



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Estabilización de la red vial con agua de mar en el centro poblado  
huacacorral, Guadalupe, Virú- La Libertad,2021”.**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Aguilar García, Paulo Cesar Xavier (ORCID: 0000-0002-6643-0973)

Bances Rivasplata, Jhony (ORCID: 0000-0001-5387-413X)

**ASESOR:**

Mgtr. Monja Ruiz, Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Neri García Castillo y Cesar Aguilar Paredes, Por ser la razón de mi existencia porque me cobijaron en su lecho, brindándome su apoyo incondicional, confianza y su amor infinito.

### **Paulo C. X. Aguilar García**

### **A mis padres & abuelos**

Isabel Rivasplata Huaraz & Alejandro Bances Benites, quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba. Mis abuelitos Lucila y Francisco quienes me aconsejan todos los días con su amor y cario presente les dedico todo mi esfuerzo y sacrificio que se merecen esto y mucho más.

### **Jhony Bances Rivasplata**

### **A mi Hermana**

Aracely Aguilar García, por ser mi más grande amiga, confidente y ser mi guía de superación e imaginándola cuando sea adulta y caminen con la frente en alto sin temer acto alguno, y así puedan enfrentar al mundo con la mejor arma, la inteligencia, llenándose de recuerdos y del amor de la familia.

### **Paulo C. X. Aguilar García**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A mis padres**

Neri García Castillo y Cesar Aguilar Paredes, por haberme amado, apoyado y guiado por un sendero lleno de valores, responsabilidades y por haberme enseñado sobre la vida, lo bueno y lo malo, lo amargo y lo dulce, lo rico y lo pobre durante toda mi vida.

**Paulo C. X. Aguilar García**

### **A mis padres**

Un agradecimiento especial a mis padres ya que siempre me ayudaron en mis obstáculos hasta en la cosa más mínima se preocupan por mi carrera y que la terminare con éxito.

**Jhony Bances Rivasplata**

### **A Nuestro asesor**

Mg. Ing. MONJA RUIZ Pedro Emilio por ser un docente de experiencia y darnos la confianza para poder lograr nuestro objetivo, por estar ahí cuando más lo necesitábamos brindándonos sus conocimientos y siendo nuestra guía en el desarrollo de nuestra investigación.

### **Los Autores**

## Índice de Contenidos

	pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de grafico.....	v
Resumen .....	vi
Abstract.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. MÉTODOLÓGÍA .....</b>	<b>13</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	16
3.7. Aspectos éticos .....	17
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>IV. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>38</b>



## Índice de Tablas

	pág.
<b>Tabla N°1:</b> ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DE MAR .....	18
<b>Tabla N°2:</b> PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PATRÓN	19
<b>Tabla N°3:</b> PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO CON ADICIÓN DE AGUA DE MAR.....	20
<b>Tabla N°4:</b> COMPARACION DEL CBR ENTRE MUESTRA PATRON Y MUESTRAS ADICIONADAS.....	23
<b>Tabla N°5:</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL CBR CON SILVESTRE (2018, P.4).....	25
<b>Tabla N°6:</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL CBR CON URRIETA (2020, P.5).....	27

## Índice de Gráficos

	pág.
<b>GRAFICO 1:</b> COMPARACIÓN DE DENSIDAD OPTIMA ENTRE LA MUESTRA PATRON Y MUESTRAS ADICIONADAS .....	21
<b>GRAFICO 2:</b> COMPARACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA ENTRE MUESTRA PATRON Y MUESTRA ADICIONADAS .....	22
<b>GRAFICO 3:</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE PROCTOR MODIFICADO CON SILVESTRE (2018, P.4). .....	24
<b>GRAFICO 4:</b> COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE PROCTOR MODIFICADO CON URRIETA (2020, P.5). .....	26

## **RESUMEN**

El desarrollo de esta tesis titulada “Estabilización de la Red Vial con Agua de Mar en el Centro Poblado Huaca Corral - Guadalupe - Viru- La Libertad - 2021. Tiene como objetivo general determinar la estabilización de la red vial con agua de mar considerando el 4%, 6% y 8% en el centro poblado Huacacorral. La estabilización del suelo consiste en la adición compuesta para poder mejorar estas propiedades existentes del suelo patrón Este proceso beneficiara que puedan dar evidencia en el mejoramiento de estas propiedades físicas y mecánicas de dicho material como en realizar la capacidad portante que esto es comprobado en el laboratorio. Esto es que el agua de mar es un líquido que contiene cloruro de sodio que puede estabilizar el suelo. Estas vías se conectarán en los pequeños centros poblados de Huacacorral.

El tipo de investigación es cuasi - experimental ya que llegamos a modificar las propiedades del suelo patrón utilizándose agua de mar. Los datos se recolectaron mediante protocolos de los ensayos de laboratorio, Los dichos resultados determinaron que el material a utilizar como el suelo patrón fue un suelo limo arcilloso según clasificación AASHTO nuestra muestra patrón, el agua de mar tiene un pH de 7.91, la muestra patrón con el CBR al 95% tiene un valor de 3.8 según norma técnica peruana el material debe ser reemplazado o estabilizado, de la adición con agua de mar se obtuvo un CBR al 95% obteniendo un 6.8%, indicando que el uso de agua de mar mejora las propiedades del suelo limo arcilloso, porque con un CBR mayor al 6% el material es aceptado para ser utilizado como sub rasante, la muestra patrón con un CBR al 100% obtuvimos un porcentaje 4.9% según norma técnica peruano el material debe ser reemplazado o estabilizado, con la adición con agua de mar al CBR al 100% se obtuvo 11% el material es aceptado para ser utilizado como subrasante porque obtuvimos un CBR mayor al 6%.

**Palabras Clave:** Agua de Mar, Proctor, CBR, Estabilización.

## **ABSTRACT**

The development of this thesis entitled "Stabilization of the Road Network with Sea Water in the Huaca Corral Town Center - Guadalupe - Viru- La Libertad - 2021. Its general objective is to determine the stabilization of the road network with sea water considering the 4 %, 6%, 8% in the Huacacorral town center. Soil stabilization consists of the compound addition to be able to improve these existing properties of the standard soil. This process will benefit that they can give evidence in the improvement of these physical and mechanical properties of said material as well as in realizing the bearing capacity that this is verified in the laboratory. This is that seawater is a liquid that contains sodium chloride that can stabilize the soil. These roads will be connected in the small populated centers of Huacacorral.

The type of research is quasi - experimental since we get to modify the properties of the standard soil using seawater. The data were collected through laboratory test protocols. The said results determined that the material to be used as the standard soil was a loamy clay soil according to AASHTO classification, our standard sample, seawater has a pH of 7.91, the standard sample With the CBR at 95% it has a value of 3.8 according to the Peruvian technical standard, the material must be replaced or stabilized, from the addition with seawater a 95% CBR was obtained, obtaining 6.8%, indicating that the use of seawater improves the properties of clay silt soil, because with a CBR greater than 6% the material is accepted to be used as a subgrade, the standard sample with a 100% CBR we obtained a 4.9% percentage according to the Peruvian technical standard, the material must be replaced or stabilized, with the addition of seawater to 100% CBR, 11% was obtained, the material is accepted to be used as subgrade because we obtained a CBR greater than 6%.

**Keywords:** seawater, Proctor, CBR, Stabilization.

## I. INTRODUCCIÓN

El punto de quiebre del estado peruano radica en Centro Poblado informales, en donde la abertura de diferencia social se hace cada vez más amplia, esto es consecuente de la falta de oportunidades que existe en cada país enfocándose en Latinoamérica, tal es el caso de Bolivia en donde las ciudades aumentaron exponencialmente, esto en consecuencia de los asentamientos irregulares en busca de una vivienda (Vargas, 2014, p.3). Los también llamados Asentamientos informales o más conocidos como invasiones, según Delgadillo (2016, p.4) son aquellos que se encuentran fuera del límite de las normas de ordenamiento territorial, es decir que quebrantaron la ley al establecerse en un terreno no apto para habitar o simplemente en un terreno que no les pertenece. Esto es a consecuencia de un déficit de igualdad social, en el cual estas personas están en su necesidad de adecuarse a lo que lograron conseguir, presentando muchas veces escases de servicios básicos y necesidades económicas, entre otros. Según Hernández (2014, p.4) indicó que los centros poblado marginales como también se les conoce, son un conglomerado demográfico, estando conformado en su mayoría de viviendas que carecen de servicios, tal es el caso del Centro Poblado Huacacorral, en el cual los pobladores carecen de ciertos servicios, tales como el agua potable, recojo de basura, vías pavimentadas o estabilizadas y seguridad ciudadana.

Por si esto fuera poco, el acceso a este Centro Poblado es por medio de autos particulares, esto se da debido a la ausencia de vías asfaltadas o estabilizadas, ya que el suelo predominante es arena, así mismo tienen un horario de transporte entre las 08:00 a.m. a 11:00 a.m. y 5.00 p.m. a 11:00 p.m., esto se debe a lo complejo que es acceder a estas vías innatas, levantando polvo excesivo y generando contaminación ambiental, dejando partículas suspendidas en el aire, las cuales, según el blog Meteo-sim (2019, párr.2) el polvo o partículas suspendidas genera agravamiento del asma y otras enfermedades tales como la bronquitis, así mismo genera enfermedades cardiovasculares, respiratorias terminando en cáncer de pulmón, paralelamente el polvo, así como la ausencia de una vía estabilizada genera ausencia de transporte público y de mercancía, por lo cual estos pobladores se ven en la necesidad de a pagar montos altos

para poder transportarse, por ello, surge la necesidad de realizar un trabajo de investigación, en el cual se estabilizará la vía del centro poblado Huacacorrall mediante agua de mar, con el único fin de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas.

Por ello, se consideró la siguiente **interrogante** ¿Cuál es el porcentaje óptimo entre 4%, 6% y 8% para estabilizar la red vial con agua de mar en el centro poblado Huacacorrall, Guadalupito, Virú - La Libertad – 2021?

Sucesivamente se procede a **justificar** el proyecto de investigación, radicando en el **aspecto social** ya que al estabilizar la red vial del Centro Poblado permitió aumentar el tránsito de vehículos, brindando a tener mejor calidad de vida ya que estos se evitaron del exceso de polvo y enfermedades respiratorias ocasionadas por el mismo, según Matos y Rodríguez( 2015, p.2) indicaron que la enfermedad más común que produce el polvo es el asma, presentándose a cualquier edad sin distinción alguna, dicho sea de paso esto se deriva al ámbito ambiental, ya que se mitigó el polvo excesivo en la vía, reduciendo el porcentaje de contaminación ambiental, además al utilizar el agua de mar como un agente estabilizador se reutilizó uno de los mayores recursos en el mundo, evitando gastos excesivos en estabilizantes químicos, por ello entrando al **aspecto económico**, al estabilizar la vía se amplió el sector económico , permitiendo intercambiar la compra y venta de productos, así mismo el precio de los pasajes se redujo en consecuencia de un mayor número de transportes. El Centro Poblado Huacacorrall, perteneciente al distrito de Guadalupito, dispone de una población de 500 familias.

Para poder dar respuesta a la problemática surge como **objetivo general** Determinar la estabilización de la red vial con agua de mar considerando el 4% , 6 % y 8% en el centro poblado Huacacorrall, Guadalupito - Virú - La Libertad – 2021, así mismo consideramos los siguientes **objetivos específicos**: Determinar las propiedades químicas que presenta el agua de mar del Puerto Santa-Santa-Ancash, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón antes de ser estabilizado con agua de mar en la proporción de 4 %, 6%, 8%, determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón después de ser estabilizado con agua de mar en la proporción de 4 %, 6%, 8%, comparar la

estabilización del suelo patrón antes y después de ser estabilizado con agua de mar en la proporción de 4 %, 6%, 8%.

Consecuentemente se formuló la **hipótesis**, Al adicionar agua de mar considerando el 4%, 6% y 8% se estabilizó la red vial del Centro Poblado Huacacorrall, Guadalupito -Virú - La Libertad - 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

Debido a los constantes problemas que presentan los centros poblados y los agentes contaminantes que genera el no tener tramos de vías estabilizados, se buscó información con el respaldo de los autores que se mencionaron.

Por ello, en el **ámbito internacional** en Guamán (2016,p.2) en Ecuador-Ambato, en su investigación “Estudios de la conducta del suelo arcilloso estabilizándose por dos modos químicos (cloruro de sodio y cal )”, define como objetivo general, el análisis de la conducta del suelo arcilloso estabilizándose con materiales químicos (cloruro de sodio y cal), se realizó una investigación tipo experimental, explicativa - descriptiva, con dicha población y muestra arcillosa de la zona, con la aplicación del CBR y Proctor Modificado, se definió que la estabilización del suelo con cloruro de sodio con la cual tenga el mayor porcentaje que se utilizó será su mejor estabilización y con una compactación más rápida al realizar los ensayos. Con la estabilización con cal también tuvo mejor trabajabilidad, a su vez el suelo estabilizado por Cloruro de Sodio tiene sus valores bajos en los Límites Atterberg que estando estabilizado por Cal. El suelo que se estabilizo con Cloruro de Sodio tiene mejor comportamiento que el suelo estabilizado por Cal. Por último, se llegó a la conclusión que el CBR de la estabilización con Cal con los porcentajes de 7.5% y 12.5% con cuyos valores de 20.8% y 26%, cumplen con las especificaciones de la construcción de puentes y caminos de la normatividad del Ministerio de Obras Publicas de Ecuador y que son mayores de los parámetros establecidos que es el 20%.

Silvestre (2018, p.4) en Ecuador habla de su investigación “Análisis de comparación del agua de mar y con la cal en la estabilización de suelos arcillosos en las avenidas que está conformado por 2 de noviembre de la comunidad Engobao perteneciendo a las playas, provincia del guatas”, Define como objetivo general, evaluar aquellos resultados de la capacidad portante del suelo mediante el CBR entre las muestras recogidas de la estabilización de suelos con agua de mar y con cal hidratada, los resultados de la capacidad de soporte de suelo mediante el ensayo de CBR entre las muestras de suelos estabilizados con agua de mar y luego con cal hidratada en diferentes proporciones, indicando una metodología experimental ya que este manipuló la variable independiente



tomando como muestra 5 galones de agua y 60 kg del suelo del lugar los cuales fueron evaluados posteriormente, llegando a la conclusión que el producto estabilizado con cal hidratada, así como el de agua de mar presentaron mejoras relevantes ante las normas AASHTO y SUCS, ya que la muestra que se estabilizo a la proporción de 7% presentó un CBR = 18.05, de igual modo mejoró los límites de consistencia WP = 25,14 %, WL = 33,20 %, IP = 8,10 %, por lo que llegamos a la conclusión del límite de plasticidad es más relevante ante el suelo natural.

Por otra parte, **ámbito nacional** en nuevo Chimbote, Montano y Olivares (2019, p.6) en su tesis “Influencia de la adición del cloruro de sodio al estabilizar las muestras extraídos del Proyecto Especial CHINECAS, con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote 2019” resalto como principal objetivo determinación de la influencia de la adición del cloruro de sodio en el porcentaje de 2 % y 4 % que se estabilizara, sobre la máxima densidad seca y el índice de resistencia de suelo (C.B.R.). los sedimentos extraídos del proyecto especial CHINECAS, continuamente presento una metodología cuasi experimental utilizando un total de 12 réplicas siendo, ya que se aplicó 4 réplicas por cada porcentaje llegando a la conclusión que adicionando el cloruro de sodio como agente estabilizante de las muestras recolectadas del Proyecto Especial CHINECAS, con fines de pavimentación, aporta una amplificación en las características mecánicas, químicas y físicas de estos suelos, así mismo las réplicas usadas como muestra patrón, arrojaron una densidad seca de 1,763gr / cm<sup>3</sup> y el índice de resistencia del suelo a 3,5% con respecto al 95% de densidad seca.

Breiner y Lorena (2019, p.4) en Perú-Chimbote en su investigación “Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019”, planteo su objetivo general determinar la influencia del cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial Vecinal AN – 873, aplico un tipo de investigación experimental de corte transversal, necesito una población determinada por la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km, este lo redujo a una muestra de 4 calicatas con el propósito de dar una definición a

las propiedades mecánicas y físicas del suelo con la ayuda de los ensayos de laboratorio, aplico técnicas las cuales fueron representadas por protocolos como el CBR y Proctor modificado, determino que el suelo utilizado es Limo – Arenoso median AASHTO y SUCS A – 4 llamado Regular a Malo, se obtuvo un contenido de humedad es de 21 – 22 %, no presento limite liquido ni plástico, densidad seca fue a 2.046 gr / cm<sup>2</sup>, con una humedad optima de 12.10 % y CBR de 8.29 %, de igual modo al hacer la comparación adicionando cloruro de sodio con el parámetro de 5 % esto aumento al 93,73 % el valor del CBR comparado a la muestra patrón. Adicionando el parámetro del 7 % el valor del CBR bajo al 8.93 % con respecto a la muestra patrón y así se llegó a la conclusión que es más recomendable al utilizar el parámetro de 5 % obtuvo mejor resultados.

Urrieta (2020, p.5) en Perú-Barranca en su investigación “Evaluación al aplicar agua de mar para el mejoramiento del CBR - AA.HH. Tupac Amaru, provincia de Huara, departamento de Lima”, define su objetivo general, dar una evaluación a la aplicación de agua de mar, mejorar el CBR del AA.HH Túpac Amaru, provincia de Huaura departamento de Lima, desarrollo una metodología tipo experimental descriptivo, así mismo, utilizo una población delimitada por la el acceso al AAHH Túpac Amaru, Distrito de Végueta, Provincia de Huaura, Departamento de Lima y una muestra de subrasante afirmada del acceso al AAHH Túpac Amaru, Distrito de Végueta, aplico el Proctor modificado y CBR como protocolos, determinar que al aplicar agua de mar mejorara el CBR del AA.HH Tupac Amaru, llegamos a los resultados que se logró los parámetros del CBR con las proporciones de 64.30 %, 78.30 % y 95.20 % y con la adición de agua de mar se pudo lograr los parámetros del CBR con las proporciones de 99.20 %, 90.90 % y 109.10 %; al lograr esto se obtuvo una máxima mejora de 34.9 %.

Continuamente es necesario complementar los conocimientos adquiridos para dar respuesta a los objetivos definidos, por eso se recurrió a la recolección de información de otros autores iniciando por conceptos tales como el suelo, el cual se distingue por ser una agrupación de elementos minerales, estos derivan muchas veces de rocas ígneas o rocas madres, es decir son fracciones de rocas no sedimentadas las cuales se produjeron con el pasar del tiempo (Jing, Zhang,

Feng y Liu, 2019). Estos **suelos** según Ayaipoma y Huamán (2015, p.20) se clasifican por su dimensión siendo un total de 4 tipos, tales como grava (G), arena (S), limo (M) y arcilla (C).

Iniciando por las **gravas** que son un conjunto de piedras procedente de la fragmentación o rotura de las rocas, en algunos casos son llevadas por las aguas, y sedimentándose en los ríos, generalmente es aplicado como relleno en la construcción o para elaborar concreto, esto se debe a su capacidad de adhesión, continuamente sigue la **arena**, esta es considerada así por sus granos finos derivado también de rocas, encontrándose en los ríos y mares. Ulloa, 2015, p. 19).

De igual modo con un rango más pequeño se encuentran los **limos**, estos son fragmentos finos, variando entre los 0.0039mm a 0.0625mm, considerado inorgánico al conseguirlo de canteras y orgánico al traerlo de ríos. Una de sus características más resaltantes su color, el cual es de color gris oscuro y claro. El limo orgánico tiene una porosidad. (Tantaquilla y Valdivia, 2019, p. 23).

Una rama más baja se encuentra las **arcillas**, estas son consideradas las más pequeñas, generalmente cuentan con superficies lisas, teniendo un diámetro de 0.0039 mm, generalmente presentan plasticidad y al entrar en contacto con el agua se forma en silicato de alúmina hidratado. (Gago, 2017, párr.1)

Por otra parte, la **clasificación** según American Association of State Highway Officials AASHTO, está muy ligada al índice de plasticidad de un suelo y el límite líquido de este mismo, teniendo en cuenta también el porcentaje de material que pasa por las mallas N.º 10, 40 y 200 respectivamente (American Association of State Highway and Transportation Officials, 2017, p. 3). Sin embargo, estas no son las únicas clasificaciones, dado a que American Society of Testing Materials los clasifica y les da el nombre de Unified Soil Classification System USCS los agrupa en dos grandes grupos: los suelos granulares o finos, estos últimos tienen la característica de que el material obtenido pasa el 50% por el tamiz N.º 200 y, si esto no se da, el material se califica como granular. No obstante, Unified Soil Classification System USCS, sub divide estos dos grupos, obteniendo así diferentes tipos de materiales, (American Society of Testing Materials, 2017, p.14)

En la **clasificación de suelos S.U.C.S**, es siendo el más largo en realizar los ensayos en los laboratorios de suelos (SUCS). Es propuesto por Casagrande Arthur en 1932. Adoptado en el Departamento de ingeniería de los EEUU (1942) y que se presentó a la ASCE (1948) (Casagrande 1932, 1948). Fundamentado en el límite de Atterberg (límite líquido y límite plástico) y realizar la granulometría. La **clasificación A.A.S.H.T.O** Se inició en los Estados Unidos. Donde se desarrolla la mayor cantidad de clasificaciones del suelo. (AASHTO), y poco a poco evoluciona en los grandes y respetuosos geotécnicos. Hogentogler y Terzaghi para el Bureau of Roads Public norteamericano. Ensayo de Casagrande, que está ubicado en los principales 7 grupos del suelo, que está en orden del A1 hasta el A7, estos grupos están dividido en subdivisiones; El A1 y el A7 que están en (2 subgrupos) y el A--2 (4). (Bañón L, 2000, pp. 60-61).

Continuamente para las **propiedades del suelo** se requieren ciertos ensayos, empezando en las propiedades físicas, en el cual se requiere en **análisis granulométrico** según (NTP 339.128, 1999) es un proceso de tamizado, estos se encargan de definir en cada tamiz según el diámetro de la muestra, al terminar este ensayo se obtiene el peso retenido en cada tamiz, posteriormente se determina el porcentaje pasante en cada tamiz (Silvestre, 2018, p. 21) De igual forma (Castillo, 2019) indico que es la separación de una muestra por medio de su tamaño nominal a través de mallas, aislándolas a cada una de ellas para un posterior análisis.

Otra de sus propiedades es la **plasticidad**, esta depende únicamente de la fineza del elemento, por lo cual un análisis granulométrico sería insuficiente para determinarlo, entonces se requiere a los límites correspondientes, encontrándose con el límite líquido y límite plástico o límite sólido, también son llamados límites de Atterberg: el límite de liquidez (LL). **El límite y plasticidad** (LP) y el límite de retracción (LR). (NTP 339.129, 1999). (Durotoye, 2016, p.4). Sucesivamente se determina la propiedad de densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad (Shakeel, 2016, p. 78).

De igual modo el **Proctor modificado** determina la proporción de densidad seca dependiendo del grado de compactación en base a su contenido de agua, es decir representa la compactación de un suelo buscando la humedad óptima, para

determinar la densidad relativa se realiza golpes que esto varían en las 5 capas y que está relacionado con aquellas herramientas que utilizaremos para hallar la densidad. (Luna e Izaguirre, 2019, p.15). En la propiedad mecánica encontramos la **capacidad portante** que tiene un relativo valor de soporte al material del suelo que se está midiendo por las fuerzas que está en la masa del suelo. (NTP 339.141, 1999).

Continuamente para realizar el **muestreo** se solicita equipos y herramientas, dentro de los cuales se requiere realizar calicatas, estas se harán según lo normado, dependiendo del índice de tránsito en cada lugar, tendrá una profundidad de metro y medio, con un ancho de un metro por un largo de un metro, para este trabajo se necesita palanas, barreta y sacos, adicionalmente se identifica cada calicata por medio de una pizarra acrílica, las muestras son extraídas de la parte media de la calicata, posteriormente son examinadas en el laboratorio de mecánica de suelos. Los ensayos que se están aplicando en las muestras obtenidas son, granulometría, Proctor modificado, límite de Atterberg y CBR, estos ensayos suman un aproximado de 50 kg de muestra a obtener, esto será aplicado para cada calicata que se realice (Roldan y Rojas, 2016, pp.44-45).

Para realizar la **estabilización de suelos** se procede al mejoramiento de los mismos con el único fin de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas, asegurándose de obtener una capa estable y firme, el cual posteriormente permitirá soportar los esfuerzos del tránsito vehicular, así como los efectos climáticos. Al estabilizar un suelo se debe ampliar su capacidad de soporte y reducir el índice de plasticidad, al fijar un suelo se maneja intencionalmente sus propiedades con agentes modificadores para brindar mejores características al suelo, beneficiando a la sociedad. (INTEREMPRESAS, 2018, párr.1)

Para lograr conseguir estas **propiedades**, existen métodos de estabilización, radicando en la estabilización mecánica, esta consiste en comprimir el suelo estáticamente y dinámicamente aumentando su densidad, disminuyendo su porosidad y mitigando su permeabilidad. En esta estabilización se busca amplificar la capacidad portante del suelo, disminuyendo los asentamientos diferenciales, controlar cambios volumétricos repentinos, mitigar la

permeabilidad y aumentar la estabilidad del elemento sometido a este método. La compactación del suelo varía según el tipo y escala del suelo, así mismo del peso seco y el contenido de humedad. Es decir, es el peso unitario del suelo seco (Rivera, Guerrero y Gutiérrez, 2020, p.4).

De igual modo la **estabilización física** consta en cambiar las características de los suelos con la mediante modificación de alguna de sus características, entre ellas se encuentran los geo sintéticos, geotextiles, los poliésteres o polipropileno, las geomallas, laminas poliméricas, polietileno de alta y baja densidad, cloruro de polivinilo; así mismo el geo compuesto específicamente diseñada para la estabilización del suelo, que es requerido tanto con esfuerzo y separación de aquella base granular y del subsuelo muy fino.

Sucesivamente la **estabilización química** consta en agregar otros materiales o productos químicos, estos modificaran sus propiedades, debido a la reacción química de estos o en consecuencia de la creación de un nuevo elemento. De igual modo Firoozi (2017, p1) recomienda combinar dos métodos resaltando la estabilización mecánica de compactación y vibración, así como el de la estabilización química para amplificar la resistencia y durabilidad de la misma. Generalmente se usan ciertos estabilizantes químicos en el suelo, tales como la cal, que disminuye dicha plasticidad en el suelo arcillosos; Cemento Portland, que es aplicada en gravas finas o arenas, que esto incrementa dicha capacidad de soporte de los suelos; Cloruro de Sodio aplicándose en suelos con arcilla o limo que esto reduce el polvo en los suelos; Cloruro de Calcio: Esto disminuye el polvo en los suelos (efecto de impermeabilizante). (Morales y Pailacura, 2019, p.2)

**La subrasante** es la capa en la cual se asienta el pavimento o el afirmado. Básicamente es el asiento para la estructura del pavimento, es el que soportara la estructura estando compuesta de suelos que están seleccionados con características aptas, compactado de capas para la construcción de una estructura indicada y que está por el óptimo estado, que esto no esté afectado por las diferentes cargas del diseño proveniente de la transitividad, la subrasante es la corteza principal que será mejorada, esto es considerado la columna de todas las estructuras viales. Se indica que el parámetro del CBR de esta

estructura es el 95 5 para la subrasante con los valores que están relativos al soporte del 15. (Cortes y Fernández, 2016, p. 27)

Seguimos con la definición del **agua de mar**, este tiene un conjunto de sales minerales representada por el (3,6 % = 36 g/L). Con la densidad media de la superficie de 1.030g / ml, a dicha cantidad de agua de mar que esta se transforma en hielo ( -3 °C) y que esta es registrada como corriente Antártica de ( -3.5 °C). Continuamente presenta **características** tales como un sabor salado y así como un olor marino, esto se debe a la putrefacción de materia, conserva la temperatura firme al aire, esto es consecuencia de la alta inercia, tiene unos minerales entre los 20 y los 40 gr de sales. (Roldan, 2010, p. 80)

De igual modo, este presenta **propiedades químicas**, tales como la **salinidad**, esto se debe a la mezcla de todas las sales que están dispersas en el agua de mar, así mismo son más relevantes como el cloruro, los carbonatos y sulfatos. Resumiendo lo descrito que la mejor solución es acuosa a las sales del mar, estas sales son las encargadas de brindarle un sabor salado, En su salinidad es el total de gramos de todas las sustancias que están solidas en el agua de mar. Esta representados en partes por millón y que es ubicado en todos los océanos denominado salinidad de 36 parte por millón o mejor dicho que el kilogramo del agua de mar tiene un contenido de 36 gr. (Roldan 2010, p. 92)

De igual modo cuenta con **clorinidad** que el bromo y el yodo por el pasar del tiempo ha sido reemplazado por el cloro. Dicho esto, la clorinidad es determinada al realizar el análisis químico, el cual nos puede dar cálculos de la salinidad con dicha precisión de 3 centésimas de gramo. Dicho sea de paso, también tiene una **densidad** de agua de mar en funcionabilidad con la salinidad, temperatura y presión, es decir que la presión y temperatura es constante, varia en la densidad dependiendo de la salinidad. Así mismo la parte mayor del océano esto depende de la temperatura que esta el agua, estos pesos de 1030 a 1039 kg / m<sup>3</sup> que se encuentra en el océano que esto tiene que ser menor a la de la superficie y los valores del **pH** entran entre los parámetros de 8.5 y 9.6 que esto siempre varia en lo que se encuentra la temperatura, con la temperatura aumentara el pH, esto también varía en la funcionabilidad de la presión, salinidad. (García, 2012, pp.7-18).

En la definición de **cloruro de sodio** (NaCl) compuesto por los minerales de cloro y sodio, estos están conformados por el 85 % de sales, el compuesto sodio es el más fundamental en el océano (agua de mar), estos cristales son conformados por cloruro de sodio, tiene como primera propiedad de mantener y agrupar el líquido de agua, de así mismo obtener fácil la extracción de polvos finos o grandes tamaños de cristales, el sodio tiene como enlace unir las partículas. Dicho cloruro de sodio se puede adquirir con la fuerza de los rayos solares, así mismo que se puede despartir el agua, así mismo se adquiere los rayos solares con el fin de evaporizar el agua de mar con el fin de obtener polvos finos de cloruro de sodio. (Rivasplata, 2011, p. 20)



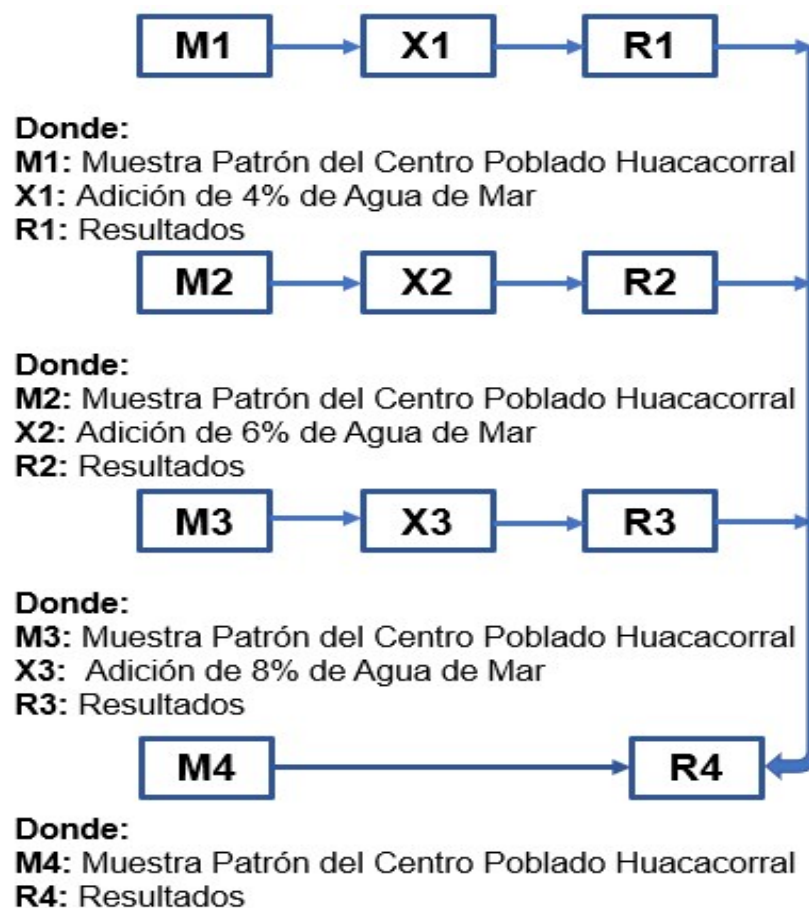
### III. MÉTODOLÓGÍA

#### III.1 Tipo y diseño de investigación

La presente tesis tiene como **enfoque** de tipo cuantitativo que estas tiene variables que de acuerdo a la información obtenido serán medidas con instrumentos y técnicas que utilizaremos, ya que este hace uso de datos numéricos para dar respuesta a la hipótesis (Sampieri, 2014, p.37).

El **tipo de investigación** es de tipo experimental, las características mecánicas y físicas del suelo que se ha estudiado, así mismo fueron alteradas y modificadas, gracias a esto realizamos un análisis de capacidad portante que nos otorgara el suelo que estamos estudiando. (Baena, 2017, p.49)

El **diseño de investigación** es cuasi-experimental que tiene el principal motivo de la conexión de las variables que estamos estudiando que están seleccionadas antes de esta experimentación que estamos realizando. (Mousalli, 2015, p.34).



### III.2 Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Agua de mar, este tiene un conjunto de sales minerales representada por el (3,6 % = 36 g/L). Propiedades químicas del agua de mar.

- Indicadores son:
  - Salinidad
  - Clorinidad
  - Densidad
  - Tensión superficial
  - pH
  - Cloruro de sodio.
- Escala de medición: Nominal.

**Variable dependiente:** Estabilización del suelo, se procede al mejoramiento de los mismos con el único fin de mejorar sus propiedades mecánicas y físicas.

- Indicadores son:
  - Análisis granulométrico
  - Plasticidad
  - Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
  - CBR.
- Escala de medición: Nominal.

### III.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Es la agrupación de elementos a evaluar, siendo este el que engloba los componentes de estudio (Espinoza. 2016, p.2) Para el proyecto de investigación la población fue definida por la vía del Centro Poblado Huacacorrall, el cual es formado por 6 km.

**Muestra:** Parte de un componente del todo, es decir es el encargado de representar a la población mediante una pequeña fracción (Otzen y Manterola, 2017), para este caso la muestra determinada es la red vial no asfaltada del Centro Poblado Huacacorrall, Guadalupito - Virú- La libertad, este consta de 3 km. de evaluación, que está dividido en 1km de Huacacorrall central, 1km de Huacacorrall bajo y finalizando 1km de

Huacacorrall alto así mismo presenta un (IMDA  $\leq$  200 veh. /día) MTC: capítulo 9 (2013, p. 105).

Se realizó 06 calicatas en total (2 calicatas en Huacacorrall central, 2 calicatas en Huacacorrall bajo y 2 calicatas en Huacacorrall alto) con el propósito de dar una definición a las propiedades mecánicas y físicas de la muestra patrón utilizando los ensayos que realizamos en el laboratorio. Así mismo adicionamos agua de mar con por parámetros de los porcentajes dados al 4%, 6% y 8% a la muestra patrón.

#### **III.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se usó la observación como **técnica**, según (Gil, 2016, p.9) esta permitió recolectar datos sin alteraciones, mediante la visualización. Tal es el caso del proyecto de investigación, ya que este tomara datos de los ensayos para ser registrados en las fichas que fueron utilizadas como protocolos.

Los **instrumentos** que se usaron están representados mediante protocolos, estos formatos se encuentran estandarizados de acuerdo a la norma ASTM y el MTC, empezando por:

- ASTM internacional (ABNT/NBR) (Propiedades químicas)
- Granulometría (MTC E 107- 2009)
- Limite y plasticidad (ASTM D 422 MTC E1090 – 200)
- Proctor Modificado (MTC E115 – 2000)
- CBR (ASTMD 1557 MTC E 132- 2000)

En **Validez y Confiabilidad** estos formatos, o protocolos como es el caso fueron tomados del ASTM, estos a su vez están incluidos en el RNE CE.020, los cuales se encuentran estandarizados, por lo cual es innecesario validar dichos protocolos.

### **III.5 Procedimientos**

Se realizó el proceso de recolectar el agua de mar en la playa Puerto Santa ubicado a las costas de la provincia del Santa. Se hizo la recolección de 20 litros de agua de mar en un bidón de 20 litros, dicho esto se realizó el análisis químico del agua de mar en la Universidad Nacional De Ingeniería (UNI), obteniendo como resultados de pH (1.5) = 7.91, Cloruros ppm = 21966.45, Salinidad ms = 50.4, Densidad g/ml = 1.03, Clorinidad mg/L = 0.20, Cloruro de Sodio g/L 36.15, Dureza total ppm = 7996.54.

Así mismo con respecto a las muestras del suelo se realizó la primera calicata en el mismo centro del centro poblado Huacacorral, teniendo así un total de 06 calicatas. Dichas calicatas se hicieron con las medidas de 1 x 1 x 1.50 m. Se obtuvo una muestra de 70 kilogramos por cada calicata realizada y esto se recolecto en sacos de 20 kilogramos. Así mismo se realizaron 06 granulometrías a las 06 muestras, así mismo se realizó un Proctor Modificado, dicho esto obtuvimos la humedad optima y la densidad seca y así también realizar un CBR como nos menciona la NTP 339.1145, con esto mismo nos botó la capacidad portante del suelo. Posteriormente teniendo los resultados finales, continuamos con realizar los ensayos con los porcentajes de 4%, 6% y 8% de agua de mar, así mismo se adiciono los porcentajes en dichas cantidades al peso de la muestra patrón. Obtuvimos buenos resultados que llegamos efectivamente a la interpretación que utilizando agua de mar se puede estabilizar y mejorar las propiedades de dicho suelo.

### **III.6 Método de análisis de datos**

La técnica que se realizó en esta presente investigación fue el análisis ligado a la hipótesis, ya que esto se realizó la respectivamente verificación de dicha hipótesis.

La Técnica estadística que hemos utilizado es el análisis de regresión lineal simple, ya que esto se realizó el análisis de cuya influencia tiene el agua de mar (variable independiente) en la reacción de la estabilización

del suelo (variable dependiente) El análisis de datos, se refiere al variado grupo de instrumentos metodológicos que se usan para poder considerar los datos para llevar a cabo la investigación, así mismo será un análisis inferencial, a través de cuadros y gráficos de barras en el software Microsoft Excel para comparar los datos de las muestras, sucesivamente se realizara el análisis de varianza para determinar si la hipótesis era cierta, así mismo se dará respuesta a la interrogante formulada. Pulido (2015, p.12).

**III.7** En los **aspectos éticos** la presente investigación será procesada de acuerdo al lineamiento del código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, con una Resolución de Consejo Universitario N.º 0126-2017, el cual pone en marco una relación de principios para cada investigador encontrándose entre los más sobresalientes, en **beneficencia**, ya que este proyecto de investigación busca satisfacer a la población de la zona, así mismo a los futuros investigadores que requieran buscar información, **responsabilidad** ya que se dedicó tanto el tiempo como la seriedad del caso para obtener un buen proyecto de investigación, **respeto** ya que se citará y se dará el debido reconocimiento a cada autor de los cuales se recolectaron los datos para desliar el proyecto, **veracidad** ya que los datos desarrollados fueron tomados tal cual, de los ensayos sin ningún tipo de alteración, con el fin de mostrar la realidad del proyecto.

#### IV. RESULTADOS

**Tabla N° 01:** Análisis químico del agua de mar del Puerto Santa-Santa-Ancash

<b>ANALISIS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>pH (1:5)</b>	<b>7.91</b>
Cloruros, ppm	21968.45
Salinidad, ms	50.4
Densidad, g/ml	1.03
Clorinidad, mg/l	0.20
<b>Cloruro de sodio. g/l</b>	<b>36.15 <sup>(1)</sup></b>
Dureza total, ppm	7996.54

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería - Laboratorio Labicer

**Interpretación:** De acuerdo al análisis químico se obtuvo un Ph de 7.91 el cual cumple con la norma NTP 339.073 y un 36.15 g/l de cloruro de sodio.

**Tabla N° 02:** Propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón antes de ser estabilizado, C.P. Huacacorral Guadalupito-Virú-La Libertad-2021

CALICATA	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
MUESTRA	01	01	01	01	01	01
PROFUNDIDAD	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.	1.50 m.
FINOS (%)	60.12	57.84	57.30	57.30	55.50	61.16
L.LIQUIDO (%)	36.20%	39.40%	40.30%	37.20%	38.20%	35.80%
L. PLASTICO (%)	25.68%	28.21%	28.05%	26.66%	28.84%	24.11%
I. PLASTICIDAD (%)	10.52%	11.19%	12.25%	10.54%	9.36%	11.69%
HUMEDAD (%)	7.77	8.12	8.18	7.57	7.14	8.35
CLASIFICACIÓN SUCS	CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML	CL-ML
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (4)	A-4 (5)	A-4 (5)	A-4 (4)	A-4 (3)	A-4 (5)
TERRENO DE FUNDACIÓN	BAJA PLASTICIDAD	BAJA PLASTICIDAD	BAJA PLASTICIDAD	BAJA PLASTICIDAD	BAJA PLASTICIDAD	BAJA PLASTICIDAD

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio de suelos Widcats Perú Ingenieros SAC

**Interpretación:** De los ensayos de granulometría y Límites de consistencia se ha identificado el material predominante en la zona, de acuerdo a la clasificación SUCS CL-ML, suelos límites de arcilla inorgánica de baja plasticidad y ML limo arenoso ligeramente plástico, material característico en Huacacorral, zona agrícola. De la clasificación SUCS, se ha clasificado al material como A-4 (4) y A-4(5), suelo limoso, en frontera con el suelo arcilloso, esto en concordancia con la clasificación el suelo en relación a su índice de plasticidad ( $7 < IP < 20$ ) puede clasificarse como: suelos arcillosos, de plasticidad media (MTC, 2013).

**Tabla N° 03:** Propiedades Mecánicas del suelo con adición de agua de mar del C.P. Huacacorral Guadalupito-Virú-La Libertad-2021

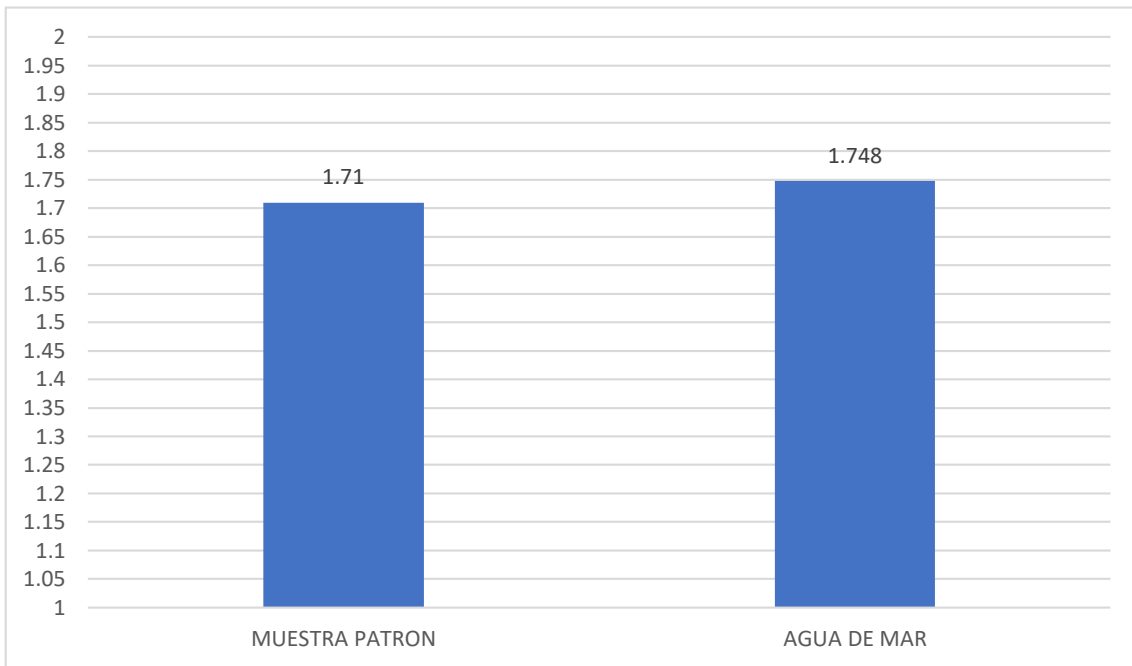
	<b>ADICION 4%</b>	<b>ADICION 6%</b>	<b>ADICION 8%</b>
<b>DENSIDAD</b>	1.693	1.730	1.748
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	12.4	13.6	14.9

Fuente: Datos obtenidos en el laboratorio Widcats Perú Ingenieros SAC

**Interpretación:** Se agregó agua de mar al suelo limo arcilloso con los porcentajes dados de 4%, 6%, 8%, teniendo en cuenta que el material usado posee densidad y contenido de humedad por medio de 7% de humedad natural. Se evidencia que para obtener un valor de la máxima densidad seca es de 1.748.



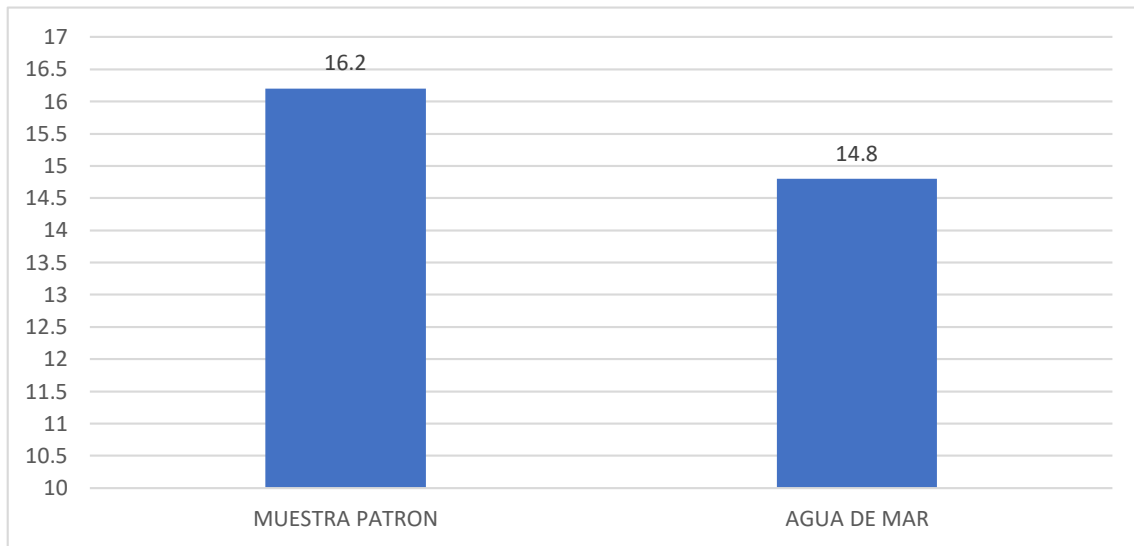
**Gráfico N° 01:** Comparación de la densidad óptima entre muestra patrón y muestra adicionada con agua de mar.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se visualiza que la densidad de la muestra patrón es de 1.71 y al utilizar agua de mar aumenta la densidad del suelo arcillo en 1.748.

**Gráfico N° 02:** Comparación del contenido de humedad óptima entre muestra patrón y muestras adicionales.



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se visualizo una óptima captación es recomendable el uso de agua de mar que por sus propiedades físico química requieren tener menor humectación.

**Tabla N° 04:** Comparación del CBR entre muestra patrón y muestras adicionadas.

95%		100%	
SUELO PATRON	AGUA DE MAR	SUELO PATRON	AGUA DE MAR
3.8%	6.8%	4.9%	11%

Fuente: Elaboración propia

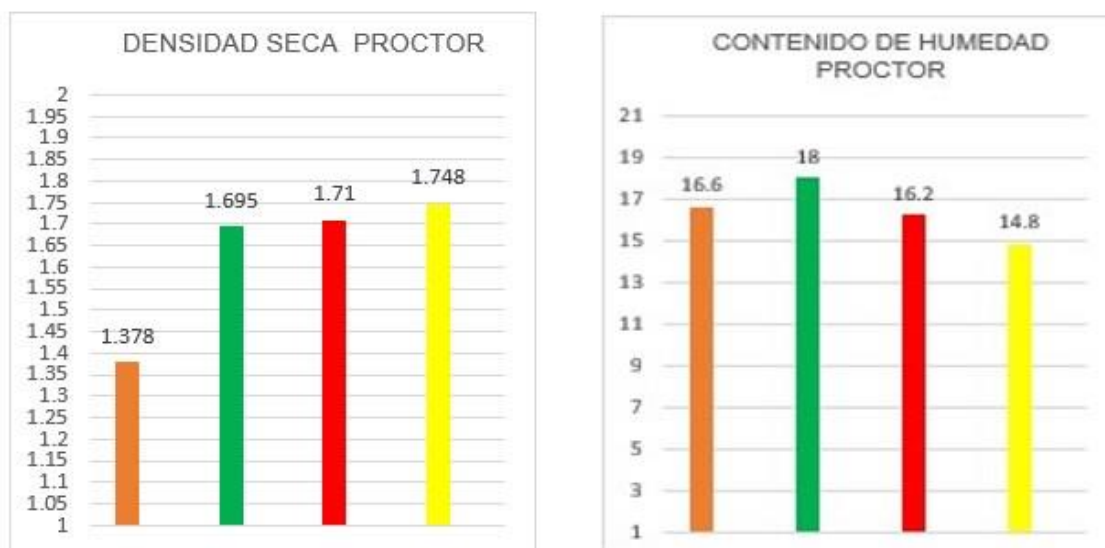
**Interpretación:** la muestra patrón con el CBR al 95% tiene un valor de 3.8 según norma técnica peruana el material debe ser reemplazado o estabilizado, de la adición con agua de mar se obtuvo un CBR al 95% obteniendo un 6.8%, indicando que el uso de agua de mar mejora las propiedades del suelo limo arcilloso, porque con un CBR mayor al 6% el material es aceptado para ser utilizado como sub rasante, la muestra patrón con un CBR al 100% se obtuvo un porcentaje 4.9% según norma técnica peruano el material debe ser reemplazado o estabilizado, con la adición con agua de mar al CBR al 100% se obtuvo 11% el material es aceptado para ser utilizado como sub rasante porque obtuvimos un CBR mayor al 6%.

## V. DISCUSIÓN

El autor SILVESTRE (2018, p.4), en Ecuador habla de su investigación titulada “análisis de comparación del agua de mar y con la cal en la estabilización de suelos arcillosos en las avenidas que está conformado por 2 de noviembre de la comunidad engobao, perteneciendo a las playas, provincia del Guayas”, llegando a la conclusión que el producto estabilizado con cal hidratada, así como el de agua de mar presentaron mejoras relevantes ante las normas AASHTO y SUCS, ya que la muestra que se estabilizó a la proporción de 7% presentó un CBR = 18.0.

En concordancia con mi investigación se tiene que el agua de mar mejora el CBR; en laboratorio hasta un promedio de mi terreno natural con agua potable es una máxima densidad seca de 1.710 gr/cm<sup>3</sup> y óptimo contenido de humedad de 16.2%; respectivamente con mi agua de mar es de 1.748 gr/cm<sup>3</sup>

**Gráfico N° 03:** Comparación de resultados de Densidad seca y Contenido de Humedad de Proctor Modificado con SILVESTRE (2018, p.4).



SILVESTRE ((MUESTRA PATRON))	SILVESTRE (AGUA DE MAR)	AGUILAR Y BANCES (MUESTRA PATRON)	AGUILAR Y BANCES (AGUA DE MAR)
---------------------------------	----------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------

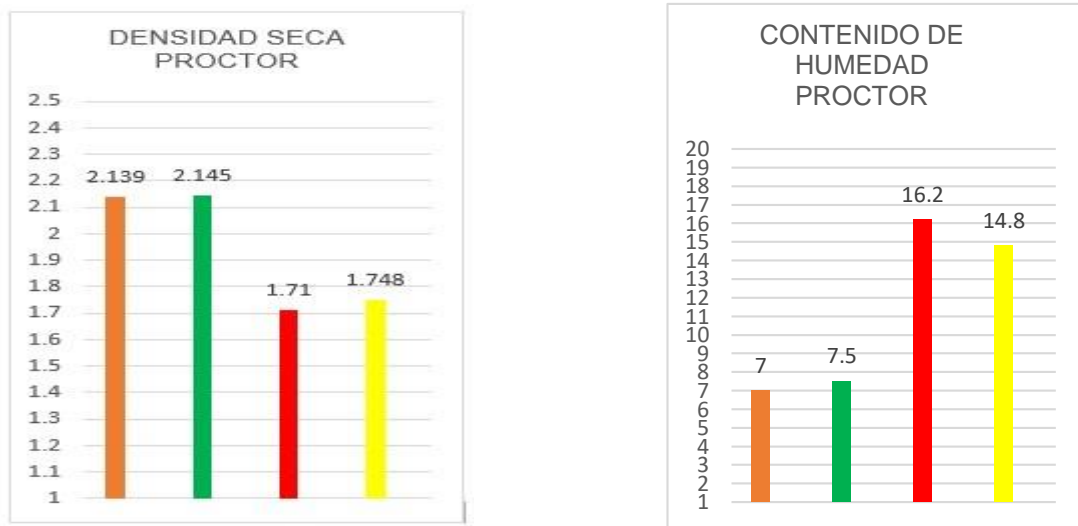
**Tabla N° 05:** Comparación de resultados del CBR con SILVESTRE (2018, p.4).

<b>SILVESTRE</b>		
	<b>95%</b>	<b>100%</b>
<b>MUESTRA PATRON</b>	1309.10 KG/M3	8.40%
<b>AGUA DE MAR</b>	1610.25 KG/M3	10.80
<b>AGUILAR Y BANCES</b>		
	<b>95%</b>	<b>100%</b>
<b>MUESTRA PATRON</b>	3.8%	4.9%
<b>AGUA DE MAR</b>	6.8%	11%

Del autor URRIETA (2020, p.5) en Perú-Barranca en su investigación “evaluación al aplicar agua de mar para el mejoramiento del CBR - AA.HH Tupac Amaru, provincia de Huara, Departamento de Lima”, determinar que al aplicar agua de mar mejorara el CBR del AA.HH Tupac Amaru, llegamos a los resultados que se logró los parámetros del CBR con las proporciones de 64.30 %, 78.30 % y 95.20 % y con la adición de agua de mar se pudo lograr los parámetros del CBR con las proporciones de 99.20 %, 90.90 % y 109.10 %; al lograr esto se obtuvo una máxima mejora de 34.9 %.

En concordancia con mi investigación que mi CBR al 95 % de suelo patrón es 3.8 y de agua de mar 6.8% dicho esto se puede estabilizar al 95%, y con el cbr al 100% de mi muestra patrón es 4,9% pero con el agua de mar 11% con dicho esto es mejor estabilizar el suelo de la subrasante con agua de mar.

**Gráfico N° 04:** Comparación de resultados de Densidad seca y Contenido de Humedad de Proctor Modificado con URRIETA (2020, p.5)



URRIETA ((MUESTRA PATRON)	URRIETA (AGUA DE MAR)	AGUILAR Y BANCES (MUESTRA PATRON)	AGUILAR Y BANCES (AGUA DE MAR)
---------------------------	-----------------------	-----------------------------------	--------------------------------

**Tabla N° 06:** Comparación de resultados del CBR con URRIETA (2020, p.5)

<b>URRIETA</b>		
	95%	100%
<b>MUESTRA PATRON</b>	2.032 g/m <sup>3</sup>	64.3%
<b>AGUA DE MAR</b>	2.038 g/m <sup>3</sup>	109.1%
<b>AGUILAR Y BANCES</b>		
	95%	100%
<b>MUESTRA PATRON</b>	3.8%	4.9%
<b>AGUA DE MAR</b>	6.8%	11%

## VI. CONCLUSIONES

- Las propiedades del agua de mar, en específico el contenido de cloruro de sodio, ha estabilizado el material cl-ml (limo-arcilloso) de la trocha carrozable, del centro poblado de huaca corral, perteneciente al distrito de guadalupito, provincia de virú, departamento de la libertad.
- El suelo explorado a 1.20 m y 1.50 m de profundidad encontrado, se determinó en clasificación SUCS como cl-ml y aaSHTO, como a-4, limo arcilloso inorgánico, de baja plasticidad, suelo característico en la zona de uso agrícola, la máxima densidad seca: 1.710 g/cm<sup>3</sup>, el cbr. 4.9% al 100%, dicho material deberá ser descartado o estabilizado, para su uso como subrasante, por estar clasificado como s1, sub-rasante pobre.
- El suelo adicionado con agua de mar obtuvo un valor de máxima densidad seca: 1.748 g/cm<sup>3</sup>, CBR 11.0 % al 100%, dicho material es apropiado, para su uso como subrasante, por estar clasificado como s2, sub-rasante regular.
- Del análisis de los CBR, encontrados en muestra patrón (4.9%) y agua de mar (11.0 %), se observa la estabilización de la materia l al mejorar las propiedades del suelo, así como la clasificación de s1 a s2, y además aumentando su densidad, lo cual disminuye los vacíos internos del material, mejorando sus propiedades impermeables, reduciendo la posibilidad de tránsito del agua, por lo que se determina que el suelo ha mejorado sus propiedades pudiendo ser utilizado como sub-rasante.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Analizar las propiedades físicas y químicas del agua de mar, las bases estabilizadas, así como su durabilidad en el tiempo.
- Evaluar el efecto del uso de agua de mar, en suelos arenosos, con mayores porcentajes de aplicación.
- Determinar costo beneficio de la propuesta de uso de agua de mar, en estabilización de suelos, además de la sostenibilidad de la propuesta.
- Evaluar ensayos de densidad de campo y evaluación del grado de compactación, para bases estabilizadas, en aplicaciones reales del agua de mar, para zonas rurales.

## REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials. Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. Washington: American Association of State Highway and Transportation Officials. Standard, 2017. 14 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/nfru>

- American Society of Testing Materials. Standard Practice for Soil Classification for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). Estados Unidos: American Society of Testing Materials, 2017. 21.pp [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/xqipw>

- AYAIPOMA, Omar y HUAMAN, Jimmy. Estudio y diseño de cimentaciones para viviendas en el sector de Pucarumi distrito de ascensión Huancavelica [en línea]. Tesis (Título para Ingeniero civil). Huancavelica, Perú, 2015. 238pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/271>

- BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3a ed. México: México DF. 2017. 157 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. ISBN 978-607-744-748-1

Disponible en: <https://n9.cl/kco5v>

- BAÑON, Luis y BEVIÁ, José. Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. [en línea]. 2a ed., Contratista de Obras, S.A., 2000. 328pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. ISBN 84-607-0123-9.

Disponible en: <https://n9.cl/w8xde>

- BRIONES, Alejandra. Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Cajamarca, Perú, 2018. 90pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14071>

- CORTES, Cindy y FERNÁNDEZ, Miguel. Influencia de las zeolitas y biopolímeros en el mejoramiento de la resistencia de suelos del sur, este y norte de lima para vías a nivel de afirmado. [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil) Lima, Perú, 2015. 113pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2377>

- CORTES, Lizeth y LESMES, Leidy. simulación de una planta desalinizadora de agua de mar, por medio del software IMS DESING como estrategia para fortalecer el desarrollo social del norte caribe colombiano- municipio de Uribía – la Guajira [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero ambiental). Bogotá, Colombia, 2014. 165pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/fnijik>

- DELGADILLO, Víctor Unlettered cities: Urban Order and Popular Irregular Settlements in Mexico City. Territorios [en línea]. 2016, vol.35, 20pp. [fecha de Consulta 15 de marzo de 2021]. ISSN: 0123-8418

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35746656004>

- DUROTOYE, T. Effect of Common Salt on the Engineering Properties of Expansive Soil. International Journal of Engineering and Technology [en línea]. Vól.6, núm.7, 2016. 9pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. ISSN: 2049-3444.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/95550238.pdf>

- ESPINOZA, Eleonora. Universo, Muestra y Muestreo [en línea]. 2016-11. 23 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/yf52>

- FIROOZI, Ali, OLGUN, Guney, FIROOZI, Ali, MOJTABA, Shojaei. Fundamentals of soil stabilization. International Journal of Geo-Engineering [en línea]. 2017 vol.8, núm.1. 16.pp [fecha de Consulta 14 de febrero de 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>

- GAGO, Marina. El suelo arcilloso [Mensaje en un blog]. Barcelona: España, Ecología verde, (16 de noviembre del 2017). [Fecha de consulta: 23 febrero de 2021].

Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/el-suelo-arcilloso-681.html>

- GARCIA. Propiedades químicas del agua de mar: salinidad, clorinidad y ph. [en línea]. anónimo. 21 abril de 2012. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/zgzx4>

- GIL, Juan. Técnicas e instrumentos para la recogida de información [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2016. 307 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020]. ISBN: 978-84-362-6995-6

Disponible en: <https://n9.cl/yq7c8>

- HERNÁNDEZ, Arturo [et al]. Metodología de la investigación científica [en línea]. 1º ed. Els Alzamora. 2018.174 pp. [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2019]. ISBN: 978-84-948257-0-5

Disponible en: <https://n9.cl/bdb1o>

- HERNÁNDEZ, Elda. Sustainability and Quality of urban life. Revista de Comunicación de la SEECI. [en línea]. 2014. 11pp. [fecha de Consulta 01 de marzo de 2021]. ISSN: 1576-3420

Disponible en:

<http://www.seeci.net/revista/index.php/seeci/article/view/304/311>

- INTEREMPRESAS. La estabilización gana puntos respecto a la sustitución del suelo. [en línea]. interempresas.net. 11 de setiembre de 2018. [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/i77vd>

- Jing, Ruxin; Zhang, Feng; Feng, Decheng; Liu, Xueyan; Scarpas, Athanasios. Dynamic Shear Modulus and Damping Ratio of Compacted Silty Clay Subjected to Freeze–Thaw Cycles. Journal of Materials in Civil Engineering [en línea]. 2019. vól.10, 31pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0002893](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0002893)

- LUNA, Very e YZAGUIRRE, Breiner. Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019 [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Chimbote, Perú, 2019. 139pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37519>

- MATOS, Raúl y RODRÍGUEZ, Juan. Respiratory diseases in workers exposed to lateritic dust. Revista cubana de Medicina [en línea]. 2015. Vól.4, 11pp. [fecha de Consulta 10 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/sm1s3>

- *MINISTERIO de transportes y comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* [en línea]. Lima: INN, 2016. 302 pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

*Disponible*

*en:*

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

- MONTANO, Bryan y ROLDAN, Luisin. Influencia de la adición del cloruro de sodio como estabilizante de los sedimentos extraídos del Proyecto Especial CHINECAS, con fines de pavimentación, Nuevo Chimbote 2019 [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Chimbote, Perú, 2019. 228pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/37q33>

- MOUSALLI, Gloria. Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa [en línea]. artículo científico. 2015. 38 pp. [Fecha de consulta: 01 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://n9.cl/55kh>

- NORMA TECNICA PERUANA 339.127 (1999) – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. [en línea]. 1ra ed. 1999. 8pp. [Fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/plzwx>

- NORMA TECNICA PERUANA 339.128 (1999) – SOILS. Standard test Methos for Particle-Size Analysis of Soils. [en línea]. 1ra ed. 1999. 28pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/9mvhr>

- NORMA TECNICA PERUANA 339.129 (1999) - SOILS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils [en línea]. 1ra ed. 2014. 33pp. [Fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/fhbzm>

- NORMA TECNICA PERUANA 339.141 (1999) – SOILS. Test Method for Lavoratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort. [en línea]. 1ra ed. 1999. 8pp. [Fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/63mwj>

- NORMA TECNICA PERUANA 339.175 (1999) – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. [en línea]. 1ra ed. 1999. 8pp. [Fecha de consulta: 05 de marzo de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/plzwx>

- OTZEN, Tamara, MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population. Revista Peruana URP Perfiles de Ingeniería [en línea]. 2017-07. 6 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020]. ISSN 0717-9502  
Disponible en: <https://n9.cl/cy0s>
- ISSN 0717-9502
- PICÓN, Darío y MELIAN, Yanina. La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje [en línea]. 2014, vol.6, núm.3. 17pp. [fecha de Consulta 14 de febrero de 2021]. ISSN: 1852-4516  
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123550>
- POLVO NATURAL: Cuando la contaminación viene del desierto [Mensaje en un blog]. Barcelona: España, METEO-SIM, (26 de febrero del 2019). [Fecha de consulta: 23 febrero de 2021].  
Disponible en: <https://n9.cl/hvyf7>
- PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. 2015, vol.31, núm.1, 21pp. [fecha de Consulta 14 de febrero de 2021]. ISSN: 1012-1587  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- REYES, O. J. (2004). Use of sodium chloride in granular bases. Ciencia e ingeniería Neogranadina. [en línea]. 2006. Vol.16, núm1, 10 pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91116106.pdf>
- RIVERA, Jhonathan, GUERRERO, Ana, GUITIERREZ, Ruby, OROBIO, Armando. Chemical stabilization of soils - conventional and alkali-activated materials (review). Informador técnico [en línea]. 2020, vol.84, núm.22. 25pp. [fecha de Consulta 14 de febrero de 2021]. ISSN: 2256-5035
- Disponible en: <https://n9.cl/4um37>

- RIVASPLATA, Julio. Estabilización de subrasantes y afirmados en caminos rurales empleando agua de mar en el cp. Tangay. Nuevo Chimbote. [en línea]. Proyecto de investigación. Chimbote, Perú. 2011. 21 pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/t6yhm>

- RODRIGUEZ, Lucio y DEL AGUILA, Carlos. Estabilización de suelos mediante confinamiento celular con materiales reciclables en el pasaje los rosales san Juan Bautista – Maynas – Loreto 2018 [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Loreto, Perú, 2019. 129pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/853>

- ROLDAN, Diego y ROJAS, Hember. Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH el Milagro, 2016 [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Loreto, Perú, 2016. 113pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/28w37>

- ROLDAN, Jairon. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil) Guatemala. 2010. 199pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3160\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3160_C.pdf)

- SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación [en línea]. 6a ed. México: México DF. 2014. 634 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. ISBN: 978-1-4562-2396-0

- Disponible en: <https://n9.cl/65f>

- SHAKEEL, Abid. Stabilization of Soil using Chemical Additives. GRD Journals- Global Research and Development Journal for Engineering. [en línea]. vol.1, núm.12, 2016. 7pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. ISSN: 2455-5703.

Disponible en: <https://n9.cl/5oegp>



- SILVESTRE, Juan. 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 de las guayas [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Guayaquil, Ecuador, 2018. 129pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/sp7ea>

- TANTAQUILLA, Otiniano y VALDIVIA, Freiser. Comparación entre las influencias de cal hidratada y aditivo QUIM kd-40 para estabilización de suelos arcillosos como capa subrasante en pavimentos flexibles, Huamachuco - Cajabamba 2019 [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Trujillo, Perú, 2019. 190pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23685>

- ULLOA, Horacio. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero civil). Managua, Nicaragua, 2015. 113pp. [fecha de consulta: 10 marzo 2021].

Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>

- VARGAS, Nataly. Informal human settlement as main source of Bolivia's urban growth: between illegality and Constitutionality. América Latina Hoy [en línea]. 2014, vol.68, 23pp. [fecha de Consulta 14 de febrero de 2021]. ISSN: 1130-2887

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30832935012>



# ANEXOS



# **ANEXO N° 01**

## **CUADRO DE OPERACIONALIZACION**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: AGUA DE MAR	También llamada agua de océano o salada, es una mezcla uniforme salina en estado líquido, proveniente de los océanos consta de 3.5% de sales, es un elemento de accesible y de gran abundancia.	Se extraerá muestras, para así mismo realizar la estabilización de dicho suelo, utilizando el ensayo de Ph	Propiedades químicas del agua de mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Salinidad</li> <li>➤ Clorinidad</li> <li>➤ Densidad</li> <li>➤ Tensión Superficial</li> <li>➤ Ph</li> <li>➤ Cloruro de Sodio</li> </ul>	NOMINAL
VARIABLE DEPENDIENTE: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO	Se refiere al proceso en el cual, un suelo en su estado innato es tratado con el único fin de mejorar sus propiedades, consecuentemente aumenta su resistencia, así como su estabilidad volumétrica, mejorando su permeabilidad y durabilidad	Se determinará la estabilización del suelo por medio de sus propiedades.	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Análisis Granulométrico</li> <li>➤ Plasticidad</li> <li>➤ Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad</li> </ul>	NOMINAL
			Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ CBR</li> </ul>	



**ANEXO N° 02**

**ENSAYOS DE**

**LABORATORIO**



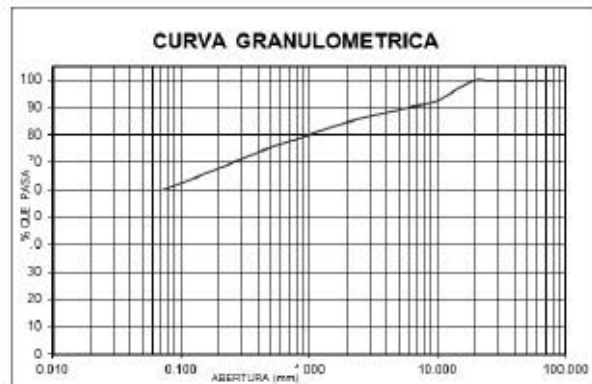
# **ENSAYOS DE GRANULOMETRIA**

### ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA:** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO:** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA:** 21/04/2021 **CALICATA** C-1 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	199.40
PESO PERDIDO POR LAVADO	300.60

TAMIZ N°	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	22.50	4.50	4.50	95.50
3/8"	9.520	16.50	3.30	7.80	92.20
1/4"	6.350	8.10	1.62	9.42	90.58
N° 4	4.760	7.20	1.44	10.86	89.14
N° 10	2.000	21.20	4.24	15.10	84.90
N° 20	0.840	29.60	5.92	21.02	78.98
N° 30	0.590	11.50	2.30	23.32	76.68
N° 40	0.420	12.50	2.50	25.82	74.18
N° 60	0.250	21.20	4.24	30.06	69.94
N° 100	0.149	21.30	4.26	34.32	65.68
N° 200	0.074	27.80	5.56	39.88	60.12
PLATO		300.60	60.12	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		



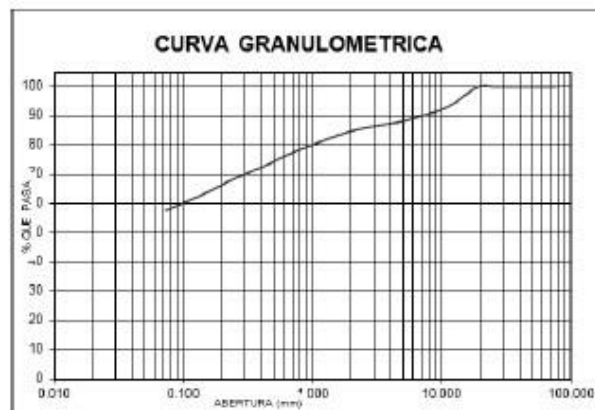

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
**Ing. Rafael Armando Charrope Méndez**  
 CIP 10028 - CONSULTOR CIVIL  
 ARE DEL AREA DE INGENIERIA DE SUELOS

### ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA** 21/04/2021 **CALICATA:** C-2 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	210.80
PESO PERDIDO POR LAVADO	289.20

N°	TAMIZ	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
	ABERT. (mm.)		PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	26.80	5.36	5.36	94.64
3/8"	9.520	14.10	2.82	8.18	91.82
1/4"	6.350	11.60	2.32	10.50	89.50
N° 4	4.760	7.50	1.50	12.00	88.00
N° 10	2.000	15.60	3.12	15.12	84.88
N° 20	0.840	30.10	6.02	21.14	78.86
N° 30	0.590	14.20	2.84	23.98	76.02
N° 40	0.420	16.30	3.26	27.24	72.76
N° 60	0.250	20.20	4.04	31.28	68.72
N° 100	0.149	25.30	5.06	36.34	63.66
N° 200	0.074	29.10	5.82	42.16	57.84
PLATO		289.20	57.84	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		




**WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**  
*Rafael Armando Charoche Minaya*  
 Ing. Rafael Armando Charoche Minaya  
 C.P. N° 18028 - CONSULTOR C13002  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

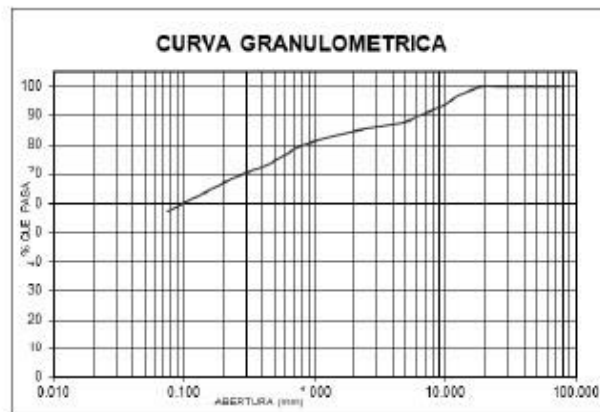


### ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA** 21/04/2021 **CALICATA** C-3 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	213.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	286.50

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)				
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	14.60	2.92	2.92	97.08
3/8"	9.520	17.80	3.56	6.48	93.52
1/4"	6.350	16.50	3.30	9.78	90.22
Nº 4	4.760	11.80	2.36	12.14	87.86
Nº 10	2.000	14.90	2.98	15.12	84.88
Nº 20	0.840	22.80	4.56	19.68	80.32
Nº 30	0.590	17.80	3.56	23.24	76.76
Nº 40	0.420	18.30	3.66	26.90	73.10
Nº 60	0.250	19.30	3.86	30.76	69.24
Nº 100	0.149	24.80	4.96	35.72	64.28
Nº 200	0.074	34.90	6.98	42.70	57.30
PLATO		286.50	57.30	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		




WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Charupe Almasa  
 C.P. VIRU - CONSULTOR C 01000  
 JEFE DEL AREA DE LAS OBRAS DE SUELOS



# Wildcats Peru Ingenieros SAC

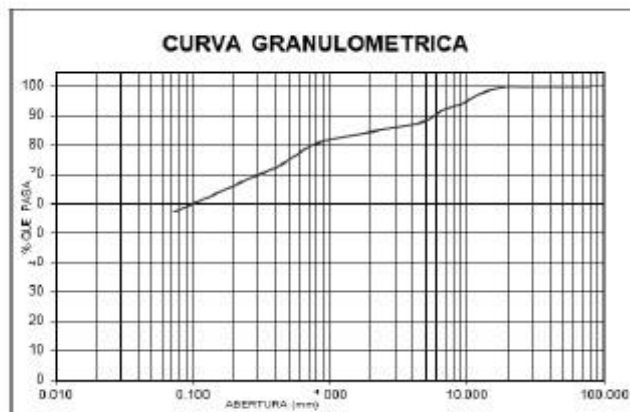
Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación  
RUC 20509108652 - Reg. Consultor C 60112

## ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021"  
**LUGAR** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA** 21/04/2021 **CALICATA** C-4 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	213.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	286.50

N°	TAMIZ	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
	ABERT. (mm.)				
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	10.40	2.08	2.08	97.92
3/8"	9.520	16.20	3.24	5.32	94.68
1/4"	6.350	15.50	3.10	8.42	91.58
N° 4	4.760	17.80	3.56	11.98	88.02
N° 10	2.000	16.60	3.32	15.30	84.70
N° 20	0.840	18.30	3.66	18.96	81.04
N° 30	0.590	19.10	3.82	22.78	77.22
N° 40	0.420	22.10	4.42	27.20	72.80
N° 60	0.250	22.20	4.44	31.64	68.36
N° 100	0.149	24.20	4.84	36.48	63.52
N° 200	0.074	31.10	6.22	42.70	57.30
PLATO		286.50	57.30	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		



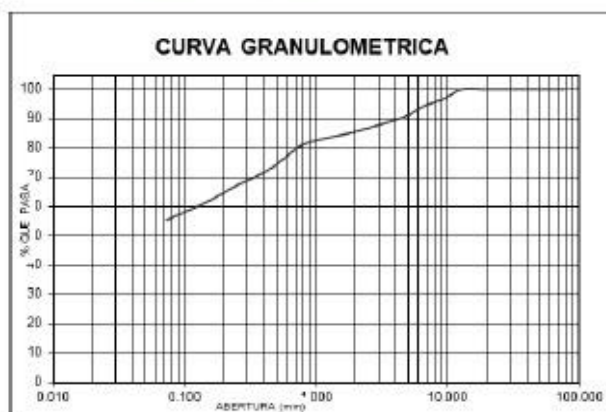
WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Charupe Almagro  
 CP N° 18028 - CONSULTOR C 13802  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

### ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRÚ - LA LIBERTAD - 2021"  
**LUGAR** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA** 21/04/2021 **CALICATA** C-5 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	222.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	277.50

TAMIZ N°	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	15.20	3.04	3.04	96.96
1/4"	6.350	14.80	2.96	6.00	94.00
N° 4	4.760	16.30	3.26	9.26	90.74
N° 10	2.000	25.60	5.12	14.38	85.62
N° 20	0.840	20.20	4.04	18.42	81.58
N° 30	0.590	23.50	4.70	23.12	76.88
N° 40	0.420	24.10	4.82	27.94	72.06
N° 60	0.250	24.20	4.84	32.78	67.22
N° 100	0.149	28.10	5.62	38.40	61.60
N° 200	0.074	30.50	6.10	44.50	55.50
PLATO		277.50	55.50	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		




**WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**  
*Rafael Armando Charupe Méndez*  
**Ing. Rafael Armando Charupe Méndez**  
CIP N° 16028 - CONSULTOR CIVIL  
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS





# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación

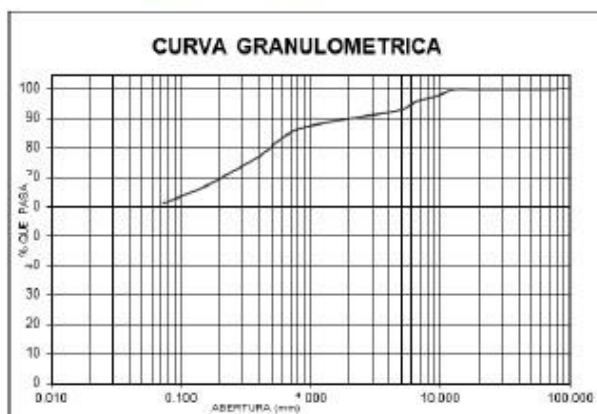
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 00112

## ANALISIS DE SUELOS

**SOLICITA** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021"  
**LUGAR** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRU / LA LIBERTAD  
**FECHA** 21/04/2021 **CALICATA** C-6 **PROF. (m)** 0.50 - 1.50

PESO SECO INICIAL	500.0
PESO SECO LAVADO	194.20
PESO PERDIDO POR LAVADO	305.80

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm.)				
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	10.30	2.06	2.06	97.94
1/4"	6.350	11.00	2.20	4.26	95.74
N° 4	4.760	14.60	2.92	7.18	92.82
N° 10	2.000	13.60	2.72	9.90	90.10
N° 20	0.840	16.40	3.28	13.18	86.82
N° 30	0.590	18.60	3.72	16.90	83.10
N° 40	0.420	26.70	5.34	22.24	77.76
N° 60	0.250	29.10	5.82	28.06	71.94
N° 100	0.149	26.50	5.30	33.36	66.64
N° 200	0.074	27.40	5.48	38.84	61.16
PLATO		305.80	61.16	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Charupe Muroya  
 CIP N° 18028 - CONSULTOR C 13370  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



# **ENSAYOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

## CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-1  
ESTRATO : PROF. (m) : 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	468.50	471.70	470.50
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	31.50	28.30	29.50
Peso de muestra seca	468.50	471.70	470.50
Contenido de humedad (%)	6.72	6.00	6.27
HUMEDAD PROMEDIO	6.33		

## CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-1  
ESTRATO : PROF. (m) : 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	465.40	462.30	464.10
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	34.60	37.70	35.90
Peso de muestra seca	465.40	462.30	464.10
Contenido de humedad (%)	7.43	8.15	7.74
HUMEDAD PROMEDIO	7.77		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
*Rafael Armando Charape Minaya*  
Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
CIP N° 190028 - CONSULTOR C13302  
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021      **CALICATA :** C-2  
**ESTRATO :**                                      **PROF. (m) :** 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	466.30	469.50	467.80
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	33.70	30.50	32.20
Peso de muestra seca	466.30	469.50	467.80
Contenido de humedad (%)	<b>7.23</b>	<b>6.50</b>	<b>6.88</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>6.87</b>		

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021      **CALICATA :** C-2  
**ESTRATO :**                                      **PROF. (m) :** 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	461.50	462.80	463.10
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	38.50	37.20	36.90
Peso de muestra seca	461.50	462.80	463.10
Contenido de humedad (%)	<b>8.34</b>	<b>8.04</b>	<b>7.97</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>8.12</b>		



**WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**  
*Rafael Armando Charape Mintaya*  
**Ing. Rafael Armando Charape Mintaya**  
CIP N° 160028 - CONSULTOR C13302  
JERE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS





## Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 – Reg. Consultor C 60112

### CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-3  
ESTRATO : PROF. (m) : 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	468.10	468.20	468.60
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	31.90	31.80	31.40
Peso de muestra seca	468.10	468.20	468.60
Contenido de humedad (%)	6.81	6.79	6.70
HUMEDAD PROMEDIO	6.77		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-3  
ESTRATO : PROF. (m) : 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	462.30	461.80	462.50
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	37.70	38.20	37.50
Peso de muestra seca	462.30	461.80	462.50
Contenido de humedad (%)	8.15	8.27	8.11
HUMEDAD PROMEDIO	8.18		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302  
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS





## Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 – Reg. Consultor C 60112

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony

**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"

**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD

**FECHA :** 21/04/2021      **CALICATA :** C-4

**ESTRATO :**                      **PROF. (m) :** 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	470.10	470.50	469.60
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	29.90	29.50	30.40
Peso de muestra seca	470.10	470.50	469.60
Contenido de humedad (%)	<b>6.36</b>	<b>6.27</b>	<b>6.47</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>6.37</b>		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony

**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"

**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD

**FECHA :** 21/04/2021      **CALICATA :** C-4

**ESTRATO :**                      **PROF. (m) :** 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	465.40	464.30	464.80
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	34.60	35.70	35.20
Peso de muestra seca	465.40	464.30	464.80
Contenido de humedad (%)	<b>7.43</b>	<b>7.69</b>	<b>7.57</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>7.57</b>		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
CIP N° 190028 - CONSULTOR C13302  
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-5  
ESTRATO : PROF. (m) : 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	469.20	470.10	470.30
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	30.80	29.90	29.70
Peso de muestra seca	469.20	470.10	470.30
Contenido de humedad (%)	<b>6.56</b>	<b>6.36</b>	<b>6.32</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>6.41</b>		

### CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-5  
ESTRATO : PROF. (m) : 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	466.80	467.10	466.20
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	33.20	32.90	33.80
Peso de muestra seca	466.80	467.10	466.20
Contenido de humedad (%)	<b>7.11</b>	<b>7.04</b>	<b>7.25</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>7.14</b>		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
*Rafael Armando Charape Minaya*  
Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
CIP N° 150028 - CONSULTOR C13302  
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 – Reg. Consultor C 60112

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021 **CALICATA :** C-6  
**ESTRATO :** **PROF. (m) :** 0.00-1.20

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	465.60	466.20	463.80
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	34.40	33.80	36.20
Peso de muestra seca	465.60	466.20	463.80
Contenido de humedad (%)	<b>7.39</b>	<b>7.25</b>	<b>7.81</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>7.48</b>		

## CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA  
Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021 **CALICATA :** C-6  
**ESTRATO :** **PROF. (m) :** 1.20-1.50

ENSAYO N°	M-01	M-02	M-03
Peso de tara + MH	500.00	500.00	500.00
Peso de tara + MS	460.50	461.70	462.20
Peso de tara	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	39.50	38.30	37.80
Peso de muestra seca	460.50	461.70	462.20
Contenido de humedad (%)	<b>8.58</b>	<b>8.30</b>	<b>8.18</b>
HUMEDAD PROMEDIO	<b>8.35</b>		



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

*Rafael Armando Charape Minaya*

Ing. Rafael Armando Charape Minaya

CIP N° 190028 - CONSULTOR C13302

JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS



**ENSAYOS**  
**LIMITE LIQUIDO**  
**Y**  
**LIMITE**  
**PLASTICO**





# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20369168652 - Reg. Consultor C 60112

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

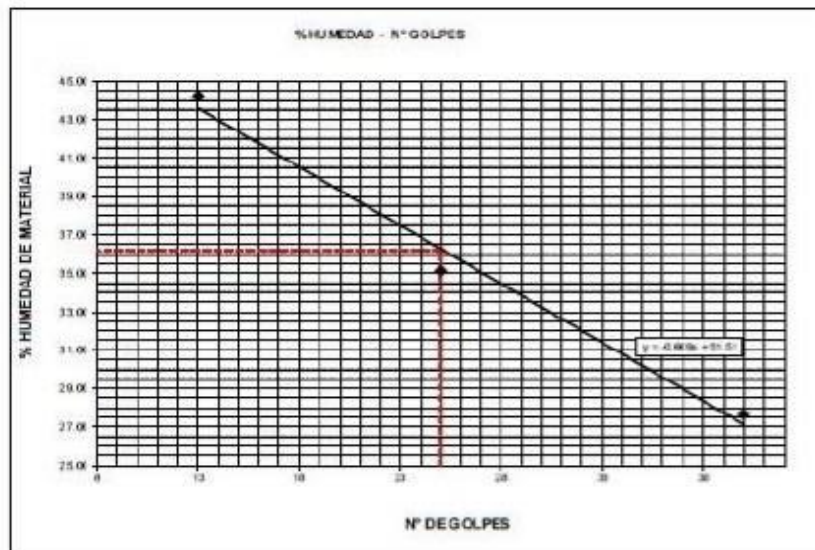
**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVAS PLATA Jhony  
**PROYECTO :** ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRU / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021 **CALICATA :** C-1

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	23.50	22.20	20.80	26.15	27.75	27.65
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	6.50	7.80	9.20	6.85	7.25	7.35
PESO SUELO SECO (gr.)	23.50	22.20	20.80	26.15	27.75	27.65
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.66	35.14	44.23	24.33	26.13	26.58
Nro. DE GOLPES	40	25	13	25.68		

**LIMITE LIQUIDO**  
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)  
LL : % 36.20

**LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)  
LP : % 25.68

**INDICE DE PLASTICIDAD**  
ASTM D-438  
IP : % 10.52





# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 – Reg. Consultor C 60112

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCOS RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO :** ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021\*  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRU / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021 **CALICATA :** C-2

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	23.10	21.70	20.10	27.10	27.30	27.50
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	6.90	8.30	9.90	7.90	7.70	7.50
PESO SUELO SECO (gr.)	23.10	21.70	20.10	27.10	27.30	27.50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.87	38.25	49.25	29.15	28.21	27.27
Nro. DE GOLPES	40	25	13	28.21		

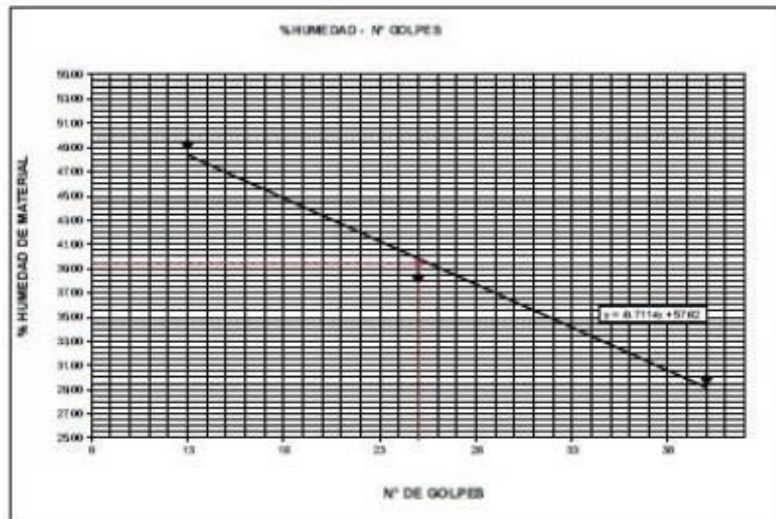
LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	39.40

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	28.21

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	11.19



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Chacape Mingo  
 C.P. N° 18008 - CONSULTOR C 0320  
 AREA DEL PLANEO Y DISEÑO DE OBRAS DE SUELOS





**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T99, T99)

**SOLICITA** : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVAS PLATA Jhony  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPTO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021\*  
**LUGAR** : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPTO / VIRU / LA LIBERTAD  
**FECHA** : 21/04/2021 **CALICATA** : C-3

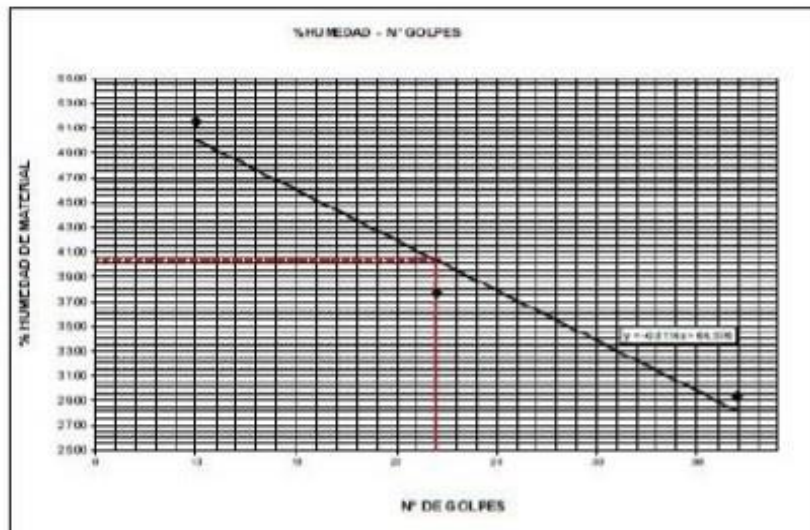
Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	23.20	21.80	19.80	27.25	27.45	27.30
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	6.80	8.20	10.20	7.75	7.55	7.70
PESO SUELO SECO (gr.)	23.20	21.80	19.80	27.25	27.45	27.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.31	37.61	51.52	28.44	27.50	28.21
Nro. DE GOLPES	40	25	13	28.05		

**LIMITE LIQUIDO**  
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)  
LL : % 40.30

**LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)  
LP : % 28.05

**INDICE DE PLASTICIDAD**  
ASTM D-438  
P : % 12.25


**WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**  
 Ing. Rafael Armando Chertape Minoja  
 C.P. N° 18008 - CONSULTOR CIVIL  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS







# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 – Reg. Consultor C 60112

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVAS PLATA Jhony  
 PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE LA RED VAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021  
 LUGAR : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRU / LA LIBERTAD  
 FECHA : 21/04/2021 CALICATA : C-4

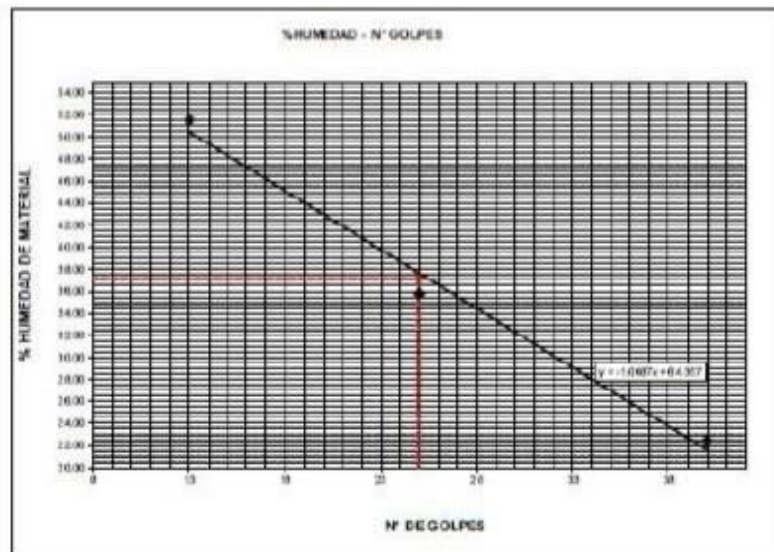
Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	24.50	22.10	19.80	27.85	27.55	27.70
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	5.50	7.90	10.20	7.35	7.45	7.30
PESO SUELO SECO (gr.)	24.50	22.10	19.80	27.85	27.55	27.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.45	35.75	51.52	26.58	27.04	26.35
Nro. DE GOLPES	40	25	13	26.65		

LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	37.20

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	26.66

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	10.54

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Chertoge Méndez  
 C.P. HUACACORRAL - GUADALUPITO - VIRU  
 ZONA DEL SECTOR LICENCIATURA SUELOS







# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación  
RUC: 20509168652 - Reg. Consultor C 60112

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

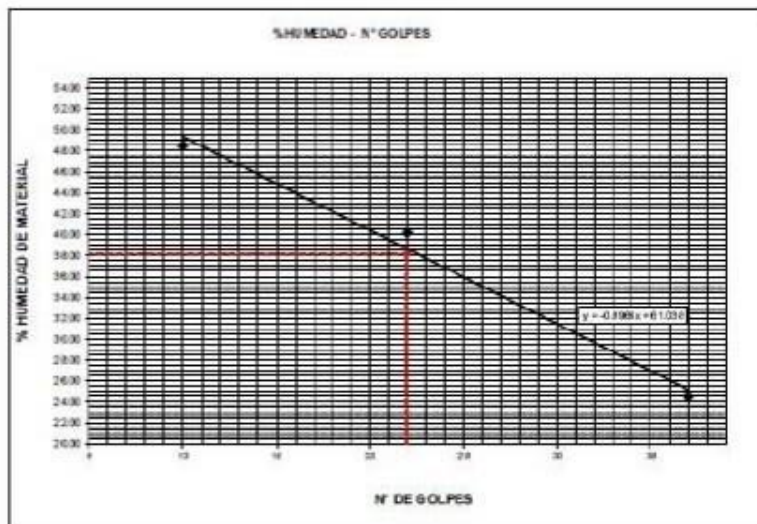
**SOLICITA** : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCERIAS PLATA Jhonny  
**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021  
**LUGAR** : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRU / LA LIBERTAD  
**FECHA** : 21/04/2021 **CALCATA** : C-5

No. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	24.10	21.40	20.20	27.15	27.10	27.25
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	5.90	8.60	9.80	7.85	7.90	7.75
PESO SUELO SECO (gr.)	24.10	21.40	20.20	27.15	27.10	27.25
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.48	40.19	48.51	28.91	29.15	28.44
No. DE GOLPES	40	25	13	28.84		

LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LL : %	38.20

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	28.84

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	9.36





# Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO (MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T99, T90)

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCERIA/ASPLATA Jhony  
**PROYECTO :** ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRÚ - LA LIBERTAD - 2021\*  
**LUGAR :** C. P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 21/04/2021 **CALICATA :** C-6

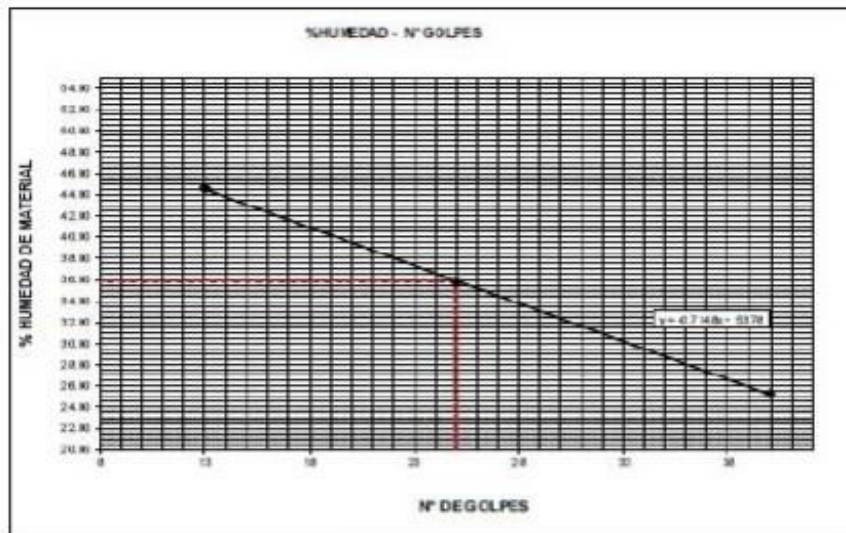
Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	30.00	30.00	30.00	35.00	35.00	35.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	23.95	22.10	20.75	28.20	28.10	28.30
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA (gr.)	6.05	7.90	9.25	6.80	6.90	6.70
PESO SUELO SECO (gr.)	23.95	22.10	20.75	28.20	28.10	28.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.26	35.75	44.56	24.11	24.56	23.67
Nro. DE GOLPES	40	25	13	24.11		

LIMITE LIQUIDO (MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LL : %	35.80

LIMITE PLASTICO (MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LP : %	24.11

INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438	
IP : %	11.69


**WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**  
*Rafael Armando Charoza Minda*  
 Ing. Rafael Armando Charoza Minda  
 CIP N° 19028 - CONSULTOR C1380  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS





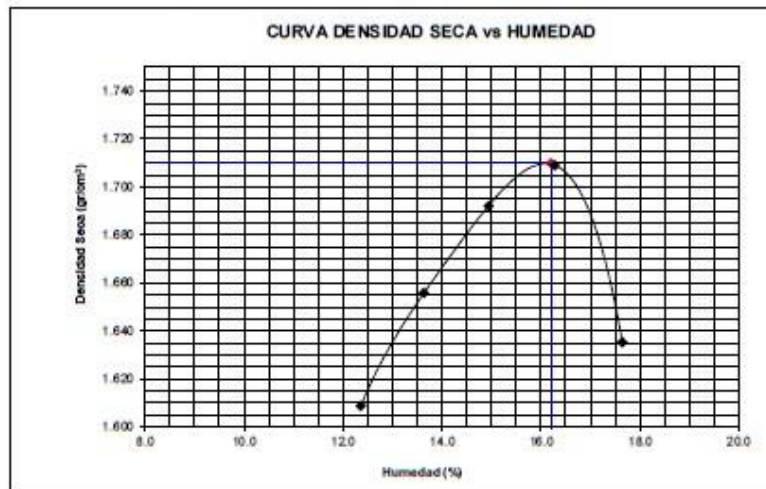
# **ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

## PROCTOR MODIFICADO

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 23/04/2021

**HUMECTANTE :** AGUA POTABLE

Método : A  
 Máxima Densidad Seca : 1.710 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de humedad : 16.2 %



**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557.



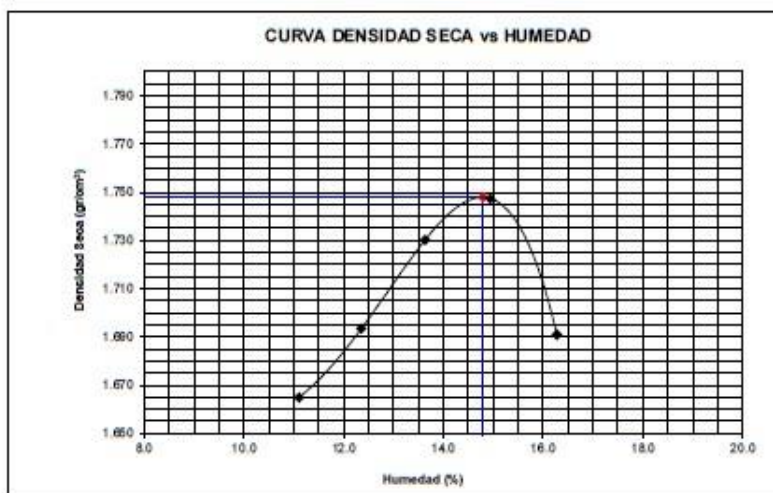
WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
*Rafael Armando Charape Minaya*  
 Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
 CIP N° 100028 - CONSULTOR C13302  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

## PROCTOR MODIFICADO

**SOLICITA** : AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR** : C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA** : 23/04/2021

**HUMECTANTE** : AGUA DE MAR

Método : A  
 Máxima Densidad Seca : 1.748 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de humedad : 14.8 %



**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 1557.



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
 Ing. Rafael Armando Charape Minaya  
 CIP N° 180028 - CONSULTOR C13202  
 JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS





# **ENSAYO DE CBR**



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)**

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 23/04/2021  
**MATERIAL :** AGUA POTABLE  
 Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557  
 Método : A  
 Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.710  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 16.2

**b).- Compactación de moldes**

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.710	1.650	1.540
Contenido de Humedad	16.2	16.2	16.2

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

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	49	1000	4.9
II	0.1	41	1000	4.1
III	0.1	30	1000	3.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 4.9 %  
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 3.8 %

**d).- Expansión (%) : 13.50**


 WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.  
*Rafael Armando Charney Múgica*  
 Ing. Rafael Armando Charney Múgica  
 C.P. HUACACORRAL - CONSULTOR C 60112  
 JEFE DEL SERVICIO LABORATORIAL DE SUELOS



## Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Pavimentación  
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

**SOLICITA :** AGUILAR GARCÍA Paulo Cesar Xavier // BANCES RIVASPLATA Jhony  
**PROYECTO :** "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO  
 POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU – LA LIBERTAD – 2021"  
**LUGAR :** C.P. HUACACORRAL / GUADALUPITO / VIRÚ / LA LIBERTAD  
**FECHA :** 23/04/2021  
**MATERIAL :** AGUA DE MAR

Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557

Método : A  
 Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 1.748  
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 14.8

#### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.748	1.680	1.600
Contenido de Humedad	14.8	14.8	14.8

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

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada (Lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)
I	0.1	110	1000	11.0
II	0.1	75	1000	7.5
III	0.1	50	1000	5.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 11.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 6.8 %

d).- Expansión (%) : 10.00







**ANEXO N° 03**

**ENSAYO**

**QUIMICO DEL**

**AGUA DE MAR**



**INFORME TÉCNICO N° 0279 – 19 – LABICER**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : JHONY BANCER RIVASPLATA  
PAULO AGUILAR GARCIA
  - 1.2 DNI : 74494870  
74302947
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 / 02 / 2019
  - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 14 / 02 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE AGUA DE MAR
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE AGUA DE MAR
  - 4.2 TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO - VIRU - LA LIBERTAD - 2021"
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25,5 °C; Humedad relativa: 65%
7. **EQUIPO UTILIZADO** : -POTENCIOMETRO OrionVersaStar  
-Electrodo Triode Refillable pH Orion 9157BNMD  
-Espectrofotómetro de absorción atómica SHIMADZU AA-7000  
-Colorímetro HACH DR/890
8. **RESULTADOS**

ANÁLISIS	RESULTADO	NORMA TÉCNICA DE REFERENCIA
pH (1:5)	7.91	NTC 5264
Cloruros, ppm	21968.45	APHA 4500-Cl B
Salinidad, mS	50.4	APHA 2520 B
Densidad, g/mL	1.03	Picnómetro
Clorinidad, mg/L	0.20	USEPA 330.5
Cloruro de sodio, g/L	36.15 <sup>(1)</sup>	APHA 4500-Cl B
Dureza total, ppm	7996.54	APHA 2340 B

<sup>(1)</sup> Cloruro de sodio calculado del resultado de cloruro obtenido.

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 R.  
 Analista Químico  
 LABICER – UNI



María Acha de la Cruz  
 Jefe de Laboratorio  
 Responsable de análisis  
 CQP 202

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



# **ANEXO N° 04**

# **CALIBRACIÓN**

# **DE EQUIPOS**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 250 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>200637</b>	<p>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).</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>WILDCATS PERÚ INGENIEROS S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Almirante Guisse Mza. J1 Lt. 24 P.J. Miraflores Alto, Chimbote - Santa - ANCASH	<p>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.</p>
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA CBR</b>	
<b>Capacidad</b>	50 KN	<p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Marca</b>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo</b>	STCBR-1	
<b>Número de Serie</b>	13034	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	HWEIGH	
<b>Modelo</b>	X8	
<b>Número de Serie</b>	190H0301010	
<b>Resolución</b>	0,1 kN	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2020-12-07	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-12-14

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2020.12.14 13:55:04  
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 250 - 2020***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

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

**7. Lugar de calibración**

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.  
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	76 % HR	76 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 012-20B

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: ZEMIC, Modelo: H3-C3-5.0t-6B y Serie: NO INDICA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 250 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ ( kgf )	$F_1$ ( kgf )	$F_2$ ( kgf )	$F_3$ ( kgf )	$F_{Promedio}$ ( kgf )
10	500	499,3	499,4	499,4	499,4
20	1000	999,7	999,9	999,7	999,8
30	1500	1501,4	1501,4	1501,5	1501,4
40	2000	2001,0	2001,3	2001,2	2001,2
50	2500	2503,0	2502,7	2502,7	2502,8
60	3000	3003,2	3003,2	3003,1	3003,2
70	3500	3504,0	3503,9	3503,8	3503,9
80	4000	4005,1	4005,0	4005,0	4005,0
90	4500	4506,3	4506,1	4506,1	4506,2
100	5000	5006,8	5006,9	5006,6	5006,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F ( kgf )	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa o (%)	
500	0,13	0,02	---	0,02	0,21
1000	0,02	0,02	---	0,01	0,21
1500	-0,10	0,01	---	0,01	0,21
2000	-0,06	0,01	---	0,01	0,21
2500	-0,11	0,01	---	0,00	0,21
3000	-0,11	0,00	---	0,00	0,21
3500	-0,11	0,01	---	0,00	0,21
4000	-0,13	0,00	---	0,00	0,21
4500	-0,14	0,00	---	0,00	0,21
5000	-0,14	0,01	---	0,00	0,21

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  
MT - LL - 295 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	200637	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>WILDCATS PERÚ INGENIEROS S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Almirante Guisse Mza. J1 Lt. 24 P.J. Miraflores Alto, Chimbote - Santa - ANCASH	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  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.
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	0 pulg. a 1,00 pulg.	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,001 pulg.	
<b>Marca</b>	BAKER	
<b>Modelo</b>	J50A	
<b>Número de Serie</b>	P9877	
<b>Procedencia</b>	U.S.A	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Tipo de indicación</b>	ANALÓGICO	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	: 2020-12-07	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-12-14



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2020.12.14 13:47:05  
-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 295 - 2020**

*Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	77,5 %	77,4 %

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 295 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

**11. Resultados de medición**ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (mil.)
(mm.)	(pulg.)		
2,00	0,0787	0,0789	0,2
5,00	0,1969	0,1969	0,0
7,00	0,2756	0,2758	0,2
10,00	0,3937	0,3939	0,2
12,00	0,4724	0,4726	0,2
15,00	0,5906	0,5908	0,2
17,50	0,6890	0,6890	0,0
20,00	0,7874	0,7877	0,3
22,50	0,8858	0,8860	0,2
25,00	0,9843	0,9845	0,3

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ): 0,30 mils.Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 3,38$  mils para ( $k=2$ )ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (mil.)
(mm.)	(pulg.)		
20,00	0,7874	0,7877	0,3
		0,7877	0,3
		0,7877	0,3
		0,7877	0,3
		0,7877	0,3

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ): 0,00 milsIncertidumbre del error de indicación:  $\pm 3,38$  mils para ( $k=2$ )**Nota 1.-** 1 mils es equivalente a 25,4  $\mu\text{m}$ .**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.

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### MT - LL - 296 - 2020

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	200637	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).
<b>2. Solicitante</b>	<b>WILDCATS PERÚ INGENIEROS S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Almirante Guisse Mza. J1 Lt. 24 P.J. Miraflores Alto, Chimbote - Santa - ANCASH	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.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	0 pulg. a 1,00 pulg.	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,001 pulg.	
<b>Marca</b>	BAKER	
<b>Modelo</b>	J50A	
<b>Número de Serie</b>	P9732	
<b>Procedencia</b>	U.S.A	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Tipo de indicación</b>	ANALÓGICO	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	: 2020-12-07	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-12-14



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2020.12.14 13:54:13  
-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LL - 296 - 2020***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	83,9 %	83,9 %

**9. Patrones de Referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES : LLA-125-2020		

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LL - 296 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud*

Página 3 de 3

**11. Resultados de medición****ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )**

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (mil)
(mm)	(pulg)		
2,00	0,0787	0,0789	0,2
5,00	0,1969	0,1968	-0,1
7,00	0,2756	0,2753	-0,3
10,00	0,3937	0,3935	-0,2
12,00	0,4724	0,4723	-0,1
15,00	0,5906	0,5906	0,0
17,50	0,6890	0,6888	-0,2
20,00	0,7874	0,7872	-0,2
22,50	0,8858	0,8856	-0,2
25,00	0,9843	0,9842	-0,1

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ): 0,45 mils.Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 3,38$  mils para ( $k=2$ )**ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )**

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.)	ERROR DE INDICACIÓN (mil)
(mm)	(pulg)		
7,0	0,2756	0,2753	-0,3
		0,2753	-0,3
		0,2753	-0,3
		0,2753	-0,3
		0,2753	-0,3

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ): 0,00 milsIncertidumbre del error de indicación:  $\pm 3,38$  mils para ( $k=2$ )**Nota 1.-** 1 mils es equivalente a 25,4  $\mu\text{m}$ .**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.



# **ANEXO N° 05**

**WILDCATS PERU INGENIEROS SAC  
PLAN PARA LA VIGILANCIA,  
PREVENCION  
Y CONTROL DEL COVID -19  
EN EL CENTRO DE TRABAJO**

**PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN  
Y CONTROL DEL COVID -19  
EN EL CENTRO DE TRABAJO**

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>VERIFICADO POR:</b>	<b>AUTORIZADO POR:</b>
NOMBRE: ING RAFAEL CHARCAPE MINAYA.	NOMBRE: QUISPE QUISPE KAREN	NOMBRE: ING RAFAEL CHARCAPE MINAYA.
CARGO: GERENTE GERENAL	CARGO: ENFERMERA CONTRADA	CARGO: GERENTE GERENAL
	 <b>Karen M. Quispe Quispe</b> LICENCIADA EN ENFERMERIA CEP 67635	



**Wildcats Peru  
Ingenieros SAC**

Elaboración de Estudios de Ingeniería de Salud con fines de  
Consultoría y Planeación  
RUC 2030108032 - Reg. Comercio C 00112

## WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

### PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID -19

#### ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
1. DATOS DE LA EMPRESA.....	3
2. DATOS DEL LUGAR DE TRABAJO .....	3
3. DATOS DEL SERVICIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	3
4. INTRODUCCION .....	4
5. OBJETIVOS .....	4
6. DE SU CUMPLIMIENTO .....	5
7. ALCANSE .....	5
8. DEFINICIONES .....	5
9. SINTOMAS Y CONDICIONES PARA ALERTARSE.....	8
10. QUE HACER EN CASO DE TENER CONTACTO CON PERSONAS SOSPECHOSAS DENTRO DE LA EMPRESA. ....	8
11. QUE HACER EN CASO DE QUE UN TRABAJADOR EN TERRENO SEA SOSPECHOSOS DE CONTAGIO .....	9
12. MEDIDAS PREVENTIVAS .....	9
13. MEDIDAS PREVENTIVAS DEL PERSONAL EN EL TERRENO.....	10
14. ELEMENTOS DE PROTECCION Y PREVENCIÓN .....	11
15. COBERTURA .....	11
16. FLUJO DE ATENCIÓN MENSUAL .....	11
17. PROTOCOLO DE CORONAVIRUS EN CASO SOSPECHOSO .....	12



### 1. DATOS DE LA EMPRESA

RAZON SOCIAL : WILDCATS PERU INGENIEROS SAC  
 RUC : 20569168652  
 DIRECCION : JR. ALMIRANTE GUISE MZ J1 LT 24 P.J. MIRAFLORES ALTO  
 ANCASH-SANTA-CHIMBOTE  
 REGION : ANCASH  
 PROVINCIA : SANTA  
 DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE

### 2. DATOS DEL LUGAR DE TRABAJO

El laboratorio de Mecánica de Suelos se encuentra ubicada en una zona urbana del distrito de Chimbote, en un área aproximada de 15 mts<sup>2</sup>. El equipo técnico se movilizará a las zonas de ejecución de obras mediante movilidad propia dentro de la zona provincial y en movilidad pública fuera del ámbito mencionado. La oficina se encuentra ubicada también en una zona urbana.

N°	TIPO DE ESTABLECIMIENTO	DIRECCION
1	LABORATORIO	JR. ALMIRANTE GUISE MZ J1 LT 24 P.J. MIRAFLORES ALTO ANCASH-SANTA-CHIMBOTE
2	OFICINA	JR. ALMIRANTE GUISE MZ J1 LT 24 P.J. MIRAFLORES ALTO ANCASH-SANTA-CHIMBOTE

### 3. DATOS DEL SERVICIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

#### 3.1. EQUIPOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
COMPONENTES	NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO
DEL GERENTE	ING. REFAEL CHARCAPE MINAYA	GERENTE GENERAL
DE LOS TRABAJADORES	-JOAN SANCHEZ PEREZ -JOAXIM SANCHEZ PEREZ	TECNICO TECNICO
PROFESIONAL DE SALUD	-KAREN QUISPE QUISPE	ENFERMERA CONTRATADA





**Wildcats Peru  
Ingenieros SAC**

*Elaboración de Estudios de Ingeniería de Valor con fines de  
Consultoría y Documentación*

*RUC 2030108031 - Reg. Consultor C 00112*

## **WILDCATS PERU INGENIEROS SAC**

### **PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID -19**

#### **4. INTRODUCCION:**

El COVID – 19 o también llamado CORONAVIRUS corresponde a la familia de virus que generan enfermedades respiratorias, como, por ejemplo: neumonía, influencias, resfríos, gripe. El COVID – 19 se detectó por primera vez en china el diciembre del 2019 y su preocupación por su rápida propagación ha llevado a este a ser determinado mundialmente como pandemia. El contagia de virus es de persona a persona a través de mucosidad que surge de nuestra nariz (mucosidad) y en la boca (saliva). Al momento de hablar, toser, estornudar y exhalar. El virus también es propagado por los objetos, ropa, superficies los cuales pueden durar horas en el lugar según el cuidado y limpieza del lugar. Los grupos de mayores riesgos de contagios son personas mayores a 65 años y enfermos crónicos como por ejemplo hipertensión arterial, problemas cardíacos, diabetes. Entre las acciones realizadas por el Estado Peruano, mediante el Decreto Supremo 008 – 2020 – SA se declaro la Emergencia Sanitaria y mediante el Decreto Supremo 044-2020-PCM y sus respectivas prorrogas se declaro el Estado de Emergencia Nacional. Ante el presente contexto, este plan para la vigilancia, prevención y control de COVID-19 define la manera de proceder de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de salud, a través de la resolución Ministerial 239-2020-minsa y sus modificatorias así como las medidas para el sector en el ámbito laboral.

#### **5. OBJETIVOS:**

##### **5.1. OBJETIVO GENERAL:**

Establecer lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores que continúan realizando actividades durante la pandemia COVID-19.

##### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer lineamientos para la vigilancia, prevención y control de la salud de los trabajadores que continúan realizando actividades durante la pandemia COVID-19.
- Establecer los lineamientos para el regreso y reincorporación al trabajo
- Garantizar la sostenibilidad de las medidas de vigilancia, prevención y control adoptadas para evitar la transmisibilidad de COVID-19.



**Wildcats Peru  
Ingenieros SAC**

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de  
Cimentación y Fundamentación

RUC 20300100052 - Reg. Comercio C/ 60112

## WILDCATS PERU INGENIEROS SAC

### PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID -19

#### 6. DE SU CUMPLIMIENTO:

Plan de contingencia para la prevención y control del COVID-19 debe ser cumplido por todos los trabajadores de la empresa WILDCATS PERU INGENIEROS SAC.

Es responsabilidad de cada trabajador, mantenerse informado sobre la manera preventiva y de control en caso de brote de COVID-19.

#### 7. ALCANCE:

Este protocolo será aplicado en el laboratorio, oficina y áreas de trabajo donde se tenga que desplazar el personal técnico de la empresa WILDCATS PERU INGENIEROS SAC.

La gerencia será responsable de garantizar su difusión e implementación.

#### 8. DEFINICIONES:

- **Limpieza:** Eliminación de suciedad e impurezas de las superficies utilizando agua, jabón, detergente o sustancia química.
- **Desinfección:** Reducción por medio de sustancias químicas o métodos físicos del número de microorganismos presentes en una superficie o en el ambiente, hasta un nivel que no ponga en riesgo la salud.
- **Grupos de riesgo:** Conjunto de personas que presentan características individuales asociadas a mayor riesgo de complicaciones por COVID-19. Personas mayores de 65 años o quienes cuenten con comorbilidades de acuerdo a las especificaciones del ministerio de salud.
- **Profesional de la salud:** Es el profesional de la salud ocupacional que cumple la función de gestionar o realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores.
- **Regreso al trabajo post cuarentena:** Proceso de retorno al trabajo posterior del cumplimiento del aislamiento social obligatorio (cuarentena) dispuesto por el Poder Ejecutivo. Incluye al trabajador que declare que no sufrió la enfermedad, se mantiene clínicamente asintomático tiene resultado de prueba de laboratorio negativo para infección por COVID-19 según el riesgo del puesto de trabajo.



- **Reincorporación al trabajo.** Proceso de retorno al trabajo cuando el trabajador declara que tuvo la enfermedad COVID-19 y esta de alta epidemiológica.
- **Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo.** De acuerdo a lo establecido en la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, todo empleador organiza un servicio de seguridad y salud en el trabajo cuya finalidad es esencialmente preventiva.
- **Sintomatología COVID-19.** Signos y síntomas relacionados al diagnóstico del COVID-19, tales como: sensación de alza termina o fiebre, dolor de garganta, tos seca, congestión nasal, secreción nasal, pérdida de olfato dolor abdominal, nauseas y diarrea; en los casos moderados a graves puede presentarse falta de aire o dificultad para respirar, desorientación o confusión, dolor en el pecho, coloración azul en los labios.
- **Caso sospechoso:**
  - Paciente con síntomas de enfermedad respiratoria aguda y que posee historia de viaje o residencia en un país o territorio que reporta transmisión local de Coronavirus (COVID-19)
  - Paciente con cualquier enfermedad respiratoria aguda y que haya estado en contacto con un caso confirmado o probable de COVID-19 en los 14 días previos al inicio de los síntomas.
  - Paciente con infección respiratorio aguda, independiente de la historia de viaje o contacto con un caso confirmado o probable de COVID-19 y que presente fiebre (37,8 °C) y al menos uno de los siguientes síntomas: dolor de garganta, dolores musculares, dificultad respiratoria.
  - Paciente con infección respiratoria aguda grave (que presente fiebre, tos y dificultad respiratorio) y que requiere hospitalización.
- **Caso Probable:** Caso sospechoso en que el análisis de laboratorio por PCR para COVID-19 resulto negativo.
- **Caso Confirmado:** Caso sospechoso en que la prueba molecular para COVID-19 resulto POSITIVO
- **Contactos directos (Contactos estrechos):** Personas que ha estado en contacto con un caso confirmado con COVID-19, entre 3 días antes del inicio de síntomas y 14 días después del inicio de síntomas del enfermo, cumpliéndose además una de las siguientes condiciones:
  - Haber mantenido mas de 15 minutos de contacto cara a cara a menos de un metro.

- Haber compartido un espacio cerrado por 2 horas o más, tales como oficinas, reuniones.
- Vivir en el mismo hogar o lugares similares a un hogar, tales como hostales, internados, instituciones cerradas, hogares de ancianos, hoteles, residencias.
- Haberse trasladado en cualquier medio de transporte cerrado a una proximidad menor de un metro con otro ocupante del medio de transporte.
- **Riesgo bajo de exposición o de precaución:** Los trabajos con un riesgo de exposición bajo, son aquellos que no requieren contacto con personas que se conoce o se sospecha que están infectados con COVID-19 ni tienen contacto cercano frecuentes a menos de 2 metros de distancia con el público en general. Los trabajadores en esta categoría tienen un contacto ocupacional mínimo con el público y otros compañeros de trabajo, trabajadores de limpieza de centros no hospitalarios, trabajadores administrativos, trabajadores de áreas operativas que no atienden clientes.
- **Riesgo mediano de exposición.** Los trabajos con riesgo medio de exposición incluyen aquellos que requieren un contacto frecuente y/o cercano (por ejemplo, menos de 2 metros de distancia) con personas que podrían estar infectadas con COVID-19, pero que no son pacientes que se conoce o se sospecha que portan el COVID-19. Por ejemplo: policías y fuerzas armadas que prestan servicios en el control ciudadano durante la emergencia sanitaria, trabajadores de limpieza de hospitales de área no consideradas áreas COVID-19; trabajadores de aeropuertos, trabajadores de educación, mercados, seguridad física (vigilancia) y atención al público, puestos de trabajo con atención a clientes de manera presencial como recepcionistas, cajeras de centros financieros o de supermercados.
- **Riesgo alto de exposición:** Trabajo con riesgo potencial de exposición a fuentes conocidas o sospechosas de COVID-19 por ejemplo trabajadores de salud u otro personal que deba ingresar a los ambientes de atención de pacientes COVID-19, trabajadores de salud de ambulancia que transporta pacientes con diagnóstico y sospecha de COVID-19 (cuando estos trabajadores realizan procedimientos generadores de aerosol, su nivel de riesgo de exposición se convierte en muy alto).



### 9. SINTOMAS Y CONDICIONES PARA ALERTARSE:

<p><b>Principales síntomas de coronavirus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebre sobre los 38° Celsius.</li> <li>• Tos seca.</li> <li>• Dificultades al respirar.</li> <li>• Cansancio o debilidad</li> <li>• Flemas (Amarillo o Verdoso).</li> </ul>	<p><b>Condiciones para alertarse:</b></p> <p>Los trabajadores cumplen condiciones para ser considerado como un caso sospechoso.</p> <p>Trabajador cumple condiciones para ser considerado como contacto estrecho</p>
<p><b>Posibles síntomas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinorrea o secreción nasal.</li> <li>• Dolor de garganta.</li> <li>• Dolor abdominal</li> <li>• Diarrea.</li> <li>• Pérdida de gusto y olfato.</li> </ul>	

### 10. QUE HACER EN CASO DE TENER CONTACTO CON PERSONAS SOSPECHOSA DENTRO DE LA EMPRESA.

- En caso de cumplirse los criterios establecidos para la definición de un caso sospechoso, el trabajador deberá informar inmediatamente a la Gerencia.
- Se facilitará una mascarilla al trabajador, siendo de uso obligatorio.
- Se deberían facilitar las condiciones para que el trabajador se aisle inmediatamente a un Centro Asistencial cercano (Hospital Regional o ESSALUD)
- En caso de confirmación de COVID-19, el trabajador deberá dar aviso inmediato a la Gerencia y este a su vez personal asistencial de salud contratado (enfermera)
- Cada sede (Laboratorio y Oficina) al estar en conocimiento de un contagio en su área, deberá ser responsable por identificar la trazabilidad de las personas de la empresa que hayan tenido (contacto estrecho) con el contagio, quienes deberán asistir al centro asistencial de salud para la emisión de la licencia correspondiente a la cuarentena de 14 días

- Para aquellos trabajadores que por definición sean catalogados como contactos de bajo riesgo deberán seguir medidas generales de higiene y distanciamientos social, sin necesidad de aislamiento domiciliario.
- Si una persona en seguimiento o cuarentena de contacto estrecho no reporta fiebre ni otra sintomatología compatible con COVID-19, transcurrida la etapa de seguimiento se cerrará la actividad de monitoreo y se levantará la precaución de contacto con otras personas.
- Si una persona en seguimiento de contacto, independiente de su tipo de riesgo, reportar fiebre u otro síntoma cambiara a categoría de caso sospechoso, según definición de caso vigente y publicada por el Ministerio de Salud y por lo tanto la autoridad sanitaria.
- Si en caso sospechoso, se convierte en caso confirmado de COVID-19 todos sus contactos estrechos deberán ingresar al protocolo de seguimiento de contactos.

#### **11. QUE HACER EN CASO DE QUE UN TRABAJADOR EN TERREO SEA SOSPECHOSO DE CONTAGIO.**

- Al momento de que las empresas contratistas o subcontratistas se encuentran con casos sospechosos y/o declarados en el lugar debe ser informado de manera rápida a su jefatura directa y empresa mandante donde el trabajador este desempeñando sus actividades.
- Si el trabajador se encuentra con síntomas principales del virus (caso sospechoso) se deberá avisar ala jefatura directa y derivar inmediatamente al trabajador a centro de salud más cercano.
- A la llegada al centro asistencial debe avisar a jefatura directa de su diagnóstico.

#### **12. MEDIDAS PREVENTIVAS:**

- Lavado de manos es fundamental en estos casos con agua jabón y/o utilización de jabón, alcohol, gel. Las manos deben ser lavadas durante 30 segundos y asegurarse de que también se abarque parte de los ante brazos, entre medio de los dedos y palmas.



- Evite llevarse las manos a la cara (ojos, nariz, boca), si estas han tenido contacto con otras personas o superficies.
- Al toser o estornudar cubre su boca con un pañuelo desechable, papel higiénico o cubrir su boca con el antebrazo.
- Mantenga la distancia entre las personas 1.5 a 2 metros de distancia.
- Se establecerán en las sedes de la empresa turnos para la colación, evitando la acumulación de más de 2 personas en cada turno y establecimientos una distancia de entre 1,5 metros a 2 metros por trabajadores.
- Al termino de cada turno para la colocación se realizará una limpieza general del laboratorio.
- Se entregarán insumos para la limpieza del puesto de trabajo de cada área además de disponer de dispensadores con alcohol en gel en sitios comunes de cada planta.
- Reemplazar el saludo de mano y beso por uno verbal, manteniendo la distancia recomendada.
- Usar mascarillas e personas con SINTOMAS o personas que interactúen con casos confirmados o sospechosos.
- Si tiene síntomas, dirijase al centro asistencias de urgencias más cercanas.
- El comité de prevención de riesgos realizará charla y mantendrá informado a los trabajadores de la empresa WIDCATS PERU INGENIEROS SAC de la información proporcionada por el MINSAL.
- la empresa como una medida preventiva para minimizar los posibles contagios podrá: determinar para algunos casos y según la contingencia actual.
- La empresa deriva al personal de alto riesgo (con la documentación médica que lo justifica) a sus hogares
- La empresa dispondrá de Termómetro Infrarrojo para medir la temperatura corporal al momento del ingreso del personal interno y/o externo. Se dispondrá del Registro de Medición de temperatura corporal.
- Es obligación el uso de mascarillas dentro de la empresa y para su cumplimiento la empresa entregará 3 mascarillas reutilizables a los trabajadores esta entrega será registrada en el formulario.

### **13. MEDIDAS PREVENTIVAS DEL PERSONAL EN EL TERRENO:**

- Confirmar condiciones de trabajos en las empresas de destinos, para realizar los trabajos.
- Coordinadores deben consultar por el plan de contingencia de la empresa en caso emergencia del coronavirus y a su vez solicitar el estado de salud según la contingencia.
- Mantener la distancia mínima para prevenir el contagio 1,5 metros a 2 metros.
- La empresa entregara el personal en terreno los elementos de protección como más carillas, guantes de látex y alcohol en gel.

#### 14. ELEMENTOS DE PROECCION Y PREVECCION:

- Mascarillas
- Alcohol en gel
- Jabón líquido
- Guantes de látex
- Casco
- Lentes de protección
- Mamelucos corporales.
- Termómetro infrarrojo.

#### 15. COBERTURA:

Cobertura de la declaración de la enfermedad se determinará según las características determinadas en el momento:

- Si el trabajador llega desde su hogar con los síntomas será derivado al centro de urgencia más cercano y deberá hacer valer su previsión de salud correspondiente.
- Aquel trabajador que sea diagnóstico positivo COVID-19 deberá notificar a su jefatura directa y realizar las gestiones requeridas para el envío de la licencia médica al área de persona en los lapsos requeridos.
- En caso de existir trabajadores catalogados como contactos estrechos, esto deberán asistir al centro asistencial correspondiente para la emisión de la licencia de 14 días por cuarentena.

#### 16. FLUJO DE ATENCION MENSUAL:





**17. PROTOCOLO CORONAVIRUS EN CASO SOSPECHA**





**ANEXO N° 06**

**NORMAS**

**TÉCNICAS**



**MTC E 107**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

**1.0 OBJETO**

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

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

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

**4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**

**4.1 EQUIPOS**

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.

**4.2 MATERIALES**

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075



4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

## 5.0 MUESTRA

5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.

5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral [4.1.1](#).

5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).

6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:







TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

## 6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de 110±5 °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones [6.1.2](#) y [6.1.3](#).

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W = Peso de suelo secado al aire  
 W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

### 7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.





Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimentación, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

7.2.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.

- a) Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
- b) Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar eso, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
- c) Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
- d) La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
- e) Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
- f) Errores en las pesadas y en los cálculos.







## MTC E 108

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

**Nota 1.** (\*) El secado en horno siguiendo en método (a 110 ° C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelos contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

#### 4.0 EQUIPOS y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:  
De 0,01 g para muestras de menos de 200 g  
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

##### 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.
- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

**Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.

- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.







## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89 (Practices for Preserving and Transporting Soil Sample), Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.
- 5.2 La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corrosibles: (tales como: tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) ó bolsas plásticas.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 ESPECIMEN DEL ENSAYO

- 6.1.1 Para los contenidos de humedad que se determinan en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada.
- 6.1.2 La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Nota.-** \* Se usará no menos de 20 g para que sea representativa.

Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa.

- 6.1.3 El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.1.2 requiere discreción aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos.
- 6.1.4 Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado.
- 6.1.5 Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante.

### 6.2 SELECCION DEL ESPECIMEN DE ENSAYO

- 6.2.1 Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás).



- 6.2.2 Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
- Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división.
  - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
  - Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo.
- 6.2.3 En muestras intactas tales como: bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra.
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm., o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado.
  - Se cortará la muestra por la mitad. Si el material está estratificado se procederá de acuerdo a lo indicado en 6.2.3.c. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra.

**Nota 4.** El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. Si el material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen.

### 6.3 PROCEDIMIENTO

- 6.3.1 Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- 6.3.2 Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo a la [sección 6.2](#) de este ensayo.
- 6.3.3 Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase 4.1.2 de este ensayo) seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

**Nota 5.** Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos del laboratorio. Los números de las tapas deberán ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones.

**Nota 6.** Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños.

- 6.3.4 Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para mantener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.







**Nota 7.** En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0,1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado.

**Nota 8.** Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas.

- 6.3.5 Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en [6.3.3](#) de este ensayo. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

**Nota 9.** Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1. CALCULOS

- 7.1.1 Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)  
M<sub>CWS</sub> = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos  
M<sub>CS</sub> = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos  
M<sub>C</sub> = es el peso del contenedor, en gramos  
M<sub>W</sub> = es el peso del agua, en gramos  
M<sub>S</sub> = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

### 7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1 % ó al 0,1 %, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad.
- Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en [6.1.2](#) de este ensayo.
- Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 ± 5 °C.
- Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 Repetibilidad: El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2,7 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7,8 % de su media.
- 8.2 Reproducibilidad: El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5,0 %. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberán ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14 ,0 % de su media.





## MTC E 110

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

#### 1.0 OBJETO

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

**Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.

- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.

De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.

- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.







- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.

#### 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm ( $\frac{3}{4}$ " ) de ancho aproximadamente.

#### 4.3 INSUMOS

- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

### 5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz 425  $\mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

### 6.0 PROCEDIMIENTO

#### Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.



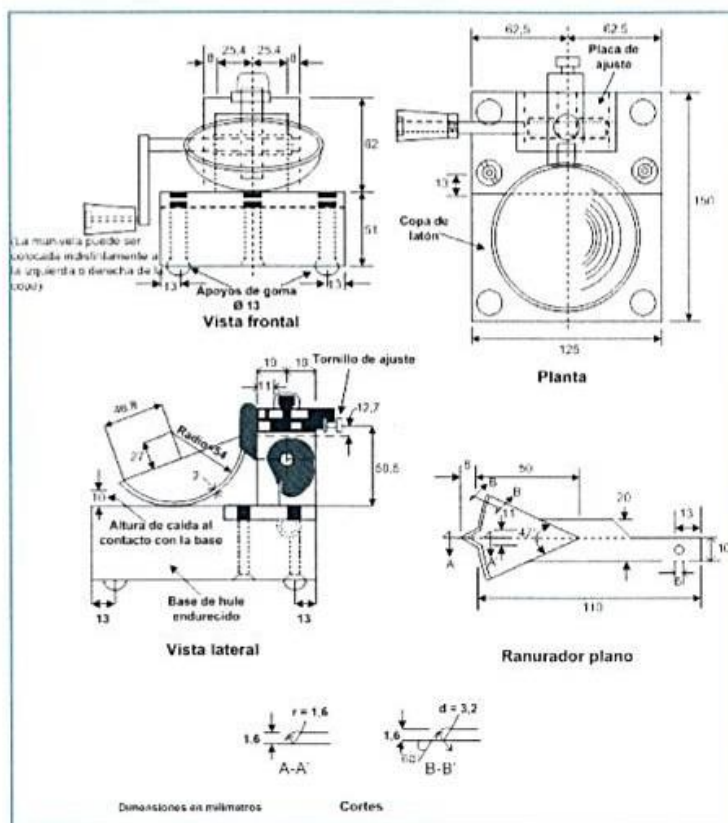


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
 

**Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con



la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes,  $N$ , necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad,  $W^n$ , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

**Un punto**

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

**7.0 CALCULOS**

**(Multipunto)**

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W^n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

**(Un punto)**

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

- $N$  = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,
- $W^n$  = Contenido de humedad del suelo,
- $K$  = factor dado en la tabla A.1







Tabla A -1

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 1

Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Líquido	0,8	2,4
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Líquido	3,5	9,9

**8.0 PRECISION Y DISPERSION**

**8.1 PRECISION**

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

**8.2 DISPERSION**

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.





## MTC E 111

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

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

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

#### 5.0 MUESTRA

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado





en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

**6.0 PROCEDIMIENTO**

- 6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- 6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

- 6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

**7.0 CALCULOS E INFORME**

**7.1 CALCULOS**

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

**Tabla 1**  
**Tabla de estimados de precisión.**

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

**7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD**

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

- L.L. = Límite Líquido
- P.L. = Límite Plástico
- L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).





## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

### 8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla N° 1.

### 8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.







## MTC E 115

### COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$ )).

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de ( $2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\,000\text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$ )).

**Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

**Nota 2.** El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$ " pulg).

**Nota 3.** Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), ver ensayo ASTM D 4718

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

##### 2.3.1 METODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.3 Número de capas: 5

- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

##### 2.3.2 METODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).

- 2.3.2.3 Número de Capas: 5

- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).







2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

### 2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

**Nota 4.** Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

- 2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.
- 2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).
- 2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.
- 2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ( $F = M \cdot a$ ). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en lbm/pie<sup>3</sup> no se debe considerar como si no concordase con esta norma.
- 2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.
- 2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.
- 2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad ( $w_o$ ) y el Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ) mediante un ensayo de





compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ). La selección del contenido de agua ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ), y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{dm\acute{a}x}$ ) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm<sup>3</sup> (0,0333 ± 0,0005 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm<sup>3</sup> (0,075 ± 0,0009 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2 ± 1,6 mm (18 ± 0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54 ± 0,01 kg (10 ± 0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80 ± 0,13 mm (2,000 ± 0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800 ± 0,25 mm (2,000 ± 0,01 pulg).

**Nota 5.** Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm







( $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$  pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber  $2,5 \pm 0,8$  mm ( $0,10 \pm 0,03$  pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a  $73,7 \pm 0,5$ mm ( $2,90 \pm 0,02$  pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C a través de la cámara de secado.

## 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm ( $\pm 0,005$  pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19,0mm ( $\frac{3}{4}$  pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.





- 6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.
- a) Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
  - b) Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
  - c) Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
  - d) Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

## 6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

### 6.2.1 SUELOS

- 6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- 6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).
- 6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

### 6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

- 6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- 6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

**Nota 6.** Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

- 6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).







Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

### 6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla  $\frac{3}{4}$  pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

**Nota 7.** Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.







- 6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- 6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- 6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- 6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- 6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación  $0,2 \text{ kN/m}^3$  ( $0,1 \text{ lbf/pie}^3$ ) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- 7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

**Nota 8.** La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.





**Nota 9.** La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua, w.- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

$\rho_m$  = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)  
 $M_t$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)  
 $M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)  
 $V$  = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

$\rho_d$  = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)  
 $w$  = contenido de agua (%)

$$\begin{aligned} \gamma_d &= 62,43 \rho_d \text{ en lbf/pie}^3 \quad (3) \\ \gamma_d &= 9,807 \rho_d \text{ en kN/m}^3 \end{aligned}$$

Donde:

$\gamma_d$  = peso unitario seco del espécimen compactado.

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

$W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).  
 $\gamma_w$  = Peso unitario del agua 9,807kN/m<sup>3</sup> ó (62,43 lbf/ pie<sup>3</sup>).  
 $\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.  
 $G_s$  = Gravedad específica del suelo.

**Nota 10.** La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

## 7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.





- 7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a  $0,5 \text{ lbf/pe}^3$ .
- 7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).
- 7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.
- 7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- 7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.
- 7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- 7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- 7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa),  $P_c$  en %.

#### 8.0 PRECISION Y DISPERSION

- 8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.
- 8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.







## MTC E 132

### CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm  $\pm$  0,66 mm ( $6 \pm 0,026$ ") de diámetro interior y de 177,8  $\pm$  0,46 mm ( $7 \pm 0,018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")



de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- 4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de  $61,37 \pm 0,127$  mm ( $2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- 4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

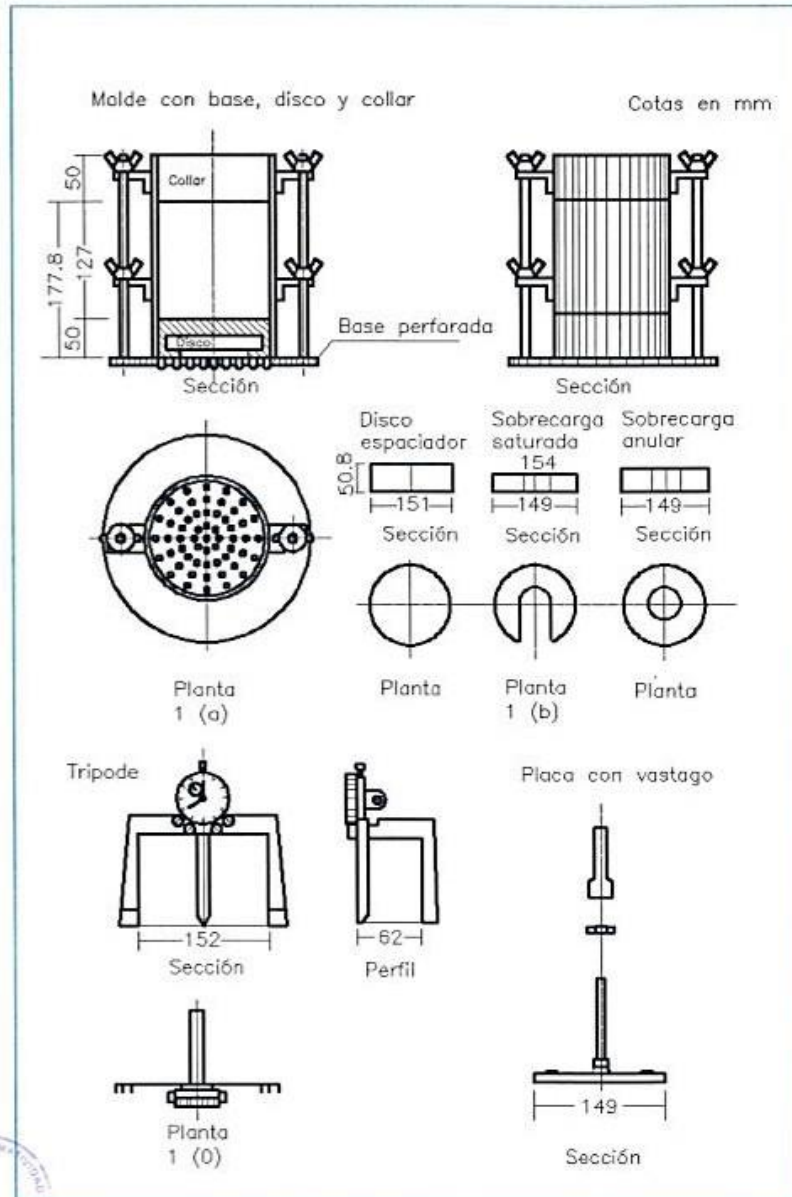


Figura 1.





4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02$  kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de  $49,63 \pm 0,13$  mm (1,954  $\pm$  0,005") de diámetro, área de 19,35 cm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

## 5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

- 6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

**Nota 1.** En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

- 6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

**Nota 2.** A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.



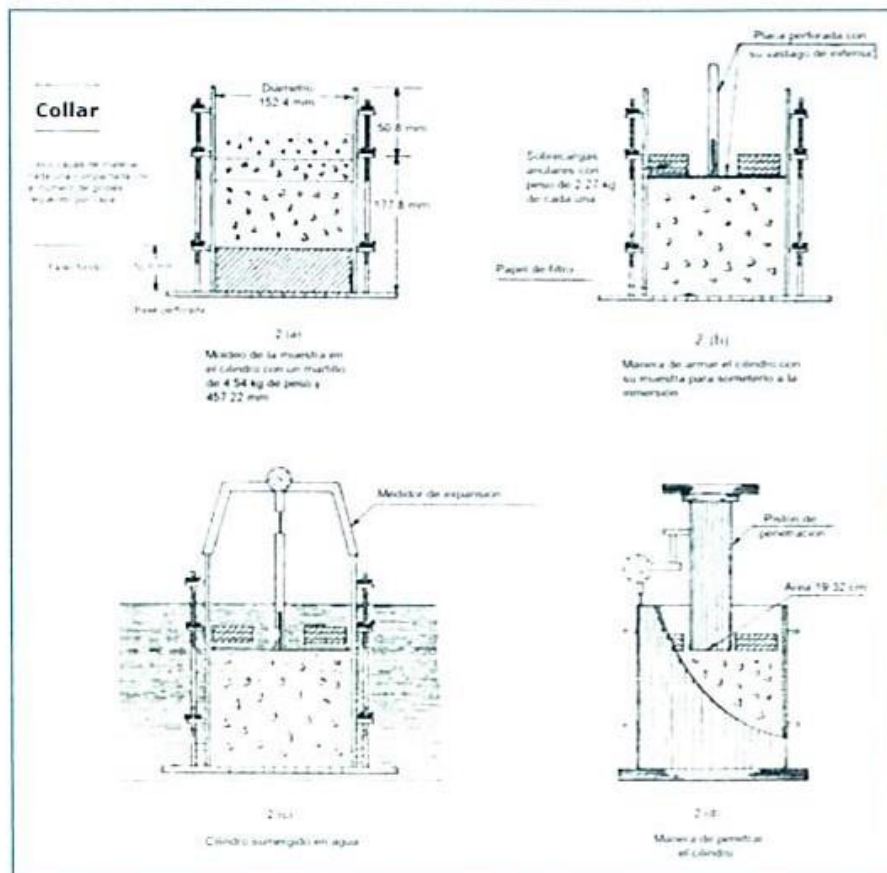


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con  $\pm 2,27$  kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, Llévase el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añáde el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:





### Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

\* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

#### 6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria (7,0" ± 0,16") si se utiliza un molde con 127 mm (5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

### 7.0 CALCULOS E INFORME

#### 7.1 CALCULOS

7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H-h}{100+h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural







- 7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.
- 7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.
- 7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).
- 7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

- L<sub>1</sub> = Lectura inicial en mm.
- L<sub>2</sub> = Lectura final en mm.

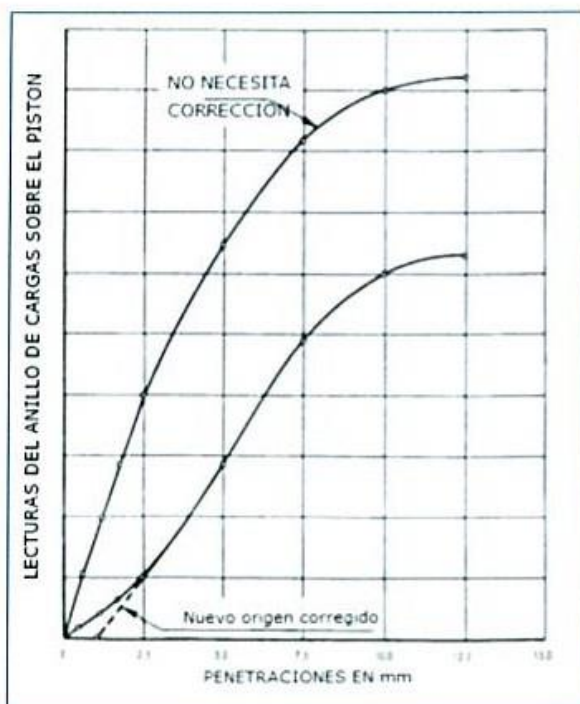
- 7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- a) Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- b) De la curva corregida tómanse los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg<sup>2</sup>) y 10,3 MPa (1500 lb/plg<sup>2</sup>) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.





**Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR**

**7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON**

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).





**ANEXO N° 07**

**ANALISIS DE**


**ORIGINALIDAD**

**DE TURNITIN**

**Resumen de coincidencias** X

**13 %**

1	repositorio.uv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
9	1library.co	<1 %



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

"ESTABILIZACIÓN DE LA RED VIAL CON AGUA DE MAR EN EL CENTRO POBLADO HUACACORRAL, GUADALUPITO, VIRU - LA LIBERTAD - 2021".



**ANEXO N° 08**

**PANEL**

**FOTOGRAFICO**





**Fotografía N° 01.** Los tesistas Paulo Aguilar Garcia y Jhony Bances Rivasplata se encuentran ubicados en el kilómetro 469 para el ingreso al centro poblado Huacacorral.



**Fotografía N° 02.** Realizando la respectiva medida del ancho de las calles de la entrada al Centro Poblado Huacacorral que está constituido por 4.50 metros de ancho.





**Fotografía N° 03.** Finalizando la calicata N°01 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorrall.



**Fotografía N° 04.** Finalizando la calicata N° 02 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorrall.





**Fotografía N° 05.** Finalizando la calicata N° 03 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorral.



**Fotografía N° 06.** Finalizando la calicata N° 04 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorral.





**Fotografía N° 07.** Finalizando la calicata N° 05 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorrall.



**Fotografía N° 08.** Finalizando la calicata N° 06 para la obtención de muestras del Centro Poblado Huacacorrall.



**Fotografía N° 09.** Ingresando a la playa puerto santa para obtener 20 litros de agua de mar para analizarlo.



**Fotografía N° 10** Finalizando la obtención de agua de mar para llevarlo al laboratorio para analizarlo.





**Fotografía N° 11** Realizando el análisis de granulométrico.



**Fotografía N° 12** Realizando el análisis de limite líquido.



**Fotografía N° 13** Realizando el análisis de limite plástico.



**Fotografía N° 14** Realizando el análisis según el tamaño de partícula predominante para poder saber si es método A – B - C de acuerdo a eso se escoge el tamaño de molde — 4 pulgadas si es método A - B y 6 pulgadas si es método C



**Fotografía N° 15** Realizando en ensayo de Proctor Modificado Método A.



**Fotografía N° 15** Realizando el ensayo de California Bearing Ratio





# **ANEXO N° 09**

# **PLANOS**



