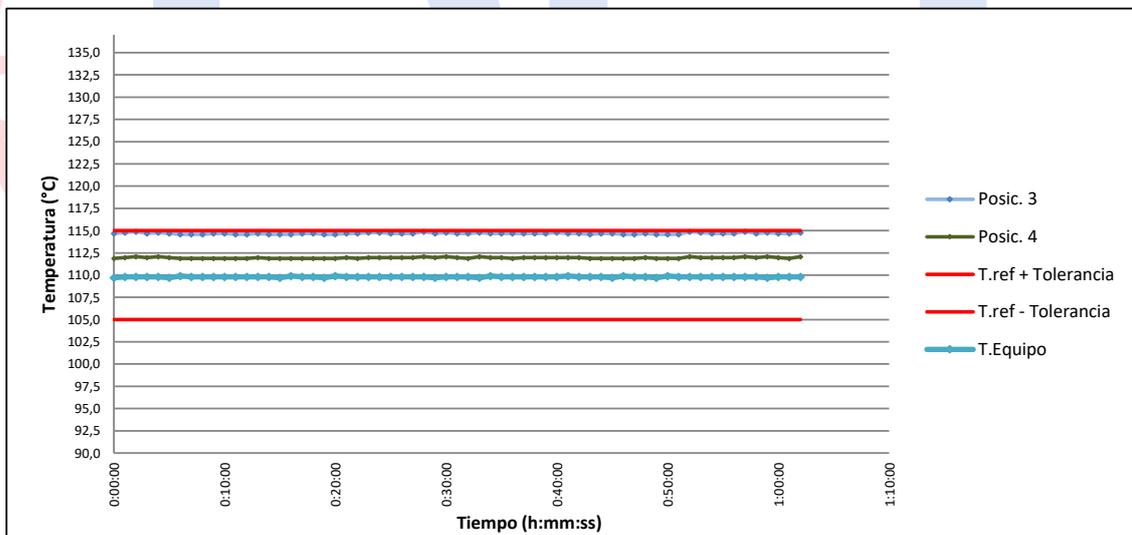
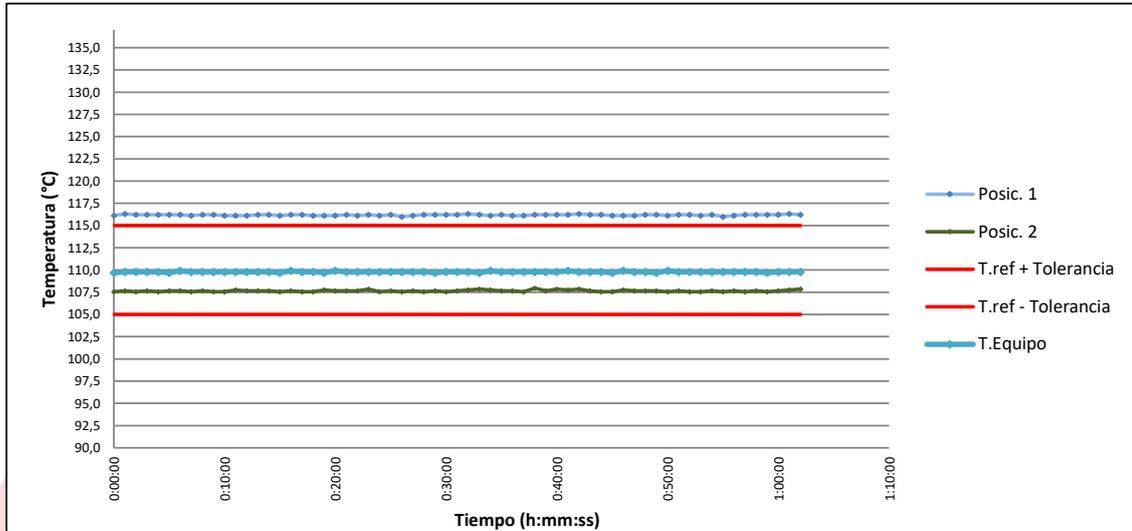
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

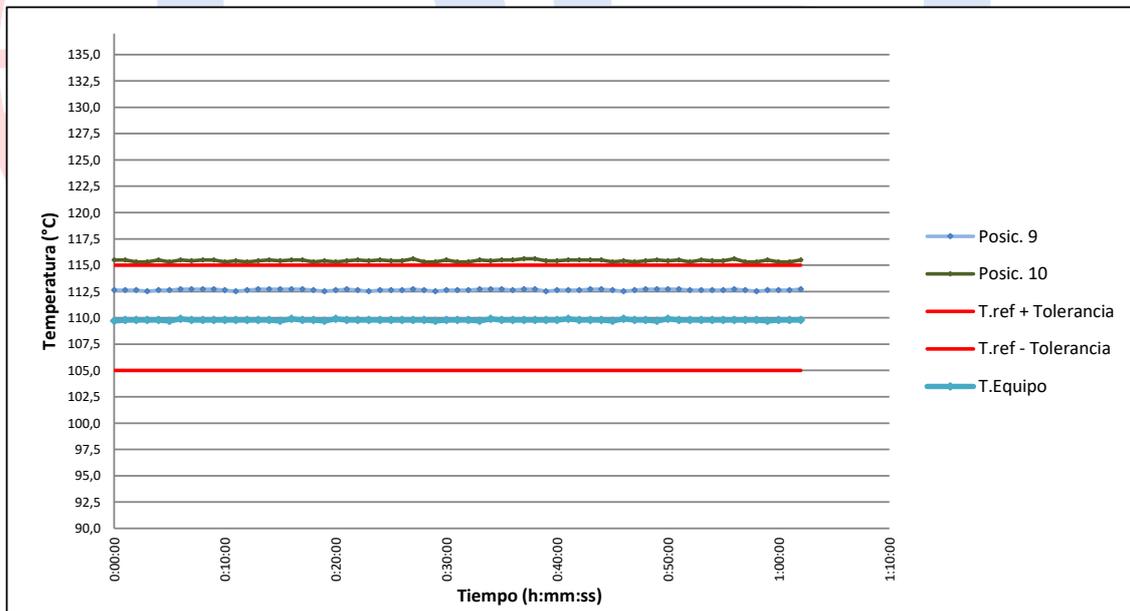
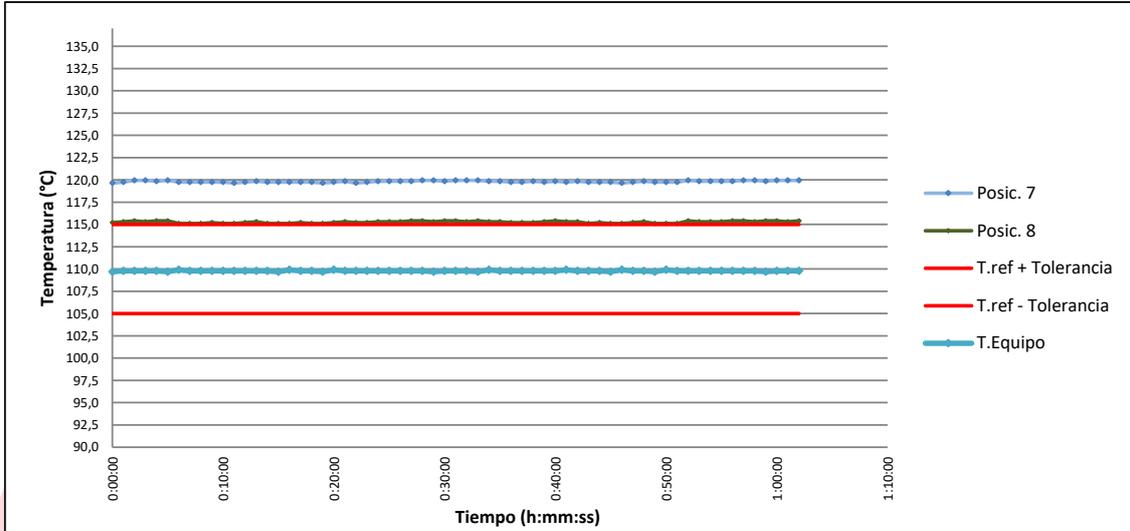
Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

**Condiciones Ambientales**

Temperatura : De 19,9 °C a 20,4 °C  
Humedad : De 65,7 %hr a 67,7 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	139,8	194,9	192,2	201,7	208,6	201,5	187,0	184,8	183,2	179,8	185,5	191,9	28,8
0:01:00	139,9	195,1	192,3	201,8	208,7	201,5	187,1	184,9	183,3	179,8	185,5	192,0	28,9
0:02:00	139,8	195,0	192,2	201,9	208,8	201,6	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	29,0
0:03:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,1	187,1	185,1	183,3	179,7	185,3	191,9	29,0
0:04:00	139,8	195,0	192,2	201,8	208,8	201,6	187,2	185,0	183,4	179,8	185,5	192,0	29,0
0:05:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,2	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	28,9
0:06:00	139,8	195,1	192,4	201,7	208,6	201,0	187,1	185,1	183,3	179,8	185,3	191,9	28,8
0:07:00	139,9	195,0	192,5	201,8	208,8	201,5	187,3	185,1	183,4	179,9	185,5	192,1	28,9
0:08:00	139,8	194,9	192,4	201,7	208,7	201,2	187,2	185,0	183,3	179,9	185,4	192,0	28,8
0:09:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,2	187,1	185,0	183,3	179,9	185,5	192,0	28,8
0:10:00	139,9	194,9	192,3	201,7	208,6	201,7	187,0	184,9	183,2	179,8	185,5	192,0	28,8
0:11:00	139,8	194,9	192,2	201,7	208,7	201,5	187,1	184,9	183,2	179,9	185,6	192,0	28,8
0:12:00	139,8	195,0	192,6	201,7	208,7	201,0	187,1	185,0	183,2	179,9	185,6	192,0	28,8
0:13:00	139,9	194,9	192,2	201,7	208,6	201,5	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
0:14:00	139,8	195,0	192,3	201,6	208,6	201,0	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
0:15:00	139,9	194,9	192,2	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,1	179,9	185,4	191,9	28,7
0:16:00	139,8	195,0	192,3	201,6	208,6	201,3	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
0:17:00	139,8	195,0	192,2	201,7	208,6	201,1	187,0	184,9	183,2	179,9	185,5	191,9	28,7
0:18:00	139,8	194,9	192,2	201,7	208,6	201,7	187,0	184,9	183,1	179,8	185,3	191,9	28,8
0:19:00	139,9	194,9	192,4	201,6	208,6	201,4	186,9	184,8	183,1	179,7	185,4	191,9	28,9
0:20:00	139,8	194,9	192,3	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,2	179,8	185,3	191,9	28,8
0:21:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,0	187,1	185,0	183,3	179,9	185,4	191,9	28,8
0:22:00	139,9	194,9	192,3	201,7	208,6	201,4	187,1	184,8	183,2	179,8	185,5	191,9	28,8
0:23:00	139,8	195,0	192,5	201,8	208,7	201,4	187,1	184,9	183,2	179,7	185,4	192,0	29,0
0:24:00	139,8	194,9	192,2	201,8	208,7	201,1	187,2	185,0	183,3	179,8	185,5	192,0	28,9
0:25:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,1	187,1	185,0	183,3	179,8	185,4	191,9	28,9
0:26:00	139,8	194,8	192,2	201,7	208,7	201,1	187,1	185,0	183,3	179,8	185,4	191,9	28,9
0:27:00	139,9	194,9	192,2	201,7	208,6	201,5	187,0	184,8	183,2	179,8	185,5	191,9	28,8
0:28:00	139,8	195,1	192,3	201,8	208,7	201,5	187,1	184,9	183,3	179,8	185,5	192,0	28,9
0:29:00	139,9	195,0	192,2	201,9	208,8	201,6	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	29,0
0:30:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,1	187,1	185,1	183,3	179,7	185,3	191,9	29,0
0:31:00	139,8	195,0	192,2	201,8	208,8	201,6	187,2	185,0	183,4	179,8	185,5	192,0	29,0
0:32:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,2	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	28,9
0:33:00	139,9	195,1	192,4	201,7	208,6	201,0	187,1	185,1	183,3	179,8	185,3	191,9	28,8
0:34:00	139,8	195,0	192,5	201,8	208,8	201,5	187,3	185,1	183,4	179,9	185,5	192,1	28,9
0:35:00	139,8	194,9	192,4	201,7	208,7	201,2	187,2	185,0	183,3	179,9	185,4	192,0	28,8
0:36:00	139,8	195,0	192,3	201,6	208,6	201,0	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
0:37:00	139,9	194,9	192,2	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,1	179,9	185,4	191,9	28,7
0:38:00	139,8	195,0	192,3	201,6	208,6	201,3	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
0:39:00	139,8	195,0	192,2	201,7	208,6	201,1	187,0	184,9	183,2	179,9	185,5	191,9	28,7
0:40:00	139,9	194,9	192,2	201,7	208,6	201,7	187,0	184,9	183,1	179,8	185,3	191,9	28,8
0:41:00	139,8	194,9	192,4	201,6	208,6	201,4	186,9	184,8	183,1	179,7	185,4	191,9	28,9
0:42:00	139,9	194,9	192,3	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,2	179,8	185,3	191,9	28,8
0:43:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,0	187,1	185,0	183,3	179,9	185,4	191,9	28,8
0:44:00	139,8	194,9	192,3	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,2	179,8	185,3	191,9	28,8
0:45:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,0	187,1	185,0	183,3	179,9	185,4	191,9	28,8
0:46:00	139,8	194,9	192,3	201,7	208,6	201,4	187,1	184,8	183,2	179,8	185,5	191,9	28,8
0:47:00	139,9	195,0	192,5	201,8	208,7	201,4	187,1	184,9	183,2	179,7	185,4	192,0	29,0
0:48:00	139,8	194,9	192,2	201,8	208,7	201,1	187,2	185,0	183,3	179,8	185,5	192,0	28,9
0:49:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,1	187,1	185,0	183,3	179,8	185,4	191,9	28,9
0:50:00	139,8	194,8	192,2	201,7	208,7	201,1	187,1	185,0	183,3	179,8	185,4	191,9	28,9
0:51:00	139,8	194,9	192,2	201,7	208,6	201,5	187,0	184,8	183,2	179,8	185,5	191,9	28,8

Continua en la siguiente página



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	139,8	195,1	192,3	201,8	208,7	201,5	187,1	184,9	183,3	179,8	185,5	192,0	28,9
0:53:00	139,9	195,0	192,2	201,9	208,8	201,6	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	29,0
0:54:00	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,1	187,1	185,1	183,3	179,7	185,3	191,9	29,0
0:55:00	139,8	195,0	192,2	201,8	208,8	201,6	187,2	185,0	183,4	179,8	185,5	192,0	29,0
0:56:00	139,9	195,0	192,3	201,7	208,7	201,2	187,2	185,1	183,4	179,8	185,3	192,0	28,9
0:57:00	139,8	195,1	192,4	201,7	208,6	201,0	187,1	185,1	183,3	179,8	185,3	191,9	28,8
0:58:00	139,8	195,0	192,5	201,8	208,8	201,5	187,3	185,1	183,4	179,9	185,5	192,1	28,9
0:59:00	139,8	194,9	192,4	201,7	208,7	201,2	187,2	185,0	183,3	179,9	185,4	192,0	28,8
1:00:00	139,9	195,0	192,3	201,6	208,6	201,0	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
1:01:00	139,8	194,9	192,2	201,6	208,6	201,1	187,0	184,9	183,1	179,9	185,4	191,9	28,7
1:02:00	139,8	195,0	192,3	201,6	208,6	201,3	187,0	184,9	183,1	179,9	185,5	191,9	28,7
T.PROM	139,8	195,0	192,3	201,7	208,7	201,3	187,1	185,0	183,3	179,9	185,5	192,0	
T.MAX	139,9	195,1	192,6	201,9	208,8	201,7	187,3	185,1	183,4	179,9	185,6		
T.MIN	139,8	194,8	192,2	201,6	208,6	201,0	186,9	184,8	183,1	179,7	185,3		
DTT	0,1	0,3	0,4	0,3	0,2	0,7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	208,8	0,58
Temperatura Mínima Medida	179,7	0,43
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,7	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	28,8	0,7
Estabilidad Medida (±)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	29,0	0,7

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos.      **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima.      **Tprom** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

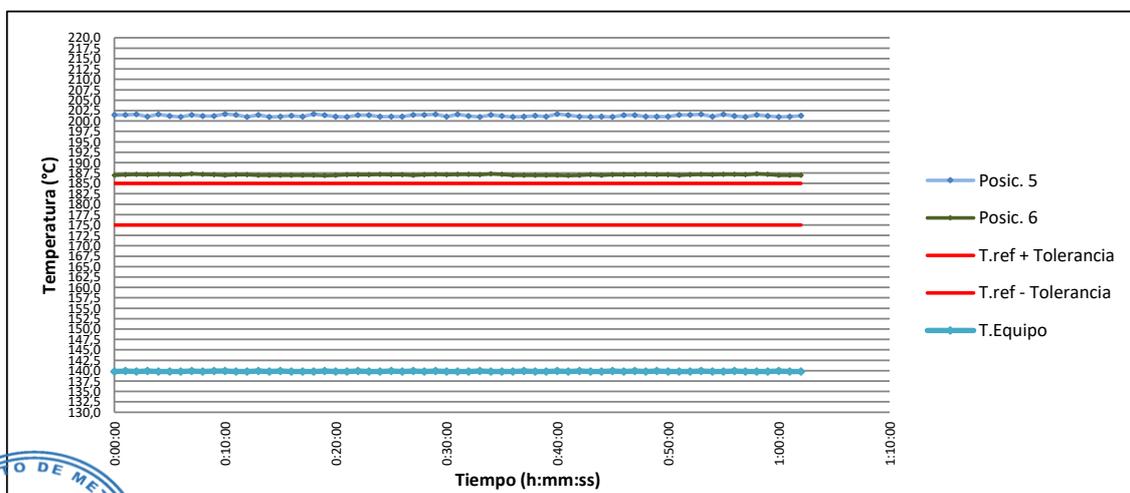
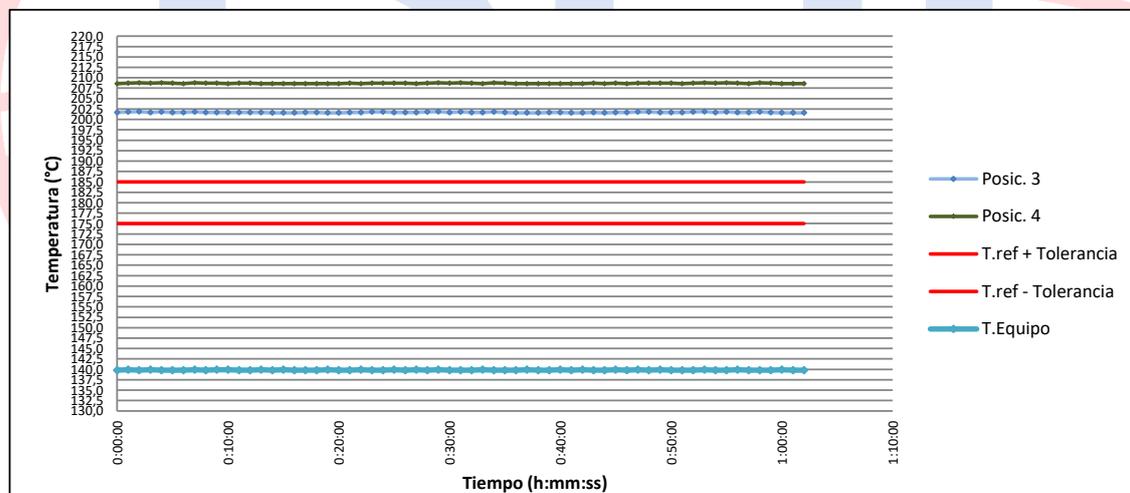
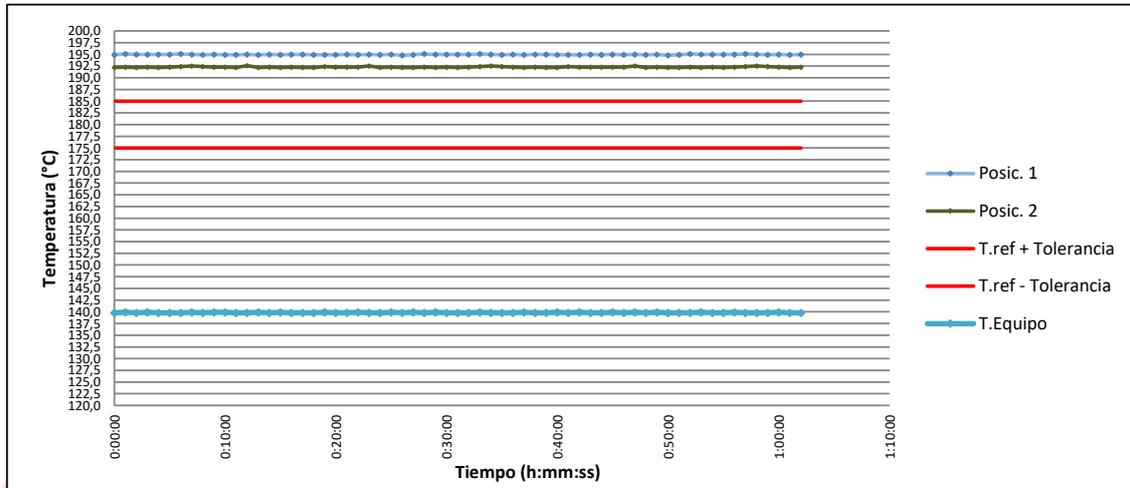
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

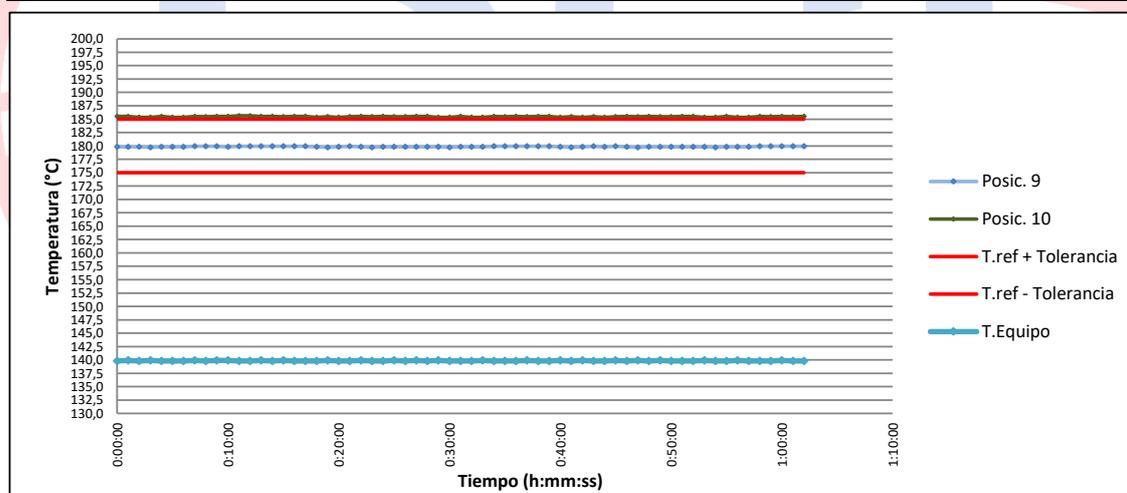
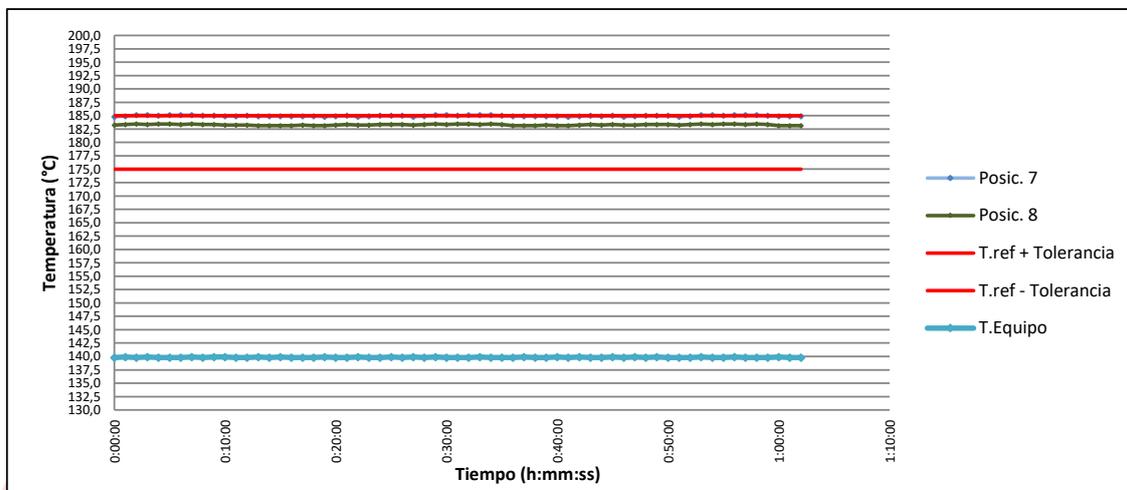
Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C





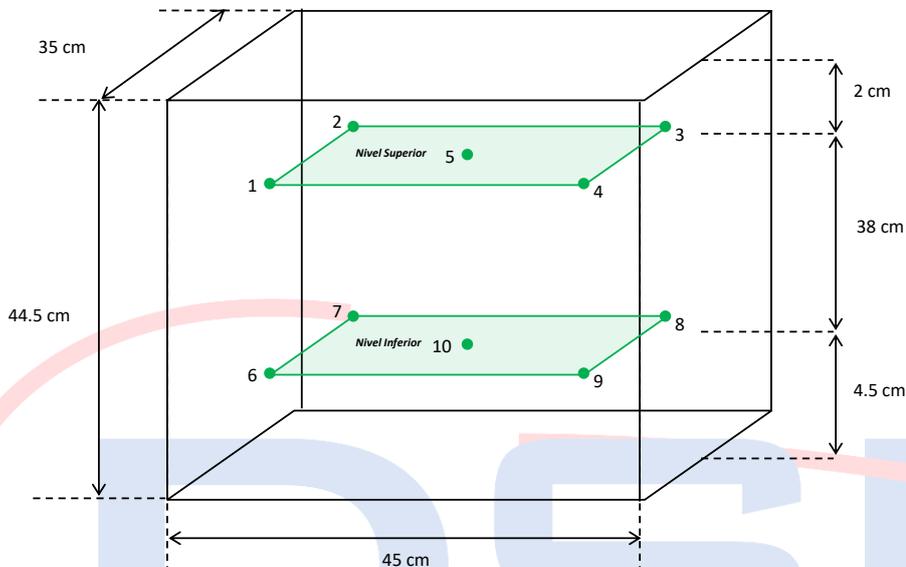
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 180 °C ± 5 °C



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

#### Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



Las posiciones del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5 cm de las caras laterales y 5 cm del fondo y frente del medio isoterma.  
Las posiciones 5 y 10 se ubicaron al centro de sus respectivos niveles.

#### Imagen del medio isoterma





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0046-2021

### DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD

#### Primer punto de calibración:

*El medio isoterma cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

#### Segundo punto de calibración:

*El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

#### Tercer punto de calibración:

*El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.*

### 8. OBSERVACIONES

*Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.*

*La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . Generalmente, el valor de la magnitud de medición está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.*

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

*(\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.*

---

Fin del Documento





# **ANEXO 5**

# **NORMAS TÉCNICAS**

**MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (E M 2000)****CONTENIDO****VOLUMEN I****SECCIÓN Nº 1 SUELOS**

- MTC E 101- 2000 Guía para muestreo de Suelos y Rocas.
- MTC E 102 - 2000 Investigación y Muestreo por perforación con barrenos helicoidales.
- MTC E 103 - 2000 Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo.
- MTC E 104 - 2000 Conservación y Transporte de muestras de suelos.
- MTC E 105 - 2000 Obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo)
- MTC E 106 - 2000 Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de constantes del Suelo.
- MTC E 107 - 2000 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado
- MTC E 108 - 2000 Método de Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- MTC E 109 - 2000 Análisis Granulométrico por medio del Hidrómetro
- MTC E 110 - 2000 Determinación del Límite Líquido de los Suelos.
- MTC E 111 - 2000 Determinación del Límite Plástico (L.P.) e Índice de Plasticidad (I.P.).
- MTC E 112 - 2000 Determinación de los Factores de Contracción de los Suelos
- MTC E 113 - 2000 Gravedad Específica (Picnómetro) de los suelos.
- MTC E 114 - 2000 Equivalente de Arena, Suelos y Agregados Finos.
- MTC E 115 - 2000 Relaciones Humedad Densidad (Proctor Modificado)
- MTC E 116 - 2000 "Peso Unitario - Humedad en los suelos, peso del martillo: 2.5 Kg; caída: 305 mm (Próctor Estándar)"
- MTC E 117 - 2000 Densidad en el sitio (Método del Cono).
- MTC E 118 - 2000 Materia orgánica en suelos (Pérdida por ignición)
- MTC E 119 - 2000 Ensayo de penetración (SPT).
- MTC E 120 - 2000 Muestreo con tubos de paredes delgadas.
- MTC E 121 - 2000 Compresión no confinada en muestras de Suelos.
- MTC E 122 - 2000 Corte en Suelos cohesivos (Veleta).
- MTC E 123 - 2000 Corte directo (consolidado drenado).
- MTC E 124 - 2000 Densidad en el sitio – Método Nuclear a profundidad reducida
- MTC E 125 - 2000 Humedad del Suelo en el terreno. Método Nuclear (Profundidad Reducida) .
- MTC E 126 - 2000 Contenido de Humedad en Suelos. Método del Carburo de Calcio
- MTC E 127 - 2000 Muestreo de suelos inalterados (superficiales).
- MTC E 128 - 2000 Módulo resiliente de suelos de subrasantes.
- MTC E 129 - 2000 pH de los Suelos.

- MTC E 130 - 2000 Mediciones de la presión de poros.
- MTC E 131 - 2000 Determinación de parámetros de resistencia al corte mediante Compresión Triaxial.
- MTC E 132 - 2000 CBR de suelos (laboratorio).
- MTC E 133 - 2000 "CBR ""in situ".
- MTC E 134 – 2000 Determinación de materia orgánica en suelos por oxidación y vía húmeda.

## **SECCIÓN Nº 2 AGREGADOS**

- MTC E 201 - 2000 Muestreo para materiales de Construcción
- MTC E 202 - 2000 Cantidad de material Fino que pasa por el Tamiz N° 200.
- MTC E 203 - 2000 Peso Unitario y Vacíos de los Agregados.
- MTC E 204 - 2000 Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Fino.
- MTC E 205 - 2000 Gravedad Específica y Absorción del Agregados Finos .
- MTC E 206 - 2000 Gravedad Específica y Absorción del Agregados Gruesos .
- MTC E 207 - 2000 Abrasión Los Ángeles (L.A.).
- MTC E 208 - 2000 Índice de Forma y Textura de Agregados
- MTC E 209 - 2000 Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio.
- MTC E 210 - 2000 Porcentaje de caras fracturadas en los agregados.
- MTC E 211 - 2000 Partículas livianas en los agregados.
- MTC E 212 - 2000 Arcilla en terrones y partículas desmenuzables.
- MTC E 213 - 2000 Impurezas Orgánicas en el Agregado Fino (para uso en el concreto).
- MTC E 214 - 2000 Índice de Durabilidad de agregados.
- MTC E 215 - 2000 Método normal de ensayo para la determinación de Carbón y Lignito en Arena
- MTC E 216 - 2000 Análisis Granulométrico del Relleno Mineral.
- MTC E 217 - 2000 Determinación de la reactividad agregado / alcalí (Método Químico).
- MTC E 218 - 2000 Determinación cuantitativa de los compuestos de azufre en los agregados.
- MTC E 219 - 2000 Sales solubles en agregados de pavimentos flexibles .
- MTC E 220 -2000 Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos (Procedimiento Riedel – Weber)
- MTC E 221 - 2000 Índice de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras
- MTC E 222 - 2000 Angularidad del Agregado Fino.

## **SECCIÓN Nº 3 BITUMENES**

- MTC E 301 - 2000 Muestreo de materiales bituminosos
- MTC E 302 - 2000 Solubilidad de materiales bituminosos en tricloroetileno
- MTC E 303 - 2000 Puntos de inflamación y de Llama (Copa Abierta) CLEVELAND
- MTC E 304 - 2000 Penetración de materiales asfálticos

- MTC E 305 - 2000 Ensayo de Flotador (FLOAT TEST)
- MTC E 306 - 2000 Ductilidad de materiales bituminosos
- MTC E 307 - 2000 Punto de Ablandamiento de Materiales Bituminosos (Anillo y Bola)
- MTC E 308 - 2000 Viscosidad del Asfalto con el método del viscosímetro capilar de vacío.
- MTC E 309 - 2000 Viscosidad Saybolt Furol
- MTC E 310 - 2000 Viscosidad cinemática de asfaltos.
- MTC E 311 - 2000 Punto de fragilidad FRAASS.
- MTC E 312 - 2000 Punto de inflamación mediante la Copa abierta TAG
- MTC E 313 - 2000 Destilación de asfaltos líquidos
- MTC E 314 - 2000 Prueba de la Mancha (Spot Test u Oliensis)
- MTC E 315 - 2000 Procedimiento para determinar el comportamiento de un asfalto en película delgada
- MTC E 316 - 2000 Ensayo de una película delgada en Horno Rotatorio (R-TFOT)
- MTC E 317 - 2000 Peso Específico del asfalto (Método del Desplazamiento).
- MTC E 318 - 2000 Peso Específico y Peso Unitario de productos asfálticos sólidos, semisólidos.
- MTC E 319 - 2000 Estabilidad al almacenamiento de asfaltos modificados.
- MTC E 320 - 2000 Recuperación elástica por torsión de asfaltos modificados.

#### **SECCIÓN Nº 4 EMULSIONES**

- MTC E 401 - 2000 Destilación de emulsiones asfálticas
- MTC E 402 - 2000 Agua en emulsiones asfálticas.
- MTC E 403 - 2000 Viscosidad Saybolt de Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 404 - 2000 Sedimentación de emulsiones asfálticas.
- MTC E 405 - 2000 Tamizado de las Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 406 - 2000 Demulsibilidad de las Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 407 - 2000 Carga de las partículas de las Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 408 - 2000 pH de las Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 409 - 2000 Cubrimiento y resistencia al desplazamiento por el agua de las emulsiones Asfálticas
- MTC E 410 - 2000 Estabilidad de las Emulsiones Asfálticas (mezcla con cemento).
- MTC E 411 - 2000 Residuo por evaporación de las Emulsiones Asfálticas a 163°C.
- MTC E 412 - 2000 Cubrimiento de agregados con Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 413 - 2000 Miscibilidad con agua de las Emulsiones Asfálticas.
- MTC E 414 - 2000 Adhesividad-Cohesividad con Emulsiones Asfálticas utilizando la Placa Vialit
- MTC E 415 - 2000 Coeficiente de Emulsibilidad del relleno mineral.
- MTC E 416 - 2000 Consistencia con el cono de las lechadas asfálticas.
- MTC E 417 - 2000 Abrasión en pista húmeda.

- MTC E 418 - 2000 Exudación y deformación de lechadas asfálticas con máquina de rueda cargada (LWT).
- MTC E 419 - 2000 Método de Ensayo para clasificar las lechadas bituminosas por medida del par de torsión, en el cohesiómetro.

## SECCIÓN Nº 5 MEZCLAS BITUMINOSAS

- MTC E 501 - 2000 Toma de muestras de mezclas asfálticas para pavimentos.
- MTC E 502 - 2000 Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos.
- MTC E 503 - 2000 Análisis mecánico de los agregados extraídos de las mezclas.
- MTC E 504 - 2000 Resistencia de mezclas bituminosas empleando el Aparato Marshall
- MTC E 505 - 2000 Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas.
- MTC E 506 - 2000 Gravedad Específica Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas compactadas empleando especímenes parafinados.
- MTC E 507 - 2000 Espesor o altura de especímenes compactadas de mezclas asfálticas.
- MTC E 508 - 2000 Peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimentos
- MTC E 509 - 2000 Determinación del grado de compactación de una mezcla bituminosa
- MTC E 510 - 2000 Peso Unitario del concreto asfáltico en el terreno (método nuclear).
- MTC E 511- 2000 Cálculo del % de asfalto que absorbe un agregado.
- MTC E 512 - 2000 Humedad o Destilados Volátiles en Mezclas Asfálticas para pavimentos.
- MTC E 513 - 2000 Resistencia a compresión simple de mezclas asfálticas.
- MTC E 514 - 2000 Peso Especifico Aparente y Peso Unitario de mezclas asfálticas compactadas empleando especímenes saturados con superficie seca.
- MTC E 515 - 2000 Caracterización de las mezclas bituminosas abiertas por medio del Ensayo Cantabro de pérdida por desgaste .
- MTC E 516 - 2000 Permeabilidad IN SITU de Pavimentos drenantes con el permeámetro LCS
- MTC E 517 - 2000 Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos (en agua).
- MTC E 518 - 2000 Efecto del agua sobre la cohesión de las mezclas asfálticas compactadas (inmersión - compresión).
- MTC E 519 - 2000 Adherencia del Bitumen – Agregado (mezcla bituminosa).
- MTC E 520 - 2000 Adherencia en bandeja.
- MTC E 521 - 2000 Ensayo para Evaluar el efecto del agua sobre agregados con recubrimientos Bituminosos usando Agua hervida.

## VOLUMEN II

### SECCIÓN Nº 6 CEMENTOS Y AGLOMERADOS

- MTC E 601 - 2000 Muestreo y aceptación del cemento hidráulico .
- MTC E 602 - 2000 Análisis Químico del Cemento Hidráulico (Portland)
- MTC E 603 - 2000 Expansión del cemento en la autoclave.
- MTC E 604 - 2000 Finura del cemento por medio de la malla N° 200.
- MTC E 605 - 2000 Consistencia Normal del Cemento.
- MTC E 606 - 2000 Tiempo de Fraguado. Método de Vicat.
- MTC E 607 - 2000 Fragua del Cemento. Agujas de Gillmore.
- MTC E 608 - 2000 Finura del Cemento Pórtland (Turbidímetro)
- MTC E 609 - 2000 Compresión de morteros de cemento hidráulico (Cubos de 50.8 mm.)
- MTC E 610 - 2000 Peso específico del cemento hidráulico (Frasco de Le Chatelier) .
- MTC E 611 - 2000 Mezcla Mecánica de Pastas de Cemento y Morteros de consistencia plástica
- MTC E 612 - 2000 Contenido de aire en morteros de cemento .
- MTC E 613 - 2000 Finura del cemento Pórtland. Método del aparato de Blaine (Permeabilidad)
- MTC E 614 - 2000 Fraguado falso del cemento.
- MTC E 615 - 2000 Resistencia a la tensión de morteros de cemento.
- MTC E 616 - 2000 Estabilidad de volumen sobre agua hirviendo (método de la galleta)
- MTC E 617 - 2000 Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo).
- MTC E 618 - 2000 Resistencia a la flexión de morteros de cemento hidráulico.

### SECCIÓN Nº 7 CONCRETO

- MTC E 701 - 2000 Toma de muestras de concreto fresco.
- MTC E 702 - 2000 Elaboración y curado de testigos en el laboratorio de muestras de concreto para Ensayos de Laboratorio .
- MTC E 703 - 2000 Refrentado de testigos de concreto (CAPPING).
- MTC E 704 - 2000 Resistencia a la compresión testigos cilíndricos
- MTC E 705 - 2000 Asentamiento del Concreto (Slump).
- MTC E 706 - 2000 Contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.
- MTC E 707 - 2000 Toma de núcleos y vigas en concretos endurecidos.
- MTC E 708 - 2000 Tracción indirecta de cilindros standard de concreto.
- MTC E 709 - 2000 Resistencia a la flexión del concreto. Método de la Viga Simple cargada en el tercio de la luz .

- MTC E 710 - 2000 Resistencia a la compresión usando porciones de vigas quebradas del ensayo a la flexión.
- MTC E 711 - 2000 Resistencia a la flexión (viga simple cargada punto central)
- MTC E 712 - 2000 Medida de la longitud de núcleos de concreto (Testigos extraídos con Brocas)
- MTC E 713 - 2000 Exudación del concreto.
- MTC E 714 - 2000 Peso Unitario de Producción (rendimiento) y contenido de aire (Gravimétrico).
- MTC E 715 - 2000 Flujo Plástico del concreto a la compresión.
- MTC E 716 - 2000 Calidad de agua para concretos.
- MTC E 717 - 2000 Contenido de cemento Pórtland en el concreto endurecido.

### **SECCIÓN Nº 8 METÁLICOS**

- MTC E 801 - 2000 Ensayos de tensión de material metálico (barras y alambres).
- MTC E 802 - 2000 Ensayo de tensión en torones para cables.
- MTC E 803 - 2000 Ensayo de doblamiento.
- MTC E 804 - 2000 Ensayo de dureza Brinell.

### **SECCIÓN Nº 9 DRENAJE**

- MTC E 901 - 2000 Resistencia a la rotura en tubos de concreto y gres por el Método de los tres apoyos
- MTC E 902 - 2000 Ensayo de absorción para tubos de concreto y gres
- MTC E 903 - 2000 Ensayo de infiltración en tuberías.
- MTC E 904 - 2000 Ensayo de permeabilidad en tuberías.
- MTC E 905 - 2000 Determinación de la rigidez en tuberías de PVC.

### **SECCIÓN Nº 10 MISCELÁNEOS**

- MTC E 1001 - 2000 Medida de la regularidad superficial de un pavimento mediante la regla de 3 metros .
- MTC E 1002 - 2000 Medida de la deflexión y radio de la curvatura (Viga Benkelman).
- MTC E 1003 - 2000 Fricción sobre superficies pavimentadas (MU METER).
- MTC E 1004 - 2000 Coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo TRRL
- MTC E 1005 - 2000 Textura Superficial Método del Círculo de Arena.

### **SECCIÓN Nº 11 ESTABILIZACIONES**

- MTC E 1101 - 2000 Preparación de probetas de Suelo-Cemento (Laboratorio).
- MTC E 1102 - 2000 Relaciones Humedad-Densidad (Suelo-Cemento).

- MTC E 1103 - 2000 Resistencia a la compresión de probetas de Suelo-Cemento.
- MTC E 1104 - 2000 Humedecimiento y Secado de Mezclas de Suelo-Cemento.
- MTC E 1105 - 2000 Determinación por titulación contenido de cal en suelos
- MTC E 1106 - 2000 Preparación en el Laboratorio de mezclas de suelo-cal empleando una mezcladora mecánica
- MTC E 1107 - 2000 Contenido de cal de mezclas suelo-cal no curadas
- MTC E 1108 - 2000 Resistencia de mezclas de suelo-cal.

## SECCIÓN Nº 12 PINTURAS

- MTC E 1201 - 2000 Determinación de la Consistencia de Pinturas con el Viscosímetro Stormer
- MTC E 1202 - 2000 Determinación del Ensayo Estándar de Viscosidad de Pinturas, Barnices y Lacas usando la Copa Ford
- MTC E 1203 - 2000 Determinación de la Densidad de Pinturas con el Picnómetro
- MTC E 1204 - 2000 Determinación de la Finura de Dispersión de Pinturas con el Grindómetro
- MTC E 1205 - 2000 Determinación del Ensayo de Caída de una Masa
- MTC E 1206 - 2000 Determinación del Ensayo de Flexibilidad de Pinturas con el Mandril Cónico
- MTC E 1207 - 2000 Determinación del Contenido de Pigmento y Vehículo
- MTC E 1208 - 2000 Determinación del Brillo Especular
- MTC E 1209 - 2000 Determinación del Tiempo de Secado
- MTC E 1210 - 2000 Determinación de la Dureza de la Película por Ensayo del Lápiz
- MTC E 1211 - 2000 Determinación de la Resistencia a la Inmersión
- MTC E 1212 - 2000 Resistencia a la Niebla Salina
- MTC E 1213 - 2000 Determinación de la Adherencia de Recubrimientos Orgánicos por El Método de la Cinta Adhesiva
- MTC E 1214 - 2000 Determinación de la Relación de Contraste de la Película Seca de Pinturas y Esmaltes
- MTC E 1215 - 2000 Determinación de la Resistencia al Sangrado
- MTC E 1216 - 2000 Determinación de la Resistencia a la Abrasión Taber
- MTC E 1217 - 2000 Toma de Muestras de Pinturas
- MTC E 1218 - 2000 Extensión de Películas de Pintura de Espesor Uniforme
- MTC E 1219 - 2000 Determinación del Porcentaje de Plomo
- MTC E 1220 - 2000 Determinación del Dióxido de Titanio
- MTC E 1221 - 2000 Determinación de la Retrorreflexión de las Marcas Viales Reflexivas
- MTC E 1222 - 2000 Determinación del Vehículo Fijo en Pinturas Utilizadas en la Señalización Horizontal de Carreteras
- MTC E 1223 - 2000 Determinación de la Corrosión en Superficies de Acero
- MTC E 1224 - 2000 Determinación de las Propiedades de Almacenamiento Acelerado de las Pinturas de Trafico

- MTC E 1225 - 2000 Determinación del Porcentaje de Cromo en Pinturas
- MTC E 1226 - 2000 Determinación de la Prueba de Impacto
- MTC E 1227 - 2000 Determinación del Grado de Deterioro de los Materiales Aplicados en la Señalización Horizontal de Carreteras
- MTC E 1228 - 2000 Determinación del Ensayo de Adherencia
- MTC E 1229 - 2000 Determinación de Bario

### **SECCIÓN N° 13 MICROESFERAS DE VIDRIO**

- MTC E 1301 - 2000 Determinación del Análisis Granulométrico de las Microesferas de Vidrio
- MTC E 1302 - 2000 Determinación del Índice de Refracción de las Microesferas de Vidrio
- MTC E 1303 - 2000 Determinación de la Resistencia a los Agentes Químicos de las Microesferas de Vidrio
- MTC E 1304 - 2000 Ensayos Estándares de Microesferas de Vidrio Para Pinturas de Tráfico

### **SECCIÓN N° 14 REFLECTANCIA**

- MTC E 1401 - 2000 Determinación de las Medidas de Reflectancia de las Señales Verticales
- Anexo N° 1 Sistema De Clasificación De Los Suelos
- Anexo N° 2 Control De Calidad
- Norma General
- Prefacio
- Glosario.

## NORMA GENERAL

### MTC E 001 2000

#### Alcance

Esta norma regula las condiciones que deben poseer los Técnicos en laboratorio así como los equipos para la ejecución de los ensayos, y la presentación de informes en los proyectos contratados por el MTC.

#### Calificación de los Técnicos de Laboratorio

Todo el personal técnico utilizado en la ejecución de ensayos debe estar calificado por la Supervisión, en el caso de un proyecto específico, o por una Entidad competente, avalada por el MTC, en otros casos. En este último caso la vigencia de la Certificación será de tres (3) años, por lo cual, cumplido este período el técnico debe actualizarla. Si el Técnico no participa en otros proyectos después de ser evaluado, la vigencia de su calificación también será de tres (3) años.

El MTC se reservará el derecho de solicitar una revisión de la certificación, nombrando para tal caso la Entidad Evaluadora.

El Técnico podrá presentar prueba de suficiencia en uno, varios o todos los ensayos descritos en este Manual. De acuerdo con lo anterior el Evaluador suministrará un certificado por los ensayos que el Técnico haya aprobado. El Técnico sólo quedará habilitado para realizar los ensayos en los cuales haya sido aprobado.

El laboratorio respectivo debe anexar a los resultados, copia de los certificados del personal técnico responsable de la ejecución.

#### Equipo de Laboratorio

Todos los equipos utilizados en los ensayos deberán encontrarse calibrados y certificados por una firma especializada o entidad competente. La certificación de calibración deberá actualizarse cada seis (6) meses.

Los equipos deben encontrarse en lugares limpios, iluminados y con espacio suficiente para el manipuleo de muestras y las maniobras de los técnicos.

El laboratorio anexará copia de los certificados de calibración respectiva de los equipos utilizados en los ensayos cuyos resultados está presentando.

## Presentación de Informes

El envío de resultados a cualquier entidad adscrita al MTC o a la Supervisión de alguna de sus obras, deberá hacerse mediante un informe técnico, el cual debe contener:

- Carta remisoría de los resultados firmada por el Representante Legal o por el Ingeniero Director de Calidad
- Objetivo de la investigación de laboratorio.
- Localización de los sitios de toma de muestras, ilustrada en una figura.
- El Informe de investigación subsuperficial deberá incluir:
  - Ubicación del área investigada. esto puede incluir esquemas o fotografías aéreas en las cuales se localizan las perforaciones y zonas de muestreo, así como detalles topográficos para la determinación de los diferentes suelos y rocas, tales como contornos, lechos de corrientes, depresiones, acantilados, etc. En cuanto sea posible, inclúyase en el informe un mapa geológico del área investigada.
  - Inclúyanse también copias de los registros de perforaciones y calicatas de ensayo con resultados de los ensayos de laboratorio.
- Tabla resumen con los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados.
- Figuras de los ensayos como granulometría, compactación, CBR, curvas esfuerzo – deformación.
- Anexo fotográfico en el caso de ensayos especiales, mostrando el estado antes y después de la ejecución.
- Anexo con los formatos diligenciados de cada uno de los ensayos. No se permitirá copia del borrador de laboratorio. Cada ensayo deberá tener la firma del Técnico Laboratorista que ejecutó el ensayo, del Jefe de Laboratorio y del Ingeniero Director de Calidad que revisaron el mismo.

Cada formato debe contener, adicional a los resultados parciales de medidas y cálculos, el nombre del proyecto, la localización del sitio donde se recuperó la muestra, el tipo de muestra, es decir inalterada o remoldeada, si corresponde a mezcla o no, y descripción visual de la mezcla y el número de ensayo MTC.

- Anexo con los certificados de suficiencia de los Técnicos laboratoristas y de calibración de los equipos.



# **ANEXO 6**

**PANEL**

**FOTOGRAFICO**



**Fotografía 1.** Plaza de Armas y la Municipalidad de Colcama.



**Fotografía 2.** Toma de muestra del Agua salada de la Mina Yumamarca.



**Fotografía 3.** Calles del Barrio San Francisco donde se realizó la primera calicata



**Fotografía 4.** Calles del Barrio San Francisco donde se realizó la segunda calicata



**Fotografía 5.** Calles del Barrio San Francisco donde se realizó la tercera calicata



**Fotografía 6.** Universidad Nacional de Ingeniería. Laboratorio de investigación y certificaciones de Ciencias. Entidad donde se realizó los ensayos Químicos del agua salada de la Mina Yurumarca.



**Fotografía 7.** Muestra de agua salada de la Mina Yurumarca.



**Fotografía 8.** Muestras de suelos, tomadas en las calles del barrio de San Francisco de Colcamar



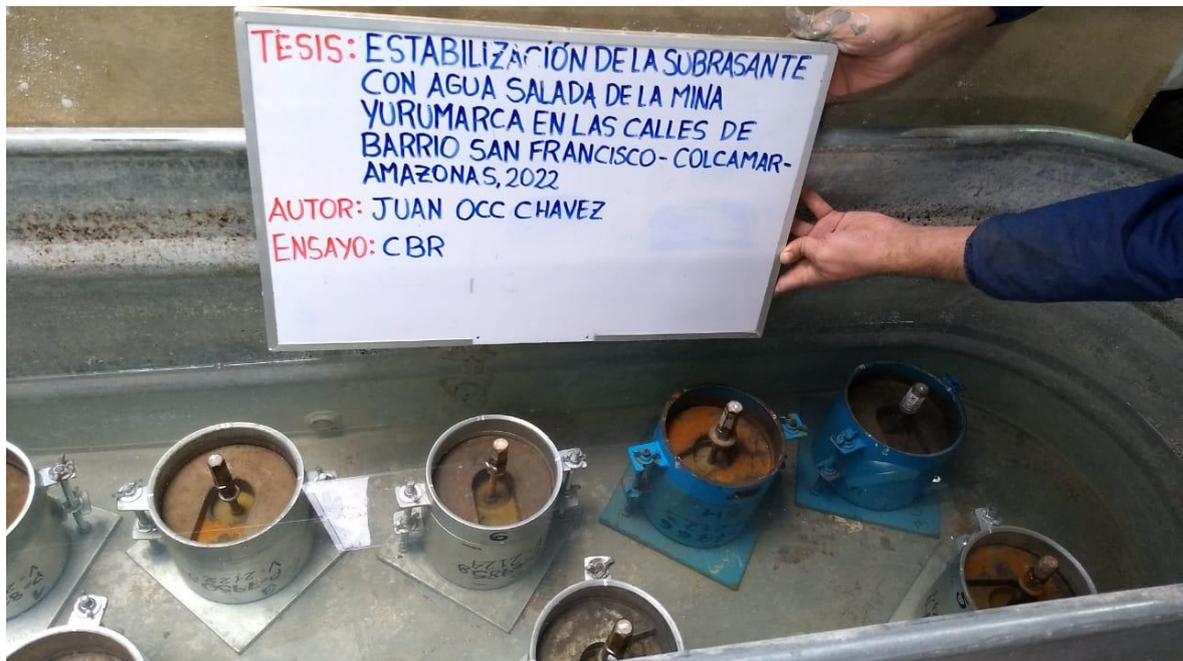
**Fotografía 9.** Ensayos de límites de Atterberg a las muestras tomadas en las calles del barrio San Francisco



**Fotografía 10.** Secado de muestras para determinar el contenido de humedad de natural de las muestras tomadas en las calles del barrio San Francisco



**Fotografía 11.** Ensayos de compactación para determinar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, mediante el ensayo del Proctor modificado



**Fotografía 12.** Saturación de las muestras de CBR, para de determinar su capacidad de corte a las muestras tomadas en las calles del barrio San Francisco

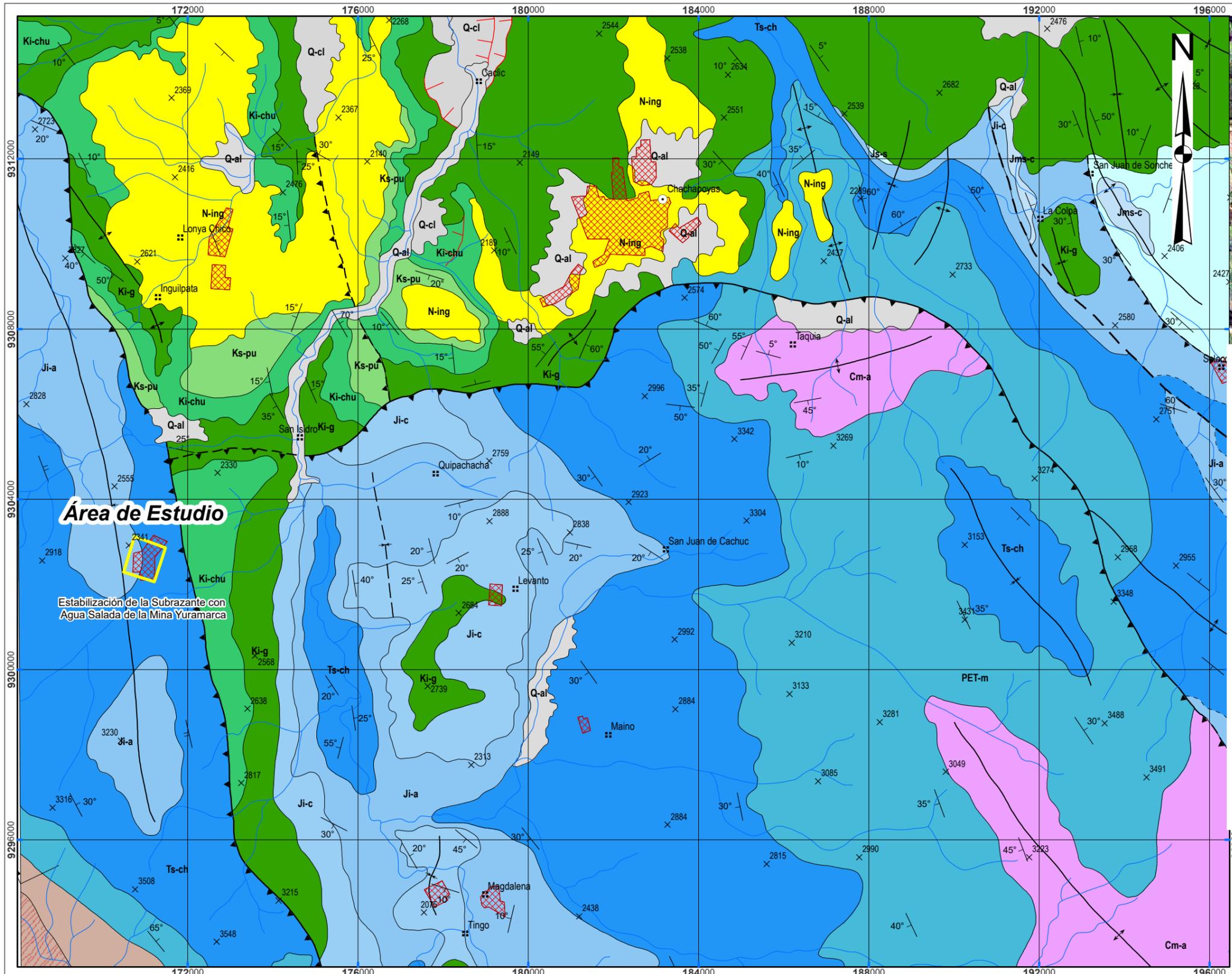


# **ANEXO 7**

## **Mapas**







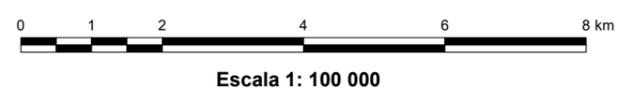
**Área de Estudio**

Estabilización de la Subrazante con Agua Salada de la Mina Yuramarca

Escala		Escala		Escala		Escala		Escala		Escala		Escala		Escala		Escala		Escala				
UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS Y SUBVOLCÁNICAS																					
CECENZICO	CUATERNARIO	Depósito glacial, fluvial	Q-gl	Gravas, arenas en matriz limoarenosa, arenas y materiales residuales no consolidados																		
		Depósito aluvial	Qh-al	Gravas y arenas mal seleccionados en matriz, limoarenosa																		
	PLEISTOCENO	Depósito aluvial	Q-al	Fragmentos rocosos heterométricos y heterogéneos (arenas, cantos, bolos) redondeados a subredondeados, depositados en forma de terrazas (ariguas)																		
		Depósito coluvial	Q-cl	Bloques rocosos heterométricos y homogéneos angulosos a subangulosos																		
	PLIOCENO	Formación Inguilpata	N-ing	Conglomerados, areniscas con bloques de roca, areniscas calcáreas, limolitas y fujos proclásticos dactílicos																		
	MIOCENO			Distancia en metros																		
		Formación Vivian	Ks-v	Areniscas cuarzosas rosáceas, de grano grueso a medio con estratificación cruzada intercaladas con algunas capas de lutita																		
		Formación Puliucana	Ks-pu	Calizas y margas gris claras en estratos medios																		
		Formación Chorta	Ks-ch	Calizas micríticas y bioclásticas intercaladas con margas y limoarcillas																		
		Formación Chulec	Ki-chu	Calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas, coloraciones parduzcas a beige																		
		Grupo Oriente	Ki-o	Areniscas masivas, cuarzosas, blancas a marrones, mal seleccionadas																		
		Grupo Goyfarisquiza	Ki-g	Limolitas, lutitas gris verdosas, areniscas cuarzosas blanquecinas, lentas de carbón, areniscas gris claras alternando con lutitas grises a limolitas rojizas																		
		Formación Sayaracuillo	Js-s	Areniscas rojizas de grano grueso, conglomerados finos, presenta intercalaciones de limolitas y arcillas																		
		Formación Corantachaca	Jms-c	Brechas conglomeráticas calcáreas, conformados por fragmentos angulosos y subredondeados de calizas																		
		Formación Condorsinga	Ji-c	Calizas con delgados niveles de areniscas, con algunas intercalaciones de oñetas y margas y con ocasional contenido de chert																		
		Formación Aramachay	Ji-a	Calizas arenosas negras, bituminosas con olor fétido, capas delgadas, intercaladas con areniscas calcáreas parduzcas																		
		Formación Chambará	Ts-ch	Areniscas grises y marrones, de grano medio a grueso, en estratos gruesos a medianos con contenidos de materia orgánica, intercalaciones de limoarcillas parduzca																		
		Grupo Mtu	PET-m	Areniscas porfíricas de naturaleza plagioclítica																		
		Grupo Ambo	Cm-a	Areniscas cuarzosas en estratos gruesos con estratificación sagrada, intercaladas con limolitas y lutitas que poseen regular contenido de materia orgánica																		
				Distancia en metros																		
		Complejo del Marañón	NP-cm-esq-gl	Esquistos																		
			NP-cm-esq-gl	Esquistos, gneises																		
					C-gd,mgr Granodiorita, monzogranito																	

**SÍMBOLOS**

	Rumbo y buzamiento de estratos		Falla inversa		Eje de anticlinal		Falla normal		Capital de provincia
	Rumbo y buzamiento de estratos fotointerpretados < 30°		Lineamiento		Eje de sinclinal inferido		Contorno de ciudad		
	Rumbo y buzamiento de Foliación		Falla inversa inferida		Contacto geológico		Localidad Común		Mina activa
	Rumbo y Buzamiento de estratos fotointerpretados 30°-60°		Falla de rumbo dextral		Contacto geológico inferido		Mina activa		Lago
			Falla de rumbo sinistral		Eje de sinclinal		Cota		Deslizamientos



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

UTM:  
WGS84  
Z 18

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
**ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON AGUA SALADA DE LA MINA YURAMARCA EN LAS CALLES DEL BARRIO SAN FRANCISCO - COLCAMA - AMAZONAS 2022**

**PLANO GEOLOGICO REGIONAL**  
**COLCAMA- AMAZONAS**

FUENTE: INGENMET HECHO POR: JUAN OCC CHAVEZ ESCALA: 1:100,000 PLANO N°: 01